

続ディスクリトOPアンプ基板 共通マニュアル A6B, A7, A8, A9, A10, A11

本基板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三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、製作の前に必ず読んでいただきますようお願いします。



図 完成例

1. はじめに

このマニュアルにはディスクリトのOPアンプ基板群の製作情報を記しています。回路定数については正負15Vの電源電圧を想定した値を部品表にて示していますが、12~20Vでも問題ないと思います。基本的な知識があれば、回路定数は色々とバリエーションを持たせられると思います。この基板はいままでOPアンプをつかっていたIV変換やLPF回路をディスクリト化することで、さらに各自の好みの音に仕上げることを目的としています。もちろん汎用的な回路群ですので、トランジスタの選択などでヘッドホンアンプなどへの変更も可能です。基板にはユニバーサル部分もあり、少々回路(LPFなど)ならこの基板上で組むことが可能です。いろいろと工夫されて楽しめることを期待しています。

表 基板種と特徴

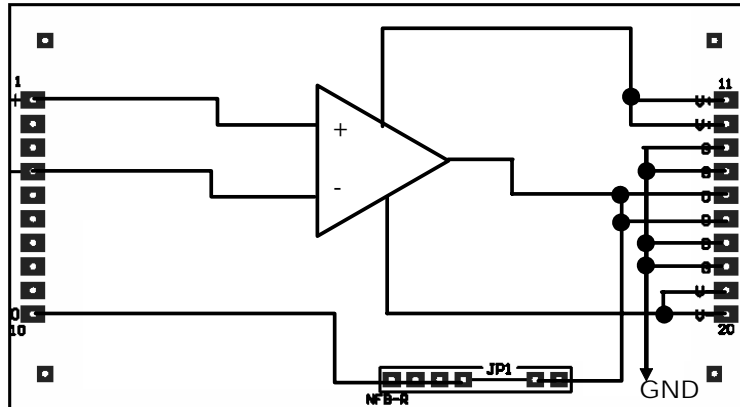
基板種	特徴
A6B	電流帰還回路で超高速動作が可能。以前リリースしたA6のリニューアル版。
A7	FET入力の2段差動増幅型。出力段はNPNの順コンプリに類似した形式。
A8	BiP入力の差動2段増幅SEPPのオーソドックスな回路。以前リリースのA1のリニューアル版
A9	FET入力の差動2段増幅SEPPのオーソドックスな回路。FETは3パラまで可能です。以前リリースのA4のリニューアル版
A10	A6Bの出力段をLME49600バッファに置き換え。超高速で安定した出力。
A11	DAC1242のアナログ部分を抽出。高精度タイプ。

2. 基板の共通仕様

(1) OPアンプとの類似性

基板の端子機能はすべて共通です。JP1（シルクはありません）は帰還抵抗を取り付けるのに便利な構成にしています。オペアンプとして考えた場合の等価図は下記のようになります。

(注)A11 基板は NFB-R および Pin10 への出力はありません。



オペアンプとしてみた場合

図 OPアンプとの対比

(2) 端子機能

端子機能を下表に示します。

表 端子機能

No	機能	説明	No	機能	説明
1	IN+	正入力	11	V+	電源正電圧 (12~20V)
2	NC	無接続	12	V+	電源正電圧 (12~20V)
3	NC	無接続	13	GND	電源 GND
4	IN-	負入力	14	GND	電源 GND
5	NC	無接続	15	OUT1	出力
6	NC	無接続	16	OUT1	出力
7	NC	無接続	17	GND	電源 GND
8	NC	無接続	18	GND	電源 GND
9	NC	無接続	19	V-	電源負電圧 (-12~-20V)
10	OUT2	出力 (JP1 が接続された場合) (A11 基板は NC)	20	V-	電源負電圧 (-12~-20V)

(3) 基板外形

- ・外形寸法 : 77.4mm × 43.2mm (3050mil × 1700mil)
- ・取付けネジ寸法 : 71.1mm × 35.6mm (2800mil × 1400mil)

3. 部品表例

以下にそれぞれの基板についても部品表（代表例）を記します。

(注)

- ・一部部品表と回路図の定数が違う場合がありますが、その場合は部品表を正としてください。
- ・トランジスタの NPN と PNP は間違えると破壊のおそれがあります。部品表ならびに回路図でよく確認ください。

3-1. A6B基板

表 部品表 (A6B)

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1, 2	金属被膜 1/4W	470Ω	2	
	R3	金属被膜 1/4W	22kΩ	1	
	R4	金属被膜 1/4W	470Ω	1	
	R5	金属被膜 1/4W	430Ω	1	
	R6, 7	金属被膜 1/4W	470Ω	2	
	R8	金属被膜 1/4W	3.9kΩ	1	
	R9	金属被膜 1/4W	5.6kΩ	1	
	R10, 11	金属被膜 1/4W	47Ω	2	
可変抵抗	VR1	1回転サーメット	100Ω	1	
ダイオード	D1~4	小電流 SW 用	1S1855 相当	4	
コンデンサ	C1	セラミック	10pF	1	
	C2, 3	電解コンデンサ	47uF/25V	2	
トランジスタ	Q1, 2	小電力 PNP	2SA1015	2	
	Q3, 4	小電力 NPN	2SC1815	2	
	Q5, 6	小電力 PNP	2SA1015	2	
	Q7	小電力 NPN	2SC1815	1	
	Q8	小電力 PNP	2SA1015	1	
	Q9, 10	小電力 NPN	2SC1815	2	
	Q11	小電力 NPN	2SC1815	1	
	Q12	小電力 NPN	2SC1815	1	
	Q13	小電力 PNP	2SA1015	1	

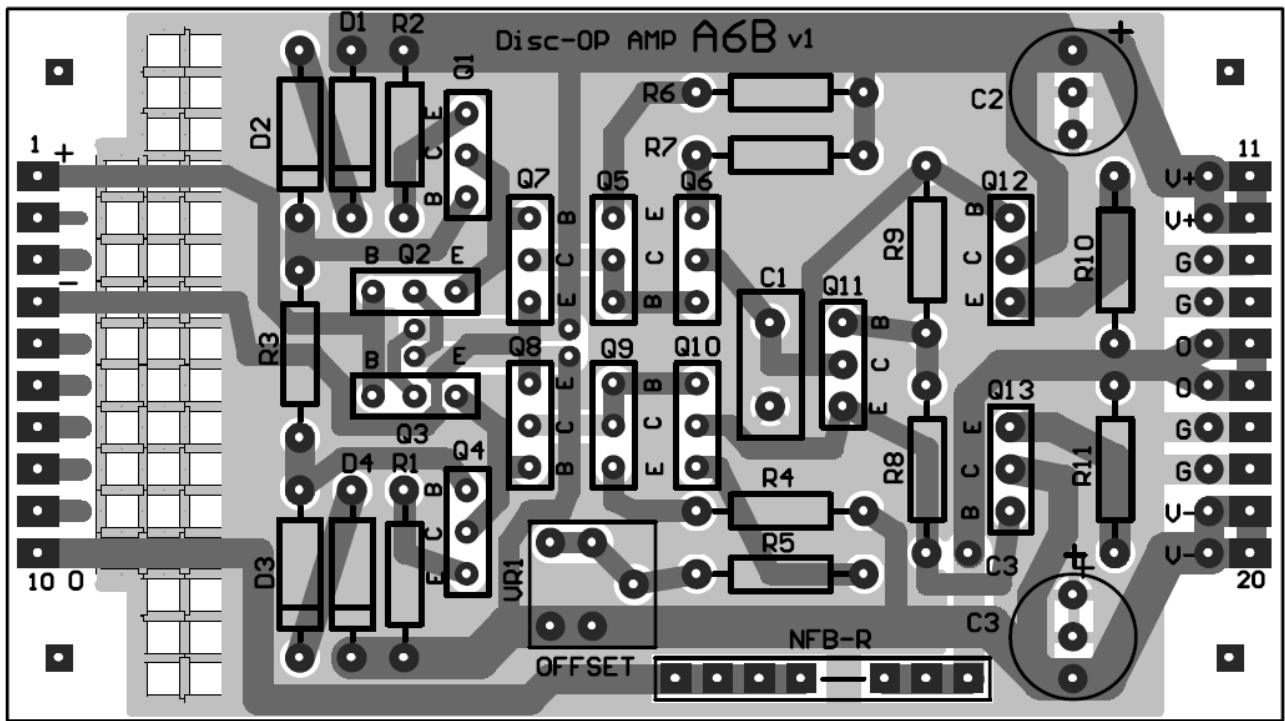
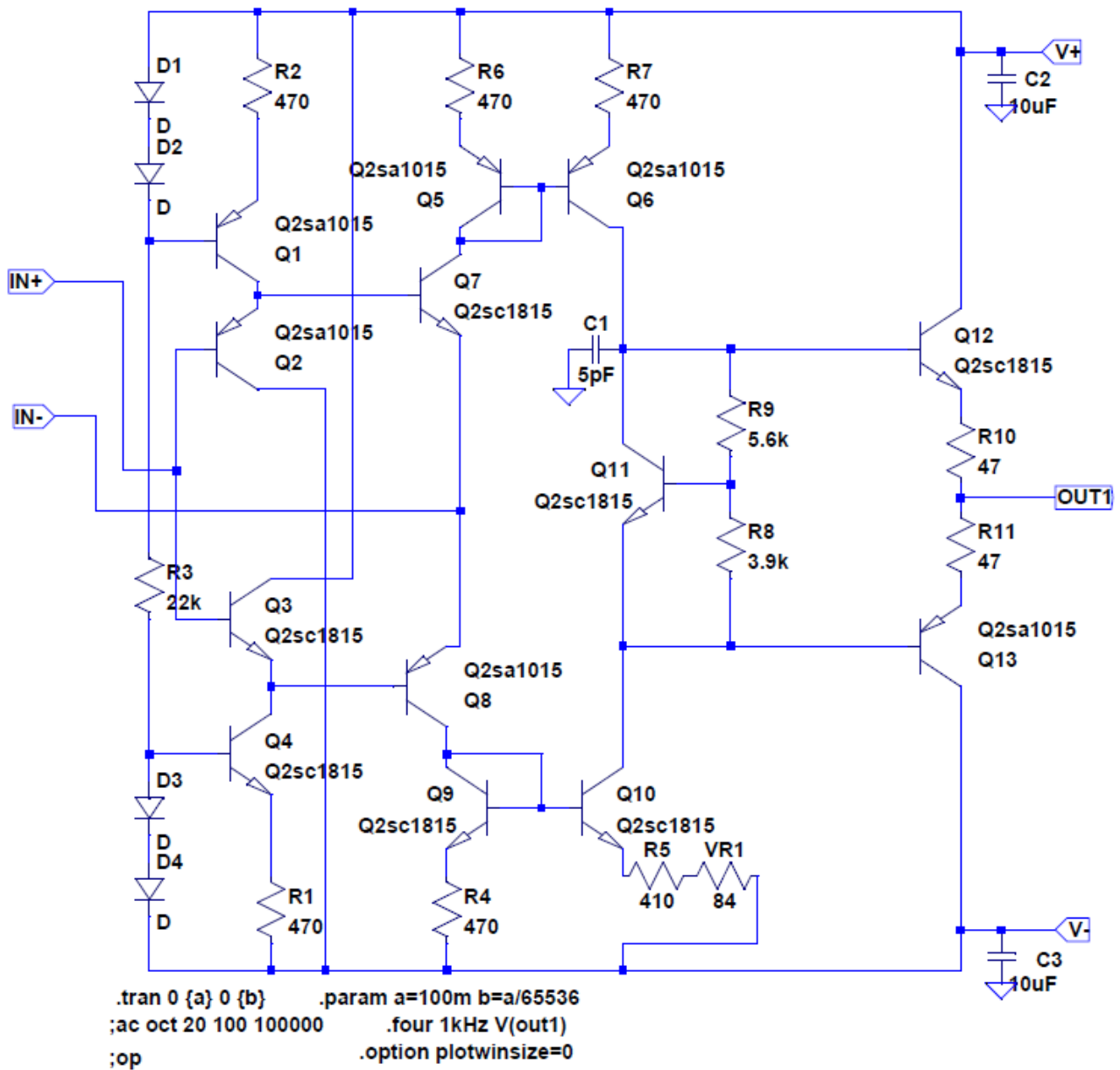


図 A6B基板の部品配置図

ポイント&注意事項

- (1) 出力オフセットの調整は VR1 で行います。出力電圧が 0V になるように調整ください。
- (2) C2, 3 はより大容量のものに変更することで好結果が得られる可能性があります。
- (3) R9 を 5.6→6.8kΩ に増大させることにより終段トランジスタのアイドル電流を増大させることができ A 級動作範囲が広がります。ただし Q12, 13 の発熱量がふえますのでご注意ください(できればより Pc 容量の大きなものに変更する方がのぞましいでしょう)。
- (4) 電流帰還アンプですので帰還抵抗 (NFB-R) は概ね 2kΩ 以下としてください。できれば 1kΩ 以下が望ましいでしょう。帰還抵抗値が高いとオフセット調整が敏感になりすぎる問題が生じます。また低くしすぎると終段のトランジスタの容量の問題があるのでご注意ください。
- (5) 入力には直列に 100Ω ~ 1kΩ の抵抗をいれないと動作が安定しない場合があります。



Discrete OP Amplifier A-6B

図 A 6 B 基板の回路図

3-2. A7基板

表 部品表 (A7)

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1, 2, 3	金属被膜 1/4W	2kΩ	3	
	R4, 5	金属被膜 1/4W	47Ω	2	
	R6	金属被膜 1/4W	2kΩ	1	
	R7	金属被膜 1/4W	680Ω	1	
	R8	金属被膜 1/4W	10kΩ	1	
	R9, 11	金属被膜 1/4W	820Ω	2	
	R10, 12	金属被膜 1/4W	47Ω	2	
可変抵抗	VR1	1回転サーメット	100Ω	1	
ダイオード	D1	ツェナー	2.0-2.5V程度	1	
コンデンサ	C1	セラミック	220pF	1	位相補償用
	C2, 3	電解コンデンサ	47μF/25V	2	
トランジスタ	Q1, 2	小電力 NFET	2SK30A	2	
	Q3, 4	小電力 PFET	2SJ103	2	
	Q5	-	-	-	
	Q6	小電力 NPN	2SC1815	1	
	Q7, 8	小電力 NPN	2SC3421 など	1	

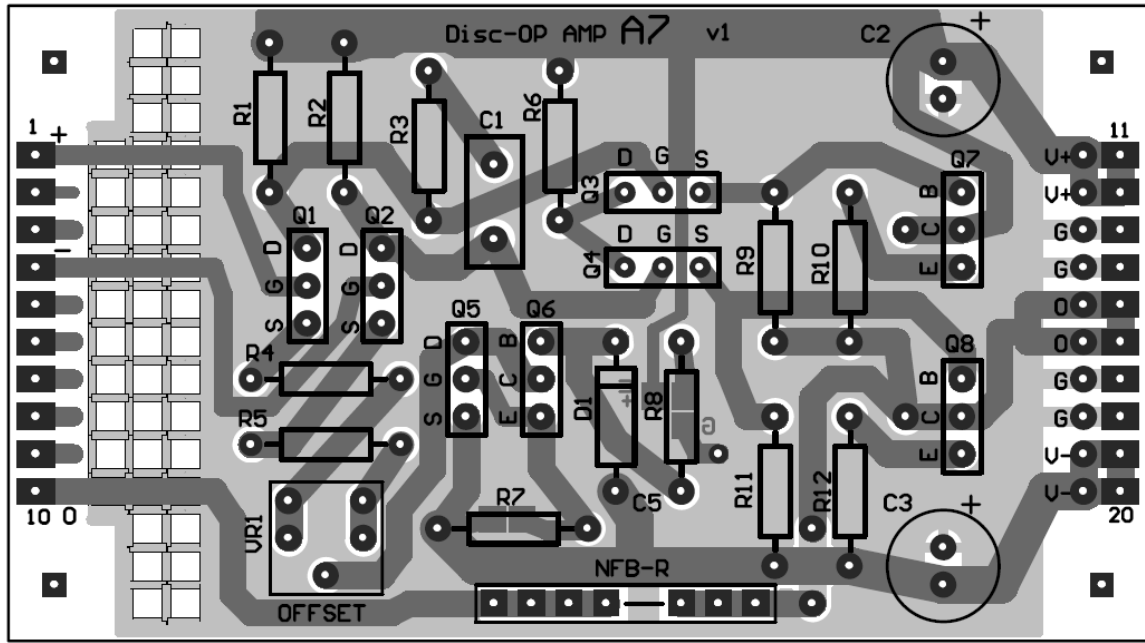
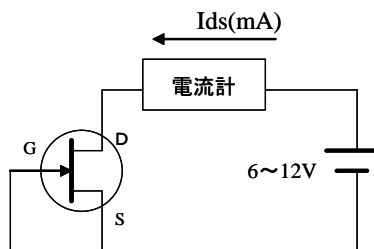


図 A7基板の部品配置図

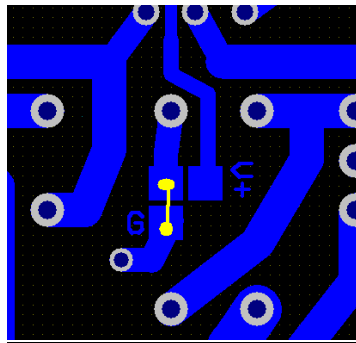
ポイント&注意事項

- (1) 出力オフセットの調整は VR1 で行います。出力電圧が 0V になるように調整ください。
- (2) C2, 3 はより大容量のものに変更することで好結果が得られる可能性があります。
- (3) 入力の FET (2SK30A) は I_{dss} をそろえた方がいいでしょう。下図の方法で I_{dss} が 5%以内となるように Q1~2 をそろえればいいでしょう。

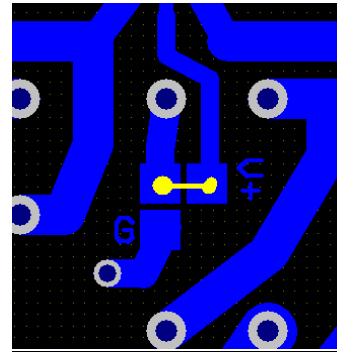


ジャンパーについて

基板裏面にはジャンパー必要部分があります。これは R8 を GND あるいは V+ に接続するかを選択するものです。通常は GND 側に接続ください。



(a) GND に接続する場合（通常の接続）



(b) V+ に接続する場合。

Q5 について

通常 Q5 は使用しません。Q5 は初段増幅トランジスタ (Q1, Q2) の定電流源として FET をつかう場合に実装します。このときは 2SK30A や 2SK117 の Y あるいは GR クラスをつかえばいいでしょう。Q5 を実装する場合は Q6, R7, R8, D1 の実装は不要で、R7 はジャンパーとします（裏面にショート用のパターンがあります）。

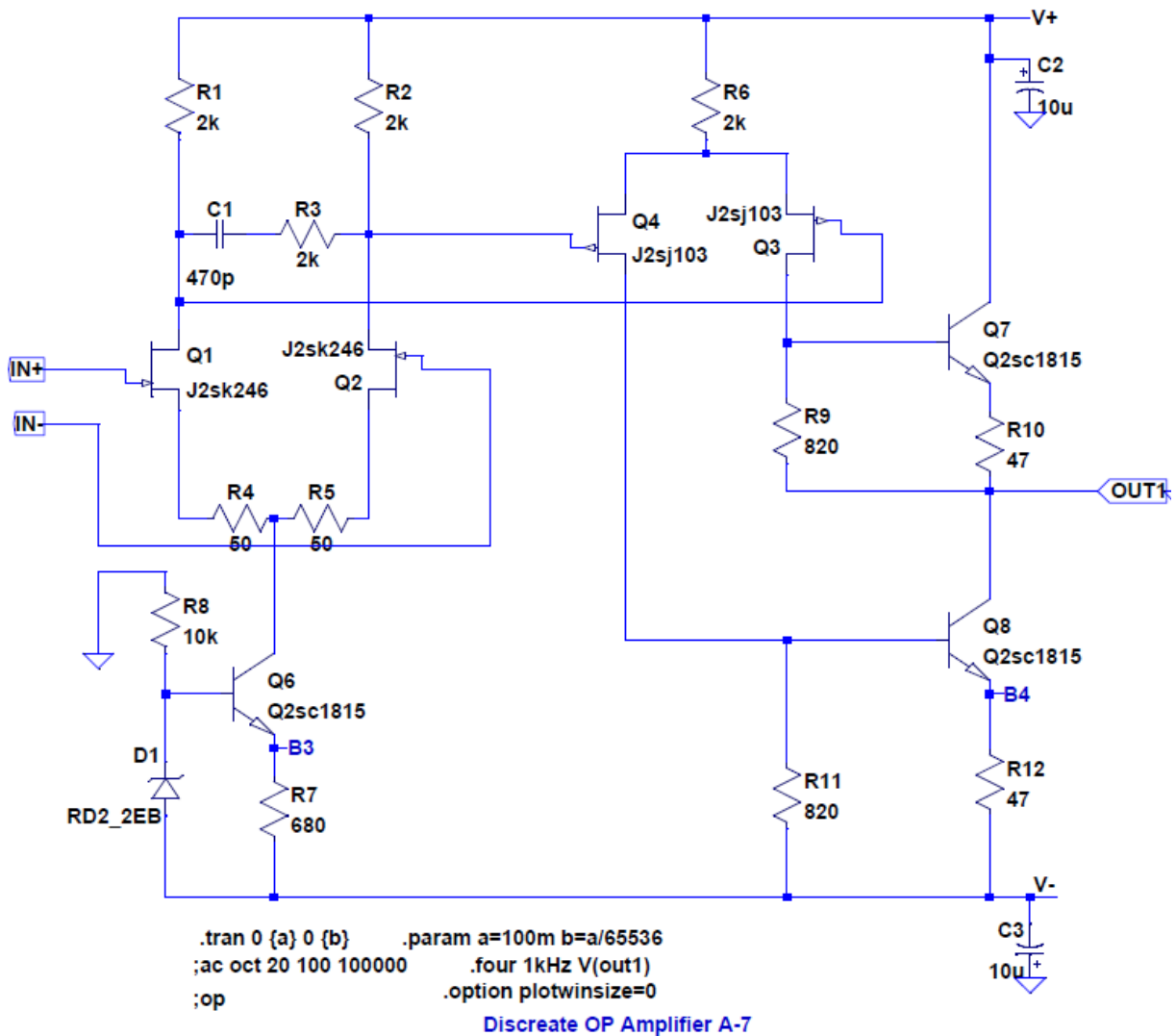


図 A 7 基板の回路図

3-3. A8基板

表 部品表 (A8)

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1, 2	金属被膜 1/4W	2.2kΩ	2	
	R3, 4	金属被膜 1/4W	47Ω	2	
	R5	金属被膜 1/4W	22kΩ	1	
	R6	金属被膜 1/4W	220Ω	1	
	R7	金属被膜 1/4W	2.7kΩ	1	
	R8	金属被膜 1/4W	680Ω	1	
	R9, 10	金属被膜 1/4W	220Ω	2	
	R11	金属被膜 1/4W	5.6kΩ	1	
	R12	金属被膜 1/4W	3.9kΩ	1	
	R13, 14	金属被膜 1/4W	47Ω	2	
可変抵抗	VR1	1回転サーメット	100Ω	1	
ダイオード	D1	ツェナー	2.0-2.5V	1	
コンデンサ	C1	セラミック	47pF	1	発振防止用
	C2, 3	電解コンデンサ	47μF/25V	2	
トランジスタ	Q1-3	小電力 NPN	2SC1815	3	
	Q4, 5	小電力 PNP	2SA1015	2	
	Q6-8	小電力 NPN	2SC1815	2	
	Q9	小電力 NPN	2SC1815	1	
	Q10	小電力 PNP	2SA1015	1	

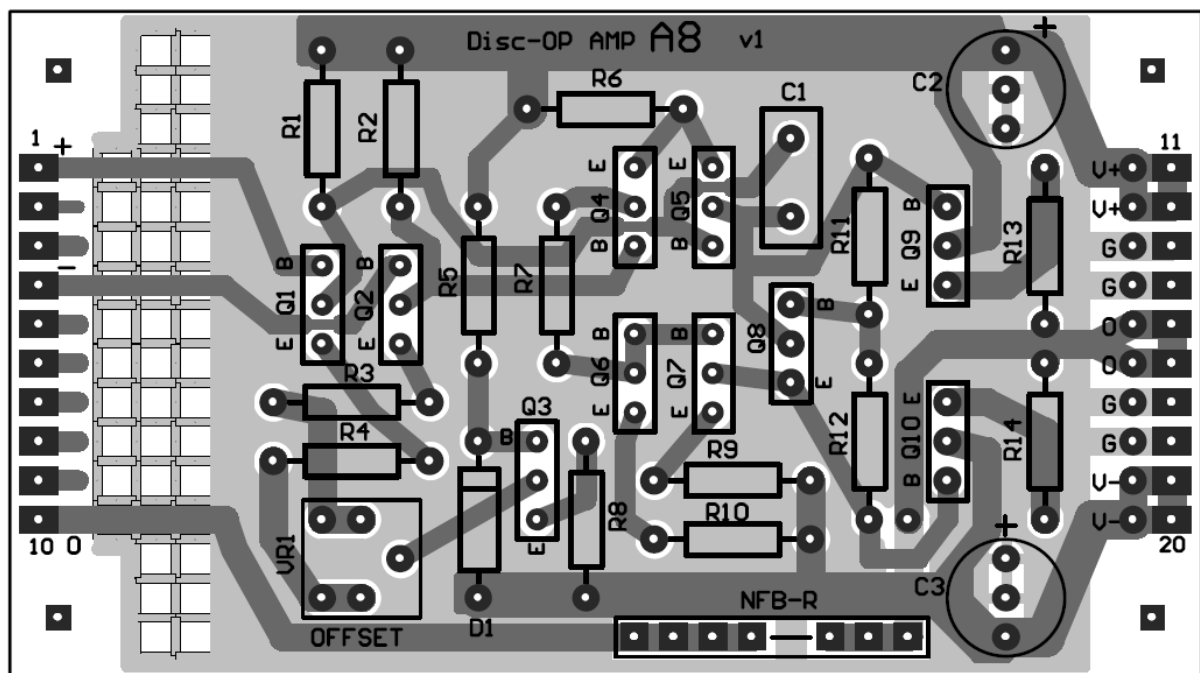
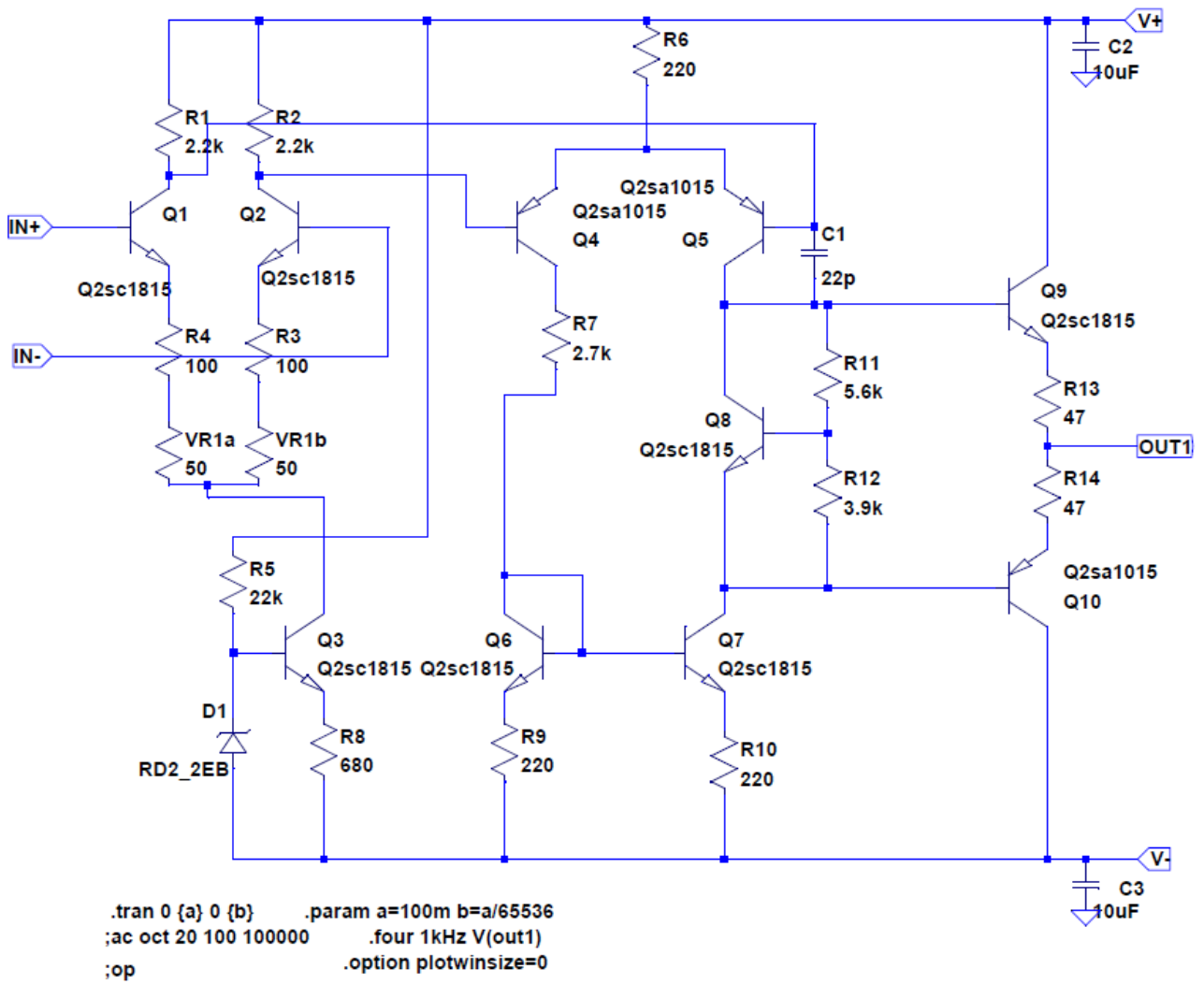


図 A8基板の部品配置図

ポイント&注意事項

- (1) 出力オフセットの調整は VR1 で行います。出力電圧が 0V になるように調整ください。
- (2) C2, 3 はより大容量のものに変更することで好結果が得られる可能性があります。
- (3) R11 を 5.6→6.8kΩ に増大させることにより終段トランジスタのアイドル電流を増大させることができ A 級動作範囲が広がります。ただし Q9, 10 の発熱量がふえますので注意ください(できればより Pc 容量の大きなものに変更する方がのぞましいでしょう)。



Discrete OP amplifier module A-8

図 A 8 基板の回路図

3-4. A9基板

表 部品表 (A9)

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1, 2	金属被膜 1/4W	2.2kΩ	2	
	R3, 4	金属被膜 1/4W	47Ω	2	
	R5	金属被膜 1/4W	22kΩ	1	
	R6	金属被膜 1/4W	220Ω	1	
	R7	金属被膜 1/4W	2.7kΩ	1	
	R8	金属被膜 1/4W	680Ω	1	
	R9, 10	金属被膜 1/4W	220Ω	2	
	R11	金属被膜 1/4W	5.6kΩ	1	
	R12	金属被膜 1/4W	3.9kΩ	1	
	R13, 14	金属被膜 1/4W	47Ω	2	
可変抵抗	VR1	1回転サーメット	100Ω	1	
ダイオード	D1	ツェナー	2.0-2.5V	1	
コンデンサ	C1	セラミック	22pF	1	発振防止用
	C2, 3	電解コンデンサ	47μF/25V	2	
トランジスタ	Q1, 2	小電力 NFET	2SK30A	2-6	
	Q3	小電力 NPN	2SC1815	1	
	Q4, 5	小電力 PNP	2SA1015	2	
	Q4, 5	小電力 PNP	2SA1015	2	
	Q6-8	小電力 NPN	2SC1815	3	
	Q9	小電力 NPN	2SC1815	1	
	Q10	小電力 PNP	2SA1015	1	

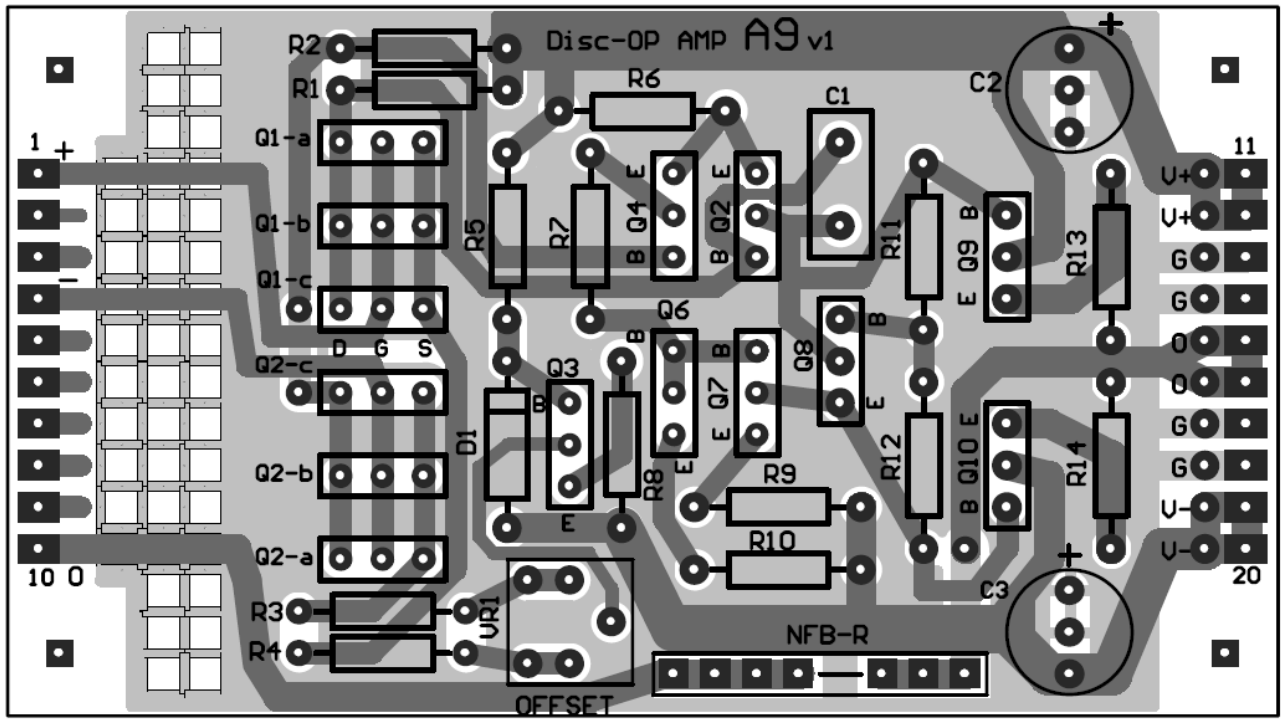
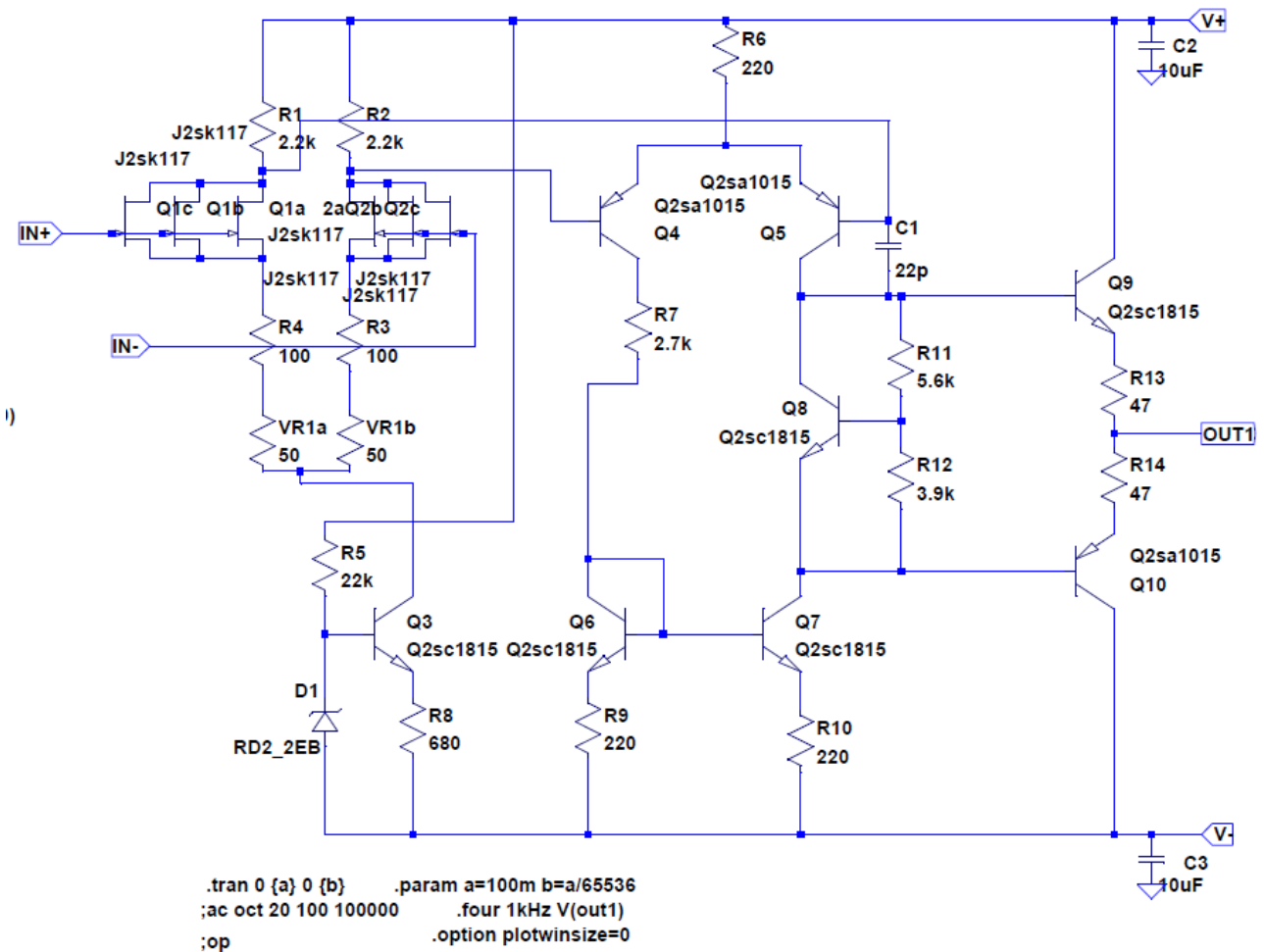
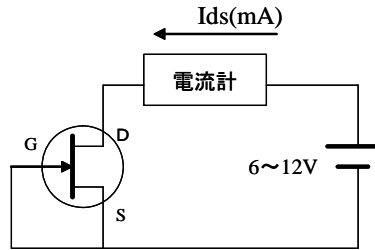


図 A9基板部品配置図

ポイント&注意事項

- (1) 出力オフセットの調整は VR1 で行います。出力電圧が 0V になるように調整ください。
- (2) C2, 3 はより大容量のものに変更することで好結果が得られる可能性があります。
- (3) R11 を 5.6→6.8kΩ に増大させることにより終段トランジスタのアイドル電流を増大させることができ A 級動作範囲が広がります。ただし Q9, 10 の発熱量がふえますのでご注意ください(できればより Pc 容量の大きなものに変更する方がのぞましいでしょう)。
- (4) 入力 FET は I_{dss} をそろえた方がいいでしょう。下図の方法で I_{dss} が 5% 以内となるように Q1~2 をそろえればいいでしょう。



Descrete OP amplifier module A-9

図 A 9 基板の回路図

3-5. A10基板

表 部品表 (A10)

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1, 2	金属被膜 1/4W	470Ω	2	
	R3	金属被膜 1/4W	22kΩ	1	
	R4	金属被膜 1/4W	470Ω	1	
	R5	金属被膜 1/4W	430Ω	1	
	R6, 7	金属被膜 1/4W	470Ω	2	
可変抵抗	VR1	1回転サマット	100Ω	1	
ダイオード	D1~4	小電流 SW 用	1S1855 相当	4	
コンデンサ	C1	セラミック	10pF	1	
	C2, 3	電解コンデンサ	47uF/25V	2	
トランジスタ	Q1, 2	小電力 PNP	2SA1015	2	
	Q3, 4	小電力 NPN	2SC1815	2	
	Q5, 6	小電力 PNP	2SA1015	2	
	Q7	小電力 NPN	2SC1815	1	
	Q8	小電力 PNP	2SA1015	1	
	Q9, 10	小電力 NPN	2SC1815	2	
IC	IC1	バッファ	LME49600	1	(秋月電子にて取り扱い有り)

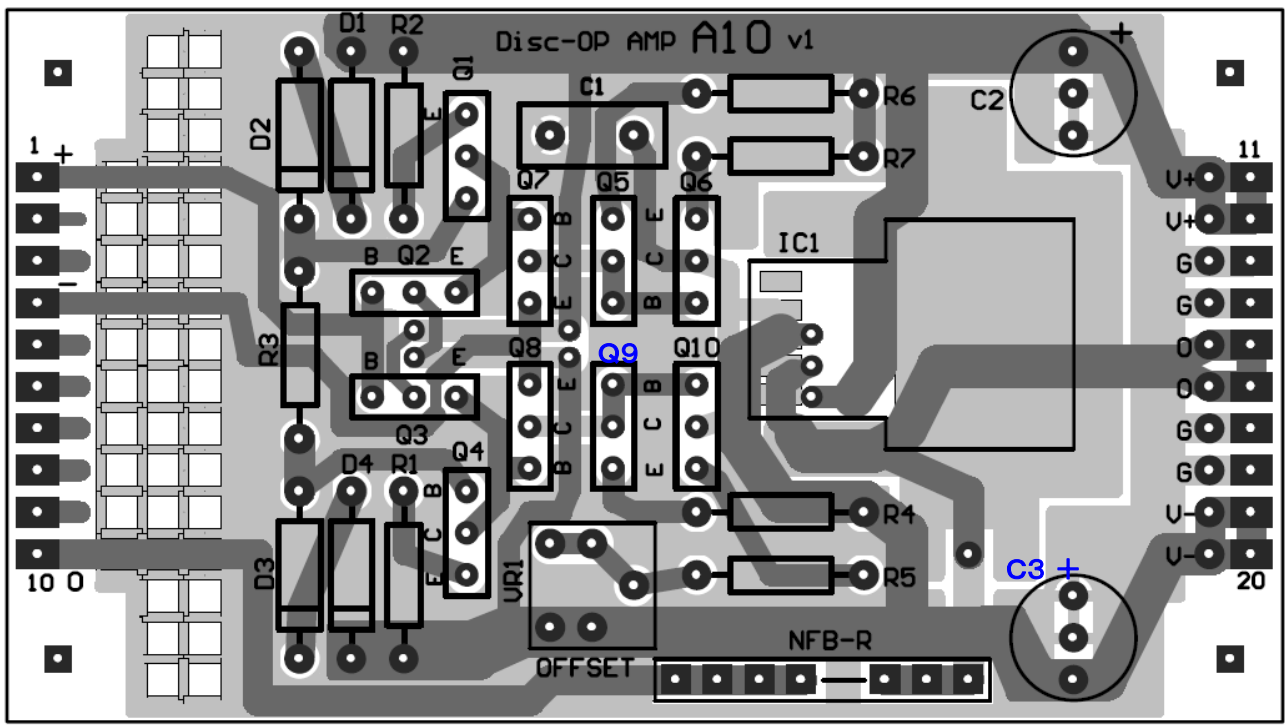


図 A10基板の部品配置図(Q9, C3のシルクが抜けているので上図を参照ください)

ポイント&注意事項

- (1) 出力オフセットの調整は VR1 で行います。出力電圧が 0V になるように調整ください。
- (2) C2, 3 はより大容量のものに変更することで好結果が得られる可能性があります。
- (3) 電流帰還アンプですので帰還抵抗 (NFB-R) は概ね $2k\Omega$ 以下としてください。できれば $1k\Omega$ 以下が望ましいでしょう。帰還抵抗値が高いとオフセット調整が敏感になりすぎる問題が生じます。また低くしすぎると終段のトランジスタの容量の問題があるのでご注意ください。
- (4) 入力には直列に $100\Omega \sim 1k\Omega$ の抵抗をいれないと動作が安定しない場合があります。

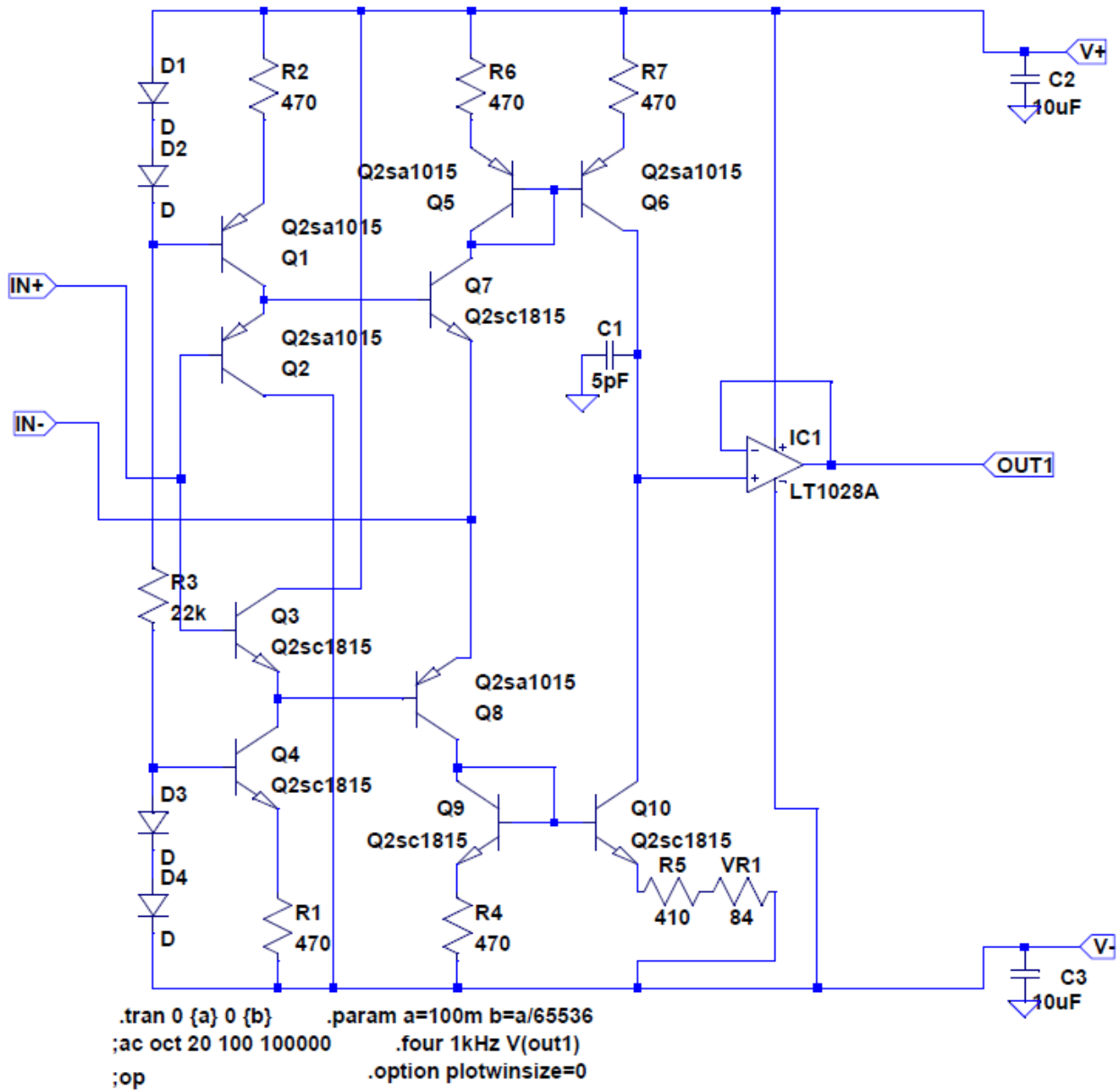


図 A 1 0 基板の回路図

3-6. A11基板

表 部品表 (A11)

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1, 2	金属被膜 1/4W	470Ω	2	
	R3	金属被膜 1/4W	33kΩ	1	
	R4, 5	金属被膜 1/4W	100Ω	2	
	R6-8	金属被膜 1/4W	220Ω	3	
	R9	金属被膜 1/4W	15kΩ	1	
	R10	金属被膜 1/4W	100Ω	1	
	R11	金属被膜 1/4W	220Ω	1	
	R12	金属被膜 1/4W	2.2kΩ	1	
	R13	金属被膜 1/4W	22Ω	1	
	R14	金属被膜 1/4W	1.5kΩ	1	
	R15	金属被膜 1/4W	1kΩ	1	
	R16	金属被膜 1/4W	120Ω	1	
	R17, 18	金属被膜 1/4W	100Ω	2	
	R19, 20	金属被膜 1/4W	10Ω	1	
可変抵抗	VR1	1回転サマット	100Ω	1	
ダイオード	D1, 2	LED	赤 (VF=2V程度)	2	
	D3, 4	小電流 SW 用	1S1855 相当	2	
コンデンサ	C1	フィルム	220pF	1	
	C2	フィルム	0.1uF	1	
	C3, 4	電解コンデンサ	47uF/25V	2	
トランジスタ	Q1, 2	小電力 PNP	2SA1015	2	
	Q3, 4	小電力 NPN	2SC1815	2	
	Q5, 6	小電力 N-FET	2SK117	2	
	Q7	小電力 PNP	2SA1015	1	
	Q8, 9	小電力 NPN	2SC1815	2	
	Q10, 11	小電力 PNP	2SA1015	2	
	Q12, 13	小電力 NPN	2SC1815	2	
	Q14	小電力 NPN	2SC3421	1	2SC1815 可 (R19, 20=47Ω)
	Q15	小電力 PNP	2SA1358	1	2SA1015 可 (R19, 20=47Ω)

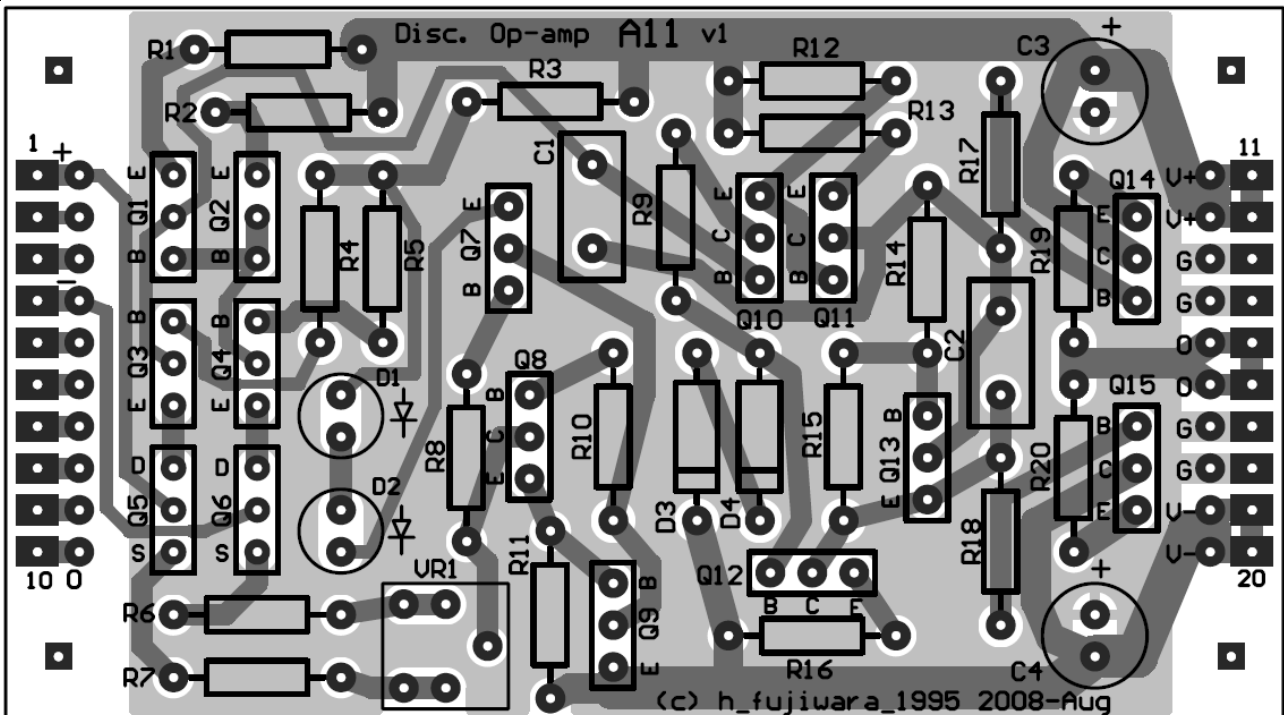


図 A11基板の部品配置図

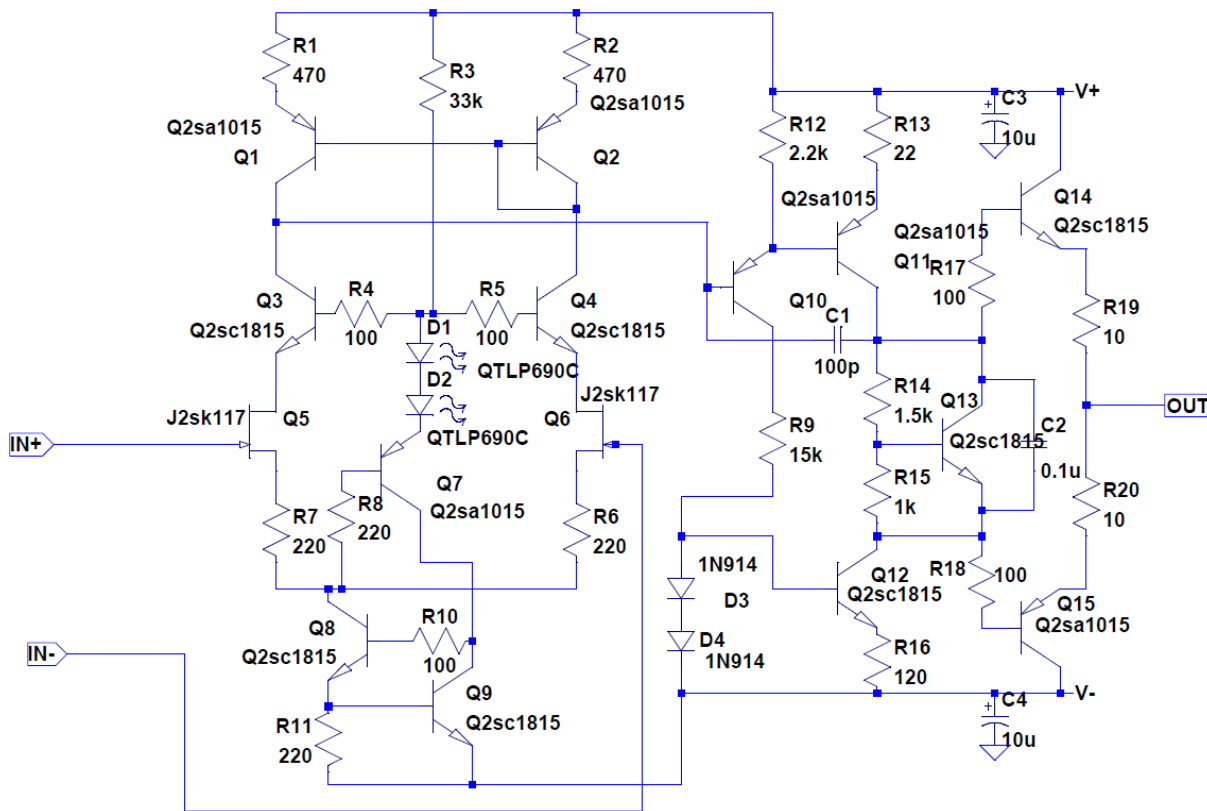
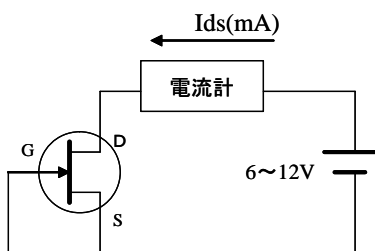


図 A 1 1 基板の回路図

ポイント&注意事項

- (1) 出力オフセットの調整は VR1 で行います。出力電圧が 0V になるように調整ください。
- (2) C3, 4 はより大容量のものに変更することで好結果が得られる可能性があります。
- (3) 入力の FET (2SK117) は I_{dss} をそろえた方がいいでしょう。下図の方法で I_{dss} が 5%以内となるように Q5, 6 をそろえればいいでしょう。



4. 接続例

簡単な使用例を下記に示します。

(1) 非反転増幅器として使用

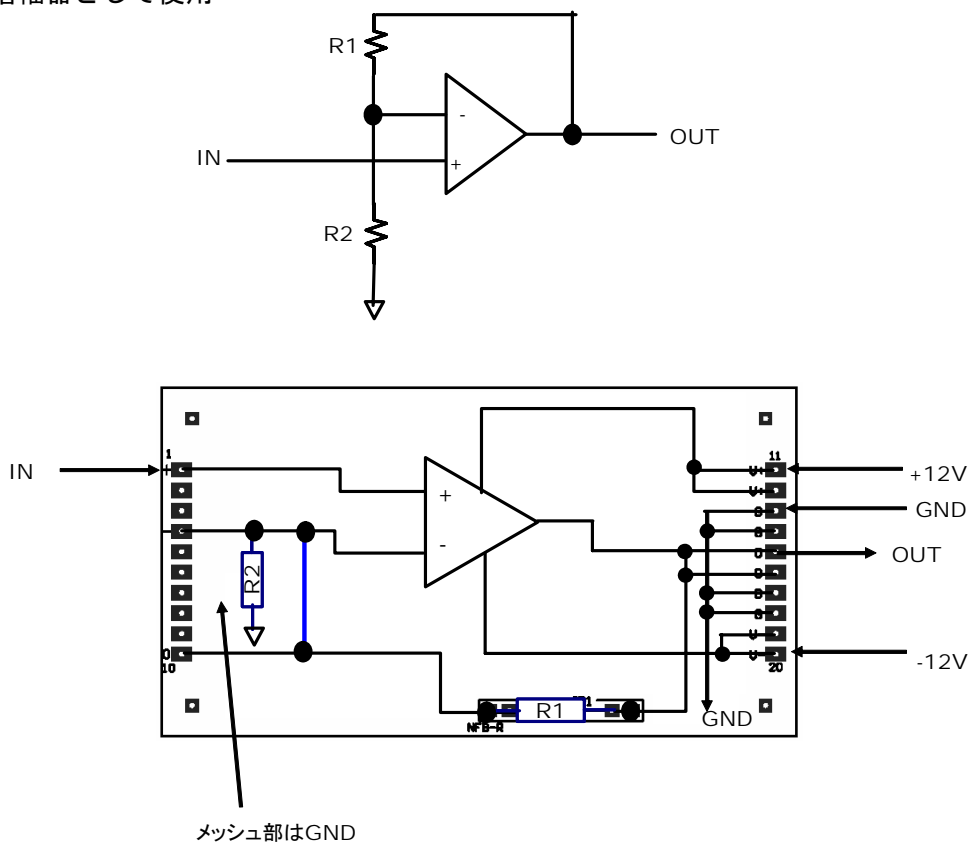


図 非反転増幅器への応用例

(2) DACのI/V変換回路として使用する場合

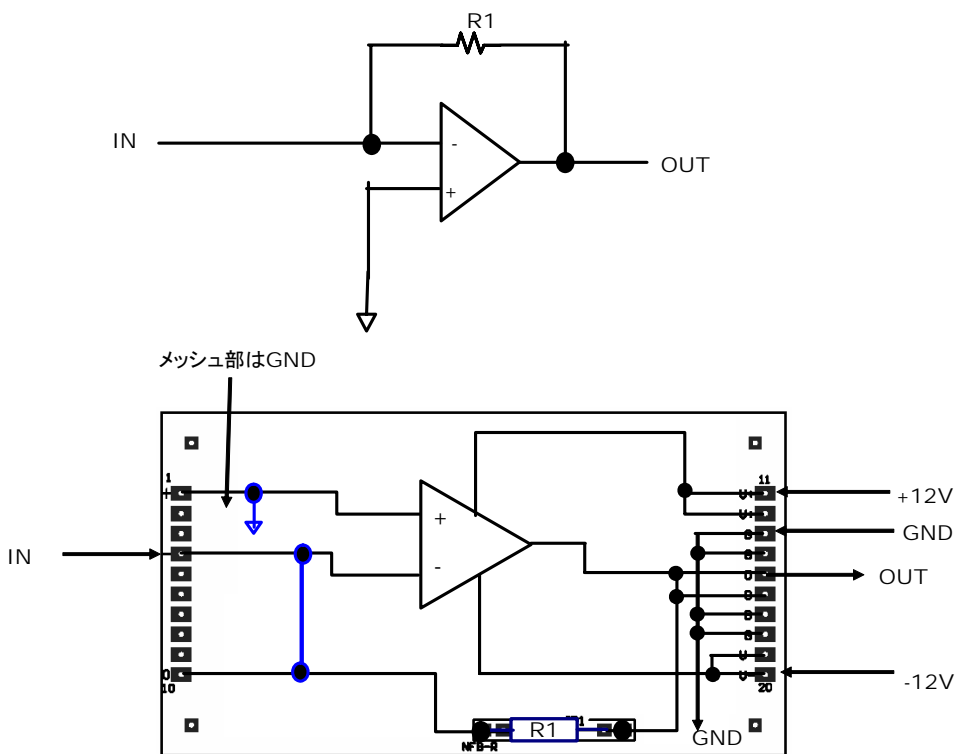


図 I/V変換として用いる

5. その他の注意事項

- (1) アンプの入カインピーダンスは高いため、入力オープンの状態では使わないでください（出力が不安定になったり飽和したりします）。
- (2) 入力抵抗が高い（たとえば $1M\Omega$ ）場合は、トランジスタのベース電流によりオフセットが発生（バイポーラの場合）し、VRでゼロ調整出来ない場合が生じます。入力抵抗は $47k\Omega$ 以下が望ましいと思われませんが、回路によっても特性が異なるため、状況を見て変更ください（ $10k\Omega$ 程度がよいと思います）。

6. ヒント

- (1) A7, A8, A9 には定電圧源として 2.0-2.5V のツエナーを指定していますが、 $V_f=2\sim 3V$ 程度の LED を用いることもできます。赤色 LED では $V_f=2V$ 程度、青色で $V_f=3V$ 程度ですので、どちらを用いてもよいでしょう。LED を用いる場合は A(アノード) と K(カソード) を入れ替えてください。

7. 編集記録

2008.8.9 R1

2008.8.31 R2 (A 1 1 追加)

(以 上)