

# 移動プローブ式プリント配線板テスタ Bi400V

## Moving-Probe-System Printed Wiring Board Tester Bi400V

吉岡 道雄<sup>\*1</sup>  
YOSHIOKA Michio

鳴海 洋紀<sup>\*1</sup>  
NARUMI Hiroki

桑原 一<sup>\*2</sup>  
KUWAHARA Hajime

古谷 利器<sup>\*3</sup>  
FURUYA Riki

高密度実装機器が増えるに伴い、急速に微細化が進んでいるプリント配線板の検査に対応すべく、移動プローブ式プリント配線板テスタ、Bi400Vを開発した。Bi400Vは、高精度抵抗式検査と高速容量式検査を標準装備している。自社開発の高精度リニアモータを使用し、総合位置決め精度35 $\mu$ mを実現した。装置校正の自動化、検査配線板のローダ/アンローダの標準装備など、全自動検査化を特長としたテスタで、オペレータの負担を大きく軽減することができる。

With the growth of high density printed wiring boards (PWBs), high accuracy PWB testers are indispensable for the high density PWBs in multimedia instruments. We have developed a moving-probe-system PWB Tester Bi400V built-in two test methods such as resistance and capacitance measurement. YOKOGAWA-made high accuracy linear motors gives the total positioning accuracy of 35  $\mu$ m to Bi400V. The tester is the full automatic system with the features of an automatic positioning correction and auto-loader/unloader system for the testing boards.

Bi400V can improve the efficiency of operators' labor force for board testing.

### 1. はじめに

近年、電子機器の高機能化、高性能化が急速に加速している。それに伴い、電子部品の小型化と高密度実装が求められている。当然ながら、部品実装のベースとなるプリント配線板の設計ルールも微細化が進んでいる。ファインピッチBGA(Ball Grid Array)を搭載するプリント配線板では、配線板そのものの検査性が問題になるケースも発生する。この市場要求を満たす検査装置として、移動プローブ式のプリント配線板テスタBi400Vを開発した。外観を図1に示す。

プリント配線板の検査装置は、その検査原理により外観検査方式と電気検査方式がある。電気検査方式は、更に専用ジグ式、汎用ジグ式、移動プローブ式の3種に分類される。移動プローブ式は、他の2方式に比較し、検査速度に難点があるものの、配線板に対応したジグを必

要としない大きな特長がある。コスト、納期の面から専用ジグ製作ができない試作品や少量生産品は、依然、目視検査に頼っているのが実状である。移動プローブ式の検査装置は、多品種少量検査に適しているが、検査速度やプロービング精度の向上などでその適用範囲を広めつつある。



図1 装置外観

\*1 横河エム・イー・ティー株式会社

\*2 マーケティングセンター

\*3 R&Dセンター

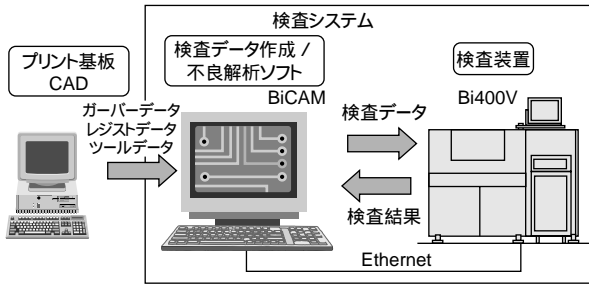


図2 検査システム概要

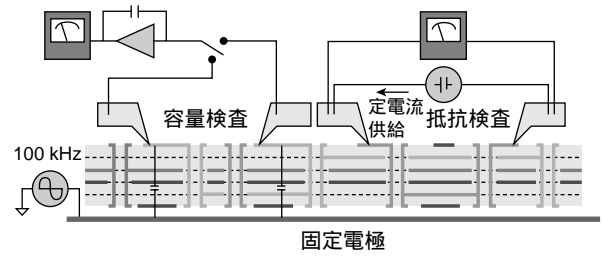


図3 測定原理

## 2. 動作原理

### 2.1 検査システム

システムは図2に示すように、検査装置(Bi400V)と検査データ作成ソフト(BiCAM)を搭載したコンピュータ(PC)で構成される。BiCAMは、各種プリント配線基板設計CADが生成したガーバーデータ、ツールデータ、レジストデータを読み込み、Bi400V用の検査データを出力する。Bi400Vは、このデータを用いて検査を行い、検査結果をBiCAMに出力する。検査の結果発見された不良箇所は、BiCAMの画面上に色を変えて表示される。

### 2.2 測定原理

Bi400Vは抵抗測定と容量測定機能を標準装備し、それぞれの測定値に対して良否判定を行う。抵抗測定は4線式で配線抵抗の影響をなくしている。容量測定は図3に示すように、外部固定電極と各パターン間に形成される微小容量を、外部固定電極に印加した信号(100kHz正弦波)を用いて測定する。良否判定は、抵抗検査では抵抗の絶対値を、容量検査ではマスター(良品)に対する比率(%)を設定して行われる。

電気導通検査としては抵抗検査に根強い信頼感があるが、容量検査も古く確立された方法で、最近ではその高速性から、ショート検査だけでなくオープン検査法としても認知されるようになった。容量検査が速いのは、パターンの端点を近い順に検査していけば良いので、プローブの総移動距離が短い。オープン検査(基準値より小さいとNG)とショート検査(基準値より大きいとNG)が同時にできるため、総検査点数が削減できるためである。

## 3. 装置構成

Bi400Vは、検査配線板(基板)を収納するラック昇降ユニット、基板を検査部に搬入して位置決め固定する搬送アームとクランプテーブル部、コンタクトプローブと測定アンプ並びにCCDカメラから成る検査ヘッド部、検査

ヘッドを搭載、駆動・位置決めするX-Yステージ、これらのアクチュエータや計測システムを制御するPC、FA-M3 PLC)などの電装部から構成される。検査装置の構成を図4に示す。

### 3.1 X-Yステージ

コンタクトプローブA、Bの検査パターンへの移動・位置決めには、ダイレクトドライブ方式のDDサーボ・リニアモータをX-Yに組んで使用している。モータ仕様の位置決め再現精度0.5μmは、絶対位置決め精度を確保する上で重要である。410×340の検査領域において、XYステージ単独での絶対位置決め精度は、10~15μm以内で実現する必要がある。絶対位置精度を、モータの取り付けベースやXY締結アングルなど、部品の加工精度の追い込みのみで実現することは、コストの観点からも困難である。このため、モータの位置決め再現性に基づいて、予めXY補正データを測定・取得しておき、検査時に動的な位置補正を行っている。

また、検査点への位置決め、プローブ降下、測定、プローブ上昇の測定サイクルを、200msec以下の高タクトで実現するため、速度リップル1%の低振動であることも装置性能実現の上で重要なモータ特性となっている。

### 3.2 検査ヘッド

Y軸リニアモータのスライダ部には、コンタクトプローブと上下駆動Z軸モータ、測定アンプ、CCDカメラを搭載している。CCDカメラは、検査部にロードした基板の微小位置ずれと回転ずれの補正に使用する。基板認識マーク位置の読取り精度は、検査パターンにコンタクトするプローブの位置決め精度に直接影響を与えるため、画像処理系を含めて2μm以下の解像度を持たせている。

コンタクトプローブの上下位置決めには、ボイスコイルモータ(Voice Coil Motor: VCMと称す)を開発し使用した。リニア直流モータであるVCMは、回転モータと比較して、直接的に直線運動が得られる。バックラッ

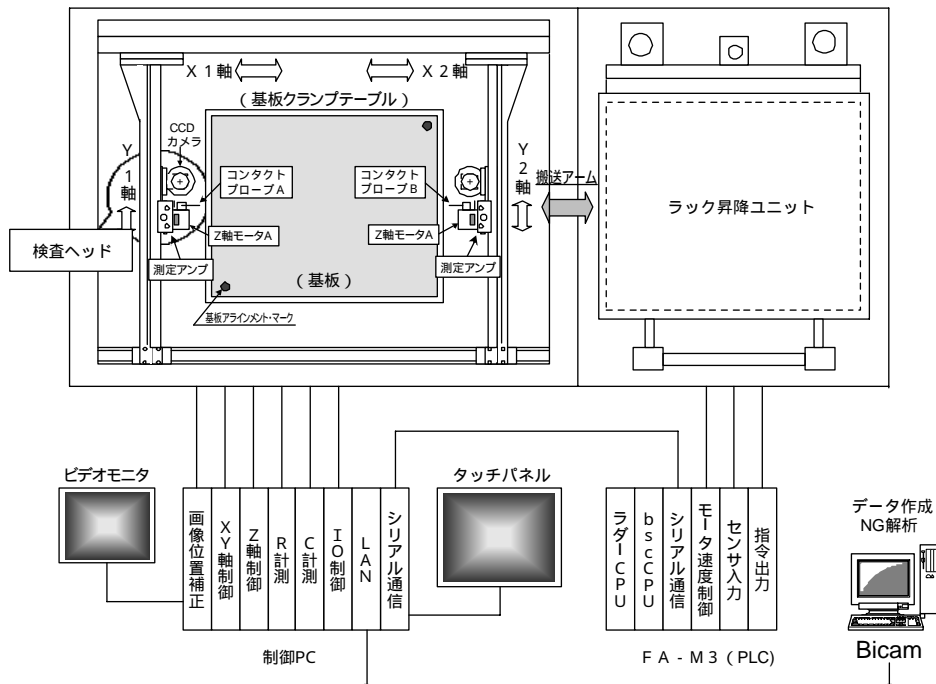


図4 検査装置の構成

シユがない。制御対象の剛性を高くできる。このため高精度、高速制御が得られ易いなどの特長を有している。推力定数：5 N/A、ストローク：20 mm/6 V、の仕様にて設定したプローブの定常駆動速度：10 msec/3 mm移動指令に対し、十分に追従する応答特性を実現している。コンタクトプローブは、スプリング機構を介してVCMモータに接続する。

プリント配線板の検査点となるパターンは通常、面実装部品を搭載するパッド部か、部品を挿入実装するスルーホールである。小径のスルーホールでは一般にランド幅が狭いため、半田レジストの偏芯も考慮し、ランド部ではなくスルーホールのエッジにコンタクトする。従ってコンタクト・プローブの先端は、この両者に対応できる形状である必要がある。このためプローブは、ブレード形のボディー先端にピンを取付けた形状とし、パッド/スルーホールで共用可能としている。

また、プローブ寿命も重要な設計課題であるが、材質の選定と先端加工方法の工夫により、コンタクト回数で300万回を実現した。1基板当りの検査点数を3000点とした場合、基板枚数で1000枚検査可能なプローブ寿命を有している。

### 3.3 測定システム

確度の高い抵抗法と高速検査可能な静電容量比較法の2つの検査モードをサポートするため、4端子抵抗測定機能と、静電容量測定機能を実装している。制御PC内に

抵抗測定と容量測定のパターンを搭載し、検査ヘッド部にR/Cのライン切り替えと、C/V変換を行う計測アンプを搭載している。

抵抗測定は、7レンジ切り替えで0.001 ~ 10M の測定範囲を持たせている。断線か短絡かの判定は、外部パラメータにより予め設定される抵抗判定閾値 [ ] によって行う。

容量測定法は、テーブルに設置した固定電極に  $\pm 5$  V/100 kHzの交流を印加して配線パターン間の静電容量を測定する。最小測定分解能は0.001 pFである。比較的容量値の小さなものとして部品の独立パットなどが計測対象に想定されるが、本計測系での1 mm (角)パターンの静電容量は約0.2 pF程度である。従って、測定としては十分な分解能を有していると言える。

微量容量の測定では、電極とプローブ間に発生する浮遊容量の影響が無視できない。この影響を抑えるため、測定ヘッド部の計測アンプには、プローブを接地電位にして測定する電荷増幅器を内蔵している。

### 3.4 自動ローダ/アンローダ

Bi400Vでは、高速・高精度な検査を実現すると共に、徹底した省人化・自動化を指向した。

このため、基板を最大24枚収納可能なカートリッジ式のラックとラック昇降ユニット、検査ステージに基板を搬入するアーム機構、基板幅を自動サイジングして固定・把持するクランプテーブルを標準で装備している。

表 1 プリント配線板の検査事例

基板種別	検査区分	完成品
	基板厚	1.6 [ mm ]
	層構成	6 層
	配線密度 ( L/S )	150/150 [ μm ]
	検査データ	
	データ生成時間	11'40"
	検査点数	7,830
マスター基板検査 ( 1枚目 )	容量吸上時間	13'13"
	断線・短絡チェック	35'37"
比較検査 ( 2枚目以降 )	検査時間	13'13"
	平均検査Speed	9.9点/秒

Step	NetNo	計測値[ pF ]	基準値[ pF ]
Short 567	1034	9.40	4.80

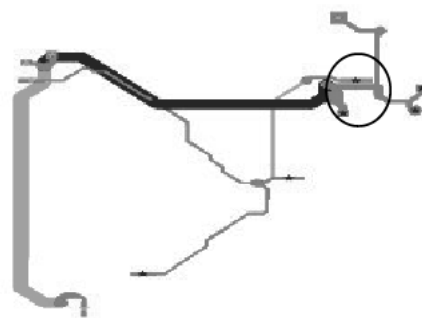


図 5 BiCAMによる不良解析画面例

この基板搬送装置を含んで、装置外形は880×1520×1220( mm )と、非常にコンパクトな設計となっている。また、エアーを使用せず、装置電源電圧を100 Vとしてあるため、エアー源の無い事務エリア等でも使用可能で、設置場所を選ばないのも本装置の特長の1つである。

#### 4. 検査事例

層構成6層、配線密度( Line/Space )150/150の標準的な基板の容量法検査事例を1つ示す。表1は、検査データ作成・解析システムBicamにて検査データを生成するに要した時間と、1枚目をマスター基板として基準容量値の吸い上げと良否確認チェックに要した時間、そして2枚目以降の比較検査に要した時間を集計したものである。容量比較検査法では、1枚目のマスターとする基板の良否確認に若干時間を要するが、2枚目以降の比較検査においては基準容量値の吸上げと同じ時間で検査することができる。トータル検査ポイント数7830、平均検査速度約10点/秒である。

図5は、NGを検出した場合の表示例である。NGを検出したネットは、各層毎に色分けされ、ハイライト表示されるので、基板上での確認作業が容易となっている。円で囲った場所が、NGを検出した検査点を示している。

#### 5. おわりに

以上、移動プローブ式のプリント配線板検査装置、Bi400Vの開発背景、特長、構成、検査事例を紹介した。最初に述べたように、移動プローブ式の課題は検査時間が、他の方式と比較して長いことである。今後、継続して検査高速化の検討、改良が行われよう。また、配線板高密度化の進展も、予想を超えたスピードで進んでおり、それに対応できるテストの開発も重要である。

#### 参考文献

- (1) 桑原一、鳴海洋紀、“目視検査並コストを実現するペアボードテスト”，電子材料，vol. 38, no. 10, 1999, p. 144-148
- (2) 吉岡道雄、鳴海洋紀，“基板ラックを標準装備した低価格ペアボードテスト”，電子材料別冊，2000，5月，p. 160-164
- (3) 回路実装学会検査技術委員会，“プリント配線板および回路板の検査技術調査報告書”，1997，1月

\*EthernetはXerox社の登録商標です。