

お気楽ヘッドホンアンプ（電子ボリューム内蔵版）

製作マニュアル

1. はじめに

この基板はJRCのNJW1159を用いた電子ボリューム付きステレオ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、アンプ部はオペアンプの出力に電力増幅段を追加したシンプルな構成であり、部品点数も少なく済みます。電子ボリューム部の電源は電源はLM317/337を使用し、デジタル部は7805の3端子レギュレータを用いた降圧回路としており、こちらも部品点数を少なくしています。

電子ボリュームICの制御にはPICマイコンをつかっています。これはワンチップで、かつ発振器も内蔵していますので回路構成をシンプルにするのに役立っています。

この回路の基本はヘッドホンアンプですが、回路定数を変更すれば小型のスピーカも駆動できますので、ディスクトップオーディオとしても活用できるかと思えます。

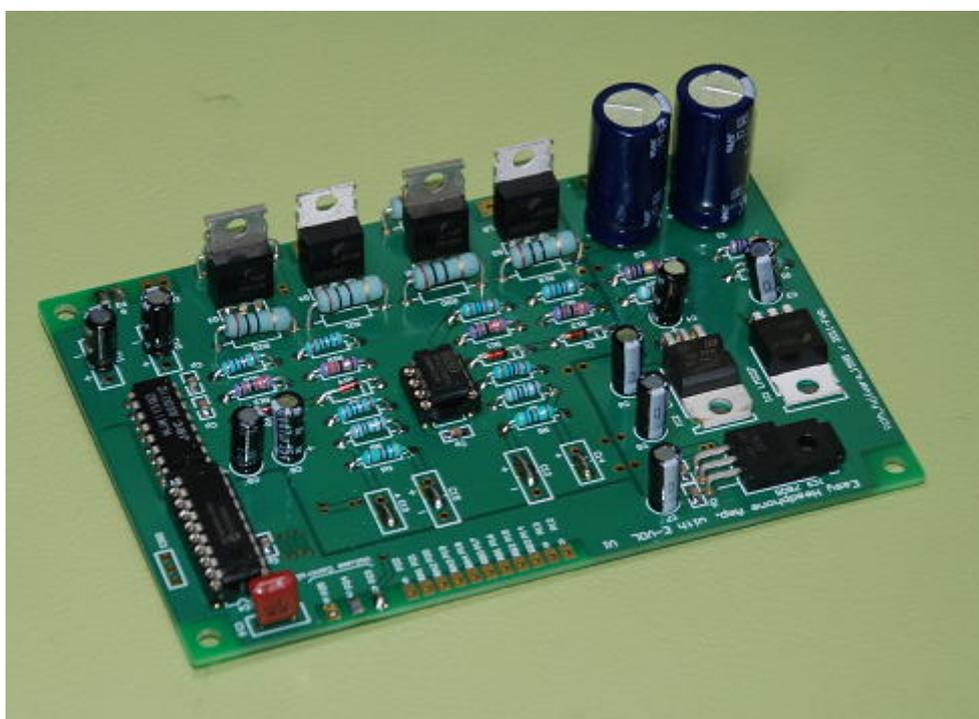


図 完成例

2. 機能&仕様

表 主な機能&仕様

機能	電子ボリューム付きステレオヘッドホンアンプ
電子ボリューム	NJW1159Dを使用 ◆可変範囲 0～95dB/1dBstep、MUTE制御ICはPIC16F819を使用。
アンプ部	オペアンプ+電圧フォロワー (0dBバッファ)
電源電圧	正負15V (推奨値)
基板	FR4、サイズ：4700×3200mil 119.4×81.3mm 70um銅箔厚

3. 基板端子機能表

表 基板端子機能表

No	表示	機能	説明		
P1	INL	信号入力 (左)	信号入力		
P2	G	GND			
P3	G	GND			
P4	INR	信号入力 (右)	信号出力 (ヘッドホン出力)		
P5	OUTL	信号出力 (左)			
P6	G	GND			
P7	OUTLR	信号出力 (右)			
P8	G	GND	電源入力 (正負 10~16V 程度)		
P9	V+	正電源(+15V)			
P10	GND	電源 GND			
P11	V-	負電源(-15V)	通常は使用 しません。		
P12	V	5V 出力			Reserved
P13	G	GND			Reserved
P14	RB3	PIC-I/O RB3			Reserved
P15	RB2	PIC-I/O RB2			Reserved
P16	RB1	PIC-I/O RB1(*1)			MUTE 用リレー信号
P17	RB0	PIC-I/O RB0(*1)			LED 表示用出力
P18	RA4	PIC-I/O RA4			Reserved
P19	RA3	PIC-I/O RA3			Reserved
P20	RA2	PIC-I/O RA2			Reserved
P21	RA1	PIC-I/O RA1			Reserved
P22	G	GND			Reserved
P23	V	5V	可変抵抗器を接続 (10kΩ (B)を接続します)		
P24	C	可変抵抗中点			
P25	G	GND			

(*1)「8. オプション接続方法」にて説明。

4. 部品表例

下記部品表例ではゲインを 21 倍としています。
ゲインは $G = G = (R9+R7)/R7$ 、 $G = (R10+R8)/R8$ で設定できます。

図. 部品表例

部品名	No	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1	金属皮膜 (1/4W)	910Ω	1	LM337/6V 設定
	R2	金属皮膜 (1/4W)	240Ω	1	
	R3	金属皮膜 (1/4W)	910Ω	1	LM317/6V 設定
	R4	金属皮膜 (1/4W)	240Ω	1	6V 設定
	R5, 6	金属皮膜 (1/4W)	47kΩ	2	
	R7, 8	金属皮膜 (1/4W)	1kΩ	2	
	R9, 10	金属皮膜 (1/4W)	20kΩ	2	
	R11-14	金属皮膜 (1/4W)	33Ω	4	
	R15-18	金属皮膜 (1/4W)	10kΩ	4	
	R19-22	金属皮膜 (1/2~1W)	4.7Ω	4	エミッタ抵抗
	R23, 24 (*1)	金属皮膜 (1/2~1W)	10~50Ω	2	ヘッドホン保護用。

(*1)シルク抜けがあります「6. 基板パターン」を参照ください

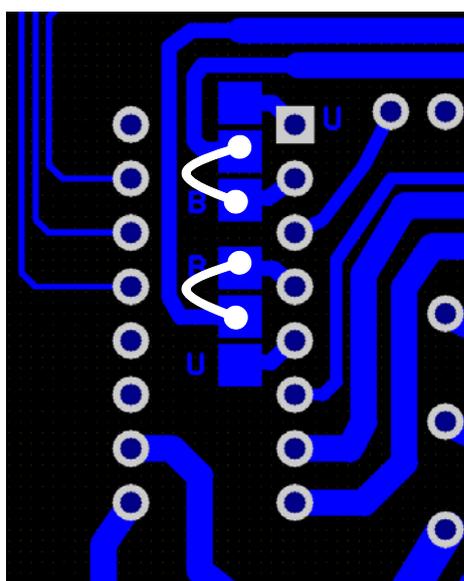
図. 部品表例 (つづき)

部品名	No	規格	仕様	個数	備考
コンデンサ	C1, 2	電解コンデンサ	1000uF/25	2	
	C3-9	電解コンデンサ	47uF/25V	7	
	C10, 11	電解コンデンサ	10~47uF/25V	2	バイポーラ推奨
	C12-15	—	ジャンパー	4	ジャンパー
	C16	フィルムコンデンサ	0.1uF	1	
	Cp	チップセラミック	0.1uF	7	2012 サイズ
ダイオード	D1-4	小信号用ダイオード	1S1588 相当	4	
トランジスタ	Q1, 2	小電力 NPN	2SC3421 など	2	TIP31C などの電力用 Tr も可
	Q3, 4	小電力 PNP	2SA1358 など	2	TIP32C などの電力用 Tr も可
オプレンター IC	OSC1	未使用	未使用	—	実装しません。
	IC1	電圧レギュレータ	LM337	1	
	IC2	電圧レギュレータ	LM317	1	
	IC3	電圧レギュレータ	7805	1	
	IC4	制御 CPU	PIC16F819	1	NJW1159 制御用
	IC5	電子ボリューム	NJW1159D	1	
IC6	DUAL オペアンプ	OPA2134 など	1	FET タイプ推奨	

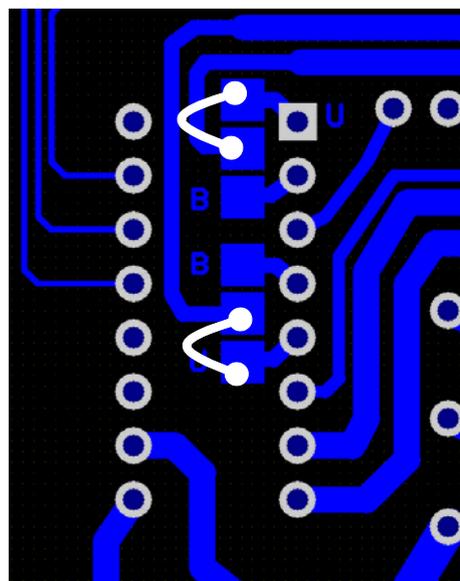
5. ジャンパー接続

本基板で使用する電子ボリューム IC5(NJW1159)には出力は内蔵オペアンプを使用したバッファ出力と、外部オペアンプを使用することを前提として出力端子があります。この基板ではどちらを選択するかを基板の IC5 の半田面のジャンパー端子で選択することができます。通常は「内蔵オペアンプを使用」する側を選択しますが、好みに応じて「外部オペアンプを使用」するを選択してもよいでしょう。この場合は R5,6 を未実装にして、C12,15 はジャンパーとしてください。

ジャンパーは半田を盛って接続するのが簡単です。



(a) IC 内蔵のオペアンプを使用 (推奨)



(b) 内蔵オペアンプを使用しない

図 IC5 裏面のジャンパー接続

6. 接続方法

下図にもっとも標準的な接続方法を示します。ボリュームには10~50k Ω のBカーブ（直線変化）のものを使用してください。

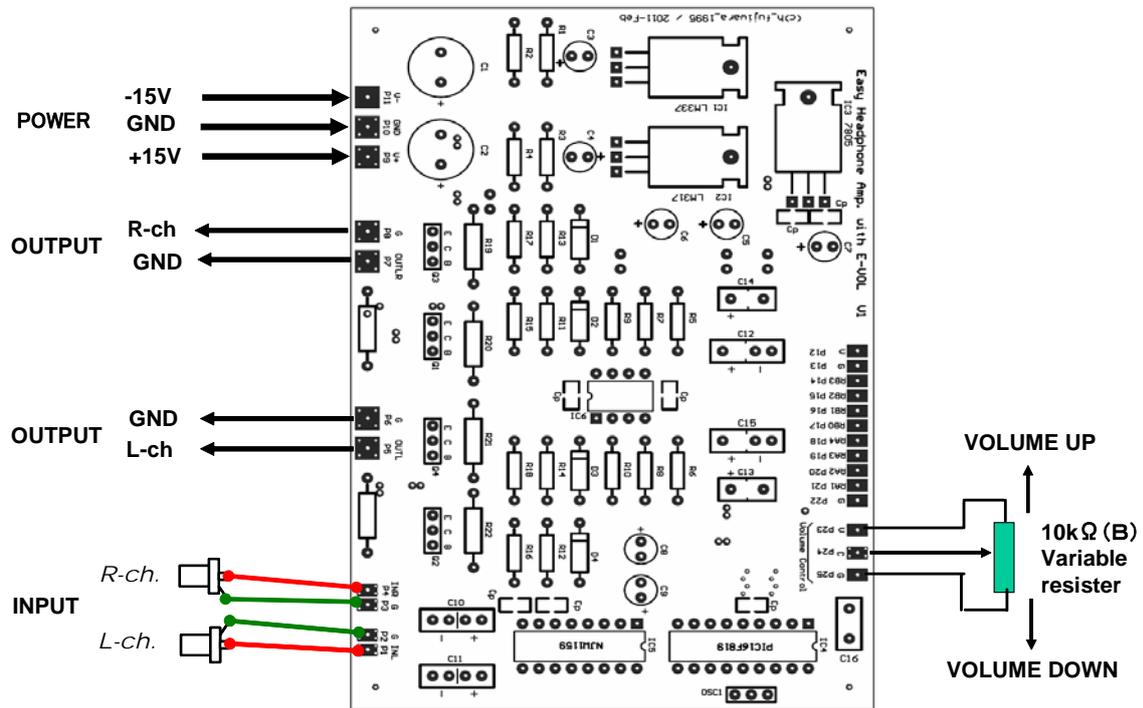
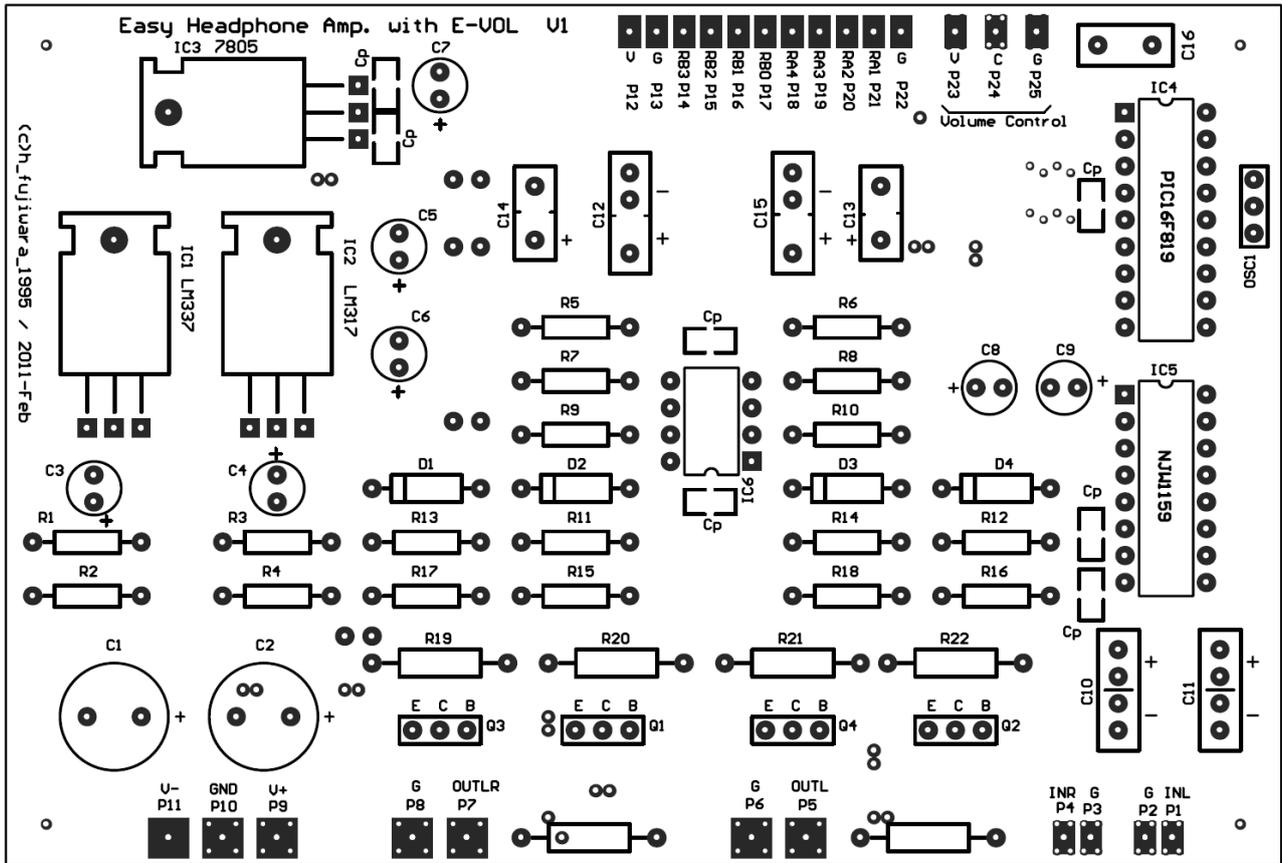


図 標準的な接続方法

6. 基板パターン

(1)シルク面 (部品面)

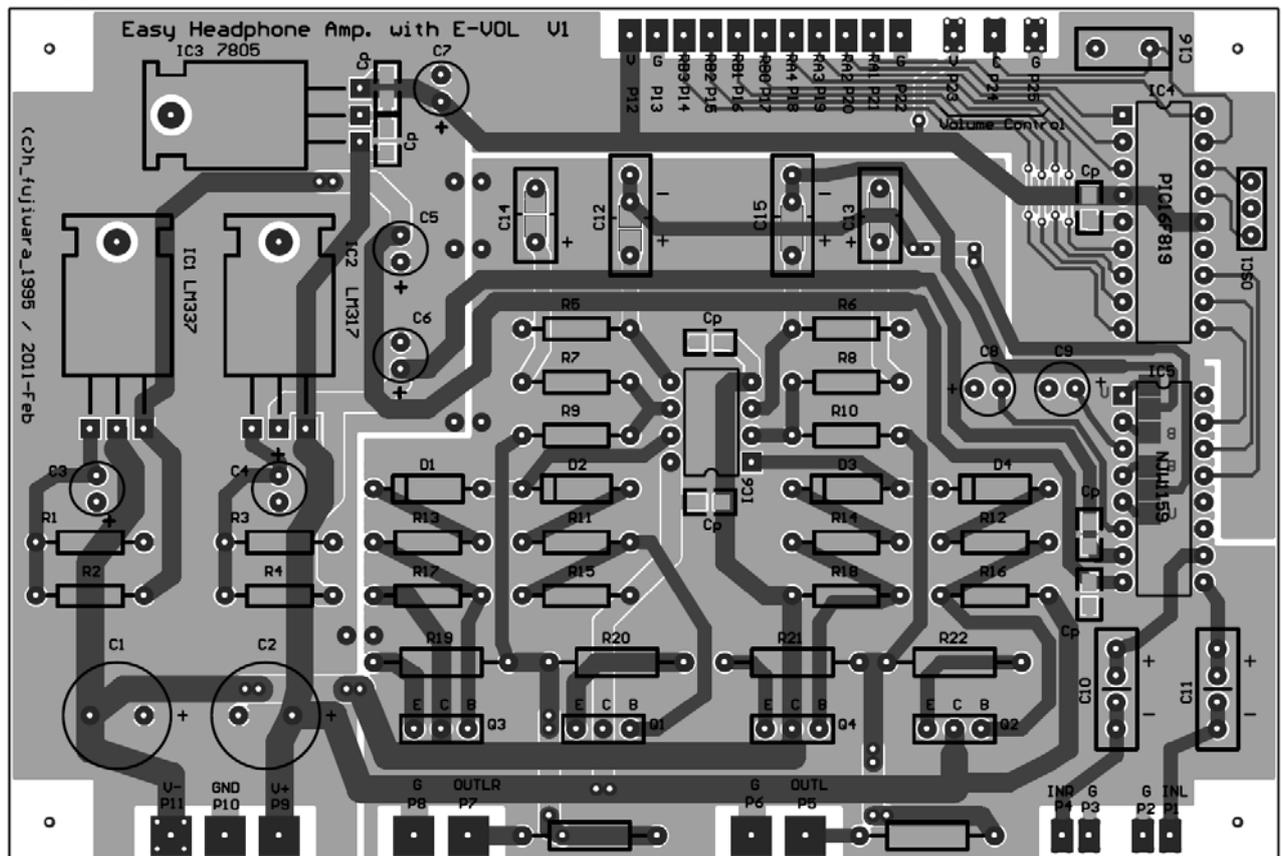
R23,24 のシルクが抜けていますので、下図を参照ください。



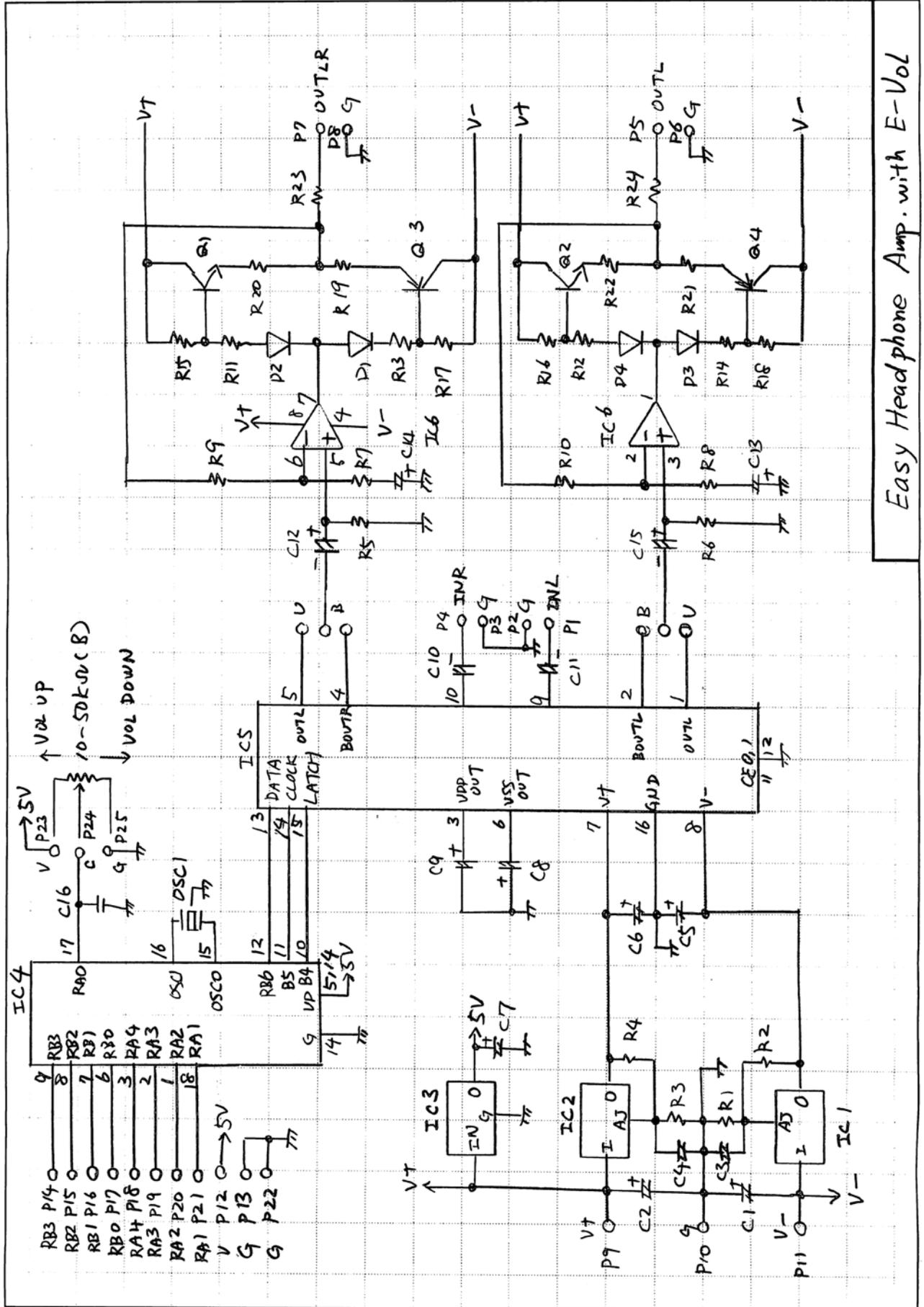
↑ R 2 3

↑ R 2 4

(2)配線パターン



7. 回路图



Easy Headphone Amp. with E-Vol

8. オプション接続方法

(1)MUTE 用リレー信号

基板端子の P16(RB1)は MUTE 用のリレーの制御信号がでています。これは電源 ON 時から 1.5 秒後に L レベル (0V) から H レベル (5V) に変化します。これを利用して電源 ON 時のポップノイズを低減することができます。

(2)LED 表示用出力

基板端子の P17(RB0)はデータ出力端子になっており、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 NJW1159 と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 (操作量と表示の一致させるため)。

また電源投入時の立ち上げ時、および電源 OFF 時にはデータ値 255 (0xFF) を送信します。

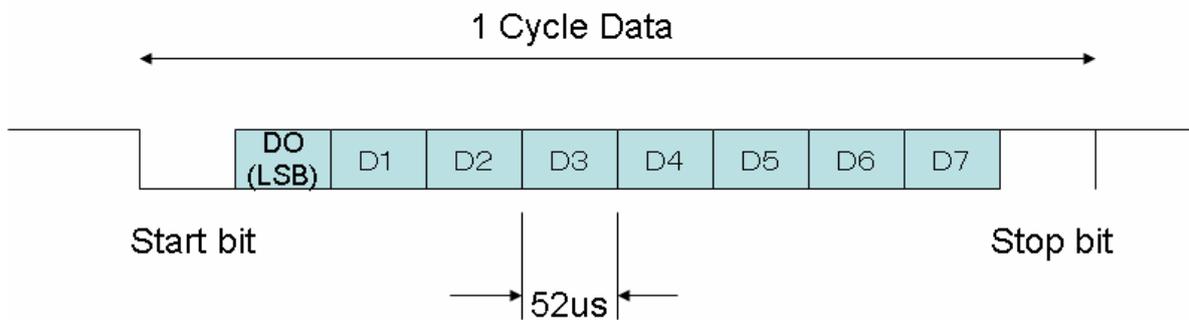


図. P19 からの出力フォーマット

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 (オプションとして準備予定)。

10. 編集履歴

2011.3.3 R1