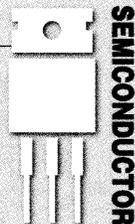


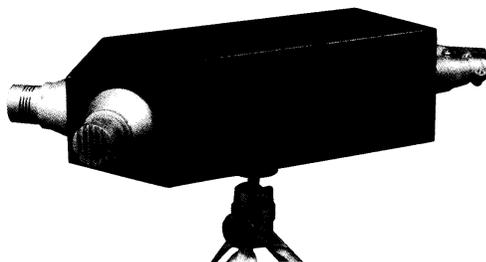
スイッチング電源で昇圧した±120Vを供給し、高出力を実現

高耐入力 6111WAハイブリッドマイクアンプ

柴田由喜雄 SHIBATA Yukio



2001年7月号掲載のハイブリッドマイクアンプは、ショップスのマイクカプセルの出力電圧が予想以上に高く、出力のクリッピングに不安がつかまとうものであった。本機は、初段真空管にサブミニチュア管6111WAを使用し、内蔵リチウムバッテリーをスイッチング電源8個で±120Vに高めて電源を供給し、クリッピング出力は80Vを得ることができた。マイクアンプカバーは硬い木製とし、内面には鉛薄板を貼り付けてダンピング処理。大井川鉄道のSL収録では、風ノイズの少ない良好な結果を得られた。



はじめに

本誌2001年7月号で、初段にMT管E288CCを用い、マイクアンプ入力抵抗を1GΩとして、可能な限り低周波数まで増幅しようとするハイブリッドマイクアンプ(写真1、以下、従来マイクアンプと呼ぶ)を製作した。

図1に、その回路(従来回路例)を示す。初段真空管E288CCのプレート電流を2SA872Aで構成されるカレントミラー回路で反転し、終段のコンプリメンタリートランジスター2SC1775A/

2SA872Aを駆動するものであり、その基本性能は実質的にFET入力のマイクアンプに迫るものであった。

しかし、使用したショップスのマイクカプセルMK-41(超単一指向性)の出力電圧は予想以上に高く、実測2~3V程度にも達する。前記、従来マイクアンプはゲインが37dB(71倍)、クリッピング出力が18Vであり、許容入力18V/71倍=0.54Vでは十分でなかった。

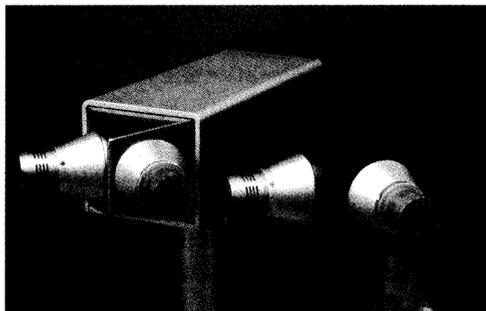
通常は問題ないものの、過大な音圧には常に不安がつかまとうも

のであった。その意味で、従来マイクアンプにはショップスのマイクカプセルの実力を十分に引き出すために改良の余地があった。

従来マイクアンプは、その電源にニッカドバッテリー(1.2V×5=6V)と、電池006P(9V×8=72V)を用いた構成であったので、おのずと電源電圧に制約が生じ、アンプ部電源電圧は0~60V(安定化電源)としていた。出力クリップを避けるためには、ひたすら電池006Pの直列数を増やして電源電圧を上げればよいのではあるが、電池の頻繁な交換が不経済なものになってしまう。

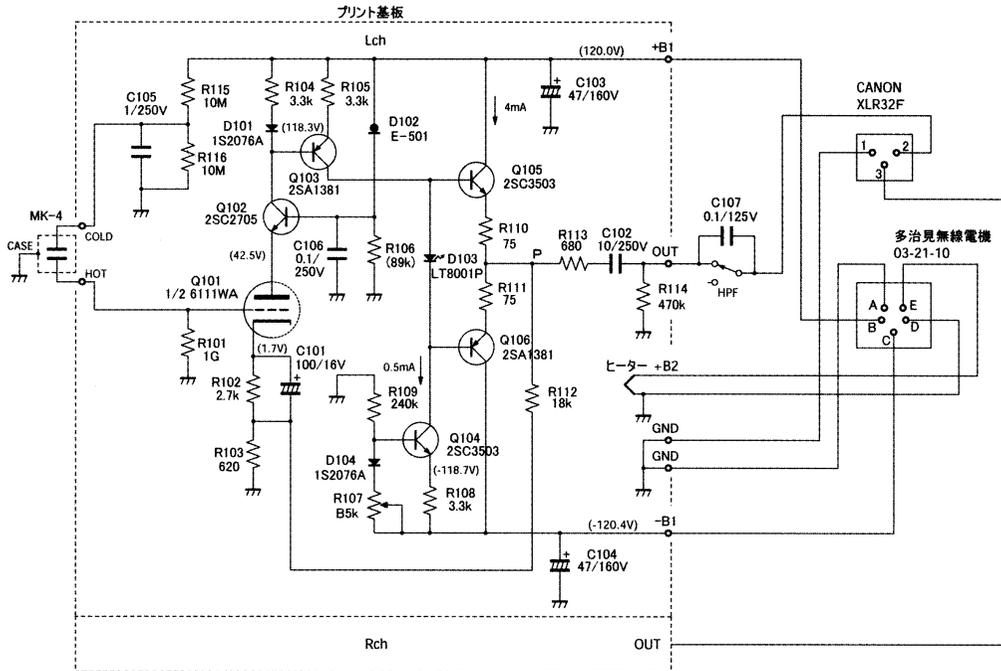
本機は、基本回路構成は従来マイクアンプ回路を踏襲しつつ、リチウムイオンバッテリーとスイッチング電源による昇圧によって、電源電圧を4倍相当の±120Vとし、高耐圧トランジスターを採用することで、クリッピング出力を80Vに引き上げたものである。

ゲインを30dB(30倍)に下げたことともあいまって、ショップ



[写真1] 左側は本誌2001年7月号掲載の従来マイクアンプで、マイクカプセルはショップスのMK-41。右側が本機で、マイクカプセルはMK-44を使用

高耐入力6111WAハイブリッドマイクアンプ



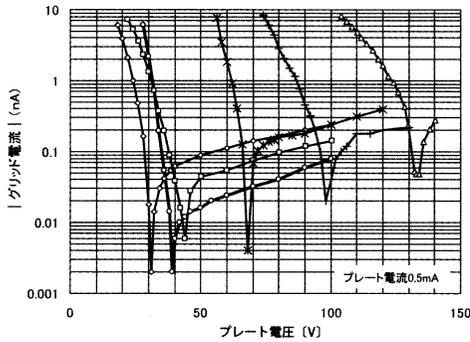
【図2】 本機ハイブリッドマイクアンプの回路

6111が最も許容プレート電圧範囲が広い、グリッド電流極小点のプレート電圧は概して高 g_m の真空管が低く、グリッド電流も小さい。同程度のプレート電流では、

高 μ の真空管はグリッド電流極小点のプレート電圧が高く、グリッド電流も大きい傾向にある。

グリッド電流は、プレート電流の値によっても大きく変わる。図

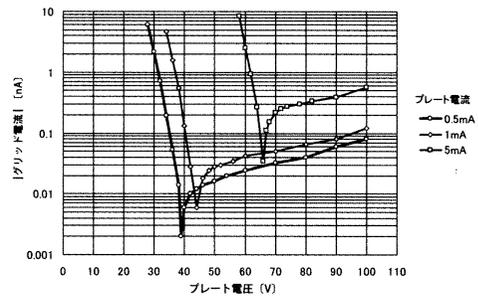
4に6111の実測例を示す。プレート電流を小さく設定したほうがグリッド電流を少なくできるが、本機では1段増幅回路であるので、初段真空管のプレート電流が終段エミッターフォロワーのベース駆動電流にもなる。したがって、スルーレートの悪化を防ぐために、ある程度のプレート電流が必要であり、0.5mA程度が適当な電流



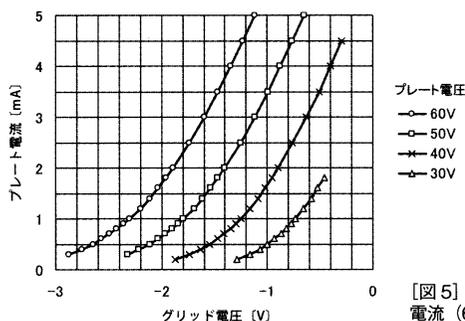
gm, μ

- E288CC
- 6DJ8
- 12AX7
- 6111
- × 6021
- 6112

【図3】 グリッド電流実測例



【図4】 プレート電圧とグリッド電流 (6111)



[図5] グリッド電圧とプレート電流 (6111)

値になる。

マイクアンプ回路構成

本機の基本構成は、 Q_{101} (6111 WA) シングルの1段増幅アンプである。

図3を参考にして、初段真空管 Q_{101} のプレート設定電圧はグリッド電流極小付近の41Vとした。出力DCオフセット電圧変動低減目的のみならず、S/Nを向上させるためにも、グリッド電流が極小となるプレート電圧を動作点とするのがよいであろう。

1G Ω といった、常識はずれともいえる高いグリッド抵抗値に加え、グリッド電流極小とはいえず、本機のプレート電圧41Vは低いと思われるかもしれない。しかし、まったく問題はない。

プレート電圧 (パラメーター) を固定したときのグリッド電圧-プレート電流実測特性 (図5参照) において、 g_m に相当する曲線群の勾配はプレート電圧を60Vから30V程度まで下げてもほとんど変化はない (プレート電流0.5mAにて、およそ勾配1.3mS)。

本機では、初段真空管のプレート電圧の変化が小さく、 g_m のみが重要であるので、そのような低いプレート電圧でも問題ないのである。

初段真空管 Q_{101} のプレートは、

トランジスタ Q_{102} (2SC2705) のエミッターにカスコード接続して、初段真空管 Q_{101} のプレート電圧を固定している (図2)。3極管にトランジスタをカスコード接続した場合の合成特性は、あたかも高耐圧化したFETのような特性になる。

Q_{102} のベース-GND間は、定電流ダイオード (CRD) の D_{102} (E-501, 0.5mA) と抵抗 R_{106} (89k Ω) によって生成される一定電圧で固定される。抵抗 R_{106} の89k Ω は、固定抵抗91k Ω と固定抵抗4.7M Ω を並列接続にして得ている。固定抵抗4.7M Ω は、プリント基板の裏側に取り付けている。CRDの電流バラツキが大きいので、 Q_{101} のプレート電圧を正確に設定するには、抵抗 R_{106} の値の調整が必要である。プリント基板の裏側に、コンデンサー C_{106} (0.1 μ F) をノイズ低減のために付けている。

初段真空管 Q_{101} のプレート電流は Q_{102} を経て、トランジスタ Q_{103} (2SA1381) からなるカレントミラー回路によって反転され、トランジスタ Q_{104} (2SC3503) からなる定電流負荷で受けながら、終段のコンプレメントリトランジスタ Q_{105} (2SC3503) と Q_{106} (2SA1381) のベースを駆動する。

電源電圧 $\pm B_1$ は、最大出力電圧を上げるために $\pm 120V$ と高くし、トランジスタ $Q_{103} \sim Q_{106}$ には高耐圧 ($V_{CBO} = 300V$) で比較的低い C_{ob} の2SA1381/2SC3503を選択した。終段の Q_{105} および Q_{106} には、 h_{FE} が比較的高いものを用いている。耐圧が240V以上で、 C_{ob} の低いトランジスタとなると、かなり品種 (入手) が限られてくる。用いた2SA1381/2SC3503は、2SA1480/2SC3790でも使える。

アンプのノイズは、ほとんど初段真空管 Q_{101} まわりに支配されるので、それらトランジスタにあえてローノイズのものを使用する必要性は低い。

動作電流設定値は、初段真空管 Q_{101} と定電流負荷の Q_{104} が0.5mA、終段 Q_{105} と Q_{106} のコレクター電流を4mAとしている。終段 Q_{105} と Q_{106} のベース間電圧は、 D_{103} (LED, LT8001P) で固定 (およそ1.8V) しているので、終段 Q_{105} と Q_{106} のコレクター電流設定値は、エミッター抵抗 R_{110} と R_{111} (ともに75 Ω) に従う。LT8001Pはガラス封入したタイプのLEDであり、通常の赤色LEDとほとんど同じ特性である。

終段トランジスタ Q_{105} と Q_{106} の設定電流4mAは、負帰還抵抗 R_{112} (18k Ω) + R_{103} (620 Ω) を十分に駆動するための電流値である。たとえば、最大出力電圧を80Vとすれば、4mAの電流によってアンプ負荷14k Ω までA級で駆動できる。

したがって、負帰還抵抗に加え、外部接続負荷が59k Ω 以上のインピーダンスでA級動作を維持できる計算になる。それ以下の低いインピーダンス負荷ではAB級動作

になる(歪率が若干大きくなる)。

負帰還抵抗 R_{112} の抵抗値を定めると、ゲインが30dB(30倍)であるので、 R_{103} (620 Ω)の値が決まる。一方、 R_{103} をあまり大きい値にするとノイズ面で不利になりやすい。したがって、ある程度負帰還抵抗 R_{112} を小さくする必要がある。

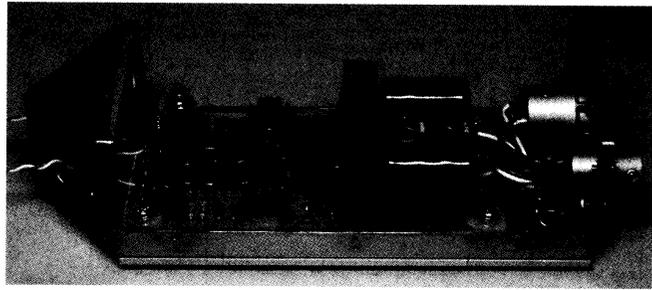
低い外部接続負荷インピーダンスに対応するために、終段トランジスタの設定電流をさらに増すことも考えられる。その場合、消費電力が増してバッテリーの容量(連続収録時間)に関係してくる。また、密閉された筐体内の温度上昇を招く。

本機では、それらの兼ね合いで終段の設定電流4mAを決めている。DC外部電源使用あるいは予備の大型外部バッテリーを用意しておくなどして、バッテリーの容量がさほど問題なければ、終段の設定電流は7~8mA程度まで上げることができるであろう。

本機は、初段に真空管を用いたハイブリッドアンプであるので、グリッド電流変動以外にも真空管のグリッド電圧変動、あるいはトランジスタの温度特性などによって出力DCオフセット電圧が変動する。それゆえ、出力のDC成分をカットするために出力コンデンサー C_{102} (10 μ F)を入れている。

また、野外フィールドなどでの風(低周波数ノイズ)対策に、HPFとして C_{107} (0.1 μ F)を用意している。

マイクカプセルにはショップスのMK-4(単一指向性)を用い、+ B_1 (120V)を R_{114} (10M Ω)と R_{115} (10M Ω)で分割して、成極電圧60Vを得ている。電源オン時には、成極電圧60Vは C_{105} (1 μ F)によってゆっくりと立ち



[写真2] カバーを外したアンプ部ケース内部の様子

上がる。なお、成極電圧を高くすると出力電圧(感度)も高くなる傾向にある。

マイクカプセルMK-4には、実質的な電極端子が3つある。それらは、マイクカプセル背面側から見て、中心電極端子(仮にホット側と呼ぶ)と、その周囲のリング状電極端子(仮にコールド側と呼ぶ)、およびマイクカプセルケース(シールド)からなる。

本機では、ホット側を初段真空管 Q_{101} のグリッドに接続し、コールド側をコンデンサー C_{105} (成極電圧60V)に接続している。マイクカプセルケースは、アンプ回路のGND(筐体GND)に接続している。この接続方法は、ショップスCMCシリーズプリアンプのパンフレット(今井商事)に記載されている接続図を参考にしている。写真2は、木製カバーを外した本機の内部である。

電源部回路構成

図6に電源部の回路を示す。主たる構成はリチウムイオンバッテリーとスイッチング電源、そして6.3Vレギュレーターである(写真3)。補助として、DC12V外部電源端子(充電端子)を筐体に設けた。

電源部筐体内に内蔵したリチウムイオンバッテリーには、容量

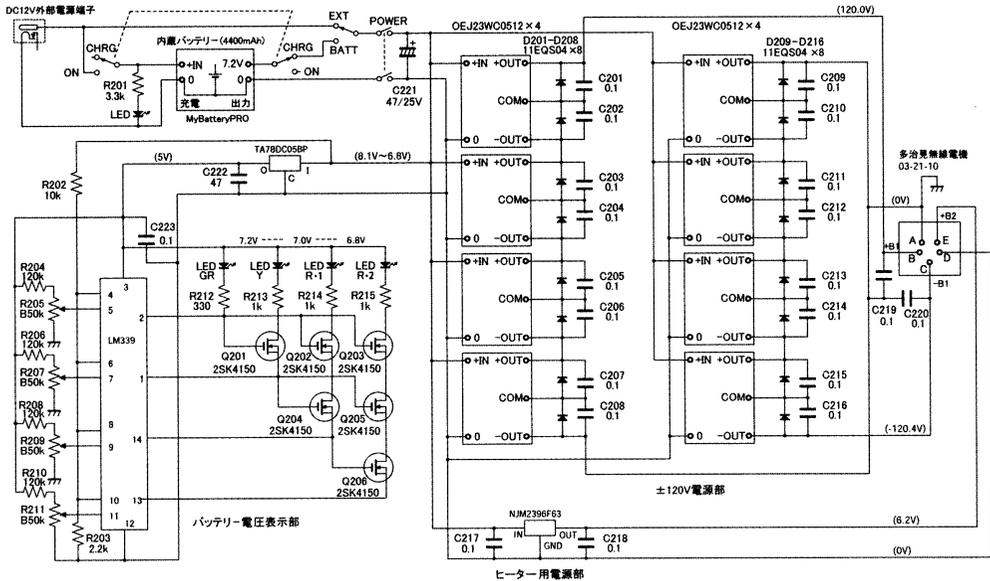
が4400mAhのMyBatteryPRO(日本トラステクノロジ)を用いた。バッテリーセルには、DC12Vの充電用端子と出力用端子が別個についており、出力は5V(定電圧)、6V(定電圧)、7.2V(変動)のいずれかに切り換えるようになっている。

本機では出力を7.2V(8.4V~6.2V)にして使用する。DC12V外部電源端子を用いて、DC12V外部入力動作と内蔵バッテリー充電を行う。

実機使用では、内蔵バッテリー電圧は満充電直後が8.2V、使用中の最終電圧が6.2Vであった。満充電でおよそ4.6時間の収録ができ、充電時間は6~7時間である。

バッテリー電圧を ± 120 Vに昇圧するスイッチング電源にはイーター電機工業製OEJ23WC0512(± 15 V/50mA)を計8個用いた。+ B_1 用として30V出力(-15V~+15V)を4個シリーズに接続し、- B_1 用も同様に4個シリーズに接続している。

個々のスイッチング電源出力に入れたショットキーバリアダイオード D_{201} ~ D_{208} (11EQS04)はシリーズ接続におけるスイッチング電源起動をスムーズにするためのものである(なくてもよい場合が多い)。スイッチング電源の特



【図6】電源部の回路

別なノイズ対策は必要なかった。スイッチング電源の効率、入力電圧や出力電流によって大きく変わるが、本機の使用条件では60%程度と思われる。

ヒーター用6.3Vレギュレーターには、6.3V固定出力低飽和型のNJM2396F63 (1.5A)を用いた。ヒーター通電電流0.3A時

の飽和電圧は0.1V以下である。NJM2396F63には、入出力3端子に加え、出力ON/OFF制御端子もあるが使用せず、開放しておく。

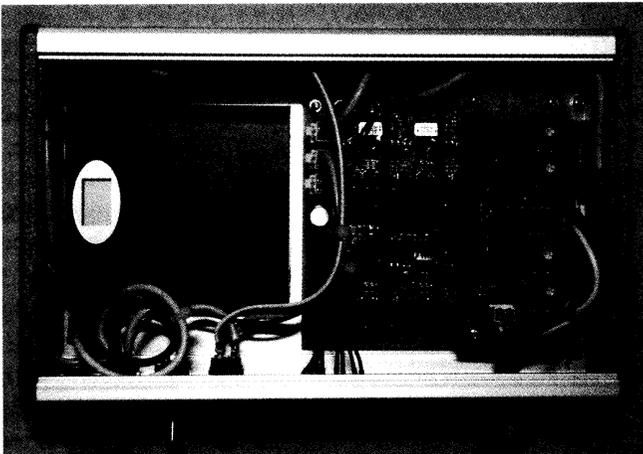
前記MyBatteryPROには、バッテリー残量を確認する液晶がバッテリーセルに付いているが、本機では使用中に常時連続して監視

できるように、点灯するLEDの色でバッテリー電圧を表示することにした。4回路コンパレータLM339を用いて、バッテリー電圧を①>7.2V (緑)、②7.2V~7.0V (黄)、③7.0V~6.8V (赤・1)、④<6.8V (赤・2)の4段階で表示する。MOS-FET Q201~Q206 (2SK4150)によって4個のLEDのうち1つだけを点灯させる。

製作

マイクアンプあるいは電源は結構な物量になるので、マイクアンプと電源部は別筐体とし、電源ケーブルで接続することにした。マイクアンプ出力はマイクアンプ筐体から直接取り出し、録音機材に接続する。

図7に、マイクアンプ筐体図を示す。マイクアンプ筐体は、カメラ用の三脚に取り付けて使用することを前提としており、マイクアンプ筐体ベースの下部に、そのためのスタンドホルダーを設けている。マイクアンプ筐体ベースは、



【写真3】左側にリチウムバッテリー、右側にスイッチング電源を使用した±120V電源部基板、その上はコンパレータを使用したバッテリー電圧表示用基板

高耐入力 6111WA ハイブリッドマイクアンプ

従来マイクアンプと同じ外形寸法である。

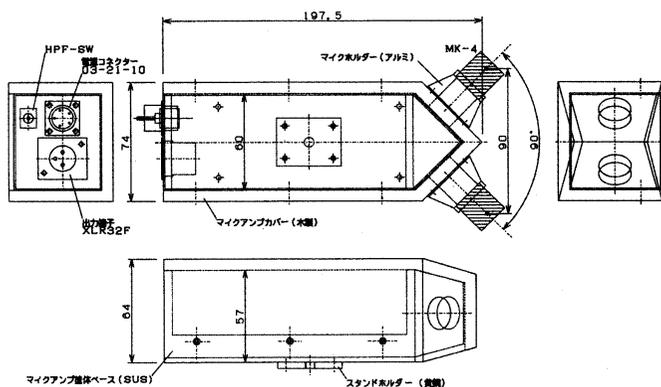
マイクアンプ筐体ベースには、電源供給用に多治見無線電機製の5Pコネクター 03-21-10、マイクアンプ出力用にキャノンコネクター XLR32F、およびHPF用スイッチを取り付ける。電源ケーブルには4芯シールドケーブルを用い、シールド網線をヒーター用のGND配線に使用する。

マイクカプセルMK-4は、アルミ製のマイクホルダーにネジで固定し、マイクホルダーを後述の木製マイクアンプカバーにM3ネジで取り付けている。木製マイクアンプカバーは、マイクアンプ筐体ベースに側面からネジで取り付けている。

マイクカプセルケース (GND) は、電氣的にマイクカプセルケース～マイクホルダー～木製マイクアンプカバー内側に貼ったシールド銅箔～シールド銅箔にハンダ付けした線材～後述マイクアンプ部プリント基板のGND端子へと接続する。

マイクカプセルのホット側およびコールド側の電極にはそれぞれリード線をハンダ付けし、対応するプリント基板端子に接続する。マイクカプセルとプリント基板間は、LchとRch合わせて計5本の配線となる。

マイクカプセルの中心軸方向は、従来マイクアンプと同じように、LchとRchが90°の角度をなすようにしている。そして、Lchのマイクカプセル中心とRchのマイクカプセル中心はおよそ9cm離れている。したがって、正面方向で常にLchとRchの音圧に位相差がないのに対し、45°方向の周波数5kHzの音圧によって1波長の位相差が得られることになる。

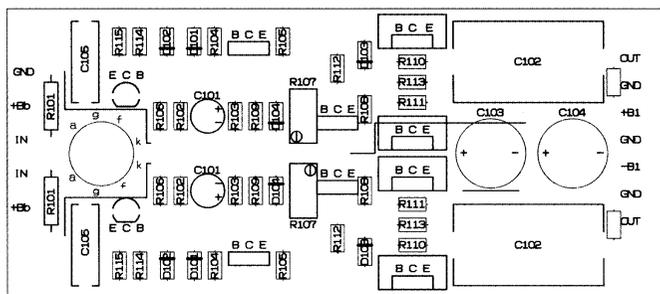


【図7】マイクアンプの筐体図

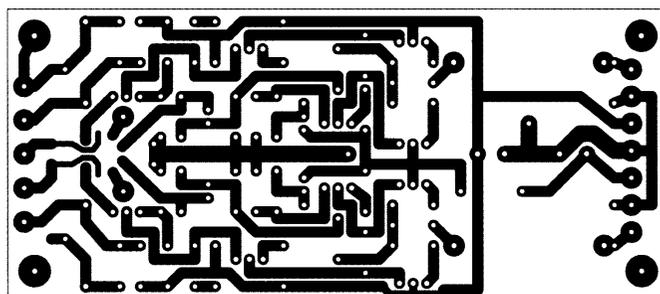
Lchのマイクカプセル中心とRchのマイクカプセル中心を同じにする手法も考えられるが、概して、実収録ではLchとRchのマイクカプセル中心を多少離れたほうが好結果を得やすいと感じている。

【図8】にマイクアンプ部プリント基板のパターン (部品面より見る)

を示す。【図8】において上側が部品配置、下側が裏面のパターンである (写真4, 5)。プリント基板にはガラスエポキシ片面基板を用いている。アンプ部のパターンはLchとRchを左右2列に分け、前方から後方に向かって入出力となるようにレイアウトしている。マイクカプセルからの配線や電源、

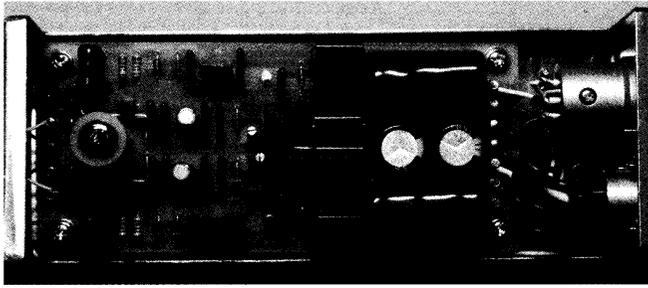


(a) 部品配置図



(b) パターン図 (部品側から透過)

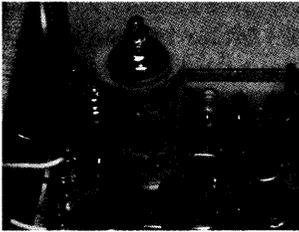
【図8】マイクアンプ部プリント基板 (80%縮小)



[写真4] 中央にある4つのトランジスターが出力段の2SC3503と2SA1381で、小型の放熱器を接着している。その右側は10 μ F/250Vの出力コンデンサー



[写真5] プリント基板裏側のような、ノイズ低減用のコンデンサーC₁₀₆(0.1 μ F)と、抵抗R₁₀₆の並列接続抵抗(4.7M Ω)は基板の裏側で配線する



[写真6] 初段真空管には、半透明のシリコンゴム製の防振ダンパーを取り付けている

出力関係の配線はプリント基板に立てたピンにハンダ付けする。

本機では、出力コンデンサーC₁₀₂があるので、とりたててト



[写真7] プリント基板は、t1のシリコンゴム製ワッシャーを間に挟んで、六角スペーサーを介してマイクアンプ筐体ベースに取り付ける

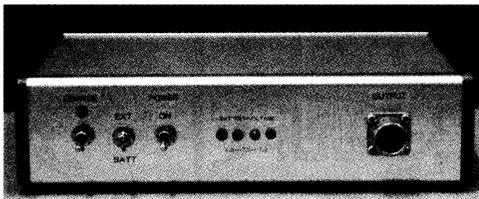
ランジスターの熱結合(たとえば、Q₁₀₃とD₁₀₁、Q₁₀₄とD₁₀₄)はしていない。もし熱結合する場合は、トランジスターとダイオードをエ

ポキシ接着剤で貼り合わせればよい。

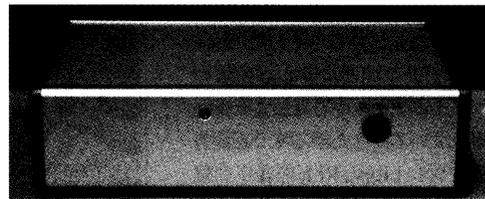
出力コンプリメンタリートランジスターQ₁₀₅、Q₁₀₆はやや発熱がある(それぞれ約480mW)ので、小型の放熱器をエポキシ接着剤で接着している。なお、本機では、この出力トランジスターの消費電力(計1.9W)とヒーターの消費電力(1.9W)が大きく、マイクアンプ部の合計消費電力は4.5Wである。

マイクアンプ初段真空管外表面には、内径 ϕ 9mm、t2の半透明シリコンゴム製の防振ダンパー(写真6)を取り付けている。また、プリント基板はt1シリコンゴムワッシャーによってプリント基板を挟むようにして、マイクアンプ筐体ベースに立てた4個の六角スペーサー(M3 \times 10mm)に防振支持されている(写真7)。

電源部筐体には、タカチ電機工業のCH6-22-14(220 \times 55 \times 140mm)を用いた。筐体内部左側にバッテリーを両面テープで底板に固定し、右側に \pm B₁用スイッチング電源、その上部にバッテリー電圧表示回路を配置した。フロントパネルには諸スイッチ類、電源出力、LEDを配置した(写真8)。リアパネル(写真9)にはDC12V外部電源端子を配置し、レギュレーターNJM2396F63をネジどめしている。



[写真8] 左から、チャージスイッチと表示LED、外部電源スイッチ、電源スイッチ、バッテリー電圧表示LED、右は電源コネクタ



[写真9] 電源部はタカチ電機工業のCH6-22-14に収納した。DC12V外部電源端子は背面に設けてある

高耐入力6111WAハイブリッドマイクアンプ

[表1] 主な部品表

使用箇所	部品	記号	型番・値	個数	メーカー	備考	
マイクアンプ部	抵抗	R101	1GΩ	2	—		
		R102ほか	RP-24C	24	ニッコーム		
		R107	B 5kΩ	2	—	多回転半固定抵抗	
		R115, R116	10MΩ	4	—		
	コンデンサー	C101	100μF/16V	2	—	電解	
		C102	10μF/250V	2	—	フィルム	
		C103, C104	47μF/160V	4	—	電解	
		C105	1μF/250V	2	—	フィルム	
		C106	0.1μF/250V	2	—	フィルム	
		C107	0.1μF/125V	2	—	フィルム	
	真空管	Q101	6111WA	2	シルバニア	サブミニチュア管	
	トランジスター	Q102	2SC2705	2	東芝		
		Q103, Q106	2SA1381	4	サンヨー		
		Q104, Q105	2SC3503	4	サンヨー		
	ダイオード	D101, D104	1S2076A	4	—		
		D102	E-501	2	セミテック	CRD	
		D103	LT8001P	2	シャープ	赤LED	
	小型放熱器	—	—	4	—		
	マイクカプセル	—	MK-4	4	ジョップス	コンデンサーマイク	
	プリント基板	—	(55 × 122mm)	1	サンハヤト	感光基板	
	防振ダンパー	—	t2内径Φ9	1	—	シリコングム	
	シリコングムワッシャー	—	t1内径Φ3	8	—		
	ピン端子	—	—	11	—		
	筐体	—	—	1式	—	特注品	
	SW	—	2回路	1	—	HPF	
	コネクター	—	XLR32F	1	—	CANON	
	コネクター	—	03-21-10	1	多治見無線電機		
	六角スベアサー	—	M3-10mm	4	—		
	電源部	抵抗	R201ほか	金属皮膜抵抗器	11	—	
			R205ほか	B50kΩ	4	—	
コンデンサー		C201-C218	0.1μF/50V	18	ニッセイ	フィルム	
		C219-C220	0.1μF/25V	2	—	フィルム	
		C221	47μF/25V	1	サンヨー	OSコン	
		C222	47μF/50V	1	—	セラミック	
ダイオード		D201-D216	11EQS04	16	日本インター	ショットキーバリア	
レギュレーターIC		—	NJM2396F63	1	新日本無線	6.3V	
レギュレーターIC		—	TA78DC05BP	1	東芝	5V	
コンプレーターIC		—	LM339	1	—	4回路	
LED		—	—	5	—	赤3, 緑1, 黄1	
バッテリー		—	MyBatteryPRO	1	日本トステク/ロジ-	7.2V, 4400mA	
スイッチング電源		—	OEJ23WC0512	8	イーター電機工業	±15V, 50mA	
トランジスター		Q201-Q206	2SK4150	6	—		
筐体		—	CHS-22-14	1	タカチ電機工業		
SW		—	2回路	2	—		
SW		—	1(2)回路	1	—		
プリント基板		—	—	1	サンハヤト	感光基板	
コネクター		—	03-21-10	1	多治見無線電機		
DC入力ジャック		—	—	1	—	12V	
DC入力プラグ		—	—	1	—	12V	
六角スベアサー		—	M3-5mm	4	—		
六角スベアサー	—	M3-15mm	2	—			

筆者の場合、電源は筐体を縦(リアを下方)にして使うことが多いので、電源出力や電源スイッチがフロントパネルにあると使いやすくなる。バッテリーや端子、諸スイッチなどに接続する以外の内部配線はコネクターを使用したプリント基板によっている。

プリント基板の配線パターンは比較的簡単であるので、ユニバーサル基板を用いることもできる。

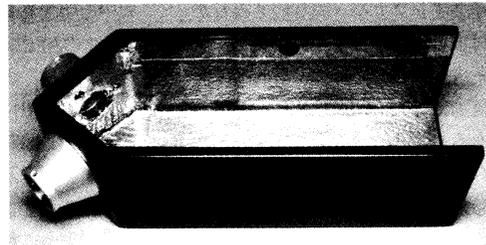
マイクアンプの調整は、半固定抵抗R₁₀₇によってアンプ部出力(図2のP点)の電圧を0V付近にするのみでよい。本機のゲイン30dBは、バイポーラトランジスターエミッターフォロワー出力

のハイブリッド1段増幅アンプとしてはやや大きめであるので、超高域の補正コンデンサーなどは必要としない。出力に入れた抵抗R₁₁₃(680Ω)によって、コンデンサー負荷時においても方形波応答のリングングはまったく生じない。

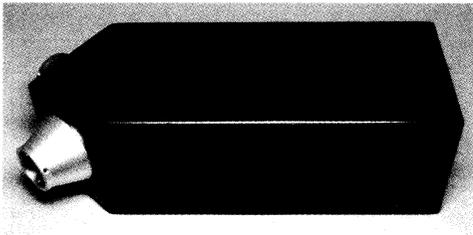
表1に、主な使用部品を示す。

木製マイクアンプカバー

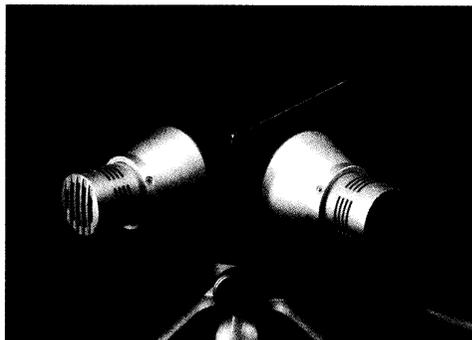
従来マイクアンプでは、筐体の上部となるマイクアンプカバーにt3のアルミ板曲げ加工品を用い、内面にt0.3鉛薄板貼り付けてダンピング処理を施したもので



[写真10] 共鳴音を低減するために、マイクアンプカバーの内面にt0.3鉛薄板を貼り付けている



【写真11】 マイクアンプカバーはダンピング効果を期待し、硬い「鉄刀木(タガヤサン)」を使用。t7の厚みになるように中を切削でくり抜いて、外は漆を塗り仕上げた



【写真12】 ショップスのMK-4を取り付けたマイクアンプ前面



【写真13】 マイクアンプ背面のようす。左側が電源コネクタで、下にあるスイッチはハイパスフィルター用。右側は出力用キャノンコネクタ

あった。ダンピング処理をしたのは、マイクアンプカバーを叩いたときに発するカンカンといった金属音を低減するためである。

一方、本機では、木製材料自体のダンピング効果を期待して、硬い木である「鉄刀木(タガヤサン)」を用いながら、さらにコンコンといった共鳴音を低減するために、内面に同じくt0.3鉛薄板貼り付けによるダンピング処理を施した(写真10)。

マイクカプセルはマイクアンプ筐体に直に取り付けられるので、音源から見て面積の広いマイクアンプカバーに音波が当たると、マイクアンプカバー固有の共鳴音が付加されながらマイクカプセルケースを伝わって、マイク内部に機械的に進入(伝播)するおそれがある。特に、マイクアンプカバーの「鳴き」防止は重要と思われる。したがって、マイクアンプカバーの共鳴を最小限に抑えることには

重要な意味がある。

そして、そのために、マイクアンプカバーに適度なダンピングを有する木製材料を用いれば、よい結果が期待できるであろう。

当初、木製材料として「黒檀(コクタン)」を用いる予定であったが、無垢の材料から削り出すにはサイズが大きいことと、材料の入手が難しいので、材木店(丸ス松井材木店、名古屋市)の勧めで上記のように「鉄刀木」の採用に落ち着いた。

木製マイクアンプカバーは、マイクアンプ筐体ベースを上から包むようにするために、t7の厚みで中を切削でくり抜いている。「鉄刀木」の加工にはそれなりの技術/設備が必要であるので、本機では加工を笠山工房(笠山拓也氏、碧南市)にお願いした。

加工された木製マイクアンプカバーはそのままでは見劣りがあるので、入念にサンドペーパーで磨

き上げ、漆塗りを施した。漆塗りは、いわゆる「拭き漆」といわれる手法によって、朱合(透明に近い漆)を複数回重ね塗りした(写真11)。

写真12、13に、完成したマイクアンプの前面と背面を示す。

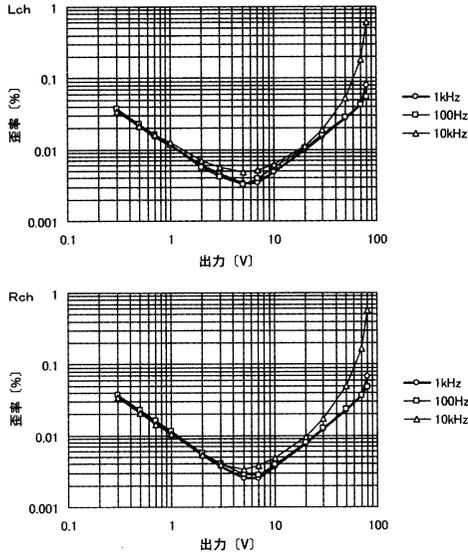
マイクアンプの特性

図9に、マイクアンプの歪率特性(上:Lch, 下:Rch)を示す。測定は、プリント基板単体の状態にて、プリント基板の入力(ホット側)とGND間に信号を入れてプリント基板出力の歪率を測定した。測定には100kHzのLPFを通し、マイクアンプ負荷は100kΩとしている。

歪率特性において、出力電圧5V以下の小出力時の歪率上昇は残留ノイズによるものである。残留ノイズは、主に初段真空管まわりで発生するノイズが主体と思われる。出力電圧が上がると、出力電圧10Vより歪率が増え始め、1kHzと100Hzではクリップ時の0.1%弱まで増加する。1kHzと100Hzの歪率傾向はほとんど同じである。10kHzの歪率は1kHzや100Hzの場合より少し大きめになる。

クリッピング出力は、いずれの

高耐入力 6111WA ハイブリッドマイクアンプ



[図9] 歪率特性

周波数も80Vである。電源電圧を $\pm 120V$ に高めたことによって、きわめて大きな出力電圧を得ることができるようになった。ゲインが30dB (30倍)であるので、マイクアンプ入力部分の許容入力 $2.7V$ となる。おそらく、相当な大音量でもクリップすることはないであろう。クリップをほとんど心配することなく、電圧ゲインを持ったマイクアンプの良さを満喫できる。

当然ではあるが、本機の最大出力電圧はかなり大きいので、接続機材の入力部は抵抗器によるアッテネーターでなければならない。特に、入力部に低電源電圧のバッファアンプ部を有する場合は、そのバッファアンプ部でクリップする可能性がある。

図10にオープンループゲインを示す。1kHzにて、オープンループゲインはおおよそ76dBであり、仕上がりゲインが30dBであるので、おおよそ46dBの負帰還量である。周波数が高くなるとオープン

ループゲインは2~4kHzあたりからほぼ1次の減衰カーブになる。

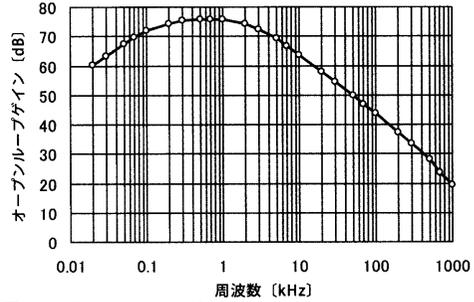
図11に周波数特性を示す。プリント基板単体の特性である。高域の増幅限界周波数は300kHz (-3dB)であり、アンプとしては問題ない特性である。マイクカプセルを接続したときの低域の増幅限界周波数は、前記のようにマイクカプセル容量と R_{101} による推定4.5Hzとなる。

図12に、電源ON後の出力DCオフセット電圧時間推移例を示す。図2のP点電圧を0Vに調整し、いったん電源をOFFにして十分に冷却後、再度電源をONにしてP点電圧を測定した。マイクアンプカバーは外した状態で測定

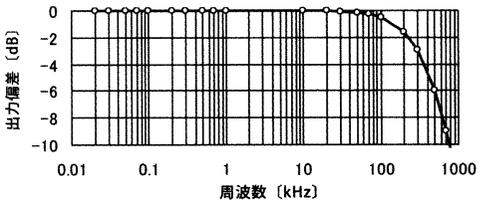
した。

出力DCオフセット電圧はほぼ30分経過後に安定し、その後も問題ない電圧範囲($\pm 0.3V$ 以内)に収まっている。なお、出力コンデンサー C_{102} があるので、マイクアンプ出力にこの出力DCオフセット電圧が現れるわけではなく、図12はあくまでもアンプ基本性能としてP点の動作点変動を観察したものである。雰囲気温度や筐体内部の温度上昇によって、出力DCオフセット電圧は若干変化すると思われる。

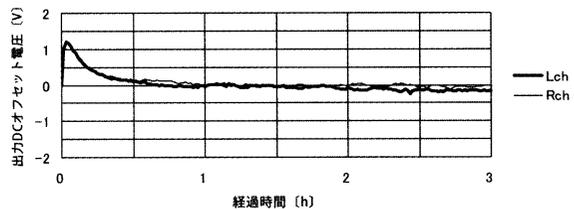
マイクアンプの評価ではノイズ量が気になるであろう。本機は、初段が小粒なサブミニチュア管6111WAなのでノイズが若干



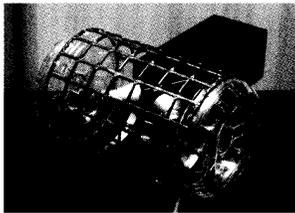
[図10] オープンループゲイン



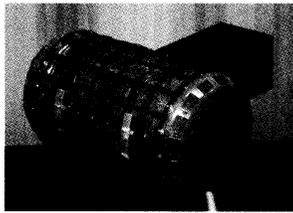
[図11] 周波数特性



[図12] 出力DCオフセット電圧推移例(図2のP点)



【写真14】粗い網状の樹脂製骨組を取り付ける



【写真15】内部にスチールメッシュを入れる



【写真16】ふわふわしたファー布で覆う

心配ではあったが、短期間の使用では特別な問題は発生していない。30分程度のウォーミングアップをするのみでよいであろう。

実使用状態の聴感によれば、「サー」といった音色の残留ノイズも、FET入力(2SK118)のマイクアンプと較べると、従来マイクアンプ(MT管)と同様に、かすかに低域ノイズ成分が多目であるが、量的にはそれらはほとんど同じノイズレベルと感じた。

終わりに

本機では、従来マイクアンプのマイクカプセルMK-41(超単一指向性)をMK-4(単一指向性)に変更した。それらのマイクカプセルは、公表されている特性を見る限り、かなりの相違がある。しかし、実際にステレオマイクアンプに使ってみると、その音質変化は、低域の量感あるいはこもり感に若干差異が認められるが、驚くほど顕著なものではない。

それゆえ、本機の音質は総じて従来マイクアンプの音質に近いものである。ショップ製のマイクカプセルであることが音質の要になっている。ただ、マイクアンプカバーの材質も、微妙に音質に影響しているのは間違いないであろう。

従来の金属製のマイクアンプカバーに比べ、本機の本機木製マイクアンプカバーは、かなりのダンピン

グ効果がある。一例として、マイクアンプカバーを手で擦ったときのマイクアンプ出力ノイズを聴くことでその違いを確認できる。従来のマイクアンプカバーを擦ると大きな「シャリシャリ」といった音色の出力ノイズであるのに対し、本機ではそれがくすんだ、しかも相当にレベルの下がった「コシコシ」といった音色となる。明らかに有意差がある。

受音板に見立てたマイクアンプカバーからマイクカプセルに伝播する振動を考えると、従来はマイクアンプカバー(アルミ金属、薄鉛板ダンピング処理)→マイクアンプ筐体ベース(SUS金属)→マイクホルダー(アルミ金属)→マイクカプセルであったのが、本機では、マイクアンプカバー(木製、薄鉛板ダンピング処理)→マイクホルダー(アルミ金属)→マイクカプセルとなり、主経路が金属材料経路から木製材料経路に変わった。これが、上記出力ノイズの音色を変えている要因の1つと推察される。

昨今ではほとんどの場合、最新の上記FETマイクアンプ(本誌2014年5月号掲載)を使っていたが、本機の完成により、しばらくの間、本機とにわかに復活した従来マイクアンプを比較のために使い分けて使用することになるであろう。

追記

本機は、小規模な催事会場でのワンポイント録音を主目的としているが、なかなか録音機会も少ない。そこで、手始めに、大井川鉄道SL(抜里駅付近、上り坂)の生録を行ってみた。

本機のために自作した風防(写真14~16)を装着し、A/Dコンバーター(本誌2014年8月号掲載)とローランドR-44(デジタル入力)を接続した。A/DコンバーターはゲインをH、アッテネーターを-20dB、サンプリングを192kHz/24ビットにセットした。

晴れた微風の中(2016年2月3日12時35分)、SLはマイクアンプ前方にある深さ1mの堀を走行、マイクアンプはSL車窓とほぼ同じ高さ、走行レールとマイクアンプの距離は約10mである。収録後、WAVデータにてノーマライズ加工することによってレベルを約19dB上げた。収録結果には若干「サー」といったノイズ(不可避)や航空機の音が混じるものの、風のノイズも少なく、比較的良好な収録であった。

市販ワンポイントマイク(PC M-D1)の乾いた音質に比べ、重厚な音質になっている。編集後の録音時間は約2分、WAVデータのファイルサイズは132MBである。入手をご希望の方は、筆者(shibata_labo@ybb.ne.jp)までお問い合わせください。