



ミニモジュールマウンター 「MCUBE (エムキューブ)」

Mini-Module Mounter "MCUBE"

村松 啓且 Hirokatsu Muramatsu
●アイパルス株式会社 技術グループ



図1 ミニモジュールマウンター 「MCUBE (エムキューブ)」

The recent trend in the electronic parts surface mounter industry has been a shift away from large-scale mass production to more flexible smaller-lot production schedules. This has been accompanied by a shift away from larger high-speed surface mounters toward increased demand for mid-sized mounters that offer both multipurpose flexibility and high-speed mounting performance. While this shift reflects the changes occurring in production facilities as a result of changes in product demand, at the same time it can also be seen as a reflection of the success of long years of product development efforts by mid-size surface mounter manufacturers like ourselves. It should be noted that there was no real mid-size surface mounter category to begin with. These machines were merely part of a niche market for smaller auxiliary mounters. However, continuing development efforts steadily increased the speed and accuracy of the mounting performance of these models. At the same time, we worked to make them more versatile and easier to use from the users' standpoint, as well as finding ways to keep their cost down to ensure excellent cost performance. Eventually we were able to produce mid-size models that achieved higher productivity per area of factory floor space than the large-size high-speed mounters and productivity that was virtually equivalent to the high-speed models at

a low price. The customers soon recognized the value of our efforts and our mid-size mounters finally became the new mainstream standard in the industry. However, new demands never cease coming from the market. In answer to these constantly evolving market needs, we have developed the new mini-module mounter "MCUBE" that we introduce in this report.

The newly developed product described here is sold by Yamaha Motor's IM Company under the product name "THREEM."

1 はじめに

最近の電子部品実装業界では、実装市場が多品種大量生産から変種変量生産への移行するのに伴って、大量生産向きの大型高速機から汎用性と高速性の両機能を併せ持った中型中速機の需要が拡大してきている。製品需要の変化に適合した生産設備の変化ではあるが、我々中速機メーカーの長年にわたる努力が実を結んだとも言える。元来、中速機というカテゴリーが最初から存在していた訳ではない。最初は高速機の補間機としての位置付けでニッチなマーケットからスタートし、少しずつ搭載速度や搭載精度の向上を図ってきた。さらにユーザーサイドに立った使い勝手の向上や、コストの低減を行い、性能の優れた廉価な製品作りの努力を重ねてきた。その結果、高速機以上の設置面積当たりの生産性や、高速機並みの生産性を低コストで実現できるようになった。そうした我々の努力がお客様に評価され、何とか実装機の主流を占めるまでに至った訳ではあるが、新たな市場の要求は高まるばかりである。そこで、さらなる市場要求に応えるため、ミニモジュールマウンター「エムキューブ」を新たに開発したので紹介する（図1）。なお、本開発商品はヤマハ発動機(株) IMカンパニーからは、「THREEM（スリム）」として販売されている。表1にエムキューブの基本仕様を示す。

表1 基本仕様

基板寸法	L330 × W250mm（最大） / L50 × W30mm（最小）
基板厚さ	0.4 ～ 3.0mm
基板搬送方向	左から右 （オプション 右から左）
装着精度	絶対精度（ $\mu + 3\sigma$ ） ± 0.05mm/CHIP、QFP （当社評価用標準部品使用時） 繰返し精度（ 3σ ） ± 0.03mm/CHIP、QFP （当社評価用標準部品使用時）
装着タクト（最適条件）	0.3 秒 / CHIP
部品品種数	16 品種（最大、8mm テープ換算）
部品供給形態	テープフィーダー、 スティックフィーダー
搭載可能部品	0603 ～ □ 31mm 部品、 搭載可能部品高さ 15mm、 基板下部品高さ 30mm
搭載ヘッド	4連フルサーボモータ制御、 オートノズルチェンジステーション（オプション）
認識システム	部品認識用デジタルマルチカメラ、 基板フィデューシャルマーク認識カメラ
基板固定	基板挟み込み方式、基板厚さ 自動連動式プッシュアップ
基板搬送	コンベア幅自動調整（サーボ式）、 コンベア速度 256 段階（ソフトウェアにて変更可）
安全装置	3色シグナルタワー、フィーダー 部安全カバー、非常停止ボタン
外形寸法	L1,195mm×W1,275mm× H1,350mm（シグナルタワー上 部まで 1,800mm）
本体重量	約 750kg

2 新商品の開発コンセプト

エムキューブの開発コンセプトは、「小さな本格派」とした。狙いは「小型機市場の創造」である。図2に中型機の価格（定価）と搭載速度（最適条件）の関係を示すが、1,000万円以下で搭載速度が生産ラインで使うことが出来る最低条件の0.2～0.3秒/チップのゾーンが空白となっている。このゾーンを小型機市場と位置付け、ここに魅力的なモデルを投入することにより新しい需要が生まれる可能性があると判断した。最近の市場の声として

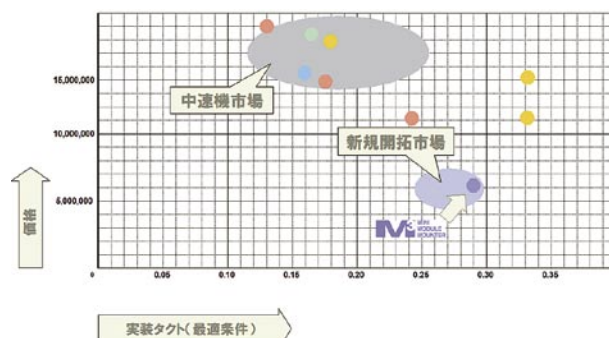


図2 中型機の価格と搭載速度

「小さくて、高機能で、安いマシンが欲しい」という要望が強く、そうしたお客様のニーズを総合すると小型機ゾーンと重なる。特に最近では海外の安い生産コストとの比較でマウンターの価格が決まるなどの新たな要因が加わり、価格に対する厳しさが一層増してきている。こうした背景から開発のキーワードは市場の声そのものである「小さい、高機能、安い」とした。

3 製品の特徴

3.1 小型でスペース効率が低い

「小さい機械が欲しい」、これは実装業界の切実な要望である。生産能力を上げるために工場の増設は許される環境ではない。莫大な工場建設投資は、そのまま実装コストに跳ね返り、結局コスト競争力を失ってしまう。エムキューブは全幅 1,195mm、奥行き 1,275mm、全高 1,350mm と大幅な小型化を実現している。その結果、実装ラインの全長を短縮する事ができる。複数台連結する場合や、既存ラインに増設する場合でも、スペース効率を上げる事が可能である。また、生産計画に応じて頻繁にライン変更をする場合に備えて、重量を 750kg と軽量化し、お客様の工場内で簡単に移設できるようにした。機械の高さも工場管理の見地からすると工場全体を見渡せる高さが望ましいと言う要望が強く、機械が壁にならない様に極力全高を抑える事を構想段階から考慮した設計とした。

3.2 高精度搭載が可能

年々、実装部品は小型化し実装密度は高くなっている。特に最近では 1005 (0.5mm 角×1mm)、0603 (0.3mm 角×0.6mm) チップの狭隣接実装や、鉛フリー化によるセルフアライメント効果の排除などで、より高精度な搭載が要求されてきており、一世代前の実装機では対応できないケースが出てきている。こうした要求に応えるため、エムキューブは、0603 チップ搭載を標準仕様とし、搭載精度も±0.05mm をフルタイム保証としている。

3.3 低価格の実現

マウンターの最大マーケットに成長した中国市場では、価格が最大の関心事となっている。エムキューブ

ブは、シンプルな構造、部品の一体化による部品点数の削減、他モデルとの部品の共通化、可動部品を軽量化する事により駆動モータ出力を従来比約2分の1以下として駆動系コストを低減、徹底したユニット構造化で組立工数の削減を図るなどの工夫で、既存中型機の約2分の1の価格を実現する事ができた。

4 高精度・高速化への取り組み

4.1 スーパーモノコックフレーム

マシンフレームは、FEM（有限要素法）構造解析から導き出された高精度搭載に最も適した門方構造とし、ベッド、コラム、サドルをミーハナイト鋳鉄による一体構造として十分な剛性を確保する事により、従来の実装機とは一線を画す低振動化を実現して、長期間にわたる高精度搭載の維持を図っている。図3にスーパーモノコックフレームの外観を示す。



図3 スーパーモノコックフレーム

4.2 高精度組立

アイパルス㈱では長期間安定した高精度搭載を可能とするために、キサゲやハンドラップによる手仕上げ高精度組立を行っている。機械加工のみでは工作機械の精度、工具の磨耗、切削条件、治具、の精度、クランプ歪等の複数の要因が重なり精度の高い平面を安定的に得ることは難しい。アイパルス㈱ではリニアガイドの取り付け面をキサゲ仕上げとし、ミクロンオーダーの平坦度を確保して可動部のピッチングやヨーイングを最小とし、搭載ヘッド軌跡の安定化を実現している。また、送り系のボールネジナット取り付け面の直角度が出ていないとボールネジの転走面とナットの転走面にズレを生ずるが、この面の直角度を完全なものとする事により、有効に接触するボールの数が増え、送り系のコンプライアンスを小さくでき、精密な送りを実現する事ができる。また同時に発熱を抑え、発熱による精度への悪影響も最小限に抑える事ができる。アイパルス㈱では、ハンドラップ仕上げでこの直角度を確保している。ソフトウェアによる精度補正に最初から頼らず、静的機械精度を極限まで追求した上で最終的にソフトウェア補正をするやり方が機械的寿命を高め、長期間にわたって安定的な精度を確保できると考えている。図4にキサゲ加工されたベース面を示す。

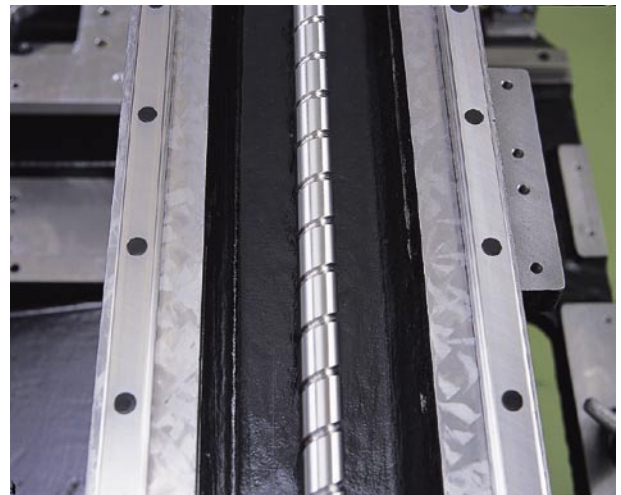


図4 キサゲ加工ベース

4.3 多重精度補正システム

部品搭載精度に影響するマシンの要素を総合的、多重的にソフトウェアで補正する機能で機械の静的精度の補正、温度変化に対する補正を行う。工場出荷時の精度をお客様の工場で容易に再現または調整できるため、マシンのインストレーションを容易にしている。ヒートサイクル環境（午前午後、日中夜間などの温度変化の繰り返し）にも完全対応し、常に安定した部品搭載をすること事ができる。

図5に補正前と補正後の精度比較を示す。



補正前	補正後
3 σ 30 μ m	3 σ 10 μ m

図5 絶対精度補正比較

4.4 挟み込みクランプ方式

高精度搭載を実現する為には、まず基板を安定的にクランプする事が重要である。エムキューブでは、特殊な構造で基板を微小な面で挟み込んで固定する、挟み込みクランプ方式を採用して確実な基板保持を実現している。また基板の厚さに自動的に連動するプッシュアップ方式により、プッシュアップピンの高さ調整を不要とし、標準装備のコンベア幅自動調整機能を含めて大幅な段取り時間の短縮を図っている。図6に挟み込み方式基板クランプを示す。

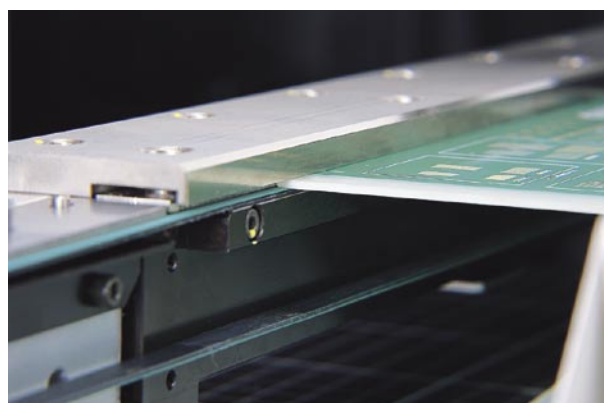


図6 挟み込み方式基板クランプ

4.5 小型高精度4軸ヘッド

実装機における心臓部ともいえる部品搭載ヘッド部は、フルサーボモーター駆動の4軸とし、0.3秒/チップ（最適条件）の搭載速度を実現すると共に、部品搭載時の衝撃を最小にして、0603から大型部品までの部品の高精度、高速搭載を可能とした。また対応部品高さも15mmとし、部品対応能力を向上させている。図7に小型高精度ヘッドを示す。



図7 小型高精度ヘッド

4.6 テープフィーダーの高速化

テープフィーダーは、マウンターの構成部品の中で最も重要なエレメントである。特に 1005、0603 のような微小部品の吸着率は、テープフィーダーの性能に左右される。新型フィーダーは現行フィーダーと取り付け互換性を保ちながら高速送りを実現すると共に吸着位置を安定させる事により、吸着率と実生産タクトの向上を図った。トップテープ処理は現行の巻取り方式から掃出し方式とし、キャリアテープのスプライシングに対応できるようにした。図 8 に新型高速フィーダーを示す。

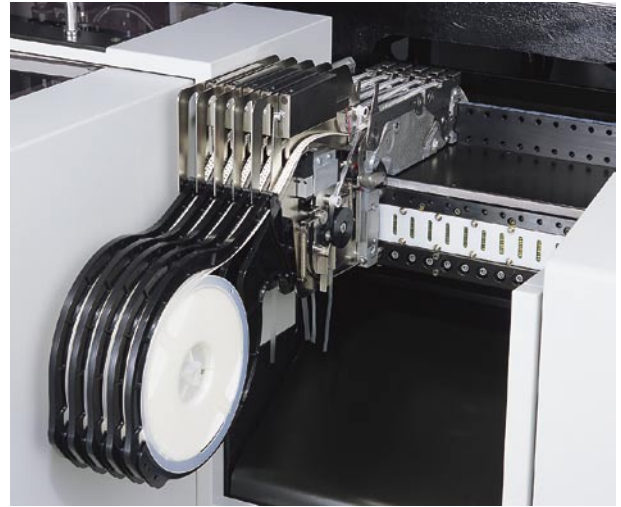


図 8 新型高速フィーダー

5

おわりに

エムキューブは、ヤマハ発動機(株)「IM カンパニー」と「アイパルス(株)」とのヤマハグループが持つ最新技術を惜しみなく投入し、共同で開発した自信作である。2002 年 6 月に行われた JPCA2002 展示会においては、日本市場のお客様だけではなく、海外のお客様を含めて大きな反響を得る事ができた。新しいコンセプトの商品だけのお客様の新たな要望も多く、こうしたお客様の要求に沿って周辺装置の充実を図りながら、お客様に喜ばれる実装機作りをして「小型機市場の創造」を図っていききたい。また、アイパルス(株)としては初めて、2002 年度グッドデザイン賞も受賞することができた。

最後に、エムキューブと言う名前は我々の製品開発ポリシーである、Maximum value (ユーザーにとって最大の価値のあるものを)、Minimum cost (最低の原価で)、Most effective investment and efficient expense (最も効率的に効果的に作り上げる) から命名されており、この頭文字の 3 個の M が、お客様の工場で 3 乗の効果を発揮できるようにとの強い思いが込められている。今後とも、お客様のご要望に合わせた、最適な生産システムをご提案していきたいと思っている。

■著者



村松 啓且