

ミニマルファブによるハーフィンチサイズパッケージの作製

Fabrication of Half-Inch Size Package by Minimal Fab

¹産総研, ²ミニマルファブ技術研究組合

○居村 史人^{1,2}, 井上 道弘¹, 猿渡 新水^{1,2}, クンパアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}

○Fumito Imura^{1,2}, Michihiro Inoue^{1,2}, Arami Saruwatari, 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モデルを創出した。このミニマルパッケージシステムは、(1)ハーフィンチサイズのパッケージ、(2)幅 30cm サイズの製造装置、(3)局所クリーン化搬送システム、(4)自由度の高い配置配線・外部端子構造、の 4 つの特徴をもつ。このシステムモデルを具現化するためのパッケージング構造とそのプロセスの具体案を考案し、その構造を作るための装置開発とプロセス開発を行ってきた。これまでの応物報告では、システムモデルについて言及する前段階として、主要要素技術であるダイボンディング、モールド、再配線形成のフォトリソグラフィプロセスについて報告してきた^{1,4)}。今回は、本パッケージプロセスのトータルプロセスを行い、ハーフィンチサイズの BGA(Ball Grid Array)パッケージを作製した結果について報告する。

【実験】開発したミニマルパッケージング装置 13 台を用い、洗浄などを含めた 16 工程を流して、パッケージを作製した。本パッケージング工程のパターニング装置である、レーザーアブレーション、深焦点マスクレス露光、インクジェットプリンタはマスクレスでパターニングできる。前工程のフォトリソグラフィと同じように EDA (Electronic Design Automation) ツールを用いてレイアウト設計し、このときのデータフォーマットは、回路設計の業界標準である GDS 形式で統一した。ハーフィンチウェハをダイボンディングするパッケージ基板は、ハーフィンチウェハ径 $\phi 12.5\text{mm}$ よりも 1.0mm 大きい $\phi 13.5\text{mm}$ である。パッケージも収納可能なミニマルシャトルを新たに開発したことでこのパッケージング工程においても前工程と同一の前室ローディングシステム PLAD (Particle-Lock Air-tight Docking system)を用いた。これにより、プロセス途中のパッケージをミニマルシャトルや装置プロセス室以外の外部環境に一度もさらすことなく、クリーンルームレスの環境で一貫してミニマル装置群を用いてプロセスを遂行することができている。

【結果】図 1 に各工程後の BGA パッケージの光学顕微鏡写真を示す。クリーンルームレスの環境でも汚れが無く、良好にパッケージ構造が形成されていることがわかる。図 2 に完成した BGA パッケージの外観写真を示す。はんだボールは 0.75 mm 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、Cu パッド上に搭載されている。ソルダレジストを透過して、レーザービア、Cu 再配線パターンが観察できる。Si ウェハ上の Al パッドからレーザービア、Cu 再配線層、ソルダレジスト、はんだボールまでの各レイヤで、アライメント精度は $\pm 10\text{ }\mu\text{m}$ 程度で良好にアライメントされており、最終的に BGA パッケージ構造を形成できていることが確認できた。パッケージングした Si ウェハには、Al 電極パッド間を全て連結して接続した Al 配線パターンが形成されている。はんだボール間にプローブを当てて導通テストを行ったところ、Cu 再配線、ビア、Al パッドを介して、はんだボール間での導通が確認できた。これにより、トータルプロセスが電氣的導通という意味で機能していることがわかった。

参考文献

- [1] 寶池他, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 11a-A29-12, 2015.
- [2] 東野他, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 11a-A29-13, 2015.
- [3] 東野他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 13p-1C-9, 2015.
- [4] 居村他, 第 22 回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム Mate2016 論文集, pp. 233-238, 2016.

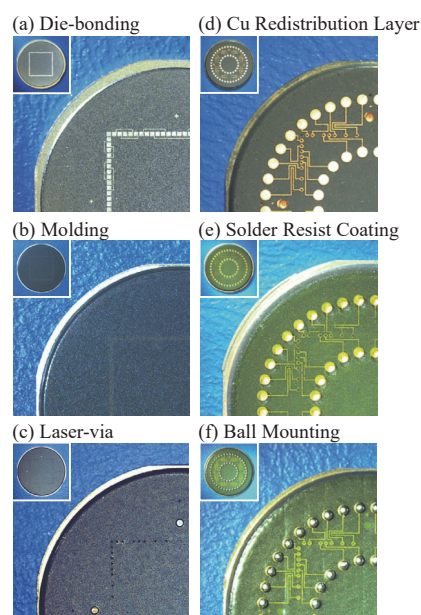


図 1. パッケージング工程毎の顕微鏡写真

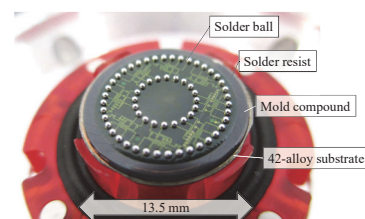


図 2. 作製した BGA パッケージ外観