

# ビデオカメラ用高変倍ズームレンズの開発

Development of Zoom Lenses for Camcorders with High Zoom Ratio

安達 宣幸\*  
Adachi, Nobuyuki

山田 智一\*  
Yamada, Tomokazu

宮前 博\*  
Miyamae, Hiroshi

We have developed three types of compact zoom lenses with 10-12X zoom ratio for camcorders, two of which are under mass-production, and the other with wide field angle is at the stage of sample-making.

The first and the second type, which are entirely exchangeable in figure and dimensions with each other, have some aspherical plastic lens elements and new box-type barrels for their easy-assembling. All these contribute to their good productivity in manufacturing. The third type has two variaters in front of and behind its iris and has a molded plastic cam to connect them. We explain that this type is effective for the correction of distortion within 2 % up to the field angle 72 (deg.), and that a new application of bi-aspherical glass lenses is also effective for reduction of its dimensions.

## 1 まえがき

当社オプト事業部では、1982年以降、民生用小型ビデオカメラおよびカメラ一体型VTR用のさまざまな光学系を開発、生産してきており<sup>1) 2)</sup>、1993年8月現在まで、その出荷台数は累計800万台に達している。最近の市場の流れのひとつとして、カメラ本体の高付加価値化に伴う高変倍化があげられる。本稿では、現在、量産化が進められている10～12倍ズームレンズ（社内名称K128、K136）を紹介し、新しい12倍広角ズームレンズ（K123、K129）の開発内容について述べる。

## 2 高変倍化への課題

この種のズームレンズの変倍比は、従来6～8倍が主流であったが、各社とも高変倍化に力を入れており、現在10～12倍程度のものが標準となってきた。高変倍化の実現には多くの課題があるが、光学設計面では、基本的性能の確保、コンパクト性の維持、像飛びやズームトラッキングずれに関する誤差感度の抑制、機構・システム面ではズームの高速化に伴う騒音レベルの抑制、ズーム、フォーカシング作動の円滑性の確保が重要となる。

## 3 高変倍ズームレンズの開発

Fig.1に、高変倍ズームレンズK128、K136の外観写真を、Table.1に主な仕様を示す。これらは近年カメラ一体型VTR用に多く採用されているマスターフォーカシング<sup>3)</sup>方式のズームレンズで、いずれも非球面プラスチックレンズの採用により、コンパクトでありながら変倍全域にわたって高いコントラストを実現している。また適切な屈折力配置の選択により、各種誤差感度やフォー

\*オプト事業部 オプト開発グループ

カシングに伴う画角変動を抑え、安定した画像再現を得ている。機構面では、組立性に優れ、部品管理が容易で、部品点数が極めて少ない当社独自の箱型鏡胴<sup>4)</sup>を採用している。ズーム、フォーカシング駆動は共に小型の低騒音ステッピングモータによるスクリュウ駆動を採用し、騒音の抑制を計るとともに、潤滑剤の選定やレンズ枠連結部構造の最適化により、高速駆動下での作動を安定化している。

K136は変倍比の増大にも関わらずK128と同一の形状、大きさである。これは適切な焦点距離範囲の設定と、高屈折率硝材の積極的適用、プラスチックレンズの薄肉化など、光学部品や枠部品の精度向上追及による。この結果鏡枠部品の大幅な共通化が計られ、自動検査機<sup>5)</sup>の共通化やコスト低減に寄与している。

K128の前玉の一部を支持しつつ着脱可能とし、超広角での変倍をも可能にしたタイプも製品化されている。

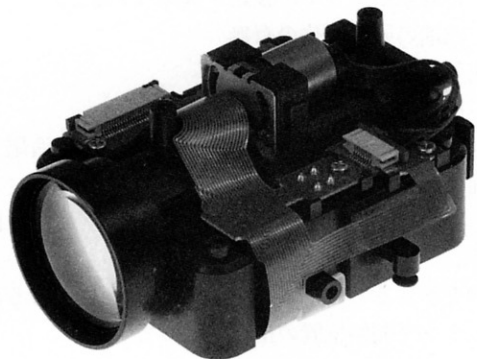


Fig. 1 Konica K128 / K136 zoom lens

Table 1 Specs of Konica zoom lenses for camcorders

	K128	K136
Focal length	f = 6.0~60	f = 5.5~66
F number	F1.8~2.7	F1.8~2.9
Lens diameter	φ23.6mm	φ23.6mm
Total length (in air)	66mm	66mm
Lens elements	12	12

現在、カメラ一体型VTR用10~12倍ズームレンズの多くは、広角端での焦点距離が35ミリフィルムサイズ換算で40mm程度であるが、従来から更に広角側へ焦点距離をシフトさせることが望まれていた。我々は独自の技術により、変倍比12倍、広角端での画角が72度（焦点距離が35ミリフィルムサイズ換算で約30mm）にも及ぶ広角高変倍ズームレンズの開発にも成功している。

### 3.1 広角高変倍ズームレンズの光学設計

#### (1) 広角化の問題点

広角高変倍ズームレンズの実現には、

- ・前玉径、レンズ全長、重量の増大
- ・大きな負の歪曲収差の発生

という2つの課題を解決する必要があった。

Fig.2に従来のズームレンズ構成を示す。広角化は形式的には第4レンズ群以降の焦点距離を短くすることで得られるが、この操作によって絞り位置での主光線の角度が大きくなり、第1レンズ群（FC）の光線高が増加する。また高変倍化すると、変倍のための第2レンズ群（V）の移動量を確保するために絞り位置が後退し、レンズ外径は更に増大する。更にレンズの縁厚を確保するため中心厚が増し、全長や重量が増大し、コンパクト化が困難となる。

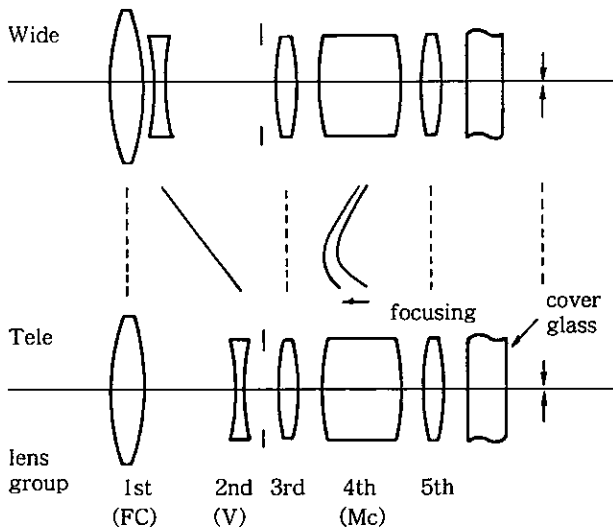


Fig. 2 Current zoom lens type

また、広角化に伴い高次の歪曲収差の補正が難しくなる。その大きさはレンズ系の屈折力配置に大き

く影響を受け、設計の初期段階からの考慮が不可欠である。一般に歪曲収差の補正には絞りに関し対称な構成が有利であるが、従来のズームレンズタイプでは絞りの前に正負、絞りの後方に正正正の構成で、歪曲収差の補正上不利であった。

#### (2) 新ズームレンズタイプの採用<sup>6)</sup>

今回開発したズームレンズK123（Fig.3）は、物体側から順に固定の正屈折力を持つ第1レンズ群（FC）、変倍時光軸上を前後に移動する負の屈折力を持つ第2レンズ群（V1）、固定の正屈折力を持つ第3レンズ群、第2レンズ群同様変倍時光軸上を前後に移動する第4レンズ群（V2）、そして、変倍による焦点ずれの補正とフォーカシングを行う正の屈折力を持つ第5レンズ群（MC）からなっている。従来構成と異なり、変倍を絞りをはさんで2つのレンズ群に行わせ、前の変倍レンズ群に約6倍、後方のレンズ群に約2倍の変倍比を分担させている。これにより、絞りより前のレンズ群で全変倍比を負担した従来構成よりもV1の移動量が減少し、前玉を大幅にコンパクト化することができた。またレンズ構成を対称に近づけたことも性能上有利に働き、歪曲収差を全域で2%未満（TV-Distortion）に抑えることができたばかりでなく高変倍化で生じる倍率色収差も改善できた。

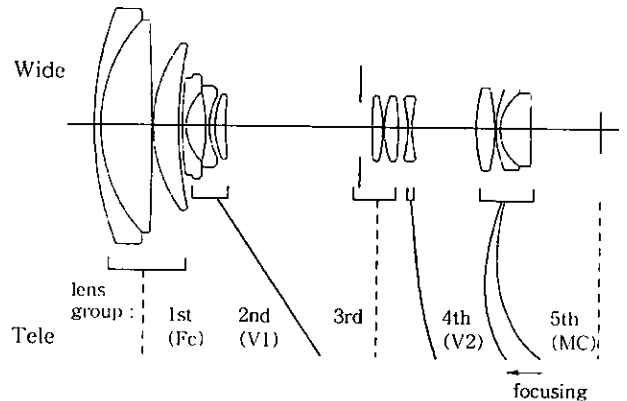


Fig. 3 Cross section of new type zoom lens K123

#### (3) 非球面の採用<sup>7)</sup>

われわれは、同様のズームレンズ構成ながら、さらにコンパクト化の可能性を追求した設計（K129）も試みている。この種のレンズの小型化には変倍レンズ群の移動量の縮小が効果的であるが、移動量を単純に縮小すれば変倍に伴う収差変動が大きくなる。本設計では変倍群であるV1の移動量を減らすと共に、V1中の正レンズに両面非球面ガラスレンズを用いて高次のコマ収差を補正し、全変倍域の光学性

能を向上させた。また、非球面レンズの硝材を高屈折率化し、平坦な像面を実現した。

開発した2種類の1/3インチ CCD用ズームレンズ(K123、K129)の仕様をTable 2に示す。従来タイプで検討した同仕様のレンズに比べて全長および前玉径ともに大幅なコンパクト化が達成された。

Table 2 New lenses specs compared with current lens

	Current type	K123	K129
Focal length	f = 4.5~54	f = 4.5~54	f = 4.5~54
F number	F1.8~1.9	F1.8~2.3	F1.8~2.5
Lens diameter	φ46mm	φ35mm	φ30mm
Total length (in air)	84mm	76mm	69mm
Lens elements	12	12	12

### 3.2 広角高変倍ズームレンズの機構開発

#### (1) 箱型鏡胴と板カムの採用<sup>9)</sup>

鏡胴を開発する上での大きな課題は、絞りをはさむ2つの変倍群V1とV2を連動する機構である。従来のように円筒カムを用いた場合、カムがレンズ全体を覆いながら回転運動をするため、V1とV2との間には絞り機構の配置が困難である。V1とV2とを別なモータで駆動し制御することも可能だが、モータ数の増加による大型化やコストアップという問題が起こる。そこでわれわれは、平面状の板カムの採用を検討することにした。板カムは金属切削のカム筒と異なり樹脂成形による大量生産が可能で、コスト面でも大変有利である。

板カムを従来の円筒鏡胴に適用しようとすると、一平面内での移動量を確保するため無駄なスペースが増え形状が大きくなる。そこで、独自の技術として実績のある箱型鏡胴にこれを組み込むことにした。この構造ではV1とV2の間に絞り機構を置くこと

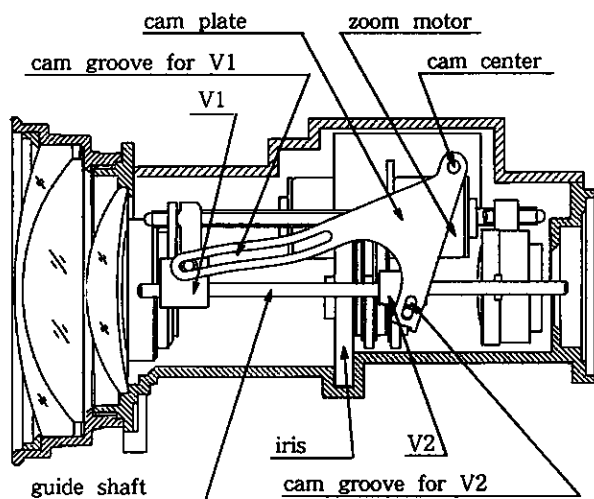


Fig. 4 Zooming mechanism using plastic plain cam

ができ、無駄のない配置が可能となる。また、箱型鏡胴はもともと側面の一方からレンズ群を組み込む構造になっており、板カムの保持や組み立ても極めて都合がよい。

Fig.4に鏡胴の構造図を示す。3つの可動レンズ群はいずれも共通な2本のシャフト上を移動する。V1はステッピングモータによって直接駆動され、V1の移動に伴って板カムが支点を中心に回転しV2を連動させる。第5群(MC)はステッピングモータによって別途駆動される。

板カムの形状は、V1とV2の相対移動量からカムの回転中心や回転角などを考慮して決定した。回転中心の位置は離すほど回転角が小さくなり位置精度や駆動力にとって有利であるが、枠のスペースやレンズ移動量の制約を含め最適な形状を求めた。V2側のカム溝は直線形状に、V1側は曲線形状に構成され、非線型な連動を実現している。レンズの位置決め精度を確保するため、バネによって板カムを一方方向へ付勢している。

#### (2) 新機構の試作評価

実際に試作を行ない新機構の作動を確認した。Fig.5はレンズ群の位置精度を測定した結果で、横軸にV1の位置を、縦軸にはV2の設計位置からの誤差をそれぞれ示している。測定曲線には往復時のヒステリシスが多少見られるものの全域にわたってほぼ設計値と一致しており、必要精度を達成している。こうして高精度な位置決めを必要とするレンズの駆動に低コストの樹脂成形カムを適用できることが確認できた。

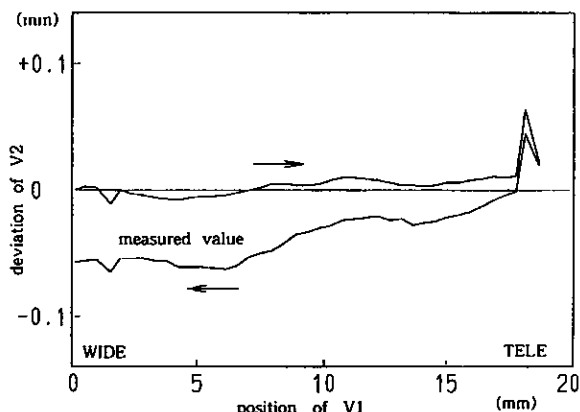


Fig. 5 Positioning errors of V2

### 4 まとめ

非球面プラスチックレンズを採用し、独自の箱型鏡胴構造を持つカムコーダ用コンパクト高変倍ズームレンズ2機種の開発を行い量産化に成功した。

絞り前後に変倍レンズ群を設けた新ズームレンズ方式と、独自の箱型鏡胴に安価な板カムを組み合わせた新連動機構の採用により、画期的な広角高変倍コンパクトズームレンズの開発にも成功した。また、両面非球面ガラスレンズの新しい適用法がこの種のズームレンズのコンパクト化に極めて有用であることを明らかにした。

レンズ系の更なる低コストコンパクト高機能化、1/4インチ化など小型化に伴う高精度なレンズ群の位置決め、板カム機構を組合せた多群連動機構の実現、アクチュエータの小型高性能化を含む鏡胴機構の改良など今後の課題は多い。本開発で得た技術を生かしながら、真に魅力的なレンズを開発、提案していきたい。

●参考文献

- 1) 小島 忠 : Konica Tech. Rep., 4, 14(1991)
- 2) 宮前 博 : Konica Tech. Rep., 5, 73(1992)
- 3) 宮前 博 : TV学会技報, 16, 13(1992)
- 4) 江村哲二 : 特開平4-177207
- 5) 井立清文他 : Konica Tech. Rep., 7, (1994)
- 6) 安達宣幸 : 特開平3-2874
- 7) 安達宣幸 : 特開平4-2141
- 8) 山田智一, 島崎喜雄 : 特願平5-14809