TAB 利用パッケージ技術

TAB Technology Applied Semiconductor Packages

平田 誠一*1

池水 守彦*2

1. はじめに

TABというのは、Tape Automated Bonding の略であり、接続プロセスの呼称である。しかし、長い間、パッケージとしての概念、具体的には、ICのチップ上にバンパがあり、カメラのフィルムの上に細い配線とリードがあり、そのリードがバンパと接続された形態のパッケージのイメージであった。したがって、QFPのような明確な形状にはならなかった (Fig.1)。しかし、数年前からは、TABをプロセス名とし、パッケージとしてはTCP (Tape Carrier Package) と統一された。そこで、パッケージとしてはTCP、プロセスとしてはTABと記す。

TABが一般的になったのは、パソコン、ワープロなどの液晶ドライバ用LSIに使用されてからであり、微細接続技術として着目されてからである。

Fig.1 TCP structure.

本稿では、液晶ドライバから他の分野へ広がり、さらに接続技術として応用されたパッケージを紹介する。

2. TAB 技術

TABは、ワイヤーボンディングの時間短縮の手段として開発された。つまり、ワイヤーの場合、接続回数はワイヤー数と同じで、多ピンでは時間がかかる。一度で接続できるTABは、その意味では理想的である。しかし、ワイヤーボンディングの高速化により、メリットが薄れてきた。代って着目されたのが、微細接続技術である。

TABは、18~36 μ m程度の厚さの銅箔を微細なエッチング加工することで60~80 μ mのリードピッチを実現した。パッドピッチがリミットする場合にこの技術を用いると、使用するチップサイズを縮小することが可能となる。QFP (Quad Flat Package) のワイヤーボンディングのパッドピッチは、120 μ m程度まで狭くなってきた。しかし、TABでは60 μ mまで可能である。この関係をまとめたのがFig.2である。

たとえば、200pinの場合には、パッドピッチから7mm角のチップサイズが必要となる。一方、多ピンのQFPではリードフレームの微細加工の限界からワイヤーループ長が長くなる。現状では、4.5mm以下にする必要があり、そのためにチップサイズは~8mm角となる。

しかし、TABではピッチだけで決まるので

*1 Seiichi Hirata, *2 Morihiko Ikemizu

(株)東芝 半導体生産技術推進センター/Semiconductor Manufacturing Engineering Center, TOSHIBA CORPORATION

Fig.2 Bonding technology status for ASIC.

4mm 角程度でも接続が可能となる。この微細化の技術を基板接続に応用したのが LCD 用 TCP である。

3. LCD 用 TCP

QFP の場合、0.5mm (500µm) ピッチが現在の使用上の限界であり、比較的小ピンの部類に入る100pin 程度の QFP でも0.3mm ピッチが限界である。しかし、

液晶パネルの配線は、70µm から200µm ピッチであり、QFP では要求を満足できない。一方、異方性導電膜を介してアウターリードを基板へ熱圧着する TCP は、70µm まで接続可能である。現在の LCD 用ドライバーの主流は TCP である。

LCD 用 TCP の出力ピンは、液晶パネルに合わせるので片側に集中する。使用するチップも正方形に近かった。したがって、ポリイミド基材上の配線の引き回しの面積が大きくなり、パッケージとしても大きくなっていた (Fig.3¹⁾)。しかし、液晶パネルに接続するエリア (額縁と呼ばれている) は、小さくすることが望ましいので折り曲げたりして使用されていた (Fig.4)。

さらに額縁サイズを小さくするため、現在ではスリム化した細長い形となり、コストも低減された。その結果、

Fig.3 Photograph of LCD driver TCP.

Fig.4 View of assemble TCP on LCD panel.

チップの形状も長尺化した。額縁をさらに小さくする場合の手法は、COG (Chip on Glass) が提案されている。

4. ASIC 用 QTP

ASIC (Application Specific Integrated Circuit) の G. A (Gate Array) 分野は、QFP を中心に民生用パッケージの多ピン化を推進してきた。しかし、0.5mm ピ

ッチ/304pin から先は足踏み状態となっている。より多ピン化するにはパッケージサイズが大きくなり過ぎるからである。

G. A は、パソコンのチップセットに使われるなど需要は旺盛である。また、ノートブックなどでは、2パッケージを1パッケージにして実装面積を小さくし、同時に、1チップ化によりチップも縮小したいとの要求も出てくる。そこへTAB技術を取り込んだQTP (Quad Tape Carrier Package) が採用された。パッケージのピンピッチは、一気に0.3mmの時代となり、現在では、Pentium®などで0.25mmピッチまで使用されている。しかし、問題がない訳ではない。実装する上ではOLB (Outer Lead Bonding) という基板接合に専用装置が必要である。現在では装置の供給メーカーも増え、投資すれば採用が可能な状態となってきた。

しかし、TCPが主流として普及できなかった主因は、IRリフローなどで他の部品と一緒に搭載できないことであろう。この反省から、OLBを使用せずに一括リフローが可能となる方法を模索し、メタル付きTCPを開

Fig.5 Photograph of metal TCP.

Fig.6 Lead coplanarity data of QTP & Metal TCP.

Tab.1 Failure ratio result after IR. reflow.

Failure ratio	0.5mm pitch	0.4mm pitch	0.3mm pitch
Bridge	0ppm (11000Lead)	0ppm (43200Lead)	73ppm (13760Lead)
Open	0ppm (11000Lead)	0ppm (43200Lead)	0ppm (13760Lead)
Package sample	M. TCP100-1414	M. TCP160-1818	M. TCP344-2828

Fig.7 Metal TCP surface mount result (After reflow).

発した (Fig.5)。

TCP は、基材がポリイミドであり柔らかく、アウターリードの平坦性（コープラナリティ）が保てない。また、加熱時には部材の膨張係数の差により、パッケージに反りが発生する。常温で小さな反りでも、IR リフロー時の高温中では $500\mu\text{m}$ にもなる。しかし、良好な接合を得るには、パッド上のはんだ印刷厚から考えても反り量は、 $100\mu\text{m}$ 以下に抑える必要がある。そこで金属平板（メタル）をテープ上に貼り付けることでポリイミドの反りを減少させ、リードの平坦性を改善した。

その結果、常温および高温で反りが $100\mu\text{m}$ 以下となり、一括リフローが可能となった (Fig.6)。0.3mm ピッチ/344pin での実験でも実装時の不良率は 100ppm/pin となり、実用可能なことが分かった (Fig.7, Tab.1)。

このパッケージは、軽量、小型を特徴とする TCP のメリットを生かし、しかも一括リフローが可能であり、より使いやすいことから用途の拡大が期待されている。

5. TAB 接続の応用

3, 4 項では、TCP を中心に述べてきたが、ここでは、TAB をワイヤボンディングの代用としたパッケージについて紹介する。

5.1 TAB in QFP

TAB は、2 項で述べたように微細化が本業である。TAB in QFP は、TCP を QFP の中に入れたらチップが縮小でき、パッケージで考えれば TAB の材料コストより安価になるのでは、という発想から開発されたものである (Fig.8)。したがって、チップサイズの大きい領域で有効な技術である。LSI のコスト低減はチップの縮小化が牽引役であり、材料コストの低減より大きく期待できるからである²⁾。

新規の要素技術は、TCP のアウターリードをリードフレームのインナーリードへ接続する中間接続技術 (Middle Lead Bonding) である。ILB (Inner Lead Bonding) されたチップ付きの TCP のアウターリードをカッティングし、リードフレームのインナーリードとを熱圧着で接合する。チップは、ダイパッドと接合したほうが熱抵抗的には有利である。内部構造は通常の QFP と異なるが、外観は EIAJ で定められた QFP の外観標準と同一である。また、この技術は、金ワイヤーと違ってワイヤー流れやカールの問題も起きない。

一方、TAB 用テープを中間リードに使い、チップ/TAB テープ/リードフレームをワイヤーで接続する方法も提案されている³⁾。

Fig.8 Structure of TAB in QFP.

Fig.9 Photograph of T-BGA.

Fig.10
Thermal resistance
of T-BGA & QFP.

5.2 T-BGA

TCPを基材としたBGA (Ball Grid Array) をT-BGAと呼称する。このパッケージも当然、TAB技術を用いる。ワイヤーボンディングタイプのP-BGAが主流となっているが、300pin以上のBGAはチップ縮小技術が有利になり、T-BGAが増加すると考えられる。そこで、われわれは、チップセット用などをターゲットにT-BGAを開発した (Fig.9)⁴⁾。

T-BGAは、TCPのポリイミドテープ上の銅配線の上にはんだボールを搭載したパッケージである。ポリイミドだけでは、はんだボールの平坦性が低下するので、スティフナーと呼ばれる固定材を接続する。さらにカバープレートを接続して、チップの保護と低熱抵抗化を図った。カバープレートは銅を材料としており、チップから発生する熱を効率良く放出する。その結果、熱抵抗はQFPの1/2程度にすることができた (Fig.10)。

次に電気特性についてQFPと比較したシミュレーション結果を示す (Tab.2)。

QFPは、リードが4方向の周辺から取り出すのでパッケージサイズが大きくなり、インダクタンスやキャパシタンスは大きくなる。一方、T-BGAは、電極端子がエリア配置となっているので、チップからはんだボールまでの距離が短く、有利となる。また、ピン数が増加してもT-BGAでは、列数を増加することでパッケージサイズを大きくする必要がなく、高周波で動作させるパッケージとしても適している。

6. おわりに

TAB技術は、TCPというパッケージを生み出し、世の中に認知された。その結果、液晶表示のドライバーとして主流の地位を確保した。また、ASICでも

Tab.2 Electro property (simulation result).

		BGA304-T		QFP304	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Resistance	mΩ	278	593	193	248
Self inductance	nH	7.3	14.7	15.2	19.3
Mutual inductance	nH	4.6	9.8	9.0	12.1
Lead-lead capacitance	pF	0.14	0.42	0.87	1.37
Loading capacitance	pF	0.35	1.05	1.07	1.57

Pentium®に採用されるなど徐々に浸透しつつある。しかし、TAB技術を接続技術として応用したパッケージが続々と現れることによって、TCPというパッケージの概念から、TABという本来の接続技術の概念が独立しそうである。

参 考 文 献

- 1) 東芝:「東芝半導体パッケージカタログ」, 1995
- 2) 須藤, 蛭田:「パッケージの高密度化」, VLSIパッケージング技術 (下), p. 165~172.
- 3) 御田, 鈴木, 鈴木:「高速伝送・高出力LSIパッケージ用複合リードフレーム」, エレクトロニクス実装技術, vol.9 (No. 7), 1993, pp. 70~76.
- 4) 池水, 鈴木, 奥友, 大家, 田口, 竹内:「低熱抵抗 Tape-BGAの開発」, 第10回回路実装学術講演大会, 13C-10, (1996)

〔執筆者紹介〕

平田誠一 (ひらた せいいち)
1975年, 横浜国立大学・工学部卒業。同年, ㈱東芝入社。以来, 半導体製品の開発に従事。現在, 半導体組立技術部主査。
池水守彦 (いけみず もりひこ)
1989年, 名古屋工業大学・生産システム工学修了。同年, ㈱東芝入社。以来, 半導体パッケージ開発に従事。現在, 半導体組立技術部主務。