

ビデオカメラ用ズームレンズの自動検査システム開発

Development of Automatic Inspection System for New Type Zoom Lens Units of Video Cameras

井立清文*

Idate, Kiyofumi

笛木昭宏*

Fueki, Akihiro

桑田隆行*

Kuwada, Takayuki

We have developed an automatic inspection system for the mass production of new type zoom lenses. The features of this system are automatic inspection of opto-mechanical adjustability and controllability, automatic flow control between the testing stations, automatic optical performance testings using video signals and unified control system based on a data base network of testing stations.

This system attains the capability to inspect 35 test items and to report 100 data for each lens within 12 sec. tact time.

This system was installed in February 1993, and it has become an essential part of the mass production and contributed to reduce the inspection cost and to improve the production quality.

This paper will mainly introduce three features of the automatic inspection system; the construction of testing line, the testing of opto-mechanical adjustability, and the optical performance testing using video signals.

1 はじめに

当社は、新世代ビデオカメラレンズ方式である、W スクリュー方式、箱型鏡胴構造のビデオカメラ用レンズを開発し業界に先駆けて量産化を実現した。

この方式は、変倍レンズ、結像用レンズが個別に、ステッピングモーターに連結したスクリューに連動して動く方式で、従来のカム構造のレンズに比較して、小型、軽量、低コストを実現している。ズームは、各レンズ群をマイコン等で数値制御で行う。従って量産レベルでのズーム性能の保証も、コンピュータ制御で数 10μ の精度で評価する必要があった。

この課題をビデオ信号を用いたフォーカシング技術で実現したと同時に、従来人の目で行っていた検査をビデオ信号の処理で実現することで、検査工程の自動化、定量化、データベース化を達成したので報告する。

2 ライン構成

Fig.1に今回開発した検査ラインのレイアウト図を示す。本ラインは、検査ユニット①、検査ユニット②、ラベラー、ロボット、及びコンベアで構成されている。検査ユニットはそれぞれパソコンにより制御され、個々のパソコンはイーサネットによりサーバーとつながっている。また、レンズは各検査ユニットをつなぐフリーフローコンベアにより自動搬送される。

被検レンズはまず、図中A位置の作業員によりパレットに装着された後、コンベアに流され、検査ユニット①で光学調整量や制御性の検査、検査ユニット②で解像、

* オプト事業部 オプト開発グループ

にじみ等の官能検査が行われる。そして、検査を終了したレンズは図中B位置でラベラーにより、良品にはバーコード化されたシリアルNoが、不良品には不良内容が、ラベルに印字され貼られる。その後ロボットにより、良品はそのまま下流コンベアに流され、不良品はレンズが不良レンズ搬送用のベルトコンベアに運ばれ、パレットのみ下流コンベアに流される。そして、A位置に戻ったパレットに対して、作業員によりレンズの脱着及び箱詰めが行われる。

3 新ズーム方式の光学調整量の検査

Fig.2にレンズ構成を、Fig.3に無限遠被写体のズーム位置に対する結像用マスターレンズ(MC)位置及び調整量関係を示す。Fig.2において、W→TへズームするとMCレンズは、曲線aのように動く。この曲線が、Fig.3の曲線Aである。

調整量は、ズームセンサーとズーム起点位置までのバイアス量 Δz 、フォーカスセンサーとフォーカス起点位置までのバイアス量 Δf (ff調整量)、 f_c 調整量の3つがある。Fig.3のAは、設計値の曲線である。Bは、A曲線に対しバイアス量を補正した曲線であり、Cは、B曲線に f_c 調整量を加味した曲線で実際の制御はこの曲線に従って行われる。

実際に調整量を求めるためには、個々のレンズごとに、数ポイントのズーム位置でベストピント位置を求める必要がありこれを実現するために、高精度のピント位置検出の技術が必要になる。今回採用したピント検出方式は、近年ビデオカメラの多くが、採用している「山登りサーボ方式」、すなわちビデオ信号の高周波成分をフィルター

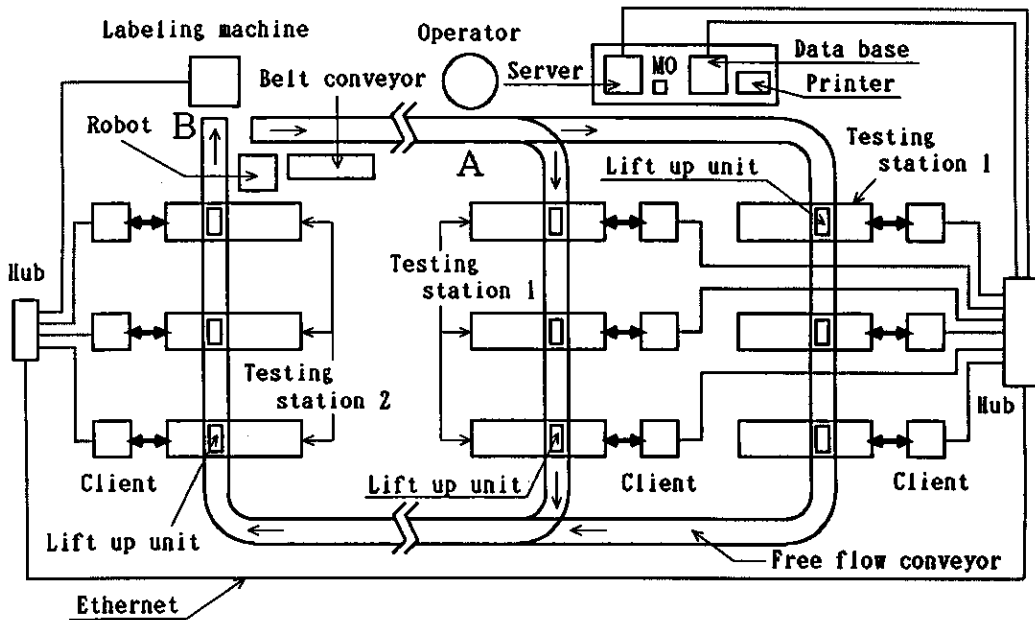


Fig. 1 Layout of an automatic inspection system

で抽出し、その量が最大になる位置がベストピント位置であるという原理に基づいている。

当社は、この方式のAF付きビデオカメラ用レンズの開発に成功した後に、今回その応用としてこの技術を自動検査機に適用した。

次に具体的な検査の流れについて述べる。パレットに乗せられた被検レンズは、検査ユニット (Fig.4) にくるとリフトアップ装置により、上方に固定され CCD、回路接点などがセットされる。そしてズーム位置を制御しながら無限遠被写体 (コリメータ) と至近チャートとを交互に移動させズームのテレ端位置を検出する。その後ワイド位置でコリメータにピントを合わせ ff 調整量、fc 調整量を検出する。ベストピント位置は、バンドパスフィルター (BPF) を通過した映像信号を A/D 変換し、その積算値が最大になるように、フォーカスモータを制御し検出する。

検査では、同時にズーム補正精度の確認も行われている。これは上記のようにして求めた調整量で調整して、実際に数ポイントのズーム位置で MC レンズを移動させ、この位置とベストピント位置との差を求めている。この差が、調整量だけでは吸収しきれない加工誤差である。

以上のように、この検査機では、調整量、及びその調整を行った時のズーム補正の精度が所定範囲内に入っていることの確認を全数行っている。

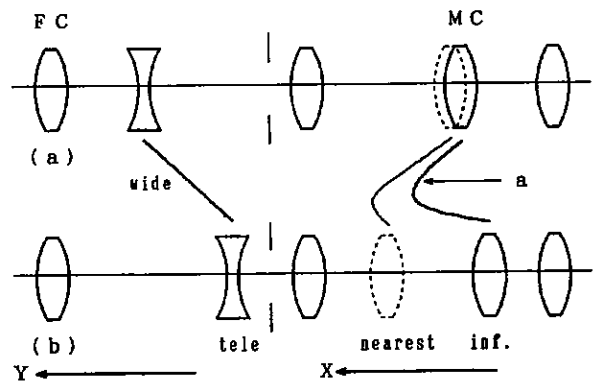


Fig. 2 Zoom lens type and zoom tracking curves of the master component

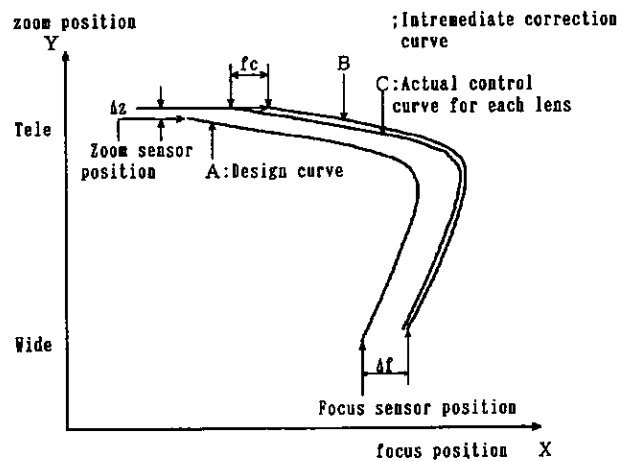


Fig. 3 Infinite focus tracking curves

5 本システムによる検査 品質管理体制

5.1 省人化、タクトタイム

このような量産対応型の検査ラインを構成する際に重要なのが省人化とタクトタイムである。

省人化については、従来10名程度の人員を要していた検査ラインを自動化することにより、レンズのパレットへの着脱、箱詰め作業が1名のみとなった。

タクトタイムについては、検査時間を短縮するのはもちろん、レンズのコンベア上での滞留を最小限に抑える対策として、本ラインは被検レンズを上方に固定し、検査中に下方を他のレンズが流れるようにするリフトアップ装置の採用やシーケンサを用いて効率良く、各ステーションに分配する搬送制御を特徴としている。これにより現状ではレンズ一本当りのタクトタイム約12秒(日産2400本/8h)を実現している。

5.2 データ処理

本検査ラインのもう一つの特徴が、データベース化による管理体制である。一本のレンズに対して検査データ数は100データにのぼり、これらのデータを基に良、不良の判断のみならず、設計変更、型変更による品質の変化、返品レンズの素性確認が短時間で行われる。一日の終わりにその日の集計結果が自動的に印刷される。この検査報告をチェックするだけで日々の管理が実施できる。

6 おわりに

今回、自動検査機を開発し量産に適用したことで新方式のレンズのズーム性能の保証はもとより、官能検査の定量化、省人化および新しい検査管理体制の確立に成功した。

今後は、ゴミ、汚れ等の検査の導入、さらなるデータの有効活用などを課題に、より高度な検査機を開発する所存である。

謝辞：本システムを導入するにあたり甲府コニカユニット部技術課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) 石田順一, 藤村安志: NHK技報, 86, 21(1965)
- 2) 井立清文, 笹木昭宏: Konica Tech. Rep., 6, (1993)

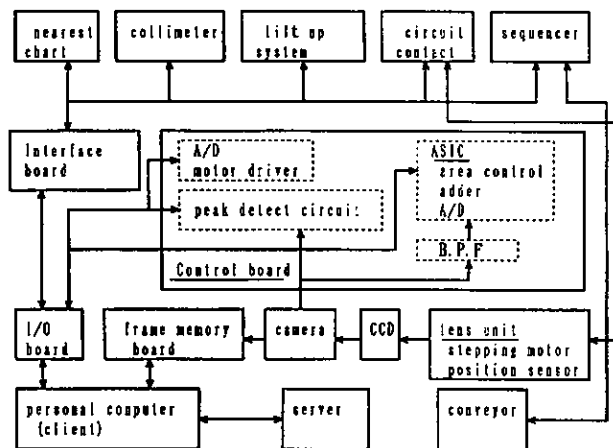


Fig. 4 Block diagram of test unit

4 官能評価の自動化

ビデオカメラレンズの検査項目には、前項で述べた様な光学調整量の他に、レンズの見え味を評価する項目がある。例えば、レンズの解像度、レンズ周辺でのボケ、ワイド端でののにじみなどである。これらは、いずれもビデオモニタに画像を出力したときの画像の見え味を、検査者が目視によって評価している。

本検査システムでは、被写体距離2mに置いた解像度チャートの画像をFig.4で示したフレームメモリに取り込むことによってテレ端での画像の解像度を評価し、同じく2mに置いた白黒の市松模様のワイド端での画像を取り込みその白と黒の面積比からワイドのにじみを評価している。また周辺ぼけについては、以下に自動化の概略を述べる。

周辺ぼけとは、モニタ画像の、例えば左端をベストピントにすると右端がベストピントからずれてしまう事を言う。これは、特定の空間周波数成分域を含む白黒のくさび状模様を撮影すると、画像信号の上では白レベルと黒レベルのピークツーピーク値の差となって現れる。つまり、この画像信号からBPFにより高周波成分を抽出し、そのピーク値を画面の左右で比較すれば、画像のコントラスト差を評価できる事になる。

本システムでは、Fig.4に示すコントロールボードのピークディテクト回路の前段で、画像信号から2MHzを中心とするBPF出力を抽出し、ASICで設定した4分割エリアの内2エリアを画面左右両端のくさびチャート上に設定して、ピーク値をA/D変換している。左右それぞれのピーク値を、P1およびPrとすると周辺ボケ量S(dB)は下式の様になる。

$$S = 20 \log_{10} (Pr / P1)$$