

ハーフィンチサイズパッケージのレーザビア形成プロセス(II)

Laser-Via Process in Half-Inch Sized Package Fabricated by Minimal Fab (II)

¹産総研, ²ミニマルファブ推進機構, ³鳥取大学

○居村 史人^{1, 2}, 影山 智明^{1, 3}, 井上 道弘¹, 猿渡 新水¹, クンブアン ソマワン^{1, 2}, 原 史朗^{1, 2}

○Fumito Imura^{1, 2}, Tomoaki Kageyama^{1, 3}, Michihiro Inoue¹, Arami Saruwatari¹,

Sommawan Khumpuang^{1, 2} and Shiro Hara^{1, 2}

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

【はじめに】我々は、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を進めている。ミニマルファブの現在の一つの大きな課題は、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ことにある。そこで、我々は、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のモデルを創出し、このシステムモデルを具現化するためのプロセス装置とそれらを用いて作るハーフィンチサイズパッケージの開発を進めてきた。このパッケージング作製過程の中核をなすレーザによるモールドへの縦穴開口プロセスにおいては、ビア底にモールドの主材である樹脂の残渣（スミア）や、モールド樹脂に強度増強のために含有しているガラス系の球状の粒（シリカフィラー）がビア底に残存しやすいことが実験で確認された。これらがビア底部でのウェハ上電極パッドと Cu 配線との電氣的接続を阻害する要因となる。さらに、レーザビア加工時、蒸発しないシリカフィラーはビア周辺に残存または飛散しモールド樹脂表面に再度固着してしまう。このビア底の非導通問題は、ミニマルファブプロセスに限らず、パッケージング工程にレーザビア加工技術を導入する際に克服すべき基本問題の一つである。このレーザビア加工後に洗浄プロセスを行い、これまでもウェハ上の電極からパッケージの外部電極までの電氣的特性をチェックしてきたが、パッケージ面内のビアの電氣的導通を系統的に評価していなかった^[1]。このため、ウェハ上電極パッドからビアを介して Cu 再配線層までを確実に接続するビア形成プロセスを開発することが課題として残っていた。ウェハ上電極パッドの Al 表面は一般的に酸化しやすいため、今回は、ウェハ上電極パッドの材料にビア電極と同じ金属である Cu を用いた。レーザビア形成プロセス後、ビア上に Cu 電極を形成し、パッケージ面内のビアの電氣的導通を評価したので報告する。

【実験】Al スパッタ膜を全面に成膜した Si ハーフインチウェハについて BGA パッケージングプロセスを行った。図 1 のように、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)全面 Cu スパッタ、(3)モールドニング、(4)レーザビア、(5)洗浄、(6)Cu スパッタ・めっき、(7)モールド上 Cu 再配線層のフォトリソグラフィ・Cu ウェットエッチングを行い、ビア上に電極を形成した。ビア形成後の洗浄プロセスは、(1)モールド表面全面にレーザを照射することでモールド表面層を薄く除去すると同時に固着したシリカフィラーを除去するプロセス、(2)モールド表面に付着しているシリカフィラーを除去するメガソニック洗浄、(3)ビア底の Cu 表面酸化被膜を除去するための Ar プラズマクリーニングを行った。パッケージ面内には、ビア径 $\phi 150\mu\text{m}$ 、ビア底径約 $\phi 50\mu\text{m}$ のビアを形成した。250 μm ピッチで配置された 3 個のビアを 1 セットとし、この 1 セットを 1mm ピッチで面内 85 箇所配置した。面内のビア数は全 255 個である。250 μm ピッチのビア 2 個、全 170 点(=85 箇所 $\times$ 2 ビア)について 2 端子 IV 測定を行い、面内のビア導通の歩留まりを評価した。

【結果】図 2 に、250 μm ピッチ間のビア 2 個を 2 端子で測定したときの IV 特性を示す。全測定 170 点のうち、169 点はオーミック特性を示し導通が確認できたが、1 点だけが pA オーダの電流しか流れず導通しなかった。これにより、全 255 個のビアのうち 254 個のビアで導通が確認でき、ビア導通 99.6%の歩留まりを得た。導通しなかったビアでは、ビア内にシリカフィラーの凝集体が観察され、これがビア非導通の原因であることがわかった。Si ウェハ上の電極パッドを表面が酸化してコンタクトがとれにくい Al から Cu にしたことと、レーザビア形成プロセスとその後の洗浄プロセスが有効に機能していることがわかった。

参考文献

[1] 居村他, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 6p-C21-18, 2017.

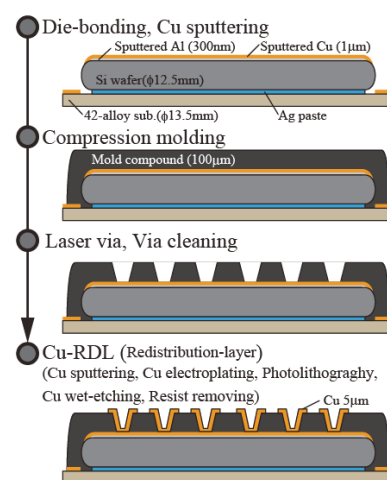


図 1. 作製プロセスフロー

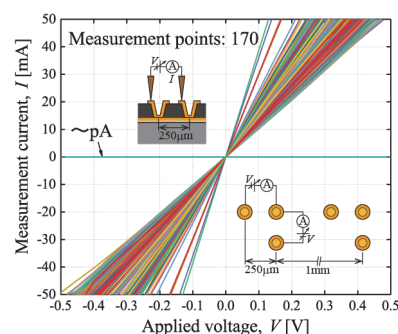


図 2. ビア 2 個の 2 端子 IV 測定結果