



# はんだ印刷検査機の高機能化

## Improvement of Function for Solder Paste Inspection Machine

今枝 昭弘 Akihiro Imaeda

田中 浩幸 Hiroyuki Tanaka

高村 健介 Kensuke Takamura

近年、電子機器の小型・高機能化に伴い、プリント基板の高密度実装化が急速に進んでいる。この様な状況の中で、生産品質の安定化のために、はんだ印刷検査機の役割は重要度を増し、要求も多様化している。

一方で、検査工程が生産タクトのボトルネックとなってはならず、検査精度と検査速度の両立は不可欠である。はんだ印刷検査機VPシリーズは、常にこれを達成しながら改善を続けている。現在の主力機種であるVP-Vシリーズでも、近年の多様化する要求を受けて、更なる高機能化に取り組んだ。

本稿では、これらはんだ印刷検査機VPシリーズの高機能化について紹介する。

In recent years, as electronic equipment has become more and more compact and functional, high density mounting of printed circuit board is advancing rapidly. Under these circumstances, solder paste inspection machine has been playing an important roll in stabilization of product quality, and customers' requirements are also diversified. The inspection process should not bottleneck production speed and satisfying both inspection accuracy and inspection speed is essential.

The solder paste inspection machine, VP series, has been steadily improved to achieve these requirements. With the current major model VP-V series, we have pursued the further sophistication in response to diversified demands of recent years.

This article describes the improved functionality of the solder paste inspection machine, VP series.

### 1 はじめに

当社では電子基板の表面実装におけるクリームはんだ印刷の重要性にいち早く着目し、3次元計測法によるはんだ印刷検査機VPシリーズをリリースしてきた。近年では実装業界において3次元計測によるはんだ印刷検査機が広く使われるようになり、表面実装にはなくてはならない工程となった。

このような状況の中、はんだ印刷検査機に対する要求は年々高まっており、当社でもこれを受けて継続的に高機能化に取り組んでいる。本稿では、これらはんだ印刷検査機の高機能化に向けた取り組みについて紹介する。

### 2 VPシリーズ装置紹介

#### 2-1 検査システム概要

はんだ印刷検査機VPシリーズの、検査システムの概要について紹介する。VPシリーズでは、基板上を一定のエリア(視野)毎にカメラが移動と撮像を繰り返しながら検査が進む。こうして撮像した画像から、まず画像処理により検査対象となるはんだを抽出する。その後、位相シフト法と呼ばれる3次元計測法により高さを計測することで、はんだの印刷量を検査している。

この様に、VPシリーズでは視野単位で画像を撮像して検査を行っている(Fig.1)。これは、基板全体の中でも実際にはんだが印刷されている範囲のみをカメラが移動することで、無駄のない検査を行うことが狙いである。



Fig. 1 視野毎の検査

#### 2-2 高精度検査への取り組み

VPシリーズでは、多様化する要求に対応するため様々な機能を搭載している。その1つに、「ピント補正機能」が挙げられる。この機能では、検査視野毎に基板の反り量を検出し、それに応じてカメラを上下させる。これにより、基板の反りに追従しながら自動的にピントを合わせながら検査を行う機能である。大型の基板やフレキシブル基板、両面基板といった、反りの大きい基板を高精度に検査することが目的である(Fig.2)。

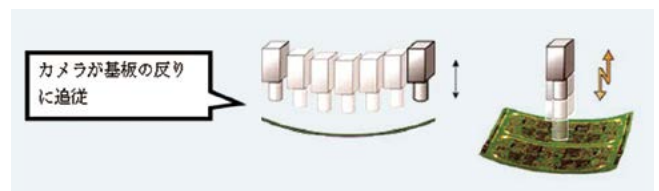


Fig. 2 ピント補正機能

ピント補正機能では、はんだの高さ計測とは異なる方式で基板の高さを検出している。これは、はんだの高さ計測では、通常300~500μm程度までの高さを高精度に計測する必要がある。これに対してピント補正では、5mm程度までの広いレンジが必要となるが、はんだ計測の厳密さをもたせることは過剰である。

こうした、必要とする計測レンジ・精度の違いから、はんだ計測では通常4枚の画像から高さを計測しているのに対し、ピント補正では1枚の画像から検出する。このとき、ピント補正では、はんだ計測とは異なるパターンを投影することで広い計測レンジを確保している。さらに、はんだ計測でははんだ周辺の高さのみを計測するのに対し、ピント補正では視野全体の高さを検出することで、少ない画像枚数でも安定した検出を達成している(Fig.3)。

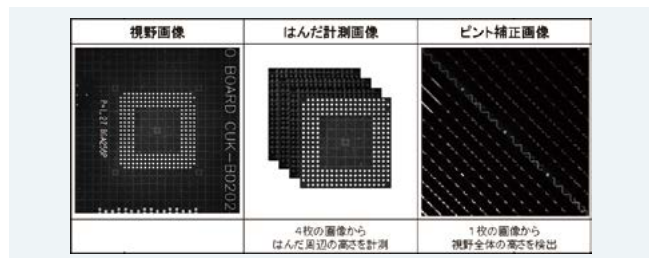


Fig.3 ピント補正とはんだ計測の違い

### 3 高機能化へ向けて

#### 3-1 高機能化への取り組み

ここまでは、はんだ印刷検査機VPシリーズについて、既に搭載されている取り組みを紹介してきた。当社では、高度化する要求を受けながら継続的に改善を続けている。ここからは、現在の主力機種であるVP-Vシリーズの、高機能化へ向けた取り組みを紹介する。

高機能化へ向けた取り組みにおいて、当社では、既に本機を導入されているお客様に対しても展開可能にすることを重視している。この様な考え方にに基づき、次のような高機能化に取り組んだ。

##### 1) 検査速度の高速化

検査速度の高速化に取り組み、約15%の高速化を達成した。

##### 2) コプラナリティ(平坦度)検査への対応

「コプラナリティ(平坦度)」と呼ばれる検査項目への対応を進めた。これは、部品単位での不良検出を目的とした新たな検査項目である。詳細は後述する。

#### 3-2 検査速度の高速化

VPシリーズの検査システムにおいて、検査速度を高速化するためには「カメラ移動時間」と「撮像時間」の短縮が最も効果的である。高速化に向けて、移動時間短縮を目的として検査ヘッドの制振性向上に、撮像時間短縮を目的として高速カメラの採用に、それぞれ取り組んだ。

##### 1) 移動時間の短縮

検査ヘッドの移動時間短縮を目的として、撮像に使用する検査ヘッド部分のうち照明の取り付け構造を、従来の支柱構造から壁面構造へと見直した。高速移動に耐え得るだけの制振性をもたせることが狙いである。これにより、現行機と同等以上の精度を維持したまま、移動時間を約5%短縮した(Fig.4)。

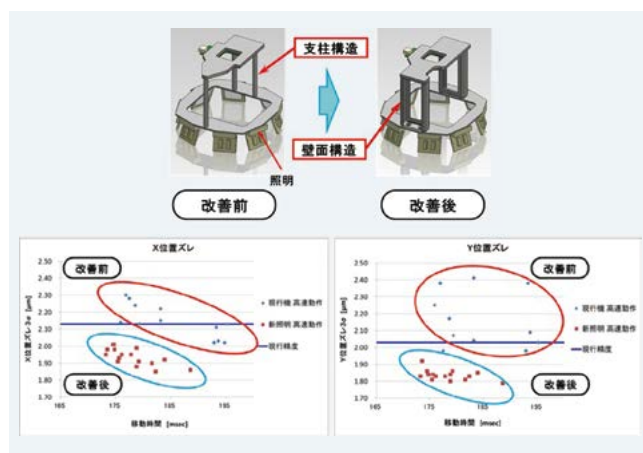


Fig.4 検査ヘッドの制振性向上

##### 2) 撮像時間の短縮

撮像時間の短縮を目的として、カメラをより高速伝送が可能なものへと変更した。通常、カメラの高速性は、1秒間に伝送可能な画像の枚数「フレーム/秒(以下fps)」から評価される。高速化のために、現行の63fpsのカメラに対し、135fpsのより高速なカメラを採用した。

高速カメラの採用にあたり、最大の課題となるのはその評価項目である。今回採用にあたって、下記の4項目を主に評価した。

##### ① S/N比

同じ対象物を連続して撮像し続けた際の、画像のばらつき量の評価

##### ② 温度依存性

撮像開始直後～カメラの筐体温度飽和までの、画像の変化量の評価

##### ③ 検査精度

実際にカメラを検査機に組み付けた際の検査精度の評価

##### ④ 伝送性能

長時間連続での高速伝送時、①～③を安定して維持可能であることの評価

各評価項目の中でも、特に④の伝送性能の評価には慎重な評価が必要である。

通常、画像は「カメラ⇒カメラケーブル⇒画像ボード⇒パソコン」の順に伝送される。高速伝送時の安定した伝送性能の維持は「カメラ」「ケーブル」「画像ボード」の組み合わせにも依存する。高速カメラへの変更にあたって、特にケーブルについて現行機よりも芯線の太いケーブルを採用することで、伝送の安定化を図った。

こうした評価の上、関連部品について高速規格品を採用し、撮像時間を約12%短縮した。

##### 3) 生産速度の高速化

高速化のもう一つの視点として「生産速度の高速化」にも取り組んだ。

「生産速度」とは、VP-Vシリーズは多様化する要望へと対応するため、多くの機能を搭載している。各機能は、お客様の生産基板や運用次第で、必要に応じて有効/

無効を切り替えて使用する。VPシリーズの検査システムにおいて、「カメラ移動時間+撮像時間」は必ず検査時間に含まれるが、お客様の運用次第で、さらに追加機能の時間が加算される。「生産速度」とは、この追加機能の時間を含んだ全体の速度を指す。

各追加機能は、少なからず生産速度に影響を及ぼすが、これまでは機能性が優先されてきた。しかしながら、近年の要求の高まりにより機能の使用頻度は上がり、要求速度も高速化してきた。これに伴って、追加機能の生産速度への影響は無視できなくなっている。

このような背景から、生産速度の高速化に取り組んだ。高速化に取り組んだ主な機能は「ピント補正機能」「カラー画像保存機能」、そして基板の搬入出動作である。

#### ①ピント補正機能

前述のとおり、視野毎にピントを補正しながら検査を進める機能で、主に反りの大きな基板で多く使用される。通常の動作に加え、検査ヘッドの上下動作が発生する。

#### ②カラー画像保存機能

カラー画像保存機能とは、各検査結果をカラー画像付きで、データ集計用パソコンへ保存しておく機能で、トレーサビリティを重視する場合に多く用いられる。通常の撮像に加え、カラー撮像動作が追加で発生する。

どちらの機能も、近年では非常に使用頻度の高い機能である。高速化に向けて、まず各機能を項目別、構成要素別に分解した。そして、各要素内に存在する、速度に影響を及ぼすパラメータや処理を全て洗い出し、機能を最も効率的に達成できるように調整と検証を繰り返した。

こうして、機能と速度の両立が可能な最適値を見出し、全体で生産速度を約15%向上した(Fig.5)。

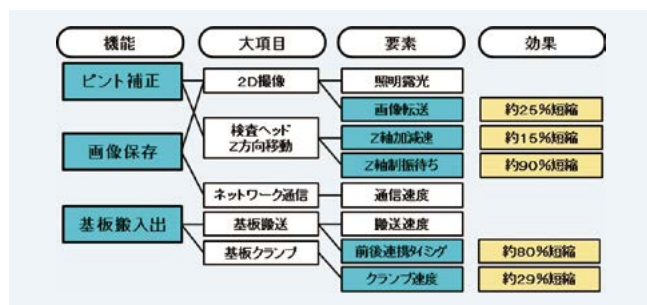


Fig.5 生産速度の高速化

### 執筆者プロフィール



今枝 昭弘 Akihiro Imaeda  
喜開理(中国)有限公司 自動機械生産部  
CKD(China)Corporation  
Automatic Machinery Production Department



田中 浩幸 Hiroyuki Tanaka  
自動機械事業本部 第3技術部  
Engineering Department No.3  
Automatic Machinery Business Division



高村 健介 Kensuke Takamura  
自動機械事業本部 第3技術部  
Engineering Department No.3  
Automatic Machinery Business Division

### 3-3 コプラナリティ(平坦度)検査への対応

高機能化へ向けた取り組みとして、高速化だけでなく新たな追加機能の搭載も進めている。その一つが、「コプラナリティ検査」への対応である。

「コプラナリティ検査」とは、部品単位ではんだの離れ量を評価する検査項目である。例えばFig.6のように、部品内に大きく高さの異なるはんだが含まれている場合、部品搭載時に接触不良を起こす可能性がある。こういった不良を検出することを目的とした検査項目で、特にBGAなどの多ピン部品で効果を発揮する(Fig.6)。

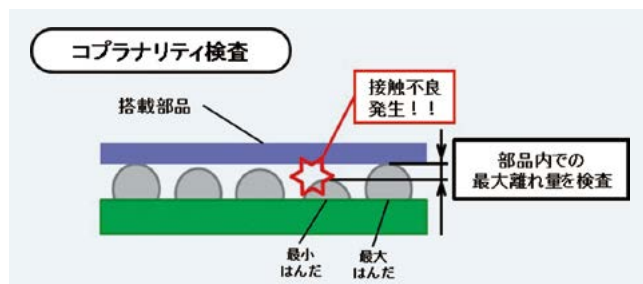


Fig.6 コプラナリティ検査

従来のVPシリーズでは、はんだ1パッドを最小単位として検査している。今回のコプラナリティ検査では、部品単位で検査を行うことで、これまでは部品実装後に検出されていた不良に対して、より早い段階での不良検出が可能となった。

## 4 おわりに

近年、はんだ印刷検査機に対する市場要求の高度化は急速に進んでいる。「検査速度」「検査精度」といった検査機としての基本性能のみならず、今回のコプラナリティ検査のような新たな目線での検査も必要とされている。今後は「不良率の低減」や「省人化」など、はんだ印刷検査機が実装ライン全体のために何ができるかを、広い目線で考えていくことが重要と考える。

当社は今後も、はんだ印刷検査という分野から実装技術の発展に寄与すべく、グローバルな市場要求を取り入れながら技術の開発、展開を進めていく。