

# レンズの外観検査の自動化

Development of Automatic Inspection System for Lens Contamination and Defect

井立 清文\*

Idate, Kiyofumi

石井 ルリ子\*

Ishii, Ruriko

Some kinds of special appearance defects of glass lenses need highly careful inspection by a skilled inspector and this visual inspection sometimes fails the judgement on account of human factors.

We have developed an automatic lens inspection system for glass lenses including a novel illumination optics and a new image processing algorithm.

This system have been tested in the mass production line of glass lenses and prove to be more reliable than visual inspection and to be replaceable.

## 1 はじめに

コニカは、外販用および社内対応として多くのレンズを生産している。そのレンズに対する品質の保証は、重要な課題である。特に不良に占める発生頻度が比較的高く不良の種類が多岐に渡っている外観の検査は、客観的な判定が難しく、熟練した人員を多く要する作業である。

当社は、1994年にプラスチックレンズ用に外観検査機を工程に導入したが、プラスチックレンズ用に開発した従来の明視野照明系では、ガラスレンズのキズ等の検出感度が不十分であった。今回照明系及びアルゴリズムの開発により、高感度のガラスレンズ用外観検査機を工程に導入し、成果をあげたので紹介する。

## 2 レンズ外観検査機の基本構成

基本構成は Fig. 1 の通りである。治具上に固定されたレンズに対し CCD カメラのピントを合わせる。この時被検レンズは、所定照明系により照明されている。

CCD カメラの映像信号は、フレームメモリに取込まれパーソナルコンピュータにより演算処理が行われ判定される。

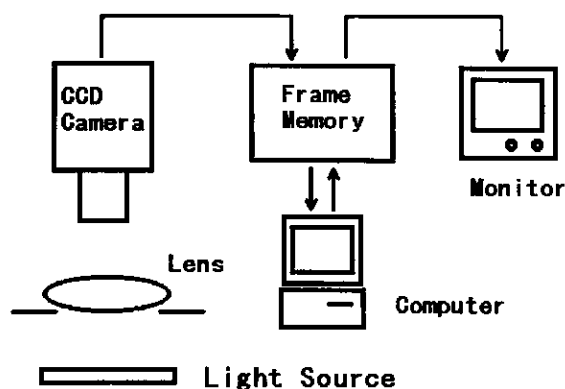


Fig. 1 System Block Diagram

プラスチックレンズ用に採用していた明視野照明系（均一拡散光源による直接照明）と今回ガラスレンズ用に採用した暗視野照明系（均一光源上に遮光板を置き周辺からの光で照明）の特徴を Table 1 にまとめる。

Table 1 Characteristics of illumination

照明系	検出感度	得意被写体	画像処理
明視野	○	黒ゴミ	容易
暗視野	◎	キズ	難

## 3 ガラスレンズ外観検査機への応用

### 3.1 アルゴリズム

#### (1) 基本的なアルゴリズムと問題点

被検レンズについたキズ、ゴミは、白く反射して見える。(Fig. 2) 合否の判定は、明るく見える程度(輝度値)、と面積(画素数)によって判定をおこなう。

しかし実際の暗視野照明系は、検出感度が高い反面、被検レンズの CCD カメラで撮影された画像は、被検レンズ像にゴースト像(被検レンズに反射した照明系の像)が重なって見えてしまう。合否判定は、このゴースト上のキズと通常領域(ゴーストのない領域)のキズを同等の輝度レベルに換算して評価することが必要となる。

#### (2) ゴースト上と通常領域のキズを同等に評価する方法

ゴースト上にあるキズと通常領域にあるキズの輝度値の関係を調べるために数箇所のキズに対し治具をずらすことでゴースト上と通常領域の輝度データを取り相関関係を求めると一次回帰していることが分かった。

$$Y = aX + b \quad (a, b \text{ は照明系に依存する定数})$$

Y: ゴースト上の輝度 X: 通常領域の輝度  
すなわち、通常領域の不良限界輝度値を決めれば、ゴースト上での不良限界輝度を求めることができることが分かった。

\* オプト事業部オプト開発グループ



(1) ideal defect image of lens (2) real defect image with ghost

Fig.2 Image of CCD camera

(3) 検出精度をさらに上げる方法—近傍処理

上記考えをさらに拡張して、判定画素に対して近傍の画素の輝度を利用することで本来あるべき輝度値を求めその値と判定画素の輝度値を比較し合否をきめる。

最も簡単な例として Fig. 3 で示すような判定画素に対して4近傍の画素に着目する例を考える。

本来あるべきA点の輝度A1は、

$$A1 = 1/4(a1+a2+a3+a4)$$

で求められ、実際の判定は、A点の実測値A2とA1を比較して行う。

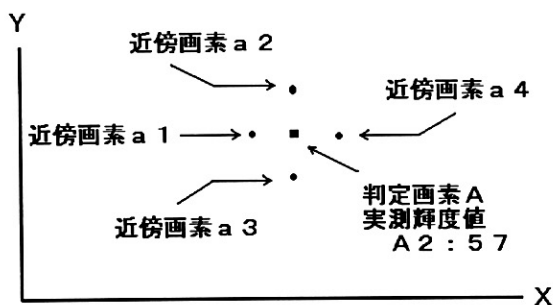


Fig.3 Example of image processing

(2)で示した関係よりゴースト上のキズが通常領域のキズと同等の輝度レベルに変換し合否判定ができるようになった。また(3)の手法を用いることでゴーストとの境界および照明の輝度ムラなどがあっても判定精度が向上して誤差判定を減少させることができた。

(4) 特別な不良に対する判定—砂目

ガラスレンズの場合特殊なキズが数種類ある。その一つである砂目の処理について述べる。砂目は研磨むら等により発生する細かい砂の様なキズがレンズ面につく不良である。処理上の問題としては、砂目一つ一つのキズは小さく薄いものなので一つ一つを評価すると良品に判定される。このため一つ一つのキズを判定するのではなく、薄く小さいキズが

の程度あるかの判定も設けている。

3.2 ガラスレンズの製造工程への導入の問題点

ガラスレンズの製造工程は Fig. 4 のようである。

今回導入したのは、洗浄工程①の後の外観検査の工程である。実際の導入で問題になったのは、主に下記の2点である。

(1) 洗浄後のレンズの状態

洗浄後レンズに汚れが付着していると検査機は、全て不良と判定してしまうが、従来の目視検査においては、汚れと判定できる場合は、良品として次工程に流していたため見かけの良品率がさがる。このような洗浄不良の頻度は、洗浄機の状態、洗浄後の保管方法、硝材などに依存する。

(2) 工程への組込み方法とサイクルタイム

洗浄されたレンズは、洗浄機からバッチによって出てくるため、流し方によっては自動検査機が止まってしまう時間ができてしまう。またサイクルタイムは、目視検査においては、治具に数個のレンズを入れ一度に検査するため検査時間は非常に短く、現段階では検査機の方がやや時間がかかっている。

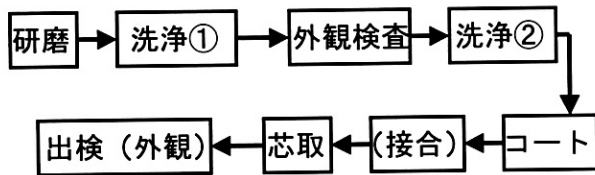


Fig.4 Mass production line of glass lenses

4 おわりに

工程導入に当たっては前記の様な問題点に対して、現場での前向きかつ臨機応変な取り組みが必須であった。

この検査装置は、1997年1月に工程に導入され1997年6月時点での検査実績では出荷検査との検査の合致率は99.97%で非常に良好である。

今後は検査の自動化を定着させるため、多種類のレンズに対応すると共に、サイクルタイムの短縮、簡単な段取り替えの方法の確立を行う必要があると考えている。

謝辞：本システムを工程に導入するにあたり甲府コンカ技術部GLグループ及びGL部GL1Gのメンバーには、多大な協力をいただき感謝いたします。

●参考文献

1) 井立清文他 Konica Tech. Rep.,8, (1995)