

これは旧版です。新版を見てください

ダイナミック・マイク用 プリアンプ

製作と解説

XLRのしくみ

▶マイクの種類

大雑把ですがマイクは2種類に分けられます。「ダイナミック・マイク」と「コンデンサ・マイク」です。

「ダイナミック・マイク」は、磁石とコイルからなる簡単な構造で、電源はいりません。音楽スタジオやライブ・ハウスなどで見かけるのは大概「ダイナミック・マイク」です。

「コンデンサ・マイク」はキャパシタを使った繊細な構造で、電源が必要です。アコースティック・ギターの録音などで使うときれいに録れる印象があります。

ここで扱うのは、「ダイナミック・マイク」用のプリアンプです。

▶スタジオで困ること

スタジオではボーカルの音を分岐させなくなる場合があります(一方は録音機、他方はモニターに)。しかし「ダイナミック・マイク」は、ケーブルがXLR仕様なので簡単に分けられないですし、振幅が小さいのでそのままラインに送れません。そこで、信号をライン・レベルまで増幅して分岐可能なダイナミック・マイク用プリアンプを作成します。

▶XLRのノイズ・キャンセルの仕組み

XLRは、ケーブルで発生するノイズをキャンセル(消去)する機能を持っています。その機能を説明します。

XLR仕様のケーブルは、「正相(hot)」、「逆相(cold)」、「グラウンド」の3つの導線からなっています。「逆相」の位相は「正相」と逆になるようにします。例えば、「正相」の信号が図1のような電圧のとき、「逆相」の信号は図2のような電圧になります。y=0軸に対称な波形ということになります。

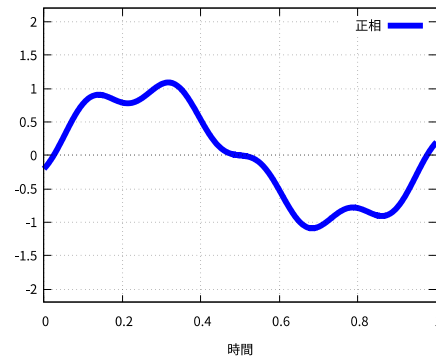


図 1: 正相

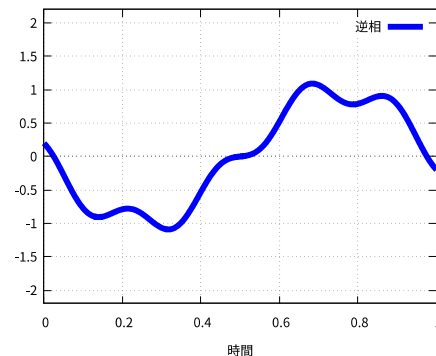


図 2: 逆相

ケーブルは電磁波にさらされるために正相導線と逆相導線にノイズが乗ってきます。ノイズに関しては、正相導線にも逆相動線

にも同じノイズが乗ります(ノイズの位相は両者とも同じです。)

かも信号自体は単相のときよりも強められています。

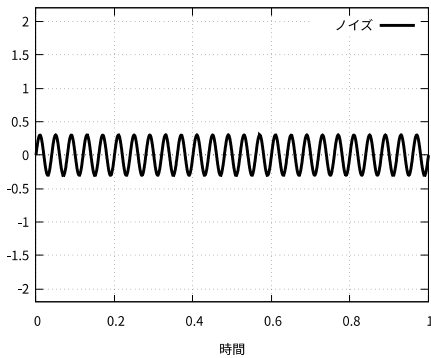


図3: ノイズ

例えば、図3のようなノイズが正相と逆相のそれぞれに乗るとき、図1の正相及び図2の逆相はそれぞれ次のようになります。

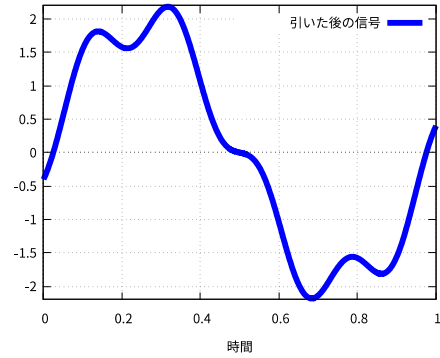


図6: 引いた後の信号

次に、正相信号から逆相信号を引く回路を紹介します。

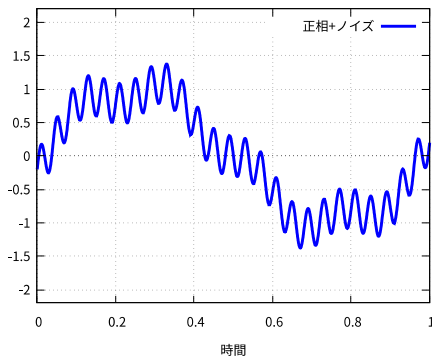


図4: 正相+ノイズ

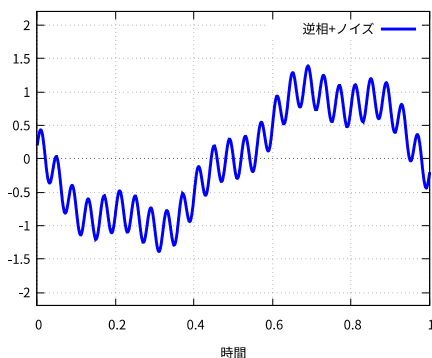


図5: 逆相+ノイズ

そして、図4の「正相+ノイズ」から図5の「逆相+ノイズ」を引くと図6のようになります。正相の振幅が倍になり、ノイズが消えています。これが、XLRのノイズを消す原理です。XLRは送られてきた正相信号から逆相信号を引いて、ケーブルが拾ったノイズを消す仕様になっているのです。し

XLR用の回路

▶正相信号から逆相信号を引く回路

正相信号から逆相信号を引く回路として最初に頭に浮かぶものは図7のものです。

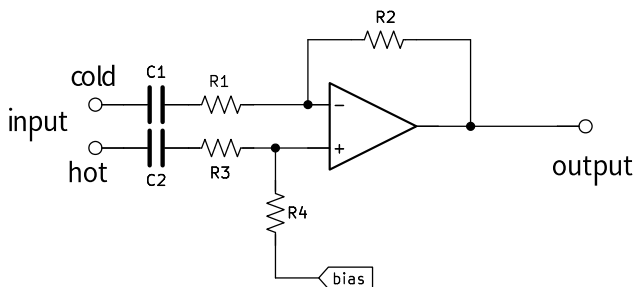


図7: 正相信号から逆相信号を引く回路

下に示す式(1)を満たせばオペアンプ一つだけで引き算できて便利なのですが(信号は R_2/R_1 倍(= R_4/R_3 倍)されます。)、式(1)を満たした上で正相と逆相の入力抵抗を同じにするのが厄介な回路です。

$$R_1 R_4 = R_2 R_3 \dots (1)$$

▶倍率調整可能化

ボーカル音声の振幅は静かに歌うときと激しく歌うときで全く異なるので、倍率を調整可能にして対応しなくてはなりません。となると図7で示した回路は倍率固定なので採用できません。結局、複数のオペアンプを使った回路を採用せざるを得ないので

す。そこで贅沢ですが、オペアンプを4つ使ったダイナミック・マイクのプリアンプを作成しました。次のページの図9に回路図を示します。

J2がXLRジャックのメスで1番ピンがグラウンド、2番ピンが正相、3番ピンが逆相です。2番ピンの正相はオペアンプU1Aで反転され $(R_7+RV_2)/R_4$ 倍されます。3番ピンの逆相はオペアンプU1Bで反転なしで $(1+RV_1/R_6)$ 倍されます。それぞれの出力は、オペアンプU1Cでそれぞれ RV_3/R_{11} 倍、 RV_3/R_{10} 倍にされて加算の上、反転出力されます。

これらのオペアンプの働きに関しては第二章の「増幅器オペアンプ」の「正転増幅アンプ」や「反転加算アンプ」を参考にしてください。

初段のオペアンプU1AやU1Bでは1~11.6倍(0dB~21.3dB)の増幅をします。二段目のU1Cでは0~53.2倍(-∞dB~34.5dB)の増幅をします。トータルで0~617倍(-∞dB~55.8dB)の増幅をします。

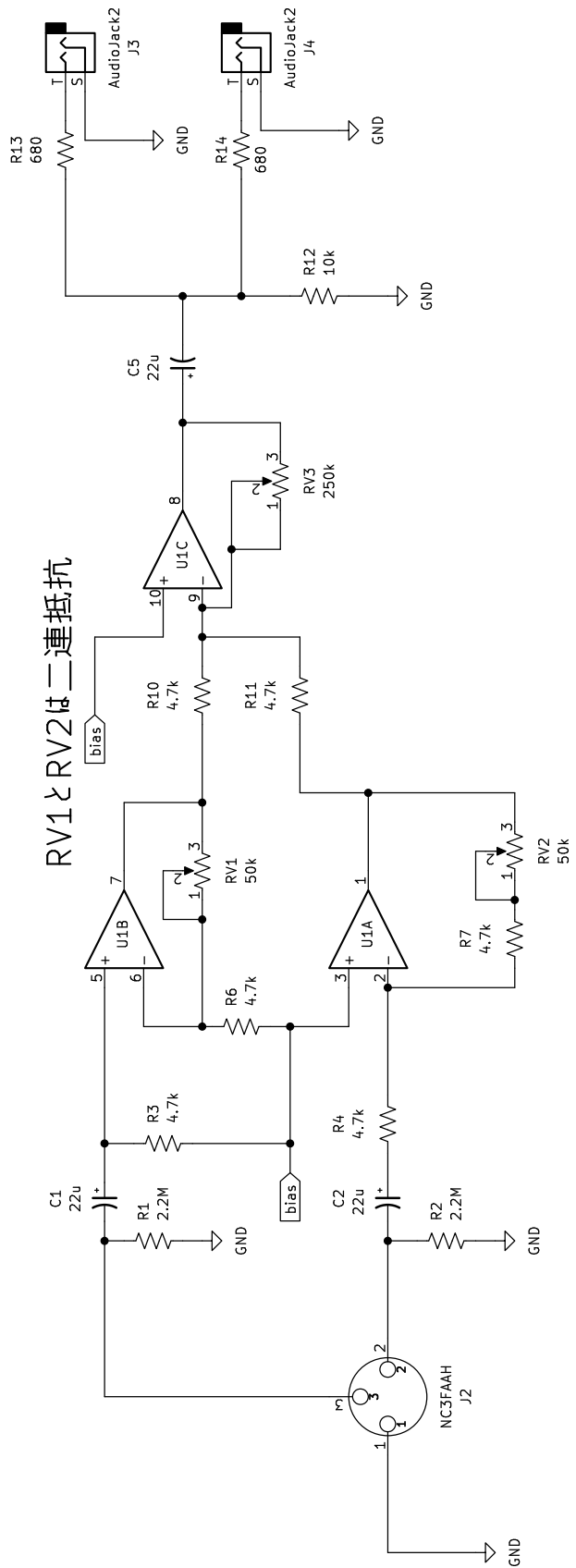
オペアンプU1Dは中間電位(バイアス電圧)を作るために使っています。

なお、可変抵抗 RV_1 と RV_2 は回転軸が連結された二連抵抗(図8)を形成しており、両抵抗は常に同じ抵抗値を持ちます。

図8: 二連抵抗

電子回路部の作成

図9~図12を参照して、電子回路のハンダ付けしてください。背の低い部材から先にハンダ付けるのが原則です(最初にハンダ付けするのは金属ジャンパ線です)。できるだけ抵抗の背を低くし、キャパシタの背は高めにするのが今回のハンダ付けのコツです。



RV1とRV2は二連抵抗

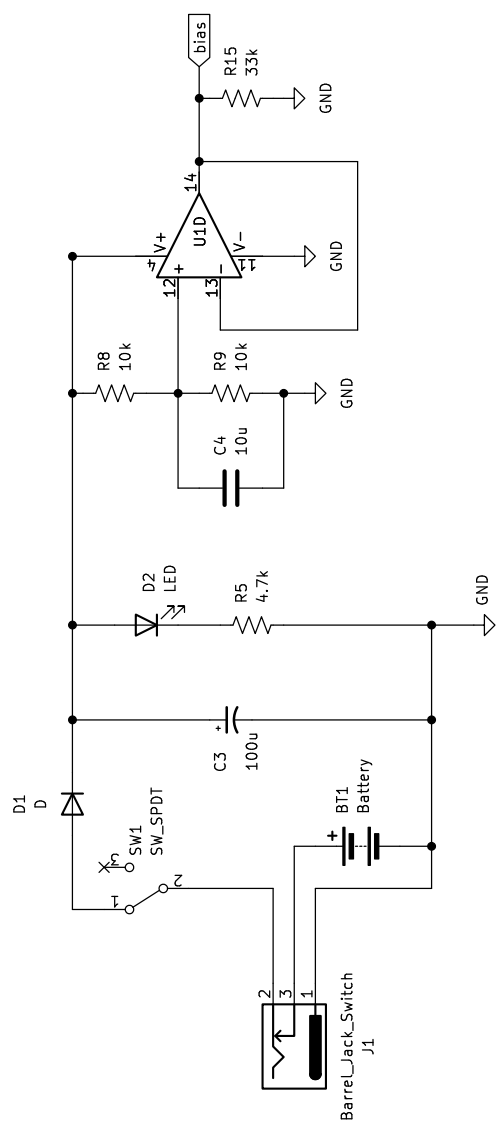


图 9: 回路图

ユニバーサル基板として秋月電子通商の AZ0526(通販コード： P-04303)を使用する場合、配線は図10のようになります。部材の値は図11に記載されています。

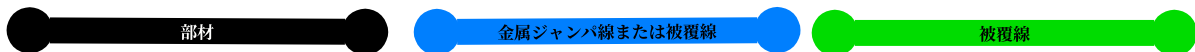
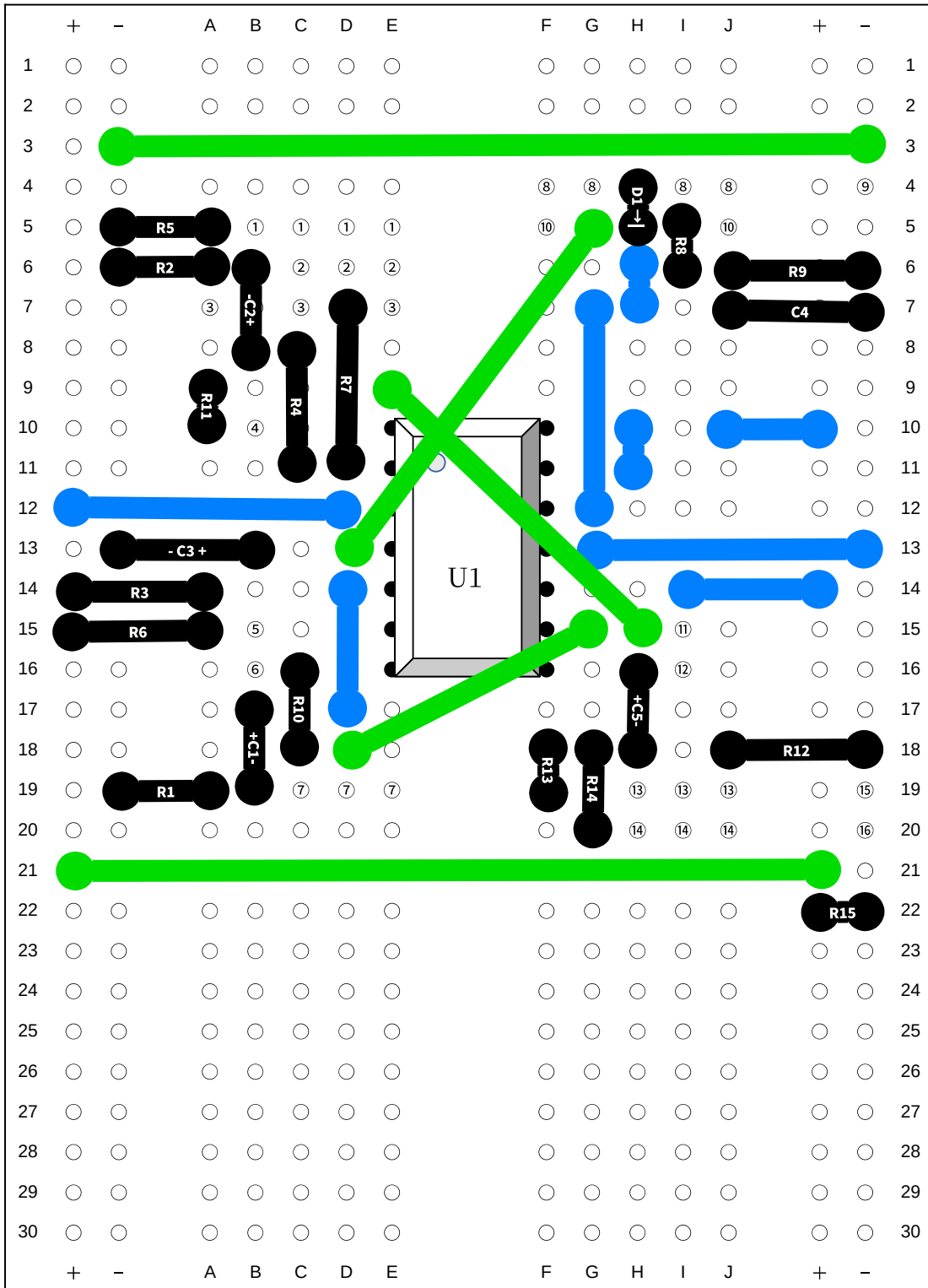


図 10: 基板の配線

電子・電気部材	値	数量	備考	秋月電子通商 通販コード
電池用スナップ	BS-IC	1	9V電池用スナップ	P-00452
C1, C2, C5	22uF	3	導電性高分子アルミ個体電解キャパシタ	P-08294
C3	100uF	1	導電性高分子アルミ個体電解キャパシタ	P-08290
C4	10uF	1	積層セラミック・キャパシタ	P-08155
D1	11EQS03L	1	ショットキ・バリヤ・ダイオード	I-11362
D2	OSR5JA3Z74A	1	発光ダイオード	I-11577
J1	MJ-40	1	DCジャック	C-08629
J2	MPJ-8004-3P	1	XLRメスジャック	C-15761
J3, J4	MJ-185LP	2	モノラル・ジャック	C-08694
R1, R2	2.2MΩ	2	カーボン抵抗	R-25225
R3 - R7, R10, R11	4.7kΩ	7	カーボン抵抗	R-16472
R8, R9, R12	10kΩ	3	カーボン抵抗	R-25103
R13, R14	680Ω	2	カーボン抵抗	R-25681
R15	33kΩ	1	カーボン抵抗	R-25333
RV1 + RV2	50kΩ	1	二連可変抵抗	P-17320
RV3	250kΩ	1	可変抵抗	P-14643
SW1	1MS1-T1-B1-M1-Q-N	1	3Pトグル・スイッチ	P-03774
U1	NJU7034D	1	4個入りC-MOSオペアンプ	I-14029

部材	値	数量	備考	秋月電子通商 通販コード
電子基板	AZ0526	1	ユニバーサル基板	P-04303
ICソケット(14ピン)	2227MC-14-03	1	4回路入りオペアンプ用ICソケット	P-00028
スペーサ	FB3-20	2	20mm六角両メネジ、孔M3	P-07315
なべ小ねじ	M3×6	4	6mm、M3	P-10245
小型ボリューム用ツマミ	ABS-28	2	樹脂製	P-00253
ダイソーメスティン1.5合	UC8-MS-RC15	1	ダイソーの1.5合飯盒	

※提示した秋月電子通商のカーボン抵抗は、100本入です。

図 11: 電気・電子部材一覧

図 11 に必要な電気・電子部材などの一覧を示します。これら以外に、ハンダ、配線、ジャンパー線などの材料が必要ですし、ハンダごてなどの道具も必要です。

ケースとしてダイソーの1.5合メスティン(飯盒)を使っていますが、もちろん自分好みのケースを使ってください。

電子基板と周辺部材の配線は次の表の通りになっています。表は図 12 と対応しています。スイッチと DC ジャックの関係については図 12 を参照してください。

①	D2(LED)のマイナス側
②	J2(XLR)の2番端子
③	RV2 の 2
④	RV2 の 3
⑤	RV1 の 2
⑥	RV1 の 3
⑦	J2(XLR)の3番端子
⑧	SW1 の 1
⑨	グラウンド
⑩	D2(LED)のプラス側
⑪	RV3 の 2
⑫	RV3 の 3
⑬	J3 の T
⑭	J4 の T
⑮	J3 の S
⑯	J4 の S

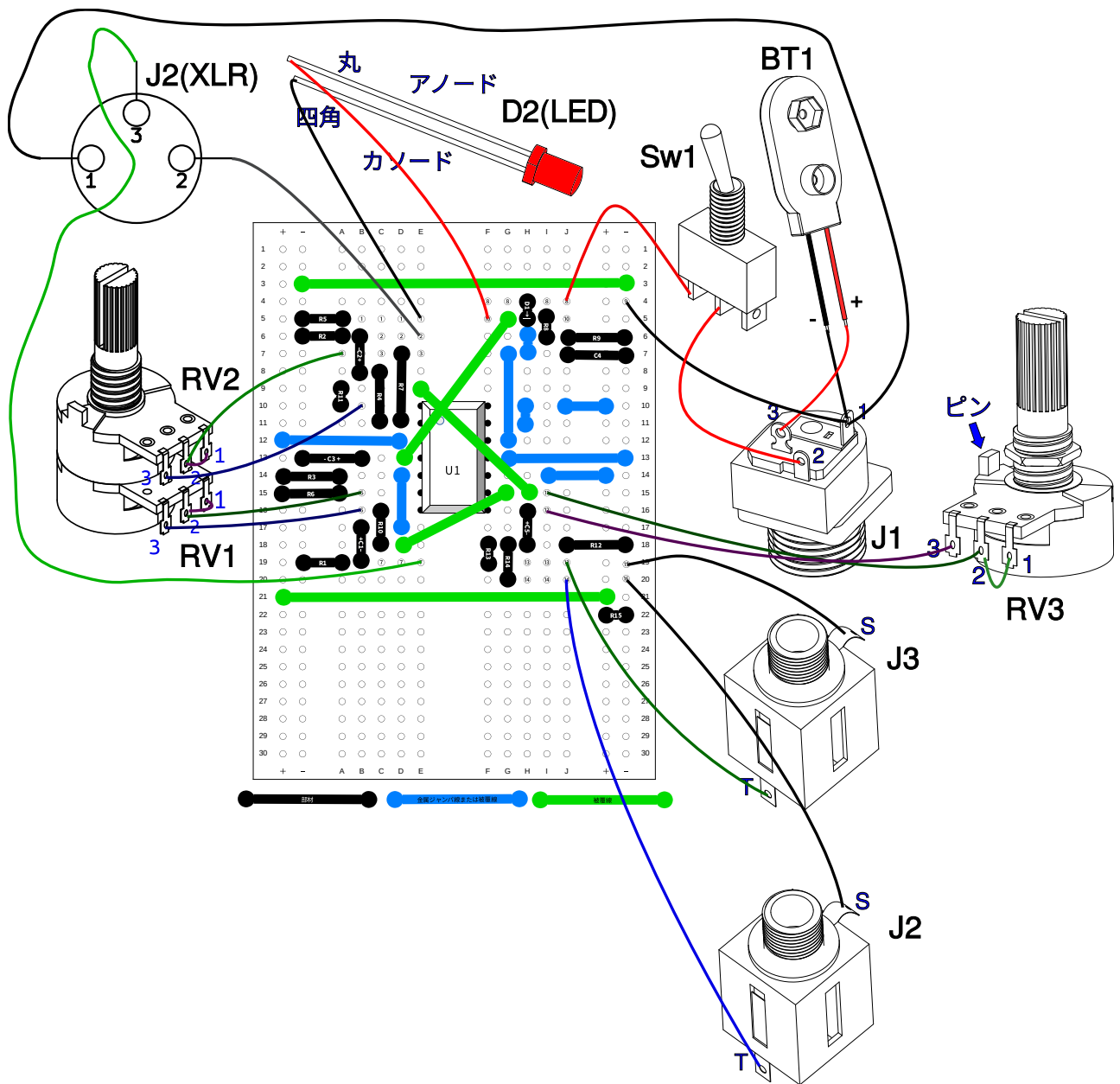


図 12: 電子基板と周辺部材

U1 は C-MOS オペアンプが 4 つ入った NJU7034D です。電力消費をできるだけ抑えたかったのでこれを採用しました。「静電気に弱い」、「電源電圧を超える入力信号にも弱い」などの欠点があるのでベスト・チョイスとはいえません。過酷な環境で使用するのならば J-FET オペアンプ 4 つ入りの TL074 の方が良いかもしれません。端子の配置は同じです。

U1 用に IC ソケットを使用しています。特に NJU7034D を使うときは IC ソケッ

トの使用をお勧めします。IC は IC ソケットをハンダ付けした後にはめ込みましょう。

なお、TL074 の秋月電子通商の通販コードは I-16093 です。

ケースの作成

ダイソーの 1.5 合メスティンケースとして使う場合の寸法を図 13 に示します。今回の製作で最も難しいのが XLR 用の孔あけです。直径が 22mm もあります。私は大きめのステップ・ドリルで何とかあけました。脇の 3mm ネジ孔と位置ズレないようにす

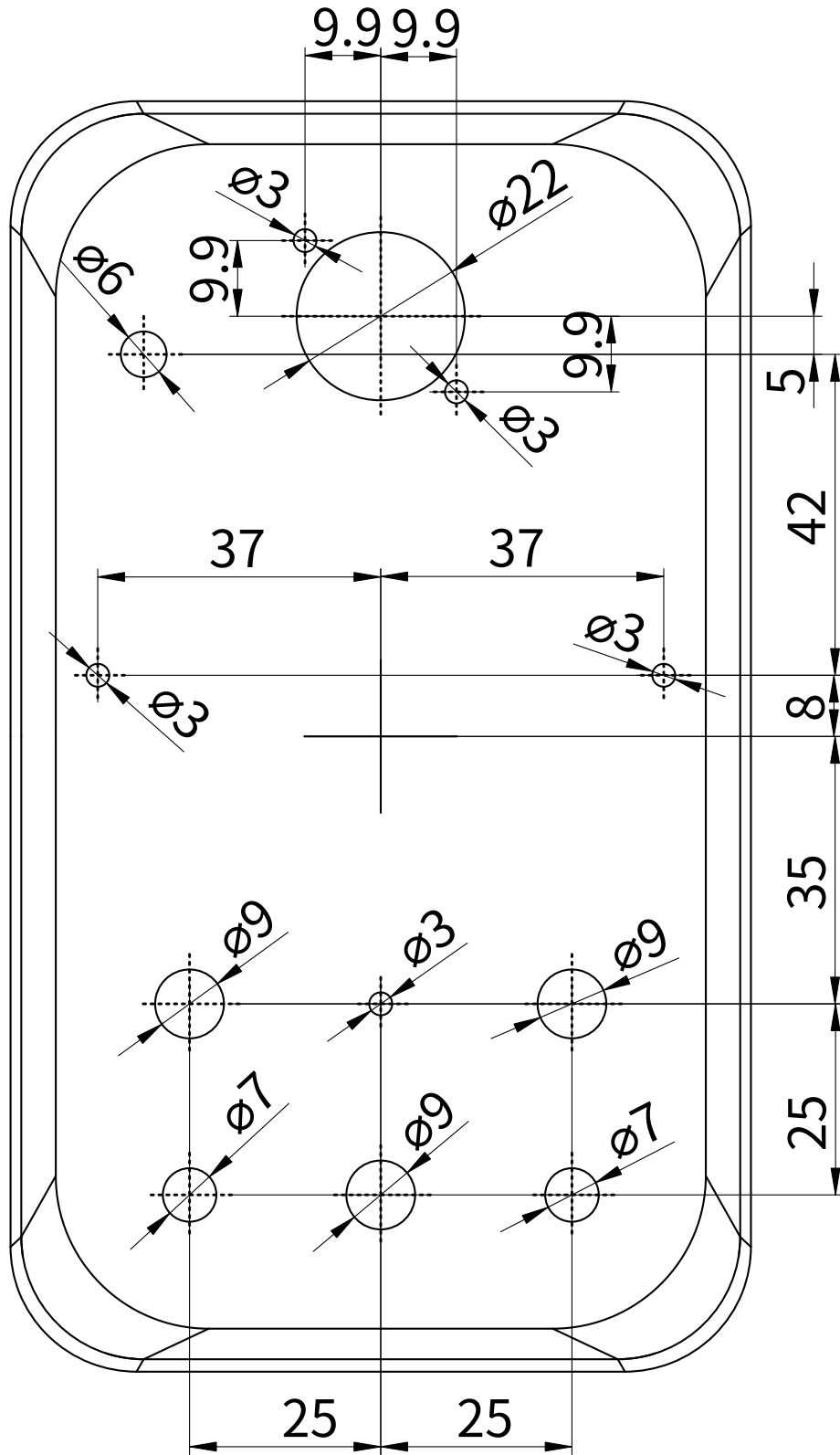


図 13: ケースの寸法

るのも難しいです。経験のない人にはとても厳しい作業です。

孔あけが終わったらケースに基板と部材を取り付けましょう。図 14 を参照して取り付けてください。



図 14: 完成品

50k Ω 二連可変抵抗と 250k Ω 可変抵抗の左右の配置は自分で使いやすいように決めてください。

使い方

まず、9V 電池を入れるか、アダプターを取り付けてください。アダプターは電圧が 9V で、端子の中がマイナス、外がプラスのものを使ってください(BOSS や ZOOM のアダプタと同じ仕様のものを使ってください。)

次にスイッチをオンにしてください。LED が光るはずですが、XLR ケーブルを接続し、出力のライン・ケーブルを 1 本または 2 本接続してください。

50k Ω 二連可変抵抗を最大にし、250k Ω 可変抵抗で音量調整してください。250k Ω 可変抵抗の音量を絞っても音が歪むようでしたら、50k Ω 二連可変抵抗の音量を絞って歪まないように調整してください。

基本的に、音が歪まない範囲で 50k Ω 二連可変抵抗はできる限り大きくし、250k Ω 可変抵抗で音量を調整します。

アダプターよりも電池のほうが、ノイズ低減の観点から有利です。

最後に

一般にダイナミック・マイク用プリアンプの入インピーダンスは可聴周波数範囲で 3k \sim 5k Ω 程度です。「[ロー出しハイ受け](#)」を徹底するためにもっと大きくした方が良いのでは？と思うかもしれませんが、ダイナミック・マイク用プリアンプはハウリング防止を狙い、意図的に少し「ハイ落ち」させるもののようです。そのために入インピーダンスをむやみに大きくすることはないようです(ダイナミック・マイクの電圧発生器はコイルなので周波数が高いほど出力インピーダンスが大きくなります。エレキ・ギターのピックアップと同様ですね。だから「ハイ落ち」することがあります。)

本機では入インピーダンスを可聴周波数範囲で 4.7k Ω にしています。ハリのある高音を録音したかったので少し大きめの値を選びました。若干ハウリングしやすいかもしれませんが。

出力信号が増幅されるので、ギター用エフェクターをプリアンプの後ろにつなぐことができます。モニター・アンプ用の音は

ギター用イコライザーなどでハウリング対策できます。

なお、ダイナミック・マイク用なのでファンタム電源の供給はできません。

By 萩窪のおっちゃん

公開日:2024年01月09日

最新更新日:2024年02月15日

[「ダイナミック・マイク用プリアンプの製作例」](#)に行く

[「エフェクターの製作例」](#)に行く

[「ホーム」](#)に行く

これは旧版です。新版を見てください