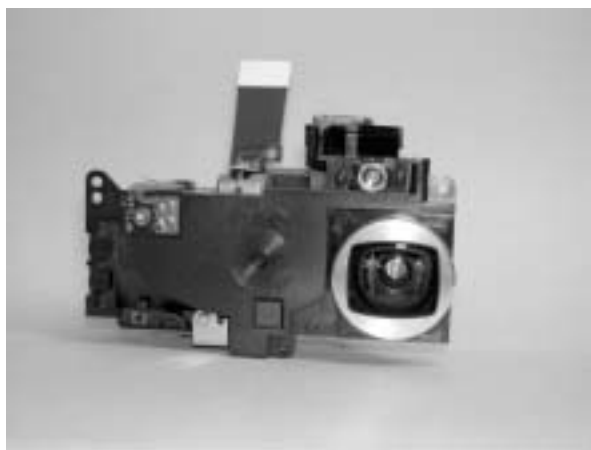


DSC 用薄型ズームレンズユニットの開発

The Development of a 2.8x Right Angle Zoom Lens Unit for DSCs

佐藤 裕志*
Sato, Hiroshi

中本 聡*
Nakamoto, Satoshi



要旨

デジタルカメラ（DSC）用ズームレンズユニットに求められる、より薄型、より低コスト、という強い要望に応えた、高画素対応2.8倍ズームレンズユニットを開発した。

本ズームレンズユニットは、第1レンズ群内にプリズムを配置した、いわゆる屈曲光学系を採用することにより薄型化を達成し、さらに、効果的にプラスチック非球面レンズを配置した設計とすることによりコスト低減を図っている。

本稿では、このDSC用ズームレンズユニットの光学設計と機構設計の特徴について報告する。

Abstract

There is a great demand today for ever-smaller, ever-thinner, low-cost zoom lens units for digital still cameras. To meet this demand, we maximized thinness by developing a novel 2.8x mechanical zoom lens unit that is not simply thin: it also uses an optical prism to bend the optical axis 90 degrees. Because lens travel is thus on the vertical axis within the camera, the outer dimension of the camera remain unchanged during zoom operation, including the camera body's shallow depth. In addition, this unconventional zoom lens unit achieves high resolution at low cost by positioning its aspherical plastic lenses effectively. Reported here are the optical and mechanical design approaches which resulted in this achievement.

*コニカミノルタオプト(株)
オプティカルユニット事業部 OM事業ユニット

1 はじめに

近年のDSC市場では、より高画素化が進む一方で、携帯性やデザイン性もさらに重視される傾向にあり、コンパクトな、特に薄型のカメラへの要望が高まってきている。当然ながら、レンズユニットとしても薄型のものが強く望まれている。

一般に薄型のレンズユニットを実現する手段としては、携帯時にレンズを縮退させる、いわゆる沈胴方式をとることが多いが、本ズームレンズでは、カメラに搭載された際のデザイン性や使い勝手を考慮し、沈胴方式は採用せず、光軸をレンズユニット内で90度折り曲げた屈曲光学系を採用することとした。

2 光学設計

2.1 屈曲光学系

2.1.1 屈曲光学系のメリット

本ズームレンズではユニットの薄型化のために、第1レンズ群内にプリズムを配置し、光軸を90度折り曲げた屈曲光学系を採用している。

一般にコンパクトタイプDSCでは、携帯時にレンズが縮退する、いわゆる沈胴方式が主流となっているが、本ズームレンズでは沈胴方式は採用せず、レンズ全長は使用時にも携帯時と変化することがない。

本ズームレンズで、沈胴方式を採用せず屈曲光学系とした理由としては、主として以下が挙げられる。

① 薄型のデザインとしやすいこと

沈胴方式では、レンズユニットの厚みは各レンズエレ

メントの厚みの合計により限界厚が決まるが、屈曲光学系とすると、プリズムより前方の光学部材とプリズムの厚みとの合計が光学的な限界厚となり、前者に比べて薄くしやすい。

② 起動時間の短縮がしやすい

撮影時にレンズがせり出さないため起動時間の短縮化が図れる。また、ズーミング時も含めてレンズ全長が変化しないので、耐衝撃性を強くできる、防水構造のカメラに使いやすい、等のメリットもある。

2. 1. 2 屈曲方向

また、本ズームレンズの屈曲方向（プリズムにより光路を90度折り曲げる方向）は水平方向とした。

垂直方向の屈曲の方が、プリズム位置での光線高さが低くなるためプリズムの厚みを小さくでき、レンズユニットの薄型化には有利である。しかしながら、垂直方向にした場合、プリズムによって折り曲げられた光軸がカメラの縦方向に沿うような配置になるため、カメラのデザインとしては、縦方向が長いものになってしまいやすい。

そこで、本ズームレンズでは、屈曲方向を水平方向とし、すなわち、プリズムにより光軸をカメラの横方向に折り曲げるようにして、縦方向に短いレンズユニット形状とし、やや横長でホールディング性がよく、従来のフィルムカメラライクで一般になじみの深いカメラデザインをとることが可能な形状とした。

2. 2 正群先行5群ズームのレンズ設計

2. 2. 1 レンズタイプの選択

一般に、コンパクトDSC用ズームレンズとしては、負群先行ズームタイプがよく用いられ、特に、負の第1レンズ群、正の第2レンズ群、正の第3レンズ群よりなる、負群先行3群ズームタイプは、3倍ズームクラスの主流となっている。

しかしながら、屈曲光学系に負群先行の3群ズームタイプを用いようとして、第1レンズ群の前方にプリズムを配置してみると、プリズムが非常に大きくなってしまい、レンズユニットの薄型化が不可能なことがわかった。そこで、第1レンズ群内にプリズムを配置することも考えたが、このズームタイプでは、第1レンズ群がズーミング中に移動するため、構造が非常に複雑になってしまい現実的でない。

一方、DSC用やVTR用の正群先行ズームタイプとして、正の第1レンズ群、負の第2レンズ群、正の第3レンズ群、正の第4レンズ群より構成されている4群ズームタイプがよく知られている。このタイプは、正の第1レンズ群を固定した設計にすることが可能なので、第1レンズ群内にプリズムを配置することが容易であり、プリズムをレンズ前方でなくレンズ群内に配置することで、プリズムの小型化が期待できる。

上記の理由から、本ズームレンズは正群先行ズームタイプを採用することにした。

Fig. 1 に本ズームレンズの断面図を示す。

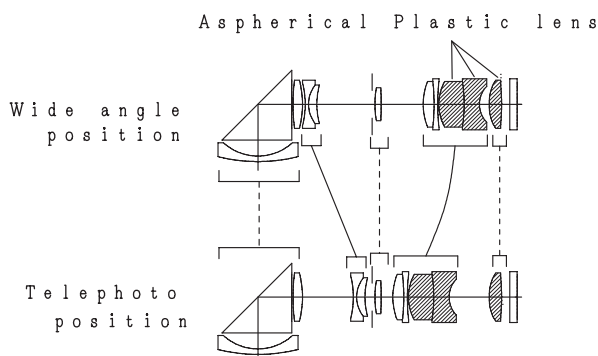


Fig.1 Cross section view of the zoom lens

本ズームレンズは、固定された正の第1レンズ群、変倍の際に移動する負の第2レンズ群、固定された正の第3レンズ群、変倍の際、およびフォーカシングの際に移動する正の第4レンズ群、固定された正の第5レンズ群の5つのレンズ群より構成された正群先行5群ズームタイプとなっており、従来の正群先行4群ズームタイプに非球面を有した正の第5レンズ群を加えることで、テレセントリック性、像面湾曲等を良好に補正している。

2. 2. 2 変倍機能の分担

従来の正群先行4群ズームタイプでは、変倍の際に、第2、4レンズ群がそれぞれ移動するのだが、通常は、変倍機能を有するのは第2レンズ群のみであり、第4レンズ群はズーミングの際に発生した像面位置補正のために移動しているに過ぎないものが多い。そのため、第2レンズ群の変倍負担が大きくなり、第2レンズ群のズーム移動量が大きくなりがちで、その結果、前玉径が大きくなってしまう。つまり、このレンズタイプを屈曲光学系に用いたときにはプリズムの大型化を招きやすいということになる。

本ズームレンズでは、上記の問題を解決するため、第2レンズ群だけではなく第4レンズ群にも変倍機能を積極的に持たせた。その結果、第2レンズ群のズーミング時の移動量を小さく抑えることができ、延いてはプリズムの小型化に役立っている。

2. 2. 3 コスト低減の工夫

本ズームレンズにおいて、ズーミングおよびフォーカシングに際して移動するレンズ群は、第2、4レンズ群の2つのレンズ群のみである。一般的なコンパクトDSC用ズームレンズが3つのレンズ群が移動するタイプが多い中で、移動群数を減らすことで機構部品等の簡素化が図れ、コスト低減につながっている。

また、Fig. 1において、斜線で示したレンズはプラスチック製非球面レンズである。一般に3倍ズームクラス

のコンパクトDSC用ズームレンズでは、1～3枚程度のガラス製非球面レンズが用いられることが多いのに対して、本ズームレンズでは、高価なガラス製非球面レンズを用いず、3枚のプラスチック製非球面レンズを効果的に配置して、低コスト構成でありながら良好な収差補正を施している。

2. 3 光学仕様

Table 1に本ズームレンズの光学仕様を示す。また、結像性能として、Fig. 2にMTF図を示す。図中の空間周波数150lp/mmは約1200TV本に相当し、周辺にいたるまで高画素CCD対応として十分な性能が確保されていることがわかる。

Table 1 Zoom lens specifications

CCD	1/2.7inch 3-4 M-pixels
Focal Length	5.7～16.0mm (35mm equivalent: 37 - 104 mm)
F number	F2.8～F3.9
Construction	11 elements in 8 groups (including a prism)
Focusing Range	0.3m to infinity (wide-angle end:0.02m to infinity)

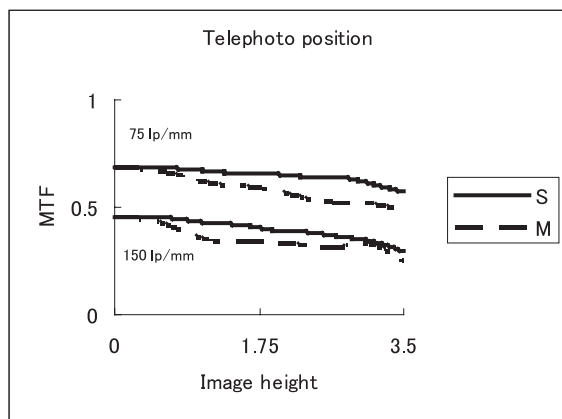
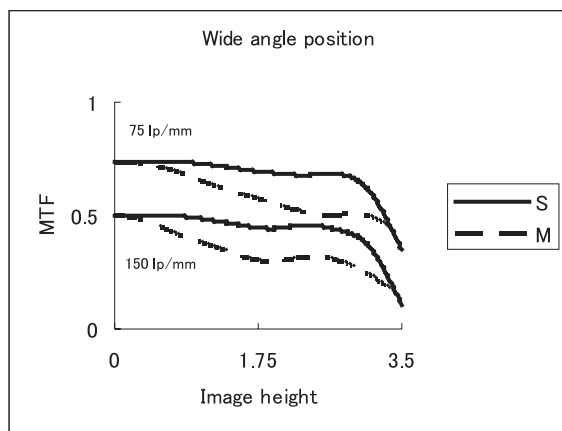


Fig.2 MTF of the zoom lens

3 機構設計

3. 1 鏡胴構造

鏡胴構造は、当社のVTR用のレンズユニットで実績のある箱型鏡胴を基本とし、以下を加えて設計を行った。

- ① 屈曲用プリズム保持機構の追加
- ② 光学式ファインダーの搭載
- ③ 薄さを実現する機構配置

3. 1. 1 屈曲用プリズムの保持機構

屈曲用プリズムの鏡胴への取り付けが誤差を持つと、光学性能に影響するだけでなく撮影範囲と光学式ファインダーの視野範囲が異なってしまう、使用上の問題が発生してしまう。

この問題を回避する手段としては、プリズムの組み込み位置を測定しながら調整し固定することが考えられるが、コスト上昇につながりやすい。

そこで第1レンズ群内のプリズム後方のレンズに対してプリズムの射出面を正対させて位置出しをする組み込み構造とし、部品精度を高めることで光学配置を保証して調整を不要とした。

3. 1. 2 光学式ファインダーの搭載

VTR用ズームレンズユニットの箱型鏡胴にはない光学式ファインダーの搭載が必要となった。

光学実像式ズームファインダーを搭載しているので、駆動源および撮影光学系との連動機構が必要となってくる。

沈胴方式の鏡胴の場合カム筒の回転を駆動源利用した機構を用いることが多いが、今回は駆動源として変倍の時にのみ移動する第2レンズ群を用い、カム板を介して連動させることで所定の変倍動作が行えるようになっていく。

3. 1. 3 薄さを実現する機構配置

レンズユニットの薄型化を達成するためには、第2レンズ群および第4レンズ群の駆動機構、第3レンズ群とそこに配置されるシャッターユニットを効率よく配置する必要がある。

DSC用レンズユニットの場合、絞り切り替え機構を持つシャッターユニットの大きさが鏡胴サイズが決まる。

絞りの大きさからシャッターユニットのサイズを検討したところ、目標サイズとほぼ等しい大きさとなることが判った。

VTR用の箱型鏡胴の場合Fig. 3に示すようにアイリスユニットが鏡胴のサイズに対して小さく、移動する複数のレンズ群を共通で保持するガイドシャフトを両側に通すレイアウトが可能となっているが、シャッターユニットのサイズから同様のレイアウトがとれず、第2レンズ群用および第4レンズ群用の駆動機構をシャッターユニットの前後に配置する必要があり、光学性能を出す為に機構部品に高い精度が要求される。

第2レンズ群および第4レンズ群の駆動機構としては、ステッピングモーターを用いたネジ送り機構を採用し、初期位置センサーを加えて位置制御を行っている。

第2レンズ群用には光学式ファインダーを駆動する機能を持たせておりトルクを重視して外径8mm、第4レンズ群用にはサイズおよびスピードを重視して外径6mmのステッピングモーターを採用した。

各移動レンズ群の必要移動量を確保するには、モーター本体の全長を抑える必要があり、第2レンズ群用は約8.5mm、第4レンズ群用は約6.5mmを採用した。

これらの技術を採用した結果、目標サイズを満足する薄型の鏡胴を作り上げることが出来た。

4 まとめ

今後もDSCレンズユニットに対して更なる薄型化、小型化、低価格化の要求が出てくると考えられるが、本ズームレンズユニットの開発の成果を発展させて応えて行きたい。

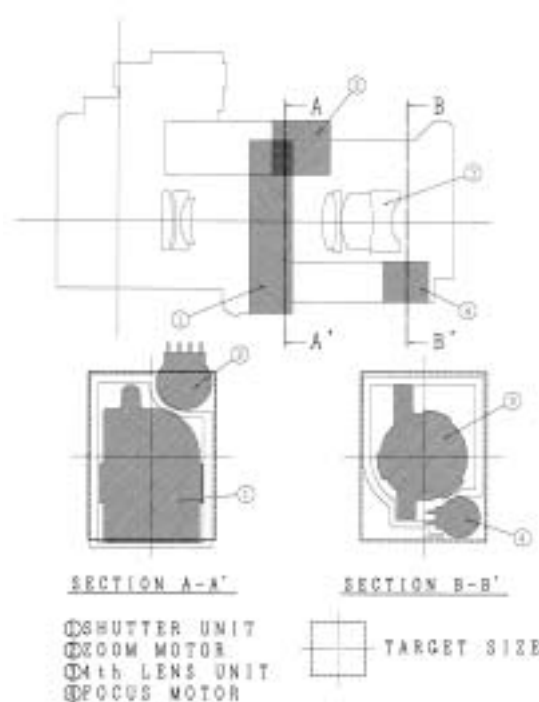


Fig.4 Layout of the zoom lens unit

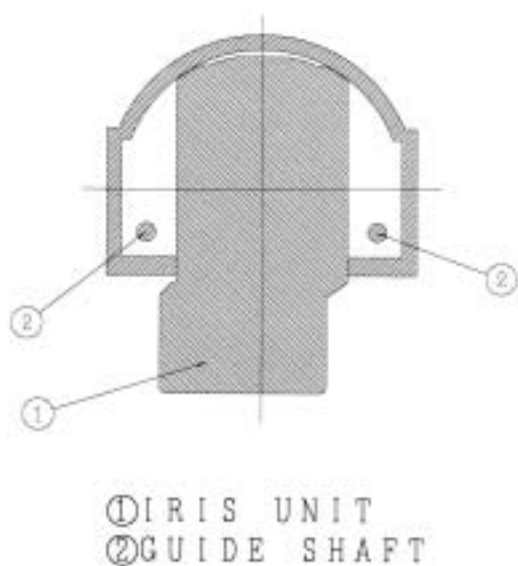


Fig.3 Cross section view of VTR lens unit