

# カメラの露出制御及び レンズ駆動制御

## Bifocal Mechanism Design in Cameras

山田 穰

澤村雅孝

深山憲二

星野 康

カメラ生産事業部設計グループ



MR70

MR70LX

### Abstract:

In designing the MR70 and MR70LX, it was realized that a bifocal camera must meet the demands of lens shutter camera users to take photographs of subjects in the close-up mode. It was further clear that such a camera must also be compact and easy to operate.

In the interest of compactness, a collapsible mount for the lens barrel, wherein the lens moves forward and backward in the camera body, was employed. This allowed a two-mode optical system to be incorporated in the lens barrel wherein the master lens group only is used in the wide angle mode, while in the telephoto mode, the master lens group moves forward, and the auxiliary lens group is positioned behind it. For ease of operation, a single control button is used to select between these modes.

To accommodate the demands of such a system, both the shutter mechanism and the lens drive mechanism are operated electrically and independently, and are located in the lens barrel. If a conventional mechanical system were employed, design would be impractically complex.

Further, an auto-focus system of higher accuracy is employed since the telephoto feature requires a system of higher accuracy than found in a single, wide-angle or standard lens camera.

This unique combination of developments has been incorporated in the Konica MR70 and MR70LX, discussed in this paper.

Yamada, Minoru

Sawamura, Masataka

Miyama, Kenji

Hoshino, Yasushi

Design Groupe

Camera Production Division

# 1

## まえがき

MR70は、当社にとって初の沈胴方式の2焦点カメラであり、MR70LXは、MR70を更に改良し、液晶表示等の機能を付加したカメラである。

この両カメラに用いられた電磁駆動シャッターとレンズ駆動機構、及び制御システムについて紹介する。

# 2

## 露出制御機構

### 2.1 電磁駆動シャッターの原理

MR70のシャッターとしては、カメラ本体側との機械的伝達手段を用いず、シャッター自体に駆動源を持ち、電氣的に作動するものが必要であった。

そこで、この条件を満たすものとして、電磁駆動シャ

ッターを採用することにした。

電磁駆動シャッターの原理図を図1に示す。

マグネットI、II間に発生する磁場内に配置された導線に電流を流すと、導線にFなる力（ローレンツ力）が発生する。Fは、磁束密度B、電流I、磁場内に位置する導線の長さ（有効長）Lに比例し、

$$F = B \cdot I \cdot L$$

で表される。この式より明らかなように、導線に流す電流Iの方向と電流量を変えることで、発生する力Fの方向と大きさを変えることができる。

この力Fを応用したシャッターが電磁駆動シャッターである。

### 2.2 機構及び作動

MR70のシャッター機構の分解図を図2に示す。電磁駆動機構部は①～⑪の部品で構成されている。前ヨーク①に希土類マグネット③が極性を交互に変えて吸着され、マ

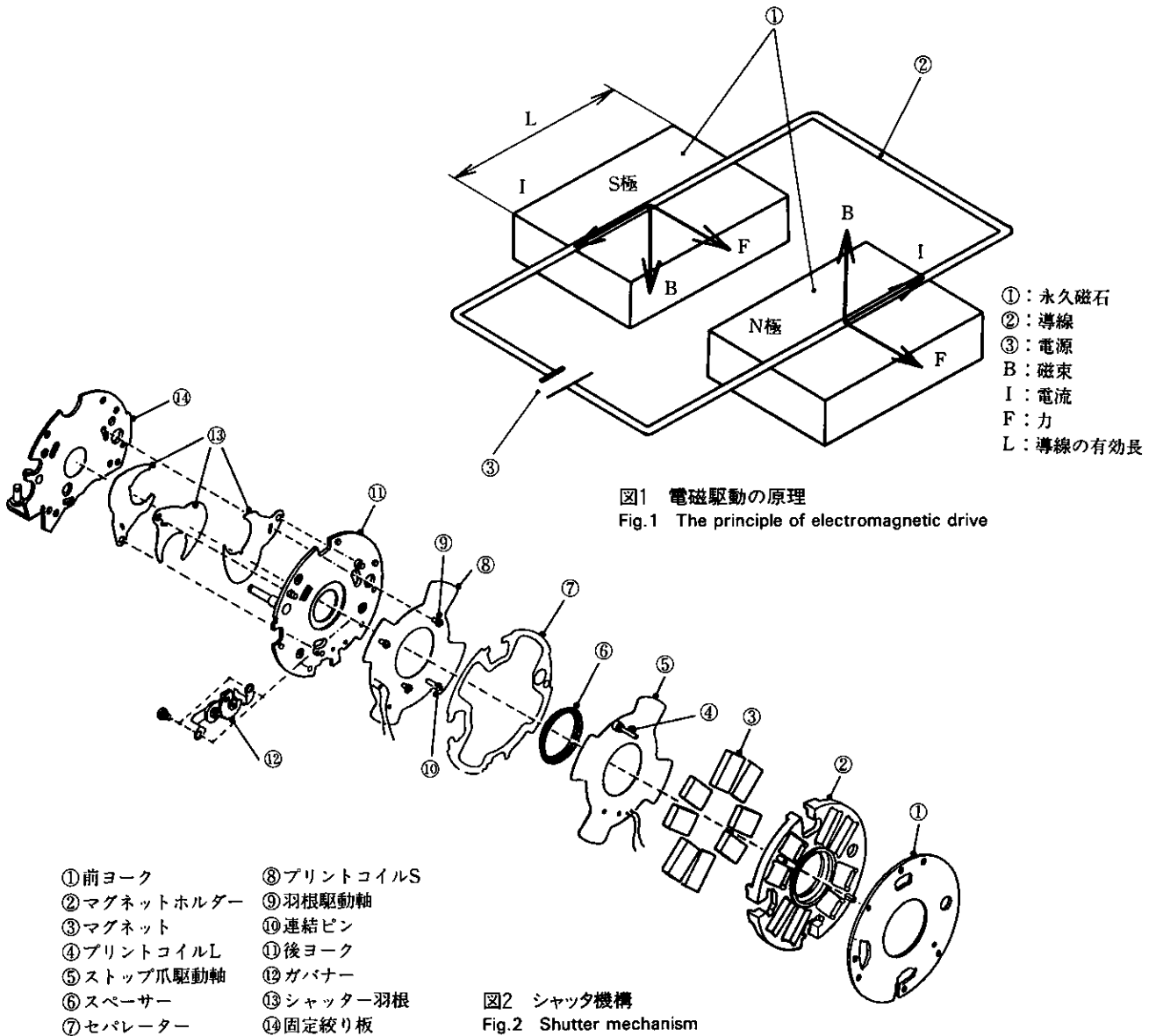


図1 電磁駆動の原理  
Fig.1 The principle of electromagnetic drive

図2 シャッター機構  
Fig.2 Shutter mechanism

グネットホルダー②、スパーサー⑥、セパレーター⑦を介して、後ヨーク⑪がマグネット③に吸引され、磁気回路を構成している。磁気回路内に、2枚のプリントコイル④⑧を所定角度回転可能に配置し、それぞれに2本ずつ、ポリウレタン被覆銅線（ウレタン線）を接続している。プリントコイルは、ベース厚約0.2mmのガラスエポキシ両面プリント基板で作成しており、線間隔0.1mm線幅0.42mmのパターンをコイル状にプリントしている。

(図3)

プリントコイルL④は、レンズ駆動機構のストップ爪駆動制御に用いられている。プリントコイルS⑧は、シャッタ羽根⑬と連結し、プリントコイルSの回転によりシャッタの開閉を行なう。

露出制御は、プリントコイルSへの通電時間を変えることにより行なう。通電時間は、被写体輝度とフィルム感度、及び撮影レンズの焦点距離(38—70mm)情報に基づき、また、ストロボ使用時は、更に撮影距離情報に基づいて、予めCPU内に記憶されたタイムテーブルから選択される。シャッタ開口方向への通電は、電源電圧変動の影響を受けないように、定電流回路で行ない、電流値を約280mAに保ち、ガバナーとの組合せで開口時間(開き始めから全開まで約18msec.)を一定となるようにしている。シャッタ閉じ作動は、逆方向の通電により行なっている。

### 2.3 露出制御プログラム及び調整方法

ISO100時のプログラム線図を図4に示す。AE連動範囲は、広角(WIDE)時EV 8~16、遠望(TELE)時EV 9.6~17である。

従来のバネチャージ式シャッタでは、開口時間の個体差が大きく、開口開始ポイントを電気信号として制御回路にフィードバックするために、トリガスイッチを必

要とし、微妙なスイッチタイミング調整を機械的に行っている。

電磁駆動シャッタは、繰返し作動が非常に安定しているため、従来のような微妙な調整を必要としない。図5に電磁駆動シャッタの開口波形を示す。プリントコイルに流す電流を調整することにより、開口波形は①~③のように、ほぼ平行移動する。この特徴を生かして、半固定抵抗による露光量調整方式を採用し、トリガスイッチを不用とした。調整方法は、ある輝度において、所定パルスをプリントコイルに与え、露光量が適正となるように、電流値を調整する。一定輝度で調整するだけで、開口波形が一率に定まり、他の輝度でも適正露出にすることができる。開口波形が一率に定まるため、広角側を基準に、フィルム感度と被写体輝度毎に適正露光を与えるシャッタ秒時を予め設定し、タイムテーブルとしてマイコンに記憶させておき、使用フィルム感度と被写体輝度がマイコンに入力されると、マイコンは、タイムテーブルよりシャッタ秒時を選択して露光を行う露出制御方式を採用した。

そこで、遠望時は、広角時との撮影レンズの開放F値変化分(F3.2→F5.8)をEV(露出値)換算して、その分、タイムテーブルをシフトして、前述同様の制御を行うよう

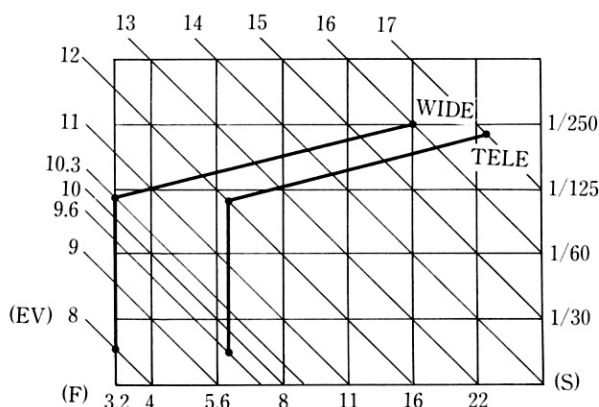


図4 露出プログラム  
Fig.4 Program chart of exposure control



図3 プリントコイル  
Fig.3 Printed coil

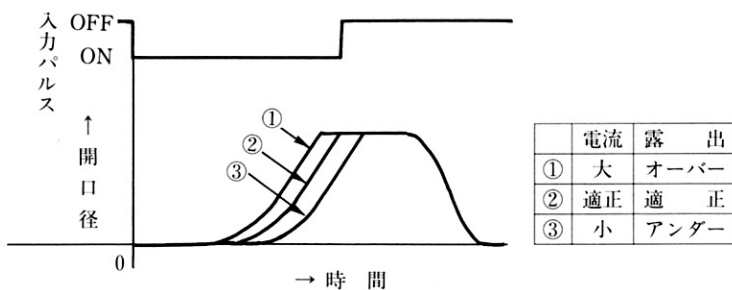


図5 シャッタ開口波形  
Fig.5 Shutter opening time and Aperture

にした。このため、露出制御範囲が拡大したにもかかわらず、マイコン内の記憶容量を増加させずに、一つのタイムテーブルだけで行うことができた。

電磁駆動シャッタの製品化は、当社では初めてのことであり、完成するまでには多くの困難な問題があった。例えば、電源である電池の電圧が低下した場合、特に電池の性能が劣化する低温下でも露出精度を保障するためには、定電流回路からの駆動電流を、できるだけ少なく設定しておく必要がある。この条件を満しながら電磁駆動力を最大にする磁気回路やコイルパターンの条件設定、あるいは、細密パターンで、かつ、歪が少なく慣性の小さいプリントコイルを作ることが重要な問題であった。そこで精密なプリントコイル作成技術や磁気回路作成技術等に関しては、高い技術を有する専門メーカーと技術協力を行い問題を解決していった。これが短期間で新規技術である電磁駆動シャッタをMR70に搭載できた大きな要因であったと考えられる。

## 3

### レンズ駆動機構

#### 3.1 機構の特徴

市場のレンズシャッタカメラにAF機構が組み込まれて久しいが、そのすべては外光式の三角測量方式が基本となっており、焦点合わせを数段のステップで行い、許容錯乱円と被写界深度を有効に使っている。

この許容錯乱円と被写界深度の関係は

$D_n$  ; 被写界深度近点

$D_f$  ; 被写界深度遠点

$D$  ; 被写体距離

$f$  ; 焦点距離

$d$  ; 許容錯乱円(0.03mm)

$F$  ; 絞り値

$$D_n = \frac{D \cdot f^2}{f^2 + D \cdot d \cdot F}$$

$$D_f = \frac{D \cdot f^2}{f^2 - D \cdot d \cdot F}$$

なる式で近似され、焦点が長く(長焦点)になればなる程、絞りを開けば開く程浅くなる。

例えば5mにある被写体に例をとってかんがえたと

従来のAFカメラでは $f=35\text{mm}$ 、 $F=2.8$ とすると

$D_n=3.72\text{m}$ 、 $D_f=7.61\text{m}$ となるのに対して

MR70の $f=70\text{mm}$ 、 $F=5.8$ では

$D_n=4.25\text{m}$ 、 $D_f=6.08\text{m}$ となり

近点側で53cm、遠点側で153cmも深度が浅くなる。

70mmのレンズを搭載したMR70では深度の浅い70mmを基準としたAF精度を保証することになり、広角側の撮影レンズしか備えていない従来のAFカメラでは、被写界深度が深く、撮影レンズの制御段数が8~9段でも充分であったものが、被写界深度が浅くなった分、13段と多くの制御段数を必要とし、且つ、前項の図4より明らか

なように、遠望時の絞り開放領域が広角時より広がるので、更に高い撮影レンズの停止位置精度が必要であった。レンズ制御段数と被写界深度の関係を図6と図7に示す。そして2焦点化故の機械的動力伝達の排除と、この13段制御を如何にして高速且つ、高精度に実現するかが、レンズ駆動機構のポイントとなった。

当社に於いては、MR70を企画する以前より電磁駆動その他による各種の機構を研究しており、それらの中から、高速性、精度、安定性、環境特性、対電源特性、消費電力、サイズ等の総合的比較により、以下に述べる機構を採用し、量産化するに至った。

#### 3.2 機構及び作動

MR70のレンズ駆動機構の分解図を図8に示す。

先に述べた機械的動力伝達の排除を更に一步進め、MR70に於てはバネチャージをも行わない方式を採っており、以下、図に従いその機構、作動を解説する。

主レンズ⑭はレンズホルダー⑬に、ねじ込み固定され、レンズホルダーの3本のピンはレンズカム⑦のカム部に、

f=35mm F2.8の深度表

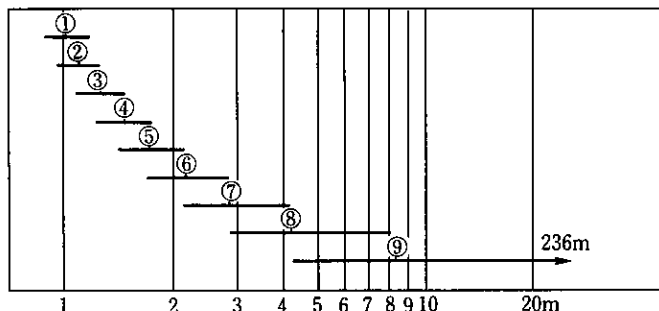


図6 レンズ制御段数と被写界深度 (従来の単焦点カメラ)  
Fig.6 Lens control steps and depth of field (old camera)

f=70mm F5.8の深度表

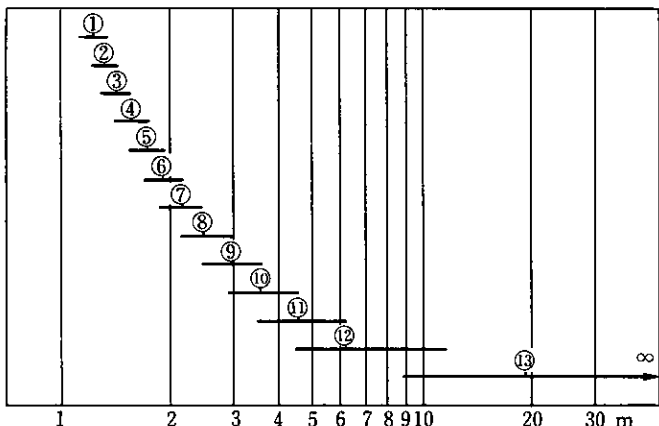


図7 レンズ制御段数と被写界深度 (MR70)  
Fig.7 Lens control steps and depth of field (MR70)

夫々挿入された上、F地板⑮の三方の直進ガイドにより光軸方向の移動を可能としている。レンズカムが、F地板の回りを回転し、そのカム面により、レンズホルダーは光軸方向に直進運動を行う。ピントカム⑧は、レンズカム回りに挿入されており、LDバネがレンズカムのV溝Aに落ち込んでいる為、レンズカムと一体的に回転する。LDモーター④の回転は、M歯車⑤からレンズ駆動歯車⑥を経て、レンズカムのギヤへ伝達され、レンズカムの回転、即ち、レンズの直進運動に置き換えられる

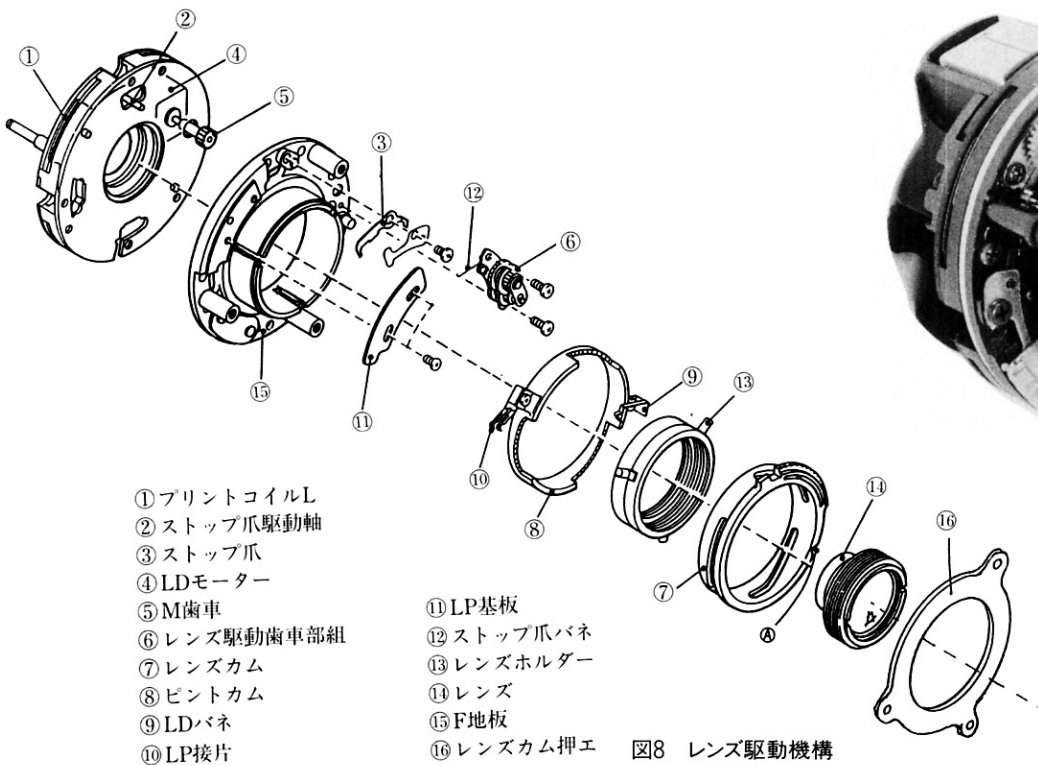
カメラの作動に従って、機構の動きを説明しよう。測距回路により、AF段歯が決定された後、プリントコイルL①に通電が行われプリントコイルLと一体のストップ爪駆動軸②は右回転し、ストップ爪③は右旋され、ピントカムの係止を解く。続いて、LDモーターが通電される事により、レンズカムがピントカムと一体的に右回転し、レンズを操り入れて行く。ピントカム上のLP接片⑩と、LP基板⑪によるピントカム位置の信号が、所定のAF段歯に達すると、プリントコイルLには先とは逆の通電が行われ、ストップ爪駆動軸が左旋し、ストップ爪がピントカムに設けられた段歯爪（13段あり。図示せず）の、所定位置に飛込み、ピントカムの右旋を阻止する。この段階でもLDモーターは回転を続け、従って、レンズカムは回転を続けることとなり、固定されたピントカム上のLDバネはたわみ、レンズカム上のV溝との係合が外れる。レンズカムの右旋によりレンズカムホルダーは、更に繰り入れられ、遂には、そのピンがピントカムの13段有るピント面の1つに当接、密着固定されることとなり、その後、

LDモーターへの通電が遮断され、段歯決定に至るレンズ駆動の作動が終了し、露出作動に至る。

露出作動後には主に、上述と逆順序、逆作動を行って初期位置に戻り、次回の撮影準備態勢となり、全作動を終わる。

レンズ駆動機構の目的は、正確に定められた段歯に停止させ、確実に撮影レンズを固定することにより、高精度なピントを得ることにある。確実に固定する方法として、13段の段差を有する段階上のピントカムに、レンズカムを介して撮影レンズを押し付けるようにし、段歯の停止は、モータの電源変動による速度変化に対応して、ストップ爪駆動用のプリントコイルの電流も変化させると共に、上記速度変化を考慮したLP基板によるフィードバック信号出力タイミングを設定し、正確な段歯停止精度を実現した。この結果、従来のAF段歯精度が、基準位置以外の部分で、被写界深度が深くカメラとして問題はないが±1段のズレを生じることがあったがMR70では、全段歯とも±0段に停止させることが出来た。勿論、本機構設計するに当たり、-20℃～60℃にわたる環境試験、電圧変動試験、姿勢差試験等を行い決定したことは言うまでもなく、量産工程に於ても十分に管理されている。しかも万全を期するため、基準作動状態に於て作動時間120ms以下とする厳しい速度管理を初めて導入した。なお、本機構は、電磁駆動との連動により達成できたものであり、同時に沈胴する鏡胴内に収納できる電磁制御ユニットとして完成したことを付加しておく。

図9に電磁制御ユニットを示す。



- ① プリントコイルL
- ② ストップ爪駆動軸
- ③ ストップ爪
- ④ LDモーター
- ⑤ M歯車
- ⑥ レンズ駆動歯車部組
- ⑦ レンズカム
- ⑧ ピントカム
- ⑨ LDバネ
- ⑩ LP接片

- ⑪ LP基板
- ⑫ ストップ爪バネ
- ⑬ レンズホルダー
- ⑭ レンズ
- ⑮ F地板
- ⑯ レンズカム押エ

図8 レンズ駆動機構  
Fig.8 Lens driving mechanism

図9 電磁制御ユニット  
Fig.9 Electromagnetic control unit

# 4

## 制御システム

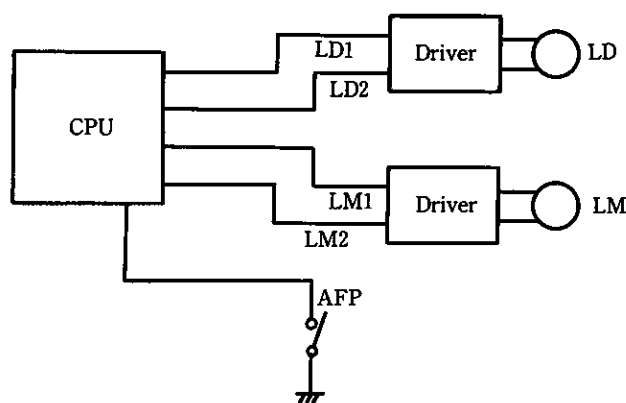
### 4.1 レンズ駆動制御

#### (a) レンズ駆動制御の特徴

レンズ駆動機構が全て電子化されているために、未通電時、振動衝撃等でプリントコイルが不用意に作動したり、レンズの初期位置復帰作動で、機構の微妙な円滑性のバラツキにより慣性力が変化し、初期位置でバウンドし、モーターへの通電遮断時、初期位置に正確に停止していないことがあった。そこで、いずれも作動前に確認の目的で初期位置復帰方向に通電するバウンド防止制御を行っている。このため撮影時は、必ず正確な初期位置から作動を開始でき、誤作動の防止とAF精度確保に大きく寄与したと思う。

#### (b) 電気回路ブロック

レンズ駆動回路のブロック図を図10に示す。



CPU : CMOS 4bit マイコン  
 LD : レンズ制御用プリントコイル  
 LM : レンズ駆動用モーター  
 AFP : パルスパターンスイッチ

図10 レンズ駆動回路  
 Fig.10 Lens driving circuit

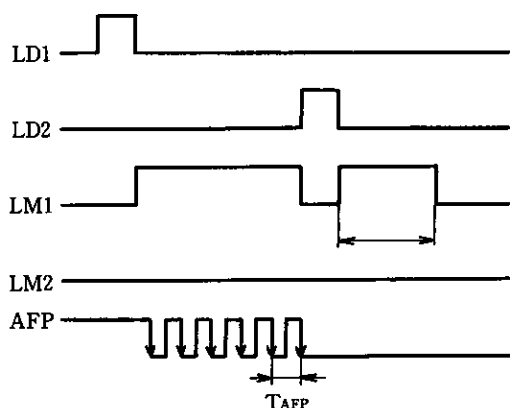


図11 レンズ駆動のタイミングチャート(6段制御時)  
 Fig.11 Timing chart of lens drive (at 6 steps)

LDモーター、プリントコイルL共に、正・逆転の制御が必要であり、ステッピングモーター駆動用に開発されたコンプリメンタリードライバーICを共に使用している。制御用CPUは1チップ4bit CMOSマイコンを使用している。

#### (c) 制御シーケンス

レンズ駆動のタイミングチャートを図11に示す。プリントコイルLを逆方向(LD1 ON)に駆動することにより、レンズカム係止を解除し、レンズ駆動制御を開始する(LM1 ON)。これにより、レンズカム位置に対応したAFP出力が変化し、測距演算により算出された、制御すべきAF段歯とAFPパルス数が一致したところで、プリントコイルを正方向(LD2 ON)に駆動し、ピントカムを係止させ、レンズ繰出しを行ない(LM1 ON)、レンズ制御シーケンスは終了する。レンズをピントカムに密着固定するための押付け時間Tは、低温下で、電源電圧が低い時、最も長く(MAX145ms)必要であるが、これを一律に設定すると、他の条件下では不必要に長い時間を設定したことになり速写性を損う。そこで、レンズ走行時間(T<sub>AFP</sub>に代表される)と、制御すべきAF段歯により、その都度、演算して最適な押付け時間を決定している。

### 4.2 露出制御

カメラにおける露出制御は、測光、シャッター制御、ストロボ制御の3つに分けられるが、本稿では、シャッター制御を中心に説明を進める。

#### (a) シャッター制御の特徴

従来のバネチャージを駆動源として、シャッターの開閉を行うものは、開口状態のフィードバック機能を有している。本方式は、プリントコイル駆動により、シャッター開閉を行うノン・フィードバック電子制御方式を採用している。ノン・フィードバック方式であるため、未露光撮影を回避する必要があり、電力供給ラインであるシャッター用の、ウレタン線切れ検知を露出制御に先立って行っている。

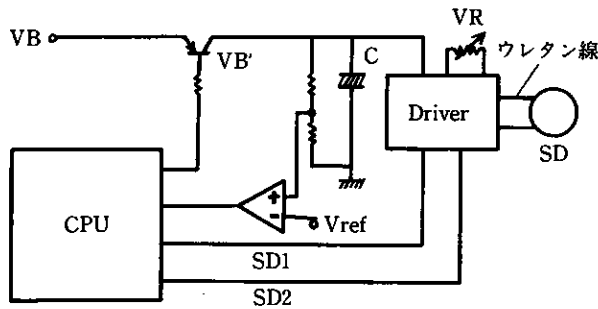
#### (b) 電気回路ブロック図

シャッター駆動回路のブロック図を図12に示す。ノン・フィードバック制御を達成するためには、シャッターの開口特性が管理されなければならない。そのため、シャッタードライバーとして用いられているドライバーは、テープレコーダーのドライバーとして開発された定電流ドライブ可能な、コンプリメンタリードライバーである。ドライブ定電流はVRにより調整可能で、シャッターの開口特性はVR調整により、管理している。

#### (c) 制御シーケンス

シャッター駆動タイミングチャートを図13に、ウレタン線切れ検知タイミングチャートを図14に示す。

先に、ウレタン線切れ検知についての説明する。カメ



SD : シャッター用プリントコイル  
 VB : シャッター用電源  
 PHS : シャッター用電源制御信号  
 VR : シャッター用電流調整(半固定抵抗)  
 C : ウレタン線切れ検知用  
 Vref : 基準電圧

図12 シャッター駆動回路  
 Fig.12 Shutter driving circuit

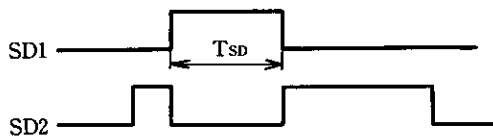


図13 シャッター駆動のタイミングチャート  
 Fig.13 Timing chart of shutter drive

ラのシーケンス上、シャッター用のウレタン線切れが検知されると、レリーズロックし、未露光撮影を事前に防止している。シャッタードライバーはPHSにより、制御される2次電源VB'によって駆動される。線切れ検知は、この2次電源をキャパシターCにチャージさせた後 (PHSON)、電源の供給を断ち (PHSOFF)、キャパシターCの電荷のみでシャッター閉駆動 (SD2 ON) をさせ、VB'の放電電圧で評価するものである。タイミングチャート (図12) では、VB'の実線が正常であり、破線がウレタン線切れ状態を示している。シャッター制御は、シャッター羽根の初期状態を安定させるため、まず、閉じ方向制御 (SD2 ON) を行い、シャッター開制御 (SD1) に移行する。この開口時間 $T_{SD}$ は、測光結果、ISO条件、レンズのT-W条件により決定される。その後、閉じ動作を行うが、シャッター羽根のバウンド防止を考慮して、通電時間を長めに設定している。

#### 4.3 MR70とMR70LXとの相違点

MR70LXには、A/D変換器内蔵のCMOS 4 bitマイコンを採用し、A/D変換器を活用した上で、いくつかの制御の改善を行っている。

##### (a) レンズ制御

電源電圧が高い場合に、レンズ戻し制御を行うと、ス

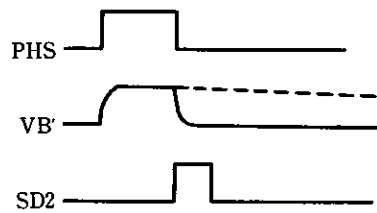


図14 ウレタン線切れ検知のタイミングチャート  
 Fig.14 Timing chart of lead wire cut-off detection

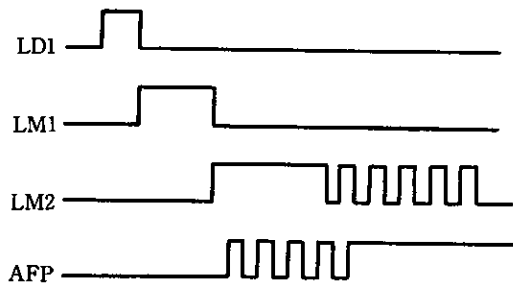


図15 レンズ戻し制御のタイミングチャート  
 Fig.15 Timing chart of lens returning control

トップ位置で、ギヤが喰い付くという問題が、MR70の検討段階で発生した。ギヤ列の位置精度を向上させることにより解決したが、MR70LXに於ては、更に、レンズ戻し制御も改善している。MR70では、コンパレータにより、バッテリーチェック(B・C)判定していたため、電源電圧の細かい計測は不可能であったが、MR70LXでは、8 bitの分解能で電源電圧を計測可能なシステムとなっている。そこで、B・Cレベル (2.4V) とは別に、ギヤ喰い付きレベル (2.8V) を設定し、電源電圧が、これを越えている時は、タイミングチャート (図15) に示すように、モーターの逆回転制御 (LM2 ON) をパルス化し、実効トルクを低減させ、ギヤ喰い付き防止を行っている。

##### (b) シャッター制御

シャッター開口速度の定速化と、開口時間制御を容易にするために、MR70では、機械式ガバナーを使用している。MR70LXでは、電子制御式ガバナー (パルス駆動) により実現し、大幅なコスト低減を実現した。また、閉じ方向をバネのみにより駆動し、ドライバーも一方向、定電流ドライバーにし、回路系のコスト低減も合わせて行っている。電子制御ガバナーの、パルスパターン列は、MR70の開口特性を目標に、シュミレーションを重ねて決定したものである。

電子制御式ガバナーによる、シャッター開口波形の変化を

図16に示す。図17は、機械及び、電子ガバナーを用いない時の、シャッタ開口波形を示している。ガバナー効果により、開口時間が安定して、伸びていることがわかる。制御信号が直流のものに比べ、パルス化したものは、開放までの開口時間がほぼ倍となり、電子ガバナー効果は明白である。

#### 4.4 調整システム

##### (a) AF調整

MR70に用いられている測距方式では、被写体距離と測距出力の関係は、簡単な一次式で示すことができる。

$$V_{xm} = K \cdot 1/R + B \pm \Delta V_{xm}$$

$V_{xm}$  : 測距出力 (v)

$\Delta V_{xm}$  :  $V_{xm}$  のバラツキ

R : 被写体距離 (m)

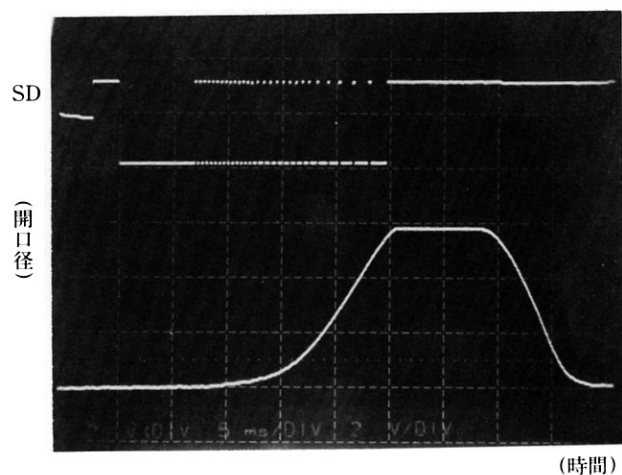


図16 シャッタ開口波形(電子制御式ガバナー)  
Fig. 16 Shutter opening time and Aperture  
(With electric governor)

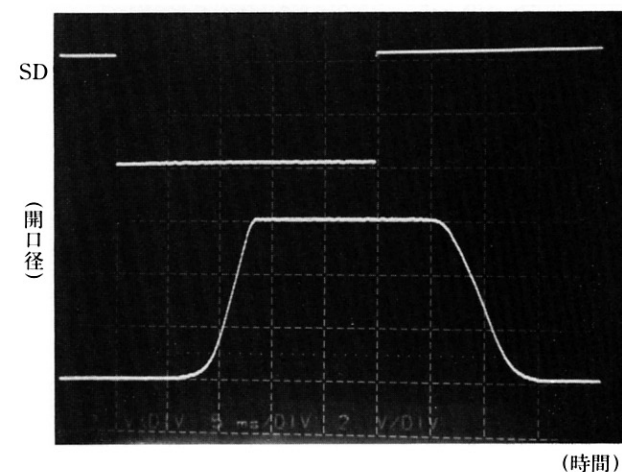


図17 シャッタ開口波形(ガバナーなし)  
Fig. 17 Shutter opening time and aperture  
(Without governor)

K : 傾き係数

B : バイアス

$\Delta V_{xm}$ は、投・受光素子や測距光学系、あるいは測距回路等の各要素の精度バラツキにより生じるものであり、KとBは、上記各要素が組合わされた時の誤差の積重ね等により変動するものである。

2焦点カメラにおいては前述のように、T側での被写界深度がW側に比べ極端に浅くなり図18に示すように測距出力の分解能もW側のほぼ倍の精度が必要となったので、まず各要素の見直しを行い、T側でも充分満足のいく $\Delta V_{xm}$ の低減を達成した。しかし、KとBについては、現状では調整により解決するしかなく、一度測距を行い、得られた $V_{xm}$ データを計算して補正量を求め、調整距離位置で基準出力直線に一致するように調整を行っている。(図19)従来のW系単焦点カメラでは、被写界深度が深いため、

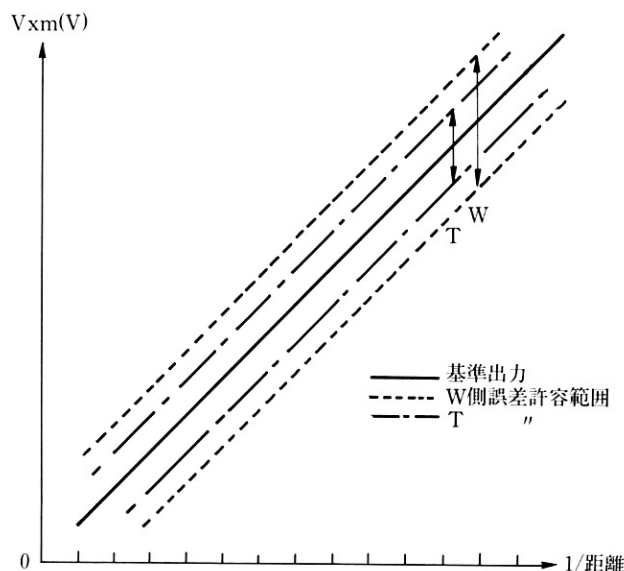


図18 測距出力と誤差許容範囲  
Fig. 18 Distance measuring output and permissible limits

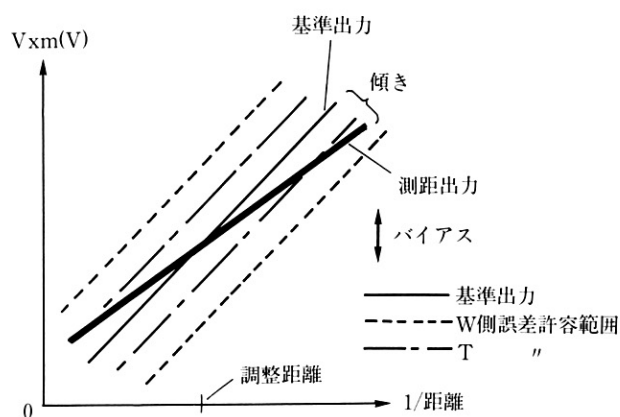


図19 AF調整  
Fig. 19 AF adjustment



バイアス調整のみで性能が保証できていたが、上記の理由で、MR70においては、傾き調整の必要が生じた。この調整作業は、多大な工数を必要とするもので、すくなくとも二つの距離での $V_{xm}$ データが必要なため、カメラをセットし、チャート切換、測距、計算、半固定抵抗の回転、確認といった作業を繰り返すことになる。そこで、工程内にパソコン制御による自動測距・調整方向指示システムを導入した。手順を図20に示す。このシステムの導入により、調整工数の増加を食い止めることが出来た。同じように、手作業により調整の際に生じる作業者の熟練度と精度のバラツキといった問題も解決でき、高精度なAFを達成することが出来た。

#### (b) 露出調整

露出制御機構の項で詳述しているのので、ここでは割愛する。

このように、シャッターやレンズ駆動機構を総て、電気的に駆動・制御すること、及び、撮影レンズの焦点距離が、T-Wと変化すること等により、制御シーケンスは極めて複雑となったが、特に、高精度を要求される、シャッター制御及び、レンズ制御では、あらゆる環境（ $-20^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ ）、電源条件（ $2.4\text{V}\sim3.2\text{V}$ ）において、ドライブ能力を満足させることが、非常に困難であった。ドライバーの仕様、選定もさることながら、場合によっては、前述したように、条件により、制御を変化させる方法も採用している。

## 5

## むすび

開発競争が激化する中で、ますます高精度が要求され複雑化するカメラに、今後とも技術的に対処していくためには、シャッターやレンズ駆動等の主要機構部は、できる限り簡略化し、他機種との共通化を計る一方、制御は総てマイコン化し、マイコン・ソフトで差別化を計ることが必要になるであろう。

更に、カメラの量産性向上、品質確保のために、カメラ自身が、機能・性能をセルフ・チェックできるマイコン・ソフトの導入も必要と考えている。

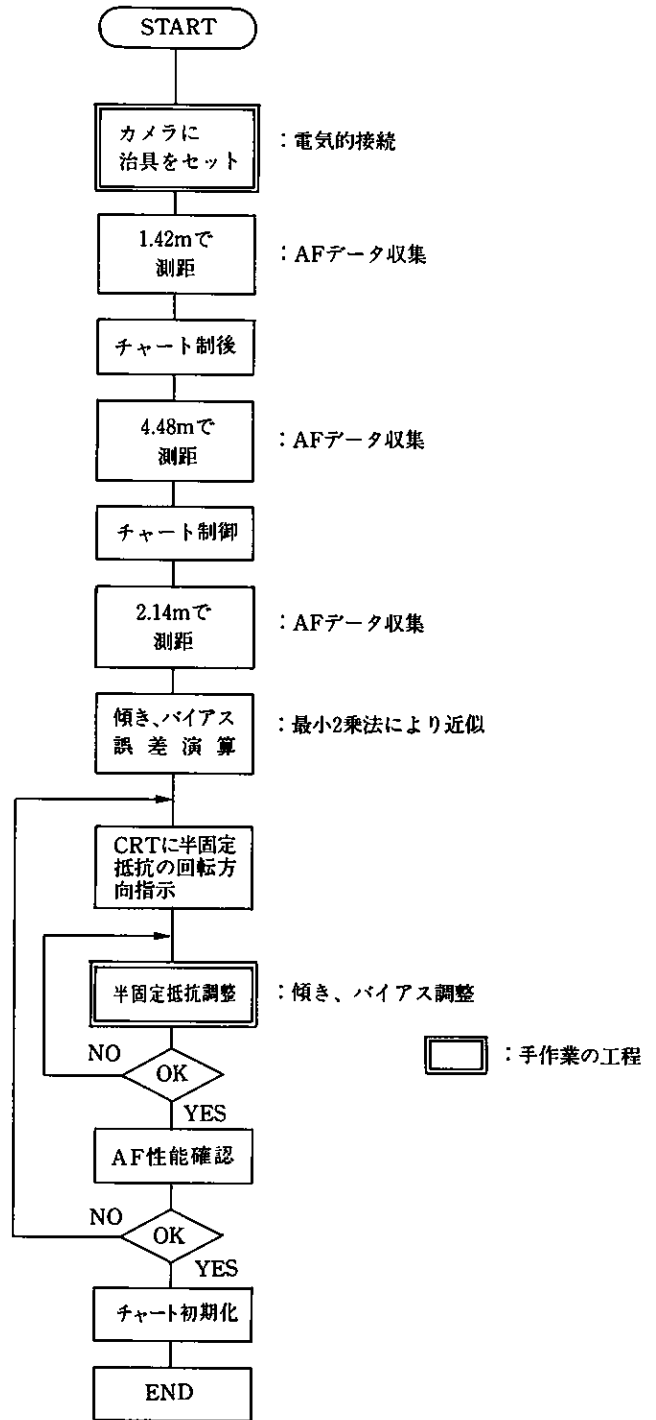


図20 AF調整フローチャート  
Fig.20 Flow chart of AF adjustment