

サーフェイススマウンター



IM事業部 戸上常司

サーフェイスマウンター「YM4820S」、「YM6020S」という商品は、ヤマハ発動機の商品の中では随分特異な、馴染めないものだと感じられる方が多いと思う。そこで、今回はこの商品そのものの具体的で詳細な説明よりも、この商品の背景にある技術の流れや、開発のきっかけなどを紹介してみたいと思う。

身の回りの電気製品を見ると、中には必ずと言っていい程、プリント基板が組み込まれている。この基板を組み立てる一つの自動機械が、サーフェイスマウンターである。

1. SMTの紹介

ヤマハ発動機の中では、普通S/Mというとスノーモービルを指すが、IM事業ではS/Mは、サーフェイスマウンターを指している。サーフェイスマウンター(SURFACE MOUNTER)は、その名の通り、表面着機とか、表面実装機とも呼ばれているもので、表面とは、プリント基板の表面を意味している。このプリント基板の表面上に電子部品を接着させて、回路を形成する技術を表面実装技術と言い、世界的な呼称としては、SMT(SURFACE MOUNT TECHNOLOGY)とか、SMD(SURFACE MOUNT DEVICE)と呼ばれている、10年前から普及し始めた、比較的新しい技術である。これに対し、今もおなじみの

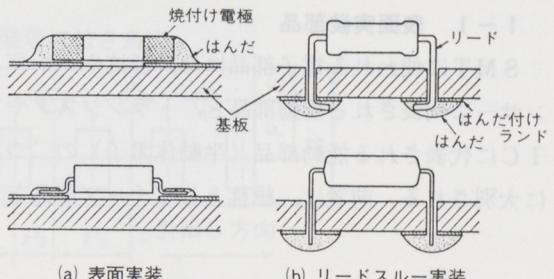


図1 表面実装とリードスルー実装の対比(1)

部 品		基 板			
表面実装の代表例	リードスルー実装の代表例	表面実装	リードスルー実装		
テーピング	リードテーピング	スルーホール用の穴以外には、リードスルー用の穴は不要	リードスルー用の穴が必要		
包装形態	リードスルー実装				
チップ部品	リード付き部品				
受動部品	リード付き部品				
SOP, QRPなど	DIPなど				
能動部品	リードスルー実装				
部品のマウント	表面実装の例	リードスルー実装の例			
はんだ付け	SMT用部品を、基板表面にマウントする 順次インライン、一括方式接着剤で接着することもある	リード付き部品のリードを折り曲げ加工、リードスルー穴に挿入			
実装形態	リフローソルダリング (ティップ、ウェーブソルダリング)	ディッフルソルダリング ウェーブソルダリング			
	(a) 片面表面実装	(b) 両面表面実装	(c) 両面表面実装 リード付き部品混載	(d) 片面表面実装 リード付き部品混載	(e) リードスルーミル

図2 表面実装とリードスルー実装の対比(2)

る方法は、図1にあるようなリードスルー実装とか、リードホール押込とか呼ばれるもので、リード付き部品のリード（足）をプリント基板の穴に差し込んで、回路を組み立てる方法である。

SMTとリードスルー実装は、図2の如く装着の工法が違うだけでなく、前後の工程の工法も異ってくる。

従来からあるリードスルー実装に対し、SMTは、図3のような利点がある為、ここ数年間の間に急激に拡大して来た。

1-1 表面実装部品

SMTに使われる電子部品には、抵抗やコンデンサーに代表される受動部品と、トランジスタやICに代表される能動部品（半導体素子）の二つに大別される。前者は、総称としてチップ部品と

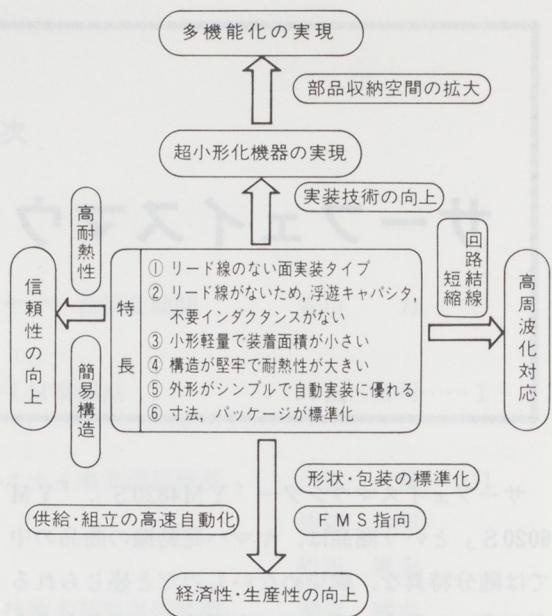


図3 表面実装部品の特長とメリット

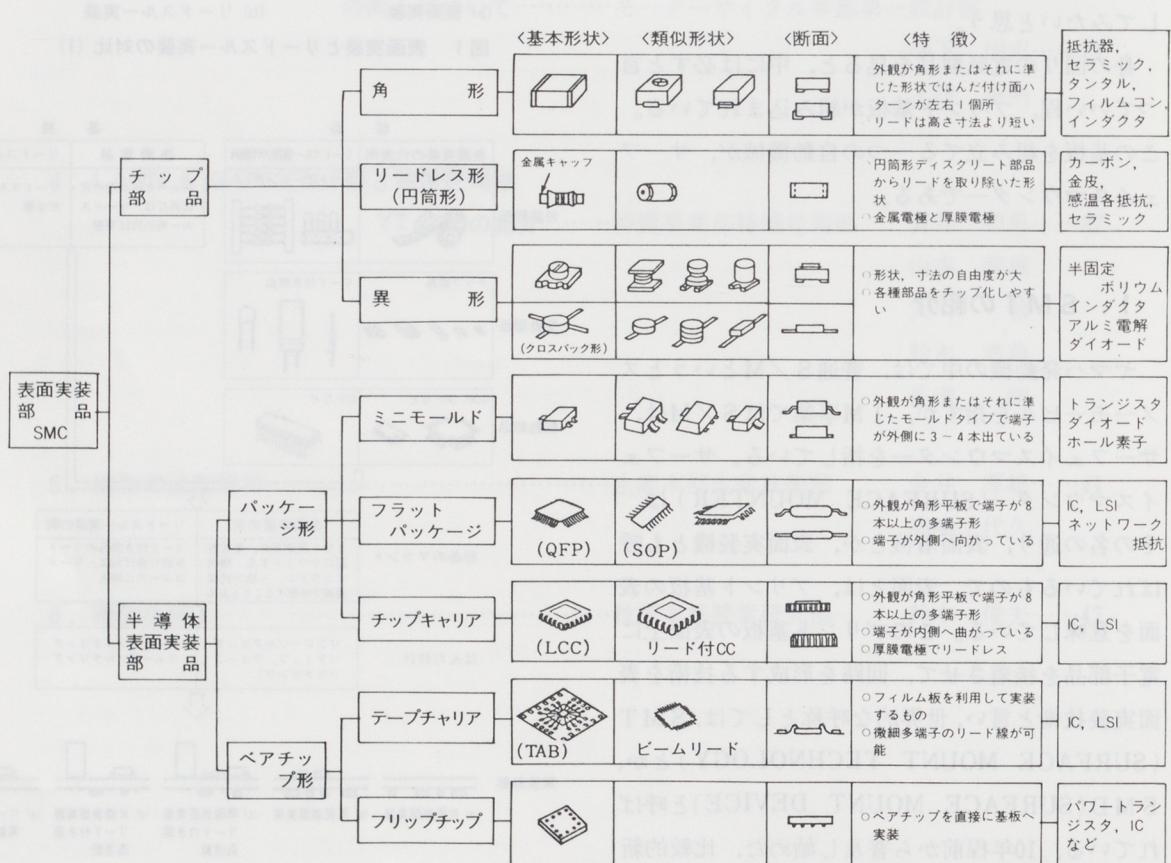


図4 表面実装部品の形状的分類

呼ばれ、使用される数量は圧倒的に後者よりも多く、自動装着機（マウンター）は、このチップ部品を装着するのを目的として開発された為、今でもチップマウンターという呼称の方が一般的である。（図4参照）

ところが、近年は新しい表面実装部品が次々に開発され、半導体素子が増える一方、これまで無かったコネクターやリレー等の特殊で大型の部品も出始めている。我々IM事業部の商品は、当然後発であったので、これら多品種の部品を扱える

マウンターという意識を強調して、従来の通称チップマウンターを、敢えてサーフェイマウンターと呼ぶことにした。

ところで、これらの部品の大きさは、小さい物で $1.6\text{mm} \times 0.8\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ の角形のチップから、大きい物で $32\text{mm} \times 32\text{mm} \times 4\text{mm}$ 位のICが、現在使われている範囲である。

小形のチップ部品は、マウンターの開発と同時に包装形態を、図5にあるようなテーピング包装に規格化された為、これが自動装着の信頼性向上

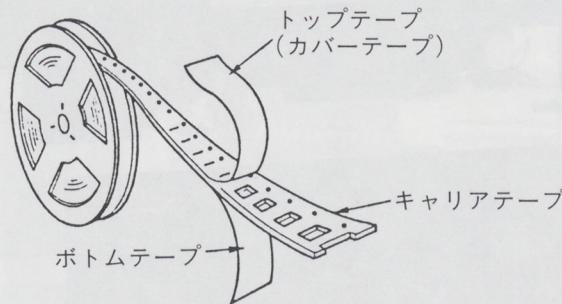
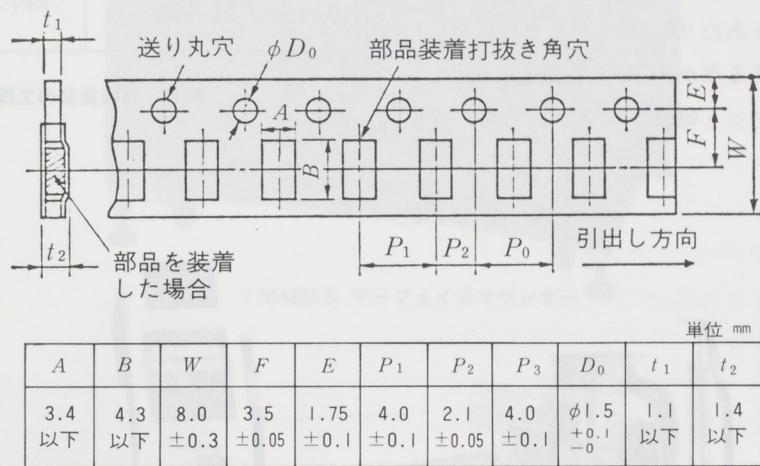


図5 8 mm紙テープ（打抜角穴）

と高速化に大きく貢献している。数年前の話であるが、テープの中から部品を次から次へ、高速で取り出して装着するマウンターを見た、ある大手の自動車メーカーの技術者が、自動車部品をテーピングして汎用的な自動組立が出来ないかと考え

たらしい。今もその研究がされているのかどうかは分らないが、成程うなずける話である。

1-2 表面実装工程

表面実装の工程は、プリント基板の片面だけ行

うか、両面行うか、或いはリードスルー実装と混載にするのか、といったいくつかの形態に依って変わってくるが、ここでは基本工程を示す片面実装の二つの方法を紹介して、その工程毎にIM事業部の商品と関連付けて説明してみたい。

先ず、図6の工程図を見ていただきたい。図6のウェーブソルダリング方式の第一工程は接着剤塗布工程で、プリント基板上に接着剤のドットを付着させる工程で、接着剤は紫外線硬化型のものと、熱硬化型の2種類ある。この工程で、図7のディスペンサー「YM1120D」が使われる。YM1120Dは、1ドットあたり0.3秒のサイクルタイムで、接着剤を塗布する事が出来、塗布量も0.05mmgから2.5mmgまで1ドット毎にプログラムで変える事ができる。

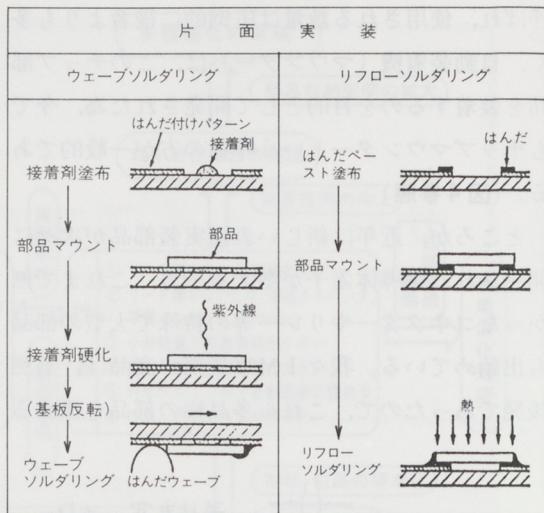


図6 表面実装の工程図

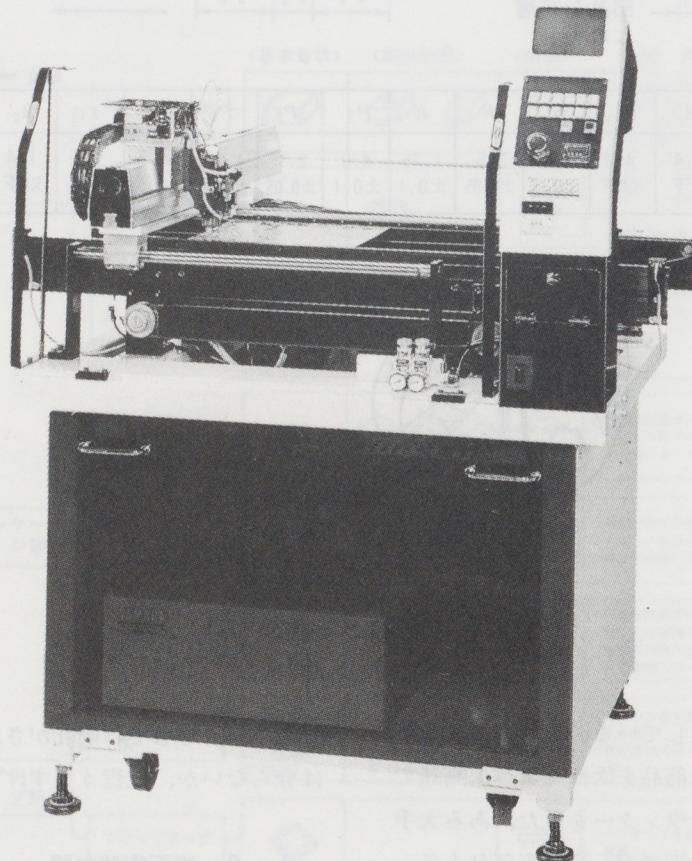


図7 YM1120D ディスペンサー

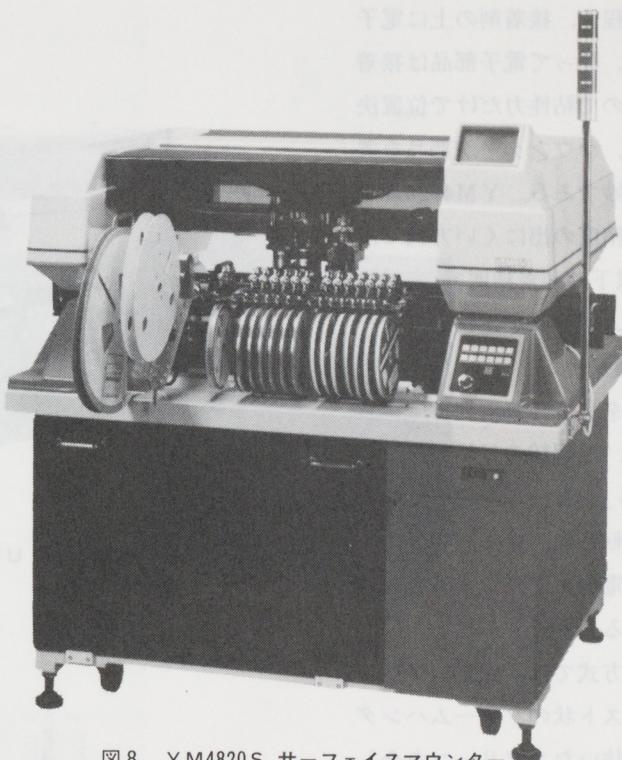


図8 YM4820S サーフェイスマウンター

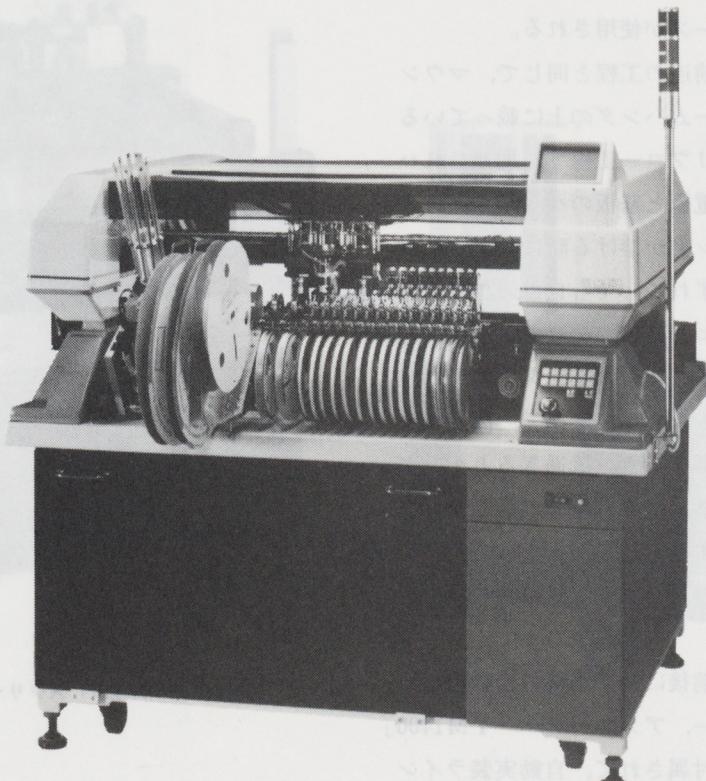


図9 YM6020S サーフェイスマウンター

次の工程がマウント工程で、接着剤の上に電子部品を次々に載せて行く。従って電子部品は接着剤が未だ硬化していないので粘性力だけで位置決めされている状態であり、マウンターが部品を置いて離すタイミングが微妙である。YM4820SとYM6020Sは、この最も精度の出にくい方式で、角度誤差も含めて±0.2以下の装着精度で、尚且つ1秒を切るサイクルタイムで部品を連続して載せる事が出来る。(図8、図9)

次の工程で紫外線や熱を当てて接着剤を硬化させ、部品を固定する。ここで、図10のUV付赤外線リフロー炉「YM2000RS」シリーズが使用される。

この後工程で基板が反転され、ウェーブ式のハンダ槽に通されて部品の電極とプリント基板のパッド間にハンダ付けされる。

リフローソルダリング方式では、先ず、プリント基板上のパッドにペースト状のクリームハンダを、パッドの形状を打ち抜いたスクリーンを介して印刷する。ここで図11のスクリーンプリンター「YMK2011」シリーズが使用される。

部品のマウントは前述の工程と同じで、マウントされた部品はクリームハンダの上に載っている状態であるが、次のリフロー工程で、加熱されハンダが溶けて部品の電極と基板のパッドがハンダ付けされる。このハンダが溶ける時に部品が引張られて、多少位置がずれても自己修正される傾向(セルフアライニング)があり、装着精度的には接着剤より易しい。但し、ハンダを溶かす時に加熱する温度コントロールが厳格で、高過ぎるとIC等の部品の損傷を招き、低過ぎるとハンダ不良を起すので、予熱、加熱、冷却の温度プロファイルを正確に維持する事が必要となってくる。ここにエアーソルダーリフロー「YMA-330」シリーズが使われる。

これら実装工程の前後には、基板の自動出し入れを行う為のローダー、アンローダー「YM1400」シリーズ(図13)が付属されて、自動実装ラインが形成される。ライン化されたマシンの全景を図14に示す。

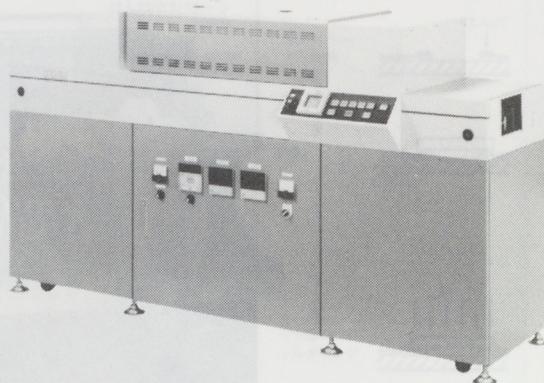


図10 YM2000RS UV付赤外線リフロー炉

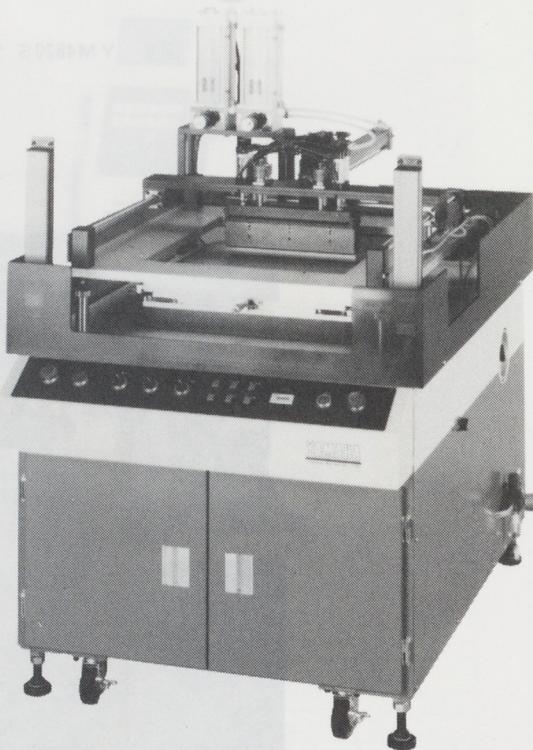


図11 YMK2011 スクリーンプリンター

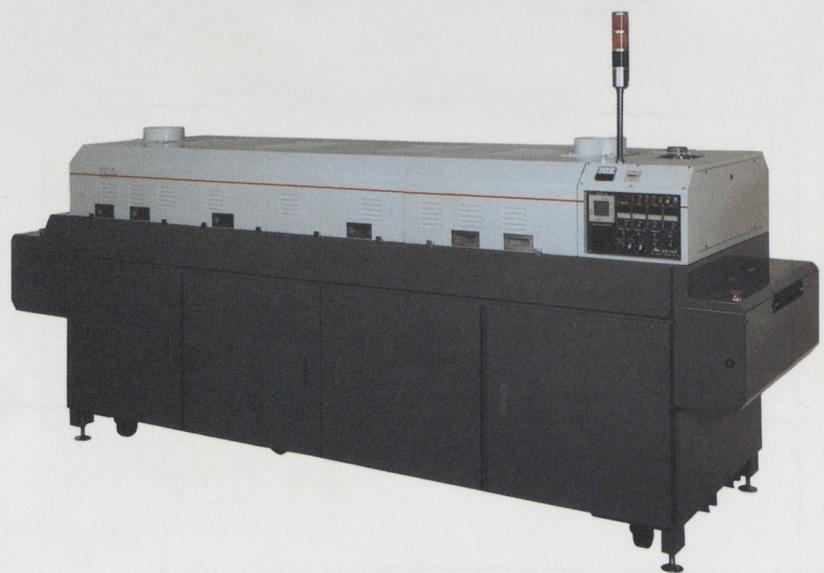


図12 YMA-330WN エアーソルダーリフロー

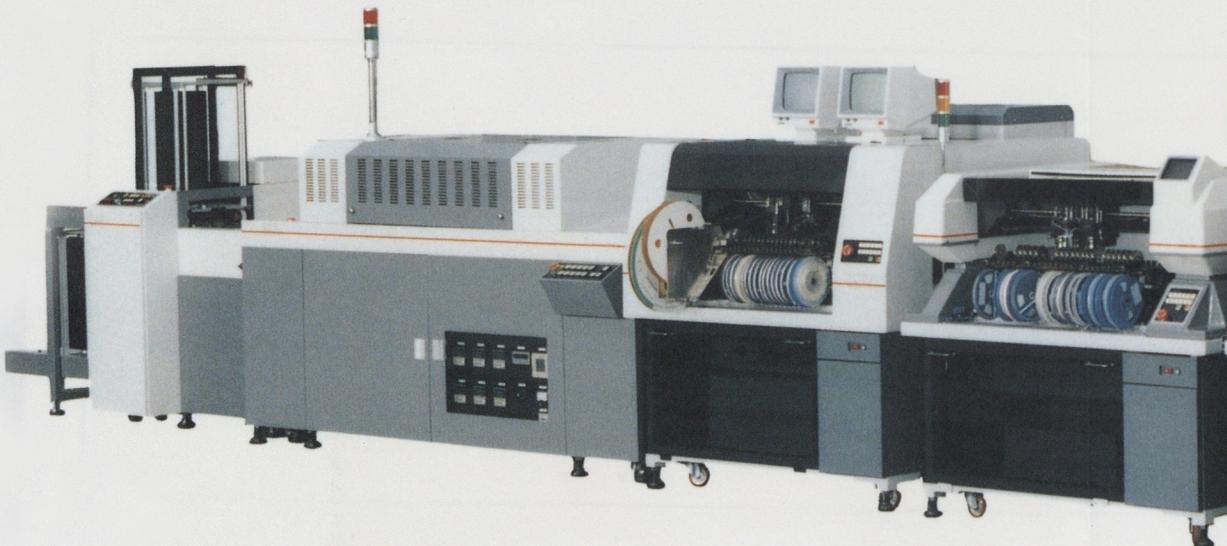


図14 自動実装ラ



図13 YM1400UL ローダー＆アンローダー



イン

2. サーフェイスマウンターの機能

サーフェイスマウンターは、英語では CHIP PLACERとか、PICK & PLACE MACHINE と呼ばれる事もあり、この方が機能をすばり表わしている。つまり、部品を拾い上げて、プリント基板上に置くことである。

サーフェイスマウンターの機能は以下の3つから成り立っている。

1. プリント基板を搬送し、位置決めする機能
2. 電子部品を送り出す部品供給機能
3. 電子部品を拾い上げ、姿勢を直して、プリント基板上に位置決めし、装着する機能

この構成は、外観上や実際の動きが全く異って見えるエンジンの自動組立ラインと基本的に同じである。

1. クランクケースを搬送し、位置決めする機能
2. クランクやミッション等の部品を供給する機能
3. 部品を拾って、クランクケースに位置決めし組み付ける機能

こうやって見ると、サーフェイスマウンターは、正に自動組立ロボットそのものと言える。

3. マウンター開発の経過

1980年頃より、チップマウンターの呼称で松下電器産業㈱を中心に、本格的な販売が開始された。それ以前は、カメラ、電卓、時計等のチップ部品でなければ実現しない小形の商品への限られた使われ方だったのが、ビデオカメラ、ヘッドホーンラジオ、カセットデッキ等への展開が行われ、急速に伸び始めた。我々が、OEMとして最初に開発依頼を受けてスタートした1984年頃には、図15のような各メーカーのマウンターが開発され、販売されていた。

当時のIM事業部は発足して1年足らずで、商

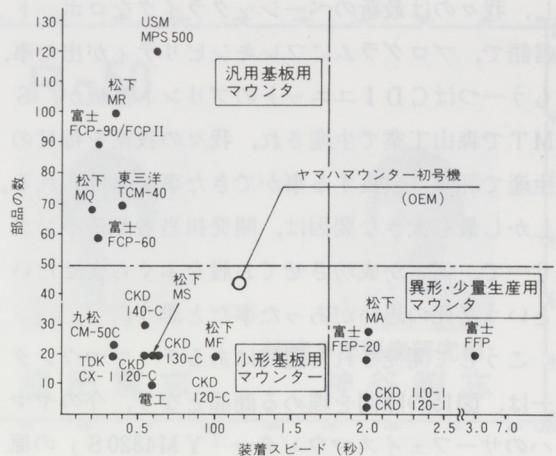


図15 各社実装機の分類

品はCAMEロボット（水平多関節型）と、X-Yロボット（直交型）の二つしか無く、全員で売り歩いても毎月数台売れる程度であった。こんな時、ある小さな、しかし優良な企業から「毎月5台買うからヤマハのロボットを少し変えてくれないか。」という問い合わせがあった。これがヤマハに於けるチップマウンターの開発のきっかけであり、ともかく毎月5台のロボットの注文欲しさに無我夢中で他社の商品調査も何も無しで、自分達だけのアイデアで約半年で、でっち上げて納入した。何にも参考にしなかったのが、かえってオリジナリティが出て良かったのか、今にして思うと未完成であったにも拘らず、予想以上に売れた。これまで付き合った会社で、毎月何台とか何十台とか買うという前提の美味しい商談は、何度もあったが、それが実行された数少い成功例の一つがこれである。その他は殆んど、骨折り損のくたびれ儲けである。かといって、これらもやってみない事には、結果は分らないのである。

後になって考えてみて、何故このマウンターがうまくいったかというと、一つは、一見無縁と思える前述のエンジンの自動組立技術の基本が役に立っている事であり、さらに他の競合メーカーが従来のNC言語のコントローラーであったのに対

し、我々のは最新のベーシックライクなロボット言語で、プログラムにフレキシビリティが出た事、もう一つはCDIユニットのプリント基板が、SMTで森山工業で生産され、我々の技術を毎日の生産で評価、改良する事ができた事が挙げられる。しかし最も大きな要因は、開発担当者が皆ハングリーで、何とか成功させてお腹をふくらませたいという必死の思いがあった事だと思う。

こうして開発された図16にあるチップマウンターは、図15の隙間を埋める商品となり、今のヤマハのサーフェイスマウンター「YM4820S」の原型となった。この形は、日本のみならず世界の中型機の一つの原型となっており、類型のマウンターを作っているメーカーは、今や10数社にも及ぶ。

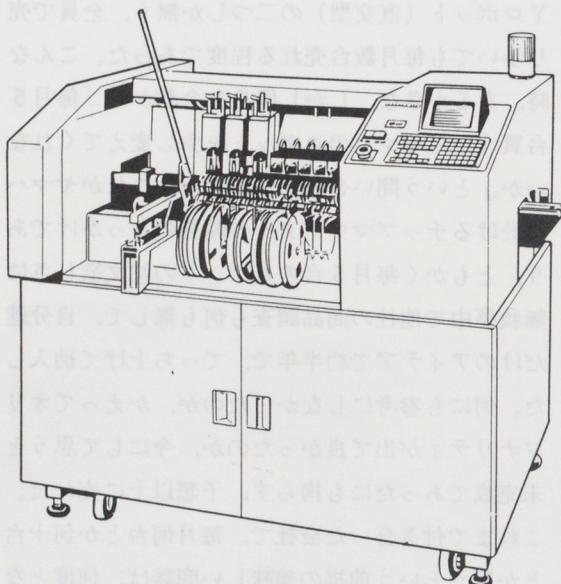


図16 OEMとして開発された初号機

4. 「YM4820S」「YM6020S」の特徴

一言で言うと、コストパフォーマンスが良いのである。コンパクトでありながら、扱える部品の点数は多く、手頃な価格で装着速度が適度に速く、装着精度が良いので、特に最近伸びている産業機器用の多種中少量の生産のプリント基板では使い易いようだ。細かい技術的な特徴や苦労している点は、別の機会に紹介するとして、何しろ技術革新が早い業界なので、我々も毎日技術競争やコスト競争にしのぎを削っている次第である。

5. 今後の展開

ロボット工業会の発表では、昨年度のロボットの売上げは約3000億円で、トップは断然プリント基板の実装機であった事からも、当面はこの分野で認められるある地位を獲得すべく、さらに開発販売を進めたいと思う。具体的にはビジョンシステムの応用を拡大し、さらに精度の良い、信頼性の高いロボットを目指したいと思っている。

【参考文献】

増山勇、本田辰夫 編著

「SURFACE MOUNT TECHNOLOGY」