

# 半導体・FPD関連産業における 中小企業の現状と課題

## ～ デジタル家電市場拡大の中で～

- ・ デジタル家電と日本の半導体・FPD関連産業
- ・ 集積地域における先進的連携モデルと大学の中小企業対応テーマ
- ・ 事例にみる中小企業の取り組み状況
- ・ 中小企業にとってのビジネスチャンス

参考資料 半導体・FPDの製造工程  
専門技術用語の解説

## 要 約

半導体・FPD 関連市場は、IT バブルの崩壊後、デジタル家電の急速な普及などを背景に回復している。本レポートは、今後の市場、技術の両面での変化について概観したうえで、中小企業にとって新たなビジネスチャンスが存在する分野を探ることに主眼を置き、そのようなチャンスを捉えるために必要な経営的視点にも触れて、取り纏めたものである。

各章の主な内容は次の通りである。

### 第1章 デジタル家電と日本の半導体・FPD 関連産業

本章では、半導体・FPD（フラット・パネル・ディスプレイ）関連産業の動向や技術的課題について、デジタル機器市場や海外企業の動向についても触れながら、まとめている。

デジタル機器の多様化、普及に伴って、半導体や FPD、半導体・FPD の製造装置も伸びている。この分野ではこれまでも、参入や撤退、事業提携が相次いでいるが、今後もデジタル機器市場の成長が見込まれ、グローバルな厳しい競争は継続するものとみられる。その中で国内メーカーとしては、より高性能、快適なデジタル機器を低コストで生産するというニーズに対応するための、半導体や FPD などのデバイスの技術革新が必要である。例えば、FPD では大型化、高画質化や省電力化、半導体ではシステム LSI の高集積化、コンパクト化や省電力化、などが技術的課題として挙げられている。製造工程の複雑化や工程数増加などにより増加している製造コストの削減も課題である。デバイスメーカーや大手装置メーカーだけでこのような課題に対応していくことは時間やコストがかかることから、製造装置・部品の加工・組立などを通してこの分野に参入している中小企業が、ものづくりのノウハウを活かして課題解決に関与していくことへの期待は高まっている。

### 第2章 集積地域における先進的連携モデルと大学の中小企業対応テーマ

本章では、半導体・FPD 関連産業での課題解決に向けて、中小企業と共に積極的に取り組む地域や大学にヒアリングを行い、その取り組み内容と中小企業のビジネスチャンスについてまとめている。

九州地域では、福岡県の設計・デザインや大分県の品質検査、熊本県の製造など、行政が地域内企業や大学と一緒にコアとなるテーマを絞って連携、情報集積を進め、さらに研究機関や大手需要メーカーの誘致にも積極的である。特に詳しくヒアリングを行った熊本県の事例では、中小企業が大学の研究室や大手企業と共に半導体・FPD の製造プロセスにおける技術的課題解決に取り組んでいる例がみられた。大学は最先端の研究とそのインキュベーションに動き始めており、大手メーカーは技術的課題の解決に向けて大学が保有しているリソース活用を狙っていることもあり、連携が図られているようだ。そして、最先端の技術的課題解決には不可欠である、製造装置や検査装置、部品・部材の加工など中小企業が取り組み可能な分野の課題、情報も大学が保有している。このような大学を活用して

情報、ニーズを掴むことが、中小企業の将来のビジネスチャンスにつながっていく。

### 第3章 事例にみる中小企業の取り組み状況

本章では、実際に半導体・FPD 関連産業に参入している中小企業にヒアリングを行い、中小企業が活躍できる可能性のある技術分野や経営面でのヒントを抽出している。

技術面では、従来は大手メーカーが扱う領域と考えられる傾向にあった前工程の装置分野に中小企業が参入している事例がみられた。前工程製造プロセスの複雑化などを背景に従来よりも増加していたコストダウンニーズを、中小企業が固有技術を活かしてビジネスチャンスに変えた事例である。工程複雑化による歩留まり低下傾向に対処するための前工程での検査工程に対するニーズの高まりに対応しようとしている事例もある。また、検査装置というハードだけではなく、検査業務そのものを受注している事例もあった。

経営面では、保有技術や生産システムなど、元々自社が知見・ノウハウのある部分へのこだわり、追求の延長に、半導体・FPD 関連事業の成功があった事例が多い。また、技術の陳腐化が速く環境の変化が激しい業界であることから、共同研究からちょっとした相談まで目的は様々であるが、産学連携を活用して情報を収集することが一般化している。また、同業界での経験が、ナノテクノロジーやバイオなど、さらに先の事業展開につながると考え、技術蓄積やノウハウ取得に努めている企業もみられた。

### 第4章 中小企業にとってのビジネスチャンス

この分野で解決すべき技術的課題は広範囲にわたっており、中小企業のビジネスチャンスも大きい。中でも、システム LSI の高集積化、コンパクト化ニーズ、FPD の大型化、高画質化ニーズ、それらの多品種少量生産に対応した、新たな製造装置、検査装置や同関連部品など、ものづくりのノウハウを活かせる分野が最も有望であると考えられる。特に検査分野では、製造プロセスの複雑化に伴い、チャンスが拡大するものと考えられる。

加えて、これらの分野でのビジネスチャンスを活かすためには、絶えず一歩先の市場動向・技術動向に注意を払うことが必要である。そしてその急速な変化を認識し、スピーディに対応するためには、大学や地域企業やコンソーシアムなどの外部資源の活用が有効である。その上で、自社が保有しているコアにこだわりながら事業展開すること、取引先の技術ニーズに積極的に対応していくことが重要なのは言うまでもない。

最後に、各デバイスそれぞれについて具体的に、技術者の目からみた「有望技術領域の提案」を作製している。

また、巻末に半導体・FPD の製造工程と専門技術用語の解説を付している。

なお、本調査は神鋼リサーチ株式会社への委託により実施したものである。

( 総合研究所 酒井 宏知 )

## 目 次

第1章 デジタル家電と日本の半導体・FPD 関連産業 .....	1
1 . 半導体・FPD 関連産業を取り巻く環境 .....	1
1 - 1 . デジタル家電市場の現状 .....	1
1 - 2 . デジタル家電における半導体・FPD との位置づけ .....	2
2 . 日本の半導体・FPD 関連産業の概要 .....	4
2 - 1 . 半導体関連産業の概要 .....	4
2 - 2 . FPD 関連産業の概要 .....	8
2 - 3 . デジタル家電と半導体・FPD 関連産業における中小企業の関わり .....	13
3 . 日本の半導体・FPD メーカーの国際競争力と技術的課題 .....	13
3 - 1 . アジア（韓国・台湾）メーカーの動向と日本メーカーの国際競争力 ...	13
3 - 2 . 半導体・FPD 関連分野の技術的課題 .....	15
第2章 集積地域における先進的連携モデルと大学の中小企業対応テーマ .....	20
1 . 半導体・FPD 関連産業の集積状況について .....	20
1 - 1 . 事業所数、従業員数の動向 .....	20
1 - 2 . 半導体・FPD 関連工場の集積状況 .....	21
1 - 3 . 九州地域の企業集積 .....	22
2 . 地域連携の先進的モデル - 九州地域、熊本県の事例より .....	24
2 - 1 . 九州地域における取り組み .....	24
2 - 2 . 熊本県および地域における取り組み .....	25
3 . 大学の取り組み事例 .....	27
第3章 事例にみる中小企業の取り組み状況 .....	41
1 . インタビュー企業のプロフィール .....	41
2 . 企業インタビュー調査（個別企業事例） .....	43
3 . インタビュー調査のまとめ（分析結果） .....	79
3 - 1 . 概 要 .....	79
3 - 2 . 考察結果 .....	80

第4章 中小企業にとってのビジネスチャンス.....	85
1．半導体・FPD 関連産業への参入に当たって .....	85
1 - 1．半導体・FPD 関連産業における有望な事業領域 .....	86
1 - 2．経営的視点からの成功要件.....	88
2．中小企業にとっての具体的なビジネスチャンス .....	92
2 - 1．中小企業にとってのビジネスチャンス .....	92
2 - 2．半導体製造分野への参入機会<ビジネスチャンス> .....	93
2 - 3．液晶ディスプレイ製造分野への参入機会<ビジネスチャンス> .....	95
2 - 4．PDP 製造分野への参入機会<ビジネスチャンス> .....	97
2 - 5．有機 EL ディスプレイ製造分野への参入機会<ビジネスチャンス> .....	98

#### 参考資料

1．半導体・FPD の製造工程 .....	1
2．専門技術用語の解説 .....	16

## 第1章 デジタル家電と日本の半導体・FPD 関連産業

半導体や FPD（フラット・パネル・ディスプレイ）<sup>1</sup>のビジネスは、基本的に技術ニーズ探索型のビジネスである。

新規事業開発や需要開拓を行う場合、一般的には新分野、新用途探索型のマーケティングが主流であるのに対し、半導体や FPD のビジネスは、圧倒的に現存分野、用途における革新的技術の応用に伴って創出されるビジネスチャンスを追うマーケティングが中心となる。言い換えれば、半導体や FPD のビジネスは技術色が極めて濃厚な経営が求められる事業領域である。

したがって、半導体や FPD 関連産業での事業展開を行う場合、その経営は技術経営に重点が置かれなくてはならない。マーケティングにおいても、技術的領域に踏み込むことが不可欠である。このような認識に基づき、本報告書は半導体や FPD 産業の技術的課題を押さえることで同産業における次のマーケットを考察し、中小企業にとってのビジネスチャンスの提案を行うものである。

本章では、まず、近年復活しつつある日本の半導体産業および市場が急拡大している FPD 産業の現状について、デジタル家電との関連を中心に据えながら概観し、その業界動向と同市場における日本企業の競争力について中小企業の関わり方も含めて考察する。続いて、同産業における新たなビジネスチャンスの対象と考えられる技術的課題について企業や大学、研究機関等の専門家、識者の意見を踏まえ、評価・判断した中から主なものを抽出し紹介する。

### 1. 半導体・FPD 関連産業を取り巻く環境

#### 1 - 1. デジタル家電市場の現状

デジタル家電市場は、薄型テレビ、DVD レコーダー、デジタルカメラが「新・三種の神器」と呼ばれ急成長しているが、特に 2002 年以降本格的に商品が市場投入された大型サイズの薄型テレビや DVD レコーダー市場は急速に拡大している（本報告書では、「新・三種の神器」にカーナビゲーション、携帯電話等を含めて広義にデジタル家電という）。

大型サイズの薄型テレビは、デジタル家電の主役ともいえる存在で、市場は日本をはじめ欧米でも急成長を続けている。JEITA（電子技術産業協会）の統計では、2004 年は 11 月までの国内累計出荷台数が液晶では前年比 1.7 倍の約 220 万台、プラズマも同 1.4 倍の約 28 万台と伸びている。現在は、液晶とプラズマの競争が一段と激化している。

また、デジタルカメラも普及率が国内世帯数の 5 割を超えてきているが、そのキーパー

---

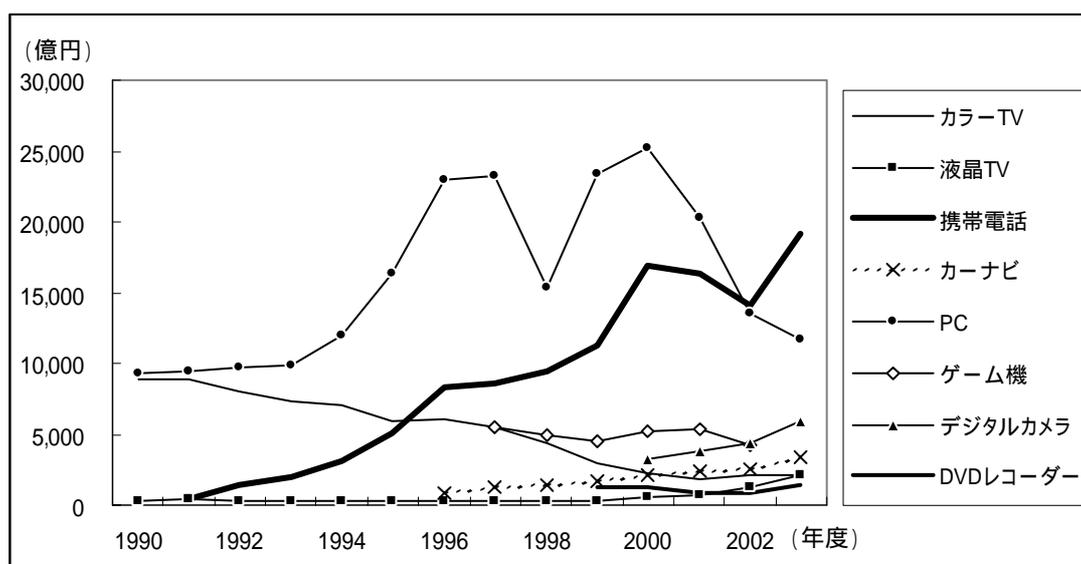
<sup>1</sup> FPD とは、省スペースに対応した筐体が板状で画面が平面になっている薄型映像表示装置で、パソコン・テレビ・携帯電話など年々薄型化していく映像表示装置全般を指す。本報告書では代表的な表示素子である液晶、PDP(プラズマ・ディスプレイ・パネル)、有機 EL(エレクトロ・ルミネッセンス)を対象として採り上げる。

ツである撮像素子のほとんどを日系メーカーで製造している。画像を取り込むまでの光学技術は今までの有力カメラメーカーが強みを持っており、近年は台湾・韓国メーカーの追い上げも急であるが、部材等を押さえている日本メーカーが最先端を走っている。

一方、DVD レコーダーは、これまでの VTR に代わり拡大が本格化してきている。JEITA の統計によると、2004 年は 11 月までの国内出荷台数が約 314 万台と前年の 2.2 倍に拡大している。最近は、単なるレコーダーではなく、編集機能を備えた HDD 付きのタイプも登場し、さらにその容量が増加しており、人気を獲得している。これら以外にも、カメラ付き携帯電話などの携帯端末なども急成長している（図表 1 - 1）。

こうしたデジタル家電の多くは、日本発の製品である。今後の成長産業であり、市場拡大が続いていることから海外メーカーも新規参入を行っているが、映像データを処理する能力を結集したデジタル家電のキーデバイスの多くは AV 機器や AV 機器向けの半導体（システム LSI）や電子部品を以前から手がけてきた日本メーカーが優勢であり、最先端を走っている。

図表 1 - 1 デジタル機器の国内生産金額推移



（出所）経済産業省「機械統計」より作成

## 1 - 2 . デジタル家電における半導体・FPD との位置づけ

日本の半導体産業は、得意の量産技術を活かしてメモリー素子で代表的な DRAM（記憶保持動作が必要な随時書き込み読み出しメモリー）で世界市場をリードしてきたが、1990 年代後半に入り急速に競争力を失った。欧米の専門メーカーや製造コストの安い韓国・台湾メーカーとの設備投資競争に敗れ、コスト競争力の優位性がなくなったのが主要因である。

また、需要面でも、それまで需要を牽引してきたパソコンに代わり、携帯電話に代表されるデジタル家電分野が台頭し、半導体需要に占める DRAM の割合は低下した。こうして、

日本の半導体メーカーは、DRAMの生産を縮小してきたが、これに代わる主力製品を長らく確立することができなかった。

さらに2001年には、いわゆるITバブルの崩壊によって、日本の半導体業界は前年比30～40%減の深刻な打撃を受け、2002年末頃まで低迷が続けたが、2003年前半から回復基調に入り、ここにきて急速に業績が回復しつつある。その大きな理由が、デジタル家電市場の急速な成長によるものである。

携帯電話をはじめ、薄型テレビ、デジタルカメラ、DVDレコーダー、ゲーム機等といった製品には、システムLSI（大規模集積回路）などの半導体が使用されているが、その大半を供給しているのが日本メーカーである。また、同じく薄型テレビには、液晶ディスプレイやPDP（プラズマディスプレイ・パネル）が使われているが、これらFPDの分野でも日本のメーカーが先頭を走っている。

2003年から回復した日本の半導体産業の中核は、かつての主力製品であったDRAMに代わって、システムLSIを中心とするものであった。

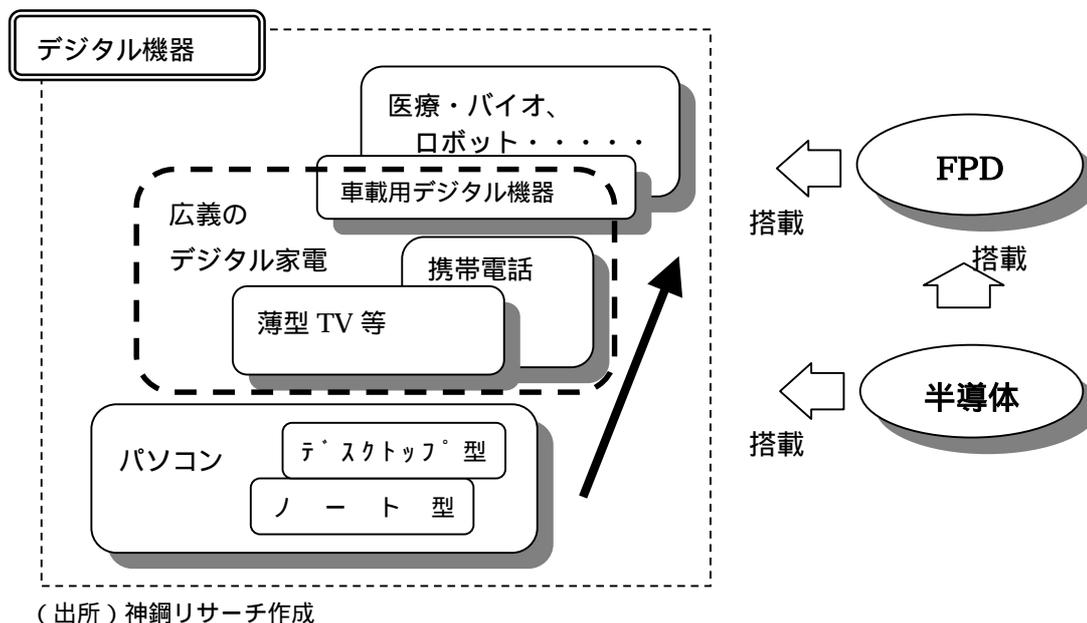
システムLSIとは、電子機器の種々の機能やシステムを一つのチップに複数ないしは究極的に全て搭載する半導体のことである。日本の半導体メーカーは、汎用品で価格競争に陥りがちなDRAM事業を見直し（撤退、統廃合等）主力製品をカスタム品（システムLSI）に生産シフトした。このようなシステムLSIの主な需要先は、薄型テレビやデジタルカメラ、DVDレコーダー等のデジタル家電や車載用デジタル機器等であるが、現在、こうしたデジタル機器が好調であるため、システムLSIも好調を維持している。

また、FPDもこれまでのパソコン用に加え、薄型テレビや携帯電話等々への用途が急拡大していることが、現在の好調を支えている。

FPDの現在の主流は液晶パネルである。以前は、ノート型パソコンやモニター用などが主な用途であったが、2002年ぐらいから従来のテレビ用ブラウン管を代替して需要が急拡大し、30インチサイズ以上の大型化が進展している。また、携帯電話など小型のものについても表示部が以前より大きく、また画質の高品位化ニーズに対応してFPDが開発されている。現在は液晶だけでなく、PDPテレビも登場し、市場拡大が続いており、さらに有機EL（エレクトロルミネッセンス）は携帯電話やデジタルカメラなどの小型のものに採用され、より大型サイズに向けての研究開発、実用化も進んでいる。そして、こうした機器には、システムLSIも数多く使用されている。

このように、半導体（システムLSI）の回復やFPDの好調な背景には、最終需要先であるデジタル家電の市場拡大が大きく関係しており、密接に相互に関連していることがわかる。

図表 1 - 2 デジタル機器（家電）と半導体・FPD との関係



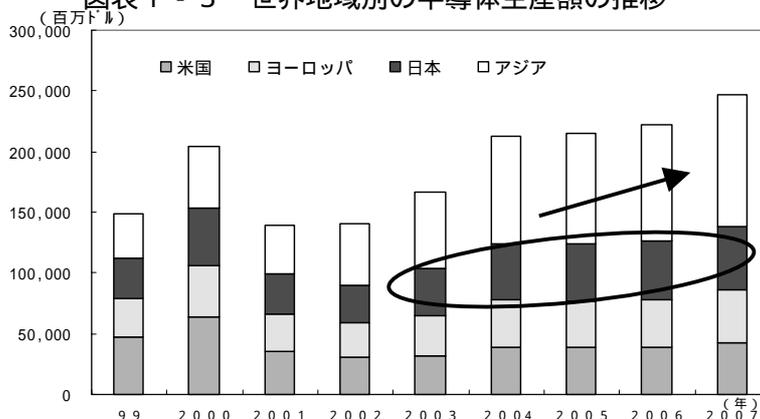
## 2. 日本の半導体・FPD 関連産業の概要

### 2 - 1. 半導体関連産業の概要

#### (1) 半導体市場の動向

世界の半導体市場は、2002年に1,400億ドル(約17.5兆円)、2003年には1,660億ドル(約19.2兆円)の規模であった。ITバブルの崩壊で2001年には対前年比32%減となったが、2003年には対前年比18%増と二桁の回復をみせており、2004年には約2,130億ドル(約23.3兆円)の見込みである。これは過去最高であった2000年当時の規模(2,040億ドル)を上回るものである。

図表 1 - 3 世界地域別の半導体生産額の推移



(注) 2004年以降は予測。

(出所) WSTS (世界半導体市場統計) 2004年11月発表より作成

図表 1 - 4  
半導体の用途別成長分野  
(2003~07年予測)

分野	年平均伸長率 (%)
自動車関連	10.6
民生機器	9.9
通信分野	9.8
パソコン	8.3

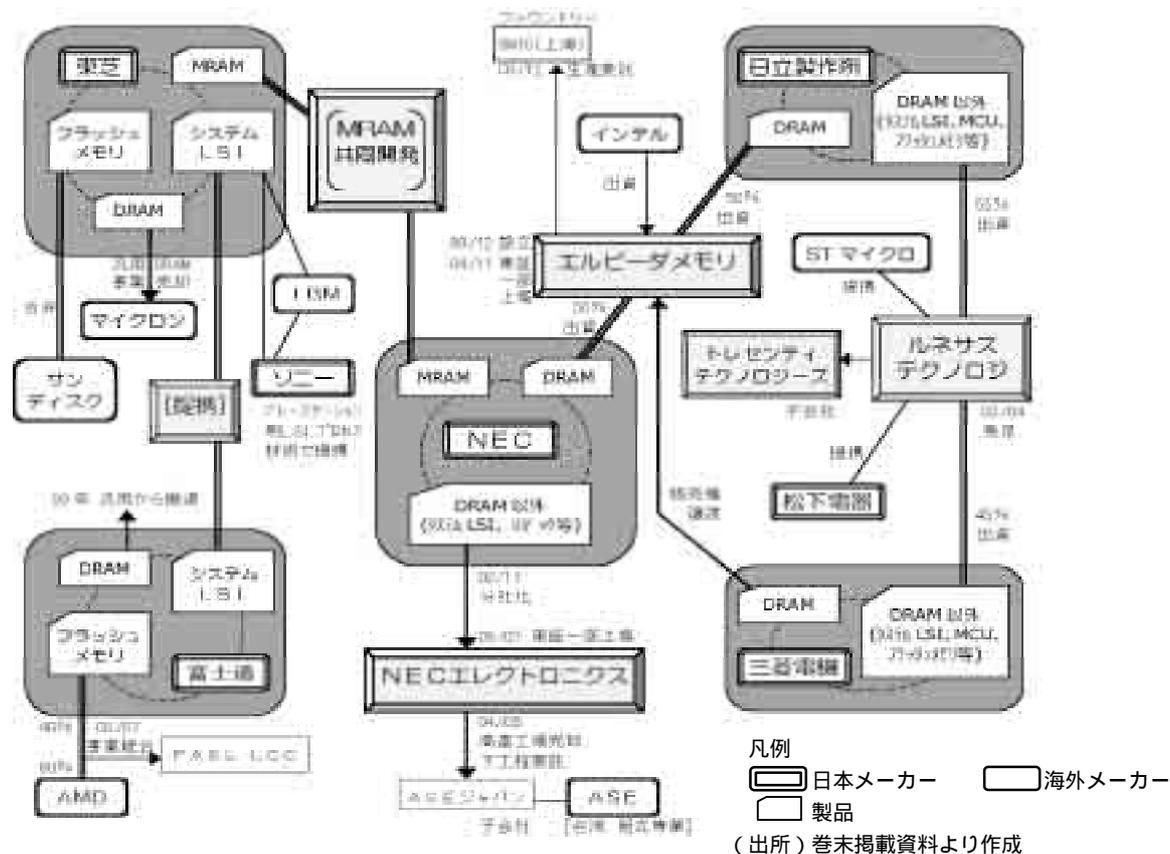
一方、日本の半導体生産額は、2001年に対前年比20%減の4兆円、2002年も3.8兆円と減少したが、2003年は対前年比18%増の4.5兆円と回復し、2004年も引き続き伸長する見通し(約5.1兆円)である。また、用途別では、これまでの主力であったパソコンの伸び率をおさえて、自動車関連や民生機器、通信分野などの伸びが期待されている。

## (2) 国内の大手半導体メーカーの動向

前述のように、現在日本の半導体メーカーが競争力を持っているのはシステムLSIである。薄型テレビやデジタルカメラ、DVDレコーダー等のデジタル家電向けのシステムLSIは、ユーザーである家電メーカーと技術を擦り合わせながら開発していく必要があるが、こうしたデジタル家電の有力企業の大半は日本メーカーである。製品の技術水準が高く、技術的な標準化が進んでいないため、国内工場での生産も依然多い。このため、現在の状況は日本の半導体メーカーにとって有利な状況にある。

ただし、研究開発費など投資額の負担も大きいことから、かつてのような一社単独の自前主義ではなく、複数のグループ間での提携、事業統合が活発である。日立製作所とNECがお互いのDRAM事業を統合したエルピーダメモリ、日立製作所のDRAM以外の事業と三菱電機のDRAM以外の事業が統合したルネサステクノロジ、また東芝と富士通ではシステムLSI分野で提携するなど、様々な形で事業提携等が進展している。

図表1-5 国内半導体メーカー提携マップ



### (3) 半導体関連業界の動向

日本の半導体技術の進歩を支えてきたのは、半導体の製造装置メーカー・検査装置メーカーや部材メーカーである。半導体製造装置は、半導体産業の勃興期には半導体メーカーが内製するか、あるいは輸入に依存していた。その後、国内製造装置メーカーの技術力の向上、ノウハウの蓄積等により、徐々に半導体メーカーから専門の装置メーカーに製造ウエイトがシフトしていった。

大規模投資を必要とする半導体メーカーへの参入は大手企業が大半であるが、製造装置メーカーや部材メーカーには大手から中小まで幅広い企業が参入している。

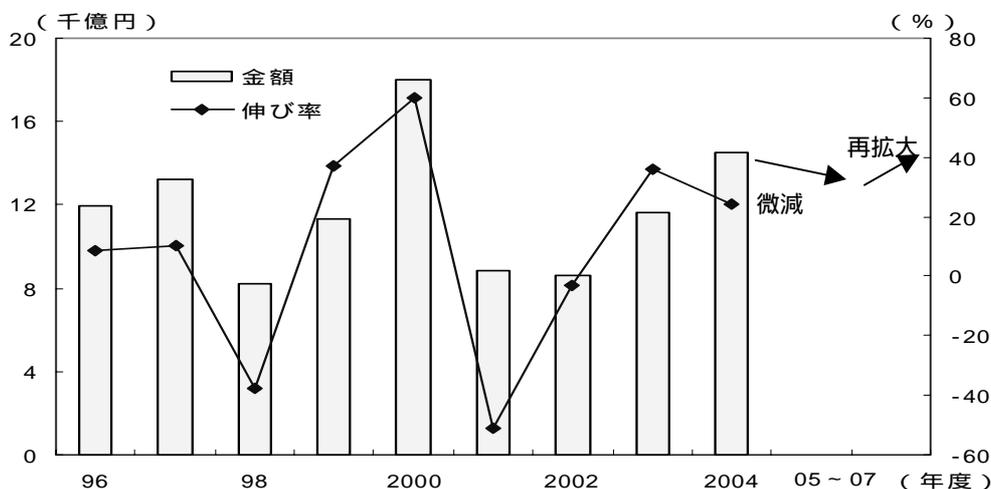
半導体製造装置の国内の主要メーカーとしては、東京エレクトロン、ニコン、キヤノン、大日本スクリーン製造、アドバンテスト、日立国際電気、東京精密、新川などがある。このうち、東京エレクトロンなどは幅広い装置群を揃えた総合装置メーカーとして事業展開しているが、多くの企業は特定装置の専門メーカーとして参入している。また、前工程と後工程の工程別にみると、比較的前工程には大手企業が、後工程には中小企業が参入している場合が多く、検査装置にも中小企業が多数関わっている。

一方、部材メーカーは、半導体メーカーへの部材供給と製造装置メーカーへの部材供給に分けられるが、前者は化学、非鉄金属メーカーが中心であり、大手企業が大半である。しかし、製造装置メーカー向けの部材供給には中小企業が多数関わっており、具体的には装置の一部の加工・組立や部品の製造、あるいは装置自体の製造（総合組立）等である。

こうした協力企業の数、一般的な製造装置メーカーの場合、密接に取引関係がある協力企業で50社程度、その他の部品供給企業では200～300社にのぼるとされる。

2003年度の国内半導体製造装置市場は6,600億円（前年度比49%増）、海外向けを含めた日本メーカーの売上高は1兆1,700億円（同36%増）で、ピークだった2000年度（1兆8,000億円）の半分以下の水準まで落ち込んだ01、02年度から急回復している。日本半導体製造装置協会（SEAJ）の予測では、2004年度は1兆4,500億円（同25%増）と引き続き市場は拡大するとみており、その後05、06年度とやや伸び悩んだ後、2007年度に再び拡大基調に入る見通しである。

図表1-6 半導体製造装置の国内メーカーの売上高推移



(注) 2004年度以降は予測。

(出所) SEAJ資料(2004年7月発表)より作成

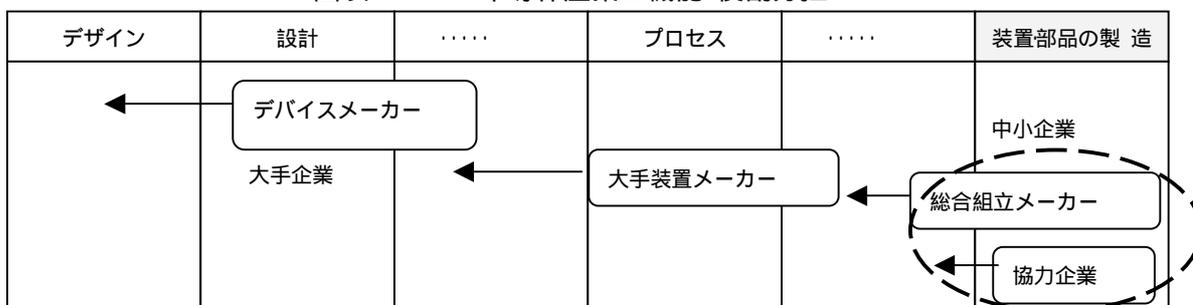
#### (4) 半導体関連産業の産業構造

かつて、半導体産業は半導体デバイスメーカーを頂点にして製造装置メーカーやそれらを支える部品製造や加工組立処理などの協力企業がいわゆる系列化され、ピラミッド型の産業構造を形成していた。

しかし、90年代に入りデバイスメーカーの競争力が低下し各社の経営体力が消耗され、従来の体制維持が困難になる一方、半導体製造の技術ノウハウがデバイスメーカーから装置メーカー、さらにそれらを支える協力企業へと移るなか、これまでの産業構造は大きく変化した。つまり、半導体デバイスメーカーは設計・デザインに特化し、製造プロセスの機能を装置メーカーに委ね、装置メーカーは製造プロセスの技術改良、技術革新に関わりながら、装置の製造を中小関連メーカーなど協力企業に任せるというスタイルであり、それぞれが機能分担し合うネットワーク型分業への変化である(図表1-7)。

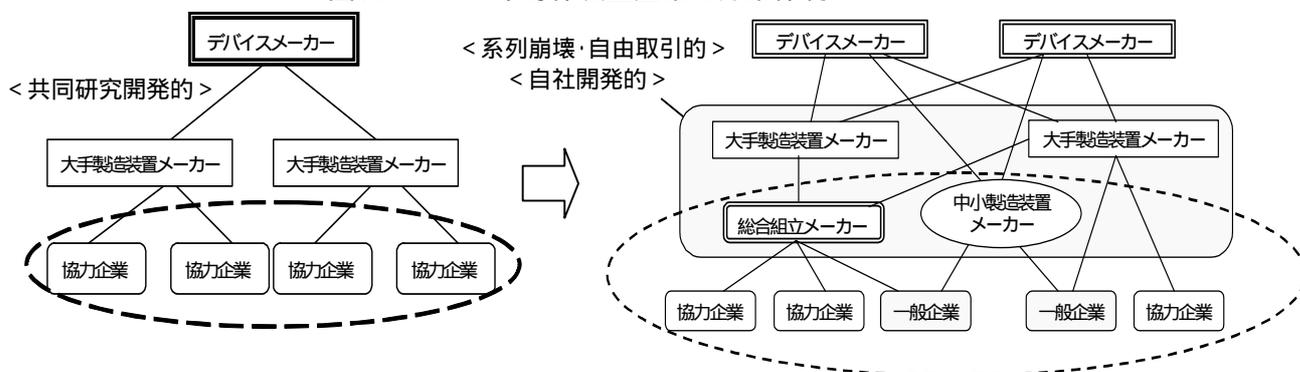
製造装置産業においては、特に近年これまで装置メーカーが装置をユニット別に分け、複数の協力企業等に外注していたのが、特定企業一社に(最終検査を含めて)装置自体の製造を委託する傾向が強まる方向にあり、こうした総合組立メーカーの役割が大きくなっている(図表1-8)。このように、デバイスメーカー、装置メーカーとも大手企業は、設計や開発により傾注し、もの造りの工程は中小企業に任せるという分業体制が進展していることから、今後、これまで大手企業と取引関係のなかった独立系の中小企業にもビジネスチャンスは十分期待される。

図表1-7 半導体産業の機能・役割分担



(出所) 中小企業金融公庫『半導体・液晶産業の業界動向と中小企業のビジネスチャンス』2001.1等を基に作成

図表1-8 半導体装置産業の分業体制



(注) 点線部分は中小企業。

(出所) 巻末掲載資料より作成

## 2 - 2 . FPD 関連産業の概要

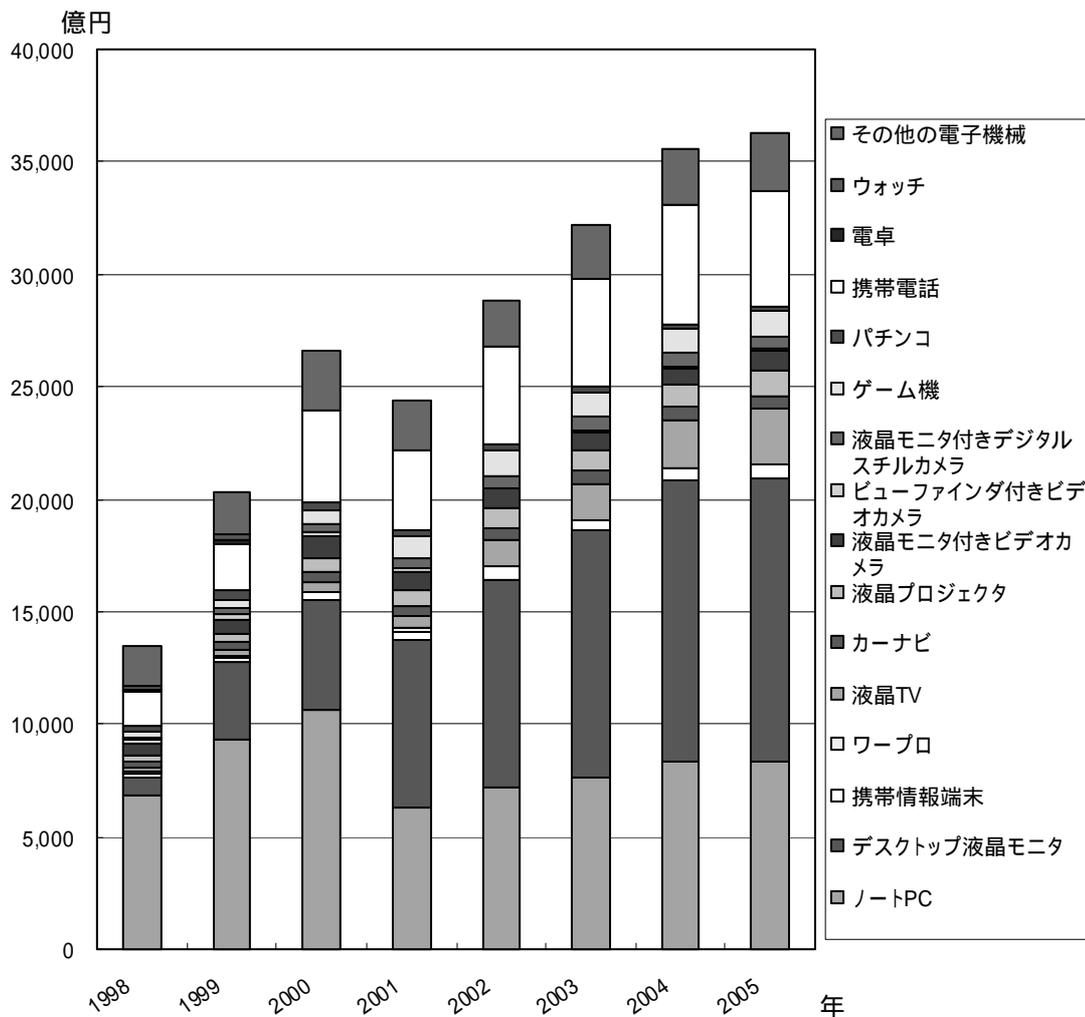
### ( 1 ) FPD の概要<sup>2</sup>

FPD の特徴と課題について簡単に整理すると、液晶は、小型～大型画面まで用途が幅広いという特長があるが、動画表示にやや難がある。PDP は、大画面や動画表示は得意であるが、小型化には適しておらず、消費電力の点で課題を残している。有機 EL は、薄型化が容易で、視野角が広いという特長があるが、寿命や大型化に課題があるとされ、現在の用途は携帯電話のサブディスプレイ等にとどまっている。

### ( 2 ) FPD 市場の動向

液晶の市場は、世界ベースで 1999 年に 2 兆円を突破した後、2001 年に若干減少したものの、02年から再び拡大傾向にあり、2004 年は約 3.5 兆円を超える市場が予測されている。

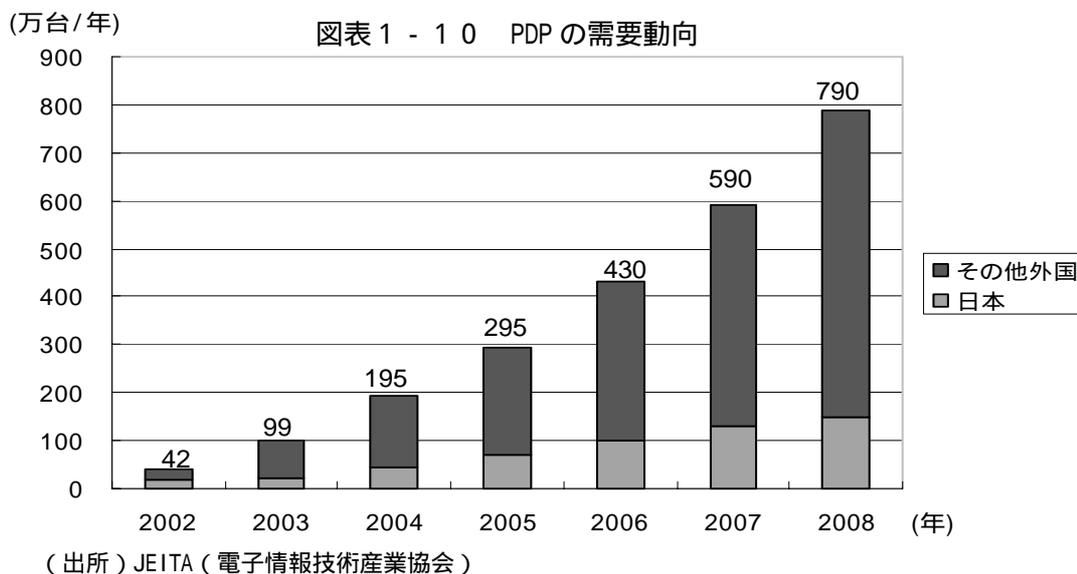
図表 1 - 9 液晶の用途別市場動向



( 出所 ) (株)データガレージ ( 2004 年 10 月講演会資料 )

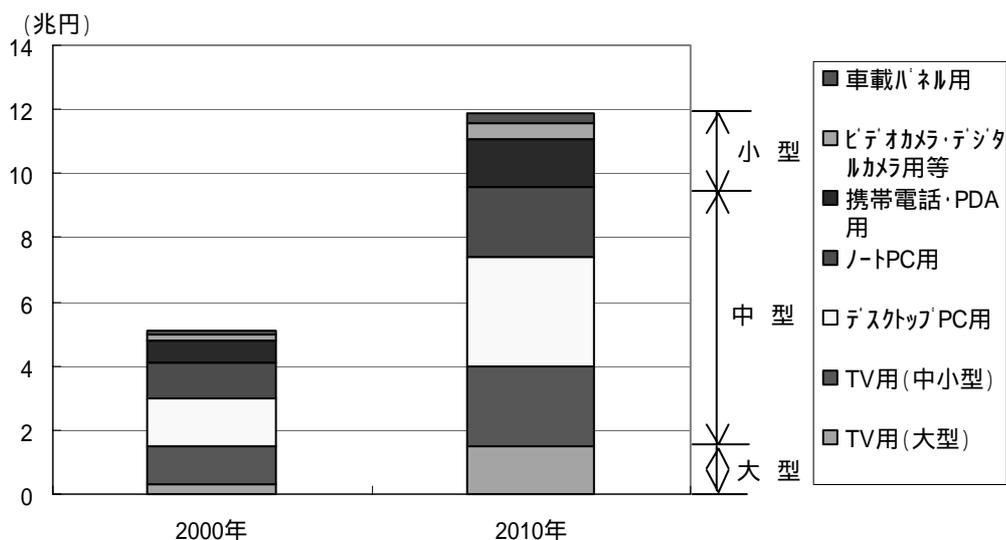
<sup>2</sup> 詳細は参考資料 2 「専門技術用語の解説」を参照。

また、PDP 市場も 2002 年 42 万台、03 年 99 万台、04 年 195 万台と急速に成長しているが、カラーテレビ市場の国内出荷が年間約 1,000 万台、世界では約 1.2 億台であることから、中長期的にはさらに市場拡大が期待されている。



一方、経済産業省では、ブラウン管から FPD に切り替わることによる用途拡大、デジタル TV 放送開始に伴う買換え需要等を勘案し、世界のディスプレイ市場は 2000 年の約 5.1 兆円から 2010 年には約 12 兆円の規模(うち約 10 兆円が FPD)にまで拡大すると予測している。

図表 1 - 1 1 世界のディスプレイ市場の見通し





## PDP（プラズマ・ディスプレイ・パネル）

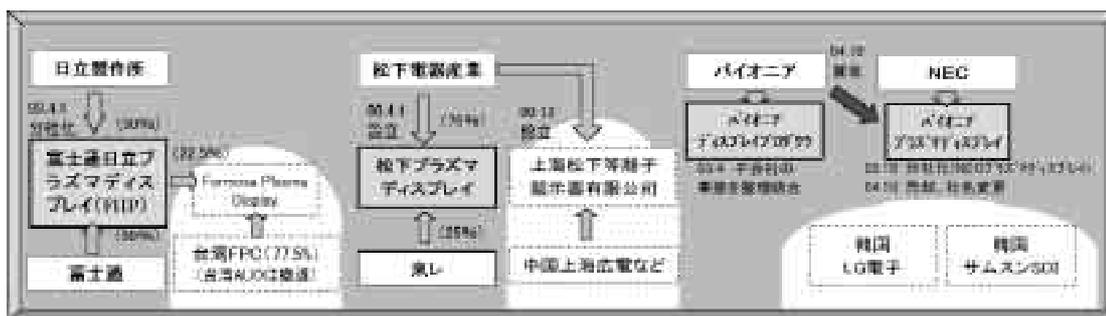
薄型、大画面を特徴とする PDP は当初、業務用が中心であったが、液晶同様、テレビ向けの需要が急速に拡大している。

開発、量産において富士通が先行し、NEC、松下電器、三菱電機、パイオニア、日立製作所などが参入した。現在は、三菱電機の国内生産からの撤退(台湾中華映管に技術供与)、NEC の撤退(パイオニアが事業買収)により、国内メーカーは3グループ(富士通日立プラズマディスプレイ(富士通と日立の合併会社)、松下電器、パイオニア)である。

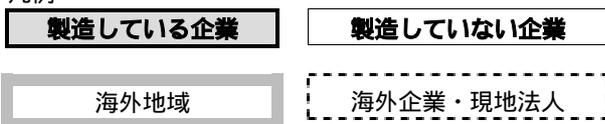
トップを走っているのは、富士通日立プラズマディスプレイであるが、松下電器が 2005 年 11 月の稼働を目指して兵庫県に最大規模の工場を建設中である。パイオニアは、従来の民生用製品に加え、NEC の業務用ディスプレイを獲得することによって、ラインアップの充実を図っている。

このような国内での活発な動きに加えて、サムスン SDI、LG 電子の韓国勢も積極的な投資を行っており、市場競争は一段と激しさを増している。

図表 1 - 13 PDP の提携マップ

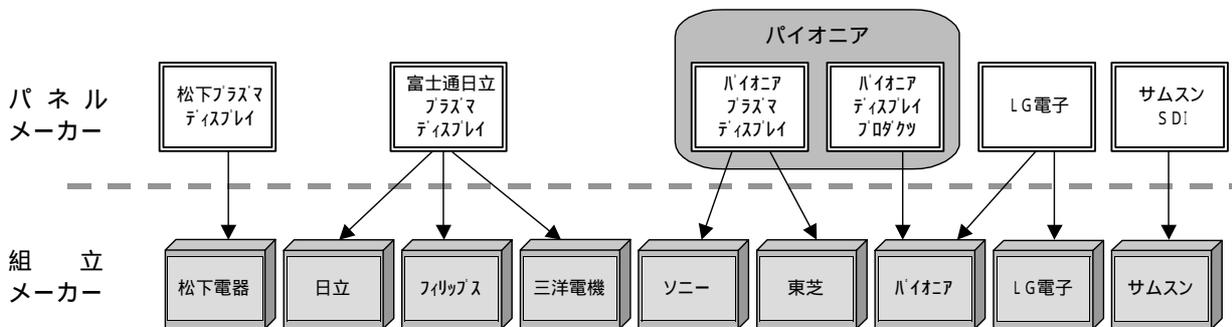


凡例



矢印は事業提携・統合関係を表す。  
( )内は出資比率。

### 【PDP テレビのパネル供給関係】



(出所) 巻末掲載資料より作成

#### (4) FPD 関連業界の動向

液晶の製造工程は半導体と同様に大きく前工程と後工程に分けられ、前工程の製造装置には半導体製造装置と似たメーカーが参入している。例えば、露光装置はニコン、キヤノン、デベロッパでは東京エレクトロン、エッチング装置では大日本スクリーン製造などである。他方、後工程の製造装置や検査装置は、中小企業等も多数関わっている。

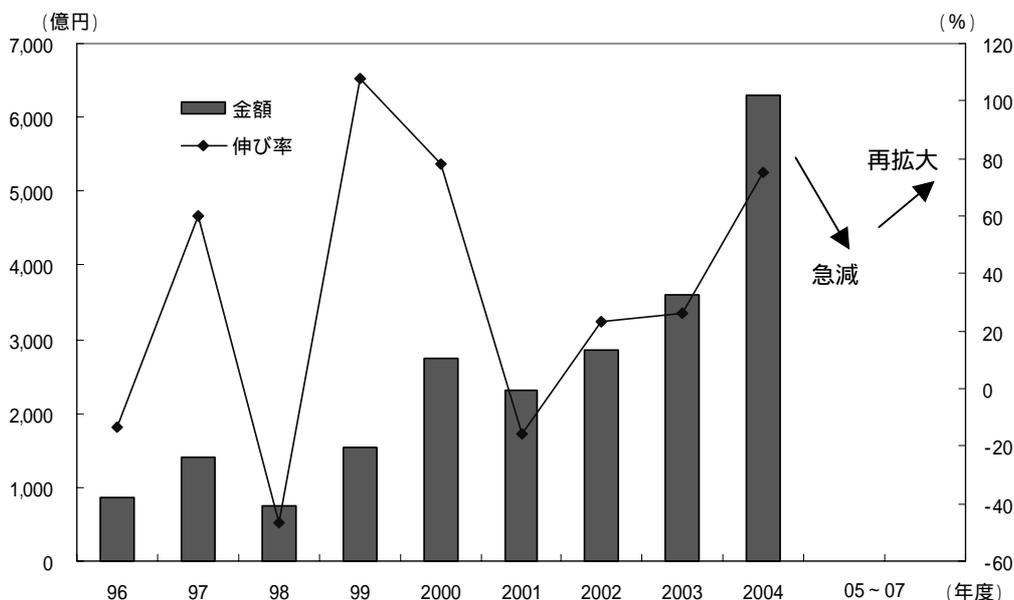
輸出も含めた 2003 年度の国内液晶パネル製造装置メーカーの販売額は 3,600 億円(前年度比 26%増)で 2001 年度以降回復傾向にあり、日本半導体製造装置協会(SEAJ)では 2004 年度は 6,300 億円(同 75%増)になると予測している。その後、05 年度には 04 年度比 40%減と急減するものの、06 年度には再拡大に転じるとみている。

一方、好調なデジタル家電の追い風を受けて、大型ガラス基板を使用した新鋭ラインの稼働が相次ぐ中、FPD に使われるガラス基板やフィルターといった部材メーカーも設備の増強等を図っている。

ガラス基板の大型化に対応するためガラスメーカーでは新窯工場を稼働させている<sup>3</sup>。また、液晶バックライト用の冷陰極管は大型化により使用本数の増加が見込まれ、今後の市場拡大が期待される。同様の観点から、液晶用露光装置に用いる搭載ランプ数も増加が予想される。

基板の巨大化や製造プロセスの技術革新等に伴って、ハンドリングロボットや搬送装置、あるいは製造装置や検査装置など新たな市場の獲得を目指して、大手～中小まで幅広く事業参入が行われている。

図表 1 - 1 4 液晶製造装置の国内メーカーの売上高推移



(注) 2004 年度以降は予測。

(出所) 図表 1 - 6 に同じ

<sup>3</sup> 例えば、第 6 世代のガラス基板を使用した液晶パネル製造ラインが一ライン稼働すると、ガラス基板工場一窯分(年産能力 400 万 m<sup>2</sup>)相当のガラス基板需要が創出するといわれる。

## (5) FPD 関連産業の産業構造

パネルメーカーは製造装置や部材等を外部から調達しているものの、パネルの製造は自社内で行っており、技術ノウハウの流出防止に努めている(ブラックボックス化)。これは、FPD の製造技術が十分確立されたものではなく、製造プロセス自体がすなわち企業競争力の差に繋がるためである。したがって、パネル製造プロセスへの直接的な中小企業の関わりは、資本関係や下請け関係にある企業を除くと、それほど高くないと考えられる(大手グループ内での閉じた分業構造が観察され、自社の生産子会社や専属的な独立系中小企業が外注先となる場合が多い)。

しかしながら、FPD 用の製造装置の製造は半導体製造装置同様、分業体制が進展していることから、今後、中小企業の役割は広がる可能性が高いと思われる。

### 2 - 3 . デジタル家電と半導体・FPD 関連産業における中小企業の関わり

これまで見てきたように、日本の半導体産業の復活、そして FPD 関連産業の急成長の背景には、携帯電話をはじめ、薄型テレビ等のデジタル家電市場が立ち上がってきたことが大きく関係していることが分かった。

しかし、こうしたデジタル家電向けのシステム LSI や FPD の開発は、大手のデバイスメーカーだけが担っているのではなく、産業構造のところで見たように、例えば、半導体製造装置産業では、実際のもの造りは大手装置メーカーの下で総合組立メーカーやさらに下位の中小企業が担っており、その役割はますます大きくなっている。また、後述するように、システム LSI の大規模化、高集積化に伴い、製造プロセスにおけるコスト増大が大きな課題となっているが、その解決のために中小企業が関わる領域が増えると予想される。

一方、FPD では市場は急成長しているものの、韓国・台湾メーカーをはじめ海外メーカーとの国際競争も激化しており、事業提携・統合など合従連衡の動きは激しい。また、キーデバイスであるパネル自体はパネルメーカーが製造しているが、液晶の大型化に伴う技術革新の必要性、あるいは新しい技術である PDP、有機 EL の技術的課題のクリアには、パネルメーカーだけで対応することは時間もコストもかかる。

さらに、パソコンに比べ、製品サイクルが短く、陳腐化が速いデジタル家電市場に即応していくには、市場近接型の多品種少量生産が求められることが、デジタル家電や半導体・FPD メーカーの日本国内での生産強化の動きにつながっていると思われる。こうした生産システムに対応できるのが日本の半導体・FPD 関連中小企業の強みでもある。以上のような点を踏まえると、半導体・FPD 関連産業における中小企業の関わり(役割)は大きく、デジタル家電市場が拡大していることから、中小企業にとって有望な事業領域として考えられる。

### 3 . 日本の半導体・FPD メーカーの国際競争力と技術的課題

#### 3 - 1 . アジア(韓国・台湾)メーカーの動向と日本メーカーの国際競争力

## (1) アジア（韓国・台湾）メーカーの動向

韓国の半導体・FPD メーカーの数は少ないが、積極的な大規模投資で高い世界シェアを持っている。半導体では、サムスン電子、ハイニックス半導体がメモリー市場で上位を占め、特にサムスン電子は DRAM で世界トップのシェアを占め、デジタルカメラ・携帯電話等に使用するフラッシュメモリーでも世界のトップシェアを争っている。

また、FPD 関連では、サムスン電子と LG フィリップス LCD が大型液晶パネル（10 インチ以上）で世界第 1、2 位を占め、今後の需要拡大が期待されているテレビ用液晶パネルにおいてもシャープと激しく首位争いを行っている。PDP でもサムスン SDI と LG 電子が大規模投資による生産能力増強でシェア拡大を狙っている。

一方、台湾の半導体メーカーは、世界最大のファブリー（受託生産）企業である TSMC（台湾積体回路製造）をはじめ、UMC（聯華電子）、ウィンボンド（華邦電子）、マクロニクス（旺宏電子）、PSC（力晶半導体）などが集積しており、生産シェアで世界の二割前後を占める。また、FPD 関連では、液晶分野に台湾トップの友達光電（AUO）をはじめ、奇美電子（CHIMEI）、中華映管（CPT）などが参入しており、大型パネルで世界シェア 35% 前後を占めている。

立地戦略として、韓国の半導体や FPD メーカーは、自前の加工集団を半導体や FPD の生産ラインの近くに集積させ、巨大な拠点作りを進めている。

サムスン電子は、半導体工場を器興（キフン）に、液晶工場も器興の南 1 時間の湯井（タンジョン）に拠点を集中させている。ものづくりにおいて、工程間でモノを遠距離に動かすことは基本的に排除している。また、LG フィリップス LCD は、ソウル北方の坡洲（パジュー）に第 7 世代の大規模工場を建設している。両社とも、素材メーカー、加工メーカーを拠点到集積させる方針である。

一方、台湾の IT 産業は従来から新竹、台南などに集積してきたが、近年では台湾企業の対中投資規制を台湾当局が徐々に緩和する中、華南・珠江デルタ地域へのパソコン組立工場及び周辺産業の集中進出に続いて、華東・長江デルタ地域への半導体・液晶産業の進出による新たな産業集積が軌道に乗りつつある。これは、後者地域では比較的技術者や経営人材を得やすいとされる特性に着目した動きであり、各社外資メーカー等と組んで現地での材料・部品生産体制を整えつつある。例えば奇美電子の FPD 事業では、日本国内に設けた開発・試作拠点と併せ、将来は量産品の生産を中国に移管していく事により、日台中の分業の流れを確立する方針であるものとされる。

韓国や台湾のメーカーは、製造装置、搬送装置、検査装置などの装置類は日本から相当量輸入している。また、基本資材やシステム LSI 類も同様な状況にあり、日本にとっては当面は輸出にプラスとなっている。

## (2) 日本の半導体・FPD メーカーの競争力

これまでの半導体や液晶の流れを大きく見ると、

日本で技術開発・商品化・量産 韓国への技術供与・技術提携 韓国メーカーの追い上げ 日本メーカーの競争力喪失 台湾メーカーとの事業提携・技術供与 台湾メーカーの追い上げ
--

という構図が浮かび上がってくる。

世界規模での市場競争が激化する中、韓国や台湾のメーカーは今なお引き続き、FPD の分野でも大規模投資で大量生産型の戦略を採っている。

しかしながら、デジタル家電市場はパソコンのようにシンプルで汎用的（量産型）な市場とは異なるものである。家電市場のニーズの変化はパソコンより短期的にすばやく変化する。画像処理や音声技術も加わり巨大な記憶容量、処理速度、技術方式などパソコンとは比較にならないほど複雑な構成になる。

このように、家電製品はパソコンのような大量生産とは異なるコンセプトである以上、デジタル家電向けの半導体などでは、従来のパソコン用メモリーを主用途とした半導体（DRAM）のように製造装置の中に必要なノウハウを組み込むことはまず不可能である。

装置があってもノウハウがないとモノを作ることができないため、韓国や台湾が進出する領域は量産型低付加価値の汎用品の領域が中心となる。

日本はデジタル家電の最先端市場である。日本の家電市場に対応する製品開発は、市場に近いところで、短期間にニーズと擦り合わせながら仕様が決定されていく必要がある。

従来のように、人件費が安いからといって海外に部品を持ち出してやり取りする時間はかけられない。短時間に処理し、確実に歩留を上げることができれば国内で生産するほうがコストが安くなる。このような新たなコンセプトに基づいて、日本のデジタル家電メーカーも国内立地を強化し始めている。

また、日本の半導体・FPD メーカーも家電メーカーの動きに対して国内での生産を強化し、新しいコンセプトでものづくりを始めている。

半導体・FPD 業界のものづくりにおいて、大企業が得意とする領域と中小企業が得意とする領域とがあり、大企業が開発設計したものを、モノの形に具現化するに当たっては、中小企業の持つ精密加工や少量多品種生産ノウハウは不可欠な存在である。

デジタル家電の立ち上がりにより、日本の半導体・FPD 生産技術は新たな局面を迎えている。ほぼ成熟したとみられていた半導体製造プロセスにおいてさえも、新たな作り方や技術が登場するものと見られる。さらに、FPD 分野はほとんどこれから開発が進む領域である。今後、日本の半導体・FPD メーカーが国際競争に勝つためには、短工期生産の方式で少量多品種、かつ複雑でむずかしい加工技術ノウハウを確立することが必要であろう。

### 3 - 2 . 半導体・FPD 関連分野の技術的課題

半導体・FPD 関連分野における経営やマーケティングは冒頭に述べたように、技術課題探索が柱となる。市場ニーズに対応してメーカーニーズが生まれ、課題が生じる。課題は潜在的なビジネスチャンスである。したがって、ビジネス探索 = 課題探索、とりわけ技術課題探索となる。

半導体では、システム LSI の大規模化、高集積化の進展により、製造プロセスはより複雑化しており、また工程数も長くなっている。このため、各工程における加工処理やテス

ト等に要する時間やコストが増大しており、コストダウンが大きな課題となっている。

一方、FPDでは、液晶ディスプレイの大型化に伴う製造技術の問題をはじめ、PDPや有機ELではまだ技術が十分確立されていないこともあり、消費電力や発光効率の問題、量産化への対応など、様々な課題がある。

課題を把握するに当たって代表的な市場のニーズと半導体・FPDメーカーニーズの切り口を概観したものが次の図表1-15である。

ここでは、識者（大学機関の研究者、企業）の意見を踏まえながら、各種情報等を加味して、半導体、液晶パネル、PDP、有機ELの4分野の課題を整理した。内容については、主に中小企業が関係すると思われる技術的課題を中心に整理を行っているが、一部内容については大企業にも関係するものも含まれている。

図表1-15 半導体・FPD製造における技術的課題等

		デジタル家電市場の代表的なニーズ												
		利便性・高機能性				快適性・感性				経済性		安全・健康	環境	
		対応	コピキタス	装置のコンパクト化	処理の高速化	高容量化	デザイン	美しく鮮明な画像	見やすい画面（大型化）	操作性	低価格化	省電化	安全の確保	省工ネ
半導体・FPDメーカーの主なニーズ	技術革新	市場ニーズとメーカーニーズのクロス点に課題がある												
	コストダウン													
	品質保証													
	環境対応													
その他……………														

（出所）神鋼リサーチ作成

### （1）現在の半導体製造<sup>4</sup>の技術的な課題、問題点等

デジタル家電、モバイル家電、パソコンなどの性能向上に应运えていくため、デバイスの微細化、高性能化、低消費電力化へ向けて技術開発が進んでいる。しかしながら、こうした対応には製造プロセスの複雑化が伴い、また工程やテストタイムも長くなるため、時間やコストの削減が強く求められており、プロセス改革の探索が必要となっている。

<sup>4</sup> 半導体、FPDの製造工程については、参考資料1「半導体・FPDの製造工程」を参照。

例えば、設計工程は、製品企画やシステム仕様設計、機能設計などを行う重要工程であるが、論理回路の増大、動作スピードの高速化、複合デバイスの混載、小型軽量化等に伴って、開発課題も多くなっている。

現在の半導体製造の課題としては、こうした設計期間の短縮のほかに、テストの容易化、前工程における微細化・薄膜化技術、クリーン化技術、組立工程における実装技術、多段チップ積層技術、検査精度などが挙げられる（図表 1 - 16）。

図表 1 - 16 半導体製造における技術的課題等

<p>設計工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・製品のトレンド、市場のニーズに対応できるようなさらなる設計期間の短縮が求められている。</li> <li>・製品の小型・軽量化、高速処理対応による高速・低消費電力設計が必要である。</li> <li>・論理回路の増大、複合デバイスの混載などが要求されることから、テスト容易化設計と入念なシミュレーションによる設計品質の確保が重要である。</li> </ul>
<p>パターン形成（マスク形成）工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の小型・軽量化ニーズに対応したさらなる微細化や薄膜化技術が求められている。高集積化に伴うパターンの微細化により、微細な欠陥が致命的となる。</li> </ul>
<p>ウエハ処理工程（プロセス前工程）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の小型・軽量化ニーズに対応したさらなる微細化や薄膜化技術が求められている。</li> <li>・環境面に配慮したクリーン化技術の開発。例えば CMP（Chemical Mechanical Polishing：化学機械研磨）工程での微小粒子の悪影響（研磨傷）。</li> </ul>
<p>組立工程（プロセス後工程）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の小型・軽量化に対応した小型・薄型パッケージの実装技術開発やさらに多数のチップを 1 パッケージに組み立てる多段チップ積層の技術開発が必要である。</li> <li>・環境面に配慮したクリーン化技術の開発。ポリッシング工程での排水、洗浄処理、ダイシング工程での裏面から出るシリコン屑の処理、ダイボンディング工程での樹脂のガスによるチップ面への影響への対応。</li> <li>・封止工程でのコストダウン（LSI 化に伴い樹脂使用効率が悪くなっている）や金型表面の傷への対応（ゼロにする）。</li> </ul>
<p>検査工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・システム LSI の大規模化に伴う高周波数やアナログ値測定精度の向上。</li> <li>・システム LSI の大規模化に伴うテスト工程の増加等により、多ピン化対応も含め高価なテスターを必要とすることから、コストアップ抑制のためにテスト容易化設計（DFT:Design For Testability）をチップに施す技術の確立。</li> </ul>

（出所）神鋼リサーチ作成

## （2）現在の液晶ディスプレイ製造の技術的な課題、問題点等

液晶ディスプレイの製造上の技術的課題は、ガラス基板の大型化に伴うものが主である。液晶は現在の FPD の中では主流であり、小型画面～大型画面まで対応しているが、もともとは中小型を得意領域としているため、大型化には種々の課題がある。

現在の液晶ディスプレイ製造の課題としては、基板の大型化に対する検査方法、マザーガラスの平滑化、高速パターン検査、カラーフィルターの発光材料の開発、組立工程における加工・検査技術、周辺回路の LSI 化、バックライトの輝度向上、薄型化などが挙げられる（図表 1 - 17）。

図表 1 - 17 液晶ディスプレイ製造における技術的課題等

<p>パネル設計工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大型化に伴う、予めテストが容易に行えるようなパネル設計（テスト容易化設計の確立）。</li> </ul>
<p>ガラス基板工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・マザーガラスの大型化とそれに伴うガラス面の平滑化が求められている。</li> </ul>
<p>パターン形成（アレイ基板）工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ガラス基板の大型化に伴い、パターン検査に時間・コストがかかるため、高速パターンチェック・評価技法（検査装置、ハンドリング治具）の必要性がある。</li> </ul>
<p>カラーフィルタ基板工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・色付け精度の向上や消費電力の低減を目指した発光材料の開発。</li> <li>・同様に、カラーフィルタによる画面の明るさの低下を解決することが求められている。</li> <li>・クロム金属薄膜をスパッタリングで成膜する際のクロムの環境面での課題が指摘されており、黒顔料の開発が必要。また、従来のスピコートに代わる新たな塗布技術の必要性がある。</li> </ul>
<p>セル組立工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・均質に塗布するのが難しくなっており、配向膜の薄膜塗布技術が求められている。</li> <li>・大型ガラス基板向けの高精度ラビング処理技術（ラビング処理のムラやごみ・静電気等による不良品を防ぎ、歩留まり向上を図る）。</li> <li>・偏光板の明るさを向上するため、偏光板薄膜化、表面の反射防止処理などが求められている。</li> <li>・低温気泡、高温動作ムラ、静電気障害などの信頼性チェック（コストダウン）。</li> </ul>
<p>モジュール組立工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ドライバーや周辺回路などの LSI 化（コストダウン）。</li> <li>・バックライトのコストダウンと高輝度化、導光板・LED（Light Emitting Diode：発光ダイオード）の薄型化。</li> </ul>

（出所）神鋼リサーチ作成

### （3）現在の PDP（プラズマ・ディスプレイ）製造の技術的な課題、問題点等

PDP（プラズマ・ディスプレイ）の発光原理は蛍光灯と同じであり、基本構造は特殊な混合ガスに電圧をかけた時に生じる放電現象を利用した表示方式で、2枚のガラス基板のわずかな間で放電を起こして蛍光体を光らせ、画像を表示する仕組みである。

しかしながら、まだ十分に確立された技術ではなく、発光効率の向上や蛍光体の長寿命化（寿命：明るさが当初より半減する期間）、消費電力の低減、基板製造方法の開発、周辺回路の LSI 化など、様々な技術的課題が挙げられる（図表 1 - 18）。

図表 1 - 18 PDP 製造における技術的課題等

<p>パネル設計工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・直面する課題として、発光効率のアップと低消費電力化の実現を求められている。</li> <li>・寿命（明るさが当初より半減する期間）も現行 2 万時間から 6 万時間レベル（液晶バックライト並み）にへ保てるよう求められており、長寿命な新蛍光体の開発、低温焼成シール材、真空シールプロセスなど新材料やプロセス開発が必要とされる。</li> <li>・コスト削減。実装コストを考慮した LSI 化。</li> </ul>
<p>フロント基板工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・革新的プロセス技術の開発。</li> <li>・プラズマ発光効率（放電）のアップが求められている。</li> </ul>

<p>リア基板工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>革新的プロセス技術の開発。</li> <li>リブ構造による発光効率アップを図るため、精度の高い精密加工技術が求められている。</li> <li>寿命の時間を延ばすための、長寿命の新しい蛍光体材料の開発とその精密塗布装置</li> </ul>
<p>セル組立工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>輝度や発光のバラツキをなくすため、総合的に検査可能な試験装置の必要性がある。</li> </ul>
<p>モジュール組立工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ドライバーや周辺回路の LSI 化（コストダウン）。</li> <li>消費電力削減。</li> </ul>
<p>光学フィルタ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>10 数層の機能フィルム積層から単層</li> <li>複合機能フィルム化への見直し（コストダウン）。</li> </ul>

（出所）神鋼リサーチ作成

#### （４）現在の有機 EL ディスプレイ製造の技術的な課題、問題点等

ポスト液晶として注目されているが、構造上、大型化が難しく、また PDP 同様にまだこれから技術開発が進む分野である。このため、技術的に抱えている課題点が多い。

課題としては、パネルの輝度向上と発光素子の長寿命化、ガラス基板の平滑化、パネルの大型化、発光材料の精密塗布技術、周辺回路の LSI 化などが挙げられる（図表 1 - 19）。

図表 1 - 19 有機 EL ディスプレイ製造における技術的課題等

<p>パネル設計工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>明るさ（輝度）の向上と EL 素子の寿命の二律相反（駆動電流を大きくすることで明るさを向上できるが、寿命が短くなる）の解消。</li> <li>内部発光効率の向上や新たな発光方法の確立。</li> </ul>
<p>ガラス基板工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ダークスポット（微小突起が対極電極とショートする）を抑える平滑度の向上策。</li> </ul>
<p>陽極形成工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ITO 成膜の研磨による平滑度の向上の見直しや成膜技術の開発（研磨不要な成膜技術）。</li> </ul>
<p>有機発光層形成工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>内部発光効率の向上。</li> <li>また、本工程～セル組立工程までの共通課題として、成膜工程後にそのまま放置しておく、大気中の水分を吸収して動作不良の原因となる。十分な保護が出来る封止のも大きな課題。</li> </ul>
<p>カラー化形成工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EL の構造上、大型化が困難。</li> <li>現状の電解めっき技術ではコストがかかるため、シャドーマスクにおける高精度微細孔加工の技術改良が求められている（無電解めっき）。</li> <li>塗布のバラツキをなくすために、3 色発光材料の精密塗布技術の改良が必要である。</li> </ul>
<p>封止缶工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>簡便・安価な封止缶や除湿封止缶の開発（現状は高価な金属、ガラス缶 最終的には缶なし技術の確立）。</li> </ul>
<p>セル組立工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>時間、コストダウンのためのセルの連続負荷試験機の開発が求められている。</li> </ul>
<p>モジュール組立工程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ドライバーや周辺回路などの LSI 化（コストダウン）。</li> </ul>

（出所）神鋼リサーチ作成

## 第2章 集積地域における先進的連携モデルと大学の中小企業対応テーマ

本章では、第1章でみた技術課題において中小企業のビジネスチャンスの可能性を確認することを目的として、半導体・FPD 関連産業で積極的な取り組みを行っている地域や大学の具体的な取り組み事例について、実態調査を行った。

具体的には、半導体・FPD 関連産業の集積が進んでいる九州地域に着目し、同事業領域における行政と大学、企業の地域連携について紹介する。

ここでは、特に、地域連携が持つ重要性とその意味、そしてその連携の中核となって「現在のビジネスの次に来るビジネスの開発研究」を進めている大学の知恵やその情報を追いかけることの重要性について、具体的事例を通して考察する。

半導体・FPD 関連産業においては、経営の問題として、特に先端的技術情報の収集及び連携が極めて重要である。すなわち、微細化等の進展による製造プロセスの変化に伴い、新たな技術や装置が必要になったり、あるいは機能向上や環境面への配慮などから従来使用されていた材料から新しい材料への置き換えなどが求められたりしており、こうした変化が非常に速いスピードで起こっている。このため、常に最先端の技術情報を掴んでおかなければ、ビジネスチャンスの機会を喪失するだけでなく、将来的に既存の事業にも大きな影響を受けかねない懸念があるためである。

さらに、大学の研究者が現在具体的に取り組んでいるテーマの中から、中小企業が対応可能なものを代表的に抽出し、多数紹介した。その個別テーマ領域が第1章でみた技術課題に通じていることを確認し、個別テーマから新たなビジネスチャンスのイメージを連想できるように意図している。また併せて、従来から精密加工産業の集積地として全国的に知られている長野・山梨地域についても、九州地域との比較のために参照した。

### 1. 半導体・FPD 関連産業の集積状況について

#### 1 - 1. 事業所数、従業員数の動向

工業統計表（都道府県別）で半導体・FPD 関連産業の集積状況についてみると、IT不況前の1997年からIT不況最中の2001年にかけての動きは、特に九州地域が他の地域と比較して活発であった。

まず、製造業に占める半導体関連3業種（半導体素子製造業、集積回路製造業、半導体製造装置製造業）の事業所数比率をみると、全国平均が0.3% 0.5%（97年 01年、以下同じ）に対して、それを上回っているのは東北地域（0.5% 0.8%）、関東地域（0.4% 0.7%）、九州地域（0.6% 1.0%）である。これらの地域では、97年時点ですでに全国平均を上回っており、以前より半導体関連産業の集積が進展していることが窺われる。

同様に従業者数比率をみると、全国平均が2.3% 2.5%（97年 01年、以下同じ）に対して、それを上回っているのは東北地域（4.0% 4.5%）、九州地域（5.9% 6.7%）である。関東地域は97年時点では全国平均を若干上回っていたものの、01年時点では同率になっている。ここでも、九州地域の高さが特徴的である。

## 1 - 2 . 半導体・FPD 関連工場の集積状況

国内の主要な半導体・FPD 関連工場の集積状況について、簡単に概観する。

まず、半導体工場では上の統計でもみたように、九州地域に大手メーカーの生産拠点が集積されている。九州地域は、主に半導体の後工程工場が集積しており、熊本県等を中心に大手メーカーの協力企業の集積も進んでいる。近年は、福岡県を中心にシステム LSI の設計開発機能の集積も進んでいる。

また、FPD 関連工場では、液晶は全国的に工場が立地されており、東北地域や近畿、九州地域に比較的一貫工場が集積している。大型工場では日立製作所が千葉県に立地しているほか、シャープが三重県に大型工場を建設し、稼働中であり、協力企業等の集積も進んでいる。PDP は国内参入メーカーが限られ、パイオニアが静岡県・山梨県・鹿児島県、松下電器産業が大阪府・兵庫県、富士通日立プラズマディスプレイが宮崎県にそれぞれ工場を持っている。一方、有機 EL は産業がまだ本格的に立ち上がっておらず、工場の立地も多くはない。

図表 2 - 1 半導体工場の立地状況



図表 2 - 2 FPD 工場の立地状況



(出所) 神鋼リサーチ作成

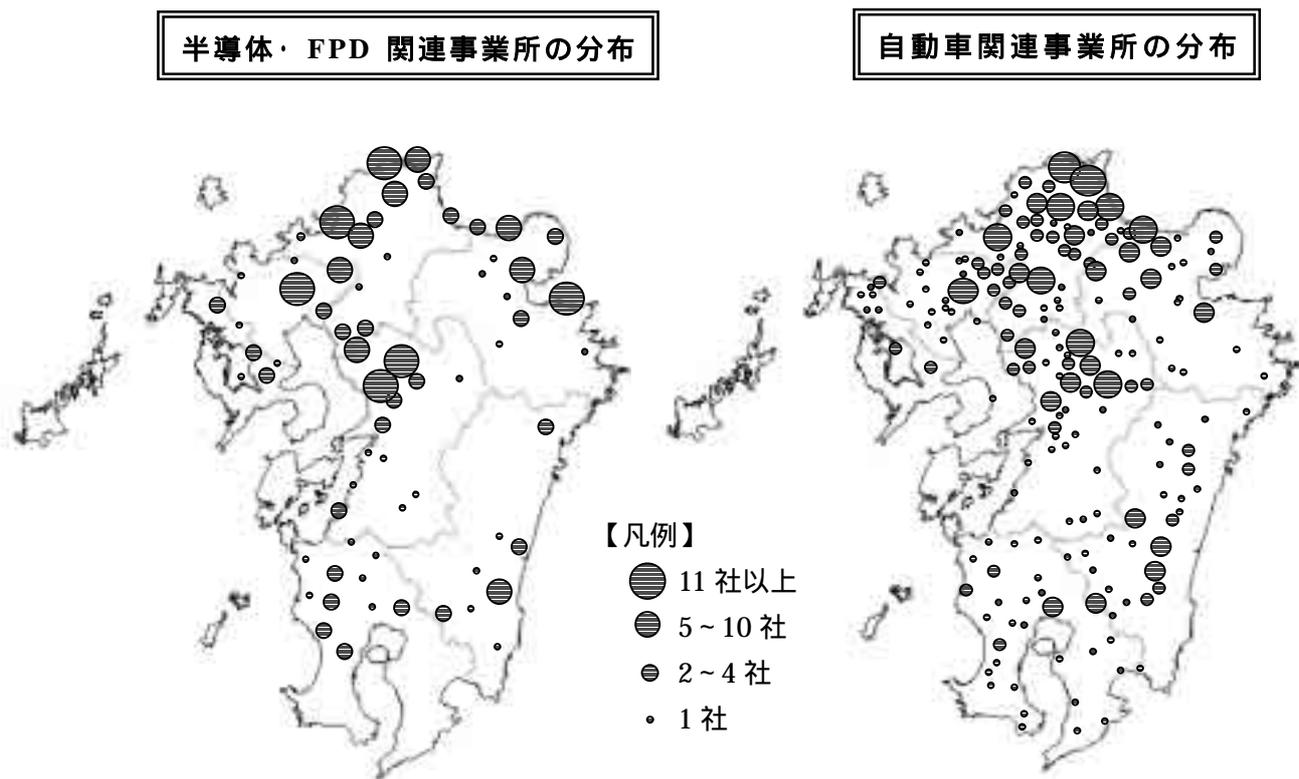
### 1 - 3 .九州地域の企業集積

以上のように、九州は半導体・FPD 関連産業に関わる企業集積が高く、近年その集積度を増している。

熊本県には NEC 九州、三菱電機熊本、ソニーという一大量産拠点があり、大分県には東芝大分工場、大分日本電気、T I 日出工場、ソニー、九州松下、キヤノン（デジタルスチールカメラ等）、福岡県には三菱福岡、東芝北九州、ローム甘木、宮崎県には沖電気、長崎県にはソニー、鹿児島県には富士通、NEC、ソニー、ヤマハ、京セラという一大拠点がある。

半導体・FPD 関連企業の集積に加え、半導体などの使用が増加している自動車関連企業（トヨタ、日産、ダイハツ、アイシン等）の九州進出が、九州の半導体・FPD 関連産業を活性化させている。

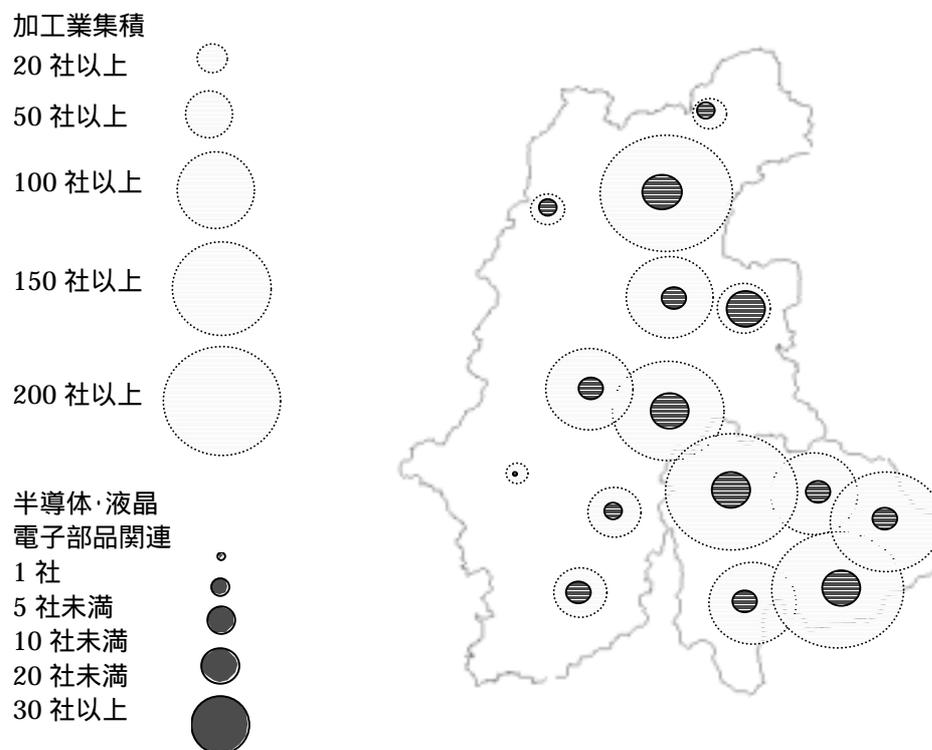
図表 2 - 3 九州の半導体・FPD 及び自動車関連の企業集積状況



(出所) 巻末掲載資料より作成

また、精密加工産業の集積地として知られる長野・山梨地域の企業集積は、図表 2 - 4 の通りである。

図表 2 - 4 長野・山梨の半導体・FPD 関連の企業集積状況



(出所) 巻末掲載資料より作成

長野県の工業集積地域は大きく、長野（長野市・須坂市・千曲市）、上田、松本・塩尻、諏訪（岡谷市・諏訪市・茅野市）、上伊那（伊那市・駒ヶ根市）に分けられ、特に諏訪地域は信州屈指の工業地帯である。

集積技術の幅は多様で、また技術レベルも高く、独自技術を活かしてメーカーに転身した企業も少なくない。半導体・FPD 関連産業として、現在、主な半導体工場には、富士電機松本工場、富士通須坂工場、セイコーエプソン富士見工場、オリンパス光学工業辰野事業場、横河アイエムティ宮田工場等がある。また、液晶関連では、セイコーエプソン、スタンレー電気（伊那製作所）が立地している。

一方、山梨県は、東京エレクトロン AT のイメージが強い地域であるが、同社以外にも、横河電機、TDK、NEC 等が進出し、エレクトロニクスの集積が進んでいる。

現在は、半導体・FPD 関連産業では製造装置関連産業を中心に、部品・材料メーカーなど幅広い企業が立地し、技術レベルも高い。主な半導体工場には、ルネサステクノロジ甲府事業所、ユーディナデバイス（旧・富士通カンタムデバイス）、液晶関連工場では、パイオニアディスプレイプロダクツ山梨工場（プラズマディスプレイ関連）、甲府カシオ（中小型液晶）等が立地している。

## 2. 地域連携の先進的モデル - 九州地域、熊本県の事例より

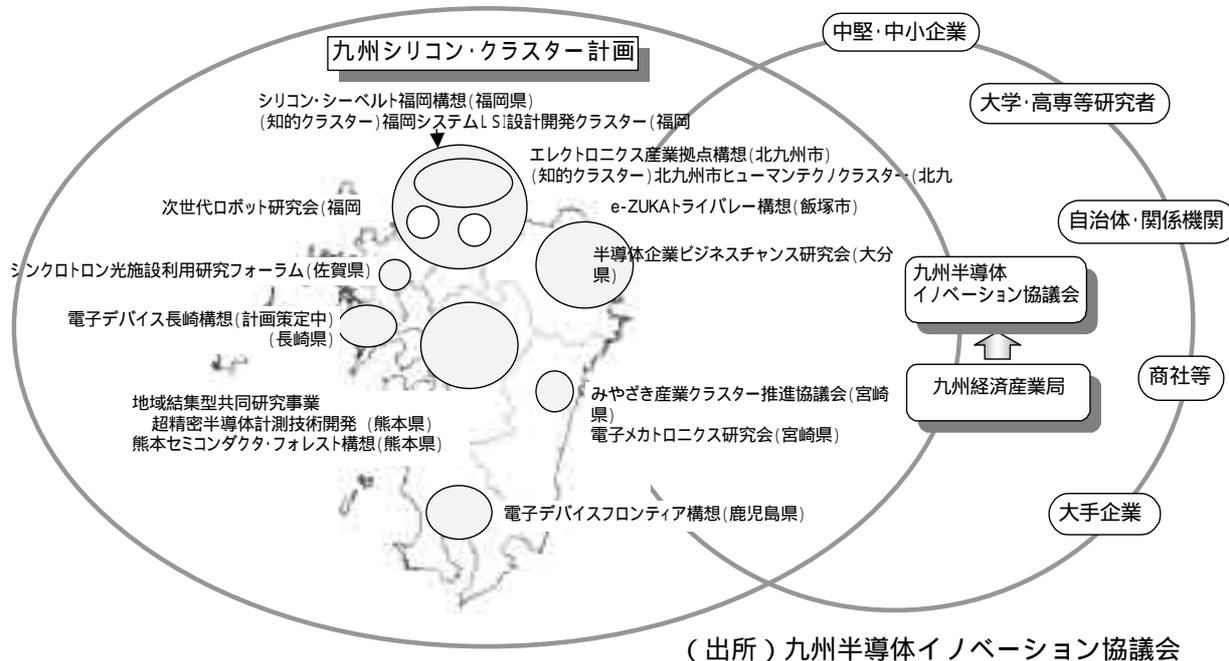
### 2 - 1. 九州地域における取り組み

以上のような産業集積状況を背景に、九州地域は行政主導で全域レベル、各県レベルの産学官連携体制による様々な支援やインフラ構築を進めており、これに大学や研究施設、企業が参画する形が根付き始めている。

九州地域における半導体関連分野での産学官連携の動きをみると、各県レベルで地域プロジェクトが推進されており、福岡県は設計・デザインを、熊本県は製造を、大分県はテスト（品質検査）をそれぞれのコアとして打ち出し、研究機関や大手需要メーカー（出口産業）を全国から誘致している。

それぞれの地域の特徴や機能を全国に発信しながら、さらに九州全体レベルで、九州シリコンクラスター計画（国家プロジェクト）を九州半導体イノベーション協議会（九州経済産業局）が中核となって推進している。毎年、地域コンソーシアムの形で継続的に国のプロジェクト案件に取り組みながら、地域企業間（大手企業と中小企業）や産学官の交流を活性化させており、地域や業界の活性化につながっていると評価できる。

図表 2 - 5 効果が顕在化してきた九州地域の産学官連携プロジェクト

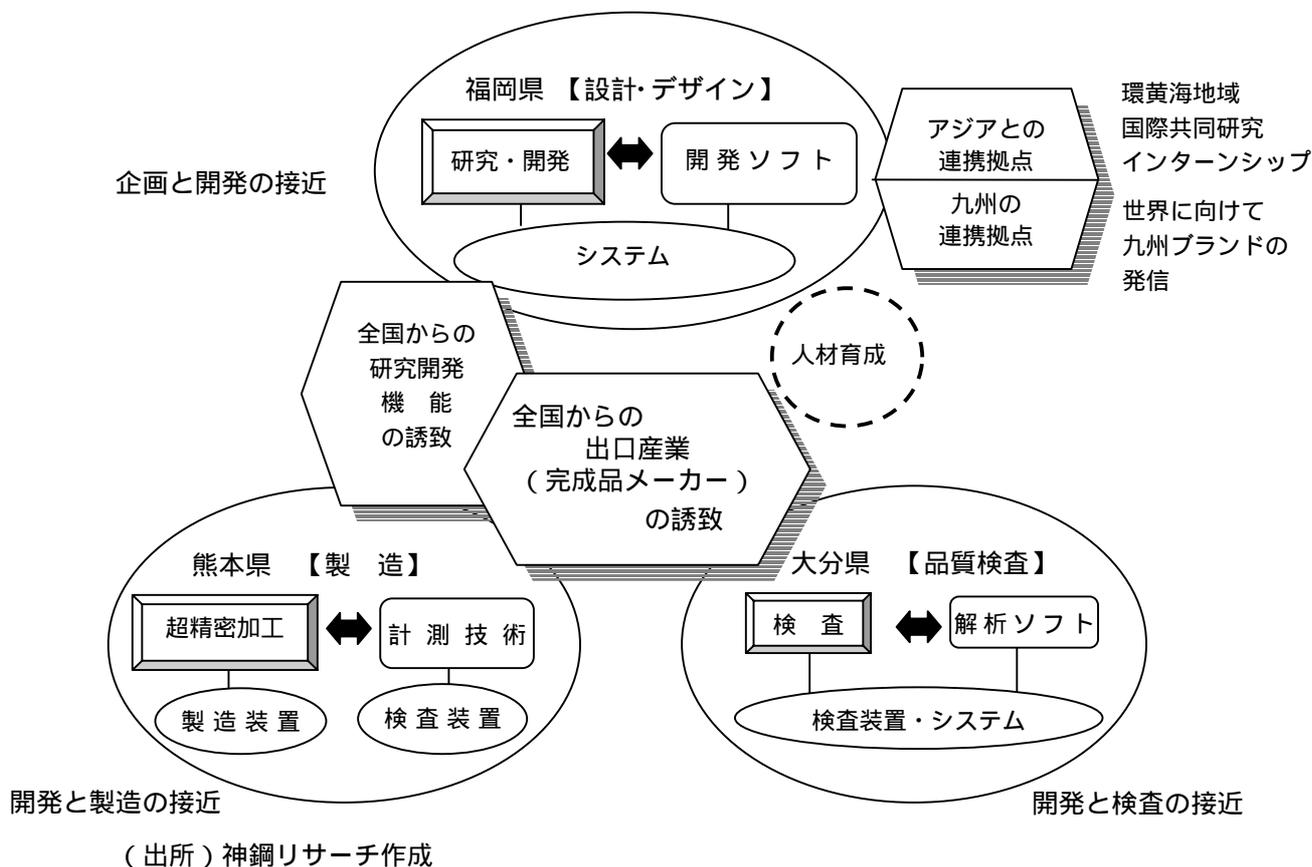


ここで特徴的なことは、地域全体が同一産業あるいは共通テーマで連携することによる地域力の創造と事業環境の活性化、そして地域の集積が相乗効果で高まることである。

また、完成品メーカーの製造部門や研究開発部門が地域に集積していることも、周辺産業の中小企業のビジネスチャンスを増加させている。

また、地域や個々の企業がそれぞれの特徴を持つことが、情報の集積を進め、人材を育成し、ビジネスチャンスを増加させることに繋がっている。

図表 2 - 6 九州地域の特徴の明確化と機能分担による情報発信の方向性



## 2 - 2 . 熊本県および地域における取り組み

九州で全県を挙げて半導体・FPD 関連 産業に取り組んでいる特徴的な先進的連携モデルが熊本県にある。熊本県では、県独自の取り組みとして、大学を中心とした地域結集型共同研究事業を核に半導体・FPD 関連の共同研究を展開している。地域コンソーシアムによる半導体・FPD 関連プロジェクトの具体的な特徴は、各地から有能な研究者を招き入れるとともに、地域のリーダー作りと中小企業の技術及び経営の底上げに焦点を絞って進められたところである。

主なポイントは次の4点にあり、プロジェクトが成功した要因と評価されている。

当プロジェクトの推進に当たり、全国から有能な研究者を招き入れる一方、プロジェクトの副総括に実質的な指揮・責任者である地元大学の研究者を配置し、責任と成果の所在と評価を明確化している。

次世代技術の中核となる実践的開発テーマを設定したことが重要である。

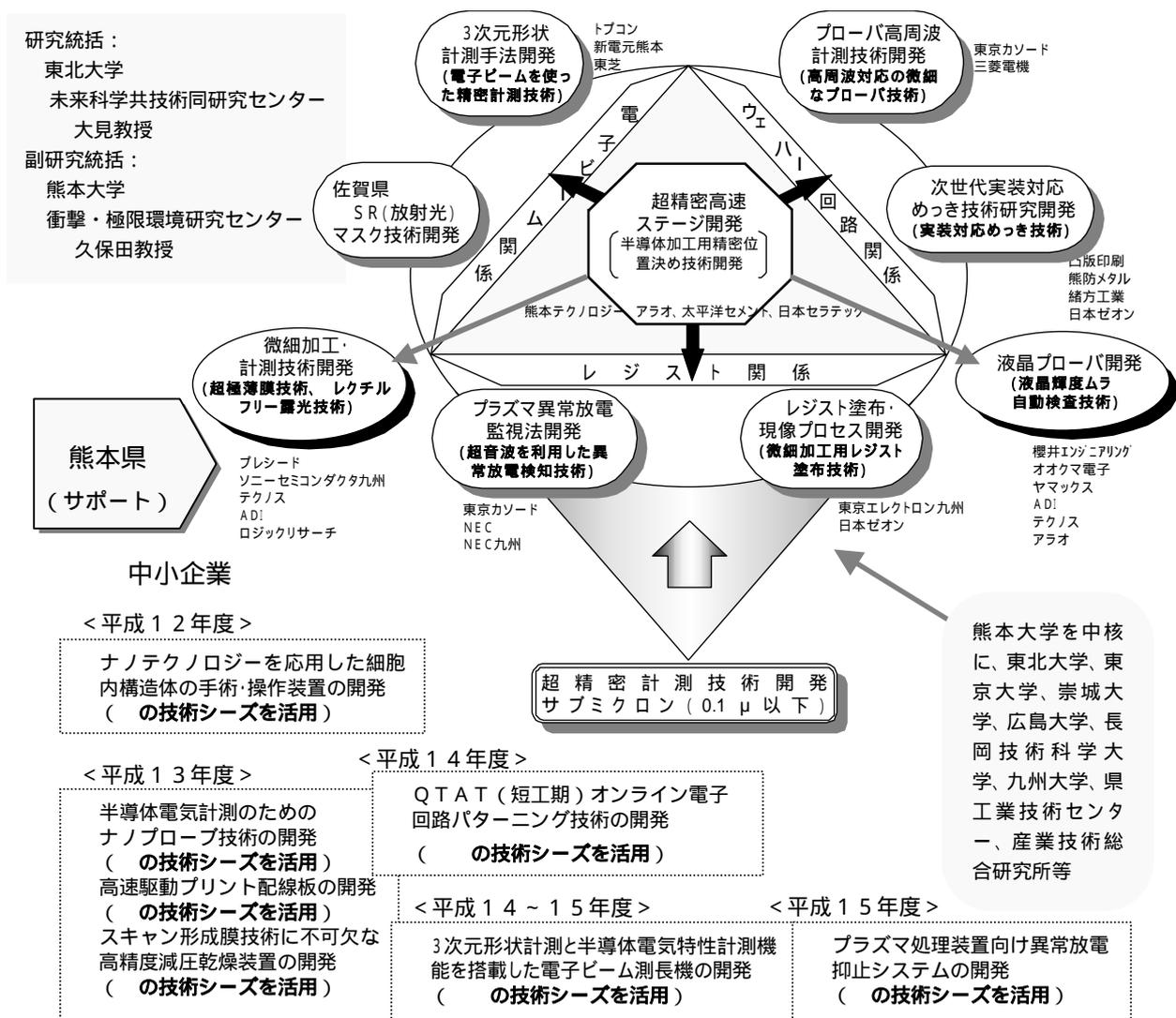
熊本県の場合は、次世代のキーテクノロジーを「超精密」と置き、中枢的かつ、そこからいろいろな技術や、用途展開が派生してくる開発テーマとして、「超精密・高速ステージ開発」を中核に設定した。これと関わりのある実践的な周辺開発テーマを8テーマ同時に設定し、並行して進めた。この各テーマからさらに派生して次のビジネスチャンスを生むテーマ研究へと動き出している。

共同研究の推進に当たっては、開発成果が直ちにビジネス化できるよう、その分野に見識のある大企業を個別テーマのグループリーダーとし、これに何らかの特徴を持った中小企業をメンバーに加えチーム編成した。大手企業と中小企業と大学等というトライアングルの連携で共同研究体制を組んだことが特徴である。

研究結果もさることながら、このプロジェクトを機会に大手企業と中小企業の垣根が取り払われ、交流できる場や人脈が構築されたことが参加中小企業から高く評価されている。

共同研究を数年に亘り継続したことで、中小企業において大企業や大学との交流や連携を短期的な熱で終わらせなかった点が重要である。

図表 2 - 7 熊本県の取り組み等（地域結集型共同研究事業）



(出所) 巻末掲載資料より作成

### 3. 大学の取り組み事例

現在、大学では半導体・FPD 関連分野について様々な取り組みが実施されているが、ここでは今後、中小企業が同分野でビジネスチャンスを探るに当たって参考となる研究テーマを紹介する。また、第1章で示した技術課題とここで紹介する大学の研究テーマを比較したところ、共通点や関連する項目が多々見受けられ、すでに大学で取り組みが始められていることが確認された。

例えば、半導体関連では、システムLSIの大規模化に伴い、検査工程での高周波数やアナログ値測定精度の向上、あるいはこうした精度測定を含めたテストに関わるコストや時間の削減などが課題となっている(P.17)。こうした課題に対して、大学では高価な装置を必要としない、高速LSIのテストや映像デバイスのテストが行える測定法の開発に着手している(P.35 テーマ13)。

また、FPD 関連では、例えば液晶では基板の大型化に対応した均質塗布の技術が十分確立されていないため、ムラなどの課題が解消されていない。このため不良品につながり、歩留り低下の要因になっている(P.18)。したがって、こうした均質塗布技術の改良とともに、それを検査する装置などが求められているが、このような課題に対して、大学では短時間でムラ検査が可能な装置の開発に取り組んでいる(P.33 テーマ6)。

この他にも、無電解めっきの技術開発(SiP、SoC)、チップ積層実装、洗浄モニター、配線実装設計・断線検査、レジストコーティングの省力プロセスなど、第1章で挙げた技術的課題に関連したテーマについて、大学での取り組みが始まっている。

紹介するテーマの中で、関心のある方には詳細に目を通していただくこととし、ここでの結論としては、半導体・FPDの生産技術が高精度、超微細加工の世界に入り、電子顕微鏡を通じた操作が必要となってきた今日、学問的な裏づけなしには新しい技術、新しいビジネスが成り立たなくなっている現状を理解すること、そして、半導体・FPD 関連業界で事業展開するに当たり、大学の技術情報を収集し知恵を導入していくことが重要であることを提案する。

すなわち、半導体・FPD 関連分野においては、微細化の進展による製造プロセスの革新、あるいは基板の大型化やPDP、有機ELなど技術の未成熟等に伴う新たな技術的課題の発生とその解決など日々技術が動いており、そのスピードも速い。また、レベル的にも理論を突き詰める領域に入っていることなどから、こうした研究開発に当たっては大企業といえども自社だけで課題を解決することは難しく、最先端の研究を行っている大学との連携は欠かせない。したがって、大学は半導体・FPD 関連分野の最先端の動向について理論と製造の両面から把握している。同業界における現在の課題(=ビジネスチャンス)とその解決策の情報やヒントを掴むには、大学が取り組んでいる技術情報を収集・把握することが大変重要であると考えられる。

こうした最先端の動向、例えばデバイスの微細化の進展について、デバイスそのものを製造していない中小企業には一見関係ないように思われるかもしれない。しかしながら、微細化の目処が見えてきた段階であったとしても、実際にものを造るプロセスにおいては不確定な要素も多い。つまり、製造装置や検査装置をはじめ、材料などのツールが十分でなかったりする場合がある。そこで、上(最先端)から下りてくる情報だけを待つのではなく、常に自ら上(最

先端)の情報をキャッチし、ニーズや課題解決にあったものを造ることで、逆に微細化をリードすることも考えられ、ビジネスチャンスの獲得にも繋がってくるものと思われる。

そして、こうした情報収集や研究開発の推進に当たっては、中小企業も、最先端の情報を掴んでいる大学を活用していくことが有効であると考えられる。大学との連携については、これまで付き合いのなかった中小企業には縁遠く思われ、またビジネス面での有効性に対して疑問を持たれている方も少なくないかもしれない。しかし、国立大学の独立行政法人化により、大学は地元の中小企業との結びつきを強化する動きにあり、従来以上に地域貢献を念頭において研究に取り組んでいる。理論面の研究だけでなく、理論に裏付けされた実践的な技術開発等にも取り組んでおり、企業から見ても十分有効である。

以上のことを踏まえ、ここでの具体的な研究テーマ例としては、

中小企業のビジネスチャンスとして比較的取り組みやすい半導体の実装関係について、九州工業大学の石原政道教授からの提案、

地域コンソーシアムで大型プロジェクトを推進している熊本大学の久保田弘教授の研究テーマの中から中小企業向けのテーマ、

中小企業をイメージした有機 EL についての信州大学の谷口彬雄教授の研究、

を紹介する。

また、第1章で整理した半導体の製造工程における課題の把握全般において、慶応大学の柏木正弘客員教授の知見を織り込んでいる。

1. 九州工業大学の取り組み

九州の半導体実装企業の強化策の推進活動  
 (九州工業大学ヒューマンライフIT開発センター 石原政道教授)

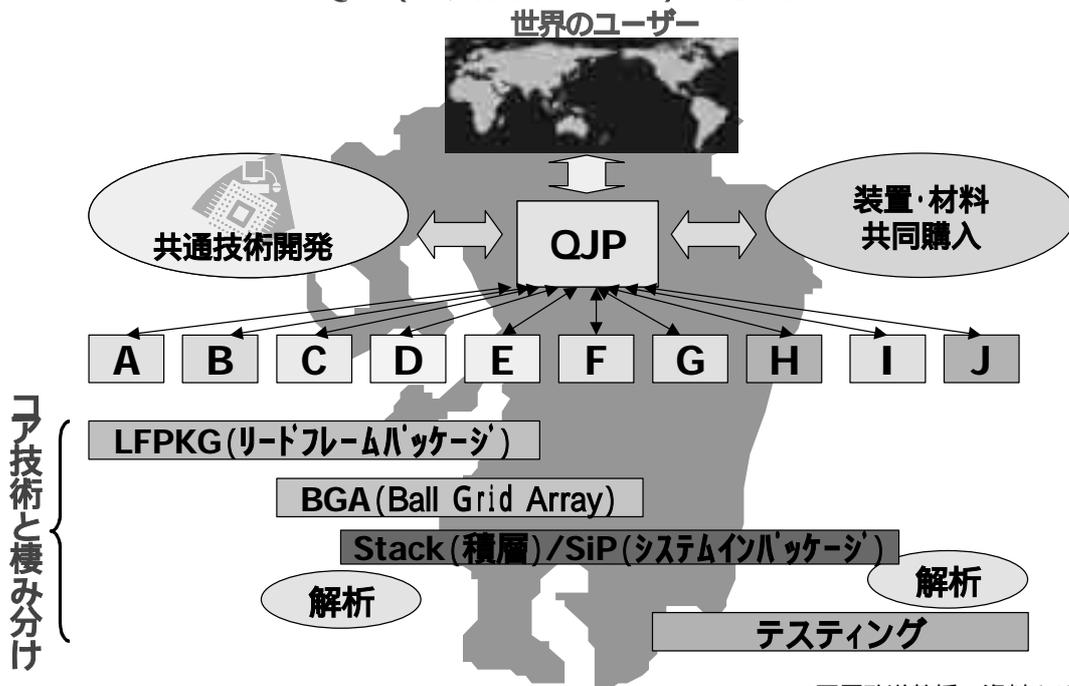
九州の半導体実装企業を個々に見れば特長あるビジネスを展開していると言えるが、韓国、台湾、中国の大規模実装企業と比較すると規模が小さく、このままであれば国際競争力を保持していくことがむずかしいとの判断から、九州が世界に対して競争力を持つ形で発信していくための仕組みづくりの提案が九州工業大学ヒューマンライフIT開発センターの石原政道教授を中心に始められている。

地域の技術力を持った中堅・中小企業が独立企業体の運営は確保しながら、連携して共同のポータルを運営する構想で、装置・材料の共同購入や共通技術開発まで組み込み、ものづくりから販売までのトータルの支援を、官学を含めた地域全体で推進する仕組みが検討されている。

実装関係企業のポータル(QJP:九州実装ポータル)の提案

- (1) 共通営業窓口の設置・運営
  - 実装に関する「何でも相談窓口」
  - 人材窓口
- (2) 共通信頼度保証(但し、保証は個別)
  - 情報の共有化
  - 相互の信頼度向上
  - 共通ブランド化
- (3) 装置・材料の共同購入
- (4) 共通技術開発
  - 合理化
  - 共通要素技術

QJP(九州実装ポータル)概念図



(石原政道教授 資料より)

## 2. 熊本大学の取り組み

### 中小企業がこれから取り組み可能な半導体 FPD 関連産業におけるテーマ例 (熊本大学 衝撃・極限環境センター 久保田 弘 教授の研究より)

次の項目は、地域産業の振興に取り組まれている熊本大学の久保田教授ほかによる研究開発テーマの中で、中小企業のビジネスとなる可能性のあるテーマを 20 件選択し、戦略的なビジネス領域ごとに整理したものである。

なお、20 件の中には半導体・FPD 関連の周辺分野についても、併せて整理を行っている。

#### **戦略的ビジネス領域**

##### **A. QTAT (Quick Turn Around Time : 短工期化) に係るビジネス**

RF (Radio Frequency : 無線周波数) アンテナ、高面積デバイス・レチクルフリーリソグラフィー

マニピュレーションシステム チップ積層実装ハンドリング ウェーハーテスト

MEMS 部品 QTAT 形成 (マイクロファブ、マイクロリアクター、マイクロ TAS (Total Analysis System) 等)

##### **B. 大企業 (研究所ではなく事業部) と地域中小企業の連携に係るビジネス**

FPD アレイテスト

洗浄モニター

搬送モニタリングと高効率生産プロセス (順列組み合わせ問題)

##### **C. 超精密測 (見ながら新規プロセスを作り上げる) 半導体デバイス解析に係るビジネス**

RF アンテナ、高面積デバイスレチクルフリーリソグラフィー

AE センサーによる信頼性評価

三次元形状計測

洗浄モニター

高速 LSI テスト & 映像デバイステスト 光学系と電気測定ハイブリッド

FPD アレイテスト

高出力圧電素子積層技術

##### **D. MEMS に広がるビジネス**

マニピュレーションシステム チップ積層実装ハンドリング ウェーハーテスト

RF アンテナ、高面積デバイスレチクルフリーリソグラフィー

ナノサーチャリー ナノドクター (医療用マイクロマシン)

三次元形状計測

圧力センサーチップ ロボット触覚センサー

フォトリソグラフィッククリスタル等微細加工表面処理 AR コート等

高出力圧電素子積層技術

MEMS 部品 QTAT 形成 マイクロファブ マイクロリアクター マイクロ TAS 等

##### **E. 後工程から前工程へシフトできる課題**

無電解めっき技術開発 SiP、SoC

インターポザー 配線実装設計、断線検査

高周波用平坦めっき

レジストコーティング 省レジプロセス

高出力圧電素子積層技術

電子ペーパー配線技術

**F. 他分野への応用拡大が期待できるビジネス（バイオ、ロボット、自動車…）**

ナノサーチャリー ナノドクター（医療用マイクロマシン）

無電解めっき技術開発 SiP、SoC

AE センサーによる信頼性評価

圧力センサーチップ ロボット触覚センサー

**G. 大型 FPD への対応に係るビジネス**

大型 FPD ムラ検査

映像デバイス高速画像処理

**戦略的ビジネス領域別の研究開発項目事例一覧（詳細は次頁以降参照）**

研究開発項目 \ 戦略項目	A ・Q T A T に係るビジネス	B ・大企業（研究所ではなく事業部）と 地域中小企業の連携に係るビジネス	C ・超精密計測（見ながら失敗しながら新規 プロセスを作り上げる）半導体デバイス 解析に係るビジネス	D ・M E M S に広がるビジネス	E ・後工程から前工程へシフトできる課題	F ・他分野への応用拡大が期待できる ビジネス（バイオ、ロボット、自動車…）	G ・大型 F P D への対応に係るビジネス
1. 無電解めっき技術開発 （SiP, SoC）							
2. R F アンテナ、高面積デバイスレチクル フリーソグラフィ							
3. マニピュレーションシステムチップ積層 実装ハンドリングウェーハテスト							
4. インターポーザー配線実装設計、 断線検査							
5. ナノサーチャリーナノドクター （医療用マイクロマシン）							
6. 大型 F P D ムラ検査							
7. 高周波用 平坦めっき							
8. レジストコーティング省レジプロセス							
9. A E センサーによる信頼性評価							
10. 三次元 形状計測							
11. 圧力センサーチップ ロボット触覚センサー							
12. 洗浄モニター							
13. 高速 L S I テスト&映像デバイステスト 光学系と電気測定ハイブリッド							
14. フォトニッククリスタル等微細加工表面 処理 A R コート等							
15. F P D アレーテスティング							
16. 映像デバイス高速画像処理							
17. 高出力圧電素子積層技術							
18. 搬送モニタリングと高効率生産プロセス （順列組み合わせ問題）							
19. 電子ペーパー配線技術							
20. M E M S 部品 Q T A T 形成マイクロファブ マイクロリアクター等							

## テーマ 1. 無電解めっき技術開発 (SiP、SoC)

<b>目標</b>	<p>“めっきによりつけた金属の抵抗を下げて高速信号を速く送る”                  誘電率 2.3@1GHz、誘電正接 0.007@1GHz、吸水率 0.1 (PCT@5 時間) の超平坦な材料に密着性のよいめっきを施し、高速信号を損失なく伝送すること</p>	
<b>背景</b>	<p>通信速度や LSI の性能は大幅に向上しているが、プリント配線板性能が反映される実装レベルにおける遅れがボトルネックとなり、通信速度や LSI の性能を十分に引き出せない。高速プリント配線板実現のために必要な低誘電率、低誘電正接、低吸水性の材料への超平坦めっき技術の実用化が急務である。</p>	<b>内容</b>
		<p>“めっきをツルツルした、かつ穴底や構造物の面に一様にかける”                  GHz 帯域の伝送特性に優れたプリント配線板を実現するための重要な要素技術として (1)数 μm レベルの高密度化、(2)絶縁材料の低誘電率化、(3)GHz 帯域における表皮効果を考慮した超平坦めっき成膜、(4)特性インピーダンス制御を施した寸法精度の確保</p>
		<b>細目</b>
		<p>“銅のめっき、Co-W-Ni 等のいろいろな穴の形へのめっき”                  インターポーザにおけるビルドアップの際の均一なめっきの密着とそれによるチップ・環境安定性の確保・高温・高湿条件での密着性確保・実基板での信頼性確保@300mm 角での再現性。</p>

## テーマ 2. RF アンテナ、高面積デバイスレチクルフリーリソグラフィー

<b>目標</b>	<p>“1cm 単位の蚊取り線香のようなコイルアンテナなどをシリコンウェーハ上に作り、その特性を少しずつ修正して完成品にする”                  アナログおよびディスクリートの低価格・QTAT 型 LSI を生産し、市場に供給。アンテナ等の部品およびそのマスクの提供</p>	
<b>背景</b>	<p>フォトマスクの作製を不要にするレチクルフリー露光技術の研究成果は低コストで短期間に LSI を作製可能であることである。また、その技術は、等倍の簡易な露光装置にて、既にプリント配線基板向け実用機への応用も実証されている。価格競争力、産業競争力の強化のためには、実際の半導体・LSI 生産現場にもこのレチクルフリー露光技術を広く適用し、低コストで短期間に LSI を生産可能とすることが急務であるとともに多くの応用分野の発掘が必要である。</p>	<b>内容</b>
		<p>“少しずつサイズの違うコイルを複数作製してそのアンテナ特性を所望のものにする”                  設計と製造を融合したプロセスおよびそれによるマスク生産</p>
		<b>細目</b>
		<p>“ウェーハの上に幅、厚さ、間隔の異なるコイルを複数つくり、アンテナ特性を測定する”                  G 線ステッパー用ユニバーサルレチクルの開発、あるいは単独でデバイス、MEMS 部品製品、あるいはマスクを供給。</p>

## テーマ 3. マニピュレーションシステム、チップ積層実装ハンドリング、ウェハテスト

<b>目標</b>	<p>“電子部品を載せるための薄いフィルムをつかんで運ぶ手の部分を作る”                  三次元実装用支持体、フィルム、チップ等を滑らかに把持し係留物から剥離・引き離し、必要な部分を切断することが可能なナノピンセット&amp;キャッチャ器具の形成。</p>	
<b>背景</b>	<p>半導体デバイスの電気特性測定は針(プローブ)を直接当てて測定すればよいと、トランジスタの講義を受けた人なら誰も最初に思うであろう。しかし、現状では微細なトランジスタにプローブを当てることは非常に困難であり、100 マイクロメートル角程度の金属パッドをわざわざ形成しなければプローブを当てることはできない。半導体ウェハ上に形成されるデバイス自身の複数の端子に金属パッドを形成することなく直接コンタクト・計測可能なナノプローブ技術が開発されている。これにより半導体プロセス直後の電気特性の計測が可能となり、その結果をすばやくプロセスにフィードバックすることが可能となった。この技術は半導体ウェハ上のデバイステストのみならず、マイクロ TAS や SiP の薄片ハンドリングなどの応用が期待される。</p>	<b>内容</b>
		<p>“小さくて顕微鏡でも見えないくらいの物をつかんだり離したりする極小のピンセットや微小な流体を供給してめっきをかける装置”                  ナノピンセットの構造設計製作とそのマニピュレータへの搭載、マイクロプレーティング</p>
		<b>細目</b>
		<p>“ごく小さい壊れやすいものをそっと持ったり置いたりする道具とその扱い方法の開発”                  同一平面上でピンセット先端が駆動する制御法の開発、先端で対象物を滑らかに把持するための動作分解能の確保。</p>

## テーマ 4. インターポーザ 配線実装設計、断線検査

<b>目標</b>	<p>“樹脂の中に埋もれて目に見えない配線をレントゲン写真のように写真をとって検査する”                  インターポーザなどの中に埋もれた配線の高速検査</p>	
<b>背景</b>	<p>電子機器の小型化、高性能化に伴い、これを構成する LSI やプリント配線を含めた部品等は微細化、高集積度化そして高速化の方向に進んでいる。半導体パッケージングの設計と検査の迅速化が望まれている。</p>	<b>内容</b>
		<p>“いろいろな方向から取ったレントゲン写真を高速に立体化する技術の開発”                  X 線三次元検査の実用化、インライン化</p>
		<b>細目</b>
		<p>“どの部分を撮影しているかわかるための特徴のある点をすばやく見出す”                  位置を正確に知らしめる台と X 線画像の中の特徴点抽出</p>

## テーマ 5. ナノサージャリー ナノドクター（医療用マイクロマシン）

<b>目標</b>	“細胞の中でメスやスポイトやはさみを動かして切除や縫い合わせなどの細胞の手術を行う” 0.5～2 μm の構造体の中で微細なマニピュレーションを行う微小なガラス管や金属の操作器具を作製する。
<b>背景</b>	極微の運び屋として超音波で毎秒数万回の頻度で電圧をこまめに変動させながら素子を伸縮させて、細胞を置いた台とナノピペットを動かす。微小な動きを積み重ね、ピペットを狙った場所に正確に導く素材技術、超精密加工技術などが注目されている。これは医療用マイクロマシン（ナノドクター）の有力な武器になりうる技術である。
<b>内容</b>	“ミクロン以下の道具を研ぐ装置と研ぎ方の開発” 1) ナノピペット等操作器具の形状を改善し、特にエッジを鋭利にする。 2) 装置を小型化する。
<b>細目</b>	“ガラス細工を細かく行ったり、イオンのシャワーで物を削って形を整える” イオンビーム加工法等により操作器具を高機能化する。

## テーマ 6. 大型 FPD ムラ検査

<b>目標</b>	“パソコン用の液晶ディスプレイの検査は人が目視で10秒程度かけて検査している。2メートル以上のガラスを1分以内で自動検査する” タクト1分以内の効率的なムラ検査装置。輝度や膜厚のムラの検出・分類を行う検査を自動化する。大型のガラス基板全面をインラインで検査できる画像取得装置の開発、専用の検査ステーションと専用の光源が不要なリアルタイムに位置を追尾する装置の開発。
<b>背景</b>	液晶表示装置のムラ検査については、大半が人の目による官能検査で行われている。大型化に際しますます目視に頼った検査が行われる中で、ムラ検査装置の製品化を行っている企業は国内外で数社存在するものの、それらの製品の中に視野角依存性が評価可能でかつ輝度ムラの種類判別まで可能なものは存在しない。
<b>内容</b>	“液晶ディスプレイの表面の検査を人は頭を振っているいろいろな角度から見て行うように、自動化においても、いろいろな角度から見た画像を作ることで実現する” 視野角依存性を考慮した効率的なムラ検査装置。角度フーリエ変換・逆格子空間等を利用することで輝度や膜厚のムラの検出・分類を行う検査を自動化する。計測アルゴリズムにおいても LCD の視角依存特性データを計測すると同時にラビングムラ、ギャップムラの輝度測定を実施し分類する。フーリエ変換を利用した一方向多角画像取得方式を利用した高速連続視野角画像取得方法により、7世代以降の次世代 FPD 等の大面積の測定を高速に実現した高速2次元膜厚分布検査、ガラス・金属上の透明薄膜分布計測装置等。
<b>細目</b>	“いろいろな角度から見た画像は人間の脳の中に映る画像と違って歪んでしまうのでその補正をかけるソフトウェア開発が必要” 視野角画像取得方式の搭載とその視野角方式による膜厚取得技術の確立。計測時間30分を実現するソフトウェア（高速歪補正技術、高速ピーク検出技術）開発。

## テーマ 7. 高周波用平坦めっき

<b>目標</b>	“つるつるの面にはがれないめっきをつけ、高速な電気信号が伝わるようにする” 「低誘電、低誘電正接、吸湿が少なく誘電特性が環境中で安定、絶縁性能に優れる」絶縁材料の「平滑な表面に平滑な配線」を密着性よく形成する技術の確立。
<b>背景</b>	電子機器の小型化、高性能化に伴って、これを構成する LSI やプリント配線板等電子部品の高速度の技術進展により、パソコン・携帯電話・PDA 等のデジタル機器が我々の日常生活へ浸透し始めている。しかし、さらなる消費者の高度化ニーズに対応するためにシステム・材料・製造技術のパラダイムシフトが強く求められている。こうした状況の中、通信速度や LSI の性能は大幅な向上を見せているが、高速プリント配線板の開発が遅れており、性能を十分に引き出せない状況。
<b>内容</b>	“pH や温度やめっき液の新鮮さを絶えず監視する必要がある” 無電解銅めっき工程の処理液（浴）のモニタリングを可能とするめっき装置開発、密着強度向上するためのプロセス制御。
<b>細目</b>	“通常、はがれないようにするために施すめっき面の下地の荒らしは、高速な電気信号を通すためには致命的。めっき膜の電気特性が改善されていることを確認しながら、はがれないめっきのしかたに工夫をこらす” 無電解銅めっき浴の制御により、金属配置層形成条件の最適化と密着強度の600gf/cm以上を達成する。マイクロストリップライン構造で電気特性評価基板を作成し信頼性評価する。現在市場で使用されている粗化型エポキシ樹脂と比較した電気特性改善内容を示す。

## テーマ 8. レジストコーティング 省レジプロセス

### 目標

“ シンナーで溶かした液体レジストを塗って乾かす時に真平らになるように乾かす ”

レチクル用塗布・現像プロセスをノズル噴射式等のスピンドフリー技術に変える。  
塗布後のレジストの減圧乾燥状態を高精度化する。従来のスピンド塗布においてもレジストを徹底的に節約できる滴下システムを開発する。

### 背景

半導体の微細化に伴ってリソグラフィプロセスで利用される4倍マスクにも高い加工精度が要求されるようになってきた。2005年におけるマスクには、現像後線幅均一性(100nm)で面内4nm(3)が要求されている。このような高い数値目標達成には、マスク製造プロセス全体を見直す必要があり、レジスト材料と塗布・現像プロセスの面から高精度マスク実現のための要素技術確立が必要である。

### 内容

“ レジストを塗布後、乾かすと端がいつも太る。端は上面と端面に囲まれ蒸発する面が多いので早く乾こうとするため、中心から端に向かって液体が流れてくるためである ”

レジスト塗布・現像プロセスの最適化、減圧乾燥工程における気流の最適化。減圧乾燥工程における膜形成メカニズムの解明。

### 細目

“ 1mmまで塗って平坦に乾くように条件を見つける ”

端面や裏面に付着したレジストを除去する工程を省略できる工程の開発。膜厚均一性に鈍感なEB露光に集中して最適化する。通常のスピンドの滴下装置の開発。

## テーマ 9. AE センサー による 信頼性 評価

### 目標

“ 異常放電の放電音を聞き、どこから聞こえるかを特定する ”

AE センサーによる信頼性評価手法を他の異常振動検査に応用する。

### 背景

半導体製造の前工程プロセスにおいてはプラズマを応用した製造装置が基幹部分を担っているが、これらの装置のプロセスチャンバ内ではその構成部品の局所部分にマイクロアークと呼ばれる異常放電が発生している。異常放電は装置内でランダムに発生し、ダスト発生、ウェハ表面の損傷、デバイスの絶縁破壊、汚染等を引き起こし、半導体生産現場においては深刻な問題となっている。こうした異常放電を確実に検出し、発生場所を特定可能にする手法として、AE センサーによるプラズマ異常放電評価手法が注目されている(実現すれば、「常時監視」「チャンバ構造を変更する必要がない」などが可能となる)。

### 内容

“ いろいろな音が聞こえてくる中で欲しい音だけを認識できるようにし、その因果関係を明らかにする ”

工場内の搬送系の寿命、変圧器のトラブル予知等、振動異常現象を拾い上げる。

### 細目

“ 地震予知のように、かすかな異常音から今後起こる不具合を予知する ”

いつどこでどのような異常が起こるかのデータベース作製とその予知ノウハウの集積。

## テーマ 10. 三次元形状計測

### 目標

“ 対象を立体的に表すために傾いてみた絵は細かさにおいて劣るので、それを精細に見せる修正技法を作る ”

精度の良い傾斜観察像をとる為に、三次元画像処理システムを構築して三次元形状測定を可能とする装置とアルゴリズムの開発

### 背景

半導体パターン形状の微細化・複雑化が進むにつれて、製造プロセス管理からウエハパターンの三次元形状測定の要求が年々強くなって来ている。しかし現在の測長 SEM では主に線幅測定の機能しか持ち合わせておらず、ウエハパターンの高さ測定等の三次元計測に関する測定は出来ない。一方 MEMS 部品等の粗い対象物に対しても三次元計測の需要は大きい。

### 内容

“ いくつかの傾いた画像をあわせるために同じ点がどこにあるかを色の濃淡などで見つけ出す ”

特徴点をすぐに見出せる手法を提案して三次元形状計測装置に組み込む。

### 細目

“ いくつかの傾いた画像をあわせるための同じ点をソフトウェアと顕微鏡の特性を利用してすばやく見出す ”

光、電子の角度反射散乱特性の違いを利用した特徴点抽出のソフトとハードの開発。

## テーマ 11. 圧力センサーチップ、ロボット触覚センサー

<p><b>目標</b></p>	<p>“ロボットに触覚を持たせる” 圧力センサーの高感度化、小型化、高集積化</p>	
<p><b>背景</b></p>	<p>Micro Electro Mechanical Systems (微小電気機械システム) は電子回路だけでなく、センサーやアクチュエータのような異なる要素をシリコン基板上などに集積化した、小型でありながら複雑で高度な動きをするもの。半導体集積回路の製造技術を基本にし、電子、機械、光、材料などの多様な技術を融合した「マイクロマシニング」と呼ばれる微細加工技術で製作され、情報通信、自動車・家電、産業機械、医学・バイオ等の広い分野で高付加価値の基幹部品として使われる。この MEMS 技術は医療、バイオ、自動車、ロボット等広範囲な産業に利用されることが期待されている。</p>	<p><b>内容</b> “広範囲にわたっての 0.3 ミクロン以下のつるつる感の計測は現在職人の指先の感覚に頼っている。そのざらざら感やつるつる感を電気信号に置き換える”</p> <p>センシング、微細加工技術を活用することにより、半導体関連分野におけるウェーハ検査のためのテスター用ブローパー、さらにこれを応用するインテリジェントな自動化機械における触覚センサーへの応用展開をおこなう。</p> <p><b>細目</b> “小さい米粒のようなセンサーになっても感度が落ちない工夫を行う”</p> <p>センサーの小型化、血圧センサー応用に関する測定方式応用、マイクロチップのパッケージング、メンブレンおよびピエゾ抵抗方式によるダイナミック触覚センサーの形成。</p>

## テーマ 12. 洗浄モニター

<p><b>目標</b></p>	<p>“水中に浮かんでいる目に見えないごみを数える” 薬液中の直径 150nm パーティクルを 1 個 1 個分離して、薬液中でのパーティクルの移動経路を、レーザ光散乱法で計測するシステムを開発</p>	
<p><b>背景</b></p>	<p>微細加工プロセス中やウエハ搬送中に付着するパーティクルが引き続く微細加工で不良を発生する現象が多く発生し、量産 LSI の歩留まりや生産効率を低下させている。これらパーティクルを除去するために、ウエハを薬液中に浸漬する湿式洗浄プロセスを行っているが、洗浄槽内で、洗浄中のウエハから除去されたパーティクルが隣り合った別のウエハに付着し、十分な洗浄が行われなくなってくる。この現象は、洗浄中に起こるため、洗浄液をフィルターで濾過しても防止できず、しかも、従来から行われている洗浄液の循環配管に装着するパーティクルモニターではパーティクルを検出するのが困難である (NEC 上杉氏による)。</p>	<p><b>内容</b> “半導体関連の洗浄装置、いわば洗濯機の中味が洗濯が完了したかどうかを実際に見えるようにする”</p> <p>LSI 量産ラインにおける洗浄プロセス装置の洗浄槽内で、ウエハから除去されたパーティクルが隣り合った別のウエハに付着しないプロセスを実現できる洗浄装置を開発。</p> <p><b>細目</b> “水中でレーザービームを飛ばしてその散乱光で数える”</p> <p>レーザ光散乱法で計測するシステムを洗浄装置にインストールする。</p>

## テーマ 13. 高速 LSI テスト&映像デバイステスト 光学系と電気測定ハイブリッド

<p><b>目標</b></p>	<p>“外から電気を流して L S I をテストするのではなくすべて L S I 自身の中でテストを完了する。また必要な部分に光も当てる” 高価なテスターを必要としない測定法の開発。</p>	
<p><b>背景</b></p>	<p>半導体 IC の動作周波数はギガヘルツの領域に入り、半導体のウェハテスト、ファイナルテストにおいて、従来のプローブカードでは信号の減退やクロストークの課題により高周波のデジタル信号の伝送が困難になってくる。スピードのみならず CCD や CMOS センサー等光センサーデバイスの生産にも拍車がかかり、そのテスト技術として光照射下でのテスト技術の開発が求められる。</p>	<p><b>内容</b> “どの部分が不良かを即座に認識し、その不良部分を自身でマーキングする”</p> <p>微細なアクセスを可能とし、全数テストが可能な手法の開発。</p> <p><b>細目</b> “不良箇所を認識するだけでなく修正も行える手・ハンドを開発”</p> <p>5GBits / sec でのデジタル信号の伝送が可能な同軸構造を持つフレキシブルなプローブカードの開発、ハイスピードテスターを必要としない高速 L S I テスト手法の開発、光誘起電力や電流を測定できる光伝導測定装置の開発、不良解析のできる超精密マニピュレーションの開発。</p>

## テーマ 14. フォトニッククリスタル等微細加工表面処理 AR コート等

<b>目標</b>	“光ファイバーでは曲げても小さく曲げられないので、1 cmのチップの中で光を曲げられるようにする” 曲がり導波路による光路変換を高精度かつコンパクトに行う。位置精度を重視したフォトニッククリスタル微細加工を行う。	
<b>背景</b>	近年の高度情報化およびマルチメディア化に伴う大容量の情報伝送および超高速信号処理が求められる中、光-電気信号変換を伴わないオールオプティカルネットワークの構築が急務。これを実現するためには、フォトニッククリスタル材料が注目されている。フォトニッククリスタルの強い光閉込め効果を用いることで、超小型光回路が実現、表面処理に応用した AR コートなどの新高付加価値部品の創生が期待されている。	<b>内容</b>
		“光を直角に曲げることのできる構造の製作” 二次元フォトニッククリスタルを用いた無損失直角曲がり回路の設計、製作、そして評価を行う。試作を踏まえた実質的な構造を解析することができるフォトニッククリスタル光デバイスシミュレータを構築。加工精度とデバイス特性の関連を調査。
		<b>細目</b>
		“設計ツールと協力して作製する” フォトニッククリスタルおよび光回路素子の三次元構造を二次元問題で求め、光信号処理回路素子の設計においては、処理時間を非常に高速にすること。そのための大規模な数値処理を行うことができる専用の計算機システムを分散型 PC で構築。PC を複数台用いた並列処理方式を用いて高速な汎用電磁界解析シミュレータの開発。

## テーマ 15. FPD アレーテストング

<b>目標</b>	“液晶ディスプレイの上に乗っているスイッチがバックライトで誤動作しないように隠し、かつ光量を大きく明るくするためにできる限り隠さないようにする” TFT のブラックマトリックスのかけ方を与える手法	
<b>背景</b>	液晶ディスプレイの高輝度化を実現するために採用する高輝度バックライトによって、TFT で光リーク電流による誤動作がある。このテストングと設計手法が必要。	<b>内容</b>
		“液晶の上のトランジスターに暗幕をつける付け方の開発” TFT のどの部分が光に弱いかは、まだよく解明されていない。TFT の形状により光に弱い部分も変化する。TFT の局所的な部分に光を当て実験的に光に弱い部分を解明する TFT 検査手法の確立。
		<b>細目</b>
		“細いレーザービームでトランジスターの光に対する反応を調べる装置を開発する” レーザー焦点顕微鏡とプローバテストの融合化。

## テーマ 16. 映像デバイス高速画像処理

<b>目標</b>	“微小な部分を取れるデジタルムービーで高速度カメラを作る” レーザー顕微鏡のフレームレートを60フレーム/秒にする撮像系をつくる。	
<b>背景</b>	民生用の映像デバイスの画像処理速度はフレームレートを60フレーム/秒を目標として動いている。高速度カメラの提案も多くなされている。このフレームレートの高速化と画素数の高密度化を同時に達成することが CCD・CMOS 業界のトレンドである。この民生技術の到達点を先取りし、三次元画像の高速読み込みを利用する手法の開発が必要である。	<b>内容</b>
		“動いているものを拡大して微小な部分をとるとするとすぐに焦点から逃げてしまっただけになってしまう。いつまでもぼけずに追尾する技術” 処理ソフト開発と高速焦点移動装置の開発。
		<b>細目</b>
		“顕微鏡で焦点を実効的に変化させて撮影する” レーザー共焦点顕微鏡の焦点を瞬時に深度外に追尾させる技術開発

## テーマ 17. 高出力圧電素子積層技術

<b>目標</b>	“薄いセラミックシートを張り合わせる製造プロセスの開発” 先端速度 300mm/s、最高加速度 0.5G を達成できる圧電アクチュエータ素子の製造プロセス開発、ラップ工程の自動化と出荷検査体制の構築	
<b>背景</b>	超精密な位置決め装置の心臓部となる圧電素子による超音波モーターの高出力化が求められている。大きな変位出力を得るには高電圧を印加するか薄い材料を積層するからである。前者は限界があり後者の方法で製造プロセスを作り上げる必要がある。	<b>内容</b>
		“電圧をかけるとグニャッと目に見えて曲がる素子の開発” 変形させるための電圧方向の組み合わせによるせん断および伸縮変位が可能な圧電アクチュエータにおいて、連続駆動が可能な材料の選定を行なう。また変位能力を考慮した積層構造および駆動中の振動モードの解明をもとに、ステージ駆動の安定化、高速化を実現するアクチュエータ素子を開発する。検査工程の構築も必要。
		<b>細目</b>
		“接着剤を使わずに半田のような合金法で張り合わせる方法の開発” 信頼性の確保と構造及び組み立て方法の開発。セラミックス 単板の接着積層による構造において接着の信頼性を確保する最適な接着剤の選定と洗浄工程の開発。接着剤を使わない合金構造の開発。ラップ工程にて得られた面の確実な接触の確保。

## テーマ 18. 搬送モニタリングと高効率生産プロセス（順列組み合わせ問題）



“ぶらぶら揺れながら送られてくるガラス板の位置を正確に捉えていつもその送られてくる状態を監視する”

大型のガラス基板全面をインラインで検査できる画像取得装置の開発 専用の検査ステーションと専用の光源が不要なリアルタイムに位置を追従する装置の開発

### 背景

半導体や FPD のようなクリーンルームで行われる新製造プロセスの搬送系の占める割合はトータルコストに負担となりつつある。また家庭用大型液晶 TV の普及により液晶パネルの製造工程におけるガラス基板も大型化の一途をたどっており、搬送系の占める面積・体積の縮小が望まれる。そこで、搬送系の上でインラインでの検査する技術と複数の装置を最大稼働率で稼働するソフトウェアの開発が急務である。

### 内容

“ガラス板状の作りつけられた構造を流れ作業の中で止めずに計測する”

搬送系上の対象物の形状と位置と姿勢を瞬時にリアルタイムで計測できる画像処理の開発とそのモニタリングによる製造プロセスの制御を効率化する。

### 細目

“工場の明るさや照明の性質によらずいつも一定の検査ができる方法の開発”

光源のスペクトルから画像の真の見え方に補正するソフトウェアの開発、対象物のたわみやぶれに関する補正手法の開発、撮像条件の環境条件に応じた自動最適化手法の開発、搬送系の動きを見ながら最適な製造プロセスをダイナミックに再構築するソフトウェアの開発。

## テーマ 19. 電子ペーパー配線技術



“チップを紙の上に適当にばらまいてから配線をつなぐ”

チップの位置を割り出した後に配線を施すリソグラフィー工程の確立。

### 背景

インターネットのブロードバンド化に伴い、安価で手軽に丸めて持ち運び、落としても壊れない電子ペーパーが開発されている。電子書籍の表示媒体としてこの電子ペーパーが利用される。材料として使われる樹脂フィルムの中に顔料やチップを安価に組み込む必要がある。

### 内容

“配線を施すための写真行程をばらまかれたチップの位置をみた後で作りつける”

樹脂上に散布させたチップの配線は半導体と違って収縮変形する対象物に行く必要がある。従来の原版（マスク）からパターン転写する方法に代わり、チップの位置を確認してから最適配線を行う装置を作る。

### 細目

“ごつごつした石ころのようなチップをみてから線をつなぐ方法”

対象物の位置測定を行う。その上でリソグラフィー工程を行う。

## テーマ 20. MEMS 部品 QTAT 形成 マイクロファブ マイクロリアクター等



“部品の金型を、注文にあわせて即座に作る”

従来の半導体のプロセスを利用した MEMS 部品製造プロセスからマスク作製工程を省略できるプロセスを構築する。

### 背景

MEMS 部品は少量多品種となることが予想され、様々な試作品自身が製品になる可能性がある。一方、ミニチュアな微細工場（マイクロファブ）や微細な反応フィールド（マイクロリアクター）は、より細かいナノレベルの製品を作成するインフラとして必要で、このインフラを製造する QTAT（短工期）な仕組みが必要である（テーマ 11 の「背景」参照）。

### 内容

“金型鑄造原盤を電子データとして持ち直ぐに組み合わせ再利用できるようにする”

各微細化レベル（1mm、10 ミクロン、0.1μm）に対応できるマスクレス露光装置を構築する。従来の電子線露光装置に加え、投射型精密映像デバイスを利用したレチクルフリー露光装置を利用した製造プロセスを構築する。

### 細目

“半導体マスクや金型原盤を画像データとしてすぐに使い回しができ、修正も可能なものとする”

マスクレス露光装置の実用化。

### 3. 信州大学の取り組み

#### 信州大学における有機LED素子(有機EL)の共同研究開発の状況 (信州大学繊維学部 谷口彬雄教授の研究より)

信州大学では長野・上田地域を中心にして、有機LED関連の事業化を実現することを目標に地域内外の中小企業と共同研究を進めている。

この事業は信州大学繊維学部・谷口彬雄研究室が中核となり、1997年頃より、研究開発を開始し、RSP事業、JSTの開発課題、NEDOプロジェクトなどを経て、現在、長野・上田地域知的クラスター事業のプロジェクトとして実施されている。

##### 【参加企業】

日置電機(株)(本社:長野県上田市) (株)エスエヌ精機(本社:長野県茅野市)  
東海ゴム(株)(本社:愛知県小牧市) (株)アルゴル(上伊那郡南箕輪村)  
日本曹達(株)(本社:東京都) 藤森工業(株)(本社:東京都)、  
保土谷化学工業(株)(本社:神奈川県)

##### 【研究内容】

(1)新材料の開発、(2)新製造プロセスの開発、(3)デバイスに係わる基礎技術の確立

##### (1)新材料の開発

従来不可能と考えられていた、金属原子を含まない有機電子輸送材料(OXDm)を開発した。炭素・水素・窒素・酸素だけからなる純粋な有機化合物で、電子移動速度が極めて速く、材料的に安定な省エネ効果の高い素子材料であることが特徴。

OXDmは、現在実用化が始まっている有機LEDディスプレイに用いられている有機EL素子の代表的な電子輸送材料であるAlq(アルキノリノール錯体)と同等な材料安定性(耐久性)を持ち、次のような優位点を持つため、将来、Alqなどの電子輸送材料を代替する可能性があると考えられている。共同開発した保土谷化学工業(株)が、量産化を計画している。

##### <OXDmの特徴>

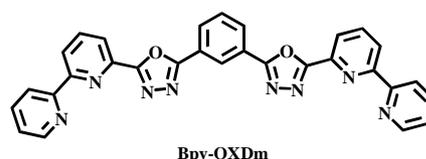
##### 化合物の性質

電子を受取りやすく、電子を高速で輸送できる。  
発光層中に蓄積する正孔を漏らさない。  
発光に伴う発熱に対して耐熱性がある。

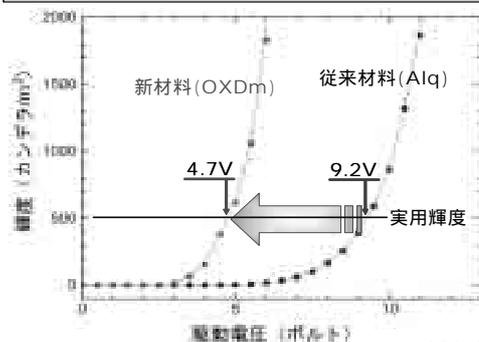
##### 有機LEDとしての性質

代表的なEL素子材料、Alqに匹敵する耐久性がある。  
電子の輸送速度が極めて速いため、従来の有機LEDの半分の駆動電圧で済む。  
ディスプレイの実用輝度における消費電力を従来品より70%節減でき、携帯電話やノート型パソコンのバッテリーの使用時間が伸びる。

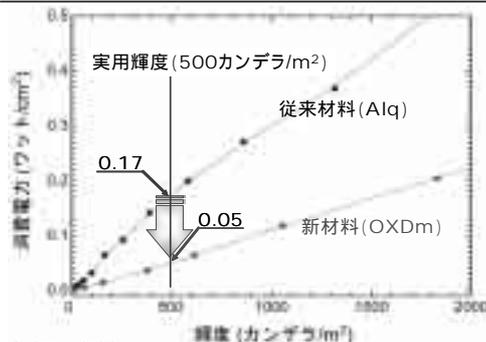
##### OXDmは純粋な有機化合物



TVの輝度が単三電池3本で出せる



省エネルギーで充電間隔は3倍以上に



(信州大学 谷口彬雄教授 資料より)

## (2)新材料-正孔注入・輸送材料

優れた熱的安定性を有し、印刷やスピコートなどの塗布プロセスに対応した有機EL材料（TPA-9）を開発した。この材料は、優れた正孔注入・輸送特性を示し、有機ELデバイスに用いることによりデバイスの駆動電圧の低下させ、発光効率を向上させる。

共同開発した保土谷化学工業(株)が、量産化を計画している。

### <TPA-9の特徴>

優れた熱安定性      ガラス転移温度：188  
優れた正孔注入・輸送特性      HOMO：5.13eV  
高純度，分子量分布なし（単一分子量）

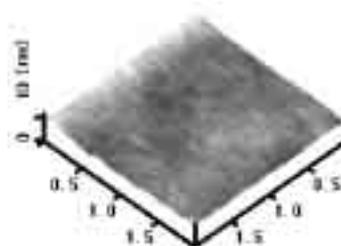


図 TPA-9 膜の AFM 像。

150 で熱処理しても膜形態が変化しない。

## (3)新製造プロセスの開発（電極接合法）

有機LED素子の多品種少量生産に適した低コスト脱真空蒸着プロセス技術の開発が特徴。陽極側基板としてITO電極付ガラス基板上に有機層を成膜したものと、陰極側基板として防湿層を備えた金属電極付フレキシブルプラスチック基板のそれぞれを加熱圧着ロールで貼り合わせて有機LED素子を作製するという非常に簡便な方法である。金属電極付フレキシブルプラスチック基板は、陰電極の活性が維持される工夫が施されており、有機LED素子の製造現場において真空蒸着装置が不要となる。

将来的には大量生産に適した連続ロール法にもつながる基本技術と考えられている。

### 優位点

- ・金属電極付フレキシブル基板を用いており取り扱いが容易であり、従来の真空蒸着プロセスが不要なため、低コストである。
- ・多品種少量生産に向けた低コスト技術なので、中規模の企業でも有機LED素子製造に参入できる。

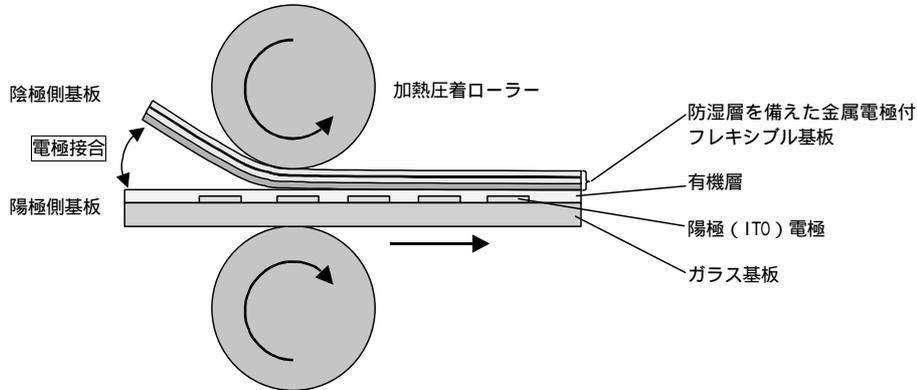
### 期待される特性と用途

大手企業が取り組む携帯や薄型TVなど市場規模が大きい量産型フルカラーディスプレイとは別に、電気計測器用パネル、電子応用玩具（各種アイデア商品）、福祉リハビリ応用機器、FA機器用照明等、多品種少量生産型の市場（民生・産業用）がある。

有機LEDの持つ高輝度、低消費電力等の特性から強いニーズがあるが少量需要のため、現状の蒸着法ではコストが高くなり商品化が困難との課題を抱えており、多品種少量生産に適した有機LED製造技術が望まれている。

本製造技術は量産化技術として改良すれば、段取り替え時間が短く、設備投資費用も小さいため、多品種少量型生産に向けたコスト競争力のある製造技術として期待される。

### 有機LEDの新規製造技術（電極接合法）の概念図

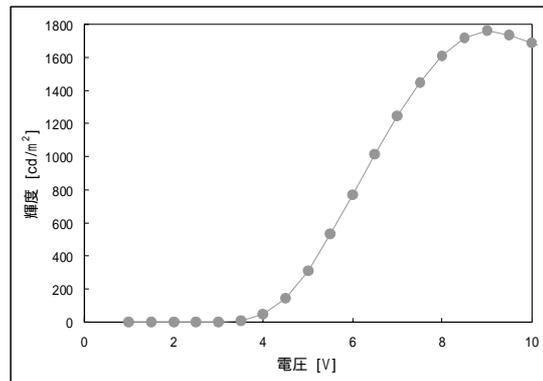


### 電極接合法にて試作した有機LED素子写真



(資料出典 前頁と同じ)

### 電極接合法にて試作した有機LED素子の発光特性例



### (4)新デバイスに係わる基礎技術の確立状況

#### 超高輝度有機LED素子

有機半導体レーザーの実現に向けて、超高輝度有機LED素子を開発しており、 $200$ 万  $\text{cd}/\text{m}^2$  の超高輝度を達成している。

#### 高速変調への挑戦

ローカルエリア用光通信光源への応用を目的に高速変調の限界に挑戦しており、有機LED素子を発光源として、 $100$  MHzの信号の伝送に成功している。

#### ITO基板の高性能化

日本曹達(株)との共同開発により、超平滑性ITO基板を実現した。これによりITO基板の研磨などの必要は無く、耐久性向上に寄与できる。また、PEDOTなどの酸性材料にも耐性がある、ITO基板も実現している。

### 第3章 事例にみる中小企業の取り組み状況

本章では前章に引き続き、中小企業のビジネスチャンスの可能性を確認するために、また成功企業の取り組み方とはどのようなものなのかを把握するために、九州地域と長野・山梨地域の中小企業に対してインタビュー調査を実施した。

#### 1. インタビュー企業のプロフィール

企業インタビューは、九州地域および長野・山梨地域の中小企業 20 数社に対して実施し、その中から九州地域 12 社、長野・山梨地域 5 社、計 17 社の事例を紹介する。

企業の選定に当たっては、併せて実施したアンケート調査に対して回答のあった企業を中心に、大学教授等の有識者の意見も取り入れながら、抽出した。その際の選定ポイントとしては、できるだけ事業内容等が偏らず、また元気があり、かつユニークな技術を保有している可能性がありそうな企業を抽出するように心掛けた（なお、今では中小企業の種類に当てはまらない企業も一部に含まれているが、成功事例として参考にすべき点も多いと判断し、掲載した）。

各企業の主な特徴は、以下の通りである。

##### 【九州地域】

第一施設工業(株)：福岡県 (P.43)

九州における成功モデル企業の代表的存在。現在は半導体・FPD の搬送装置が主力で、特にガラス基板非接触・空気搬送装置で自社ブランドを確立。

平田機工(株)：熊本県 (P.45)

道路工事用コンベアからスタートし、現在は液晶関係の搬送と工場全体のコントロールシステムがメイン事業。液晶製造装置も手がける。【注：中小企業ではない】

櫻井精技(株)：熊本県 (P.47)

ハンドリング装置や FPD 関連の輝度ムラ用の検査装置が主力。大学との共同開発を積極的に推進し、現在、九州でトップクラスの成長を遂げている。

エステイケテクノロジー(株)：大分県 (P.50)

コアである電気計測技術をベースに、半導体 IC 検査事業や精密板金加工事業など半導体関連事業に進出。半導体 IC のパーンインテストメーカーとしては国内有数。

(株)エリア：大分県 (P.52)

半導体デバイスメーカーの開発設計部門にターゲットを絞り、LSI のテスト解析技術に特化した事業展開を進めている。この 10 年間で高成長を達成。

(有)合瀬製作所：佐賀県 (P.54)

九州松下電器の機械加工の下請けをしながら、独自の工夫を重ね、タングステンなどの難加工技術を修得。こうした技術をベースに半導体・FPD 製造装置用の部品を手がける。

(続 き)

緒方工業(株)：熊本県 (P.56)

IC リードフレームめっき事業から出発。一時は同事業だけで全社売上高の90%近くを占めたが、先行き期待薄のためいち早く事業メニューを転換。現在は表面処理に進出。

熊本防錆工業(株)：熊本県 (P.58)

三菱電機熊本セミコンダクタのグループ企業。IC リードフレームめっき事業を手がけ、今後もめっきにこだわる。子会社(熊防メタル)で製造装置部品の表面処理を展開。

(株)ピーエムティ：福岡県 (P.60)

超精密な加工を得意としている。同技術をベースに顧客のニーズに基づいた課題解決型事業を展開。主力製品はレーザー液晶ITO除去装置。今後はナノテクを目指す。

テック精密(株)：福岡県 (P.62)

半導体関連の金型事業100%。鏡面加工による面粗度の追求から様々なローテク技術を組み合わせ、技術を修得。また、加工ノウハウのデジタル化によるコストダウンを実現。

(株)大川金型設計事務所：大分県 (P.64)

金型設計技術、三次元画像認識技術をベースに、大手企業向けに精密プラスチック部品の量産供給を行っている。人材面では、インド人の技術者を積極活用。

(株)サンテック：福岡県 (P.66)

IC用精密金型で培った技術をコアとして、半導体製造装置や各種自動機、プラスチック成形品事業等を展開。今後は、自動検査装置を開発し、検査分野に傾注する。

#### 【長野・山梨地域】

昭和産業(株)：山梨県 (P.67)

抵抗器製造(リード線)からスタートし、その後放送通信機器や半導体・FPD製造装置の製造に進出。一貫してもの造りを追求し、造り込みに強みを持っている。

日邦プレジジョン(株)：山梨県 (P.69)

東京エレクトロンATの協力企業として、OEM生産を展開。設計(搬送系が得意)から最終検査まで一貫製造が当社の強み。大型化に対応した最新鋭の設備保有も当社の特徴。

(株)カウベルエンジニアリング：長野県 (P.71)

「信頼される技術で明日を作る」がモットー。現在はシステム設計、デバイス生産、電子製造の三部門を柱に、受託生産をベースにしながら、オリジナル製品の開発に傾注。

(有)都波岐精工：長野県 (P.73)

受託生産を事業基盤におきながら、独自のコア技術を追求している。現在は貼付けの技術にこだわりながら、ウエハ用テープ貼付機などの製品を開発・販売。今後は開発型企業を目指し、知的財産で勝負。

エンジニアリング・システム(株)：長野県 (P.75)

大手企業向けにオーダーメイドの自動化機械等を製造。汎用品でないため、価格競争に巻き込まれず、高収益を確保。今後は実験装置などナノテク分野がターゲット。

<b>第一施設工業株式会社</b>		設立	1967年7月
福岡県糟屋郡新宮町大字上府 776-176		資本金	7,650万円
代表取締役社長 篠原 統		売上高 (2003年)	約23億円
TEL 092-941-7600 / FAX 092-941-7610		従業員数	70名
事業内容	クリーンルーム内搬送機、大型ガラス基板洗浄装置、非接触搬送装置、エレベーター、特殊屋根構造・舞台装置、環境機器他		

九州における成功モデル企業の代表的存在。エレベーター据付事業から始め、やがてリフターほか機械製造へと事業を広げ、リフターをコアに九州松下や日本電気へ参入。セミコン・ジャパン等の展示会でクリーン無人搬送がヒット。液晶パネル用で大きく成長し、特にガラス基板非接触・空気搬送装置を主力商品とし、自社ブランドを確立した。新規アイデア商品の自社開発で半導体、FPDの工程内搬送装置の最先端を走っている。業務内容は商品企画開発とアッセンブリーを中心としており、外注先企業は多数。韓国、台湾メーカーなどに販売し、半導体/FPDの搬送分野において内外で高シェアを押さえている。

## 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 半導体/FPD 新搬送システム

半導体/FPDではリフトのコア技術にこだわり、提案型のビジネスを追求する。世の中に既にあるものは作らない。競合相手がゼロであるビジネスを見極めスタートする。

(1) 事業構成 搬送装置の受注ウエイトは半導体分野で約20%、液晶分野約80%

(2) 当社の強み 高速搬送、上下移動、クリーン搬送をコア技術としており、ほとんどの半導体・FPDメーカーに採用されている。

(3) 半導体分野への参入経緯

- 1967年 第一施設工業(株)設立。エレベーター据付業務を開始
- 1972年 ダムウェーター及び各種機械の製作開始
- 1988年 毎分120mの超高速リフト「ハイリフター」を開発  
九州松下電器(株)にハイリフター納入開始。(以後、多数の納入実績あり)  
日本電気(株)にハイリフター納入開始。以後、全国同社各工場に納入。
- 1990年 東京国際物流展(幕張メッセ)に出展
- 1991年 クリーンルーム向無人搬送装置「クリフター」を開発  
セミコン・ジャパン91(幕張メッセ)に出展
- 1992年 第2回アジア・パシフィック工業展(シンガポール)に出展  
東京国際物流展(幕張メッセ)に出展
- 1995年 台湾・韓国・シンガポール企業と取引開始
- 1996年 「通産省特定新規事業」認定
- 1997年 「福岡県中小企業創造活動促進法」の認定
- 2000年 「特許庁長官賞」  
フラットパネルディスプレイ展(東京ビッグサイト)に出展

## 2 . I T バブル崩壊時の状況と対応

2000 年～2003 年初にかけての半導体の落ち込みは大きかったが、この時デジタル家電が伸びてきていたので FPD にスムーズにシフトすることができた。FPD の前工程が半導体の前工程と殆ど同じだったので、FPD への対応は難しくなかった。

## 3 . 事業方針

他社がやっていない、世の中にないものを作ることが、中小企業の生き方と考えている。ユーザーが困っているものを発見することを最重点に置き、アイデア・商品企画で勝負していく。解決すべきテーマはいくらでもあるとしており、将来的には大企業の生産ラインを活用したものづくりを目指す。

営業面においては、幕張とビッグサイトへの出展の効果を高く評価しており、今後も展示会の活用を重視していく。

## 新規事業展開

半導体はほぼ完成された技術、工程であるが、枚葉搬送、枚葉処理、大径化、多品種小ロット生産、などまだ可能性がある。FPD は、これからの技術であり、まだ技術も工程も変化するため、ビジネスチャンスは多い。

新製品をヒットさせるには、市場の受け入れ状況(タイミング)を見極める必要がある。

半導体・FPD 関連のこれからの搬送は枚葉式搬送が重要と考えている。

枚葉式であれば、リードタイムの短縮(30日→3日)、自走ロボットの小型化、クリーンルームの小型化が可能。ガラス基板の大型化により、ガラス重量が重くなるため(ガラス20枚で約600kg)バッチ式では自走ロボットも従来の規模では重量に耐えられなくなる。設備全てが大型化することは、巨額投資に繋がる。

## 4 . 人材確保・教育

技術力の補強は、トップレベルの人材を非常勤顧問として約10人採用することで対応しており、それぞれの人に問題点の解消を依頼している。

経営者自身が問題点を見極める力が必要である。

## 5 . 連携・ネットワークの展開

産学官連携の活動に積極的に参加している。

基本的にアッセンブル業なので、連携・ネットワークが事業のベースであり、連携を大事にしている。産学官連携やベンチャー起業への意識が九州の業界では低いように思う。人間のマインド形成は小中学生の時期の教育にかかわりが深いと言われるので、産学連携も小学生に教えるべきではないかと思う。

## 6 . 異業種からの参入、新規事業について

九州は生産の集積地域である。九州の中小企業は大手メーカーの下請けで満足する意識がまだ強く、ベンチャーがあまり育っていない。大手メーカーの事業の諸決定は中央(東京)でなされ、九州の企業には決定権がないことが、九州の活性化を阻害している。

<b>平田機工株式会社(熊本工場)</b>		設立	1951年12月
熊本県鹿本郡植木町一木111		資本金	109,900万円
代表取締役社長	平田 耕也	売上高 (2003年)	約300億円
TEL 096-272-0555 / FAX 096-273-2452		従業員数	1045名(全社)
事業内容	半導体・FPD製造装置、産業用ロボットの設計製作、制御システム等		

FA関連の企業として知られているが、当初はリヤカーや道路工事中用コンベアの製造からスタートし、その後、生産ラインの自動化を主な事業としながら、長年ブラウン管やエンジンの組立ラインの自動化に携わってきた。最近10年でブラウン管から液晶パネル製造関連の自動装置へ切り替えており、液晶パネル関連のウェイトが全体の売上の1/3を占める。また、国内より海外向けが主体となっている。液晶設備ではレジストコーター及び搬送装置で業界をリードしている。半導体・FPD分野においては開発型として自社ブランドの確立過程にある成功モデル企業である。

## 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 工場のトータルシステムの構築

社内一貫体制により優れた製造技術力を内部蓄積しながら顧客ニーズへの対応力、提案力で、顧客の信頼関係を構築する。自社ブランド+OEMの両方で展開。

- (1) 事業構成 液晶関連 1/3、自動車関連 1/3、その他 1/3  
海外向け 80% (日系 40%、その他 40%) 国内向け 20%
- (2) 用途分野 産業ロボット、搬送機械、制御システム  
液晶関連製造装置 (コーター、搬送等)
- (3) 当社の強み ハード+ソフト+部品内作 という総合力を当社の強みと位置づけ事業展開している。カタログで買えるもの以外は内作する方針の下に、組立ラインの部品の2/3を社内で製造している。具体的には次の理由で内作を重視している。  
内作は無理が利き、無駄が省ける。  
機械を精度高く使いこなす技術が差別化、コストダウンの源となる。  
他社と同じ装置を使って何が異なるかが競争力となる。

## (4) 半導体分野への参入経緯

平田車輛(株)を設立し当初は農業用トレーラーや道路工事中用コンベアを製造

→ 工場向けコンベア

→ TVなどの組立自動化

→ ハンドリングロボット

→ VTR組立自動化ライン(九州松下向け)

→ ブラウン管の前工程の自動化

液晶関係の搬送系及び工場全体のコントロールシステム

## 2 . 競争力

ロボットなど自動化装置が強く、システム力に加え、機器単体から工場全体を構築する事業戦略に転換しており生産分野での競争力を持っている。商品開発力もあり、液晶関連装置では東京エレクトロンにOEM供給も行っている。

韓国・台湾ほか海外の日系企業や現地企業向け輸出も多い。

日本の企業の競争力を世界と比較した場合、日本は精度の高いところに集中すると、精度で世界に勝てると評価している。

韓国の実力については、実力が上がっているとは言いながら、まだ機械を使っているだけで、機械の性能以上の精度は出せていないレベルと評価している。

機械の使い方での性能以上の精度を出せるのは日本の企業と考えており、これからが中小企業の出番と考えている。加工方法がコストを大きく左右するので、設計は加工を考えた設計をする必要がある。

## 3 . 連携・ネットワークの展開

### (1) 地域企業連携

九州地域、熊本地域のリーダー的企業として地域の中小企業との連携をとりながら、中小企業の自立と提案力の実践と指導に当たっている。

また、地域結集型事業等コンソーシアムにもリーダーとして参加している。

### (2) 産学連携の効果とニーズ

大学の独立法人化以降、大学が企業との連携に熱心になってきており、中小企業にとって従来以上に大学の知恵を借りることは有効である。

大学の先生に相談してもすぐにはビジネスの参考にならないと思っている中小企業の人が多いが、実際にはビジネスでも十分役立つ問題解決が得られることが結構あると感じている。素人にはわからないことでも大学の先生にはそれなりの常識的な専門知識があり、直接専門分野でなくてもアドバイスが期待できる。また、先生のネットワークは豊富で、相応しい相談先を紹介してもらうことが可能なので、気楽に大学に行くべきである。

## 4 . 地域集積、立地の評価

九州の中小企業の技術力、設備能力に対しては全般にやや厳しい評価をしている。

北九州地域の中小企業は大きいものができる設備があり、ある程度精度を出せると評価している。

一方、地元の熊本地域は大きいものを作ることや高精度を出す点でまだ技術力が不十分とみている。このあたりの原因は地域競争の少なさにあると思われ、個々の企業が特徴を出していけばうまくいくと考えている。品質の充実面ではやはり大田区や東大阪が上と感じる。

<b>櫻井精技株式会社</b>		設立	1965年9月
熊本県八代市岡町谷川 135		資本金	3,000万円
代表取締役社長 櫻井 一郎		売上高 (2003年)	約32億円
TEL 0965-39-0911 / FAX 0965-39-0912		従業員数	260名
事業内容	半導体製造装置、FPD検査装置、産業用ロボットの設計及び製作		

江戸時代からの木造船製作の家業から始まり、FRP船等を経てプレス・金型加工、ステンレス加工、太陽温水器、各種機械装置製造へと業態を変えながら、NECとの取引をきっかけに半導体製造装置、FPD検査装置、産業用ロボットの設計及び製作で近年急成長を見せている。国の委託調査事業や熊本大学等との産学連携などを重ね、技術力の向上を図っており、現在、九州でトップクラスの成長率を示している開発型の新鋭企業である。FPDの輝度むら検査装置など、大学との共同研究による有望商品を抱えている。次期新事業としてロボット技術を応用した医療用具関連、バイオ関連及び車載用半導体への展開を目指している。

## 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 バイオ、医療、車載用半導体

社内一貫体制により優れた製造力を実現。

一業種一社主義の事業展開（機密保持が必要な領域で先進的的事业を手がける）。

半導体産業は変動が激しいので自社独自製品とOEMの両方を実施し、経営の安定を図る。

産学連携による技術者教育

(1) 事業構成 据付工場は海外が多いので、海外比率70%

(2) 用途分野 TABハンドラー、TABテープ目視外観検査装置、釣銭作成機、関節リハビリマシン、FPD輝度ムラ検査装置等、各種OEM装置部品

(3) 当社の強み 社内一貫生産体制による技術対応力、開発力を強みとし、顧客対応として誠心誠意をモットーに社員の一生懸命さを徹底している。

(4) 半導体分野への参入経緯

明治	櫻井造船所を創立 江戸時代からの家業であった木造船の製造を拡大
1958年	製材所を新設
1967年	FRP船本格製造。プレス加工、金型加工の金属加工を開始
1974年	太陽温水器増産
1980年	機械加工工場・組立工場増設。自動機の製造開始
1991年	櫻井精技(株)に社名及び組織変更
1992年	ADVANCED ROBOT 展に出展（ロボット開発のきっかけとなる）
1994年	科学技術庁委託調査事業に参画
1997年	熊本地域コンソーシアム研究開発事業に参画
2000年	地域結集型研究事業に参画
2004年	機械工場、クリーン組立工場を増設する

FRP 船や太陽熱温水器を作ってきた技術が、半導体に必要な金型加工技術やステンレス技術に応用できたこと、農業県でもあったためライバルが少なく、進出企業である九州 NEC や鹿児島 NEC に納入できたことが半導体業界参入のきっかけとなった。まずは部品加工から参入し、全てが新規の課題であったこともあり、ひたすら目の前の仕事に一生懸命取り組んで来た。

## 2 . I T バブル崩壊時の状況と対応

2000 年に対し 2001 年は 21% 売上が減少したが、2002 年は 2000 年を 14% 上回り、2003 年は前年比 18% 増、2004 年も 20% 増の好業績の見通しである。

I T バブル崩壊時に限らず、従来から競合企業が少ない先進的事業を手がけてきた。

## 3 . 事業方針

中小企業は人がやらないことをやる気構えで市場に合わせてどんどん変化する必要がある。3 年後の事業環境や業態は現在と変わっているので、中小企業において戦術はほとんど役に立たないと考えており、目前のものを全力でこなすことが重要としている。

半導体事業の前工程における生産技術開発は中小企業の手には負えないので、大きな変化が起きている後工程が有望である。パッケージングの流れが変わっているので、最終製品に応じて設計が必要な分野で中小企業の出番が多いと考えており、SIP (システムインパッケージ) に注力する。

## 新規事業展開

バイオに展開する。精密制御とクリーンの技術を使って、人工受精を自動化する装置を開発中である。医師や専門家の判断部分を残しながら仕事全体の 80~90% を自動化する。介護ロボットは、人と同じペース・感覚で動かないといけないとの考えから人に合わせて疲れるロボットの開発を目指している。人の反応に対応した臨機応変な位置決めがむずかしく、位置補正のソフト開発力が必要と考えている。

半導体の製造は、工程途中のチェックを増やし、最終工程のチェックを減らす傾向にあるため、工程検査装置開発を進める。

また、車載用の半導体は、検査基準が厳しいが、成長分野として面白いと考えている。

## 4 . 人材確保・教育

鍛えるには早い方がいいということで、工業高校出身者を中心に採用している。大手企業からの U ターン者と比較しても当社のプロパー社員の技術力は遜色ないと顧客に評価されるよう OJT で教育している。特に当社の社員は、もの作りの全体がよく見えるよう設計から加工・据付まで一貫したものづくりをさせるようにしている。

また、優秀な技術者は子会社の櫻井エンジニアリングに出向させ、最先端の技術の習得と大学の先生との人脈構築を図るため、熊本大学との共同研究に当らせている。

社員のモラルを高めるには、会社を成長させる以外にないと考えており、会社が成長することで管理職ポストを増やし、上位者の意識を早く身につけさせたいと考えている。

社長の仕事は会社を成長させることと普通の社員を有能な社員にすることと認識している。

## 5 . 連 携 ・ ネットワークの展開

### (1) 地域企業連携

ユーザーからの依頼がより大きな単位での生産発注となっており、これに企業連携で対応することが重要である。また、九州半導体イノベーション協議会の理事としての立場から、九州と東アジアを全体として考え、東シナ海を巡る各製造拠点をまとめて半導体実装部分の集積を構築したいと取り組んでいる。

### (2) 産学連携の効果とニーズ

大学とは15年以上正式に付き合いしており、国との共同研究は1998年から毎年継続している。産学連携は人づくり。子会社の櫻井エンジニアリングを作り、優秀な開発者を出向させ、大学との共同研究に当らせている。

産学連携の目的は、大学のシーズや、その商品化を期待することではなく、社員に最新の技術の知識を身につけさせ、大学の先生との人脈を構築することにある。

大企業から仕事の相談があった時、大学とのつながりによって獲得した技術があれば、下請けを回避し、対等な取引関係が構築できる。

熊本大学医学部や工学部（ロボット）と交流をする中から五十肩の治療器を開発（熊本大学付属病院で5年間臨床試験を実施）し、今後はリハビリ分野で事業展開する。

## 7 . 異業種からの参入、新規事業について

異業種から参入する場合、ハードランディングするしか方法はないと考えている。

生き残るのが2割くらいしかなくてもそういう形でやらないと競争力のある企業は生まれて来ない。株式会社である以上は戦いである。その場合、経営者の社員に対する説得力が非常に重要な要件となる。

中小企業にとっては、ITよりバイオの領域が入り易い。ITの場合はチーム力が必要であるが、バイオは個人技が利くところがある。

### 【当社の成功の背景】

異業種へ進出する時代や地域の空気があった（周囲の勢いある環境が重要）

大手企業が技術的にまだ未熟で、中小企業と共に成長する状況にあった。

### 【新規事業の成功パターン】

3グループに分類できると考えている。

事例パターン	<成功率>
創業者が功を遂げ、更に新たなものに挑戦する場合	50%
2・3代目が親への対抗で新たなものに挑戦する場合	10%
大企業で研究して、一部が新事業部として独立していく場合（スピンアウトを含む）	80%

の形で事業を進めるしかないと判断し、当社は売上の1~2割を新規事業開発に充てている。しかし、開発品は当初は売上分と同額以上の赤字が出るため、我慢できるかどうかは社長の強い意志しかない。

顧客の開発に付き合うことで、将来の量産品の受注が期待できる。うまくいきそうかどうかについて、顧客の忙しさを空気で読んで判断することになっている。

<b>エステイケテクノロジー 株式会社</b>		設立	1975年6月
大分県大分市三佐 2468-10		資本金	18,100万円
代表取締役社長 宮川 末晴		売上高 (2003年)	約78億円
TEL 097-527-2161 / FAX 097-522-3001		従業員数	(正) 380名 (準・外) 200名
事業内容	半導体製造装置(バーンイン装置・自動化装置他)の開発製造、LSIテストハウス事業、精密板金/機械加工、販売事業(保険・ゴルフ練習場/ゴルフ用品)		

大分の臨海進出企業群への物流・構内作業を請負う鶴崎海陸運輸(株)の子会社として商事業・構内作業・緑化土木事業・電気計測事業からスタートし、その後電気計測事業部門を強化すると共に、半導体IC検査事業、さらに精密板金/機械加工事業と半導体関連事業を拡充してきた。半導体ICのバーンインテストシステムメーカーとして、国内有力メーカーまで成長を遂げた。バーンインテストシステムをメインとした半導体製造装置の製造販売とテストハウス事業によるテスト業務受託をセットで事業展開している点が当社の特徴である。

## 1. ビジネスモデル

【ビジョン】 『半導体のソリューションプロバイダー』

バーンインテストシステムをメインとした半導体製造装置の製造販売とテストハウス事業によるテスト業務受託をセットで部品加工から一貫請負を目指す。

## 2. 事業の特徴

半導体業界は生産変動が大きく(シリコンサイクル) 体力が必要な事業である。当社は半導体製造装置の開発製造販売とテストハウス事業の双方に展開し、経営の安定化を図っている。

精密加工部門は半導体製造装置向けでフル操業状態にある。

(1) 事業構成 電気計測(55%)、半導体(25%)、精密板金/加工機械加工(20%)

(2) 当社の強み バーンインとテスト事業。コア事業は電気計測に由来。事業メニューの一貫性があり、相乗効果がある(精密とメカトロが支え)。

## (3) 半導体分野への参入経緯

1975年	新鶴海興産(株)を設立。構内事業、緑化土木事業、商事業、電気計測事業、ゴルフ事業
1987年	精密板金工場新設
1988年	半導体第一工場新設
1995年	メカトロ工場、機械加工工場新設
1980年	機械加工工場・組立工場増設。自動機の製造開始
1999年	台湾に合弁会社設立。半導体第二工場新設
2000年	エステイケテクノロジー(株)に社名変更。東京事業所開設
2001年	福岡事業所開設

創業時は海外向け8トラックカーステレオの製造も手がけたが、電気計測部門で東芝大分工場との取引開始（1976年エージングボードの製作）をきっかけとして、その後1980年テストハンドラーの製造、1983年バーンイン装置の開発と拡充してきた。数年前よりバーンインテストシステムは台湾・米国を始め海外顧客にも対応している。

また、半導体検査事業は東芝大分工場の協力会社として1982年よりスタートした。

当時4KメモリーICからスタートし、その後ロジックICと拡充してきた。当初より技術者の育成には特に注力してきた。さらに1999年不特定顧客対応のテストハウス事業に移行してきた。

### 3. ITバブル崩壊時の状況と対応

半導体関連の事業ウェイトが高いため、ITバブル崩壊時は大きな打撃を受けた。

2000年に対し2001年は60%売上が減少し、翌2002年も横ばい、2003年は前年比30%増、2004年は20%増の見通しであるが、まだ2000年の60%水準にある。

低迷時は雇用・外注体制を調整し、拡販に取り組んで乗り切った。

### 4. 事業方針

最先端のバーンイン技術を駆使した次世代システムLSI対応のバーンインテストシステムの開発に注力する。

テストハウス事業は今後ウエハーテスト（プロービングテスト）とテストプログラムの開発に注力する。現在、半導体第3工場を建設中（2005年5月竣工予定）。

### 5. 人材確保・教育

技術者はリターン技術者、スピンアウト技術者等即戦力レベルの採用に注力している。

半導体のテスト領域の技術者が日本全国で不足している中で、当社はテスト技術者を20名以上擁している。

### 6. 連携・ネットワークの展開

#### 産学連携の効果とニーズ

バーンイン装置は九州大学と連携している。溶接では熊本大学と連携している。

大学との連携が必ず必要というわけではないが、スピード経営と自社技術の強化のニーズから大学を有効活用する意味がある。

### 7. 地域集積、立地の評価

『産・学・官の連携/活動』がこの半年近く大変活発化してきたことは、歓迎すべきことであるが、成果が出るのは、まだ先とみている。

最近半導体製造のアウトソーシング先として海外から国内への一部回帰が始まってきた。何でも海外で作った方がメリットがあるというわけではない。幸い大分県、九州地域には東芝、ソニーなど大手企業が集積している為、今後当社も提案力にさらに磨きを懸け、顧客の拡大に努めたいとしている。

<b>株 式 会 社 エ リ ア</b>		設 立	1993年9月
大分県速見郡日出町大字豊岡字岩垣 799-1		資 本 金	7,890万円
代表取締役社長 樋口 嘉		売 上 高 (2003年)	約5億円
TEL 0977-73-2485 / FAX 0977-73-2486		従 業 員 数	70名
事業内容	LSI テスト事業、プリント基板設計製造、電子制御機器開発、ソフトウェア開発、メカトロ機器開発製造		

大手半導体メーカーの協力企業であった地元企業の技術部門がスピンアウトしたベンチャー企業。海外シフトすることが少ない顧客（半導体メーカー開発設計部門など）に焦点を絞り、LSIのテスト解析技術に特化した事業を展開している。10年で10倍の成長を達成し、不況期にも高い伸びを見せ、創業以来、連続増収を維持している。ソフト開発力を活かし医療福祉分野での業務支援システム事業や、不足しているテスト解析技術者の人材育成にも力を入れている。

### 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 半導体メーカー開発設計部門を中心に水平分業化された半導体各工程企業  
LSI テスト事業に特化したビジネス  
<特に今後の日本半導体産業での注力領域である半導体設計部門をターゲットに展開>

### 2. 事業の特徴

設計からテストまでの時間短縮ニーズを背景に、試作期間短縮化を図っている。  
開発投資が大きいので大きく儲かる仕事ではないが、量産品がアジアシフトする中で、開発設計部分は国内に残り非常に活発な受注状況が続いている。  
半導体製造工程におけるテスト解析技術の必要性は、  
設計後の試作品の電子的特性評価、ウェハーテストでのアプリケーション開発  
出荷テストでのアプリケーション開発及び不良品の解析、出荷後の不良解析、である。  
近い将来半導体のテストコストが製造コストを上回るのではないかと懸念されている中、そこにビジネスチャンスを見出し、テストの最適化方法を導き出し、これに対応したアプリケーションを作成し提供している。

#### (1) 事業構成

現状 LSI テスティング事業 60%、その他 40%  
将来 LSI テスティング事業をさらに拡大

#### (2) 当社の強み

テスト・解析技術  
テスト装置の開発からテスト・解析手法の提案まで行えるのが強み  
デバイスが使用される環境を擬似的につくり、電子的特性を解析する。  
例) 温度、圧力、重力、遠心力などの擬似的に与える装置を製作し、その環境下で電子測定器や専用開発した電子特性試験機で実験を行うことができる。

#### (3) 半導体分野への参入経緯

1993年に県内大手半導体企業の協力企業をしていた地元企業の技術部門がスピンアウトして設立した。評価事業で10年の実績を積み、ここ3年でようやく革新的な事業展開ができるようになった。(評価 基板設計 テストアプリケーションのソフトウェア開発)

1993年	エリアを設立 半導体評価解析業務開始	2001年	大分県地域産業育成補助事業認定(県) 中小企業創造活動促進法認定(県)
1995年	プリント基板設計製作開始	2002年	新事業創出研究開発事業認定(県)
1997年	ソフトウェア開発業務開始	2003年	大分県中小企業経営革新法認定(県) 大分県央エリア産官学連携促進事業(県)
1998年	電子制御機器の設計製造開始	2004年	新産業創出重点研究開発事業(県)
2001年	課題対応技術革新研究調査事業認定		

### 3. ITバブル崩壊時の状況と対応

当社は開発部門の評価事業を行っている関係上、ITバブル崩壊時も次期開発商品の評価の仕事が入り、受注・売上共に落ちることなく、むしろ増えた。

### 4. 事業方針

テスト技術にこだわる。新たな事業の柱として人材育成関連に注力する。

#### 新規事業展開

テストのソフトウェア開発力を活かして福祉分野への展開を進めている(介護士支援ソフト・システム、保健師活動支援システム事業)。また、人材不足を背景に人材育成学校の開設を2年後を目標に計画中。また、今後は名古屋の自動車(半導体)が面白いと注目している。

車載用、デジタル家電用デバイスへの需要増への対応。(今後PCよりデジタル家電、自動車向けが増加)

### 5. 人材確保・教育

テスト技術の需要は多く、技術者の不足が深刻な問題(人材教育が最大の課題)  
現在の半導体テスト解析技術の教育を実施している大学等の機関はなく、有能な人材が得られないこともあり、自社でテスト技術者育成カリキュラムを作成し大学と連携はかり、自社社員の育成、他社からの受入を行い、より多くの有能な技術者を輩出する計画を進めている。

### 6. 連携・ネットワークの展開

#### (1) 地域企業連携

大分の半導体活性化を目的とした県内半導体企業連携「SOARING」のメンバーとして、活動。福岡の「設計デザイン」、熊本の「製造技術」との連携も視野に入れ、大分の半導体企業の活性化を図るための注力分野について、大分県とSORINGで検討し、大分県を検査業務の取り込みと「評価解析」と位置づけた。これにより地域連携に必要なインフラ構築などの実施が検討されている。

地域交流による恩恵は同業者や大学、九州半導体イノベーション協議会からの情報によるところが最も大きいと感じている。

#### (2) 産学連携の効果とニーズ

半導体・FPD関連分野ではないが、介護士支援ソフト・システムを福祉に強い大分大学と共同開発した(重度障害者支援をする「太陽の家」から当社に開発依頼)、大分県立看護大学と保健師活動支援システムを共同開発した、等の実績がある。

<b>有限会社合瀬製作所</b>		設立	1968年4月
佐賀県神埼郡三田川町大字吉田 2220-10		資本金	800万円
代表取締役社長	合瀬 一男	売上高 (2003年)	約6億円
TEL 0952-53-3711 / FAX 0952-53-3715		従業員数	40名
事業内容	高速切削加工、精密(マイクロ)切削加工、超硬・耐熱レアメタル加工、複雑加工、三次元加工、機器組み立て(研究用ロボット、造船用検査ロボット等)		

技術ゼロから出発し、九州松下電器(ポンプ関連)の機械加工の下請けをしながら、独自の工夫を重ね、タングステンなどの難加工や小型部品の精密加工を得意とする企業となった。当初は量産の部品しか受注しなかったが、自動機を受注したことをきっかけに、設備の消耗部品の長寿命化など、少量でも高付加価値、高技術の商品分野に事業を転換した。開発型の事業で、難加工・高精度の技術の特色から口コミで仕事が入ってきており、むずかしい仕事であっても断らないことをモットーとしている。半導体製造装置部品やクリーンルームの部品なども手がけているが、リスク回避を目的として顧客の多様化を図り、現在では、系列的な仕事は全売上の5~6%に減少している。

## 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 開発品 (10のうち1つでもものになればという気持ちで対応する)  
 短納期品 小ロット品 生産設備部品(消耗品・部品)

加工技術力をコアとして、少量多品種対応、提案型(ソリューション型)のビジネスモデルを構築。むずかしい依頼にも必ず応えることをモットーとしている。

自社独自性の高い事業内容に転換することで系列を脱し、顧客を多様化。

(1) 事業構成 半導体・FPD製造装置用部品 65%、その他 35%

(2) 用途分野 半導体製造装置各種部品、FPD製造装置部品(コーターヘッド部品)重電用(原子力発電検査部品等)、自動車用(タイヤコード関連等)、ロボット組み立て等

(3) 当社の強み 細穴切削レベル(ドリル穴0.3mm、レーザービーム50~100μ)  
 複雑加工・難加工(三次元切出し加工、タングステン等超硬金属切削)  
 極小局面研削等の技術レベルが高いこと。

口コミ、顧客側担当者の異動に伴う地域の広がり等により、顧客側から声がかかることが多く、独自の営業活動の機会是比较的少ない。顧客の依頼に対して、提案力がある。むずかしい仕事でも断らない。

## (4) 半導体分野への参入経緯

1968年	創業 技術ゼロからの出発。九州松下電器(株)ポンプ事業部の機械加工、及び日本油脂(株)の捕鯨用部品の製作。	1983年	九州松下電器(株)第一事業部自主品質保証(無検査)認定会社となる
1971年	有限会社合瀬製作所設立。電子部品関連治具等の製作(半導体関連を含む)	1987年	九州沖縄中小企業テクノフェアに出、純タングステン加工を開始
1974年	タングステン粉末合金の加工・販売開始	1990年	研究用ロボットの組み立てを開始
1975年	医療機器部品の製作開始	1992年	設備、ユニットの組み立て開始
1977年	ガス開閉器接点の加工開始	1995年	半導体・FPD製造装置部品に本格参入

### 3 . I T バブル崩壊時の状況と対応

ITバブル崩壊時は40%の売上減となった。

対応策としては、若干の要員調整や給与調整、外注調整を実施し、半導体以外の分野の開拓に努めた。また、変動の激しい企業への依存度を下げ、顧客の多様化に努めた。

顧客開拓に当っては、技術者が顧客を訪問して問題点をしっかり把握した上で提案を行うようにした。さらに、大手企業は不況期にあっても次の商品開発をやめることはないので、開発品への対応を強化するようにした。

### 4 . 事業方針

- (1)量産品はいずれ海外シフトし、国内に残るものは少量多品種型の複雑でむずかしいものになると判断し、少量多品種型、開発対応型を迫及する。
- (2)他社にできない高度な精密加工を迫及する（オンリーワン企業になる）。
- (3)少ない工程で要求品質を実現する。大手企業の下請けをしながら自社技術を磨く。
- (4)中国進出については、誘いはあるが、現状は日本と中国に分けるだけの管理者が社内にはないので中国進出は行わない。
- (5)経営のリスク回避のために取引を特定企業に集中させない。

#### 新規事業展開

電力検査部品、FPD装置部品（コーターヘッド部品）など。

### 5 . 人材確保・教育

人が財産。40名中10数名が技能士であり、少数精鋭のソリューション型の企業である。提案力のある人材の育成と資質のある人材確保が重要であるが、少子化の影響もあり、人材確保がむずかしい。

従来高卒者が中心であったが、今後は大卒者中心にシフトすることも考えている。

### 6 . 連携・ネットワークの展開

#### (1) 地域企業連携

佐賀県中小企業振興公社主催の会合には全て参加し、異業種交流の機会も積極的に持つようにしている。

発注方法がより大きな単位で発注する傾向（一括発注）が進んでおり、異業種・同業種のネットワーク、人脈を活用して自社で生産できない部分についてネットワーク対応を進めている。（共同開発・共同生産の連携）

シリコンサイクルによる受注額の変動が大きく、ピークに合わせて設備をすることができない。好況時の供給力不足への対応は、同業者への外注体制が重要となるため、日頃から複数のネットワークを活用しながら行動している。ネットワークのブランドで受注活動する形態にはなっていない。

#### (2) 産学連携の効果とニーズ

具体的に学との共同研究は実施していない。高専の先生に困った時にアドバイスをもらっている。大学等の先生は人脈が広いので、そのネットワークを活用させてもらう点では大いに評価している。

緒方工業株式会社	設立	1947年10月
熊本市上熊本 2-9-9	資本金	2,300万円
代表取締役社長 金森 秀一	売上高 (2003年)	約10億円
TEL 096-352-4450 / FAX 096-352-0807	従業員数	93名
事業内容	表面処理（各種めっき、コーティング、アルマイト処理等）	

1969年、九州NECの指定工場になったことをきっかけにICリードフレームめっき事業に本格参入し、その後、東京エレクトロンや電気化学工業の指定工場になり、半導体関連事業を急速に拡大した。一時はリードフレームめっきだけで全売上高の80~90%を占めるまでに至ったが、リードフレームの先行きが期待できないことを知り、90年代初頭から事業メニューの転換を進め、現在ではリードフレーム以外の事業が全売上高の70%を超えるまでに拡大している。大学や研究機関との共同研究を重ねながらめっき技術を応用した高度表面処理の商品開発を多数行っており、特許申請も行いつつ、高機能表面処理のオンリーワン企業を目指している。また、熊本地域の約20社の企業と連携してインターネットを活用したバーチャルファクトリーを結成し、一括受注、製品受注への対応に取り組んでいるのが特徴的である。

## 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 めっき+（機能、モノ）

「めっき」を事業のコアに据え、高度表面処理により機能性を付加するビジネス加工から製品へ、半導体から半導体以外の分野への事業多角化と事業構造の安定化  
機能材料・微細加工等による技術の高度化の追及（オンリーワン企業を目指す）  
産学・産産連携によるネットワーク構築

## 2. 事業の特徴

●めっきは地域密着型ビジネスである。

顧客の海外移転、低価格化、環境規制で国内の事業環境が厳しく、生き残るためには高度化しかないと考えている。オンリーワン企業としてオリジナルなものを作れば全国展開可能と考えている。

(1) 事業構成 リードフレーム等半導体めっき 20数%、その他70数%

(2) 用途分野 半導体リードフレーム、FPD用ガラス加工テーブル  
食品、自動車、バイオチップなどの表面改質等

(3) 当社の強み オリジナル表面処理（リードフレームめっきの技術力をベースに表面処理技術の高度化を推進）を持っている。

### 特許出願中のもの

オジーブ(OGEP)処理:真空チャンバー対応の電解研磨(放出ガス発生を抑制)

パード(PARD)処理:セラミック専用無電解ニッケルめっき。

オーデント処理:静電気帯電防止処理。FPD大型ガラス基板の割れ防止。

めっき洗浄排水リサイクル処理システム。

### その他の特徴加工

ニポリン処理(摺動性皮膜処理)、 抗菌めっき(神戸製鋼所の技術供与)、 精密電鍍、 八二カム処理等

#### (4) 半導体分野への参入経緯

1947年	緒方めっき工業開設
1969年	九州NEC(株)の指定工場になる。 ICリードフレームめっきに本格参入
1982年	ICリードフレーム用めっき大型自動ライン導入
1986年	東京エレクトロン九州(株)の指定工場になる
1990年	電気化学工業(株)の指定工場となる
1996年	中小企業創造活動促進法の認定を受ける。フッ素樹脂コーティング開始
1998年	オジーブ処理(新電解研磨液)、パード(PARD)処理を開発
2000年	産業技術総合研究所(つくば)と共同研究開始
2001年	生産連携グループ「Gamadas」を結成
2002年	ニボリン処理、オーデント処理開発

一時、リードフレームだけで全売上高の80~90%を占めた。

半導体技術のロードマップを見て、リードフレームの先行きが期待できない(リードからBGA、CSPの形状に変わっていく)ことを知り、事業メニューの転換を開始した。(リードフレームめっきでの蓄積した技術力が力となった)

### 3. ITバブル崩壊時の状況と対応

従来からの事業メニューの多角化の取り組みにより、ある程度リスク分散できたが、ITバブル崩壊時は大幅な売上減となった。もともと変動を前提としたビジネスと認識しており、新旧顧客への営業強化とパート・臨時要員の雇用調整等で乗り切った。不況期は「仕込みの時期」として捉え、情報発信を続け、新規開発に取り組んだ。

### 4. 事業方針

材料の表面改質に対するニーズは広範で将来性が高い。当社はめっき技術にこだわり、表面処理の多様化、高度化を追求する。連携による技術力・営業力・生産対応力を向上する。食品、医療、バイオ等、相対的に変動幅が小さい領域での新事業展開を進め、全体として安定した事業構造を構築する。

### 新規事業展開

めっき加工からめっき製品へ(表面処理した部品・製品を作る領域に広げる)  
産業技術総合研究所(つくば)、熊本県工業技術センターとの共同研究による膜分離技術の開発およびその技術をブラックボックス化した装置開発。工場排水をリサイクルするシステム開発。食品や他業界向け水処理事業へ展開。膜の内製化。モジュール化。  
医療・食品(抗菌めっき:神戸製鋼所 KENIFINE)など半導体以外  
フッ素樹脂とニッケルのコンポジットめっきなどに取り組んでいる。

### 5. 連携・ネットワークの展開

#### (1) 地域企業連携

- ユーザーの依頼がモジュール化しており、これに対応すべくインターネットを活用したバーチャルファクトリーを熊本地域のグループで結成し、「Gamadas」(熊本地域の若手社長・専務等幹部=平均40歳程度)の看板でモジュールの受注を進めている。(現在のままの仕事でよいのかという危機意識から、当社が会長会社となり2001年に20社程度からスタートした。)

#### (2) 産学連携の効果とニーズ

オジーブ(OGEP)処理では、めっき処理技術を熊本大学と共同研究。研磨液の開発は当社自身で行い、大学からは化学、電気、機械、材料、半導体の先生に集まっただき、真空装置内の評価をお願いした。事業化においての評価面では学術的な裏づけが必要であり、課題解決にも学の知恵が大変効果的である。

熊本防錆工業株式会社		設立	1933年8月
熊本市長嶺西1丁目4-15		資本金	3,000万円
代表取締役社長 前田 栄治		売上高	2000年50億円 2001年30億円
TEL 096-382-1311 / FAX 096-383-7735		従業員数	約250名+ 熊防メタル約100名
事業内容	IC用リードフレームの部分銀めっき及びディスプレイ・テーピング加工 ICの外装めっき及びマスキング・リード加工		

脱穀機のめっき業から始まり、三菱電機の熊本進出を機会に協力工場となった。三菱電機熊本セミコンダクタ株のグループ（MSKグループ）の一員として、ICリードフレームめっきの量産の仕事を受け、資本関係のない地場企業間で30年間、工程間の取引を継続している。熊本防錆工業ではIC関連を当社が取り扱い、FPD装置部品のめっき・加工等のIC関連以外のものを子会社の熊防メタルに事業集約している。熊本防錆工業では三菱電機の協力工場として、ICのめっき・加工を行うと共に、三菱電機構内にあった配送センター業務を請負い、グループ会社への資材の配送や製品の受け入れ検査を行っている。

## 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 ICのめっき → 半導体全体のめっき事業へ

- 加工下請け事業+受託業務事業+独立事業の3本柱の事業構築
- 顧客の工程を取り込み経営を安定化させるとともに、ICと新事業を分離し、別会社で経営（事業環境に対応できる経営体制）。
- 本業（表面処理）にこだわり、徹底した低価格対応と技術の高度化によりICから半導体全体へ事業領域を広げる。

### (1) 事業構成

- IC関連100%、熊防メタル（売上高比率全体の約30%）で半導体・FPD製造装置関連の加工を取り扱っている。

業務内容：①リードフレーム 独立事業  
 ②洗浄 独立事業  
 ③IC 協力事業（三菱電機の外注下請け）  
 ④マテリアル 受託事業（三菱電機）  
 ⑤その他 受託業務（ヤマハ等）

### (3) 当社の強み

大手メーカーとの長い期間にわたる信頼関係の醸成により、経営は安定している。表面処理へのこだわりと量産めっき技術力がコア。熊防メタルは液晶製造装置の定盤の大型化に対応できる九州で最大の静電気防止処理設備を保有している（導電性アルマイト、アルミ無電解めっき）。

#### (4) 半導体分野への参入経緯

1923年	前田めっき工業開設
1951年	井関農機(株)熊本工場より受注開始
1966年	熊本防錆工業(株)設立
1969年	三菱電機(株)熊本工場より受注開始。
1983年	IC半田めっき専用工場建設
1984年	ICリード加工部門設置
1988年	ICファイナルテスト開始
1990年	ICフレームのディプレス・テーピング加工開始
1999年	マテリアルセンター操業開始
2000年	洗浄センター操業開始
2001年	めっき事業部を分社化し、熊防メタル設立

#### 2. ITバブル崩壊時の状況と対応

ピーク時(2000年)の翌年にはITバブル崩壊により売り上げが60%水準に減少したが、通常のシリコンサイクルの変動幅はこのようなものと考えており、常に変動に対する準備をしている。資金力と生産・雇用の調整で切り抜けている。

#### 3. 事業方針

●マクロ的にはリードフレームが減少していくとしても、世の中のICが全てBGAなどリードフレームのないものになるわけではないと判断し、今後も半導体リードフレームめっきを中心とする表面処理にこだわっていく方針である。海外シフトしそうな安価な量産品に対しても、品質、納期、コストで勝負できると考えている。少しでもリードフレーム品が国内生産の形で留まる時間が長くなるよう努力を続けることで、業績を確保し、また、将来の量産化を期待してメーカーの開発品には徹底して対応しながら、IC事業から半導体全体の事業に広げていきたいと考えている。

#### 新規事業展開

表面処理はビジネスチャンスがある領域と考えている。

めっき技術者が半導体プロセスに関わることで、新たな技術革新が生まれている。

たとえば、携帯用フレキシブルプリント回路としてポリイミドフィルムに必要な配線のみ、めっきすることもできる。(コスト削減効果) そのほかウェハプロセスにもめっき技術で革新的な改善策があるのではないかと大学の先生の見方もあり、期待を寄せている。

#### 4. 連携・ネットワークの展開

##### (1) 地域企業連携

半導体の範囲で地域企業と共同研究を行っている。

地域コンソーシアムに参加して人脈が増え、ビジネスチャンスを期待している。

##### (2) 産学連携の効果とニーズ

試作段階の現実的なものと、将来的に夢のあるものをミックスして複数案件について学との共同研究を進めている。産学連携によるビジネスチャンスは当てにしているわけではないが、継続して積み重ねていると成果が出てくると考えている。

株式会社ピーエムティ		設立	1991年10月
福岡県粕屋郡須恵町大字佐谷 1705-1		資本金	5,000万円
代表取締役社長 京谷 忠幸		売上高 (2003年)	約15.3億円
TEL 092-933-3110 / FAX 092-933-3115		従業員数	38名+パート約50名
事業内容	各種自動化、省力機械の設計製作、NC微細加工機・三次元測定器の製作、各種金型の設計製作、セラミックス及び超精密治工具の加工、半導体装置、計測機器等の販売		

社長がセラミック関連の企業出身者で、資金ゼロから創業した。ネットワークによるものづくり(アウトソーシング)からスタートし、現在では「超精密」をセールスポイントとするNC機械装置及び三次元測定器の設計製作、超精密治工具の加工等を行う企業に成長している。主力商品はレーザー液晶ITO除去装置、セラミック部品。アウトソーシングに当っては品質管理だけはしっかり自社で行い、ブランドを作りながらやがて自社でもものづくりを開始し、さらに産学連携で技術の向上を図ってきた。検査装置の精度が製品より1~2桁高精度を必要とすることが、技術力アップにつながっている。これまで金型技術 セラミック技術、金型技術 製品技術 検査装置 高精度製品へと市場・顧客の動きに合わせて3~4年で次々に事業を転換しながら展開してきたが、赤字の経験はなく経常黒字を出し続けている。

## 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 ナノテクノロジー、バイオの世界

顧客のニーズに基づき、最先端の検査・加工技術を活用した課題解決型事業  
~ 市場変化に対応した機敏な業態転換(高精度加工をベースとして) ~

中国(上海、深圳)で日系企業向け電子部品の組み立てと金型部品供給を実施。将来は海外でのものづくりを目指す。

### (1) 事業構成

半導体関連 70%、  
FPD 関連 3%、その他 27%

### (2) 用途分野

生産ライン、研究室

### (3) 当社の強み

高精度研削加工(ナノオーダーの精度)  
高精度計測機、自社研究用のクリーンルームを保有。

世界にナノレベルのマスター原器が少ないので当社自身でガラス原器を基にセラミック原器を作る等、世界のトップレベルの精度競争力を有するとみられる。電子顕微鏡で測定しながら100nmの精度で部品加工し、0.5μmの精度の卓上型三次元計測機を開発。(世界に1μmの精度を保証できる場所はないと言われる)。その他つくばの産業総合技術研究所や多くの大学へ専用装置の納入実績もある。

### (4) 半導体分野への参入経緯

- |       |  |
|-------|--|
| 1991年 | ピーエムティ設立(半導体の金型からスタート)   |
| 1998年 | 開発1号機マイクロサーボプレスシステム完成<br>東京大田区に東京営業所を開設  |
| 2001年 | 中国上海の日系企業への出資、技術提携<br>精密小型プレス機のシステム完成  |
| 2002年 | 卓上型NC微細加工機完成<br>福岡県地域産業技術改善補助金を受け卓上型ATC付きNC微細加工機開発   |
| 2003年 | 福岡県地域産業技術改善補助金を受けYV04レーザー加工機の開発<br>経済産業省地域コンソーシアム産学官連携開発補助金を受けマイクロナノファブリケーションシステムの開発(九州工業大学、安川電機、東陶機器ほかとの共同研究) |

3~4年で事業転換できる理由:  
しっかりしたアウトソーシング体制  
進化できる理由:  
顧客ニーズしか見ない  
(自社の都合を入れない)

## 2 . I T バブル崩壊時の状況と対応

2000年ピーク時に対し2001年59%、2002年65%、2004年見込み88%とITバブル崩壊の影響を受けた。この産業は20~30%の変動を覚悟し、雇用を柔軟にする一方、人が財産なので、社員に希望を与えて人が辞めない会社作りを心がけ、雇用を守った。また、特定企業への依存度を30%から10%以下に減らした。その他、金型中心の業態から自社商品開発に力を入れ産学連携等による技術習得でNC制御や超精密測定器への機械作りへ進化させた。

## 3 . 事業方針

高精度の加工技術力、開発力と連携力(アウトソーシング)を駆使して最先端の加工技術を追求め、ニッチ領域のオンリーワン企業を目指す方針である。

中小企業のものでつくりの方向としては、難度の高い方向に進むしか生き残る道はない。当社の技術力をベースに「企画提案力」、「企(機)動力」、「スピード」をもって次はナノバイオを狙う。また、当社を企業の研究所として位置づけてもらう。工作機械では安くしか売れないので専用加工機として高付加価値化を図る。

### (1) 販路開拓

- 営業は展示会を活用。2004年はナノテクノロジー展やマイクロマシン展など5展示会に出展する。特にナノテクノロジー展とマイクロマシン展が効果がある。

### (2) 新規事業展開

- FPDは大型化の方向。投資コストが大きくリスクが大きいので、ナノの方がよい。ナノの世界が始まり測定機器が変わる。検査装置も外販する。ナノの世界=バイオの世界 → 測定器需要 というビジョンを持っている。

## 4 . 連携・ネットワークの展開

### (1) 地域企業連携

- 異業種交流を積極的に進めた。行政・業界活動のいろいろな委員、役員を引き受け地域活動にも参画し、人脈が広がっている。また、九州経済産業局の地域コンソーシアム参加やNEDOの助成研究で技術力が1ランク上がった。
- 競争性のない5社で広域ネットワーク(東京、栃木、大阪、滋賀、福岡)を運営。

### (2) 産学連携の効果とニーズ

- 半導体の世界で $0.1\mu\text{m}$ が作れるようになり、微細化で大学の世界と結びつきやすくなってきた。5年前から産業総合技術研究所の研究会に入り活動している。
- 今や、大学や研究所と連携しないとビジネスはできない。独立行政法人化で大学が情報をくれるようになり、これから大学に研究テーマを出していきたい。
- 産学連携は全て自己責任。積極的に続けていくうちにやるべきことが見えてくる。
- 知名度が上がり優秀な人材が確保出来るようになった。

## 5 . 地域集積・立地に対する評価

- 九州は半導体集積が進み活発である。FPDは動き始めたところ。今では東京より九州の方がビジネス上良い(雇用面、土地、アジアに近い)。しかし、大手企業の研究所が首都圏にあるため、先進的情報の入手は中央にすることが必要である。
- CAD/CAMで済むもの( $100\mu\text{m}$ の世界)は中国に移る。 $1\mu\text{m}$ 以下の世界は匠の世界でインフラや人材が整っていないと無理で、国内でもハードルが高い。その技術伝承は中国ではむずかしく日本に残る。技術が海外に移るには時間がかかる。

テック精密株式会社	設立	1990年6月
福岡県遠賀郡遠賀町大字尾崎 1666-2	資本金	2,000万円
代表取締役社長 武谷 富雄	売上高 (2003年)	*****
TEL 093-293-0999 / FAX 093-293-0991	従業員数	25名
事業内容	半導体金型、装置設計製作（主力事業）、精密部品、表面処理	

NTT 向けのコネクタ用金型メーカーに勤務経験のある社長が福岡県で端子用金型業として創業した。顧客からフィルムをカットする要求があったのをきっかけに寸法精度管理から面精度管理に転換し、金型の鏡面加工による面粗度の追求を始め、様々なローテック技術の組み合わせから面粗度 2~5nm という高精度技術の抽出に成功した。さらにその加工ノウハウを全てデジタル化することで精密研磨加工の無人化と低コスト化を実現した。これらの技術により金型の長寿命化、金型クリーニングの頻度の大幅削減が可能となり、顧客のコスト削減に大きく貢献できたことや、個別顧客の課題に対応して工夫を凝らす金型作りが評価され、沖電気の海外工場から始まり、ロコミでほとんどの半導体メーカーに参入している。(日系海外工場向けも多い)業績面では赤字経験がない。

## 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 高度な平面粗度コントロール、安価な装置(金型加工装置、モールドイング装置)の開発とモールド型・加工

ローテック技術の組み合わせによる高精度技術の実現と、その加工ノウハウのデジタル化に基づいた 24 時間無人操業による高品質低価格の実現  
 金型の長寿命化、メンテナンス回数削減、品質向上(めっき付着トラブル防止)を通して顧客の生産コスト削減に寄与することによる顧客の信頼獲得及び業績拡大

(1) 事業構成 半導体関連 100%

(2) 用途分野 半導体リードフレーム、トリミング、フォーミング金型、装置、精密部品

(3) 当社の強み 鏡面研磨、ノウハウのマニュアル化デジタル化による無人 24 時間加工  
 面粗度のコントロールができることが重要なノウハウ

- 金型構造の特許取得、製品の曲げ方の特許も申請中。2~3年メンテナンスフリー。
  - ・ダイヤモンドコート付き鏡面金型、
  - ・ダイヤモンドコート付きローラーフォーミング（リードの曲げ加工）金型

### (4) 半導体分野への参入経緯

- 1990年 テック精密設立。端子金型の製作販売を開始
- 1993年 精密研磨加工の無人化。精密部品の製作販売  
 リードフレーム金型の設計製作販売開始
- 1995年 モールド金型部品の製作販売開始
- 1997年 精密部品の鏡面加工に成功、金型の大幅長寿命化を実現
- 2000年 中小企業庁より表面加工の認定を受ける

## 2. ITバブル崩壊時の状況と対応

- アジアの日系工場向け輸出など海外工場へも納入しており、コストダウンニーズの高まりで影響は軽微。

半導体ビジネスは波が大きいので、顧客への提案力で信頼を獲得してきた。

信頼が得られれば不況時に落ち幅が小さくなる。

## 3. 事業方針

「先進技術依存」ではなく、「ノウハウの創造」を重視していく方針である。

同じ加工機械を使用しても、加工条件を組み替えただけで従来の面粗度の限界であった60～80nmから2～5nmに引き上げることができた経験に基づき、あらゆる加工方法・条件の組み合わせから更に高度な技術を抽出できる可能性が無限にあると考え、「やりたいことに対してどういうやり方をするかが全て」と事業の方向を定めている。

発見した最良の方法をマニュアル化、データベース化することで全て無人加工化し24時間稼働、要員数を増やさないことでコスト削減、品質安定を実現する。

モールド型の加工体制を構築し、プレス型と両方で不況に強い体制を作る。



全ての半導体メーカーと信頼を構築し対等に付き合う。値上げはしない。

中国に製造部分は出さない(ノウハウ流出防止)。型の補修などアフターサービスに限定して海外に出す予定である。

(1) 販路開拓      口コミで広がる。

(2) 新規事業展開

- 加工と測定を同時にやることを考えている。安価な平面研削と検査装置の開発、モールド型をやりたいと考えている。

## 4. 人材確保・教育

- 従業員25名全員に製造経験があり、金型コンサルができ、開発能力がある。途中入社社員は期待するように変化しないので新卒社員の方が良いと考えており、地元高専新卒者を中心に採用している。

株式会社大川金型設計事務所		設立	1972年7月
大分県速見郡日出町大字大神 32-2		資本金	5,000万円
代表取締役社長 大川 満智子		売上高 (2003年)	約5億円
TEL 0977-72-2845 / FAX 0977-72-2863		従業員数	50名
事業内容	製品設計・金型設計・製作、プラスチック射出成形（IC用トレイ、リール、チップトレイ） 小型モーター開発、三次元画像処理システム		

金型設計技術、三次元画像認識技術を活用し、日本、インド、フィリピンの国際的分業体制により TI 社の全世界の生産拠点及び地域に集積する大手企業向けに、精密プラスチック部品の量産供給や、検査事業を行う企業である。

創業者が大阪にて金型設計事務所を創立し、金型製造、プラスチック成形加工、大手メーカー、商社への金型成形の技術指導をしながら、日立製作所京都工場との取引をきっかけに当社を大分県に設立した。その後、松下電器、TI、東芝、ソニーと地域の大手半導体メーカーとの取引を拡大。金型設計技術と射出成形設備をベースにプラスチック IC キャリアケースを約 10 年間業務の中心としている。また、地元日本 TI（日出工場）からロボット制御のソフト開発の依頼がきっかけとなり、インドの技術者を活用したソフト開発が当社の新規事業のコアとなる三次元画像認識システム開発とインド活用の基礎となった。三次元画像認識システムを活用した検査業務が自動車メーカーからも来ており、今後半導体分野への適用を検討している。地域には大手半導体メーカー各社、自動車メーカー、キヤノンが集積しており、射出成形品と検査の仕事は豊富にあるが、人材不足が課題となっており、研究者育成とインドとの連携強化に取り組んでいる。

## 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 IC モールド加工、自動車及びカメラ用プラスチック部品の供給及び検査業務  
金型設計技術、三次元画像認識技術の活用と国際的分業体制による精密プラスチック部品の量産供給および検査業務、及びインドビジネスの展開

(1) 事業構成 半導体関連 85%、  
その他自動車関連他 15%

(2) 用途分野 IC キャリアケースが中心

(3) 当社の強み 金型設計技術と高精度プラスチック量産技術、三次元画像処理システム、  
インドとの連携、インド人の優秀なスタッフによるソフト開発力

### (4) 半導体分野への参入経緯

1963年	大阪にて金型設計事務所創立		共同開発
1965年	金型製作開始	1991年	インドのバンガロール金型トレーニングセンターの技術指導開始
1966年	プラスチック成形加工開始	1993年	TI ワールドワイドとの取引開始
1968年	大手メーカー、商社に金型成形の ～ 技術指導開始	1998年	(株)東芝との取引開始
1973年	大川金型設計事務所設立。 (株)松下電工との取引開始	1999年	(株)ソニーとの取引開始
1978年	電子部品の製作・組立開始	2000年	IC チップ用射出成形品工場を建設、 製造開始
1979年	(株)松下電器との取引開始	2001年	ソフト開発事務所エムエーデザイン 完成センター完成
1981年	(株)九州松下電器とモールド成形の		

- 当社の特徴は、人材不足の解消を特にインドに求めたところにある。当初、ソフト開発の着手に当って TI バンガロール新技術開発部長を訪ね、インドの技術者二人を日本に招いてソフト開発を進めた。現在はインド、フィリピンに海外拠点を設置し、アプリケーションソフト開発をインドとフィリピンでこの 7~8 年間、各 20 人程度で行っている。また、インドでは金型設計も行っている。

## 2 . I T バブル崩壊時の状況と対応

2000 年 9 月 ~ 2001 年 2 月に新工場建設を進め、2 月に完成した頃バブルがはじけた。キャリアケース月産 50 万個から 150 万個への能力アップを計画していたが 2001 年 3 月には月産 5000 個と 1/100 となる惨澹たる状況となった。厳しい状況がその後 2 年続き、現在月産 25 万個水準に回復している。対応策は一時的なレイオフと借金で凌いだ。

## 3 . 事業方針

金型を原点に、半導体から自動車、カメラ関連に事業展開し、また、三次元画像処理システムを活用した検査業務を展開することで事業の安定を図る方針である。さらに、インドは今後高成長が期待されインドとの連携強化など国際的視野で事業を考える。中国のリスクの大きさ、ベトナムの市場の小ささを考えると、これからはインドしかないと考えており、いずれも厳しい仕事であるが、厳しさは社員の仕事の教育になると考えている。高品質で TI 全社向けに 36% のシェアを持っている。高価格のためピーク時の 1/5 の数量に減少しているが、低価格競争による量の拡大はしない。

### (1) ビジネスの見直し

ビッグサイトや幕張メッセでの展示会に出品し、多数の引き合いがあったが成約にはほとんど至らなかった点を反省し、技術者を含めてビジネスの仕方を見直した。また、外資企業との取引から、顧客が満足する製品ができるまで取引が完了したと認識しないという金型屋特有の商慣習に問題があることを強く認識し、以後、取引仕様に基づく契約 = 段階別に契約を切っていく方針に切り替えた。マーケティングの重要性を認識している。

### (2) 新規事業展開

- 1 台の単眼 CCD カメラで微細加工状況を三次元画像解析処理できる安価な装置を開発した。プリント基板の検査に応用でき、人間が顕微鏡でチェックする従来の検査法で発生する 15% ほどの不良見逃しを解消することができる。液晶用ポリイミドフィルムの変色、色むら検査にも使える。この装置を使えば中国、東南アジアのコストに勝てる。
- その他、自動車のドア内部の検査、日よけ部品、サイドミラーの塗装色の違いや部品チェックなど、自動車部品だけでも応用領域は多い。

## 4 . 人材確保・教育

### 【海外人材（ドクタークラス）の活用】

- インドは優秀な人材が多く、またネットワークが広く、世界レベルで助け合いができるので、当社への貢献度が高い。フィリピン人もよく勉強するので、フィリピンの拠点で採用している。日本人はインド人に比べハングリー精神に欠けるため、企業 OB を数名雇用して若者の教育につけることを考えている。

<b>株 式 会 社 サ ン テ ッ ク</b>		設 立	1973年3月
福岡県鞍手郡鞍手町大字中山 55-3		資 本 金	14,500万円
代表取締役社長 杉山 展夫		売 上 高 (2003年)	約30億円
TEL 0949-42-6991 / FAX 0949-42-8027 八代 TEL 0965-45-3236 / FAX 0965-45-3238		従 業 員 数	全社 250名 八代工場 50名
事業内容	半導体製造装置・各種自動機・治工具・各種金型の開発設計、 精密部品加工・組立・調整、キャリアテープ、トレイ		

IC用精密金型で培われた技術をコアとして、半導体製造装置や各種自動機、プラスチック成形品、ICキャリアテープ、トレイなど事業を広げ、設計・製造を自社で一貫生産している。独立系の企業として個々の顧客の要望に対応し、大手メーカーと幅広い取引がある。ヤマハのオートバイ用検査治具や液晶関係の精密部品（薄膜用コーターノズル）の生産など、IC関連以外の分野も手がけている。

### 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 自動検査装置を開発し、検査分野に注力。

精密金型をコアに据え、装置から治具・精密加工部品設計製作、組み立て、調整まで、自社で一貫加工し、顧客の要望に幅広く対応するビジネスを展開。

### 2. 事業の特徴

#### (1) 事業構成

売上比率は金型・装置 50%、  
キャリアテープなど 50%

半導体製造装置関係 64%、液晶関係 20%、  
二輪車検査治具 10%、成形金型 7~8%

#### (2) 用途分野

半導体製造装置(リードフレーム、  
モールド用)、マニュアルプレス、後工程  
用製造装置・液晶関係・二輪車検査治具、  
三次元成形金型アルミ電解コンデンサ用の  
絶縁板

#### (3) 当社の強み

自社で一貫加工しており、  
個々の顧客の要望に対応  
できる。大手メーカーと幅広い取引がある。  
(東芝、デンソー、シャープ、松下電子、三菱  
電機、ルネサス、NECの協力会社、アイシン  
九州等)  
多用途に対応できる装置。穴の内面鏡面研磨、  
熱処理、めっき・コーティング加工等幅広い業者  
との連携。高精度キャリアテープ:1.0×0.5mm  
は打ち抜きで、0.6×0.3mmはエンボス加工で。  
金型は10日くらいで製作。

#### (4) 半導体分野への参入経緯

1973年	北九州に(有)杉山製作所創業
1975年	半導体金型に進出
1979年	顧客ニーズに対応して半導体製造装置を 自社開発で開始(金型+装置) (有)杉山製作所の営業販売部門として 三協精工(株)設立八代工場設立
1984年	鹿児島八代工場設立。鹿児島富士通に 近接立地
1989年	八代を中心に生産工場を建設 5工場体制に拡張
~90年	中小企業創造活動促進法の認定を受け る。フッ素樹脂コーティング開始
1992年	(株)杉山製作所と三協精工(株)が合併。 社名を(株)サンテックに変更
1998年	エンボスキャリアテープ事業着手(平山 工場・京の上工場で生産開始)
2002年	液晶関係の精密部品(薄膜用コーター ノズル)の生産

### 3. ITバブル崩壊時の状況と対応

ITバブル崩壊時は八代工場で40%程度売上減少した。(2001年は前年比20%減、2002年も同20%減 2003年には回復)バブル崩壊前は90%強が半導体関連であったが、バブル崩壊後、油圧治具、検査治具(ヤマハほか)に注力。

<b>昭 和 産 業 株 式 会 社</b>		設 立	1964 年 2 月
山梨県韮崎市上の山 3850		資 本 金	3,000 万円
代表取締役社長 岩下 明彦		売 上 高 (2003 年)	約 21 億円
TEL 0551-22-8601 / FAX 0551-22-8602		従 業 員 数	160 名
事業内容	半導体・FPD 製造装置の製造、放送通信機器の製造、各種プリント基板実装		

「信頼される明るい会社」をモットーに、地域に密着した地元企業として発展してきた。一貫してもの造りを追求し、特に一品対応が得意。設計～製造～最終検査まで一貫製造できることが特徴であり、環境の整備された広いラインを保有し、変則発注・短納期対応の量産ロットの製造にも対応できる。社員のスキルや、やる気が高い。

## 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 特注品 OEM 生産

OEM を追及。“製造（もの造り）”に徹する。独自製品の開発・製造・販売はしない。  
一品もの（特注品）への積極対応（何でも対応）。

設計～製造～最終検査まで一貫で実施しており、「こんなものを造って欲しい」と提案・アイデアを持ち込んでもらえば、あとは全て当社で対応する。  
独自製品の開発・製造・販売はリスクが大きいため行わない。

## 2. 事業の特徴

半導体製造装置（メタル成膜装置）や FPD 製造装置の製造、放送通信機器の製造、各種プリント基板の表面実装等を行っている。放送通信機器をはじめ半導体・FPD 製造装置が一品もの生産であるため、単品の「造り込み」に強みを持っている。半導体・FPD 関連事業は好不調の波が激しく、あまりうまみのある商売だと感じていない（装置関係の製造業は全般に厳しいと認識している）。

### (1) 事業構成

半導体・FPD 関連装置 25～30%、放送通信機器関連装置 40～45%、  
プリント基板実装他 30～35%

### (2) 半導体・FPD 関連産業への参入の経緯

当社は 1964 年の設立で、抵抗器製造（リード線）としてスタートし、その後放送通信機器の製造（アッセンブリー）に進出した。1975 年頃にテルメック（現東京エレクトロン

AT)が葦崎に進出し、製造ができる企業を探していた事情等で当社に引合いがあり、取引が始まった。

取引関係(形態)は、大手メーカーの下請けとして参入し、現在も大手メーカーの下請けである。

半導体・FPD 関連事業の展開においては、品質面において、キズやゴミに苦労したが、放送通信機器の製造が一品生産で、リードタイムも似ていたため、それほど違和感はなく、造り込む技術力を活かすことができた。

### 3 . I T バブル 崩 壊 時 の 状 況 と 対 応

ITバブル崩壊時は約36%の売上減と大きな影響が生じた。

2000年	約20億円
2001年	約13億円(ITバブル崩壊の影響)
2003年	約21億円

雇用調整(190人 130人)を実施したほか、半導体・液晶事業、あるいは放送通信事業間の要員の相互調整を行い、新規顧客の開拓に努めた。

### 4 . 事 業 方 針

今後は、現在のスタイル(受託生産・一括生産)をベースにしながら、あくまでも“製造(もの造り)”にこだわっていく。独自製品の開発・製造・販売はリスクが大きく(資金回収が長期化する。加工業は現金商売)現在は考えていない。現在、ベンチャー企業と新規事業を推進中であるが、当社の役割はもの造りに徹している。

事業メニューも現在のバランスを維持していく方針。半導体・FPD 関連事業は好不調の波が激しいため、現状程度に留める。

### 5 . 人 材 確 保

人材の確保が困難。特に協力要員(期間工等)は、工場等での経験があるということで応募があるが、当該産業は一般の工場ラインとは勝手が違うようで、短期間だけやるには馴染まない業種と思われる。したがって、県外からも人の受入れを行っているが、すぐに辞めてしまう人が多く、地元の経験者の取り合いになっている。

日邦プレシジョン株式会社	設立	1984年3月
山梨県韮崎市穂坂町宮久保734	資本金	5,000万円
代表取締役社長 古屋 賞次	売上高 (2003年)	13~14億円
TEL 0551-22-8998 / FAX 551-22-8996	従業員数	110名
事業内容	半導体製造装置・検査装置の設計・製造（搬送系、エッチング装置、周辺機器および関連部品含む）、FPD製造装置・検査装置の設計・製造、同周辺機器の設計・関連部品の製造（搬送系、エッチング装置、周辺機器および関連部品含む）、光学関連機器製造（赤外線分光装置、赤外線顕微鏡等）等	

設計に加え、一貫製造の造り込み力が当社の強み。特に近年は装置の一括受注製造が増えており、製造ノウハウが当社に蓄積されている。また、大型化に対応した最新鋭の設備保有も当社の特徴。特に搬送系を得意としており、このノウハウを活かして半導体・FPD 関連装置以外の分野にも広げていきたいと考えている。

## 1. ビジネスモデル

OEM事業+独自製品の開発（大企業の販売ルート活用）  
特定企業への依存度が高い

## 2. 事業の特徴

東京エレクトロンAT(株)の協力工場としてOEM生産をしている。加工・製造は、短納期・大量生産・小ロットに対応。設計部門を持っているため、一貫製造ができ、難しい依頼にも対応できる。

大手装置メーカーと設計部分も共同で行っている（それも強みの一つ）が、実際の装置製造を全面的に受託しており、造り込みやプロセスの改善等のノウハウが蓄積されている（当初はある装置について、特定の工程だけを任されていたが、現在は最終検査も含めて一貫製造）。FE（フィールド・エンジニア：現地で問題等に対するサポートを行う技術者）の派遣にも対応している。

顧客からモジュール発注されるようになり、ノウハウの蓄積が高まっているが、一方で収益性の低い仕事も増えている。

### (1) 事業構成

売上構成：半導体・FPD関連 約80%、その他 約20%

### (2) 当社の強み

加工・製造技術力をベースに、設計対応が可能であるのと大型化に対応した設備 保有(クリーンルーム、クレーン、フォークリフト、大型キャスター（非接触型）等)である。  
造り込み、一貫製造。

### (3) 半導体・FPD 関連産業への参入の経緯

当社設立時からテルメック（現東京エレクトロン AT）の協力工場として操業（設立当初から本業）。設計機能は設立当初から保有。

ほとんどノウハウがない状態からの参入であったため、生産設備（場所の確保とクリーン度の問題）技術者の問題（人数不足と技術不足）短納期に対する生産対応力等の点で苦労した（当初はテルメックから相当の技術サポートを受けた）。

### 3 . I T バブル崩壊時の状況と対応

IT バブル崩壊時は 10 億円を下回ったが、2003 年には 13～14 億円で回復している。

IT バブル崩壊時、売上高が 10 億円を下回るなど、かなりの打撃を受けた。人員についても約 30 人の雇用調整を行い、何とか乗り切った。

取引地域を拡大して、積極的に営業活動を行ったが反応は厳しいものであった。

### 4 . 事業方針

新規事業の確立による事業リスク分散。

半導体・FPD 関連分野は波が大きい（液晶はそうでもないが、半導体が大きい）ので、搬送技術を活用した新規事業と光学関連事業を半導体・FPD 関連事業と並ぶ 3 本柱となるよう育てる（まずは、半導体・FPD 関連事業の比率が全売上高の半分程度になるようにしたい）。

特に近年、セットメーカーからの価格面での要求が一段と厳しくなっていることもあり、新たな事業を確立したいと考えている。

今後は現在の主力事業である大手企業の受注生産を行いながら、独自製品の開発を目指したい。

当社は特に搬送系（設計、技術）を得意としており、搬送技術を活用したもの造り（半導体・FPD 関連製品にこだわっていない）を提案していきたいと考えている（ただし、自社での販売までは考えていない。あくまでも受託生産）。また、光学関連事業も拡大していきたい。

### 5 . その他 - 産学連携、ネットワーク、地域集積の評価等

展示会等への出展経験はないが、情報収集のため、担当者を積極的に参加させている。

また、設計部門については、大学等との研究会に参加しているほか、新規事業開拓や交流会等への参加して、情報収集やネットワーク構築に努めている。

<b>株式会社カウベルエンジニアリング</b>		設立	1974年3月
長野県佐久市長土呂 1739-1		資本金	6,000万円
代表取締役社長	坂川 卓志	売上高 (2003年)	約14億円
TEL 0267-67-1511 / FAX 0267-67-1513		従業員数	110名
事業内容	半導体(CMOS センサー)の実装、映像電子機器等の生産、ソフトウェア開発等		

「信頼される技術で明日を作る」をモットーに、音響から映像に至る電子機器製造の一貫生産を展開。現在は、システム設計、デバイス生産、電子事業の3部門を事業の柱として、受託生産をベースにしながら、独自技術を活用したオリジナル製品の開発に傾注している。ピンチをチャンスに変えながら成長を遂げてきた。

## 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 オリジナルチップによるニッチ TOP

OEM 事業 + 独自製品・部品等の開発 (“ 開発型企業 ” への転換)

OEM 事業で技術力と経営の安定を図り、独自製品・部品等の開発で技術力向上と新規顧客の獲得と事業拡大を図る。

下請け体質から脱却して、独自技術を持つことが生き残る道。

## 2. 事業の特徴

映像電子機器生産を行う電子事業部 (もの造り力)、ソフトウェア開発・回路設計等を行うシステム事業部 (製品開発力)、半導体 (CMOS センサー) の実装を行う DT(Device Technology) 事業部 (技術力) の3機能のバランスがとれた総合力で、開発型企業を目指した事業展開を進めている。

これは当初から意図されたものではなく、常に「どうすれば、生き延びられるか」ということを自問自答してきた坂川社長の節目節目における決断と行動の結果である。

もの造りにおいては自社製品や大量生産・小ロット対応 (受託生産) を実現し、製品開発ではハードウェア開発 (回路設計・FPGA 設計、治具製作等) とソフトウェア開発 (通信系・制御系・組込ソフト・マイコン系) でコア技術の確立を目指し、主に携帯端末用の半導体の実装を行っている DT 事業部ではクリーンルームや最新鋭の設備を整備し、対応している。

### (1) 事業構成

DT 事業部 約 50%、システム事業部 20~25%、電子事業部 25~30%

(システム事業部がアップ傾向、電子事業部は横ばい)

この10年間で売上はほぼ倍増したが、ITバブル崩壊時は大きなダメージを受けた。各事業部とも主要取引先は、3～4社。

## (2) 当社の強み

コア技術は「無線」。非接触カード（ICカード機器）をOEMでやっている。

## (3) 半導体・FPD関連産業への参入の経緯

当社は1974年にオーディオ製品のアッセンブルメーカーとして設立（電子事業部）。その後、セットメーカーの海外生産が本格化し、経営が難しくなってきたため、映像分野（8ミリ、ビデオ）に参入（業務ビューファインダー、携帯電話等のバックライトの生産）。しかし、この分野も海外生産に移ってきたため、下請け型企业からの脱皮を模索し始めた。その第一歩として、バブル経済が崩壊し始めた1991年にシステム事業部を新設し、“開発型企业”への転換を目指す（独自技術、独自製品の必要性を痛感）。こうした経験を踏まえて、電子機器・部品等の技術ノウハウを修得していったが、半導体関連産業への直接の参入は、ITバブルが崩壊し始めた2000年。取引企業からの引合いがきっかけ。大手メーカーの下請けとして参入し、現在に至っている。クリーンルームの整備など数億円の設備投資を費やしたが、バブル崩壊で地価も下落していた時期で比較的うま味のある投資だった。

また、半導体関連の技術などプロセスの構築に苦労したが、取引先企業等からの技術支援を受け、当社から取引先企業にも人材を派遣し、積極的に講習会等に参加した。

## 3. ITバブル崩壊時の状況と対応

ITバブル崩壊時は大きなダメージを受けた。

既存顧客からの受託事業範囲の拡大と新規顧客の開拓に努める一方、正社員の採用を極力抑え、派遣等で対応した。

## 4. 事業方針

現在の大手企業の下請け業務を行いながら、独自製品・部品等の開発を目指す。具体的には、OEM事業の拡大とオリジナルチップの開発。後者については、設計・デザイン～生産まで当社一貫で手掛けたいと考えており、ニッチ産業でもよいから市場をpushしたい。（新規事業開拓に注力）

今後の事業バランスは、変動幅の大きい半導体関連のウエイトを若干下げていきたい。

## 5. その他 - 産学連携、ネットワーク、地域集積の評価等

地域的には（当地は）やや距離はあるが、信州大学との産学連携事業や長野テクノ財団主催の講習会など、必要に応じて外部機関等との情報交流会には参加。

<b>有限会社都波岐精工</b>		設立	1978年8月
長野県岡谷市若宮 2-5-58		資本金	1,450万円
代表取締役社長 齋藤 公一		売上高 (2003年)	約6億円
TEL 0266-24-0338 / FAX 0266-22-6790		従業員数	30名
事業内容	精密機器・装置類の受託生産（カメラ、液晶、半導体、プリンタ関連等）、 精密プラスチック金型、各種治工具設計製作、自社製品（貼付装置等）等		

「時代のニーズにあった創造性と開発力によって優れた品質と製品を生み出すこと」が当社の考え方であり、進むべき道。現在は受託生産のウエイトが高いが、高度な技術力をベースに将来は研究開発型の企業を目指している。

## 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 頭脳集団（研究開発型の企業を目指す）

OEM事業 + “開発型企業”（独自製品の開発） = 大企業の販売ルート活用  
大手企業との共同研究開発（研究開発資金の軽減）

## 2. 事業の特徴

近年は受託生産をベースにしながらか高度な技術力を活かし、「独自性」を追求しており、“研究開発型企業”に変わりつつある。その一環として、コア技術を活かして「知的財産」で勝負しようと考え、4年前に特許を取り始めた。

自社製品のキーワードは、「環境」。現在は環境の視点から、貼付けというコンセプトのもとにシート（装置類の安全カバー、クリーンストッカー装置等）やフィルム関連（真空貼付装置、ウエハ用テープ貼付機等）に注力している。

### (1) 事業構成

受託生産のウエイトが高い。

全売上高に占める半導体・FPD関連の売上比率は約40%。

取引先は大手企業が中心（セイコーエプソン、NECエンジニアリング、NTN、日立設備エンジニアリング等）で、高い技術力が評価されている。

### (2) 当社の強み

当社は加工技術力を背景に精密機器・装置類製作に強みを持っている。特に“貼付け”の技術にこだわりを持っている。

### (3) 半導体・FPD関連産業への参入の経緯

当社は省力機の部品加工メーカーとしてスタートし、治工具や省力機の製造へと守備範囲を拡大する一方、設計製作も手掛けるようになった。こうしたノウハウをベースに、1989年に大手メーカーの下請けとして半導体・FPD関連事業に本格的に参入した。また、同時期に初めて自社製品を展示会に出展し、自社の技術力に自信を深めた（同時に営業ツールとしての有効性も実感）。

現在力を入れている自社製品（貼付装置）は、これまでルートがなかった大手企業に対して提案を行い、取引が始まった（大手企業の動きが変わってきており、相手のニーズにマッチした提案を行えばビジネスチャンスは十分ある）。

自社製品事業にシフトし始めたこの4～5年、特に資金調達の問題を感じている。量産の段階になると設備投資など資金面の問題が必ず出てくる。中小企業では、次々と製品を造っていくのは非常に困難（当社では、研究開発は共同研究という形で大手企業等をうまく活用しながら、極力リスクを最小にしている）。

### 3 . I T バブル 崩 壊 時 の 状 況 と 対 応

2000年に約10億円（ピーク時）を達成後、ITバブル崩壊時は4割減以上の大きな打撃を受け、2003年で約6億円の状況まで回復している。

取引地域を拡大することで苦境の乗り切りに努めた。

### 4 . 事 業 方 針

設計～開発～製造までを自社で行い、販売は取引先の大手企業の販路を活用する。

（OEMでも構わない。中小企業が自ら販売まで行うのはリスクが大きすぎる）

当面は大手企業の下請けをしながら、独自製品の開発・製造に注力し、今後は独自製品による事業展開を目指す。ただし、当社はあくまでも研究開発を中心とし、当社で製造が対応できなくなれば、外部に委託する。したがって、現在の規模（社員25～30名）を大きくする考えはない。

### 5 . 人 材 確 保

研究開発体制について、今後整備・拡充したいと考えている。具体的には正社員として抱えるのではなく、大手企業や大学をリタイアした技術専門家を顧問や技術アドバイザーの形で迎え入れたいと考えている。

### 6 . そ の 他 - 産 学 連 携 、 ネ ッ ト ワ ー ク 、 地 域 集 積 の 評 価 等

情報の収集や人脈・ネットワークの構築、営業ツールとして展示会等を有効活用。

資金調達については、取引銀行や金融機関の拡大に努めている。しかし、日本の場合、融資する側に技術を評価する力が弱いため、課題の解決には至っていない（ベンチャー企業がスムーズに資金調達できるような仕組みづくりが必要）。

エンジニアリング・システム株式会社		設立	1970年4月
長野県松本市笹賀 5652-83		資本金	2,000万円
代表取締役社長 柳沢 真澄		売上高 (2003年)	約8億円
TEL 0263-26-1212 / FAX 0263-26-1299		従業員数	30名
事業内容	半導体・FPD関連の製造装置・検査装置、医療用具、ナノテク関連機器、MEMS(マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム)分野の製造装置等		

高い技術力をベースに、大手企業向けのオーダーメイド装置の製造に特化。1970年の創業以来、企業や研究機関から「何とかならないか」と寄せられる注文に応え、自動化生産機械や医療機器の開発に取り組んできた。高度な技術力を支える人材が当社の宝であり、またこれまでの経験をもとに蓄積されてきた、技術に関するたくさんの「引き出し」が当社の強み。

## 1. ビジネスモデル

【ターゲット】 次のステップ(ナノテクノロジー分野)  
半導体・FPD関連事業で培った技術力や経験、ノウハウを活かす

個別依頼案件(特注開発品)の生産  
(当社にしかできないオーダーメイド商品の開発製造)  
どんなに難しい依頼にも対応する。  
常に新しい技術を身につけて客先のニーズに応える。

## 2. 事業の特徴

大手企業向けオーダーメイド商品の製造を特徴としている。  
大手企業との付き合いそのものが強みであり、「相談がある(困ったことを知る)」ことが当社の「財産」である(大手企業が解決できない問題であるため、これをクリアした時点で、その分野で最先端に立つことができる)。  
「何とかならないか?をなんとか形にする会社」をモットーとする。  
量産品ではないため、価格競争がなく、景気変動に強い。  
ユーザーからの問い合わせ(依頼)によって取引先を拡大するという営業方法をとっており、特に当社から営業活動を行うことはない。

### (1) 事業構成

売上構成：半導体・FPD関連 約40%、ナノテク関連 約40%、医療関連 約20%

## (2) 当社の強み

技術力、研究開発力、企画・提案力に裏づけられた、オリジナルの商品開発力（研究開発と試作機に特化）。当社にしかできないオーダーメイド商品の製造であるため、価格競争に巻き込まれない。大手企業との対等な付き合いができる。

## (3) 半導体・FPD関連産業への参入の経緯

当社は、自動化機械の設計・開発企業としてスタートし、その後次々と開発領域を拡大。半導体・FPD 関連分野への参入は、大手取引先の企業から製造装置・検査装置の試作機依頼があったことがきっかけ。大手メーカーへの独自製品の供給者として参入し、現在もそうである。参入当初は関連技術や営業力不足で苦労した。

## 3 . I T バブル崩壊時の状況と対応

量産品ではないため、ITバブル崩壊の影響は軽度であった。

特に大きなダメージは受けなかったが、半導体事業やFPD事業向け設備だけでなく、ナノテク領域の実験装置等の先端研究設備や医療関連事業など、その他事業にも力点を置いた。

## 4 . 事業方針

大手企業との取引を中心に置き、オーダーメイド商品の製造で最先端の技術力を獲得・維持する。

どんなに難しい依頼にも対応する。

半導体・FPD 関連事業で培った技術力や経験、ノウハウを次のステップ（ナノテクノロジー分野）に活かしていきたいと考えている。この領域の技術は、日進月歩で変化しており、常にビジネスチャンスが存在している。客先のニーズも常に変化し続けており、そのニーズを素早く的確にキャッチする必要がある。売れ筋が素早く変化する世の中では、売れる製品に頼るのはリスクであり、あらゆるニーズにその場で対応する方がかえって安定する。

## 5 . その他 - 産学連携、ネットワーク、地域集積の評価等

産学連携については、先生との個人的なつながりを軸に、地域の知的クラスター事業等に参画している。

当社から外部への委託先（協力企業等）は、200～300社程度あり、ほぼ周辺地域に立地している。

事例各社の半導体・FPD関連事業展開状況 一覧表

地 域	九 州 地 域								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	第一施設工業	平田精工	櫻井精技	エスティケイテック ノロジー	エリア	合源製作所	緒方工業	熊本防錆	ビーエムティ
売上高	約23億円	約300億円	約32億円	約78億円	約5億円	約6億円	約10億円	約40億円	約13億円
従業員数	70名	1045名(全社)	260名	(正)380名	70名	40名	93名	約250名	38名
事業内容	搬送装置 搬送装置の受注 ウェイトは半導体分野約20%、液晶分野約80%	搬送装置・製造装置 海外80%(日系40%、その他40%) 国内20%。半導体・液晶関連装置100億円	ハンドリング装置、検査装置 TABハンドラー、FPD輝度ムラ検査装置、各種OEM装置部品	製造装置、評価検査 電気計測(55%)、半導体(25%)、精密板金/加工機械加工(20%)	ソフト開発・評価テスト LSIテストング事業60%、その他40%	精密切削加工 半導体・FPD製造装置用部品 65%、その他35%	めっき リードフレーム等半導体めっき 20数%、その他70数%	めっき IC関連100%、分社化した熊本防錆で半導体、液晶装置表面処理を事業拡大	製造装置・金型・研削加工 半導体関連装置・部品70%、FPD関連3%、その他27%
ビジネスモデル	装置開発型(アセンブリー) 独立事業	装置開発型(自社生産) 自社製品+OEM	装置開発型&部材加工(自社生産) 自社製品+OEM	装置開発型&加工・テスト検査受託(自社生産) 自社製品+受託(パートナー装置+テスト受託)	ソフト開発型&テスト検査受託(自社生産) 受託事業+独立事業	部材・装置開発型&精密・難加工(自社生産) 独立事業	加工開発型&製品(自社生産) 加工下請け事業+独立事業	加工開発型&受託事業(自社生産) 加工下請け事業+受託業務事業+独立事業	装置開発型&精密加工(自社生産) 独立事業
事業のこだわり 特色	リフト搬送にこだわり、成長要因は液晶パネル。	工場のトータルシステムの構築、FA産業ロボット、搬送機械	社内一貫体制により優れた製造力、自動装置	社内一貫体制により優れた製造力。	テスト技術にこだわりの、テスト関係の人材育成事業に展開する。	国内に残る研究開発設計部門をターゲット。	他社にできない高度な精密加工によるONLY ONE企業	機能材料・微細加工技術の高度化によるONLY ONE企業	企画提案力、「企画(機)動力」、「スピード」
事業目標	競合相手が0であるビジネスからスタート アイデア・商品企画で勝負していく、将来的には大企業の生産ラインを活用したものづくりを目指す。		バイオノリハビ分野/半導体・FPD実装装置	テスト領域の拡大(半導体前工程)従来の下工程に加え新たに前工程のテストに注力。	LSIテスト事業に特化した半導体開発設計部門をターゲットとしたビジネス。	開発品、短納期、小ロット、生産設備部品(国内に残るものは少量多品種、むずかしい、複雑なもの)	加工から製品へ、半導体から半導体以外の分野への多角化と事業構造の安定化。 オリジナル製品による全国展開 膜分離技術の自社開発とブラックボックス化 廃液リサイクル	ICのめっき 半導体全体のめっき事業	ナノテクノロジー、バイオの世界 測定器需要
受注動向			依頼がモジュール化車載用の半導体パッケージング	依頼がモジュール化		FPD用ドライバーICの需要増への対応 名古屋の自動車(半導体)が面白い。	依頼がモジュール化		
強 み	高速搬送、上下移動、クリーン搬送がコア技術 半導体液晶リフト搬送世界シェアTOP	社内一貫体制により優れた製造技術力を内部蓄積 ハード+ソフト+部品内作 液晶設備ではレジストコーターでもリード	めっき技術	パートナー装置は国内メーカー2社のニッチな世界	テスト技術(統計解析技術とアプリケーションソフト) ハード部分も製作、デバイスが使用される環境を自社で作ることができる。	小型部品・難加工材料の高速、精密、複雑切削加工加工。 極小局面研削等技術レベルが高い	大手メーカーとの長い期間にわたる信頼関係の醸成 三菱電機熊本セミコンダクタ株のグループ(MSKグループ)の一員	車上型3次元計測機を開発(世界に1μmの精度を保證できることはない)、ニッチではあるが九州ではNo.1 金型技術 セラミック技術、金型技術 製品技術 検査装置 高精度製品 高精度研削加工(ナノオーダーの精度) ガラス磨削	
参入のきっかけ	FAからの展開、九州松向けVTR、ブラウン管	NECとの取引をきっかけ	半導体検査事業は東芝大分工場との協力会社として1982年よりスタートした。テスター事業に本格参入したのは1999年、不特定顧客向け。	大手半導体メーカーの下請けをしていた地元企業の技術部門がスピナウト	九州松下電器(株)九州松下電器(株)第一事業部自主品質保証(無検査)認定	九州NEC(株)の指定工場になる。ICリードフレームめっきに本格参入	脱穀機のめっき業から始まり三菱電機、ルネサスの取引でICリードフレームめっきを量産		
ITバブル崩壊	デジタル家電が伸びてきていたのでFPDにスムーズにシフトできた半導体と前工程が同じだったので、大きく事業の舵を切る必要がなかった		また2000年の60%水準である。雇用・外注体制を調整し、拡販に取り組んだ。	ITバブル崩壊期も次期開発商品の評価の仕事が入り、受注・売上共に落ちなかった	ITバブル崩壊期若干の要員調整や給与調整 変動の激しい企業への依存度を下げ、多様化		20~30%の変動は覚悟すべき。雇用を柔軟にする一方、特定企業への依存度を30%から10%に減らした。		
産学官連携	産学官連携に積極的に参加	九州地域、熊本地域のリーダ企業として地域の中小企業との連携を、大学の先生は、中小企業が十分役に立つ問題解決が結構できる	産学連携による技術者教育大学の先生とは15年付き合っており、国の共同研究は1998年から毎年を継続	パートナー装置は九州大学、連携では熊本大学と連携している。大学との連携が必ず必要というわけではないが、スピード感と研究のアウトプティングから大学を有効活用する。	介護士支援ソフトウェアシステム等大分大学との共同開発	大学等の先生は人脈が広いので、そのネットワークを活用させてもらう。	産学・産産連携を積極展開。産業技術総合研究所(つくば)、熊本県工業技術センターと膜分離技術の共同研究。熊本大学とのめっき処理技術の共同研究。	産学連携によるビジネスチャンスは当てにしているわけではないが、継続して積み重ねていると成果が出てくる。	九州経済産業局の地域コンソーシアム参加やNEDOの助成研究で技術が1ランク上がった。産学連携は全て自己責任。
企業連携					大分の半導体活性化を目的とした県内半導体企業連携「SOARING」のメンバーとして、活動。	日頃から複数のネットワークを活用 好況時の供給力不足への対応は、同業者への外注体制が重要 需要変動に対応してフルの設備をしない、ピーク時が自社生産7割の体制	地域連携「Gamadas」(熊本地域の20社でパワチャルファクトリーを結成)	コンソーシアムで付き合いが増え、ビジネスチャンスが期待できる	
半導体ビジネスの評価									
人 材	トップレベルの人材を非常勤顧問		高専出身者を中心、Uターンを受け入れると3-5年で当社のプロパ社員が上回るようになるので、長続きしないため、採用しない。	技術者はUターンの途中入社を採用、ネットワーク関係は人が集まりやすいがメカ関係の応募者は少ない、半導体のテスト領域は日本全国でも技術者が不足	仕事はいくらでもあり、技術者の不足が深刻な問題。人材育成事業を開始		Uターンの人材や大学院生を採用。		
営業関係	展示会					口コミ		展示会	
その他		日本は精度の高いところと、精度で世界に勝てる	大企業で研究して、一部が新事業部として独立していく場合(スピナウトを含む)	大手メーカーは海外に外注をしないで国内の近くにある加工業者を使う傾向東芝、キャノ、ソニーなど大分県に集積している大手企業に期待		自社独自性の高い事業内容に転換することで系列を脱し、顧客を多様化。		1μmの世界は匠の世界でインフラや人材が整っていないと無理で、国内でもハードルが高い、その技術伝承は中国ではむずかしい日本に残る。	

長野・山梨地域							
10	11	12	13	14	15	16	17
テック精密	大川金型設計	サンテック	昭和産業	日邦プレジジョン	カウベルエンジニアリング	都波岐精工	エンジニアリング・システム
*****	約5億円	約30億円	約21億円	13～14億円	約14億円	約6億円	約8億円
25名	50名	全社250名	160名	110名	110名	30名	30名
金型	金型	金型 & プレス加工	製造装置 & 実装	製造・検査装置	半導体実装	製造装置	製造・検査装置
半導体関連金型100%	半導体関連85%その他自動車関連他15%	売上比率は金型・装置50%、高精度キャリアテープなど50%	半導体・FPD関連装置 25～30%、放送通信機器関連装置 40～45%、プリント基板実装他30～35%	半導体・FPD関連約80%、その他約20%	半導体実装関連 約50%、システム事業部 25～30%、電子事業部 20～25%	半導体・FPD関連の売上比率は約40%	半導体・FPD関連約40%、ナノテック関連 約40%、医療関連 約20%
装置開発型(自社生産)	加工開発型(自社生産)	装置開発型から加工取り込みへ	受託造り込み型(自社生産)	装置開発型を志向	回路設計開発型へ転換(自社生産)	装置開発型へ転換	装置開発型アッセンブリー
独立事業	加工下請け事業+独立事業	加工下請け事業+独立事業	OEM	開発型OEM	開発型OEM	開発型OEM	独立事業
			OEMを追求、「製造(もの造り)」に徹する。大手メーカーの下請け	OEM事業+独自製品の開発(大企業の販売ルート活用)あくまでも受託生産	OEM事業+独自製品の部品等の開発(OEM事業の拡大とオリジナルチップの開発)	OEM事業+「開発型企業」(独自製品の開発)=大企業の販売ルート活用	特注開発品の生産。オーダーメイド品ONLY ONE企業。大手企業との対等な付き合い
金型の寿命化等、顧客の生産コスト削減に寄与することによる顧客の信頼獲得及び業績拡大	品質No.1、価格の高さもNo.1		設計-製造-最終検査まで一貫				少量多品種対応、提案型(ソリューション型)のビジネスモデル。むずかしい仕事でも断らない。
モールド型の加工体制を構築し、プレス型と両方で不況に強い体質を作る。	金型を原点に、半導体から自動車、カメラ関連に事業展開にモールド加工、自動車及びカメラ用プラスチック部品。地域顧客相手では豊富な大分キャン(カメラ、デジタルカメラ)向けカメラ部品	顧客の要望に幅広く対応するビジネス		新規事業の確立による事業リスク分散。全売上高の半分程度	オリジナルチップによるニッチTOP	頭脳集団(現状の要員数を維持)	ナノテクノロジー分野
				モジュール発注されるようになり、ノウハウの蓄積が高まっているが、収益性の低い仕事も引き受けは低下傾向に			売れる製品に頼るのはリスクであり、ニーズを素早く的確にキャッチし、あらゆるニーズにその場で対応する方がかえって安定する。
高度な平面相度コントロール、安価な装置の開発	3次元高度認識技術による検査事業の多様化。液晶用ポリイミドフィルムの変色、色むら検査、プリント基板の全数検査業務。自動車のドア内部の検査、日よけ部品、サイドミラーの塗装色の違いや部品チェックなど、自動車部品だけでなく応用領域は多。ロボット制御のソフト	自社開発型。金型を原点に半導体各種装置、治具・精密加工部品設計制作、組み立て、調整まで、自社で一貫加工している。	特注品OEM生産(一貫)	特に搬送系(設計、技術)を得意	コア技術は「無線」、非接触カード(ICカード機器)	貼付けというコンセプトのもとにシートやフィルム関連に注力している。	
もともと関東でNIT向けコネクタの金型をやっている会社に勤務	松下電工(株)松下電器との取引開始(株)九州松下電器とモールド成形の共同開発 日本TI(日出工場)	三菱電機、ルネサス、NECの協力会社	テルメック(現東京エレクトロニクス)が荏碕に進出し、製造ができた企業を探していた事情等で当社に引合いがあった。	設立時からテルメック(現東京エレクトロニクス)の協力工場として操業。	ITバブルが崩壊し始めた2000年、取引企業からの引合いがきっかけ。取引企業等からの技術支援を受けた。	大手メーカーの下請けとして半導体・FPD関連事業に本格的に参入	大手取引先の企業から製造装置・検査装置の試作機依頼がきっかけ。
アジアの日系工場向け輸出など海外工場へも納入しており、コストダウンニーズの高まりで影響は軽微。	ITバブル崩壊一時的なレイオフと借金	ITバブル崩壊前は90%強が半導体関連であったが、ITバブル崩壊後、油圧治具、検査治具(ヤマハほか)に注力	雇用調整(190人、130人に減らした)を実施したが、半導体・液晶事業あるいは放送通信事業間の要員の相互調整を行い、新規顧客の開拓に努めた。放送通信機器の製造が一品生産で、リードタイムも似ていた。	30人の雇用調整	ITバブル崩壊受託事業範囲の拡大と新規顧客の開拓を努力する一方、正社員の採用を極力抑え、派遣等で対応し	ITバブル崩壊対応策は取引地域の拡大	ITバブル崩壊の影響は軽微。半導体事業からFPD事業に重点を移し、医療関連事業や他事業に力点を置いた
九州工業大学生命体工学研究科(若松キャンパス)と共同研究を考えている。			産学連携については、2004年度より取り組みを開始。	大学等との研究会に参加しているほか、新規事業開拓や交流会等への参加で、情報収集やネットワーク構築。	信州大学との産学連携事業や長野テック/財団		産学連携については、先生との個人的な付き合いを主軸に、地域の知的クラスター事業等に参画。
						情報の収集や人脈・ネットワークの構築	
			半導体・FPD関連事業は好不調の波が激しく、また収益性も低い			独自販売。大手企業の動きが変わってきており、相手のニーズにマッチした提案を行えばビジネスチャンスは十分ある	
新卒社員の方が良い	人材を国内に求めずインドに求めた。インドのバンガロール金型トレーニングセンターの技術指導開始		人材の確保が困難。特に協力要員(期間工等)			大手企業や大学をリタイアした技術専門家を顧問や技術アドバイザーの形で迎え入れた	
口コミ						展示会	口コミ、営業マンを置いていない
加工と測定を同時にやる装置開発。ローテック技術の組み合わせから高精度技術を出し、無人加工化。ノウハウのマニュアル化デジタル化による無人加工	インドしかないマーケティングの重要性を感じている。ソフト開発は失敗しても他に活用ができる			人材の確保に苦労	下請け体質から脱却して、独自技術を持つことが生き残る道	自社製品事業にシフトし始めたこの4～5年、特に資金調達の問題	当社から外部への委託先(協力企業等)は、200～300社程度あり、ほぼ周辺地域に立地している。

### 3. インタビュー調査のまとめ(分析結果)

インタビュー調査を行った企業について経営面と技術面の視点から考察、分析を行い、特徴ある企業の取り組みについて整理を行った。

#### 3 - 1 . 概 要

まず第一に、半導体関連事業は循環的に大きく生産水準が変動することから、一般的に20～30%変動することを前提として経営されている（これに対して、FPD 事業は需要が立ち上がり過程にあるため、まだ変動幅は小さいと見られている）。こうしたリスク対応策としては、自社の生産体制をピークレベルの7割程度に設定し、活況時に備え外注体制を構築している企業が多い。また事業メニューや顧客の多様化など様々な対応がみられた。

次に、当分野への参入にあたっては、大企業からの誘い、問い合わせをきっかけに下請け的に参入し、自社製品・事業の展開はルート確立後とするケースが圧倒的に多い。ITバブル崩壊への対応では、様々な対策が講じられているが、実際に効果が大きかったのは雇用調整や賃金カットなどである。

また、事業の展開としては、知見・ノウハウのある領域を活かし、本業・既存事業のコア（固有技術、生産システム等）にこだわって、周辺分野へ進出・拡大している企業が多い。また、ユニークな技術を持っている、あるいは元気がある、などの企業を主に選定しているとはいえ、インタビューを行った企業の大半が、開発提案ないし企画提案型のスタイルを採っていることが把握された。

さらに、半導体・FPD 関連分野を最終目標（ゴール）とするのではなく、次をにらみながら、技術やノウハウを蓄積する場として捉えている企業もみられる。また、多くの企業で大学等との産学連携や他社との企業連携などに取り組んでいる。産学連携では、大学の先進知識の導入を進め、特に自社が開発した技術評価の点で大学の力を借りるケースが多い。企業連携では、地元企業と共同でインターネットを活用したバーチャルファクトリーを立ち上げ、一括受注に向けた取り組みを推進するなどの動きがみられる。

一方、技術面（技術分野等）からは、従来は大手企業だけだといわれていた前工程の領域についても、中小企業が入り込んできていることが新たな動きとして確認された（搬送装置）。これまで前工程の領域は、システムユニット化されて装置が納入されていたこともあり、ほとんどが大手企業で占められていた。しかし、搬送装置の分野で中小企業がこの領域に入ってきたことは、今後、検査装置などでも十分可能性が考えられることを示唆していると思われる。

また、製造装置の製造においては、近年、ユーザー企業からの発注がより大きな単位での生産発注（一括発注など）の傾向にあることが観察された。こうした背景には、大手装置メーカーが競争の激化からコストやスピードをより重視した経営を展開していることが考えられ、製造の領域において従来以上に中小企業の役割が大きくなっていることが把握された。こうした装置・部品の製造以外では、加工処理（めっき、精密切削、実装等）や

テスト・検査サービス業務（評価テスト、ソフト開発等）などが主な事業領域として確認された。

### 3 - 2 . 考察結果

#### （１）経営面からの考察

##### <当分野への参入のきっかけ>

当分野への参入にあたっては、大企業からの誘い、問い合わせをきっかけに下請け的に参入し、自社製品・事業の展開はルート確立後とするケースが圧倒的に多い

例えば、九州の櫻井精技はもともと家業であった木造船の製造から出発し、その後 FRP 船の本格製造や太陽熱温水器を手がけてきた技術をベースに、半導体に必要な金型加工技術やステンレス技術を修得した。そして、NEC と付き合いのあった大手の化学会社にステンレス加工品を納めていたが、その化学会社が倒産したため、直接、九州 NEC や鹿児島 NEC と取引をするようになったのがきっかけである。また、エステイケイテクノロジーは、大分県の臨海進出企業への物流・構内作業を請負う鶴崎海陸運輸の子会社として構内作業や電気計測事業等からスタートしたが、その後電気計測事業において東芝大分工場との取引をきっかけに、半導体関連事業に本格参入し、テストハンドラーの製造やバーンイン装置の製造を手がけ、検査業務を拡充してきた。

一方、高い技術力を背景に、大手企業からの相談や口コミで当分野での事業領域を広げていった企業もある。合瀬製作所は九州松下電器・ポンプ事業部の機械加工の下請けをしていたが、その後独自の工夫を重ね難加工や小型部品の精密加工を得意とするようになり、開発型企業に転換し、半導体・FPD 製造装置用の部品製造に本格参入した。高い技術力を背景に、どんな注文や相談にも応えていく姿勢が評価され、現在、口コミで仕事の依頼がきている。また、当初から下請けとしてではなく、大手企業からの相談に応じる形で製造装置や検査装置の試作機を手がけたことがきっかけで参入した企業として、エンジニアリング システムがある。同社は大手企業からのオーダーメイド商品の製造に特化しており、合瀬製作所同様に口コミで仕事の依頼がきている。

この他にも、大手企業や関連企業からのスピンアウト組（エリア、テック精密など）や大手企業の進出に伴い取引開始が始まった（熊本防錆工業、昭和産業、日邦プレシジョン）などの事例が見られる。

##### <IT バブル崩壊への対応>

平常から様々なリスク対応を行っているものの、IT バブル崩壊時には多くの企業で売上が激減し、収益的に大きな落ち込みが見られた。このような中、雇用調整や賃金カット、あるいは借入金の増額、また新規顧客の開拓や既存顧客への密着営業、事業の見直し（絞り込みや組み換え等）などが対策として実施されている。しかし、新規顧客の開拓は成果が出るまで時間がかかり、また既存顧客への営業活動も全体が落ち込む状況下では効果は小

さく、直接的に効果があったのは雇用調整や賃金カット等である。ただし、取引地域の拡大や新規顧客の開拓などの対策は、すぐには効果が表れなかったものの、多くの企業で IT バブル崩壊時にとったこうした一連の対策が現在、効果を発揮している。

例えば、エスティケイテクノロジーでは、半導体関連の事業ウエイトが高いため、大きな打撃を受けた（現在も 2000 年当時の 60%水準）が、その対応としては雇用や外注体制の見直しを図り、また積極的な営業活動を進めて拡販に取り組み、乗り切った。カウベルエンジニアリングもほぼ同様の対応を行っている他、昭和産業や日邦プレシジョンなども雇用調整を行いながら、要員の配置転換等を図り、難局を乗り切っている。また、合瀬製作所や緒方工業、あるいはピーエムティやサンテックのように、特定顧客への依存度を下げなどの事業メニューのリスク分散を図った企業もある。

一方で、IT バブル崩壊の影響が比較的軽微であった企業、あるいは逆に業績を伸ばした企業も見受けられる。第一施設工業では、半導体事業での落ち込みは大きかったが、デジタル家電が伸びてきていた時期でもあり、FPD にシフトすることで全体での影響は軽微で済んだ。また、平田機工や櫻井精技、あるいはエリアやテック精密、エンジニアリング・システムでも、IT バブル崩壊時にもほとんど影響を受けず業績を伸ばしている。こうした企業に共通してみられる特徴は、業界の中で特定領域に特化した事業活動を展開していること、あるいは海外シフトすることのない顧客（研究開発設計部門）や逆に海外にシフトした現地顧客をターゲットとしていることなどである。

#### < 事業のこだわり / 強み >

今回採り上げた企業の大半は、本業や既存事業の保有技術、あるいは生産システムなど自社の強みであるコアな部分にこだわりながら、それらを活用して事業メニューを構築している。

例えば、九州における成功モデル企業の代表的存在である第一施設工業は、もともとエレベーター据付事業からスタートしているが、同社はあくまでもリフト搬送の技術・ノウハウにこだわり、それが活用できる周辺分野で勝負した結果、搬送装置の領域で成功を収めている。また、エスティケイテクノロジーは電気計測事業を核にしながら、半導体 IC 検査事業へ進出し、その分野を拡大している。

一方、緒方工業や熊本防錆工業は、ともに徹底的にめっき技術にこだわり、そこで培った技術をベースにして、めっき加工からめっき製品へ（表面処理した部品・製品を造る）領域を広げている。特に熊本防錆工業は、あくまでもめっきにこだわり続け、IC 用リードフレームめっきから半導体全体のめっき事業へ拡大を図っている（子会社の熊防メタルでも、同技術を応用した半導体・FPD 装置の表面処理事業を展開）。

さらに、精密加工にこだわって勝負しているのが、テック精密、大川金型設計事務所、サンテックである。特にテック精密は、ハイテク依存ではなく、様々なローテク技術を組み合わせ、“ノウハウの創造”を追求しながら、高精度加工を実現している。また、発見した最良の方法をマニュアル化、データベース化することで無人加工化を実践して、コストダウンを図り、競争力を増している。

一方、造り込み力を活かしてもの造りの領域に徹底的にこだわっているのが、昭和産業や日邦プレジジョンである。これらの企業では、設計から製造、最終検査までを一貫して行える生産ノウハウをベースに、事業展開を図っている。

#### <異分野への事業展開>

今回の企業事例からは、半導体・FPD 関連分野への事業展開を最終目標とするのではなく、その次の事業領域（ナノテク、バイオ、MEMS、ロボット等）をにらみながら、事業展開を行っている企業もみられる（ピーエムティ、エンジニアリング・システムなど）。

こうした企業では、半導体・FPD 関連分野への事業展開をビジネスチャンスの一環と捉えながらも、同分野を経験することにより、保有技術の一段のスキル向上やノウハウ修得に努めている。

#### <産学連携 / 企業連携>

技術の陳腐化が速く、市場変動も大きい環境にうまく対応していくためには、研究開発から生産までを自社対応だけで行っていくのは難しく、また効率的ではない。このため、こうした状況に対応するために、多くの企業では大学や地域企業との連携を密にして、共同で事業に取り組んでおり、産学連携、地域コンソーシアムや地域クラスター事業等に参画している。

例えば、熊本県の櫻井精技は大学等との産学連携の経験が15年以上あり、子会社の櫻井エンジニアリングを通じて共同研究を積極的に推進している。同社では、産学連携の目的は、大学のシーズやその商品化を期待するのではなく、社員に最新の技術の知識を修得させ、先生との人脈を構築することにあると考えている。同じく熊本県の平田機工では、国立大学の独立行政法人化以降、大学が企業との連携に熱心に取り組むようになってきており、中小企業にとってもこれまで以上に活用が期待できる、としている。

また、大分県のエスティケイテクノロジーのように、スピード経営と自社技術の強化の観点から大学を活用しているところもある。佐賀県の合瀬製作所や長野県のエンジニアリング・システムのように、本格的な共同研究には至らないものの、先生との個人的なつながりを軸に連携を図っている企業もある。

一方、企業同士による企業連携では、熊本県の緒方工業は大学や研究機関との共同研究を積極的に推進する一方で、インターネットを活用したバーチャルファクトリーを地域企業と立ち上げ、一括受注、製品受注への対応にも取り組んでおり、企業との連携も積極的に推進している。

また、半導体メーカーの開発設計部門をターゲットにしたLSIのテスト評価に特化した事業展開を行っている大分県のエリアは、大分の半導体産業の活性化を目的とした県内半導体企業連携「SOARING」のメンバーとして地域企業との連携を積極的に推進している。福岡県の「デザイン・設計」、熊本県の「製造」に対して、大分県の看板を「評価解析」とするよう、こうした企業と一緒に県に提案するなど積極的な活動を行っている。

## (2) 技術面(技術分野等)からの考察

技術面(技術分野)から企業事例を考察した結果、主に 装置・部品の製造(製造装置、搬送装置、検査装置、関連部品等) 加工処理(めっき、精密切削、プレス、実装等) テスト・検査サービス業務、に整理される。こうした分野は今後も有望領域として期待されると考えられる。

### <装置・部品の製造>

従来は、中小企業が主に関係するのは後工程の領域であり、前工程の領域は大手企業だけだといわれてきた。しかしながら、微細化の進展に伴う製造プロセスの複雑化、工程数の増加などにより、これまで以上に歩留りの向上やコストダウンが強く求められおり、こうした状況の変化により、前工程にも中小企業の活躍の場が広がってきている。

今回の企業事例からは、第一施設工業が搬送装置の分野で前工程の領域に入り込んできている動きが確認された。従来、同装置の分野では東京エレクトロンをはじめ大手企業が中心であったが、同社はリフト技術をコアにしながら搬送装置の進出し、現在は自社ブランドで直接デバイスメーカーに納入するまでになっている。特に、ガラス基板非接触・空気搬送装置はヒット製品で、国内外のメーカーに販売しており、半導体・FPD 関連の搬送分野においては世界のトップを走っている。同社は、「他社がやっていない、世の中にないものを作ることが中小企業の生き方」と考えており、アイデア・商品企画で勝負している。

こうした動きは、今後も他の分野、例えば検査装置などでも十分考えられる。半導体においては製造プロセスの革新、FPD ではガラス基板の大型化などに伴う技術的課題が山積している状況においては、その解決に向けてユーザー(デバイスメーカーやパネルメーカー)は新たな技術や装置を求めている。歩留り向上やコストダウンを図るために、より微細な傷や欠陥も致命的なものとなってきたことから、特に検査領域はより重要になってきている。このため、こうした領域における装置類は、中小企業にとって十分ビジネスチャンスが広がっていると考えられる。

櫻井精技では、ステンレス加工の技術をベースに現在、FPD の輝度ムラ検査装置などを手掛けているが、今後はこうした検査装置の前工程での活用を狙って事業展開を進めている。

### <テスト、検査サービス業務(ソフト開発、評価等)>

半導体分野では、システム LSI の大規模化、高集積化等に伴う製造プロセスの複雑化により、工程数も増大し、また検査に費やす時間やコストもこれまでと比較して大幅に増加していることから、全体的にコストダウンが強く求められている。このため、こうしたニーズに対応した製品開発、検査装置がビジネスチャンスとして考えられるが、今回のインタビュー調査からそれが確認できた。

例えば、エスティケイテクノロジーでは、コアである電気計測技術をベースに半導体関

連事業に進出しているが、同社では半導体のバーンイン装置とバーンインテストシステム（工程に組み込まれた業務の受託）を事業の柱にしている。同市場はニッチ領域ではあるが、同装置の国内メーカーは同社を含め2社の寡占市場であり、成長を遂げている。同社のビジネスモデルは、まず装置を顧客に売り、さらにそれから付随する評価業務を受託するというものである。

また、エリアでは、半導体メーカーの設計開発部門に焦点を絞り、LSI のテスト評価事業に特化している。上に述べたように、半導体は大規模化、高集積化に伴う工程数や検査の時間、コストが増大する方向にあるため、その削減が大きな課題となっている。同社ではこうしたニーズに対応して、設計からテストまでの試作期間短縮化を図っている。開発投資が大きいので、あまり儲かる仕事ではないが、量産品がアジアシフトする中で、開発設計部門は国内に残るため受注状況は良好であるということである。

#### <その他（環境対応、製造付随サービス業務等）>

以上のような領域のほかに、例えば、製造工程における環境対応にも十分配慮する必要があることから、こうしたニーズに対応した製造技術、製品開発もビジネスチャンスの一つである。

半導体分野においては、各層のパターン形成ごとに埃や微粒子を取り除くため、必ず洗浄が行われるが、洗浄後に排出される洗浄液が周囲に及ぼす環境面での影響は大きな問題である。半導体製造や FPD 製造には様々な薬品や化学物質が使用されているが、こうした物質の中には有害なものも含まれている。特にクロムの取り扱いが大きな問題である。また、ウエハから個別の IC チップを切り出した時に発生するシリコン屑の処理も環境面からの課題である。

こうした課題等に対して例えば、緒方工業では廃液処理装置を開発し、ビジネス展開を図っている。めっき屋の視点、ノウハウを活用し、従来の製品と比較してより分離処理レベルの高い装置を開発して、ビジネスチャンスを狙っている。すでに他社においても廃液処理装置類の開発・販売は行われているが、同社では有害物質を分離するための特殊な膜を開発し、より分離レベルの向上に努めている。特に半導体製造では水を多量に使用するため、最終的には工場内での水資源の再利用が求められるが、処理技術としてまだそのレベルまで確立されたものはないため、同社ではビジネスチャンスと考えている。

一方、装置の製造・販売に付随したサービス業務も魅力的である。単に装置の販売だけにとどまらず、それに付随して出てくるソフト業務についても一緒に受注することにより、さらにビジネスが広がる。こうした事例では、先程のテスト事業を行っているエステイクイテクノロジーが参考になる。

この他、デバイスの加工に関係する領域としては、デバイスの実装を手掛けている企業として、カウベルエンジニアリングがある。主に携帯端末用の半導体の実装を行っているが、同社ではクリーンルームや最新鋭の設備等も整備しており、こうしたノウハウをベースにしながら、将来的にニッチな領域で設計・デザイン～半導体製造までの一貫生産を展開したいと考えている。

## 第4章 中小企業にとってのビジネスチャンス

本章は本報告書の終章になるため、これまでの検討結果を踏まえ本調査の結論を取りまとめる。

まず第1節で、半導体・FPD 関連産業への参入に当たっての留意点等を整理する。具体的には、第1章でみた半導体・FPD 市場の動向や中小企業が関係する技術的課題を踏まえ、第2章の地域連携の状況や大学において研究されている中小企業が対応可能なテーマ内容、第3章の中小企業の取り組み事例の分析結果などを総合的に判断して、中小企業にとっての有望な事業領域について整理を行う。次に、同分野において事業を成功させるための要件について、第2章、第3章の分析の中から重要な要素を抽出し取りまとめる。

第2節では、以上のことを踏まえた上で、中小企業が持つ固有技術の活用が可能であり、かつすでに市場が形成されており、今後、技術革新や製造工程の変革等によって市場の置き換えが想定される事業領域という視点から、半導体・FPD 関連産業における中小企業のビジネスチャンスについて、半導体、液晶、PDP、有機 EL の4分野それぞれについて具体的な提案を行う。

### 1. 半導体・FPD 関連産業への参入に当たって

デジタル家電市場の成長に伴い、日本の半導体産業は復活を遂げ、また新たに FPD の市場が立ち上がってきたが、その一方でデジタル家電を巡って、日本の半導体・FPD メーカーと韓国・台湾メーカーとの競争も一段と激化している。

現在、日本はデジタル家電の分野で最先端を走っており、製品の技術レベルも高く、国内で生産されているものも多い。そして、それを支えているのが、日本のデバイスメーカーであり、部材メーカーである。デジタル家電向けの半導体（システム LSI）は、ユーザーである家電メーカーとデバイスメーカーが擦り合わせをしながら開発していく必要があるが、こうした領域は日本企業が得意とするところである。

また、デジタル家電の商品サイクルはパソコンなどよりも短く、また市場から要求される技術レベルの進歩も非常に速い。生産方式も大量生産ではなく、多品種少量生産であるが、このような変動の激しい市場に対して柔軟に対応できるのが日本企業である。

このように、日本のデジタル家電メーカーや半導体・FPD メーカーは、変化・スピードが非常に速い市場において、技術革新と多品種少量生産対応等によって国際競争を勝ち抜こうとしており、今後も国内生産で海外メーカーに対抗しようとしている。

そして、こうした家電メーカーや半導体・FPD メーカーをもの造りの領域から支えているのが日本の中小企業である。これまで見てきたように、日本の大企業にとって中小企業との連携は生き残りのために不可欠であり、また中小企業からみれば大きなビジネスチャンスとなる。

## 1 - 1 . 半導体・FPD 関連産業における有望な事業領域

第2章の大学の研究開発テーマや第3章の企業事例を分析すると、中小企業にとっての有望な事業領域は、第1章で示した技術的課題（P.17～P.19）とほぼ重なっていることを確認できる。コストダウンや歩留り向上、あるいは環境面等に対応した製造技術の変革に伴う課題が主である。これらの課題に伴う有望な事業領域は、組立工程などの後工程だけでなく、前工程の関連も含め、幅広く存在している。また、第3章の事例からは、現在存在している技術的課題の解決には、勿論大手メーカーの技術も必要であろうが、中小企業の技術も必要とされており、中小企業でも、課題をビジネスチャンスとして活かす可能性は小さくないことが確認できた。

「色」の再現性と「画像処理」はデジタル家電向けの半導体や FPD における最も重要な要素ともいえる。これらに加えて、コンパクト化、省電力化などの面でデバイスの高付加価値化を実現するための新たな技術が必要となる。

また、それらの機能を一層高めようとする、製造プロセスが複雑化し工期の長期化を招き、製造コストアップの問題が生じる。製造コストダウンへの対応は半導体や FPD デバイス製造に共通する課題である。デバイスを搭載する薄型テレビなどのデジタル機器の価格が下落傾向にあること、デジタル機器メーカー間のシェア拡大競争が続いていることも、デバイスに対するコストダウン圧力となっている。加えて、度重なる機能向上も製造コストアップ要因となるため、ますますコストダウンの必要性が高まる状況となっている。

このようなデバイスの一層の高付加価値化と製造コストダウンという、2つの課題を同時に解決するためには、複雑性、高速化、高集積に対応した微細加工技術開発が必要となる。

この微細加工を実現するためのツールに中小企業のビジネスチャンスが存在すると考えられる。

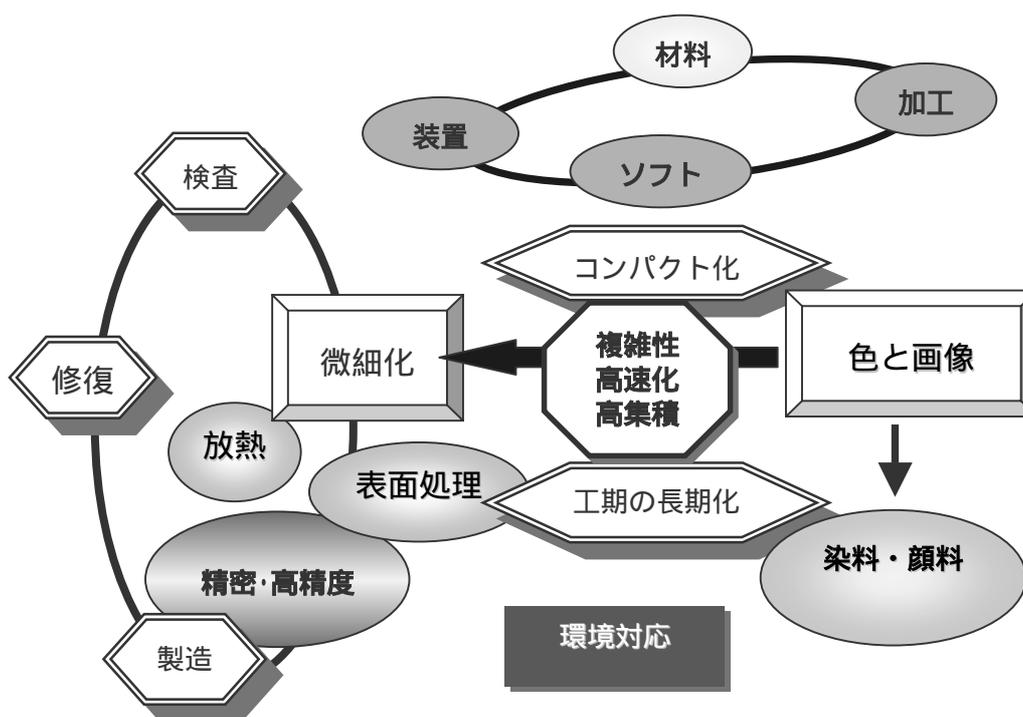
具体的には、まず、精密で高精度な製造装置が必要である。また、複雑で微細、高精度な加工度が高まるほど、加工作業の結果を正確に検査評価し、フィードバックする装置やソフトも新たに必要である。特に微細加工・高精度化の進展により、検査が目視では不可能な領域に達してきていることから、新たな検査装置や検査ソフトが必要となってきている。また、複雑で微細な加工度が高まるほど、不良品の発生率も高まり、この不良品が後の工程に流れれば歩留まりの悪化につながり生産性やコストを悪化させる大きな要因となるため、半導体・FPD メーカーにおいては、複数工程を終えた後に一度に検査を行うのではなく、各工程毎の検査を徹底することにより、後の工程に不良を流さないような生産体制が取られている。このため、精密で高精度な製造装置と、より高精度な検査装置（製造装置より1～2桁高精度が要求される）や修復装置に対するニーズは今後ますます高まると思われる。特に検査装置は各工程に配置されていくことから量的拡大が期待される。

また、半導体・FPD 関連業界でも環境への対応は企業戦略上欠かせなくなっていることもあり、製造装置に付随する環境対応設備も有望な事業領域と考えられる。その他では、

開発設計部門への支援事業（評価・テスト業務およびソフト開発）や検査・評価ソフト開発、検査業務そのもの、についても有望な事業領域と考えられる。

具体的な技術分野の提案は次項以下に譲ることとするが、中小企業にとって半導体・FPD 関連産業における有望事業領域としては、材料分野（環境対応、長寿命化、輝度向上）～加工分野（高精度精密加工技術）～ソフト分野（評価ソフトの開発）～装置分野（製造装置、検査装置）の分野にわたると考えられる。しかしながら、材料関連は大手企業が主体であり、中小企業が対応できる領域はある程度限定されること（染料、顔料など）を考慮すると、中小企業が強みを発揮して大いに活躍できる場としては、装置関連（特に検査装置）や加工関連のもの造り（固有技術の活用）の領域が有望と考えられる（ソフト開発も専門性が必要であるが、中小企業でも対応可能な領域である）。

図表 4 - 1 中小企業にとっての有望事業領域



（出所）神鋼リサーチ作成

## 1 - 2 . 経営的視点からの成功要件

第2章の地域連携や大学の研究テーマ、第3章の中小企業の取り組み事例についての調査結果を経営面の視点から考察、分析を行い、先進的取り組みを行っている企業の特徴を把握、整理し、これらの事業領域において成功するための要件について取りまとめる。

こうした企業の行動からは、「情報収集」「連携（産学連携、企業連携）」「コア（知見のある領域、強み）」「提案型」というキーワードに整理されるが、それぞれが別個の企業行動というわけではなく、こうしたキーワードを組み合わせ、重ね合わせながら、経営展開を図り、ビジネスチャンスを獲得している。

また、その取り組み、事業参入に当たっては次の点にも十分留意しておく必要がある。すなわち、半導体・FPD 関連ビジネスは生産の変動幅が大きく、一般的に 20～30%の変動を前提として経営を行うことである。各企業の状況に応じて、事業の多角化、顧客の多様化、メニューの多様化、企業連携・外注体制の構築などの経営安定化策が求められる。売上高変動が大きくなりがちであることから、資金的対応にも留意する必要がある。

中小企業がこうした点を踏まえた上で、検査関連を始めとする有望事業領域で、ユーザー産業の国際競争に対応した高品質で短工期生産、多品種少量生産を実行するならば、半導体・FPD 分野において、国内立地で国際競争力を維持しながら事業を成功させることができるであろう。

半導体・FPD 関連技術は、既に社会・産業のあらゆるところに組み込まれており、これらの技術は幅広い分野・用途への応用が可能である。

中小企業にとって半導体や FPD の領域で事業展開することは、さらにその次の新規事業領域（ナノテク、バイオ、MEMS、ロボット等）への技術基盤を構築することにもつながり、この事業領域への参入の意義は大きなものとなるであろう。

### （1）情報収集・マーケティングの重要性

半導体や FPD 関連産業は市場変動が激しく、技術的進歩が速い業界である。すなわち、技術の陳腐化、あるいはビジネスの陳腐化のスピードも速い。

したがって、情報収集が経営を左右する重要な要素となる。陳腐化していく領域から逸早く脱出し、次の成長領域にシフトしていくかが成功の鍵となる。

半導体においては、デジタル家電のコンパクト化（高集積化）、微細加工化、高速化、省電力化などのニーズに対応して、技術革新が速いスピードで進む。また、FPD については、プラズマ、有機 EL のように技術開発の歴史が浅く、技術が未成熟であり、さらに新たな製品技術の登場も含めて、どの技術が最終的に市場を支配するかは現時点では全く予断出来ない状況にある。

このような変動は、一方では既存ビジネス・技術の陳腐化ではあるが、他方ではビジネスチャンスの創出でもある。

情報収集力を駆使してリスクを回避し、成長事業を取り込むことが重要である。例えば、緒方工業では、半導体のリードフレームめっき事業を主力に経営展開してきたが、ロード

マップ等の技術情報を見極め、今後同分野に期待できないと判断すると、いち早くめっき技術をベースにしながら表面処理の分野へ方向転換を果たし、成功を収めている。

集積地域には先端的な質の高い情報が集まりやすいことから、集積地域の特徴ある企業や有力企業との取引や交流を通じて、先進的需要家の情報収集や、技術動向、産業動向の情報を収集することが重要な方法の一つである。

また、先進技術については、これから先に登場するビジネステーマを研究している大学の研究者からの情報収集がこれから極めて重要となってくる。

業界で作成している技術ロードマップを把握し、インターネット、情報機関、業界団体、金融機関、商社など様々なルートを使って先進情報・市場情報の継続的な収集など、情報に重点を置いた経営が必要である。

## (2) 連携（産学連携、企業連携）の重要性

このような半導体・FPD 関連分野の産業における事業環境の変化にうまく対応していくためには、研究開発から生産までを自社対応だけで行っていくのは難しく、また効率的ではない。このため、こうした状況に対応するために、大学や地域企業との連携を密にして、共同で事業に取り組むことが重要である。

微細化や高精度化など市場から要求される技術が未知の領域に入ってきており、今後の技術開発に当たっては理論に裏付けされた確認、検証が欠かせない。大手企業といえどもはや自社の技術や生産体制だけではもの造りが難しい時代になっている状況を踏まえると、中小企業も積極的に大学など研究機関との連携を図り、共同研究、共同開発を推進していくことが肝要だと考えられる。

大学との連携は、中小企業にとって難しいことではない。国立大学の独立行政法人化により、大学は地元の中小企業に対して結びつきを強化する動きにあり、中小企業と大学の距離は急速に近づいてきている。しかも、今回の大学の取り組み事例で示したように、半導体・FPD 分野で中小企業が取り組み可能な領域は多岐にわたっており、また実際に中小企業と様々なプロジェクトを推進していることから、即ビジネスにつながる実践的なテーマを取り扱うことが可能である。特に、この分野はスピードが速い領域なので、スピード経営と研究のアウトソーシングの観点からも積極的に大学を活用していくことは中小企業にとって有効だと考えられる（櫻井精技、平田機工、エスティケイテクノロジーなど）。

一方、企業同士による企業連携については、分業の多い産業構造であることから連携に馴染みやすい体質を持っている。今回の企業事例では、多くの企業が生産の変動への対応から事業の基本に外注体制を組み込んでおり、さらにインターネットを活用したバーチャルファクトリーを地域企業と立ち上げ、一括受注、製品受注を目指すより積極的な取り組み例もみられる。力のある企業、あるいは特徴ある企業と連携することにより、自社の競争力を高めることが重要である。

### (3) 自社保有のコア(知見のある領域、強み)へのこだわり

他社との差別化を図り、企業競争力を継続・維持していくためには、徹底的に自社のコア(知見のある領域、強み)にこだわり、その周辺領域で勝負していくことが重要である。

一見すると、半導体・FPD関連産業とはあまり関係のないように思われる事業を本業としている企業、あるいは創業時には現在と全く違った事業を展開していた企業でも、実は本業やその周辺事業、あるいはすでに事業メニューになっている事業等の保有技術やノウハウ(生産システム等)などをベースにしながら、半導体・FPD関連の事業領域に進出し、成功を収めている(第一施設工業、エスティケイテクノロジー、緒方工業など)。

このことは、現在の本業からいきなり異分野である半導体・FPD関連産業に業種転換や進出するのではなく、現在自社が保有している技術やノウハウにこだわりながら、しっかりその可能性を見極め、半導体・FPD関連分野に応用していくというスタンスが重要であることを示唆しているとも考えられる。また、半導体・FPD関連産業を最終目標(ゴール)のビジネスとして捉えるのではなく、さらにその次の事業領域(ナノテク、バイオ、MEMS、ロボット等)への技術基盤を構築することにもつながる通過点として考えるということもできるだろう。

保有の技術、ノウハウを活かしながら既存顧客をしっかりと確保しつつ、その延長戦上に新たなビジネスチャンスを見出すことが重要であり、そうすることによって、既参入企業にはない特徴や強みを発揮することが可能になると考えられる。そして、そのことはニッチな領域であろうとも新しい市場を開拓することにつながるだろう。

### (4) 「提案型企業」である

半導体・FPD関連産業では、顧客の課題やニーズを逸早くキャッチし、問題解決の提案を行う、あるいはこれまでになかった新規のアイデア商品を提案し、顧客の付加価値を高めていく、提案型企業であることが求められている。

例えば、第一施設工業や櫻井精技のように、一業種一社主義の方針を打ち出し、競合相手がいない領域で先進的な事業、新規のアイデア商品を企画、提案し、事業展開を図っていることがその一例である。第一施設工業では、「まだ世の中にないものを作ることが、中小企業の生き方」と考え、ユーザーが困っているものを発見することに最重点をおき、同様に、櫻井精技でも顧客ニーズへの対応力、提案力で顧客との信頼関係を構築しようとしている。こうした企業では、顧客の課題を的確に探索、把握し、高い技術力によってニーズに合った製品開発を行い、展示会に出展するなど積極的な提案活動を展開している。

また、自ら積極的に営業活動を行わないものの、顧客から相談がある難しいテーマに対して、徹底して応え、問題解決を行うタイプの提案型企業もある(エンジニアリング・システム、合瀬製作所など)。これらの企業は、困難な仕事であっても絶対に断わらないことをモットーに、自社のノウハウや難加工・高精度の技術力を活かしながら、開発提案型の経営を展開している。その対応力が評判を呼び、口コミで受注が入ってきている。

半導体・FPD関連産業では、要求技術が未知の世界に入ってきたことから、大企業の技術や生産体制だけではもの造りができない時代になっており、生産現場での高度な技術力

や柔軟な生産ノウハウを持つ中小企業の協力が不可欠となっている。

こうした状況では、現場に精通している中小企業からの提案が求められている。

デジタル家電市場の急速な立ち上がりを背景に、半導体・FPD市場は中長期的には今後  
も高成長が予想される。

デジタル家電市場の成長は FPD 市場の需要創出ばかりでなく、半導体（特にシステム  
LSI）の需要創出にも大きな影響を与えており、デジタル家電市場の影響で画像処理ニ  
ーズが高まり、高集積化、微細化が一段と進むと共に FPD を作動制御するドライバーIC な  
どの半導体市場が大規模に創出されている。また、デジタル家電市場は商品サイクルや技  
術サイクルがパソコンよりも短く、変化が激しいことや多品種少量型であることが特徴で  
あるが、このような市場への木目細かい対応は日本の企業が得意とするところである。

日本の半導体・FPD メーカーは、製品サイクルが短いデジタル家電市場との擦り合わせ  
に対応できる市場近接型の短工期生産、多品種少量生産対応と複雑性、微細加工（小型化・  
高集積化）、生産ノウハウ等の先進的技術開発対応のビジネスモデルを押し進め、国際競争  
力（技術的、コスト的）を確固たるものにしようとしており、今後も国内生産で国際競争  
に対抗できるものと思われる。

そして、このような日本の半導体・FPD 産業には多くの中小企業が関わっており、日本  
の競争力を支える力となっている。開発・設計能力の高い大企業と、もの造り（具現化）  
能力の高い中小企業の連携が重要となっており、こうした状況は中小企業にとって大きな  
ビジネスチャンスとなる。

## 2. 中小企業にとっての具体的なビジネスチャンス

### 2 - 1. 中小企業にとってのビジネスチャンス

ここでは、前項でみた有望事業領域の中で特に中小企業が取り組みやすい事業領域について半導体、液晶、PDP、EL について数件ずつ取り上げ、具体的なビジネスチャンスの領域として提案する。

既に述べたように半導体や FPD は製造工程において、技術革新や製造技術の未確立など様々な課題、問題点を抱えており、中小企業にとってもビジネスチャンスが広がっている。

具体的には、すでに確立された技術と思われてきた半導体分野においては、システム LSI の進展に伴って、大規模化、大集積化が進み、より微細化技術への対応やプロセスの複雑化を解消する技術などが求められている。また、廃液処理や洗浄処理等における環境面での対応もより厳しくなっている。

こうした中で、前工程においては、微細化に伴う検査装置や工程毎に使用される洗浄装置のビジネスチャンスが考えられる。また、後工程については、歩留り向上や環境対応を目的にした検査装置や処理技術の改良が求められている。

一方、FPD 分野においては、基板の大型化に伴い技術革新が待たれる工程や開発段階レベルの技術もあり、技術的な課題や製造プロセスにおける問題点も多い。

液晶ディスプレイでは基板の大型化に対応したカラーフィルタ工程における改善、具体的には顔料などの材料面での開発や塗布方法、またその後工程では、歩留り向上やコストダウンに向けた検査装置や輝度向上ニーズからバックライトユニットなどにビジネスチャンスが考えられる。

PDP や有機 EL ではまだ開発途上にある技術も多く、また製造技術も十分に確立されていない。発光効率の向上や消費電力の低減、あるいは寿命の問題や量産技術など課題も多い。

こうした中で、PDP においては、リア基板工程における発光効率の向上や長寿命の蛍光体材料の開発等が求められており、組立工程では検査工程におけるコストダウンに向け、新たな検査装置がビジネスチャンスとして期待される。

また、有機 EL では、微細加工における技術改良や封止工程における発光材の新たな封止方式が求められている。また、組立工程では、液晶や PDP と同様、コストダウンに向け、機能的な検査装置がビジネスチャンスとして考えられる。

## 2 - 2 . 半導体製造分野への参入機会 < ビジネスチャンス >

これまで幾度と述べてきたように、半導体製造プロセスは、システムLSIの大規模化、大集積化に伴い、プロセスの複雑性から工程も長く、また各工程におけるテストタイムも長時間化する傾向にある。

このため、製造プロセスにおけるコストの増大が大きな課題となっており、コストダウンが強く求められているが、そのためにはプロセスの技術革新、改革が必要である。

また、上でみたように、現在大学では様々な取り組みが推進中である。

こうした事例や技術的課題等を踏まえ、中小企業にとってのビジネスチャンスとして、中小企業が持つ固有技術の活用が可能であり、また大企業の参入可能性が低いと思われるニッチな領域で、もの造りのノウハウが活かせる事業領域の視点から、具体的に次の事業がビジネスチャンスとして考えられる。

### 【中小企業にとっての具体的なビジネスチャンス】

- ( 1 ) 微細化に対応したパターン検査装置と搬送容器
- ( 2 ) 環境面に対応した安価なウエハ洗浄装置
- ( 3 ) 環境面に対応したポリッシング技術
- ( 4 ) レーザーを応用したダイシング装置
- ( 5 ) SoC や SiP 対応の技術確立
- ( 6 ) テスト容易化設計に対応した高速テスターとその治具

#### ( 1 ) 微細化に対応したパターン検査装置と搬送容器【パターン(マスク形成)工程】

集積度向上に伴うパターン微細化により、製品上の100nm以下の微細な欠陥も致命的となってきているが、この欠陥をなくすためにはまずマスク形成段階でのパターンの精度確保が必須であり、またパターン形成したフォトマスクのチェックに検査精度向上が求められている。

その装置には、設計データとマスクとの精密な照合を可能にする高度な画像処理技術を駆使したパターン検査方法・装置が望まれる。また、こうした高精細のクリーンなフォトマスクを扱うためには、専用のケース兼ハンドリング治具が必要とされる。

#### ( 2 ) 環境面に対応した安価なウエハ洗浄装置【ウエハ処理工程(プロセス前工程)】

シリコンウエハ上にフォトマスクを用いて様々な導電層・絶縁層のパターンを幾層にも積み重ね回路が完成するが、その際各層のパターン形成毎に一つの埃や有機微小粒子までも取り除くための洗浄が行われる。1パターン1洗浄というように、成膜の前後には必ず洗浄が行われる(「洗浄が品質を作る」と言われる)。

したがって、洗浄工程では、「縁の下の力持ち」的な機能で、以前は大掛かりで高価

な装置というのが一般的であった。また、洗浄液やその蒸発で周囲への環境面での影響の問題もあった。こうした問題を解決するために、環境面に配慮した簡便で安価なウエハ洗浄装置が求められる。

### (3) 環境面に対応したポリッシング技術【組立工程(プロセス後工程)】

表面に回路が形成されたウエハの裏面を仕上げで厚さを調整する工程(バックグラインディング = BG)においては、薬品エッチングや機械的研磨により生じる排水、排気、洗浄処理による環境負荷の高さが問題となる。

したがって、この問題を解決するために、薬品や研磨スラリーなどの副資材による環境負荷を低減可能なドライポリッシングなどによる環境対応が望まれる。

また、ウエハ薄片化のための一次的な研磨によるダメージを除去するための仕上げ研磨についても環境対応が望まれているほか、ダメージを除去するための仕上げ研磨を必要としない一次研磨の手法確立も有効な方策と考えられる。

### (4) レーザーを応用したダイシング装置【組立工程(プロセス後工程)】

ウエハから個別の IC チップをダイヤモンド工具等で切り出すダイシング工程では、切断時に発生するシリコン屑の処理が課題である。

シリコン微細屑の回収・処理は洗浄排液の処理も含めた大きな問題であり、環境負荷の問題としても捉えられる。

したがって、ダイシング方式の見直しによる屑の発生減も視野に入れた提案と先の簡便・安価な洗浄装置の活用との相乗効果が期待されるレーザー応用など新たな切断方式が望まれる。

### (5) SoC や SiP 対応の技術確立【組立工程(プロセス後工程)】

LSI の SoC (System on Chip) や SiP (System in Package) に伴い、チップのパッケージング工程においてはトランスファーモールドにおける樹脂の使用効率向上が課題になっており、SoC や SiP に対応したモールド金型の改善提案が望まれる。

また、モールド金型洗浄の欠陥として、金型表面に微細な傷を生じ製品に影響を及ぼす問題点も指摘されており、独自の専用金型洗浄ソリューションの提供も有効手段である。

### (6) テスト容易化設計に対応した高速テストとその治具【検査工程】

システム LSI での高集積化、大規模化の進展は、製品検査時間の増大のみならず、テスト設計にかかる時間・費用やテスト価格の上昇など新たな負担を生じており、高速対応のテスト・治具の提供、あるいはテスト・治具のコストダウンが求められる。

こうした傾向を受け、設計段階では既に「テスト容易化設計 (DFT : Design For Testability)」が考慮された設計が常識として織り込まれている。このテスト容易化設計の考え方に基づいた新しい発想でのテストやその治具の開発・提供が強く望まれる。

## 2 - 3 . 液晶ディスプレイ製造分野への参入機会 < ビジネスチャンス >

液晶の製造プロセスは、製造フローとしては基本的に大きな変化はないが、テレビ用の大画面の量産により生産性、コスト、品質管理の面での実現から、特定部分の工程で技術革新が考えられる。

具体的には、テスト容易化設計、ガラス基板の大型化に伴うガラス面の平滑化、カラーフィルタの明るさ向上、またクロム金属膜における環境面での課題、ガラス基板の大型化による薄膜塗布技術などへの対応等である。

このような中、中小企業が持つ固有技術の活用が可能であり、また大企業の参入可能性が低いと思われるニッチな領域で、もの造りのノウハウが活かせる事業領域の視点から、具体的に次の事業がビジネスチャンスとして考えられる。

### 【中小企業にとっての具体的なビジネスチャンス】

- ( 1 ) 明るさ向上のための新しい発色材の開発
- ( 2 ) ブラックマトリクス材の顔料系の開発とその塗布装置、検査装置
- ( 3 ) 精密コータ・ラビング装置とその検査装置
- ( 4 ) 単層系偏光フィルムの開発、薄膜コータによる偏光板の開発
- ( 5 ) セルの総合負荷試験装置
- ( 6 ) 高輝度バックライトユニットの開発

### ( 1 ) 明るさ向上のための新しい発色材の開発【カラーフィルタ形成工程】

カラーフィルタは液晶(LCD)の色純度を決定するキーパーツであり、LCD モジュールの20%(コスト構成比)を占める重要部品である。また、カラーフィルタの品質の低下がLCDの明るさの低下につながるため、重要な品質改善対象の一つでもある。

基板上にRGBのパターンを形成するには、基板前面に顔料(顔料を溶かした「顔料分散液」)を塗布する工程を伴うため、顔料の選択、塗布ムラの防止、の2点が現在、主要な問題点となっている。

顔料の選択はカラーフィルタの品質に大きく影響する。つまり、顔料の微細化や顔料を溶かす分散材の問題が伴う。塗布装置については、従来型のスピコート(塗布対象を回転させて中央に顔料分散液を滴下し全面にひろげる)ではLCDの大型基板への均一塗布に難点があるほか、顔料の大半が遠心力で外周から失われ効率が悪いいため、品質・コストの両面からスピンレスでの薄膜塗布技術が課題となる。

こうしたことから、顔料を含む新たな発色材の開発と塗布方法の開発が囑望される。

## **(2) ブラックマトリクス材の顔料系の開発とその塗布装置、検査装置【カラーフィルタ形成工程(クロムスパッタ)】**

カラーフィルタのRGBを区分する部材=ブラックマトリクスはクロムスパッタにより形成されるため、主材料であるクロムによる環境負荷への配慮から代替技術が検討されている。

今後の環境対応を考え、黒顔料の可能性の検討とその新しい薄膜塗布技術の開発が望まれ、また薄膜形成チェックとしての表面検査装置の開発が必要と考えられる。

## **(3) 精密コータ・ラビング装置とその検査装置【セル組立工程(配向膜形成)】**

液晶分子に方向性を与える役目を果たす配向膜は、主にポリイミド樹脂薄膜を均一に塗布した後、精密な布で一定方向に擦る工程(ラビング)を経て初めてその性能を付加される。現在は、特に製品の大判化によるラビング処理ムラの発生が問題となっている。

この対応として、精密塗布技術および装置が要求されるほか、ごみおよびその付着の原因ともなる静電気に対する対策(静電除去装置等)が求められる。

目下、印刷方式などが採用されてきたが、さらに精密薄膜塗布技術とラビング加工の複合加工の開発が望まれ、またその検査装置も期待される。

## **(4) 単層系偏光フィルムの開発、薄膜コータによる偏光板の開発【セル組立工程(偏光板貼り)】**

液晶薄肉化の一環として液晶モジュールの前後に2枚配される偏光板自体の薄型化が要求されているほか、液晶画面の明るさ向上が大きな課題となっている。この両方を満たすために、偏光板を構成する光学フィルムの積層低減が期待される。

これは最終的には、単層偏光フィルムの開発につながるほか、薄膜コータを用いた偏光板など、全く新しい技術による薄型化も考えられる。

## **(5) セルの総合負荷試験装置【セル組立工程(検査)】**

完成した液晶セルについて、回路チェックと並行して、低温気泡(低温での長期運用で液晶中に微量に混入した空気が気泡となる不具合)、高温動作ムラ、のような実際の稼動状況下で発生する可能性の高い不具合を、予め検査で見極めて修復することにより、歩留り向上につなげることが可能である。その対応策として、セル完成時の連続負荷試験機を提案する。

## **(6) 高輝度バックライトユニットの開発【モジュール組立工程】**

セル以外の液晶モジュールの重要課題としては、バックライトの輝度向上が着目されており、光学フィルムの性能向上とは別に高輝度の得られるバックライト構造の見直しや開発がコストダウンを含め望まれている。

## 2 - 4 . PDP製造分野への参入機会 < ビジネスチャンス >

大画面の領域を得意とするプラズマディスプレイであるが、まだ十分に確立された技術ではなく、様々な課題を解決しながら進展している。

特に、発光効率の向上と消費電力の低減は大きな課題であり、また寿命（明るさが当初より半減する期間）の問題もある。

このような中、中小企業が持つ固有技術の活用が可能であり、また大企業の参入可能性が低いと思われるニッチな領域で、もの造りのノウハウが活かせる事業領域の視点から、具体的に次の事業がビジネスチャンスとして考えられる。

### 【中小企業にとっての具体的なビジネスチャンス】

- ( 1 ) 発光効率の良いリブ構造の開発とその精密加工装置、検査装置
- ( 2 ) 長寿命蛍光体の開発とその精密塗布装置、検査装置
- ( 3 ) セルの総合負荷試験装置
- ( 4 ) 駆動回路と周辺回路を含めたモジュール化、LSI 化に対応した検査装置

#### ( 1 ) 発光効率の良いリブ構造の開発とその精密加工装置、検査装置【リア基板工程（リブ形成）】

プラズマディスプレイ(PDP)の蛍光体色を分ける隔壁＝リブは精密微細加工であり、深溝かつ高反射が要求される PDP 製造工程中の難所の一つである。現在のところ、サンドブラスト法（レジストでパターンを形成してサンドブラスト加工し、レジスト除去後焼成）が主流であるが、加工精度に難がある上、材料の歩留りが低くコスト改善が望まれるほか、使用した研磨材の回収の手間もあり環境配慮面でも不利とされる。

リブの構造についても、従来からのストライプ状から、発光効率の高い構造を求めてワッフル型など各社から提案がなされており、加工精度、高反射、発光効率、の3つを迫及した新たな精密加工技術の提案と装置開発が望まれる。また、これに対応した検査装置も必須である。

#### ( 2 ) 長寿命蛍光体の開発とその精密塗布装置、検査装置【リア基板工程( 蛍光体層形成 )】

PDP の特徴であるプラズマ放電下では蛍光体、特に青色蛍光体の寿命が劣化することが知られており、液晶と比肩できる（6万時間）超寿命の蛍光体の開発が重要課題である。

また、蛍光体の形成方法についても決定的な方式は未だ定まっておらず、メーカーによって異なる。発光効率向上につながる高反射を実現するような精密塗布技術および装置の開発も待たれる。

### (3) セルの総合負荷試験装置【セル組立工程(検査)】

PDP モジュール全体の品質に大きく影響を与える問題点として、セルごとの輝度、発光バラツキが上げられる。大型化に伴い、発光効率の測定においても3次元測定によるカラーバランスのチェックが必要となる。

また、PDP の場合、ガス漏れ・性状変化や高温動作ムラなどのチェックも重要である。こうした課題に対応したセルの総合負荷試験装置が期待される。

### (4) 駆動回路と周辺回路を含めたモジュール化、LSI 化に対応した検査装置【モジュール組立工程(ドライバーIC)】

液晶と比較すると、劣るとされるモジュール消費電力の削減(=発光効率向上)に対するニーズはきわめて強く、透明電極の放電性の改善等による画素駆動電圧の低下が求められる。

回路コストがモジュール組立工程のコストの2/3を占めることから、駆動回路および周辺回路を含めた制御系のLSI化がコストダウンの鍵となるが、中小企業にとってはこうした制御系のLSI化に対応した検査装置がビジネスチャンスと考えられる。

## 2-5. 有機ELディスプレイ製造分野への参入機会<ビジネスチャンス>

ELの構造上、大型化が難しい上、寿命や量産技術など、技術的に抱えている課題は多い。

このような中、中小企業が持つ固有技術の活用が可能であり、また大企業の参入可能性が低いと思われるニッチな領域で、もの造りのノウハウが活かせる事業領域の視点から、具体的に次の事業がビジネスチャンスとして考えられる。

#### 【中小企業にとっての具体的なビジネスチャンス】

- (1) シャドーマスクの微細孔加工を行う無電解めっき等への転換とその検査装置
- (2) 3色発光材料のインクジェットコート装置とその検査装置
- (3) フィルム封止や膜封止方式の開発とその検査装置
- (4) セルの総合負荷試験装置
- (5) 駆動回路と周辺回路を含めたモジュール化、LSI化に対応した検査装置

**(1) シャドーマスクの微細孔加工を行う無電解めっき等への転換とその検査装置【カラー化形成工程(シャドーマスク)】**

RGB 3 色の有機発光材料を蒸着させるシャドーマスクは、電解めっきによって形成され高精度微細加工を伴う。そのため、大型化が困難であり、電解めっきの改良など新たな技術開発・提案によるコスト低減、歩留り向上や大型化の実現が望まれる。

方策としては、無電解めっきへの移行、プラズマエッチング、等々が挙げられる。

**(2) 3色発光材料のインクジェットコート装置とその検査装置【カラー化形成工程(RGBパターン)】**

3色の発光材料によるパターン形成もやはり大型化が困難な精密塗布工程である。使用される発光材料の低分子・高分子の別によって、応用可能な技術が異なる。製品化が先行した低分子タイプは一般に水分や高エネルギー粒子に弱いため蒸着によるほかなく、一方高分子タイプはインクジェット方式の応用による精密塗布が有効である。

**(3) フィルム封止や膜封止方式の開発とその検査装置【封止工程】**

水分に弱い発光材料は、除湿材と共に金属又はガラス製の缶に封止加工されるが、コスト低減や薄型化の目的で、フィルムや成膜を用いた封止方式の開発が進められており、実用化が待たれる。

**(4) セルの総合負荷試験装置【セル組立工程(検査)】**

完成した液晶セルについて、回路チェックと並行して、発光材の封止機能(閉口していると発光しない) 高温動作ムラ、のような実際の稼動状況下で発生する可能性の不具合を予め検査で見極めて再工程することにより、歩留り向上につなげることが可能である。その対応策として、セル完成時の総合負荷試験機を提案する。

**(5) 駆動回路と周辺回路を含めたモジュール化、LSI 化に対応した検査装置【モジュール組立工程(ドライバーIC)】**

モジュール組立工程において、大きなコストを占める回路のコストダウン要求は強く、駆動回路と周辺回路を含む制御系のLSI 化が期待される。

中小企業にとってはこうした制御系のLSI 化に対応した検査装置がビジネスチャンスと考えられる。

## 参考資料 目次

1. 半導体・FPDの製造工程 ..... 1
2. 専門技術用語の解説..... 16

## 参考資料1 半導体・FPDの製造工程

### 1. 半導体の製造工程

半導体の製造工程は、1)設計工程、2)ウエハ製造工程、3)パターン形成（マスク形成）工程、4)ウエハ処理（プロセス前）工程、5)組立（プロセス後）工程、6)検査工程、に分けられる。

#### (1) 設計工程

システム設計、機能設計、論理設計、テスト設計、レイアウト設計があり、CAD システム、EDA（Electronic Design Automation：電子設計自動化）システム、EWS（Engineering Work Station：エンジニアリングワークステーション）などを駆使してシミュレーションを高速に行う。

パソコン用 LSI（Large Scale Integration：大規模集積回路）、携帯電話用 LSI、ゲーム機用 LSI などの製品企画やシステム仕様設計、機能設計など最重要工程である。

論理回路の増大、動作スピードの高速化、複合デバイスの混載、小型軽量化に伴い、開発課題が多くなっている。

#### (2) ウエハ製造工程

シリコンウエハ基板工程、エピタキシャルウエハ工程、SOI（Silicon On Insulator）ウエハ工程があり、シリコンウエハ基板工程ではシリコン単結晶成長から、ウエハ切断、鏡面研磨、洗浄からなる。エピタキシャルウエハは、ウエハ基板上に Si を気相成長させたものである。

SOI ウエハ工程には、代表的な貼り合わせウエハ（酸化したウエハを貼り合わせ、一方のウエハを研磨して薄い SOI 層を酸化絶縁膜上に作成）と SIMOX ウエハ（単結晶の Si 基板に酸化イオンを注入し作成）がある。最近の SoC（System On Chip）対応に SOI ウエハが注目されている。

##### 【工程】

①単結晶→②切断→③研磨→④エピタキシャルウエハ→⑤貼合せウエハ→⑥洗浄→⑦検査・包装→⑧ウエハ完成

#### (3) パターン形成工程（マスク形成）

設計工程からの LSI の設計パターンデータをマスクブランク上に描画形成したパターンをフォトリソグラフィ技術でフォトマスク（レチクル）の製作をする。

##### 【工程】

①ガラス基板研磨→②クロム成膜→③クロム膜特性検査→④レジスト塗布→⑤プリベーク→⑥膜厚検査→⑦パターン描画→⑧パターン現像→⑨リンス→⑩乾燥→⑪ポストベーク→⑫ディスカム→⑬パターンエッチング→⑭レジスト剥離→⑮洗浄→⑯パターン検査→⑰パターン修正→⑱洗浄→⑲ペリクル装着→⑳異物検査→レチクル・フォトマスク完成

#### (4) ウェハ処理工程 (プロセス前工程)

基板工程と配線工程があり、何層かの繰り返しを行う。ウェハからスタートし、フォトマスクを用いて様々な導電層・絶縁層のパターンを積み重ね、回路を完成させる。丸いウェハの表面に四角い LSI チップが収まる限り何百個も整然と並んで形成され、鏡のような元のウェハがその上に形成された微細なパターンにより虹色に輝いて見えるようになる。

##### 【工 程】

- 1) 基板工程  
①洗浄→②酸化→③CVD→④フォトリソグラフィ→⑤ドライエッチング→⑥イオン注入→⑦アニール→⑧スパッタリング→⑨CMP→⑩検査  
※基板工程繰り返し
- 2) 配線工程  
⑪洗浄→⑫CVD→⑬塗布・成膜→⑭スパッタリング→⑮めっき→⑯CMP→⑰フォトリソグラフィ→⑱ドライエッチング→⑲検査→⑳アニール  
※配線工程繰り返し
- 3) ウェハ検査工程
- 4) 完成ウェハ

#### (5) 組立工程 (プロセス後工程)

前工程で完成したウェハから個々のチップを切り出し、デバイスとして仕上げる工程である。その目的は、i)扱い易い外部接続端子を作る、ii)外力などからチップを保護する、iii)水分などでチップの回路が腐食しないように保護する、iv)取り扱いし易い形状にする、v)複数のチップを組み込んでシステムを形成する、ことである。

これらを実現する構造、形状、材料などを総称して半導体パッケージングと呼ぶ。バックグラインディング、ダイシング、ダイボンディング、ワイヤボンディング、封止、めっき、リード表面処理・切断成形、マーキング、の各工程がある。

##### 【工 程】

- 1) バックグラインディング (BG)  
①BG シート貼付け→②BG→③ポリッシング/エッチング→④BG シート剥離
- 2) ダイシング (チップ分離)  
①ウェハ貼付け→②ダイシング→③UV 照射
- 3) ダイボンディング (チップ取付け)  
①ペースト塗布→②ダイボンディング→③ペーストキュア
- 4) ワイヤボンディング (結線) ①ボール方式/ウェッジ方式
- 5) 封止 (エポキシレジン封入) ①トランスファモールド方式
- 6) めっき (リード表面処理)  
①フラッシュバリ除去→②はんだめっき、鉛フリーめっき
- 7) 切断・成型
- 8) マーキング ①インク/レーザー→②外観検査
- 9) システムインパッケージ (SiP)  
・積層パッケージ ・平面+積層パッケージ ・多段積層の SiP  
・ウェハレベルパッケージ (WLP) ・フリップチップ接続技術
- 10) パッケージ検査工程
- 11) 完成 LSI

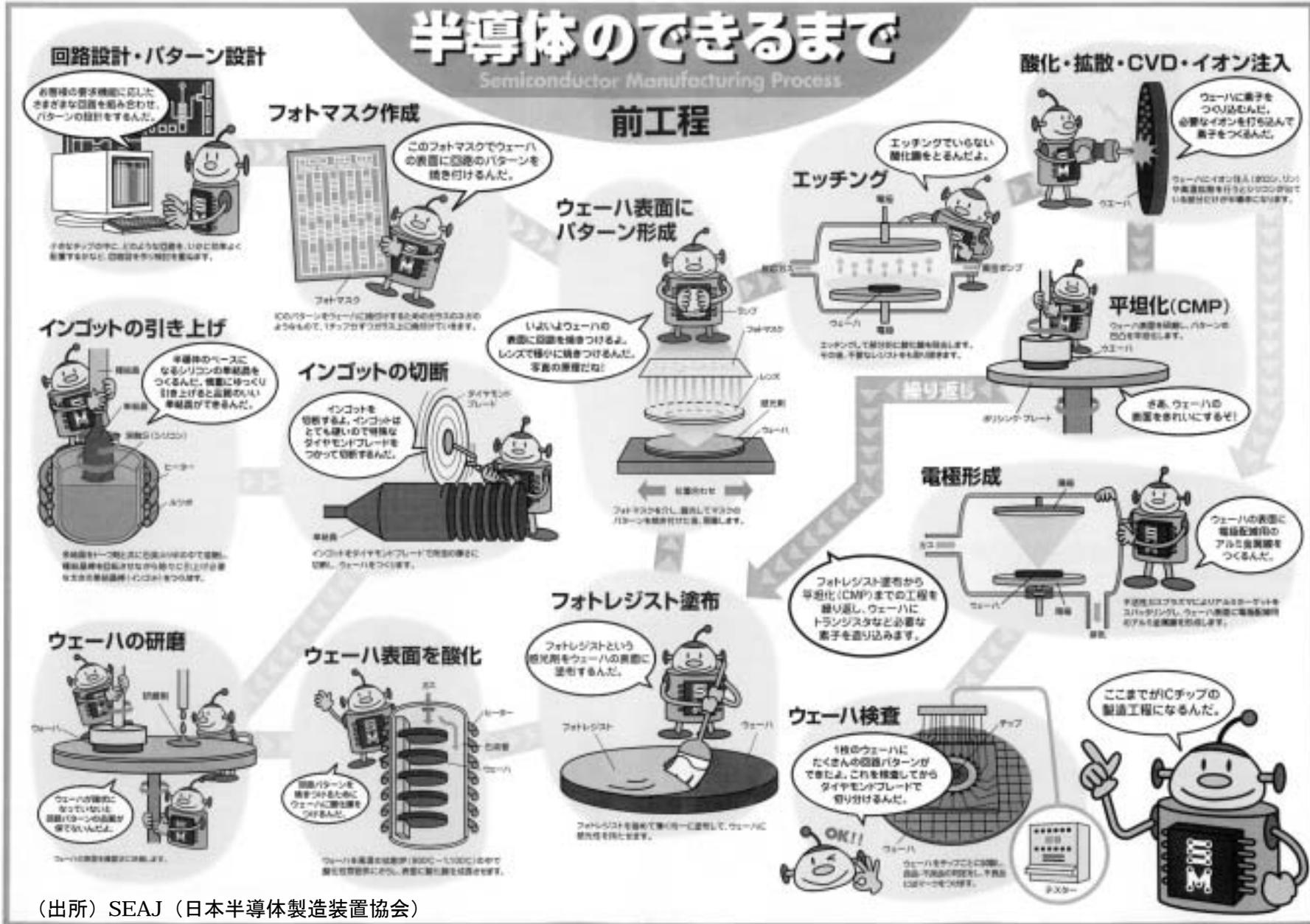
## (6) 検査工程

ウエハ検査工程とパッケージテスト工程があり、ここでは電気的特性検査が主体となる。ウエハ検査では、DCパラメトリックテスト、プローブテストがある。

パッケージテストでは、バーンインテスト、テストバーンイン、選別テストがある。最後に不良解析と製造工程へのフィードバックが行われ、歩留り向上が図られる。

### 【工程】

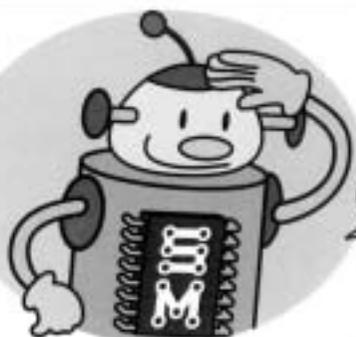
- 1) 完成ウエハ検査  
①DCパラメトリックテスト→②プローブテスト1→③レーザーリペア→④ベーク→⑤プローブテスト2→⑥プローブテスト3
- 2) 完成LSI検査  
①基板詰め→②バーンイン→③テストバーンイン→④基板抜き→⑤高温テスト→⑥常温テスト
- 3) 故障解析とフィードバック
- 4) 外観検査・梱包



# 半導体のできるまで

Semiconductor Manufacturing Process

## 後工程



さあ、最後の仕上げにとりかかろう!

### ウェーハのダイシング



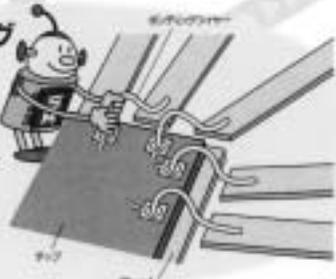
ウェーハを切断し仕上げをチェックして、良品だけがチップとして使われるんだ。

### チップのマウンティング



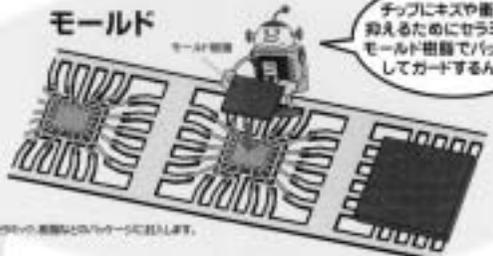
チップが所定の位置からズレないようにしっかりと固定するんだ。

### ワイヤーボンディング



チップとリードフレームをボンディングワイヤーで繋ぶんだ。とても精度の高い技術が要求されるんだよ。

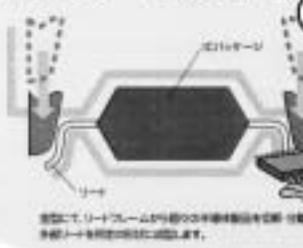
リードフレームとチップをしっかりと固定して組み立てる。



### モールド

チップにキズや衝撃を抑えるためにセラミックやモールド樹脂でパッケージしてガードするんだ。

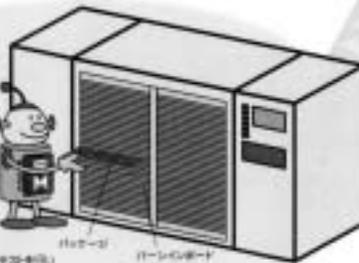
### トリム&フォーム（脚切り成型）



だいぶ半導体らしくなったね。でも、これから重要なテストがあるんだ。

ここで、リードフレームからチップの半導体部品を切り取り、各脚リードを所定の位置に成型します。

### バーンイン（温度電圧試験）



バーンインボードにパッケージをセットして温度と電圧のテストをするんだ。

初期不良率を低くし、コンクリートチップを100%の信頼性でテストします。

### 製品検査・信頼性試験



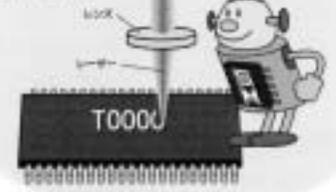
さあ、最終検査。製品に異常がないか慎重にチェック!



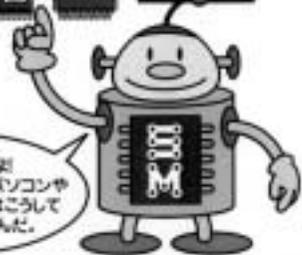
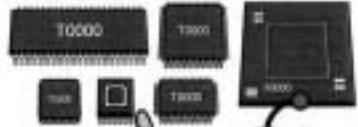
製品検査、信頼性試験を通過れば合格だね。

### マーキング

半導体への印字はレーザーでするんだ。



### 半導体完成



これで完成だよみんなが使っているパソコンや電化製品の半導体はこうしてつくられているんだ。

## 2. FPDの製造工程

### 2-1. 液晶ディスプレイの製造工程

液晶ディスプレイの製造工程は、1)設計工程、2)ガラス基板工程、3)パターン形成（アレイ基板）工程、4)カラーフィルタ基板工程、5)セル組立工程、6)モジュール組立工程、に分けられる。

#### (1) パネル設計工程

システム設計、機能設計、論理設計、テスト設計、レイアウト設計があり、CAD システム、EDA システム、EWSなどを駆使してシミュレーションを高速に行う。

#### (2) ガラス基板工程

歪点が高く、熱膨張係数が小さく、ナトリウムイオンが入っていない無アルカリ白板ガラスで、厚さ 0.7mmから 0.4mmのマザーガラスを製造する。上下基板間のセルギャップの均一性を向上させるため、ガラスのうねりを除去する研磨を行う。

#### (3) パターン形成（アレイ基板）工程

ガラス基板上に薄膜トランジスタ(TFT)を画素1つ1つに形成していく工程である。この工程は半導体のDRAMの製造に大変よく似ている。フォトリソグラフィの技術を用いアモルファスシリコン膜、金属薄膜を成膜、レジスト塗布、露光、現像、エッチング、レジスト剥離という処理を繰り返して行う。

##### 【工程】

①洗浄→②成膜→③洗浄→④レジスト塗布→⑤プリベーク→⑥露光→⑦現像→⑧ポストベーク→  
⑨エッチング→⑩レジスト剥離→⑪検査  
※①～⑪を4～6回繰り返し、⑫アレイ基板完成

#### (4) カラーフィルタ基板工程

もう1枚のガラス基板上にディスプレイの色付けを決定する重要なプロセスであり、その特性改善に向け日夜研究されている。

クロム膜成膜工程、ブラックマトリクス工程、狭義のカラーフィルタ工程、オーバーコート工程、透明電極(ITO膜)形成工程からなる。この内、ブラックマトリクスは画質のコントラストを明確にする役割をもつ。

##### 【工程】

①洗浄→②クロムスパッタ→③ポジレジスト塗布→④プリベーク→⑤露光→⑥現像→⑦エッチング→⑧レジスト剥離→⑨赤レジストコート→⑩プリベーク→⑪露光→⑫現像→⑬ポストベーク→  
⑭エッチング→⑮青レジストコート→⑯緑レジストコート→⑰オーバーコート→⑱透明電極

## (5) セル組立工程

配向膜形成後、アレイ基板とカラーフィルタ基板とを貼り合わせ、液晶注入などを施しセルを完成する。配向膜は、ポリイミド材をアレイ基板上とカラーフィルタ基板上に塗布した後軟焼成し、基板上を掃くようにして溝を作り込んでいく(ラビング工程)。この溝に液晶分子を寝るように並ばせる。

ガラス基板の隙間を均等に 3~4 ミクロン( $\mu\text{m}$ )程度に保つため、プラスチックボール散布によるスペーサ散布という工程がある。近年の基板サイズの大型化でスペーサレスになりつつある。液晶注入工程は、かつての汲み上げ式から滴下式に変わり大きな量産効果の得られる技術革新があった。

### 【工 程】

①洗浄→②ポリイミド樹脂塗布/ベーク→③配向処理(ラビング)→④洗浄→⑤スペーサ散布(片側)→⑥シール剤散布(片側)→⑦組立(貼合せ)→⑧液晶注入/封止→⑨偏光板貼り→⑩検査→⑪セル完成

## (6) モジュール組立工程

完成セルにドライバ IC、プリント基板、バックライト、ケーブル、フレームなど取り付け、モジュールとして約 7 時間の全数エージングを行う。

### 【工 程】

①セル→②TAB-IC・OLB (TAB テープ、ドライバー IC、異方性導電膜) →③PCB 接続→④バックライト装着→⑤検査→⑥モジュール完成



## 2-2. PDP (プラズマ・パネル・ディスプレイ) の製造工程

プラズマ・パネル・ディスプレイの製造工程は、1)パネル設計にはじまり、2)ガラス基板工程、3)フロント基板工程、4)リア基板工程、5)セル組立工程、6)モジュール組立工程、7)光学フィルタ取付け、の各工程からなる。

### (1) パネル設計工程

システム設計、機能設計、論理設計、テスト設計、レイアウト設計があり、CAD システム、EDA システム、EWSなどを駆使してシミュレーションを高速に行う。

### (2) ガラス基板工程

高歪点ガラスで厚さ2.8mmのマザーガラスを製造する。発光プロセス(注)温度が600°C近くになるので通常のソーダガラスは使えない。パネル内部で使用するフリット材との関係で熱膨張係数はソーダガラスと同等のものが求められる。

(注) 各画素に封入されたキセノンとネオンの混合ガスを200~300V程度の電圧によってプラズマ化し放電させ、キセノンネオンガスから紫外線を放出させ、画素の下部および壁面に塗られたRGB(赤緑青)の蛍光体に当てて励起させ発光させる。

### (3) フロント基板工程

高歪点ガラスに、透明電極(ITO)とバス電極(Cr-Cu-Crなど)からなる電極を形成する。低融点ガラスで誘電体層が形成され、その上に真空蒸着で保護層としてMgOを形成する。

#### 【工程】

①ガラス基板受入れ→②透明電極形成→③バス電極形成→④透明誘電体層形成→⑤シール層形成→⑥保護層形成→⑦フロント基板完成

※成膜工程

①洗浄→②成膜→③洗浄→④レジスト塗布→⑤プリベーク→⑥露光→⑦現像→⑧ポストベーク→⑨エッチング→⑩レジスト剥離→⑪検査→完成

### (4) リア基板工程

フロント基板の電極ラインと直行する方向にデータ電極を形成し、その後リブ(隔壁)を形成する。そのリブ内にRGBの蛍光層を形成する。

#### 【工程】

①ガラス基板受入れ→②アドレス電極形成→③誘電体層形成・リブ印刷→④リブ形成→⑤蛍光体層形成→⑥シール層形成→⑦リア基板完成

※成膜工程

①洗浄→②クロムスパッタ→③ポジレジスト塗布→④プリベーク→⑤露光→⑥現像→⑦エッチング→⑧レジスト剥離→⑨赤レジストコート→⑩プリベーク→⑪露光→⑫現像→⑬ポストベーク→⑭エッチング→⑮青レジストコート→⑯緑レジストコート→⑰オーバーコート→⑱検査

#### (5) セル組立工程

フロント基板とリア基板とを貼り合わせ、キセノンガスとネオンガスとの混合ガス、キセノンガスとヘリウムガスとの混合ガスを封入する。

##### 【工程】

①組立（貼合せ）→②封着、排気、ガス封入→③検査→④セル完成

#### (6) モジュール組立工程

セル基板にドライバーIC、プリント基板、ケーブル、フレームを取り付け後、約7時間のエージングを行う。

##### 【工程】

①セル→②ドライバーIC 取付け→③PCB 接続→④検査→⑤モジュール完成

#### (7) 光学フィルタ取り付け

前面板とも言われる光学フィルタは、モジュールの前面に設置される。破損防止という役割のほか、反射防止という視認性向上のための光学的機能、EMI対策（電磁波防止）という電氣的機能、さらにNIR（近赤外線カット）、色補正機能ももつ。

##### 【工程】

①AR（無反射）フィルム→②強化ガラス→③透過色補正フィルム→④NIR（近赤外線カット）フィルム→⑤EMI（電磁波防止）フィルム→⑥AR（無反射）フィルム



## 2-3. 有機 EL ディスプレイの製造工程

有機 EL の製造工程は、1)パネル設計、2)ガラス基板工程、3)陽極形成工程、4)有機発光層形成工程、5)カラー化形成工程、6)陰極形成工程、7)封止缶工程、8)セル組立工程、9)モジュール組立工程、の各工程からなる。

### (1) パネル設計工程

システム設計、機能設計、論理設計、テスト設計、レイアウト設計があり、CAD システム、EDA システム、EWSなどを駆使してシミュレーションを高速に行う。

### (2) ガラス基板工程

液晶のガラス基板と同じく無アルカリ白板ガラスで、厚さ 0.7mmのマザーガラスを製作する。微小な突起欠陥が対局電極との間でショートを起こすため、表面平滑研磨を行う。

### (3) 陽極形成工程

ガラス基板上に ITO 膜(透明電極)をスパッタリング装置で形成する。抵抗値を下げる必要から Cr (クロム)などで補助電極を形成する。また、表面の平滑性がポイントであり ITO の表面を研磨する。

#### 【工 程】

①ガラス基板受入れ・洗浄→②ITO 成膜→③ITO 研磨・洗浄→④基板補助電極成膜(金属膜)→  
⑤ITO 電極形成→⑥絶縁膜形成→⑦陰極隔壁形成

### (4) 有機発光層形成工程

蛍光性をもった有機化合物半導体層(発光層)の膜厚は数 100nmと極めて薄いもので、真空蒸着で成膜する。発光層はメーカーにより層数が異なる。発光層のホスト材とドーパント材(有色色素)の昇華温度が異なるので均一化がポイントとなる。

#### 【工 程】

①正孔注入層→②正孔輸送膜→③発光層→④電子注入層

### (5) カラー化形成工程

RGB 3 色の発光材料の蒸着工程。カラー化技術には、3 色発光方式、カラーフィルタ方式、色変換方式があり、主流は 3 色発光方式。これはシャドーマスクを用いて RGB 3 色を交互に蒸着させていく方式である。シャドーマスクには RGB に対応した画素と同じ大きさの微細な穴がけられており、この小さな穴から画素に向けて真空蒸着が行われる。

#### 【工 程】

①シャドーマスク→②RGB パターン形成  
※カラーフィルタ方式(白色素子+カラーフィルタ)  
※色変換方式(・青色有機材料塗布 ・色変換層)

## (6) 陰極形成工程

金属陰極(カソード)成膜は、有機発光層同様真空蒸着による成膜で厚さは100nm前後である。

### 【工程】

①金属成膜

## (7) 封止缶工程

有機ELの特質である密閉用の缶に乾燥剤などを取付ける。缶は金属またはガラス製。

### 【工程】

①封止缶の受入れ・洗浄→②乾燥剤充填→③封止剤塗布

## (8) セル組立工程

陽極、有機発光層、カラー化、陰極を形成したガラス基板を封止缶の中に接着して、ガス抜きをして封止する。

### 【工程】

①重ね合わせ→②ガス抜き→③封止剤硬化→④ガラスカット→⑤検査→⑥セル完成

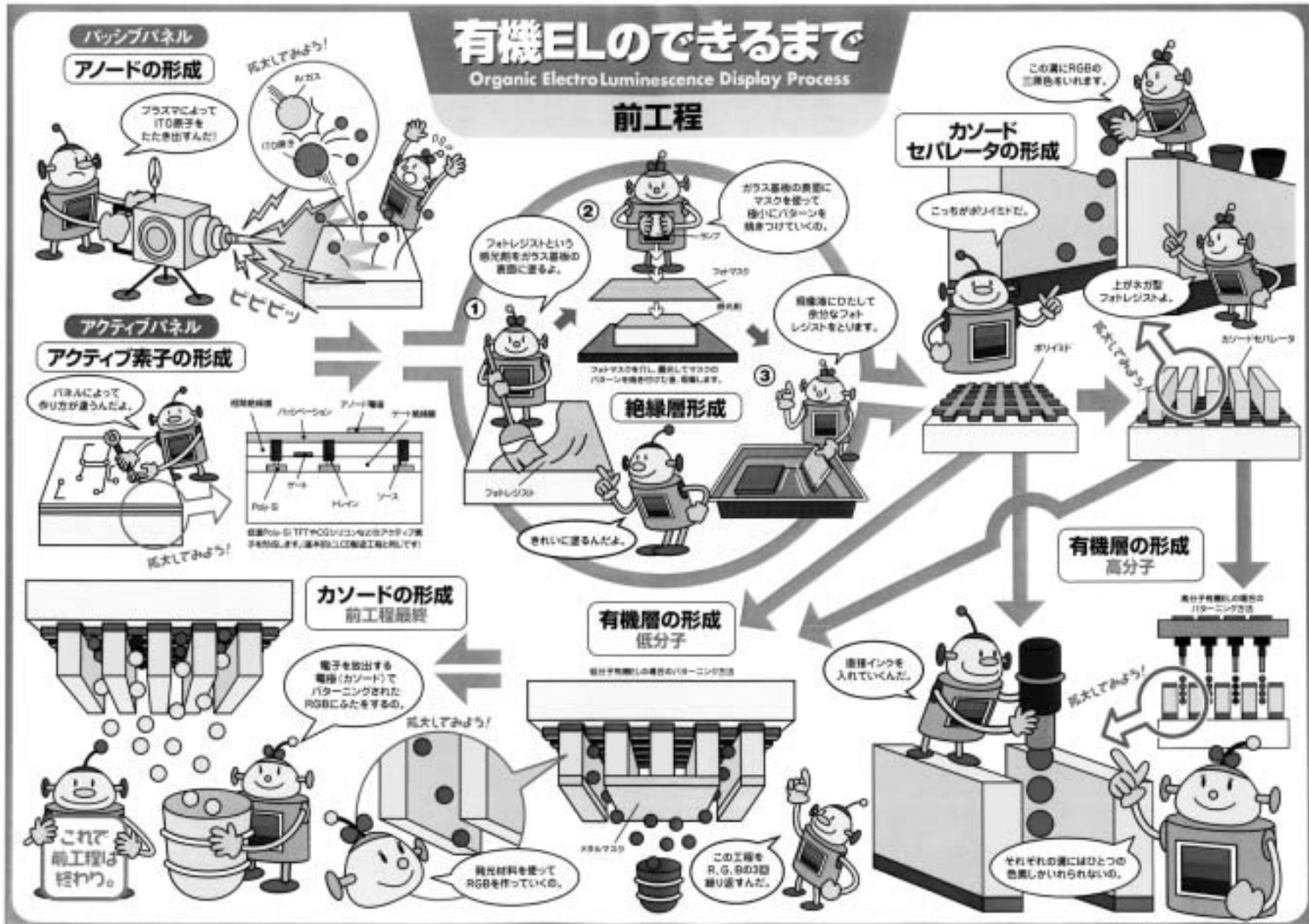
## (9) モジュール組立工程

セルにドライバーIC、プリント基板、偏光板など取り付け、全数約7時間のエージングにより完成する。

### 【工程】

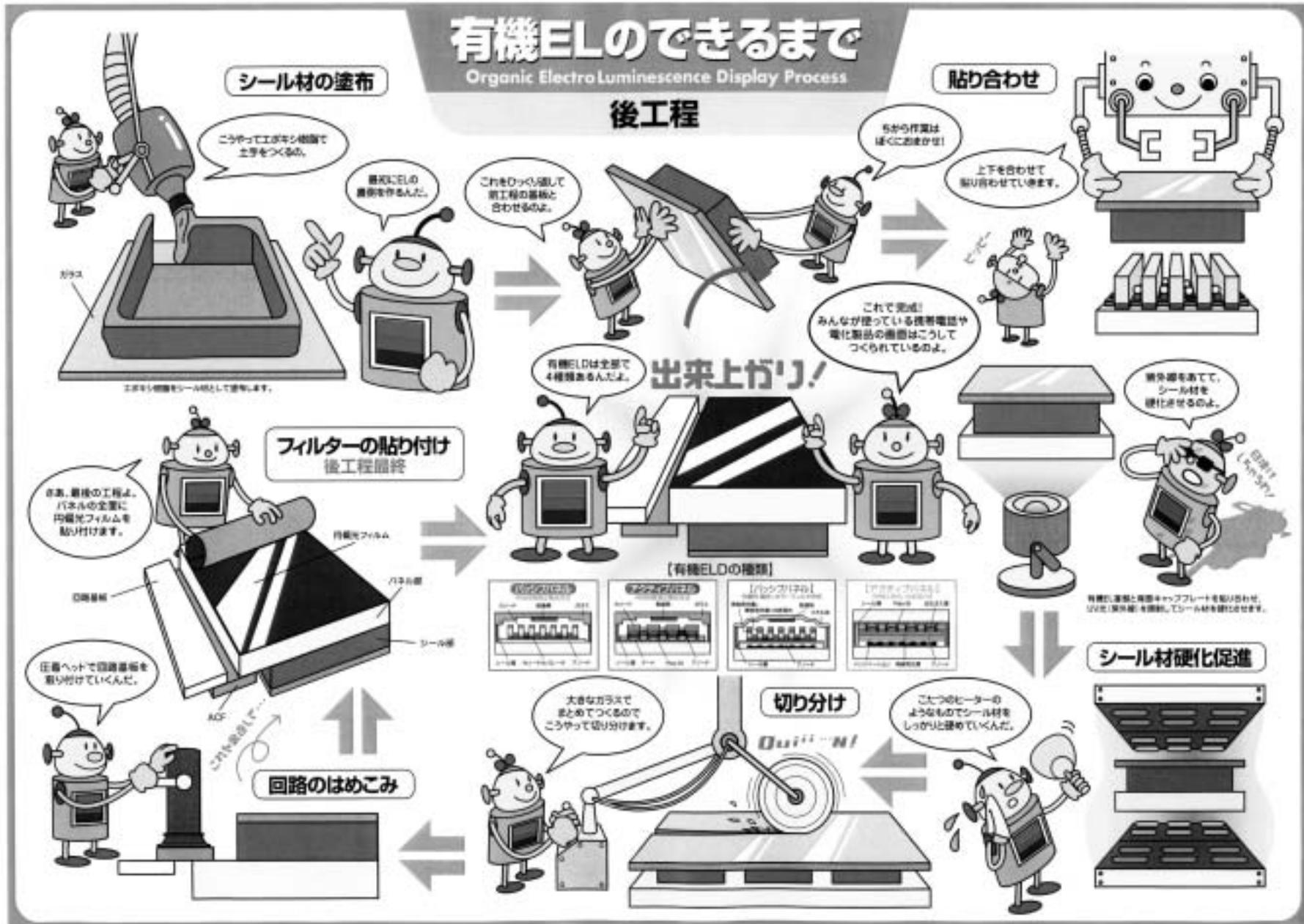
①セル→②ドライバーIC 取付け→③PCB 接続→④偏光板貼合せ→⑤外周封止→⑥検査→⑦モジュール完成→⑧セル完成

有機ELの製造工程（前工程）



(出所) SEAJ (日本半導体製造装置協会)

有機ELの製造工程（後工程）



(出所) SEAJ (日本半導体製造装置協会)

## 用語説明

### <英字の部>

**A E センサー (Acoustic Emission Sensor)** 非破壊検査用センサーの一種。固体が変形あるいは破壊する時に発生する音 (アコースティック・エミッション) を検出することにより、材料や構造物の欠陥や破壊を発見・予知することができる。

**A R コート (Anti Reflection Coating)** ディスプレイ表面の映り込みを低減させる技術の1つで、2種類の屈折率の異なる物質を2重にディスプレイ表面にコーティングすることで、管面の反射を抑えるもの。

**B G (バックグラインディング)** 表面に回路が形成されたウエハの裏面を仕上げで厚さを調整する工程。

**B G シート** B G 時における回路の保護を目的にウエハ表面に貼り付けられるシート。

**B G A (Ball Grid Array)** ICチップのパッケージ方法の一つ。入出力のピンが多いLSIに用いられ、平たいパッケージの下面に半球状の入出力端子 = ボール状の半田が格子状に並んでいるタイプのもの。この半田ボールを加熱して基板に圧着する。

**CMOS センサー** ICの標準的な技術であるCMOS(相補型金属酸化物半導体)を利用したイメージセンサ(撮像素子)。

**CMP** 化学的機械平坦化 = Chemical Mechanical Polishing の略。研磨スラリー (= 研磨剤) と研磨パッドを用いて化学的作用と機械的作用の併用により研磨を行う方法。

**CVD** Chemical Vapor Deposition (化学気相成長法) の略。気相成長の方式のうち、原料物質を含む気体にエネルギーを与えたりプラズマ状にしたりすることにより原料物質の反応性を高めて薄膜を基板に堆積させるもの。半導体やFPDの様々な製造工程において使われる。これに対して、物理的な過程によって薄膜を堆積させる方式がPVD = Physical Vapor Deposition (物理気相成長法)。

**DCパラメトリックテスト** ウエハの状態で電流漏れの有無などを測定しプロセスの良否を判断するテスト。

**DRAM** 電源を切ると記憶した内容が失われるタイプの半導体メモリー。パソコン等の動作中に用いる一時記憶用メモリーとして、汎用規格に従って安価に大量生産される。

**EDAシステム** Electronics Design Automation の略。コンピュータ支援により半導体および電子機器などの設計を自動化すること、又はそれに用いる専用ツール(ハードウェア、ソフトウェア)の総称。

**E MI 対策 (電磁波防止)** Electro Magnetic Interference (電磁波障害) の略。

**EWSシステム** Engineering Workstation の略。ワークステーションのうち、グラフィックス機能や演算機能を強化し、ソフトウェア開発や科学技術計算、CADによる大規模設計など特定の用途に特化したコンピュータのこと。UNIXで動作する、RISC型プロセッサを搭載したコンピュータが主流。

**F P D** 平面ディスプレイ (=フラットパネルディスプレイ)の略。従来のブラウン管 (CRT) によるディスプレイに対して、平面且つ薄型化が可能な諸方式の総称。一般に大型ディスプレイ (大型平面テレビなど)、中小型ディスプレイ (カメラ付き携帯電話、デジカメ、車載用モニターなど) がある。

**F P Dアレイテスト** 液晶等の電極実装部に対する検査。

**F P G A設計** Field Programmable Gate Array の略、プログラミングすることができる LSI とそれを用いた設計のこと。専用 LSI より動作が遅く高価だが、設計した回路を開発の現場ですぐに実現可能な為、ソフトウェアで回路のシミュレーションを行なうより高速である。

**Gbit** ギガ (10 の 10 乗) ビット。

**I T O電極** 透明材料 (Indium Tin Oxide) を用いた透明電極。

**M E M S** Micro Electro Mechanical System の略で、電子機器としての機能がそろった単一の超微小チップによるマイクロマシン。

**N I R (近赤外線カット)** Near Infra-red (近赤外線) の略。

**P C B** Printed Circuit Board の略、プリント回路基板。

**P E D O T** ポリエチレンジオキシチオフエンの略、導電性樹脂の一種。

**P V Aフィルム** ポリビニルアルコールの略、偏光フィルムなどに用いる。

**Q T A T** 短工期生産 (Quick Turn Around Time 「キュータット」) の意。リードタイムを短縮化した生産方式を指す。主に半導体製造分野で用いられる用語で、徐々に他の分野でも使われ始めている。

**S O C** System On (a) Chip の略。システムを構成する多様な機能を 1 チップに集積したもの。これにより、コスト低減、性能向上、低消費電力化が可能となる。

**S O Iウエハ** Silicon On Insulator の略。絶縁膜上に単結晶シリコンを形成したものを指し、性能の向上または同性能での消費電力低減を目的として採用される。

**T A Bテープ** Tape Automated Bonding の略。樹脂テープ上に金属回路を設けて IC 固定・接続を自動化する方法。

**T A Cフィルム** トリアセテート (トリアセチルセルロース) の略、偏光板保護フィルムとして用いる。

**T F T** 個々の画素を個別の電圧でコントロールする為、T N / S T N に較べて表示品質が高いが、製造コストも高い。

**T N液晶 / S T N液晶** 二枚の偏光板のねじれを利用して表示する液晶ディスプレイ。S T N はこのねじれを増して効率を向上させたもの。

**U V照射** ダイシング後に粘着テープに紫外線を照射して硬化させ、粘着力を低下させる工程。

## <日本語の部>

**圧電素子** 電圧を加えると微小に伸縮する素子。

**アニール** イオン注入後などの熱処理。

**イオン注入** ウエハにボロンや砒素のイオンを注入し、電子が流れたり溜まったりする部分を作る工程。イオン打ち込みともいう。

**位相差フィルム** 光学フィルターの一種。

**異方性導電膜** 加圧方向に電気接続する導電粒子を分散させたペースト膜。

**インターポーザー（中間基材）** ICチップの接続部分を所定の配線寸法に変換する為に配されるもの。(1)ICパッケージの中で半導体チップをマザーボードにつなぐ部材、リードフレームなど。(2)超小型(チップサイズ)のパッケージを載せる極薄の中間基板(樹脂テープやガラスエポキシ製)。

**ウエハレベルパッケージ(WLP)** チップを個別にではなくウエハ状態で一括してパッケージングする技術。製造工程や材料を省略することが可能になる。パッケージ後もチップサイズにほとんど等しいため、究極のパッケージ小型化形態と言える。

**ウエハ貼付け** ダイシング時の固定用に強い粘着力をもつ「UV(紫外線)硬化型粘着テープ」にウエハを貼り付ける。

**液晶ディスプレイ(LCD: Liquid Crystal Display)** 液晶ディスプレイは現在のFPDの代表的な電子ディスプレイであり、これまでのノート型パソコンやモニター向けFPDのほとんどを占めるとともに、薄型テレビ向けでもPDPや有機ELよりも一歩リードしている。液晶は自らは発光しないため、バックライトを使って発光させており、高精細、低消費電力で中小型～大型サイズの製品まで幅広く使用されているが、動画表示(動きの速い表示)にやや課題があると言われている。液晶の中でも現在の主流は、回路基板にアモルファスシリコンを使用したTFT(Thin Film Transistor: 薄膜トランジスタ)である。主な用途は、ノート型パソコンやモニターをはじめ、テレビ、携帯電話、カーナビゲーション、デジタルカメラ、ゲーム機など幅広く用いられている。

**液晶の原理** 液晶は電圧がかかっていない状態で二枚の偏光板の間でねじれて配列しており、光は液晶の中をこのねじれに従って通過する。このねじれの角度と偏光板のねじれが合わせてある為此の状態ではバックライトの光がそのままディスプレイ表面に表示される。電圧をかけると液晶のねじれが解消するため光は直進し、表側の偏光板に遮られる。

**エージング** 負荷をかけた状態で数時間の耐久テストを行うこと。エージング試験を行うことで、システムの安全性を確保する。

**エッジ(ウェッジ)方式** より大きな電流が流れるパワーデバイスや過酷な環境下で使用する自動車用のチップに用いる方式。結線できる方向が1方向に限定されるが、アルミ線や100 $\mu$ m以上の太線使用が可能。

**エッチング装置** レジストを取り除いた部分のウエハを更に掘り下げる『エッチング』を行う装置。

**エピタキシャルウエハ** ウエハ表面にシリコン単結晶の薄膜を成長させたもの。半導体の量産工場で使用すると生産歩留まり率が5%前後上昇するとされる。

**エポキシレジン** 結線したチップとリードフレームを封入(『封止』)する為のレジン=樹脂。  
トランスファームールド(連続モールド)が用いられる。

**オーバーコート工程** RGB (Red、Green、Blue) 3色の樹脂とブラックマトリックスの上  
面の微細な凹凸を無くす為に、それらの上に樹脂等で平坦化膜を形成する工程。

**気相成長** 原料物質を含む気体を用いて基板上に薄膜を堆積させる方法 (Vapor Deposition)。

**クリーンストッカー** 防塵・静電気対策を施した保管庫。ここでは精密プラスチック成形品な  
どを保管する比較的小型のものを指す。

**ゲート** トランジスタのオン/オフのスイッチ回路。微細化の指標。

**コーターヘッド(コーターノズル)** コーターの塗布部分。特に塗布材料を噴射する機構(ノ  
ズル)の意でコーターノズルともいう。

**システムLSI** それまでプリント基板上に複数配置されていた半導体チップを一つのLSI  
(大規模集積回路)にまとめたもの。具体的には電機製品に用いる回路やシステムを半導体チップ  
上に集約してLSI化するものを指す。

**システムインパッケージ(SiP)** 一つのパッケージ内に複数のチップを収める方式。一  
つのチップ内に複数の機能を盛り込むSoCが長期の開発期間と大量生産によるコストダウンを前  
提としているのに対し、SiPは既存のチップを複数組み合わせることで構成することにより短期開発・少  
量生産に対応する為の技術。

**シャドーマスク** 細かい穴が空いた板。

**スパッタリング** スパッタリングとは、真空中にAr(アルゴン)などの不活性ガスを導入しな  
がら基板とターゲット(成膜させる物質)の間に直流高電圧をかけ、イオン化したArをターゲッ  
トに衝突させて、はじき飛ばされたターゲット物質を基板に成膜させる方法。

**正孔** 固体の結晶構造の中の電子が欠落した部分で、あたかも正の電荷を持った電子のようにふる  
まう。半導体などでは、このホールが自由電子とともに電荷の移動を担う「キャリア」としての  
働きをする。

**多ピン化対応** 従来のパッケージに較べてピン=『足』が増える事により、高価なテスターが別  
途必要となること。

**ダークスポット** ガラス基板の微細な突起が電極とショートする事により表示されない点が生  
じる不良。

**ダイシング** ウエハから個別のICチップをダイヤモンド工具等で切り出す工程。

**ダイボンディング** 切り出したチップをリードフレーム(ICと外部の回路を接続する為の「足」  
になる部分)の所定の位置に固定する工程。

**低温気泡** 低温動作時に液晶中に気泡が現れる不良。

**ディスカム(デスクム)** エッチングの前処理として現像後のレジスト残渣を除くこと。

**デジタルスチールカメラ** デジタルカメラのこと。(Digital Still Camera、デジタルスチールカ  
メラとも。)

**テスト容易化設計(DFT)** チップの設計にあたり、テスト時間の大幅短縮とコスト圧縮  
に配慮した設計を行うこと。

**デベロッパ** 現像液を塗布して露光した部分のレジストを取り除き洗い流す装置。

**ドライエッチング** レジストを剥離したパターン部分のシリコンウエハを更に削り込むことをエッチングと称する。硫酸、硝酸、りん酸、フッ酸などの薬液の化学反応によって腐食するものをウェットエッチング、薬液以外の方式で行うものをドライエッチングと称する。ドライ式の代表的な例としてはRIE (reactive ion etching = 反応性イオンエッチング)がある。これはイオンをぶつけて、レジストに覆われていない部分を削り取る方法である。

**ドライバIC** ディスプレイを駆動する為のIC。

**ナノ** 「ナノ」は長さの単位ナノメートル (1 nm = 10 の-9 乗メートル = 10 オングストローム) を意味し、分子が複数個集まったときの大きさに相当する。

**配向膜** 表面の微細な溝で液晶の配置を決める樹脂製の板。

**バーンイン/テストバーンイン** 温度電圧検査。通常の使用条件よりも高温・高電圧で動作させる事により初期不良の発生を早め、その後の動作テストで検出して不良品を出荷前の段階で取り除く事を目的とする。

**バックグラインディング (BG)** (「BG」の項を参照。)

**(半導体)カスタム品** 個別の製品に合わせて専用に設計される半導体チップを指し、システムLSIがその代表。

**(半導体)デバイスメーカー** 前工程メーカーと後工程メーカーの総称だが、一般には前者が半導体製造産業ピラミッド構造の頂点に位置する主要企業である。

**(半導体)後工程** 半導体製造工程の内、半導体チップを組立・仕上げ・検査する工程を指す。具体的には先にシリコンウエハ上に作りこまれたIC回路に端子を加えて切り出し、樹脂で封入(『封止』)する。

**(半導体)前工程** 半導体製造工程の内、素材となるシリコンウエハの表面にIC回路を先に作りこむ工程を指す。

**(半導体)汎用メモリー品** 汎用規格に従ってパソコンや各種デジタル機器に組み込まれるメモリーチップを指し、DRAMがその代表。

**ビューファインダー** デジタルカメラやビデオカメラの表示部分。

**フォトリソグラフィ** 光の伝搬や局在を自在に制御できる人工的な光学材料。

**フォトリソグラフィ** 光を用いて基板上に微細パターンを形成する技術。ガラス板上にパターンを描いたものをマスクとし、フォトレジストと呼ばれる感光性材料の薄層を形成しておいた基板に、マスクを通した可視光あるいは紫外光を露光する。露光によってフォトレジストの現像液に対する溶解度が変化するため、現像工程で、マスクに対応するパターンがフォトレジストに転写されることになる。

**プラズマディスプレイ** プラズマ(特殊な気体中での放電現象)による発光を用いたディスプレイ。プラズマが発する紫外線で赤(R)、緑(G)、青(B)の蛍光体を発光させることにより画面を表示する(プラズマを利用した発光の代表としては蛍光灯が上げられる)。大画面を得意とし、テレビ向けのほか、従来は公共施設などでの展示用や空港、駅構内の案内表示板など主として業務用で使用されてきた。構造上の違いから液晶と比較すると、大画面や動画表示で優れており、視野角(視認可能な角度範囲)も広い。このため、PDPテレビは「映画やスポーツを見るのに向いている」といわれる。逆に、小型化には適しておらず、また消費電力の点で課題を残している。

**ブラックマトリクス工程** カラーフィルタのRGBを区分する部材 = ブラックマトリクスをクロムスパッタにより形成する工程。

**フラッシュバリ除去** めっきに先立ってリードの表面の薄いバリを研磨して除去する工程。

**フリップチップ接続技術** チップの回路面に接続用金属を多数並べ、回路面を下に向けて基板に押し付ける形態で電氣的に接続する実装技術。チップとモジュール基板との間を、数十ミクロン程度の金ボール(バンプ)を用いて一括接続し、低損失で量産性に優れることから注目されている。

**プリベーク** レジスト等を塗布後、露光の前に軽く焼き締める工程。

**プローブテスト** ウエハの回路面に専用のテスト機器(プローブカード)を接触させ、チップの電気特性を全数検査するテスト。

**ペーストキュア** ペースト樹脂を炉内で熱硬化させる工程。

**ペースト塗布** チップをリードフレームに接着するペースト樹脂を所定の位置に塗布する工程。

**ペリクル** フォトマスク用の透過性防塵カバー。

**ポータル** ポータルとは、玄関口、入り口、または通り口のことであり、ここでは地域の複数企業に対する共通窓口の意。(インターネットではウェブ上への入口(案内)サイトの意味で用いられる。)

**ボール方式** 極細の金属線の先を火花でボール状に加工して結線する方式。360°方向での結線が可能だが、ボールを作る都合で太線や金以外の金属線を使用できない。

**ポジレジスト** 露光した箇所が可溶性になるレジストの意。逆に露光した箇所が不可溶性になるものはネガレジスト。

**ポストベーク** 現像・リンス後の最終焼成でレジストを焼き締めること。

**ポリイミド材** 高い耐熱性を持つ他、高い絶縁性・低い誘電率を有する樹脂。

**ポリッシング/エッチング** 一次的な研磨によるウエハへのダメージや応力(歪の原因)を除去する為に実施する、二次的な機械研磨 = ポリッシングや薬品エッチング。

**マーキング** モールド後のパッケージ表面に型番等を打つ工程。インクによる印刷とレーザーによる刻印の二方式がある。

**マザーガラス** ガラス板を所定の大きさに切って研磨したもの。通常は一枚のガラス面から複数のパネルを取る。

**マスクブランク(ス)** フォトマスク製造用基板。ガラス基板にクロム成膜した段階のもの。

**マニピュレーション** 人間の四肢(腕や手)の動作機能に模した機能・作業(掴む、動かす等々)全般を指す語。産業用語としては、レーザーや静電気などを用いた非接触のハンドリングも含めて呼称される事もあり、「(対象物の)操作・取り扱い」といった意味合いが強い。

**ミクロン(μ)** μm(マイクロメートル)の旧称。正式には廃止されている。1μm = 10<sup>-6</sup>メートル = (1mmの千分の1)。

**有機ELディスプレイ** 電圧をかけると発光する性質（EL）を有する物質を用いた表示装置（ディスプレイ）で、発光物質に有機物を用いた方式のものを有機ELディスプレイ（無機物を用いたものは無機ELディスプレイ）という。ELとはエレクトロ・ルミネッセンスの略で、ルミネッセンスとは何らかの物体があるエネルギーを受けて、光を放出する現象を意味している。基本構造は液晶と似ているが、液晶が受光型であるのに対して有機ELは自発光型であることが最も大きな違いである。特徴として、応答速度が速く、また視野角も広い。液晶と異なりバックライトが不要なため、薄型化・小型化も容易であるが、逆に大型化が不得意で、また寿命（明るさが当初より半減する期間）に課題があるとされている。液晶やPDPと比較すると技術的に完成度は劣り、現在は一部のモバイル機器への搭載（携帯電話のサブディスプレイ）等にとどまっている。

**リード表面処理** 半導体の『足』になるリード部分を、はんだ又は代替品である鉛フリー素材でめっきする工程。

**リンス** 現像後の洗浄のこと。水によるリンスの他、レジストのパターン変形等を防ぐ為に専用のリンス液などが用いられる事がある。

**レジスト** 感光性の樹脂で、露光することによって現像液に対する反応性が向上するもの。

**レチクル（reticle）** 元の意味は望遠鏡の接眼レンズにつける十字線のことであり、転じてフォトマスクの意。

**レチクルフリーリソグラフィ** 液晶ディスプレイ投影画像を用いてレチクルを省略した露光技術。

**ロードマップ** ビジョン・目標を達成するための手段・施策を時間軸・道標（マイルストーン）に従って明確に示す手法。この場合は将来達成されるであろう技術水準を時間軸ごとに表示している。

**露光装置** ウエハ上に塗布された『レジスト（感光剤）』のうち、取り除かない部分にマスク（『フォトマスク』）を乗せてそれ以外の部分を露光することにより回路パターンを焼き付ける装置。

**ワイヤボンディング（結線）** リードフレームとそこに固定したチップを、金などの金属線で電氣的に接続する工程。

出所；参考資料を元に神鋼リサーチにて作成。

参考資料；『半導体製造装置用語辞典[第5版]』（日本半導体製造装置協会 編）

『ITmedia IT用語辞典』（ソフトバンク・アイティメディア）

『アスキー デジタル用語辞典』（アスキー）

他

## 【参考文献一覧等】

- ・アスキー「アスキー デジタル用語辞典」
- ・岩井善弘・越石健司（2004）「液晶・PDP・有機 EL 徹底比較」（工業調査会）
- ・経済産業省（2002）「技術調査レポート ディスプレイ市場の今後について」
- ・経済産業省「機械統計」（各年報）
- ・産業タイムズ（2004）「半導体工場ハンドブック 2005」
- ・産業タイムズ（2004）「液晶・PDP・EL メーカー計画総覧 2004 年度版」
- ・産業タイムズ（2003）「アジア 半導体／液晶ハンドブック 2003」
- ・電子情報技術産業協会（2003）「FPD ガイドブック」
- ・ソフトバンク・アイティメディア「ITmedia IT用語辞典」
- ・日経マーケット・アクセス編（2003）「デジタル家電市場総覧 2004」
- ・日本半導体製造装置協会（2004）「半導体・液晶パネル製造装置販売統計 2003 年度版」
- ・日本半導体製造装置協会編（2000）「半導体製造装置用語辞典（第5版）」

その他、インターネット、各種セミナー、各社 HP 等を参考にした。

本調査は中小企業金融公庫から委託を受けた神鋼リサーチ(株)が2004年度に実施したものである。

なお、本レポートは総合研究所において一部編集を行った。

## 中小公庫レポート No.2004 - 4

発行日 2005年3月16日

発行者 中小企業金融公庫 総合研究所

〒100-0004

東京都千代田区大手町1 - 9 - 3

電話 (03) 3270 - 1269

( 禁 無断転載 )