VTR におけるドラムモーターおよび キャプスタンモーターの方形波駆動

日本電気株式会社 小 西 達 夫・森 下 政 信
片 見 芳 夫・三 宮 功

新しい放送用小形 VTR 装置の設計にあたって、従来、正弦波で駆動していたドラムモーターおよびキャプスタンモーターを、方形波で駆動する方式を開発した。その結果、サーボ回路の位相特性が改善され、水平位相制御モードでの再生映像信号のジッターを 1/2 以下にすることができたほか、モーター駆動回路の能率の向上により、発熱が少なくなったため、装置の小形化にも大いに役立った。

1. ま え が き

4 ヘッド方式 VTR 装置のヘッドモーターおよびキャプスタンモーターの方形波信号による駆動は、Amplex が VR-2000 に採用したことによって、急に脚光をあびるようになった。

従来、ヘッドモーターおよびキャプスタンモーターは

筆者紹介

こにし たつを
小西達夫

昭和 33 年、京都大学工学部電気工学科卒業。同年、日本電気株式会社入社、VTR 装置の設計開発に従事。正会員。

もりした まさのぶ
森下政信

昭和 36 年、大阪大学工学部通信工学科卒業。同年、日本電気株式会社入社、現在、VTR 装置（主としてサーボ回路）の設計開発に従事。正会員。

かた み よしお
片見芳夫

昭和 39 年、日本電子工学院放送技術部卒業。同年、日本電気株式会社入社、現在、VTR 装置（主としてサーボ回路）の設計開発に従事。正会員。

さんぐ いさお
三宮 功

昭和 40 年、群馬大学工学部電気工学科卒業。同年、日本電気株式会社入社、現在、VTR 装置（主としてサーボ回路）の設計開発に従事。正会員。

もっぱら正弦波によって駆動されていた。

ここに報告する方形波駆動は、従来の正弦波駆動にくらべて、サーボ回路の位相特性が向上するため、モーターのジッターが少なくなるほか、駆動回路の能率が良いので、発熱が少なく、トランジスタの信頼度が向上するとともに、小形化ができるなどのすぐれた点をもっている。

今回、TT-4 形放送用小形 VTR 装置の設計にあたり、このモーターの方形波駆動方式を採用し、装置の小形化と信頼度の向上、ジッターの減少に成功したので報告する。

2. 従来の正弦波駆動によるサーボ回路とその問題点

4 ヘッド形 VTR 装置には、回転ヘッドの回転位相を記録映像信号に同期させたり、あるいは、再生映像信号を外部の同期信号に同期させたりするヘッドドラムモーターサーボ系と、再生時にヘッドを正しくトラッキングさせるためのキャプスタンモーターサーボ系の、2 系統のサーボ系がある。

アンベックス形 VTR では、回転ヘッドを駆動するドラムモーターは、通常、ヒステリシス形の同期モーターで、回転制御は、供給電力の周波数を制御することにより行なわれる。

テープを駆動するキャプスタンモーターも、ドラムモーター同様、通常ヒステリシス形の同期モーターで、制御方法もほとんど同じである。したがって、ドラムモーター、キャプスタンモーターとも、その入力端子は電子回路から供給する必要があり、このモーター駆動回路は、VTR 装置の電子回路の重要な部分のひとつを占める。

"Square Wave Driving Method of Drum Motor and Capstan Motor for Television Tape Recorder" by Tatsuo Konishi, Masanobu Morishita, Yoshio Katami and Isao Sangū (Nippon Electric Co. Ltd., Tokyo). VTR 研究委員会発表 (昭 41. 7)

通常、ドラムモーターは3相 240 c/s、キャプスタンモーターは2相 60 c/s の平衡電力で駆動される。

従来、これらのモーターは正弦波形で駆動され、その制御系統は、図1および図2に示すような構成になっている。ドラムモーターサーボ系統は、図1の系統図に示すようである。240 c/s の制御発振器の出力は、正弦波形で位相変調器を通して、ここで位相変調を受け、 $\pm 45^\circ$ の移相回路で2相信号となつて、電力増幅された後、出力トランスで、スコット接続により、3相信号となつてドラムモーターを駆動する。

一方、ドラムモーターの回転位相は、いわゆる PEC (photo electric cell) 回転検出器で PEC 信号として検出される。

制御発振器は、ドラムの回転位相を基準信号に合わせるためのドラムタイミング比較器、再生映像信号の垂直同期位相を基準信号に合わせるための垂直位相比較器、再生水平信号を基準水平信号に合わせるための水平位相比較器などの出力の誤差信号により制御され、これによってサーボループが形成される。この主ループのほかにドラムモーターのハンチングを電氣的に補正して、ダン

プする補助ループがある。このループは PEC 信号の速度変動を検出し、この速度変動信号で、モーターを駆動する信号に逆変調をかけることによって、ドラムモーターの回転位相変動を抑制するのである。

キャプスタンモーターサーボ系統は、図2に示すように、収録時のドラムの回転位相である再生コントロールトラック信号と PEC 信号を位相比較し、この誤差信号で制御発振器の発振周波数を制御して、ドラムモーターの場合と同様に、キャプスタンモーターを制御する。収録時はキャプスタンモーターにはサーボはかけず、PEC 信号を 1/4 に通降した 60 c/s 信号で駆動する。

ヒステリシス形の同期モーターを位相制御する場合、これを制御要素としてみると、近似的に2次遅れ要素と考えることができる¹⁾。この場合の伝達関数 $F(s)$ は、

$$F(s) = \frac{1}{(sT)^2 + 2\zeta sT + 1} \quad (1)$$

で与えられる。ただし T は時定数、 ζ はダンピングファクターである。通常、共振周波数はドラムモーターの場合 7~8 c/s、キャプスタンモーターの場合 4~5 c/s であり、 ζ は 0.03 程度である。図3に日本電気製 HP-1440

形ビデオヘッドアセンブリーのドラムモーターの代表的な周波数特性を示す。なお、同時に、共振周波数 $\omega_0 = 7$ c/s、 $\zeta = 0.03$ の場合の(1)式の伝達関数のグラフを参考のために示した。これは(1)式のパラメーター s に $j\omega$ (ω : 角周波数)を代入して計算したものである。

この図の場合、共振周波数より周波数の低い領域では、2次遅れ要素として比較的良く近似できるが、周波数の高い領域では、かなり近似からはずれてくるのがわかる。

2次遅れ要素はそれ自体位相遅れが大きく、サーボループが不安定になりやすい(2次遅れ要素は共振点を持ち、しかもその点で 90° の位相遅れをもっている)。したがってモーターそのものの位相遅れは止むを得ないものとして、それ以外の部分ではできる限り位相遅れを発生させないよ

図1 正弦波駆動ドラムサーボ回路系統図
Block diagram of a conventional drum servo system.

図2 正弦波駆動キャプスタンサーボ回路系統図
Block diagram of a conventional capstan servo system.

図3 ドラムモーターの周波数特性の一例
Typical drum motor frequency response.

うにするのが、これらサーボ系設計の要点となる。

モーター以外の部分で発生する位相遅れの問題は、シンクロ再生（いわゆるインターシンク再生）の場合、ドラムモーターの制御の場合に、特に影響が大きい。すなわち、シンクロ再生は、テープから再生された映像信号の水平同期信号と基準水平同期信号と位相比較することによって、ドラムモーターを制御し、収録時に発生したモーターの位相変動を、再生時に忠実に追跡制御することによって、再生映像信号の位相ゆれ（いわゆるジッター）を少なくさせるもので、図1の水平位相制御サーボがこれに当る。

収録時のドラムのジッターは、テープ表面の状態のイレギュラリティ、テープ走行の変動、ドラムモーターのベアリングのゴロなどの原因で発生し、その成分は、モーターの共振周波数が特に多いが、その他、10～100 c/sの間に主として分布している。したがって、再生時に、忠実にこの収録時のジッターを再現させるには、ドラムモーターを約 100 c/s まで応答させる必要がある。

ドラムモーター自体の特性は、図3に示すように 7～8 c/s にある共振周波数以上は、利得特性が 40 dB/decade で落ち、位相特性が共振点で 90° 遅れであるから、このドラムモーターを約 100 c/s まで応答させるには、電気回路による特性の大幅な補償が必要となる。

このモーター特性の補正回路が図1の補償増幅器に当り、水平位相制御サーボの場合にのみ働き、水平位相誤差に応じて、モーターの駆動信号に位相変調をかける。しかしながら、モーター以外の個所で発生する位相遅れが大きい場合は、補償増幅器では特性を補正し切れず、再生映像信号に水平ジッターが残ることになる。

上記のように、サーボ回路の特性改善の有効な手段のひとつは、サーボループ内の各要素の位相特性の改善であるが、従来の正弦波駆動のサーボ回路で、サーボループの位相特性を劣化させている要素としては、次のもの

図4 ドラムモーター駆動出力トランスの低域特性の一例
Typical low frequency response of drum motor driving transformer.

が考えられる。

(1) 出力トランス

容積および重量の点で制限を受けるため、低域の特性をむやみにのぼすことはできない。この制限のため、特に低域の位相特性がサーボ特性に悪影響を与えていた。図4にドラムモーター駆動出力トランスの特性の一例を示す。

(2) 進相コンデンサ

正弦波駆動の場合は、モーターの力率改善のため、モーターの巻線と並列に、進相コンデンサを挿入する必要がある。この進相コンデンサは、駆動周波数に対し、モーター巻線と同調をとる値に選ばれたため、一種のバンドパスフィルターを形成し、これが制御特性の高域の位相特性を劣化させていた。

(3) 位相分割回路

従来の正弦波駆動の場合、入力単相信号を3相信号（あるいは2相信号）に変換するのに、基本周波数について所定の位相回転をもつCRネットワークで直接3相に変換するか、あるいは図1の場合のように、一度2相信号に変換した後、出力回路で、スコット接続により、3相に変換するような方法をとってきた。

CR回路で位相分割すると、回路のいかにかわからず、多少とも回路の位相特性を損なうほか、所定の位相バランスは、基本周波数のみで保たれ、入力信号が位相変調を受けていると、変調にともなって3相のバランスがくずれ、モーターに十分な位相変調がかからないという欠点があった（付録1参照）。

(4) 位相変調回路

正弦波駆動の場合、位相変調を正弦波回路で行なうため、変調方式としては、移相回路のCまたはRを変化させる直接位相変調方式か、アームストロング形変調方式がとられる（付録2参照）。

直接位相変調方式は、位相変調に、振幅変調がともなわない回路を組むことができる利点があるが、変調特性が

周波数特性をもち、制御特性の高域が劣化する欠点がある。アームストロング変調の場合は、変調特性が周波数特性をもたないようにできる点がすぐれているが、位相変調と同時に、振幅変調をとまう欠点がある。

以上のサーボ特性面からみた問題点のほかに、正弦波駆動の場合は、モーター駆動回路は、B級の増幅回路であって、そのため能率が低く、大きな発熱をとまない、装置の小形化をさまたげるとともに、トランジスタの信頼度を下げていた。

3. モーターの方形波駆動回路とその特長

3.1 モーターを方形波駆動した場合のサーボ回路

モーターを方形波駆動した場合のサーボ回路の例として、TT-4 形放送用小形 VTR 装置のサーボ系統を図 5 および図 6 に示す。

(1) ドラムサーボ

図 5 方形波駆動ドラムサーボ回路系統図

Block diagram of a drum servo system with square wave driving of motor.

図 6 方形波駆動キャプスタンサーボ回路系統図

Block diagram of a capstan servo system with square wave driving of motor.

TT-4 形 VTR 装置は、リカバリー時間の短縮と安定度、信頼度を向上させる目的で、フレーミングは、すべてキャプスタンサーボで行なうようにし、ドラムサーボは垂直位相制御を省略して簡素化した結果、PEC 信号と、基準V信号からのドラムエラーと、テープHと基準HからのHエラーとで、制御が行なわれる。この誤差信号は制御発振器に加えられ、この発振器の発振周波数を制御する。

位相変調器は、いわゆるセラソイド変調器で、入出力とも、1440 c/s のパルスである。この位相変調回路には、ドラム制御の場合には、PEC 信号の速度誤差信号、H 制御の場合にはさらに、水平位相誤差信号を補償増幅器に通した信号が加わり、これが 1440 c/s のパルスを位相変調する。位相変調を受けた 1440 c/s のパルスはデジタルな 3 相分割回路で対称 3 相方形波となって、トランスを通じて、終段のトランジスタを駆動する。

終段のトランジスタは 3 相のブリッジ回路を形成し、135 V の直流電圧をスイッチングして 135 V p-p の対称 3 相方形波をモーターへ送り出す。モーターの駆動は OTL (出力トランスレス) で、直接モーターの巻線につながる。

(2) キャプスタンサーボ

キャプスタンモーターは収録時は、PEC 信号を、再生時には、240 c/s の制御発振器の出力を、対称 2 相分割回路で 60 c/s の対称方形波にしたもので駆動される。出力回路は 2 相回路になっているだけで、ドラムモーターの場合とほとんど同じで、OTL で直接モーター巻線を駆動するようになっている。

3.2 方形波駆動サーボ回路の特長

方形波駆動サーボ回路は、次のような特長をもっている。

(1) 出力回路が OTL にできる

方形波駆動の場合は、モーターを OTL で駆動することができるため、2. (1) 項で示すような出力トランスの悪影響を受けない。

方形波駆動の場合も、終段トランジスタの駆動回路にはトランスを使用しているが、終段トランジスタが ON-OFF 動

作のため方形波の立上り、立下り位相が正しく伝送され、終段トランジスタが充分飽和している限り、このトランスの特性によってモーターに加わる出力方形波形が影響を受けることはない。

(2) 進相コンデンサが不要となる

方形波駆動の場合、モーターに加わる波形は電源インピーダンスの低い方形波波形で、進相コンデンサを付ける、付けないにかかわらず変化しない。このことは、進相コンデンサを付けることが、まったく意味のないことになることを示す。したがって、進相コンデンサなしで、モーター巻線を駆動するから、バンドパス特性による制御特性劣化の影響を受けない。なお、進相コンデンサはかなりの大きさであったから、これがなくなったことは装置の小形化の目的にも適う。

また、ビデオヘッドをはずした状態で、誤まってモーター駆動増幅器に信号を送っても、無負荷運転になるだけで、増幅器が損なわれるようなおそれがないという点、信頼度の向上にもつながる（従来の正弦波駆動の場合は、負荷が進相コンデンサだけとなり、このためモーター駆動増幅器は過負荷の状態になった）。

(3) 位相分割回路の制御時の相バランスがくずれない

方形波駆動の場合は、最終段以前はすべて、パルスの形で信号を取り扱うことができる。このため、3相分割もパルスの行なっている。したがって、3相分割回路が周波数特性をもつこともなく、位相変調を受けた側波成分を有する信号に対しても、3相のバランスは常にくずれることがない。

同様の理由で、位相変調回路も、セラソイド変調が採用でき、正弦波の場合のような2.(4)項に示す問題点は生じない。

(4) 駆動回路の出力インピーダンスが低くなり、モーターのダンピングが良い

出力回路がスイッチング動作であるから、トランジスタが充分飽和動作している限り、出力インピーダンスは電源インピーダンスに等しく、したがって、モーターのダンピングは良くなる。

(5) 駆動回路の能率が良い

出力トランジスタは、スイッチング動作であるから、充分飽和動作している限り、過渡動作時に、ピークパワーがかかるだけで、トランジスタに加わる平均パワーはごくわずかで、ほとんど発熱しないから、放熱板も不要に近く、小形化でき、温度上昇もほとんどないので、トランジスタの信頼性も高い。

4. モーターの方形波駆動の動作特性と残された問題点

4.1 動作特性

同期モーターの方形波駆動は特に新しい技術ではなく、たとえば、ファクシミリなどでは、以前から行なわれてきた。ヒステリシス形同期モーターを方形波信号で駆動すると、回転磁界の高調波ひずみのため、モーター1回転中に、回転変動を起こすこと、および、出力トルクが減少することの理由から、最近まで、VTR装置ではあまり用いられなかったものと思われる。

モーターが2相駆動である場合は主として4倍、3相駆動の場合は主として6倍の周波数のリップルが回転円磁界に重畳し、これがモーター1回転中の回転速度変動の原因となるが、4ヘッド形VTRの場合は、このリップルの影響はほとんど認められず、実用上はまったく支障がない。これは、リップルの周波数が駆動周波数240 c/sの6倍、1440 c/sと、きわめて高く、モーターが応動し得ないことによるものと考えられる。

TT-4形放送用VTR装置のドラム制御の場合のドラムサーボのジッターが、従来の約3 μ s (p-p) から約2 μ s (p-p) に、H制御の場合のドラムサーボのジッターが約0.2 μ s (p-p) から約0.1 μ s (p-p) に、キャプスタンサーボのジッターが約100 μ s (p-p) から約70 μ s (p-p) にと、それぞれ減少した。写真1～写真3に、ペン書きレコーダーで記録した、これらのジッター波形を示す。また、ループの位相特性の向上のため、補償増幅器の調整がクリティカルでなくなり、安定性が増した。

4.2 方形波駆動の問題点

モーターの方形波駆動について、主として出力トランジスタに次のような問題点があり、さらに高性能、廉価なトランジスタの開発が望まれる。

写真1 ドラムサーボのジッター
(ドラム制御) (5 μ s/div)
Typical drum lock servo jitter.

写真2 ドラムサーボのジッター
(H制御) (0.4 μ s/div)
Typical horizontal lock drum servo jitter.

写真3 キャプスタンサーボのジッター
(100 μ s/div.)
Typical capstan servo jitter.

(1) 出力トランジスタに大きなピークパワーが加わる

負荷が純抵抗であれば、負荷に流れる電流は方形波に、負荷が純粋なインダクタンスであれば、負荷電流は三角波になるはずであるが、モーターの負荷の場合は、モーターの力率に応じて、方形波と三角波の中間の波形となる。モーターに流れる電流波形の一例を写真4に示す。この場合、終段トランジスタに流れる電流波形は写真5に示すようになる。この波形からわかるように、トランジスタに流れる平均電流にくらべ、数倍以上に達するピーク電流が流れる。したがって、終段トランジスタは充分許容電流の大きいものでなければならない。

一般に、コレクタ電流が増すに従って H_{FE} は低下するから、ピーク電流が流れる瞬間にも、トランジスタを飽和動作させておくには、充分大きいベース電流を流す必要がある。

(2) V_{CEO} の大きいトランジスタが必要である

通常、モーターは 100~115 V 用に設計されている。これを OTL で駆動するのであるから、終段トランジスタにかかる電源直流電圧は、少なくとも 110~135 V となる（印加方形波電圧の基本周波数成分を 100~115 V (rms) にするために）。このため 200 V 程度の V_{CE} (sustain) をもったトランジスタが望まれるのであるが（米国にはウエスチングハウス社製 2N 2233 など V_{CE} (sustain) 200 V のものがある）、得難い現状にあり、止むを得ず、トランジスタをスタックしたり、あるいは、ぎりぎりの耐圧のトランジスタを保護回路をつけて使用したりしている。

このようなトランジスタの開発とともに、モーター巻線の再検討が考えられるが、既設装置との互換性の点に

写真4 モーターに流れる電流波形の一例
Typical motor winding current wave form.

キャプスタンモーター, 60 c/s,
1 A/div

写真5 終段トランジスタに流れる電流波形
Typical emitter current wave form of switching transistor.

キャプスタンモーター, 60 c/s,
0.5 A/div

問題がある現状である。

(3) モーターの力率が悪いとパワーが入らない

駆動するモーターの力率が悪いとき、正弦波駆動の場合は、進相コンデンサをモーター巻線に並列につけ加えることによって、力率は改善できる。これに対し方形波駆動の場合は、モーターに加わる電圧はあくまでも方形波であるから、モーターの力率が悪いと、モーターにパワーが入らない。また、モーターの磁路が飽和すると、急にモーターに電流が流れ、不必要にピーク電流が増すことがある。

(4) モーターの出力トルクが減少する

モーターの駆動電流に含まれる高調波電流の影響で、モーターの出力トルクが一般に減少する。

なお、高調波電流の影響で、モーターの温度上昇も若干増加することはまぬがれない。これらを改善するために、モーターのさらにいっそうの効率向上が望まれる。

5. む す び

放送用4ヘッド方式VTR装置のドラムモーターおよびキャプスタンモーターを、方形波で駆動することによって、ドラムサーボのジッターが約1/2に、キャプスタンサーボのジッターが約2/3にそれぞれ減少し、予期以上の成果を得ることができ、TT-4形VTR装置の小形化、高信頼化、高性能化設計に大いに資することができた。

今後、廉価な高耐圧、高耐尖頭電力トランジスタの開発と、方形波駆動に適するモーターの設計法の確立によって、モーターの方形波駆動はさらに発展するものと考えられる。

終わりに、モーターの方形波駆動の研究および、新しい高耐圧トランジスタの開発に協力していただいた社内外各位に深謝致します。 (昭和41年12月26日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 岩沢嵩: VTR ヘッドモータ・サーボ系の検討, テレビ誌, 17, 2 (1963)
- 2) 岡崎正俊, 加納頼一, 小西達夫, 北島勝夫: 全トランジスタ化ビデオテープレコーダ装置のサーボ系について, 昭39年連大予, 1618

< 付 録 >

1. 位相分割回路

正弦波駆動の場合、単相の正弦波信号をモーターに印加する3相信号に変換するには、図1に示すような回路が用いられる。図1の $\pm 45^\circ$ 移相回路は実際にはCRのネットワークが用いられ、付・図1に示すような形に構成される。この場合、 C および R の値は基準周波数（ドラムサーボの場合は240 c/s）において、 C のインピ

ーダンスが R に等しくなるように選ばれる。

+45° 移相回路と -45° 移相回路は、ちょうど C と R を取替えた形で、その位相関係は付・図2にベクトル図で示す。入力信号位相 $\vec{EA}$ に対し、+45° 移相回路の出力は $\vec{EB'}$ 、-45° 移相回路の出力は $\vec{EB}$ となり、両移相回路の出力位相差は 90° である。両移相回路の出力はそれぞれ増幅された後、スコット接続により 3 相に変換される。このスコット接続部の位相関係は付・図2の右図に示される。+45° 信号出力 $\vec{F'F'}$ に対し、-45° 信号出力 $\vec{OF}$ が $\vec{F'F'}$ の中点 O で接続され、 $\vec{FF'F''}$ が対称 3 相信号を形成する。

いま、入力信号周波数が基準周波数より高くなったとすると、移相回路の C のインピーダンスは下がり、付・図2の左図に示すように、+45° 移相回路の出力は $\vec{AE}$ を直径とする円周上に終点を有するベクトル、たとえば $\vec{EC'}$ のようになる。このとき、-45° 移相回路の出力は $\vec{EC}$ となる。

$\vec{EC'}$ と $\vec{EC}$ のなす角度は、基準周波数の場合と同じく 90° で変化しないが、その絶対値は図からわかるように変化する。したがって、3 相出力信号も右図 $\vec{GG'G''}$ のようになる。すなわち、位相が遅れると同時に 3 相の電圧バランスもくずれることとなる。

入力信号周波数が基準周波数より低くなった場合も、高くなった場合と同様、移相回路の出力は左図 $\vec{ED'}$ 、 $\vec{ED}$ のようになり、3 相出力信号は右図 $\vec{HH'H''}$ のようになる。

ドラムモーターの回転位相を進めるためには、印加信号周波数を高く、遅らせるためには印加信号周波数を低

付・図1 単相-3相変換増幅回路の一例
Single to 3 phase converter.

付・図2 単相-3相変換増幅回路のベクトル図
Vector diagram of a single to 3 phase converter.

付・図3 方形波駆動の場合の3相分割
3 phase split for square wave driving of motor.

くするのであるから、このような制御を行なった場合に、3 相出力信号の位相が制御を打消す方向に回転することや、3 相の電圧バランスがくずれることは、望ましくないことである。

方形波駆動の場合の3相分割回路は、カスケードまたはリングカウンタ形式に接続された3個のフリップフロップ回路と、ゲート回路よりなり、付・図3(a)のような入力信号をパルス技術で、同図(b), (c), (d)のような3相方形波に変換するもので、出力方形波形の立上り、立下りは入力信号位相に一致し、入力信号の周波数にかかわらず、位相遅延が出たり、3相のバランスがくずれたりすることはない。

2. 位相変調回路

正弦波の場合の位相変調回路としては種々のものが考えられるが、大別すると、

(a) 直接位相変調回路

(b) アームストロング形変調回路

になる。

直接位相変調回路は、たとえば、付・図4(a)のような移相回路の R または C を変化させて、入力電圧 e_i と出力電圧 e_o との間の位相差を制御し、位相変調をかけるものである。この場合、 R の値を 0 から無限大まで変化させると、出力電圧 e_o の位相は付・図4(b)のベクトル図に示すように、 $e_o (=OP)$ は OA から OB ま

付・図4 位相変調器の例
Phase modulators.

で 180° 変化する。

この回路は、位相が変化しても e_0 の絶対値が変化しないのが特長である。R の値を変化させる方法としては付・図4(c)に示すような、ダイオードの示す見かけ上の抵抗値を、ダイオードに流す電流の変化によって変えるようなものが考えられる。

この場合、ダイオードブリッジのバランスがくずれると、移相回路のコンデンサ C が制御信号に対しても容量として働き、制御の高域特性が劣化する。

アームストロング形変調回路は、付・図5に示すような形で構成され、変調部分に容量回路がないので、制御特性が劣化することはないが²⁾、被変調出力が位相変調

と同時に振幅変調を伴う欠点がある。

パルスの位相変調回路としては、セラソイド変調回路が一般的である。セラソイド変調は付・図6に示すように、入力パルスからのこぎり波形を作り、これをあるレベルでクリップするのであるが、制御信号でクリップ点を同図 A または A' のように変化させると、クリップして得た出力パルス B を C または C' のように位相変化させることができるものである。この回路の場合、制御特性を劣化させるものがないのはもちろん、のこぎり波形の直線性が良好である限り、制御の直線性がすぐれているという特長をもつ。

今月の表紙

TKG-6 TC 形 カラーオペーク・ フライングスポットスキャナー

池上通信機株式会社

カラーオペークの送出は、長い間、放送界の懸案でありました。〈池上〉は、従来蓄積してきた FSS の技術を生かし、この開発に努力してまいりましたが、今回 NHK 殿よりご発注をいただき、種々ご指導、ご協力を得て、ここにカラーオペーク FSS を完成いたしました。コールドチューブ（撮像管によらない）によるオペーク FSS は、カラー送出につきもののレジストレーションを完全に無視し、焼付等の心配なしに、ワンタッチで 120 枚のオペークを送出できます。

〈概要〉

TKG-6 TC 形は、カラーオペークから NTSC 標準方式に基づくカラーの複合映像信号を発生するもので、オペークオートチェンジャーを内蔵しています。オペークの装填は、ワンラインで、これを左右チャンネルに自動的に振り分け送像しますから、ネクストプレビューモニターとラインモニターが、同時にできます。送像後は、払い出されて元の順序に積み重ねられますので、取扱いが極めて簡単です。また別に、スライド専用機もあります。

〈特長〉

- FSS 方式のため、レジストレーション合わせが不要で、独特の光学系によりホワイトバランスも良好で、色調が極めて優れています。
- 映像信号の切替えは、カット (BL 期間内に切替え)・フェード (時間 3 段切替え) と可能です。
- エンコーダー、カラーバーユニットを内蔵しています。
- 連続運転の耐久力、信頼性は、ともに抜群です。
- S/N は、簡易分離輝度方式を採用し、42dB (rms) 以上です。
- 自動白レベル・自動黒レベルコントロール付です。