

# プリント回路事業部

## Flexible Printed Circuit Board Division

### 概況

当社のプリント配線板事業は1965年に量産を開始した自動車のメータ基板にさかのぼるが、主にポリイミドフィルムをベースにした電子機器用のフレキシブルプリント配線板（FPC）は、独自技術で開発し、1979年から販売を開始している。

FPCは軽い、曲げて立体配線ができる、高屈曲特性がある等の特徴をいかし、急速に進んだ電子機器の小型化、軽量化の要求にもマッチして、その需要を拡大してきた。

当社の製品は高屈曲特性を要求される、FDD、CD、DVD、HDD、またファイン回路が必要な液晶接続用、部品実装と立体配線が必要なカメラ、VTR、そしてメタルドームによるスイッチ機能も付加した携帯電話等、あらゆる分野で広く採用されている。さらに部品実装にも積極的に対応しており、通常の表面実装以外に、ICをワイヤボンデで直接のせるCOF（Chip On Flex）の分野でも豊富な経験と実績があり、現在はPDP（Plasma Display Panel）等でその用途の拡大を見ている。

一方、ポリエステルフィルムに銀ペーストを印刷して回路を形成するメンブレンキーボードスイッチ（MBS）は、主要な銀ペーストメーカーである藤倉化成との協業で製品の開発を行い、現在はコンピュータのキーボードスイッチ、電子レンジのスイッチ、自動車用着座センサ、その他の電子回路用途に広く採用されている。

これらの製品の生産拠点として、日本国内以外に早い時期から海外生産を積極的に推進してきた。特にタイではFPCの主力工場であるPCTT社、またMBSを生産しているLTEC社が、生産規模でも世界のトップクラスに成長している。

一方で近年主要な顧客の中国進出が進んでおり、当社も上海に新たな生産拠点の設立を決定した。また世界に広がる顧客をサポートするため、日本はもとより、アジア各国、アメリカ、ヨーロッパにも営業マンおよび技術者を駐在させ、グローバルな活動を行っている。

今後は昨年佐倉事業所に設置した開発センタを軸として、各製造拠点、研究所、事業部との連携をとりながら、世界をリードする新しい商品、および技術開発の推進をはかっていく意向である。

## 1. 製品概要、技術開発、グローバル展開

### 1.1 製品概要

プリント回路事業部の商品群には、FPC（Flexible Printed Circuit）、MBS（Membrane Switch）、MDS（Metal Dome Sheet）の大きく3種類のカテゴリがある。

FPCは柔軟性のあるポリイミドフィルム、ポリエステルフィルムをベースに銅箔による回路を形成したプリント配線板であり、その軽さ、薄さ、形状の自由度から携

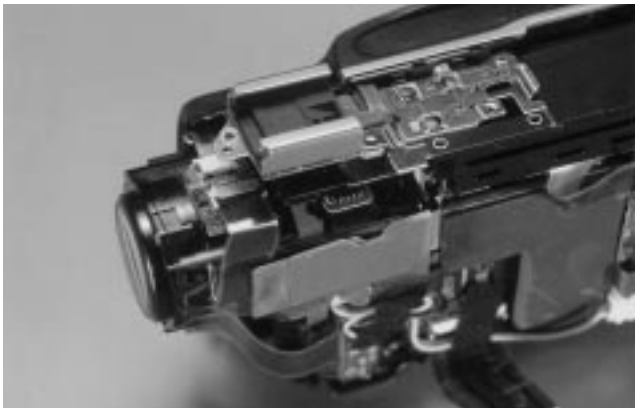


図1 ハンディビデオカメラ

### プリント回路事業部関連年表

1965年	ダイスタンプ方式による自動車用プリント配線板の量産開始
1978年	深川工場で電子用FPCの開発および試作開始
1979年	電子用FPCの製造、販売開始
1980年	佐倉工場にFPC量産設備導入（深川 佐倉に移転）
1982年	佐倉工場でMBSの製造販売開始（藤倉化成とMBS事業の統合）
1983年	電子材料事業部発足（電子ワイヤ、FPC、MBS）
1985年	多層FPCを開発（PGA用8層）
1986年	COF用FPCを開発
1988年	タイ、ナワナコン工業団地にPWB生産のための“PCTT”社を設立 三井金属FPCのFPC事業を継承
1989年	PCTT社量産開始
1990年	〔株〕東北フジクラ（秋田）でFPCの後加工開始 〔株〕青森フジクラ（弘前）でMBSの生産開始
1991年	リジッドフレックスの開発、生産開始 タイLTEC社MBSの生産開始
1992年	携帯電話用実装FPCの量産開始
1993年	佐倉地区FPC部門としてISO9002取得
1994年	プリント回路事業部として電子材料事業部から分離独立
1996年	携帯電話用実装MBSの量産開始
1997年	着座センサ用MBSを開発
1998年	FPC国内主力工場を佐倉地区から東北フジクラ（秋田）に集約
1999年	ノートブック用防水MBSを開発 PDP用実装FPCの量産開始
2000年	佐倉事業所に電子開発センタ設立（新商品、新技術の開発）
2001年	中国上海に“藤倉電子（上海）有限公司”設立（FPC、電子ワイヤの生産拠点） タイ、アユタヤに“PCTTアユタヤ工場”建設（FPCの拡充）

携帯電話やハンディビデオカメラ(図1)などの小型電子機器,あるいはノートブックPCの内部配線基板として,また高度な屈曲耐性からHDDなどの高密度可動配線基板として多用されており,現在市場に出回っているほとんどすべての小型電子機器の中には,必ずFPCを見つけることができる。

ポリイミドFPCは,通常の硬質プリント配線板と同様にはんだ付けによる部品実装が可能であり,かつ誘電率やアウトガスなどの電気的,機械的特性に優れていることから,半導体素子を直接搭載するCOF(Chip On Flex)実装も実用化され,液晶などの表示体デバイス,HDDなどの記憶メディアデバイス(図2),携帯電話などの通信デバイス,CSP(Chip Scale Package)といったパッケージデバイスへの適用が急速に拡大している。

MBSは,比較的厚めのポリエステルフィルム上に銀,カーボンといった導電性ペーストを印刷して回路形成したもので,PC用キーボードや電子レンジ,あるいは音楽用キーボード鍵盤などのスイッチ基板として普及している。

低温硬化型の導電性ペースト回路であることから,はんだ付けや低インピーダンス配線など,FPCと同様の特

性は要求できないが,部品搭載用導電ペーストと部品封止技術の開発により軽微な部品実装を可能とし,かつ銀ペーストによるスルーホールによって両面配線を可能にするなど,従来のスイッチ配線板以外の市場にも進出してきている。

MDSは金属製ドーム部品をキーデザイン仕様に配列したもので,携帯電話用途が代表的な市場である(図3)。

携帯電話用途以外ではカーステレオやビデオカメラなどの入力パネル用途があり,この場合は主にFPCと組み合わせた製品の場合が多い。

## 1.2 技術開発

プリント回路事業における技術開発は新素材開発,実装技術開発の二種に大別されるが,多くの場合,顧客の要求に基づく新製品開発からの動機付けが多い。

### 1.2.1 新素材技術開発

近年の代表的な新素材開発例としては,当社機能材料開発部との共同開発である高温環境下での屈曲特性を飛躍的に向上した高Tg接着剤FPCがある。

特にノートブックPCに搭載されるHDDにおいて,プロセッサの高速化にともなう内部温度上昇により屈曲耐性が低下する事例が報告され,これを解決する手段として銅箔とポリイミドを接着している接着剤の耐熱性(Tg)を改善したもので,HDD分野にかぎらず,高信頼性を要求される可動FPC製品への適用が広がっている。

ほかにもFPC分野では高速伝送用に適用する低誘電率素材の開発や,CSP用途やフリップチップCOF用途FPCに適用する高寸法精度素材の開発,ハロゲンフリー素材の開発などがある。

MBSにおける新素材開発としては,各種特性を付与した導電性ペーストの開発があげられる。感圧型ペーストによる感圧センサ回路としては,自動車用着座センサが商品化されており,また新ホットメルト材印刷技術適用による完全防水型スイッチとしては,ノートPC用キーボードスイッチ(図4)として採用されている。そのほかタッチパネル製品,ヒートシールコネクタ製品等の商品化も推進している。

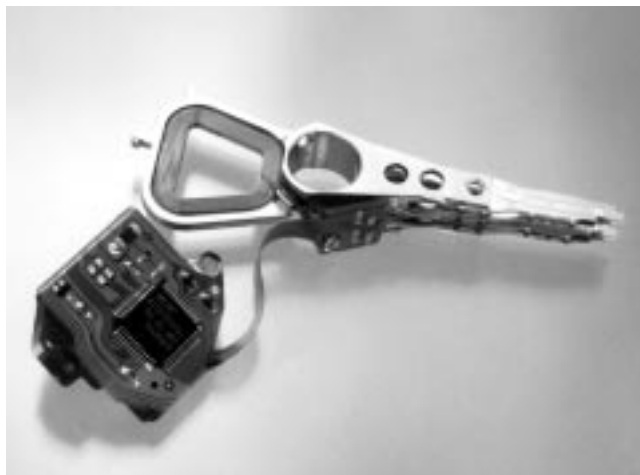


図2 HDD用FPC



図3 携帯電話用メタルドーム付きFPC

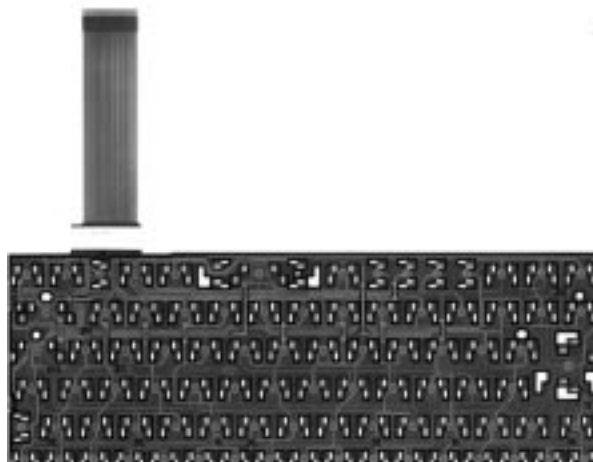


図4 防水メンブレンキーボードスイッチ

MDSは携帯電話のメール対応の普及にともない、ドーム部品の耐久性向上が重要な要素となっており、従来のメタルドーム素材の板厚や組成、整形プロセスからの取り組みが続いている。

### 1.2.2 実装技術開発

FPCにおける実装技術開発例としては、小型携帯機器に多用されるCOF実装技術開発があげられ、従来のワイヤボンダ法に加えてフリップチップ法も実用化されてきた。

ワイヤボンダ法COF製品は1992年からの量産実績があるが、主にLCDやPDP (Plasma Display Panel : 図5) といった表示体デバイス用途の多ピン接続形態が現在主流である。

安定かつ高速なワイヤボンダを実現するための素材、表面処理技術開発に加え、PDPのような高電圧駆動時の高耐圧信頼性を実現するプロセス開発も重要な課題である。

現在PDP市場では、圧倒的な特性の優位性で当社のPDP駆動モジュールが市場で活躍しており、今後の大幅な拡大が期待されている。

フリップチップ法COF製品は、代表的なものにHDDやDVDなどの記録メディア系製品のピックアップ部品や、LCD駆動FPCに普及が始まってきており、半導体をフェースダウンで接合することから、高い寸法精度とファイン回路形成技術が要求される。

フリップチップ用半導体は従来小型のものが多かったが、LCDやPDP分野への適用例も増えてきており、バンパ形成された半導体の普及により、今後のCOF製品の主流になるとと思われる。

SMT (Surface Mount Technology) 実装技術についても、FPCという配線板の特性、例えば異形状である、キャリアボード上での表面のうねりがある、またポリイミドの色調から来る認識マーク識別の問題等をいかに克服するかが命題である。当社では個別の製品にばらさないうで行うシート実装技術により、高い生産性と安定した接続を実現している。

### 1.3 グローバル展開

FPC、MBSW、MDSの主力生産拠点はいずれもタイ国

にあり、FPCを担当するPCTT (Precision Circuit Technology Thailand) 社、MBSWを担当するLTEC (Lanna Thai Electronic Components) 社、MDSを担当するフジクラタイランド社の三社である。

いずれも4,000名規模の従業員を抱える拠点に成長し、全世界に向けた製品供給を行っている。

中でもPCTT社は、1988年の操業開始以来、旺盛なFPC市場要求に支えられ、1996年に後工程を担当するプラチンプリ工場 (図6)を増設し、さらに2001年6月には最新鋭の製造設備、技術を導入したアユタヤ工場が操業を開始する。

アユタヤ工場は、ファイン回路形成と各種めっき処理技術において最先端の技術と設備を導入し、成長著しいLCD市場、携帯機器市場からの多様な要求にこたえられる体制を整える。

このことにより、PCTT社はFPC専門工場としては世界最大の生産能力を有することとなり、将来的な成長マーケットに対応する各種FPC製品の潤沢な供給が可能となる。

これらのタイ国各社の運営を技術的にサポートする国内拠点は、FPCが東北フジクラ(秋田)、MBSWが青森フジクラ(弘前)であり、新しいマーケット、技術製品の開発を佐倉開発センタが担当している。

日本顧客のほとんどが生産拠点を中国、東南アジアに展開する中で、新製品開発は日本国内で行われるケースが依然圧倒的であり、大規模量産にいたるまでの試作、評価、プリプロは上記国内拠点において対応している。

他方、昨今のモデルチェンジ、新製品開発に関わる開発期間の短縮要請もまた強く、タイ国の各拠点でも設計、試作機能を設置して対応を開始し、すでに日本国内でしか対応できないような特殊仕様製品を除いて、試作から量産までのすべてを独自に展開し得る拠点に成長しつつある。

上記3社の主力タイ国工場に加え、中国上海市に「藤倉電子(上海)有限公司」(以下FES: Fujikura Electronics Shanghai)を設立し、2001年上期より主にFPC実装製品とMDS製品の供給を軸に操業を開始する(図7)。

FESは中国上海周辺で急激な成長が見込まれるDVD、LCD、携帯電話市場向けの製品供給を目的に設立され、



図5 プラズマディスプレイ



図6 PCTTプラチンプリ工場





図7 藤倉電子(上海)有限公司

相次いで設立されている大規模な顧客生産拠点へのタイムリーな製品供給と、きめの細かい技術サービス、積極的な製品開発を使命とする。

またFESは生産供給基地としてだけでなく、電子材料部門の中国市場開拓の前線基地としての営業機能も有しており、PCTT社のアユタヤ工場操業とリンクした形での高機能高密度FPC製品の供給を通じて、今後の大幅な拡大が期待されている。

将来的にはFPC、MBSWの複合型製品など、部門間をクロスオーバーする製品開発も積極的に展開していく予定である。

## 2. 今後の展望

日本の電子産業は今後も強力な産業クラスタを形成して発展を続けるものと考えられる。当社のプリント回路事業も顧客、サプライヤ、競合社の中で切磋琢磨し、さらに製造技術、製品技術に磨きをかけて行く所存である。事業の根幹を成す製造については、今後も最新技術を用いて低コスト化をはかるとともに、顧客満足度の維持のため最適地製造、供給の体制を築いて行く計画である。また、設計についても、常に高度化する製品に対応して品質工学を駆使し最適設計を行う体制を築いて行く。さらに営業、開発、設計、製造の各付加価値連鎖で製品の

納期短縮を含め、価値の増加を高めることをいっそう強化する計画である。

技術開発については、事業の死命を制するものとの認識のもとに取り組んでいる。これらには、基板の多層化、薄肉化、細線化および、高速信号処理に適合する技術の開発がある。さらに受動部品の内蔵等の複合技術も重要である。また、全般的に材料の特性を環境負荷の少ないものにかえて行く地道な作業も、技術開発テーマとしてこれから注力する項目の一つである。

半導体の回路の縮小、パッケージの縮小、それにとまなうパット間隔の縮小等細線化に対する要求は留まるところを知らない。プリント回路事業では回路の性能指数向上が市場からの定常的要求である。また、電話、PDA、ICカード等の携帯機器では厚さに対する要求は厳しく、通常の薄肉用途に加え半導体の多層実装のための薄肉化も必要である。層数は特性向上、耐ノイズ特性の面からも増加する傾向にある。これら高度な回路形成では、露光、エッチング等装置依存度の多い開発項目に取り組むばかりではなく、寸法制御、半導体との接続など細部にわたる技術に蓄積が必要である。また、多層化ではTH、IVH等の層間接続の技術が必須であり、信頼性の高い接続技術としてこれらの要素技術開発にも取り組んでいる。

高速化、多機能化により回路基板はますます複雑化し、信頼性の低下をまねくことなく製造するにはコストの上昇は避けられない。受動部品の内蔵、受動部品の回路化、また機能基板とのモジュール化等の複合技術は、これらに対する回答である。当社ではシリコン半導体で培った薄膜技術、セラミックセンサで経験の深い高温焼成技術など、周辺技術を駆使して、これらの実現をはかる計画である。

最後に環境負荷低減技術であるが、これらは単に鉛、ハロゲン等の有害物質の除去だけではなく、材料、副資材、工程の全般的な見なおしにより、炭酸ガス排出量削減、有機材料の大気拡散の低減、および材料損失の低減など、幅広い活動で設計、製造と連携を取り進めている。

これらの研究開発活動は、製造、設計技術と一体となって新しいプリント回路事業の基礎となると確信している。