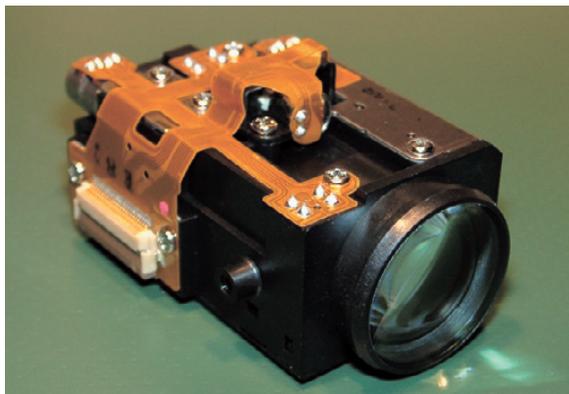


カムコーダ用高変倍ズームレンズの開発

Development of a High Zoom Ratio Lens for Camcorder

山口 晃一*
Ymaguchi, Koichi

野辺 晋亮*
Nobe, Shinsuke



要旨

近年、コンパクトで手軽に持ち運びできる製品がユーザーに好まれており、カムコーダ用カメラもまたコンパクトタイプが強く求められている。

本ズームレンズユニットでは、イメージサイズの最適化、及び異常分散レンズやプラスチックレンズを効果的に用いることで25倍の高変倍でありながら低コスト、コンパクト化を達成している。

本稿では低コスト、高変倍、コンパクトを達成したカムコーダ用ズームレンズK213について光学設計を中心に報告する。

Abstract

Since users have been preferred smaller sized and easy carrying camcorders, a demand for downsizing the zoom lens of camcorder camera has been growing.

We developed the zoom lens unit K213 attaining high zoom ratio with compactness and low-cost, by optimizing the image size and by effectively applying anomalous dispersion lenses and aspherical plastic lenses.

In this paper, we report with focusing on optical design in the process of achieving the compact low-cost zoom lens with high zoom ratio.

1 はじめに

近年、国内のカムコーダ用カメラは10～16倍程度のズーム比が主流で、デジタルスチルカメラと同様に高画素化が進んでいるが、その一方で海外に目を向けると、高変倍ズームに対する要望も多く、ズーム比が20倍以上のカムコーダも少なくない。本設計K213は市場の要求に応え、かつ市場での最高倍率を目指しズーム比25倍の採用を決定した。

本稿では高変倍でありながら、低コスト、コンパクトを達成しているK213のレンズ設計を中心に報告する。

2 光学設計

2.1 レンズ構成

本設計K213では25倍ものズーム比を得るために、最も物体側に正レンズ群を配置した正群先行タイプ採用し設計を行っている。この正群先行タイプは負群先行タイプと異なり広角側と望遠側のF値の変化が小さくズーム全域にわたって十分な光量を確保しやすいという特長を持っている。

又、本設計では第1レンズ群を固定とし、機構上は箱型鏡胴を採用している。これは部品点数を少なくでき、組み立てやすく量産性も高い。

Fig. 1 に本設計K213の断面図を示す。

* 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 開発グループ

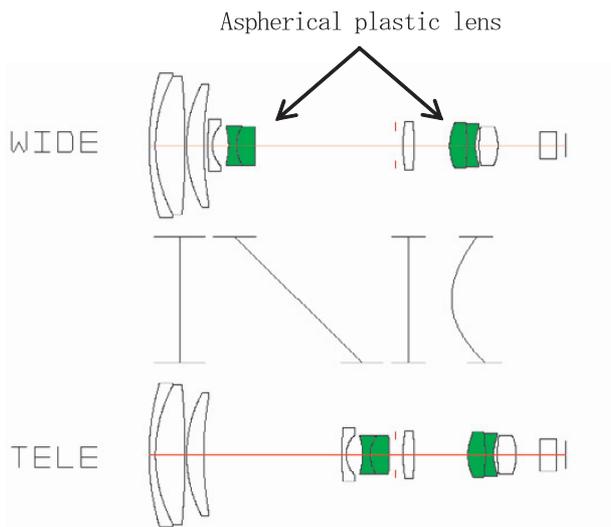


Fig.1 Cross section view of the zoom lens

■第1レンズ群

第1レンズ群はズーミング時に固定であり、前方より負レンズ、正レンズ、正レンズの3枚で構成している。負レンズには高分散の硝材、正レンズには低分散の硝材が相応しく、望遠側での色収差を補正するために硝材の選択は重要である。

■第2レンズ群

第2レンズ群はズーミング時に移動することで変倍に寄与し、最も屈折力を必要とするレンズ群である。前方より負レンズ、負レンズ、正レンズの3枚で構成している。第4レンズは高屈折率の硝材を使用することでレンズの偏肉比を小さくし加工しやすい形状となっている。第5、6レンズには非球面レンズを使用し、主に広角側のコマ収差や望遠側の球面収差の収差補正を行っている。

■第3レンズ群

第3レンズ群はズーミング時に固定であり正レンズ1枚で構成している。屈折力はさほど大きくないがレンズの表面粗さ、いわゆる面精度が性能に大きな影響を与えるためレンズ加工には注意が必要である。

■第4レンズ群

第4レンズ群はズーミング時に可動であり、ズーミングによってずれたピント面を調整する働き（コンペサート）や、物体位置の変化によるピントズレの調整（フォーカシング）を行っている。前方より正レンズ、負レンズ、正レンズの3枚で構成している。第8、9レンズに非球面レンズを採用することで、主に球面収差の収差補正を行っている。

■絞り（Iris）

絞りは第2レンズ群と第3レンズ群の間にズーミング時に固定で配置されており、撮像素子に入射する光量を調整している。Fig. 2の図で示すように、絞りの一部にNDフィルタを配置することで、高輝度撮影時であっても回折による解像度劣化が著しくなるレベルまで絞り込むことなく光量調整することを可能にしている。

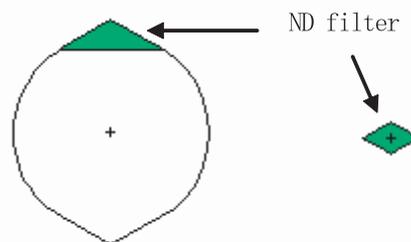


Fig.2 Open aperture & Small aperture

■IRカットフィルタ、LPF（ローパスフィルタ）

一般的に撮影系のレンズは可視領域外の波長の収差補正を行っていない。特に赤外線等の長波長側は解像性能に悪影響を及ぼすため、IRカットフィルタを用いこの領域の波長をカットすることで性能劣化を防いでいる。なお、可視領域より短波長側をカットするためにUVコートを施す場合もある。

一方で撮影系のレンズは細かいものを表す高周波成分まで収差補正を行っているが、撮像素子のピッチ幅とその高周波成分との間で干渉が生じるとモアレのような解像劣化が生じる。そのために適切な厚みのLPFを配置することでモアレを防ぐことが出来る。

Fig. 1において、網掛け部分で示した非球面レンズにはプラスチックレンズを使用しており、コストを安価に、また可動時のモータへの負担を小さくすることに寄与している。一般的にプラスチックレンズはガラスレンズと比べると温度・湿度などの環境変化による屈折率変化が大きいですが、本設計では第2レンズ群、第4レンズ群にそれぞれ正レンズと負レンズにプラスチックレンズを用い合成パワーを小さくすることで環境の変化による影響を小さくし、環境変化にも十分な性能を有した設計となっている。

2. 2 高変倍ズームレンズの設計

高変倍ズームレンズの設計においては、特に以下のようなことに注意しながら進める必要がある。

- 色収差による望遠側の性能劣化
- ユニットの大型化

2. 2. 1 色収差の補正

高変倍のズームレンズの望遠側では大きな軸上色収差が発生する。Fig. 3 に通常のレンズ構成によるスポット形状を示す。スポット形状は上段左から画面中心、3割像高、5割像高、下段が7割像高、9割像高、そして10割像高を示している。

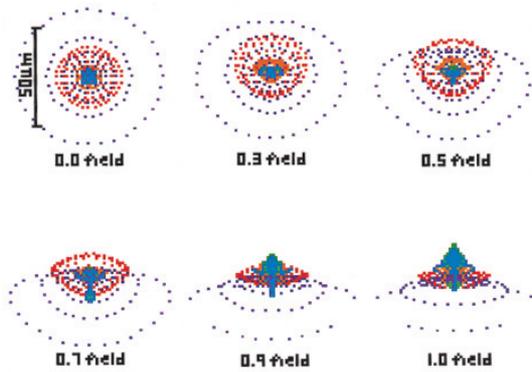


Fig.3 Spot diagrams

Fig. 3 のスポット形状において、短波長側での広がりが見られる。これは解像劣化につながると共に画像上では青にじみとして表れ、見た目にも良くない。

これを補正させるには、第1レンズ群のレンズ枚数を増やし各レンズの負担を減らすことで収差を軽減させるか、もしくは第1レンズ群に特殊な硝材を用いる方法などがある。前者ではレンズ枚数が増えることでユニットの大型化を招くため、本設計ではFig. 4 に示すように、第2レンズのガラスに異常分散ガラス (Anomalous dispersion glass) を採用した。

異常分散ガラスとはフッ素を多量に含んでいる弗珪ガラスのことで、通常の硝材とは異なる色分散性を持っており、望遠側で発生する色収差を軽減させることが出来る。

Fig. 5 に異常分散ガラスを使用したスポット形状を示す。

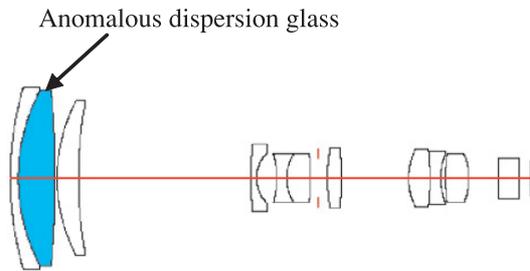


Fig.4 L2 : Anomalous dispersion glass

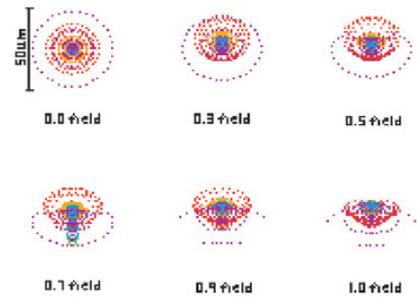


Fig.5 Spot diagrams (L2: AD glass)

2. 2. 2 大型化の抑制

本設計が搭載されるカメラでは、撮像素子の中心付近の情報を使用し残りのエリアは手ブレ等の補正のエリアとなっている。手ブレによる画像への影響はFig. 6 の太線矢印で示すように望遠側で大きく広角端では小さい。そこで本設計ではこの補正のエリアに注目し、広角側の有効像円の見直しを行った。こうすることで前玉の小径化が図れ、前玉に使用している異常分散レンズのコストアップを緩和することも出来る。又、前玉径は望遠側の入射瞳径を決めており、これを小径化することで望遠側のFナンバーが大きくなり、収差補正しやすくなると共に、焦点深度が深くなることで諸感度の高い望遠端での性能劣化を抑えることも出来る。

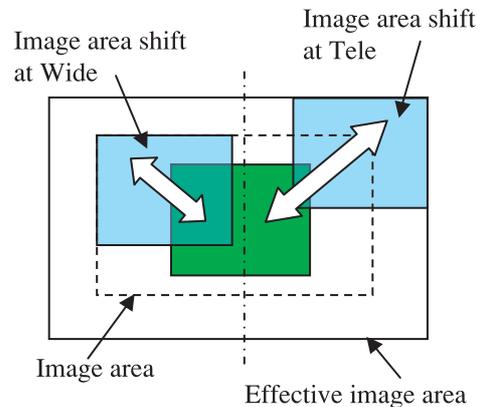


Fig.6 CCD image area

また、一方で第2レンズ群の移動量を抑えることが大型化の抑制となる。そこで本設計では第2レンズ群の第4レンズに高屈折率ガラスを使用することで第2レンズ群に屈折力を持たせ移動量を抑えている。また構造上、第2レンズ群中のプラスチックレンズのフランジ形状を見直し、望遠端においての第2レンズ群と絞りの間隔を可能な限り小さくすることでレンズユニット全体を大型化することなく第2レンズ群の移動量を確保している。

2. 3 レンズ仕様

Fig. 7に本ズームレンズK213の仕様を示す。また結像性能としてFig. 8にMTF図を示す。図中の空間周波数90 [lp/mm] は約330TV本に相当し、カムコーダ用ズームレンズとして周辺に至るまで十分性能が保たれていることが分かる。

K213	
CCD	1/6inch
Zoom ratio	25x
Focal length	2.3~57.5mm
F number	1.8~3.3
Lens elements	10 elements in 7 groups
Focusing range	1m~∞ (wide-angle end:0.01m~∞)
Lens size (in Air)	Φ 18.7mm × 52.8mm

Fig.7 Zoom lens specification

3 まとめ

本設計では25倍という高変倍ズームレンズを、有効像円の見直し、異常分散ガラスを使用、プラスチックレンズ形状、及びガラス硝材の見直しをすることで安価でありながらコンパクトな設計をすることが出来た。今後、更なる高変倍ズームレンズや高画素高変倍ズームレンズの開発にこの経験を活かしたい。

●参考文献

- 1) 山田 智一、森 伸芳 Konica Tech.Rep., 13, (2000)
- 2) 沼口 貴幸、佐藤 裕志 Konica Tech.Rep., 14, (2001)
- 3) 石母田 勲、野辺 晋亮 Konica Tech.Rep., 15, (2002)

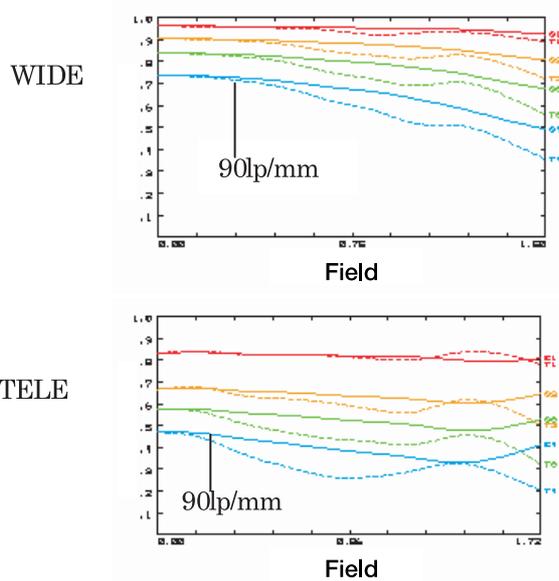


Fig.8 MTF vs. Field