

# 50 μm ピッチインナリードボンディング技術

50 μm-Pitch Inner Lead Bonding Technologies

森 郁夫  
I. Mori

久保 哲也  
T. Kubo

岸 次男  
T. Kishi

ICチップの高機能・多機能化が進むなか、入出力ピン数はますます増加する傾向にあり、ICチップの電極とTAB(Tape Automated Bonding)テープのインナリードとを接続するインナリードボンディング(ILB)ピッチの微細化が求められている。今回、微細化を進めるうえで不可欠な接合部の変形を抑えるILB技術と、バンプとリードを高精度に位置合わせするILB装置を開発した。接合部の変形は、接合条件に加えて、金とスズの反応量の制御やボンディング時に加圧力の二段階制御が有効なことを見出した。また、位置合わせは、加工点の剛性や認識精度を向上させ、50 μmピッチILBに対応できる±5 μm以下の精度を実現した。

Increasing the number of I/O terminals requires fine-pitch inner lead bonding technology for the interconnection of high-pin-count IC dies to fine-pitch leads. We have developed technologies to control bond deformation and to align fine leads with gold bumps, thereby making 50 μm-pitch inner lead bonding available.

To avoid contact with adjacent bumps, it is very important to suppress the reaction between gold bumps and tin-plated leads, and to control the load pressure in two-step bonding. We have developed an inner lead bonder with a high-accuracy alignment system and the two-step bonding function, and have carried out the trial interconnection of IC dies with 50 μm-pitch bumps.

## 1 まえがき

多ピン・大型化が進むICチップの実装技術として、TABが液晶ドライバやASIC(用途特定IC)に広く用いられている。TABはポリイミドテープを介してICチップを接続するため、現時点では多ピン・微細ピッチのICチップに対応できるもともと生産性の高い接続方法と位置づけられている。

ICチップの高機能・多機能化が進むにつれ、デバイスの集積度と入出力ピン数は急激に増加している。ピン数が増えるとチップサイズは大きくなり、結果的にチップコストを上げる要因となる。これを防ぐため、ICチップの電極ピッチ・サイズをできるかぎり小さくする傾向にあり、ICチップの電極とTABテープのインナリードとを接続するILBピッチの微細化が求められている。

当社では、多ピン・微細ピッチ接続に有利なTABの特長に注目し、これまで微細ピッチILBの接続プロセスと装置を開発してきた。接続ピッチの微細化は進み、現在では60 μmピッチが実用化されている。

ここでは、次の目標となる50 μmピッチILBを実用化するうえでポイントとなる接合部の変形を抑えるILB技術と、50 μmピッチに対応してバンプとリードの高精度な位置合せを実現したILB装置を紹介する。

## 2 微細ピッチ化の課題

図1に50 μmピッチILBの接合部を示す。スズめつきを

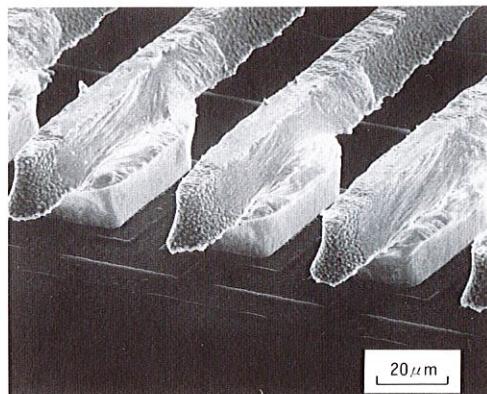


図1. 50 μmピッチILB接合部の電子顕微鏡写真 接合部の変形量は小さく、リード側面には十分なフィレットができている。

SEM micrograph of 50 μm-pitch inner lead bonds

施したインナリードとICチップの電極上に形成した金めっきバンプとを位置合せした後、およそ773Kに加熱したボンディングツールでリードを加圧して接合する。適正な接合条件でボンディングすると、図のようにリード側面には溶融したスズが金バンプと反応して、良好なフィレットができる。

微細ピッチ化の課題の一つは、ボンディング時に隣り合うバンプの変形で接触することを防ぐことである。このため、できるかぎり小さな変形量で、安定してバンプとリードの接合強度を得ることが重要となる。もう一つの課題は、ますます微細になるバンプとリードを数ミクロンオーダーの

ばらつきで精度よく位置合せすることである。

### 3 接合部の変形を抑える ILB 技術

#### 3.1 金とスズの反応制御

一般に、ILB の接合パラメータとして、ボンディングツールの加熱温度、加圧力、加圧時間がある。TAB のインナリードやバンプが微細になると、接合部の変形はこれらパラメータのほかに、接合部にできる金とスズの反応量によっても変化する。

図 2 にインナリードのスズめっき厚さと接合部の変形量との関係を示す。接合部の変形量は、ILB 後の IC チップからリード表面までの接合高さで示した。この結果から、スズめっきが厚いほど接合高さは減少し、接合部の変形量は大きくなることがわかる。また、この傾向はボンディング荷重が高いほど顕著であった。これは、スズめっきが厚いほど、金バンプと溶融スズとの反応量が増えるためと考えられる。

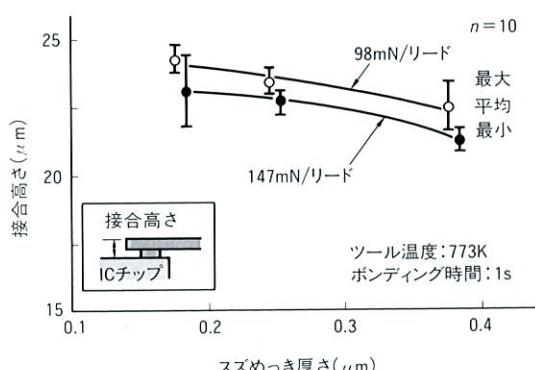
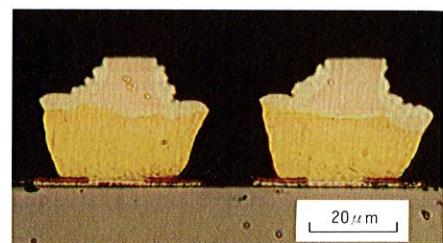


図 2. スズめっき厚さと接合高さの関係  
スズめっきが厚いほど、接合部の変形量は大きくなる。

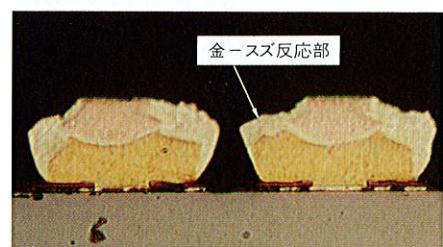
Effect of tin plating thickness on bond height

図 3 に ILB 接合部の断面写真を示す。同じ条件でボンディングした場合でも、厚さ  $0.25 \mu\text{m}$  のスズめっきリードでは金とスズの反応量が増え、接合部の変形量が大きくなっていることがわかる。ここで示した接合部は、金バンプの高さが  $21 \mu\text{m}$  のものである。図 2 の評価に用いた金バンプ(高さ  $11 \mu\text{m}$ ) に比べ高さがおよそ 2 倍であるために、接合部の変形量の違いが顕著に表れている。

このように、金バンプと反応し、十分なフィレットを形成できる範囲で、スズめっきをできるだけ薄くすることは接合部の変形を抑えるポイントの一つである。ところが、接続ピッチの微細化とともにスズめっきを薄く、しかも小さなばらつきで安定して形成することは難しくなっている。



(a)  $0.1 \mu\text{m}$  スズめっき



(b)  $0.25 \mu\text{m}$  スズめっき

図 3. ILB 接合部の断面写真 金とスズの反応量が多い ( $0.25 \mu\text{m}$  スズめっき) ほど、接合部の変形量は大きくなる。

Cross-sectional views of inner lead bonds

そこで、めっきを薄くする以外の方法で、接合部の変形を抑えることを検討した。

#### 3.2 二段加压制御

ILB のボンディング荷重の役目は、インナリードを金バンプに接触させ、所定の熱を接合部に供給することである。量産では、ボンディング回数の増加に伴うツール表面の汚れ、バンプやリード寸法のばらつきにより、リードとバンプが安定して接触しないことがある。このため、変形に影響しない範囲でボンディング荷重はできるかぎり高く、またボンディング時間は長くする必要がある。

今回開発した高精度 ILB 装置は、ボンディングツールをサーボモータで直接駆動する方式を採用している。加圧時にはボンディングツールにかかる荷重をセンサで検出し、これをフィードバックすることで高精度な加圧力制御が可能である。

このようなボンディングヘッドの特長を利用して、ボンディング中の加圧力を二段階に制御して、高い荷重をかけながら、接合部の変形を抑える方法を検討した。一段目はリード当たり  $147 \text{ mN}$  を  $0.1 \text{ s}$ 、二段目は  $49 \text{ mN}$  を  $0.9 \text{ s}$  加圧したときの実荷重プロファイルを図 4 に示す。

接合初期に高い荷重で短時間のうちにリードとバンプを安定して接触させた後、低い荷重に切り換えるような加圧制御を行うと、接合部の変形を抑えられることがわかった。結果を図 5 に示す。図は、ボンディング時間と接合部の変形量との関係を示している。図 4 に示す二段加圧制御(一段加圧  $0.1 \text{ s}$ 、二段加圧  $49 \text{ mN} \times 0.9 \text{ s}$ )を行ふと、図中の自抜き記号で示す接合部の変形量はボンディング時間  $0.1 \text{ s}$  の場

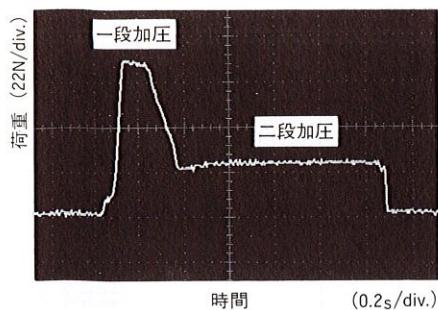


図4. 二段加圧制御の荷重プロファイル 接合初期に、高い荷重で短時間にバンプとリードを接触させた後、低い荷重に切り換える。  
Bonding force profile in two-step bonding

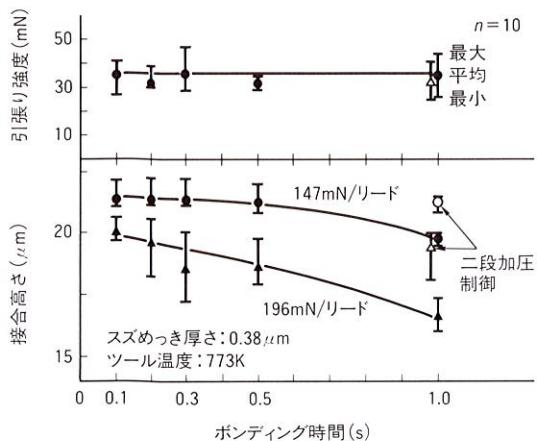


図5. ボンディング時間と接合高さおよび強度との関係 二段加圧制御を行う（白抜き記号）ことで、接合部の変形量はボンディング時間0.1sとほぼ同じ値を示す。

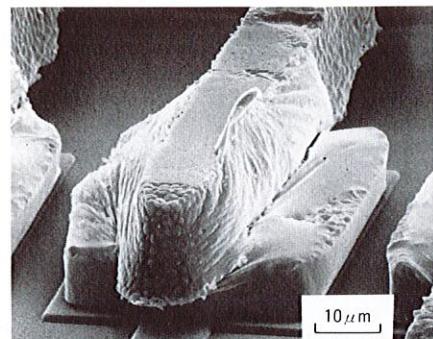
Effect of bonding time on bond height and pull strength

合とほぼ同じ値を示した。また、二段加圧制御を行っても、接合強度は通常の加圧制御方式の場合と変わらずおおよそ36 mNで良好であった。

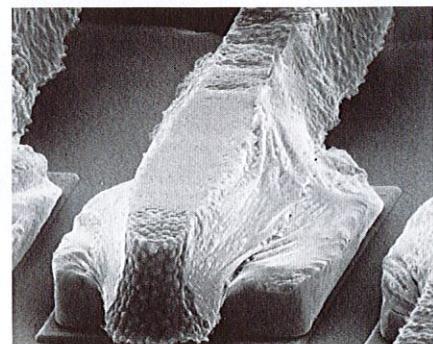
一方、通常の加圧制御方式では、ボンディング時間が0.1sと短い場合には、図6に示すように溶融したスズがバンプ表面の金と反応しきれずに、ぬれ不足の発生が観察された。これに対して二段加圧制御方式では、十分な加熱時間をとることができ、リードの両側にはフィレットが安定してできている。

このように、ボンディング中の加圧力を二段階に制御することにより、高いボンディング荷重をかけても、接合部の変形を抑えながら安定した接合状態が得られることがわかった。

今後、さらに接続ピッチが微細になり、ボンディングの低荷重化が進むと、ますますバンプとリードを安定して接触させることが困難となる。このため、接合部の変形を抑えながら高いボンディング荷重をかけられることは、微細



(a)通常加圧制御



(b)二段加圧制御

図6. ILB 接合部でできるフィレットの電子顕微鏡写真  
二段加圧制御では、良好なフィレットができている。  
SEM micrographs of fillet formed at side of inner lead

ピッチ ILB の適正条件マージンを広げる有効な方法であると考えられる。

#### 4 高精度 ILB 装置

図7に開発した 50 μm ピッチ対応の高精度 ILB 装置の外観を、表1にその基本仕様を示す。

接続ピッチが 50 μm になると、インナリード断面は台形形状を示し、その寸法は上辺でおおよそ 10 μm、下辺でおおよそ 20 μm となる。これに対してバンプの幅はおおよそ 40 μm で、リードピッチのばらつきやボンディング時のリード変形を考えると、装置に求められるバンプとリードの位置合せ精度は ±5 μm となる。

これを実現するために、この装置ではヘッドおよび IC チップの移動テーブルや支持架台の剛性を向上させ、精度に及ぼす振動の影響をできるかぎり取り除いた。また、多値化認識装置の採用で、認識精度を従来の±1 画素から±0.04 画素に向上させた。

また、これに加えて TAB テープを搬送する際のテープ張力を最小限に抑えるテープテンションレス機構を開発し、TAB テープが張力で伸びてインナリードが変形することを防いだ。

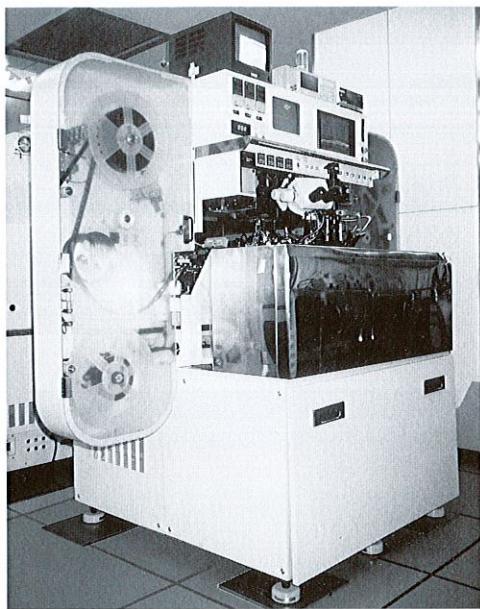


図7. 高精度 ILB 装置 バンプとリードを高精度に位置合せして接合する装置である。

High-alignment-accuracy inner lead bonder

表1. 高精度 ILB 装置の仕様

Specifications of high-alignment-accuracy inner lead bonder

項目	仕 様
対象テープ幅 (mm)	35, 48, 70
対象チップサイズ (mm)	1×3~20×20
IC の供給	ウェーハ (6 インチ)
位置合せ精度	±5 μm
タクトタイム	2.9 s/IC (ポンディング時間含まず)
ポンディング荷重	5~400 N (荷重フィードバック制御)
その他の機能	テンションレステープ搬送機能 フォーミング量ディジタル設定機能 自己診断機能 (リード曲がり・位置ずれチェック)
装置寸法 (mm)	1,960(W) × 1,170(D) × 1,695(H)

図8に同一の IC チップとテープを用いてバンプとリードの位置合せ精度を測定した結果を示す。この結果から、位置合せ精度 ( $\pm 3 \sigma_{n=1}$ ) は  $\pm 2.7 \mu\text{m}$  であることが確認でき、十分に  $50 \mu\text{m}$  ピッチ ILB の精度仕様を満たした。

さらにこの装置では、精度向上のほかに、生産性を向上させる機能を開発し、装置仕様に盛り込んだ。ポンディングステージの高さをデジタル設定し、リードフォーミング量の調整を容易にする機能や装置の稼働状態を自己診断できる機能を設け、品種交換時の段取り作業を短時間で行える。

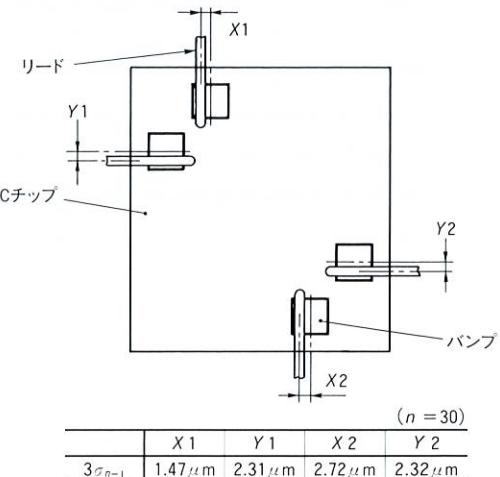


図8. 位置合せ精度の測定結果 ポンディング前のバンプとリードの位置合せ精度を測定した。

Measurement of alignment accuracy

## 5 あとがき

微細ピッチ ILB を実現するうえでポイントとなる接合部の変形を抑える ILB 技術を確立するとともに、 $50 \mu\text{m}$  ピッチレベルに対応できる高精度 ILB 装置を開発した。

TAB は、多ピン、大型化する IC チップの接続技術として、従来のテープキャリアパッケージだけでなく、面配置パッケージとして注目されている BGA (Ball Grid Array) などへも適用されはじめている。今後も、接続ピッチの微細化に対応して、より高い信頼性と生産性を確保できるインナリードポンディング技術の確立を目指していく。



森 郁夫 Ikuko Mori

生産技術研究所実装技術開発センター研究主務。  
半導体実装技術の研究・開発に従事。溶接学会会員。  
Manufacturing Engineering Research Center



久保 哲也 Tetsuya Kubo

生産技術研究所実装技術開発センター。  
半導体実装技術の研究・開発に従事。  
Manufacturing Engineering Research Center



岸 次男 Tsuguo Kishi

生産技術研究所メカトロニクス開発センター研究主務。  
半導体の実装機の研究・開発に従事。  
Manufacturing Engineering Research Center