フィルム用ビジコンカメラ系の特性改善と自動化

八電電機株式会社

石 原 豊
金 岡 隆 夫

1. ま え が き

フィルムビジコン系の自動化は二つの方向から考察することができる。一つはテレビ局全般あるいはテレビスタジオの自動化計画の一環として推進されている自動化であり、もう一つは、ビジコンカメラ単体自身の自動化である。この二つは互いに関係はあるが、前者においてはフィルムのスタート、ストップ、マルチプレクサチェンジなどの自動化、番組編成を容易にするためのカメラと映写機の1:1機構採用、故障時のヘッド予備との一挙動切り替えなど、後者においては ALC, AGC, ASU, ASC などが考えられる。一方、自動化と同時に最近では画質改善が叫ばれ、フィルムビジコンカメラ系に関する各部門がそれぞれの立場に立って改善策を発表している。カメラ自体についてもセパレートメッシュの1インチビジコン 8507, 1½インチビジコン 8051 の採用により、高解像度の画像を得ることが可能になり、そのほか、垂直アパーチャー補正器¹⁾, I.O. カメラ近似画質補償器²⁾などの実験が行なわれている。

2. ビジコンの特性について

現在、フィルム送像用ビジコンカメラ装置に使用されているビジコンは、大半が1インチであるが、画質改善に伴い1½インチも実用されてきた。1½インチビジコンの特長としては、ターゲット面が大きいこと、走査ビームによる解像度の限界が上がり、ターゲットでの光の散乱による解像度の低下がなくなり、強い集束磁界と高い加速電圧により収差が減少し、高解像度(中心部 1200本)の画像を得ることができるようになった³⁾。図1は1インチおよび1½インチの解像度を示す。

しかし、1½インチにしたために発生する問題点も多

図1 7038, 8507, 8051 の変調特性

く、第一にターゲット面を大きくしたために容量も大きくなり、残像が長くなるためビーム電流を多く必要とする。容量を減らすには光導電体を厚くすれば減るが、そうすると光の散乱による解像度の低下や、感度の低下が起きる。また、信号出力を多くすることは残像を減らすことに役立つが、そのためにビームを増さなければならぬので、ビームが太くなる可能性がある。測定の結果によれば、容量性残像よりも光導電性の残像のほうが問題⁴⁾となり、ビームの太さとかね合せてある点で妥協せざるを得ない。8051は残像が最小になるように設計されているため、感度を多少犠牲にしている。実際に8051を使用した場合の残像特性を図2に示す。

また、1½インチビジコン8051はフィールドメッシュ(G₄)と集束電極(G₃)が従来の1インチビジコンと異なり分離されているため、フィールドメッシュによりビームの半径方向の速度成分が補正できるので、偏向コイルをターゲットの近くまでもってこられる。1インチビジコンはこれができず、偏向コイルを離さなければならなかったために、Sひずみを生ずる傾向があったが、8051はこれがなくなった³⁾。一方、G₃, G₄ 電極にかかる電圧比を適当に選ぶことにより、ビームランディング特性を

"Automatic Operation and Characteristic Improvement of Vidicon Camera Chain for Film" by Yutaka Ishihara and Takao Kanaoka (Yaou Electric Co. Ltd., Kawasaki)

良くすることができるので、シェーディングのない映像信号を得ることができる。

8051のアセンブリーは、解像度を良くするために、電磁偏向と長い電磁集束コイルを採用している。ビームの長さは球面収差除去のためには短いほうがよく、ビームの偏向ひずみを減らすには長いほうがよいので、両者を考慮して、その間の妥協点をとって決定している。図3は、 G_3 , G_4 電極の比によるシェーディングの模様を示し

図2 8051の残像特性

図3 G_3 , G_4 電極に対するシェーディング特性

写真1 シェーディングの映像出力波形

たものである。また、写真1は映像出力におけるシェーディングの状態を示す。

セパレートメッシュタイプを採用した1インチビジコン8507が発表されて以来、1½インチと同様その性能が認められ、現在では従来の1インチビジコン7038に代わって使用されているが、構造的には電極構造が変わっただけで他は7038と同一である。

3. 画質補償器

ビジコンカメラの画質改善を行なう目的の一つとしてイメージオルシコンカメラの画像の途中にビジコンカメラの画像が挿入された場合、その画質に異質感が大きいことが上げられる。従来ビジコン管の改良、アパーチャー補償(水平)、プリアンプのSN比⁵⁾、 γ 補正などが行なわれてきたが、イメージオルシコンの画像と比較すれば、まだまだ改善の余地があり、そのためにイメージオルシコンの画像に近似させるために種々の回路が実験され、発表されている。また、性質は多少異なるが、垂直アパーチャー補正回路¹⁾がすでに実験されて好結果を得ている。

4. フォーカスの安定度

ビジコンカメラの自動化を行なう場合、高度の安定度が要求されるが、その中でもフォーカス関係の電圧、電流はその変動が画像に与える影響が大きいため、とくに注意しなければ最良の画像を得ることができない。

図4は8051において G_3 , G_4 電極電圧を一定にしたとき、フォーカスコイルに流れる電流の変動による解像度を示したもので、この図から判断すれば、解像度350本のアパーチャーレスポンスを70%に保持するためには、電流の許容変動は約 $\pm 2\%$ に押えなければならない。

同様に図5はフォーカスコイルに流れる電流を一定に保ち、 G_3 , G_4 電極電圧の変動に対する解像度を示したも

図4 フォーカスコイル電流の変動に対する解像度

図 5 電極電圧の変動に対する解像度

のであるが、これより変動率は約 3 % まで許容できる。以上はおの単独に変動する場合を考えたが、これらが同時に変動すれば、以上の値よりもっと厳密に押える必要がある。

実際の機器に使用されている電源を例にとれば、フォーカスコイル電流源は電流安定化回路を使用することにより、 $0^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{C}$ の範囲で変動率を $\pm 0.7\%$ 以内に行うことができ、一方 G_3, G_4 電極電圧も $\pm 2\%$ 以内に押えることができるため、8051 を使用した場合にはフォーカスの無調整化を行なうことができる。

5. AGC

AGC 回路はビジコンカメラ装置の映像出力段以後に入れる場合と、プロセスアンプの途中に入れる場合があり、現在ではその両者が使用されている。前者はビジコンカメラにかぎらず使用できるので、単独機器として取扱うことができるが、後者を使用する場合は制御回路の検出点および ASU との関係があり、その取扱いには注意を要する。

図 6 はトランジスタ化ビジコンカメラに使用されている AGC, ASU 回路の系統図で、検出点は ASU と同一点から取り出し、それぞれの制御を行なっている。利得調整を行なう回路としては、ダイオードの逆電圧電流特性領域のインピーダンス変化を利用している。

一般に、ダイオードの微小変化に対する等価抵抗は、

$$R_d = \frac{dE}{dI} = \frac{1}{Ak} \varepsilon^{-kE}$$

(Ak はダイオードによる定数)

となり、ダイオードの両端に加わる電圧を変化すれば利得調整を行なうことができるが、ダイオードの両端には交流分も加わるので、映像信号に対して直線性が悪くなる。

これに対し図 7⁶⁾ のようにダイオードを 2 個使用した場合は、 E を変えると $I = A \cdot \exp(kE/2)$ となり、次に

図 6 AGC, ASU 回路系統図

図 7 利得調整回路

図 8 利得調整回路の直線性

入力 e_{in} を加えた場合には、各ダイオードを差動的に動作させるので、ダイオードの等価抵抗は、

$$R_d = \frac{de_{in}}{di_{in}} = \frac{1}{2Ik \cosh(ke_{in})}$$

e_{in} が小さい場合は $\cosh(ke_{in}) \approx 1$ であるから、等価抵抗は入力信号に無関係になり、図 7 において $R_e \gg R_d$ にとれば、ダイオードの両端の電圧 E を変化することにより、交流分に影響なく直線性の良い利得調整を行なうことができる(図 8)。

AGC の特性上の問題として、出力偏差と応答速度の問題がある。AGC 回路の偏差を少なくするためにはループ利得を大きくとればよいが、そのために応答速度が速くなり、出力にハンティングが現われて安定度が悪くなるため、これらを考慮した場合、ある点で妥協する必要がある。特にカットインのときハンティングが起りやすいため、この状態でハンティングをなくすように回路設計を行なえば、安定な AGC 回路を得ることができる。

写真 2 応答特性波形 (0.1 sec/div, 0.5V/div)

写真 2 はカットイン、カットアウトのとき起こる過渡現象を示したもので、写真 2 (a) は、映像振幅が零から 1.0 Vp-p まで変化したとき、(b) は 0.7 Vp-p までのものである。(c) はカットアウトの場合で、過渡的にも、応答速度についても問題ないことを示している。以上の測定に当たり図 6 に示すリミッター回路は動作状態である。

6. ASU

ビジコンカメラにおいて、ペダスタルの変動する要素はターゲット電圧の変化、フィルムの調子、光量変化などが上げられる。これらによって変動するペダスタルを従来は手で調整を行っていたが、ASU 回路を挿入することによりその必要がなくなり、調整が非常に簡易化された。ASU を行なう方法としては、ペダスタルクリップレベルを制御する方法と、黒レベル調整用パルスを制御する方法があるが、後者は極性反転する場合、回路的に考慮する必要があるため、極性反転に無関係な前者が多く用いられている。

ASU 回路の原理を簡単に紹介すると、図 9 において

図 9 ASU 回路における制御電圧検出波形

A なる振幅のペダスタルに B なる逆 BL 信号を混合すると C なる信号が得られる。B が一定値であれば C は A に反比例した電圧として検出され、この電圧を整流、増幅してペダスタルクリップ電圧として使用すれば、ASU 動作を行なわせることができる。

図 9 から判断されるように、A が大きくなるほうは $C=0$ まで検出できるが、A が小さくなるほうは $C=B$ までで、正規の映像信号は A の値が零または 10% であるため、ペダスタルのもぐるほうはループ利得をある程度大きくとらないと偏差が大きくなる。

この影響は極性反転を行なう場合に著しく、ポジの場合は黒レベルより黒になることはないが、ネガの場合に AGC、ASU が逆の動作を行なうようになる。すなわちネガの場合、映像レベルの変動はペダスタルの変動として検出され、ペダスタル変動は映像レベルの変動となるため、ポジよりもネガのほうがペダスタルの変動が大きく、しかも零よりももぐることが考えられるので、偏差も大きく現われる。

この現象をなくすための手段としては、映写機の絞りを決定し、フィルムを入れない状態でビジコン面に光を当て、このときのペダスタルを正規のペダスタルとしてセットすれば、これより明るくなることはないので、ペダスタルのもぐる現象は防ぐことができる。しかし、この場合はループ利得を必要以上に大きくとらなければならないので発振を招きやすく、不安定の原因ともなるので得策ではない。

7. AGC と ASU の関係

AGC、ASU は前にも述べたように同一検出点から信号を取り出し、それぞれの制御回路を通してコントロールを行なっているため、両者の間に何の規制もない場合は、映像信号の種類によっては誤動作の原因となる。このことは BL 信号のみの信号を考えた場合に容易に理解できることで、このために両者の制御動作に応答時間の差および応答制限回路をもうけ、両者の動作を適当に制限する必要がある。

制限回路を付加する理由はそのほかにもある。それは AGC の動作範囲を広くとることにより、必要以上に AGC をかけることになり、もともと振幅の小さい映像まで増幅して、非常に SN 比の悪い映像を送り出すことになる。ASU 回路についても同様のことがいえる。

8. 自動化系の整流回路

現在使用されている多くの自動化回路は、その中に整流回路をふくんでいるが、信号応答の基礎となる部分であるため、その取扱い方は使用される回路により考慮す

る必要がある。問題となるのは映像信号を直流に変換する場合、 $p-p$ 整流を行なうか、平均値整流を行なうかまたは両者の中間でよいのか、 $p-p$ 整流を行なう場合はどの程度の信号まで検出するかにかかってくる。必要以上に細いピーク信号で検出を行なえば他の信号が犠牲になる場合があり、平均値的な整流を行なえば検出誤差が大きくなってしまふ。以上のことは応答速度とも直接関係があるため、現在では実際に機器を使用した状態で決定せざるを得ない。

9. ALC, ASC

ALC, ASC はともにビジコン自体の出力信号電流を制御するもので、ASC はビジコンのターゲット電圧またはカソード電圧を入射光量に応じた映像信号の変化分として検出して制御し、出力信号電流を一定に保ち、最良の映像を送り出すための回路である。

ALC は映写機側またはカメラ側において、入射光量を制御してターゲット面照度を一定にする装置で、現在ではデンシティーフィルターを映写機側で回転させる方法、液体の濃度を適当な方法で変化させる方法⁷⁾などが実用化されている。

ASC を行なう方法は前にも述べたように、ターゲットをコントロールする方法とカソードをコントロールする方法⁸⁾があるが、動作原理は双方とも同じである。ターゲットコントロールの場合は、コントロール電圧の変動が直接プリアンプの入力にかかるため、プリアンプをふくめた制御系の f 特性を設計上考慮しなければならないと同時に、ダイナミックレンジを、ASC が挿入されない場合よりも大きくとらなければ非直線部分にかかり、安定度、応答時間などに影響を及ぼす。これらのことを考えた場合に、トランジスタ化されたことが逆に画質改善に悪影響を与えるため、ASC の制御範囲を小さく

とらなければならなくなる。

以上のことは応答速度とも関係があり、ASC においてはビジコン自体が光導電機構による遅れと、蓄積容量の充放電による遅れ⁹⁾により、それ以上は速くならないため、系の応答速度もこれ以上速くすることはできない。

カソードコントロールは以上のような現象がないので回路的にはすぐれているが、各電極に供給する電源を別々にしなければならぬ欠点がある。

10. む す び

自動化と特性改善については、今後さらに検討すべき事項が多い。フィルム画質の統計的な判断も必要でありその点で現業との密接な協力のもとに、使用実績によって決定さるべき未解決分野がある。フィルム製作、撮影、現像、さらに現業の各分野の協力で今後最良の方法を見いだして行くべきであろう。

終わりに、ご指導とご助言を賜った NHK 演奏設備部重田副部長、渡辺氏ならびに NET 竹下副部長の諸氏に感謝の意を表する。

(参 考 文 献)

- 1) 中村有光他：垂直アパーチャ補正器の設計、テレビ誌、18, 4(1964) 217
- 2) 鈴木、藤村：電気的補償回路によるビジコンフィルムカメラのイメージオルシコン画調への近似、テレビ誌、18, 7 (1964) 425
- 3) R.G. Neuhauser 他：The Design and Performance of a High-Resolution Vidicon, J. SMPTE, 11 (1962)
- 4) 後藤：13 $\frac{1}{2}$ インチビジコンカメラの残像特性、テレビ誌、18, 3 (1964) 139
- 5) 坂井、ビジコン用トランジスタ前置増幅器、テレビ誌、17, 5 (1963) 276
- 6) 小林秀郎他：トランジスタ式テレビネ投写室および調整装置、放送技術、15, 4 (1962) 258
- 7) 理科学精機：ALC 取扱説明書
- 8) S.L. Bendll 他：Automatic Sensitivity Control for Monochrome Film Cameras, Broadcast and Equipment Engineering
- 9) 日比正男他：ビジコン感度の自動制御、テレビ誌、16, 12(1962) 711

テレビジョン学会雑誌綴込ファイル（1カ年用）

学会雑誌の整理合本に便利な 1 カ年用学会雑誌綴込ファイルをご利用下さい。お申込みは下記にお願いします。

定価 1 部 130 円（郵送料 1 部につき 50 円、4 部以上の場合は実費）

申込先 東京都港区芝公園第18号地 東京タワー放送センター内
テレビジョン学会 振替口座 東京 174482 番