~~2007.6.9~~2007.6.25 R2

ディスクリートＩＶ＋差動合成アンプ
製作マニュアル

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。

本マニュアルに記載の内容は製作上級者の方には不要なものが多く含まれますが、製作の前に必ずお読みいただきますようお願いします。

１．はじめに

本基板は完全ディスクリート型のＩＶ変換アンプと差動合成アンプ（ＬＰＦ有り）を搭載した基板になります。差動電流出力のＤＡＣを接続するのに適しているでしょう。とくに DAC1704-4D の改造に使いやすいように基板の取り付けネジピッチが一部合わせてあります。もちろん、DAC1704-4D だけでなく DAC1794 等にもつかえるでしょう。

部品点数も多く作るのは大変かも知れませんが、OP アンプとはひと味違った音を求める改造に適してた一品（基板）だと思います。

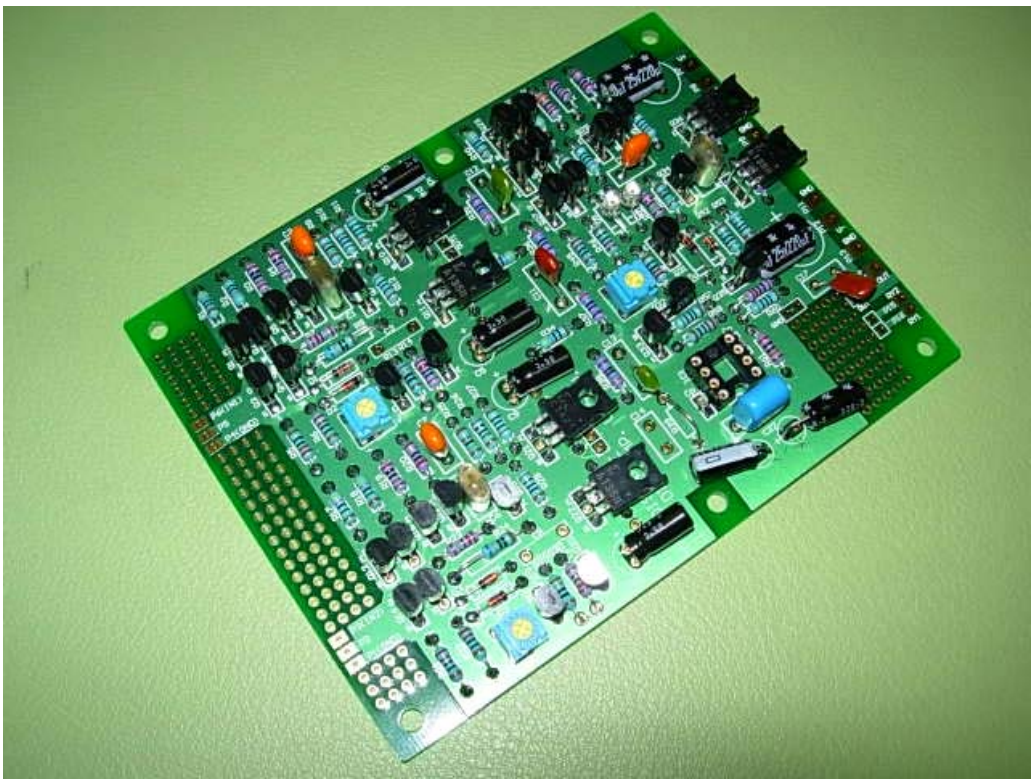
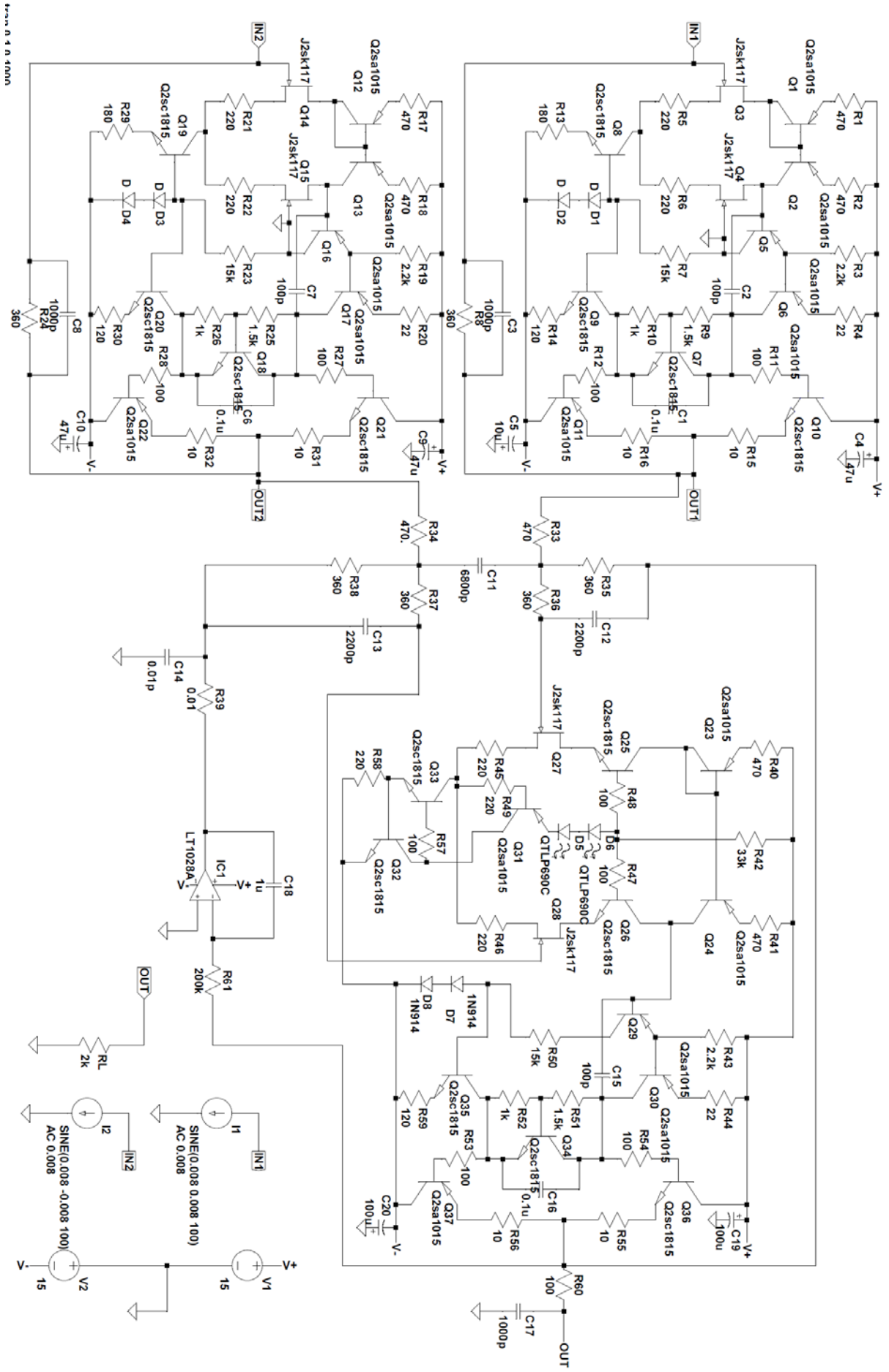


図　完成例(この基板は試作版で配布版とは少し異なります)。

２．基本仕様

(1)形式：差動電流出力型ＤＡＣ用ＩＶ＋差動合成アンプ
(2)基板：ガラスエポキシ両面スルーホール。
　　基板外形 4900×3700mil (124.46×93.98mm)
　　ネジピッチ 4500×3300mil(114.3×83.82mm)
　　中央部のネジは右（出力側）ネジ位置から 2000mil(50.8mm)
(3)電源電圧：部品表では正負 15V で設計(さらに高電圧でも可と思われます)

３．回路図


IN1
IN2
OUT1
OUT2
OUT
V+
V-
Q1
Q2
Q3
Q4
Q5
Q6
Q7
Q8
Q9
Q10
Q11
Q12
Q13
Q14
Q15
Q16
Q17
Q18
Q19
Q20
Q21
Q22
Q23
Q24
Q25
Q26
Q27
Q28
Q29
Q30
Q31
Q32
Q33
Q34
Q35
Q36
Q37
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
R19
R20
R21
R22
R23
R24
R25
R26
R27
R28
R29
R30
R31
R32
R33
R34
R35
R36
R37
R38
R39
R40
R41
R42
R43
R44
R45
R46
R47
R48
R49
R50
R51
R52
R53
R54
R55
R56
R57
R58
R59
R60
R61
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
C11
C12
C13
C14
C15
C16
C17
C18
C19
C20
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
IC1
LT1028A
QTLP690C
1N914
RL
I1
I2
V1
V2
SINE(0.008 0.008 100)
SINE(0.008 -0.008 100)
AC 0.008

４．部品表

部品	No	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R 1-2	金属皮膜抵抗(1/4W)	470Ω	2	
	R 3	金属皮膜抵抗(1/4W)	2.2kΩ	1	
	R 4	金属皮膜抵抗(1/4W)	22Ω	1	
	R 5-6	金属皮膜抵抗(1/4W)	180Ω	2	
	R 7	金属皮膜抵抗(1/4W)	15kΩ	1	
	R 8	金属皮膜抵抗(1/4W)	360Ω	1	ＩＶ抵抗
	R 9	金属皮膜抵抗(1/4W)	1.5kΩ	1	
	R 10	金属皮膜抵抗(1/4W)	1kΩ	1	
	R 11,12	金属皮膜抵抗(1/4W)	100Ω	2	
	R 13,¥	金属皮膜抵抗(1/4W)	180Ω	1	
	R 14	金属皮膜抵抗(1/4W)	120Ω	1	
	R 15,16	金属皮膜抵抗(1/4W)	10Ω	2	
	R 17,18	金属皮膜抵抗(1/4W)	470Ω	2	
	R 19	金属皮膜抵抗(1/4W)	2.2kΩ	1	
	R 20	金属皮膜抵抗(1/4W)	22Ω	1	
	R 21,22	金属皮膜抵抗(1/4W)	180Ω	2	
	R 23	金属皮膜抵抗(1/4W)	15kΩ	1	
	R 24	金属皮膜抵抗(1/4W)	360Ω	1	ＩＶ抵抗
	R 25	金属皮膜抵抗(1/4W)	1.5kΩ	1	
	R 26	金属皮膜抵抗(1/4W)	1kΩ	1	
	R 27,28	金属皮膜抵抗(1/4W)	100Ω	2	
	R 29	金属皮膜抵抗(1/4W)	180Ω	1	
	R 30	金属皮膜抵抗(1/4W)	120Ω	1	
	R 31,32	金属皮膜抵抗(1/4W)	10Ω	2	
	R 33,34	金属皮膜抵抗(1/4W)	470Ω	2	
	R 35-38	金属皮膜抵抗(1/4W)	360Ω	4	
	R 39	－	0Ω	1	ジャンパ線
	R 40,41	金属皮膜抵抗(1/4W)	470Ω	2	
	R 42	金属皮膜抵抗(1/4W)	33kΩ	1	
	R 43	金属皮膜抵抗(1/4W)	2.2kΩ	1	
	R 44	金属皮膜抵抗(1/4W)	22Ω	1	
	R 45,46	金属皮膜抵抗(1/4W)	180Ω	2	
	R 47,48	金属皮膜抵抗(1/4W)	100Ω	2	
	R 49	金属皮膜抵抗(1/4W)	220Ω	1	
	R 50	金属皮膜抵抗(1/4W)	15kΩ	1	
	R 51	金属皮膜抵抗(1/4W)	1.5kΩ	1	
	R 52	金属皮膜抵抗(1/4W)	1kΩ	1	
	R 53,54	金属皮膜抵抗(1/4W)	100Ω	2	
	R 55,56	金属皮膜抵抗(1/4W)	10Ω	2	
	R 57	金属皮膜抵抗(1/4W)	100Ω	1	
	R 58	金属皮膜抵抗(1/4W)	220Ω	1	
	R 59	金属皮膜抵抗(1/4W)	120Ω	1	
	R 60	金属皮膜抵抗(1/4W)	100Ω	1	
	R 61	金属皮膜抵抗(1/4W)	200kΩ	1	
半固定	VR 1-3	１回転半固定抵抗	100Ω	3	

部品表つづき

部品	No	規格	仕様	個数	備考
ｺﾝﾃﾞﾝｻ	C 1	フィルムコンデンサ	0.1uF	1	
	C 2	フィルムコンデンサ	100pF	1	
	C 3	フィルムコンデンサ	(1000pF)	1	無くてもよい
	C 4,5	電解コンデンサ	47uF/25V	2	
	C 6	フィルムコンデンサ	0.1uF	1	
	C 7	フィルムコンデンサ	100pF	1	
	C 8	フィルムコンデンサ	(1000pF)	1	
	C 9	電解コンデンサ	47uF/25V	1	
	C 10	電解コンデンサ	47uF/25V	1	
	C 11	フィルムコンデンサ	6800pF	1	
	C 12,13	フィルムコンデンサ	2200pF	2	
	C 14		-	-	不要
	C 15	フィルムコンデンサ	100pF	1	
	C 16	フィルムコンデンサ	0.1uF	1	
	C 17	フィルムコンデンサ	1000pF	1	
	C 18	フィルムコンデンサ	1uF	1	
	C 19,20	電解コンデンサ	100uF/25V	2	
	Cp	チップコンデンサ	0.1uF	2	2012 サイズ
ﾀﾞｲｵｰﾄﾞ	D 1-4	シリコンダイオード	IS1588 相当	4	
	D 5,6	LED	LED(赤)	2	
ﾄﾗﾝｼﾞｽﾀ	Q 1,2	信号用 TR(PNP)	2SA1015	2	
	Q 3,4	信号用 FET(N)	2SK117	2	Q3,4 はペア品
	Q 5,6	信号用 TR(PNP)	2SA1015	2	
	Q 7-9	信号用 TR(NPN)	2SC1815	3	
	Q 10	小電力 TR(NPN)	2SC3421	1	
	Q 11	小電力 TR(PNP)	2SA1358	1	
	Q 12,13	信号用 TR(PNP)	2SA1015	2	
	Q 14,15	信号用 FET(N)	2SK117	2	Q14,15 はペア品
	Q 16,17	信号用 TR(PNP)	2SA1015	2	
	Q 18-20	信号用 TR(NPN)	2SC1815	3	
	Q 21	小電力 TR(NPN)	2SC3421	1	
	Q 22	小電力 TR(PNP)	2SA1358	1	
	Q 23,24	信号用 TR(PNP)	2SA1015	2	
	Q 25,26	信号用 TR(NPN)	2SC1815	2	
	Q 27,28	信号用 FET(N)	2SK117	2	Q27,28 はペア品
	Q 29-31	信号用 TR(PNP)	2SA1015	3	
	Q 32-35	信号用 TR(NPN)	2SC1815	4	
	Q 36	小電力 TR(NPN)	2SC3421	1	
	Q 37	小電力 TR(PNP)	2SA1358	1	
ｵﾍﾟｱﾝﾌﾟ	IC 1	ｼﾝｸﾞﾙｵﾍﾟｱﾝﾌﾟ	OPA134	1	FET 入力低オフセット品

部品表：種類別個数

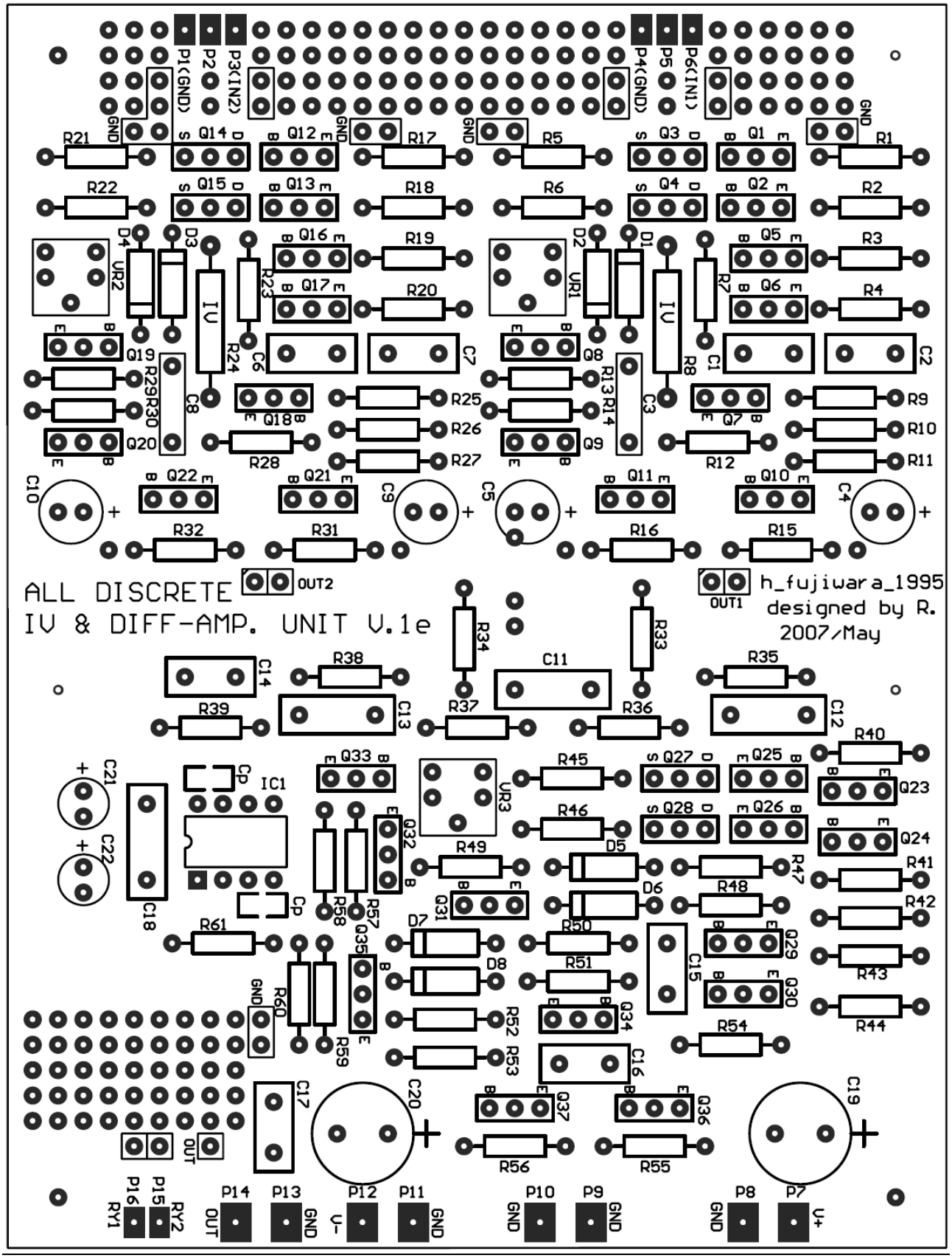
部品	規格	仕様	数量
ｵﾍﾟｱﾝﾌﾟ	ｼﾝｸﾞﾙｵﾍﾟｱﾝﾌﾟ	OPA134	1
ｺﾝﾃﾞﾝｻ	チップコンデンサ	0.1uF	2
	電解コンデンサ	100uF/25V	2
	電解コンデンサ	47uF/25V	4
	フィルムコンデンサ	(1000pF)	2
	フィルムコンデンサ	0.1uF	3
	フィルムコンデンサ	1000pF	1
	フィルムコンデンサ	100pF	3
	フィルムコンデンサ	1uF	1
	フィルムコンデンサ	2200pF	2
	フィルムコンデンサ	6800pF	1
ﾀﾞｲｵｰﾄﾞ	シリコンダイオード	IS1588 相当	4
	LED	LED(赤)	2
抵抗	金属皮膜抵抗(1/4W)	1.5kΩ	3
	金属皮膜抵抗(1/4W)	100Ω	11
	金属皮膜抵抗(1/4W)	10Ω	6
	金属皮膜抵抗(1/4W)	120Ω	3
	金属皮膜抵抗(1/4W)	15kΩ	3
	金属皮膜抵抗(1/4W)	180Ω	8
	金属皮膜抵抗(1/4W)	1kΩ	3
	金属皮膜抵抗(1/4W)	2.2kΩ	3
	金属皮膜抵抗(1/4W)	200kΩ	1
	金属皮膜抵抗(1/4W)	220Ω	2
	金属皮膜抵抗(1/4W)	22Ω	3
	金属皮膜抵抗(1/4W)	33kΩ	1
	金属皮膜抵抗(1/4W)	360Ω	6
	金属皮膜抵抗(1/4W)	470Ω	8
半固定	１回転半固定抵抗	100Ω	3
ﾄﾗﾝｼﾞｽﾀ	信号用 TR(PNP)	2SA1015	13
	小電力 TR(PNP)	2SA1358	3
	信号用 TR(NPN)	2SC1815	12
	小電力 TR(NPN)	2SC3421	3
	信号用 FET(N-ch)	2SK117	6

５．基板のピンの機能表

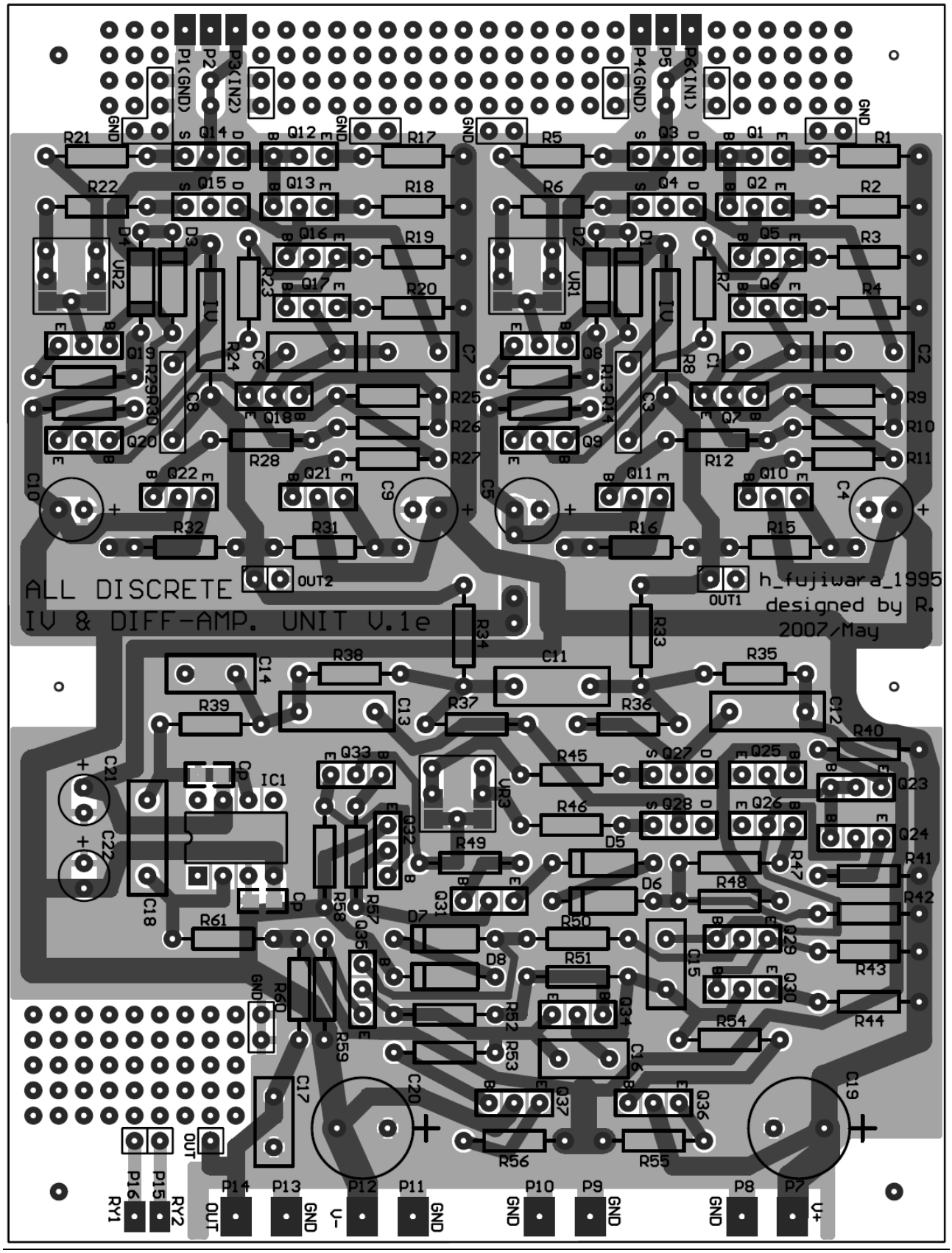
Pin	機能	説明
1	GND	信号用 GND
2	GND	信号用 GND
3	IN2	ＩＶアンプ入力(差動+側)
4	GND	信号用 GND
5	GND	信号用 GND
6	IN1	ＩＶアンプ入力(差動-側)
7	V+	正電源電圧入力端子。
8-11	GND	電源用 GND
12	V-	負電源電圧入力端子。
13	GND	信号出力用 GND
14	OUT	信号出力
15	RY2	MUTE リレー接続用端子
16	RY1	MUTE リレー接続用端子

６．基板パターンおよびシルク

(a) シルク

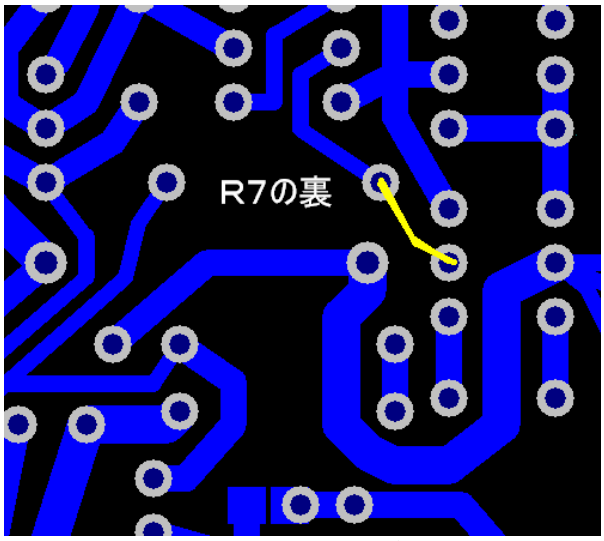


（b）配線パターン

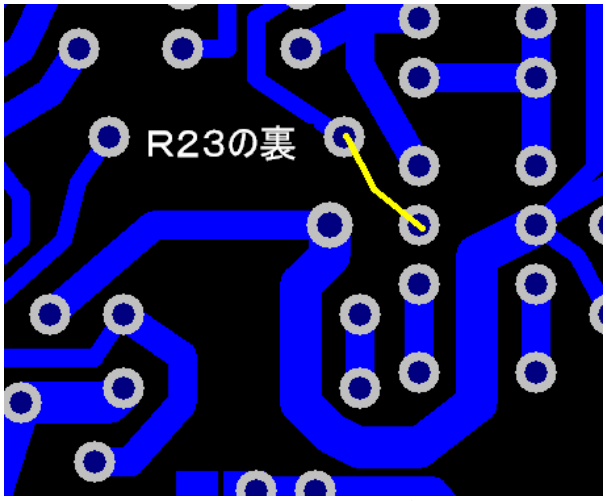

ALL DISCRETE
IV & DIFF-AMP. UNIT V.1e
h_fujiwara_1995
designed by R.
2007/May
P1(GND)
P2
P3(IN2)
P4(GND)
P5
P6(IN1)
OUT2
OUT1
OUT
GND
V-
V+
IC1
VR1
VR2
VR3

［重要］パターン修正個所（基板バージョン v.1e）

R7,23 の他端を GND に接続する必要があります。GND は Q4 あるいは Q15 の G(ゲート)に接続します。下記を参考にしてジャンパー線を接続ください。



R7 の裏側での修正（黄色がジャンパー線）



R23 の裏側での修正（黄色がジャンパー線）

７．定数について

(1)出力電圧レベルの調整

本回路での出力電圧のレベル調整はＩＶ抵抗を主体に行います。
出力電圧はおおよそ次式のようになります。

出力電圧＝２×（ＩＶ抵抗値 R8,24）×（入力電流）×（R35、38）／（R33,34)

本回路ではＩＶ抵抗値 R8,24=360Ω、R35,38=360Ω、R33,34=470Ω　としていますから、

出力電圧(V)＝551×入力電流(A)

となります。

(a)DAC1794D の場合

電流値はパラ出力で振幅 7.8mAo-p になりますから、

出力電圧(V)＝551×0.0078 ＝　4.3(Vo-p 値)　　(DAC1794D)

となります。実効値に直せば 3V です。ちょうどよい値でしょう。

(b)DAC1704-4D の場合

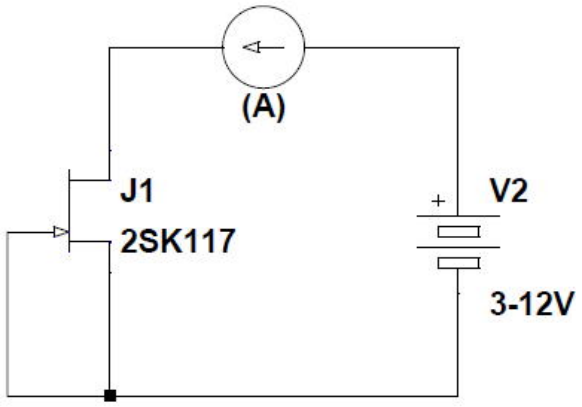
電流値は４パラ出力で振幅 4.8mAo-p になりますから、IV 抵抗値 360Ω時で

出力電圧(V)＝551×0.0048 ＝　2.64(Vo-p 値)　　(DAC1704-4D)

となります。実効値出力で 2V を得るためには IV 抵抗値を 390～430Ω程度にすればよいでしょう。なお、DAC1704-4D のオリジナル回路では IV 抵抗値は 680Ω をつかっていますが、このときの出力は 5Vo-p になりますので、実効出力は約 3.5V になります。このくらいの値があれば十分なので、IV 抵抗値は 680Ω程度でよいと思われます。

(2)入力 FET の選定

入力の FET は TR3,4 および TR14,15 そして TR27,28 はペア取りしたものを用いた方が無難です。ペア取りとは Ids 値の揃ったものを選ぶということであり、下図のような回路にて流れる電流(Ids)がおおよそ 10%以内のものを揃えます(20%以下でも可)。すなわち１つが 4.0mA なら、他方が 3.6～4.4mA の範囲に収まるものを用意します。なお、下図で用いる電圧は 3～6V 程度にしたほうが良いでしょう。高い電圧では FET が発熱しますので、値が徐々に変わってしまいますので計りづらいかもしれません。



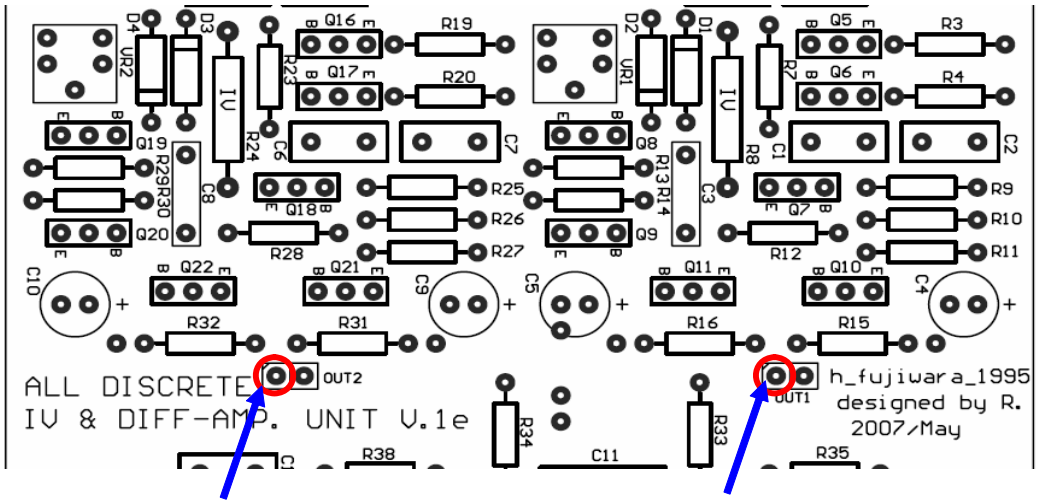
FET の Ids 測定回路

８． 回路の調整

本基板には VR が３カ所ついています。VR は回路には明記しておりませんが、VR1～3 はそれぞれ R5,6 ならびに R21,22 そして R45,46 のバランス調整として接続しています。

(1)VR1,VR2

IV 回路のオフセットを調整するもので。入力に何も接続しない状態で通電して、ＩＶアンプの出力電圧がおおよそ”０Ｖ”になるように調整します(DAC1704-4D の場合は接続した状態での調整でも問題ありません)。電圧の測定点は基板上のチェック用パッドを利用すると便利です。



VR2調整時の電圧チェック点　　VR1調整時の電圧チェック点

(2)VR3

(i)ＤＣサーボ機能を使う場合（デフォルト）

本差動回路にはアクティブDCサーボ機能がありますので、VR3の調整は本来は不要です。VR3は概ね中央に設定しておけばよいでしょう(そもそもVR3の取り付けは不要)。ＶＲを取り付けない場合は、半田面に半田ブリッジ用のパターンがありますので、それを利用してジャンパーしてください。

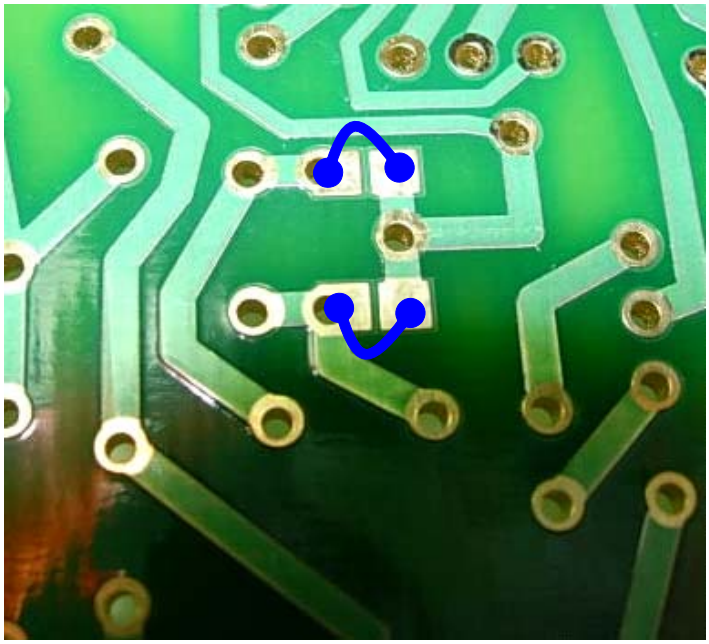


図　VRをつかわわない場合の処置

(ii)ＤＣサーボ機能を使わない場合

DCサーボ機能を使わない場合は、R39（ジャンパー）を取り外しC14をジャンパー接続ください。そして、出力電圧がゼロになるようにVR3を調整します。

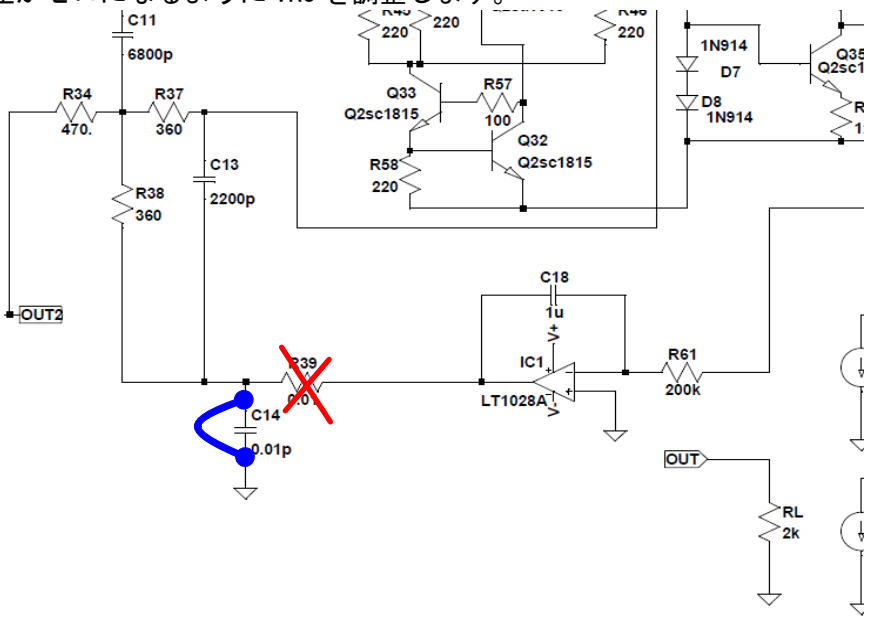
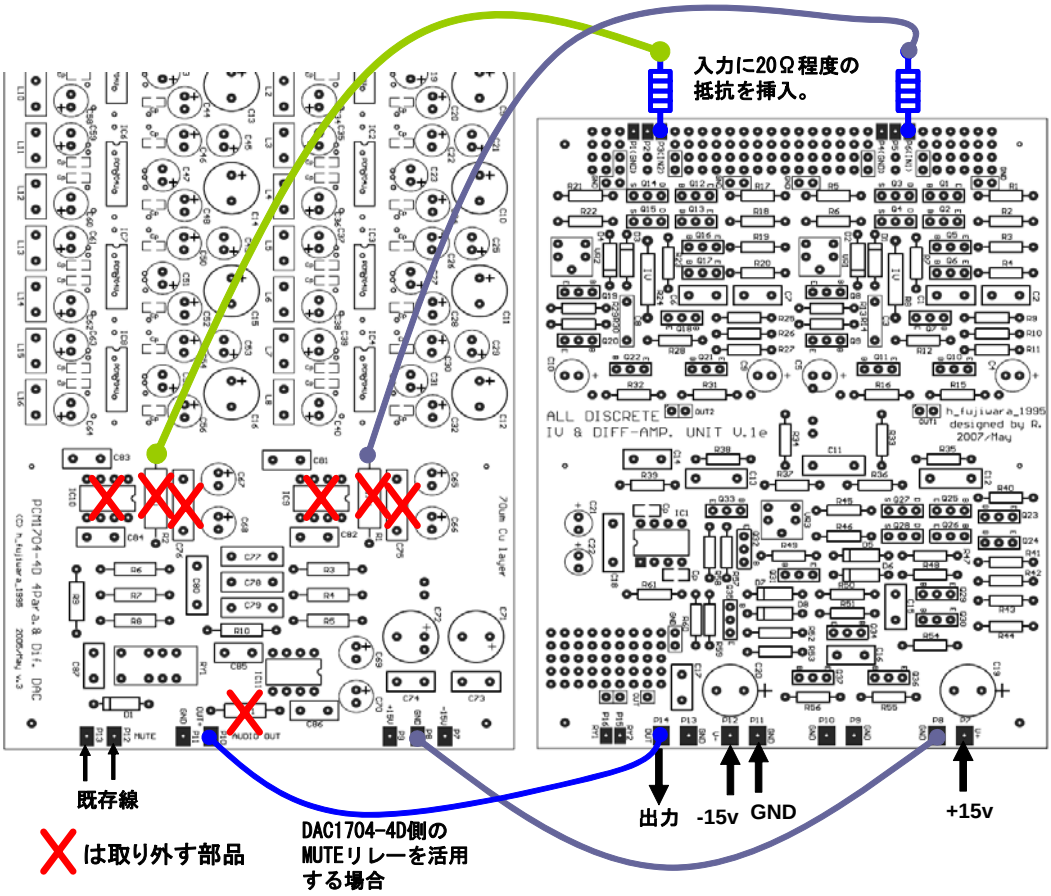


図　DCサーボを切り離す

９．改造例

DAC1704-4D に本基板を接続する場合の改造例を示します。



１０．編集履歴

2007.6.9　R.1

2007.6.25　R.2 基板のミス修正情報を追記

（以　上）