

電子ボリューム EVR-3 Type II を使った フラット・アンプの製作

● ついにアナログ式 ATT のクォリティを超えた!

■ 別府 俊幸 ■



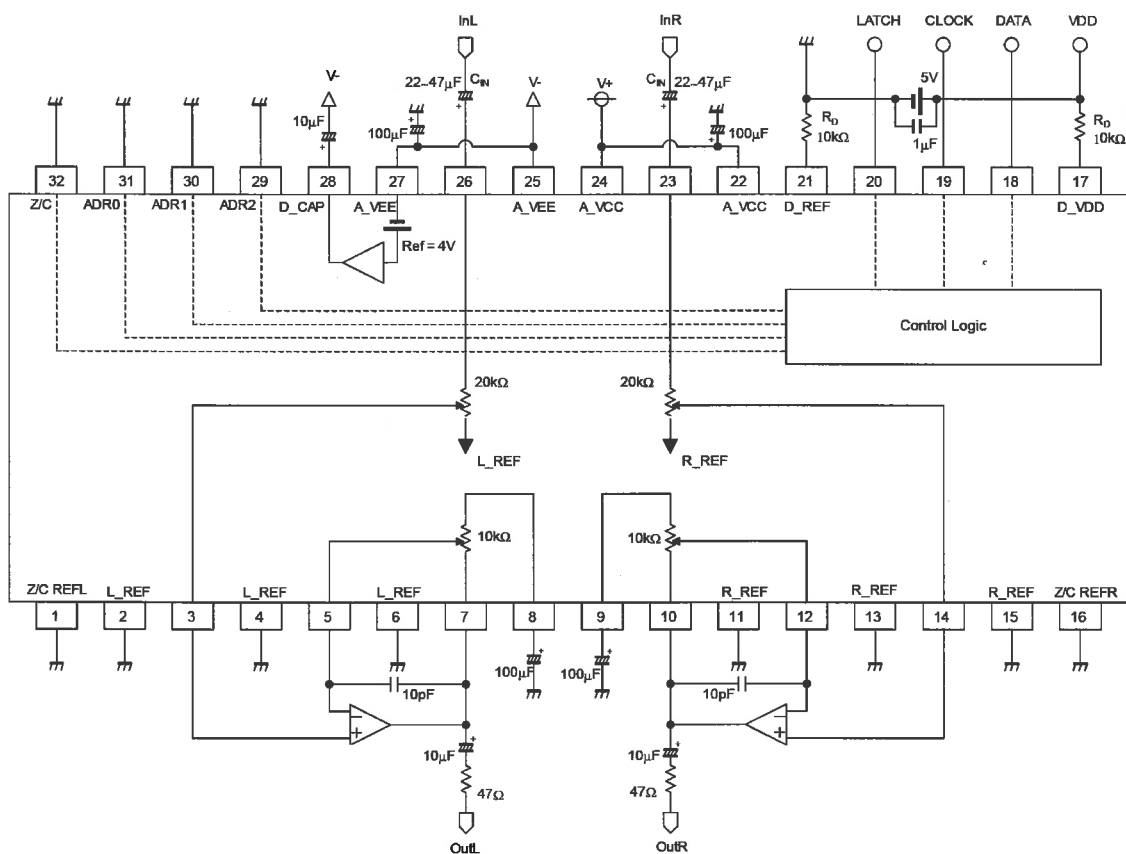
エイ・デール社 NS-2B 無誘導巻線抵抗を用いたアッテネータと比較しても、ややにぎやかな感じはあるものの、極めて近いクォリティです。

このたびその EVR-3 を type II にバージョンアップしました。使いやすさだけでなく、音のクォリティもアップしました。左右バランスの調整にも対応したディスプレイ・ユニット EVR-DISP1 type II とともにご紹介します。

AEDIO EVR-3 は、設計者としてのうぬぼれが多分に入っていますが、ざらつき感の少ないくっきりとした音です。音質のクリアさ、とくに音像の明確さでは、抵抗体を接点

が摺動する機械式ボリュームの比ではありません。A 社や T 社の最高級ボリュームと比較しましたが、優越感に浸っていただけます。目標であった S 社ロータリ・スイッチにビシ

〈第1図〉MUSES72320 電子ボリューム IC のブロック・ダイアグラム

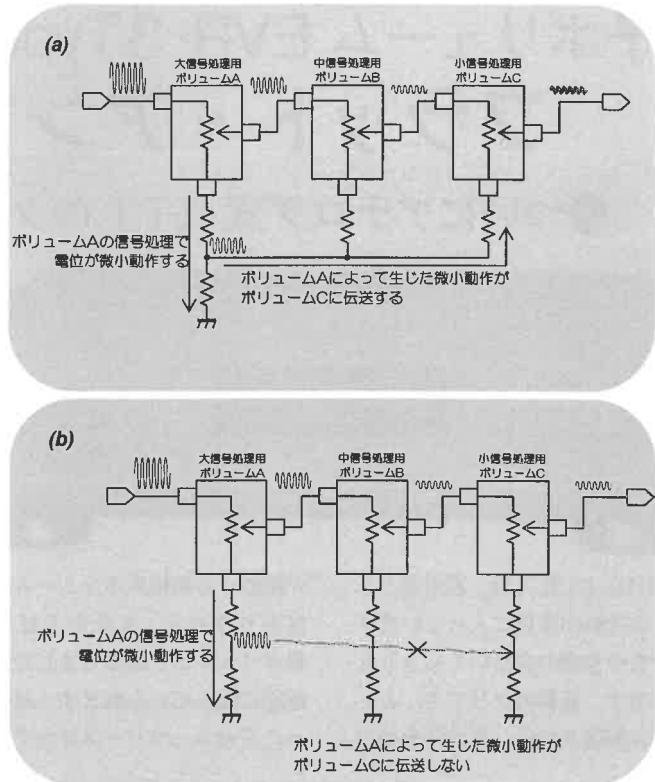
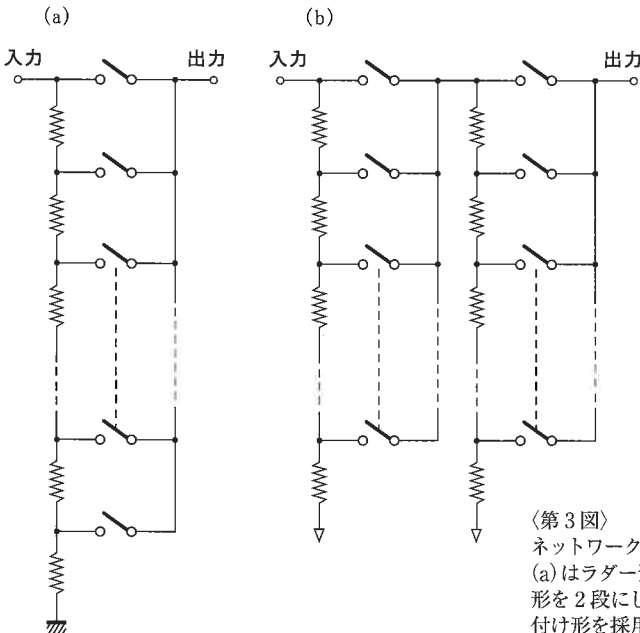


MUSES 72320 と EVR-3 の特徴

EVR-3は、新日本無線 MUSES 72320を採用した電子ボリュームです。MUSES72320は外付けオペアンプやコントロールのためにマイコンが必要など、使うのが面倒なうえに、ちょっとした機械式ボリュームが買えてしまうほど高価なICです。では、なぜそんな厄介なICを採用したのか。音がよいから、といったらダメでしょうか。

第1図は、MUSES 72320 データシート¹⁾に示されるブロック図です。入力InLとInRには簡単に20kΩのボリュームが描かれていますが、じつはここにMUSES72320の音を秘密があります。

ICのパターン上に作られる抵抗は、いうまでもなく半導体です。基本的にはFETのチャネルであり、どうしても電圧/電流特性に非直線性が生じます。つまり、抵抗には電圧依存性があります。また、レベルはMOS-FETスイッチが切り替えます。FETのスイッチにはオン抵抗



〈第2図〉3段階構成によるネットワーク。(a)はふつう(b)は独立したグラウンド構成

抗があります。そしてオン抵抗もまた非直線性を持ちます。電子ボリュームはどれもこれも詰まったようなシャリシャリした音になりますが、それはこの非直線性によるものと想

像しています(試したことはないのですが、想像ははずれているかも)。

非直線性の影響を最小限に抑えるためMUSES 72320では、3段階のネットワーク構成が採用されています(第2図)。ひずみ特性に優れたラダー・ネットワーク(第3図(a))を2段に接続して減衰量を確保し、3段階目の微調整にはリニアリティに優れた重み付けネットワーク(第3図(b))を用いています。これによって非直線性とオン抵抗の問題を回避しています。

さらには、MUSESの設計思想である徹底したグラウンド分離がなされています。3段階のネットワーク構成としても、通常のICでは1本のグラウンド端子が引き出されるでしょう(第2図(a))。これでは大きな減衰量を扱うために相対的に大きくなる初段のグラウンド電流が、小レベルを扱う3段に影響します。各

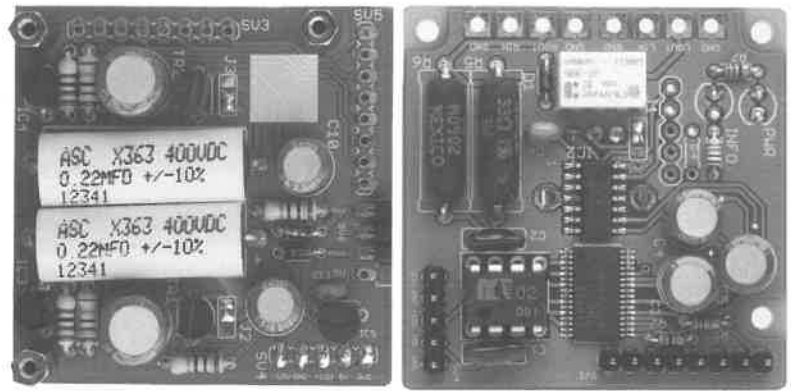
段の合成グラウンド電流の通るシリコン・チップとフレーム・リードを接続するボンディング・ワイヤの抵抗は、プリント・パターンとは比較にならない大きな値です。

そこでMUSES 72320では、チャネルあたり3本ものグラウンド端子を装備(第2図(b))し、グラウンド電流によるネットワーク各段の干渉を低減しています。

もちろん、MUSES 72320がMUSES オペアンプの外部使用を前提に設計されていることも同じ思想からです。オペアンプ出力段の電流変動は、グラウンド端子に流入(出)する電流をも変化させます。

オペアンプにはグラウンド端子はないから変動することなどない、と短絡しては事を誤ります。マイナス電源電流が変化すれば、サブストレートにつながるボンディング・ワイヤでの電圧降下量も変わります。つまりは、ICの基底となる電位が変わります。この影響は、ネットワークのグラウンド電流変化の比ではありません。オペアンプを別のパッケージとすれば、この電流変動の影響をなくせます。

EVR-3は、MUSES 72320のクオリティを損なうことなく、機械式



《写真A》バージョンアップしたEVR-3。左は電源、右はネットワーク基板

ボリュームの使いやすさを実現するために開発されました。MUSES 72320のコントロールには、ロジック信号を要します。そこでEVR-3ではマイクロチップ社PIC16F1823を用いて、ロータリ・エンコーダ操作によるレベル・コントロールを実現しました(写真A)。

ところで、PICもクロックで動作するマイコンです。近接配置すれば、デジタル・ノイズによる音質劣化が懸念されます。このためPICの動作はロータリ・エンコーダ操作時のみに限定し、操作より約1秒でスリープ状態としてクロックを停止させてデジタル・ノイズの発生を抑えます。

電源には、定電圧回路を用いないほうがオペアンプにとっては音質的

に有利です。ところが、オペアンプの電流変化は電源を介してMUSES 72320に干渉します。そこで写真Aでおわかりのようにレギュレータを内蔵しました。基準電圧にシャント・レギュレータNJM1431を用いたトランジスタ1石レギュレータです。

細かい話ですが、このレギュレータのトランジスタによっても音は変わります。TO-92パッケージながら800 mAも流せる東芝2SA950/2SC2120は、アンプに用いてもクッキリとした力強い音を聴かせてくれますが、電源でも同じ傾向となります。これに比べるとTL431は、4社ほど試しましたが、それほど音は変わりません。

オペアンプとMUSES 72320のパスコンはASCです。これは効きます。レギュレータの前と基準電圧に並列のOS-CON SPも効いています。

EVR-3には、±の2電源で動作させられるよう、デジタル電源もオンボードで用意しました。こちらは音への影響はほとんどありませんので3端子レギュレータです。

バージョンアップした EVR-3 type II

EVR-3は、より使いやすくするよう写真BのEVR-3 type IIにバージョンアップしました。まず、



《写真B》
Type IIにバージョンアップしたEVR-3電子ボリューム部

レベル・コントロールです。

まず、ワン・クリック／ $\pm 2\text{dB}$ ステップから、より細かく調整できる $\pm 1\text{dB}$ ステップとしました。ステップ・アッテネータを使っていたころには、ショック・ノイズを避けるため、パワー・オン前に毎回 $-\infty$ に絞っていました。そのため、つまみを回して $-\infty$ から常用レベルに上げる操作を考えていました。

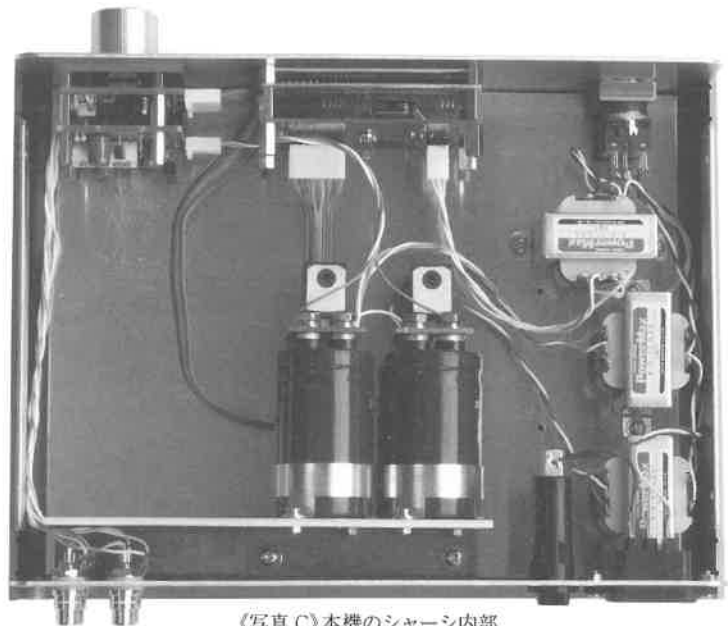
その一方で、EVR-3ではパワー・オン時から約 300msec 後に音が出るようにプログラムしていました。つまり、使うたびに $-\infty$ から使用レベルまで上げる必要はありません。そうすると、いつの間にかレベルを絞ってからパワー・オフする習慣もなくなっていました。そうこうしているうちに、より細かく調整したくなりました。

また、type IIは単体でフラット・アンプとして使用できるよう、音量調節範囲を $-60\text{dB} \sim +26\text{dB}$ へと拡大しました。電子ボリュームで増幅できるようになると、ボリュームとしての出番がなくなります。なぜなら、電子ボリューム単体でアンプができるからです。これを“電子ボリュームのパラドクス”といいます。

EVR-3では“電子ボリュームのパラドクス”を避けるためにゲインを $+8\text{dB}$ までとしていましたが、せっかく MUSES オペアンプを使っているのですから、ゲインを利用しない手はありません。

アンプ内部(写真C)を見ておわかりいただけるように、フラット・アンプなのに電源のほかには電子ボリュームしか入っていません。どうやら EVR-3 type IIは、このパラドクスに陥ってしまったようです。

さらに左右のバランス調整も加えました。機械式ボリュームでレベルと左右バランス調整を設けるには、



《写真C》本機のシャーシ内部



《写真D》ディスプレイは、レベルとバランスの両方を表示

Aカーブのボリュームに加えMNカーブのボリュームと、2組の接点を通過させることになります。この音質劣化を嫌って左右バランス調整のないアンプを作っていました。

が、考えてみればMUSES 72320は、もともと左右のチャンネルを別々に設定できます。そこで -40dB まで左右バランスを動かせるようにしました。MNカーブと同じく、センターで左右の減衰量が -0dB となり、左に寄せると(回せば)右チャンネルを減衰させ、右に寄せると左チャンネルを減衰させます。

ところで減衰量を“正しく”，たとえば「L: -3dB R: -0dB 」のように表示させると、バランスを真ん中に戻そうとリモコンの“R”を押したときにL側の数値が小さくなります。そして「L: -0dB R: -0dB 」

となつてからリモコンの“L”を押せば、R側の数値が小さくなります。これは、頭でわかっていても混乱します。

慣れるかと思って2日ほど練習していましたが、無理と諦めました。ですので、“L”を押せば「L: $+5\text{dB}$ 」のように、左右の相対差を表示するようにしました(写真D)。

さて、電源ですがtype IIでは、オペアンプ回路で一般的に使用される $\pm 12\text{V}$ でも動作可能のように使用範囲を $\pm 11.5\text{V}$ (最低値) $\sim \pm 24\text{V}$ (最高値)と拡大しました。

なお電源は、第4図(a)のようにレギュレータ出力から電源供給しても動作します。が、ぜひ(b)のレギュレータ前からの電源供給として、音の違いを比べてください。「アンプの音の半分は電源が決める」といわ

れますが、まったくそのとおりです。

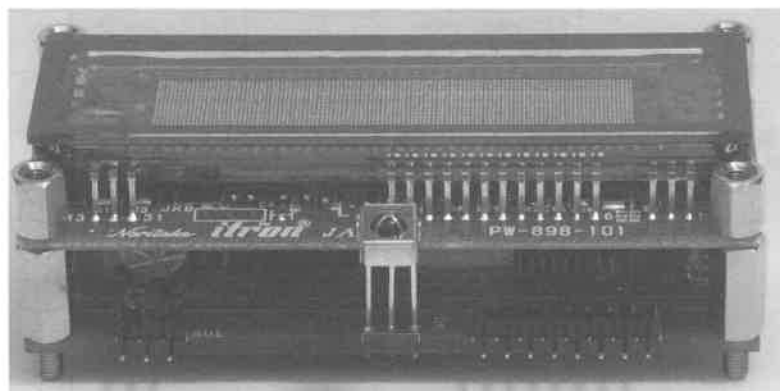
そして type II は、音質面でも大きくヴァージョンアップしました。

まず、プリント基板を標準的な 1.6mm から 2.0mm 厚にアップです。わずかの厚みの違いですが、これが効きました。音の派手さが抑えられます。音像の明確さがアップします。

そしてパネル固定用のスペーサの変更です。これは想定以上に効きました。本音を明かせばスペーサは、音のためではなく、EVR のパネルへの取り付けが華奢な M9 ナットのみであったために生じていたぐらつき感をなくすために作りましたが、基板への制振効果が半端ではありません。パネルに取り付けるまでもなく、ざわついた感じがぐっと抑制され、ハーモニーがより美しく聴こえます。機械式ボリュームがツマミによって音が変わることは常識と思いますが、電子ボリュームだからと甘く見ていたようです。

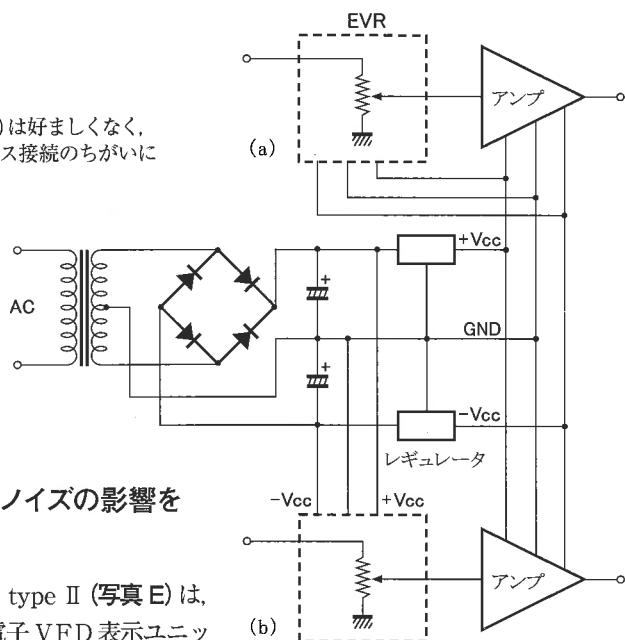
スペーサはコスト度外視で真鍮 3mm 厚としました。パネルには 3本の M3 皿ネジで固定しますので、ぐらつき感もなくなります。パネル側にはΦ3の穴が3つ増えますが、それだけの価値はあります。

EVR-DISP1 type II



《写真 E》リモコン・ユニットつきとした本機のディスプレイ・ユニット

〈第 4 図〉
電源の接続法。(a)は好ましくなく、
(b)が推奨。アース接続のちがいに
注意



デジタル・ノイズの影響を 最小限に

EVR-DISP1 type II (写真 E) は、ノリタケ伊勢電子 VFD 表示ユニットを搭載したディスプレイ+リモコン・ユニットです。マルツ電子 LV1-REMOCON と組み合わせるとリモコン操作を可能とします。そして type II では、レベルに加えて左右のバランス調整も可能としました。

EVR-DISP1 type II も音を最優先に設計しました。ディスプレイ・ユニットも PIC マイコン (PIC16F1827) を用いてコントロールしていますので、デジタル・ノイズによる音質劣化が考えられました。そこで操作から 2 秒間だけレベルを表示したのち、マイコンをスリープさせてクロックを停止するようプログラムし

ました。リモコン信号を受信したときには、割り込みによって PIC を復帰させます。じつのところは EVR とそれほど接近していないので、聴感上の劣化はなかったのですが。

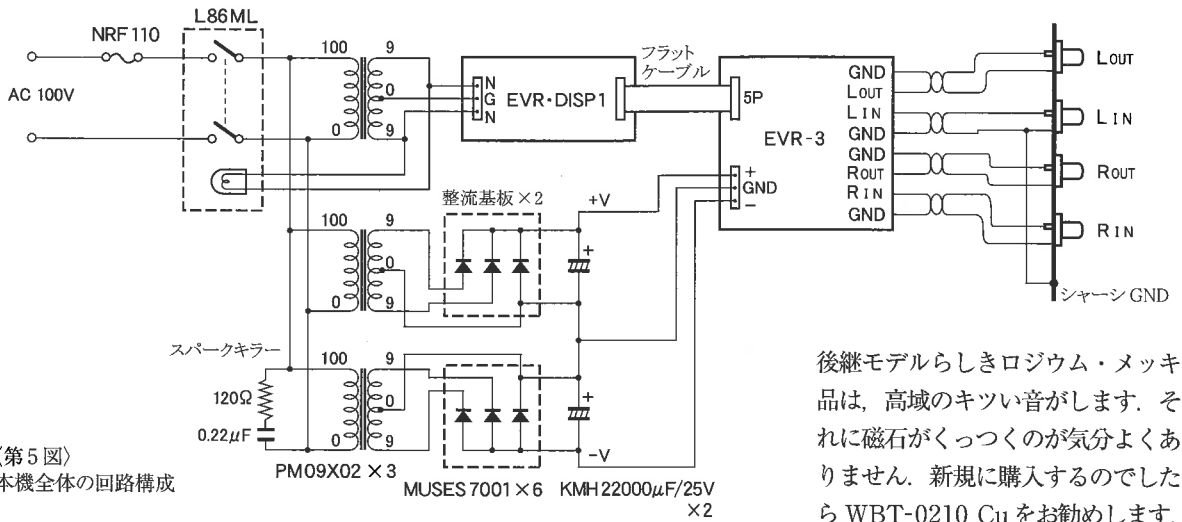
やはりリモコンはありがたいです。ディスプレイ・ユニットと組み合わせるからは、ロータリ・エンコーダを回すことはほとんどなくなりました。

フラット・アンプ—— 電源は±を別にすること

フラット・アンプは、タカチ電機工業 UC26-7-20DD ケースに組み込みました。ケースとシャーシの加工およびフロント・パネルの文字入れは、タカチ電機工業のカスタム加工サービスを利用しました。

回路接続を第 5 図に、使用部品を第 1 表に示します。

電源トランスにはノグチトランス PM-09X02 を±独立で使用し、それぞれ MUSES 7001 ダイオードを用いてセンター・タップ整流します。type II では使用電圧範囲を拡大しましたので、電源トランスをサイズ



〈第5図〉
本機全体の回路構成

ダウンできました。もちろん音質はダウンしていません。

電源トランスは大きい方がよいとの俗説がありますが、まったくの迷信です。大きくても音の悪いトランスはいっぱいあります。大きさなどよりも、音のためには、±独立トランスは必須です。どのようなアンプ回路であっても、+電源と-電源の電流波形は異なります。このアンプの電源電流は、電源トランスにも流れ、+と-の成分が磁気となってコアの中で干渉します。非直線性の大きなコアの中での干渉ですので、悪影響も大きいと考えますが、ほんとうのところはわかりません。いずれにしても、トランスを+と-に分けることにより、音源の明確さと音場の広さ、そして定位感がアップします。

ブロック・ケミコンは、日本ケミコン KMH 25V 22000µF を使用しました。ここは一回り小さな 25V / 15000µF でも音の違いは感じません。小さいほうがよいでしょう。立てるとケースに入りませんので、Lアングルを使用して、横向きに固定しています。

ブロック・ケミコンの端子に直接ネジ留めできる整流基板を作りました

た(写真F)。それぞれの基板でセンター・タップ整流します。この基板は、接続を変えればブリッジ整流にも使用できます。ケミコン端子間の MUSES 7001 も同時に取り付けられるようにしてあります。この整流基板によって配線がグッと楽になります。圧着端子も不要となりました。

ということで、ケースの穴開けはしない、レタリングの文字入れも頼んでしまう、さらには配線も楽をする、と自堕落な自作派に落ちぶれています。

入力端子には手持ちであったスーパートロンを使用しましたが、残念なことに製造中止品です。W通商の

〈第1表〉
ディスプレイつきフラット・アンプの部品一覧

品目	メーカー	型式	個数
ケース	タカチ電機	UC26-7-20DD	1
シャーシ		AL 3t 238×184	1
ケミコン取付アングル		AL 3t 57×20 L=158	1
つまみ	LEX	MF-25	1
RCAジャック			2ペア
ACインレット			1
電源スイッチ	IDEC	LB6ML-A1T64PW	1
インサートキット・プレーカ	IDEC	NRF110-2A	1
ノイズキラー用R		1/4W 120Ω	1
ノイズキラー用C		200V 0.22µF	1
電源トランス	ノグチトランス	PM-09X02	3
ケミコン	日本ケミコン	KMH 25V 22000µF	2
整流基板	AEDIO	ブロック・ケミコン用	2
ダイオード	JRC	MUSES 7001	6
ディスプレイ・ユニット	AEDIO	EVR-DISP1 type II	1
電子ボリューム	AEDIO	EVR-3 type II	1

後継モデルらしきロジウム・メッキ品は、高域のキツイ音がします。それに磁石がくっつくのが気分よくありません。新規に購入するのでしたら WBT-0210 Cu をお勧めします。高価ですが、しっかりと安定した音を聴かせてくれるジャックです。

WBTの外形を真似たジャックがありますが、音はまったく真似できていません。外形を真似るよりも音を真似てほしいものです。

ケース内の配線には協和ハーモネット UL3265-24 (AWG 24) を用いています。嫌な音のしないケーブルです。アンプのケース内配線には、まちがっても同軸ケーブルを使用してはいけません。どんなに悪影響の少ない同軸ケーブルであっても、線間容量と配線のリアクタンスによって、キラキラしたピーキーさが音につきまといまふ。それよりもビニー



《写真F》ケミコンに取付けた整流部基板線が良好です。

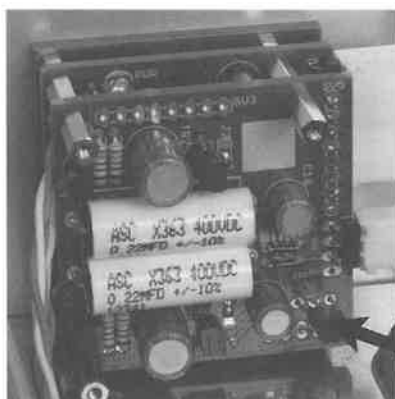
電源スイッチは IDEC, LB6ML-A1T

64PW です。ホワイト LED 内蔵の照光スイッチです。LED は 24V 用ですが、18V で光らせています。それでも明るすぎる感じです。

サーキット・プロテクタは IDEC, NRF110-2A です。ヒューズよりはサーキット・プロテクタのほうが音がクッキリと太身になります。NRF110 は 2A でも 1A でも音は変わりません。

電源スイッチ・オン/オフ時のノイズ・キラーには、0.22 μ F と 120 Ω を直列に使用しました。偽 ASC と金属皮膜抵抗が使われていますが、ここは音に関係しないので、銘柄指定はしません。

EVR-DISP1 type II には PM-09



《写真G》アナログ回路とデジタル回路の電源を分離する

X02 を接続すれば動作します。ここで EVR-DISP1 type II と接続時には EVR-3 type II の 3 端子レギュレータを切り取ります (写真 G)。これによって EVR-3 上のデジタル電源は、DISP1 から供給されるようになります。デジタル系とアナログ系を電源トランスから分離できますので、わずかですが、音のクリアさを向上させます。

フラット・アンプの組み立て

電源トランスの 1 次側も向きが揃うように配線します。わずかな差ですが、シャーシと AC 電源の GND (地面) との結合が変わりますので、シャーシ電位が変わり、音も変わります。AC コンセントの向きを変えたときの音の違いです。まあ、音はすべてわずかなことの積み重ねですね。

EVR-DISP1 は、セメダインスーパー X2 を用いてパネルに接着しました。スぺーサとパネルの接着面を無水アルコールで拭いてから接着剤を塗り、貼り付けて適当な重しを載せて半日くらい放置します。VFD のディスプレイ面に接着剤が付くと取れませんが、付かないよう養生して作業してください。

シャーシは 3mm 厚のアルミ板ですが、ケースといっしょに作ってもらいました。同じ大きさにカットし

た 3mm 厚のソルボセインを底板に敷き、その上に載せています。接着剤は使いません。ソルボセインの粘着性で、逆さまにしてもはずれません。シャーシを弾いたときの音がダンプされて気分的にはよいのですが、再生音が変わったような気はしません。

もともと、EVR が固定されているのはペラペラのフロント・パネルです。そのパネルには、シャーシで押さえられたソルボセインが押しつけられ、パネルを触ったときのペラペラ感が低減されます。これは気分がよるしい。

シャーシ GND は、どちらかの入力端子の GND から線を引き出して、上下のカバーを固定するサイド金具とケミコンを取り付けている L アンクルに接続します。シャーシとカバーはソルボセインが間に入るので、絶縁状態です。

音はよりくっきりと

回路的には同じなのですが、基板とスぺーサによる防振によって type II は、EVR-3 の弱点であったにぎやかさを押さえ、よりクッキリとした解像度の高い音を聴かせてくれます。わが家ではバランス・タイプ EVR-3B を並列にして使っていたのですが、それよりも type II がよりクリアに聴こえます。デール NS-2B で作ったアッテネータのクオリティをついに超えた気がします。

× ×

EVR-3, DISP1 ユーザのかたで type II へのプログラム変更のご希望がありましたら、AEDIO までお気軽にお問い合わせください。

【参考文献】

- 1) MUSES 72320 データ・シート, 新日本無線



カットする

カット後