

DC Power Supplies Main Board Low Noise & General Purpose



INTRODUCTION

この度は黒羽音響技研の製品を購入していただき、誠にありがとうございます。
本説明書には確実な組立と安全に使用していただくための注意事項などを記載しておりますのでご一読願います。

- ◆整流平滑回路を実装しているため変圧器から交流電圧を直接接続し直流出力に変換することが可能
- ◆使用する基準電源 IC と部品定数の選択により直流 5V,12V,15V のいずれかの出力電圧を選択可能
- ◆出力保護としてフォールドバック保護回路を搭載

SPECIFICATION

出力電圧：5[V],12[V],15[V] のいずれか
※使用部品により選択
連続出力電流：1[A]
最大出力電流：2[A]
出力インピーダンス：40[mΩ]

FEATURES

- ◆安定した直流電圧の供給が可能
- ◆低出力インピーダンス
- ◆出力電流の高速な変動に対して追従可能

APPLICATIONS

- ◆オーディオ機器の電源回路としての使用
- ◆ A/D 及び D/A システムの電源としての使用

CAUTION

- ◆出力電流が 100[mA] を越える場合、適切な放熱能力を有する放熱器を使用してください
- ◆最大出力電流を常時出力する場合、主整流ダイオード (D1-D4) は大きな発熱を伴います
そのため、放熱の対策を行うか外部に整流回路を設け、本基板の主整流ダイオードをバイパスしてください
- ◆接続する変圧器の一次側には必ずヒューズを挿入してください
- ◆水気のあるところでは絶対に使用しないでください
- ◆製作、改造に関しましては全て自己責任において行ってください。但し、初期不良等の場合に関しましては新品と交換、もしくは補充させていただきますので奥付に記載されています連絡先までご連絡ください

ASSEMBLE

組立に必要な工具、物

- ◆半田ごて
- ◆ピンセット
- ◆ニッパー
- ◆半田

▲あると便利な物

半田吸取り線、無洗浄型フラックス、
フラックス洗浄液、工業用綿棒

表面実装部品の実装方法

表面実装 IC の実装方法

- 1：半田付けをするパッドにフラックスを薄く塗布します。
- 2：仮止めの為に IC 四辺のどれか 1 つのパッドに半田を少量だけ盛ります。
- 3：IC をピンセットで掴み、半田付けする位置に軽く押さえながら 2 で盛った半田を溶かし仮止めします。
- 4：IC のピンの上から半田付けする箇所にはフラックスを薄く散布します。
- 5：各ピンに半田付けをします。
※この際に隣接するピン同士が半田でショートしないように注意をして下さい。隣接するピン同士が半田でショートしてしまった場合には半田吸い取り線を使用して取り除いてください。
- 6：図 1 を参考にフラックス洗浄液を塗布し工業用綿棒（糸屑が出にくい綿棒）を使用してフラックスを除去してください。この領域内のフラックスは必ず除去するようにしてください。雑音特性に影響が出る可能性があります。

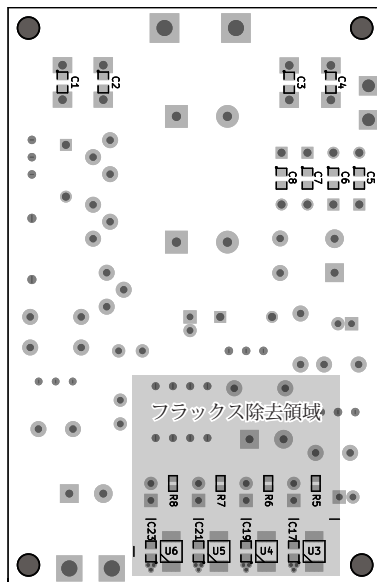


図 1 基板裏面フラックス除去領域

表面実装抵抗器の実装方法

- 1：半田付けをするパッドにフラックスを薄く塗布します。
- 2：仮止めの為に 2 つのうちどちらか 1 つのパッドに半田を少量だけ盛ります。
- 3：部品をピンセットで掴み、半田付けする位置に軽く押さえながら 2 で盛った半田を溶かし仮止めします。
- 4：もう片方のパッドに半田付けをし、2 つのパッドの半田を整えます。
- 5：図 1 を参考にフラックス洗浄液を塗布し工業用綿棒（糸屑が出にくい綿棒）を使用してフラックスを除去してください。この領域内のフラックスは必ず除去するようにしてください。雑音特性に影響が出る可能性があります。

実装の順列

ロゴの記載がある面を基板表面としたとき
基板裏面にある U3-U6 と R5-R8 および C1-
C8,C17,C19,C21,C23 を最初に実装します。
(面実装部品を最初に実装します。)

基板表面では R9-R11,C13 の面実装部品を最
初に実装し、以降は Tr3 を除き背の低い部
品から実装してください。

※ Tr3 は放熱器に取り付けた状態で実装す
ることが推奨されますが、筐体形状など
により難しい場合は直径の細いドライバを用
い C26 と C27 の間に差し込み部品を押し
のけて放熱器取り付けネジを締結してくだ
さい。

※ C1-C4 は D1-D4 の共通パッドとなってい
るため、D1-D4 を実装する際にピンセッ
トで保持しながら半田付けを行なってくだ
さい。

※ C17,C19,C21,C23 の部品番号と反対側
にあるパッドと3点の小型ビアは同一電位で
あるため、コンデンサを実装する際に半田
が流れ込んでも問題ありません。

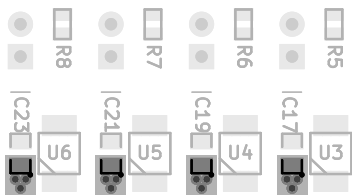


図2 等電位パッド

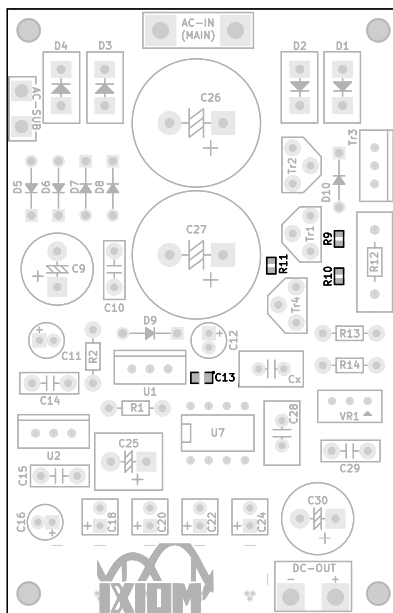


図3 基板表面の表面実装部品

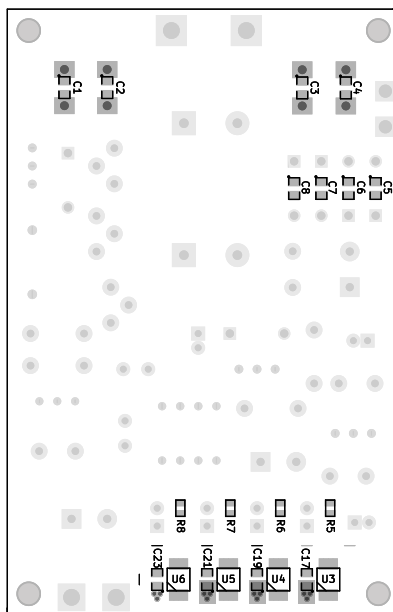


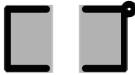





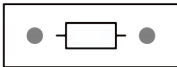













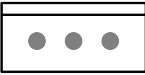

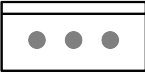

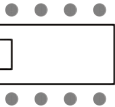



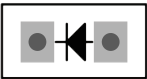

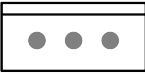



図4 基板裏面の表面実装部品

表面実装部品における部品対シルク表

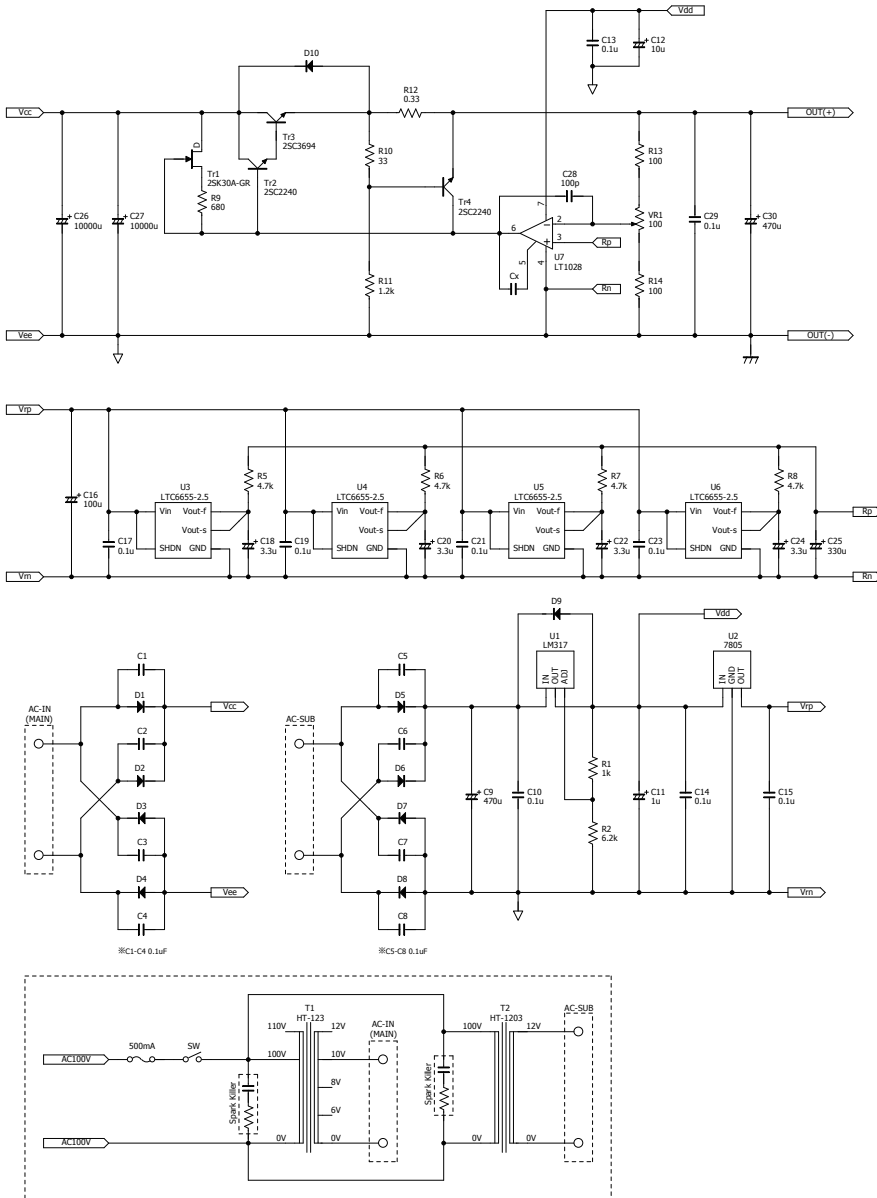
抵抗器			極性なし 1608 メトリック
セラミックコンデンサ			極性なし 2012 メトリック
IC(LTC6655)			丸印を斜線シルクにあわせて実装

スルーホール実装部品における部品対シルク表

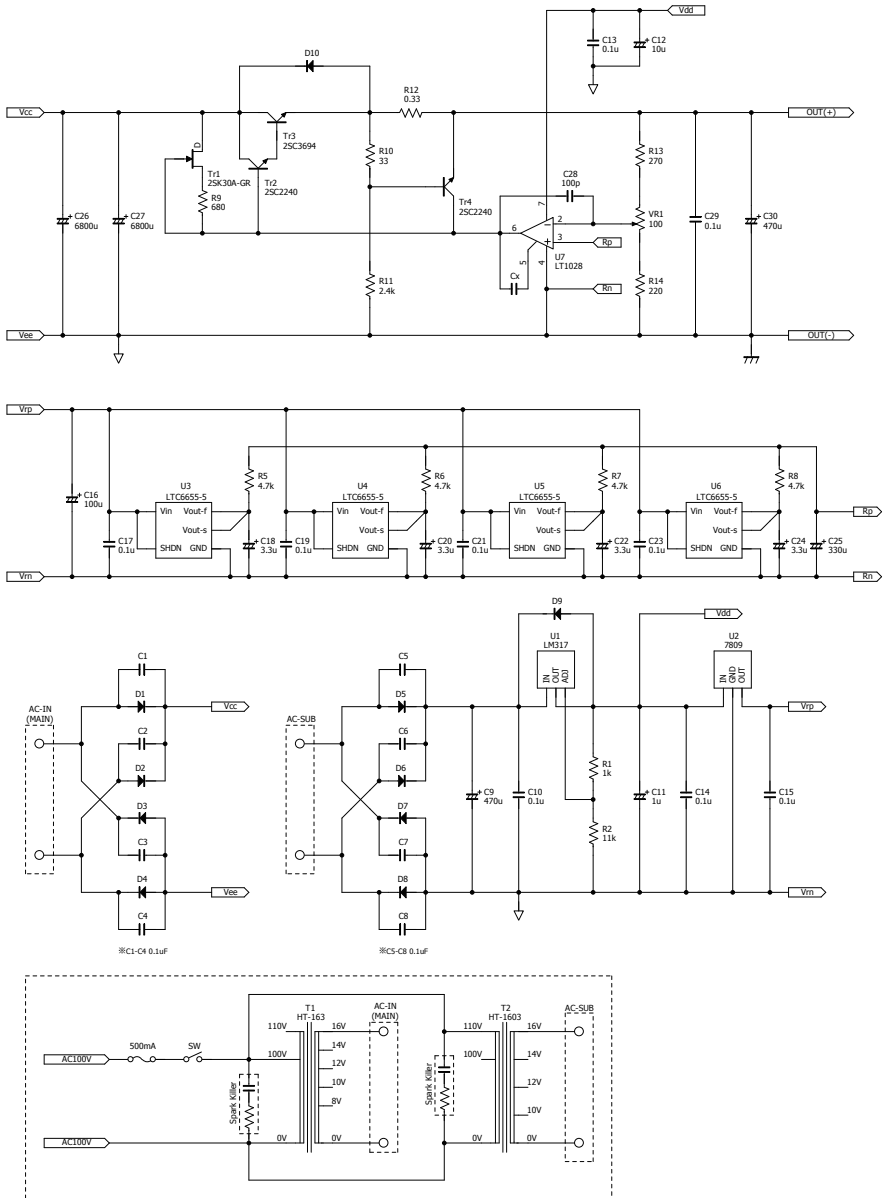
抵抗器			極性なし
抵抗器			極性なし
半固定抵抗器			1 ピンを矢印シルクに合せて実装
セラミックコンデンサ			極性なし
マイカコンデンサ			極性なし
電解コンデンサ			コンデンサにラインが入っている方が負極

タンタルコンデンサ			コンデンサのリードが長いほうが正極
IC(LM317T)			取り付け穴のある薄い部分を二重線シルクに合せる
IC(78XX)			取り付け穴のある薄い部分を二重線シルクに合せる
IC(LT1028)			丸印を四角シルクの方角にあわせて実装
ダイオード			ダイオードのラインを縦線シルクに合せる
ダイオード			ダイオードのラインを縦線シルクに合せる 記載なき場合はデータシートを参照すること
トランジスタ			取り付け穴のある薄い部分を二重線シルクに合せる
トランジスタ			部品上面から見たときの概形に合せて実装する

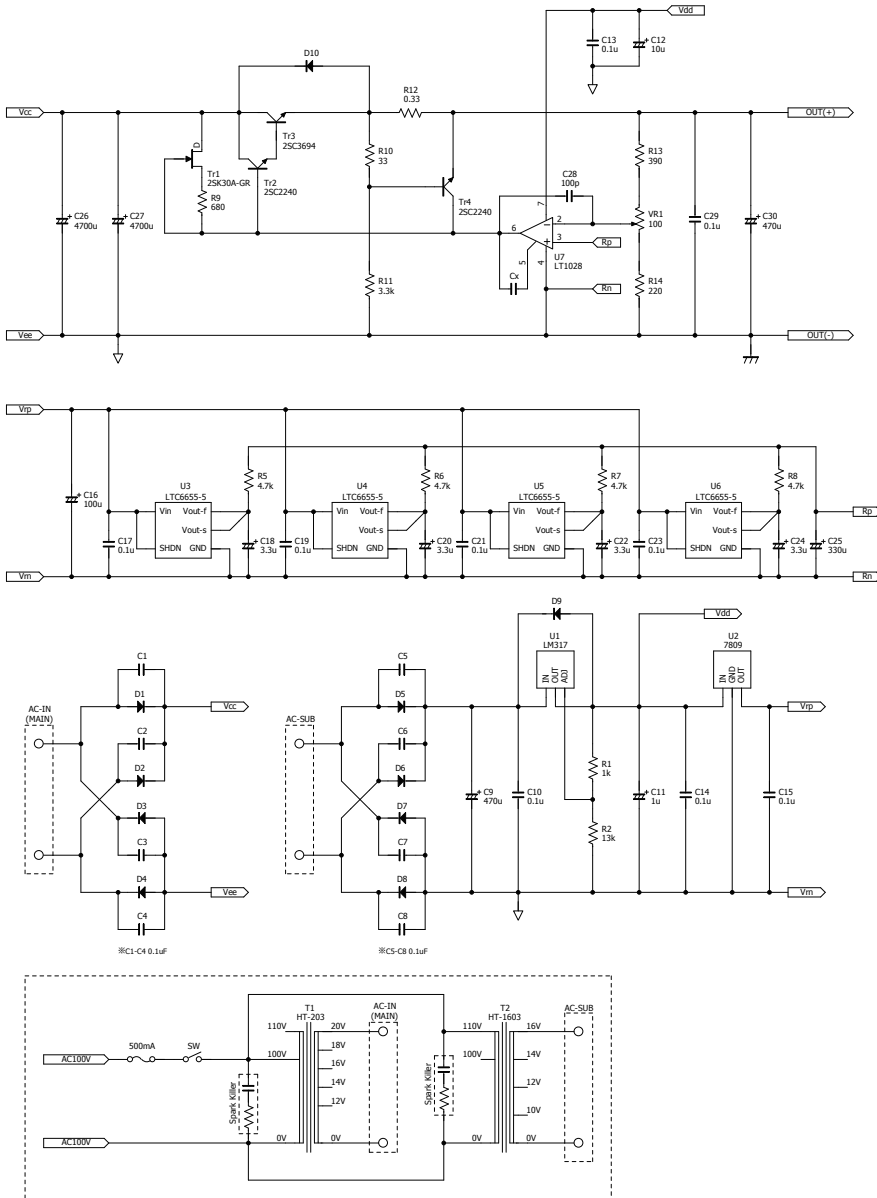
回路图 (出力電圧 5V)



回路图 (出力電圧 12V)



回路图 (出力電圧 15V)



LTC6655 の実装数と実装するパッドに関して

LTC6655 は低雑音の基準電圧発生 IC で IXIOM には最大で 4 基の LTC6655 を実装できるように設計されています。この 4 基の LTC6655 からの出力を合成することで基準電圧の雑音を低減させることが期待出来ます。理論的には LTC6655 を 1 基のみ実装した時に雑音電圧出力を 100% とすると、2 基では 71%、3 基では 58%、4 基では 50% に低減にされます。

しかし、LTC6655 は比較的高価なデバイスであるため、必ずしも 4 基実装しなければならないわけではありません。以下に LTC6655 を 1～4 基実装する時に実装する場所と部品番号を記載します。注意点として、次のページから記載されている部品表は LTC6655 を 4 基使用した場合となっているため、実装数を減らす場合は部品の数量を適宜変更してください。

LTC6655 の実装数	U3,R5,C17,C18	U4,R6,C19,C20	U5,R7,C21,C22	U6,R8,C23,C24
1	×	○	×	×
2	×	○	○	×
3	○	○	○	×
4	○	○	○	○

- 実装箇所
× 未実装箇所

ロゴの上部付近に開けられているスリットに関して

ロゴ付近に細い幅のスリットが開けられていますが、これは LTC6655 に対して応力を掛けないために設けたものです。LTC6655 などの低雑音で鋭敏なデバイスを実装する際に基板のたわみなどで IC に応力がかかるとピエゾ効果により電圧ドリフトや雑音が増えることがあります。そのため、基板のたわみによって発生する応力を逃し鋭敏なデバイスにかかる応力を軽減する目的でスリットを開けています。このスリットは前述の目的で設けたものであるため、機構物などを挟まないように注意してください。

部品表 (出力電圧 5V)

■半導体			
部品番号	部品型番	数量	備考
U1	LM317T	1	正電源三端子レギュレーター IC (可変出力)
U2	7805	1	正電源三端子レギュレーター IC(5V)
U3,U4,U5,U6	LTC6655-2.5	4(最小1)	ICにはLTFCYと記載
U7	LT1028	1	ランク指定なし 8pin-DIP-IC
Tr1	2SK30ATM-GR	1	GR ランク指定
Tr2,Tr4	2SC2240	2	ランク指定なし
Tr3	2SC3694	1	ランク指定なし
D1,D2,D3,D4	FSU05B60	4	$V_r > 35V$ $I_f > 3A$ の定格のもの 連続で最大電流を出力する場合は基板に 実装しないこと
D5,D6,D7,D8	1S10	4	$V_r > 35V$ $I_f > 500mA$ の定格のもの アキシャルリード部品を使用
D9,D10	1S10	2	$V_r > 10V$ $I_f > 1A$ の定格のもの アキシャルリード部品を使用

■抵抗器			
部品番号	抵抗値 / 許容電力	数量	備考
R1	1k Ω /100mW	1	RP-24C(ニッコーム) 若しくは汎用アキ シャルリード抵抗器
R2	6.2k Ω /100mW	1	RP-24C(ニッコーム) 若しくは汎用アキ シャルリード抵抗器
R5,R6,R7,R8	4.7k Ω /100mW	4(最小1)	1608 メトリック 電流雑音の少ないも のを推奨
R9	680 Ω /100mW	1	1608 メトリック
R10	33 Ω /100mW	1	1608 メトリック
R11	1.2k Ω /100mW	1	1608 メトリック
R12	0.33 Ω /3W	1	MPC74(福島双葉) を推奨
R13,R14	100 Ω /100mW	1	RP-24C(ニッコーム) 電流雑音の少ないものを推奨
VR1	100 Ω /500mW	1	多回転型半固定抵抗器を推奨 RJ- 9W(COPAL) を 推 奨、3296W(BOURNS) 等の汎用品でも可

■コンデンサ			
部品番号	容量 / 耐電圧	数量	備考
C1,C2,C3,C4,C5,C6 .C7,C8,C13,C17,C19,C21,C23	0.1uF/50V	13(最小 10)	2012 メトリック 積層セラミックコンデンサ若しくはセラミックコンデンサ
C9,C30	470uF/35V	2	電解コンデンサ
C10,C14,C15,C29	0.1uF/50V	4	ラジアルリード部品 積層セラミックコンデンサ若しくはセラミックコンデンサ
C11	1uF/50V	1	電解コンデンサ
C12	10uV/50V	1	電解コンデンサ
C16	100uF/16V	1	電解コンデンサ
C18,C20,C22,C24	3.3uF/6.3V	4(最小 1)	タンタルコンデンサ若しくは積層セラミックコンデンサ
C25	10uF/6.3V	1	タンタルコンデンサ若しくは積層セラミックコンデンサ
C26,C27	10000uF/16V	2	電解コンデンサ
C28	100pF	1	ディップマイカを推奨 積層セラミックコンデンサでも可
Cx	-	-	実装しない

■その他			
品目	型番・定格	数量	備考
変圧器	HT-123	1	10V/3A のタップがある物であれば HT-123(豊澄電源機器) でなくても可
変圧器	HT-1203	1	12V/300mA のタップがある物であれば HT-1203(豊澄電源機器) でなくても可
ヒューズ	500mA	1	変圧器一次側には必ずヒューズを挿入してください
ヒューズホルダー	-	1	-
筐体	-	-	-
コネクタ	-	-	-

部品表 (出力電圧 12V)

■半導体			
部品番号	部品型番	数量	備考
U1	LM317T	1	正電源三端子レギュレーター IC (可変出力)
U2	7809	1	正電源三端子レギュレーター IC(5V)
U3,U4,U5,U6	LTC6655-5	4(最小1)	ICにはLTFDNと記載
U7	LT1028	1	ランク指定なし 8pin-DIP-IC
Tr1	2SK30ATM-GR	1	GR ランク指定
Tr2,Tr4	2SC2240	2	ランク指定なし
Tr3	2SC3694	1	ランク指定なし
D1,D2,D3,D4	FSU05B60	4	Vr>50V If>3A の定格のもの 連続で最大電流を出力する場合は基板に 実装しないこと
D5,D6,D7,D8	1S10	4	Vr>35V If>500mA の定格のもの アキシャルリード部品を使用
D9,D10	1S10	2	Vr>20V If>1A の定格のもの アキシャルリード部品を使用

■抵抗器			
部品番号	抵抗値 / 許容電力	数量	備考
R1	1k Ω /100mW	1	RP-24C(ニッコーム) 若しくは汎用アキ シャルリード抵抗器
R2	11k Ω /100mW	1	RP-24C(ニッコーム) 若しくは汎用アキ シャルリード抵抗器
R5,R6,R7,R8	4.7k Ω /100mW	4(最小1)	1608 メトリック 電流雑音の少ないも のを推奨
R9	680 Ω /100mW	1	1608 メトリック
R10	33 Ω /100mW	1	1608 メトリック
R11	2.4k Ω /100mW	1	1608 メトリック
R12	0.33 Ω /3W	1	MPC74(福島双葉) を推奨
R13	270 Ω /250mW	1	RP-24C(ニッコーム) 電流雑音の少ないものを推奨
R14	220 Ω /250mW	1	RP-24C(ニッコーム) 電流雑音の少ないものを推奨
VR1	100 Ω /500mW	1	多回転型半固定抵抗器を推奨 RJ- 9W(COPAL) を 推 奨、3296W(BOURNS) 等の汎用品でも可

■コンデンサ			
部品番号	容量 / 耐電圧	数量	備考
C1,C2,C3,C4,C5,C6 .C7,C8,C13,C17,C19,C21,C23	0.1uF/50V	13(最小 10)	2012 メトリック 積層セラミックコンデンサ若しくはセラミックコンデンサ
C9,C30	470uF/35V	2	電解コンデンサ
C10,C14,C15,C29	0.1uF/50V	4	ラジアルリード部品 積層セラミックコンデンサ若しくはセラミックコンデンサ
C11	1uF/50V	1	電解コンデンサ
C12	10uV/50V	1	電解コンデンサ
C16	100uF/16V	1	電解コンデンサ
C18,C20,C22,C24	3.3uF/6.3V	4(最小 1)	タンタルコンデンサ若しくは積層セラミックコンデンサ
C25	10uF/6.3V	1	タンタルコンデンサ若しくは積層セラミックコンデンサ
C26,C27	6800uF/25V	2	電解コンデンサ
C28	100pF	1	ディップマイカを推奨 積層セラミックコンデンサでも可
Cx	-	-	実装しない

■その他			
品目	型番・定格	数量	備考
変圧器	HT-163	1	16V/3A のタップがある物であれば HT-163(豊澄電源機器) でなくても可
変圧器	HT-1603	1	16V/300mA のタップがある物であれば HT-1603(豊澄電源機器) でなくても可
ヒューズ	500mA	1	変圧器一次側には必ずヒューズを挿入してください
ヒューズホルダー	-	1	-
筐体	-	-	-
コネクタ	-	-	-

部品表 (出力電圧 15V)

■半導体			
部品番号	部品型番	数量	備考
U1	LM317T	1	正電源三端子レギュレーター IC (可変出力)
U2	7809	1	正電源三端子レギュレーター IC(5V)
U3,U4,U5,U6	LTC6655-5	4(最小1)	ICにはLTFDNと記載
U7	LT1028	1	ランク指定なし 8pin-DIP-IC
Tr1	2SK30ATM-GR	1	GR ランク指定
Tr2,Tr4	2SC2240	2	ランク指定なし
Tr3	2SC3694	1	ランク指定なし
D1,D2,D3,D4	FSU05B60	4	Vr>60V If>3A の定格のもの 連続で最大電流を出力する場合は基板に 実装しないこと
D5,D6,D7,D8	1S10	4	Vr>60V If>500mA の定格のもの アキシャルリード部品を使用
D9,D10	1S10	2	Vr>40V If>1A の定格のもの アキシャルリード部品を使用

■抵抗器			
部品番号	抵抗値 / 許容電力	数量	備考
R1	1k Ω /100mW	1	RP-24C(ニッコーム) 若しくは汎用アキ シャルリード抵抗器
R2	13k Ω /100mW	1	RP-24C(ニッコーム) 若しくは汎用アキ シャルリード抵抗器
R5,R6,R7,R8	4.7k Ω /100mW	4(最小1)	1608 メトリック 電流雑音の少ないも のを推奨
R9	680 Ω /100mW	1	1608 メトリック
R10	33 Ω /100mW	1	1608 メトリック
R11	2.4k Ω /100mW	1	1608 メトリック
R12	0.33 Ω /3W	1	MPC74(福島双葉) を推奨
R13	390 Ω /250mW	1	RP-24C(ニッコーム) 電流雑音の少ないものを推奨
R14	220 Ω /250mW	1	RP-24C(ニッコーム) 電流雑音の少ないものを推奨
VR1	100 Ω /500mW	1	多回転型半固定抵抗器を推奨 RJ- 9W(COPAL) を 推 奨、3296W(BOURNS) 等の汎用品でも可

■コンデンサ			
部品番号	容量 / 耐電圧	数量	備考
C1,C2,C3,C4,C5,C6 .C7,C8,C13,C17,C19,C21,C23 C9,C30	0.1uF/50V	13(最小 10)	2012 メトリック 積層セラミックコンデンサ若しくはセラミックコンデンサ
C10,C14,C15,C29	470uF/35V	2	電解コンデンサ
	0.1uF/50V	4	ラジアルリード部品 積層セラミックコンデンサ若しくはセラミックコンデンサ
C11	1uF/50V	1	電解コンデンサ
C12	10uV/50V	1	電解コンデンサ
C16	100uF/16V	1	電解コンデンサ
C18,C20,C22,C24	3.3uF/6.3V	4(最小 1)	タンタルコンデンサ若しくは積層セラミックコンデンサ
C25	10uF/6.3V	1	タンタルコンデンサ若しくは積層セラミックコンデンサ
C26,C27	4700uF/35V	2	電解コンデンサ
C28	100pF	1	ディップマイカを推奨 積層セラミックコンデンサでも可
Cx	-	-	実装しない

■その他			
品目	型番・定格	数量	備考
変圧器	HT-203	1	20V/3A のタップがある物であれば HT-203(豊澄電源機器) でなくても可
変圧器	HT-1603	1	16V/300mA のタップがある物であれば HT-1603(豊澄電源機器) でなくても可
ヒューズ	500mA	1	変圧器一次側には必ずヒューズを挿入してください
ヒューズホルダー	-	1	-
筐体	-	-	-
コネクタ	-	-	-

APPENDIX

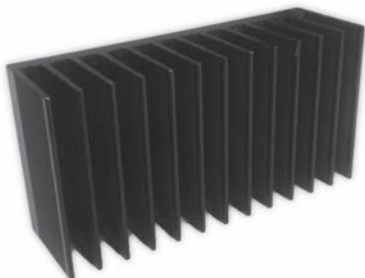
推奨放熱器と放熱器の設置方法

IXIOM から 100mA 以上の電流を出力する場合は放熱器が必要不可欠となります。

主制御トランジスタ (Tr3) に対して熱伝導グリス (シリコングリス) を塗布し、放熱器に固定します。この際、放熱器に開けた取り付け穴に対してねじ切りを行うと、放熱器と主制御トランジスタを確実に締結することが可能です。以下に最大出力時の出力電圧に応じた推奨放熱器と放熱器の熱抵抗値を記載します。

出力	推奨放熱器	放熱器熱抵抗値
15V/2A	30F138L50	2.5°C /W 以下
12V/2A	30F98L50	4.5°C /W 以下
5V/2A	30F98L50	4.9°C /W 以下

※推奨放熱器は全て LSI クーラー製



最大出力電流を連続出力する際には、主整流ダイオードである D1-D4 と主制御トランジスタ Tr3 を放熱器上に固定します。

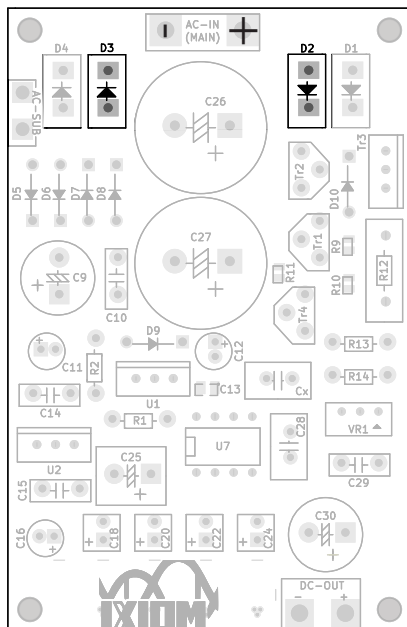
放熱器の取付としては上記の写真のようにスリットを垂直方向に向け固定します。また、放熱器のフィンを覆わないように筐体外部に露出させます。

筐体内部に格納する場合は、天板と底板に通風用の穴を開けます。穴を開ける範囲は放熱器のフィン部分を覆う以上の範囲が理想的です。

整流回路を外部に取り付ける方法

IXIOM から最大出力電流を連続で取り出す場合、主整流ダイオード D1-D4 が発熱し基板に取り付けた場合はコンデンサ等の熱に弱い部品が加熱されてしまいます。

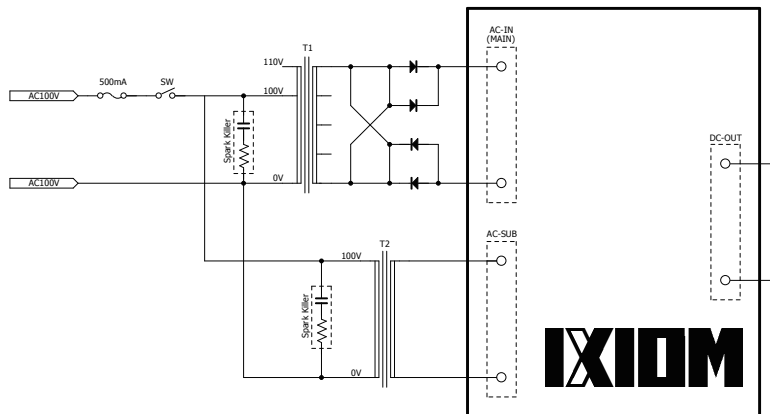
そこで、基板の外部に整流回路を設け基板上のダイオードをバイパスする方法を用います。D1-D4 及び C1-C4 を実装せず、D2 の 2 つのランドをジャンパ線などで接続、同様に D3 の 2 つのランドをジャンパ線などで接続します。この方法を用いた場合、IXIOM の AC-IN は直流電圧のみを入力することができます。その際の極性は以下の図を参考にしてください。



注意

補助電源に関連する D5-D8 及び C5-C8 は通常通りに実装してください。

(例外的な実装は D1-D4, C1-C4 のみになります)



外部に整流回路を設ける場合の接続図

外部に追加コンデンサを設ける際の注意点

IXIOM は 3 種類の出力電圧に対応できるよう、柔軟に設計されています。

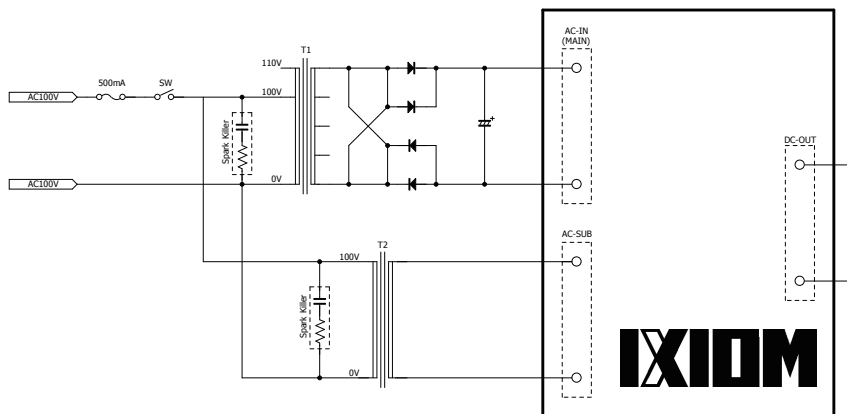
そのため、12V 出力時には最適な平滑コンデンサの容量を確保していますが他の 5V や 15V の際には平滑コンデンサの容量が若干少なく設計されています。

これは、実装スペースの問題であるため主整流ダイオードを外部に設ける際は外部に追加コンデンサを設置することを推奨します。

以下に追加コンデンサの耐圧と容量を記載しますので参考にしてください。

出力電圧	耐圧	容量
5V	16V	2200uF
12V	-	-
15V	35V	3300uF

12V の際は追加コンデンサは不要です。過度な容量の追加は推奨しません。



外部に追加コンデンサを設ける場合の接続図

出力電圧の調整方法

基板への部品の取付と配線が完了したら、DC-OUT にテスタを接続し直流電圧レンジで電圧の測定を行います。

半固定抵抗器 VR1 を回転させることで電圧の調整が可能です。出力電圧の調整の流れを以下に記載します。

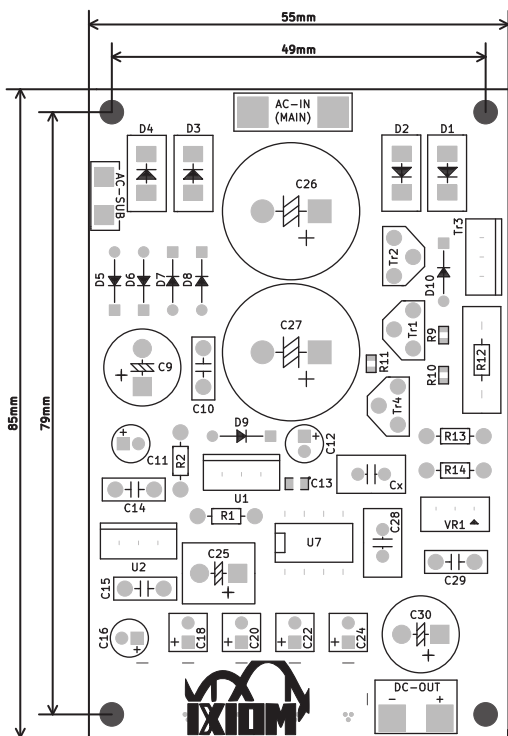
- ①回路に電源が入っていないことを確認する
- ②テスタのリードを極性を合わせて DC-OUT に接続し、直流電圧レンジを選択する。
- ③回路の接続に問題がないかを確認し電源を投入する。
- ④ヒューズが溶断したり、異常な発熱がない

ことや、異常な臭気を感じないかを確認する。これらを感じた場合、直ちに電源を遮断し回路の接続を再度確認する。

- ⑤テスタの指示値を見ながら VR1 を回転させ任意の電圧に設定する。

以上で出力電圧の調整は完了です。組み立てた直後は、動作確認のため負荷を接続しないで出力電圧の調整を行なってください。異常電圧が出力されるなどの不良時に負荷となる機器を破損する可能性があります。

基板寸法図



ネジ取り付け用の機構穴の中心位置は基板の角から縦横 3mm の位置

部品を実装した際の高さは約 45mm
※出力電圧 15V とし平滑コンデンサには日本ケミコン汎用品 KMG を使用した場合の高さ

LTC6655 の入手に関して

IXIOM には LTC6655 という一般の部品店では扱っていない IC を使用します。そこで、Digi-Key という海外通販を利用し LTC6655 を入手します。

Digi-Key には日本語サイトがあるため、基本的に難しいことはありません。以下に Digi-Key の URL を記載します。

Digi-Key

<http://www.digikey.jp/>

トップページの右上にある検索フォームに検索キーワードを入力します。検索キーワードは出力電圧に応じて変わるため以下を参考にしてください。

出力電圧 5V で使用する場合

LTC6655BHMS8-2.5#PBF

出力電圧 12V,15V で使用する場合

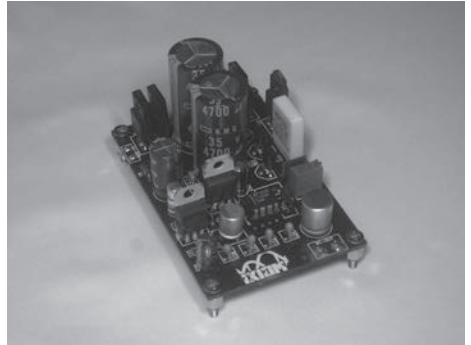
LTC6655CHMS8-5#PBF

検索結果より最小発注数量が入手したい数量以下であれば注文が可能です。商品名をクリックし商品ページから数量を入力して発注書に記入を押すとカートに入った状態になります。以降は WEB サイトの指示に従い入力していけば注文完了となります。

支払いに関してはクレジットカード払いと銀行振込が選択できます。

銀行振込に関しては、商品到着後に振込先情報などが書かれた紙が同梱されているのでそれにしたがって、振込を行います。

振込先の銀行は日本の銀行で代金回収代行業者への振込になります。



あとがき

1 月頃から IXIOM の設計を開始し色々とつめてきたつもりでしたが、気がつけばもう 8 月 9 日でした。時が流れるのは早い、と言うよりもスケジュール管理能力が相変わらず無いなど実感しています…

今回の IXIOM はマイクプリアンプを製作する過程で低雑音な電源回路が欲しかったため設計を始めたものでした。しかし、気がついてみれば電源回路を作ることが目的になってしまい、半年以上の時間を IXIOM にさいてきました。

初めて電源回路の基板を頒布するので、ア트워크や組み立てマニュアルなど至らない所が多々あるかと思えます。

不明点や疑問、要望などは連絡先のメールアドレスや Twitter でご連絡いただければ回答いたします。

次回こそパワーアンプやマイクプリアンプを出したいと思っています！

2013 年 8 月 9 日

黒羽 トア

Project IXIOM User's Guide

2013年 8月12日 発行

© 黒羽音響技研
(無断転載を禁じます)

文責 黒羽 トア
協力 ぱとらっしゅ様
発行 黒羽音響技研
連絡先 kurohane-lab@live.jp
WEB <http://kstlab.web.fc2.com/>
