

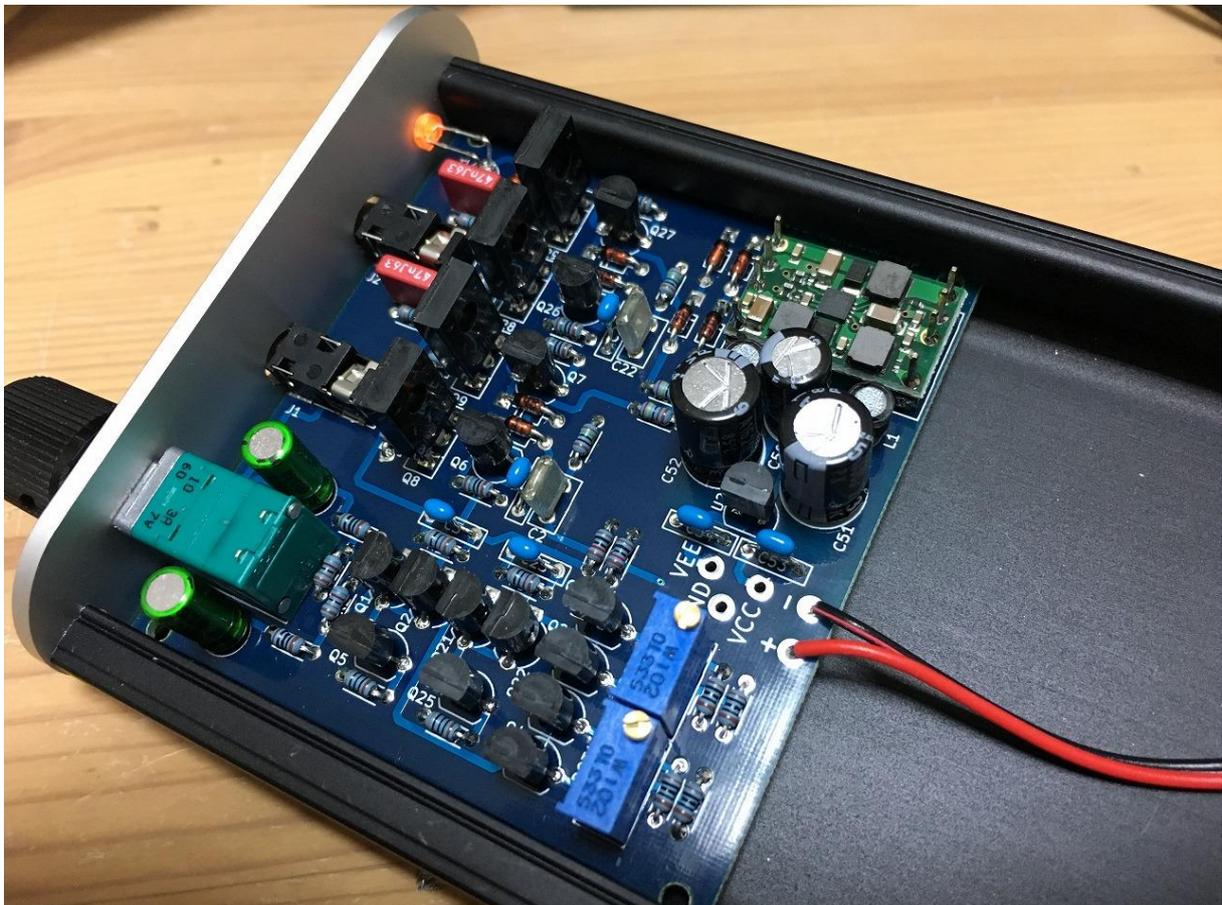
フェアチャイルド社製トランジスタ使用

# ディスクリートヘッドホンアンプキット

Rel. 2017/05/12 Ver. 1.0

## このキットについて

- フェアチャイルド社製トランジスタで構成した SEPP ヘッドホンアンプキットです。
- 終段には中電カトランジスタを採用し、ドライブ能力に余裕をもたせました。
- 増幅率は約 12db(4 倍)とヘッドホンアンプに適した設定
- 電源は Strawberry Linux 製 LT3471  $\pm 12V$  電源モジュールを使用。2.1V $\sim$ 10V(製造元保証は 2.4V 以上)の電源で動作させることができます。



## 部品表(内容物)

部品番号	数量	部品名	備考
Q1, Q2, Q5, Q7 Q21, Q22, Q25, Q27	8	BC550C	フェアチャイルド ローノイズ NPNトランジスタ
Q3, Q4, Q6 Q23, Q24, Q26	6	BC560C	フェアチャイルド ローノイズ PNPトランジスタ
Q8, Q28	2	BD139	フェアチャイルド 中電力 NPNトランジスタ
Q9, Q29	2	BD140	フェアチャイルド 中電力 PNPトランジスタ
D1, D2, D3, D4 D21, D22, D23, D24	8	1N4148	フェアチャイルド 小信号ダイオード
R1, R3, R4 R21, R23, R24	6	100Ω	小型 1/4W 抵抗 [茶黒黒黒茶]
R2, R22	2	8.2kΩ	小型 1/4W 抵抗 [灰赤黒茶茶]
R5, R25	2	150Ω	小型 1/4W 抵抗 [茶緑黒黒茶]
R6, R7, R26, R27	4	180Ω	小型 1/4W 抵抗 [茶灰黒黒茶]
R8, R9, R28, R29	4	10Ω	小型 1/2W 抵抗 [茶黒黒金茶]
R10, R30	2	33Ω	小型 1/4W 抵抗 [橙橙黒金茶]
R11, R31	2	30kΩ	小型 1/4W 抵抗 [橙黒黒赤茶]
R12, R32	2	10kΩ	小型 1/4W 抵抗 [茶黒黒赤茶]
R13, R33	2	24kΩ	小型 1/4W 抵抗 [赤黄黒赤茶]
R14, R34	2	300Ω	小型 1/4W 抵抗 [橙黒黒黒茶]
R50	1	E562	5.6mA 定電流ダイオード 刻印 [56]
C1, C21	2	10μF 無極性	ニチコン緑色
C2, C22	2	1000pF(1nF)	ルビコン フィルムコンデンサ 刻印[102]
C3, C4, C23, C24	4	10pF	ムラタ セラミックコンデンサ 刻印:[10]
C5, C25	2	0.047μF	WIMA 赤色のコンデンサ
C50	1	100μF/35V	幅 6.3mm 高さ 11mm
C51, C52	2	330μF/25V	幅 8mm 高さ 11.5mm
C53, C54	2	0.1μF	ムラタ セラミックコンデンサ 刻印:[104]
POT1, POT21	2	1kΩ	多回転ポテンショメータ
L1, L2	2	4.7μH	ムラタ小型インダクタ 刻印 [472]
LED1	1	3mm LED	標準輝度
VR1	1	10kΩ	アルプス スイッチつきボリューム
U1	1	LT3471 DC/DC モジュール	Strawberry Linux 製電源モジュール
U2	1	TLE2426CLP	レールスプリッタ IC
J1, J2	2	3.5mm ステレオジャック	マル信 MJ-2335
その他	1	ツマミ	6mm 軸 黒色ツマミ 1.5mm 六角レンチ
その他	1	2.1mm 電源ジャック	マル信 MJ-14
その他	1	基板	
その他	1	ケーブル押さえる金具	※1
その他	1	ネジ1式	基板固定用ネジ 4本、スペーサー 4本 ナット 4個、ワッシャー 8個 ※2
その他	2	ヘッダピン(1列×5)	
その他	1	赤黒ワイヤ	

固定抵抗は全て金属皮膜のため、カラーコードの読み間違えに注意して下さい。例: 10k は「茶・黒・橙」ではありません「茶・黒・黒・赤」と乗数の所がかわります。

※1 ケーブルを押さえる金具は電池ボックスの赤黒ケーブルを数回からげて固定するためにお使いください。

※2 基板を大きなケースに入れる時の固定用にお使いください。

## 別途必要なもの

### ■アルミケース

基板の大きさは 72mm × 63mm です。下記タカチ製のアルミケースが使用可能です。

MXA 型アルミモバイルケース MXA-2-8-12, MXA-2-8-9

MX 型丸型モバイルケース MX2-8-13, MX2-8-10

他にも 72mm 幅の基板スロットつきケースも使用可能です。

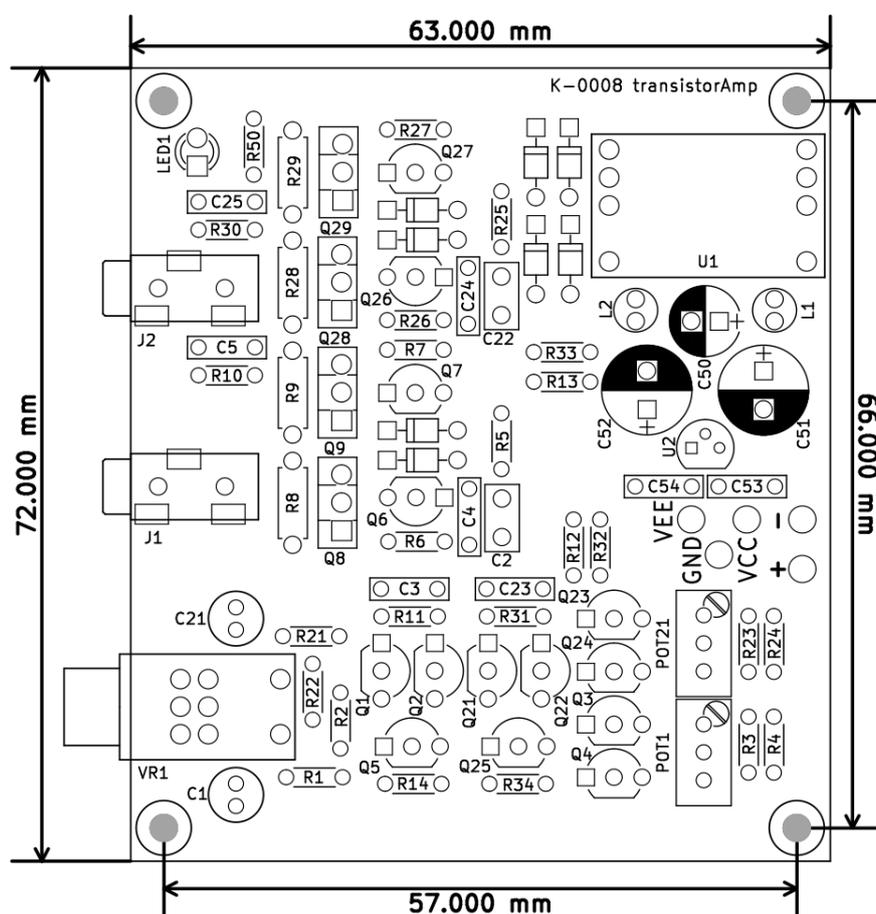
据え置き用途で大きめのケースを使われる場合はキット付属のネジを使って基板を固定してください。

### ■電池ボックス

電池駆動が必要でケース内に電池ボックスを内蔵する場合は別途ご用意ください。電源回路に±12V DC/DC モジュールを使用する関係で、電池は単3型エネループ×3本以上単4型エネループ×4本を推奨の目安とさせていただきます。

## 組み立て手順

### シルク面



LED はパネルの現物あわせして取り付けする都合で一番最後にハンダ付けしますが、それ以外の部品は背の低い部品からハンダ付けしていった問題ありません。極性のある部品や準備が必要なパーツがあります。以下の注意を参照ください。

## ダイオード

プリント基板上のダイオードのシルク印刷には部品番号がありません。この部分はすべて 1N4148 のダイオードを取り付けて下さい。シルク印刷のとおり、右図の場合でしたらダイオードの帯は左側となります。



## BD139/BD140 終段トランジスタの方向

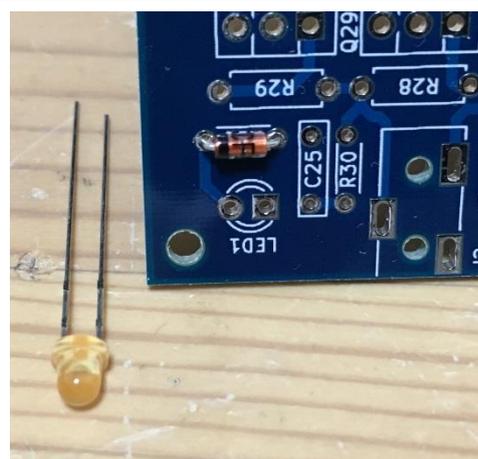
Q8, Q9, Q28, Q29 の BD139/BD140 のトランジスタは写真のような方向を見たときに手前側が刻印のある面。イヤホンジャック側がトランジスタの裏側になります。



## R50 の取り付け

R50 は LED の電流制限抵抗です。当初抵抗を使用する予定でしたが、大抵の LED は 5mA 程度で十分光るものが多いため現在のバージョンでは 5.6mA 定電流ダイオードを使用いたします。定電流ダイオードは極性があるので取り付け方向は写真のように基板を向けたとき、定電流ダイオードの帯は左向き。LED のアノード(足の長いほう)は左側になります。

R50 -> LED の回路は 24V の電圧で LED 点灯させる回路になっています。好みの LED を使うため定数の変更が必要な場合は、下表に抵抗値・ワット数の目安を示しますので参考にしてください。



	2.5mA		5mA		7.5mA		10mA	
	Resistance	Power	Resistance	Power	Resistance	Power	Resistance	Power
1.8V	9.1kΩ	1/8W	4.3kΩ	1/4W	3kΩ	1/2W	2.2kΩ	1/2W
2.0V	9.1kΩ	1/8W	4.3kΩ	1/4W	3kΩ	1/2W	2.2kΩ	1/2W
2.2V	9.1kΩ	1/8W	4.3kΩ	1/4W	3kΩ	1/2W	2.2kΩ	1/2W
2.4V	8.2kΩ	1/8W	4.3kΩ	1/4W	3kΩ	1/2W	2.2kΩ	1/2W
2.6V	8.2kΩ	1/8W	4.3kΩ	1/4W	3kΩ	1/2W	2.2kΩ	1/2W
2.8V	8.2kΩ	1/8W	4.3kΩ	1/4W	2.7kΩ	1/2W	2.2kΩ	1/2W
3.0V	8.2kΩ	1/8W	4.3kΩ	1/4W	2.7kΩ	1/2W	2kΩ	1/2W
3.2V	8.2kΩ	1/8W	4.3kΩ	1/4W	2.7kΩ	1/2W	2kΩ	1/2W
3.4V	8.2kΩ	1/8W	4.3kΩ	1/4W	2.7kΩ	1/2W	2kΩ	1/2W
3.6V	8.2kΩ	1/8W	3.9kΩ	1/4W	2.7kΩ	1/2W	2kΩ	1/2W

---

## U1 LT3471 ±12V DC/DC モジュールの取り付け方法

---

キットの基板と電源モジュールをヘッダピンで接続をします。ヘッダーから余分なピンをラジオペンチで抜いてハンダ付けしてください。



---

## VR1 ボリューム取り付け時の注意

---

ボリュームには、回転防止用の出っ張りがあります。この部分をヤスリで削って平らにしてください。



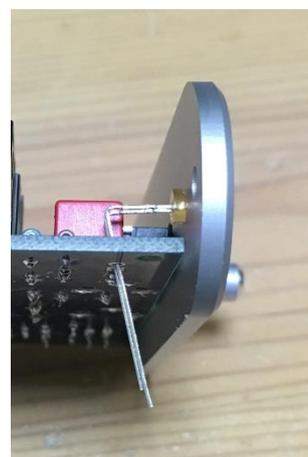
---

## LED の取り付け

---

LED は取り付け位置の調整もあるので、フロントパネルと基板を固定してから、LED を現物あわせでハンダ付けするのが良いです。LED 根元から 5mm 程度のところを曲げて基板に差し込み、LED がパネルに合うところでハンダ付けしてください。

(写真では 6mm 程度の長めで曲げたので少し余った形になりました)



## DC オフセット調整（初回使用前は必須作業）

当キットは、出力のカップリングコンデンサはありません。未調整のままでは DC 出力がイヤホン・ヘッドホンにかかるためイヤホン・ヘッドホン故障の原因になります。初めて使用前には必ず DC オフセット調整を行ってください。数十 mV 程度では問題ないと思われませんが、数百 mV 以上出ている場合は調整必須です。

J2 イヤホン出力ジャックの GND — R(右) 間の電圧をテスタで測定します。POT21 ポテンシオメータのネジをまわして電圧が 0V に一番近づくとところまで調整を行います。同様に GND — L(左) は POT1 のネジをまわして右チャンネルと同様に調整します。

10分程度放置したのち、再度 DC オフセット調整を行ってください。

注意：ポテンシオメータは25回転型で出荷時は中間点付近に調整されています。ポテンシオメータの回転範囲を超えて無理にまわさないよう注意してください。



## カスタマイズについて

### 電源の取り方

当キットの内部は ±12V で動作するよう設計されていて、電源は 3.3V～9V の AC アダプタや電池などの単電源を使用する想定で作っております。このため内部で使用する ±12V を得るために Strawberry Linux 製 LT3471 電源モジュールを使用しています。既に ±12V 電源をお持ちなどの場合は Strawberry Linux 製 LT3471 電源モジュールを使わない構成も可能です。

ご使用の電源タイプ	U1 LT3471 ±12V DC/DC	U2 TLE2426CLP レールスプリッタ	備考
3.3V～9V AC アダプタ	必要	必要	±12V の電圧を得るために LT3471 ±12V 基板とレールスプリッタの両方が必要です
電池運用	必要	必要	
モバイルバッテリー(5V)	必要	必要	① 接続方法1
±12V 電源	不要	必要	正負電源なので、LT3471 / レールスプリッタ共に不要 ② 接続方法2

#### ① 接続方法1

基板の電源パッド「+」と「-」に、AC アダプタもしくは電池の「+」「-」を配線します。

#### ② 接続方法2

基板の VCC に +12V、VEE に -12V、GND は電源の GND と接続してください。ボリュームは電源スイッチなしのタイプに交換して、電源側に ON/OFF スイッチをつけてください。

### 電池運用する場合

タカチ MXA2-8-12 ケースの場合、ケースの余った部分に電池ボックスを入れるスペースが出来ます。単三電池の電池ボックスの場合は3本のもの、単四電池の電池ボックスは4本のが入ります。電池ボックスのリード線を基板の「+」「-」に接続してお使いください。電池交換のため、裏側のパネルを外して電池交換することとなりますが、電池ボックスの出し入れで基板の「+」「-」に接続しているリード線がすぐ切れます。付属のケーブルを押さえる金具を使って基板側のケーブルが動かないようにしていただければいいかと思えます。

### 増幅率の設定

当アンプの増幅率設定は、左 ch は R11/R12 右 ch は R31/32 の比で決まります。裸ゲインがある程度大きいと仮定して

$$1 + \frac{R11}{R12}$$

できまります。初期値は R11 = 30k, R12 = 10k なので、4倍(12db)となっています。ゲイン変更に伴って R2, R22 の変更、発振防止の C2, C22 の 1000pF も変更が必要になる場合があります。十分な確認を行って設定変更を行ってください。

## ヘッドホンアンプの使用方法

### 音楽再生方法

- 携帯オーディオプレーヤなどの出力を当ヘッドホンアンプボリューム寄りのジャックに差して下さい。イヤホンやヘッドホンは LED 側のジャックです。
- ヘッドホン・イヤホンは耳から外した状態でボリュームを右向きに回して電源を ON にして下さい。ポップノイズはほとんどないですが安全のためです。ボリュームを左に回し切ったら電源 OFF となります。
- オーディオインターフェースやオーディオ機器のボリューム調整と本機のボリューム調整を組み合わせる音量調整して下さい。

### 使用中の注意点

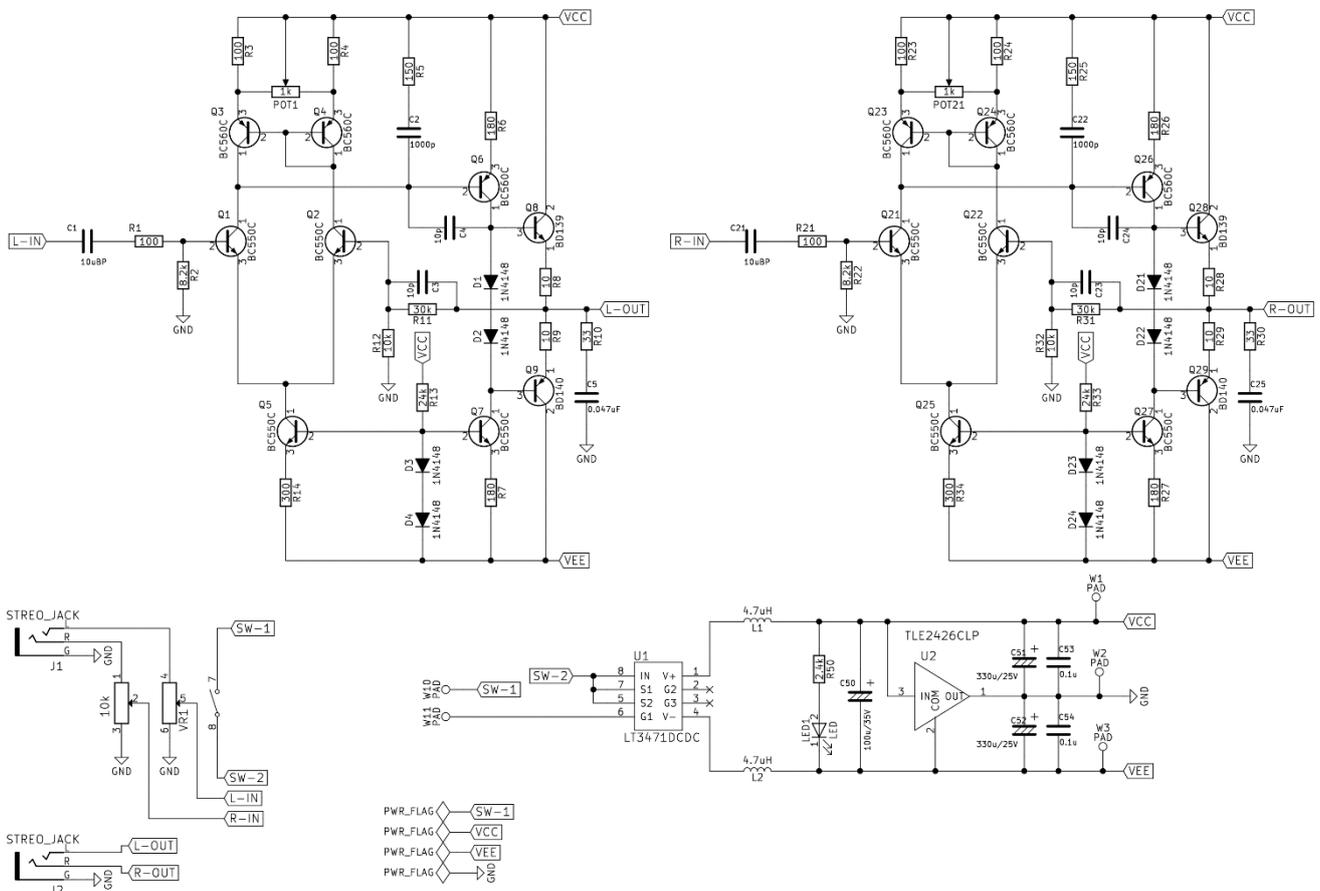
- 本キットを落下させるなどして衝撃を受けたり、季節による温度変化で半固定抵抗の調整がズレて DC オフセットが変化することがあります。頻繁にする調整する必要はありませんが、DC オフセット調整が必要な機器であることは忘れないようお願いします。

### 注意事項

- 本キットは、電子工作経験者を対象にしています。製作にはある程度の電氣的な知識が必要になります
- 本キットはホビー用途として設計しています、電源の逆接続やオーディオ信号の過大入力の保護回路はありません。電源電圧の間違いや入力信号レベルを間違えないよう十分注意して下さい。間違った使い方は故障の原因になります。
- 本キットを使用したことによる損害・損失につきましては一切の補償をいたしません。使用にあたっては、すべて使用者ご本人の責任とさせていただきます。

# そのた

## 回路図



## 改訂履歴

2017年 5月 12日 初版(Release 2017/4/7 Version 1.0)

表紙の名称をトランジスタからディスクリートに修正

2017年 4月 7日 初版(Release 2017/4/7 Version 1.0)

Copyright© 2013~2017 mkusunoki.net 責任者: 楠 昌浩

Blog <http://mkusunoki.net>

頒布サイト <http://em9system.com>

Twitter <http://twitter.com/ngc6589>

Mail [webshop@em9system.com](mailto:webshop@em9system.com)

# 目次

このキットについて .....	1
部品表(内容物).....	2
別途必要なもの .....	3
組み立て手順.....	3
シルク面 .....	3
ダイオード .....	4
BD139/BD140 終段トランジスタの方向 .....	4
R50 の取り付け .....	4
U1 LT3471 $\pm$ 12V DC/DC モジュールの取り付け方法.....	5
VR1 ボリューム取り付け時の注意 .....	5
LED の取り付け .....	5
DC オフセット調整(初回使用前は必須作業).....	6
カスタマイズについて.....	7
電源の取り方 .....	7
電池運用する場合 .....	7
増幅率の設定 .....	7
ヘッドホンアンプの使用法 .....	8
音楽再生方法.....	8
使用中の注意点 .....	8
注意事項 .....	8
その他.....	9
回路図 .....	9
改訂履歴.....	9
目次 .....	10