

最近の技術から

製品外観検査の自動化

森 下 巖

東京大学工学部計数工学科 〒113 東京都文京区本郷 7-3-1

1. ま え が き

加工工程や組立工程の自動化が著しく進歩したのに対して、製品の外観検査工程ではいまだに検査員の目視に頼るものが数多く残されている。しかし、目視による検査には、検査員によって検査基準が変動する、検査ミスの発生が避けられない、目視検査は疲労の大きい重労働で長時間の継続作業が困難である、などの問題点があり、最近、目視による検査工程を自動化しようとする気運が高まっている¹⁾。

2. システム構成

目的は、製品表面に存在する傷、汚れ、形状異常などの欠陥の検出である。システム構成は検査対象に依存するところが大きい、よく用いられるのは **Fig. 1** に示すものである。対象はコンベア上を一列に並んで移動している。これを適当な光源で照明し、表面の光学像を画像センサ上に結像させる。画像センサの出力を量子化器で数値に変換したあと、専用処理回路で画像処理を行ない、マイクロコンピュータで最終判定を行なう。

画像センサとしては、従来、撮像管が広く使用されてきたが、最近は固体撮像素子の使用も試みられている。自動検査システムには、もちろん、検査員と同程度の欠陥検出能力が要求されるが、それとともに、検査の高速化が重要な問題になる。たとえば、糖衣錠剤の場合には錠剤を2個1組として毎秒20個の速度で検査しなければならない(画像としては500×500画素の2値画像を毎秒10枚処理)。鋼板の場合には数m幅のものが毎秒数mの速度で移動しているのを実時間で検査しなければならない(画像としては4,000×4,000画素の濃淡画像を毎秒1枚処理)。マイクロコンピュータだけではこの検査速度の実現は困難であり、何らかの専用画像処理回路が必要である。

対象によっては、画像センサは用いず、機械的な走査

と光電検出素子の組合せでシステムを構成することもよく行なわれる。

自動検査システム実現のキーとなるのは、欠陥が容易に識別できる光学像を得ることであり、対象に応じて照明方法や光学系の構成を工夫しなければならない。

3. システム例

非常に多くの産業分野で自動検査システムの開発が進められている。糖衣錠剤表面欠陥の検査、プリント配線基板導線パターンの検査、鋼板表面欠陥の検査などはその典型例である²⁾。ここでは2例だけを紹介する。

第1例はプリント配線基板に部品を挿入してはんだ付けを行なう場合のはんだ形状の検査である³⁾。**Fig. 2**に4種類の欠陥を示す。このうち、はんだなしは電気的導通検査でも検出できるが、他は外観検査によらなければ検出できない。電子機器の長期信頼性を確保するためにこの検査が必要になる。システム構成は **Fig. 3** に示したもので、光切断法によってはんだ形状の輪郭線を作り、これを撮像管で検出する。プリント配線基板を細かいステップで移動しながら撮像をくり返すと、**Fig. 4**に示したような立体形状が得られるが、実際には、検査を高速化するため、リード線の中心を通る1本の輪郭線だけを使用する。その形状から **Fig. 5** に示した面積 S_u , S_l , S_h および距離 W を測定し、これを用いて欠陥の判定を行なっている。検査速度は毎秒1カ所である。

第2例はLSI製造工程においてウェーハ上に付着した異物の検査である⁴⁾。この場合、**Fig. 6**に示したように、複雑なLSIパターン上に付着した数 μm の大きさの異物を検出しなければならない。画像処理による検出は困難であり、**Fig. 7**に示したような光学的手法を採用している。すなわち、偏光レーザを用いウェーハの1点を大きい入射角で照射し、その散乱光を上方から光電検出素子で検出する。LSIパターン上を照射した場合には散乱光の偏光面が回転しないので検光子によって散乱

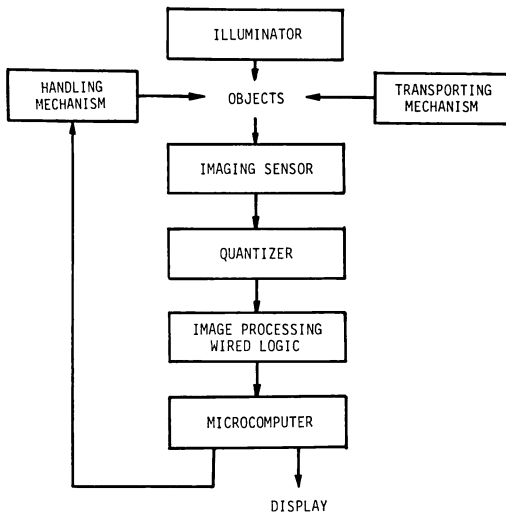


Fig. 1 自動外観検査システムの構成例

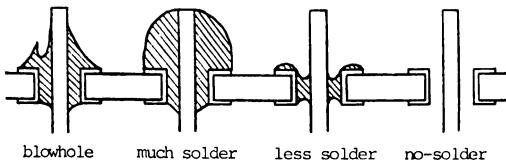


Fig. 2 プリント配線基板はんだ付け部の欠陥

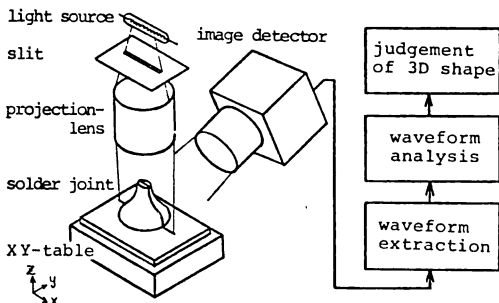


Fig. 3 はんだ付け部の形状検査



Fig. 4 はんだ付け部の形状例

光がカットされる。一方、異物を照射した場合には偏光面が回転した成分が発生し、光検出素子に到達する。ウェーハを機械的に移動させて全面を走査する。直径 10 cm のウェーハを毎分 1 枚の速度で検査している。

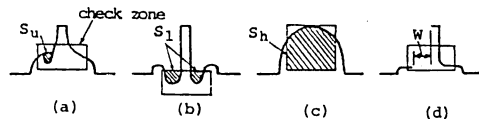


Fig. 5 欠陥判定に用いる 4 個のパラメータ

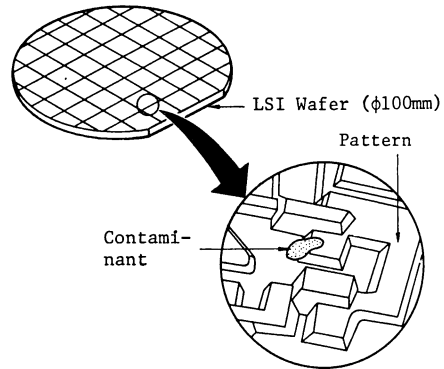


Fig. 6 LSI ウェーハ上の異物

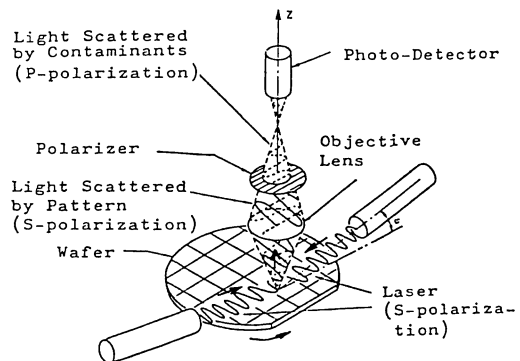


Fig. 7 偏光レーザー光による異物の検査

4. む す び

製品の外観検査は、現在でも検査員の目視に頼るものが多数残されている。光学的手法とデジタル画像処理手法との結合が重要であり、今後の発展が大いに期待されている分野である。

文 献

- 1) 森下 巖：計測と制御, 19 (1980) 1084.
- 2) I. Morishita and M. Okumura: Proc. IMEKO 9th World Congress (May, 1982) p. 8.
- 3) 中川泰夫, 牧平 坦, 秋山伸幸, 蔵野弘敏: 第19回計測自動制御学会学術講演会予稿 (1980) p. 163.
- 4) 秋山伸幸, 大島良正, 水泉光義, 秋葉政邦, 長友宏人: 計測自動制御学会論文集, 17 (1981) 237.

(1983年6月15日受理)