

高精度電子ボリューム基板 (MUSES72320)

製作マニュアル

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バッファアンプになります。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しさせることが可能です。

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, チャンネルセパレーション -120dB typ. ゼロクロス検出回路内蔵 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
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、サイズ : 4700×3200mil 119.4×81.3mm 70um 銅箔厚

3. 基板端子機能表

基板端子は基板の周囲に配置した P1~P14 のランドを示します。

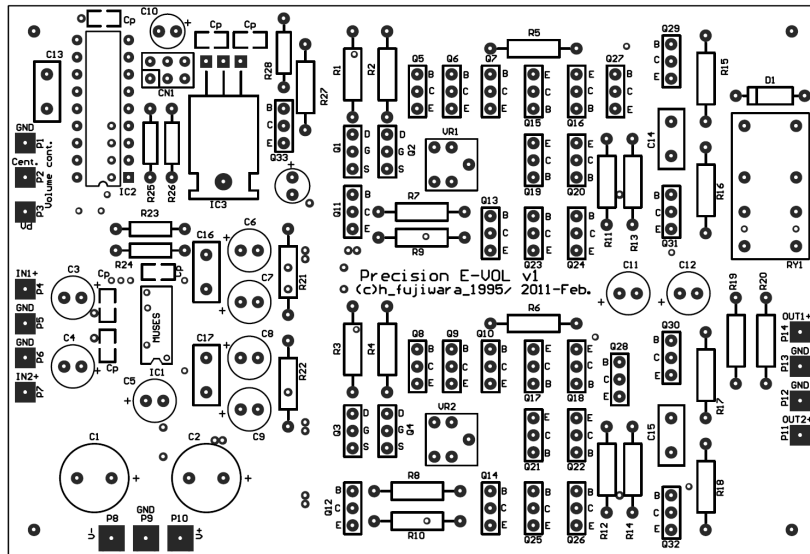


図 基板周囲の基板端子

表 基板端子の機能表

No	表示	機能	説明
P1	GND	GND	可変抵抗器を接続 (ボリュームコントロール) 10kΩ (B) 推奨
P2	Cent.	可変抵抗中点	
P3	Vd	5V	
P4	IN1+	信号入力 (ch. 1)	信号入力
P5	GND	GND	
P6	GND	GND	
P7	IN2+	信号入力 (ch. 2)	
P8	V-	負電源 (-15V)	電源入力
P9	GND	電源 GND	
P10	V+	正電源 (+15V)	
P11	OUT2+	信号出力 (ch. 2)	信号出力
P12	GND	GND	
P13	GND	GND	
P14	OUT1+	信号出力 (ch. 1)	

4. 部品表例

表. 部品表例

部品名	No	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1-4	金属皮膜 (1/4W)	470 Ω	4	
	R5, 6	金属皮膜 (1/4W)	100 Ω	2	
	R7, 8	金属皮膜 (1/4W)	30k Ω	2	
	R9, 10	金属皮膜 (1/4W)	100 Ω	2	
	R11-14	金属皮膜 (1/4W)	750 Ω	4	
	R15-18	金属皮膜 (1/4W)	47 Ω	4	
	R19, 20	金属皮膜 (1/4W)	100 Ω	2	
	R21, 22	金属皮膜 (1/4W)	470k Ω	2	

表. 部品表例 (つづき)

部品名	No	規格	仕様	個数	備考
可変抵抗	R23, 24	金属皮膜 (1/4W)	10k Ω	2	
	R25	金属皮膜 (1/4W)	7.5k	1	
	R26	炭素皮膜 (1/4W)	2.2k Ω	1	
	R27	炭素皮膜 (1/4 ~ 1/2W)	240 Ω 程度	1	リレー電流調整用 (「8. 製作上のヒント」参照)
	R28	炭素皮膜 (1/4W)	2.2k	1	
	VR1, 2	1 回転サーメット	10k Ω	2	
コンデンサ	C1, 2	電解コンデンサ	1000 μ F/25	2	
	C3, 4	電解コンデンサ	10~47 μ F/25V	2	バイポーラ推奨
	C5	電解コンデンサ	47 μ F/25V	1	バイポーラ推奨
	C6	電解コンデンサ	10 μ F/25V	1	バイポーラ推奨
	C7, 8	電解コンデンサ	100 μ F/25V	2	バイポーラ推奨
	C9	電解コンデンサ	10 μ F/25V	1	バイポーラ推奨
	C10	電解コンデンサ	47 μ F/25V	1	
	C11, 12	電解コンデンサ	10 μ F/25V	2	バイポーラ推奨
	C13	フィルムコンデンサ	0.1 μ F	1	
	C14, 15	フィルムコンデンサ	47~100pF	2	
	C16, 17	フィルムコンデンサ	10pF	2	
	C18	電解コンデンサ	47 μ F/25V	1	シルク無し。Q33 の下側
	Cp	チップセラミック	0.1 μ F	14	2012 サイズ 8 個は半田面に実装
	ダイオード	D1	小信号用ダイオード	1S1588 相当	1
トランジスタ	Q1-4	小信号 N-FET	2SK30A など	4	ペアリングが望ましい
	Q5-14	小信号 NPN	2SC1815	10	
	Q15-22	小信号 PNP	2SA1015	8	
	Q23-30	小信号 NPN	2SC1815	8	
	Q31, 32	小信号 PNP	2SA1015	2	
	Q33	小信号 NPN	2SC1815	1	
IC	IC1	電子ボリューム	MUSES72320	1	
	IC2	制御 CPU	PIC16F819	1	MUES72320 用
	IC3	電圧レギュレータ	7805	1	
リレー	RY1	2 回路 2 接点	941H-2C-12D	1	秋月電子で購入可能

6. 接続例

下記の接続例を参考にして接続します。ボリュームには 10kΩ 程度の B カーブの可変抵抗を使用します。

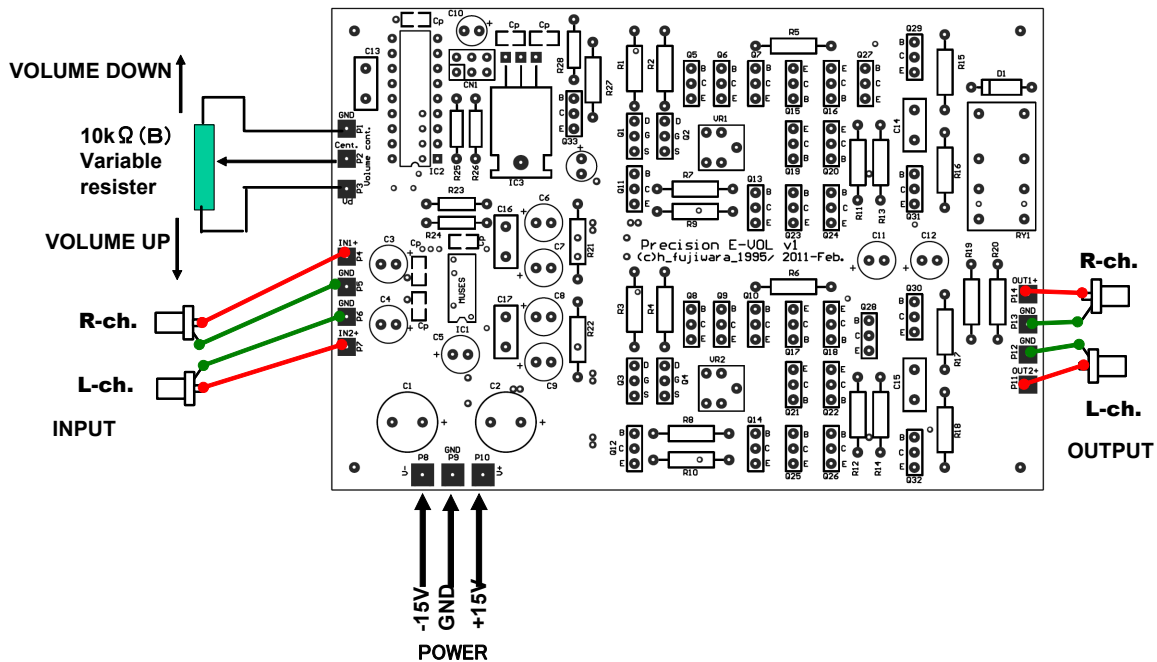


図 接続例

7. 調整方法

入力を短絡した状態で基板端子 P14 (OUT1+) および P11 (OUT2+) がゼロ電位になるようにそれぞれ VR1, VR2 を調整します。

8. 製作上のヒント

(1) R27 の値

R27 はリレーの動作電流を調整するための抵抗です。基板の電源電圧が 15V で、12V リレーを用いる場合は差である 3V の電圧降下を R27 で得ます。具体的に、使用しているリレー (941H-2C-12D) の巻線抵抗は 960Ω なので 12V 動作時に流れる電流は 12.5mA になります。この電流値で 3V の電圧降下を得るために抵抗値は $R=E/I=3/0.0125=240$ となるので、240Ω を選択しています。電源電圧を 12V とする場合は R27 は不要 (ジャンパー) です。実際使用では 15V でも R27 は不要 (ジャンパー線で可) と思われるので、気になる場合に入れる程度でいいかと思います。ただし 15V を超えるような場合は、適当な R27 を設定することをお勧めします (18V なら 300Ω 程度)。

(2) C6, C9, R21, R22 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, C9, R21, R22 が不要になっています。R21, R22 は取り付けず、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。

9. コントロールソフト

本基板のコントロールソフトは PIC16F819 にプログラムされています。

(1) シーケンス

このコントロールソフトは電源投入後、下記のシーケンスで動作します。

- 初期化
- 1.5 秒待つ (電源電圧が安定するのをまつ)。
- 電源電圧を測定 (測定値 E 1)
- MUTE リレーを ON (信号出力 ON)
- ボリューム値を読み込み
- ボリューム値を LM1972 に書き込み (変化があった場合のみ)
- 電源電圧を測定 (測定値 E)
- 電源電圧 E が E 1 の 90% 以下となった場合 (電源 OFF 検知)

- ・ MUSES72320 へ MUTE 信号送出
- ・ MUTE 用リレーOFF (信号出力 OFF)
- ・ その後、電源電圧を監視し続け E 1 の 9 5 % まで復帰した場合は (d) に戻る。

(i) (e) に戻る。

このシーケンスからわかるように、電源電圧の安定化は必要であり、動作中に電源電圧が変動する場合は途中で電源 OFF 検知が作動することになります。

10. オプション機能

(1) ボリューム値シリアル出力 : CN1 の 1 番ピン

基板上的コネクタ CN1 の 1 番ピン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 MUSES72320 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。

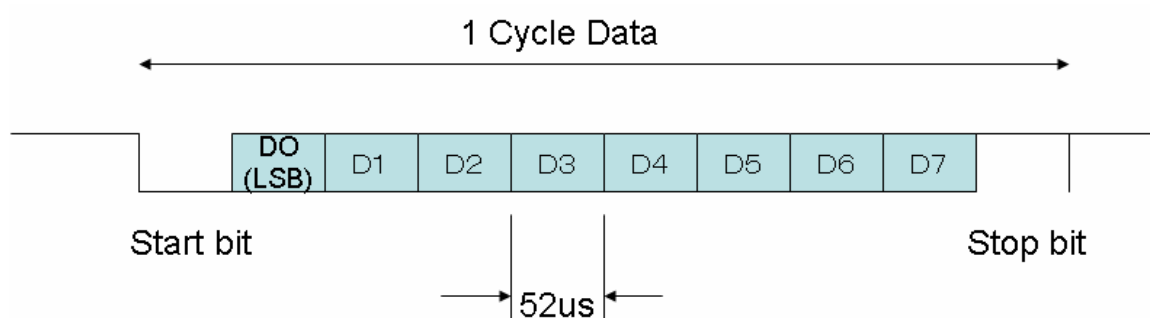
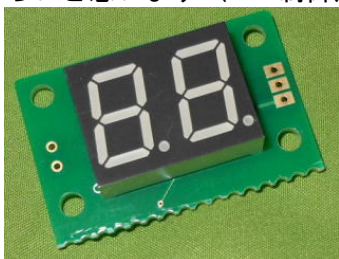


図. 出力フォーマット

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 (LED 制御用の PIC ならびに LED 用基板のオプション有り)。



オプションの表示用基板

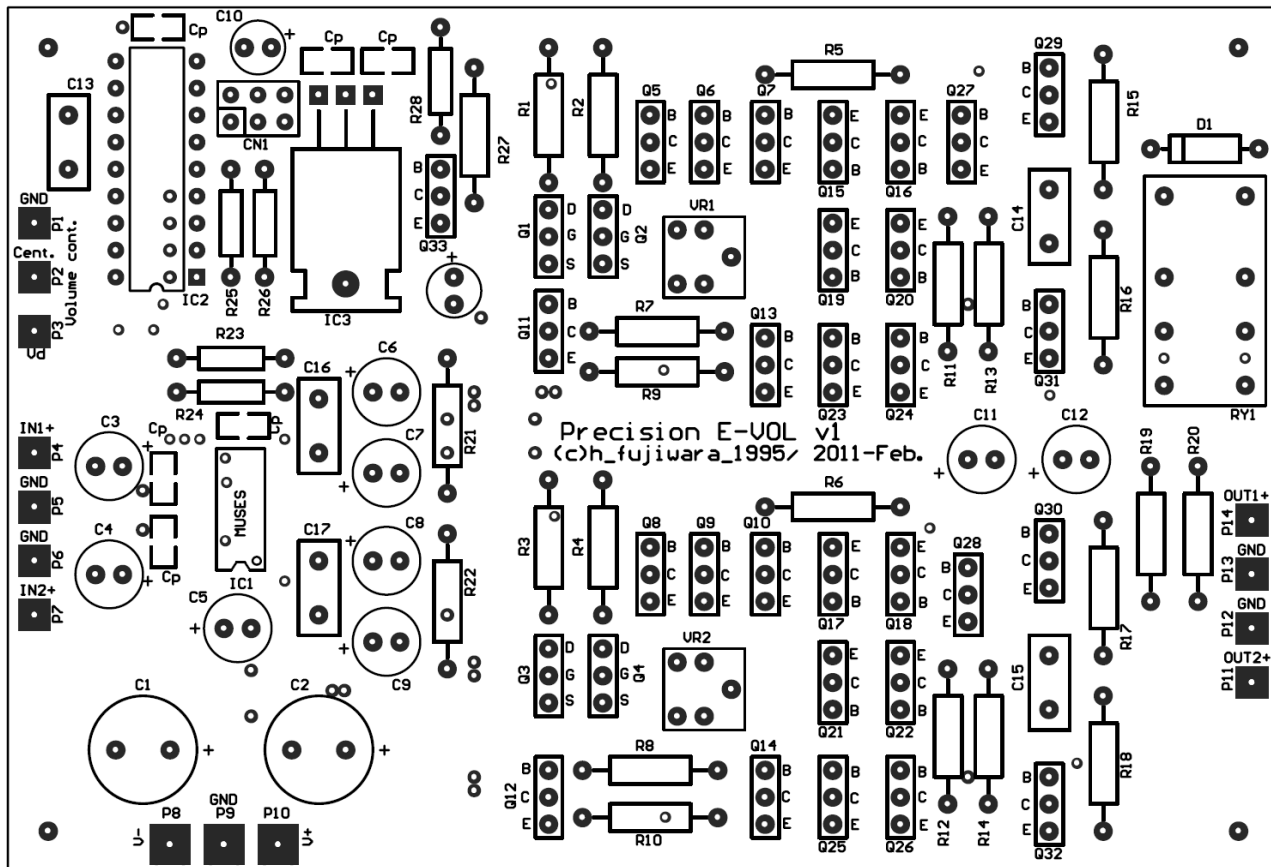
参照 : http://www.easyaudiokit.com/bekkan/manual/SLED_manual.pdf
<http://www.easyaudiokit.com/bekkan/manual/LEDSerialDisplay.pdf>

(2) MUTE 用リレー予備出力 : CN1 の 3 番ピン

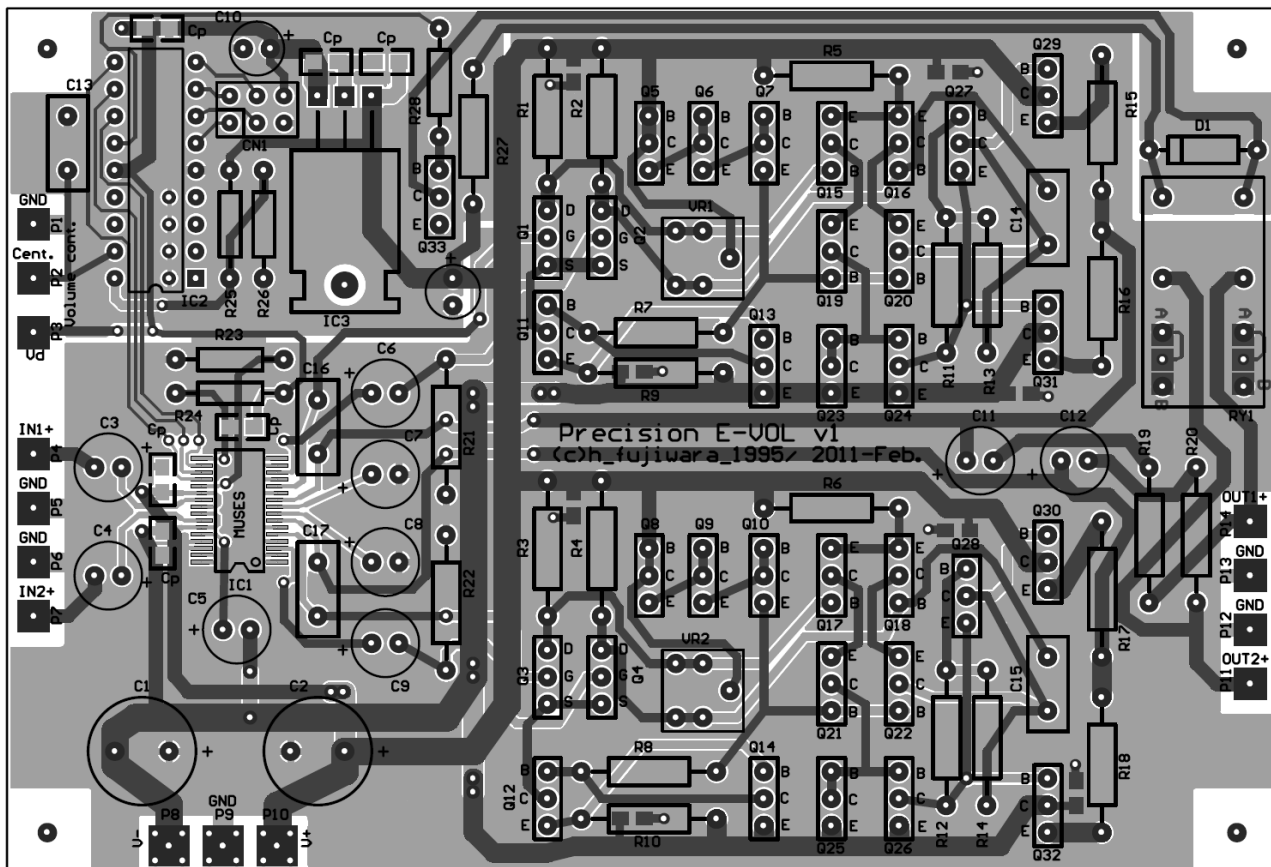
基板上的コネクタ CN1 の 3 番ピンは電源投入後 1.5 秒後にロジックレベル L → H に変化します。外部に MUTE 用リレーを設置する場合などに使用します。

1 1. 基板パターン

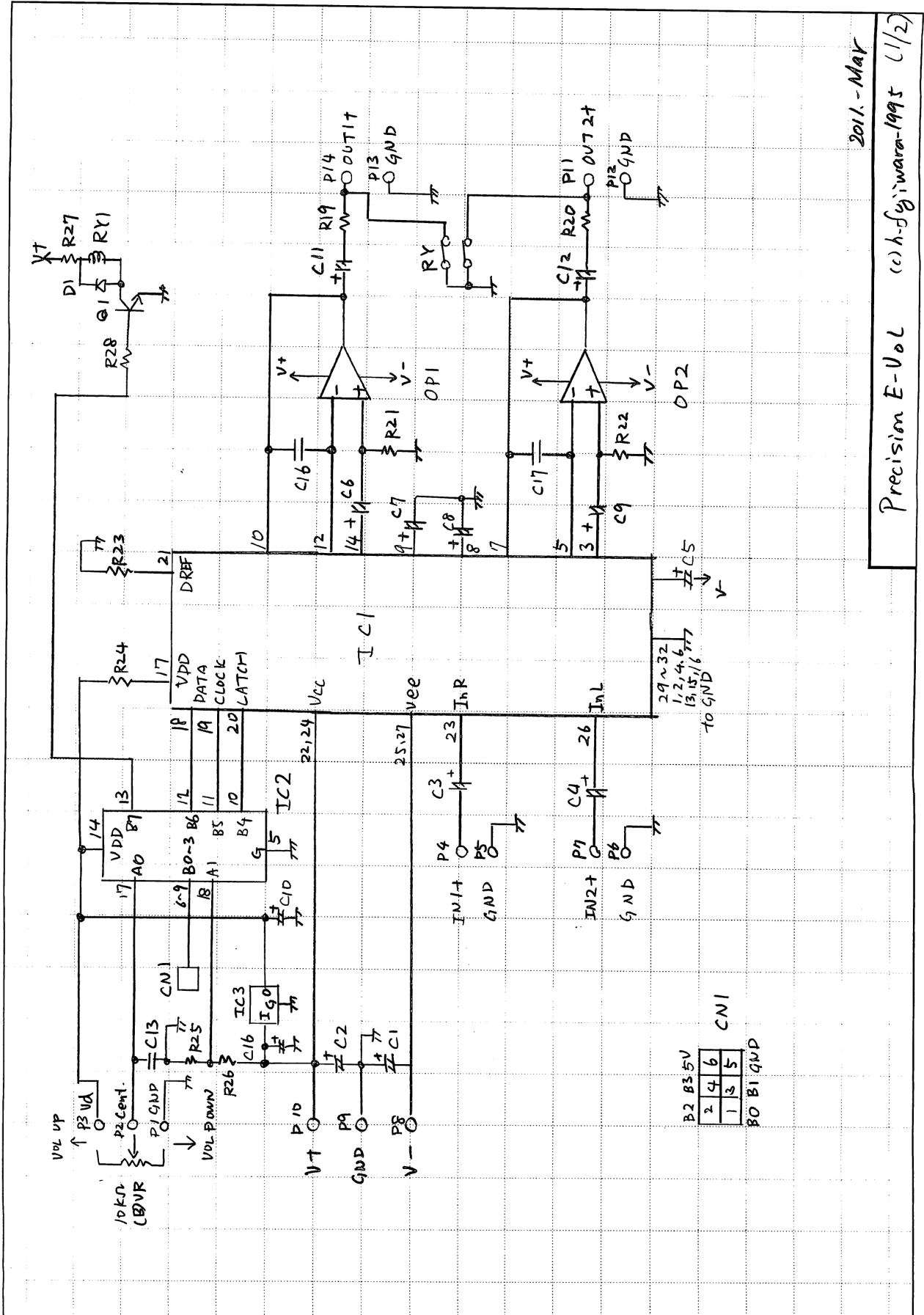
(1) シルク面 (部品面)



(2) 配線パターン

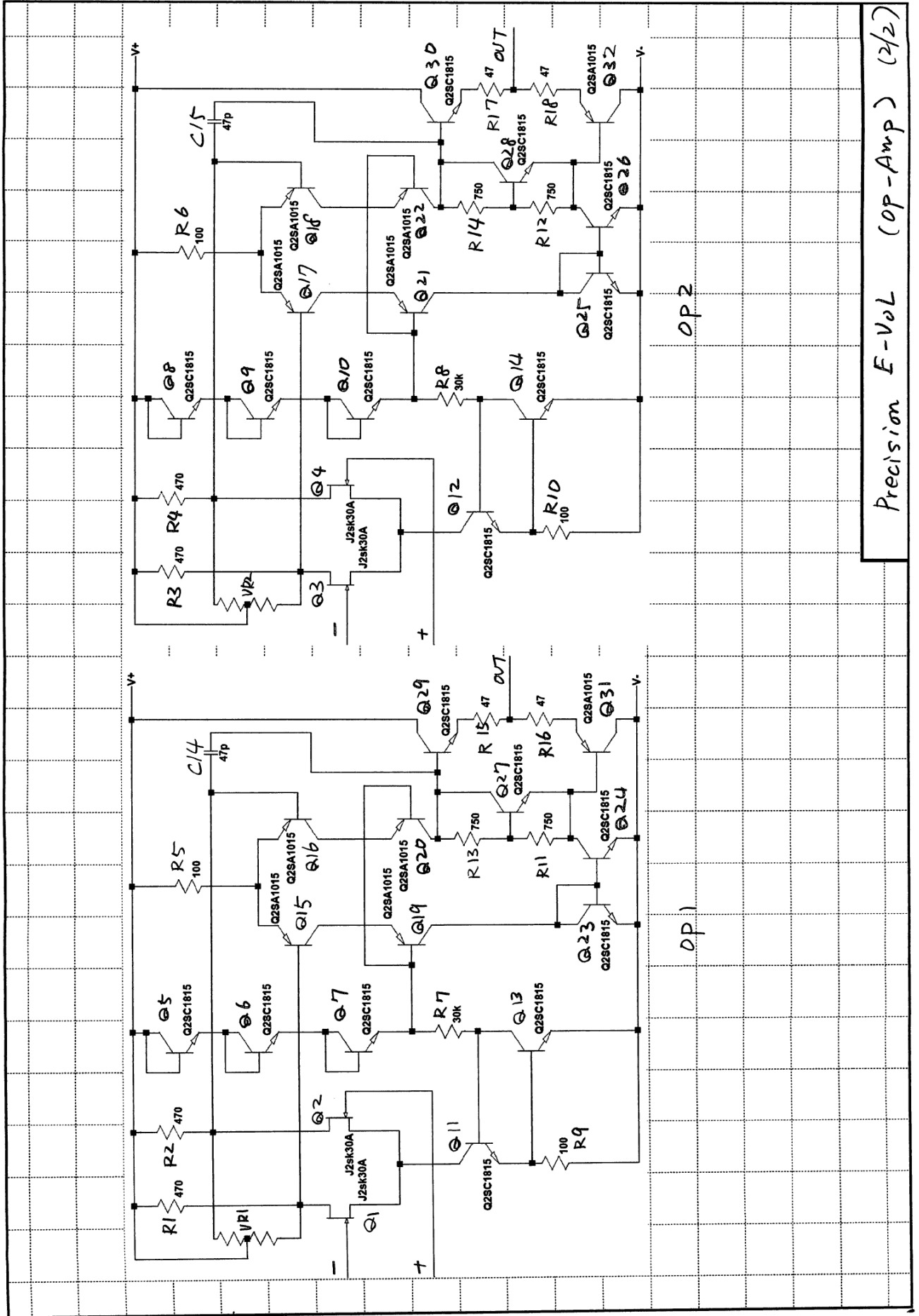


12. 回路図



Precision E-Vol (c) h-fujimura-1995 (1/2)
2011. - Mar

※ 正標: 図中のR25 R26が逆になっています。



Precision E-Vol (OP-Amp) (2/2)

13. 編集履歴

2011.3.4 R1

2011.3.8 R2 部品表を修正

2011.3.8 R3 部品表を修正

2011.3.10 R4 部品表を修正

2010.5.11 部品表の VR1,2 抜けおよび員数間違いを修正

2019.7.26 リレの抵抗値を修正。製作上のヒントの R27 の説明を修正。