(5) サンプリングの期間は1箇所当り1分間、測定箇所は2,400 フィートリールでは、始めから200 フィートの処とあと1,000 フィートおきの計3箇所、同様の方法で4,800 フィートリールでは5箇所、7,200 フィートリールでは8箇所。

(6) 上述の測定値を平均してそのリールのドロップアウト数として表示し、15 箇所以内を合格値としている。

(7) 測定に使用する VTR 機械およびヘッドアセンブリーと観測者は順次交替させて、統計的に補正を加える。

む す び

上述のような暫定的な方法によって、3N #179 ビデオテープを目標に国産テープの開発過程の評価を行ない、改善の指針としてきたが、国産テープの進歩著しく、実用化の見とおしもついてきたので、今後、これらの暫定的試験方法についても検討を加え、改訂すべきは改め、追加すべきは加えて、試験法と評価基準の確立を急がねばならなくなっている。終いに、試料その他で終始協力いただいている富士フィルム K.K. および東京電気化学 K.K. 両社の関係各位に感謝する。

UDC 681.846.73 : 621.397.132

カラー・ビデオテープレコーダ

日本電気株式会社
岡崎正俊
小西達夫
御牧義

概 況

わが国においても、NTSC 方式のカラーテレビジョン放送が実施されるにいたり、カラーテレビジョン用 VTR に対する要求がたかまってきた。カラー VTR としては、1956 年に、RCA がミックスド・ハイの原理を用いて5本のトラックに分割記録する方法を具体化したものを発表しているが、実用化されるにいたらなかった⁽¹⁾。その後、4ヘッド方式の白黒テレビジョン用 VTR の発達に伴い、NTSC 信号をそのまま録画する方法が、RCA⁽²⁾、AMPEX⁽³⁾⁽⁴⁾ によって研究され実用化された。わが国においても、4ヘッド方式 VTR の製品化2ヘッド、1ヘッド方式 VTR の開発に伴い、上記同様 NTSC 信号の直接記録によるカラー化が研究発表⁽⁵⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾されている。また別に NHK 技研では、NTSC 信号を、一旦 IQ 検波して YIQ 信号をとりだし、これに特殊な操作をほどこした後、FM 変調して録画する方式を考案した⁽⁶⁾。これらの方式においては、いずれの場合も記録再生を通じて、NTSC 信号の伝送系と考えた場合に、特に白黒用の VTR に比し、要求される主要な性能は次のようなものである。1) 副搬送波の位相変動が小さいこと。2) 微分利得、微分位相特性が良好なこと。

3) 遅延が平坦なこと。4) S/N が良いこと。5) 周波数特性が少なくとも 4.2Mc まで延びていること。また白黒用との互換性があることが望ましい。以下、これらのカラーテレビジョン用 VTR の問題点を主体に、現在すでに実用化され、あるいは実用化されつつある回転ヘッド方式の VTR について、その概要を述べることにする。

カラー録画に際しての問題点

NTSC 信号を記録するカラー用 VTR に対し特に要

筆者紹介

おか ざき まさ 正 俊

昭和 15 年 3 月 浜松高等工業学校電気学科を卒業。日本電気株式会社に入社。現在同社放送機器工業部技術部スタジオ機器課長代理。正会員。

こ にし たつ 夫

昭和 33 年 3 月 京都大学工学部電気工学科を卒業。日本電気株式会社に入社。VTR の開発研究に従事し、現在に至る。正会員。

み まさ だ 御 牧 義

昭和 34 年 3 月 電気通信大学電波工学科を卒業。日本電気株式会社に入社。VTR の開発研究に従事し現在に至る。正会員。

"Color Video Tape Recorder" by Masatoshi Okazaki, Tatsuo Konishi & Tadashi Mimaki.

第1図 リンギング発振器波形

求される性能は、前項のとおりであるが、これをさらに VTR 自体の問題として分析すれば次のようになる。

(イ) ヘッドドラムの回転むらによって、色度副搬送波の位相のゆれが生ずる。これは受像機において許容しうる変動の範囲をこえている。

(ロ) 色度副搬送波と、低搬送波 FM 信号とのビートが発生し SN 比を悪くする。

(ハ) 変復調特性と後述のカラープロセッシングが微分利得、微分位相に関係する。

(ニ) 色度に関する情報が 4.2Mc 付近まであるので周波数特性を伸ばさなければならない。

(ホ) この他、複数ヘッド方式 VTR では、ヘッドの特性の差か、色相、飽和度の差となつてあらわれる。

そこでカラー VTR としては、この問題と正面から取り組んで解決する方法と、信号を、一旦別の形に変えて録画し、再生時に NTSC 信号にもどす方法の二つがある。前者は、AMPEX, RCA などとっている方法で、後者は NHK 技研の、いわゆる線順次方式による FM 多重カラー録画方式である。以下この問題について述べる。

カラー・プロセッシング

前項(イ)のゆれを取り除くことをカラープロセッシングと称し、カラー VTR では、最も大きな問題である。

1. IQ 検波方式

問題(イ)の解決策として、録画時は NTSC 信号をそのまま記録し、再生時に信号のゆれに同期した連続副搬送波を作り、これで IQ 検波を行なって安定な副搬送波で再び平衡変調する方法がある。これは AMPEX が用いているが、信号のゆれに同期した連続副搬送波を、再生バースト信号によって、リング発振器を制御して、作る際に問題がある。その一つは、リング発振器の追従限度で、他の一つは1水平走査線内のゆれが副搬送波の位相に換算して、約 5° 以内でなけ

第2図 IQ 検波方式カラープロセッシングの一例

ればならないということである⁽³⁾⁽⁴⁾。リング発振器は、再生映像信号より抜き取ったバーストで励振されるが、このバーストの含むゆれに、発振器出力が完全にロックされていないと色相のむらが生ずる。特に4ヘッド方式のようにヘッドの切換時において、大きく位相が変化するような場合には影響が大きい。現在では、ゆれの大きさは4ヘッド VTR では $1\mu\text{S}$ 程度で、その周期は $5\sim 10$ 秒といわれているが⁽³⁾⁽⁴⁾、この程度ならロック可能である。次に、リング発振器がバーストに完全にロックしていても、次のバーストまでの時間、すなわち 1H 間に起こるヘッドの回転むらを考えると、これが副搬送波とバースト位相のずれとなり色ずれの現象を呈する。この位相のずれを仮に 5° 以内なら許容できるとすれば、 3.58 Mc で 5° は $0.00387\mu\text{s}$ に相当するから、録画再生の過程で同じ方向にずれたととしても、 $0.00194\mu\text{s}$ 以内ないと条件を満足しないことになる。文献⁽³⁾⁽⁴⁾によれば、ヘッドの回転むらはほぼ $0.0019\mu\text{s}$ なので、 5° 以内にあるが、さらに改良が望まれるわけである。IQ 検波方式の一例を第2図に示す。図中 GATED OSC は、前述のリング発振器をいい、第1図のように同期信号の部分で、一旦発振をとめて、次のバーストの位相に正確にロックするような回路構成となっている。この発振器の出力を用いて再生映像信号を検波して、YIQ の信号をとりだす。デコーダの構成は

第3図 デコーダ構成図

第4図 二重ヘテロダイン法カラープロセッシングの一例

第3図のようになっている。リングング発振器の出力が入力バーストの位相に正確にロックしていれば、検波されたIQ信号にはゆれを含まないから、これを安定な別の副搬送波を用いて再び平衡変調すれば安定な色度信号が得られる。

2. 2重ヘテロダイン法

NTSC信号を直接記録して、再生時にゆれを除くことは次のようにしてもできる。これはRCAが考案したものであるが、この一例は第4図であって、入力映像信号はフィルタによって輝度および色度信号に分離される。色度信号は、安定な3.6Mc(副搬送波)によって作られた19.7Mcによって、22.7~23.7Mcに変換される。次に再生バースト信号にロックしたバースト制御発振器(リングング発振器を意味する)出力を、ゆれの無い16.1Mcに加えて作った19.7Mcによって、先の23Mcをビートダウンすることによって、双方に含まれていたゆれが差し引かれて安定な色度信号が得られる。ゆれの大きさが問題になるのはIQ検波方式と同じであるが、検波、再変調の際に生ずるひずみに相当したものが無いのが利点である。しかしながらヘテロダイン周波のスプリアス成分が混入しやすいという欠点があり、このためビート除去に格別の工夫を必要とする。

第5図 NTSC→色度FM多重カラー信号変換回路

第6図
色度FM
多重カラー
信号

第7図 色度FM多重カラー信号(カラーバー)

3. NHK 技研方式

前述のようにNTSC信号を別の有利な形に変換して記録し、再生時に逆変換を行えば、問題を解決ないし軽減できるが、NHK技研では次のような方式を発表している。この原理は、入力NTSC信号を同期検波し、IQ信号を各走査線毎に交互に組合わせた信号として、これを3.5Mcの副搬送波でFMし、I標示パルスを加えたY信号と加え合わせて録画する。再生時には、復調されたIQ時分割信号はIHだけ遅らせた信号を擬似信号として欠除した部分に補足し、整形されたY信号と共に、変調してNTSC信号をうる。この方式は色度信号の一部が失われてしまうことが欠点であるが、実用上は殆ど支障ない程度の画質が得られるといわれ、副搬送波の位相の変動が色度に関係しないこと、ヘッドの感度差による色むらが少ないことなどの利点がある点注目される。

ビート対策

映像信号のSN比はカラーの場合にはビートが大きな因子となる。低搬送波FM録画方式では、連続正弦波を重畳した信号を録画再生すると特有のビートがでてくる。この原因の主なものは、(a)変調器における映像信号の搬送波側への漏洩。(b)復調器における搬送波の復調信号側への漏洩。(c)FM伝送系の非直線性に起因するスプリアス成分であるが、変調を搬送波に比較してか

なり高い周波数帯(例 45 Mc, 85 Mc)で行なって他の固定発振器とビートをとることによって低搬送波 FM 信号を得る方法が (a) に対してとられ、(b) に対しては復調器を平衡形とするか、再び高い周波数帯(例 65 Mc)にあげて復調する方法がある。(c) に対しては、録画再生系の増幅器の直線性をよくする

ことが行なわれる。また現在では、周波数偏位を同期先端で 5.4 Mc, 白ピークで 6.3 Mc として、白黒の場合 (SMPTE 規格ではそれぞれ 4.28, 6.8 Mc) よりも周波数帯を上げて、搬送波の漏洩を少なくすることが行なわれる。しかしこれは周波数偏移が小さくなっているの

微分利得, 微分位相特性

各部の直線性を良くすることが必要であることはいうまでもないが、特に変復調の直線性に大きく影響されるこのため前述の高周波において変調する方法と、復調カーブを、FM 信号をクリップすることによって直線にして向上をはかっている。なお遅延特性は、復調器に使用する搬送波除去フィルタ、カラープロセスに用いるフィルタが大きく影響するので、ボーデ形などの遅延特性が平坦なものが使用されている。

周波数特性

白黒と異なり、カラーでは 4 Mc 近傍に重要な成分があるので、帯域上限を 4.2 Mc とする必要がある。幸いなことに、前述の変調器を用いることによって、ほぼ満足な特性をうる事ができている。

ビデオヘッドの問題

ビデオヘッドの問題が現在最も大きなものとされているが、すでに実用化されている 4 ヘッド方式では、4 個のヘッドの間の特性の差が、色相、飽和度の差、色純度の劣化となって再生画面上に表われ、これが画質の優劣を左右している状態である。カラー用ヘッドとしては、4 個の周波数特性、SN 比、感度などに差がないことが要求される。ビデオヘッドは、ミクロンオーダーのギャップをもっていることから想像されるように、極めてデ

第8図 色度 FM 多重カラー信号 → NTSC 信号変換回路

リケートなもので製作上非常に高度な機械的電氣的な一様性が必要である。このためヘッドの製作にあたり厳格な選別を行なうと共に、更に各チャンネルに周波数特性の等化器を使用してこの差を補償している。また前述のように周波数偏移を少なくしたために SN 比が劣化するのでヘッドとしては白黒に比し一層よいものが要求される。

1 ヘッド, 2 ヘッドカラー VTR

1 フィールドを、1 コのヘッドで記録再生する 1 ヘッド 2 ヘッド VTR におけるカラー化は、ヘッドの問題を除いて、すべて 4 ヘッド方式と同一であることは容易に想像される。文献によれば、2 ヘッド VTR に、2 重ヘテロダイン法を用いたことが発表されている⁽¹⁰⁾。

む す び

紙面の都合で省略した部分が多いが、カラー VTR についての概略をのべた。今後は、主として装置の安定度ヘッドの向上が主眼となろう。(昭和 35 年 11 月 28 日受付)

【参 考 文 献】

- (1) H. OLSON 他: A Magnetic Tape System For Recording And Reproducing Standard FCC Color Television Signals. RCA REVIEW Sept. 1956.
- (2) A LIND: Color Processing In RCA Video Tape Recorder. BROADCAST NEWS Feb 1958.
- (3) J. ROIZEN: Magnetic Recording of Color Television. J. of SMPTE Jan. 1960.
- (4) C. ANDERSON 他: A Color Video tape Recorder. J. of SMPTE Oct 1959.
- (5) 平山 勤: カラー VTR について, 方式変換分科会資料 8-19.
- (6) 稲津 稔: 色度信号線順次を利用したカラー VTR 方式変換分科会資料 8-20.
- (7) 稲津 稔: 周波数変換形低搬送波 FM 変復調器, 回路委員会資料第 26. 1.
- (8) 佐藤 他: アンベックス方式 VTR のカラー化における現業上の諸問題, 昭和 35 年電通大会予稿.
- (9) 岡崎他: 2 重ヘテロダイン法を用いた VTR カラーアダプタについて, 昭和 35 年電通大会予稿.
- (10) 林一太郎他: カラー用 VTR について, 昭和 35 年電通大会予稿