

BGA実装部のX線による非破壊検査

機械制御技術部 機械制御チーム 増田 信次
情報技術チーム 小森谷 廣子
伊東 秀高

近年、電子部品の小型化や実装技術の高度化が進み、開発される電子基板の多くが高機能・小型化の傾向にある。このように高密度の実装が常識となる一方で、また様々な問題も生じている。それらの問題の多くを発見し、また対策の効果を確認するときに役立つ装置として、X線による非破壊検査装置（X線マイクロフォーカステレビ装置）はその代表的なものである。本文ではこの装置を用いたBGA（Ball Grid Array）バンパ接合状態の品質確認を行う「X線出力強度別画像比較法」を確立したので紹介する。

キーワード：X線、非破壊検査、BGA、バンパ、実装品質

1 はじめに

実装に関する問題は実に多種多様である。比較的発生頻度の高い問題の現象を以下に記述する。

- (a)ハンダの飛散
- (b)断線、ショート
- (c)ウイスカ、マイグレーション
- (d)ハンダのクラック、ボイド
- (e)パターン、スルーホール、ランド等の不具合
- (f)ハンダの濡れ性不良

これら問題の発生要因も様々である。基板そのものに問題を抱えていたり、スクリーン印刷や部品マウント時の要因によるものもある。また、ハンダの素材やフラックスの影響があれば部品の保管状況までその要因となる。しかし、最も多い要因はハンダ接合時の温度条件によるものである。リフロー行程における温度プロファイルの管理がしっかりできていない場合には実装の信頼性が著しく低くなってしまふ。多くの場合、その実装状態は外部から視覚的に確認できるが、いくつかの実装部品においてはその接合状態を外部から視覚的に確認できないことが現在の実装業界での課題となりはじめている。

2 BGAの構造とX線透視撮影

従来、高密度表面実装部品は部品周囲にリード端子を持つQFPやSOPが多ピンLSIの代表であったが、現在は比較的小型で多ピン化が可能なハンダボール端子（バンパ）の

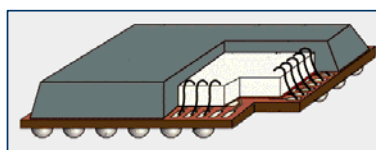


図1 BGA (Ball Grid Array)

BGAが多く用いられている。

BGAを用いることで従来より高密度実装が可能となり、実装の歩留まりも高く実装起因のリペア作業が非常に少ないためにプリント基板組立のトータルコストが低減できる。しかし、品質確認においては大きな問題を抱えている。BGAでは部品下面に接続端子があるために実装後に接合部分が観察できないことから、従来の目視によるハンダ付け品質確認は不可能となった。そこで、X線による透視撮影が求められることとなる。¹⁾

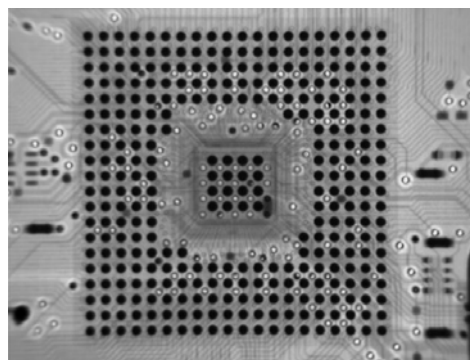


図2 BGAのX線画像

3 BGAの現状と問題点

もともと球形であったバンパはリフロー行程により加熱されると次第に熔融し、図3のように「つぶれた樽」のような形状を成す。

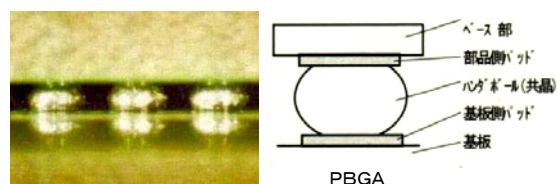


図3 実装後のBGAバンパ（共晶）形状

リフロー行程において適度な温度プロファイルに設定されていけば特に接続に関する問題は生じない。しかし、温度条件が悪くとハンダが十分に熔融せず未接続の状態になることがある。また、逆に加熱しすぎによるバンプの変形で隣端子とブリッジしたり、バンプが流れ出す（飛散する）ことによりハンダ量が不足し、未接続になる現象が生じる。

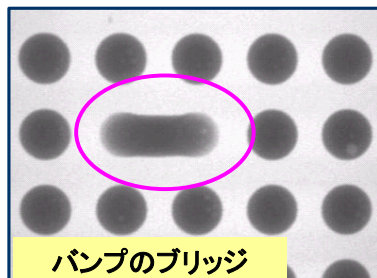


図4 バンプのブリッジ

X線撮影を行うことで図4のようにバンプのブリッジによるショートは容易に判別可能である。しかし、「未接続の状態」を判別することはなかなか困難である。未接続の状態を判別するX線撮影検査において、接続が良好なものの判断基準としては一般的に以下のものがあげられる。

- (1)各バンプが円形であること (上方から)
- (2)他のバンプと比較して色むらが無いこと (上方から)
- (3)一つのバンプ内で色むらが無いこと (上方から)
- (4)変形が無いこと (斜めから)

このような判断基準をもとに検査を行うと未接続の状態が判別できることもあるが、問題は「検査時間がかかる」ことにある。(1)~(3)までの判断基準で検査するのであれば上方から観察するのみであるので時間も要しないが、やはり情報として不十分であり、斜め方向からの観察も必要となり、多大な検査時間を要することとなる。図5にX線で観察した未接続事例を示す。

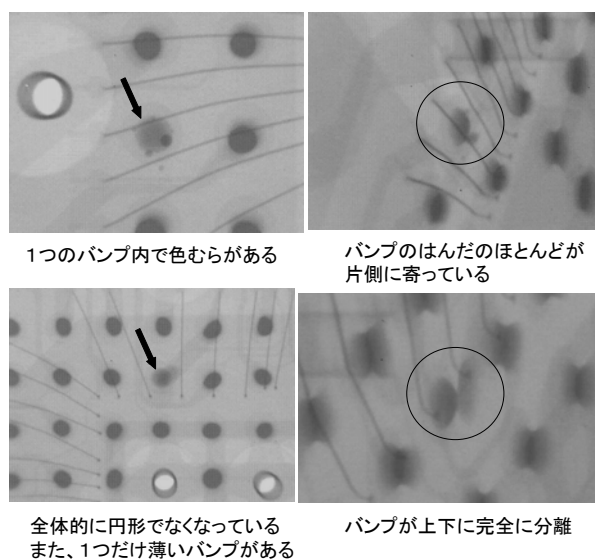


図5 未接続事例

4 X線出力強度別画像比較法

従来のバンプの観察は一定のX線出力強度で行っていたが、本方法ではX線出力強度を少しずつ上げながら行う。X線出力強度を変化させることにより、バンプの外形から内部の情報、また接合部の情報が得られる。

(1)管電圧約60~80kvにて

バンプ外形に着目し、変形の有無を調べる。

(2)管電圧約80~100kvにて

バンプ内部の状態が見え始める。ボイドの状態を調べる。

(3)管電圧約100~130kvにて

内部にハンダペースト部の輪郭が現れるので、その大きさや形状を確認する。ペースト部がある程度の広がりをもってないと十分に加熱されておらず、未熔融の可能性がある。また、輪郭が無いものは加熱しすぎの可能性がある。

(4)管電圧約130kvにて

X線の出力を上げていくと最終的には全て透過しきってしまい、全く影が現れなくなる。ここで着目すべき点はあるX線出力強度を境に一斉に影が消えるかということである。バンプがIC側と基板側で面接触していれば一斉に消える。もし、バンプが変形して点で接触しているような部分があれば同一バンプ内で不均一な消え方が生じる。

以上のチェックにより上からの観察だけで接合状態の検査が可能となる。

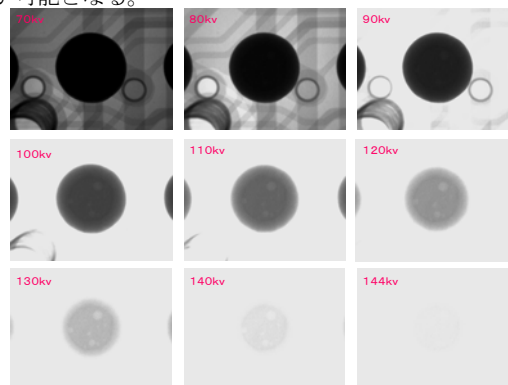


図6 X線出力強度別の画像比較

5 まとめ

本手法により、BGA実装基板の品質確認が従来より短時間で効率良く行えるようになった。電子基板の実装を行う多くの企業は、そのほとんどがBGA実装後の品質確認には頭を抱えているが、本手法を取り入れた品質確認を行っている一部の企業では検査効率が上がり、コストダウンにつながっているとの報告があった。

文献

- 1) 只野俊勝, 江崎悟; BGA実装技術開発と事業展開, 日立IT技報, 2, NO.1, (1999-3).