

製品紹介

微細バンパの高速・高精度検査を実現する ウェーハバンパ検査装置 (WVI-S10330-RA)

■ 大多和 洵
Jun Ottawa

■ 木納 良典
Yoshinori Kino

1 はじめに

昨今の AI 技術を主軸としたデジタル社会の進展は、半導体デバイスのさらなる性能向上を促し、製造技術に劇的な変革をもたらした。特に、近年注目を集める「チップレット」化技術は、パッケージ内の複数のチップ^{注1)}を「インターポーザ」と呼ばれる中間基板を介して高密度に接続することで、高帯域・低遅延・低消費電力なデータ伝送を可能にし、大幅な高性能化を実現する技術である。

この技術の中核を担うインターポーザは、主にウェーハプロセス^{注2)}を経て製造され、その表面には膨大な数のバンパ（突起状の接続端子）が形成される。複数のチップを集積するチップレット構造のパッケージは、極めて付加価値の高いデバイスであり、製造コストも非常に高いため、バンパ接合には極めて高い品質が要求される。そこで、高い品質を担保し、かつ早期に不良を検知して製造上のロスを最小限に抑える高精度なバンパ検査は不可欠なプロセスとなっている。

こうした背景から、主にインターポーザ用のバンパ検査を対象とした新たなウェーハバンパ検査装置「WVI-S10330-RA」（以下、本装置）を開発した。以下にその概要を報告する。

2 製品ラインアップ

当社では、半導体製造の各工程における多様なニーズに応えるため、検査対象物や対象工程に最適化したバンパ検査装置を展開している。**表1**に、当社の製品ラインアップとそれぞれが対象とする検査対象物および半導体の製造工程を示す。本装置は「WVIシリーズ」に該当し、特に微細化が進む前工程および中工程のウェーハ検査を担う製品である。

表1 東光高岳のバンパ検査装置ラインアップ⁽¹⁾

対象工程	主な工程内容	検査対象物	対応製品
前工程	回路形成 配線形成	ウェーハ	WVI シリーズ
中工程	インターポーザ 製造等	ウェーハ パネル	WVI / SVI シリーズ
後工程	パッケージング 最終試験	パネル 基板	SVI / TVI・ EVI シリーズ

3 仕様

本装置の外観を**図1**に、仕様を**表2**に示す。

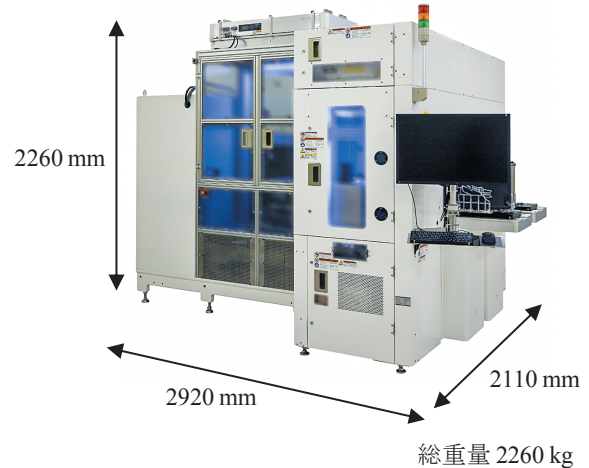


図1 外観

表2 仕様

クリーンクラス ^{注3)}	クリーンクラス 100 (ISO 14644-1 Class 5 相当)
ロードポート数 ^{注4)}	2 または 3 (3 はオプション対応)
対応ウェーハサイズ (mm)	300
3D センサ型式	SCS-10330R1 ⁽²⁾
視野サイズ (mm)	13.0 × 13.0
XY 画素分解能 (μm)	1.67
高さ検査範囲 (μm)	最大 300
検査速度 (WPH ^{注5)})	10 (検査範囲 60 μm 時)
検査項目	バンパ高さ コプラナリティ ^{注6)} バンパ径など
バンパ高さ繰返し精度 (μm)	3σ AVE ≤ 0.15
バンパ最小ピッチ (μm)	15
ウェーハ毎最大バンパ数 (個)	5 億
SEMI ^{注7)}	S2/S8 準拠

4 特長

(1) クリーンクラス 100 対応

発塵の少ない部材を選定し、かつ外部からの空気の侵入を抑えた構造設計により、米国連邦規格によるクリーンクラス 100 を実現した。

(2) 安全規格 SEMI S2/S8 対応

前工程の半導体製造装置に求められる国際標準である SEMI 規格のうち、S2 (安全) および S8 (人間工学) に準拠した。本装置では第三者認証機関による SEMI S2/S8 認証を取得している。

(3) 自動化および無人化の規格に対応

GEM300^{注8)}に対応した装置制御および上位 (HOST) 連携機能に加えて、SEMI E84 により標準化された OHT インタフェース^{注9)}による自動搬送システムに対応した。これにより、量産ラインの高度な自動化・無人化運用を実現した。

(4) 効率的な検査

ロードポートを2つ用意したことで検査中にもう一方の FOUP^{注10)} 交換を可能とし、連続した検査を実現したことで検査速度 10 WPH を達成した。

(5) 高速処理と大規模バンプ対応

パッケージ基板とウェーハでは搭載されるバンプの数が圧倒的に異なり、検査時の結果を全て PC 内のメモリに保持し続けると、メモリのスワップ^{注11)}を招き、検査処理が遅延する課題があった。そのため本装置では検査が完了したチップからメモリを解放し、使用するメモリを最適化することで、処理遅延を抑えつつ最大バンプ数 5 億個のバンプ検査を可能にした。

(6) 高速・高精度計測

超微細バンプ検査用に開発した最新の 3D センサ SCS-10330R1⁽²⁾ を搭載することで高速かつ高精度な計測を実現した。図 2 に 300 mm ウェーハ (バンプピッチ 40 μm, バンプ数約 18 万 / チップ, チップ数 61) を検査したときのバンプ高さ計測の繰り返し精度 (1 チップ分) を示す。

バンプ毎に計測値のバラつきを表す 3σ 値を算出すると、各バンプの繰り返し精度の平均 (3σAVE) は 0.10 μm であり、高精度に計測できていることがわかる (表 2 参照: 3σAVE ≤ 0.15 を満たす)。このときの検査速度は 11 WPH であり (表 2 参照: 10 WPH を満たす)、高速計測が実現できている。

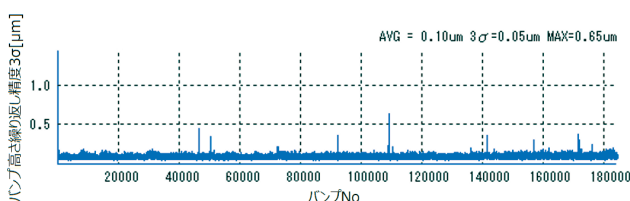


図 2 バンプ高さ計測繰り返し精度の例

5 おわりに

半導体製造の前工程に対応した高速・高精度なウェーハバンプ検査装置 (WVI-S10330-RA) を製品化した。今後も高速・高精度な計測技術을追求し、お客様にご満足頂ける製品を提供する所存である。

■参考文献

- (1) 荒浪太一 「半導体業界のニーズに応える高速・高精度インラインバンプ検査装置 TVI-S10210」 東光高岳技報 No.10 (2023)
- (2) 水野祐樹, 石原満宏, 日名子達也 「先端半導体向け超微細バンプ高さ検査センサの開発」 東光高岳技報 No.12 (2025)

■語句説明

- 注 1) チップ: 電子回路が作りこまれた小さな半導体部品のこと。
- 注 2) ウェーハプロセス: 半導体の材料であるウェーハ (シリコンなどの薄い円盤状の板) の上に、微細な電子回路を形成する製造工程のこと。
- 注 3) クリーンクラス: 空気中の塵 (粒子) の数で分類する清浄度を表す指標。国際規格 (ISO 14644-1) などで定義される。
- 注 4) ロードポート: FOUP^{注10)} (ケース) からウェーハを取り出して搬送ロボットに受け渡す台のこと。
- 注 5) WPH: 1 時間あたりに処理できるウェーハ枚数のことで、今回はウェーハサイズ 300 mm, ウェーハ内のチップの、サイズ 28 × 34 mm, 数 58 チップとし、検査範囲は 60 μm とした。
- 注 6) コプラナリティ: パッケージ内のバンプの高さが同一平面上にあるかを示す指標。
- 注 7) SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International): 半導体や電子部品産業の国際的な業界団体のことで半導体業界のルールづくりや標準化を行う組織。
- 注 8) GEM300: 300 mm ウェーハ用半導体工場で使われる装置の通信・自動化の標準規格群のことで、半導体装置同士を自動で連帯させるための共有ルール。
- 注 9) OHT インタフェース: 自走式の搬送ロボット (OHT: Overhead Hoist Transport) が製造・検査装置に安全にかつ確実にウェーハを搬送するためのインタフェース (データのやり取り, モノの受け渡し) のこと。
- 注 10) FOUP (Front Opening Unified Pod): 300 mm ウェーハを清潔な状態で保管・搬送するための専用ケースのこと。
- 注 11) メモリのスワップ: コンピュータの RAM (物理メモリ) が不足したとき、一時的にストレージ (HDD/SSD) の一部をメモリの代わりに使う技術。

大多和 洵

光応用検査機器事業本部
検査機器製造部 設計グループ 所属

木納 良典

光応用検査機器事業本部
検査機器製造部 所属