



ハイブリッド(X線+光学)検査装置

A Hybrid (X-ray + optical) Inspection System

角田 佳久

製品紹介

Abstract

In today's printed circuit board surface mounting industry, extensive use is made of AOI (Automatic Optical Inspection) systems. However, although these systems are excellent for detecting the presence or absence of a given part and discrepancies in part positioning, their performance is inadequate in the area of detecting faulty soldering. The new hybrid (X-ray + optical) inspection system developed and manufactured by i-PULSE Co., Ltd. is a next-generation system that maintains the existing optical inspection function while adding an X-ray component in order to dramatically improve performance in detecting soldering defects. Here we report on this new hybrid system.

1 はじめに

光学式基板外観検査装置(以下、AOI: Automatic Optical Inspection System)は現在、基板実装生産で多く使用されている。しかし、部品の有り無し、位置ずれなどの検出には優れているが、ハンダ接合不良の検出では十分な性能は得られない。アイパルス株式会社(以下、当社)製ハイブリッド(X線+光学)検査装置は、光学検査性能はそのままに、X線を併載することでハンダ接合検査精度を大幅に向上させた次世代検査装置である。

2 開発背景

AOIは手頃な価格、性能から多くの基板実装生産で使用されてきた。確かに、部品有り無し、位置ずれ、極性チェック、ブリッジチェックなど目視でできる検査項目には非常に優れている一方、実装基板に求められるハンダ接合検査は、2次元という性質上かなり難しい。特に多ピンのQFP(Quad Flat Package)やSOP(Small Outline Package)のリード接合検査などがそうである。各メーカーともに光学照明の角度を変えて複数配置したり、角度を付けた複数のカメラを使用したりと工夫を凝らしているが、現時点で決定打には至っていない。

当社は、X線検査がハンダ接合検査に優れていることに注目し、研究を重ねてきた。これは、高密度実装基板に対して斜めからの光学検査やレーザーなどによる3D検査では、QFPやSOPで本当に重要なバックフィレット部の検査ができないこと、BGA(Ball Grid Array)などに代表される下面電極部品などに対応できないことなどを考慮しての判断である。

先にも述べたが、基板外観検査装置にとって最も難しいのは多ピンQFPの接合検査で、光学式検査装置の場合、リード部の先端にフィレットが形成されているかどうかで良否判断する以外に方法が無い。その方法は、角度を付けた複数の照明画像から擬似的に3D画像を作り出し、判断する手法が一般的である。しかし現在の高密度実装では、密集度の影響で横からの照明は部品の影になり入り難い。また、リード先端はカットされて使用されることが多く、リード先端部にはフィレットが形成されないケースも多々あ

る。それでも何とか良品との違いを抽出して合否判定をしようとするのであるが、そもそも先端のフィレットは接合に対してさほど重要でなく、重要なのはバックフィレットである。これは以前から知られていたのだが、X線を使用しない限り見るできないのが実情であった（図1、2参照）。しかし、X線画像だけでは基板外観検査は完結しない。そう、X線は大体の部品を透過してしまうため、部品の有り無し、位置ずれなどの検査ができないのである。そこで、当社は光学検査装置と同等の使い勝手を備えた光学＋X線のハイブリッド検査装置の開発に着手した。

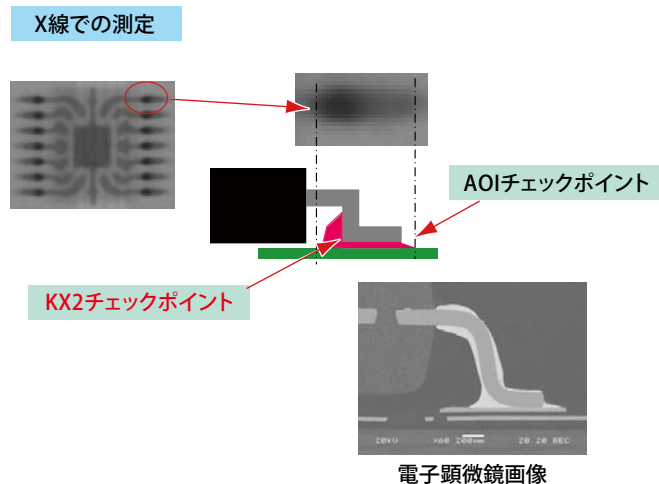


図1 X線での測定

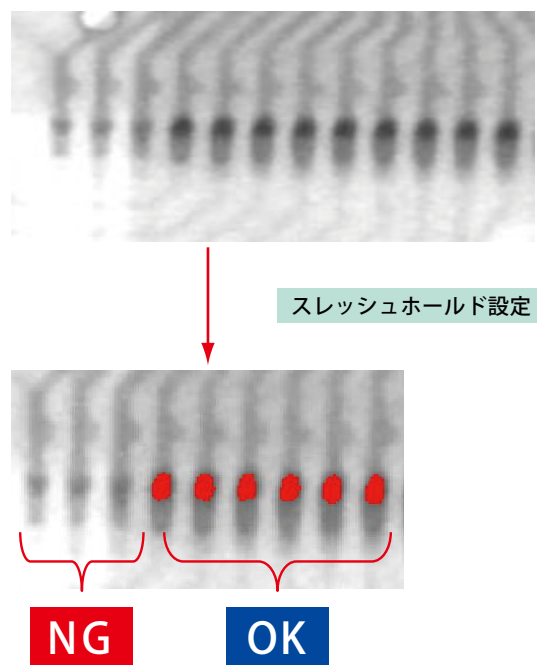


図2 不良判別が簡単

3 開発動向

X線検査装置は光学検査では見えないBGA、CSP(Chip Sized Package)が導入されて注目されてきている。その用途は、解析装置としてプロセス改善に使用する、または生産品質確認のための抜き取り検査をするというのが主目的である。

しかし、当社でのX線の考え方は少し違う。当社としては、あくまで基板外観検査装置の精度を上げるための手段としてX線を併載した。したがって、解析装置ではなく全数検査ができるインライン型を基本としている。解析用では超精細な画像を対象とするので、マイクロフォーカス管+イメージインテンシファイヤーをいろんな角度から撮像できるというのが主流となる。しかし、インラインでの使用を考えると、いろんな角度からの撮像はタクトタイム的に無理がある。また、線源の寿命も短いものは好まれない。それと、解析用ではよく行われている同期加算平均画像表示(X線画像のランダムノイズ除去と輝度変化のばらつきを抑えるために行われる)であるが、これもインライン機ではタクトタイムの関係で何枚も画像を撮像できない。インライン機と解析機では根本的に違う部分が多々ある。

4 要素技術

インラインでのX線検査を行うためには以下の要素が必要である。

- ① X線源は長寿命で交換が簡単にできること。
- ② 光学検査装置並みの検査タクトタイムを実現できること。
- ③ 輝度レベル変動に対して追従できること。
- ④ 両面基板の場合に両面分が撮像されるが、片面分を検査できること。

5 特徴

5.1 X線と光学の同軸配置

光軸上に全反射ミラーを配置し、X線はミラーを透過、可視光は反射する特性を利用し、X線・光学とも、同解像度、同視野で、同時に撮像することを可能としている(図3参照)。この構造により、光学にX線を追加したが検査タクトタイムは極端に増えない。

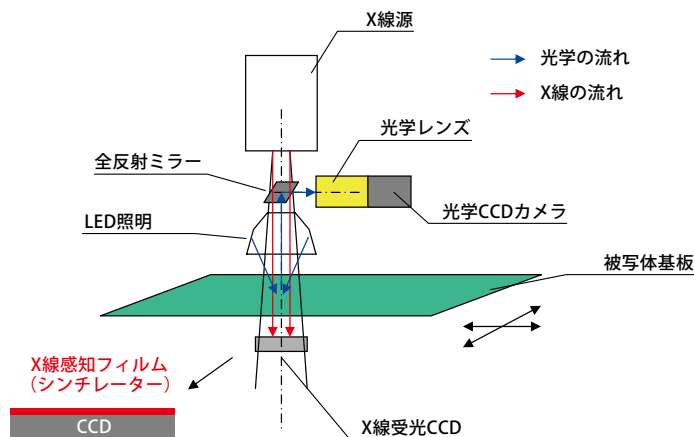


図3 装置構造

5.2 短時間のX線照射

パルスドライブX線源で露光時間のみX線を照射。ごく短時間のみX線を照射するので長寿命とワークの低被爆を実現した。

5.3 X線画像と光学画像の組合せ検査

X線透過率の悪い部品は部品とフィレットの区別ができない。そこで、X線と光学の各画像を演算することで、フィレット部分のみを抽出する機能を開発した（図4参照）。

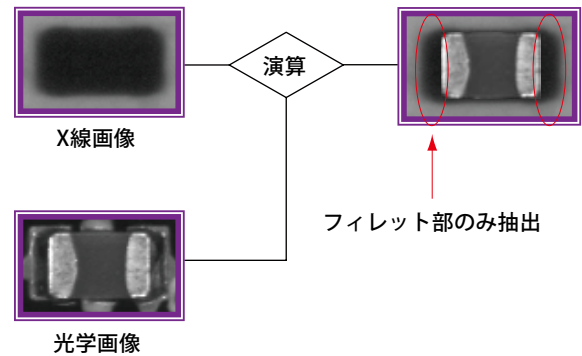


図4 X線＋光学の効果

5.4 両面基板の裏面除去機能

X線画像は透過であるため、両面実装基板の後行面では先行面分も撮像されてしまう。この両面分画像から、あらかじめ撮像しておいた先行面分画像を引くことで、後行面分のみの画像を作り出し、検査画像とする（図5参照）。

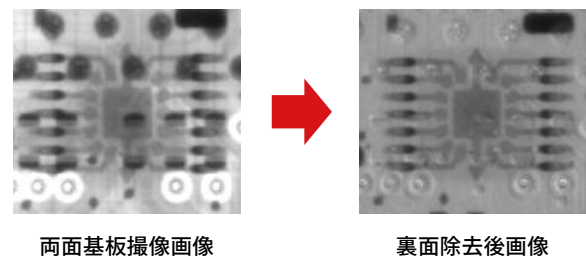


図5 裏面除去機能

6 特性(仕様)

仕様諸元を表1に示す。

表1 仕様諸元表

基板サイズ	50mm × 50mm ～ 460mm × 410mm
基板厚さ	0.4mm ～ 3.0mm
部品高さ	上面 28mm 以下、下面 25mm 以下（標準）
基板位置決め	両端挟み込みクランプ方式、手前基準
検査方式	CCD カラーカメラ＋LED 照明＋X線 面積、距離、寸法、形状チェックなど
カメラ視野	25mm × 17mm（標準）
分解能	20ミクロン（光学、X線とも共通）
X線発生装置	管電圧最大 90kV、管電流最大 800 μA、 焦点サイズ 20 – 130 μm
本体寸法（L × D × H）	1,350mm × 1,580mm × 1,470mm
本体重量	1,920kg
電源	単相 AC200/208/220/230/240V、0.6kW

7 今後の課題

7.1 厳密な接合チェック

現在のシステムは接合状態の可否をハンダ高さで見ている。つまり、ハンダが濡れ上がればハンダ高さが高くなり、X線が透過し難くなる。従ってその部分は輝度レベルが低くなり、暗い部分ができるという見方である。しかし、接合後に発生するクラックや、異物付着による接合不良では、ハンダ高さは良品とほとんど差がないために検査できない。

7.2 検査タクトタイムの超高速化

X線センサーのサンプルレートは光学カメラに比べるとかなり遅い。イメージインテンシファイヤーを使用すると光学カメラが使用できるので、フレームレートは速くなる反面、画角が発生するため多ピンQFPなどは検査できない。

8 応用(裏面除去機能の使用拡大とVADMICの導入)

裏面除去機能を使用すると、基板の裏面ばかりでなく、たとえばプリント基板の内層などのパターンも消去可能になる。同様に対象物以外のものを消去可能なので、これをVADMICと組み合わせることで異物検出などへ応用可能である。VADMICは当社製卓上型検査装置K5用に開発した学習型の新検査アルゴリズムである。これは、あらかじめ良品画像を保存しておき、それとの差分を検出する方法である。

9 おわりに

X線を使用することで、今までにない品質確保が可能になることは実証されているが、両面実装基板では、裏面除去機能を使用しても検査できない部分は存在する。そこで、既に主要なお得意様には提案しているが、基板設計ルールを少し見直すことを検討していただければと思う。つまり、

- ①両面基板のハンダ部は、表裏で重ならないようにする。
- ②透過率の悪い部品は、逆面のハンダ部に重ならないようにする。

この2点に配慮するだけで、X線検査装置の持つ実力を100%発揮することができる。

さらに、今後の展開としては、以下を考えている。X線＋光学のハイブリッド検査装置は、間違いなく品質に寄与できる検査装置であるが、コストと検査速度は光学式に遠く及ばない。今後は、その穴を埋めるべく、装置内を見直し、大幅にコストダウンする。さらに、X線撮像システムも見直し、現状のX線専用センサーからACSパネル（シンチレータプレート的一种）＋光学カメラで構成し、低コスト、高速化とセンサーの低被爆化を図っていきたい。

■著者

角田 佳久 Yoshihisa Kakuda
アイパルス株式会社 第3技術グループ