

プロービングハンドラ P/H6000 シリーズ

P/H6000 Series of Next-generation Probing Handler for High Density Modules

大石 明 ^{*1} OOISHI Akira	足立 俊雄 ^{*1} ADACHI Toshio
大町 敏彦 ^{*1} OOMACHI Toshihiko	大出 剛 ^{*1} OODE Tsuyoshi

P/H6000シリーズは、光学式位置決め(材料/ソケット)の採用と自社開発のナノステージ PLANESERV™)を搭載した高精度、かつ高速処理を実現するハンドラである。共通プラットフォーム部と材料形態に対応するローダ部の組み合わせにより、個片デバイスからモジュールまで様々なパッケージを幅広くカバーする。プラットフォーム部は高精度/高剛性機構とソフトウェア位置補正を行い、総合精度±10μm以下を実現し、測定端子へのダメージを与える事無く確実なコンタクトを行う。また、ローダ部は個片(表面実装/面実装)仕様とモジュール(Wafer Level Package/Strip)仕様を取り揃え、用途に応じた選択が可能である。

P/H6000 Probing Handler series using the methods of vision alignment (substrate/socket) and our in-house developed nano stage "PLANESERV™" is a high-precision handler and able to realize high-speed processing. The combination of the common platform part and the loader part corresponding to a substrate form can cover various packages from devices to modules. The platform part has realized ±10 μm or less of comprehensive accuracy by high precision, the high rigidity mechanism, and software position compensation. Consequently, good contact is performed without giving damage to the leads or balls. Moreover, the assortment of specifications for chips (Surface-mounted IC/Grid Array IC) and modules (Wafer Level Package/Strip Module) can allow users to select the functions for a loader part according to application.

1. はじめに

半導体を搭載する電子機器の小型化・高性能化は、半導体の微細化・高速化を要求し、その開発スピードは加速の一途を辿っている。このトレンドに伴い、半導体製造装置への要求も高度化・多様化している。今回開発したプロービングハンドラ P/H6000 シリーズは、SOP、QFP等個片パッケージからウェーハ形状のWLP(Wafer Level Package)の搬送が可能な、半導体検査用ハンドラ装置である。図1に、シリーズの1つであるP/H6300の外観を示す。本報告では、P/H6000シリーズの特長と、本装置を使用したソリューションについて紹介する。

2. 特長

(1) 高精度

自社開発のナノステージによるXY駆動(絶対精度1μm/分解能0.027μm)と、光学式位置決め(材

料/ソケット両方)の実施、及びソフトウェアによるZ軸倒れ位置補正制御により、総合精度±10μm以下(XY)を実現した。

(2) 高処理能力

シンプルな搬送形式と軽量駆動機構により、高タクト動作を実現した。処理能力は、最大80,000 UPH (Units per Hour)、及びインデックスタイム0.3秒(Test-End to Test-Start)を達成した。



図1 P/H6300の外観

*1 ATE第2事業部 ハンドラセンター

(3) 同時測定数

高剛性機構(垂直剛性:400 N 1600 pin相当)と、テストヘッド/ソケット ハンドラ間接続の制約削減、及び作業時の画面設定レスにより、最大32個の同時測定が可能である。

(4) フレキシブルなシステム構成

共通プラットフォーム部とカスタマイズ可能なローダ部を組み合わせることにより、用途に応じた自由度の高いシステムの提供が可能である。全く異なるICパッケージ形態(SOP/QFP/BGA/WLP/Strip)であっても、測定部(測定方式)は同一であり、新規パッケージのコンタクト評価削減を実現した。

3. P/H6000 シリーズのソリューション

3.1 装置構成

P/H6000 シリーズの装置構成を、図2に示す。

装置は、ローダ部、プラットフォーム部、及びマニピュレータ(必要時)から構成される。ローダ部は対象デバイスにより形状が変化するが、プラットフォーム部との機械・電気・ソフト的インタフェースは共通である。プラットフォーム部は、テストヘッドに接続するソケットと、ローダ部から搬送されるICの位置決めをしてコンタクトを行う。その後、テストによる電気的特性試験が実施され、測定済みICは再びローダ部に搬送される。マニピュレータは、テストヘッドを保持するための機構である。

3.2 システム構成

P/H6000 シリーズのシステム構成を、図3に示す。

内部制御は、Windows系PCとFA-M3(VxWorks)の2階層で構成され、それぞれがハードウェア/OSの得意機能を分担する。Windows系PCではHCI(Human Communication Interface)、装置内データ管理、及び対外機器とのゲートウェイを司る。ネットワーク接続を前提として、装置間での情報共有、事務所等の遠隔地への

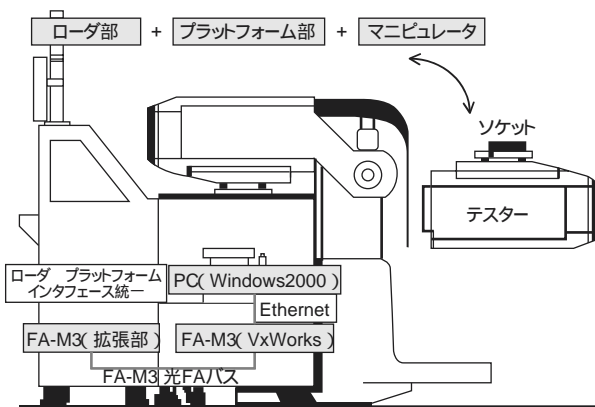


図2 装置構成

各種情報提供が可能である。また、モーション制御、対テスト通信といったメカトロ制御は、FA-M3(VxWorks)の責務である。

3.3 光学式位置決め

従来ハンドラでは、ICとソケットのコンタクトにおいて、パッケージ外形を利用するなど機械的に位置合わせを行っていた。しかしながら、デバイスの小型化、狭ピッチ化、及び多ピン化により、幾何学的位置の保証を従来方式で行うには限界が生じてきた。そこで、新たな位置決め方式として、非接触光学式の開発を行った。光学式位置決めシステムの構成を、図4に示す。

ソケットは、予め設けた位置決めマークをPin Cameraで撮像し、XY位置を決定する。ソケットが複数個存在する場合は、全ての位置を取得し、最小二乗法により全体中心を決定する。材料はIC半田端子、または位置決めマークをSubstrate Cameraで撮像し、XY位置を決定する。ソケットとICの相互位置は、予め双方のカメラ位置をキャリブレーション(位置補正)しておくことにより、算出が可能となる。キャリブレーションは、経時変化や温度変化を考慮し、装置が定期的に自動で行う。

従来、広く使用されてきた画像処理位置決め手法は、マスター画像を予め登録してのパターンマッチングである。しかし、従来方式ではマッチング時の認識がうまくできないという問題が発生した。対象となるICの端子の位置精度がラフであり、かつ、端子のパターンが単純なためパターンマッチングができない、或いは、認識したICの行列ズレ(位置間違い)が発生した。こうした問題を解決するため、予め登録するデータベース情報を基にした論理パターンを内部生成し、端子の位置は誤差があることを前提とした専用アルゴリズムを開発し、正しい位置決めの実施と、エラー発生ゼロを実現した。

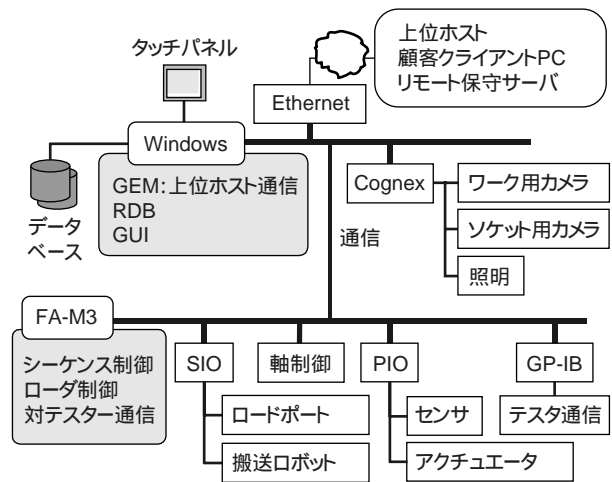


図3 システム構成

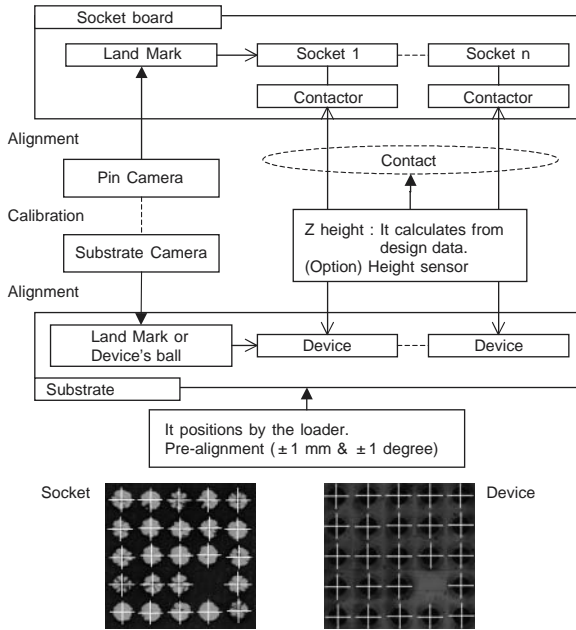


図4 光学式位置決めシステム構成

3.4 コンタクト性能

ハンドラの評価は、正確にIC端子とソケット端子を電氣的に接触できるかで決まると言っても過言ではない。正確なコンタクトを行うためには、ソケットの正しい取り付け、取り付け位置の正確な取得、そして精密な搬送位置決めが必要である。以下では、ソケット取り付けと精密搬送位置決め制御について述べる。

ソケットボード上のソケット位置のバラツキは装置で補正することはできないが、段取り作業時、操作者が取り付け位置を確認できる様に、光学式位置決めを応用した機能を付加した。取り付け位置がNGと判定されたソケットは、人により位置修正が行われる。この際、方向とズレ量を数値で示すことで作業の容易化を図り、取り付け位置の正確性を向上した。(図5参照)

位置決め制御は、XY軸に自社開発のナノステージを搭載し、分解能0.027 μm / 絶対精度1 μmを実現している。また、Z軸の上下動作による軸倒れ量を予め計測し、Z軸移動によるXY位置の補正をソフトウェアで行っている(図6参照)。尚、倒れ量の補正はXYの位置に対して行一方で、材料とソケットボード間は平行度を確保している。従って、ソケットに対するデバイスの押し込み量(オーバードライブ)の誤差は僅かで、問題にならない。

以上の取り組みにより、総合精度±10 μm以下を実現し、ミスコンタクト率(ハンドラ要因で良品ICの測定結果が不良品となる比率:少ない方が良い)50 ppm以下を達成した。ユーザの多くで用いられる基準は、ベストチューニングで100 ppmであり、大幅な向上を実現した。

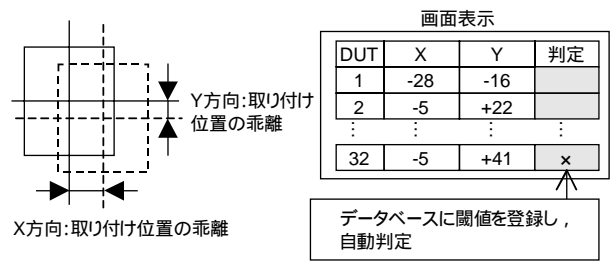


図5 ソケット取り付け位置の確認

3.5 処理能力

非常に高価なテストを高稼働させるため、ハンドラに対する高速化の要求が根強くある。処理能力の指標として、UPH(テスト時間0での1時間当たりのIC搬送数:多い方が良い)と、インデックスタイム(ソケット上の測定済みICを未測定ICに交換する時間:短い方が良い)の2種類が存在する。両者には強い相関があり、片方の指標のみが突出する訳ではない。

下式は、P/H6000の処理能力算出式を示しており、図7は、従来ハンドラ(HS2040)とP/H6000の処理能力を比較したグラフである。

$$UPH = \frac{3600}{\frac{(Nt-1)}{N} \times It1 + It2 \times 2 + Ct + Wh} \times Nt$$

N: N Parallel Test
 Nt: Number of Units in a tray
 It1: Index Time between units
 It2: Index Time between blocks
 Ct: Required time for changing strip
 Wh: Waiting time for heat up
 (Wh is used only hot temp. mode.)

テスト時間ゼロでの処理能力は従来装置の6倍である。テスト時間3秒で従来装置に一致し、3秒以上ではテスト時間で処理能力が決定する。

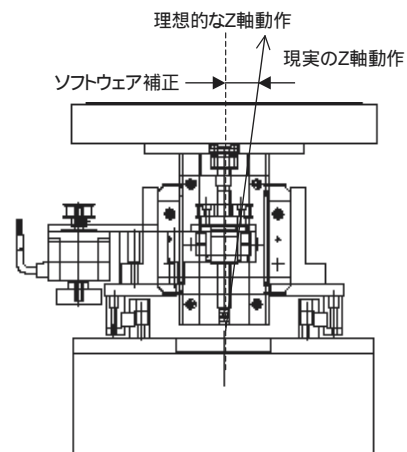


図6 Z軸倒れによるXY位置補正

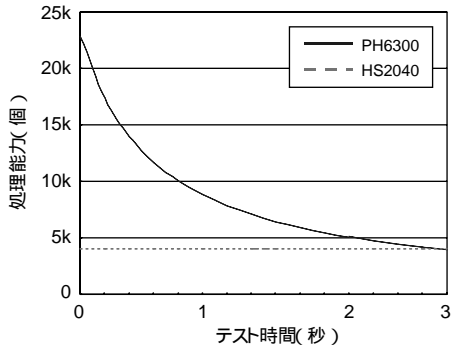


図7 処理能力比較

処理能力の差は、搬送方式の違いによる。従来ハンドラは、個片化されたICを数個ずつ順番に搬送するのに対して、P/H6000シリーズではICの一括搬送を行い、搬送時間のロスを極小化している。個片ICを対象とする場合は、専用トレイと呼ぶ装置内搬送容器にICをまとめて収納して搬送を行う。また、WLPを対象とする場合は、ダイシングリングに貼り付けられたウェーハ状態で搬送する。対象ICによって、ローダ機構が異なる(購入時選択)が、測定部の搬送方式は同一である。ICをまとめて搬送することにより、個別のICを搬送する必要が無くなり、従来ハンドラのインデックスタイムが0.5秒であるのに対して、0.3秒以下を実現した。

3.6 JAM

装置がいくら高速で動作しても、チョコ停(復旧可能な2~3分間の装置停止)で止まってばかりでは使い物にならない。安定動作は、現場が最も強く望む性能である。一般にハンドラのチョコ停要因は、IC吸着エラーである。ICを正しく搬送できずに装置が停止する状況をJAMと呼び、JAMレート(吸着エラー発生回数/IC搬送数:少ない方が良い)として管理される。P/H6000では、搬送回数の最小化、IC搬送の高精度位置決め、及び自動JAM解除によりJAMの撲滅を行った。

従来ハンドラでは、ICの搬送回数は装置機構で異なるが、4~8回を要していた。P/H6000(個片仕様)は、シンプルな搬送形式を採用することで、IC自体の搬送回数を最小の2回(JEDECトレイ(IC収納容器)からの取り出し/収納)を実現した。(図8参照)

ICの搬送回数を減らせば、当然JAMの発生確率は減少するが、最低限2回の搬送は必要であるので、正確な搬送位置決めが大切である。P/H6000では、高速・高精度を必要とするトレイ間搬送軸に、自社開発のリニアモータ(LINEARSERV™)を使用し、低価格で実現している。

またJAMは、ICの厚みや外形のばらつきにも依存し、装置性能だけでは解決しない。そこで専用トレイへのIC

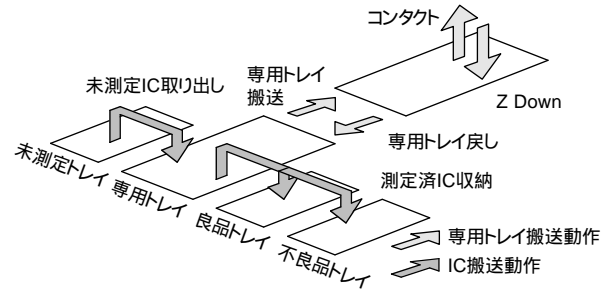


図8 P/H6000(個片仕様)の搬送方式

移載後、専用トレイに対して振動を加え、専用トレイ内のポケットに正しく設置できなかったICがあっても、JAMを自動的に解除する機能を付加した。

以上の取り組みにより、JAM率0/60,000を達成した。母数はフィールドデータで、更に伸びることが予想される。ユーザの多くで用いられる基準は、ベストチューニングで1/10,000であり、大幅な向上を実現した。

3.7 同時測定数

ロジックハンドラの現状は、8個が主流となりつつある。過去の例を見ると、測定部の制約(外形/機構等)から同時測定数増加はモデルチェンジを意味し、ユーザへの新規投資を必要とした。P/H6000シリーズでは、高剛性Zチャック(400N 1600pin相当)の搭載と、テスト接続の制約をほぼ排除したことにより、最大32個同時測定を実現した。

測定数が増加すると、通常は情報設定も比例して複雑になり、装置の専門知識と多くの労力が必要となる。本装置では、ネットワークを介したデータベースに処理条件を記憶し、ライン内の全装置で情報を共通に利用可能であるため、装置単体での情報設定が不要であり、オペレーションミスを排除できた。

4. おわりに

以上、P/H6000シリーズの特長とそのソリューションについて紹介した。本製品は、個片仕様を2002年8月に出荷した。現在は、WLP対応の商品化を進めている。WLPの登場はICの製造工程自体を変えつつあり、検査工程も例外ではない。それに伴い、ハンドラの変革が要求されている。ユーザの声を反映した、より良い装置を提供して行く所存である。

参考文献

- (1)大出剛, 大石明, "ICハンドラ", 超LSI製造・試験装置ガイドブック 2002年版, 2001, p. 231-236
- (2)大石明, "ハンドラ・ソケット", 半導体製造装置技術ロードマップに関する調査研究報告書 H14年版, 2003, p. 257-271