

MRC (フィルム途中交換) 技術の開発

佐々木 弥*

Development of the MRC (Mid-Roll Change) Technology

Wataru SASAKI*

Abstract

The “mid-roll change” (MRC) function is one of the technologies that has been proposed for the APS (Advanced Photo System). The MRC technology involves the reproduction of a magnetic track on the margin of a frame to determine whether or not that frame has been exposed. That is, if there is a recording on that track, then that frame has been exposed; if there is no such recording, then that frame has not been exposed. With MRC, it is now possible to change film before the entire roll has been exposed. When reusing a partially finished roll, the film can be used starting from the first non-exposed frame. This report discusses two important aspects of cameras that incorporate the MRC function: their compactness, and their low cost.

1. はじめに

『写真をもっと簡単、便利に、楽しく』, するようにアドバンスト・フォト・システムIX240 (以下, APSとする) は開発された。フィルム途中交換 (MRC: Mid-Roll Change) 機能はこのAPSにて提案された機能の一つで、フィルムに記録された磁気信号を基に撮影済みのコマを判断し、撮影途中のフィルムを未撮影コマの先頭にセットするものである。このような動作が行えることにより、

異なる種類のフィルムを用途別に使い分けができる。

(例: 高感度 低感度, ネガフィルム リバーサルフィルム)

撮影者別のカートリッジを設定できる。

(例: 父親用 娘用)

テーマ別のカートリッジを設けることができる。

(例: 花撮影用 人物記念撮影用)

など、その他、アイデア一つでこれまでに行えなかったフィルムの使い分けが可能となる。

光学機器事業部にて、『APSに関するユーザー調査』としてMRC機能についてアンケートを行ったところ、『個人用と仕事用に分けられるのが便利』という回答が多く見られ、『少々の価格差であるならば、付いているカメラを選ぶ』との意見が得られた。しかし、これはあくまで、MRC機能を付加することでカメラ形状が著しく大型化することがないことが前提となる。今日、発売されているMRC機能付きカメラは、一眼レフカメラおよび4倍ズームコンパクトカメラの大型のもので、どの機種も『小型』、『廉価』なMRCを実現できていない。これは、どの機種もラボ機器と類似した磁気読み取り性能を考慮し、磁気記録信号を再生することで撮影済みかを判断しているためである。ここでは、これらのカメラとは異なり、磁気再生信号出力レベルの変移から、撮影済みコマを判断することによって『小型』、『廉価』なMRC機能が実現できる技術について報告する。



Fig. 1 EPION400Z MRC

本誌投稿論文 (投稿1997年9月1日)

* 富士写真フイルム (株) 光学機器事業部開発部

〒351-8585 埼玉県朝霞市泉水3-13-45

* Product Planning & Development Dept.

Optical Products Division

Fuji Photo Film Co., Ltd.

Asaka-shi, Saitama 351-8585, Japan

2. MRC技術とその特徴

2.1 MRCの制御

MRC機能は、先にも触れたが、Fig. 2の概略フローチャートに表されるように、撮影途中で取り出されたカートリッジが装填された時、カメラ情報を磁気記録するエリア (Fig. 3参照) の磁気信号を基に、撮影済みコマを判断、未撮影コマの先頭にセットするものである。

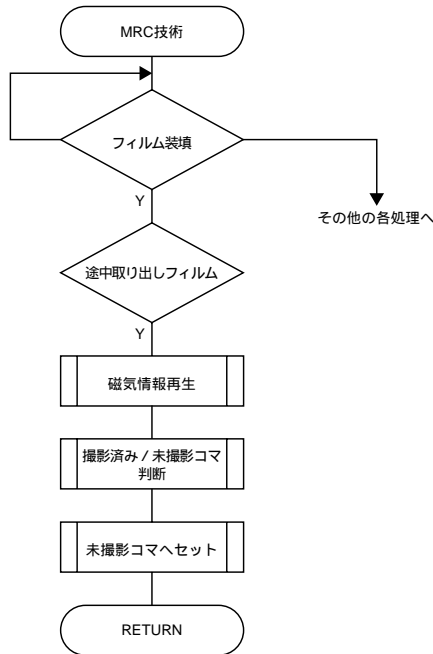


Fig. 2 MRC function flowchart

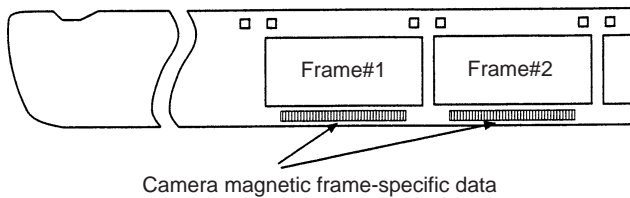


Fig. 3 Magnetic tracks on the filmstrip

この時、途中取り出し経験のあるカートリッジの装填か否かは、カートリッジ底部にあるデータディスクを二重露光防止機能 (DEP: Double Exposure Prevention) にて読み込むことで判断する。また、撮影済みコマか、未撮影コマかの判断は、一般的には記録されている情報量 (信号ビット数) がある範囲以内であるならば撮影済みコマ、それ以下であるならば未撮影コマと判断するよう行われる。当社開発の方法ではこの判断基準を情報量にて行わず、磁気再生出力レベルが磁気記録されているコマ (撮影済みコマ) と未記録コマ (未撮影コマ) とで異なることに着目し、その変移より撮影済みコマの判断を行っている。Fig. 4は撮影済み/未撮影コマ判断の処理を表したフローチャートである。処理は最初にノイズレベルを測定し、その出力レベルと対象フレームの中心付近を再生した時の出力レベルを比較

して、その出力レベルに差がある時は撮影済みコマ、差が少ない時は未撮影コマと判断するようにしている。このように判断した結果、撮影済みコマである場合は次コマをさらに判断しに行き、未撮影コマである場合はそのコマが撮影可能状態となるようにフィルムをセットする。

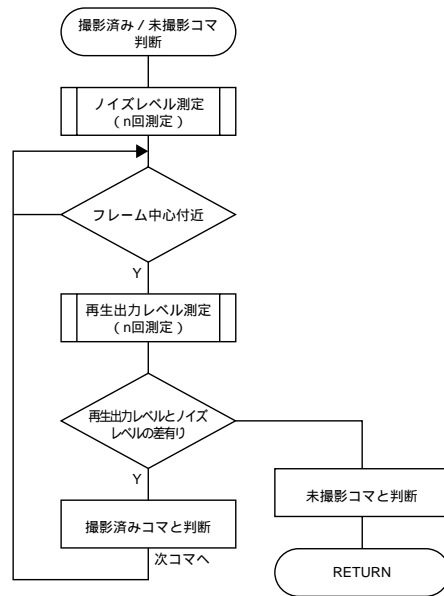


Fig. 4 Judgement "EXPOSED" flowchart

2.2 MRC機能付きカメラの各部とその特徴

Fig. 5にMRC機能に関するカメラの各部を示す。MRCはカートリッジの使用状態を判断する二重露光防止機能 (Double Exposure Prevention), 再生時およびフィルムセット時にフィルムを給送するフィルム駆動機能 (Motor/Driver/Transmission Mechanism), 再生位置を検出するフィルム位置検出機能 (PF Sensor), 磁気信号を再生する磁気再生ヘッド (Magnetic Head), フィルムと再生ヘッドが間隙無く接触させるためのヘッド対向機構 (Pad), 再生ヘッドの出力を増幅し、その出力レベルを検出できるようにする処理回路 (Circuit), 出力レベル値を検出し、信号の有無を判断するマイクロコンピュータ (Micro Computer) によって構成される。信号の流れと

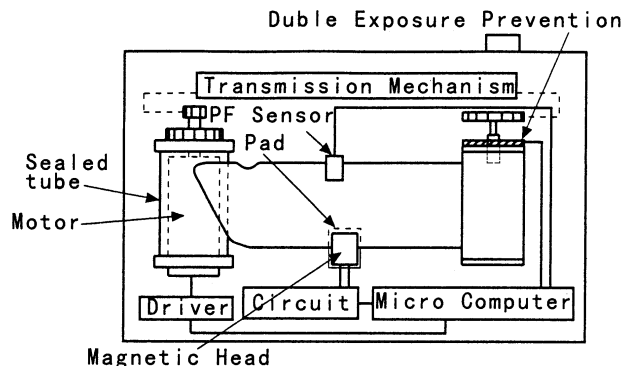


Fig. 5 The camera with MRC function

しては、フィルムに記録されている信号をフィルム給送することで再生ヘッドにて読み込み、その信号を処理回路にてマイクロコンピュータで検知できる状態とし、マイクロコンピュータにて処理を行うというものになる。以下、MRCの主な機構について述べる。

2.2.1 処理回路

Fig. 6は処理回路のブロック図である。処理回路は4次のバンドパスフィルタと3段の増幅回路 (Amp : Amplifier)、平滑回路 (Smoothing Circuit)、および平滑処理後に設けた高域遮断フィルタ (LPF : Low Pass Filter) によって構成される。4次のバンドパスフィルタは、カメラのフィルム給送速度 (V) および信号の記録密度 (BD) より再生信号周期 ($f=V \cdot BD$) を求め、カットオフ周期を設定している。また、3段の増幅回路は各種磁気再生時の損失、フィルム種類による再生時の出力レベル差、フィルム給送速度変動、ヘッド个体差などによって生じる8倍以上のレンジを持つ磁気再生ヘッド出力に対応し、かつ、低コスト、小型化を実現できるように、最小値を取る場合でも認識可能なS/Nを確保できる増幅率に設定している。この時、ラボ機器のようにAGC (Auto Gain Control) 機構を使用しない理由は、AGC機構の付加はコストアップにつながる上に、小型カメラを考慮した場合、充分な実装領域が確保できないことが考えられるためである。また、最大値をとる場合を考慮していないのは、最小値を取る時、認識可能なS/Nを確保できるのならば、最大値を取る場合は十分に判断できるためである。

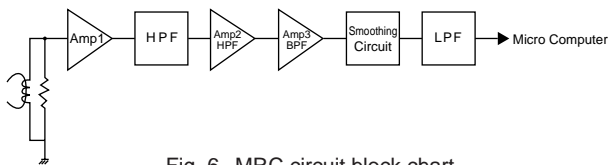


Fig. 6 MRC circuit block chart

増幅回路後に設けられている平滑回路+高域遮断フィルタは増幅回路出力信号のエンベロープをとることで、各種磁気再生時の損失およびフィルム給送速度変動による増幅回路出力信号のレベル変化を極力抑えると共に、次のマイクロコンピュータにてその出力信号レベルを検出できるようにしている。

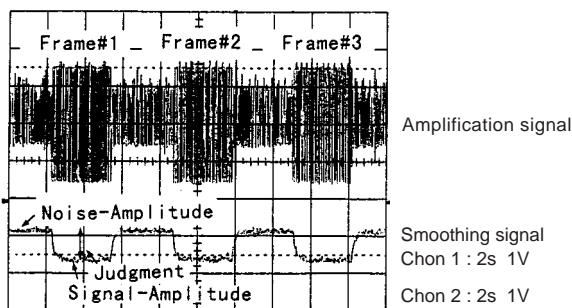


Fig. 7 Signal waveform

Fig. 7に処理回路出力信号波形の一例を示す。図は上段に増幅回路出力信号を、下段に平滑回路+高域遮断フィルタの出力信号 (再生信号) を表しており、この一例では磁気記録信号が存在する場合、再生信号の出力レベルは下がるよう設定してある。前述したように、図より、ノイズレベル (Noise-Amplitude) と再生信号出力レベル (Signal-Amplitude) に差がある場合は磁気記録信号有り、そうでない場合は信号無しという判断ができることがわかる。

2.2.2 磁気再生ヘッド

Table 1に、これまでのMRC付きカメラに搭載されていたヘッドと当社開発のヘッドとの仕様を、Fig. 8にそれらのヘッドの写真 (上段:当社開発ヘッド、下段:これまでのヘッド) を示す。表より明らかであるが、当社開発ヘッドはこれまでのものに比べてトラック数の違いを差し引いても大幅な小型化を実現している。これは、これまでのMRCヘッドはラボ機器に設けられた再生ヘッドを基とし、当社開発ヘッドがAPSカメラ用記録専用ヘッドを再生可能とすることに重点をおいているため、以下の点について大きく仕様が異なる。

再生ヘッドのターン数を大幅に減らしている。1つのコアに対して1つのコイルを巻いた、APSカメラ用記録専用ヘッドと同様の形状としている。はコイルスペースの削減、およびコアの小型化を可能とし、はヘッド端子の削減を可能としている。ヘッド端子の少本数化はヘッド背面ではなく、側面への端子配置を可能とし、ヘッドの大幅な薄型化につながる (従来ヘッドは端子長を含む厚みを要していた)。

Table 1 MRC Heads Specifications

	Conventional MRC Head	New MRC Head
Size (main body)	11.4 × 7.9 × 5.5	5.9 × 4.5 × 2.7
Type	Write/Read 2 track head	Write/Read 1 track head
Track 1	2000 + 200 Tum (2 coil/1 core) 1.0 mm wide	300 Tum (1 coil/1 core) 1.2 mm wide
Track 2	200 Tum (1 coil/1 core) 0.85 mm wide	nothing
Terminal	6 (Tr1write+/-, read+/- Tr2+/-)	3 (+/- Earth)



Fig. 8 MRC heads

一般的なカメラにおいてはヘッドの位置する圧板背面にスペースは存在しない。小型化による薄型化の効果は大きいと思われる。さらに、 θ によって、これまでMRCヘッドにおける欠点であった、記録時にトランス効果で再生ヘッド端子間に高電圧が生じ ($V_R=V_W * LR/LW$ V_R :再生ヘッド端子間電圧, V_W :記録ヘッド端子間電圧, LR :再生ヘッドコイルターン数, LW :記録ヘッドコイルターン数), 再生系の回路に保護回路を要していたものを無くすることが可能となる。また、これまで汎用ヘッドであった記録専用ヘッドの部材やヘッド取り付け設備を流用でき、ヘッドコスト, 設備投資費を大幅に抑えられる。ここで問題となるのは、比較的低いインピーダンスで低電圧まで記録可能としたい記録ヘッドと、多ターン数にし高い再生感度を得たい再生ヘッドを、1つのコイルにて実現するのに矛盾が生じることである(多ターン数, 低いインピーダンスヘッドはコイルの線径が太くなるためにヘッドが大型化してしまう)。これは、 θ に記した大幅ターン数減での再生を可能とすることで解決できる。

一方、 θ による問題点は再生感度の低下であり、ターン数の比だけ再生感度は落ちてしまう。本MRCでは、再生感度の低下に次のようなことで対応している。

- ・先に記述した処理回路構成とすることで、磁気信号の有無のみを判断する(信号波形の鈍り、および高周波でのノイズが信号認識に寄与しにくい)。
- ・ヘッドのトラック幅を従来ヘッドより広幅とする(再生感度を高める)。

における懸念点はアジマス損失である。アジマス損失はトラック幅が広がるほど損失量が大きくなる。

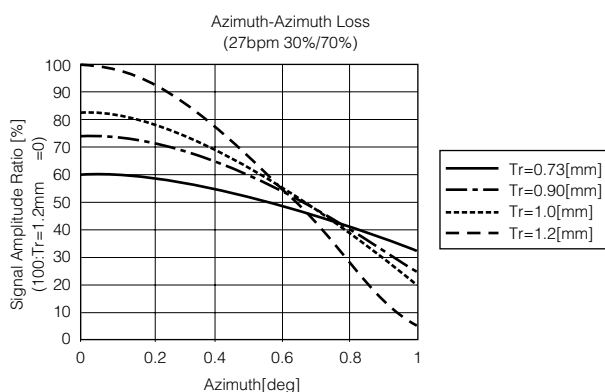


Fig. 9 Azimuth-Azimuth loss

これについての見解を述べる。これまで発売されているカメラは、記録密度の設計値を20~27 [bpm]に取っているものがほとんどである。この記録密度においてのアジマス損失を求めたものをFig. 9に示す。図より、27 [bpm] 30% / 70%の記録周波数においては相対アジマスを0.6 [deg] 以下に抑えることができるならば、広幅(1.2 [mm]) のトラック幅が最も再生感度が高いことが言える。ラボ機器とは異なり、MRC機構は処理回路

で平滑回路+高域遮断フィルタの構成をもって、磁気信号をビット単位で処理せず、1コマ単位で処理している。ジッターまで考慮し、単位ビットあたりの最高記録密度まで対応しなくとも、1コマ単位での平均記録密度が対応できればよい。ため、これまでのカメラにおいて記録された磁気情報を再生するにあたって、広幅トラックは高再生感度を得るのに有効であることが言える。

このように、APSカメラ用記録専用ヘッドを基とし、その形状を設けることによって『小型』、『廉価』、『記録専用ヘッドの取り付け設備を流用できる』というメリットを持つ。

2.2.3 ヘッド取り付け精度

MRCヘッドの取り付け精度は、記録専用のそれに比べ高い精度が要求される。その一つがアジマス精度である。記録専用のカメラではラボ機器にて再生するため、再生ヘッドにて高いアジマス精度であるならば、相対アジマスはさほど大きくなる。もしくは、十分な再生感度を要しているヘッドであるならば、さほどその影響はない。しかし、カメラにて記録、再生を行うMRC機能付きカメラでは、これまでよりも高い精度が必要とされる。

2.2.4 ノイズ対策

MRC装置では処理回路にて再生ヘッドの端子間信号を高い増幅率で増幅している。このため、カメラ内部で発生する磁気ノイズ源にはノイズ対策(遮断/減衰処理)を行う必要がある。カメラ内部の主な磁気ノイズ発生源はDCモータおよびさまざまな回路に使用しているコイルである。前者はレンズ駆動用、鏡胴駆動用、フィルム給送用などが挙げられ、後者は昇圧電源回路スイッチングコイル、ストロボ回路トリガコイルおよびトランスが挙げられる。この中で、磁気再生中に駆動しているものはフィルム給送用DCモータおよび昇圧電源回路用スイッチングコイルである。これらに対し、ノイズ対策が必要となる。

フィルム給送用DCモータに対するノイズ対策は、

磁気シールド材によるモータシールド

モータ設置角度の最適化

である。ここでは、主にパーマロイ材、ケイ素鋼板などがシールド部材として使われ、漏洩ノイズの強さによってその材質は選定される。ここでは、Fig. 10に示すようにヘッドおよびモータの指向特性によりノイズ信号が変化することから、この性質上、最適角度(ノイズ最少となる角度)にモータを配置することでノイズ対策としている。一方、昇圧電源回路スイッチングコイルによる漏洩ノイズ対策は、そのコイルをヘッドよりできるだけ遠くに配置するのはもちろん、ポットコア型コイルを使用し、漏洩ノイズが最も発生するコイル底面をヘッドの配置されている方向と逆方向に向くように配置するなどが対策として挙げられる。

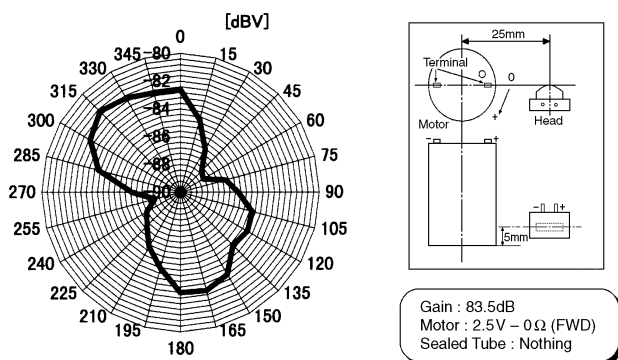


Fig. 10 Magnetic noise

3. MRC機能に関するその他の機能

3.1 ID番号メモリ機能

MRC機能によって、カートリッジの途中取り出し / 再装填が可能となる。これに伴い、途中取り出したカートリッジを複数本持つことも考えられ、それらのフィルムがすでに何コマ撮影したかを覚えておくことは困難となる。ID番号メモリ機能は、カートリッジを途中取り出した後、次のカートリッジを装填するまでの間に、撮影途中で取り出したカートリッジのID番号をカメラに記憶させることで、残り撮影枚数とID番号の関係をカメラが記憶する機能である。そのつどMRC動作を行わずに、カートリッジの残り撮影枚数をカメラに表示することが可能となる。

4. MRC機能における問題点

4.1 他社機との互換性

これまで述べてきたMRC機能は、該当カメラにおいてのフィルム途中交換について述べている。しかし、その機能から、1本のフィルムを多数のカメラにて撮影することも考えられ、他社機との間での互換性が次の理由から問題となる。

他社機記録状態が飽和記録され、再生時、十分な出力レベルが得られる保証が当社では出来ない。

撮影済みコマに磁気信号が記録されていない、または信号レベルが低い時、当社カメラにて、未露光コマへのセットを誤り、二重露光を行ってしまう可能性が高い。

この問題に対しては、システムにおいての規格化に

て対応しようと、現在、システムにて検討中である。

4.2 耐久性

MRC機能は、途中取り出したフィルムを再装填可能なため、無限回の再装填が行えることになる。しかし、これはカメラおよびフィルムの耐久回数を考慮すると、当然ながら不可能なことであり、現在はユーザーが使用する回数を想定し、その耐久回数を社内にて規格化しているに止まる。

5. おわりに

MRC機能が小型、廉価で行えるようになるならばその機能付きのカメラが選択されやすいこと、また、そのやり方を述べた。今後はより一層の小型化、低価格化を進め、カメラの大きさ、価格を選ばず搭載可能とすることが課題となる。また、APSをより一層広めるためには、MRC機能のみならず、他のAPS独自技術の発展 / 開発を進めていくことが必要と思われる。

謝辞

本開発を進めるにあたり、ご助言、ご協力いただいた富士写真光機(株)の皆様方、光学機器事業部の皆様方をはじめ、多数の関係各位の皆様方に深く心から感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 池上真平, 北川邦晴, 日置達男, 品川幸雄, 大井央雄, 片岡英明, 久保田薫, 井駒秀人, 吉川純生, 小松崎博, 「アドバンスト・フォト・システムの開発」, 富士フィルム研究報告, No. 41, 1-11 (1996)
- 2) 小松崎博, 「システム設計の観点から見た新システムのカメラ開発」, 日本写真学会誌, 59 (5), 591-595 (1996)
- 3) 横山克哉, 「磁気記録技術入門」東京, 総合電子出版 (1989)
- 4) トランジスタ技術編集部, 「実用電子回路ハンドブック1」, 東京, CQ出版 (1971)

(本報告中にある, “EPION” “Epion” は富士写真フィルム(株)の商標です。)