

家電製品およびスタジオ機器のマイクロモジュール化

Adoption of Micromodule System for Electric Home Appliances and Broadcasting Studio Equipment

西村 孟郎* 中村 弘康** 河合 罔男**
 Takeo Nishimura Hiroyasu Nakamura Kunio Kawai

内 容 梗 概

家電製品、スタジオ機器のマイクロモジュール化応用対象として、ラジオ、イヤホンガイド、テレビカメラ、ワイヤレスマイクを取り上げた。これら機器の回路はカメラ偏向、同期系を除きいずれも直線回路に属し、455 kc 中間周波増幅回路、広帯域増幅回路、小電力の送信回路など代表的な回路を含んでおり、特に大きなインダクタンスを必要とする回路以外は従来品に比べて電気的性能に差異は認められなかった。大きなインダクタンスを必要とする回路(たとえば 455 kc 中間周波増幅回路など)にはセラミックフィルタのような素子を使用する方法を考慮する必要がある。全体の体積重量は従来品の 1/3~1/4 とすることができる。マイクロモジュール方式が従来品の 1/10 となるといわれているが、回路の小形化とともに機構部品、その他の小形化も同時に行なわなければ小形化の程度はこの程度にとどまるものと考えられる。

1. 緒 言

わが国においてはアメリカと事情が異なり、宇宙機器を含む軍通信関係の大きな需要源を有せず、また超小形化に対する差し迫った要求もないので、マイクロモジュール化機器の対象として家庭電気製品も十分考慮してゆかねばならない。もちろん現在のような新技術開発初期の段階においては、従来の製品と価格の面で競争することは困難であり、量産によって相当価格が低減しないと従来品におきかえることはむずかしいと考えるが、究極的にはやはりこの分野は大きな市場となるであろう。

スタジオ機器、特に今回取り上げたテレビカメラは、数の点では前者ほど多くないが、すでにほぼ完成した分野であり、回路構成が比較的容易で、標準化の検討がしやすいこと、小形軽量化が要求されていることなどの点からマイクロモジュール化の対象として適当なものであろう。

技術的見地から通信およびデジタル回路を含む各分野の基礎的回路のマイクロモジュール化を確立しておくことは、応用回路を開拓して行くうえに意義のあることと考える。

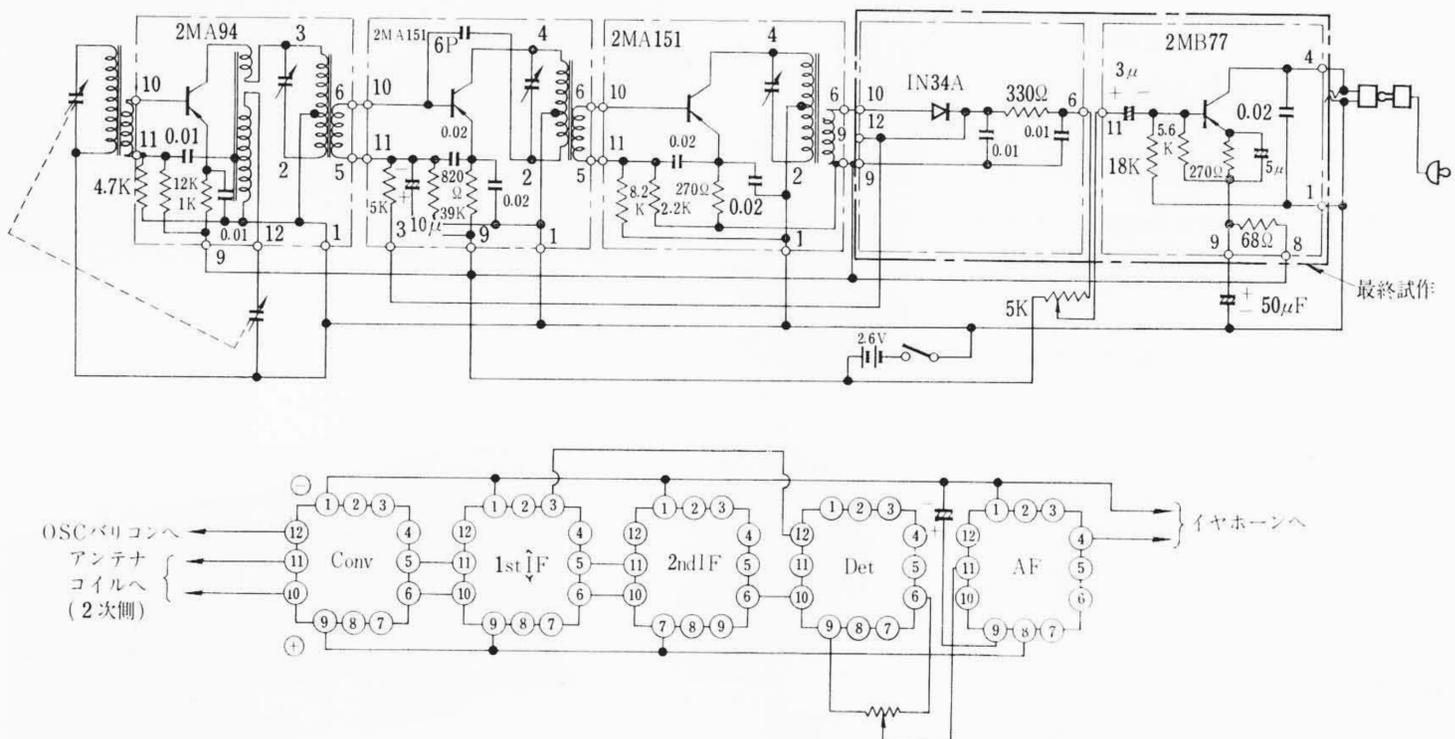
2. 家 電 製 品

2.1 イヤホンラジオ⁽¹⁾

マイクロモジュール化の対象となる量産機種を家電製品に求めるならばきわめて常識的であるが、ラジオ受信機やテレビ受像機に集約される。しかしラジオ・テレビの従来品の価格を考慮した場合、必ずしも従来品と競争し得るかどうかは疑問であり、大きさの点でも特に小形のものでないとうまみがないと考えられる。そのような大きさは現在音響機器あるいは機構部品の面からも制限せられほとんど不可能に近い。この意味でラジオは必ずしも好対象と言えないが、中間周波回路などは標準ブロック化しておくことによって生産性、保守、信頼性などの点で利点を生ずるものと考えられ、従来部品の中に混合した形でとり入れて行くことが可能である。

2.1.1 モジュール化設計および寸法構造

本機の回路は第1図に示すように日立トランジスタラジオTH-660を原形回路とした4石スーパーヘテロダイン受信機で、最初の設計では5ブロックに分割されたが、スペースファクタの向上の点から検波および音声増幅ブロックをまとめて1ブロックと



第1図 マイクロモジュール化イヤホンラジオ接続図

* 日立製作所中央研究所

** 日立製作所戸塚工場

第1表 各種部品およびブロックの体積、重量

品名	寸法			容積 (cm ³)	占有率 (%)	重量 (g)
	縦 (cm)	横 (cm)	厚さ (cm)			
周波数変換ブロック	1	1	1.9	1.9	11.2	2.17 (モールドナシ)
第1中間周波ブロック	1	1	1.65	1.65	9.7	2.20 (モールドナシ)
第2中間周波ブロック	1	1	1.45	1.45	8.6	1.52 (モールドナシ)
検波ブロック	1	1	0.75	0.75	4.4	1.85
音声増幅ブロック	1	1	1.25	1.25	7.4	2.95
水銀電池 × 2	1.56φ		0.66	1.15×2	13.6	8.88
可変抵抗	1.26φ		0.66	0.75	4.4	1.34
可変容量	1.7	1.7	1.07	3.09	18.2	5.61
アンテナ	2.2	1.28	0.7	1.97	11.6	6.41
プリント基板	5.5	1	0.15	0.83	4.9	
コンデンサ	0.8φ		1.1	0.60	3.5	
ジャック	0.8φ		0.8	0.40	2.5	1.03
計				16.94	100	

し、周波数変換、第1、第2中間周波増幅、検波音声増幅の4ブロックの構成に変更された。音響機器は小形化の観点からスピーカ方式をやめイヤホーンを採用した。

第1表にブロックの寸法および重量を示す。本表においても明らかのように音声増幅および検波ブロックは1ブロックにまとめても高さは20mm以内に収容することが可能である。研究開発の途上における部品および組立技術の進歩によって4ブロック構成とした場合においても高さは15~16mmの範囲に全数を取ることができた。回路ブロックの体積占有率は約41%で、アンテナ、電池、可変容量は約43%を占め回路部分とほぼ同等の体積を有する。回路の小形化とともにこれらの部品についても小形化を考慮することが必要であろう。全体の回路を4ブロックにした場合はブロックの体積を7cm³から6cm³に、体積占有率は31%にすることができた。

ラジオ受信機の小形化において最も大きな問題は中間周波増幅回路用のインダクタであろう。455kcにおいては同調容量の設計値にもよるがインダクタンスは800μH~1mHの値が要求せられ、また局部発振器用コイルにおいては広帯域にわたりQの値の平坦性が要求せられる。インダクタの $Q \geq 100$ はほしいところでありまたレベル特性を加味した全部の要求を超小形リング状コアで解決することはおそらく困難であろう。本機の場合多少寸法の増加はやむをえないと考えたダストコアを使用した。この対策として最近注目されてきたセラミックフィルタ、あるいは半導体応用素子を用いることが考えられる。後者はまだ実用化されていないようであるが、前者は実用化がかなり進んでおり、今後有望な素子である。セラミックフィルタをモジュールの中にとり入れた場合中間周波ブロックの体積はさらに30%は縮小しうるものと推定される。

2.1.2 電気的性能

本機はイヤホーン形としたため音声出力回路1段と入出力トランス各1個が除かれている。イヤホーンのインピーダンスは音声増幅ブロックに直接そう入できるように高インピーダンスのものを使用している。

(1) 周波数変換ブロック

周波数変換ブロックの変換利得は、周波数1Mcで等価電界強度80dBを加えたときの変換出力(455kc)4.2mVで、許容偏差範囲内に収まっている。局部発振出力はベース入力110mVで無信号時のコレクタ電流は0.8mAである。

(2) 中間周波増幅ブロック

第1中間周波の電力利得は30dBで無信号時の電流は0.8mAである。

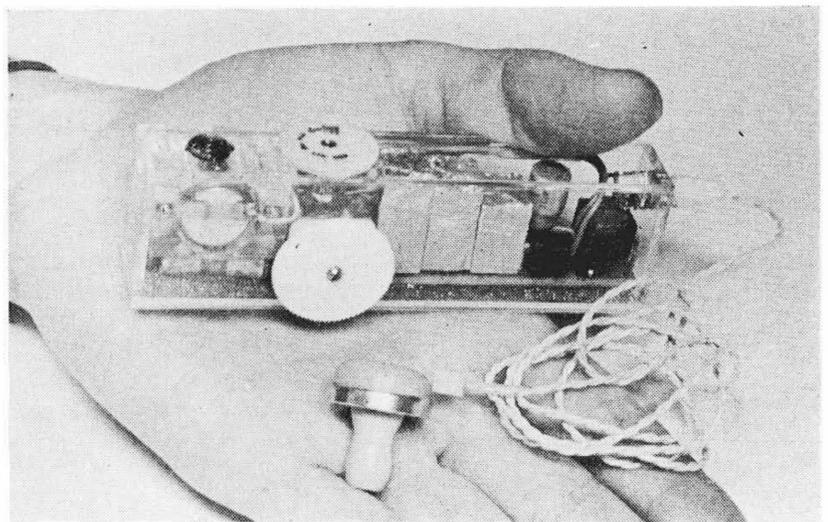
第2中間周波は電力利得は27dBで無信号時の電流は1.5mA、帯域幅は第1、第2中間周波ブロックとも-3dBの点で約8kcであった。変換利得および中間周波増幅ブロックの利得はほぼ満足なものを得られたが、アンテナ用フェライトコアの小形化は感度の低下に大きな影響を与えている。よってアンテナコアの体積の減少を防ぐため、きょう体自体あるいはきょう体の一部をフェライト製とするなどの方法を講じ、小形化と感度低下の問題を解決して行かねばならないであろう。

(3) 検波および音声増幅ブロック

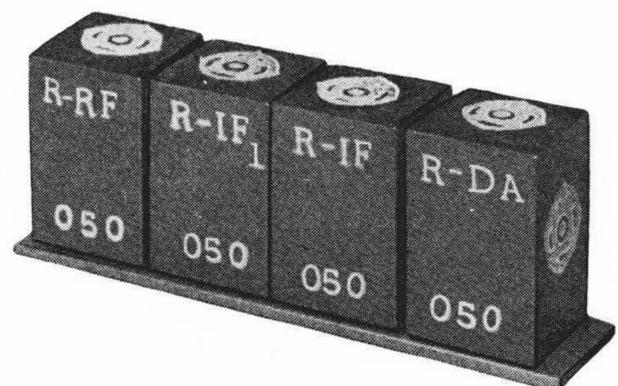
検波および音声増幅ブロックについてはマイクロモジュール化による回路機能に与える影響は全くみられない。音声増幅ブロック電力利得は32dBで、ひずみ率は0.5mWの出力で4%である。イヤホーンは-20dBmの入力で十分な音声出力が得られた。本機の全電流は約5mAである。

2.1.3 結果

ラジオ受信機のマイクロモジュール化により、本機の前形である日立トランジスタラジオTH-660に比べて体積で約1/3とすることができた。しかし従来品を使用したものにおいてもかなり小形のものも市販せられておるようであり、インダクタの問題の解決、機構部品の小形化が行なわれなければあまり大きな特色は発揮できないであろう。先にも述べたように部分的に中間周波回路のような共通回路部分の標準ブロック化を行なうことによって、組立および保守の簡易化、信頼性の向上、ひいては標準ブロックの量産により価格の低減を期待したいところである。第2図にマイクロモジュール化イヤホーンラジオの前形を、第3図に4ブロックで構成された改良形イヤホーンラジオ回路ブロックを示す。



第2図 マイクロモジュール化イヤホーンラジオ



第3図 4ブロック構成イヤホーンラジオ回路

第2表 マイクロモジュール化イヤホンガイドの
部品の容積と重量

番号	品名	容積 (mm ³)	ブロックに 対する容積の割 合	重量 (g)	ブロックに 対する重量の割 合	
1	MM ブロック	1,500	1	3.5	1	
2	ケース	15,700	10	13.3	3.9	
3	電池	1,800	4.9	8.8	2.5	
4	ピックアップコイル	450		0.3	1.5	0.43
5	ポリウムとつまみ	3,800		2.5	1.4	0.4
6	イヤホン用ジャック	750		0.5	1.0	0.3
7	プリント基板	570	0.4	0.9	0.26	
小計		ケースを除く 8,870		30.4		
8	イヤホン	1,500	1	9.6	2.7	
9	イヤホン用プラグ			1.3	0.4	
計		ケースを除く 10,370	1	41.3		

2.2 イヤホンガイド

イヤホンガイドは通常ワイヤレスイヤホンまたはオーディオガイドと呼ばれ、展示会場などにおける解説に利用されている。その原理は会場の周壁に沿って張りめぐらされたケーブルを音声電流により励振し、ループ内またはループ近傍に生じた音声誘導磁界を本機のピックアップコイルで受信し音声増幅のみで所望の信号を聴取せんとするもので、粗に結合されたトランスホーマと考えられる。また家庭においてテレビやラジオを聴取する場合に、しばしば有線式のイヤホンが使用されているが、有線のための煩わしさは免れない。この有線式のイヤホン聴取の代わりに本方式を用いれば有線による束縛感より開放せられ、多人数で同時に聴取することができる。このような目的に対してイヤホンガイドは小形、軽量化の要求がたかい。

2.2.1 マイクロモジュール化設計および寸法構造

本機は部品の小形化とともに回路部品の減少にも十分留意した結果、原形試作においては2ブロックの回路が1ブロックに収容することができた。ブロックの寸法は10×10×15mmで、第2表に示すようにケースを除いた他の部品との体積の比率は5:1となっている。本機の扱う周波数は音声の範囲内にあり、超小形部品および材料の電気的性能は問題ない。また電力消費も小さく樹脂モールドによる温度上昇も問題になってはいない。部品の形状寸法の不統一のためケースの容積に対し、実際に占有する体積は約1/2となっており、空間の利用率は良いとは言えない。これら機構部品も小形化と同時に寸法形状の標準化が必要であろう。

2.2.2 電気的性能

本機は小形化のため回路構成素子の減少および高感度イヤホンの使用など電気的にも考慮した。このため電気回路部分は1ブロックにまとめることができた。

(1) 定格出力および最大出力

イヤホンは入力 -20 dBm で十分な音響出力が得られている。一方電源の小形化の点から電池電圧を極力低くしたので最大無ひずみ出力は -3 dBm 程度に制限される。イヤホンは出力回路直結とし電池は水銀電池2個を使用した。

(2) S/N および利得

定格出力における S/N は 50 dB を目標とした。これに必要な最小入力信号の大きさは次の式で表わされる。

$$P_{in} = FKTB \times 10^5$$

ここで F: 受信機の雑音指数 10 dB (仮定値)

K: ボルツマン定数 1.38×10^{-23} Joule/deg

T: 雑音元の絶対温度 300 K

B: 受信機の帯域幅 10 kc

すなわち

$$P_{in} = -74 \text{ dBm}$$

したがって定格出力 (-20 dBm) を得るに必要な電力利得は

$$P_G = -20 - (-74) = 54 \text{ dB}$$

(3) 受信回路

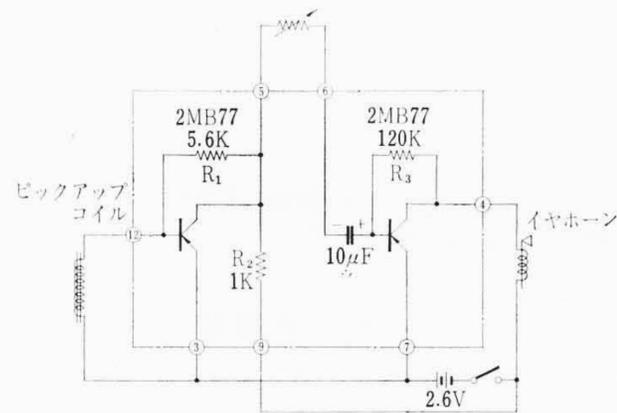
機器を小形化する場合部品の小形化もたいせつであるが、回路自体もできるだけ少ない部品で設計することもたいせつである。本機の回路はこの点に留意し、次のような特長をもっている。

- (a) バイアス定化のために初段の TRS に対しピックアップコイルの直流抵抗分を利用し、また出力段の TRS に対してはイヤホンの直流抵抗分を利用している。
- (b) ピックアップコイルに重畳する直流電源で誘磁率の高い点を利用することができる。
- (c) 電源を有効に利用するためエミッタ抵抗を利用していない。

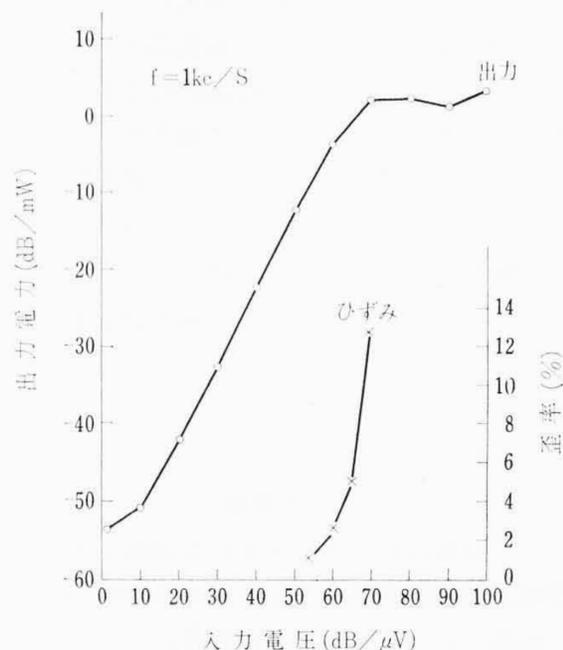
第4図に接続図を示す。電力利得は55 dBを得ることができた。

2.2.3 結果

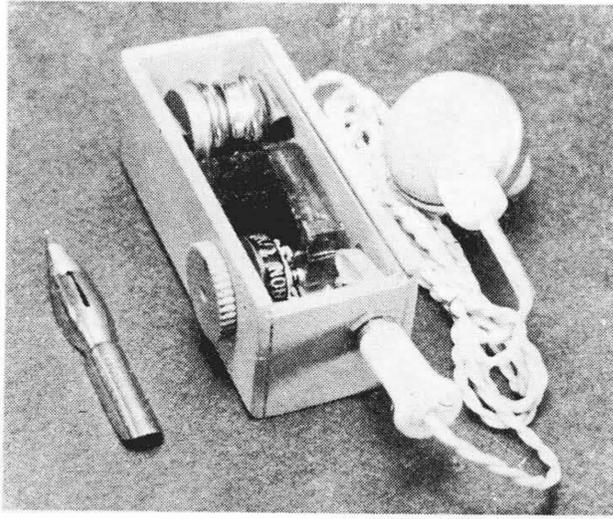
本機の入出力特性を第5図に示す。周波数特性では特に低いほうの伝送が困難で送受が相互に補正し合うような設計が必要である。しかし HiFi 音楽を聞くのでなければこれで十分である。入力信号の小さいところでは雑音出力のため入出力が比例していない。特に蛍光灯の雑音は影響が大きい50 cm以上の距離においては非常に軽減される。送信側の電力としては1W 励振電力があれば八畳程度の広さで十分な受信出力が得られる。本機は従来のこの種の機器に比較して体積で約1/3とすることができたが、さらに空間の利用率を向上せしむるため機構部品の形状について検討が必要であろう。この種の機器としてはイヤホン自体の大きさに全体を取めることが好ましいと言えよう。用途としては観光



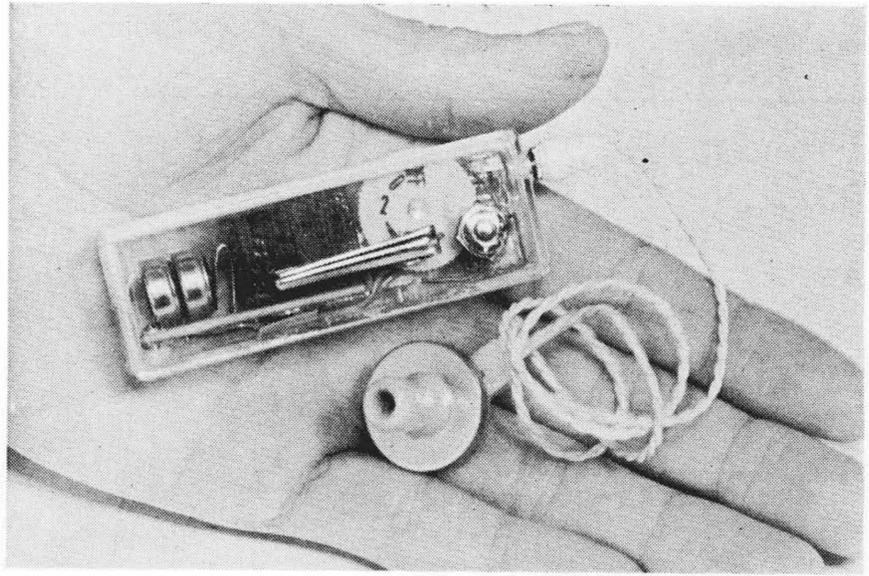
第4図 マイクロモジュール化イヤホンガイド接続図



第5図 入出力特性およびひずみ率

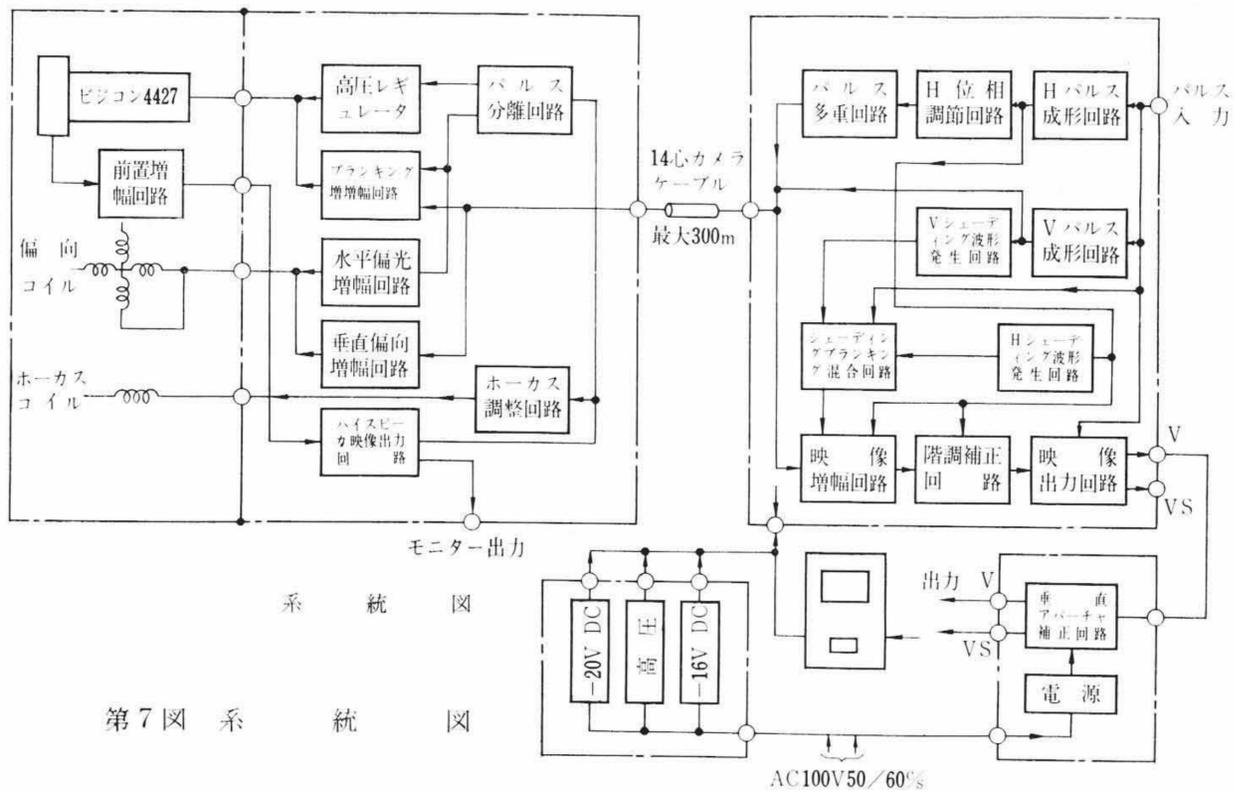


最終試作品



原形

第6図 マイクロモジュール化イヤホンガイド



バスなどにおいて車内における案内、説明に使用することも考えられる。第6図に試作品を示す。

3. スタジオ機器

3.1 インタビュー用超小形ビジコンカメラ^{(2)~(4)}

運動競技などのテレビ中継放送におけるインタビュー用カメラの必要性は論をまたない。在来からウォークルッキーとして試用されてきたが、特にこの種のカメらは小形軽量で機動性に富み、各種の過酷な条件の下で動作安定で、しかも放送用としての画像、品位を得る必要がある。1964年10月に行なわれる東京オリンピックを控え日本放送協会技術研究所においては超小形インタビュー用カメラの開発を計画した。日立製作所においては研究進行中であったマイクロモジュール技術を提供し、日本放送協会技術研究所と協力し同カメラの前増幅回路、垂直偏向回路、ブランキング増幅回路などのマイクロモジュール化を行なった。第7図は本機の系統図の一例を示す。今回マイクロモジュール化の対象となった部分はカメラヘッドとカメラパックの1部で、この部分はカメラマンの携帯する部分でもあり小形軽量化が望まれている。

3.1.1 モジュール化設計と寸法構造

テレビジョン演奏設備系統に含まれる回路は大別して音声増幅回路、広帯域直線増幅回路、デジタル系回路がある。これらの回路は音声回路におけるトランスを除けばマイクロモジュール化の対象として適当なものであろう。しかし需要の範囲はおもに放

送関係という限定がある。本回路の設計は日本放送協会技術研究所において行なわれ日立製作所ではマイクロモジュール化の設計と試作を行なったものである。超小形の対象回路としては、極力標準的な回路が望ましく、この考えに基づいて選択された回路として映像段間増幅器(略号A-1およびA-4)、映像出力増幅器(略号A-2)、垂直偏向駆動および出力増幅器(略号D-2、D-3)がある。このほかの本機に関係したものとしてブランキング増幅器(略号S-3)、水平偏向駆動増幅器(略号D-1)がある。

(1) 超小形部品、材料

超小形部品のうちで最も問題となるものはインダクタであろう。従来の真空管式の映像回路では電圧増幅形のため比較的高い負荷抵抗を用い、直並列のインダクタンスで周波数帯域の拡張を行なう傾向にあったが、トランジスタ化映像回路においては低インピーダンス電流増幅形でインダクタの必要性は軽減されており、容量と抵抗の組合せ回路による高域補償方法が用いられている。回路設計においては極力インダクタの使用を避け、直結合を積極的に使用し、チョークコイルに対してはトランジスタチョークをもって代用するなどの対策がとられている。パルス回路においては計数回路に比較して低速の部類に属しているため消費電力以外問題はないと考えられる。

(2) 温度上昇

従来の消費電力を変えずにそのまま超小形化し、部品密度を高めると必然的に温度上昇が増加し、装置の寿命を低下させること

になる。超小形化による温度上昇の増加を高耐熱部品、材料の開発や放熱機構である程度解決することができるが、やはり回路設計によって消費電力の節減をはかるのが本質的である。1個のモジュールの許容消費電力は0.5~1Wであり、試作回路はすべてこの範囲に納まっており、特に問題はなかった。

(3) 温度安定度

マイクロモジュールはトランジスタの温度依存の問題がそのまま受けつがれており、これに対し負き還、補償などの従来のトランジスタ回路設計技術もそのまま生きてくるわけである。

(4) 互換性および調整

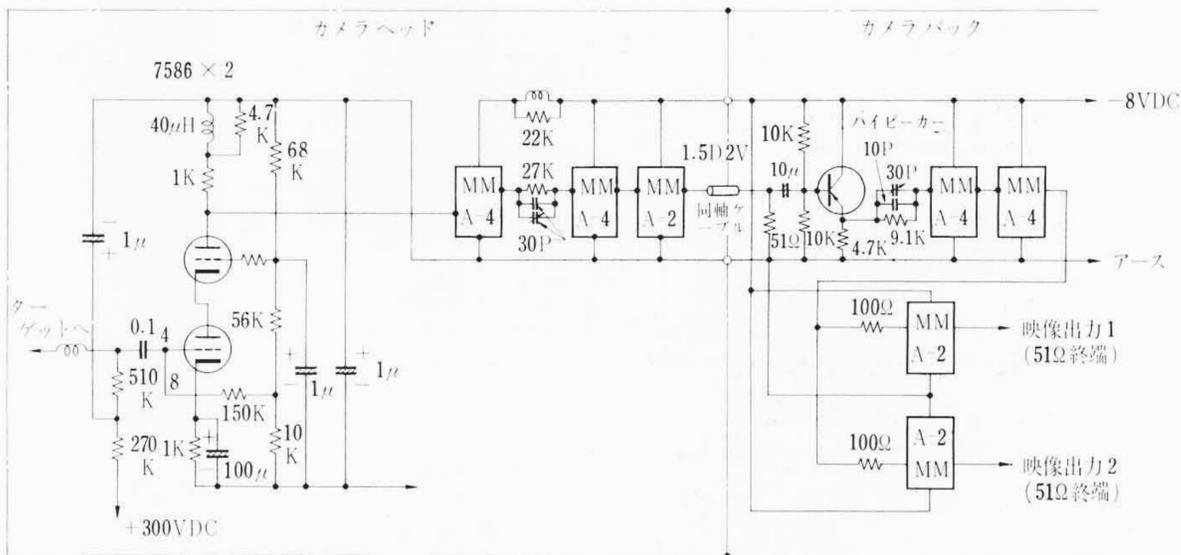
現在部品のうちでばらつきがいちばん大きいものはトランジスタである。このため調整用の可変抵抗または容量が必要となるが、開発途上にあつたため、歩留りを悪くしないため回路的に余裕ある設計が必要である。映像ブロックの調整は、エミッタ回路にそう入した固定容量の電極を機械的に削って周波数特性のばらつきを調整した。

ブロックの寸法は第3表に示すように高さ15mm以内に収まっている。能動素子1~2個を含み、一概には言えないがブロック高さが15mm以内の場合ほぼ消費電力は0.5~1W以内に収めることができる。これは1ブロック内の収容部品数として歩留りの点から最適設計の目安となる。ブロックの組立上特に問題は生じていない。映像回路の調整用の可変容量としてはかなり範囲の広いものが必要と思われる。現在マイクロモジュール基板上で可能と考えられる可変容量は、可変範囲が20pF程度と考えられるのでトランジスタの規格も許容偏差をある程度絞ることも考えられるが、価格の点からの不利は免れない。

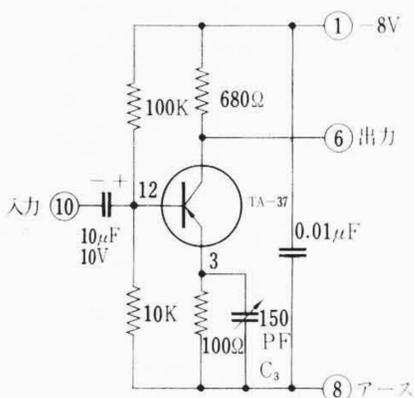
3.1.2 電気的性能

(1) 映像増幅器 (A-1, A-4, A-2)

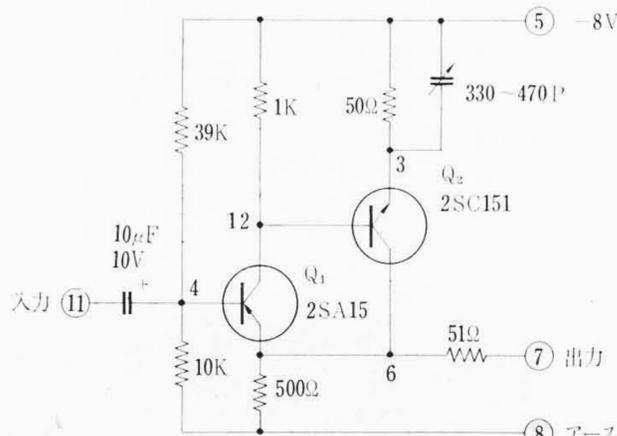
前置増幅器の初段増幅回路はビジコンカメラのS/Nを決定するので低雑音化の考慮が必要であり、特に1/2インチビジコンの信号電流は規格を越えて使用しても0.15μAで1インチビジコン



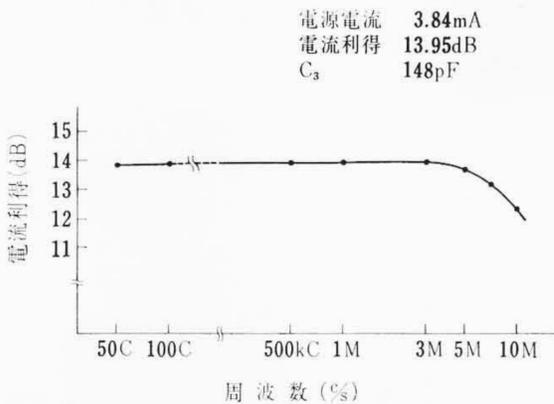
第8図 マイクロモジュール化映像系統



第9図 段間増幅回路(A-4) 接続図



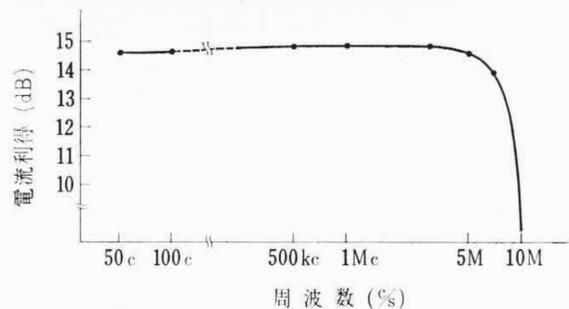
第10図 出力増幅回路(A-2)接続図



第11図 A-4(#002)周波数特性

電源電流 3.84mA
電流利得 13.95dB
C_a 148pF

電源電流 13.6mA
電流利得 14.95dB



第12図 A-2(#005)周波数特性

第3表 ブロックの寸法、重量

名称	略号	大きさ (mm)	重量 (g)	備考
映像初段増幅回路	N-2	10×10×8	2.1	受動部品のみ
映像段間増幅回路	A-1	10×10×10	2.5	TRSは2MA235
映像段間増幅回路	A-4	10×10×14	2.7	TRSはTA-37, パッケージはTO-18
映像出力増幅回路	A-2	10×10×13	3.5	TRSは2MA18および2MC151
水平偏向駆動回路	D-1	10×10×10	2.1	
垂直偏向駆動回路	D-2	10×10×10	2.0	
垂直偏向出力回路	D-3	10×10×10	2.6	
ブランキング増幅回路	S-3	10×10×8.5	2.2	

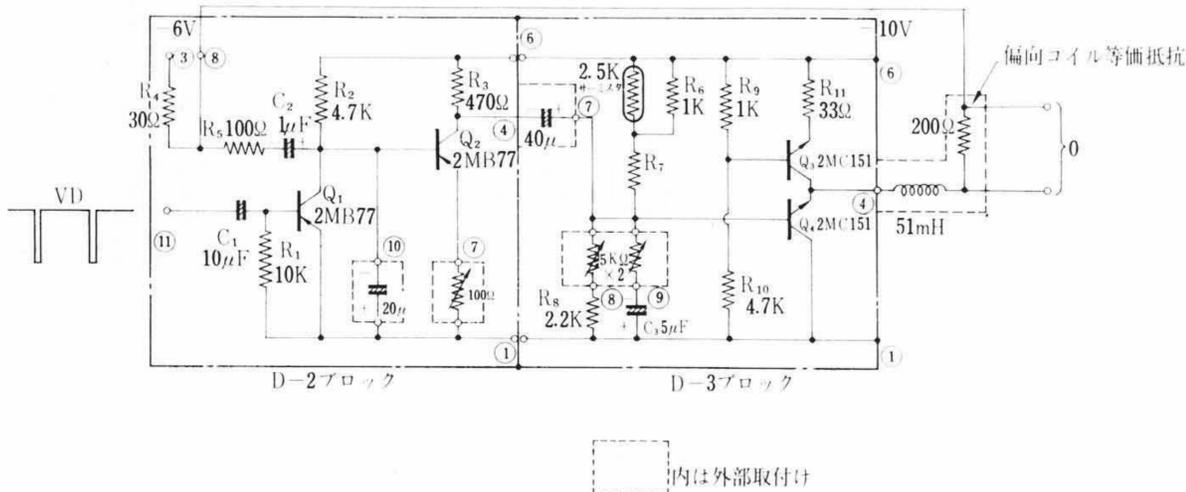
とくらべS/Nで-6dBの不利があるので特に設計要求はきびしい。

前置増幅器の全モジュール化を計画し、ブロック試作も行ったが、なお、雑音が真空管回路に比べS/Nが4~5dB低く放送用には不向きとして、低雑音回路に現在いちばんすぐれている真空管回路を使用している。

段間増幅器A-4、出力増幅器A-2の接続図および周波数特性を第9~12図に示す。段間増幅器は

- (a) 3dB降下遮断周波数を14Mcと十分大きくとる。
- (b) f_T分布の中心値に対しエミッタ補償容量C_eを決定する。
- (c) 中心値以下のf_T分布に対してはエミッタ補償容量C_eの調整(0~10pF)により補償する。

などが考慮された。G_eベース拡散トランジスタ2MA235(2SA235相当)を使用したA-1増幅器においては中域利得の温度による変動が利得1dBあたり0.022dB/10°Cで、モルトンディフェュージョントランジスタTA-37を用いたA-4回路では0.0041dB/10°Cのものを得、これを段間増幅器としておもに使用している。



第13図 垂直偏向回路接続図

出力増幅器 A-2は出力トランジスタ 2MC151 のコレクタ損失が 200 mW (50°C) で、50°C の無信号時のコレクタ損失約 80 mW に対し十分である。本ブロックにおいては、使用した2個のトランジスタ、2MA18および2MC151の f_T のパラツキによりエミッタ補償容量の最適値の範囲が大きく広がった。このためあらかじめ2種のトランジスタを組み合わせ、補償容量を測定しておく必要があった。回路はコンプリメンタリ接続とし結合コンデンサ

を省略すると同時に負き還により中域利得の変動を周囲温度 $-10\sim 50^\circ\text{C}$ の範囲で 0.9 dB におさえた。

(2) 垂直偏向増幅器 (D-2, D-3)

垂直偏向コイルは 250 Ω , 50 mH の定数を有し偏向のこぎり波電流 13.9 mA_{p-p} が必要である。通常チョークコイルは数 100 mH, 結合コンデンサは 1,000 μF 以上必要なので第13図に示すような回路構成としてある。20 μF 以上の容量および可変抵抗はブロックの外付けとした。温度特性はサーミスタ補償により $-10\sim 50^\circ\text{C}$ で、センターリング変動を +0.58%, 出力振幅変動を $\pm 11\%$ におさえることができた。また低出力インピーダンス特性のため垂直帰線パルスがダンピングされ、走査線のはじめの部分の直線性が劣化するのでピーキング回路で補償した。第14図に偏向電流波形を示す。偏向電流のピーク値としては直線性の良好な範囲で 30 mA を得た。

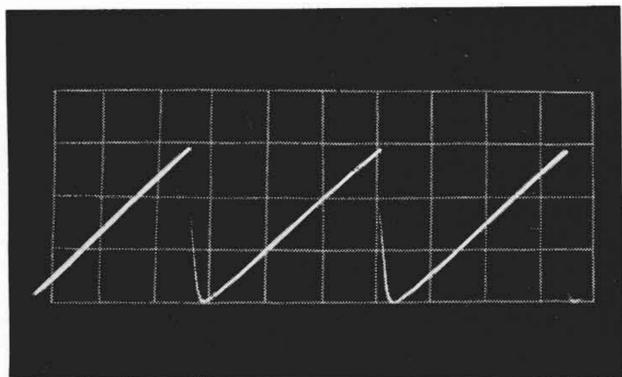
(3) 水平偏向駆動増幅器およびブランキング増幅器 (D-1, S-3)

水平偏向出力回路のコレクタ側のインダクティブパルスは 80 V_{p-p} に達し、現在マイクロモジュール化がむずかしいので駆動回路だけを行なった。回路は2段直結とし、極性およびコレクタ損失に注意した。位相ずれは 0.16 μs で問題なく補正回路は設けてない。この回路の臨界パルス入力振幅の温度依存性は第15図に示すようにはきわめて小さい。

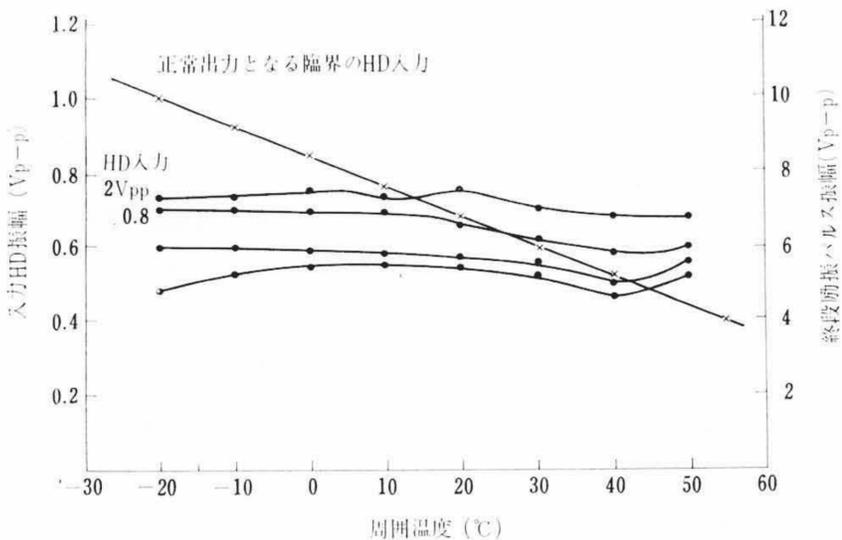
(3) 水平偏向駆動増幅器およびブランキング増幅器 (D-1, S-3)

水平偏向出力回路のコレクタ側のインダクティブパルスは 80 V_{p-p} に達し、現在マイクロモジュール化がむずかしいので駆動回路だけを行なった。回路は2段直結とし、極性およびコレクタ損失に注意した。位相ずれは 0.16 μs で問題なく補正回路は設けてない。この回路の臨界パルス入力振幅の温度依存性は第15図に示すようにはきわめて小さい。

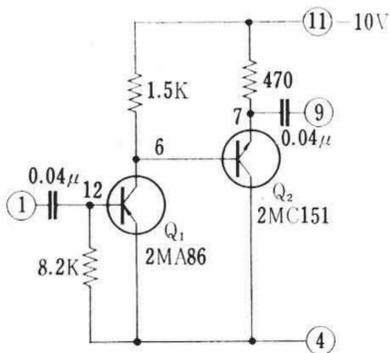
ビジコンカソードに供給するブランキングの振幅は 10 V_{p-p} を必要とし、電源電圧 -10V をスイッチングして得ている。第16, 17図は D-1, および S-3 の接続図である。



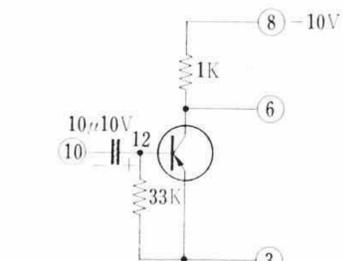
X軸 5 ms/cm Y軸 2 V/cm
第14図 垂直偏向電流波形



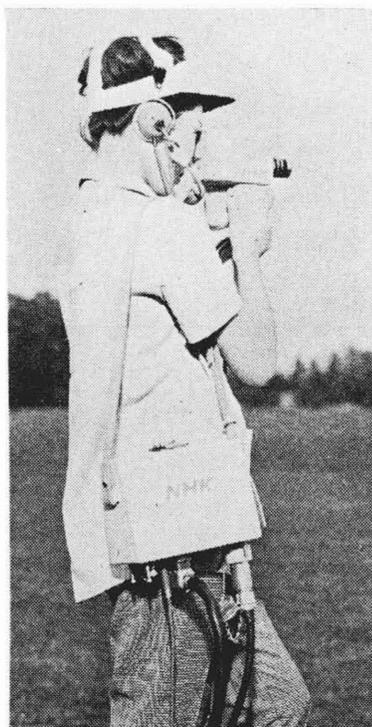
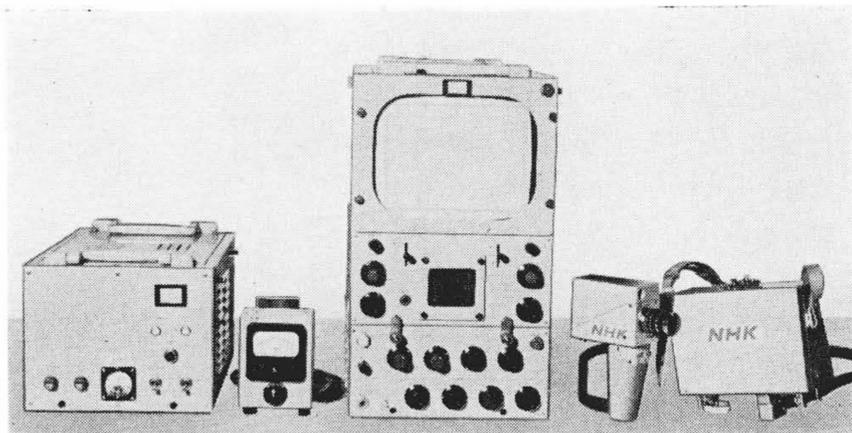
第15図 D-1 温度特性



第16図 水平偏向駆動増幅器 (D-1)



第17図 ブランキング増幅器 (S-3)



第18図 インタビュー用超小形ビジコンカメラ

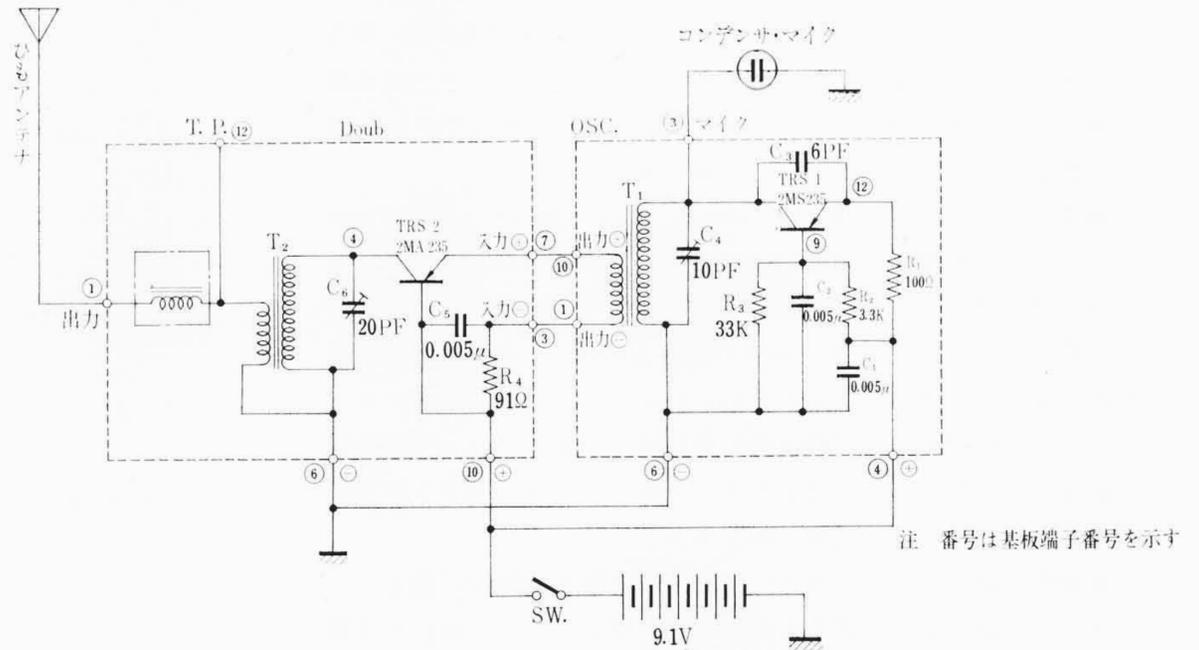
本機の総合特性として周波数特性は100kcを基準とし、1kc~4Mcの利得偏差は±0.5dB以内でパルスの立上り時間は0.5μs以下、オーバーシュート、サグは5%以内である。中心部の解像度は400本以上、周辺部で350本(ビジコンRCA4427使用)である。偏向の直線性は中心部2%、周辺部3%である。カメラヘッドの重量は2kg、カメラパックは2.5kg以下である。第18図に本機の全体を示す。

3.1.3 結果

電子回路の重要な分野である映像回路のマイクロモジュール化により容積は通常のトランジスタ回路の約1/10とすることができた。寿命については日本放送協会技術研究所において18個のブロックの2,000時間の動作寿命試験を行なった結果全数故障なく従来品と差のないことが確認された。ここに示した回路のほか、同期信号発生器用のフリップフロップ回路(略号S-1)、パルス整形回路(S-2)、31.5kc発振回路(O-1)などについても満足な結果を得ており、この分野の基本的回路のマイクロモジュール化はほぼ可能であると考えられる。今後さらに標準ブロックの確立、規格化、超小形化のために従来回路の再検討が必要であろう。

3.2 ワイヤレスマイク

ワイヤレスマイクはラジオマイクともいわれ、電波法施行規則第6条による免許を必要としない無線局であって、講演会や劇場の舞台などで人体に装着し、有線式のマイクロホンの代わりに短距離の通信装置として使用されている。したがって取り扱いが簡単で小形で軽量なことが必要である。従来のワイヤレスマイクは寸法重量の関係から多くの場合電源部と送信部に分割されており、必ずしも満足な構造のものでなくさらに小形化したものが望まれていた。日本放送協会技術研究所においてこのような小形ワイヤレスマイクの希望があり、それに励まされて日立製作所でもマイクロモジュール化を開始した。この種の機器は前述の映像機器と異なり、インダクタンス素子を含みかつ高周波電力を取り扱うもので、本回路のマイク



第19図 マイクロモジュール化ワイヤレスマイク接続図

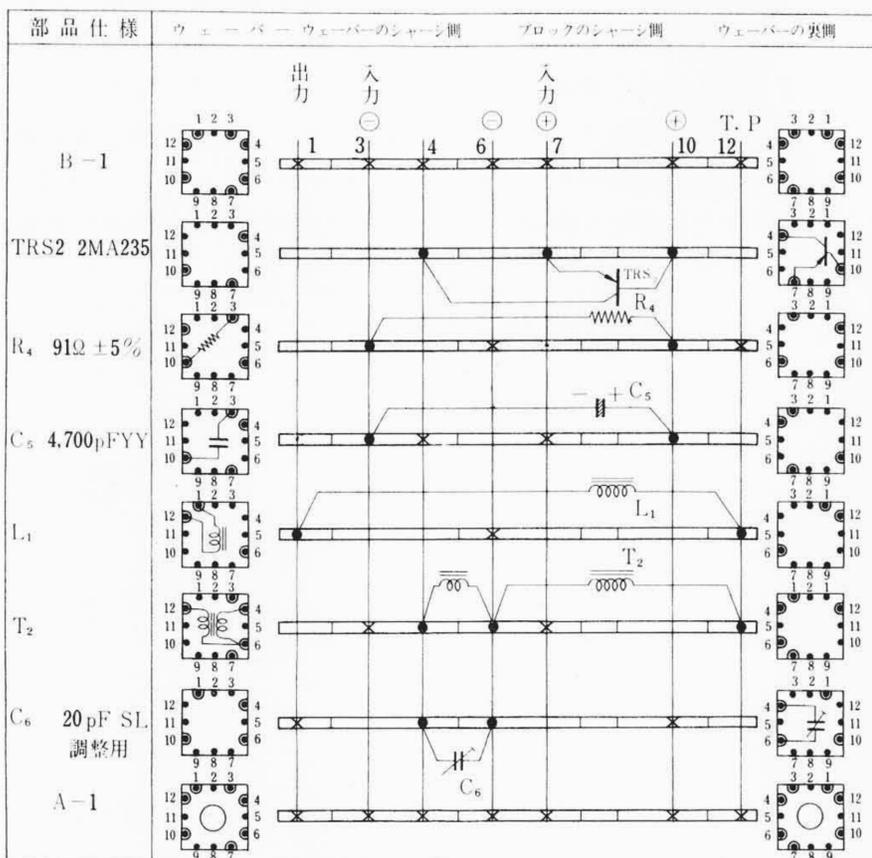
第4表 マイクロモジュール化ワイヤレスマイク寸法および重量

	重量 (g)	寸法 (mm)
ブロック (2個)	5	(10×10×13)×2 コ
プリント基板	1	10×24.5×1.0
ケース, スイッチ	14	21.6φ×86
マイク	36	15φ×14
電池	35	17φ×50
アンテナ	4	900
合計	95	21.6φ×100 (ただし最大外形)

ロモジュール化により、通信機分野における応用範囲も広いものと考えられる。

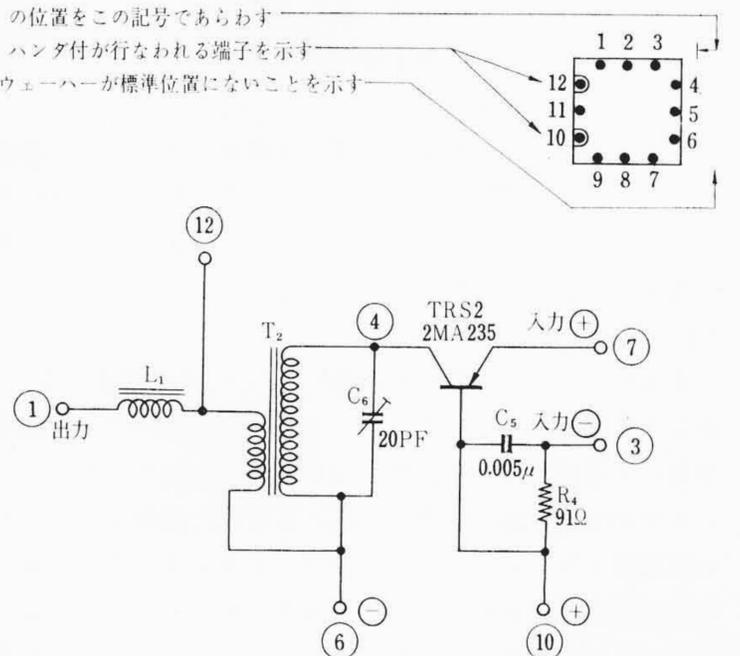
3.2.1 マイクロモジュール化設計と寸法構造

本機は第19図に示すように電気的試験調整の容易さ、熱的配分およびブロックの高さを考慮して2ブロックに分割されている。特にブロックの高さはマイクきょう体の最小内径を規定するもので、なるべく低くかつそろっていることが必要である。第4表に示すようにブロックの高さはモールド状態で13mmに収めることができた。ブロックの占める体積は7.6%、マイク7.2%、



第20図 マイクロモジュール化ワイヤレスマイクPAブロック図

- 注(1) 1, 2, ...12の小数字はリード線の番号を示す。
 (2) ●は電気的接続個所, ×は機械的接続個所を示す。
 (3) ウェーハは特にことわらないかぎり、標準位置(ブロックをシャーシ側よりみた時ウェーハの端子番号とリード線番号が一致するウェーハの位置)にあるものとする。
 (4) ウェーハを標準位置と異った位置で組み立てる場合は、インデックスノッチの位置をこの記号であらわす。
 (5) ハンタ付が行なわれる端子を示す。
 (6) ウェーハが標準位置にないことを示す。



電池 32% となっており、重量においてはそれぞれ 5.3, 38, 37% で電池は体積、重量ともに大きな割合を占めている。さらに本機の場合きょう体の厚みが占める割合は約 24% に達しており、超小形機器において一考を要する問題であろう。

高周波用のコイルには外径 5 mmφ, 内径 3 mmφ, 厚さ 1 mm のダストコアを使用し 20.34 Mc に対しては $Q=111$, 40.68 Mc では $Q=76$ を得ており特に問題はない。モールド樹脂の損失はこの周波数においては低周波 (1 kc) の値と大差なく、2% 程度で同調回路に及ぼす影響はほとんど認められない。電力消費は両ブロック合計約 100mW で特に熱放散を考慮する必要がないが第 20 図に示すように電力消費の最も大きいトランジスタはプリント基板側に配置しブロックの温度上昇を小さくしている。

高周波回路の同調は、固定の同調容量電極を機械的に削る方法をとった。高安定性を要求される超小形システムにおいては調整後樹脂封止を行なうことが考えられ、このような調整法が適当と考えたが、やはり微妙な調整を要する同調回路においてはトリマ容量が必要である。

3.2.2 電気的性能

本機に関する電気的性能については電波法による制限もありかつ従来品のこの種の機器に関する範例も多いので、これらを参照して設計した。

(1) 送信周波数 40.68 Mc

本周波数は電波法規によりこの種の機器に許容せられた周波数であり、これは超小形のインダクタにより比較的容易に実現しうることのほかにアンテナの長さを短くできるなどの利点がある。

(2) 変調方式 コンデンサマイクによる直接周波数変調方式

40.68 Mc における許容変調形式は $F_1 \sim F_3$ であり、雑音を極端に嫌う本機の目的においては周波数変調方式のほうが振幅変調方式よりも好ましい。また小形化のためコンデンサマイクを同調容量の全部または一部として使用することにより変調回路を簡易化することができる。しかしこのため変調度が浅いという欠点も生じている。

(3) 変調感度 10 μbar の音圧で周波数偏移 ±5 kc 以上

これがため原発振周波数は送信周波数の半分の 20.34 Mc とし通倍数を 2 通倍とした。変調感度はコンデンサマイクの感度および静止容量に負うところが大きい。周波数偏移の大きさと音圧の関係はほぼ次のように表わすことができる。

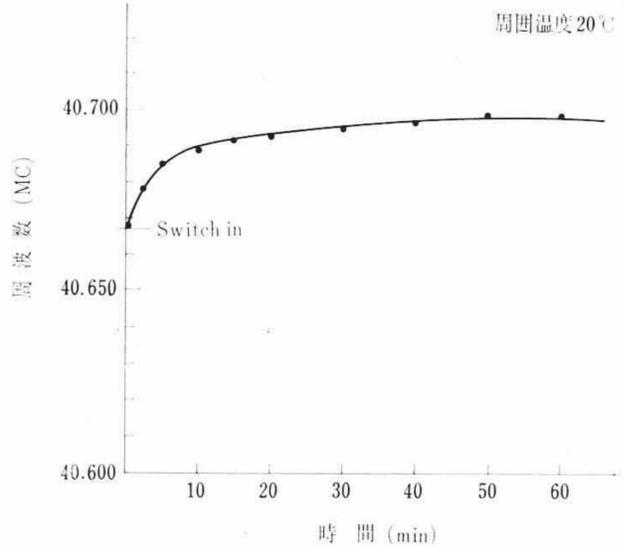
$$\frac{df}{f_0} = - \frac{dC}{2C_0} = - \frac{KdP}{2C_0}$$

- f_0 : 中心周波数
- C_0 : 静止容量
- dP : 音圧の微小変化分
- $dC = KdP$

コンデンサマイクの感度は必ずしも満足でないので、通倍数を増すことにより変調度を深くしたいところであるが小形化と言う点でブロック数を 2 個程度に収めたいことおよび出力段の励振電力の関係から 2 通倍程度が適当である。

(4) 送信出力 10 mW

電波法によれば 500m の距離において、その電界強度が 200 μV/m 以下でなければならない。1 方受信機においては振幅制限回路が常に十分働いている状態が望ましい。送信アンテナの状態はきわめて不安定で能率の悪い状態にあるので送信出力は電波法および MM 用トランジスタの許容範囲で大きくするよう考慮した。この場合送信出力と言う言葉は不適當であり、アンテナ端子に 75Ω の擬似負荷を接続したときの電力でむしろアンテナ入力と言うべきである。



第 21 図 周波数ドリフト

(5) 周波数安定度 ±0.1%

水晶振動子を使用することは所望の変調度を得るために通倍段数を増さねばならない。このため送信周波数の水晶制御をやめ受信機の局部発振周波数の自動追従範囲を広げて送信側の負担を軽減することとした。第 21 図に周波数ドリフトの代表例を示す。

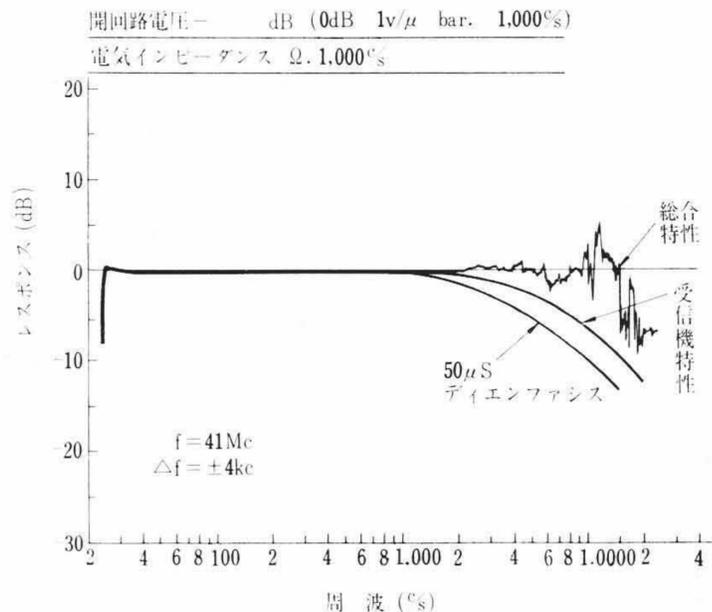
(6) 使用温度範囲 常温～+50°C

使用範囲が比較的限られており、屋内で使用する場合が多いので温度範囲を常温～+50°C とした。半導体素子は温度依存性が大きいので用途によって温度範囲と安定度について十分検討する必要がある。

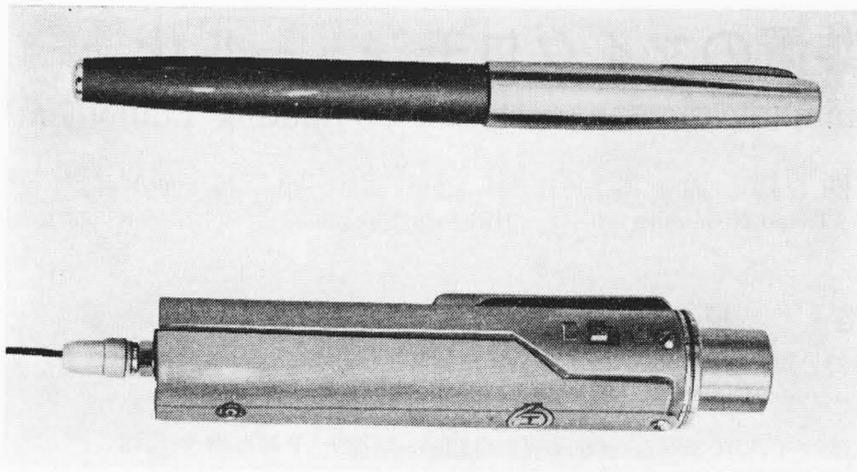
このほか、S/N 比は 40 dB 以上、電源の寿命は 1 日の動作時間を考慮して 7 時間以上とした。中間試作においては電池電圧を 11V とし放射電力に対する効率を考慮していなかったが、最終試作品においてはさらに寸法を小形化するため、第 19 図に示すように装荷コイル L_1 をアンテナ回路にそう入し、実効放射電力を減らすことなく電池電圧を 9.1 V に下げることができた。このためマイクの全長を約 10mm 短縮することができた。電池には定常動作状態で電圧変動の少ない水銀電池を使用し、連続 20 時間の使用は可能である。

3.2.3 結 果

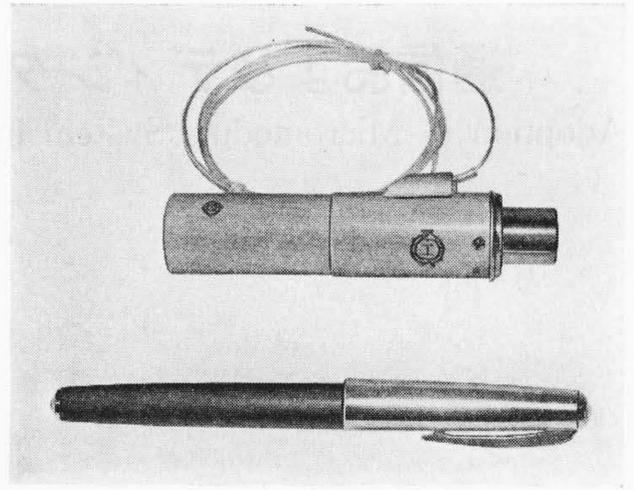
本機はマイクロモジュール化により従来品と比べ体積で約 1/4、重量で 1/3 とすることができた。電気的性能においては本質的に従来品と異なる要素は見当たらない。むしろマイクロモジュール化のために開発された高性能の部品のため信頼性を向上せしめ得る要点を含んでおり、小形化により上衣のポケットにそう入し、特に大きな異物感を感じしむることなく使用できると考えられる。



第 22 図 総合周波数特性



原形



最終試作品

第23図 マイクロモジュール化ワイヤレスマイク

本機の総合特性を第22図に、外観図を第23図に示す。

4. 結 言

ラジオ、イヤホンガイド、ワイヤレスマイク、テレビカメラの4種の機器のマイクロモジュール化の結果、従来品に比較して電気的性能を落とすことなく、体積重量を1/3~1/4とすることができた。しかしラジオの中間周波用インダクタには必ずしも満足な性能のものが得られていない。各種の電気的要求を満足せしめうる小形のインダクタンスはこの辺の値が限度でないかと考えられるが、材料の進歩によりあるいは小形のすぐれたインダクタが出現するかも知れない。一般に455kcに限らず中間周波のような回路は圧電素子、特にセラミックフィルタを使用するなどの方法を考慮すべきであろう。ここに述べた4種の機器はカメラの偏向、同期系を除き、いずれも直線増幅回路に属し、455kc中間周波回路、広帯域増幅回路、10mWの送信回路などの代表的回路を含んでいる。偏向回路もまた映像回路分野の代表的なものであり、これらの分野がほぼマイクロモジュールブロックで構成できるという見通しがついたわけであるが、今後の大きな問題は価格の低減であろう。価格の低減はほと

んど量産に依存するといつてよく、これがため回路の標準化、規格化が必要である。たとえばラジオの場合、標準化の比較的容易な中間周波増幅回路をマイクロモジュール化して、従来部品と併用し機器を構成して行くなどの方法を講ずることもよい方法であろう。

終わりに臨み本研究についてご指導をいただいた日本放送協会技術研究所開発部石橋部長、本間副部長、萩原主任研究員、中村主任研究員、池田氏、送信研究部藤村主任研究員、平島氏、日立製作所電子部品事業部渡辺部長をはじめマイクロモジュール委員会の委員のかたがた、中央研究所関副所長、沢田主管研究員、関口部長に深甚の謝意を表す次第である。

参 考 文 献

- (1) 西村：エレクトロニクスダイジェスト No. 50, p. 149~163 (昭38-4)
- (2) 藤村，鈴木，平島：NHK技術研究 Vol. 15, No. 11 (昭38-11)
- (3) 池田，中村：電子技術 Vol. 6, No. 1, p. 20~25 (昭39-1)
- (4) 藤村，三井，平島，関口，西村：“テレビ映像回路のマイクロモジュール化” 昭和37年電気四学会連合大会



特 許 の 紹 介



特許第407400号(特公昭37-18658)

後藤達生

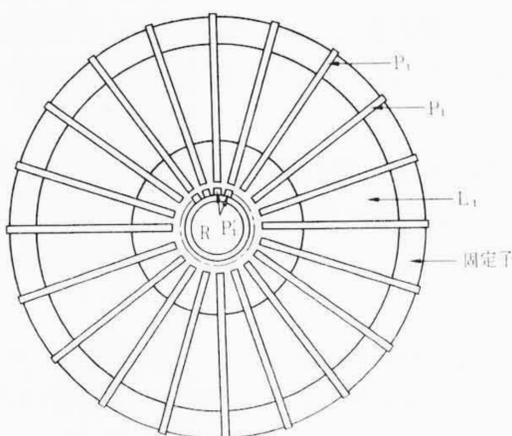
二 相 可 逆 パ ル ス 応 動 電 動 機

一般にパルス応動電動機は正、逆方向に回転可能であるとともに、高い周波数の入力パルスに対しても正確に応動するように、そのトルク対慣性比を大きくすることが望ましい。

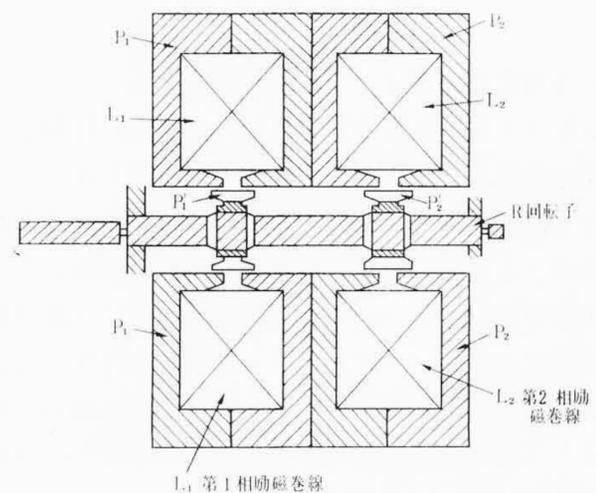
この発明は上述の目的に適合する二相可逆パルス電動機に関するもので、 n 個の磁極からなる磁極群 P_1, P_2 で形成された固定子とこれに対応して設けられた凸極群 P'_1, P'_2 からなる回転子とで形成される第一相および第二相を、上述 P_1 と P_2 または P'_1 と P'_2 とが π/n だけ相対的にずれるように配置し、上述両磁極群をともに励磁した

時の両相に生ずるトルクが、互いに方向反対で平衡するようにして、入力信号に応じていずれかを無励磁とし、両方向回転を得るように構成している。

このようにすれば小形、軽量、高速、安定でしかも駆動回路を簡単化できる。(永田)



第1図



第2図