

コニカBM-310Zのコンパクトズームレンズ

Compact Zoom Lens of Konica BM-310Z

本田 裕一*
Honda, Yuichi

大田 耕平*
Ohta, Kouhei

澤村 雅孝**
Sawamura, Masataka

Konica has developed the compact zoom camera 'BM-310Z' which has an extremely thin body with a zooming ratio of 2. The zoom lens of the camera is described below.

Glass molded aspheric lenses are used to reduce the overall length. We evaluated the fabrication error effect of the glass molded lens surfaces to the image performance and confirmed those could be adopted. The lens driving mechanism employing a combination of cams and helicoids functions to retract the zoom lens.

1 まえがき

ここ数年、コンパクトカメラの撮影レンズはズーム化と高変倍化の方向で開発が進められてきた。それに伴い、カメラの体積と重量は大きく重くなり携帯性が損なわれた。一方、単焦点レンズ付きカメラの分野においてコニカは優れた携帯性を備えたビックミニシリーズを提供している。

そこで、コニカはビックミニシリーズの思想を継承し、焦点距離35~70mmのズームレンズを搭載したビックミニズーム(BM-310Z)を開発し、'91年11月に発売した(Fig.1)。

本稿では、BM-310Z小型軽量化の核となる撮影レンズとフロントユニットの技術について紹介する。



2 撮影レンズ

2.1 レンズ構成と収差補正

撮影レンズは焦点距離35mm~70mm、Fナンバー3.6~6.8、正屈折力をもつ前群と負屈折力をもつ後群とからなるテレフォトタイプの2群構成ズームレンズである。レンズ系をコンパクトにしつつ収差を補正するため、前群、後群それぞれに非球面を有するガラスモールドレンズを

採用した。Fig.2にレンズ構成を示す。斜線部がガラスモールドレンズである。

テレフォトタイプの2群構成ズームレンズをコンパクトに設計するためには、前群、後群それぞれの屈折力を強めねばならないが、非球面を用いずにこれを行うと本レンズのように絞りが前群の後端にあるとき以下のような収差補正の傾向になる。

- ・前群、後群でそれぞれ補正不足、補正過剰の球面収差が生じ、全ズーム域にわたって良い球面収差のバランスが得にくい。

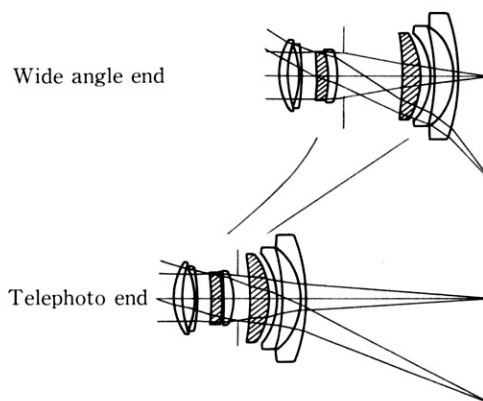


Fig.2 Cross sectional view of the zoom lens

- ・広角側において正の歪曲収差が後群で生じる。
- ・外向性コマが前群で生じる。

これらの収差を補正するには、前群、後群それぞれに非球面を用い、各群の屈折力の増大による収差発生を打ち消す方向に非球面変位を与えればよい。この考えに基づき、正の屈折力をもつ前群には近軸曲率の球面に対して発散性の変位の非球面を、負の屈折力をもつ後群には近軸曲率の球面に対して収束性の変位の非球面をそれぞれ1面用いることによって良好な収差補正をなし得た。

2.2 ガラスモールドレンズの面精度評価

本ズームレンズのガラスモールドレンズはHOYA株式

* オプト事業部 光学開発センター
** カメラ事業部 設計グループ

会社より供給されている。採用にあたっては製造精度に関して種々の評価が必要であるが、本稿では最も重要な評価の一つである面精度の評価について紹介する。

ガラスモールドレンズの非球面成形型は、研削加工が必要とされている。成形型と研削用砥石との位置関係によっては型表面に不規則な浅いV字状の溝がほぼ同心的に生じ、それがレンズに転写される。設計形状からの非球面形状誤差の測定例をFig.3に示す。これは本ズームレンズ第3レンズのサンプル中、非球面形状誤差が最大級のサンプルである。結像性能のシミュレーションには、Fig.3の測定値のモデル形状として、Fig.4のような折れ線で表される回転対称のレンズ面を用いた。

第3レンズの非球面にこのモデルを用いたときの望遠端光軸上の横収差曲線をFig.5に示す。結像性能に影響を与えるのは主としてV字状溝各部分の傾きであり、V字状溝のために横収差曲線は凹凸をもつ。このサンプルではモデルとした折れ線の傾きの大きさは平均0.2ラジアンである。±0.2ラジアン程度の傾きは、望遠端での横収差約±0.008mmに対応している。このモデルでの望遠端光軸上のMTFをFig.6に示す。設計値からのMTF劣化が低周波において小さいのは、形状誤差によるスポットのひろがりよりも元々の色収差の方が支配的であるためと考えられる。一

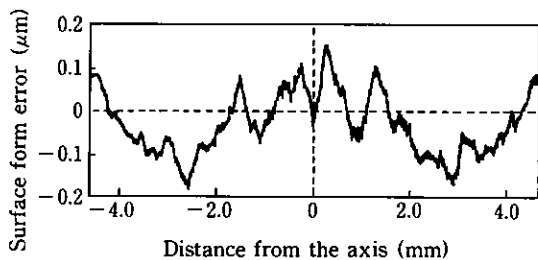


Fig.3 Surface form error of glass molded lens

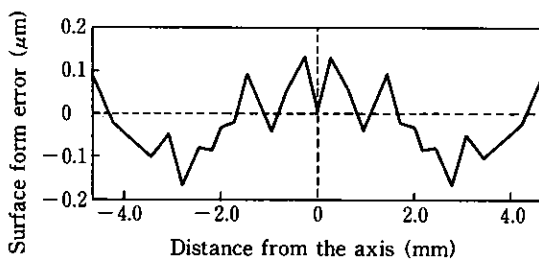


Fig.4 Simulation model of the surface form error

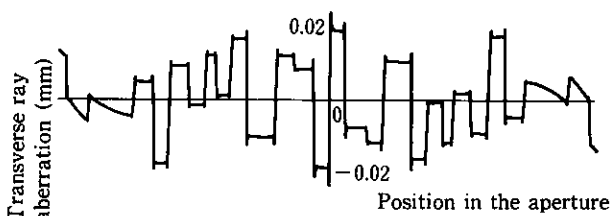


Fig.5 Transverse ray aberration by the fabricated surface form (telephoto end, axial)

方広角端では高周波での劣化が小さくなる。

以上のような検討の結果として、V字状溝の傾きの大きさが平均0.2ラジアン程度の非球面形状誤差は、本ズームレンズあるいはこのクラスの写真レンズにとって許容できるものであることを確認した。¹⁾

3 フロントユニット

これまで、ズームレンズ搭載のコンパクトカメラは、カメラ本体内部に配置されたカムリングと呼ばれる部品を回動し、レンズ群を移動する方法が一般的であった。

カメラ全厚を最大限薄くするためBM-310Zのフロントの特徴と言える、カム移動とヘリコイド移動を合成した移動方式（以後、合成移動方式と名付けた。）を開発した。ここでは、合成移動方式のフロント構成と、合成移動方式での近接撮影機構を紹介する。

3.1 フロントユニット構成

フロントユニットの構成は、Fig.7に示すように5つのユニットに分類することができる。

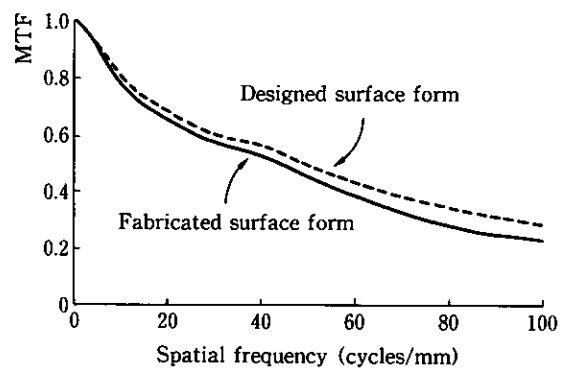


Fig.6 MTF of the zoom lens (telephoto end, axial)

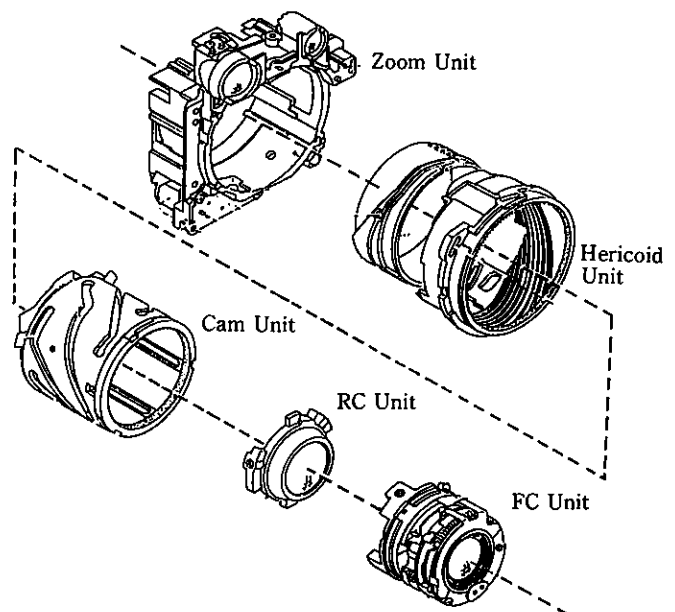


Fig.7 Lens barrel

- (1) 前群レンズとシャッター及びフォーカシング機構を構成するFCユニット。
- (2) 後群レンズを構成するRCユニット。
- (3) 任意の焦点距離に対して、FC、RCユニットの間隔を変化させる非線形カムを持つカムユニット。
- (4) カムユニットを光軸方向へ移動することで、フィルム面に合焦させるヘリコイドユニット。
- (5) ヘリコイドネジを回動するためのズームギヤ、変速ギヤ列、AF光学ユニット、ファインダー連結部及びズーム情報スイッチを搭載しているズームユニット。

一般にヘリコイドの回転及びカム移動による光軸方向への繰り出し量には、各々限界がある。合成移動方式は、ヘリコイドとカムの移動をバランス良く加算し、沈胴からテレマクロポジションまで大きな移動量を確保し、併せてカメラ本体内にフロントユニット全体を沈胴させることのできる方式である。

3.2 近接撮影機構

テレポジションで近接撮影を行う機能（以下、テレマクロ機構と呼ぶ）をBM-310Zは搭載している。

テレマクロ機構は、テレポジションでのRCユニットの位置は変化させず、FCユニットを光軸方向に移動し合焦させる方法が一般的である。

合成移動方式においては、雄ヘリコイドを回転し、カムユニット全体を移動させてテレマクロポジションとするため、RCユニットはテレポジションからずれてしまう。もとのテレポジション位置にRCユニットを戻すためのカムが必要となり、カムピン移動軌跡は、Fig.8 (a) となる。円滑なズーム作動を得るためには回転角を多く必要とし、その結果機構スペースは増加する。

そこで、BM-310Zは、次の方式で解決した。RCユニットをテレポジション位置からヘリコイドで光軸方向に移動する。その上で、FCユニットは、移動したRCユニットに対応するテレマクロポジション位置へ、ヘリコイド移

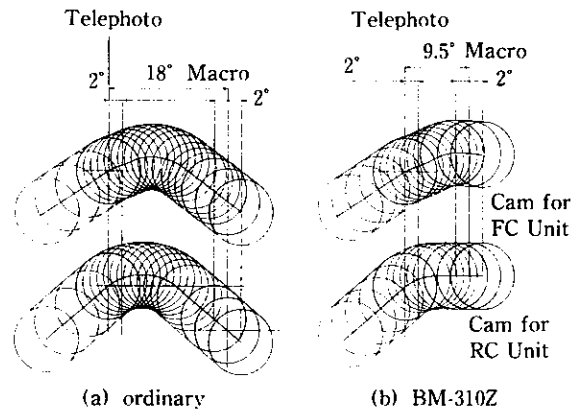


Fig.8 Cam curve for macro

動とカム移動の合成により移動する。このカムピン移動軌跡をFig.8 (b) に示す。その結果、テレマクロポジションへの移行回転角が約1/2に減少し、無理な変曲点がなく、ズームトルクも軽減できた。また、フォーカシング機構の移動量も半減でき、フロントユニットのコンパクト化にも寄与した。²⁾

4 むすび

今後もコンパクトカメラは、高機能高性能を備えつつ、小型軽量化が要求される。その要望に答えるために、非球面レンズの設計・製作・評価技術、合成移動方式等の新しい鏡胴機構の開発をさらに推進すること、その上でカメラ全体としての調和のとれたシステムを構築することが重要である。

最後に、BM-310Zの開発に御協力、御指導いただいた多くの方々に、深く感謝いたします。

●参考文献

- 1) J.Mukai et al., : SMPTE J.,88 (Aug),542(1979)
- 2) 特願平3-307931