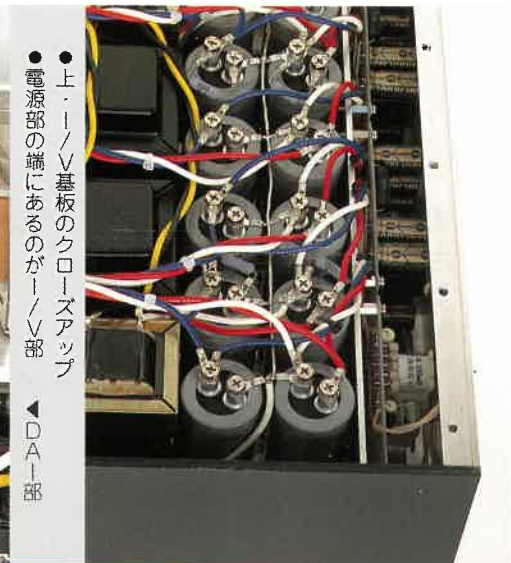


D/Aアンプの設計と製作③ I/Vコンバータ編

製作★別府俊幸

●本文製作記事参照



●上ー/V基板のクローズアップ
●電源部の端にあるのがI/V部

◀D/A部

D/Aアンプの設計と製作

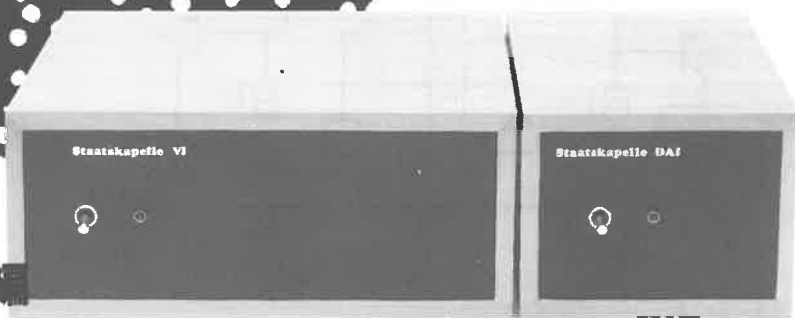
別府俊幸・山崎邦彦



第3回

I/V コンバータ編

別府俊幸



I/V コンバータ

第1図にI/Vコンバータ+アナログフィルタ回路を示します。I/Vは本機の目玉、トランス・インピーダンス・アンプです。

I/VにはI/Vコンバータ回路を使わず、抵抗1本が良いとの意見もあります。しかし実際問題として、抵抗1本で実用とするためにはパワーアンプのゲインがあり余ってなければなりません。残念ながらD/AコンバータICを使う以上、とても1Vの出力は得られません。必ずどこかで増幅回路が必要となります。パッドアンプやコントロールアンプを使って増幅するのは、I/Vコンバータを使うことと何の違ひありません。

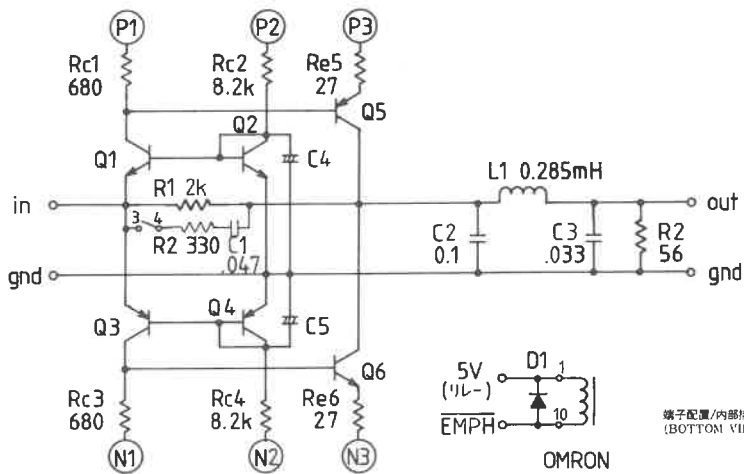
と考えると、この方法は方法として成り立っていないことがわかります。

で、I/Vですが、どんな高級機種にも用いられているOPアンプを使う限り“OPアンプの音”からは逃れられません。CDプレーヤの音が悪いとの話の25%は、OPアンプを使ったアナ

ログ回路に責任があると太鼓判を押しましょう。自作する以上は、ディスクリットで組まなければ面白くありません。

トランス・インピーダンス・アンプ

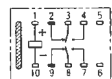
トランス・インピーダンス・アンプのアイディアは、アナログ・デバイス社のOPアンプ、AD844、AD846



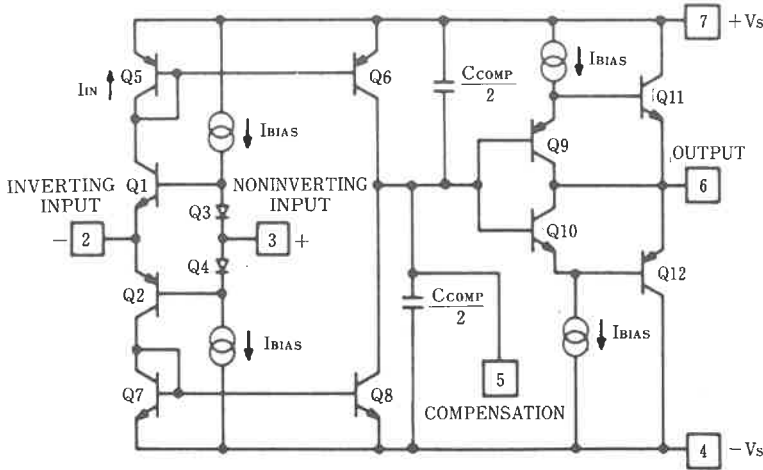
- | | | | |
|------|----------|------|-------|
| Q1,2 | C2718 | Q3,4 | A1151 |
| Q5 | A1142 | Q6 | C2682 |
| C4,5 | 25V330uF | | |

〈第1図〉I/Vコンバータ部回路図 (P1~3は+16V, N1~3は-16V, 電源電圧は±20%変化してもよい)

端子配置/内部接続 (BOTTOM VIEW)



G6H-2



〈第2図〉 AD 846 内部等価回路 (アナログ・デバイス AD 846 データシートより)

のデータ・シートから浮かびました。第2図に AD 846 の内部等価回路¹⁾を示します。AD 844, AD 846 は電流帰還 (Current Feedback) 型 OP アンプです。

なお、この OP アンプ、動作原理からしてもう1つの名称であるトランス・インピーダンス (Trans impedance) が適しているように思います。電流入力の電圧出力、まさに I → V 変換器として働きます。そして、帰還抵抗がなくても動作します!

では、第2図をご覧下さい。いわゆる普通の OP アンプとはだいぶ異なり、定番の差動2段ではありません。

反転、非反転入力端子ともにエミッタです。反転入力を構成する Q1, Q2 は、ダイオード接続(ベースとコレクタを接続)された Q3, Q4 によって V_{BE} を与えられ、また、Q3, Q4 の共通エミッタが非反転入力となります。非反

転入力は通常の OP アンプと同じく電圧入力となりますが、反転入力は電流入力となります。

入力電流 I_{IN} は、Q1, Q2 を介してカレントミラー、Q5 と Q6, Q7 と Q8 に送られ、Q6 と Q8 の共通コレクタにも I_{IN} と同じ電流が流れます。この電流は正負の電圧ラインの間に構成された補償キャパシタ (C_{COMP}) に蓄積され、結果的に I_{IN} に比例した電圧が発生します。Q9-Q12 は見慣れたエミッタフォロワ回路です。 C_{COMP} 両端の電圧をバッファ出力します。

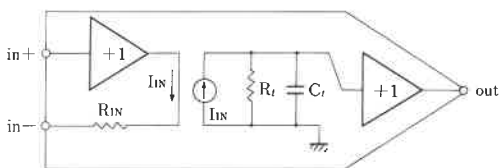
この C_{COMP} は、GND との間に接続されたトランス・レジスタンス R_t とトランス・キャパシタンス C_t に置き換

えて考えるとわかりやすいでしょう(第3図)。入力電流 I_{IN} は、 R_t と C_t によって電圧に変換されます。直流では R_t の大きさそのものがインピーダンスとして働きますが、高域では C_t の働きによってゲイン(トランス・インピーダンス)が低下します。AD 846 では $R_t=200\text{M}\Omega$ 、 $C_t=7\text{pF}$ よりオープン・ループでのカットオフ周波数は約 110 Hz となりますが、第1ポールは普通の OP アンプと同じく、クロズド・ループ特性にはほとんど影響を与えません。

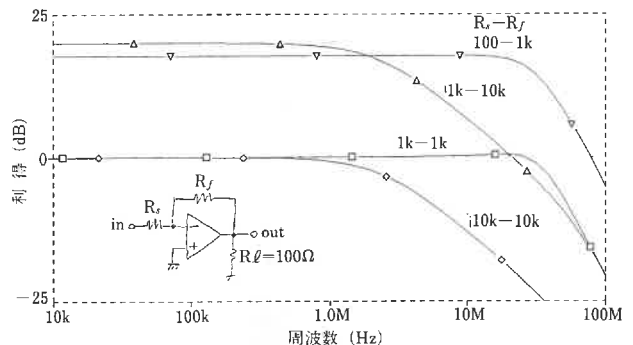
電圧ゲインは、 $G_V=R_t/R_{IN}$ で決まります。AD 846 では $R_{IN}=50\Omega$ ですから、 $G_V=4,000,000(132\text{dB})$ です。想像される通りコンペンセーション端子に適当な R を接続すれば、トランス・レジスタンスは自由に設定できます。かりに $1\text{k}\Omega$ とすれば $G_V=20$ ですが、ポールは 23 MHz に追いやることができます。

第2図の内部構成からわかりますように、Q1 と Q3, Q2 と Q4 の V_{BE} が等しければ、必然的に反転、非反転入力端子の電位は等しくなります。普通の OP アンプは高ゲインの裏返しとして反転、非反転入力端子の電位を等しく保つ“仮想接地”を作り出しますが、トランス・インピーダンス・アンプは、NF なしでも“仮想接地”ができあがります。

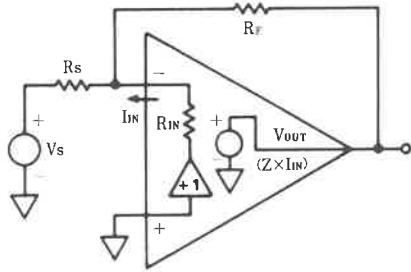
さて、トランス・インピーダンス・



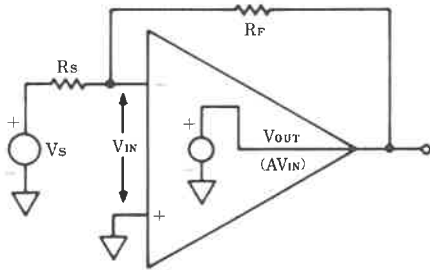
〈第3図〉 トランス・インピーダンス・アンプの等価回路 (アナログ・デバイス AD 844 データシートより)



〈第4図〉 AD 846 の周波数特性シミュレーション、シミュレータは Pspice、AD 社のモデルを用いた。Rf によって帯域幅が決まっていることがわかる。

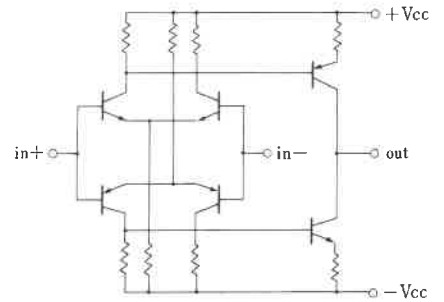
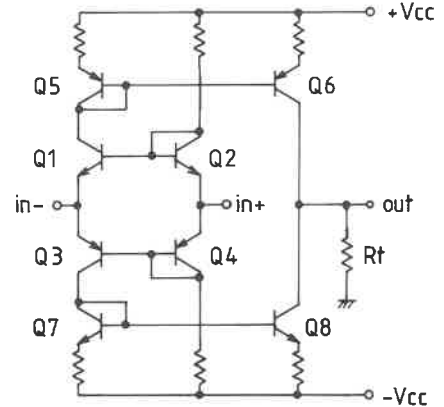


◁第5図>OPアンプの三端子モデル (アナログ・デバイス AD846 データシートより)



▷
◁第6図>
とりあえず試みた
トランス・インピ
ーダンス・アンプ、
まともにも動作する

▷
◁第7図>
前作のD/Aアンプ
に用いたコンプ
リメンタリ差動回
路



アンプですが、非反転接続として使用すると、高周波特性的には普通のOPアンプと同様です。が、おもしろいのは反転接続です。第4図にシミュレーション結果を示しますが、なんと、入力抵抗 R_S とNF抵抗 R_f の組み合わせによってGB積が変化します。

第5図(a)にAD846の三端子モデルを、第5図(b)に普通のOPアンプのモデルを示します。トランス・インピーダンス・アンプの帰還抵抗 R_f は、普通のOPアンプの初段のトランス・コンダクタンスと等価の働きをします。このため、 R_f が一定値に保たれれば、クロード・ループ・バンド幅も一定になります。

トランス・インピーダンス・アンプゲイン $G_{(s)}$ は、

$$G_{(s)} = \frac{\frac{R_f}{R_s}}{\left(1 + C_{COMP} \left[R_f + \left(1 + \frac{R_f}{R_s}\right) R_{IN} \right] S\right)}$$

となります。比較のため普通のOPアンプのゲインを示しますと、

$$G_{(s)} = \frac{\frac{R_f}{R_s}}{\left(1 + \frac{C_{COMP}}{g_m} \left(1 + \frac{R_f}{R_s}\right) S\right)}$$

です。ここで C_{COMP} は内部補償キャパシタ、 g_m は入力段のトランス・コンダクタンスです。

普通のOPアンプでは帯域幅は $(1 + R_f/R_s)$ 、つまりクロード・ループゲインの逆数となります。これに対しトランス・インピーダンス・アンプでは、ゲインの小さいとき、すなわち $(1 + R_f/R_s) R_{IN}$ が R_f に比べて小さいとき、帯域幅は C_{COMP} と R_f の積によって支配されます。クロード・ループ・ゲインが大きい $((1 + R_f/R_s) R_{IN}$ が R_f に比べて大きい)ときは、 R_{IN} が第価的に $1/g_m$ となりますから、クロード・ゲインによって制限されます。

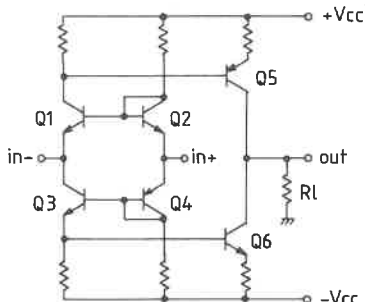
手抜きしたトランス・インピーダンス・アンプ

第2図の等価回路そのままに試みた

回路を第6図に示します。前半分は第2図そのまま、個人的な嫌悪からエミッタ・フォロワは省略です。これでちゃんと動作します。

しかしこの回路、以前に使っていた第7図のコンプリ差動と比べ、見かけは違うのに、音は大して違いません。もちろん石と抵抗とパスコンの銘柄は同じです。純粋(?)に回路の音の差を試したつもりですが、トランジスタの銘柄の差の方がはるかに大です。が、よくよく聞くと、むしろ震んだようなぼけたような気のない音にも感じます。カレントミラーを能動負荷に使うと例外なくダルい音になりますが、その傾向です。

それならカレントミラーを外してしまえ、と試みたのが第8図です。図面は雰囲気的に第7図に似ていますが、音はずっとすっきりします。よくいわれるところのヴェールをはがしたような、彫りの深くなったようなくっきりはっきりとした音です。ついでに抵抗を減らせる点もありがたいところで



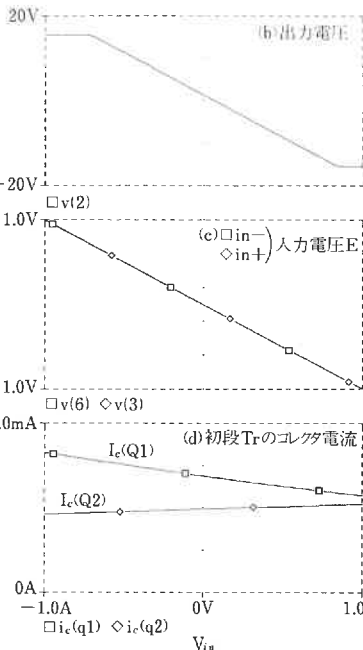
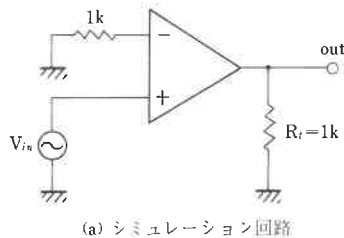
〈第8図〉カレントミラーを省略した手抜きトランス・インピーダンス・アンプ(第2図とはQ2, Q3が入れ変わっている)です。これにします。

では、第8図の「手抜きトランス・インピーダンス・アンプ」回路について考えてみましょう。

まず、非反転接続とした場合です(第9図)。この場合、Q2とQ4の共通エミッタ(in+)を電圧入力として使用します。Q2とQ4のコレクタ電流は、 R_{c2} 、 R_{c4} での降下電圧が入力によって変化するため、若干の変動を示しますが、ほぼ一定です(d図)。非反転入力端子の電圧は、Q1とQ3のベース電位を変化させ、反転入力端子の電位も等しくスイングさせます(c図)。

反転接続の場合を第10図に示します。入力電流は、そのままQ1, Q3のコレクタ電流の変化となり、Q5, Q6のベース電位を変化させます。シミュレーション結果から入力インピーダンスは4.9Ω、無帰還でもほとんど反転入力端子に電位を生じないことがわかります。もちろん帰還を用いますので、反転入力端子の入力インピーダンスはさらに小さくなります(普通のOPアンプでも、帰還ループが成立していれば、同様です)。また、DCでのトランス・インピーダンスは20kΩと計算されます。

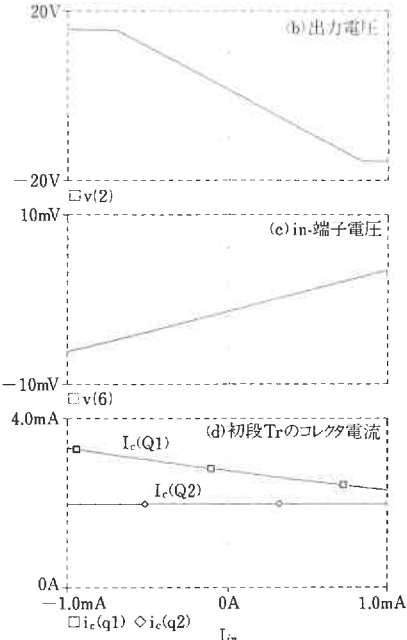
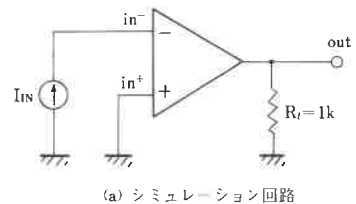
反転接続の場合は、バイアス電圧を与えるQ2とQ4は定電圧源として動作します。信号によってQ2とQ4のコレクタ電流は変化しません。つまりは、非反転接続ではQ2, Q4からQ1, Q3, そしてQ5, Q6と、3段階のトランジスタを信号が通過するのに対



〈第9図〉ノン・インバータ接続でのシミュレーション。16図のトランス・インピーダンス・アンプを(a)の無帰還ノン・インバータ接続でシミュレーションした。(b)よりゲインは20 ($R_t=1\text{ k}\Omega$)、(c)よりin-端子の電圧はin+端子=入力電圧と等しいことがわかる

し、反転接続ではQ1, Q3からQ5, Q6の2段階しか通らないと考えられます。そして、聴感上も反転接続が良好です。予想されるとおり、Q2とQ4のBE間に大容量のキャパシタを接続すると、音はグッとよくなります。そして、おそらくは R_{c2} 、 R_{c4} の代わりに定電流回路を用いると、音は悪くなるでしょう。

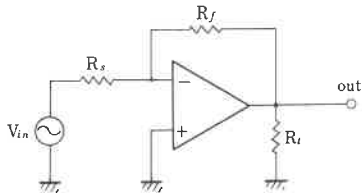
反転接続での周波数特性シミュレーションを第11図に示します。(b)図に示されるように、 R_t を5kΩ一定とした場合の-3dB点は、約5MHzで一定となることがわかります。 R_t を変化



〈第10図〉インバータ接続でのシミュレーション。16図のトランス・インピーダンス・アンプを(b)の無帰還インバータ接続でシミュレーションした。(b)よりDCトランス・レジスタンスは20kΩ ($R_t=1\text{ k}\Omega$)、(c)よりin-の入力インピーダンスは4.9Ωと計算される。(d)よりQ1(Q3)のコレクタ電流は I_{in} に応じて変化するがQ2(Q4)のコレクタ電流は一定であることがわかる。

させた場合を(c)図に示しますが、帯域値は R_t に反比例(見かけ上はクロード・ループ・ゲインにも反比例)することがわかります。

I/Vコンバータ接続でのオープン・ループ・ゲイン特性を第12図に示しますが、トランス・レジスタンスは負荷抵抗 R_t と帰還抵抗 R_f の並列値になるため、どちらを変化させてもゲインが変化することがわかります。ループ内で周波数特性を持たせるときだけでなく、負荷に周波数特性を持たせてもオープン・ループ・ゲインが変化するため、設計がたいへん面倒になるこ



〈第11図a〉クローズド・ループ周波数特性シミュレーション回路（インバータ接続）

とがわかります。

しかし、負荷抵抗を選ぶだけで自由に仕上がりがゲインを設定できますから、無帰還アンプには好都合とも言えます。高価なデールの抵抗を1本節約しようと2カ月余り、nonNFBで聞いていましたが、音的には、ぼけてるようなまろくなったような感じがあるのにもかかわらず、サ行タ行がきつくなり暴れてしまい、好みではありません。ある程度のNFをかけた方がスピード感のある、伸びやかな、立体的な感じになります。が、無帰還論者が主張するような絶対的な差があるようには思われません。多少違う程度です。これは帰還量に関しても同様です。結局のところ、素性の良い回路はNFをかけてもかけなくても良く、悪い回路はどうやっても悪いでしょう。

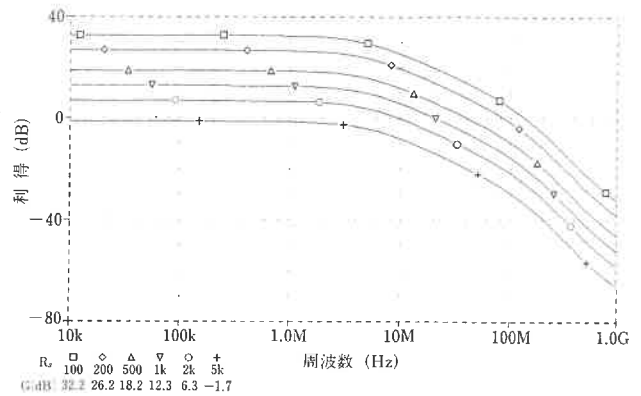
アナログ・フィルタ

4倍オーバーサンプリングのデジタル・フィルタと組み合わせると、カットオフ40kHzとして3次は最低限です。アナログ・フィルタを使わないと折り返し雑音のため、特有の濁りが音につきまといまいます。経験的にはカットオフ周波数は30kHzとか、もう少し低くしても良いようです。が、156kHzから上にある折り返しスペクトルの減衰量を考えると、たいして変わりません。また、フィルタの次数を増やせば透明感の高い音になりますが、反面、Lの音が強くなってくるとも確かです。

なお、OPアンプを使ったアクティブは問題外です。I/Vコンバータと同

▷ 〈第11図b〉

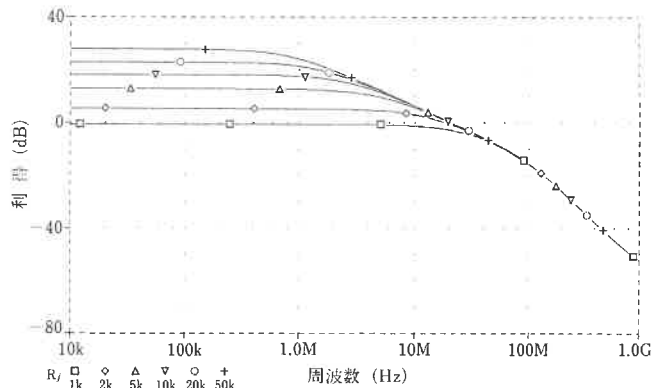
シミュレーションによる周波数特性、($R_t=3\text{ k}\Omega$, $R_f=5\text{ k}\Omega$, $R_s=100\sim 5\text{ k}\Omega$)、入力抵抗 R_s によって帯域幅は変化しないことがわかる(約5MHz)。これがトランス・インピーダンス・アンプの特徴である。



▷

〈第11図c〉

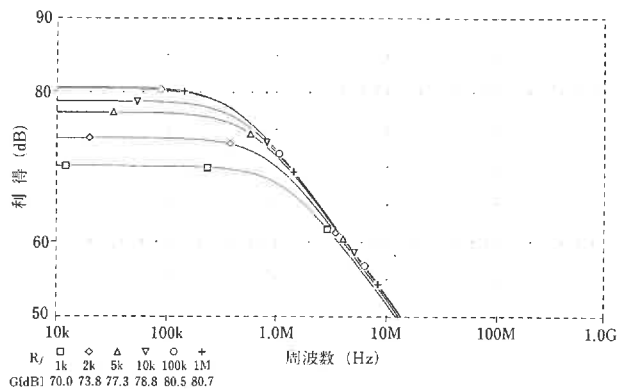
同じく ($R_l=3\text{ k}\Omega$, $R_s=1\text{ k}\Omega$, $R_f=1\text{ k}\sim 50\text{ k}\Omega$)、帯域幅は R_f に反比例する(ゲインに反比例しているのではない点に注意)



▷

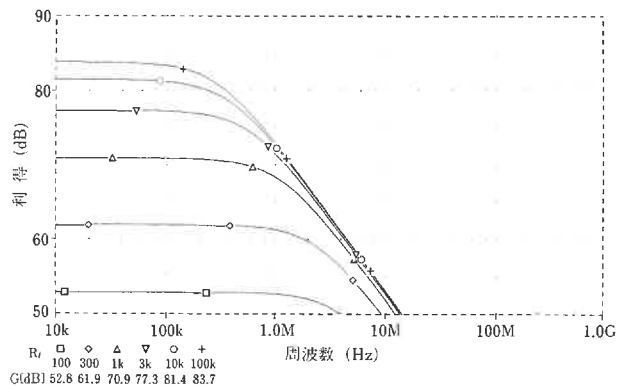
〈第12図a〉

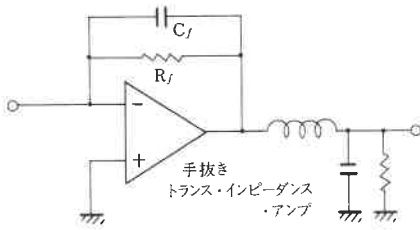
シミュレーションによるオープンループ・ゲイン特性 ($R_l=3\text{ k}\Omega$, $R_f=1\text{ k}\sim 1\text{ M}\Omega$)、 R_l と R_f が並列に負荷抵抗となるためオープンループ・ゲインは両者の合成値によって変化する。ただし第1ポールとオープンループ・ゲインの積は一定である。計算上のGB積は1GHzを軽く越えるが実際にはストレージキャパシティその他の要因によりずっと低くなるであろう。



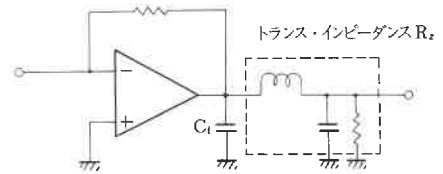
▷ 〈第12図b〉

($R_l=100\sim 100\text{ k}\Omega$, $R_f=5\text{ k}\Omega$)





◁ 第13図 a)
NFループで1次
フィルタを構成す
る回路も考えられ
る。が、うまく動
作しない



◁ 第13図 b) トランス・インピーダンス・アンプの
高周波ゲインを下げようとしてCtを追加すると
こうなってしまう。Cfは不要になる。

じく、フィルタでも“OPアンプの音”
になってしまいます。

回路は第1図に示した通りです。3
次のπ型フィルタの様にも考えられ
ます。が、動作としてはトランス・キ
ャパシタンス+2次のLCです。

回路的には、1次をI/Vコンバー
タのNFでまかなうことも考えられ
ます(第13図a)。が、今回の手抜き
トラ・アンプではうまくありません。
超高域での帰還量増加のため100%
の確率で80MHz近辺で発振します。
で、発振を止める方法ですが、差動回
路での常套手段、2段目のC_{BC}による
位相補償が効きません。差動回路の場
合はC_{BC}によって第1ポールを下げ、
第2ポールを上げるため、僅かの容量
で位相余裕を増やせるのですが、手抜
きトラ・アンプでの第2ポールは初段
のF_Tであり、第1ポールを下げる分
しか効きません。となると、高域ゲ
インを下げる方法が効果的なのですが、
これがなんと、トランス・インピーダ
ンス・キャパシタを大きくする。つま
りは負荷にCを入れる(第13図b)、
なんのことはないC+LCに逆戻りし
てしまうのです。

さて、前述しました通り、手抜きト

ランス・インピーダンス・アンプは、
負荷インピーダンスによってゲインそ
のものが変わってしまいます。また、
NF抵抗も負荷と並列に2段目のエミ
ッタ接地の負荷となります。で、何が
面倒かと言いますと、LCフィルタの
入力インピーダンスは周波数特性を持
つことです。つまり、回路定数の計算
は面倒です。同様に、ディ・エンファ
シス回路定数の計算も面倒です。本機
を製作される方は、面倒でも定数変更
をしないようにしてください。なお、
トランス・インピーダンス・アンプの
回路定数の計算法は、いずれ機会があ
りましたら説明いたします。

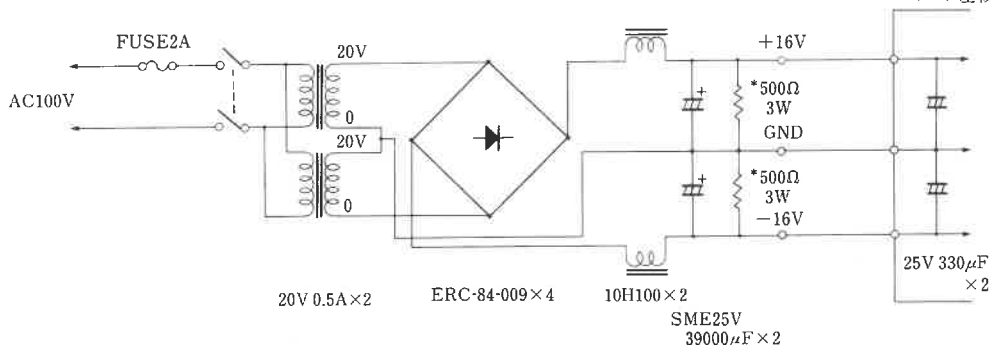
I/V部の組立

第14図にI/V部の電源回路の1/6
を示します。かの、各段独立の12トラ
ンスです。チョーク入力 LCフィル
タで、定電圧回路は使用しません。定
電圧回路を組むよりは電源キャパシ
タを良いものにする方が、音的にはベ
ターです。なお、各段独立ではコスト
的にきつい方は、左右独立トランスく
らいでも良いでしょう。が、音的には劣
ります。

図中のブリーダ抵抗はP2、N2段
のみに使用します。P2とP3、N2と
N3の電位差が0.3V以下になるよう
に調整します。P1、P2、P3(N1、N
2、N3)に共通の電源から供給する場
合には必要ありません。また、それぞ
れの電圧値は16Vと記してありますが、
±20%程度は異なっても一向に差
し支えありません。本機は実測でP1、
N1が±18V、他は±13.5V付近で
す。

初段のA1151/C2718(ランクはP
またはQ)が入手できない場合、A
991/C1844(FまたはP)を代替品と
します。両ペアの音の違いは僅かです。
2段目のA1142/C2682(ランクはP
が望ましいが、QでもOK)は銘柄指
定とします。2段目は、I/Vコンバー
タでの増幅を全て受け持つペアです。音
の密度、情報量の点で、これ以外の石
は使いたくありません。

それぞれのペアは、H_{re}を揃えても
揃えなくてもかまいません。理想を言
えば、初段のペアはH_{re}とV_{ce}-I_cも
揃っていることが望ましいのですが、
選別は不可能に近いと試みた本人が言
っています。なお、揃えた方が出力オ
フセット電圧の調整は容易になりま
す。



◁ 第14図
I/Vコンバータ部電
源回路(1/6)。ブ
リーダ抵抗(*)はP
2、N2のみに用い
る。

す。が、音が変わったようには聞こえません。また、テスター付属の H_{fe} レンジでの選別は時間と労力のムダです。揃えないと気が済まない方は、使用時と同じコレクタ電流で選別してください。それぞれのペア (Q1, Q2), (Q3, Q4), (Q5, Q6) は熱結合します。Q5, Q6 には適当な放熱板を取り付けます。

抵抗はすべてデールの無誘導巻です。巻線特有の解像度と透明感に優れた R です。そして、巻線特有の色づけがなく、たいへんに良好な F 特バランスを持っています。R_{c2} と R_{c4} の 8.2 kΩ は NS-5 (@800), 他はすべて NS-2B (@590~750) です。R はたったの 18 本ですから、デールを使うことを強くお勧めします。抵抗を変えても音は変わらないと信じられる方は、どうしてディスクリートと OP アンプで違いがあると信じられるのでしょうか？ なお、デールの方向による音の違いは、私には検知されません。ラジオパート 2F の海神無線にあります。

C は ASC です。これは絶対のお勧めです。ASC とデールのどちらかを削る選択を強要された場合、迷わずデールをあきらめてください。それだけ ASC と他のフィルムの違いは大です。ASC はどちらかに黒か赤の線が入っています。線のある方が外側の極板になっていますので、低インピーダンス側に接続します。逆に接続すると違いが聞こえます。ASC は海神無線、四谷のトライアルエレクトリックにあります。

L は空芯です。山崎氏と 2 人がかりで TDK やアミドンのコアに OFC とか PCOCC の線を巻き付けて比較しましたが、どれもこれもコア材の音が聞こえます。最終的に空芯です。音がクリアです。コアを入れるとどれもこれも「トランスの音」となっています。L は平田電機さんが特注を受けてくれます。

基板上的パスコンは手持ちのニチコ

ンの ADAM を使っていますが、申し訳ありませんが入手不能です。一応、マルコンの NUM をお勧めとします。NUM も ADAM ほどではありませんが、かまぼこの F 特です。が、中音域の充実感で丸印です (ラジオセンターのシーアールにあります)。もっと低域の馬力が欲しい方はブラックゲートでしょうが、独特の出すぎた感じがいまいちです。松下の P も広帯域感は悪くないのですが、低域が崩れます。どれも一長一短です。

リレーはオムロンの G6H (5V) を使用しましたが、他社品でも OK です。サージ吸収用の D₄ はなんでも可です。基板はサンハヤトの ICB93SG, 配線材は石塚峻氏に教えてもらった藤倉の 1.5D-QEV の芯線だけです。いままで使っていた PCOCC や 6N (ロクエヌと発音する。シックスナインとは言わない) よりも良好なバランスとなりますが、たかだか基板の上の数センチです。数メートルのスピーカーケーブル程に音が違うわけではありません。基板と入出力端子間、DAI と IV の間もこの芯線をよって使っています。オヤイデにあります。

余談ですが 8N は最悪です。低域は普通の銅線と変わりませんが、中高域が全部銅の鳴りになってキーンキーンと響きます。私にはとても耐えられる音ではありません。

電源トランスは @¥350 のジャンクです。ちゃんとしたメーカー品では平田電機の 24S300 あたりが適当でしょう。ケースに余裕があれば、もう少し容量がある方が良いでしょう。

整流用 Di は富士電機の ERC84-009。若松通商で @¥370 とトランスよりも高価なのが信じられませんが、音の輪郭がくっきりとし、同時に奥行き感も出てくる Di です。推薦 3 重丸。

チョークは平田電機の 10H100 です。なかなか信頼のできるコイルです。チョーク入力電源は、わずかにコイルの響きがつき F 特的に狭まるよ

うな感じが伴いますが、C のみや RC のフィルタに比べ、静かさが違います。そして、音の余韻が素直に、それでいて豊かになります。

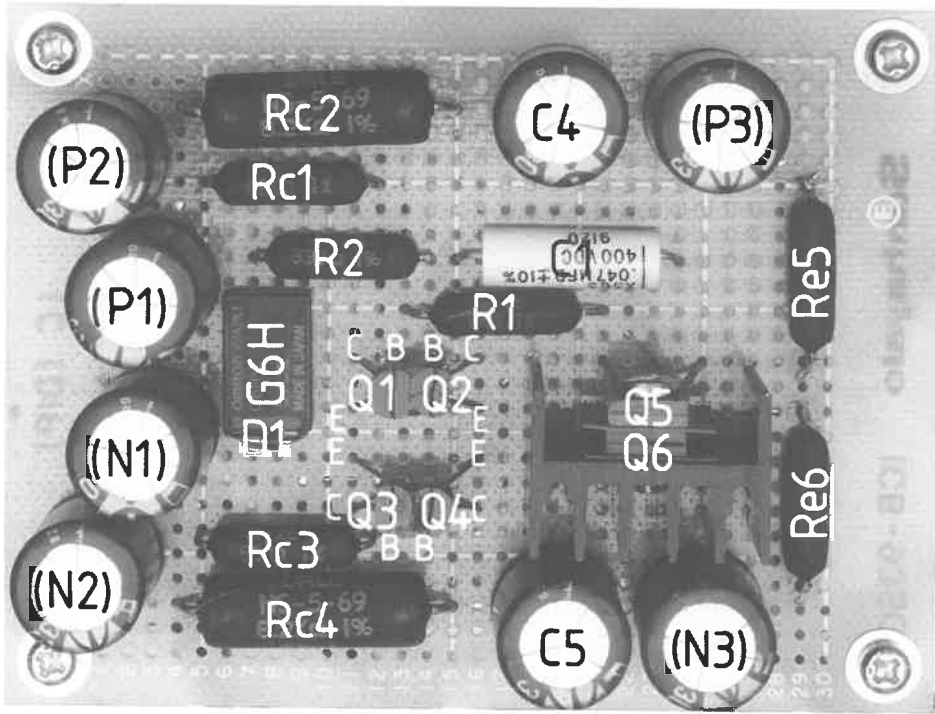
ケミコンはニッケミ SME の 25V 39,000 μ F をお勧めとします。電源の C はアンプの音を制します。ここに悪い物を使うと、基板上のパスコンに幾ら投資しても効果が上がりません。秋葉のニッケミ扱い店ならどこでも取り寄せてもらえます。

電源および電源と基板の間は、何のへんてつもない 1.25 \square の耐熱被服線です。中身はスズメッキ！これまた手元にあった線を片っ端から聞いた結果の選択です。電源トランスからコンセントまでは「吊し」の 2P 付きケーブルで @¥320 です。電源ケーブルによって音が変わることもあります。チョークを使っているためか本機では変わらないようです。

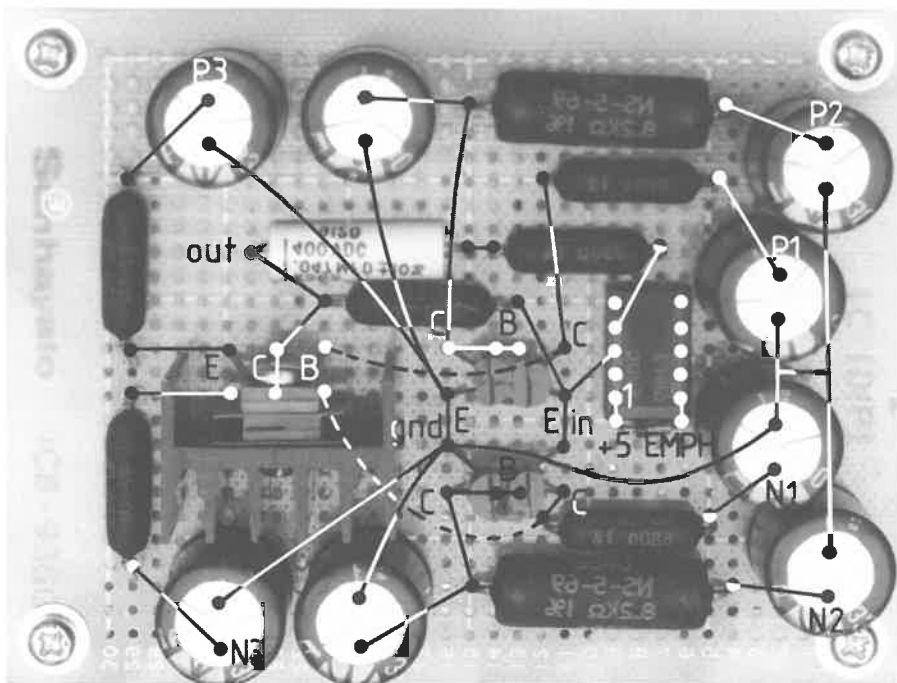
出力のピンコネクタはオーディオクラフト製 (海神無線にあり)、D/A と I/V の間のコネクタはヒロセ製 (ミマツ音響、ヒロセパーツセンターにあり) ですが、好みで決めましょう。

I/V 基板の部品配置を第 15 図に、アナログフィルタ基板を第 16 図に示します。フィルタは左右で 1 枚の基板に乗っています。フィルタはどうでもよいですが、I/V は原則的に第 15 図の配置を踏襲してください。トランス・インピーダンス・アンプは、これまでに 10 枚以上組み立てましたが、発振などのトラブルは 1 枚もありません。これに加え今回の D/A では、オープンループゲインそのものを抑えた設計としていますので、どなたでも確実に動作させられると思います。が、極力、オシロスコープでの動作確認を心がけてください。なお、部品配置を大幅に変えた場合、指定銘柄以外の半導体を用いた場合等はご自分の責任で。

第 17 図にシャーシ内の部品配置を示します。ほとんどトランスとキャパシタが占めています。底板は 300 \times



〈第 15 図 a〉 I/V コンバータ基板 (部品配置図)

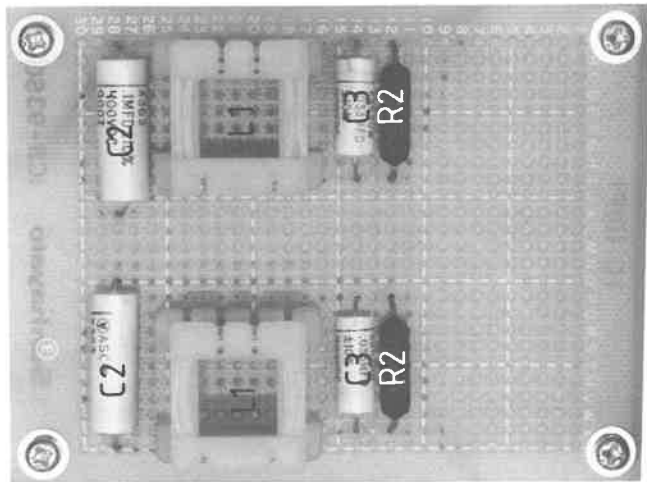


〈第 15 図 b〉 I/V コンバータ基板, 配線図 (ハンダ面より)

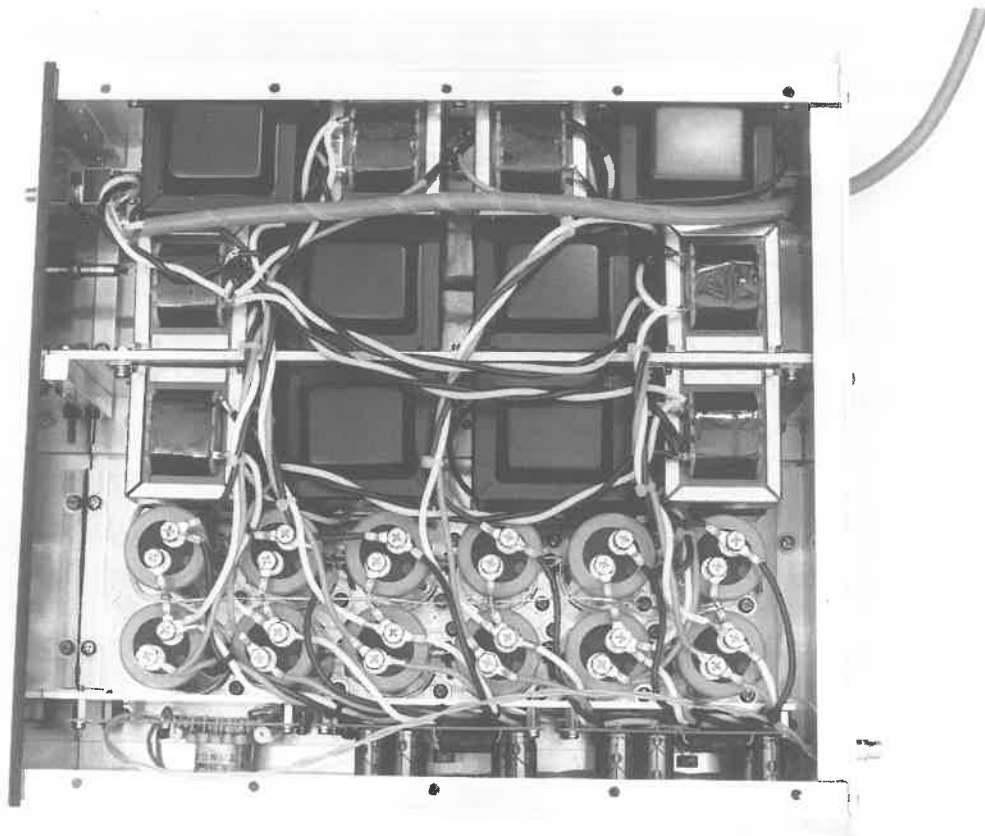
320×5tのアルミ、天板は同じサイズの3t厚、フロントパネルは306×116×5t、両側板と裏板はタカチのAE-119チャンネルを320にカットして使っています。内寸で300×320×105(高さ)以上あればOKです。お好きなケースをお選びください。

調整

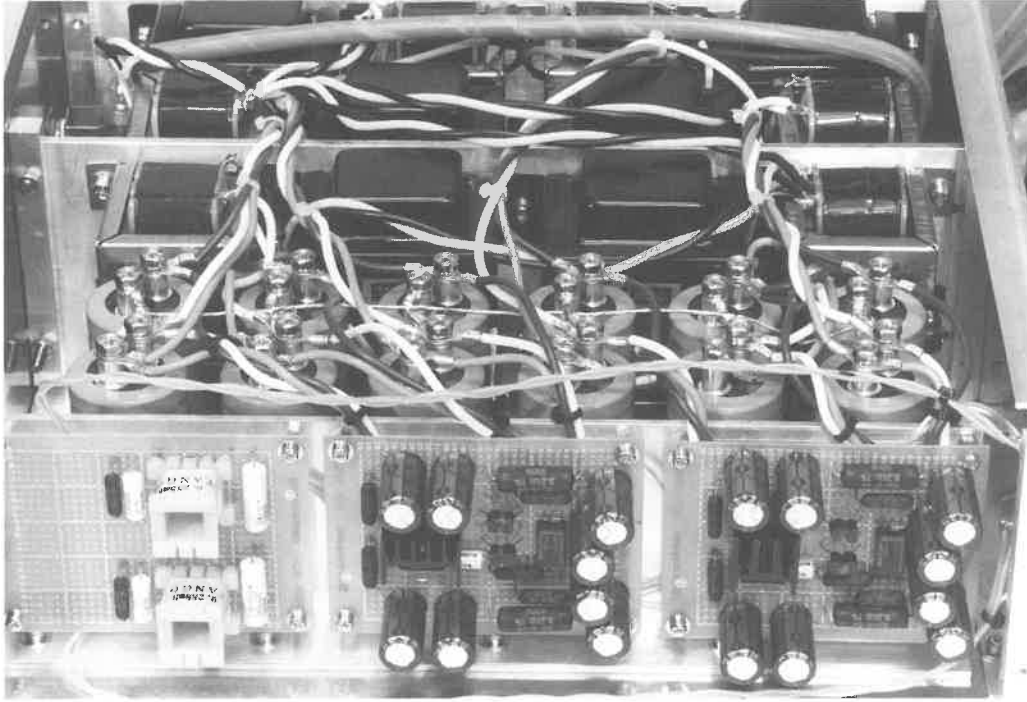
基板を接続しないでそれぞれの電源電圧が、16V程度になっていることを確認します(確認後、100Ω程度でキャパシタを放電させてください)。次に基板を接続し、異常発熱がないこと、電源電圧が13~19Vにあることを確認します。できればオシロスコープでの動作確認もしてください。各段独立電源の場合はP2とP3、N2とN3の



〈第16図〉アナログ・フィルタ基板部品配置図



〈第17図a〉I/V部シャーシ部品配置、上部(左半面)にトランスとチョークが2段重ねに並び、中央部に12個のケミコン、下(右)にI/V、アナログ・フィルタ基板が並ぶ。



〈第17図b〉
右上方よりみたところ、右側板を外すとI/V基板に土電源を接続したままアクセスでき調整が楽である。

電圧差が0.3V以内になるようにブリーダ抵抗を調整します。

出力オフセット電圧は、I/Vの入口に何も接続しない状態で100mV以上もあるようでしたら、P3またはN3にブリーダ抵抗を加えて調整します。各段独立電源でない場合にはRc5、Rc6に数100Ωをパラにして調整

します。面倒であれば、合わせる必要はありません。

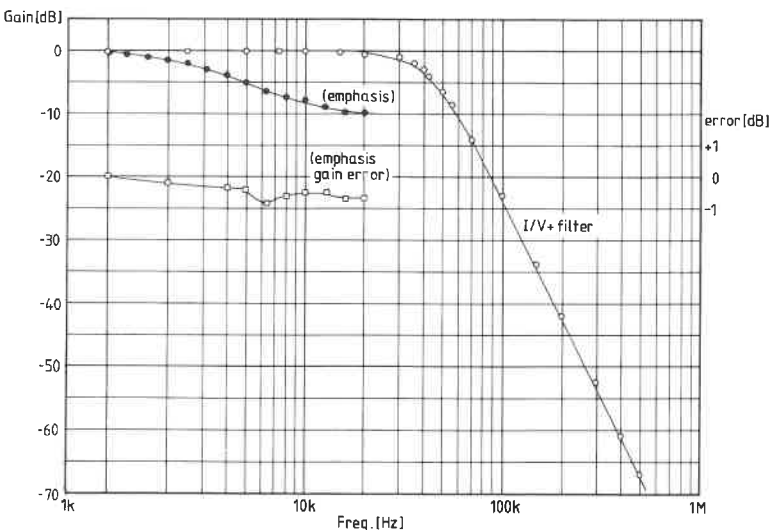
最後にDAI出力をI/V入力に接続し、D/A部のVRを回してオフセット電圧を0に調整します。以上。

特性

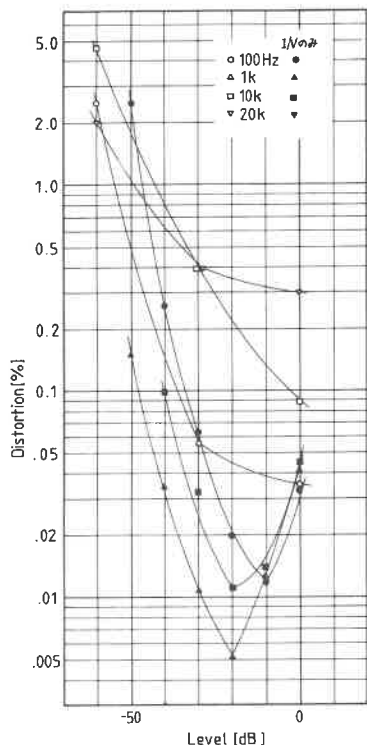
第18図に周波数特性○を示します。最大出力(0.9Vrms)時です。20Hzから20kHzまでフラット、その上はI/Vのみの特性となりますが、-3dB点は39.5kHzで、その上は3次のフィルタ特性を示し、176kHzでの遮断量は-39dBです。●はディ・エンファシス時の特性です。□に偏差を示しますが、最大で0.8dB低め(6.3kHz)です。みみっちくCとRを1本ずつ制限付きで設計しましたので、まあ、良好でしょう。

第19図にひずみ率を示します。白抜きはテストCD使用時です(1kHzは100Hzとほとんど重なるため省略)。1k、10k、20kHzとひずみが増えているのは、EIAJの規定に反し、出口にハイカット・フィルタを用いていないからです。高調波ひずみを測るのにハイカットフィルタを用いるのは、どう考えてもボロ隠しの便法です。

黒印はI/Vに発振器からの出力を



〈第18図〉周波数特性(0dB=0.9Vrms)。20~20kHz±0.1dB、エンファシス偏差-0.8dBmaxである。アナログ・フィルタは176kHzで-39dB。



〈第19図〉ひずみ率特性 (OdB=0.9 Vrms) 白ヌキはテストCDを用いた総合特性 (Δ 1kは100Hzとほとんど同じ)。ただし通常用いられるD/Aアンプを出た後のフィルタは用いていない。黒印はI/V入力に発振器出力を入れた時 (∇ 20kは10kとほとんど同じ)。OdB付近でのひずみ増加はアナログ・フィルタが低インピーダンスのため2段目のA級動作がくずれ始めるためである。直接入力した状態です (20kHzは10kHzとほとんど同じ)。0dB時にむしろひずみが増えていますが、これはLCフィルタのインピーダンスが低く、負荷が重たいためであり、2段目のA1142/C2682のA級動作が崩れ始めるためです。示してありませんが+10dBあたりになりますとスイッチングひずみがオシロスコープの画面にもはっきりと現れ、ひずみはパーセントのオーダーになります。フィルタのインピーダンスを高くすれば数字は良くなるでしょうが、0.05%以下ですら聞かれないと信じましょう。

音

じつにクリアな音です。一音一音がくっきりと、細かなところまではっきりと聞こえます。そのためか全体の雰囲気もクリアに感じられます。音の細部まで、きれいに見透せると言えば言い過ぎでしょうか。微小レベルの再現能力に優れているためか、演奏会場がはっきりと“見えて”きます。初めてCDの持つダイナミックレンジをそのまま再現できたようにも思います。ライブ盤など、聴衆の咳までもはっきりと聞こえるようになってしまいました。

また、人の声、特に女性ヴォーカルの美しさは格別です。U氏の言を借りれば「まるで歌手が若返った」かのようです。ダイナミックレンジが下の方に広がり、余計な付帯音が取り除かれた結果、より生で聞く声に近づいたかのようです。K氏に言わせれば「特上のS席からステージの歌手の横に上がった」ような気分です。

が、細かい音をそのまま再生してくれるために、録音の粗(あら)もまた、実ははっきりとえぐり出します。下手なイコライジングやミキシングはもとより、不自然なマルチマイク、はたまたマスターテープのノイズ(デジタルも)、音飛び(アナログ・マスタ)など、聞こえなくても良い部分までも、実ははっきりと拾い上げてくれます。

ですが、この音ならアナログと対等に渡り合えると思いました。

と、居ても立ってもいられず、LPとの比較に出かけました。相手は最高級カートリッジKにアイエー出版の回転シェル、S社のロングアーム、糸ドライブ重量ターンテーブル、そしてイコライザーは、I/Vコンバータ式のオール・ディスクリット(それにデールとASC!)アンプです。

まずはアンセルメのフランス序曲集。音の広がり、きめの細やかさが違

いますが、レコードが痛んでるとか、マスタが悪いとか文句をつけ判定保留(ちなみにデジタル化されたマスタの方がキズが多い)。

次にキャスリーン・バトルのオンブレマイフ。声の質感、クリアさが全然違いますが、デジタル録音だからCDが良くても仕方がない、と、条件付き。

そして、バーンスタイン/VPOのベートーヴェンの131。

ここに至って言い訳を失いました。まるで違うのです。弦の音が、それまでのCDは、ぎすぎす、かかさした音に悩まされていたのですが、まったく美しいのです。一緒に比較試聴したNさんの言葉を借りれば「まるで弦の裏側まで見える」ようです。LPでは、チェロのパートが始まると突然楽器が現れ、弾き終わると楽器が消滅していたのが、初めからそこに座っていて、弾き終わってもまだそこにいる雰囲気を感じられます。1つ1つの音の綺麗さだけでなく、定位感、奥行き、広がり、すべてにLPにないものが再生されます。

私の判定は10:1でCDです。今まではどうしてもアナログを越えられない部分がいくつも残されていたのですが、ショックではありましたが、CDが上です。

今日からは何の心配もなくCDを買い漁れます。

おわりに

「素晴らしい」と、作った本人が自惚れているD/Aアンプですが、送り出しのプレーヤを選びます。不思議なくらいにプレーヤによって音はコロコロ変わります。もちろん、CD再生ごとの音の変化も聞こえますし、国内盤と輸入盤の違いも聞こえます。残念ながら、削って緑塗りの効果ありです。送り出されるデジタル・データは変わらないはずなのに、相変わらずの違いです。

さて、電気系に関してはデジタルもアナログも、手を出せる範囲は出しくしました。細部の詰めはまだまだあるように思いますが、大きな改善箇所は、もはや残されてはいないでしょう。デジタルオーディオインターフェースには、元々大きな問題はあります。デジタルフィルタはDSPを買い込んで自作の準備はしましたが、試みたところでそれほど良くならないような気がします。D/Aは完成度の高いパーツであり精度の点から自作は困難と考えますし、1ビットでは原理的に音に結びつく利点はあります。I/Vは満

足です。と、今日のところは言っておきます。アナログフィルタに至ってはLとCだけ、どうしようもない単純基本的な構成です。まあ、ASC以上のCを見つけたら交換はするでしょうが、

今回でD/Aアンプはおしまいです。あとは、なんとかメカに手を出したいところです。

〔参考文献〕

1) Analog Devices, AD 844, AD 846
データ・シート

◇部品の入手について◇

入手の困難なLSIがあり、読者各位にご迷惑をおかけしています。Philips

社のSAA 7220 P/B, TDA 1541 Aにつきましては、筆者より実費でお分けいたします。ご入用の方は、62円切手を貼り、住所氏名を明記した封筒を同封の上、

〒101 東京都千代田区神田淡路町2-1

倉持ビル5F

(株)アイエー出版気付

別府俊幸 宛

までご連絡ください。また、DAIボードにつきましては、3月号第7図のCS 8412が共立電子工業(06-644-4446)で扱っています。

Staatskapelle IV 詳聴記/山崎邦彦

「鼓膜に鳥肌の立つアリティ！」

別府式D/Aアンプの凄さは、まず腰にくる重量です(笑)。しかしそれが音の良さにつながっていることは、いうまでもありません。

最初に出てきた音が、ずっと鼓膜に吸い込まれたのは驚きでした。私が作ったD/Aアンプでも、どこか耳障りな部分が残っているのですが、別府氏のD/Aアンプにはそれがありません。濾紙で濾してもなにも残らないほど、すべての音がピュアで澄んでいます。楽器の数が増えても混濁はせずに1音1音を良く分離するのは、多トランスのおかげでしょう。微小レベルの再現性の高さも特筆すべきことです。こうなると私もなけなしのおカネをほたいて、トランスを買い込まなければなりません。うゑ〜ん、困った！

普通のD/Aではヘッドフォンで聞いたときに新たな音を発見するものですが、別府氏のD/Aアンプの場合はスピーカでもヘッドフォンと同じだけの音が聞こえてきます。すなわち、盤の底までさらいつくしているのです。これほどまでに解像力が高まると、録音のアラまでさらけ出してしまおうのが、困りものといえは困りものです。とくに最近のポップスはミキシング・

コンソールがOPアンプになったうえに、デジタル処理のエフェクタがいくつもプラ下がついているので、音がチャラチャラと上滑りしてうまく溶け込みません。せつかくD/AアンプからOPアンプをひっこ抜いたのに、もとの木阿弥です。加えてデジタル・エフェクタでこしらえた音場が、メチャクチャです。

たとえば、EL & Pでは、1972年の「トリロジー」のエコーは部屋じゅうにフワリと広がるのに、1992年の「ブラック・ムーン」のデジタル・エコーは不自然にある位置に鎮座します。雰囲気は台なしです。アイドルものはさらに悲惨で、電子楽器の打ち込みによって作られた演奏とボーカルがまったくの別ものとして、無秩序に空間に放り出されます。隣の部屋のカラオケで歌っているような、とんでもない定位と距離感・上下感です。

このように、CD自体の音は年々悪くなるばかりです。あの伝説ともなったパワーステーションのエレベータ・ルームに響く、奈落の底に落とされるような恐怖感を与えるエコーは、デジタル・エフェクタでは実現できません。あるいは、初期のビートルズの真空管式4トラック・テレコの音のほう

現実を、ミュージシャンやエンジニアはどうとらえているのでしょうか。「でも連中は難聴になってるからダメだよ〜」とはさる業界人のご意見でございます！

そう、これからは難聴になったが勝ち！ MDでもDCCでも受け入れれば楽しめるソフトが増えて、幸福な老後を過ごせそうです。

脱線しましたが、同じデジタルフィルタとDACであっても、かくも差が生じるものなのですね。ものを作る力とは押さえ込む力でもあるわけで、ジャジャ馬のTDA 1541Aが馬場馬術に出場するまでに調教されました。TDA 1541Aはアイドルをヘッドフォンで聞いたときに耳を舐められるような錯覚を覚える唯一のDACですが、別府氏のD/Aアンプでは乙女の恥じらいをもってチロリと舌が出てきます。杉本彩、森高千里、三浦里恵子、中島美智代、高岡早紀、国府弘子？、バーシア、ペブルス……声のかすれが取れて、デビュー当時の初々しさになるのが魅力です。聞き較べると、私のD/Aアンプではアバズレのように品がないっ！ 早くなんとかしなくちゃ。

あらためて、別府氏の耳の確かさと、ビジョンを実現する技術力に感服しました。