

高精度電子ボリュームヘッドホンアンプ

Precision Evol HPA with MUSES72320

製作マニュアル

<注意>

本キットをつかって生じた感電、火災等の一切のトラブルについては、当方は責任を負いませんのでご了承ください。また、基板、回路図、マニュアル等の著作権は放棄していませんので、その一部あるいは全体を無断で第3者に対して使用することはできません。

1. はじめに

この基板は JRC のオーディオ用に開発された MUSES72320 を用いた電子ボリューム式のヘッドホンアンプになります。電子ボリュームをつかうメリットは左右の音量差が生じにくい点と、信号線の配線長が短くなりノイズに強くなります。さらに、ボリュームは単純な 1 連の B カーブ可変抵抗ですみ、その配置の自由度も高くなります。

この基板の回路構成として、アンプ部はディスクリート構成にしており、音づくりの幅を持たせられるようにしています。電子ボリューム IC の制御には PIC マイコンをつかっており、電源 ON 時の MUTE 制御に加えて、電源電圧の監視により MUTE リレーを素早く OFF させる機能も入れておりすので、極力ポップノイズの発生を押さえることが可能です。

シンプルな構成ですが、電子ボリュームの IC 性能もよく HiFi ラインアンプとして十分に使えるものと思います。



図 完成例

2. 機能&仕様

表 主な機能&仕様

機能	電子ボリューム付きバッファアンプ
電子ボリューム	JRC/MUSES72320 を使用 ボリューム 0dB to -111.5dB /0.25dBstep, 制御 IC は PIC16F819 を使用。
アンプ部	・ ディスクリート回路 (2 段差動増幅) LH0032 回路 ・ 最大ゲインはジャンパー設定 (3~15 倍の 4 段階)
電源電圧	正負 15V (推奨値) 変動値は 5%以内であること。
基板	FR4、70um 銅箔厚、サイズは後述。

3. 基板端子機能

(1) 基板端子

表 基板端子の機能表

No	表示	機能	説明
P1	Vd	5V	AUX 出力 ※LED 表示信号出力
P2	Sig	Signal	
P3	GND	GND	
P4	GND	GND	可変抵抗器を接続 (ボリュームコントロール) 10~50k Ω (B)
P5	Cent.	可変抵抗中点	
P6	Vd	5V	
P7	IN1+	信号入力 (ch. 1)	信号入力
P8	GND	GND	
P9	GND	GND	
P10	IN2+	信号入力 (ch. 2)	
P11	V-	負電源 (-15V)	電源入力
P12	GND	電源 GND	
P13	V+	正電源 (+15V)	
P14	OUT2	信号出力 (ch. 2)	アンプ出力
P15	GND	GND	
P16	GND	GND	
P17	OUT1	信号出力 (ch. 1)	

(2) ジャンパー

本基板には T1~T3 のジャンパ設定端子があります。このジャンパーでアンプの最大ゲインを設定します。最大ゲインの設定は、ジャンパ端子の状態を電源 ON 時にソフト的に読み込んで MUSES72320 内部レジスターの設定を行いますので、電源 ON 時の途中変更はできません。

このジャンパーの設定は入力信号のレベルならびに電源電圧の関係から設定ください。

(電源電圧／最大入力信号) より高い値に設定すればいいでしょう。

表 T1~T3 の設定

T3	T2	T1	最大ゲイン
開放	開放	開放	3 倍 (9 . 5 d B)
開放	開放	短絡	6 倍 (1 5 . 5 d B)
開放	短絡	開放	1 0 倍 (2 0 . 0 d B)
開放	短絡	短絡	1 5 倍 (2 3 . 5 d B)

4. 部品表例

表. 部品表例

部品名	No	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1, 2	金属皮膜 (1/4W)	470 Ω	4	
	R3	金属皮膜 (1/4W)	30k Ω	2	
	R4	金属皮膜 (1/4W)	100 Ω	2	
	R5	金属皮膜 (1/4W)	750 Ω	2	
	R6	金属皮膜 (1/4W)	100 Ω	4	
	R7, 8	金属皮膜 (1/4W)	100 Ω	4	
	R9	金属皮膜 (1/4W)	1.3k Ω	2	
	R10	金属皮膜 (1/4W)	750 Ω	2	
	R11, 12	金属皮膜 (1/4W)	22 Ω	4	
	R13, 14	酸化皮膜 (3W)	1 Ω	4	1~4.7 Ω エミッタ抵抗
	R15	酸化皮膜 (3W)	10 Ω	2	出力保護抵抗
	R16	金属皮膜 (1/4W)	470k Ω	2	
	R17	炭素皮膜 (1/4W)	7.5k Ω	1	
	R18	炭素皮膜 (1/4W)	2.2k Ω	1	
	R19	炭素皮膜 (1/4W)	1.5k Ω	1	
	R20	酸化皮膜 (1W)	47 Ω	1	
	R21, 22	炭素皮膜 (1/4W)	10k Ω	2	2017. 7. 19 修正
可変抵抗	VR1	1 回転サーメット	10k Ω	2	
	VR2	1 回転サーメット	1k Ω	2	
コンデンサ	C1	フィルムコンデンサ	47p	2	
	C2	フィルムコンデンサ	0.1u	2	
	C3, 4	電解コンデンサ	220uF/25V	4	
	C5	電解コンデンサ	22uF/25V	2	バイポーラを推奨
	C6	電解コンデンサ	22uF/25V	2	バイポーラを推奨
	C7	電解コンデンサ	47uF/25V	2	バイポーラを推奨
	C8	フィルムコンデンサ	15p	2	
	C9-13	電解コンデンサ	47uF/25V	5	
	C14, 15	電解コンデンサ	2200uF/25V	2	
	C16	フィルムコンデンサ	0.1uF	1	
	Cp	チップコンデンサ	0.1uF	6	2012 サイズ
ダイオード	D1, 2	小信号用ダイオード	1N4148 など	2	汎用品
トランジスタ	Q1, 2	小信号 N-FET	2SK246GR など	4	ペアリングが望ましい
	Q3-9	小信号 NPN	2SC1815 など	14	
	Q10-13	小信号 PNP	2SA1015	8	
	Q14, 15	小信号 NPN	2SC1815	4	
	Q16	小信号 PNP	2SA1015	2	
	Q17	電力 NPN	TIP31C など	2	2SC タイプパワーTR
	Q18	電力 PNP	TIP32C など	2	2SA タイプパワーTR
	Q19	小信号 NPN	2SC1815	1	
IC	IC1	電子ボリューム	MUSES72320	1	
	IC2	電圧レギュレータ	7805	1	
	IC3	制御 CPU	PIC16F819	1	
リレー	RY1	2 回路 2 接点	942H-2C-12DS	1	秋月電子 P-01213
放熱板			16PB017-01025	4	秋月電子 P-05053

ハッチング部分はそれぞれ a, b の枝番がありますので部品 No の倍の数量となります (ステレオの構成のため)。

6. 接続例

(1) 通常接続

下記の接続例を参考にして接続します。ボリュームには 10~50k Ω 程度のBカーブの可変抵抗を使用します。電源電圧は MUSES の耐圧である 18V まで上げることができます。但し、リレーに流れる電流が増えるためリレーの電流制限用の抵抗 (R20) を調整してください。

たとえば部品表で使用しているリレーの巻き線抵抗は 270 Ω なので、15V で使用する場合は 47 Ω 程度が適し、18V で使用する場合は 100 Ω 程度がいいでしょう。

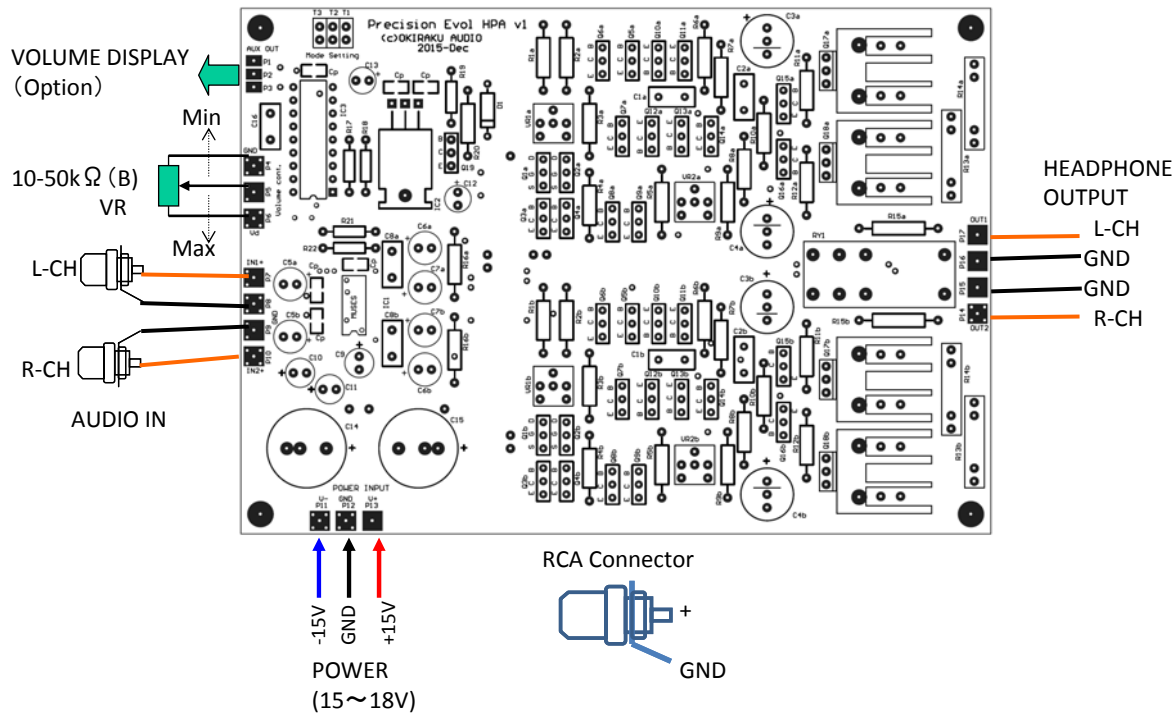


図 接続例

(2) オプション接続

基板端子 P2 からはシリアルデータでボリューム値が 0 (MUTE 時) ~ 80 (最大値) の値で出力されます。出力されるフォーマットは下図に示すような調歩同期式で 1 スタートビット、8 ビットデータ、1 ストップビットであり LSB ファーストでデータが送信されます。送信速度は 19200bps 相当です。出力される値は MUSES U72320 の設定値とは対応しておらず、ボリュームつまみの回転角度に比例させています。

この信号を受信して、7 セグメントの LED 等を表示させるようにすれば電子ボリュームとしておもしろいと思います (オプション設定有り)。

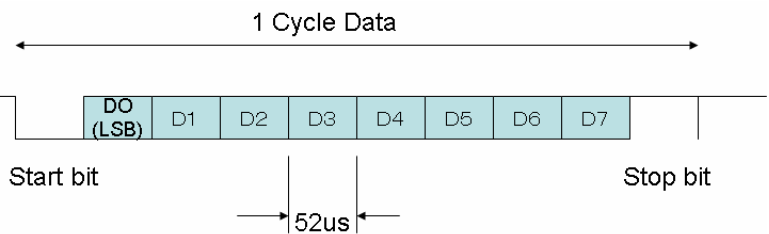


図. 出力フォーマット

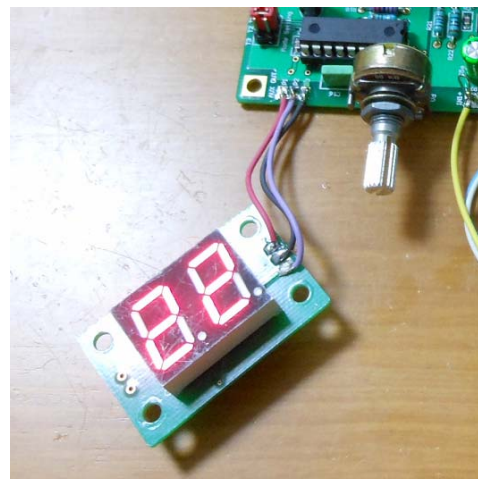


図 ボリューム表示の接続例

7. 調整方法

入力を短絡した状態で(1)(2)を繰り返して所定の値になるように調整します。なお、調整前 VR2 は必ず最小値（左に回しきった状態）としてください。これは VR2 がバイアス電流を設定するものであり、設定によっては過大な電流がトランジスタに流れる可能性があるためです。

(1) オフセット調整

基板端子 P17 (OUT1) および P14 (OUT2) がゼロ電位になるようにそれぞれ VR1a, VR1b を調整します。

(2) バイアス電流調整

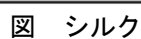
抵抗 R13 あるいは R14 の両端の電圧を測定しながら、希望するバイアス電流値になるように VR2 を調整します。通常は 10mA も流せば十分でしょう。R13, 14 の値が 1Ω であれば、10mA が流れると 10mV の電圧になりますので、その値になるように徐々に VR2 を右側に回していきます。なお、バイアス電流はオフセットと異なり、正確に（たとえば 10mA など）調整する必要はありません。たとえ調整できたとしても、素子の温度が変わると値も変化するためおよその値での調整で十分です。

8. 製作上のヒント

(1) C6, C7, R16 について

メーカーのデータシートでは MUSES72320 に FET 入力アンプを接続する場合は C6, C7 が不要になっています。本器では入力に FET を使用しているので、R16 を取り付けず、そして C6, 9 についてはジャンパーにしてもよいでしょう。

(1) シルク



(2) 配線パターン (部品面)

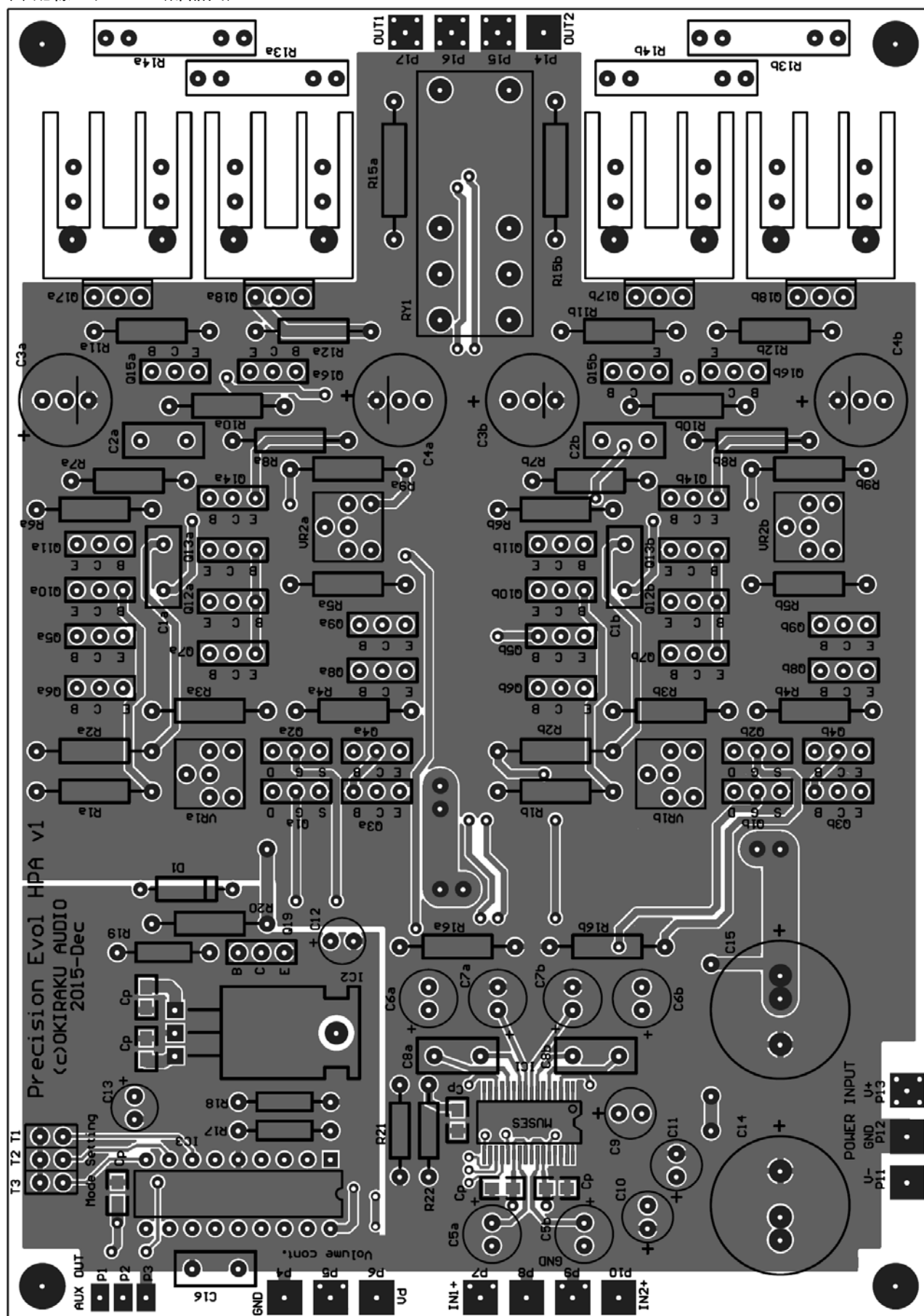


図 部品面パターン

(3) 配線パターン（半田面：部品面より透視）

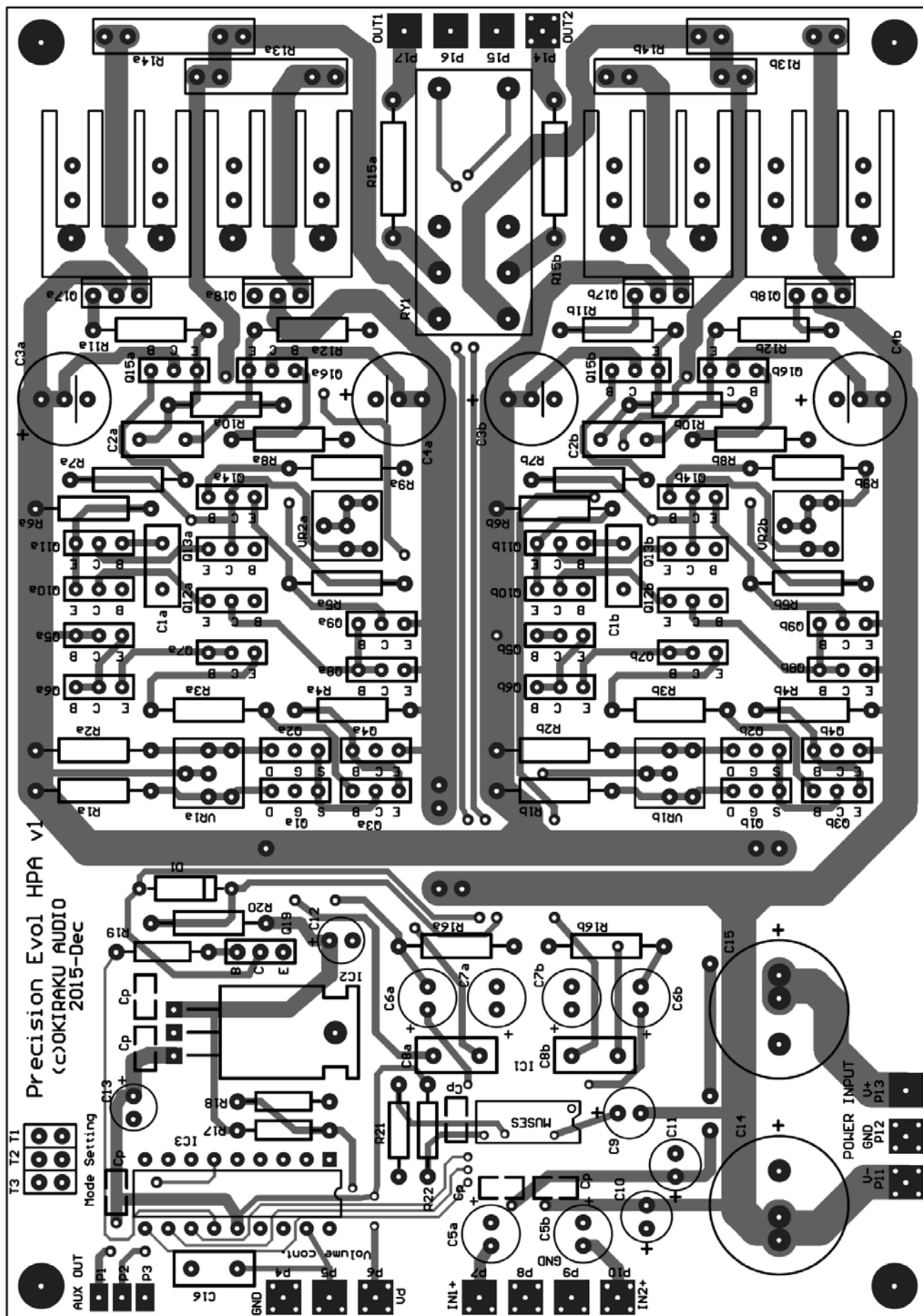
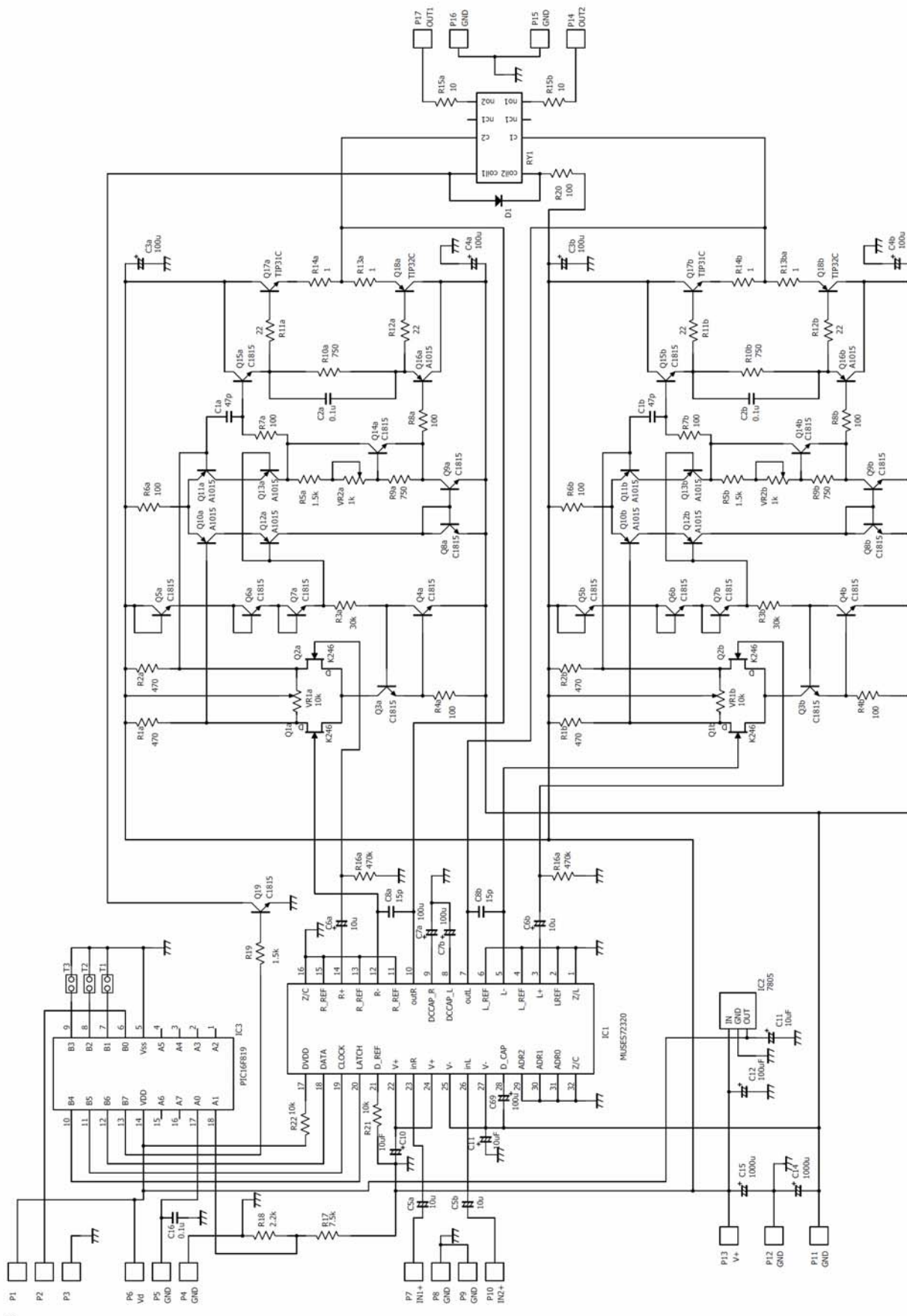


図 半田面パターン

10. 回路図



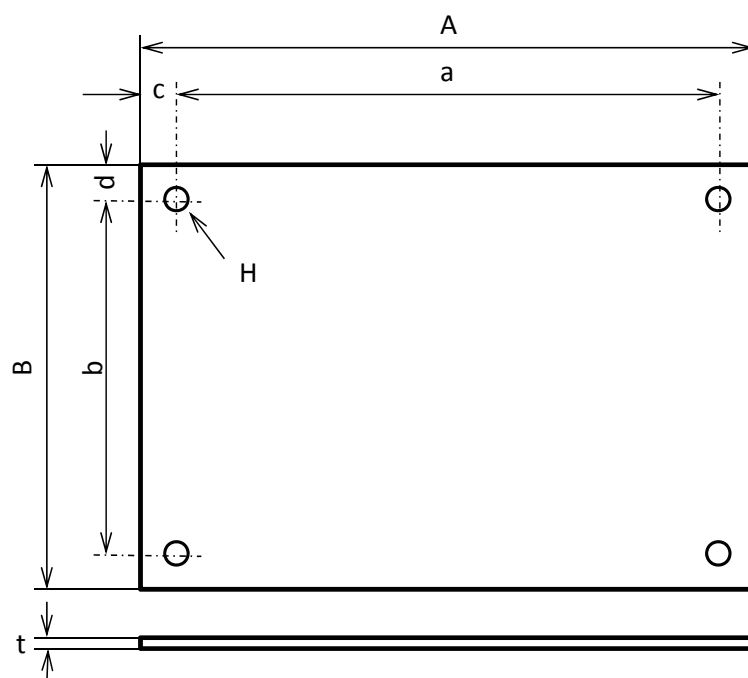
Precision Evol HPA / 2015-Dec
OKIRAKU AUDIO All copyrights reserved

1 1. 基板寸法

本基板サイズは” WIDE “になります。

表 寸法 単位 mm/(mil) ※1mil=25.4/1000mm

	name	A	B	t	H	a	b	c, d
	STD-S	119.4 (4700)	43.2 (1700)	1.6	3.5 (138)	111.8 (4400)	35.6 (1400)	3.8 (150)
	STD	119.4 (4700)	81.3 (3200)	1.6	3.5 (138)	111.8 (4400)	73.7 (2900)	3.8 (150)
	STD-H	81.3 (3200)	59.7 (2350)	1.6	3.5 (138)	73.7 (2900)	52.1 (2050)	3.8 (150)
✓	WIDE	144.8 (5700)	101.6 (4000)	1.6	3.5 (138)	137.2 (5400)	94.0 (3700)	3.8 (150)
	None							



1 2. 編集履歴

Revision	DATE	CONTENT
R1	2015. 12. 26	初版
R3	2015. 7. 19	部品表修正