

# アナログ派がこだわる デジタル・プロセッサの製作 Part 3

別府俊幸

それではアナログ系の設計に入りましょう。

## I/V コンバータ

前々回の D/A コンバータの動作原理図を見ておわりの通り、抵抗ネットワーク方式、電流加算方式何れの D/A とも出力は電流となります。電圧出力と称する D/A は、内部で電流/電圧変換を行っています。もちろん本機でも出力電流を電圧に変換して扱います。

第1図(a)に I/V コンバータ (電流-電圧変換器) の原理を示します。通常のオペアンプの反転増幅器接続は

(b) ですが、(b) の入力抵抗  $R_i$  を除いた回路が I/V コンバータとなります。

I/V 回路に流れ込む電流を  $I_i$ 、オペアンプのゲインを  $G$ 、オペアンプの入力端子間の電位差を  $V$  とすると、出力電圧  $E_o$  は、

$$E_o = -V \times G$$

信号源から流れ込んだ  $I_i$  はすべて  $R_f$  を流れますから、

$$V = E_o + I_i \times R_f$$

これより

$$E_o = -G(E_o + I_i R_f)$$

$$E_o = \frac{-G}{(G+1)} I_i R_f$$

となり、 $G$  は非常に大きいですから、 $G/(G+1)$  は 1 とみなし、

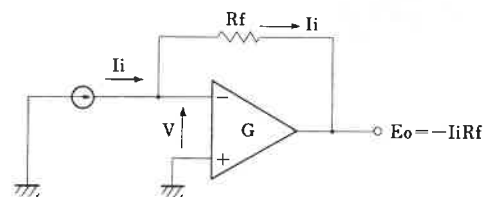
$$E_o = -I_i R_f$$

出力電圧  $E_o$  は入力電流  $I_i$  の  $R$  倍、つまり電流に比例した電圧が取り出せることがわかります。

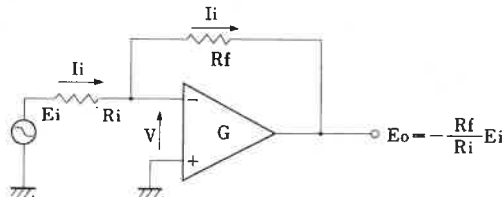
上の式でオペアンプの (-) 入力端子の電位を  $V$  としましたが、

$$V = -\frac{E_o}{G}$$

ですから、 $V$  はほぼ 0[V] となります (仮想接地)。したがって I/V の入力インピーダンスも 0 と見なすことができ、この回路が電流源の出力インピーダンスに関係なく動作することがわか

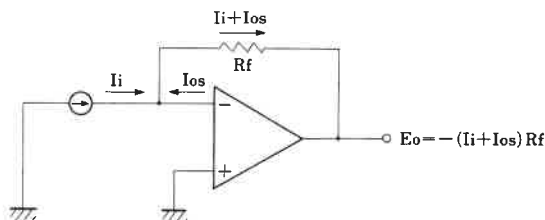


(a) I/V 変換器の原理

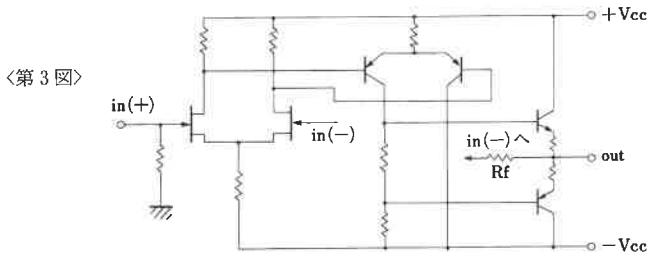


(b) 反転増幅器

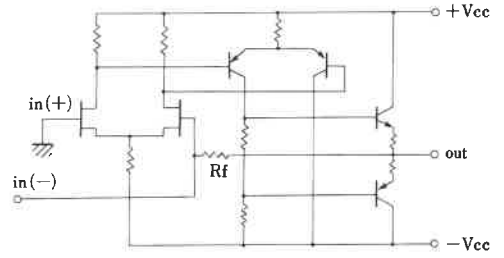
〈第1図〉



〈第2図〉  
入力オフセット  
電流  $I_{os}$  がある  
場合



(a) 差動入力アンプ



(b) I/V コンバータ接続

ります。

I/V コンバータは入力電流を扱うため、オペアンプの入力オフセット電流  $I_{os}$  が問題となります。(第2図)。 $I_{os}$  もまた  $R_f$  を流れることになりま

$$E_o = -(I_i + I_{os})R_f$$

すから、出力  $E_o$  は、  
 となります。微小電流を扱う測定器では I/V 回路に極めて入力オフセットの小さな、ドリフトの少ない、そして高価なアンプを使用し、配線にも外部からのリークがないように作られますが、デジタルオーディオでは通常のトランジスタ入力のオペアンプで十分です。TR 入力オペアンプでも、 $R_f$  を変更しない限り  $I_{os}$  が変化したりはしませんし、入力電流の変化によって  $I_{os}$  が変化したりはしないからです。

PCM-56 P はオペアンプを内蔵していますので、前号第2図の接続で用いれば (IC 内部のオペアンプで I/V を構成して) 電圧出力とすることもできます。けれどもここは、「オペアンプよりもディスクリートで組んだ方がよい

結果を得られるに違いない」と決めてつけて自作いたします。

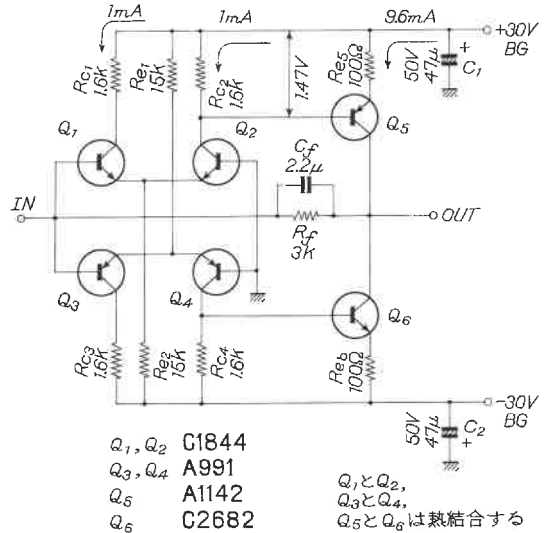
### I/V コンバータの設計

第3図(a)はオーディオアンプにもよく採用される差動入力アンプです。差動入力アンプには2つの入力端子があり、一方が(+), 他方が(-)とな

っています。オーディオアンプでは (+) の入力端子を使用し, (-) 端子はフィードバックに使用しますが, これを図(b)のように (+) 端子を GND に接続し, (-) 端子に電流源を接続すると I/V コンバータとなります。

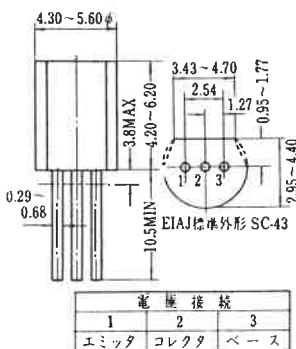
設計した回路を第4図に示します。バイポーラトランジスタ4石による

〈第4図〉  
I/V コンバータ回路

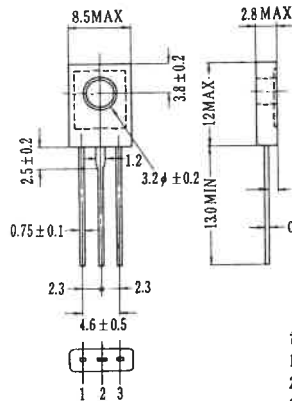


- $Q_1, Q_2$  C1844
- $Q_3, Q_4$  A991
- $Q_5$  A1142
- $Q_6$  C2682

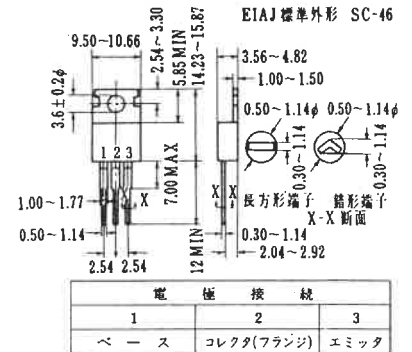
$Q_1$  と  $Q_2$ ,  
 $Q_3$  と  $Q_4$ ,  
 $Q_5$  と  $Q_6$  は熱結合する



電極接続		
1	2	3
エミッタ	コレクタ	ベース

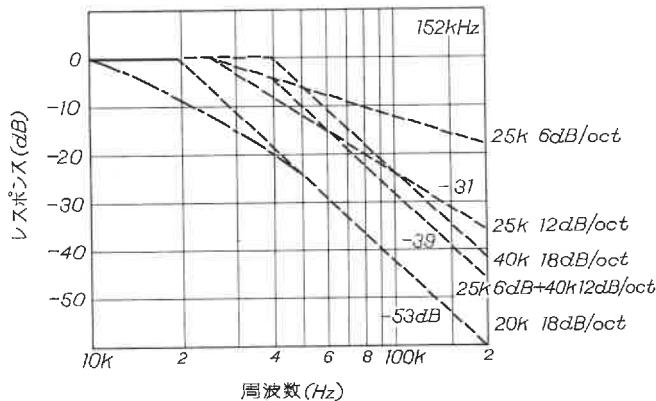


- 電極接続  
 1. エミッタ  
 2. コレクタ (放熱板)  
 3. ベース



電極接続		
1	2	3
ベース	コレクタ (フランジ)	エミッタ

〈第5図〉 使用したトランジスタの外形 (トランジスタ規格表より)



〈第6図〉  
アナログフィルタの特性と減衰量

$$F_c = \frac{1}{(2 * 3.14 * C * R)}$$
  
で決まり、約 24 kHz です。なぜ 24 kHz にしたかと言いますと…

### アナログフィルタの設計

ヤマハ YM 3404 B の遮断特性により、24 kHz から 152 kHz までは -100 dB 以下に減衰させています。つまりアナログフィルタでは 152 kHz 以上で十分な減衰量を実現すれば良いわけです。この不要帯域を -96 dB 以下に抑えるためには 96 dB の遮断量が必要ですが、まあ 1/1000 以下に抑えたいと考えますと -60 dB を実現したいところです。

また、20 kHz まではフラットにしたいと考えますと、カットオフはその 2 倍、40 kHz 以上に置かなければなりません。が、音質的にはフィルタ次数を上げたくはありません。3 段以下に抑えたいところです。

仮にカットオフ周波数 20 kHz の 3 段のフィルタ (遮断特性 -18 dB/oct) を構成しても 152 kHz で -53 dB がやっとなのに対し、20 kHz では 9 dB も減衰してしまいます。カットオフ 40 kHz 3 段では 20 kHz での減衰はありませんが減衰量はたったの 33 dB です (第 6 図)。それに安定性の面からは 3 段の時定数を同じにはしたくありません。

そこで音質重視、特性軽視の立場から、ひずみ率の悪化には目をつぶって 1 段目のカットオフを 25 kHz、2、3 段目を 40 kHz とします。この場合の 152 kHz における減衰量は -38 dB と、少なすぎるようにも感じられますが、20 kHz での減衰量は 3 dB ですから問題にはならないでしょう。

一般に、デジタルオーディオの D レンジは 96 dB ありますから、折返しスペクトルも 96 dB 以上減衰させることが必要であると言われていています。しかしメーカーではこの数字を金科玉条のごとく守っているだけでしようし、また、

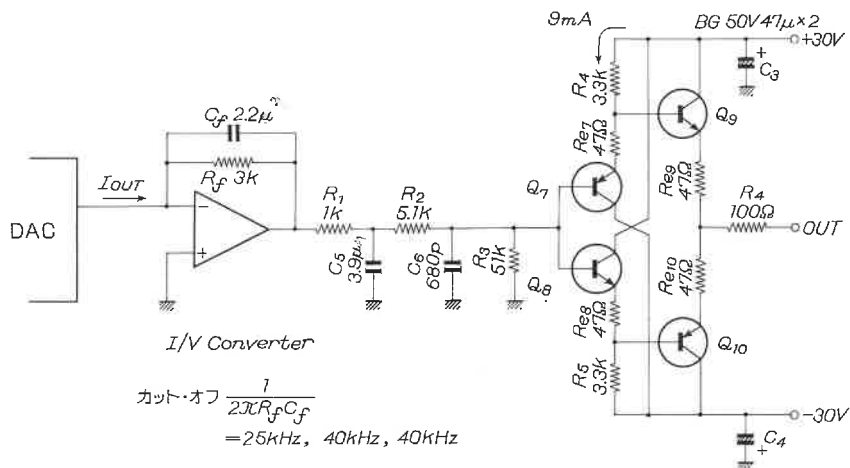
コンプリメンタリ差動増幅を用いた 2 段構成です。FET 入力としても良いのですが、経験的に優秀な小信号用 TR の音を凌ぐ FET は皆無であると結論していますので、TR 入力とします。初段は A 991/C 1844、NEC のスーパーローノイズ TR です。プリ初段に最適な、表現力のある石です。ローノイズの特徴を最大限に引き出すためには、信号源インピーダンスが 1.2 kΩ ですからコレクタ電流を 0.2 mA 以下で使用するべきですが、ここは 1 mA 流しています。

2 段目はプッシュプルコレクタフォロワで受けています。正負対称回路となっています。A 1142/C 2682。これも素晴らしい音のするペアです。ただし電流を多く流す方が音が良くなるので 10 mA 流しています。何れの TR も、ペア選別はしなくてもかまいませんが、ランクは揃えて下さい。2 段目も差動で受ける回路もありますが、この回路のままでも (負荷抵抗 50 kΩ) 約 65 dB の裸ゲインがありますから十分でしょう。TR の外形を第 5 図に示します。

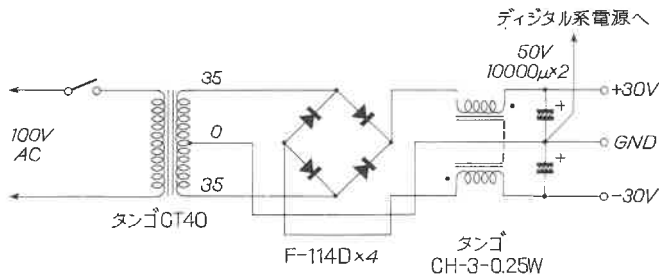
R<sub>f</sub> は 3 kΩ。これによって D/A の出力電流 ±1 mA を干 3 V に増幅します。R<sub>i</sub> を非反転増幅回路の NF 抵抗と考えると、値によって音が変わるはずですが、I/V 変換に用いるには 2、3 kΩ が適当な値と思います。余談ですが、ここに 27 kΩ を使用して後すぐに電流増幅段を接なげば、デジタル専用パワーアンプが構成できる筈です。デジタルソースしか聴かれない方は、是非試みて下さい。

R<sub>i</sub> 抵抗にパラに入っている C はハイカット用です。ここでのカットオフ周波数は、

$$F_c = \frac{1}{2\pi R_i C}$$



Q<sub>7</sub>, Q<sub>10</sub> A1142 Q<sub>8</sub>, Q<sub>9</sub> C2682 Q<sub>7</sub>とQ<sub>8</sub>, Q<sub>9</sub>とQ<sub>10</sub>を熱結合  
〈第7図〉アナログフィルタ+EF回路



〈第8図〉アナログ系電源回路

アマチュアによるどのくらいの減衰量で十分かを実験した報告も見つかりませんから、とにかく作って聴いて測定して、それから考えることにします。

次にフィルタ回路の構成ですが、1段はI/Vコンバータに内蔵させる方針でしたので、これはOK。あと2段ですが、アクティブフィルタは使用する素子の精度が問題となりますし、GIC型は最大振幅レベルが狭いと報告もあり、今回は古典的なCR2段としました(第7図)。

フィルタの後に、出力インピーダンスを下げるためEFバッファを設けます。EF回路は、プッシュプル・エミッタ・フォロワ、俗に言うダイヤモンド回路です。CR型プリアンプを設計したことのある方には、前段の出力が±3Vで後段のゲインが1ではレベルが足りないと心配に感じられるかも知れませんが、御安心下さい。このフィルタのカットオフは可聴周波数帯域より上です。20kHzまではほとんど減衰はありません。

本来ですと、アナログフィルタでディエンファシス回路を構成する必要があるのですが、エンファシスを使用しているCDは少ないですから今回は省いてしまいます。エンファシスを使用したCDを使用するとデジタル基板のLEDが光って知らせてくれます。

## 電源回路

アナログ系電源はチョークインプットの非安定化です(第8図)。いろいろな安定化電源がありますが、落ち着いた音がする点でチョーク電源に優るものはないと思っています(私のアパート

の周囲には工場などはなく、またオーディオ用電源はACラインをトランスで浮かしてあるため、かなり条件は良い方と思います。場所によってはAC電源よりも電池の方がよい結果を得られると思います)。

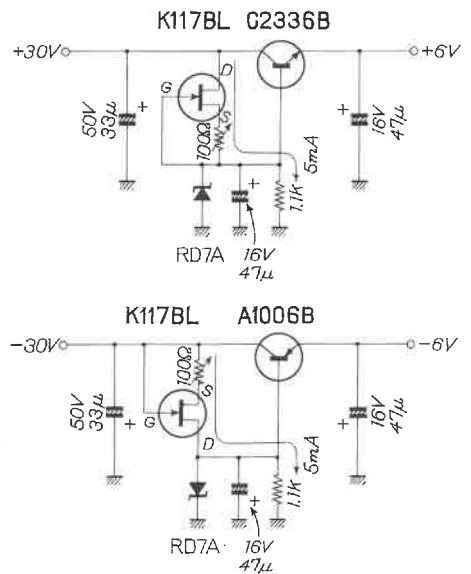
トランスはタンゴのCT-40。チョークもタンゴでCH3-0.25Wです。左右独立電源にすればさらによく鳴ることは明白なのですが、今回は「実験機」と妥協しました。ダイオードはファースト・リカバリです。F-114D。

ケミコンはアダム 50V 10000µFを使用しましたが、現在では入手できなくなりましたので、ブラックゲートをお勧めします。

以上の構成により±30Vを得ています。

PCM-56Pにはデジタル系とアナログ系の2組の電源を供給しますが、BBのデータシートによれば、「アナログ系電源はD/A変換の精度に影響を与えるために±5~12V、リップル1%以下が望ましい」とされています。ここには安定化電源を用いますが、この安定化回路が今回の隠された目玉商品であります。

安定化電源の問題の1つに、ツェナーダイオードが発生するノイズがあります。このノイズは意外と大きく、も



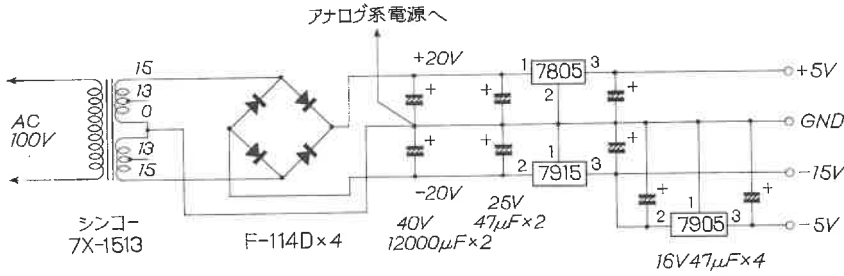
〈第9図〉アナログ安定化電源回路

☆ケミコンはすべてADAM or BG

ろちん電源にフィードバックループを用いても、高周波特性の良いキャパシタを使用しても完全には吸収することはできません。発生源を無くす以外には手はありません。そしてこのノイズが音質に悪影響を及ぼしていない筈はないと考えられます。従ってツェナーDを除けばノイズの少ない安定化電源が作製できると期待できます。

安定化回路は第9図に示すように定電流源としてFETを使用し、この電流をR<sub>1</sub>で電圧に変えて電圧制御用トランジスタのベース電圧としています。FETはノイズの少ない素子ですからツェナーDを使用するよりも、良好な結果が得られると思います。

この電源の欠点としては、負荷への供給電流の変化によって、TRのベース電流がその1/hfeだけ変化し、出力電圧が変動する点が挙げられます。たとえばTRのHfeが120として負荷への供給電流が10mAから20mAに変化すれば、電圧が5.0Vから4.91Vに降下してしまいます。しかしD/Aコンバータやプリアンプではほとんど消費電流は変化しませんから、組み立てた後に負荷を接続した状態で一度、リミッタとなるツェナーがオンしないよう電圧を調整すれば問題ありません。実際に本機に用いた限りでは



〈第10図〉 デジタル系電源回路

全く変動はありません。

次にデジタル系の電源です(第10図)。何も考えず、当然の事としてアナログ系電源とは独立にします。そしてデジタル系電源の良否は音質に関係しないと無理やり信じて、安価なトランス、3端子レギュレータを使用して±5V、-15Vを得ています。ダイオード(F-114D)とケミコン(GW 40V 4700µF)は手元に転がっていた物を使用しただけで、銘柄等は何でもかまわないと思います。-15Vは今回は使用していませんが次回以降の実験で使用する予定です。ケミコンは16V、25V耐圧の普通の品物です。なお3端子レギュレータは適当な放熱板を取り付けて下さい。

デジタル系の電源とアナログ系の電源を完全に分離することはできませんから、各々の電源ブロックコンの midpoint 同士だけを1本の線で結びます。デジタル系の電源、GNDはどうしても汚くなりますから、これ以外の所では接触しないようにします。

## 使用する工具

さて工具もデジタル回路用に用意しましょう。アマチュアの中には工具を軽んじる方がありますが、プロは電線の外皮のビニールを剥くために爪切りを使ったりはしません。なぜなら専用工具の方がはるかに正確に、しかも手早く処理できるからです。

また、工具の中にはデジタルICを使用するために特別な注意を要するものもあります。なるべく良い工具を揃えて下さい。では半田ごてから。

ここでは必ずセラミックヒータを使用して下さい。ワット数は30ないし40

W相当が適当です。「普通のこてでも15Wとか20Wの小さいものであれば、熱によってICを壊す心配はないはずだ」と思われるかもしれませんが、問題は熱ではありません。半田ごてからのリークです。大かれ少なかれ、100Vの商用電源を用いる機器からは若干の電流の漏洩があります。掃除機や洗濯機だけでなく、テレビやアンプもしっかりです。もちろん半田ごてもです。そして、このリークはMOS-ICを破壊する危険があります。必ずセラミックヒータを用意して下さい。半田ごてのほうが、デジタルフィルタよりも安いです。

製品としては高千穂電気のコテペン40をお奨めします。欲を言えば別売の細いこて先に交換した方が作業がしやすくなります。

次も必需品、ワイヤーストリッパ。電線の皮剥きです。Ideal Industries Inc社のT-7を指定します。これ以外は不可とします。デジタル回路では.26、.28クラスの極細のワイヤーを使用しますので、専用のストリッパを用いない限り皮を剥けません。しかも

秋葉原で圧倒的シェアを誇る潤工社のジュンフロン線は、外側の被服がテフロンですから熱に強く、半田ごての熱くらいでは縮んだりしません。こての横にかみそりの刃を付けて皮剥きをする方法がありますが、確かにビニール線にはたいへん有効ですが、この線に対しては無効です。

それではビニール被服線を用いればいいじゃないかと言う方もあるでしょうが、.28クラスのビニール線は、半田づけの時、あつというまに縮みあがってしまって絶縁の用を足さなくなりますし、アナログに用いる線では太すぎて隣の足にブリッジを作ってしまう。

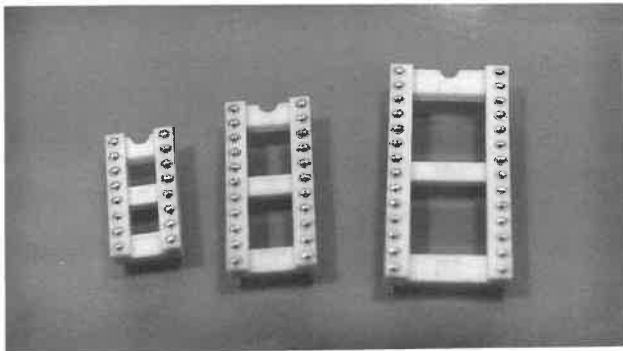
Ideal社のワイヤーストリッパは3種類あり、同じような外観で同じような包装に包まれていますので、買うときに十分注意して下さい(第11図)。

次にニッパーとラジオペンチ。これも小型の先の細いものが必需品です。私が用いているものはVICTORという社名の入った(まさかあのJVCではないだろう)ものです。これは各自、手に取ってじっくりと行くものを探されると良いでしょう。

あとは半田吸い取り器。半田吸い取り器は使い物にならないとの意見をお持ちの方、あるいは聞かれた方はこのSoldapull IIIを使われなかったに違いありません。確かに国産の多くの製品は吸い込む力が弱く使い物になりませんが、1/10 inch ピッチの基板では



〈第11図〉  
ジュンフロン線とワイヤーストリッパ



〈第12図〉  
ICソケット  
(山一IC26)

半田ブリッジ, ICの交換には半田吸い取り器がなくてはお手上げです。

### デジタル系の使用部品

デジタル・フィルタ等のLSI類はICソケットを用いた方が便利でしょう。また今後デジタル・フィルタ, D/Aコンバータなど比較試聴を予定していますので, 追試されたい方は必ずソケットを用いて下さい。

ICソケットは安価なものから高価なものまで十数種類も見かけますが, もし値段を気にしないのなら丸ピンのタイプをお薦めします。接触不良による事故は皆無ですし, 長期的にも安定しています。製品としては山一の白いソケット(IC26)です(第12図)。

TTL類(SN74\*\*, 75\*\*)はそのまま半田付けします。一部の入門書には, 「ICは熱に弱いから半田の熱が加わらないソケットを使用する」とありますが, 半田ごてを一度も握ったことのない方以外は無視して下さい。

配線に用いる線は潤工社のジュンフロン線AWG28, AWG30位の太さの線をお勧めします。オーディオ用には死んでも使いたくないような細い, 単線のメッキ線です。しかしデジタル伝送に使用する同軸ケーブルも「3C2Vより\*\*OFCの方が音が良くなる」と信じられる方は, 信じるままに選択して下さい。オヤイデ, ヒロセ他で入手できます。

基板はガラエポのフリー基板, デジタルIC用の1/10 inchピッチの「一つ目」タイプです。できれば厚手のものを選んで下さい。理由はICをソケ

ットから抜き挿しし易くなるからです。今回はサンハヤトのICB-96Gを使用しましたが, 厚いものの方がベターです。銘柄にはこだわりません。

なお本機のデジタル基板位でしたら手作りのパターンをエッチングしても作成できるでしょうが, 今後の事を考えますとエッチングと決別されたほうが良いと思います。

各ICの電源とGNDの間にパスコ

品名	メーカー	形式	数量
LSI	YAMAHA	YM3623B	1
		YM3404B	1
D/A	Burr-Brown	PCM56PK	2
TTL	TI	SN75157(他メーカーも可)	1
		SN74LS04(〃)	1
Diode		1S1555(他の物でもよい)	1
			1
LED		75	1
		150	1
		1k	1
		27k	1
		1M	1
C		セラミック 10p	2
		スチコン 4700p	2
(アナログ用)ソケット	山一	積層セラミック BG 16V 10μ	数個
		IC26-16	3
		IC26-28	1
		ICB-96G	1
基板	サンハヤト	ICB-96G	1
水晶振動子		16.9344MHz - 20MHz	1
ワイヤー	潤工社	ジュンフロン線AWG28など	

〈第1表〉使用部品(デジタル基板)

品名	メーカー	形式	数量	
Tr	NEC	A991*	4	
		C1844*	4	
		A1142*	6	
		C2682*	6	
			4	
R	東京光音	RD(1/2W) 47	8	
		100	6	
		1k	2	
		1.5k	4	
		1.6k	8	
		3k	2	
		3.3k	4	
		5.1k	2	
		51k	2	
		C	ルビコン	BG 35V 47μF
日通工 747*マイカ 680pF	2			
	2.2nF		2	
	3.9nF		2	
基板	サンハヤト	ICB-93SG	2	
		ワイヤー	Audio-technica AT-6132	3 m
			AT-6133	1 m

\*: コンプリTrはランクを揃えること  
〈第2表〉使用部品(アナログ基板)

品名	メーカー	形式	数量
電源トランス	シンコー	7X1513 (他のものでよい)	1
	タンゴ	CT-40	1
チョークコイル	タンゴ	CH-3-0.25W	1
Di		P-114D	8
C	ルビコン	BG 50V 10000 $\mu$ F	2
	ニチコン	GW 40V 12000 $\mu$ F	2
放熱板	LEX	24M135-50 (小型でよい)	1
レギュレーター		7805	1
		7905	1
		7915	1
C		25V 47 $\mu$ F	2
		16V 47 $\mu$ F	4
Tr	NEC	A1006B	1
		C2336B	1
FET	東芝	K117BL	2
ツェナーD		RD7.0 (6.5-7.5Vのもの)	2
C	ルビコン	BG 50V 33 $\mu$ F	2
		16V 47 $\mu$ F	4
R	NEC	抵抗'ット 100 $\Omega$	2
	philips	カーボン1/2W 1.1k	2
シリコンシート	LEX	T0-220用	5
基板			1

〈第3表〉使用部品(電源回路)

品名	メーカー	形式	数量
ケース	奥沢	DC-300B	1
電源SW	サトー	SW59TA4P	1
ネオン・ランプ		ZN47RG	1
電源ケーブル	オヤイデ	Li-50	3m
2Pプラグ			1
ゴムプッシュ		12mm	1
ピンジャック	オーディオクラフト		2
ピンジャック		(デジタル用)	1
ネジ、ナット			
絶縁チューブ			少々

〈第4表〉使用部品(ケース、外装)

ブリッジ注意!



〈第13図〉

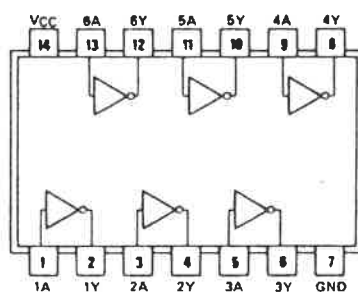
まず右上と左下から半田づけする(半田面からみて)

芋はん注意!

ンを接続します。できるだけICの足の近くに付けます。耐圧50Vの円盤セラミックでかまいません。積層セラミックなら十二分です。容量は0.01~0.1 $\mu$ Fです。オーディオマニアックに「容量が大きい方がよい筈だ」と大容量のセラミックを用いないこと。この種のキャパシタは容量によって周波数特性が変化しますので、最適な容量があります。

私個人としては、デジタル回路のパスコンを交換しても音は変わらないと

信じていますが、パスコンを省略すると動作しなくなることが多々あります



〈第14図〉74LS04の外形 (TTL-IC規格表より)

ので、円盤でかまいませんから取り付けて下さい。基板にはもちろんケミコンを1個以上、電源から配線した所に取り付けます。これも耐圧さえ合えばどんな物でもかまいません。

抵抗は1袋200円のソリッドでOKです。

## アナログ系の使用部品

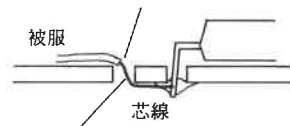
抵抗は東京光音の音響用カーボン、RD1/2Wを使用しました。パランスの良い、響きの豊かな、柔らかな音のする抵抗です。響きが豊かと言っても癖のある、ピーキーな音ではありませんし、カーボンですが極めてノイズの少ない抵抗です。私としては金属皮膜はすべて不可とします。それになぜか、メーカー製の高級CDプレーヤも(高級アンプでは用いているのに)金皮を避けているように思われます。三栄無線で扱っています。

フィルタに使用しますキャパシタは日通工または双信のディップマイカです。ケミコンはBGまたはADAMです。海神無線、三栄無線にあります。基板は、高周波特性の面と経年変化の面からガラエポをお勧めします。配線材はオーディオテクニカのPCOCC AT-6132です。基板から出力端子へもこの線を用いています。デジタル基板上のD/Aからの出力は同軸のAT-6133を用いました。この辺りはおもろ音に反映されますので指定通りにされることをお勧めします。本機の部品リストを第1~4表に示します。

## 組立について

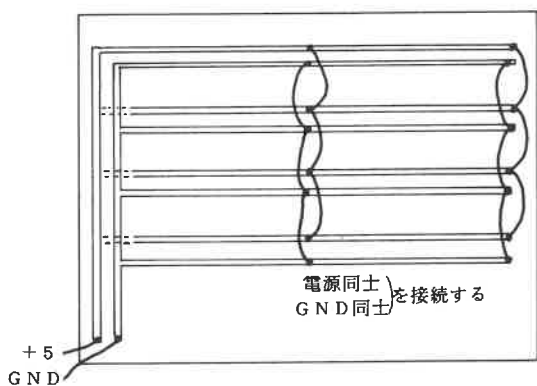
デジタル回路組立のこつは、アナログとはちょっと違います。先ずフリー基板上にIC、ソケットを並べ、外れないように両端を2カ所、第13図

表面上に芯線が露出しない



被服は穴を通さない

〈第15図〉欲を言えば図のように(慣れるまでは難しい)



〈第16図〉電源どおし、GNDどおしを接続してインピーダンスを下げる

のように半田面から見て右上と左下のピンを半田付けします。そうすると最大番号(14ピンICでは14)と、それを2で割った番号(7ピン)を固定した形になります。基板を裏から見たり表から見たりを繰り返しますので、ICのピン番号がわからなくなりますが、このルールに従って目印を付けると間違い難くなりますし、基板をひっくり返したときにICが落ちこちる事もなくなりますし、大抵のTTLでは電源とGNDラインになりますから、これらを配線し忘れることもなくなります。デジタル回路経験のない方はICのピン番号に特に注意して下さい。

また、TTL IC等は回路図中に電源、GND供給ラインを記載しないことが良くあります。規格表でいちいち

確かめるのが確実ですが、原則として14ピンは14: +5V, 7: 0V, 16ピンは16: +5V, 8: 0Vです。指定ない限りこの通り供給して下さい(第14図)。

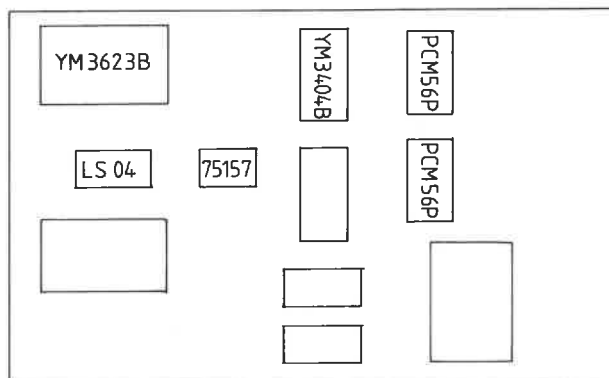
半田はとにかく隣のピンとブリッジを作らないように気をつけて下さい。電線は被服を剥いたら先端を半田メッキしてからピンに付けます。6,7mmと被服を長めに剥いて、基板のホールの中に被服部分を通さないように、それでいて表面に導体部分が露出しないように配線するのがこつです(第15図)。こうすれば1つの穴に2本の線を楽に通すことが出来ますが、難しいですからあまり気にしないで作って下さい。

ワイヤストリッパを使うときは、

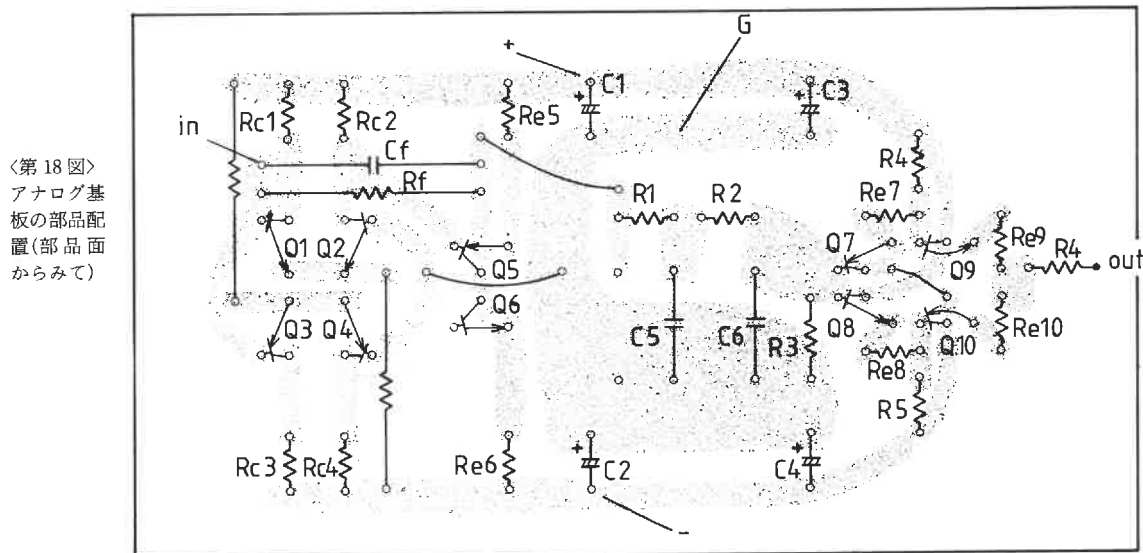
線の一方をラジペンでしっかりと挟み、ワイヤーのサイズよりも1つ大きい穴を使って一気に剥くのがこつです。これは芯線に傷を付けるのを防ぐためです。

原則として部品面側にワイヤーを這わせません。理由は、裏面に線が這い出すと半田付けの邪魔になるからです。ただし経験を積んだ方はこの限りではありません。

裏面にはGND、電源ラインを這わせません。これらは電線の被服を剥いで所々基板に半田で固定しながら配線して下さい。とくに電源から遠くなるとGND、電源共にインピーダンスが上昇しますので、GND同士、電源同士を結んでインピーダンスの上昇を抑えます(第16図)。GNDループはこの際忘れ

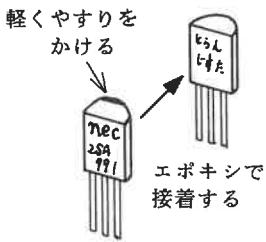


〈第17図〉デジタル基板の部品配置(空のソケットはデジタルフィルタ、D/Aコンバータ交換用)



〈第18図〉アナログ基板の部品配置(部品面からみて)





〈第19図〉  
トランジスタは  
同じ向きに熱結  
合させると組立  
が容易

て下さい。デジタルICはパルス状の信号を扱い、出力の on/off によって消費電流がパルス状に変化しますので、電源系のインピーダンスを十分に下げてください。もちろんパソコンは各々のICのすぐ近くに取り付けます。

導電性の緑色（最近はピンクもある）のビニール袋、導電性の黒いスポンジ、アルミホイル等に包まれてきたICは、静電気によって破壊する危険があります。化繊の服を着て触ったり、CDケースのようなプラスチックの上などには置かないようにして下さい。

以上、デジタル系基板の部品配置を第17図に示します。

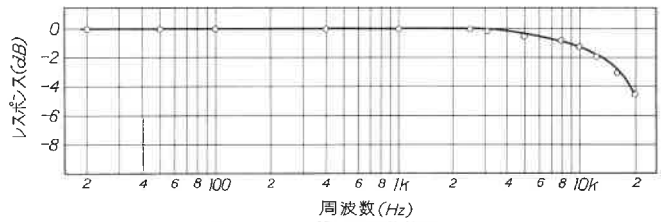
アナログ基板の部品配置を第18図に示します。私はいつもフリー基板を使用して配線しますが、(配線材はPC-OCC)、こちらはプリント基板を作っても良いでしょう。差動回路のTRは第19図に示すように同じ向きにしてエ

〈第22図〉  
アナログフィル  
タ回路の周波数  
特性。ただし  
I/Vコンバー  
タの入力に1  
k $\Omega$ を接続し  
インパクタ接続で  
測定

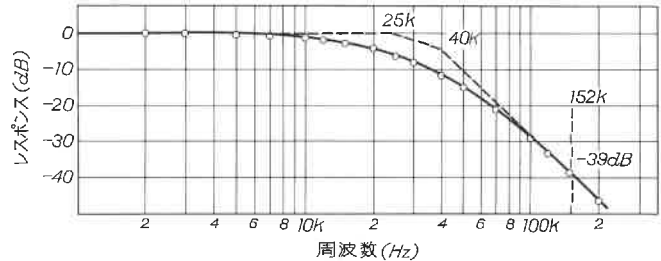
ポキシで接着すると配線が楽になります。

### 調整について

電源を入れる前にもう一度接続を確認して下さい。とくにデジタル回路は各ICの電源端子と大元との導通チェック、半田のブリッジはないかよくよく確かめてからICをソケットに挿入し、ICの逆刺し、ソケットから足がはみ出していないかを確認した上で電源を on します。配線チェックはICを外した状態でやるか、プザー付のテスターを用いるかして下さい。普通のテスターの抵抗レンジでC-MOS-ICに



〈第20図〉本機の周波数特性



逆方向電圧を印加すると破壊してしまう危険があります。

ほとんど調整する箇所はありません。D/Aコンバータに供給するアナログ系電圧を $\pm 6V$ に調整します。7Vを上回るとツェナーが動作しますし、5Vを下回るとD/Aは動作しなくなります。

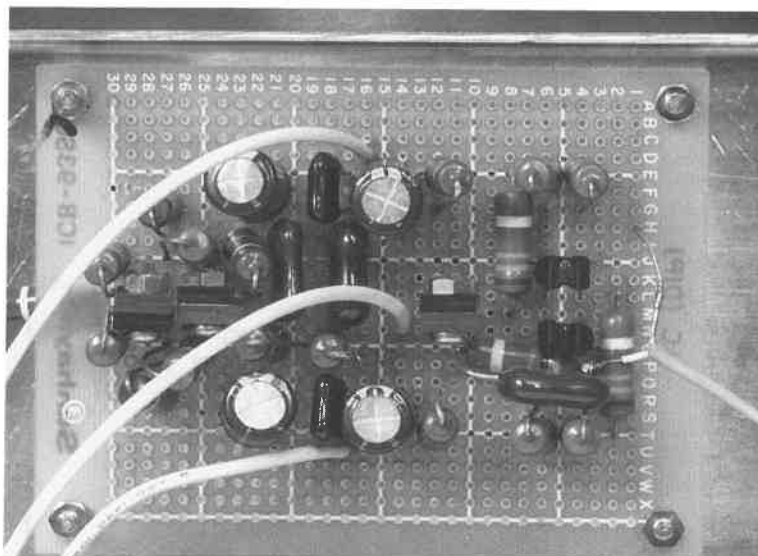
アナログ系はオシロスコープで発振していないことを必ず確かめて下さい。(もし発振していたら2段目の $C_{BC}$ 、初段に100 $\Omega$ くらいのエミッタ抵抗の追加を試みてください)出力オフセットはエミッタフォロワ段の抵抗に高抵抗をパラ付して調整します。

### 特性はどうか？

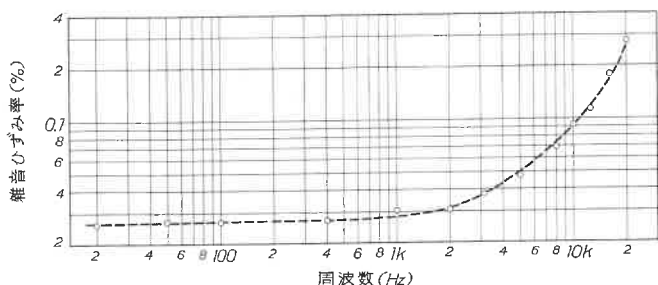
本機の周波数特性を第20図に示します。20Hzより2.5kHzまではフラット、3.15kHzより減衰し始め、20kHzでは4.6dB低下しています。1段目のアナログフィルタのカットオフを25kHzより高くすればさらにフラットな特性になると思われませんが、問題になる減衰量ではないでしょう。

フィルタ回路のF特を第21図に示します。152kHzで減衰量は-39dBとなっていますが、これを十分と見るか少なすぎると見るかは今後検討する必要があります。

第22図にひずみ率特性を示します。2kHzまではほぼ一定の値ですが、周波数が高くなるにしたがってひずみも



▲アナログ基板部全体



〈第22図〉  
本機の周波数対ひずみ率特性  
(日本オーディオ協会テスト  
CD CO-1, 0dB  
出力)

増えています。これは不要帯域の遮断が甘いことが一因で、遮断量を大きくすれば改善されると思われます。実際に8倍オーバーサンプリングのDFを使用しますと(基板写真をご覧になると空のソケットがいくつかありますが、実はYM 3404以外のDF, PCM 56 P以外のD/Aを差し換え比較出来るようになっています)、さらに低い値になります。但し音が良くなるかどうかはわかりません。1 kHz以下で0.026%一定になっていますのは、使用したひずみ率計の残留ノイズ、測定系のハムノイズのためです。実際にはさらに低くなっていると思われます。

### 試聴結果

高級アンプはTR, FETと抵抗を基板上で組んだディスクリット構成が半ば常識となっていますが、なぜかメーカー製のCDプレーヤーはどんなに高価なものでもオペアンプを用いています。本機はオペアンプを使用しないだけ有利とあって、同じデジタルフィルタ、D/Aコンバータを使用した国産某最高級機種よりも透明感に優れ、より自然な響きがすると言え身びいきになるでしょうか。

一枚ヴェールがはがされたようなクリアな感じがしますが、音ははっきりしてきたにもかかわらず、CD特有の高域のきつさは抑えられる傾向にあります。やや細身ではありますが、バランスは良く、弦楽器もCDにしては柔らかな音がします。

### おわりに

デジタル回路の基礎から始まって3ヵ月、えんえんと続いてきましたが、

みなさんおわかりになりましたでしょうか。質問その他ありましたら手紙にてお願いします。

本機は実験機と割り切って余分な回路を省き、また改造、測定をし易いように製作しました。このためシールドなどほとんど考えられていませんが、逆に言えば音質改善の余地がまだまだごろごろ転がっています。考えられる問題点、メーカーが広告で唱う音質向上の理由に付いて、今後、個別に撃破して行きたいと思えます。また、電源on/off時のノイズ対策を施してありませんので、スイッチon/offは後続のアンプのVRを絞った状態で行って下さい。

我々は、やっとデジタルオーディオの入口にまでたどり着きました。しかし、まだまだやらなくてはならないことが山積みされています。本シリーズによって、一人でも多くのアマチュア

諸兄がデジタルオーディオのクオリティ向上に参加され、本誌紙上を通じて意見交換が出来ることを願っています。

### 部品の入手について

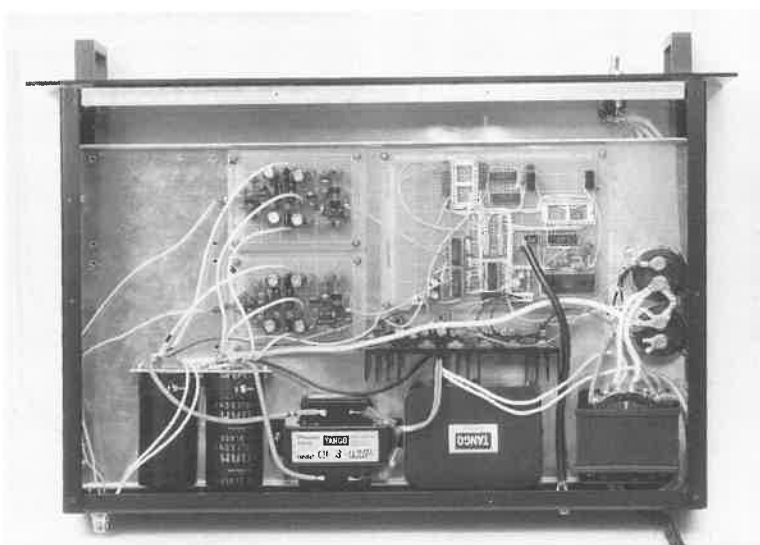
製作記事として発表しておきながら無責任なことを申しますが、使用したチップの中には1個単位の入手が不可能なものがあります。

LSI, TR等の半導体は筆者にて準備致しますので、住所氏名を記載した連絡用返信封筒に60円切手を貼り付けたものを同封の上、編集部までお問い合わせ下さい。なお、IC, C, Rからケースまでひっくりめた本機の部品代は9万円位(但し秋葉原までの交通費、ネジナット、半田等の費用は除いて)です。

最後になりましたが、電話で何度か質問に答えて下さった日本シグネティクス、日本バーブラウン、日本マランツ社の方々に感謝致します。また、本機の製作に協力を頂いた友人の岡本公平氏に感謝致します。

### 〈参考文献〉

- 1) 深谷武彦, GIC型アクティブ・フィルタの原理と設計法, トランジスタ技術, 86年10月, 449-456



▲本機デジタルプロセッサの内部全体