

## X シリーズマウンタの開発

### Development of the X Series Surface Mount Machine

櫻井 博 Hiroshi Sakurai  
IMカンパニー 技術チーム

#### 1 はじめに

携帯電話や携帯型パソコン等の各種携帯端末機器、自動車制御機器、IT革命を担う電子機器製品の進歩、社会への浸透はめざましく、それらを支える電子部品には、さらなる小型高機能化、高密度実装化が要求されている。このような市場の変化、要求により電子部品表面実装機には、高い生産性とともに多様な電子部品へ対応する汎用性、高精度化が求められている。

ヤマハ発動機（以下、当社という）では、電子部品表面実装機の中型機と呼ばれる分野で、このような市場の要求に応えてきた。当初、中型機は異形部品専用機として、または高速機の補完機として高速機の下流に位置することが多かった。現在でも高速機によるチップ搭載の実生産サイクルタイムは0.1秒から0.2秒程度であるのに対し、中型機では0.3秒から0.4秒程度が実力である。

少品種大量生産におけるチップ搭載中心の生産では、高速機を必要とする場面もまだまだ多いものと思われるが、現在のように電子部品の多様化が進んできたり、あるいは、多品種少量 / 中量生産の形態になってくると、従来の高速機と異形部品専用機の組み合わせではラインバランスが崩れたり、段取りに時間がかかってしまい、トータルの生産性が上がり難くなる。

そのような現状に対応すべく、当社では、「高い生産性に直結する高速搭載性能」を追求したモジュール型マウンタ:Xシリーズ(YV100X、YV88X)を開発した(図1)。



図1 Xシリーズマウンタ

#### 2 開発コンセプト:モジュール型高速機

高速機と比較して中型機は、コンパクトで生産現場の省スペース化が図れること、各種電子部品に対して高い汎用性(多機能性)があることが特徴としてあげられる。

これらの特徴を維持あるいは伸ばしながら、マシンを連結することによって、従来の高速機に匹敵する生産性を実現することを目的に開発をおこなった。そのため、

- (1)マシン自体の高精度・高速化
  - (2)実稼働率の向上、ロスの排除
- を主な開発テーマとした。

モジュールを構成する機種としては、

YV100X :チップ搭載スピード重視だが QFP も搭載できる高速汎用機

YV88X :精度、多機能性重視の高精度・汎用機とし、ベース部、制御部、部品認識部等は共通化し、違いは基本的にヘッド部のみとした。

### 3 高精度・高速搭載の追求

基本要素技術を全て社内開発している強みを生かして、従来機のハード / ソフトをゼロから見直し、新機構や新機能を折り込むことによって精度を高めながら徹底的にマシンを高速化した。また、カメラ認識の適応部品範囲を広げ、両機種ともに汎用性を向上させた。

#### 3.1 完全リジッドデュアルドライブ制御方式 Y 軸

マシンの軸停止時の安定性を高めるため、構造解析によって設計された高剛性面構造のベース上に、左右 2 台の AC サーボモーターで完全同期させるデュアルドライブ制御方式の Y 軸を採用した ( 図 2 )。

X 軸と Y 軸の固定は、軽量化や組み立て性、精度面の理由から、左右の Y 軸ともにリジッドに結合する完全リジッド型とした。この完全リジッドデュアルドライブの制御技術は独自の思想で開発し、部品吸着及び搭載上での停止時の安定性を高め、高速かつ高精度な実装を可能にした。

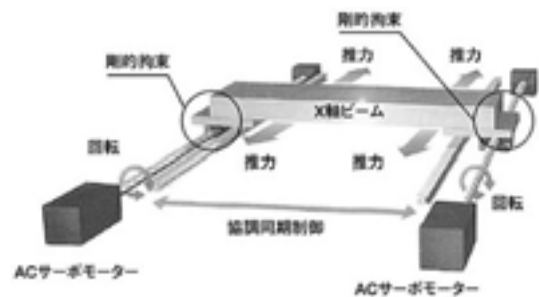


図 2 Y 軸デュアルドライブ概念図

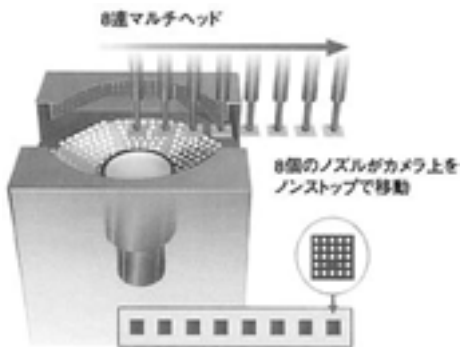


図 3 マルチ認識カメラと 8 連マルチヘッド

#### 3.2 部品認識の高速化、汎用化

8 連マルチヘッドと高性能マルチ認識カメラによって複数の電子部品を高速に認識する技術はすでに当社で培われているが、それを改良し、認識速度を約 20% 向上させた。また、部品吸着、認識、実装にいたる軸移動やソフト処理を見直して、無駄な動作を最小とした ( 図 3 )。

このマルチヘッドとマルチ認識カメラの構成は高速性とともにも汎用性も高いため、搭載スピード重視の YV100X だけでなく、汎用機である YV88X にも適用し、ファインピッチ QFP やロングコネクタまでも高速に認識、搭載させることを可能とした。さらに、部品認識のための照明システムは CSP ボール認識のための昇降機構と部品側面からの照明を装備し、複数 CSP の連続認識によって CSP 高速搭載を実現した。

#### 3.3 マシンレイアウト、ヘッドレイアウトの最適化

マルチ認識カメラの位置をフィーダバンクの中央とし、部品吸着ポイントと認識ポイントを X 軸上に一直線としたことによって、部品吸着から認識、搭載までヘッドが一度も停止することなく最短時間での動作が可能となり、テープ部品の実装タクトを従来レイアウトに対して約 20% 向上させることができた ( 図 4 )。

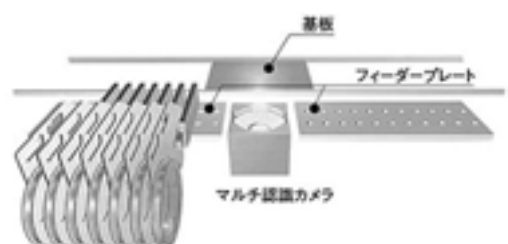


図 4 フィーダとマルチ認識カメラのレイアウト

8mm テープフィーダの取り付けピッチとヘッドピッチを同一にしている。YV88X は 2 ヘッドであるが、YV100X より適応部品サイズを大きく (最大 54mm 角) する必要があるためテープフィーダ取り付けピッチの 3 倍のピッチとし、さらにトレイ部品供給装置 YTF80W ではシャトル上の部品吸着ステージピッチを YV88X のそれ同一とし、テープ部品だけでなく、トレイ部品である QFP や BGA までも同時に 2 個吸着できるようなレイアウトとした。

#### 4 稼働率の向上

実際の生産現場でマシンを稼働させたとき、直接部品の実装とは関係のない動作のロスやマシンの動作していない時間的なロスが意外に多い。稼働率を妨げるロスには以下のようなものが挙げられる。

- (1) マシン空転ロス
- (2) 段取りロス
- (3) 部品補充ロス
- (4) 非効率運用ロス

上記のロスを最小限にすることで稼働率が向上し、実生産性も向上することになる。X シリーズ開発ではこれらのロスの削減に取り組んだ。

##### 4.1 マシン空転ロスの削減

中型機のもつ特徴として各種部品に対する汎用性があるが、そのためには部品に最適な吸着ノズルの選択 / 交換が必要となる。トータルノズルチェンジ時間は部品適応性を高めるのに反比例して増大する傾向があり、実生産では稼働時間の 30% を占めることもある。この直接部品の実装と関係のないノズルチェンジ時間を最小にすることは稼働率を向上させるのに効果が大きい。

YV100X では 8 ヘッド中 4 ヘッド (3 ノズル)、YV88X では 2 ヘッド (6 ノズル) すべてをインデックスヘッドとし、これによってヘッド移動中にノズルチェンジをおこない

(当社ではフライングノズルチェンジと呼ぶ)、ノズルチェンジに要する時間を実質ゼロとした (図 5、図 6)。

トレイ部品などの部品供給時間も、マシンの空転ロスにつながる。それはマシン本体のスピードが上がれば上がるほど、相対的にその比率も高まることになる。トレイ部品供給装置 YTF80W では供給装置とマシン本体を結ぶシャトルを 2 基とし、トレイからの部品をシャトルが交互に高速搬送し、マシン本体の部品待ち時間を大幅に削減した (図 8)。



図 5 YV100X インデックスヘッド



図 6 YV88X インデックスヘッド



図 8 YTF80W

#### 4.2 段取りロスの削減

多品種少量あるいは多品種変量生産では、段取りにかかる時間が1日の稼働時間のなかで相当なウエイトを占めてしまう。実稼働率を向上させるためには、段取りロスの削減は不可欠である。

フィーダー一括交換台車による外段取りはマシン稼働中の段取りを可能とし、稼働率の向上に効果が大きい。さらに、コンベア幅自動調整機能と基板厚さ自動調整機能とによって、コンベア周辺の段取り工数を削減した(図7)。

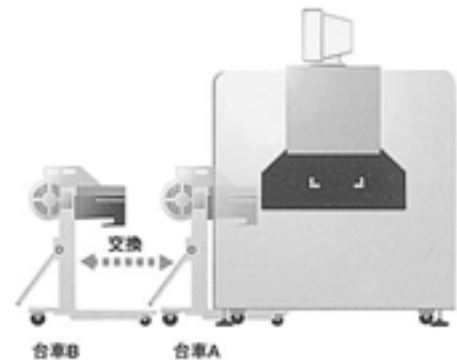


図7 フィーダー一括交換台車

#### 4.3 部品補充ロス削減

マシンが高速になれば、それだけ部品補充の回数も増加する。部品補充のためのマシン停止も、稼働率を低下させる大きな要因である。

交換台車にはマシン稼働中にマシンを停止させることなく台車を引き出すことが可能なタイプも用意されている。部品補充のため台車が引き出されている間、マシンは他の台車上の代替部品を使用し実装を続ける。台車が戻されると、この台車上の補充完了部品を使用した実装が再開されるため、マシン無停止での部品補充が可能となる。

このマシン無停止部品補充の思想は、トレイ部品供給装置である前述のYTF80Wや、2枚のトレイをダイレクトにマシン本体に供給するW-ATSにも反映され、稼働中のトレイ交換を可能とした(図8、図9)。



図9 W-AYS(マシン背面より)

また、最近の市場においては、省資源化からチップ部品のバルク供給化が進みつつある。当社ではこれに対応すべく従来のテープフィーダと同じ取り付け幅のバルクフィーダを開発した。このバルクフィーダを使用すれば、マシン無停止部品補充が可能となる。

#### 4.4 非効率運用ロスの削減

マシンを複数台連結した場合に、そのマシン間のラインバランスを取ることが非常に大切である。ラインタクトは、ボトルネックのマシンで決定されてしまうからである。

Xシリーズではチップ重視のYV100XでもファインピッチQFPが搭載可能となり、汎用性が向上している。また、汎用機のYV88Xでのチップ搭載スピードもある程度高速であるため、複数台並べたときのラインバランスが取り易くなっている。

オフラインソフトYVOSXを使用すれば、複数台のマシンのラインバランスを取るように基板データを作成することが可能である。さらに、1種類の基板データだけでなく、複数の基板に対して段取り工数が低減できるようにフィーダを自動配分する「複数基板段取り最適化」機能によって、トータルでの生産タクトの最適化が可能である。

また、一括交換台車との組み合わせにより、ライン全体を効率よく稼働させることが可能な「一括台車オプティマシステム」も準備されている。



## 5 仕様諸元表

YV100X、YV88X の仕様諸元表を表 1 に示す。

表 1 仕様諸元表

機種	YV1100	XYV88X
基板寸法	L 50mm × W 50mm(MIN) L 460mm × W440mm(MAX)	
基板輸送方向	右 左、Uターン、(オプション左 右)	
装着精度 (使用カメラ、部品サイズにより変わる)	±0.1mm(CHIP,SOP) ±0.08mm(QFP,CSP)	±0.1mm(CHIP,SOP) ±0.04mm(QFP,CSP)
装着サイクルタイム (最適条件)	0.2 秒 /CHIP 1.7 秒 /QFP	0.55 秒 /CHIP 0.9 秒 /QFP
装着角度	±180°、0.01°単位	
品種数 (8mm 換算)	100 品種 (テープ) トレー 80 品種 (YTF80W 使用時)	94 品種 (テープ) トレー 80 品種 (YTF80W 使用時)
実装可能部品寸法	0603 ~ 32mm	0603 ~ 32mm ロングコネクター 100mm ~ 54mm(OP)
ポイントデータ数	2560 ポイント / 基板 (トータル 25000 ポイント)	
外形寸法	L1,655 × W1,408 × H1,850mm	
重量	約 1,570kg	

## 6 おわりに

X シリーズは、コンセプトが明快で、そのコストパフォーマンス、スペースパフォーマンス等の実力をお客様にも理解して頂き発売以来好調に販売を伸ばしている。また、新たに YV100XT、YV180X の 2 機種を開発し、シリーズの充実をはかった。

今後、表面実装電子部品の変化動向及び半導体市場とのボーダーレス化による実装プロセスの変化等を見据えて、さらなる開発、改善を進めモジュール型マウンタを表面実装機の一つのカテゴリとして確立してゆきたいと考える。