

最新ディスプレイ管の世話役 半導体

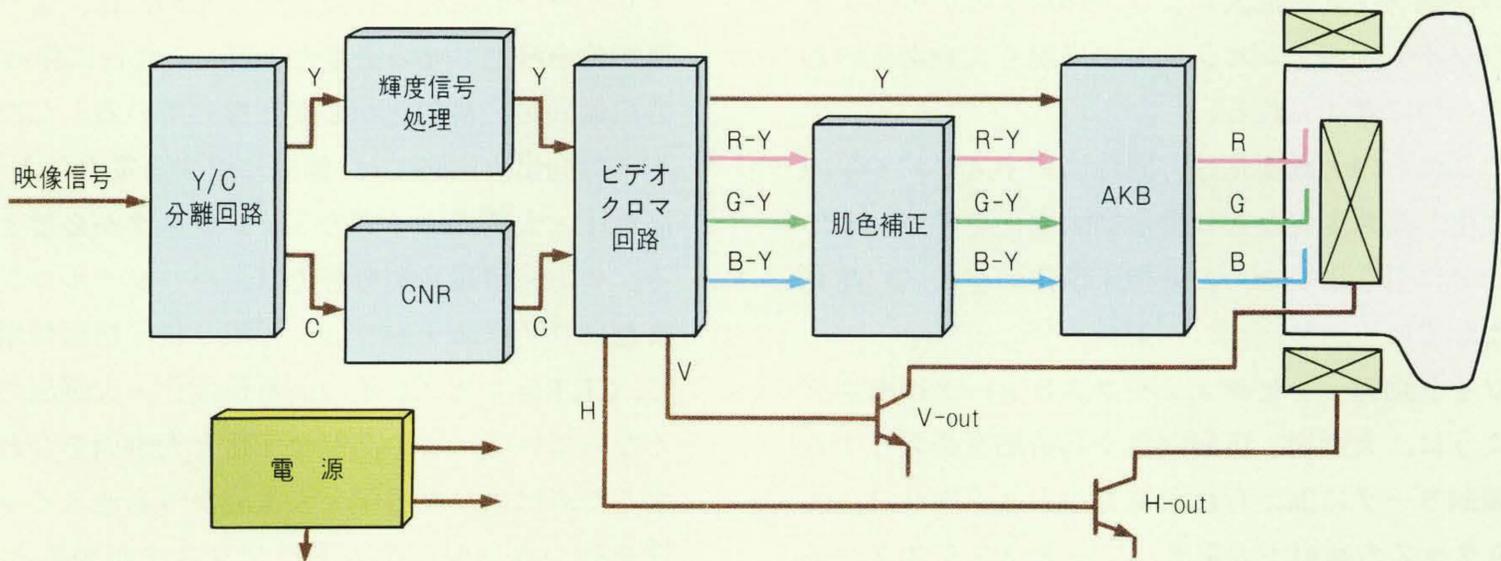
Semiconductor Devices for the Latest Color Display Tube

松浦 守* *Mamoru Matsuura*

川本幸司** *Kôji Kawamoto*

堀田清通* *Kiyomichi Horita*

門川 滋*** *Shigeru Kadokawa*



注：略語説明 CNR (Color Noise Reducer), AKB (Auto Kine Bias),
Y [輝度信号(Luminance)を表す。], C [色信号(Chroma)を表す。]

映像表示システム 最新の映像表示装置には、ディスプレイ管の性能を引き出すためにさまざまな半導体が使用されている。

映像表示装置の大画面・高画質化は、カラーディスプレイ管の技術革新に負うところが大きいですが、同時にディスプレイ管の性能を最大限に引き出すための各種半導体デバイスもまた欠くことができない(口絵参照)。

日立製作所では、高耐圧・大電流バイポーラプロセスによる水平偏向用パワートランジスタ、誘電体分離技術を用いた高耐圧モノリシックプロセスによるAKB(Auto Kine Bias)IC、また高性能バイポーラプロセスによる画質改善ICを商品化している。

* 日立製作所 半導体設計開発センタ ** 日立製作所 日立工場 *** 株式会社日立マイコンシステム 高崎事業所

1 はじめに

近年のカラーテレビジョンの大画面化には目をみはるものがある。わが国のカラーテレビジョンの画面サイズで26インチ以上のものは1985年では5%程度にすぎなかったが、1991年には25%にも達する見通しであり、今後大画面サイズの比重がますます高くなっていくものとみられる。

また、今後ハイビジョン放送や横長のビスタビジョン[※]サイズの映画ソフトの拡大により、16対9のアスペクト比を持つワイド画面テレビジョンの出現も大画面化の加速要因の一つに考えられる。

一方、これらの大画面化は、同時にディスプレイ管の高解像度化、高輝度化などによる高画質化を伴い、その性能を十分に引き出すための各種半導体デバイスの開発を必要としている。

特にワイド画面テレビジョンやコンピュータ用モニタなどのように、大画面、広偏向角や高精細を必要とする場合は偏向ヨークに加えられる電力が大きくなり、1,500V、12Aクラスの高耐圧大電流パワートランジスタが必要となる。また、ホワイトバランスのとれた美しい画面や黒レベルのしっかりした画面、さらに画面サイズが大きくなってもぼやけずに、くっきりした画面などを得るためには、誘電体分離を用いた高耐圧リニアICや特殊な

処理を行うリニアICが必要になる。

ここでは、これら半導体デバイスの代表的なものを、それを可能にした技術的背景とともに述べる。

2 高性能・高耐圧水平偏向出力トランジスタ

近年、民生分野では、DBS(Direct Broadcast Satellite)やハイビジョンなどの新しい映像メディアに対応した大形かつワイドタイプ(アスペクト比16対9)の高性能ディスプレイが求められている。これらの大画面ディスプレイを一般家庭に普及させるためには、よりいっそう薄形化を推進させる必要がある、これらに伴ってCRTでも広偏向角・薄形化が必要となっている。したがって、水平偏向出力回路では、偏向に要する電力は大きくなり、高電圧・大電流タイプのトランジスタが必要となっている。一方、情報産業分野では、パーソナルコンピュータまたはワークステーションの取り扱う情報量増大に伴って、CRTディスプレイの高解像度化・大画面の要求が強くなっている。この高解像度化と大画面を合わせて実現するためには、高電圧・大電流かつ高速スイッチング特性を持つ水平偏向出力トランジスタが必要となっている。今回、このような分野に対応するために開発した高性能・高耐圧水平偏向出力トランジスタについて以下に述べる。その用途別ラインアップを表1に、水平偏向出力回路を図1に示す。

表1 水平偏向出力用トランジスタ 画面サイズや水平偏向周波数、偏向角度によってさまざまなトランジスタが必要である。

V _{CBD} (V)	I _c (A)	用途	HDTV*	中精細	高精細	超高精細**
		f _H (kHz)	33.75	31.5~45	64~80	130
1,500	2.5		—	—	—	2SK1317***
	4		—	—	—	2SK1835***
	10		—	2SC4589****	2SC4747****	—
	12		—	2SC4692****	—	—
	20		—	—	2SC4897*****	—
	25		—	—	2SC4789*****	—
1,700	10		2SC4879****	2SC4879****	開発中	—
	12		2SC4880*****	2SC4880*****	—	—
	15		2SC4896*****	2SC4896*****	—	—
	20		HF7757***** (IGBT)	HF7757***** (IGBT)	HF7757***** (IGBT)	—

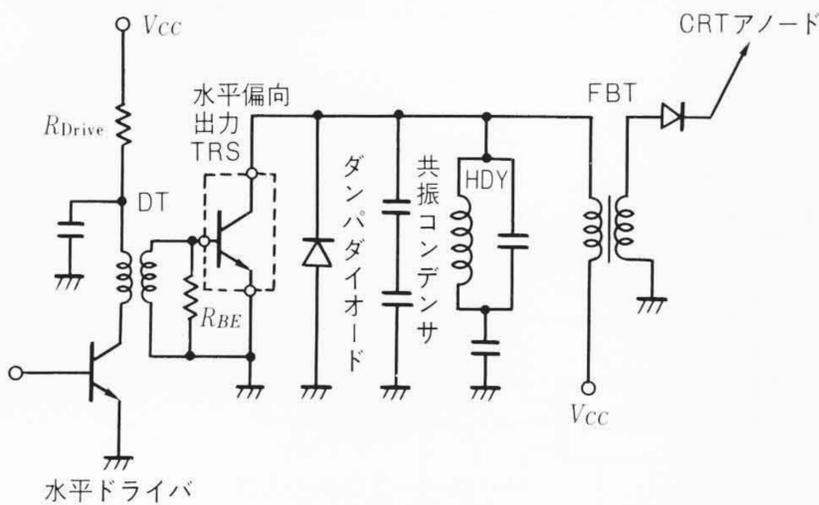
注：略語説明ほか IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)

* (HDTV用は高耐圧・大電流が重要)、** (ディスプレイ用は高速スイッチング特性が重要)、*** (TO-3P)、**** (TO-3PFM)、***** (TO-3PL)

※) ビスタビジョン：アスペクト比が1対1.85(米国)および1対1.66(ヨーロッパ)のサイズの映画で、米国パラマウント社の商標である。

2.1 ワイド形ディスプレイ用水平偏向出力トランジスタ

ハイビジョンに代表されるワイド形ディスプレイは、広偏向角(110度)大画面であることが特徴となっており、従来以上に偏向電力が大きくなる。したがって、コレクタピーク電流 i_{CP} で8~12 A、コレクタ・エミッタピーク電圧 V_{CEP} で1,300~1,500 Vと非常に高くなっている。このような用途に対応するためには、従来以上に高耐圧・大電流のデバイスが必要となっており、日立製作所では新しく高耐圧品($V_{CBO}=1,700$ V)をシリーズで製品化した。その主要電気的特性を表2に示す。特に最大電流定格品である2SC4896は、 $I_C=15$ Aと十分な電流容量を持っており、ハイビジョンディスプレイ用に最適である。



注：略語説明 TRS (Transistor), FBT (Flyback Transformer), DT (Drive Transformer), HDT (Horizontal Deflection Yoke)

図1 水平偏向出力回路 水平偏向回路は、水平同期信号に同期したのこぎり波によって電子ビームを走査する。

2.2 大画面高精細ディスプレイ用水平偏向出力トランジスタ

最近のコンピュータ用ディスプレイおよびワークステーション用ディスプレイの表示する情報量増大化に伴って、ディスプレイに要求される性能もより高性能化(高解像度化・大画面化)が求められている。特に、近年需要の大きくなっている高精細ディスプレイ($f_H=64\sim 80$ kHz)では、画面サイズが17~20インチサイズと大画面であるため、水平偏向出力トランジスタでも、画面周辺部の直線性、解像度向上のため、低飽和電圧特性および高速スイッチング特性が必要となっている。このたび製品化した高精細ディスプレイ用トランジスタは、(1)高速スイッチング特性、(2)低 $V_{CE(sat)}$ 特性を特長としており、特に最大電流品である2SC4789は、 $V_{CE(sat)}=0.3$ V Typ. ($I_C=20$ A)と優れた値であり、20インチ以上の大形ディスプレイに最適である。

高精細ディスプレイの水平偏向回路で留意するポイントとしては、飽和電圧と同時にスイッチング特性を特に重視する必要がある。特にドライブ特性で、スイッチング特性が最小になるポイントで回路設計することが必要である。2SC4789のドライブ特性を図2に示す。実際に流れるコレクタ電流で、スイッチング時間が最小になるように設計することがポイントとなる。

2.3 今後のデバイス動向

今後に期待されるCRTディスプレイとしては、超高精細ディスプレイおよびマルチシンクタイプディスプレイがあげられる。この用途に対応できるデバイスとして、

表2 高耐圧水平偏向出力トランジスタ(1,700 Vシリーズ) 大画面ブラウン管になると高耐圧で、かつ大電流トランジスタが必要になる。

項目	製品名				
	2SC4796	2SC4797	2SC4879	2SC4880	2SC4896
最大定格					
V_{CBO} V	1,700				
I_C A	6	8	10	12	15
P_C W	50	50	50	100	100
電気的特性					
h_{FE}	35 Max.				
V_{CE} V	5				
I_C A	1				
$V_{CE(sat)}$ V	5.0 Max.				
I_C A	5	7	8	10	12
I_B A	1	1.4	2	2	3
t_f μ s	0.6 Max.	0.6 Max.	0.5 Max.	0.5 Max.	0.5 Max.
I_{CP} A	5	7	7	8	8
I_{BI} A	1	1.4	1.4	1.4	1.4
外形	To-3PFM	To-3PFM	To-3PFM	To-3PL	To-3PL

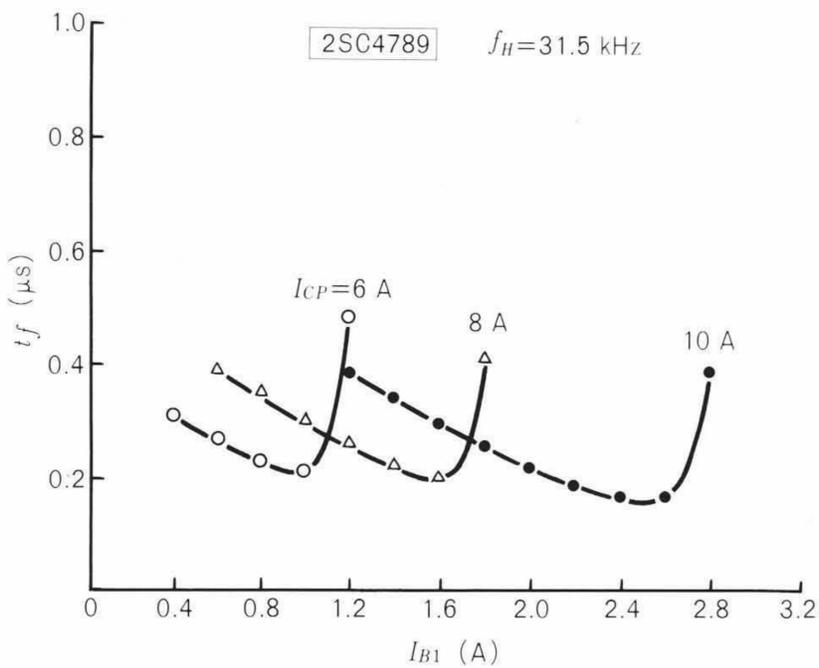
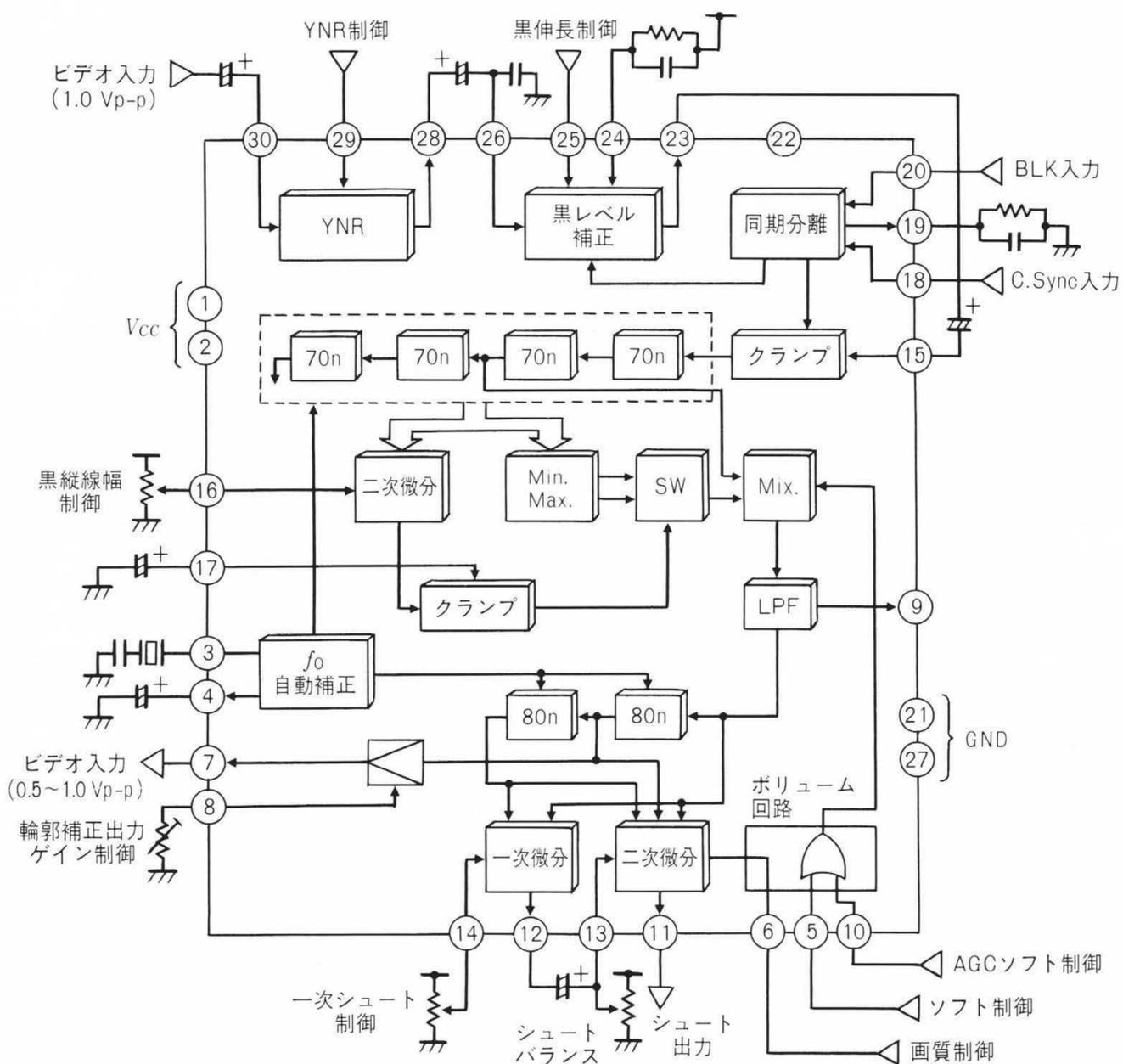


図2 水平偏向出力回路におけるドライブ特性 高精細になると、特にスイッチング時間が最小になるようなドライブ条件を設定することが重要である。

(1) ドライブ電流が不要でON抵抗がバイポーラトランジスタ並みに小さいIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), および(2) バイポーラトランジスタに比べて非常に高速スイッチングが可能な高耐圧パワーMOS FET (MOS電界効果トランジスタ)を開発中であり、近い将来に実際のディスプレイに応用されることが期待されている。

3 高画質リニアIC

アナログ信号処理を応用して画質を向上させる方法として、輝度信号輪郭補正、黒レベル補正、肌色補正などがある。これらは従来テレビジョンセットに使用されてきているが、最近ではリニアICの高集積化とフィルタ内蔵化技術の進歩により、より高度な画質向上を行うことが可能になってきた。ここでは、輝度信号輪郭補正ICおよび



注：略語説明 YNR (Y-Noise Reducer), BLK (Blanking), C.Sync (Composite Sync.), LPF (Low Pass Filter), GND (Grand)

図3 HAI1559NTブロック図 時間軸圧縮によって輪郭をくっきりさせる。

び肌色補正ICの基本的な動作について述べる。

3.1 輝度信号輪郭補正IC, HA11559NT

高画質が要求される大形のテレビジョンでは、画像の輪郭を鮮鋭にする輪郭補正回路が必須(す)である。輪郭補正回路には二次微分方式や遅延回路を用いた方式が従来使用されているが、これらの方式はシュートによって鮮鋭度を上げる方式であり、大画面ではそのシュートは目障りとなって来る。このため、プロジェクションテレビジョンを含めた大画面テレビジョンに適した輪郭補正用IC, HA11559NTを開発した。HA11559NTのブロック図を図3に、HA11559NTでの輝度信号の高画質化処理フローを図4に示す。入力信号はまずノイズリダク

ション回路でノイズの軽減が行われ、次に黒レベル補正回路で黒信号の伸張、圧縮が行われ、時間軸圧縮形輪郭補正回路に入力される。この輪郭補正回路の時間軸圧縮動作によって、伝送系で失われた輪郭部を急峻(しゅん)とすることができ、輪郭部の鮮鋭度を向上できる。さらに、時間軸圧縮を行った後の信号を遅延回路形シュート合成回路に入力し、シュート合成を行っている。このため、きわめて細かいプリシュート、オーバーシュートの合成が可能となった。さらにプリシュート、オーバーシュートの加算比を調整できるようにし、画質のきめ細かな調整ができるようにした。

また、内蔵した遅延回路の遅延量の量産ばらつきの影響がでないように、遅延量の自動調整回路を内蔵した。

3.2 肌色補正IC, HA11561

伝送系で映像信号波形がひずんだときや、ビデオテープのダビング時などに色相が変化する場合がある。肌色付近の色相変化は特に目につきやすいため、これを自動補正することは画質向上に有効な手段である。HA11561では、この肌色補正回路と緑色強調回路を内蔵した。HA11561のブロック図を図5に示す。R-Y, G-Y, B-Yのそれぞれの色差信号をマトリックス回路に入力し、肌

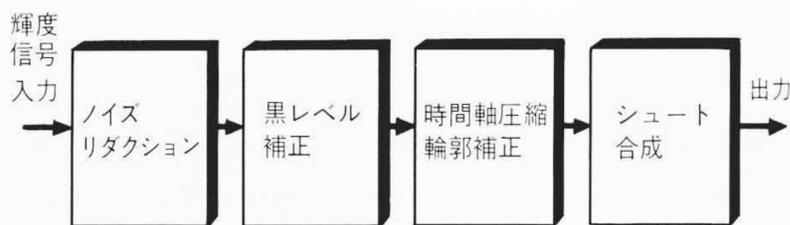


図4 輝度信号高画質化処理フロー 高画質化のためには、ノイズ低減、黒レベル補正、時間軸圧縮などを行う。

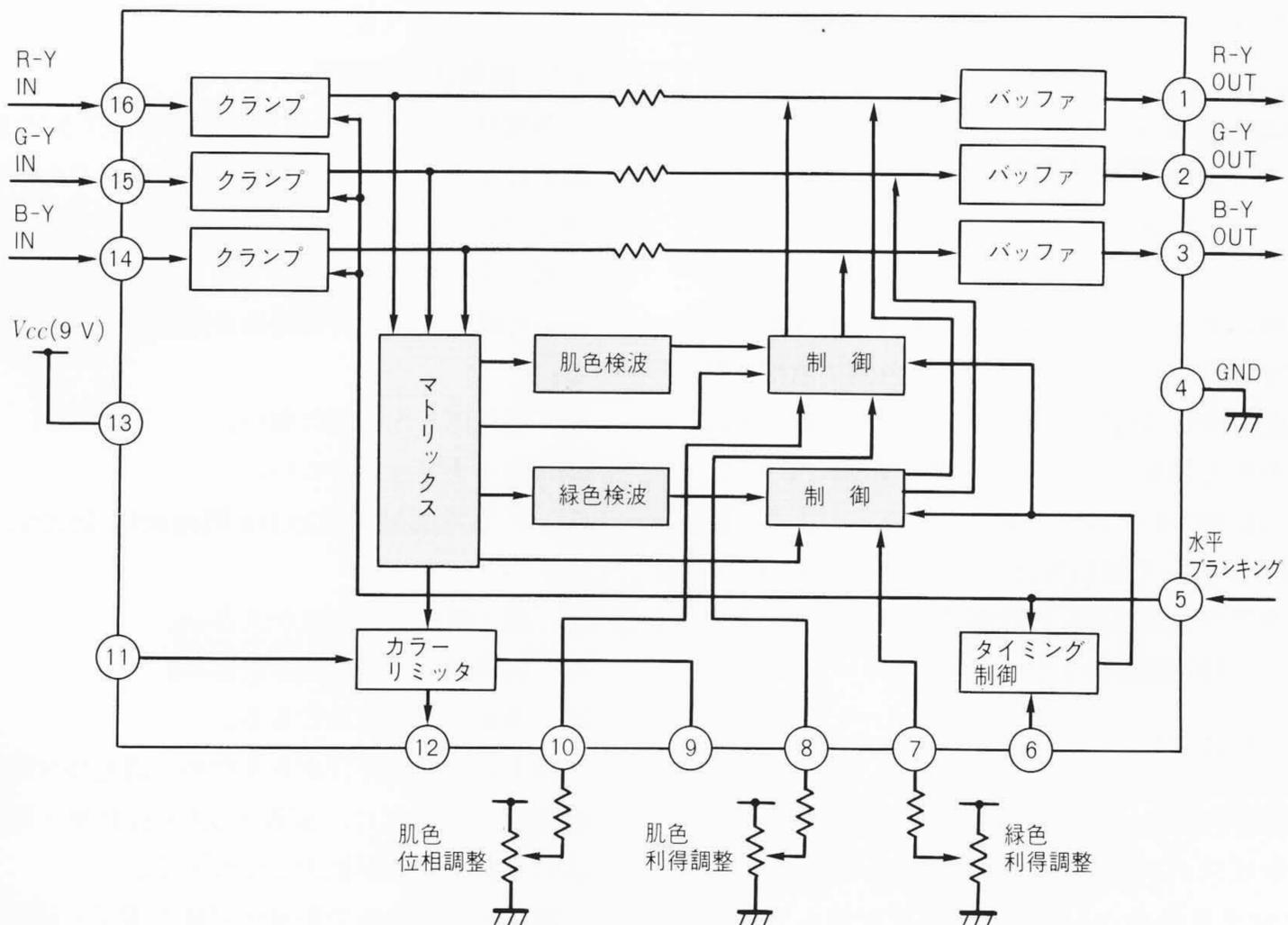
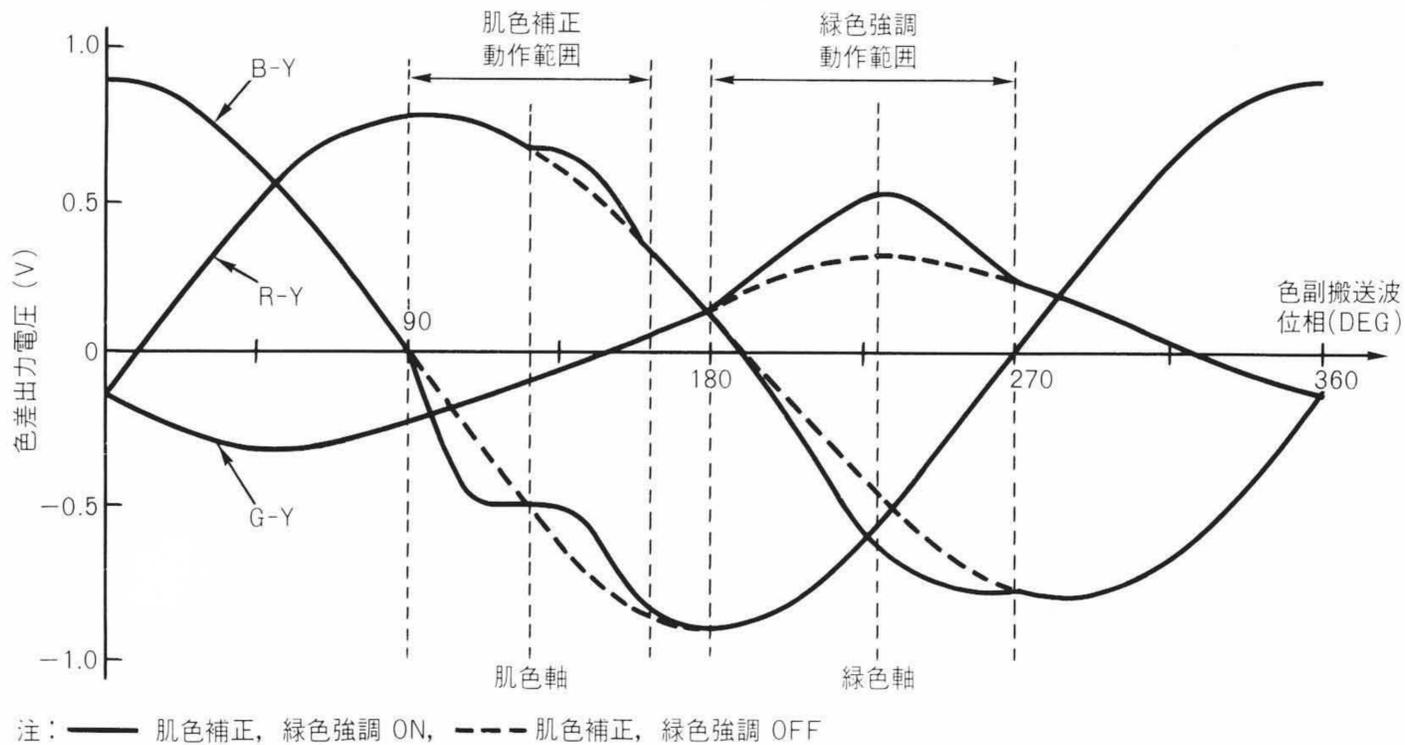


図5 HA11561ブロック図 肌色や緑色の色相ずれを補正することによって、よりきれいな画像が得られる。



注：—— 肌色補正，緑色強調 ON，--- 肌色補正，緑色強調 OFF

図6 肌色補正，緑色強調回路動作波形 きれいな画像は，肌色や緑色の色相ずれの補正によって得られる。

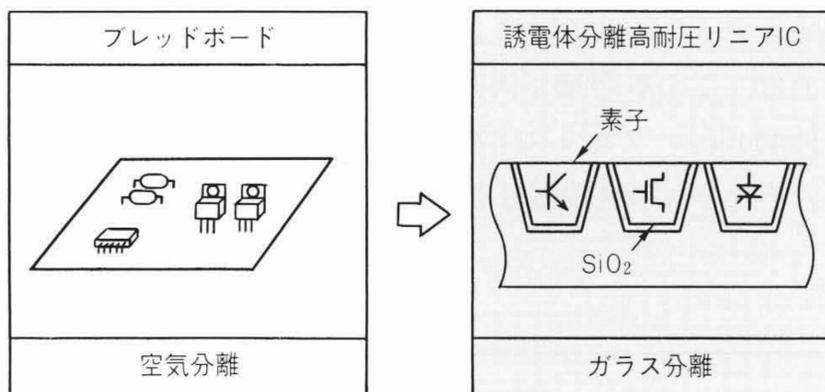


図7 誘電体分離高耐圧リニアICの構造 誘電体分離では，個々の素子が二酸化シリコン(SiO₂)で分離されている。このため，ブレッドボードの回路がそのまま集積回路化できる。

色と緑色を検出する。この検出信号を用いてR-Y信号レベルおよびB-Y信号レベルを制御し，肌色側に色相を引き込み，肌色を安定に再生させる。肌色補正，緑色強調回路の動作波形を図6に示す。肌色の補正範囲としては，色副搬送波の位相で約±40度に設定してある。また，緑色の検出信号を用いて緑信号付近の色相の場合にG-Y信号レベルをプラス方向に，R-Y信号レベルをマイナス方向に制御する緑強調動作を行っている。

4 高耐圧リニアIC

ここではテレビジョン用の高耐圧リニアICについて述べる。テレビジョンではビデオクロマIC・選局マイクロコンピュータを代表としてIC・LSI化が進んでいるが，高電圧系のIC化はまだあまり進んでいない。テレビ

ジョンに画像を映し出すには，ディスプレイ管を高電圧のアンプで駆動する必要がある。高電圧のアンプには200V前後の電源電圧が必要であり，一般のIC・LSI技術での集積回路化は困難である。このような高圧系回路の集積回路化には，高耐圧リニアIC技術が用いられる。今回は誘電体分離技術によるテレビジョン用の高耐圧リニアICについて述べる。

4.1 誘電体分離技術

誘電体分離技術による高耐圧リニアICの断面構造を図7に示す。個々の素子を二酸化シリコン(SiO₂)で取り囲んでいるようすがわかる。簡単に言うとガラスで個々の素子を分離しているのであるから，原理的に高電圧に向いた構造である。誘電体分離技術の特長を次に列挙する。

- (1) 高電圧・大電流に強い。
- (2) ラッチアップしない。
- (3) ノイズ(EMI: Electro Magnetic Interference)に強い。
- (4) 素子構成の自由度が大きい。
- (5) 回路構成の自由度が大きい。
- (6) 多出力化が容易である。

以上のような特長があるため，誘電体分離技術による高耐圧リニアICは，家電・OA・自動車・通信などの幅広い分野で利用が拡大しつつある。

誘電体分離技術で集積化可能な素子・回路の例を表3に示す。このように多種多様な素子・回路をブレッドボ

ードと同じ自由度で集積化できるのは、誘電体分離技術ならではのことである。

以下に誘電体分離技術を用いた高電圧ビデオ信号処理ICであるAKB(Auto Kine Bias)ICについて述べる。

4.2 AKB ICの機能

このICは低圧系のビデオクロマICが出力する小振幅の映像信号を増幅し、ディスプレイ管を直接駆動する高耐圧リニアICである。AKB機能(RGB3原色のバランスを自動調整する機能)を内蔵しているので、AKB ICと呼ばれている。AKB ICは日立製作所の新しいコンセプトのカラーテレビジョン「革命児」にも搭載されており、ホワイトバランスの安定化・黒レベルの安定化による画質の改善に貢献している。

AKB ICの機能ブロック構成を図8に示す。ビデオクロマICの映像信号出力は約2Vの振幅であるが、これを約100Vの振幅に増幅する高電圧アンプ(同図中CRT AMP)をRGB3原色分集積している。カソード電流検出回路(同図中IK DEP)ではブラウン管からのカソード電流を検出している。カソード電流の強弱は画面の輝度の

表3 集積化可能な素子・回路の例 誘電体分離技術を用いると、多種多様な素子・回路がワンチップに組み込める。

素子	高圧パワー	サイリスタ, GTO, IGBT, NPNトランジスタ, PNPトランジスタ, ダイオード
	MOS	Pch, Nch, VDMOS, ラテラル Pch, Nch MOS
子	アナログ	抵抗, 高抵抗, ツェナーダイオード, ショットキーダイオード, コンデンサ, MOSトランジスタ
ロジック	3μm CMOS, バイポーラ	
回路	パワー部	トータムポール出力, オープンコレクタ出力, フローティング出力, その他
駆動部	GTOサイリスタ駆動回路, トランジスタ駆動回路, レベルシフト回路	
制御部	オペアンプ, コンパレータ, ほか各種アナログ回路, PWM, PLL, D-A変換器回路などシフトレジスタ, カウンタ, ほか各種論理ゲート	

注：略語説明 GTO(Gate Turn Off Thyristor)
Pch(P-channel)
Nch(N-channel)
VDMOS(Vertical Diffusion MOS)
PWM(Pulse Width Modulation)

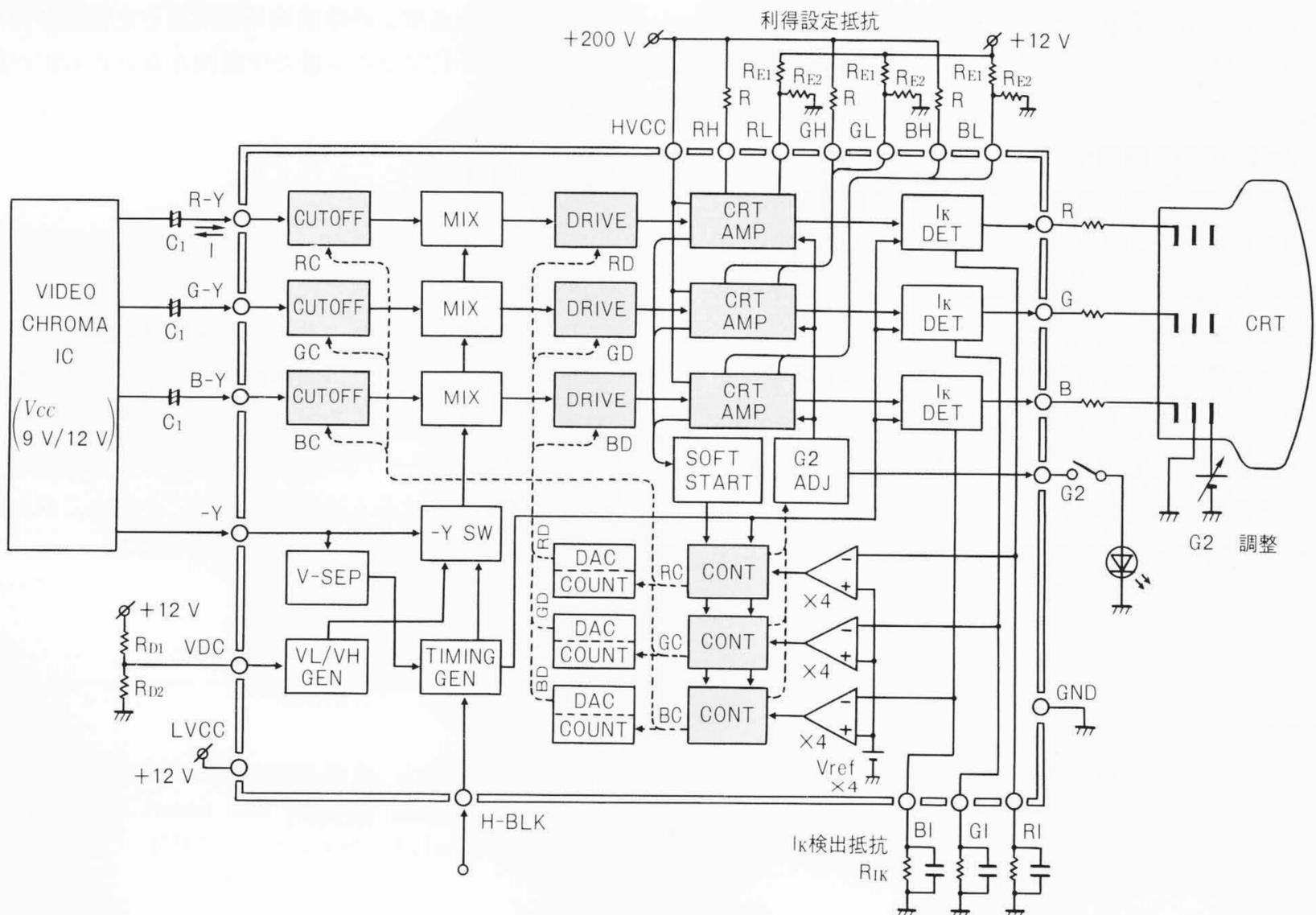


図8 AKB ICの機能ブロック構成 AKB ICはビデオクロマICの映像信号を高電圧に増幅して、ブラウン管に映像を映し出す。

表4 AKB ICの主要諸元 誘電体分離高耐压技術により、280Vの高電圧と10MHzの高周波特性を実現している。

項目	諸	元
電氣的仕様	電源電圧 V	280
	周波数帯域 MHz	10
	電圧利得 dB typ.	33
素子構造	誘電体分離高耐压Bi-CMOS	
素子数	アナログ部	600素子
	デジタル部	4,400素子
チップ寸法 mm	4.5×3.8	
パッケージ	23ピンSIL(放熱形)	

注：略語説明 SIL(Single In Line)

強弱と等価である。したがって、RGB各色のカソード電流を検出し、過不足なく制御すれば画面には常に正しい色が再現できるわけである。制御回路(同図中のCONT)の指示により、カットオフ調整回路(同図中のCUTOFF)とドライブ調整回路(同図中のDRIVE)がカソード電流の調整を実行する。このICはこのようなフィードバック制御を常時行っているため、テレビジョンの視聴者は常にホワイトバランス・黒レベルの安定した画面を楽しむことができる。一方テレビジョン製造ラインでは、このICによる自動調整化によってホワイトバランスの調整工程そのものがなくなるという合理化が実現できる。

4.3 AKB ICの主要諸元

このICの主要諸元を表4に、ICチップを図9に示す。近年のテレビジョンの大形化に対応するため、定格電圧は280Vと余裕を持たせた。周波数特性は高度の水平解像度を得るため10MHzを達成している。

アナログ系の回路には主としてバイポーラ素子を、デジタル系の回路には3 μ mのCMOS(Complementary MOS)素子を用いている。つごう5,000素子を約17mm²のチップ面積に集積した。

回路的にはデジタル方式サンプル アンド ホールド

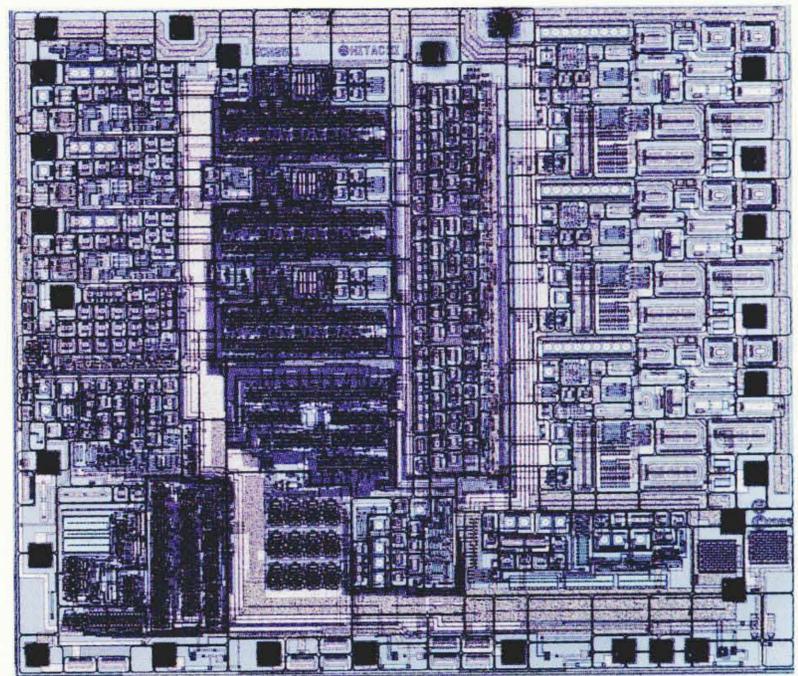


図9 AKB(Auto Kine Bias) IC 高電圧素子を含めほぼ5,000素子を約17mm²の面積に集積化している。

回路の採用、ハイライト・ローライト検出回路の共有化などによってICの外付け部品の低減を図り、内蔵のわりには小形の23端子のパッケージに収めることができた。

以上述べてきたように、誘電体分離という最先端のデバイス技術と高度な画像情報処理技術とを結集したことにより、まさにブラウン管の世話役ともいえるICが誕生したのである。

5 おわりに

以上、大画面高画質ディスプレイ管の性能を引き出すための半導体デバイスの代表的なものについて述べた。これらの分野は、今後ハイビジョン時代の到来やコンピュータ用ディスプレイの高精細化によって、ますます強いニーズが出てくるものと思われる。半導体デバイスに対する要求も、リニアICだけでなくメモリやCMOS LSIにまで広がってくるものとみられる。今後もこれらのデバイス開発に力を傾注してゆく考えである。

参考文献

- 1) 松浦：テレビ受像機の高画質化，テレビジョン学会誌，Vol.141，No.12，1138(1987)
- 2) 川本，外：カラーTV用高耐压ビデオ信号増幅IC，電気学会研究会資料，EDD-91-50(1991)
- 3) Y. Sugawara, et al. : Extended Abstract of Symposium on High Voltage and Smart Power Devices by Electrochem. Soc., p.123(1987)