フリップチップ実装工法と実装システムの開発

佐伯 啓二*

Flip Chip Bonding Technology and Bonding System

Keiji SAEKI*

*松下電器産業株式会社精機事業部 (〒571 大阪府門真市松葉町2-7)

*Manufacturing Equipment Division, Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. (2-7 Matsuba-cho, Kadoma-shi, Osaka 571)

〔1〕 はじめに

近年、電子機器の小型化・薄形化およびデジタル化が急速に進むなかで、半導体の実装技術が商品の価値を左右するまでになってきている。このような状況において、最近、ベアチップ実装技術が注目されている。なかでもフリップチップ実装工法が、ノートパソコン・ワープロ・PCMCIAカード等に実用化され始めている。

また、回路実装学会で107社に対し「QFP以外で、ファインパターン化のために、どのようなパッケージ形態を検討されていますか」というアンケート調査を行った結果、ベアIC実装のフリップチップ工法に対する関心が最も高い回答が得られた。したがって本稿では、最近のベアチップ実装工法、とりわけフリップチップ実装工法とそれらに対応する実装システムについて紹介する。

〔2〕 回路実装技術の動向

図1に回路実装技術の動向を示す。商品の小型化に伴い、半導体実装は、最近ではチップサイズパッケージ(CSP)や、ベアICを基板に直接ボンディングするフリップチップ実装を用いたマルチチップモジュール(MCM)が盛んに開発されている。

また、使用されるICは多ピン化傾向にあり、電極ピッチは120 μ m程度から、将来的には80 μ mピッチも要求されている。図2に半導体のピン数と、パッケージサイズの関係を示す。これから、ベアIC実装がQFPに比べると、多ピン化とサイズに対して有効であることがわかる。

〔3〕 フリップチップ実装工法

フリップチップ実装の特徴は、

図1. 回路実装技術の動向

図2. 半導体のピン数とパッケージサイズ

- 1) 実装面積が最小
 - 2) 実装高さが最小
 - 3) 高速化・高周波化に有利
 - 4) 放熱性、耐ノイズ性が良好
- 等があげられる。

表1に代表的なフリップチップ実装方式を示す。C4工法は、アメリカを中心に開発が進められ、その特徴は従来のSMTの延長線上でフリップチップ実装が可能である。また、MBB工法は、ファインピッチ化と工程が簡略化できる工法として注目を集めており、紫外線硬化型の封止剤を使った接合方式である。

ACF方式は、LCDのドライバがTCPからCOG工法に対応する主流の工法である。また、はんだ接合方式は、汎用ICを用い金バンプをローカルリフローする工法で、SMTの延長線で導入可能な工法である。本稿では、特にスタッドバンプボンディング(SBB)技術について述べる。スタッドバンプボンディング方式は、以下の特徴がある。

- 1) 従来のワイヤボンディング法によるドライブプロセス工法でバンプ形成が簡単
- 2) 不良半導体チップの交換が容易
- 3) 新開発の実装材料により信頼性が高い

図3にSBBの構造を示す。また図4に実装プロセスを示す。

[4] 実装設備

フリップチップ実装を実現する設備は、表面実装用設備

表1. フリップチップ実装方式

実装方式	構成
C4 (Controlled Collapse Chip Connection)	<p>Pb/Sn C4 Bump 基板</p>
SBB (Stud Bump Bonding)	<p>IC 封止剤 電極 パンプ 導電性ペースト 基板</p>
MBB (Micro Bump Bonding)	<p>IC 紫外線硬化型 接着剤 (UV) パンプ 基板</p>
ACF方式 (Anisotropic Conductive Film)	<p>IC 異方性導電膜 (ACF) パンプ 基板</p>
はんだ接合方式	<p>IC はんだ Auバンプ 基板</p>

図3. SBBの構造

図4. 実装プロセス

から比べると高精度実装が要求される。図5に各工法に要求される必要精度を示す。(たとえば、松下電器産業では、SBBの精度は $\pm 10\mu\text{m}$ 以下が必要で、今後さらに $\pm 5\mu\text{m}$ 以下が必要になるとみている)

また、高精度実装を実現するための考え方として図6に示すように、①高剛性の設備骨格、②高精度認識位置決め、③温度補償システム、の3つの観点からの取り組みが必要である。

次に、松下電器産業が取り組んでいるSBB対応の設備と汎用フリップチップボンダについて説明する。

4.1 SBB対応設備

(1) バンプ形成

スタッドバンプの形成にはワイヤボンディング法を用(ピン数)

図5. 各工法に要求される実装精度

図6. 高精度実装の取り組み

いており、今回新たに開発したバンプボンダは、スタッドバンプを高精度・高速に形成することができる。

特徴として、

- ① 高精度ヘッドにより狭ピッチバンプ形成が可能 ($\text{min.}80\mu\text{m}$ ピッチ)
- ② 0.14s /バンプの高速ボンディングが可能
- ③ バンプ形成中にバンプレベリングができ、生産性が向上

等がある。

図7にバンプボンダの外観、図8に $80\mu\text{m}$ ピッチのスタッドバンプを示す。

図7. バンプボンダの外観

図8. $80\mu\text{m}$ ピッチのスタッドバンプ

図9. フリップチップボンダ

(2) 導電性接着剤転写とIC実装

高さのそろったスタッドバンプを有する半導体チップを下向きにして、あらかじめ一定膜厚に形成された導電性接着剤に浸して引き上げることによって、バンプ上に導電性接着剤を一括して転写することができる。

その後、回路板の電極に認識技術を使って位置合わせを行い、回路板上に実装する。図9に、導電性接着剤の転写から基板上へのIC実装ができるフリップチップボンダを示す。

この装置の特徴は、

- ① 接着剤転写からIC実装まで高速ボンディングが可能(3.5s/IC)
- ② 半導体チップと基板マークの同時認識により、高精度ボンディングを実現(搭載精度 $\pm 5\mu\text{m}$)
- ③ オートツールチェンジ機能で、最大8品種のマルチIC実装が可能

等があげられる。また、この他に周辺装置として導電性接着剤を硬化するキュア炉および封止装置等もそろえている。

4.2 汎用フリップチップボンダ

対象アプリケーションや信頼性、リペア性、実装コスト等の観点から、いろいろな実装工法が各社で開発提案されており、これらのニーズに応えるための設備には、様々な機能が要求される。また、生産規模も様々で、手動機から

図10. 汎用フリップチップボンダ

全自動量産機までのラインアップが必要になる。

前述のSBB対応設備に加え、多様化するフリップチップ実装工法に応えるフリップチップボンダ例を図10に示す。

この設備は、実装時に加熱、加圧、およびUV照射をプログラマブルに設定可能で、ビルトブロック化された様々なオプション機能の組み合わせで、工法開発から量産化まで対応できる設備である。

また、高精度化を実現するポイントとして、有限要素法を用いた骨格の最適化と熱源と周囲の温度上昇に対する装着位置のドリフトを抑えるため、自動キャリブレーションシステムが開発され、装着のドリフトを自動補正し、高精度化が図られている。

〔5〕 まとめ

フリップチップ実装は、実用化され始めているが、量産化するための課題も残っている。KGD(Known Good Die)、接合検査方法およびICのリペア方法等があげられる。

一方、生産設備としては、精度および生産性にすぐれた設備がさらに求められており、フリップチップ実装の低コスト化、高品質化を実現するために、トータルシステムとして、取り組む必要がある。

(1996.4.22-受理 1996.5.28-再受理)