

ハーフィンチサイズ BGA パッケージのはんだボール接合

Solder Ball Joints in Half-Inch Sized BGA Package

¹産総研,² ミニマルファブ推進機構

○居村 史人^{1,2}, 井上 道弘¹, クンプアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}

○Fumito Imura^{1,2}, Michihiro Inoue¹, Sommawan Khumpuang^{1,2} and Shiro Hara^{1,2}

E-mail: fumito.imura@aist.go.jp

【はじめに】投資コストを 1/1,000 に抑える多品種少量向け超小型電子デバイス製造ライン・ミニマルファブの開発が進められている。ミニマルファブの前工程をミニマルファブで 1 個単位で生産したとしても、その後のパッケージング工程が大量生産型のままでは、実際にユーザーに 1 個ずつ半導体デバイスを提供することはできない。そこで、ミニマルファブの前工程とパッケージング工程を統合化した、前工程-後工程統一システムを具現化するためのプロセス装置とそれらを用いて作製するハーフィンチサイズパッケージの開発が進めてられてきた[1]。パッケージに基本的に求められることは、Si ウェハ上の電極パッドからパッケージの外部端子まで配線を引き出し、電氣的導通が確実に得られることである。これまで、パッケージされた *p*MOSFET の電氣的動作を実証することで、はんだボールと Cu パッドの電氣的接続が確認された[2]。この BGA パッケージは顧客ユーザーが直接ピンセットなどで取り扱うことができる大きさであり、プリント基板などに直接はんだ実装してすぐにデバイスの動作実証ができる利便性を有している。ここで重要なことは、顧客ユーザーがパッケージを直接取り扱うため、はんだボールの接合が脆弱であってはならず、はんだボールの堅牢で信頼性の高い機械的接合が求められることである。今回、この BGA パッケージのはんだボール/Cu パッドの構造を検討し、評価したので報告する。

【実験】今回はデバイスを形成していないベア Si ハーフィンチウェハの BGA パッケージングプロセスを行った。ミニマルパッケージング装置群を用いて、(1)ダイボンディング、(2)モールドイング、(3)レーザビア、(4)洗浄、(5)Cu スパッタ・めっき、(6)モールド上 Cu 再配線層(ReDistribution Layer)形成のためのフォトリソグラフィ・Cu ウェットエッチング・レジスト除去、(7)RDL を保護する絶縁膜形成(フォトリソ・キュア)、(8)はんだボール搭載・リフローを行って BGA パッケージを作製した。はんだボールが接続される Cu パッド部構造は、図 1 に示す構造を作製した。図 1(a)はモールド上の平坦なパッドであり、これに対して、図 1(b)は Cu パッド下に凹形状をもつ。この凹形状はレーザアブレーションを用いてビア形成直後に形成した。 $\phi 0.4\text{mm}$ のはんだボールには一般的な共晶はんだ(Sn62%Pb38%)を用い、レーザ加熱を用いて N_2 雰囲気下でリフロー処理を行った。

【結果】図 2 に作製した BGA パッケージの写真を示す。はんだボールは 0.75mm ピッチで、 $\phi 4.78\text{mm}$ の内周に 20 個、 $\phi 9.56\text{mm}$ の外周に 40 個が Cu パッド上に搭載されている。リフロー処理により、球状はんだボールが溶融し露出した Cu パッド面を覆って接合していることが確認された。図 3 には、凹形状の Cu パッド上にはんだボールを接合したときの SEM 断面写真である。凹部の深さは約 $40\mu\text{m}$ であり、凹形状に倣ってボイドは無く、はんだボールが Cu と接続されていることがわかる。図 4 は、はんだボール/凹形状パッドのシェア試験後の接合部写真を示す。平らな Cu パッドの場合は Cu/モールド面で剥離したが、凹形状パッドの場合は、Cu パッドはモールドからは剥離せず、はんだボール自体が破断した。これより、凹形状パッド化がはんだボール/Cu パッドの接合強度の向上に有効であることがわかった。

参考文献

[1] 居村他, スマートプロセス学会誌, 5(5), 280-287, 2016.

[2] 居村他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 16a-E206-13, 2017.

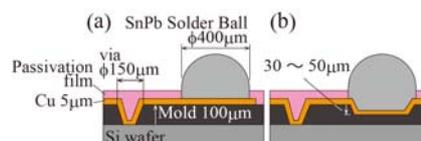


図 1. はんだボール/Cu パッド接続断面

(a) Cu パッド, (b)凹形状パッド

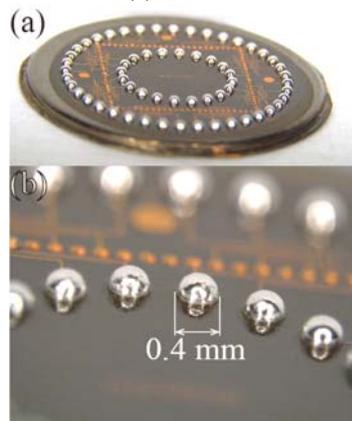


図 2. 作製した BGA パッケージ

(a)外観, (b)はんだボール拡大

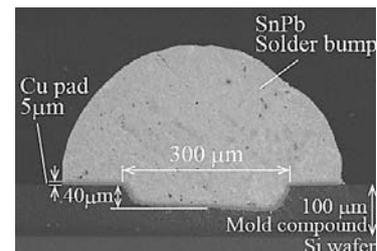


図 3. 凹形状パッドのはんだボール接合断面図

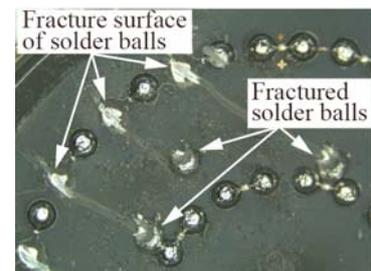


図 4. シェア試験後のはんだボール接合部