

一体型ヘッドホンアンプ基板 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

本基板はアンプ回路と電源回路ならびに MUTE 制御回路を一枚の基板にまとめたヘッドホンアンプ基板です。コンパクトにまとめているので、小型のヘッドホンアンプを構成するのに便利だと思います。アンプ回路には音に定評のある LH0032 の等価回路を使用しています。

また、本基板の特徴として、他の基板とネジピッチを同一にする取り付け穴があいており、基板の多層構造をしやすくしています。たとえば、電子ボリューム基板などを可変抵抗器の変わり搭載するの面白いでしょう。さらに、本基板には独立した正負電源回路も搭載しています。多層設置する電子ボリュームの電源や、あるいは DAC 用の電源として活用することもできるでしょう。



図 完成例

2. 構成&仕様

(1) 構成

本基板は電源回路内蔵型のヘッドホンアンプ基板になりますが、全体を①アンプユニット1、②アンプユニット2、③電源&制御ユニット ④2nd電源ユニット の4つのブロックに分けています。基板には境界線も記載していますが、各ユニット間で部品番号を排他割り振りしていません。したがって部品表や端子機能の説明では、それぞれのユニットの部品かを明示するようにしています。

また、アンプユニットと電源&制御ユニットのGNDはそれぞれ共通接続されていますが、2nd電源ユニットのGNDは完全に分離されています。言い換えれば2nd電源ユニットは全く異なる回路の電源として使用することも可能です。反対にアンプユニットとGNDを共通接続させる場合は、GNDの接続点に注意が必要です。不要なGNDループを避けるように配線します。

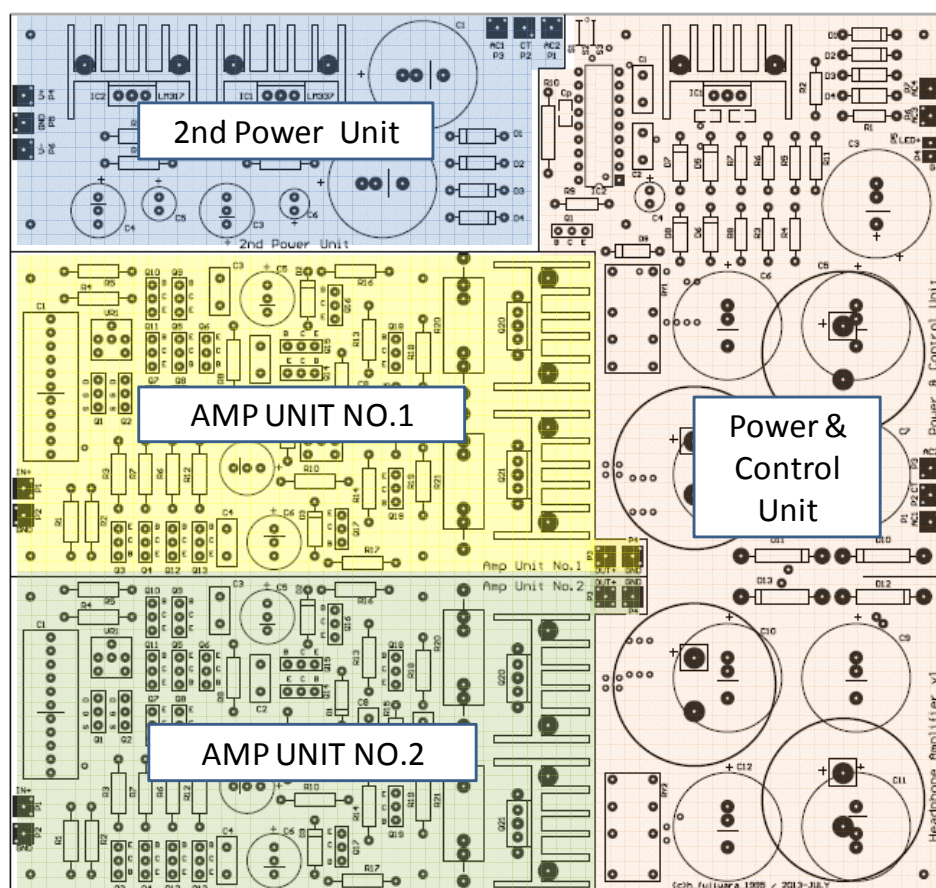


図 本基板でのユニット構成

(2) 仕様

表 主な仕様

機能	電源一体型ヘッドホンアンプ基板
チャンネル数	アンプ 2ch
特徴	・ MUTE 制御回路付き（電源 ON/OFF 時のノイズ抑制） ・ DC 漏れ検知付き（約 2V で動作）。
必要電源	①AC16-0-16V 0.5A 程度 ②AC8-0V 0.2A 程度 RA40-144 との接続を想定しています。
最大出力電力	約 2W（32Ω 負荷時）
基板	F R 4、銅箔厚 70um、寸法 175 mm×175 mm

3. 基板端子機能

(1) アンプユニット

表 端子機能(アンプユニット)

No	表示	機能	説明
P1	IN+	入力信号	入力を接続します。
P2	GND	入力 GND	
P3	OUT+	出力信号	負荷としてのヘッドホンを接続します。
P4	GND	出力 GND	

(2) 電源 & 制御ユニット

(a) 機能端子

表 端子機能(電源 & 制御ユニット)

No	表示	機能	説明
P1	AC1	トランス入力	アンプ回路用の電源トランスを接続します。 トランス出力は AC16-0-16V (0.5A 以上) が好適です。
P2	CT		
P3	AC2		
P4	G	LED (K)	電源パイロットランプ用の LED を接続します。
P5	LED+	LED (A)	
P6	AC3	トランス入力	制御回路用の電源トランスを接続します。 トランス出力は AC0-8V (0.2A 以上) が好適です。
P7	AC4		

AC3, 4 に接続するトランスは整流後電圧が DC12V 程度になるように選定します。これは内部に 12V リレーを使用するためです。リレーの動作電圧が 9V であるならば、整流後電圧が 9V になるようなトランスを選定してもかまいません。しかし、5V 電圧レギュレータ (7805) を安定動作させるために、かならず整流後電圧が 8V 以上になるようにしてください。反対に整流後電圧が 12V 以上になるようなトランスを選定してもかまいません。この場合、リレー（抵抗は 2 個並列で約 500Ω）に過大な電流が流れるのを防ぐために電流制限 R10 を使用します。整流後電圧が 18V になる場合は 200Ω 程度の抵抗を R10 に実装します。13~14V 程度なら R10 はとくに必要ないでしょう（ジャンパーとする）。

(a) ジャンパー設定

本ユニット内のジャンパー設定により機能設定ができます。下表を参照ください。

表 機能設定ジャンパー (S1~S3)

No	機能	開放（既定値）	接続
S1	立上がり MUTE 遅延時間	約 2sec	約 3.5 秒
S2	DC 漏れ検知機能	有り（約 2V で MUTE）	無し
S3	未使用		

(3) 2nd パワーユニット

表 端子機能(2nd パワーユニット)

No	表示	機能	説明
P1	AC2	トランス入力	電源トランスを接続します。 トランスは出力に応じて選定ください。
P2	CT		
P3	AC1		
P4	V+	正電圧出力	定電圧後の電源出力
P5	GND	出力 GND	
P6	V-	負電圧出力	

2nd パワーユニットの定電圧 IC には LM317/337 を使用しています。電圧の設定は抵抗器により調整します。電圧の設定法については部品表の章で詳述しています。

4. 部品表

(1) アンプユニット 1, 2

設計仕様： ゲイン 1 1 倍

※ゲイン $G = (R_{11} + R_{12}) / R_{12} = (4.7 + 0.47) / 0.47 = 11$

表 部品表例（アンプユニット）
※回路図と定数がことなる場合がありますが、部品表を正としてください。

品名	番号	規格	仕様	個数	
抵抗	R1	金属被膜 1/4W	47k Ω	1	
	R2	金属被膜 1/4W	470k Ω	1	
	R3	金属被膜 1/4W	100 Ω	1	
	R4, 5	金属被膜 1/4W	470 Ω	2	
	R6	金属被膜 1/4W	30k Ω	1	
	R7	金属被膜 1/4W	100 Ω	1	
	R8	金属被膜 1/4W	100 Ω	1	
	R9	金属被膜 1/4W	1.3k Ω	1	
	R10	金属被膜 1/4W	240 Ω	1	
	R11	金属被膜 1/4W	4.7k Ω	1	ゲイン設定用
	R12	金属被膜 1/4W	470 Ω	1	ゲイン設定用
	R13, 14	金属被膜 1/4W	100 Ω	2	
	R15	金属被膜 1/4W	1.5k Ω	1	
	R16, 17	金属被膜 1/4W	1k Ω	2	
	R18, 19	金属被膜 1/4W	100 Ω	2	
	R20, 21	酸化金属被膜 1~3W	1 Ω	2	
可変抵抗	VR1	サメットリマー	10k Ω	1	20k Ω でも可
	VR2	サメットリマー	500 Ω	1	
コンデンサ	C1	フィルムコンデ ンサ	1~2.2 μ F	1	バイポーラ電解でも可
	C2	フィルムコンデ ンサ	100pF	1	位相補償用
	C3, 4	フィルムコンデ ンサ	0.1 μ F	2	
	C5, 6	電解コンデ ンサ	47 μ F/35V	2	
	C7	使用せず	ジ ャンパ ー	-	AMP UNIT No. 2 はジ ャンパ ー(*3)
	C8, 9	フィルムコンデ ンサ	0.1 μ F	2	
ダイオード	D1 D2	ツエナ ーダイ オード	18~20V	1	(*1) 2014. 4. 23 修正
	D2 D1	小信号ダイ オード	1N4148 など	1	汎用品で可 2014. 4. 23 修正
	D3	ツエナ ーダイ オード	18~20V	1	(*1)
トランジスタ	Q1, 2	N-FET	2SK246 など	2	BL ランク推奨
	Q3, 4	小信号 NPN	2SC1815 など	2	
	Q5-8	小信号 PNP	2SA1015 など	4	
	Q9-16	小信号 NPN	2SC1815 など	8	
	Q17	小信号 PNP	2SA1015 など	1	
	Q18	小信号 NPN	2SC1815 など	1	
	Q19	小信号 PNP	2SA1015 など	1	
	Q20	パワーFET (N)	IRFP240 など	1	(*2)
	Q21	パワーFET (P)	IRFP9240 など	1	(*2)
放熱板			17PB25 など	2	

(*1) 電源電圧（整流後の 1 次電圧）から 3~5V 低い電圧を選定するのがいいと思います。

(*2) 2SK1529/J200 などのパワーFET を使用することも可能です。しかし VGS が IRFP240/9240 では約 4V に対して 2SK1529/J200 では 2V 程度と低いため、アイドル電流を適正値に保つために R10 の調整が必要です。確認はしていませんが 470 Ω あたりに設定して、アイドル電流が流れ過ぎるようならさらに大きな値に、反対に流れないように小さい値に変更します。

(*3) C7 は使用しません。アンプユニット 1 ではすでに C7 を使用しない設定になっていますが、アンプユニ

ット2では使用する基板パターンになっているため、ジャンパ配線としてください。

(2) 電源&コントロールユニット

表 部品表例（電源&コントロールユニット）

品名	番号	規格	仕様	個数	
抵抗	R1	炭素被膜 1/4W	2.4kΩ	1	
	R2	炭素被膜 1/4W	10kΩ	1	
	R3, 4	金属被膜 1/4W	20kΩ	2	
	R5, 6	金属被膜 1/4W	10kΩ	2	
	R7, 8	金属被膜 1/4W	20kΩ	2	
	R9	炭素被膜 1/4W	4.7kΩ	2	
	R10	ジャンパ	0Ω	1	ジャンパ-接続
	R11	炭素被膜 1/4W	1kΩ	1	LED 電流制限抵抗
	R7, 8	金属被膜 1/4W	20kΩ	2	
コンデンサ	C1, 2	フィルムコンデンサ	0.1μF	2	
	C3	電解コンデンサ	1000μF/35V	1	
	C4	電解コンデンサ	100μF/25V	8	
	C5-12	電解コンデンサ	2200μF/35V	8	C5, 8, 10, 11 はブロックタイプも使用可能
	Cp	チップコンデンサ(*1)	0.1μF	3	2012 サイズ
ダイオード	D1-4	整流ダイオード	1A 以上	4	
	D5-9	小信号 SW 用ダイオード	1N4148 など	5	汎用品
	D10-13	整流ダイオード	1A 以上	4	
トランジスタ	Q1	小信号 NPN	2SC1815 など	1	
IC	IC1	電圧レギュレータ 5V	7805	1	
	IC2	制御マイコン	PIC16F819	1	プログラム済み
リレー	RY1, 2	12V リレー	941H-2C-12D	2	秋月で購入可能
放熱板			17PB25 など	1	

(*1) IC1 の前面にあるチップコンデンサのシルク部にも実装します（部品番号なし）。

(3) 2nd パワーユニット

設計仕様： 出力電圧 正負 1.5V

※正出力電圧 = $1.25 \times (R3+R4) / R4 = 1.25 \times (1300+120) / 120 = 14.8(V)$

※負出力電圧 = $-1.25 \times (R1+R2) / R2 = -1.25 \times (1300+120) / 120 = -14.8(V)$

表 部品表例（2nd パワーユニット）

品名	番号	規格	仕様	個数	
抵抗	R1	金属被膜 1/4W	1.3kΩ	1	
	R2	金属被膜 1/4W	120Ω	1	
	R3	金属被膜 1/4W	1.3kΩ	1	
	R4	金属被膜 1/4W	120Ω	1	(*1)
コンデンサ	C1, 2	電解コンデンサ	1000μF/35V	2	
	C3, 4	電解コンデンサ	220μF/25V	2	
	C5, 6	電解コンデンサ	22μF/25V	2	
IC	IC1	負電圧レギュレータ	LM337	1	
	IC2	正電圧レギュレータ	LM317	1	
ダイオード	D1-4	整流ダイオード	1A 以上	4	
放熱板			17PB25 など	2	

(*1) メーカーシートでは 240Ω となっていますが、ここでは 120Ω としています。

5. 接続方法

本基板は一体型のため、外部との接続はシンプルです。下記を参照にして接続します。

(1) 電源トランスと出力の接続

RA40-144 トランスとの接続例を示します。

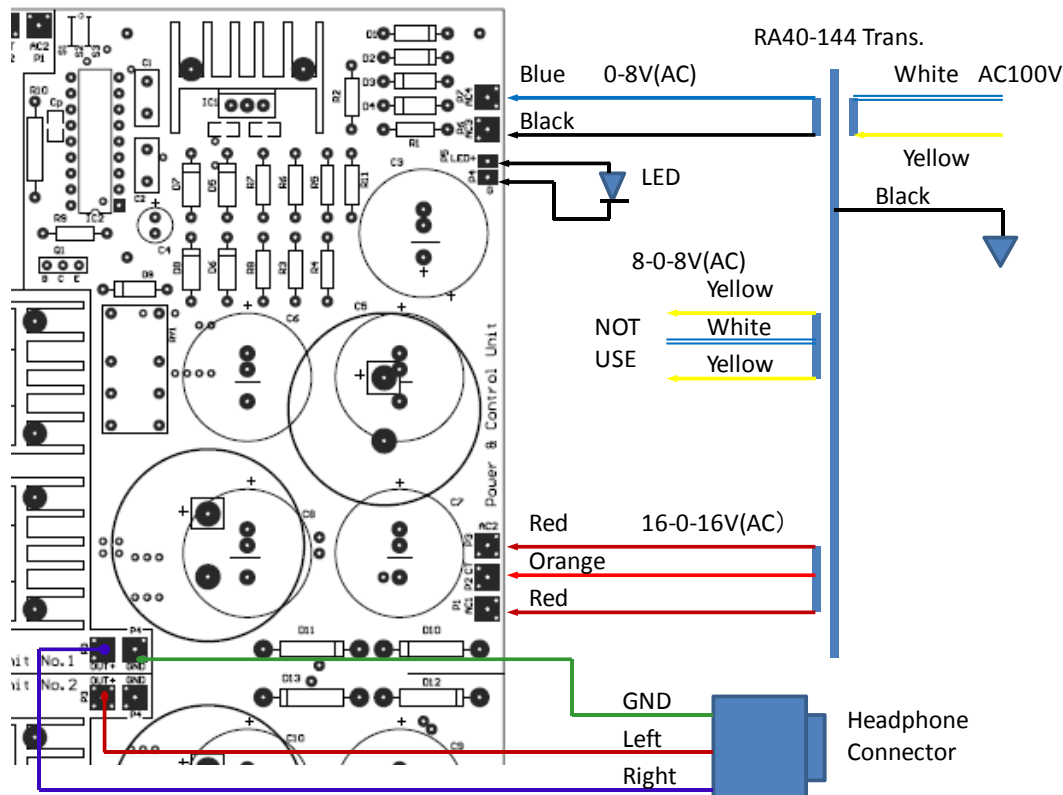


図 接続例

(2) 入力の接続

入力は音量調整機能がないため、外部にソースを接続する場合は VR（可変抵抗器）をとりつけるか、あるいはプリアンプなどの信号レベルを変えられるものを接続します。下図は VR を接続して外部信号を入力する場合の接続例です。使用する VR は 10～50k Ω (10k Ω 推奨) で、A カーブのものを使用します。

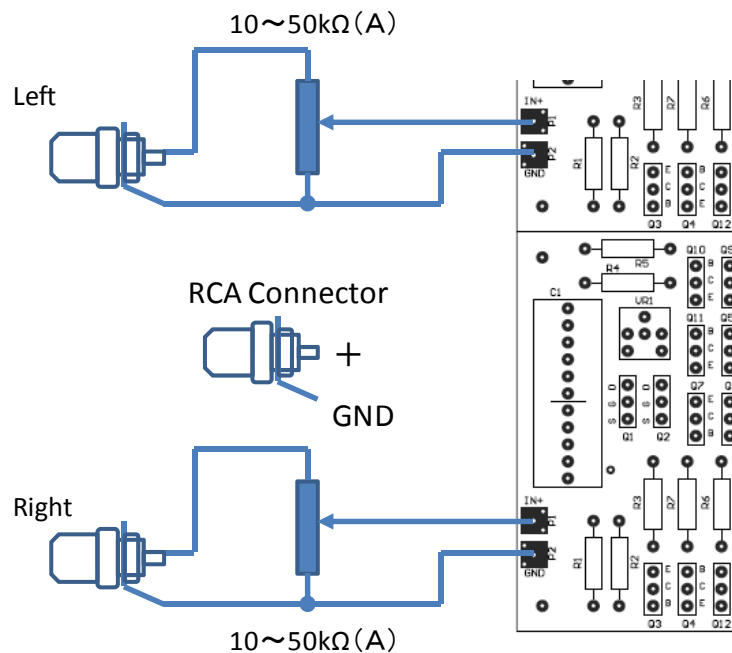


図 入力の接続例

6. 調整方法

本基板での調整箇所はアンプユニットの2か所のVR(可変抵抗器)になります。それぞれVR1は出力電圧のゼロ点調整用、VR2は終段トランジスタのアイドル電流調整用になります。

調整前の電源投入時は必ずVR1を中点、VR2を最小値(左一杯)にします。

<手順>

①オフセット調整(VR1)：出力電圧がゼロ電位(0V)になるようにVR1を調整します

②アイドル電流(VR2)：R20あるいはR21の両端電圧をみながら所定の電流になるように徐々にVR2を右に回していきます。たとえばR20、R21が 1Ω でアイドル電流を10mAに設定する場合は、抵抗器の両端の電圧が10mVになるように設定します。電圧値はトランジスタの発熱等で変化しますので、およその値で結構です。

①②を繰り返し、調整します。

7. その他

電源パイロットランプ用のLEDはPICにより点灯制御されています。点灯状態と基板動作状態は下記の通りになります。

表 電源パイロットLEDと動作状態

点灯	正常動作中
遅く点滅(2Hz)	電源立ち上がり時のWAIT状態
早く点滅(5Hz)	電源OFF時工程あるいはDC漏れを検知(ジャンパー機能のS2が開放になっている場合のみ)してMUTE状態となった場合。とくに、常に早く点灯している場合は、回路の異常を示していると想定されます。

8. 基板パターン

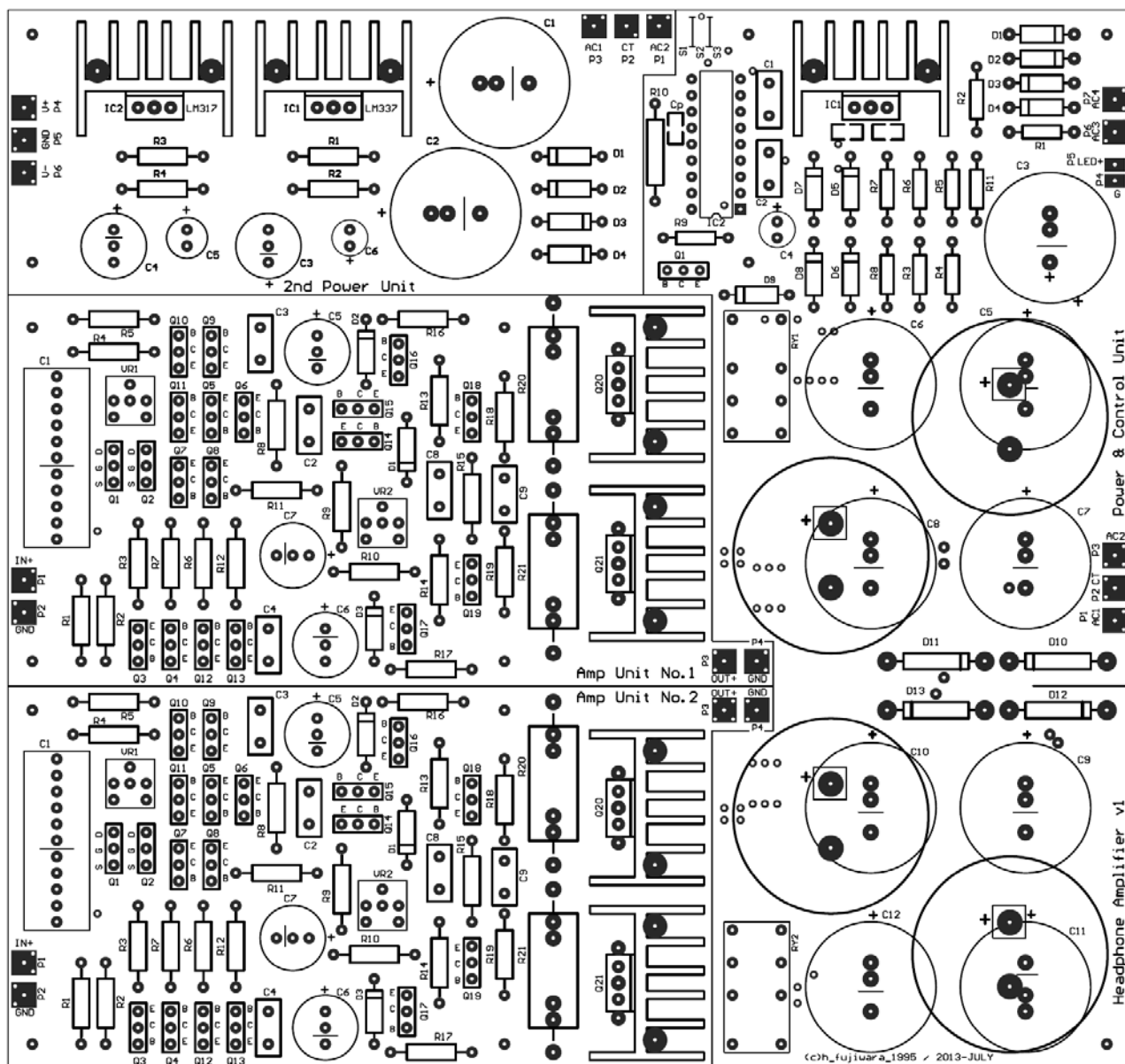


図 基板シルク

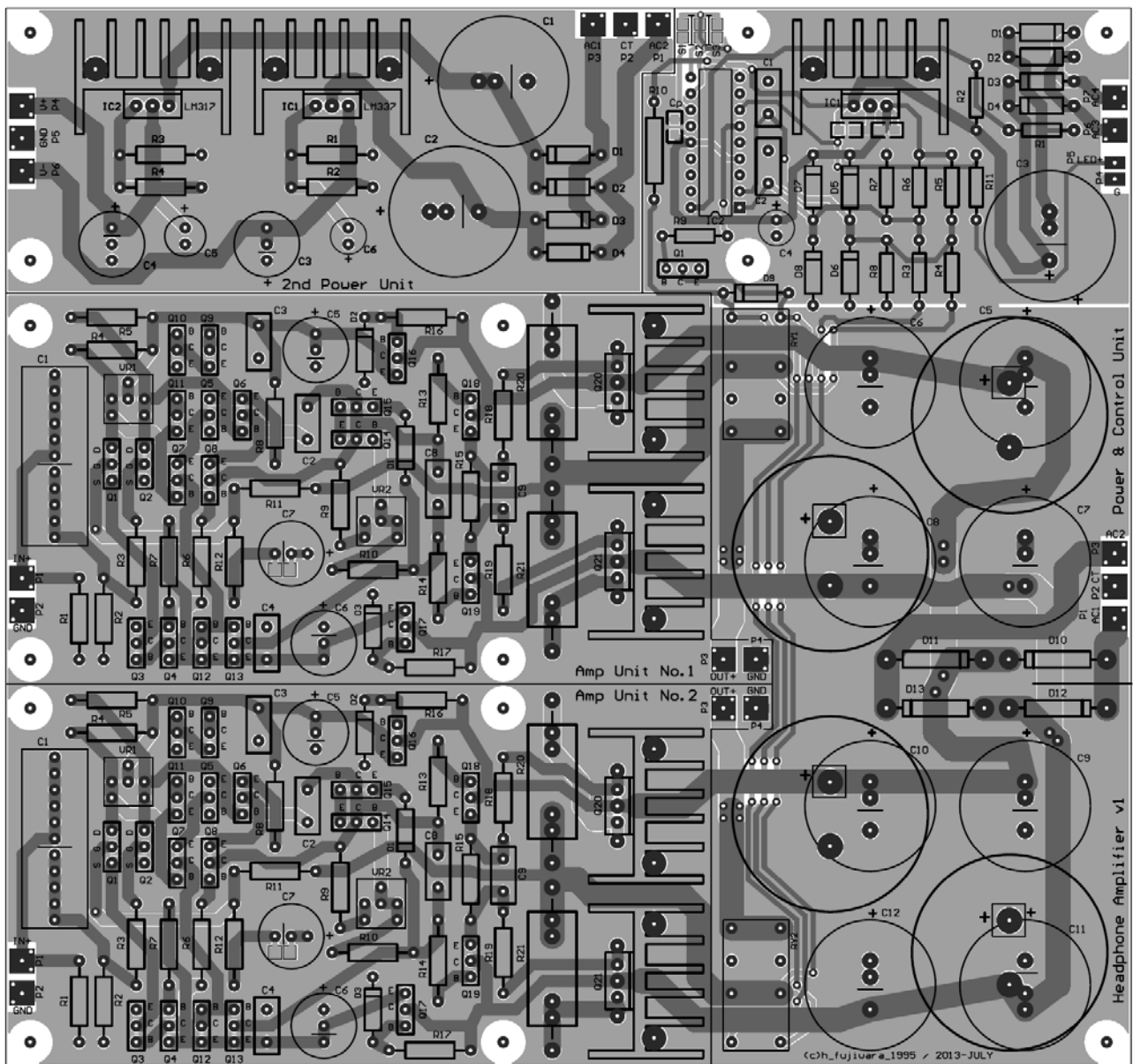
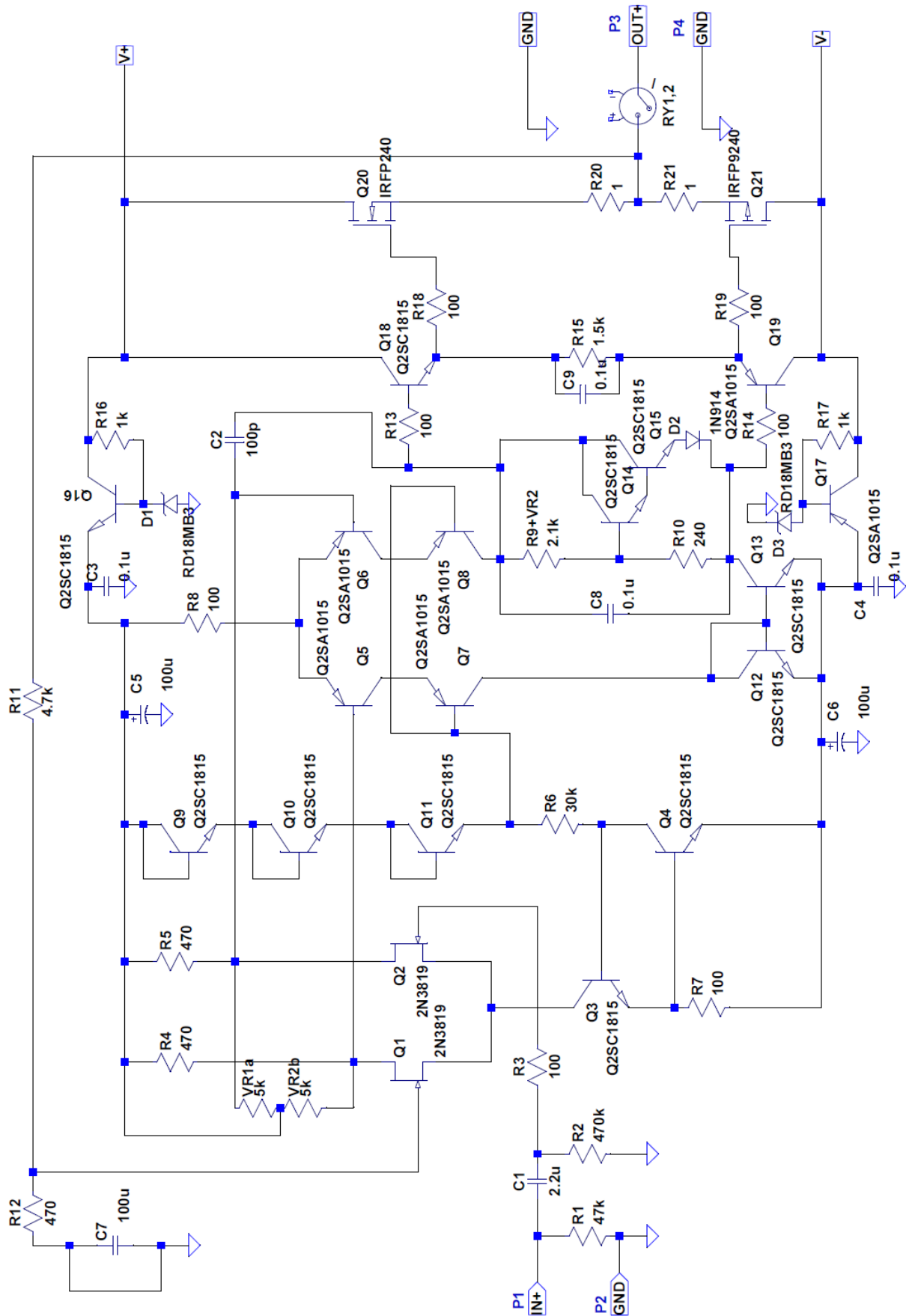


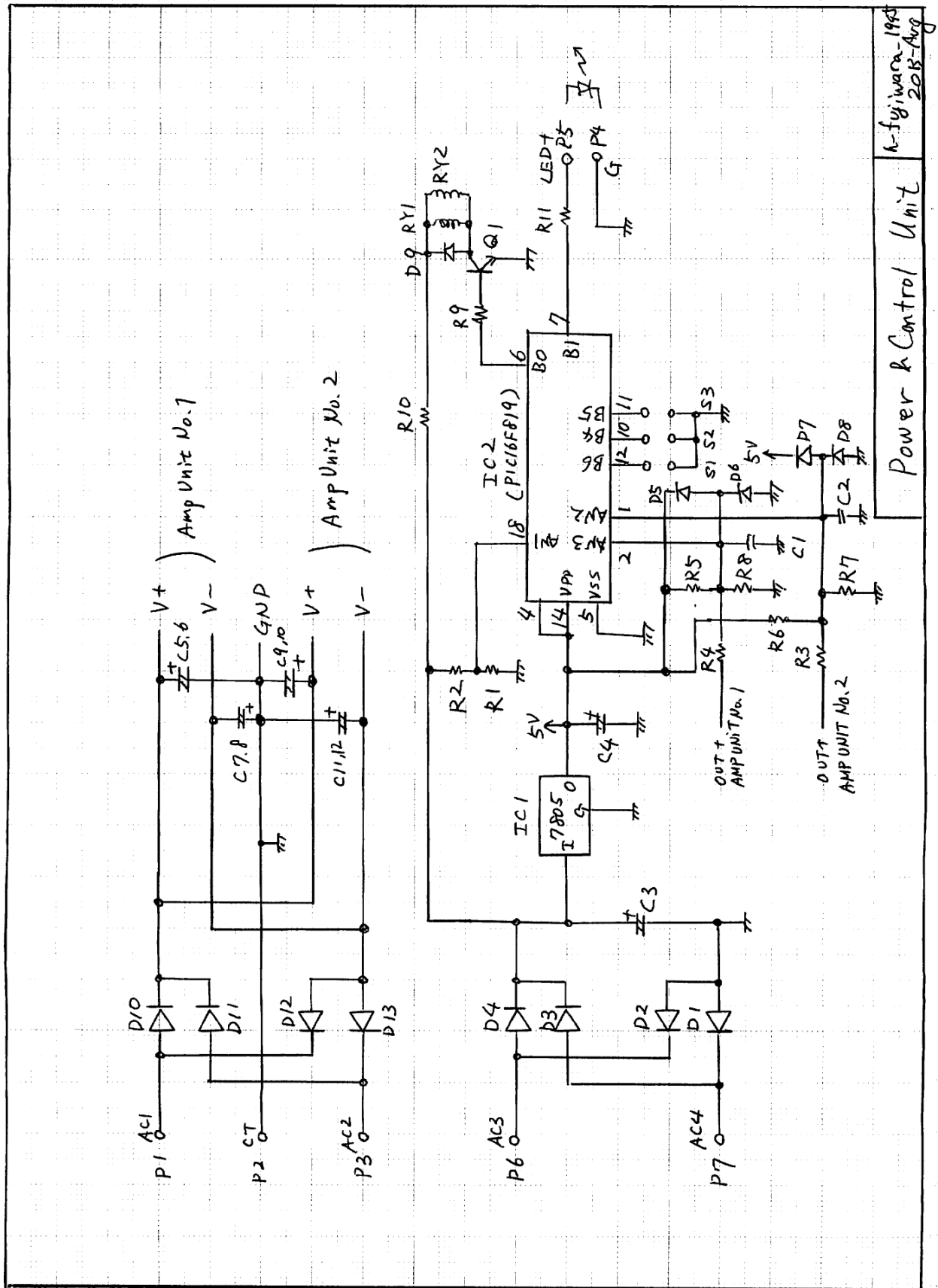
図 基板パターン

8. 回路図

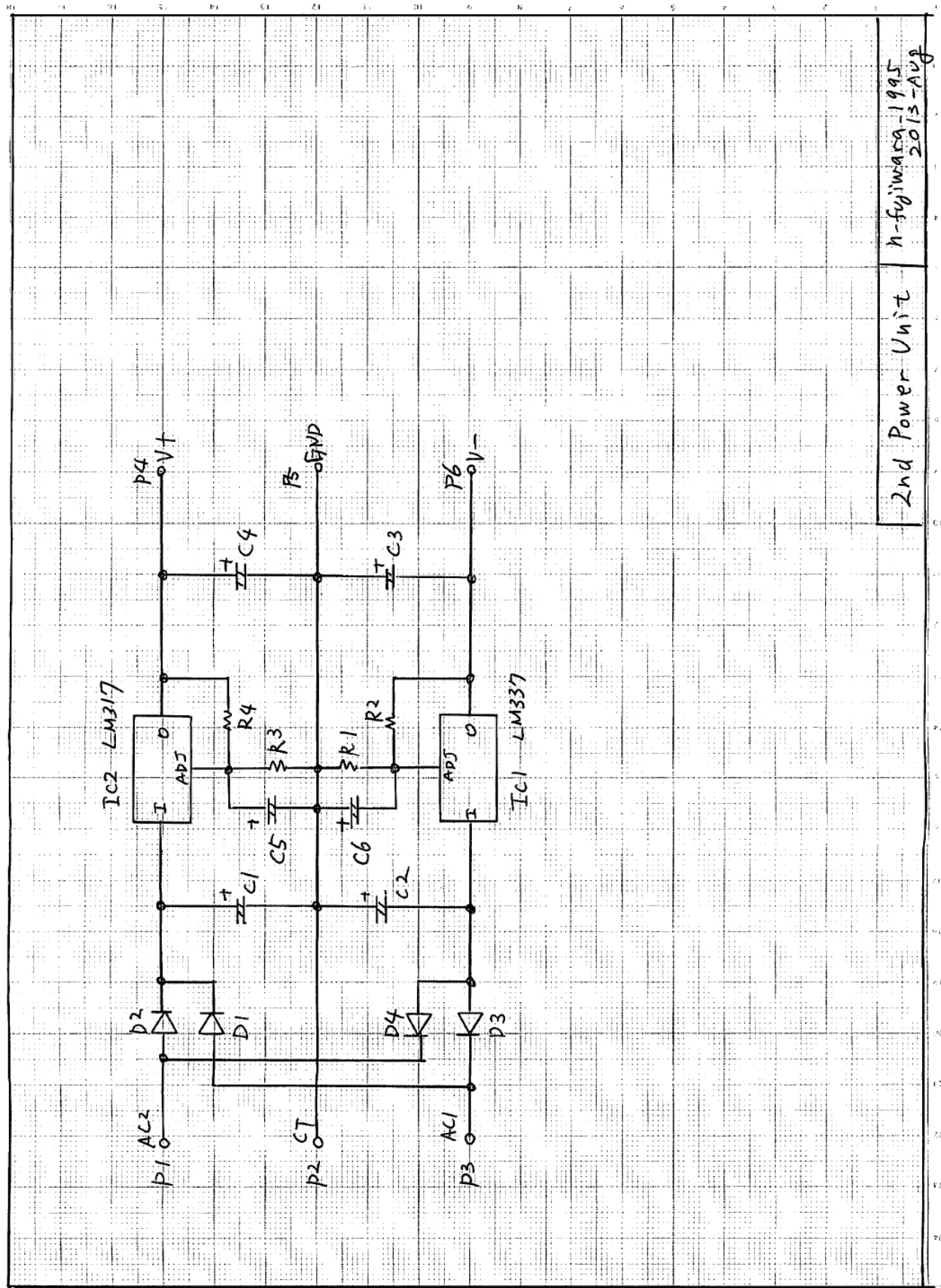
(1) アンプユニット



(2) 電源 & 制御ユニット



(3) 2nd 電源ユニット



9. 他基板の搭載について

本基板にはいくつかの取り付け穴があいており、他の基板との取り付けピッチを合わせているので、容易に多層構造にすることが可能です。

下図の位置が多層構造を想定した部分であり、多層可能（ネジピッチが一致）な基板例を表に示します。

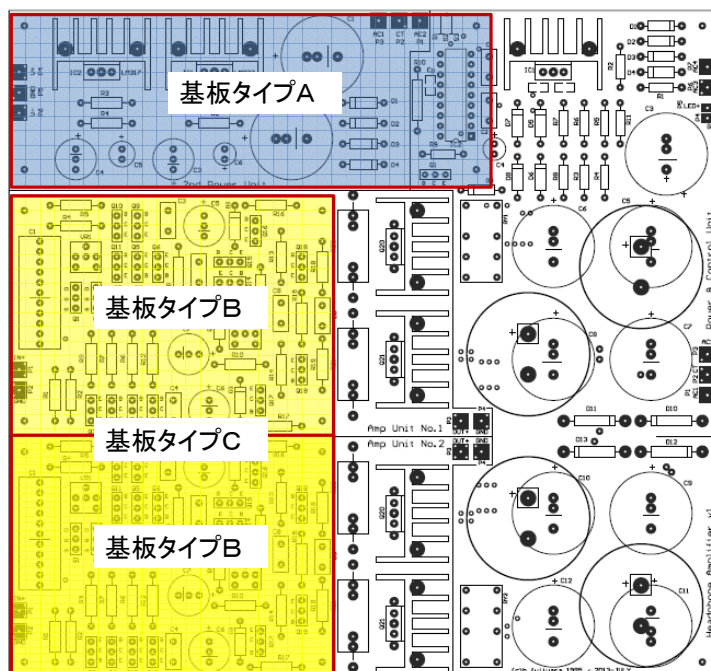


表 搭載可能な基板例（最近のリリースのみ）

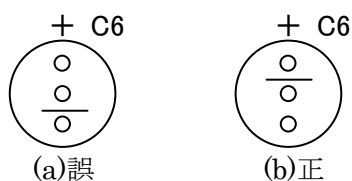
基板タイプA	○電源基板 TYPE-E, G, H
基板タイプB	○電子ボリューム EVC1972, EVC1159, ○ NewA7(1/2)、Simple IV
基板タイプC	○DAC 関連 DAC1794-1.6, DAC1242-1.6, R-DAC9018S 等 ○アンプ基板 高精度電子ボリューム、A13 アンプ、A13, A11, Renew A12, NewA7, ディスクリ IV 基板、SimpleIV 基板など ○電源基板 TYPE-I, D, F 等 ○その他 リレー切り替え基板 等

10. 編集履歴

- R1 2013.8.5
- R2 2013.8.15
- R3 2013.11.1
- R4 2014.4.23 部品表修正、Amp Unit No. 2 のシルクミス記載

11. [重要] シルクミス

Amp Unit No. 2 の C6 のシルクに一部ミスがあります。セパレート線の位置が下図のようにずれているので、C6（電解コンデンサ）取り付け時は注意願います（対象基板 v1）。



v1 基板のシルク修正箇所（Amp Unit No.2）