

レーザービームレコーダ

1. 概要

(1) 設置の目的

レーザービームレコーダ（以下 LBR という）は、MSC 2階の通信室に設置されており、伝送第一課がその運用を担当しているが、動作は CDAS の S/DB と一体をなすもので、GMS の VISSR により観測した地球表面附近の雲や温度の分布のデータ（以下 VISSR データという）を電子計算機に入力するインタフェース装置であると同時に、このデータで変調したレーザー光で乾式熱現像フィルムを露光し、雲や温度の分布を実際に地球を目で見たように記録して出力する、VISSR データの地上における最終的な出口となる装置である。この機能は、GMS の打上げ90日後のミッションチェック期間に十分に発揮された。

LBR は本来、米国の SMS システムの地上局通信装置の一部としてウエスチングハウス・エレクトリック社が開発したもので、SMS 用 S/DB で処理した VISSR データを記録させるための装置である。このうちレコーダ/プロセッサの部分はイメージインフォメーション社（1キューブ）により設計・製作された。ウエスチングハウス社は、この装置と直径18フィート（約6m）のパラボラアンテナ及び受信機復調器をトレーラに装備し、可搬型の受画システムを構成した。GMS システムの LBR は、SMS 用の装置をもとにして GMS 用に設計・製作されたもので、MSC に1台だけ設置され、VISSR データをデジタル信号のまま電子計算機に対して出力する回路を追加してある。

LBR の構成は2架1筐体で、同期架、VISSR 架、フィルムレコーダ/プロセッサ（以下レコーダ/プロセッサという）からなり、これに磁気テープデータレコーダ（以下 TDR という）を加えて LBR 系装置という。

TDR は、1インチ（25.4ミリ）幅の磁気テープ（ワイドバンド用）を使用するアンペクス社のモデル FR 3010で、CDAS から MSC に伝送されてきた VISSR データを記録しておき、必要に応じて再生するために設置された。

通常 VISSR データは LBR 系装置を通して電子計算機に入力し、画像処理プログラムによるデータ変換をう

けて HR-FAX, LR-FAX のデータとなって電子計算機から出力される。一方 LBR のレコーダ/プロセッサからは、VISSR 観測を終わって約10分後に、地球像が熱現像されたネガフィルムとして、いわゆる LBR 画像が出てくる。ところが電子計算機に障害を生じると画像処理プログラムが停止し、HR-FAX, LR-FAX のデータができなくなることがある。このようなとき、LBR 画像を決められた寸法の印画紙に焼付けたものを HR-FAX の送画機にかけて、気象庁に対して送出することにより、予報サービスの低下を避けることができる。すなわち LBR は、電子計算機による FAX データ作成機能のバックアップとしての意味をもつ。ただし LBR 画像からは、円盤形の地球像、またはその部分拡大像が得られるだけで、ポラステレオ投影図法、メルカトル投影図法などによる地球像は、電子計算機による処理を待たなければならない。

(2) 信号の流れ

Fig. 1 で、GMS に搭載した VISSR の出力電流の変化は、赤外域デテクタについては2進8けたへの直線特性変換、可視域デテクタについては2進6けたへの平方根特性変換によりデジタル化し、地球に送信される。この信号（VISSR データ）は、CDAS での各種のプロセスをへた後、マイクロ回線を通して MSC に伝送される。MSC 側では VISSR の信号線は2本に分岐され、LBR の同期架に導かれてそれぞれ UPPER 系、LOWER 系のフレームシンクロナイザに入力する。（Fig. 2 参照）これはストレッチト VISSR (SV) データとよばれるもので、ビットシリアルデータのデータストリームである。

UPPER 系、LOWER 系はいずれも全く同じ構成で、ビットシンクロナイザとフレームシンクロナイザからなる。これらは主系、副系となっており、電子計算機と VISSR 架とに、パラレルに変換した SV データを出力する。電子計算機に対しては、両系とも同じ条件で信号を出力していて、ケーブルは高速回線切換装置（HLSW）に接続されているが、次の高速通信制御装置（HCCU）に接続されるのは通常 UPPER 系のみで、LOWER 系と接続する場合は、HLSW のコネクタを差しかえる必

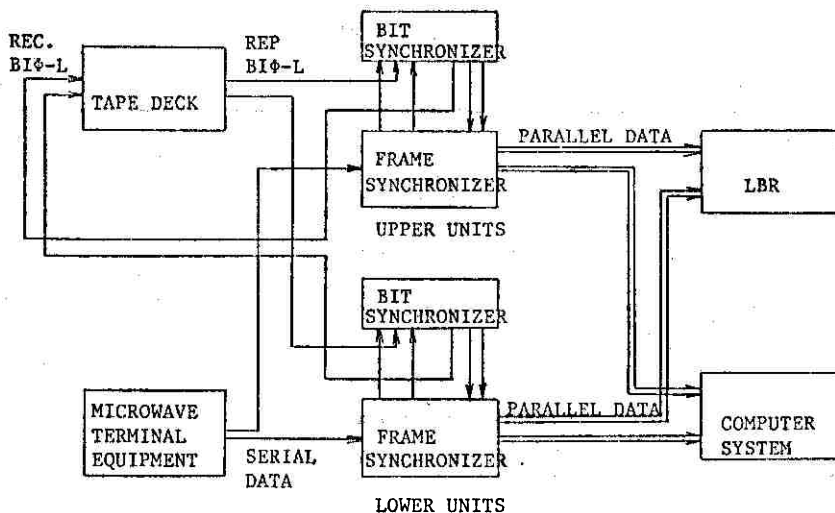


Fig. 2 LBR Unit Configuration

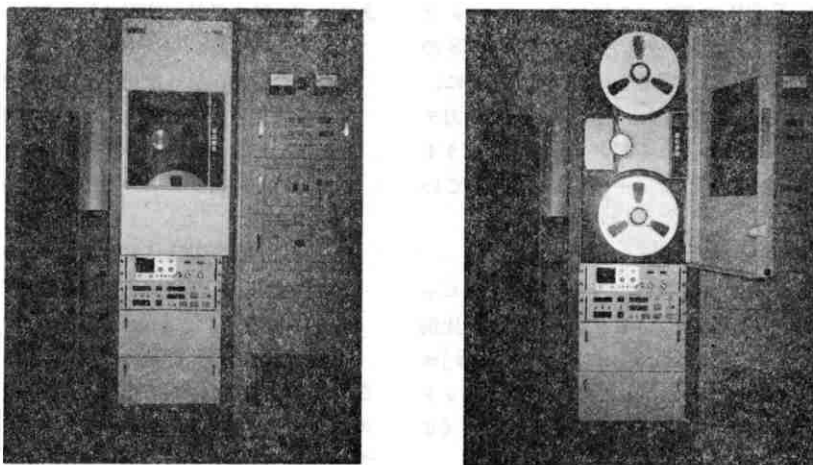


Fig. 3-1 TDR Front View

要がある。一方 VISSR 架に対しては 3 値ドライバーを介して信号を出力しているので、VISSR 架の UPPER/LOWER の選択スイッチにより、いずれか一方の信号が VISSR 架に供給される。架はレコーダコントロール盤、デジタルビデオ盤、ドラムサーボ盤、およびモニター盤を収容しており、レコーダ/プロセッサ（機構部）の動作に必要なシーケンス信号、レーザ変調用信号などを出力する制御部である。

TDR はビットシンクロナイザに接続してあり、ビットシンクロナイザを通過する SV データを、高密度直接記録方式で磁気テープに記録する。TDR の再生信号は、S/DB から送られる SV データと同様に、ビットシンクロナイザに入力する。外観を Fig. 3-1 に示した。

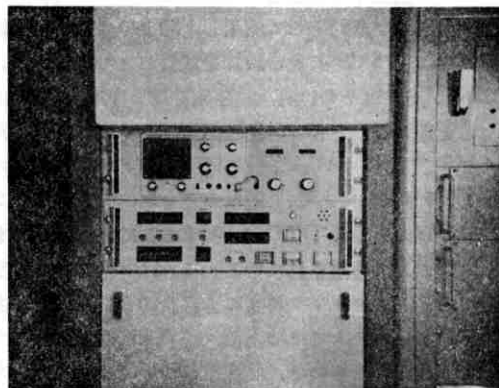
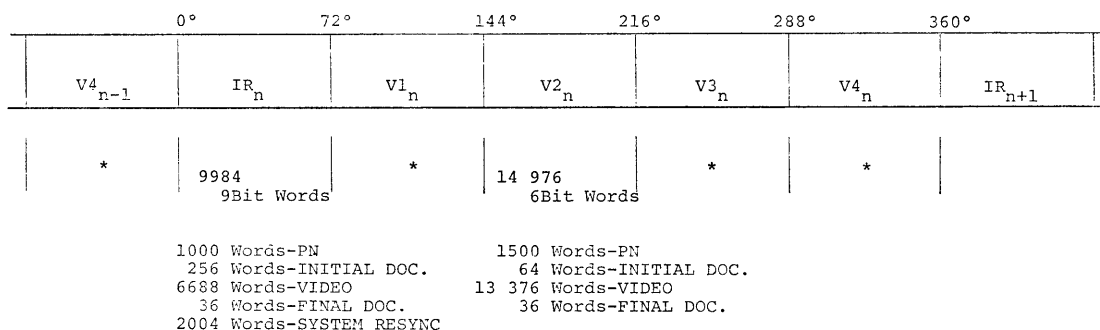


Fig. 3-2 Program Timer and Monitor Panel



* All visible sectors have the same format.

n Suffix for the Nth spin

Fig. 4 SV Data Format

(3) SV データ

SV データは、S/DB の発生するアングルクロック (6 289 920パルス/スピン) をもとにして、GMS の1 スピン 360°を5 等分した 72°ごとの枠 (セクタ) に、1スピンの間に得られる IR, V₁, V₂, V₃, V₄ の出力データを分配し、各セクタがそれぞれスピンにともなう1本の走査線を形成するようなフォーマットになっている。

Fig. 4 に SV データのフォーマットを示す。

各セクタは89,856ビットを含む固定長データで、ビットレートはGMSの自転周期 (スピンレート) に反比例し、100RPM のときに89,856×5 [セクタ]÷0.6 [秒]=748,800 [BPS] となる。したがって、この値がビットシンクロナイザで再生されるビットレートクロック (ビットクロック) の周波数である。

S/DB の出力はビットシリアルになっているが、これは VISSR 観測中の衛星をタイムシェアリングで、SV データ伝送の中継局として使用し、陸上のマイクロ回線を使用しない SMS 方式の設計を踏襲したためである。VISSR データはその性質上、宇宙空間、雲、あるいは海などを走査したとき、一定値が連続しやすい。このため SMS 方式の SV データは PN (Pseudorandom Noise) 符号化してあり、衛星のアップリンク、ダウンリンクの電力束密度 (PFD) に関する法的制限の範囲をこえないように考慮されている。これはSV データの受信側でのビットクロック再生にも都合のよい方式である。GMS システムでは陸上のマイクロ回線を使用してデータ伝送を行なうので、回線数についての制約は少なく、パラレルデータのままの伝送、あるいはシリアルデータとビットクロックの2回線によるデータ伝送など、

PN 符号化を必要としない伝送方式が可能であったが、次に述べるように PN 符号化してあることによる利点があるので、特に設計に変更は加えなかった。

- ① 伝送線路が信号線用の1回線でよい。
- ② 信号受信中に伝送区間のビット誤り率が測定できる。
- ③ LBR 側で、データの始まる点が良好な確率で把握できる。
- ④ SMS 用 S/DB, LBR の設計に大きな変更を加えずに済み、開発期間の短縮と経費の節減ができる。

以上の反面、PN 符号化のために回路が若干複雑化する、LBR 側にビットクロック復調機能を要する、データフォーマット中に PN シーケンスデータを含ませるので、結果的にデータ量が増えて伝送速度が高くなる、などの不利が生じる。

各セクタのはじめの PN シーケンスの部分は、S/DB の PN シーケンス発生回路の出力データそのもので、この回路の主体である15けたのシフトレジスタの内容が、PN シーケンスの最後にすべて論理1となるようにして出力される。

フレームシンクロナイザでは、S/DB と同じ PN シーケンス発生回路を用意して、これに SV データ中の PN シーケンスから取り出した15ビットをロードし、それをもとにして PN シーケンスを局部的に発生することにより PN コードの復号を行なっている。

また SV データは、PN 符号化する前の段階で、各セクタのイニシャルドキュメンテーションの19ビット目からそのセクタの終わりまで1ワードおきに、そのワード

Tabel. 1-2

ZERO = 000₁₆ ONE = 1FF₁₆

WORD COUNT	MSB 9	8	7	6	5	4	3	2	1	LSB			
26	TIME - DAY (BCD)												
									HUNDREDS				
27	TIME - DAY (BCD)												
	TENS				ONES								
28	TIME - HOUR (BCD)												
	TENS				ONES								
29	TIME - MINUTES (BCD)												
	TENS				ONES								
30	TIME - SECONDS (BCD)												
	TENS				ONES								
31	TIME - mSEC (BCD)												
	HUNDREDS				TENS								
32	BIT / FRAME SYNCH LOCK												
	X = 1 INDICATES LOSS OF LOCK					BIT RATE	FRAME	BIT	X				
33	SCAN MODE, FF = SINGLE SCAN / OF = LIMITED SCAN LOCAL												
	00 = NORMAL SCAN / FF = LIMITED SCAN REMOTE												
34	VIS PATCH	V4	ID	V3	ID	V2	ID	V1	ID				
		11 = V4		10 = V3		01 = V2		00 = V1					
35	OPERATION MODE, NORMAL = ONE / TEST = ZERO												
36	EQUATORIAL SCAN COUNT												
									MSB	1	2	3	
37													
	4	5	6	7	8	9	10	LSB					
38	CORRECTION TABLE ID												
	MSB	1	2	3	4	5	6	7					
39													
	8	9	10	11	12	13	14	LSB					
40	LEFT HORIZON POINT												
									MSB	1	2	3	4
41													
	5	6	7	8	9	10	11	LSB					
42	RIGHT HORIZON POINT												
									MSB	1	2	3	4
43													
	5	6	7	8	9	10	11	LSB					
44	GRID DATA, GRID = ONE / NO GRID = ZERO												
	PLL AUTO COMMAND TIME CONSTANT												
45													
	6	5	4	3	2	DIG	ECLIP	SET ACO					
46	INPUT/OUTPUT ERRORS												
	REJECT ERRORS					STRTCH	TABLE	VIDEO	LOOK UP	BETA	SUN PULSE		
47													
	IOP	SYN REF	MAG TP	SC INT	VIS LT		LOAD	CMD	EXEC	BETA			
48	REJECT ERRORS												
						OVER							
	MT OFF					OVR 7D	366DAY	CRT	KEY BD	TTY			
49	SCANNER MODE, ZERO = NORMAL / ONE = EXPANDED												
	WORDS 50 THROUGH 255 NOT USED												
256	LBR LINE DELAY NUMBER												
	MSB	1	2	LSB									

Table 2 VIS Initial Documentation

WORD COUNT	ZERO = 00 ₈			ONE = 77 ₈		
	MSB 6	5	4	3	2	LSB 1
1	VISIBLE CODE = ZERO					
2	VISIBLE CODE = ZERO					
3	VISIBLE CODE = ZERO					
4	FRAME CODE = ONE DURING FRAME					
5	SAMPLING CODE ONE = EQUAL TIME / ZERO = EQUAL ANGLE					
6	STEP CODE = ONE DURING STEP					
7	LINE DELAY DELAY TO BE INTRODUCED BY THE USER V1 = ZERO / V2 = ZERO					
8	SECTOR CODE, V3 = ONE / V4 = ONE V1 = ZERO / V2 = ONE					
9	SECTOR CODE, V3 = ZERO / V4 = ONE					
WORD-10-THROUGH-64 NOT USED						

を構成するビットの論理1と論理0とを置き換える、ワードコンプリメントとよぶ操作をうけている。これは論理1または論理0が15ビット以上連続しないように考慮したもので、PN同期をできるだけ確実にこなうための手段である。これはPFD対策と、ビットクロックの再生にも有効と考えられるが、これを復号する機能がフレームシンクロナイザに必要な。はじめの18ビットは、IRセクタとVISセクタの区別によるIRワードクロック(9ビット周期)とVISワードクロックの切換えに使用されるので、ワードコンプリメントは行なわない。

インシャルドキュメンテーションの内容は、それぞれTable 1-1, 2とTable 2に示すとおりである。インシャルドキュメンテーション以下は、IRセクタが9ビットワード、VISセクタが6ビットワードで構成されている。

ビデオデータについて、VISビデオはVISデテクタの出力データと対応しているが、IRビデオは、IRデテクタ出力データ8けた(ビット)のほかに、緯経度線・海岸線などを白または黒の点としてLBR画像に記録させる(グリiddingという)ためのグリッドビットを含んでいる。これを取り出して記録することにより可視のLBR画像と赤外のLBR画像に共通にグリiddingができる。

ファイナルドキュメンテーションはデータをもたず、内容は論理0である。

リシンクはIRセクタのみにあって、データはもたず、内容は論理0である。これはS/DBで、GMSから入力するVISSRデータの入力開始の時間的変動を吸収するため、PLLおよびβ角の補正を行なうための余

裕として設けられている。

(4) レコーダ/プロセッサ

レコーダは回転ドラム型フィルムスキャナで、SVデータのビットレートに同期する伝送同期方式になっている。フィルム記録状態では、ドラムは衛星の自転速度の5倍(500RPM)で手前から上を通して向う側へ回転し、主走査をなしている。一方副走査はドラムの回転軸方向で、送りネジ(リードスクリュー)にのせた光学移動台(キャリッジ)をSVデータの各セクタに合わせて左から右へステップ的に移動させ、線密度約13.3[本/mm]の露光を行なう。キャリッジの移動は、リードスクリューに直結したステッパモータにより、VISセクタ期間だけ行ない、IRセクタ期間には移動させない。したがってGMSの1自転期間0.6秒のうち、0.12秒ごとに4回ステップし、0.12秒休む。可視データ(画像)の記録の場合は、入力するVISセクタとキャリッジの移動が対応しており、V₁, V₂, V₃, V₄の順の繰返しで、フィルム全面に約1万本の走査線を露光する。一方赤外データ(画像)の記録は、GMSのデテクタの分解能が可視の4分の1であるため、同一データを4回露光して約1万本の走査線とする。これにより露光スポットサイズを変化させずに分解能の差を調整している。このためデジタルビデオ盤にメモリを用意し、IRセクタのビデオデータを格納しておき、VISセクタ期間にこれを読み出して露光する。可視画像にグリiddingを行なう場合は、このメモリからグリッドビットを読み出して使用する。

光源はLBRの名称のもとである、最大出力5mWのHe-Neレーザで、超音波外部変調方式で輝度変調している。

記録用フィルムは幅22インチ(559mm)、長さ100フィート(約30m)のロールフィルムで、スリーエム(3M)社のドライシルバーフィルム #7869を使用している。これについては2-(6)で説明する。

このフィルムは暗箱(カセット)に装填しておき、レコーダの動作により22インチの長さで切りとって膜面が表になるようにドラムに巻き付け、露光に備える。フィルムの前端はドラムに取り付けた挟み板(クランプ)を閉じておさえ、残りはドラム軸につないだ吸引ポンプでドラム面に吸着させておく。このためドラム面には浅い溝と小さな空気穴がある。

記録が終わったらドラムの回転を止め、キャリッジを左端に戻してクランプを開け、ドラムを少し回すとプロセッサ入口の爪(ピールオフフィンガー)がフィルムを捉えてドラム面から外す。このときプロセッサ入口のマイクロスイッチに引き込みモータが動作して、フィルム

をプロセッサに引込む。

プロセッサは電熱オープンで、フィルム搬送用布ベルトをはさんで上下にかまぼこ形のヒータがあり、ベルト面の雰囲気は130℃程度になるように調整してある。露光済フィルムはここを通過し、約10分後に現像されてバケットに投下されるので、これを取り出して利用する。

(5) 規格および性能

ア. 周囲条件および電源条件

① 周囲条件

- i 温度 0℃～50℃
- ii 湿度 0%～95%

② 電源条件

- i 電圧 AC100V±10%
- ii 周波数 50Hz±5%

イ. 寸法, 重量および消費電力

① 寸法

- i 同期架 593(W)×670(D)×1996(H)mm
- ii VISSR 架 593(W)×670(D)×1996(H)mm
- iii レコーダ/プロセッサ 1303(W)×1.454(D)×135(H)

(以上ハンドル部分は除く寸法)

② 重量

- i 同期架・VISSR 架 約350kg
- ii レコーダ/プロセッサ 約300kg

③ 消費電力

- i 同期架 約7A
- ii VISSR 架 約5A
- iii レコーダ 約10A

iv プロセッサ

(ア) オープンON時 約9A

(イ) オープンOFF時 約1A

ウ. 規格および性能

① 規格

- i ドラム寸法 長さ 605mm
直径 188mm
- ii 記録方式 写真(乾式熱現像処理)
- iii フィルム寸法 559×559mm
- iv 画面寸法 主走査 527×副走査549mm
(地球直径 500mm)
- v ドラム回転数 500RPM

vi 走査線密度 17.3本/mm

vii 走査線数 最大 9,552本

viii 協動係数 3,265

ix 最高画周波数 可視 62.4kHz, 赤外 41.6kHz
(@100RPM)

x 主走査ジャダ 0.5μSrms

xi 副走査送りむら 7μm以下

xii 光源 He-Ne レーザ管 最大出力5mW, LICONIX
603V

② 性能

i 同期方式 伝送同期方式

ii 位相整合時間 フィルムローディングの始めから40秒以内

iii 位相誤差 ±1.5mS 以内

iv ガンマ補正 デジタル補正表式(可視用, 赤外用各8通り設定可能)

v レーザ変調信号レベル(電氣的階調) 可視64, 赤外256

vi ドラム回転数変化幅 250～1100RPM

vii 動作モード 自動および手動(いずれもS/DBの制御をうける)

viii フィルム濃度 最高3.0以上, ベース濃度0.3以下
(通常最高濃度を1.7に設定している)

(6) 磁気テープデータレコーダ

外観を Fig. 3-1 に示す。主な規格および性能は次のとおり。

チャンネル数(トラック数): 14

記録再生方式: ダイレクト方式

テープ速度: 60インチ/秒 (1から8チャンネルまでは30インチ/秒も使用できる)

使用テープ: 1インチ幅, 9,200フィート長, ワイドバンド, バックトリートメントテープ, (AMPEX #797, または Scotch #890 相当)

使用リール: 直径14インチ アルミ枠, またはプレジジョンガラスリール

連続記録時間: 32分以内 (@60IPS)

フラッタ: 0.1%以下 (@60IPS)

入力信号レベル: TTL レベル

出力信号レベル: 6Vp-p

入出力インピーダンス: 75Ω 不平衡

周波数特性: 400～1MHz (±3dB 以内, @60IPS), 400～500KHz (±3dB 以内, @30IPS)

S/N : 29dB 以上 (@60IPS)

記録再生ビット誤り率 : 10^{-6} 以内 (@60IPS, 750KBPS, SV データ)

動作制御 : 前面パネルのスイッチ操作, およびプログラムタイマによる自動動作

補助機能 : テープ終端部検出 (EOT) 機能, および連続再生巻戻し (シャトル) 機能

使用電源 : AC 100V, 50Hz

消費電力 : 動作時 約 1, 2KVA

外形寸法 : 584(W) × 610(D) × 2, 012(H)mm

重量 : 約 300Kg

TDR の機構部 (トランスポート) の機能としては, $1\frac{7}{8}$ IPS から 120IPS まで段階のテープ送り速さがあるが, SV データは 750KBPS (Hz) 附近なので, 帯域が 1MHz まで得られる 60IPS で使用する。このほか衛星の寿命末期等の特別な状態に対して 30IPS での使用もできるようにしてある。これらは再生アンプに取付ける周波数特性等価器 (イコライザ) により決まるもので, 現在チャンネル (ch) 1 から ch 8 までは 60IPS および 30

IPS, ch 9 から ch 14 までは 60IPS のみで再生できる。通常 TDR は, 3 時間ごとの定時 VISSR 観測データを記録するので, ch 1 から ch 8 を使用し, プログラムタイマにより観測開始時刻の 1 分前に装置を起動して記録を開始させ, 観測終了時刻の 1 分後に記録を停止し, テープの巻戻しを行なう。

巻戻しによって EOT に達すると, トランスポートは停止するので, その数秒後は電源を断とする。このときプログラムタイマは, 次に記録するチャンネルとその設定時刻に切換わる。

プログラムタイマは記録の自動化を行なうものなので, 再生は手操作にする必要がある。再生するチャンネルは, モニタ盤の選択スイッチにより設定する。(Fig. 3-2 参照)。

(5) フィルム画像フォーマット

地球の北端から南端までの観測を行なうノーマルスキャンモードによって得られる画像のフォーマットを Fig. 5 に示す。地球を含む部分は 2291 スキャンで, 始めに 3 スキャンのキャリブレーションデータと, 終わりにアンテーション, グレースケールの各 44 スキャンの合計 2382 スキャン (フィルムに記録する走査線数はその 4 倍) で構成される。このとき S/DB の出力するフレームコード

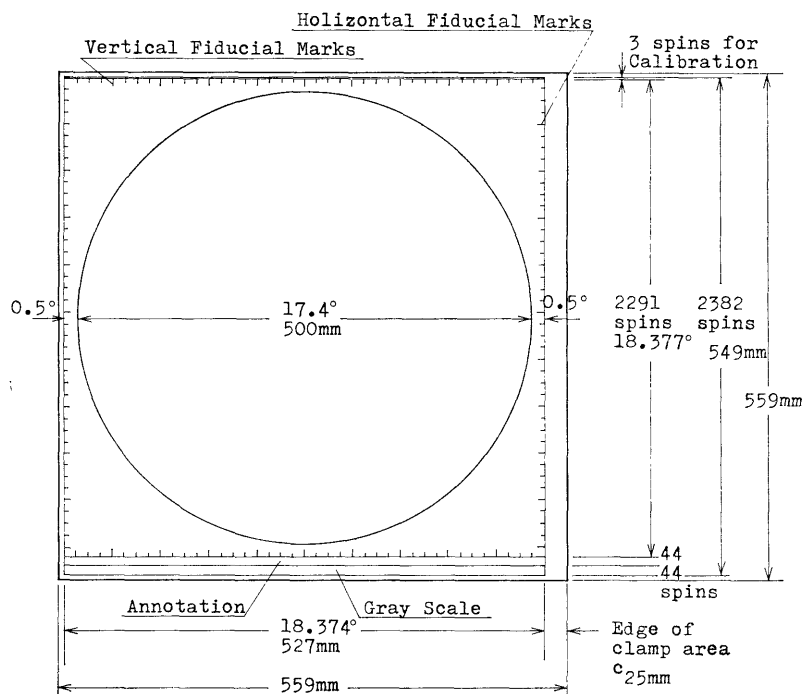


Fig. 5 LBR Film Format

が論理0となり、露光を停止してアンロードシーケンスにはいる。LBRの機能としてはキャリッジの右端リミットスイッチにより露光を停止する2388スキャンまで記録することができる。

キャリブレーションデータは、GMSからVISSR信号として出力される深宇宙、黒体シャッター、および規準階段電圧を記録するものであるが、フィルム上の画像としてはあまり利用価値がない。これらのうち黒体シャッターは赤外デテクタの較正用のデータであるが、地上からコマンドを送らない限り挿入されず、深宇宙となる。

アノテーションは、S/DBのキーボードまたは磁気テープデータにより挿入する64個以内の文字と、S/DBが自動的に出力する時刻と種別の文字により構成される。この時刻は、CDASの周波数標準装置から入力する時刻を基準にしたフレームタイムである。

フレームタイムとはフレームコードが論理1になった時刻をいい、ノーマルスキャンではVISSRの3スキャン目になる。これはS/DBが、始めの2スキャンをVISSRミラーの動作の確認に使っていることによる。数字は西暦の下2けたと、1月1日よりの通年日、時、分で、世界時を用いている。

続く4個の英数字は、S/DB1号機、2号機の区別(1または2)、サンプリングモードのイコールアングル、イコールタイムの区別(AまたはT)、サンパルス追尾方式のアナログトラッキング、デジタルトラッキングの区別(AまたはD)、およびデジタルトラッキングの時定数の値(2から6までの整数)で、アナログトラッキングの場合はこの値は意味がない。

また2291スキャンの画像部分にはフィデューシャルマーク(目盛線)を記録することができる。これはS/DBがTable 3に示す固定データとして、自動的にグリッドビットに挿入するもので、デジタルビデオ盤のグリッドIN/OUTスイッチにより記録するか否かの選択ができる。

グレースケールは32ステップの階段電圧波形により記録されるもので、やはりS/DBが自動的に出力する。

2. 動作原理

(1) ビットシンクロナイザ

ビットシンクロナイザは、入力するPCMビットストリームの基本ビットクロックに同期した4つの位相(0°, 90°, 180°, 270°)のビットクロックを発生する。これはEMR/Schlumberger社のモデル720-02 PCMビット

シンクロナイザで、Fig. 6に示すように、5つの大きなブロックで構成される。

入力処理回路では、4つの入力の選択とAGCによるレベル安定化を行っており、0.5から30Vのピーク入力レベルに対し、常に5Vのピーク出力レベルとなるようにしている。データ再生回路では、入力レベルの変化に応じた論理レベルの出力とAGC帰還電圧の発生を行なう。ビット同期回路では、入力処理回路から加えられる信号をもとにSYNC²とBI²の信号を作り、これらを合成してPLL回路を駆動する。

このPLL回路には中心周波数50KHzで発振する基準VCOと、8から12MHzの範囲で発振するマルチバイブレータVCOがあり、これらの発振周波数を分周した値が常に一致するように動作することで、入力データのビットレートに同期したクロックを再生する。このマルチバイブレータVCOの発振周波数を入力ビットレートの設定値に応じて選択したものが入力データのビットクロックとなる。出力処理回路では、データ再生回路から加わるデータを3種の符号形式に変換して出力するとともに、4つの位相のビットクロックを出力する。出力アンプは低インピーダンス化しており、終端した同軸線を駆動することができる。プログラム制御回路は、前面パネルのスイッチ操作をレジスタに格納し、各回路に必要な設定データを供給する。また設定されたデータを表示する。

(2) フレームシンクロナイザ

フレームシンクロナイザには、PN復号、ワードコンプリメントの復号、ドキュメンテーションの読出し、イコールタイムモードでのラインディレイの処理、およびテストパタンジェネレータ(TPG)の各機能がある。

この装置は、シンクロナイザボード、インタフェースボード、およびTPGボードの各プラナレイボードで構成されている。

① PN復号

1の(3)で説明したように、SVデータはPNコード化してS/DBから出力している。これをもとのSVデータに復号することがフレームシンクロナイザの1つの大きな機能である。PN復号は、S/DBのPNシーケンスジェネレータと同期して全く等しいPNシーケンスを発生する回路を用いて、そのビットストリームとSVデータのビットストリームのエクスクルシブOR論理をとることでなされる。フレームシンクロナイザのPNシーケンスジェネレータは、Fig. 7に示すように外部ロードとフィードバックがあり、PN符号化SVデータのビット

Table 3 Fiducial Mark Data

<u>HORIZONTAL FIDUCIAL MARKS</u>		<u>VERTICAL FIDUCIAL MARKS</u>	
<u>SCAN NUMBER</u>	<u>NUMBER OF SAMPLES</u>	<u>SAMPLE NUMBER</u>	<u>SCAN HIGHT</u>
50	35	19	12
110	35	194	12
170	35	369	12
230	35	544	24
290	70	719	12
350	35	894	12
410	35	1069	12
470	35	1244	24
530	70	1419	12
590	35	1594	12
650	35	1769	12
710	35	1944	24
770	70	2119	12
830	35	2294	12
890	35	2469	12
950	35	2644	24
1010	70	2919	12
1070	35	2994	12
1130	35	3169	12
1190	35	3344	36
1250	105	3519	12
1310	35	3694	12
1370	35	3869	12
1430	35	4044	24
1490	70	4219	12
1550	35	4394	12
1610	35	4569	12
1670	35	4744	24
1730	70	4919	12
1790	35	5094	12
1850	35	5269	12
1910	35	5444	24
1970	70	5619	12
2030	35	5794	12
2090	35	5969	12
2150	35	6144	24
2210	70	6319	12
2270	35	6594	12
2330	35	6669	12
2390	35		
2450	35		

ストリームから取り出した15ビットをシフトレジスタにロードして、15けた目と8けた目のエクスクルシブ OR 論理値を1けた目にフィードバックしている。このフィードバックの値がPN シーケンスである。このシーケンスが S/DB で発生する PN シーケンスと一致するため

には、ロードする15ビットが SV データの PN シーケンスから取り出されなければならないが、これを確認するために15ビットロード後、64ビットの一致比較を行ない、回線上の伝送誤りを考慮して、不一致数が4ビット以下なら PN 同期を達成したとみなす。不一致数が5ビ

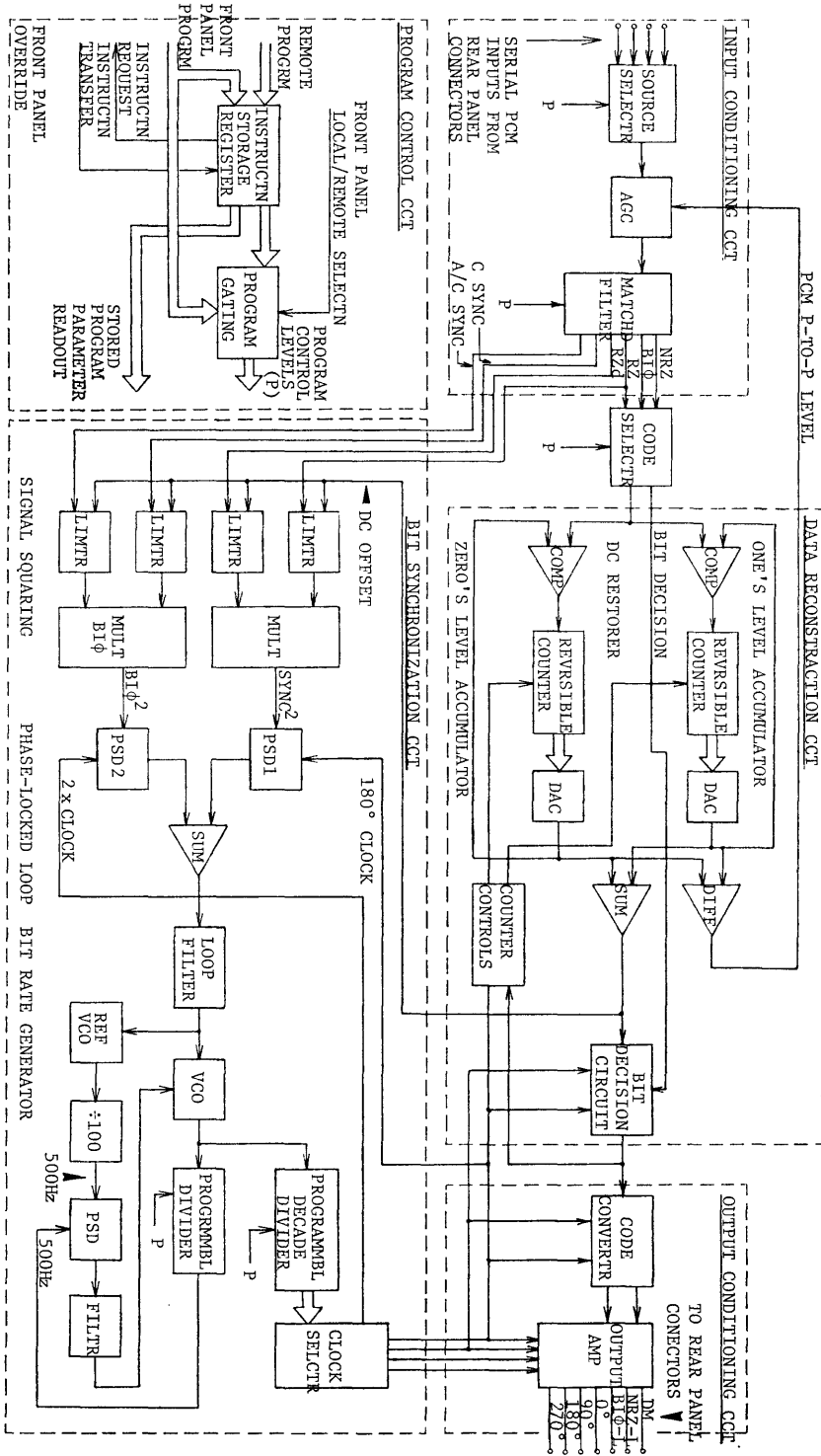


Fig. 6 Bit Synchronizer Block Diagram

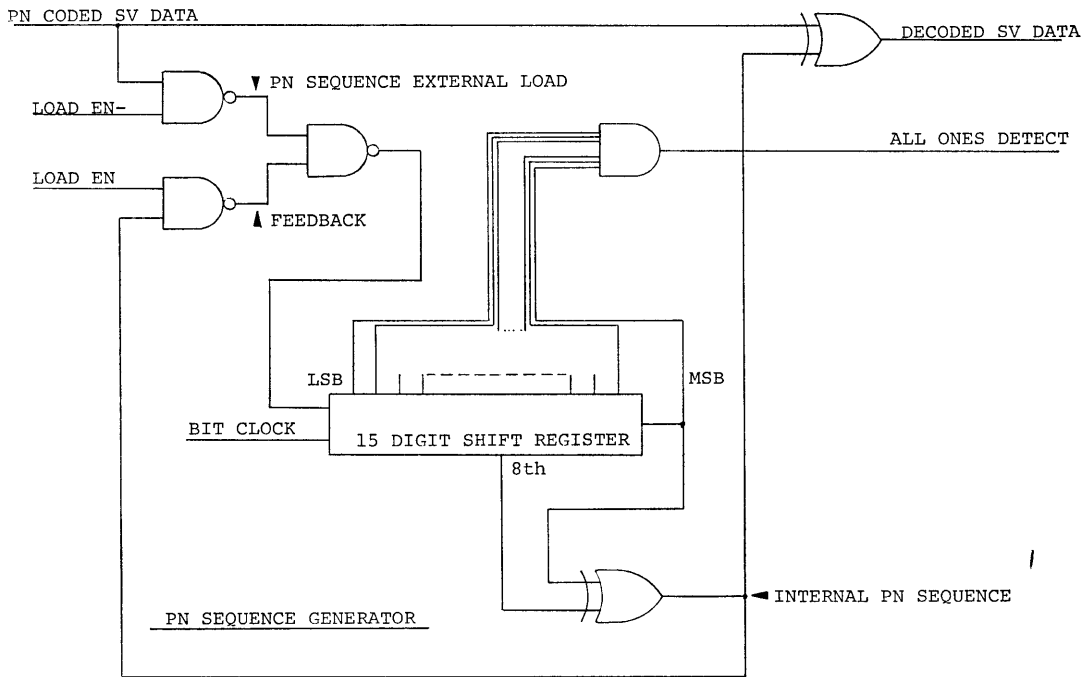


Fig. 7 PN Sequence Decoder Circuit

ット以上のときは、新しい15ビットをロードし、同期達成を図るようにしている。1セクタ89356ビット中、PNシーケンスは9000ビットで、ロードする15ビット中には誤りのない回線状態が必要であるが、64ビット中には $64 \div 15 = 4.2 \dots$ より、4ビット以内の誤りは許してもよいことがわかる。

PN同期を達成してからPNシーケンス期間に生じる不一致は、回線上の誤りと考えられるので、一定のビット数の期間に生じる不一致数を累積すれば誤り率が求められる。

これは前面パネルに3けたの10進数で表示され、SVデータが伝送されている限り、そのときの誤り率を表示する。表示の単位は 10^{-8} から 10^{-7} まで5段階に設定できる。

例えば 10^{-7} とした場合誤りの測定時間は、各セクタのPNシーケンスが用いられるから 10^7 ビット $\div (9,000 - 15 - 64)$ ビット $\times 0.12$ 秒 ≈ 134.5 秒

より、約2分半となる。したがってこの周期で表示が更新される。実際の誤り率は 10^{-7} よりも良好で、表示窓に0以外の数字が現れることはまずない。

SVデータのPNシーケンスは、8986ビット目から9000ビット目までの15ビットを、PNシーケンスジェネレータの内容がすべて論理1になるようにして出力され

ている。これはS/DBのSVプロセッサが、PNシーケンスの始めに一定値4631(16進数)をシフトレジスタにロードすることにより得られる。フレームシンクロナイザでは、シフトレジスタの内容がすべて論理1になる1ビット前の状態(8999ビット目)をAND回路により検出してALL ONES信号を出力し、次のクロックの立上がりでラインスタートパルス(1クロック幅)を出力する。これはPNシーケンスが終わり、イニシャルドキュメンテーションとこれに続くデータビットが始まることを示すもので、各セクタのフレーム同期パルスとなっている。

すなわちフレーム同期を得るために入力するデータそのものではなく、内蔵のシフトレジスタの内容によってタイミングを決定するため、PN同期が確立されていれば、誤りの多いSVデータが入力していても正しくフレーム同期が得られる。

ラインスタートが出ると、次のクロックでマスタビットカウンタが1セクタの残る80856ビットをカウントし、最後にPNシーケンスジェネレータを外部ロードの状態に戻して次のセクタのPN同期の過程にはいる。マスタビットカウンタとデコーダはドキュメンテーションの読出しタイミングを与えており、データワードを構成する動作を制御している。フレームシンクロナイザは、

PN 同期期間は IR ワードクロック (9 ビット単位) を出力しており、イニシャルドキュメンテーションのはじめの18ビットの内容により19ビット目でワードクロックを切替える。IR セクタではすべて論理1であり、ワードクロックは変化しない。VIS セクタではすべて論理0であり、VIS ワードクロック (6 ビット単位) に切替える。

このクロックは VIS ビデオデータの終了と同時に IR ワードクロックに戻される。IR セクタと VIS セクタの判別は SV データの誤りを考慮して、論理1が9以上であれば IR セクタ、8以下なら VIS セクタとしている。19ビット目からはワードコンプリメントが加えられているので、これをもとに戻すコンプリメント操作を、イニシャルドキュメンテーションのワード3 (IR セクタ) またはワード4 (VIS セクタ) から、そのセクタの終わりまで加える。以上の操作により符号化する前の SV データが再生される。

② ドキュメンテーションの読出し

イニシャルドキュメンテーションの内容のうち LBR が読出して使用しているのは、セクタコード、フレームコード、ステップコード、イコールアングル (EA)、イコールタイム (ET) モード、LBR ラインディレイ、および VIS ラインディレイの各ワードである。これらのうち VIS ラインディレイを除くものについては IR セクタのワードだけを読出している。したがって更新周期は GMS の1スピンのとなる。

フレームコードとステップコードは、レコーダ/プロセッサの動作を制御するために設けられている。フレームコードは LBR フィルム1枚に対応していて、VISSR 観測開始から終了までと、アノテーション・グレースケールの各44スピンラインのデータが出力されている間だけ論理1の値を保持している。LBR ではフレームコードの立下がりだけが意味を持ち、フィルム記録中にこの状態の変化 (論理1から論理0) が生じると直ちに記録を打切って、フィルムをドラムから巻外し、プロセッサに挿入する。一方ステップコードは記録を制御するもので、フレームコードが論理1で LBR が記録状態になっている場合、ステップコードが論理1になるとレーザ光路のシャッターを開け、フィルムを露光するとともに副走査を行なう。論理0では記録状態で待期する。これらはシンクロナイザボードから出力される。

EA・ET モードは S/DB でのリサンプリングモードを表しており、ビデオデータとして内挿法による平均値を出力する EA モードと、内挿を行なわない ET モードを意味する。ミッションチェック等の特殊な場合を除

いて、SV データの受信側でのラインディレイ処理をともしない EA モードで運用することが規定されている。ET モードとした場合は、衛星内での各デテクタのサンプリングタイミングの差を補正するためのラインディレイ処理が必要になり、処理に必要なディレイ量として S/DB が測定した値が、LBR ラインディレイと VIS ラインディレイとして出力されている。この処理はインタフェースボードで行なわれているが、電子計算機用出力に関してはラインディレイを行なわずに、データのシリバラ変換だけで出力している。

③ ラインディレイ処理

ラインディレイは VIS に関するものと、IR に関するものがあり、衛星内でのサンプルタイミングの差と自転速度の変化にもよって各デテクタのサンプル間に生じる角度差を補正するものである。すなわち衛星内での各デテクタのサンプリングは 14MHz 一定のクロックで、 V_1, V_2, V_3, V_4, IR (またはマイナフレームシンクワード) の順に行なわれ、その値で4相差動位相変調を加えているので、VISSR データ信号は7メガシンボル/秒の伝送速度となっている。したがって VIS の各デテクタのサンプル間にはサンプリングに要する6ビット期間 (0.428 μ S) のタイミング差が生じる。これを角度で表わすと、その値は自転周期に比例し、100RPM では 4.49 μ rad となる。また IR デテクタでは、サンプリングに要する8ビット期間のほか、VIS デテクタとの取付け角度の違いが一定の量 (オフセット角) として加わる。この大きさは自転とは関係なく、デテクタ中心間で主系は 1120 μ rad、冗長系は 1449 μ rad となっている。一方 S/DB での SV データへの変換は、入力シンボルレートとは無関係に、S/DB のサンプリング同期によって得られるアングルクロックによって行なわれるため、VISSR データの送信開始 (ワード0伝送) と、SV データの各セクタのビデオデータワードとの関係は必ずしも一定しない。EA モードでは内挿を行なうので、サンプルのタイミング差は補正せず、IR デテクタのオフセット角に相当する IR サンプルの数を S/DB で捨てている。これは SV データの IR セクタに含まれるグリッドデータを VIS 画像にも共通に使用するため、VIS と IR のサンプルは地表面の同じ地点に対応している必要性による。まず GMS の 100RPM を角周波数にすると、

$$2\pi \div 0.6 \text{秒} = 10.47 \text{rad/S}$$

14MHz のクロックの周期は 71.4nS であるから、IR のサンプル周期64ビットの期間の GMS の回転角度は、

$$10.47 \times 71.4 \times 10^{-9} \times 64 = 47.9 \times 10^{-6} \text{rad}$$

すなわち約 48 μ rad となる。したがって8ビット期間

には $6\mu\text{rad}$ 回転するから $1,120\mu\text{rad} \div 48\mu\text{rad} = 23$ あまり $16\mu\text{rad}$

$$16\mu\text{rad} \div 6\mu\text{rad} \approx 3$$

この場合、入力する IR サンプルデータのうちのはじめの23個はミニコン内で捨て、あまり部分3はインプットプロセッサに送って、サンプルデータのリサンプリングタイミングを調整するのに用いる。以上からわかるように、LBR 側では補正の必要がない。S/DB では捨てる分のサンプルデータを含めて、SV データとして出力する6688ワードよりも54サンプル多い6742サンプルデータをミニコンのメモリに格納している。

一方 ET モードでは内挿を行わないので、観測したままの SV データがデータとして出力されるが、リサンプリングは EA モードと同様アングルクロックによっているため、サンプルタイミングの異なるデータが、各セクタの同じワード番号 (VIS の場合) のところに挿入されるので、LBR から見るとすべてのデテクタの出力が同時にサンプリングされたようになる。このような不都合をなくすため、S/DB は β 角によって定まる地球像の開始点を基準として、次に IR サンプルデータが入力するまでの時間を測定する。

この基準は RCVSST (レンジサンプルスタート) ストロープで、時間の測定は VISSR データの復調にもなつて4相多重復調装置から入力する 7MHz のクロックを用いている。IR サンプルデータ入力までの時間 (遅れ) を C とすると、これに続く VIS サンプルデータは 7MHz で3カウントずつ遅れて入力する。VIS のあるデテクタ V_i のサンプル周期は32ビットだからシンボルレートをを用いて、遅れは次のように表わすことができる。すなわち

$$C + 3i = 16I_i + F_i; 0 \leq F_i < 16$$

ここで i は VIS デテクタ番号 1, 2, 3, または 4, I_i は整数である。このうち F_i が VIS ラインディレイの値となる。例えば、RCVSST のときにマイナフレームシンクワードが入力したとすると、IR サンプルデータの入りは40ビット後であるから、7MHz では20シンボル後となって $C=20$ である。よって V_1 サンプルデータの入りは $i=1$ として

$$20 + 3 \times 1 = 16I_1 + F_1$$

$$\text{より } I_1 = 1, F_1 = 7 (0 \leq F_i < 16)$$

となる。したがって V_1 セクタのラインディレイは7となる。同様に V_2 セクタは10, V_3 では13, V_4 では0となる。

一方 IR サンプルデータについては、デテクタのオフ

セット角 θ が加わるので、8ビットのサンプリング期間の回転角 ϕ を単位として表わした値を G とすれば

$$\theta/\phi = G$$

これと入力の遅れ C を合計したもの Z が IR サンプルの遅れとなる。ただし C はシンボルレートを単位とした値なので、8ビットを単位とする G をシンボルレートに換算して

$$C + 4G = Z$$

となる。

これを VIS の場合と同様にサンプル周期の倍数 I と余り Q として表わせば、

$$Z = C + 4G = 32I + Q; 0 \leq Q < 32$$

となる。32は64ビットの周期をシンボルレートで表わした値である。この Q に $3/8$ を乗じた値の整数部が LBR ラインディレイの値となる。この係数は、S/DB での測定が VIS データのサンプリング周期の16分の1のシンボルレート (7MHz) で行なわれているのに対し、LBR では SV データのビットレート (748.8KBPS @100RPM) を単位とする量でしか補正できないので、このための換算値

$$1/16 \div 1/6 = 3/8$$

である。

例えば、 $C=20, \theta=1,120\mu\text{rad}, \phi=6\mu\text{rad}$ とすると

$$G = 1,120 \div 6 = 186.6 \approx 187$$

$$Z = 20 + 187 \times 4 = 32I + Q$$

$$\text{より } I = 24, Q = 0 (0 \leq Q < 32)$$

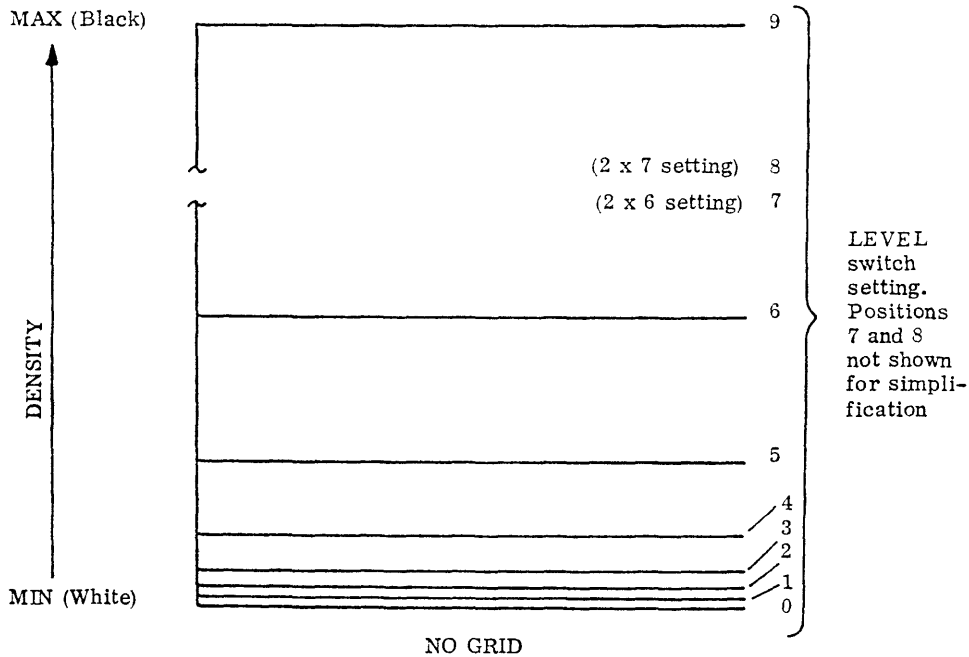
よって LBR ラインディレイは、 $3Q/8$ で0となる。

VIS ラインディレイの値は、VIS パッチなどにより各セクタ固有の値ではなく変化しうる。フレームシンクロナイザではこの値に $3/8$ を乗じて使用する。LBR ラインディレイは、S/DB のミニコンを通してイニシャルドコミュニケーションに挿入されるので $3/8$ が乗じてあり、フレームシンクロナイザでは読出した値のままで使用できる。

機構的に ET モードでは、絵素のジッタを生じやすい。

④ テストパタンジェネレータ (TPG)

TPG はフレームシンクロナイザの中でも独立した TPG ボードの回路で、自蔵の水晶発振器のクロックにより、GMS の 100RPM に相当するビットレート (748.8KBPS) のビットシリアルなテスト SV データを発生する。これはビットシンクロナイザの入力チャンネル3に加えてあり、ビットシンクロナイザを操ることによって LBR に供給することができる。この場合電子計算機に



LASER SAMPLE - Video display is a constant gray scale density as determined by the LEVEL switch setting. Density level doubles for each increase in LEVEL switch setting. Provides a continuous gray scale level to check vertical consistency over an entire data line.

Fig. 8 Test Pattern Waveform-Level No Grid/Frid (1 of 2)

も同じデータが出力される。TPG ボードからはビットレートクロックも出力されているので、裏面のコネクタ接続を変えることにより、ビットシンクロナイザを切離した、フレームシンクロナイザ単独のテストができる。発生するパタンは6種類で、LBR 系装置全体としての機能の点検に利用する。テストパタン各種の電圧波形の例を Fig. 8 から 11 に示した。パタンの種類は次のとおりである。

① レベル・ノーグリッド：一定電圧値

1 走査にわたり同一デジタル値を発生する。

デジタル値はレベル0から9まで10通りが選択でき、赤外データではレベル0から0, 1, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 255 まで、可視データについては LSB 側2けたが常に0なので、上記の数値を4で割った値となる。ただし各レベルでのレーザー露光量は赤外、可視ともに等しい。

② レベル・グリッド

①に重畳して赤外の256ワードごとにグリッドデータを挿入する。したがってこれをレコーダ/プロセッサで記録すれば、北から南に続く26本のグリッド線になる。

③ ランプ・リニア

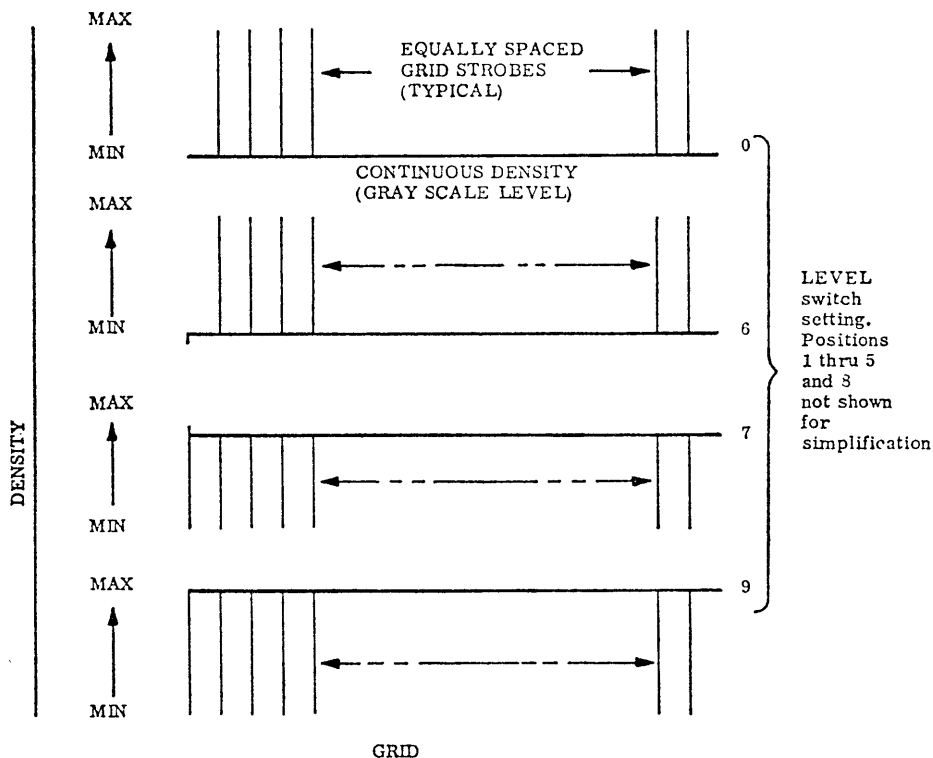
0から255(可視データについては63)まで、1ずつレベルが大きくなり、最大から1ずつ下がる山形のパタンで、デジタルビデオ盤のガンマ補正特性を直視することができる。

④ ランプ・レシオ

0から252(可視データについては63)まで、指数的にレベルが大きくなって最大から逆に下がる山形のパタンである。

⑤ ピリオド・フルスケール

0レベルと最大レベルとを周期的にとる方形波パタンで、2, 4, 8, 16, 32, 64の各周期がある。例えばピリ



LASER SAMPLE - Same as NO GRID except with contrasting grid bit strobes.
Note grid bit density changes from MAX to MIN (black to white) at LEVEL switch setting 7.

Fig. 9 Test Pattern Waveform-Level No Grid/Grid (2 of 2)

オド32では、VISの場合16ワード0レベル、16ワード最大レベルの繰返しになる。IRの場合はワード数がVISの半分なので、8ワード0レベル、8ワード最大レベルとなる。したがってIRのピリオド2では繰返しがなく、最大レベルのみになる。

⑥ ピリオド・ハーフスケール

⑤と同じボタンであるが、最大レベルが⑤の半分の値になっている。⑤、⑥ともレコーダ/プロセッサの分解能、およびデータと実際に行なわれる露光状態との関係を与える変調伝達特性 (MTF) を調べるのに都合が良い。

(3) レコーダコントロール盤

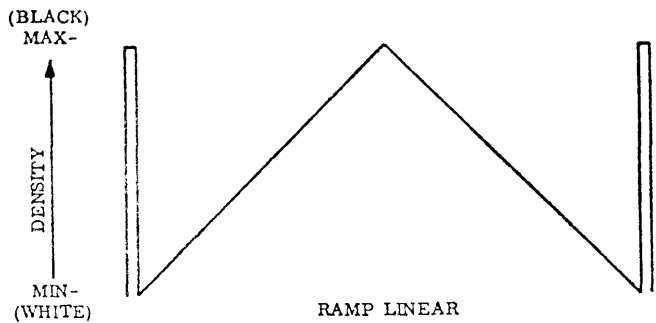
レコーダコントロール盤では、レコーダ/プロセッサの動作を制御する各種の信号を出力している。この盤にはドライバーボード、ステップモータコントロールボード、レコーダシーケンスコントロールボード、およびト

ランスレータカードと、ロジック回路用 +5V 電源ならびにステップモータ +15V 用電源が収容されている。ステップモータは -15V 電源も必要とするが、これは VISSR 架下部の電源盤に収容されている。

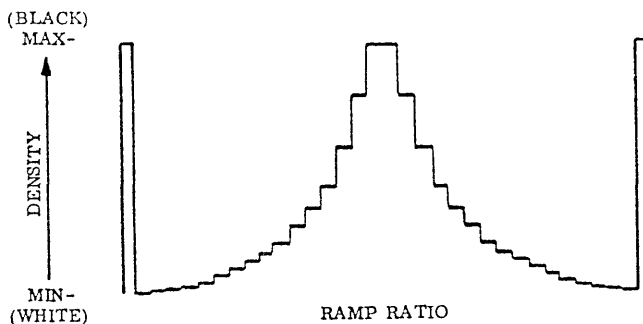
ドライバーボードには、5V の論理で 28V を ON・OFF するレベル変換用 IC と、ドラムブレーキおよびソレノイドを駆動するトランジスタアンプが組み立てられており、他のボードからの信号をレコーダ/プロセッサに出力する。

ステップモータコントロールボードでは、フィルムを繰出すキャプスタンモータと、キャリッジモータの動作を制御する。これらのモータは同時に動作することはないので、1つのトランスレータカードを共通に使用し、モータ回路をリレーで切換えて使用している。

繰出すフィルムの量はキャプスタンモータの回転量で決まるので、モータを駆動するパルス数をカウントして、設定してある値と一致したとき停止するようになっている。したがってこの設定値を変更することにより、



LASER SAMPLE - Video display is linear density change



LASER SAMPLE - Video display is non linear step change in density.

LASER SAMPLE - Video displays incremental density levels which increase from MIN-to-MAX then decrease symmetrically to MIN. This provides a bar pattern in steps of gray scale levels changing from white-to-black-to-white. The ramp functions provide a means to check the gamma range of the film.

RAMP LINEAR - In the IR mode, the increase and decrease ramp functions each contain 256 equal incremental gray level steps. In the VIS mode, each ramp function contains 64 equal increments.

RAMP RATIO - In either mode, the ratio function provides a density level spectrum of 16 finite steps. These steps are of the same gray level density of steps 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 32, 40, 52, 68, 88, 116, 152, 196, and 252 extrapolated from the 256 steps of the above linear IR ramp function. This selected array of steps provides a spectrum of gray levels which increases in density from step to step by a relatively constant density factor.

Fig. 10 Test Pattern Waveform-Ramp Linear/Ratio

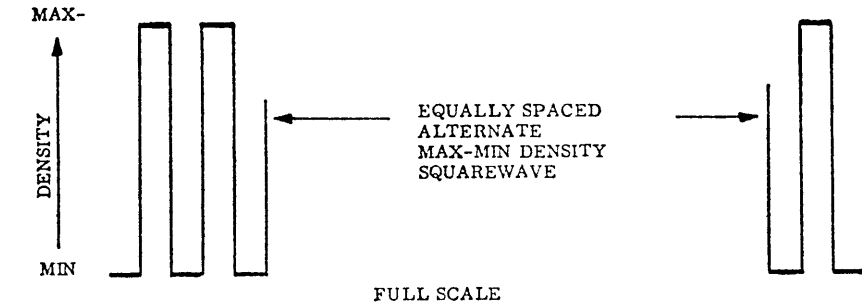
フィルム長を加減することができる。この駆動パルスは、キャプスタンオシレータが出力する約 250Hz のクロックである。

一方キャリッジモータは、デジタルビデオ盤から供給されるステップパルスにより回転する。1パルスあたりの回転角度は 1.8° で、キャリッジを約58ミクロン移動させる。これは各セクタのラインスタートパルスのうち赤外セクタの分を除いたもので、GMSの1スピンのについて4ステップとなる。記録終了後キャリッジを左端に戻

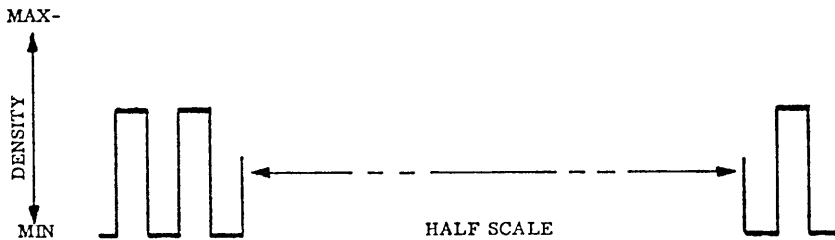
すには連続したパルスが必要なので、約 250Hz で発振するリトレースオシレータの出力に切換える。

パネル面に表示するスキャンカウントは、このステップパルス数を4で割った値で、GMSのスピンの一致するようにしている。

レコーダシーケンスコントロールボードは、ロード、レコード、アンロードの順序を定める回路で、ドラムモータのスタート・ストップ、ロードスピード・レコード



LASER SAMPLE - Video display is alternate max and min density squarewave.



LASER SAMPLE - Same as FULL WAVE except 1/2 max density.

Video generates an alternate black and white bar pattern. Provides horizontal density check of film resolution.

Fig. 11 Test Pattern Waveform-Period Full Scal/Half Scal

スピードの指定, およびドラム停止位置の決定などの機能がある。ドラム停止位置は, ドラムモータの軸に直結したエンコーダから得られる1回転に1個のパルス(ワンパーアール: 1/R)と, 2000個のパルス(エヌパーアール: N/R)を利用して決定する。すなわち1/Rに続くN/Rをカウントし, 設定値と一致したときドラムモータを停止させ, ドラムブレーキをかける。これはロードおよびアンロードのとき, クランプを開閉するクランプカムと, クランプブレードの位置が一致するようにドラムを停止させるためである。

ドラムブレーキは円盤形の電磁石で, ドラム軸に固定した円盤を, 軸受側に固定した電磁石で引き着け, すりあわせ面の摩擦でドラムの回転を停止させる。ドラムの回転速度, ブレーキ面の間隙(約0.2mm), ブレーキ駆動回路の応答速度などによりドラムの停止位置が最もよい状態になるように設定値を決める。レコーダ/プロセッサ各部の動作状態は, マイクロスイッチのON・OFF信号として入力する。動作シーケンスはこれらをもとにして組まれている。これを Fig. 12-1,2 に示す。

パネル面に4桁の十進数で VISSR ミラーステップ表示を設け, フレームシンクロナイザで赤外のインシールドキュメンテーションデータから読出したスキャンカウント(VISSR ミラーの角度に対応した数)を表示するようにして運用者の便宜を図った。

(4) デジタルビデオ盤

デジタルビデオ盤は, 同期架(フレームシンクロナイザ)とのインターフェースであり, 入力するデジタル画像データをアナログに変換し, レーザ輝度変調信号として出力する。

またグリッドビットを含む赤外データ1スピンを格納するランダムアクセスメモリ(RAM)と, 変調特性をフィルムの感度特性に合わせる(ガンマ補正)ためのプログラムリードオンリーメモリ(PROM)を内蔵している。この盤にはメモリ電源ボード, コントロールロジックボード, PROM ボード, RAM ボード, 入力インターフェースボード, ロジック回路用+5V電源, およびメモリ, オペアンプ用±15V電源が收容されている。

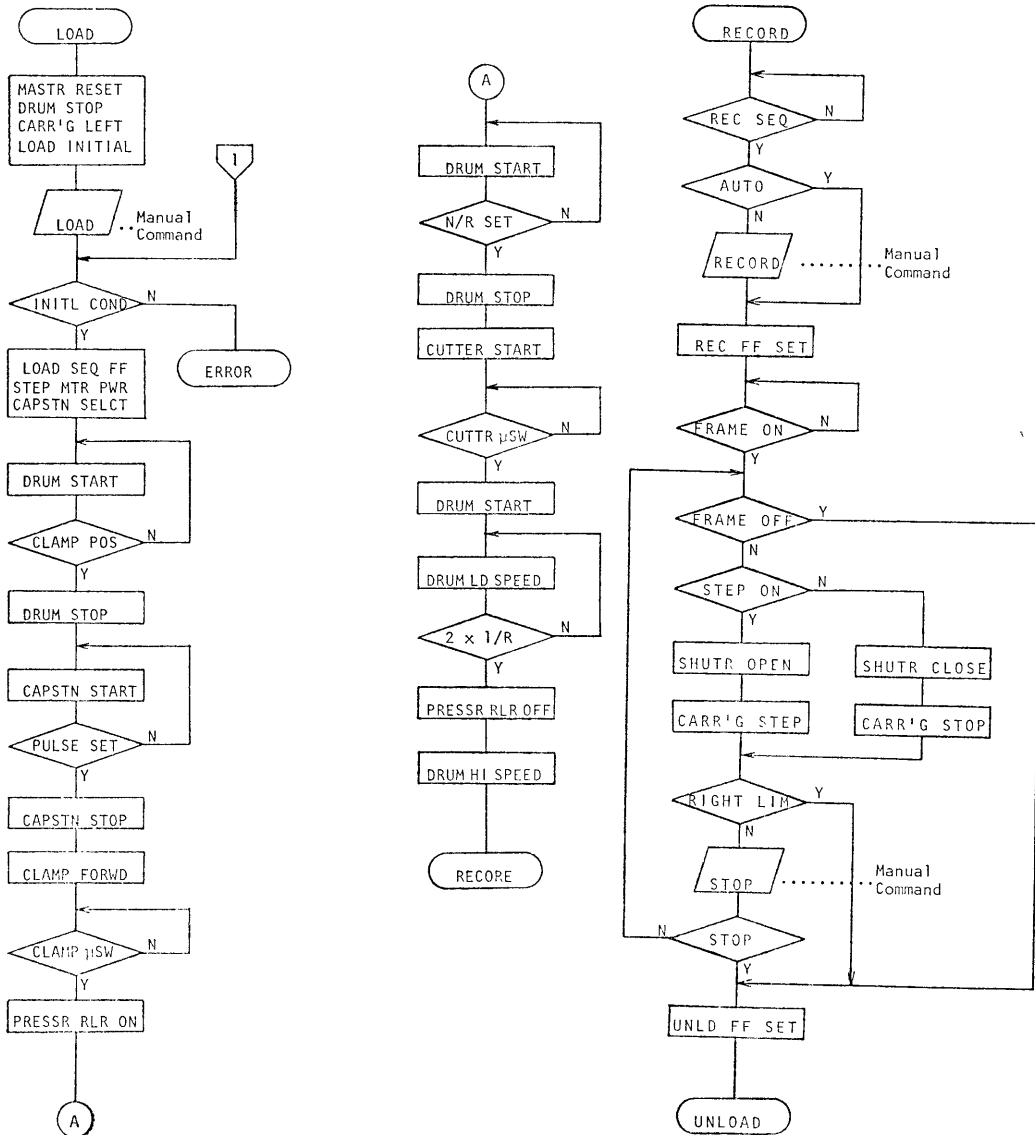


Fig. 12-1

この盤の内部にフレームコードアラームを取付け、フレームコードの立上がりにより約3秒間電子ブザーが鳴るようにして、運用者の便宜を図った。

メモリ電源ボードは、±15Vの電源から+12Vと-9Vを作ってRAMとPROMに供給している。デジタルビデオ盤にはデータバスラインがあり、フレームシンクロナイザから供給されるビデオデータを入力として、RAM、PROM、D/A変換器がこれに接続してある。

コントロールロジックボードはD/A変換器に入力するデータを選択する回路で、パネル上のVIS/IR切換ス

イッチにより、バスラインにのせるデータを制御する。またグリッドIN/OUT切換えスイッチにより、グリッドビットの作用を選択する。グリッドビットは、主走査方向のレーザのスポットサイズが40ミクロン以下であるため、グリッドストレッチ回路を通してグリッドポイントを伸長し、見やすいようにする。これはグリッドビットが論理1となっている赤外ワードがあれば、その前後の1ワードのグリッドビットも論理1とするもので、3個のDタイプフリップフロップ回路からなる。入力するビデオデータのうちIRビデオデータは、VIS/IRの選択と無関係にRAMに格納される。このときグリッドス

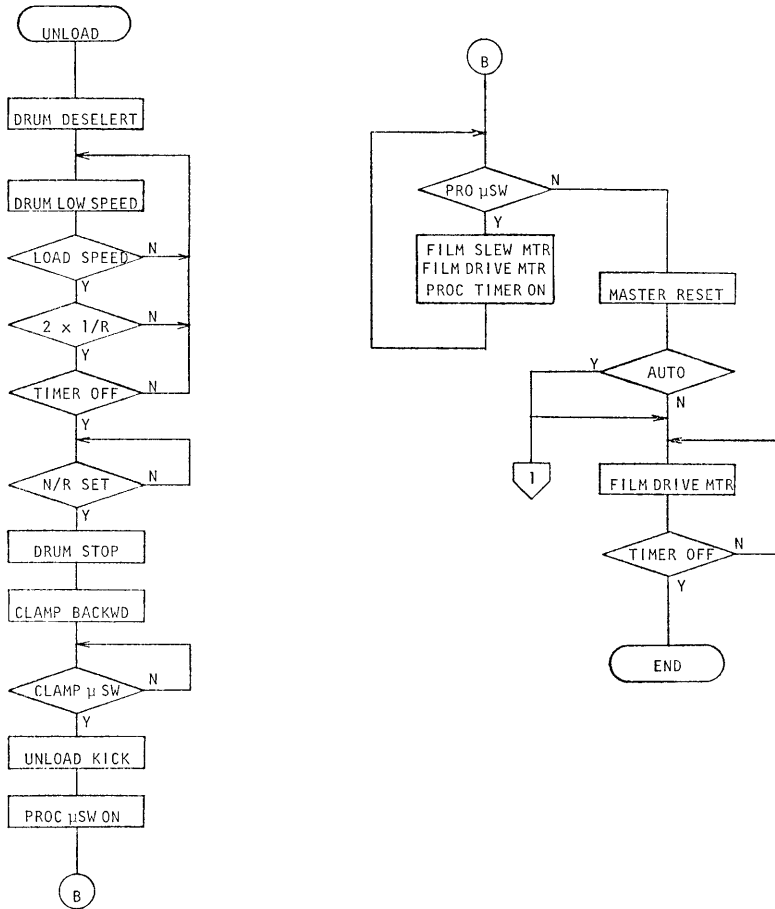


Fig. 12-2 Recorder/Processor Sequence Flowchart

トレッチ回路の出力もともに記憶される。いま VIS を選択すると、VIS ビデオデータは入力したものがそのままバスラインにのり、PROM 回路を通して D/A 変換器に入力する。こうしてフィルムには VIS 画像が記録される。

このときグリッド IN が選択されていると、RAM のグリッドビットを讀出して、その結果に応じて TRUE・COMENT レジスタを制御し、フィルムにグリッドニングを行なう。このレジスタは PROM 回路と D/A 変換器との間にあり、2つの選択入力の論理レベルに応じて出力データの論理値を変化させる。グリッドニングは、このレジスタに入力するデータの論理レベルで変化し、上位の2けたがともに論理0のときはレジスタの出力をすべて論理1とする。そうでないときはすべて論理0とする。これにより、露光量の少ない画像部分には黒いグリッドポイント、露光量の多い画像部分では白ぬきのグリッドポイントが記録される。そのしきい値が全レ

ベルの下から4分の1にあることは、前の記述からわかるとおりである。

一方 IR を選択すると、VIS ビデオデータはインヒビットされ、かわりに RAM の内容が VIS セクタに対応してバスラインに讀出される。したがって同一データを VIS セクタに対応して4回露光する。

IR ビデオデータは6688ワードでVISの2分の1なので、データの讀出しはVISワードクロックを2分周したディレイIRワードクロックにより行なう。この方法により、レーザのスポットサイズを変化させることなく、VIS デテクタとIR デテクタの分解能の差を調整している。IRのグリッドニングはVISの場合と全く同様である。

コントロールロジックボードには、このほかD/A変換器の出力側に設けたフィルタ回路とレベル調整回路、およびラインドライバ回路がある。

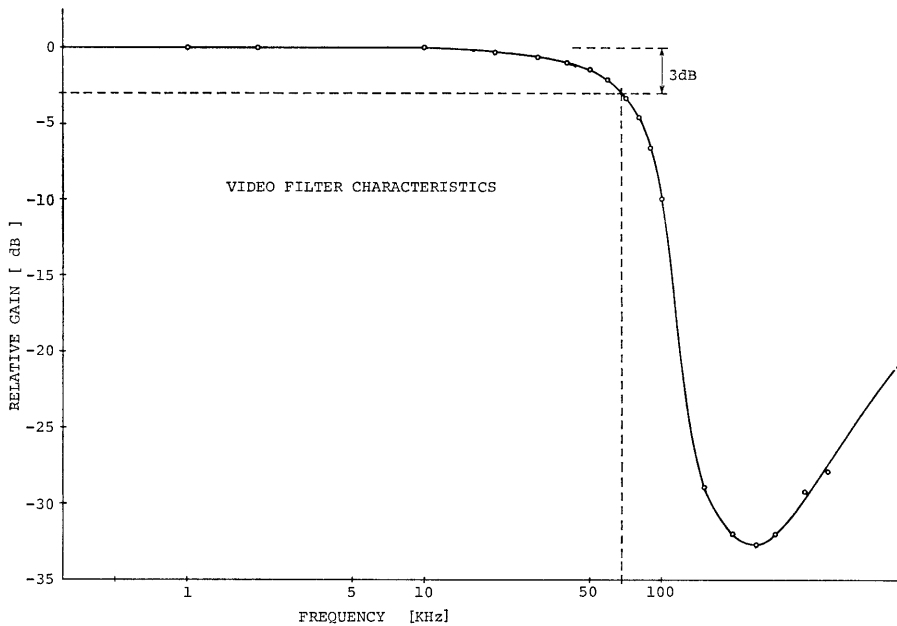


Fig. 13 Video Filter Characteristics

このフィルタはバタワース特性のもので、Fig. 13 に実測結果を示す。カットオフ周波数は約68KHzで、VISワードクロックと一致しており、衛星でのサンプル値からもとの信号（放射量の変化）を再生するために設けているが、これに続くレベル調整回路の周波数特性に抑えられているので、このフィルタを外しても高周波特性はほとんど改善されない。

レベル調整回路は、レーザ変調器に加える信号の直流レベルと振幅を調整するために設けてある。レーザ変調回路は、指数特性を得るために負帰還回路を用いているが、レーザ出力が零の部分から変調をかけると大きな遅延を生じるので、D/A変換器の入力がすべて論理0で出力電圧が最小となっている場合でも、若干のレーザ出力があるように、変調信号の直流レベルにバイアスを加えている。この値は約10mVとしている。また変調回路への入力が過大になるとレーザ出力が飽和して変調特性がくずれるので、D/A変換器の入力がすべて論理1で出力電圧が最大になったときに最大のレーザ出力が得られるように、回路の利得を調整する。この調整は前述のバイアスと関係があり、バイアスが低くレーザの最小出力が低いと最大出力も低くなり、短時間に生じる大きなレベル変化（グリッチングなど）に反応できなくなる。現在は0.5Vの入力に対し約5mWのレーザ出力が得られるようにしている。さらにIRセクタの期間はキャリッジが移動しないので、二重露光を防ぐためにレー

ザ出力を零にする。これをブランキング調整というが、やはり変調応答特性に密接な影響があるので他の調整と同様に微妙な面がある。これらはすべてトリマ型ポテンショメータによる。

ラインドライバは、フレームコード、ステップコード、およびキャリッジステップパルスレコーダコントロール盤に、またラインスタートパルスをドラムサーボ盤に出力する。

PROMボードには、VISとIRとにそれぞれ8種類のガンマ補正表を記憶させた合計16個のPROM（インテル1702A、256バイト）が用いられ、パネル面のデジタルスイッチでこれらを選択する。これはビデオデータの値を各バイトのアドレスとし、それぞれのバイトの内容をデータとするもので、デジタルデータのままガンマ補正を行なう。この方法ではPROMを交換することにより任意の補正（交換）表が得られ、ネガ、ポジの反転もできる。PROMに変換表を記憶させるには、BPNF方式という形式の紙テープを作成し、これをPROM書き込み器にかけて行なう。

BPNF方式とは、論理1をP、論理0をNで表わし、それらをB（Begin）とF（Finish）ではさんでバイトの内容を表わすもので、アドレス0から255まで順に並べる必要がある。BとFに囲まれない文字（キャリッジリターン：CR、ラインフィード：LFなど）は、書き込み

に関してはすべて無視される。例えば 01101101 は BN PNPNNPF と表わす。PROM にすでに記憶されているデータは、約 2cm の距離で 6W 程度の殺菌灯（紫外線）を約 20 分間照射してすべて論理 0 の状態に戻すことができる。PROM はワイヤード OR 出力となっており、出力側はパラレルに接続されているが、デジタルスイッチで選択したもの以外は高インピーダンスとなり、無効になる。

RAM ボードは、6,688個の 9 ビットワードを格納するダイナミック RAM (MK4096P) 18個と、メモリスンクロナイザ回路を収容している。RAM は 9 個ずつ A, B のグループにまとめられ、A グループに 4096ワード、B グループに 2592ワードを格納する。各グループの 9 個の RAM は、それぞれが IR データワードの各ビットに対応している。メモリスンクロナイザは、ダイナミック RAM に必要なアドレスのリフレッシュと、書込み・読出しの競合が生じたときの待合わせを行なう回路である。メモリの書込み・読出しは 20MHz のクロック、アドレスリフレッシュクロックは 33KHz で、SN74LS124N より発振している。

入力インタフェースボードは、フレームシンクロナイザから入力するデータおよび信号のラインレシーバ SN 7115を収容している。UPPER および LOWER のフレームシンクロナイザの出力はラインドライバ SN75113を用いているので、ワイヤード OR 出力となっており、パネル面の UPPER/LOWER 切換えスイッチによって選択された側のデータが入力し、他方は高インピーダンスとなる。入力するものは、データビット 1 から 9 までと、フレームコード、ステップコード、ラインスタート、ビットクロック、ワードクロック、IR ワードクロック、および IR エネーブルである。

(5) ドラムサーボ盤

ドラムサーボ盤は、レコーダ/プロセッサのドラムの回転を GMS のスピン周期の 5 倍の速さに同期させるためのサーボ回路を内蔵している。この盤には電圧制御水晶発振器 (VCXO) コントロールボード、タイミングボード、プリアンプボード、モータドライバ、ロジック用 +5V 電源、およびオペアンプ用 ±15V 電源を収容している。モータ駆動用の +28V と -28V の電源は、VISSR 架下部の電源盤に収容されている。

ドラムの動作は、約 25RPM の低速回転（ロードスピード）と、約 500RPM の高速回転（レコードスピード）とがあり、ロード、レコード、アンロードのシーケンス

にしたがって動作する。ドラムモータのスタート・ストップと、高速・低速のコマンドはレコーダコントロール盤から出力され、低速から高速に変化したときは加速（アクセラレート）を行ない、その逆のときは減速（デセラレート）を行なって、所定の速さに達する所要時間を短くしている。ロード、アンロードの場合はフィルムの送り出しや巻外しとドラムの速さとが密接なかかわりをもつので、ロードスピードになったことをレコーダコントロール盤に知らせるためのロードスピードデテクタ回路を設けてあるが、レコードスピードについては何も制限がなく、回転が GMS のスピンと全く同期していなくてもレコードシーケンスにはいるので、フィルムの露光は可能である。

ドラムモータの回転は、モータ軸に直結したエンコーダから得られる N/R パルスが基準周波数に一致するように、モータ駆動回路に加える電圧を加減して調整する。基準周波数 (REF) は、ロードスピードオンレタの約 765Hz と、レコードスピード用の VCXO (5.5MHz) の出力を分周した約 16.7KHz (GMS @100RPM) の 2 種があり、高速・低速コマンドによりいずれかに切替える。N/R が REF に近い周波数になったときは、フェーズデテクタの出力をモータ駆動回路に加える。N/R と REF とが一致するとフェーズデテクタの出力はデューティ一定のパルス列となり、駆動回路ではこれを積分してモータ駆動電圧を作るので、ドラムスピードはフェーズデテクタの出力にしたがって調整される。

VCXO コントロールボードは、VCXO の周波数を調整する電圧を発生するボードで、デジタルビデオ盤のものと同じ規格の D/A 変換器を用いてラインスタートパルスに 1/R パルスを一致させて高速回転でのドラム同期を行なう。

ドラムモータエンコーダから入力する 1/R と N/R の信号はオペアンプ LM311 を用いたしきい値デテクタによりパルスに整形される。N/R パルスはエンコーダの 1 回転で 2000 個出力され、このボードでは 1000 カウンタを駆動するクロックとなる。したがって 1000 カウンタがフルカウントになったとき、ドラムは始めの位置から 180° 回転したことになる。1000 カウンタの最上位のけたをフリップフロップ回路で 2 分周すると、その出力はドラム回転の前半・後半を表わす。この論理値はロックカウンタのカウントアップ/ダウンのコマンドであるとともに、D/A 変換器の符号ビットになっている。ロックカウンタは VCXO の 2 分の 1 の周波数をクロックとして動作する 2 進 12 けたのカウンタで、フルカウントになるとディセーブされ、ディレイ 1/R パルスで論

理0をロードしてエネーブされる。

ロックカウンタの内容はラインスタートパルスまたはディレイ1/Rパルスによりラッチレジスタに取出され、D/A変換器に供給される。したがってラッチレジスタの内容はラインスタートパルスと1/Rパルスの時間差を表わしており、D/A変換器の出力はラッチレジスタの内容に応じてVCXOの周波数を変化させる。D/A変換器は±10Vの変化幅があるが、VCXOは±3Vの入力に限られるので、マイナス3.3分の1の利得の逆相アンプを通す。このためD/A変換器の符号ビットは逆極性になっている。

VCXOの周波数は、D/A変換器の出力電圧の変化、すなわちロックカウンタのけた数で表わせる変化幅に限られ、この範囲内ではドラムの同期が可能である。

いま1/Rパルスが入力して1000カウンタがフルカウントになる前(前半180°)にラインスタートパルスが入力したとすると、ドラムはラインスタートに対して進んでいると考えられる。このときロックカウンタはカウントアップ、D/A変換器の符号ビットは正(論理0)としておき、ラインスタートパルスでロックカウンタの内容をラッチレジスタに保持させれば、VCXOには逆相アンプを通して負の電圧が加えられ、周波数が低くなるのでドラムスピードは低下し、1/Rパルスがラインスタートパルスに近づいていく。

またラインスタートパルスが1000カウンタのフルカウント後(後半180°)に入力したとすると、ドラムはラインスタートに対して遅れていると考えられる。このときロックカウンタはカウントダウン、符号ビットは負(論理1)としておき、ディレイ1/Rパルスでロックカウンタの内容をラッチレジスタに保持させれば、VCXOに逆相アンプを通して正の電圧が加えられ、周波数が高くなるのでドラムスピードは上昇し、1/Rパルスがラインスタートパルスに近づいていく。

いずれの場合もラインスタートパルスと1/Rパルスの時間差がおよそ

$$1 \div (5.5 \times 10^6 \div 2) \times 2^{12} \approx 1.49 \times 10^{-3}$$

すなわち約1.5mSまでの範囲ではドラム同期が可能である。

このボードからは、レコーダコントロール盤に対して1/RパルスとN/Rパルスを出力している。

タイミングボードにはドラム回転数のREFクロックの発生と、加速、減速、および位相差検出(フェーズデテクタ)の機能がある。

高速回転のREFクロックは、VCXOから供給される周波数をプリセット10進カウンタで分周したもので、

ドラムの回転数を設定する外側(アウト)ループを構成している。

プリセットする数は、パネル面の3けたのデジタルスイッチで設定し、BCDコードでカウンタにロードされる。したがって設定値を大きくするとREFクロックの周波数が低くなるので、ドラムの回転は遅くなる。

設定値Dは、GMSのスピン周期をPとすると、次の式で与えられる。

$$\frac{5.5 \times 10^6 \text{ Hz}}{D} = \frac{2000}{P} \times 5$$

すなわち、 $D = 550P$ となる。

GMSが100RPMであれば $P = 0.6$ 秒だから、 $D = 330$ となる。実際にドラムが同期する範囲は、VCXOの周波数変化幅によるので、ラインスタートパルスと1/Rパルスとの時間差を最大の1.5mSとしたとき、ドラムの回転周期120mSより、 $1.5 \div 120 = 1.25 \times 10^{-2}$ となる。すなわち約±1%、上の例では327から333までとなる。

レコーダコントロール盤からドラムスタートと低速のコマンドが入力すると、VCXOボードから0.6秒間ロードパルスが出力される。これはドラムモータの起動に必要な駆動トルクを与えるもので、この後はフェーズデテクタの出力によってモータを回転させる。また低速コマンドが高速コマンドに変化したとき、あるいはドラムスタートと高速のコマンドが加えられたときは、ドラムの回転がレコードスピードに近くなるまで、加速制御回路が直流バイアス電圧(アクセラレートDC)を出力する。アクセラレートDCが出力されている間はフェーズデテクタをデセーブルし、加速動作だけが行なわれるようにしている。

加速制御回路は、それぞれREFクロックとN/Rパルスで動作する2組の2進カウンタと、比較器およびディップスイッチで構成される。REFクロックのカウンタは128カウント目にN/Rパルスのカウンタをデセーブルする。このときカウンタの内容とディップスイッチの設定値を比較器に入力し、設定値の方が大きいときは論理1、小さいときは論理0になるようにしてある。

この論理値はREFクロックカウンタの192カウント目にDタイプフリップフロップに保持される。アクセラレートDCは、このフリップフロップの出力電圧を調整したもので、論理1に対して約0.48Vになっている。

これはプリアンプボードの積分回路に加えるバイアス電圧なので、N/Rパルスカウンタの内容がディップスイッチの設定値よりも大きくなるまで、ドラムの回転を加速させる。

そして N/R パルスカウンタの内容の方が大きくなるとバイアスは 0V となり、かわりにフェーズデテクタの出力が加えられる。

このカウンタは内容が 256 カウントに達したとき (ドラムの回転が極めて速いとき)、または REF クロックカウンタが 128 カウントに達したときデセーブルされるが、REF クロックカウンタの 256 カウント目でクリアされて再びエネーブル状態になる。したがって加速制御回路は、REF クロックの 256 カウントを一周期として動作していることになる。

なおディップスイッチは 127 に設定してある。

ドラムの減速は、高速のコマンドが低速に変化したとき、プリアンプボードの積分回路に直流逆バイアス電圧を約 1 秒間加えて行なう。減速の程度はプリアンプボードのトリマポテンショメータにより、バイアス電圧値を加減して調整する。このバイアスによりドラムモータには、逆回転をさせる駆動力が加わるので、数秒で低速回転にはいる。バイアスを加える時間はワンショットフリップフロップにより定められている。

タイミングボードのもう一つの機能はフェーズデテクタで、帰還回路をもつ 3 個の DTL ゲーテッドフリップフロップ MC850P により構成される。このフリップフロップのセット側キャパシタンスト入力には REF クロックを、リセット側キャパシタンスト入力には N/R パルスを加えてあり、エネーブルセットには前段の Q 出力が、またエネーブルリセットには後段の Q 出力が帰還されている。

これにより REF クロックよりも N/R パルスの周期の方が短いときは、フェーズデテクタはリセット状態となり、プリアンプボードを介してドラムモータに駆動力を与えない状態になる。また REF クロックの周期の方が短いときは N/R パルスにリセットされるまでセット状態になるので、この間モータには駆動力が加えられ、回転は加速される。

このときフェーズデテクタの出力波形は、デューティ比が連続的に変化する掃引波形となっている。いま REF クロックと N/R パルスの周期が一致すると、フェーズデテクタの出力はセット・リセットが一定周期になるので、デューティ比一定のパルス列となる。

この回路の出力は、積分回路に加えられてドラムモータ駆動電圧となるので、REF クロックと N/R パルスのタイミングが近づいてデューティ比が小さくなるとモータの駆動力は小さくなり、逆にタイミングが離れてデューティ比が大きくなると駆動力も大きくなって、常に

デューティ比を保持しようとするように作用する。デューティ比は、プリアンプボードの積分回路の入力側に設けたトリマポテンショメータにより、約 35% 程度となるように調整してある。デューティ比が 50% をこえると、回路上セット状態になるようにしてあるので REF クロックと N/R パルスの同期は外れる。この回路はドラムの回転を REF クロックと位相的に一致させる内側 (インナ) ループとなっており、プリアンプボードの調整と密接な関係がある。

ドラムモータの低速回転の場合はロードスピードデテクタとオーバースピードデテクタが動作し、ドラムがロードスピードよりも速く回転しているときは、フィルムロードインヒビット信号をレコーダコントロール盤に出力し、ロードまたはアンロードのシーケンスにはいらないようにしている。これらはいずれもリトリガブルワンショットフリップフロップと JK フリップフロップで構成され、低速時の N/R パルスで駆動される。オーバースピードデテクタはロードスピードデテクタよりも短い周期の N/R パルスでセット状態になり、ロードスピードデテクタをデセーブルし、フィルムロードインヒビットを安定に出力させる。ロードスピードデテクタの状態は N/R パルスの周波数が約 1.23KHz になると変化する。これはドラムの回転のおよそ 36.8RPM に相当する。またオーバースピードデテクタの状態は約 1.77KHz、およそ 53.0RPM 以上で変化する。

レコーダコントロール盤でのフィルムロードインヒビット信号の作用としては、ロード、アンロードの阻止のほか、マスタリセットによるドラムブレーキの動作を、ドラムが低速回転になるまで阻止するようになってい

る。ドラムブレーキは、ドラムスタート・ストップフリップフロップに連動して、ストップ状態のとき動作するが、マスタリセットの作用した状態、すなわちフィルムがプロセッサに送りこまれて次のフィルム巻付けを待つ状態になったときは、スタート・ストップフリップフロップは当然ストップ状態になり、ロードシーケンスになってスタート状態になるまでブレーキの動作は保持されていた。このためブレーキコイルの発熱が大きく、ブレーキ面の間隙にも影響を及ぼすと思われたので、この回路にワンショットフリップフロップを設け、マスタリセットにとまらうブレーキの動作は、約 1 秒間だけ保持されるように改造した。

プリアンプボードには、アウトループに含まれる VC XO とその駆動アンプ (利得マイナス 3.3 分の 1)、モータドライバ用プリアンプ、および 2 段の積分回路があ

る。

積分回路はオペアンプによるミラー積分器で、初段の入力とプリアンプへの出力は同相になっている。積分回路とプリアンプとの間には、ドラムスタート・ストップのコマンドで動作するリレーが設けてあり、スタートのコマンドにより積分出力がプリアンプ回路に加わるようにしてある。初段の積分回路の入力は、5種のバイアス電圧とフェーズデテクタの出力電圧で、これらはレベル調整用の6個のトリマポテンショメータを通して加えられる。バイアス電圧のうちゼロ調整を除くものは、アナログスイッチ AH0015によりレコーダの動作シーケンスに合わせて必要なものだけが加えられ、他は接地電位となる。アナログスイッチの入力は、ロード、ロードパルス、ドラム高速・低速、およびデセラレートの各信号（補論理）で、入力論理1になると、それに対応した回路（スイッチ）が ON 状態になる。

ゼロ調整は、積分回路の出力電圧を 0V にするもので、入力をすべて接地した状態で調整する。しかしドラムモータを回転させるためには、回転数に応じたバイアス電圧が必要で、回転数を一定に保つためにフェーズデテクタの出力により、バイアス値を中心とする脈流をモータに加える。フェーズデテクタの出力は低速回転、高速回転のいずれにも共通に加えるので、高速回転のときにアクセラレート DC が 0V になっても十分に回転数を維持できるレベルにしておく必要があり、低速回転に対してはこれを減少させる負のバイアスを加えている。フェーズデテクタの出力の変化幅は、ドラム回転のジッタに直接影響するので、出力電圧のレベル（振幅）は小さい方がよく、高速回転に対しては正のバイアスを加えている。また低速でのドラムモータ起動には正バイアス、高速から低速への減速の場合には逆回転トルクを与える深い負のバイアスを加える。

プリアンプ回路は、モータドライバ回路からの負帰還ループをもつコンプリメンタリシングルエンデッドブッシュアップ回路で、トランジスタ2段の直流アンプとなっている。この回路の利得は負帰還分を含めて約 22 dB である。

モータドライバ回路は6個のパワートランジスタで構成される2段の直流サーボアンプで、プリアンプ回路をうけたコンプリメンタリシングルエンデッドブッシュアップ回路になっている。この回路は放熱のため、ドラムサーボ盤の裏面パネルに取付けてある。供給電圧は±28Vの2電源方式で、利得は負帰還分を含めて約 25 dB となっている。

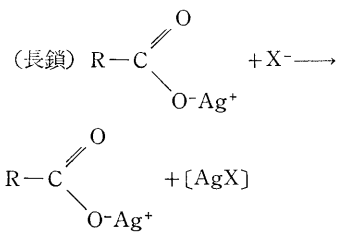
(6) ドライシルバフィルム

LBR に使用するフィルムは乾式熱現像のもので、液体を全く用いずに加熱オープンで現像する。定着方法がないので、現像済フィルムであっても直射日光や蛍光灯光にさらしておくこと、いわゆるカブリを生じてベース濃度が高くなる。このフィルムは米国スリーエム社製のタイプ7869（マンクロタイプ、He-Ne レーザ用）で、寸法は LBR 専用の特殊仕様になっている。以下ドライシルバフィルムについて、「化学と工業」第27巻第10号の石田氏の文章をもとに、反応の原理について述べる。

ドライシルバの主要成分は次のとおりである。

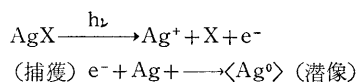
- (a) 感光性ハロゲン化銀（一般には臭化銀 AgBr）：光分解で潜像銀となる
- (b) 感熱性の銀塩（ステアリン酸銀、ベヘン酸銀など）：潜像銀の触媒作用で銀イオンが還元されて画像銀となる長鎖脂肪酸銀塩
- (c) 現像剤（4メチル6ターシャリブチルフェノールなど）：熱で遊離した銀イオンを還元し、画像を形成させる弱い還元剤

このほか(b)の銀塩が反応する相手となるハロゲンイオンの供給源（アンモニウム塩、カルシウム塩など）と、これらの構成成分を均一に分散させる結着剤として、ポリビニルピチラールや酢酸セルロースが使用されている。(a)が(b)の触媒作用をするためには、ハロゲン化銀の銀イオン供給源と、画像銀の供給源が一つの化合物になっていることが必要で、次の反応による。

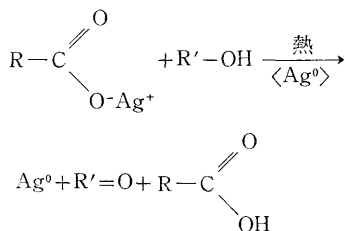


露光による光反応過程は次のとおりである。

- ① 露光により(a)が光分解し、潜像銀を形成する。



- ② 加熱の過程で感熱性銀化合物から遊離した銀イオンの還元反応について、①で生じた潜像銀が触媒作用をなして、露光部分の反応が促進される。



還元反応は加熱された全面で起きるが、露光部分と未露光部分の潜像銀の量の差が、反応速度の差として画像を形成させる。

脂肪酸銀が銀画像に黒化還元される熱現像過程は、②の反応を含めて120~135℃で数秒間に行なわれる。

3M Type 7869 Dry Silver Film has an essentially panchromatic response from the blue-green to the red portion of the spectrum. It is designed to be used in newer electronic imaging systems for recording high resolution graphics.

EXPOSURE AND DEVELOPMENT CHARACTERISTICS

Optimum response of the film is in the red region of the spectrum. Practical development conditions are 10 to 30 seconds at a temperature of 260F by conductive heating.

STORAGE

Film should be stored in vapor-tight container at less than 75F.

TYPICAL PROPERTIES

- Film thickness: 3.7 mils
- Safelight reference: Wratten 3
- Peak spectral response: panchromatic (see absolute spectral response)
- Photographic Speed: 15 nominal (ANSI Std. PH 2.2)
- Background density: less than 0.17
- Image density: greater than 2.75
- High contrast negative projected resolution: 300 cycles/mm

*When processed for 20 seconds at 260F in a sensitometric processor.

ドライシルバーフィルムは一般のハロゲン化銀乳剤と同様な増感色素が使用でき、オルソタイプ、またはパンクロタイプの分光増感を施したものがあるが、タイプ7869はパンクロタイプで He-Ne レーザの波長0.63ミクロン附近に感度のピークがある。この特性を Fig. 14 に示す。感度はASAにして1~2程度と思われるが、1mW程度の He-Ne レーザで十分な濃度が得られる。

現像温度はバラツキを ±1.5 度以内に納めることが必要で、 ±0.5 度以内とすることが望しい。現像濃度は露光量、加熱温度および加熱時間により変化するが、未露光部の濃度が0.10~0.18の範囲にある場合、最適な現像といえる。

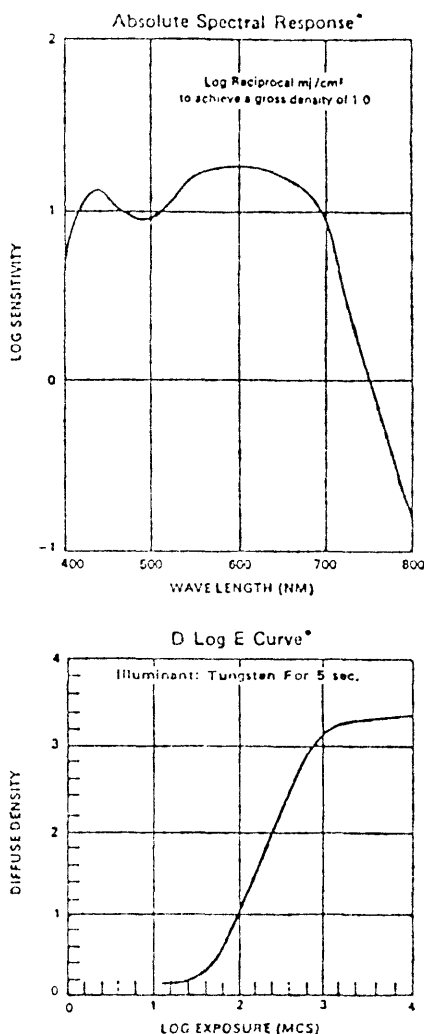


Fig. 14 Dry Silver Film Features

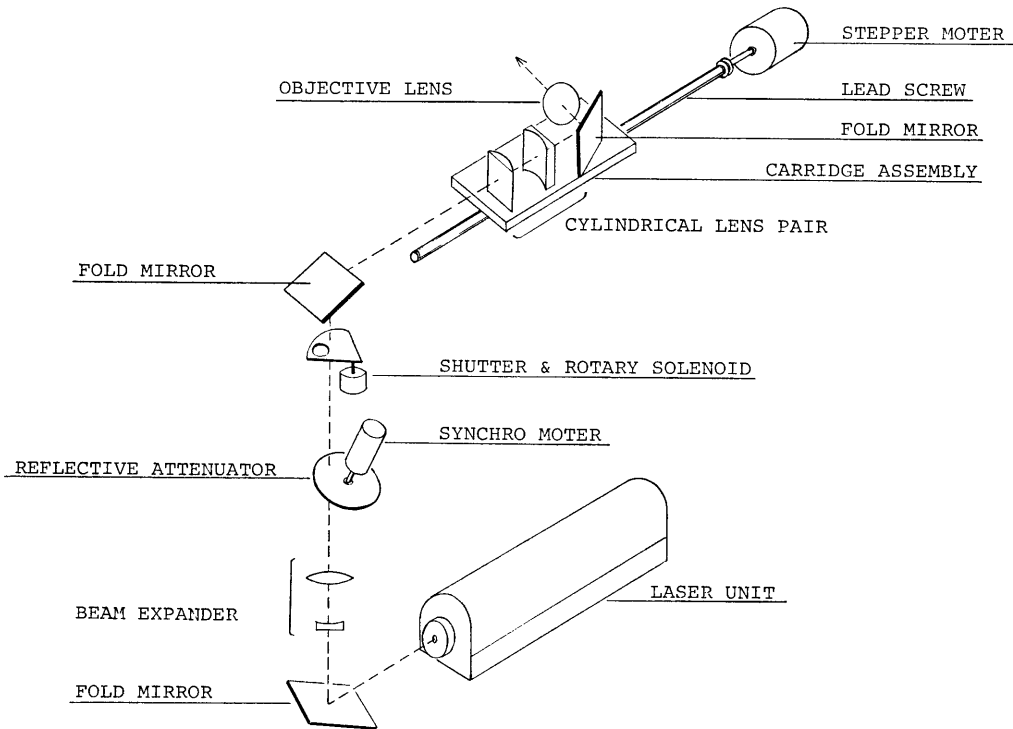


Fig. 15 Optics Block Diagram

(7) 光学系アセンブリ

光学系の概念図を Fig. 15 に示す。光学系アセンブリは、レーザ管、光学ベンチ、およびキャリッジからなる。レーザ管からは、アナログビデオ信号に比例した輝度のレーザビームが出力される。この光の一部はフォトダイオードに導かれて、レーザ変調回路の負帰還ループを構成するとともに、被変調ビームのモニタ用としてデジタルビデオ盤に接続されている。

光学ベンチには、反射鏡、エキスパンダ、ND フィルタ、およびシャッタが収容されている。(Fig. 16) レーザ管を出た被変調ビームは、反射鏡で直角方向に曲げられてエキスパンダにはいる。これは倍率5.2で、ビーム直径を約5.7mmにして、フィルム面への集光をしやすくしている。エキスパンダを出たビームはND フィルタを通り、シャッタをへて2つ目の反射鏡で再び直角方向に曲げられて、副走査軸と平行に進行し、キャリッジに入射する。

ND フィルタは、直径約7cmの円盤で、濃度が円周方向に連続的に変化する反射形の調光板である。この中心には角度同期モータが直結しており、VISSR 架モニタ盤上のインテンシティダイヤルに直結された角度同期

モータと連動している。したがって、ND フィルタのレーザビーム中心に対する回転角度は、このダイヤルの設定に一致する。ダイヤルは微動が可能で、目盛は角度で示してあり、数値が大きいほどフィルタ濃度は低くなり、フィルム面の露光量が増加する。角度同期モータの角度分解能は約0.1度である。またダイヤル目盛と露光減衰量との関係を Fig. 17 に示す。

シャッタはロータリソレノイドで駆動され、ステップコードが論理1のとき開くようにしてある。これにより、フィルムへの多重露光を防止する。

キャリッジは、副走査軸のリードスクリューにより副走査方向に移動するアセンブリで、一對の円筒面レンズからなる集光器と反射鏡、および対物レンズが取り付けられている。この部分の構成を Fig. 18 に示す。円筒面レンズ対は、ビームを一方方向だけについて集光するので、光学ベンチから入射するレーザビームの断面は円形であるが、円筒面レンズ対を出たときの断面は楕円形になる。この楕円の長径は入射光の直径に等しいが、短径は、2つの円筒面レンズの焦点距離で定まる。このビームは反射鏡によりドラム面に対して垂直に曲げられて対物レンズにはいる。

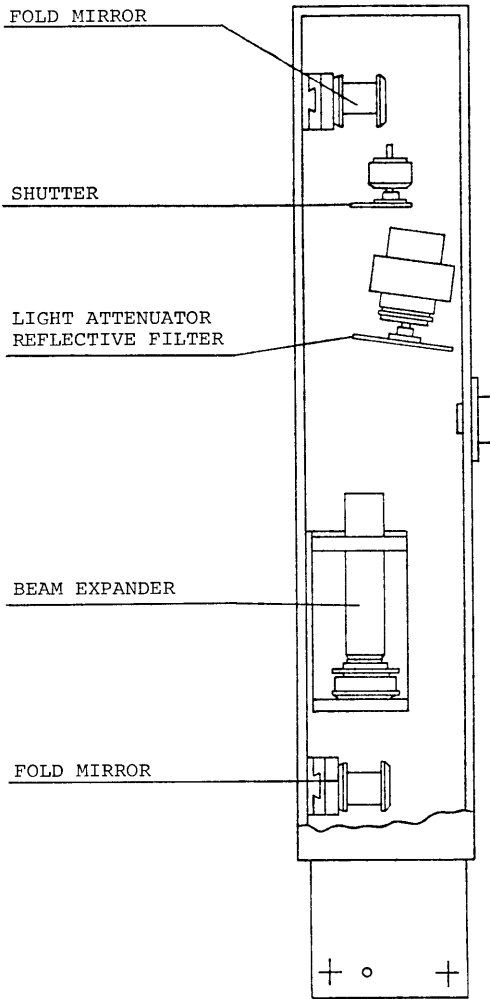


Fig. 16 Optics Bench

対物レンズは、円筒面レンズとは独立にビームサイズを定めるために使用されている。

このレンズは、長径に対する作用は一定で、短径の焦点距離を変化させる。ビームの寸法は、スポットサイズがレンズの f 数に反比例することを利用して調整する。この関係は、基本的には次の式で与えられる。

いま求めるスポットの直径を D とし、波長を λ 、焦点距離を F 、入射光直径を D_i とすると、

$$D = \frac{2 \times 1.22 \lambda F}{D_i}$$

となる。

この式ではスポットサイズとして理論的に与えられる最小値が示されるが、実際の寸法はビームの散乱やレン

ズ自体の精度により若干大きくなる。記録に使用するビームの寸法は、主走査方向が副走査方向よりも小さくなるように、各レンズ系の調整を行なう。エキスパンダから出るビームの直径はレンズの最小 f 数を与え、円筒面レンズ対を出たビームの短径がレンズの数の最大値を定める。

実際にフィルムに記録される可視1ワードの大きさは、主走査方向、副走査方向にそれぞれ40ミクロン、53ミクロン（顕微鏡による目視）となっている。

(8) プロセッサ

プロセッサはドライシルバフィルムを加熱現像する部分で、フィルムを載せる布製の搬送ベルト、引込みモータ、送りモータ、ローラ、および電熱オープンからなる。この構造を Fig. 19 に示す。

引込みモータと送りモータは、搬送ベルト駆動ローラの左と右に、それぞれ方向性クラッチを介して直結してある。方向性クラッチは一方の回転に対して接続し、逆方向に対しては切離す作用をするので、速く回転する方のモータによってベルトが駆動される。

これらのモータは、マイクロスイッチとプロセッサタイマにより動作するもので、プロセッサ内部の状態には無関係にベルトを駆動する。

マイクロスイッチはフィルムを検出するもので、ファーストスルーモータとプロセッサタイマの電源スイッチとなっているほか、レコーダコントロール盤のマスタリセットを出力させて、LBR 装置をロードシーケンスの始めに復帰させる。オートモードでは直ちにフィルムの巻付けが始まる。

プロセッサタイマは自己保持回路があり、プロセス時間と待ち時間を設定する。待ち時間はベルトのファーストスルーによってオープンから逃げた熱の回復を待つもので、40秒から1分程度に設定し、この間スロースルーモータの電源を断り、フィルムをオープンの入口付近に止めておく。一方プロセス時間はスロースルーモータの電源電圧により、フィルムの全長がオープンを通過するのに要する時間に合わせる必要があり、待ち時間が含まれるので約10分程度に設定する。

電熱オープンとは、搬送ベルトをはさんで上下2本ずつのメインヒータと、メインヒータの左右両端に付加したエンドヒータ4枚で構成されている。これらのヒータは、厚さ約1cm、幅と長さがそれぞれ約22cm、約66cmのアルミ板に取付けてあり、これら中間に固定した厚さ約1mmのアルミ板の上を通過する搬送ベルトを加熱する。

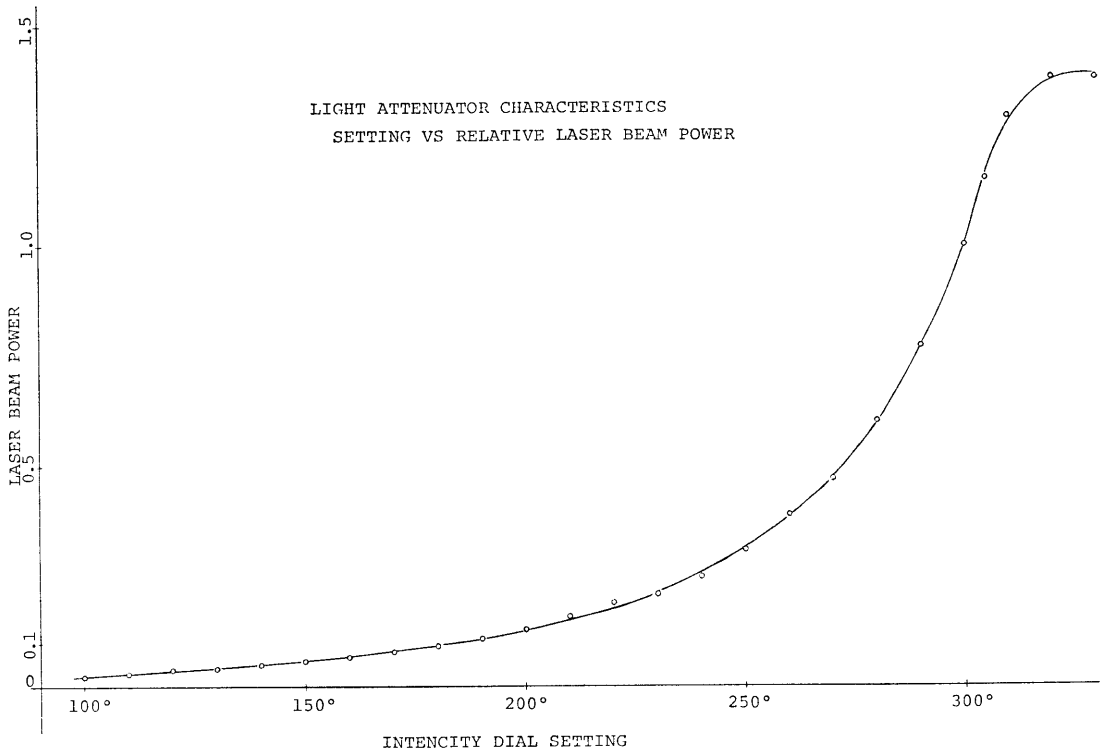


Fig. 17 Light Attenuator Characteristics

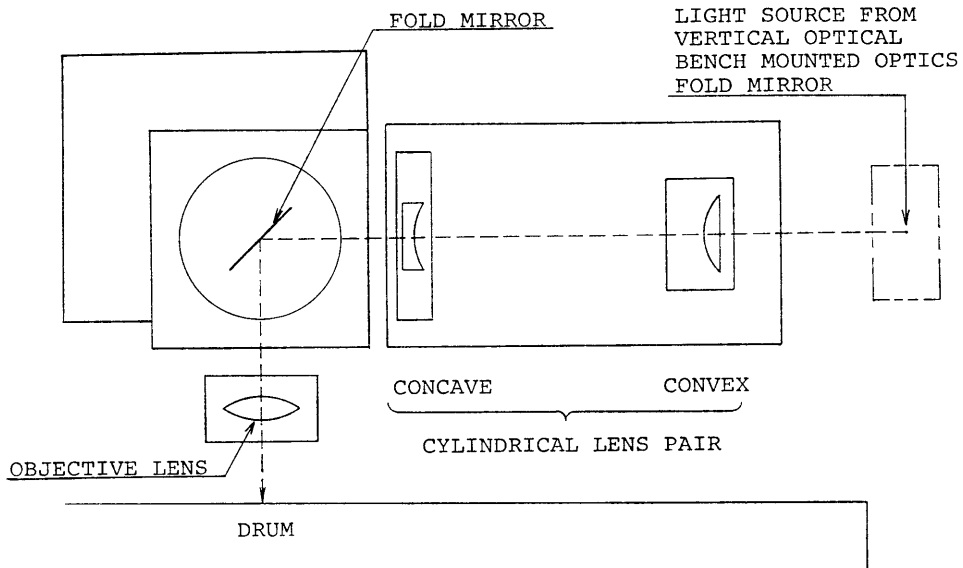


Fig. 18 Lens Carriage Assembly

これらの板にはそれぞれ5個の熱電対が一定間隔に貼り付けてあり、オープン温度の制御と読取りに使用している。上の板（トッププレート）とベルトの間の空気の

温度は16個目の熱電対により読取ることができる。これらは上中下の順に南側から 1, 2, …, 14, 15, 16と付番され、奇数番号のものと16番目の出力電圧が、

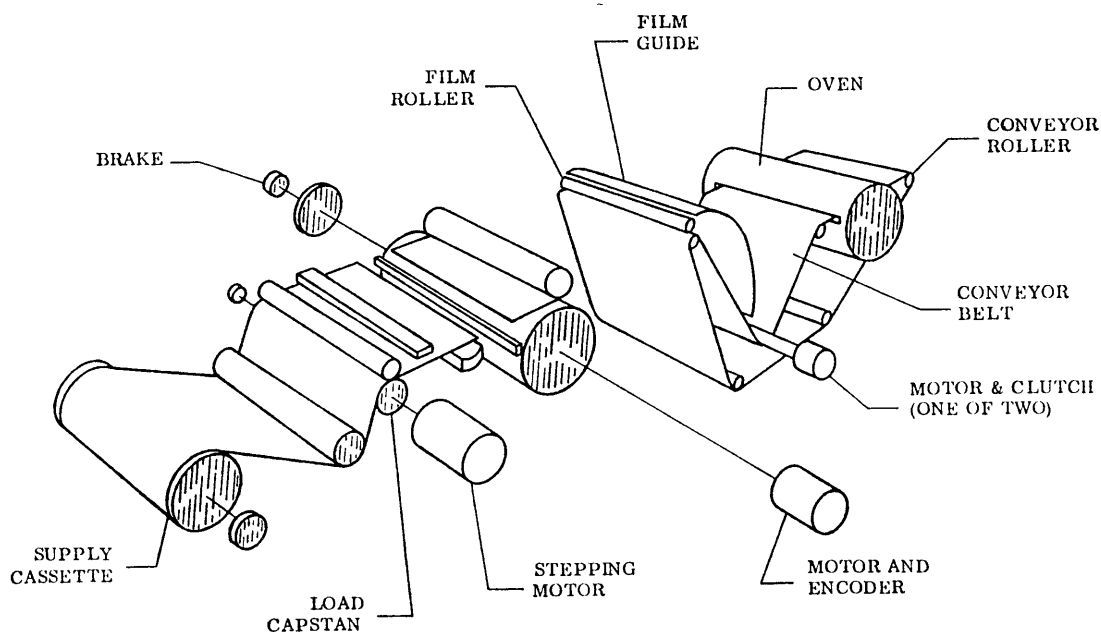


Fig. 19 Film Transport Block Diagram

切換えスイッチを通して VISSR 架モニタ盤の温度メータに表示される。これらには補正用トリマポテンショメータが直列に接続してあり、メータ表示を較正できる。使用している熱電対は鉄・コンスタンタン (IC) タイプなので、較正する場合は熱電対ブリッジ回路を組み、IC の熱起電圧表を用いて行なう。

温度制御には上下の板の熱電対各 1 個 (4 番と 14 番) を断続制御ユニットに使用する。

これはラブコントローラという商標のもので、ダイヤルにより温度を設定できる。板上の温度安定度は ± 0.1 度程度と思われる。ラブコントローラは上側用と下側用のものが、比較的温度の安定したレコーダ側の下部に取付けてあるが、頻りに調整するものではないので外装板で覆われた内部にある。

メインヒータは 120V, 1kW の棒状ヒータで、2 本を直列に接続して 100V で使用している。エンドヒータは 115V, 75W の面状ヒータで、メインヒータ両端の温度低下を補うために使用している。加えられる電圧は 115V までであるが、各ヒータと直列に合計 4 個の可変抵抗器を接続してあり、これにより発熱量を調整できる。メインヒータとエンドヒータの電源は、ラブコントローラにより同時に制御される。オープンには上下別々にサーモスタットが取付けてあり、温度制御が故障したとき電源を切る安全回路となっている。

搬送ベルトは長時間使用すると変形したり一方向に片

寄ったりするので、定期的に点検する必要がある。

フィルムの現像状態は、使用するフィルムの特性 (ロット番号) やレーザの出力 (インテンシティダイヤルの設定値) により異なるが、フレームシンクロナイザのテストパタンジェネレータにより、フィルム全体に一定露光を施し、その濃度が 1.0 ± 0.1 程度になるようにする。これをユニフォーミティチェックという。現像状態そのものは、オープン温度とそのバランス、および搬送ベルトの速さに大きく左右される。濃度の均一性を良くするには、ベルト送り速さを遅くして、オープン温度を低めにするるとよいが、加熱によってフィルム面が平らでなくなるので、トッププレートに近付いた部分の濃度が高くなりムラを生じるなど、単純には解決できない問題があり、方式自体を検討する余地があると思われる。

3. 技術的特徴

LBR の特徴は、その名称の由来のように、光源にレーザ管を使用していることであるが、この他にも特筆すべき点があるので、それらについて述べる。まず SV データ自体であるが、PN 符号化してあるため、1-(3) に示したような利点がある。またドキュメンテーションとして S/DB から出力されるフレームコード、ステップコードにより、LBR の動作が制御され、VISSR データの地上における最終的な出口としての役割をなさせる。そしてグリッピングのためのデータを、IR セクタの 9 ビ

ット目として特に設けているため、LBR 側でグリッドイングを施すか否かの選択が可能になっている。なおフィルムフォーマットに示したフィジューショナルマーク（目盛）線のデータはグリッドビットに含まれており、デジタルビデオ盤でグリッド OUT とすると記録されない。同様の理由により、アノテーション、グレースケールの部分には記録されない。これは S/DB において、それらを画像データとは別に考え、グリッドビットを使用しないためである。

次に VISSR 架であるが、各盤にそれぞれ特徴がある。

① レコーダコントロール盤

レコーダ/プロセッサの動作シーケンスは、すべて電子回路で作っており、マイクロスイッチ、リレーなどを除いて機械的な部分がない。これは運用と保守を容易にしているが、雑音や調整外れによって誤動作をまねくことがある。

② デジタルビデオ盤

IR のビデオデータ 1 セクタ分のデータ (6688 ワード) を格納するメモリにより、IR と VIS の分解能の差を、レーザのスポットサイズを変えることなく調整していること。およびフィルムのガンマ特性の補正と記録の陰画、陽画の選択を、VIS、IR 各 8 個の PROM により、DA 変換する前のデジタルビデオデータのうちに処理しており、安定性と再現性の点で優れている。

③ ドラムサーボ盤

VCXOにより安定性のよいドラムの回転が得られるほか、分周数を変えることにより、回転数を大幅に変化させることができる。

(約 165 から 1100RPM)

また PLL を利用した伝送同期方式なので、同期の追従性がよく、入力データの周期にジッタがあっても、それを平均化する作用がある。位相差検出にゲートドリップフロップを使用している点も特徴であろう。ただしサーボ回路のプリアンプの各種バイアス調整が容易でないことは先に述べた。

レコーダ/プロセッサの特徴の大きなものは、ドライシルバークロールフィルムを使用したことにより、フィルム現像のための薬品や給排水設備は必要なく、明室中で運用できるため、どこにでも設置できることと、22 インチ角の大きなフィルムに歪のない記録の可能な回転ドラム方式によることである。

ただしフィルム交換は暗室で行なうことと、保管は 4 °C 以下とすることが要求されるので、MSC では運用と保守の便宜をも考慮して、レコーダ/プロセッサの周囲に 2 重の暗幕を設けるほか、保管用冷蔵庫を別に設置した。

細かい点では、レーザ光を必要な形にするために、従来のアパーチャ（スリット）によらず、シリンDRICAL レンズ対を使用している点で、回折による干渉縞などは原理的に生じないので、記録密度を高めることができる。

また記録濃度の調整は、連続的に濃度の変化する反射型フィルタとシンクロモータとによるので、運用が容易である。これらは我が国での製作が容易でないとされている。

このほかの特徴として次のものがある。

① フィルムを切断する長さは、フィルムの送り出しにパルス（ステッパ）モータを使用し、モータに加えるパルスの数で決める。

② ドラムの停止位置は、エンコーダから得られる 1/R と N/R のパルスにより、計算上 0.2° の精度で決めることができる。

③ 副走査は、リードスクリュウにステッパモータを直結してパルスので行ない、IR セクタに対しては副走査しない。

④ フィルムをドラム面に密着させるため、ドラムを中空にし、ドラム面に穴を設けてバキュームポンプで吸引する。このためフィルム上が 21.5 インチよりも短く切断されると、ドラムの回転中に外れることがある。実際に切断されるフィルムの長さは、ロールの始めと終わりとで 0.5 インチ近く変化する。これはロールの直径が変わって慣性率が変わるため、ロール径が大きいときは、送り出しのキャプスタンのところでフィルムがすべり送り出される量がキャプスタンの回転量（パルス）数よりも少なくなるためと説明されている。逆に 22 インチよりも長いと、アンロードでフィルムの後端が開いたクランプに挟まれて、プロセッサにはいらないことがある。フィルムの切断長を一定にする方法を設けることが、今後この種の装置の開発にあたって考慮されるべきである。

最後に TDR の特徴として EOT 検出機能を利用して、プログラムタイマによる自動運用を可能にしている

Table 4 LBR Modulation Transfer Function Readings

RESOLUTION	MEASURED		CALCULATED		E _{max}	E _{min}	$\frac{E_{max}-E_{min}}{E_{max}+E_{min}}$	Normalized to 100%
	D _{max}	D _{min}	D _{max}	D _{min}				
VIS 64	1.00	0.04	1.25	0.29	41	4	$\frac{37}{45} = 0.82$	100
32	1.01	0.10	1.26	0.35	41	5	$\frac{36}{46} = 0.78$	95
16	0.99	0.19	1.22	0.44	38	9	$\frac{29}{47} = 0.62$	76
8	1.00	0.33	1.25	0.58	41	13	$\frac{28}{54} = 0.52$	63
4	0.97	0.49	1.22	0.74	38	18	$\frac{20}{56} = 0.36$	44
2	0.89	0.67	1.14	0.92	32	25	$\frac{7}{57} = 0.12$	15
IR 64	1.18	0.22	1.44	0.48	58	9	$\frac{49}{67} = 0.73$	100
32	1.14	0.25	1.40	0.51	54	10	$\frac{44}{64} = 0.69$	95
16	1.10	0.35	1.36	0.61	50	12	$\frac{38}{62} = 0.61$	84
8	1.07	0.45	1.33	0.71	48	15	$\frac{33}{63} = 0.52$	71
4	1.05	0.58	1.31	0.84	46	20	$\frac{26}{66} = 0.39$	53

Note: Data For the IR and Vis MTF came from two different pieces of film taken from two different rolls of film.

点と、SV データをそのまま1本のチャンネルに記録している点がある。しかしこのため磁気テープは3時間ごとの観測に対応して1日8往復するので、磁気ヘッドは消耗が激しい。ヘッドの寿命は概ね1000時間とされているので、毎年新品と交換しなければならない。

4. 局内調整データ

昭和51年12月の LBR 取付調整時（完成検査時）および昭和52年8月の保守点検時（GMS ミッションチェック事前調整）に得られたデータを以下に示す。Table 4は、LBR の TPG の FULL, SCALE 波形を記録したフィルムをマイクロデンシトメータにより濃度測定したもので、データに対するフィルム濃度の変化を求める試験である。これは変調伝達特性（Modulation Transfer Function; MTF）といわれるもので、LBR の分解能を与える。表中 D_{max}, D_{min} はそれぞれ濃度の最高、最低を表わし、実測値（MEASURED）とベース濃度を加えた補正值（CALCULATED）を示している。E_{max}, E_{min} はグレースケールを用いてそれぞれ D_{max}, D_{min} を入力データの値に変換したもので、データの画周波数（論理1と論理0の繰返し）が高くなるほど記録濃度の

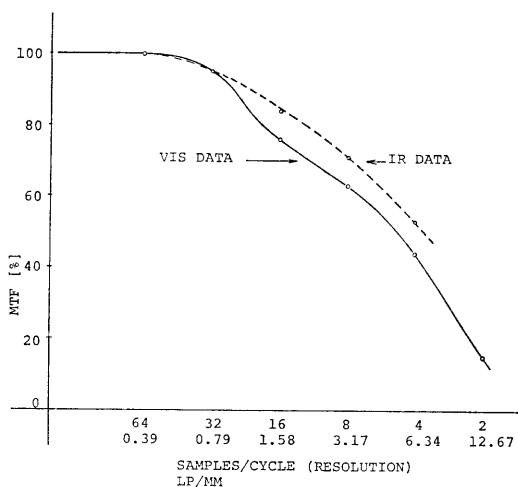


Fig. 20 LBR Modulation Transfer Function Curve

変化幅が狭くなり、黒（灰色）に近づくことがわかる。この特性を Fig. 20 に示す。

Fig. 21 は、レーザ電源部の測定用直流入力レベルの

ダイヤル値に対するレーザ出力で、負帰還を外したオープンループ特性である。測定はレーザパワーメータ SP ECTRA Physics 404を用いた。

なお完成検査時の最大最小出力比（エクステンクション比）は、ビームエキスパンダの出口で 3.2mW 対 1.2μW で 2.66×10^8 となっている。最大出力時にレーザ管から直接得られる出力は、この場合 5mW である。

Fig. 22 はプロセッサの現像濃度の均一性を点検するもので、TPG の LEVEL NO GRID 6を用いる。測定は MACBETH TD-500 透過形濃度計を用いた。測定濃度は 1.2 ± 0.1 程度がよいと思われるが、プロセッサ温度、インテンシティ設定により大幅に変化する。下段の保守点検時の測定値は、プロセッサ温度が若干高かったこ

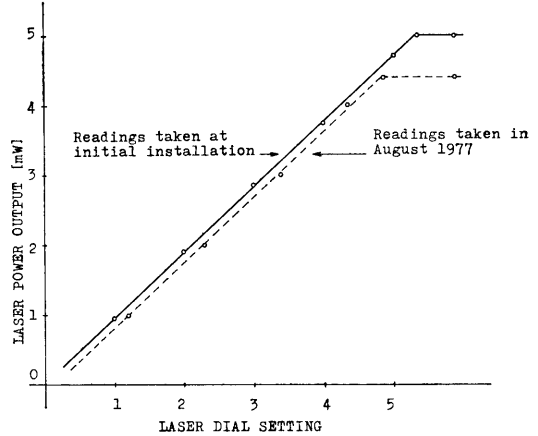
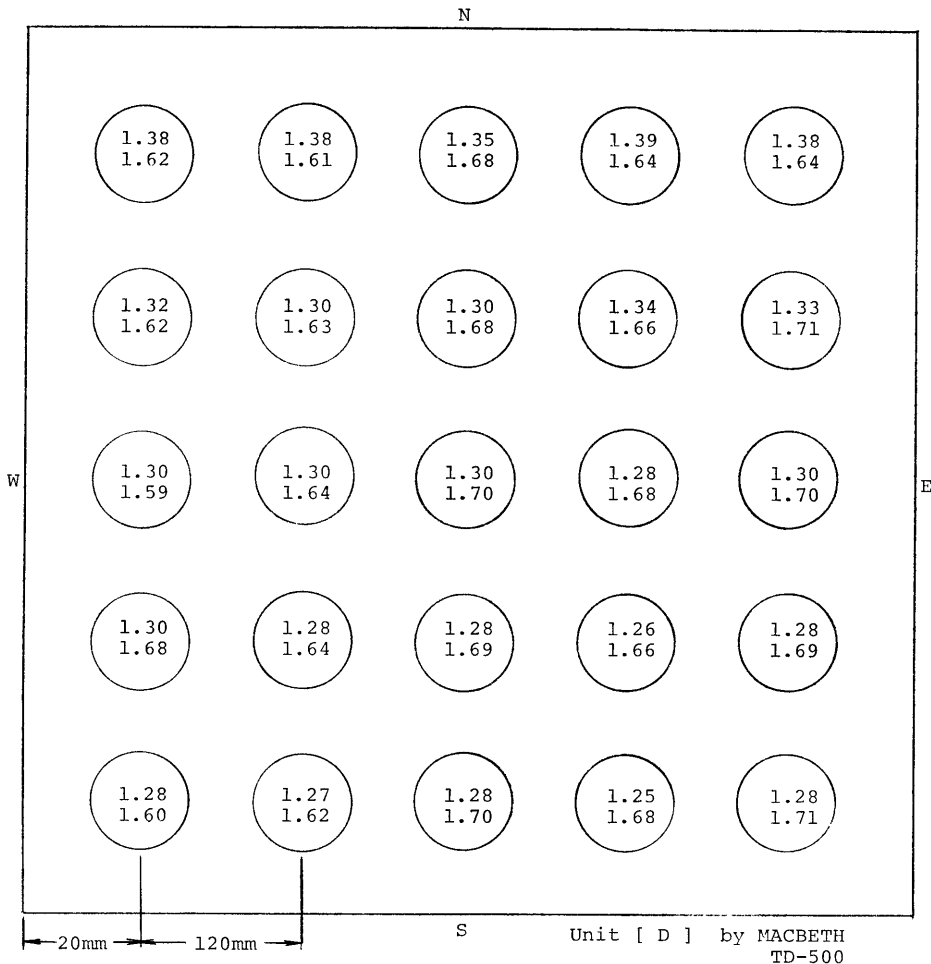


Fig. 21 Laser Power Output



Note: Upper data in circles are taken during the LBR acceptance test. Lower data are of the results of the LBR maintenance in August 1977.

Fig. 22 Dencity Uniformity Check Reading

Table 5 RMS Drum Jitter Measuring

Drum Speed [RPM]	50	90	100	110
S/DB Time Reference [μS]	239 615	133 320.9	119 807.5	109 101.9
Measured Drum Jitter in every 20 second [μS]	239 614.1 1.1 3.6 5.8 5.9 2.5 5.3 3.9 2.0 7.3 5.6 4.9 6.0 4.4 2.1 4.4 5.9 3.3 2.1 6.8	133 320.9 1.4 1.1 1.2 0.4 1.0 0.9 0.7 0.6 0.4 0.5 0.6 1.7 1.5 0.2 1.1 1.8 1.0 0.8 0.5	119 807.8 7.7 7.5 7.1 6.8 7.0 7.3 7.2 7.6 7.3 7.3 7.2 7.5 7.7 7.1 7.3 7.0 7.3 7.3 7.2	109 101.9 2.3 1.6 2.2 2.1 1.7 1.5 2.1 1.5 2.1 1.3 2.2 2.2 2.3 2.0 2.3 2.0 1.8 2.5 2.5
RMS Drum Jitter [μS]	1.76	0.446	0.259	0.341
Jitter Maximum Tolerance [μS]	2.4	1.33	1.2	1.1

とと、ガンマ補正を行っていたため、完成検査時よりも濃度が0.4ほど高くなった。このとき LEVEL 9 では濃度約2.5となった。

また S/DB の TPG を用いて4種の GMS の自転速度に対応する SV データを出力させ、それぞれでのドラム回転数の変動を20秒ごとに求めたものを Table 5 に示す。

それらの2乗平均値 (RMS) は、許容値 (仕様上の規

定から与えられる値) よりも良好である。

5. 問題点

LBR のもつ問題点を列記すると以下のとおりである。

- ① ビットレートノイズと AC ハム (photo. 1~2)
写真ビットレートノイズは架内のあらゆる点で観測される。これは接地の設計自体に問題があるものと思われる。振幅が論理回路のスレッシュドレベルよりも十分低いので、動作シーケンス等への悪影響はない。一方 AC

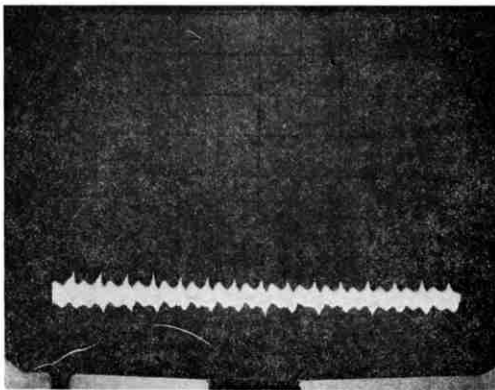


photo. 1 0.1v/D, 1μSec/D

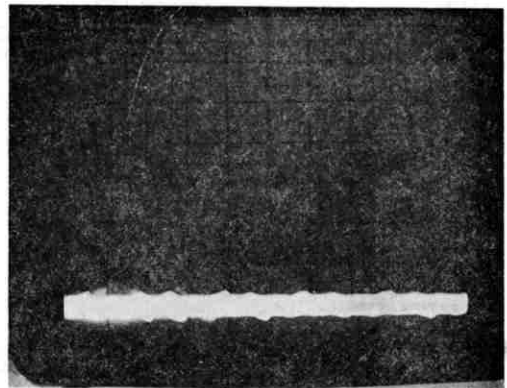


Photo. 2 10mv/D, 5m Sec/D

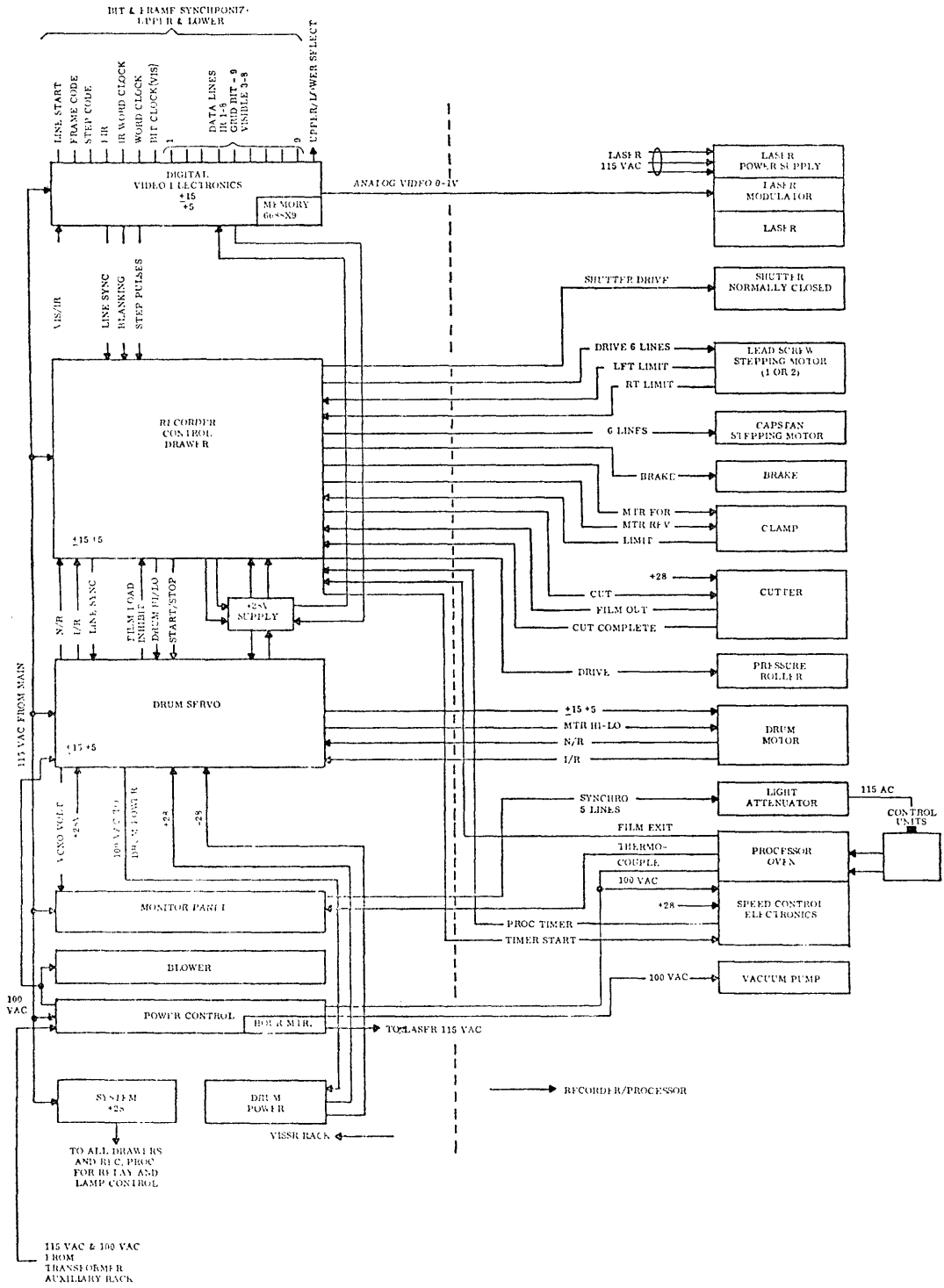


Fig. 23 VISSR Rack and Recorder Processor Overall Block Diagram

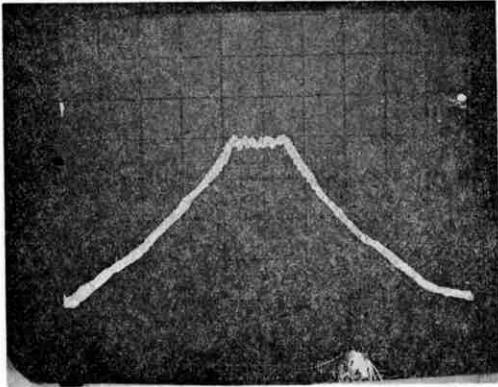


Photo. 3 0.1v/D, 10m Sec/D

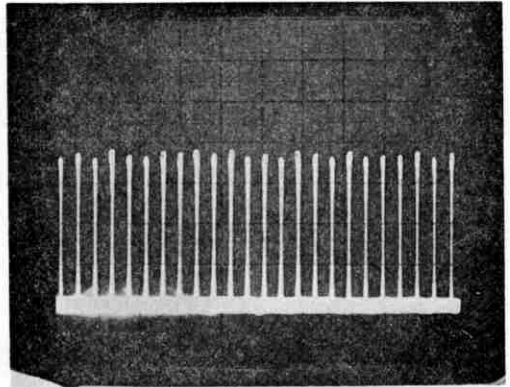


Photo. 4 0.1v/D, 10m Sec/D

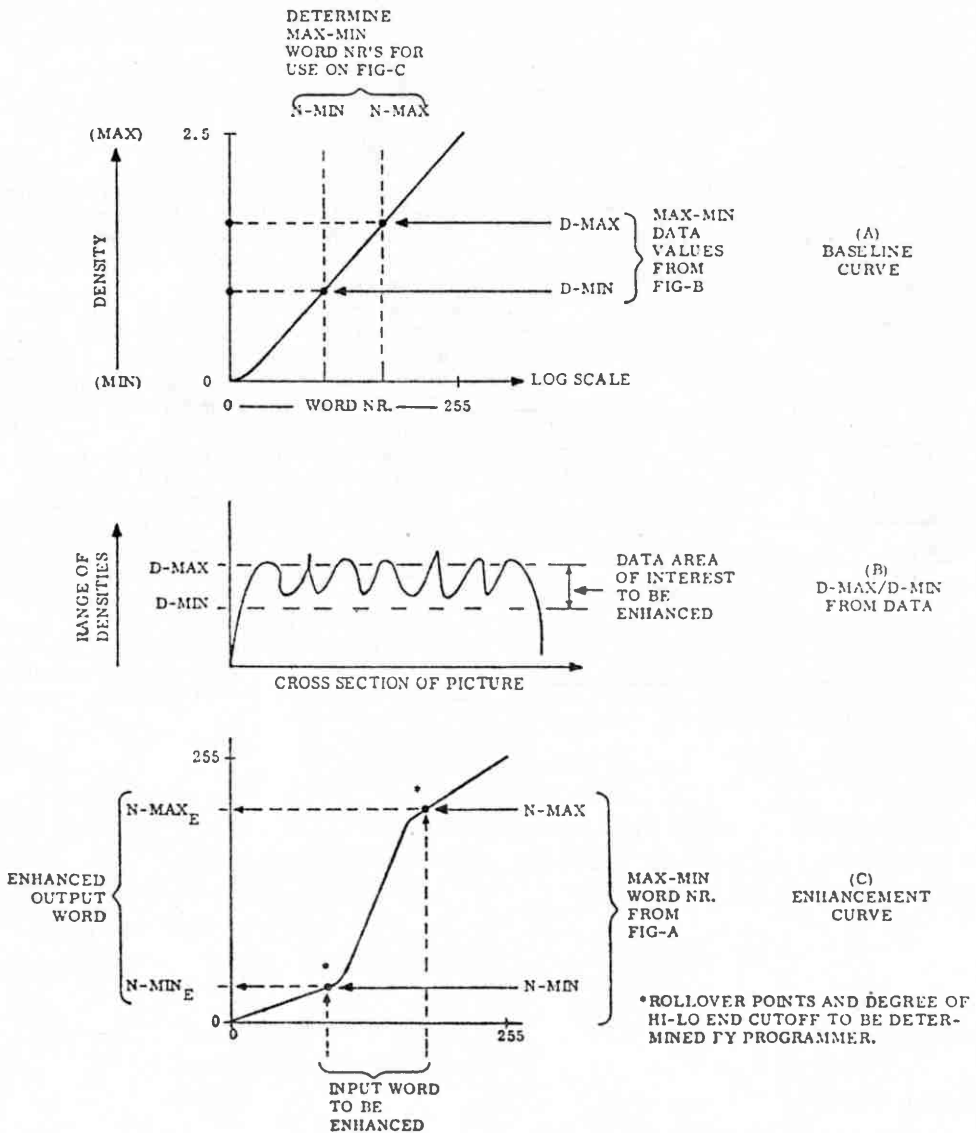


Fig. 24 PROM Enhancement Curves

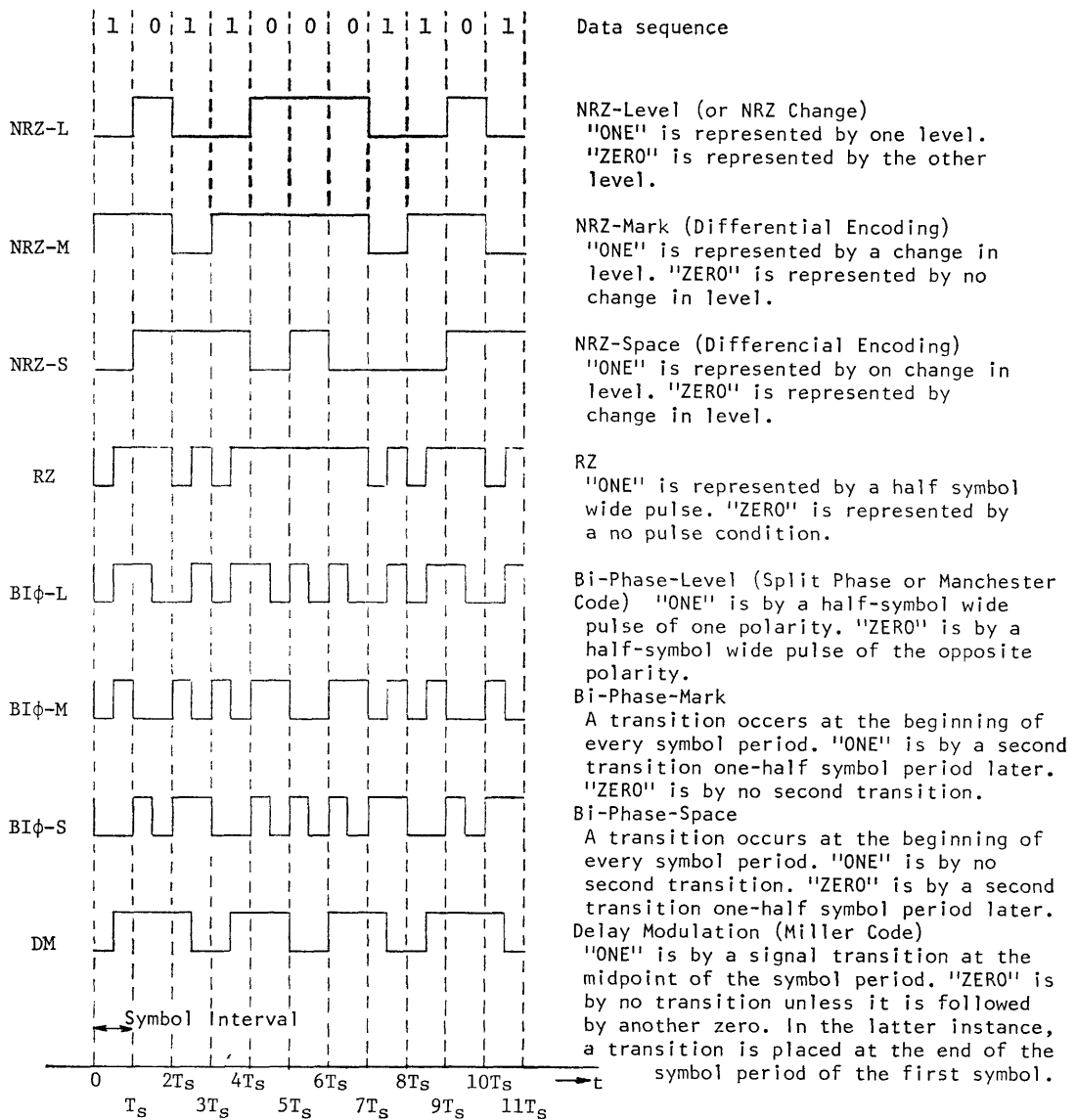


Fig. 25 Various PCM Waveform

ハムはレーザ出力に含まれるもので、濃度1前後のエニフォーミティテストを行なうと、木目模様として現れる。実際の画像にも現れることがあり、解決すべきものである。

② フィルム切断長の変化

3の技術的特徴の細かい特徴点④に述べたこと。

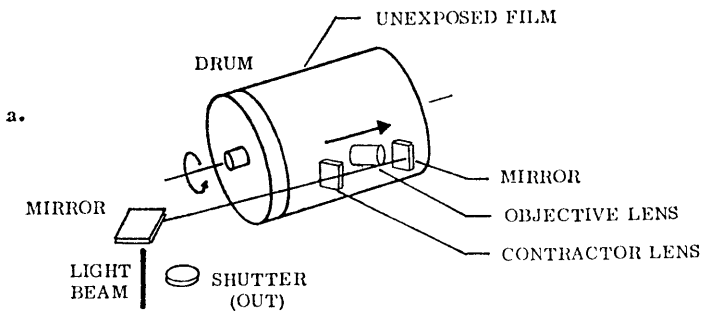
③ レーザ出力の飽和

パルス状の入力に対するレーザの出力が低下し、最大

出力が得られなくなる。TPGのRAMP波形およびLEVEL GRIDに対する応答はそれぞれ photo. 3, 4のようになる。これはレーザ変調信号の調整とも無関係ではないが、温度の影響もあると思われる。発生原因、解決策ともに今後の調査を要する。

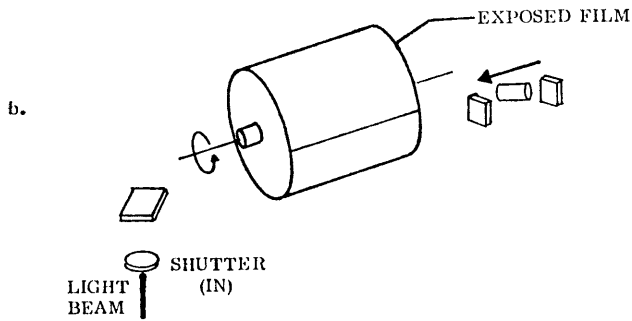
④ プロセッサの現像ムラ

2の動作原理(8)で述べたこと。



RECORD SEQUENCE

1. SHUTTER IS MOVED OUT OF BEAM PATH
2. CARRIAGE STEPS IN SYNCHRONISM WITH THE INCOMING VIDEO SYNC
THE OPTICAL ELEMENTS SHOWN ARE MOUNTED ON THE CARRIAGE



1. SHUTTER IS MOVED TO INTERCEPT BEAM AT END OF INTERCEPT BEAM AT END OF FRAME (END OF RECORD)
2. CARRIAGE IS DRIVEN TO BEGINNING OF RASTER POSITION
3. DRUM IS DECELERATED TO LOAD SPEED

Fig. 26 Record Sequence Diagram

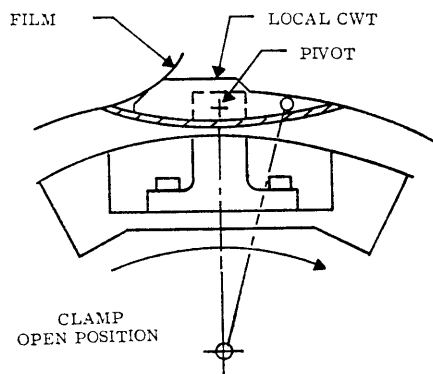
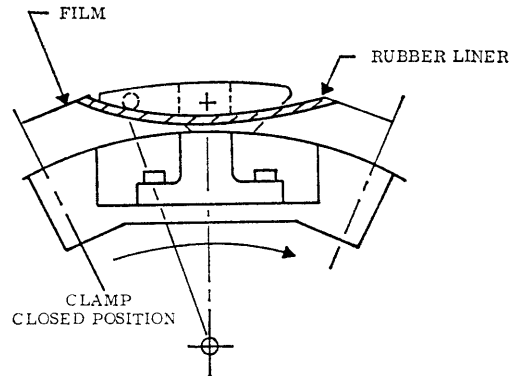
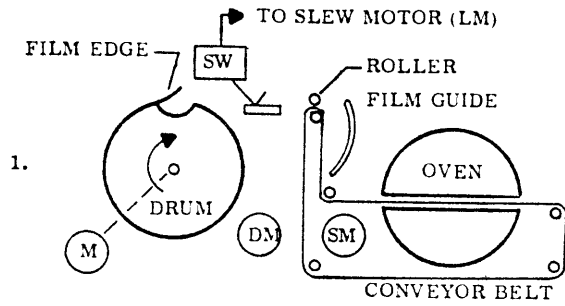
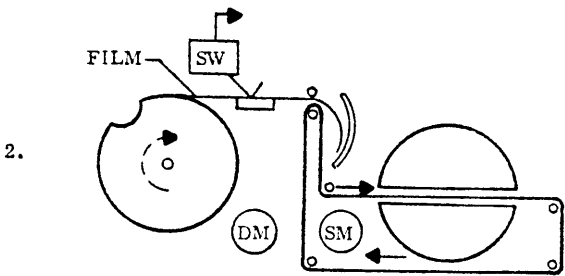


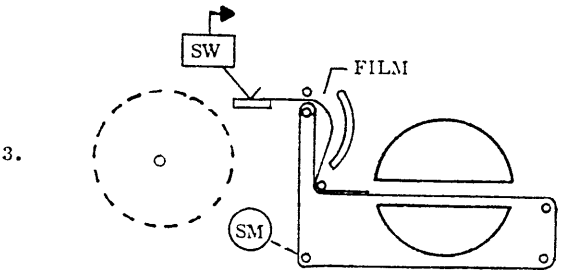
Fig. 27 Holddown Clamp



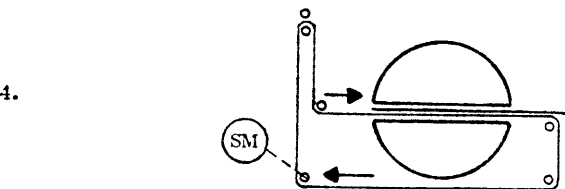
1. DRUM STOPS AUTOMATICALLY AT INDEX NO. 1
2. FILM CLAMP IS OPENED
3. DRUM (MOTOR IS PULSED TO MAKE CONTACT BETWEEN THE FILM EDGE AND THE SLEW MOTOR SWITCH; DRUM BRAKE IS DE-ENERGIZED



1. SLEW MOTOR DRIVES THE CONVEYOR BELT
2. THE CONVEYOR DRIVE ROLLER PULLS THE FILM FROM THE DRUM



1. SLEW MOTOR IS DEACTIVATED BY SWITCH (CONVEYOR STOPS) FILM EDGE STOPS SHORT OF OVEN ENTRANCE
2. BRAKE IS APPLIED TO DRUM



1. DEVELOP MOTOR IS ACTIVATED AFTER ≈ 1 MINUTE DELAY
2. DEVELOP MOTOR STOPS AFTER ≈ 8 MINUTE INTERVAL TIMER TIMES OUT
3. PROCESSED FILM DROPS INTO THE COLLECTION BIN

Fig. 28 Unload and Process Sequence Diagram

6. 参考文献

- ① LASER BEAM RECORDER 取扱説明書
- ② GMS S/DB システム承認図
- ③ 化学と工業 第27巻第10号

なお LBR システムに関する参考図を Fig. 23 から 28 に携げた。