

ビデオカメラ用コンパクトズームレンズ鏡胴の開発

Development of Compact Zoom Lens Unit for Camcorders

島崎 喜雄*

Shimazaki, Yoshio

We developed the very compact zoom lens unit for a compact digital video camera.

In order to realize more compact barrels, we reconsidered the layout of the old box-type's parts and used a small diameter stepping motor which didn't use in general in those days.

This paper will describes the difference of the new box-type barrels from the old -type one.

1 はじめに

当オプト事業部では、1982年以降、民生用の小型ビデオカメラに使われるさまざまなレンズユニットを開発し供給してきている。

1993年には、当社の特徴である、箱型鏡胴の K128 の製品化に成功。その後 K136、K140 と開発してきたが、大幅なコンパクト化に対応するために構造を見直し、新構造箱型鏡胴の K143 (Fig.1) を開発。

この K143 は発売当時、世界最小で話題となったデジタルビデオカメラに搭載され、時代に先駆けたカメラの実現に寄与する事ができた。

この新構造は標準構造としてその後の製品に引き継がれ安定した製品開発に貢献している。(Table 1)

今回は初期構造と新構造の違いについて報告する。



Fig.1 Konica K143 zoom lens unit

Table 1 History of Konica zoom lens units for camcorders

year	model name	Barrel type	motor	image size	zoom ratio	F	Lens elements
1982	QK	cylindrical	DC×1	1/2tube	6×	1.2	15
1983	QQ	cylindrical	DC×2	1/2tube	6×	1.4	15
1984	K020	cylindrical	DC×1	1/2tube	6×	1.2	14
1985	K050	cylindrical	DC×2	1/2CCD	6×	1.6	13
1987	K065	cylindrical	DC×2	1/2CCD	8×	1.4	13
1988	K076	cylindrical	DC×2	1/2CCD	6×	1.6	13
	K082	cylindrical	DC,STP	1/2CCD	8×	1.4	13
1990	K104	cylindrical	DC,STP	1/3CCD	8×	1.4	13
1991	K115A	cylindrical	DC,STP	1/3CCD	8×	1.4	13
1992	K115K	cylindrical	DC,STP	1/3CCD	8×	1.4	13
1993	K128	old box-type	STP×2	1/3CCD	10×	1.8	12
1994	K136	old box-type	STP×2	1/3CCD	12×	1.8	12
	K140	modified old box-type	STP×2	1/4CCD	12×	1.6	10
1995	K143	new box-type	STP×2	1/3*CCD	10×	1.6	10
	K150	new box-type	STP×2	1/4CCD	14×	1.2	12
1996	K155	new box-type	STP×2	1/4CCD	18×	1.6	10
1997	K160	new box-type	STP×2	1/4CCD	22×	1.6	10
1998	K165	new box-type	STP×2	1/4CCD	16×	1.6	10

*Effective image size : 1/4 at Wide ~ 1/3 at Tele

2 コンパクト化

K143 の開発スタートにあたり、大幅なコンパクト化への強い要請を受け、抜本的に従来構造の見直しを行った。

現在のビデオカメラ用ズームレンズの多くは、4群タイプのズームレンズが採用されている。

第1群と第3群が固定、第2群と第4群がそれぞれ変倍と焦点調整のため可動となる。このため、鏡胴を構成する部品は Fig.2 に示すようになる。

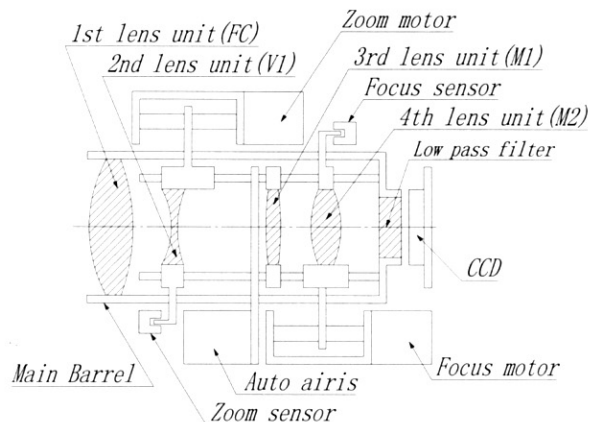


Fig.2 Structural drawing of zoom lens unit

* オプト事業部オプト開発グループ

コンパクト化にはレンズ設計による小型化以外にこれらの構成部品、特にアクチュエータ類の効率よい配置がポイントとなる。

3 従来構造

Fig.3に従来構造のK128の背面から見た概略の構造を示す。

モータ2個を上下に配置しており、アイリスが横方向に挿入されている。このような配置の場合、アイリス部の出っ張りが省スペース化の妨げとなる。

また、アイリスを横から挿入するとNDフィルターによる画面左右の光量差が問題となる。このため姿勢を90度回転し、アイリスを上下方向にする構成が考えられるが、モータ部の幅方向のスペースが問題になる。

さらにK128の場合、上下にあるガイドシャフトに移動枠を吊っている状態になっているが、この場合モータのスクリーシャフトの振れが移動枠に伝わりズーミング中に移動レンズが左右にゆれ、いわゆる「画ゆれ」という現象も生じやすくなる。

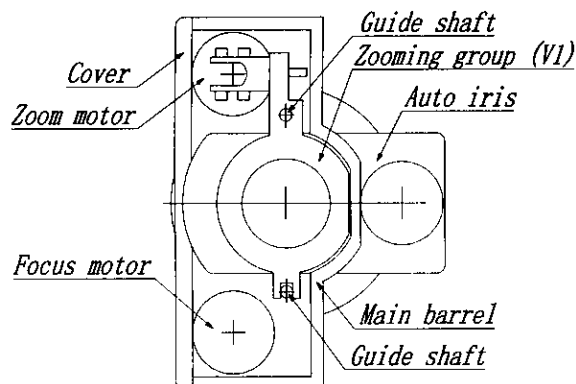


Fig.3 Rear view of K128

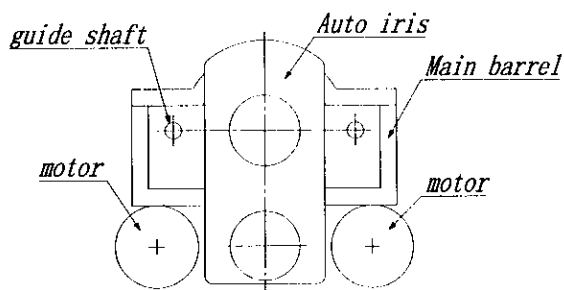


Fig.4 Rough layout (rear view)

- (3) ズームモータの径とスクリー径
- (4) スクリューの回転運動を直進運動に変換するラック部のスペース

となる。(1)、(2)は移動枠を保持するガイドピンをどれだけ内側に寄せられるかという点、(3)、(4)はズームモータとアイリスをどれだけ寄せられるかという点にかかる。

第3レンズの裏面の有効径は焦点距離、Fナンバー、全長、周辺光量比、CCDサイズなどの仕様により決定される。

また、アイリスの横幅は開放径でほぼ決り、ガイドシャフトの配置は第3レンズの有効径の外側でかつ、アイリスの横幅より外側で最も内側に寄せられる部分を探すことになる。

Fig.5はアイリスの横幅と第3レンズの有効径を背面から見た図である。この図で斜線をした範囲が候補となる。

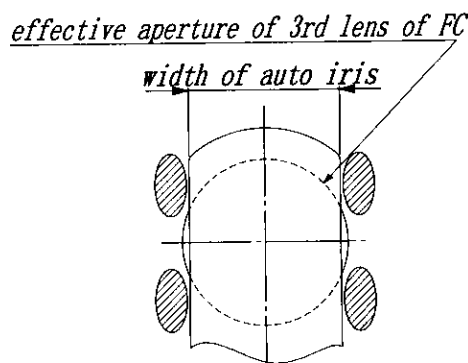


Fig.5 Guide shaft space

また、移動量の多い第2群を駆動するズームモータはスクリー部を含めかなり長くなるためレイアウト上アイリス部分をまたぐことになり(3)、(4)の影響も考慮する必要がある。

4.3 高さ方向のスペース

最近のビデオカメラ用のアイリスは2枚の羽根をスライドさせ開口径を変化させるタイプのものがほとんどで、スライド方向の延長上に駆動用のガルバノメータを配置

4 コンパクト化への取り組み

4.1 概略レイアウト検討

機構上移動する枠をガイドする2本のガイドシャフトとその間に配置するアイリスが鏡胴の大きさを決定する主要因のひとつである。前述したように光量差の問題の対策にはアイリスを垂直方向に配置し、画ゆれの対策にはガイドシャフトを左右に配置し、レンズ枠の自重でゆれを抑制するようにすることが望ましい。

以上の結果 Fig.4の背面図の様なレイアウトが決る。

4.2 横方向のスペース

鏡胴の最大の横幅を決定する要因は、

- (1) アイリスの横幅
- (2) 第3レンズの有効径

している。

このため縦長の形状となり高さ方向のスペースを決定する要因はアイリスの縦方向の寸法がほぼそのまま高さ方向のスペースに近くなる。アイリスの高さ方向のスペースを決定する要因は、

- (1) アイリスの開口径
- (2) アイリスの駆動部の径と長さ
- (3) 第3レンズの有効径となる。

アイリスの開口径が決るとアイリスの開口径の中心と駆動部中心の距離を最も小さくする寸法が決る。ただし、Fig.6 に示すように、Wide 位置で光漏れが無いようにV1 枠のフランジ部で第3レンズの有効径を覆う必要があり、かつそのフランジがTele 位置まで移動するためのスペースを確保しなければならない。そのスペースの外側に鏡枠を設け、さらにその外側にアイリスの駆動部を配置するため、多くの場合開口径で決る最短距離に駆動部を配置できない。

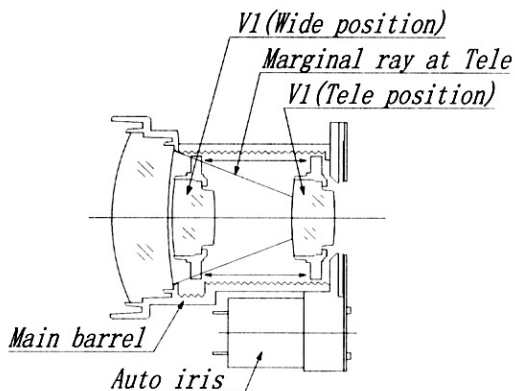


Fig.6 Rayout of Auto iris space

実際にはこの寸法に収めるようにモータを配置するが、前述したように、コンパクト化のためにアイリスの駆動部側にモータを配置することにする。

- モータのスクリュー径 : $d(S.F)$
- スクリューとアイリスのクリアランス : $c2$
- モータの径 : $d(ZM)$
- 光軸よりズームモータ最外径の距離 : $W(ZM)$

とすると

$$W(ZM) = W(AI)/2 + d(ZM)/2 + d(S.F) + c2$$

となる。

スクリューシャフトをφ2、モータをφ10、ラック部のスペースを考慮し $c2$ を0.8とするとズームモータ側の最大幅 $W(ZM) = 14.05$ となり、鏡胴幅はズームモータ側とフォーカスマータ側の寸法を足した値が最小寸法となる。

すなわち $24.3/2 + 14.05 = 26.2$ が目標と設定される。

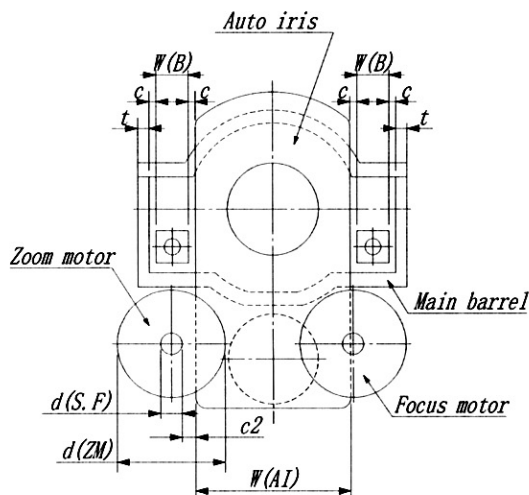


Fig.7 Analysis of target dimension

4.4 目標設定

上記の考察より目標値を計算する。アイリスの横幅が決れば、ガイドシャフトに案内されるブッシュ部のスペース、移動部と固定部の組込みバラツキを考慮したクリアランス、最も外側の鏡胴の厚みを合計すれば目標となる鏡胴部の最小の横幅が計算できる。(Fig.7)

- アイリスの横幅 : $W(AI)$
- ブッシュ部幅 : $W(B) W(B)$
- 鏡枠厚み : t
- クリアランス : c
- 鏡胴の幅 : $W(OP)$

とすると、

$$W(OP) = W(AI) + 2W(B) + 2t + 4c$$

となり、概略検討の結果

$$W(OP) = 24.3 \text{ mm}$$

となった。

上下方向の寸法は前述の条件から、入手可能な最も小型のアイリスを入手し検討したところ、光軸から上がR11の円弧、光軸から下側が18.5mmとなり、この寸法内にアクチュエータを収めることが目標となった。

4.5 コンパクト化の対策

ズームモータとフォーカスマータはそれぞれ駆動する移動枠の移動範囲よりほぼ配置が決まる。これに、モータ固定用ビスのスペース、アイリスの固定ビス、2個のセンサーのスペースを考慮し下面から見てFig.8に示すようなレイアウトになった。通常はモータの中心をはさんで2ヶ所にモータの止めビス部を設けるが今回は片側によせスペースを詰めたが更にコンパクト化のため下記2点を検討した。

- (1) アイリスのメータ部の横ずらし

(2) φ 8 モータの採用検討

アイリスのメータ部の横ずらしはアイリス自体の大きさを増大させる方向のため、アイリスメーカーと相談しながら大きさに影響のない範囲での最大のシフト量を1.5mmとした。

モータの小型化はそのまま鏡胴の小型化やレイアウト上の自由度を大きくするため最も簡単な方法である。しかし、現在では小型のデジタルビデオカメラ用のレンズ駆動に用いられているφ 8mmのステッピングモータも開発当時は極一部の機種に使用されるにとどまっていた。

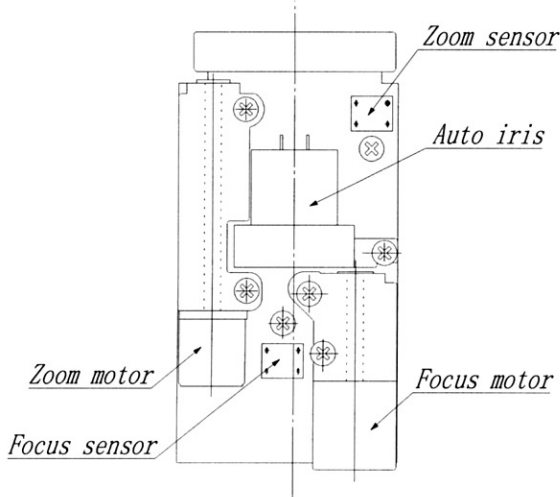


Fig.8 Rayout (Bottom view)

最大の理由はトルク不足である。Fig.9に当時主流で用いられていたφ10とφ8のトルク曲線を示す。

このため、各メーカーとも使用を躊躇していた状況であったが、コンパクト化にはどうしても必要と判断し、開発途中のメーカーも含め3社のメーカーとコンタクトをとりながら開発を進めた。

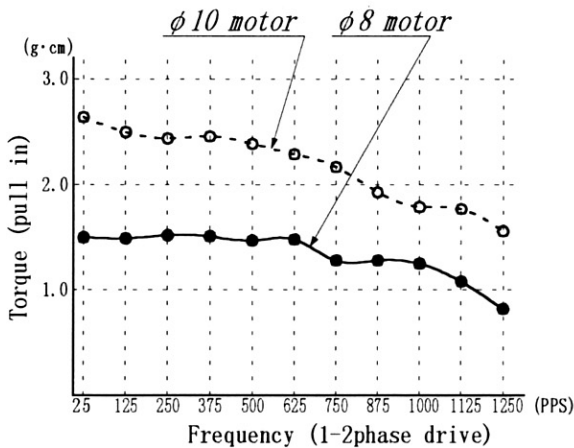


Fig.9 Torque curve of φ 8 and φ 10 motor

Fig.8に示すようにフォーカスモータはアイリスのメータと反対側に配置できる点と、ズームモータより高速回転を要求されるため、φ10モータを使用しズームモータのみをφ8mmとした。

もともとトルクが少ないために製品化にいたるまでに、

- モータの部品精度アップによる性能安定化
- 移動枠の摺動抵抗を減らすための潤滑材の適正化
- モータの回転運動を直新運動に変換させる連結部材でのトルクロスを下下のための材料検討と寸法の追い込み

により製品化が可能となった。

5 結果

Fig.10に最終的な大きさを示す。実際には細かい点で前述したような目標設定通りには行かない部分もあったが、当初の目標であった26.2mmに対し、上記の対策によって実際には25mm、高さ方向はアイリスの高さ寸法内の18.5mmにはぼ収めることが出来た。

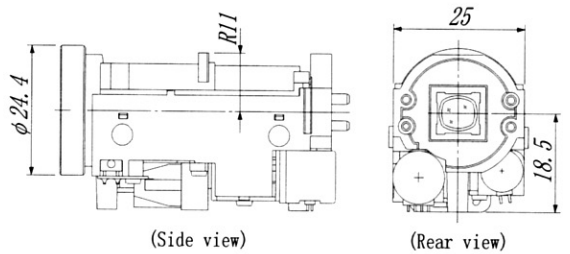


Fig.10 Outline drawing

6 まとめ

コンパクト化を目標に設計したK143であるが、その後の製品にもこの構造を採用しており、FEM解析により成形による変形を抑えた対策や、振動解析による低振動化の形状の採用などで、標準構造としての完成度は高まってきた。

ビデオカメラ用レンズユニットの大きさを決める要因はCCDのサイズやアクチュエータ類の大きさに依存する。これらは残念ながら我々の自由にならない。

コンパクト化への要求はさらに強くなるなかで、今後の取り組みとしては、更なるレイアウトの検討とともに、薄型の超音波モータをステッピングモータの代わりに利用したり、絞り機構の駆動用に用いたりする報告などもあり、新たな小型アクチュエータの検討も重要になってきている。

●参考文献

- 1) 井立清文他、Konica Tech. Rep.,7,(1994)
- 2) 江村哲二、Konica Tech.Rep.,10,(1997)
- 3) 島崎喜雄、江村哲二、堀越徹、特開平 7-066059