

1 Analog2.0 シンセサイザーの仕組みと作り方

1.1 Analog2.0 とは



図 1:Analog2.0 の外観

Analog2.0 は、はじめての人でも作りやすいように設計されたモジュラーシステムシンセサイザーです。

アナログです。

機能ごとに基板を分けてモジュール化されています。

回路はできるだけわかりやすいように、奇抜さをさけて設計しました。

作りやすいように、基板はできるだけ大きくしました。おかげで改造もやりやすいです。

普通のモジュラーシンセサイザーは電源を入れただけでは鳴らず、音を出すにはパッチワークが必要ですが、Analog2.0 は、電源入れたらすぐ音が出るように内部結線されています。

でもパッチしたほうがもっとおもしろいです。

1.2 パネルおよび構成

パネルのデザインはこんな風になっています。

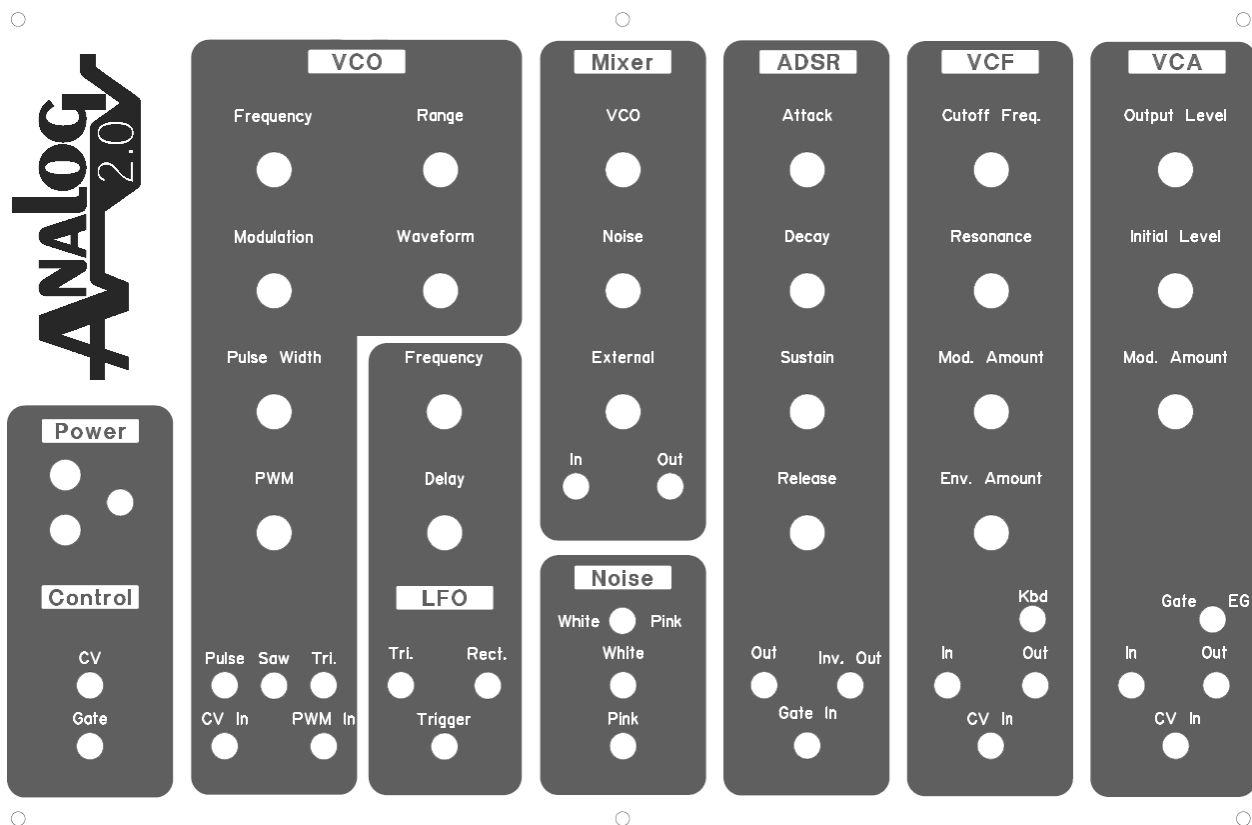


図 2: Analog2.0 のパネルデザイン

VCO, VCF, VCA, LFO, エンベロープジェネレータが一個ずつで構成されています。スターターキットには、このうち電源とライフラインが含まれています。オプションで Gate/CV の発生器がつながります。

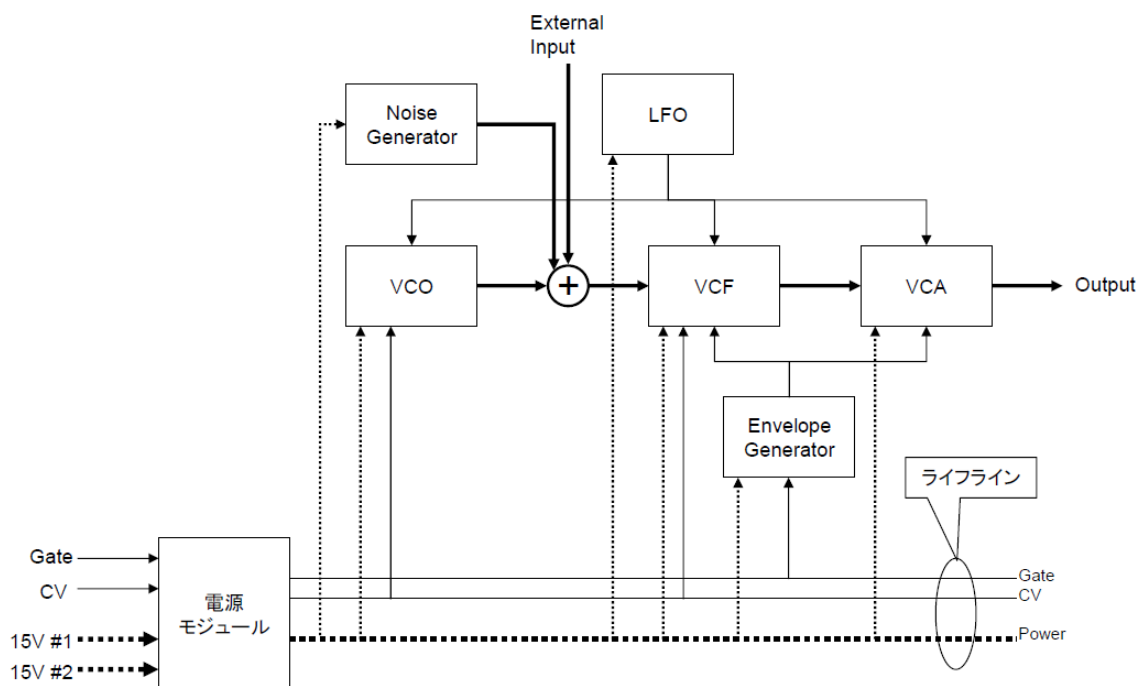


図 3: Analog2.0 の構成

1.3 システムの仕組み

Analog2.0 システムは、ベースシステムと機能モジュールからできています。

ベースシステムは、パネルと電源および電源と制御信号を機能モジュールに供給するライフラインケーブルからできています。これは、モジュラーシンセを構築する土台です。

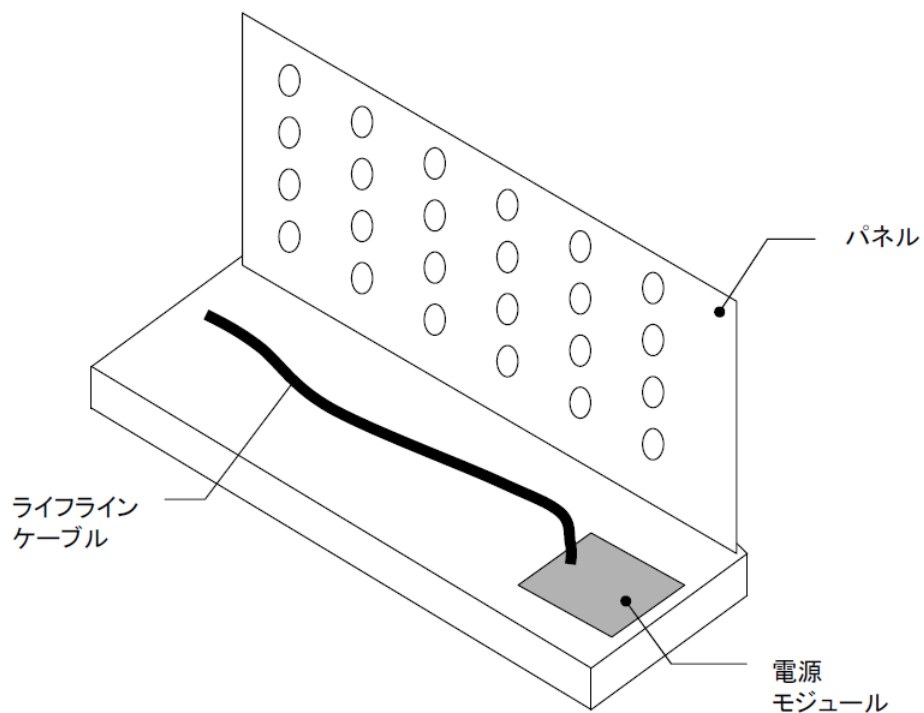


図 4: Analog2.0 のベースシステム

機能モジュールは、VCO、VCF、VCA といったシンセサイザーの「音を作る」構成部品です。

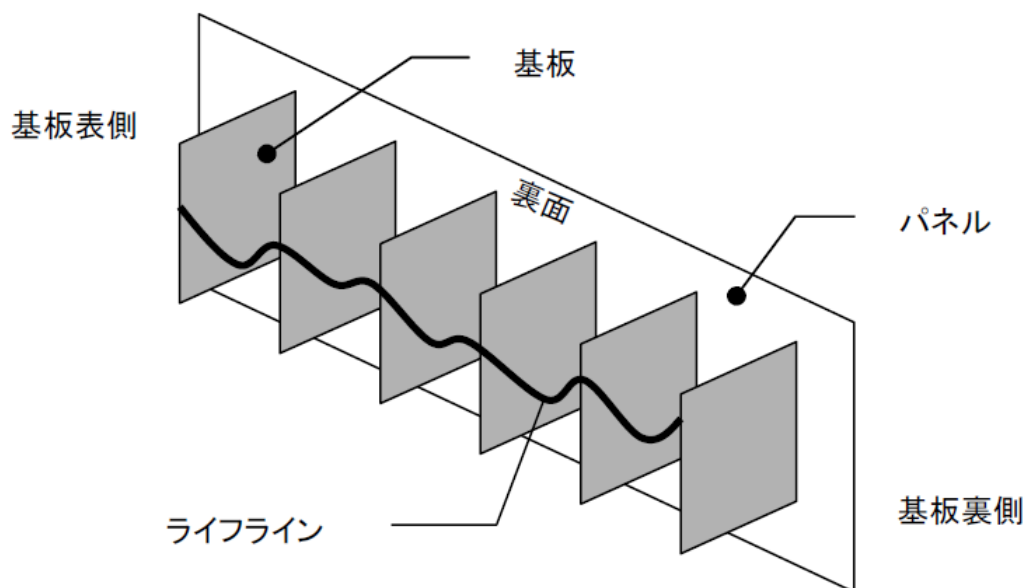


図 5: パネルにとりつけた機能モジュール

Analog2.0 の機能モジュールは以下の 6 種類です:

- VCO
- VCF
- VCA
- ミキサとノイズジェネレータ
- エンベロープジェネレータ
- LFO

Analog2.0 のスターターキットには、ベースシステムの部品と、機能モジュールの基板が含まれています。

ただし、スターターキットには、ケースと、機能モジュールの部品は含まれていません。

1.4 Analog2.0 システムの作り方

まず、ベースシステムを組み立てます。ベースシステムは、電源とパネルという、シンセサイザーの基礎になる部分です。

ベースシステムが組みあがったら、機能モジュールを一つずつ組み立てて、パネルに取り付けてゆきます。全モジュールを取り付けるとシンセサイザーとして機能します。ドキュメントは、以下の順序で作ることを前提に書かれています。

1. ミキサとノイズジェネレータ
2. VCA
3. VCO
4. エンベロープジェネレータ
5. LFO
6. VCF

2 スターターキットに含まれているもの

- Analog2.0 基板セット (8 枚)
 - 電源
 - MInI Board II (CV/Gate 発生器)
 - VCO
 - VCF
 - VCA
 - ノイズ・ジェネレータとミキサ
 - エンベロープ・ジェネレータ
 - LFO
- AC アダプタ 15V x 2
- 電源モジュールパーツ
- ライフラインケーブルパーツ
- MInI Board II パーツ
- リソース CD

- 特殊部品セット
 - CA3046トランジスタアレイ (VCA で使います)
 - 温度補償抵抗 (VCO で使います)

3 スターターキットに含まれていないもの

- ベースシステムに含まれているのは、電源・パネル・ライフラインケーブルまでで、ケースは含まれません。組み立ての時には、ケースよりも、木の土台の上にパネルをL字金具で立てておくほうが取り回しやすくて便利なのですが、この土台の木もキットには含まれません。
- 機能モジュールは基板のみです。構成部品は含まれません。
- 電源モジュールはパネルにつきませんが、これをケースに固定するためのネジ・スペーサは含みません。ケースに合わせて入手してください。

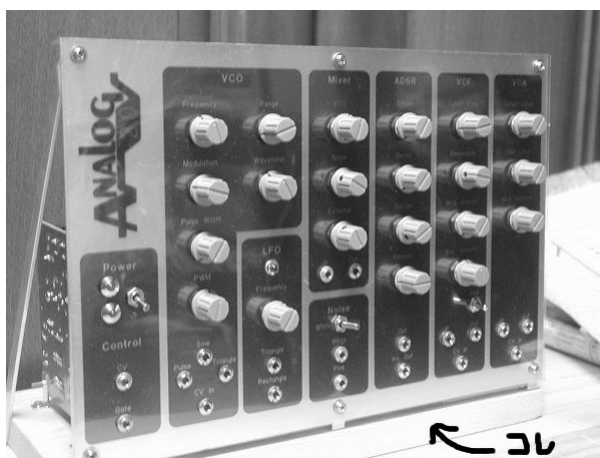


図 6:土台の木

4 このドキュメントの説明範囲

このドキュメントでは、ベースシステムの組み立て方を説明します。機能モジュールについては、以下のドキュメントを参照してください。

機能モジュール	ドキュメントファイル名
MInI Board	miniboard.pdf
ミキサとノイズジェネレータ	mixer_noise.pdf
VCA	vca.pdf
VCO	vco.pdf
エンベロープジェネレータ	eg.pdf
LFO	lfo.pdf
VCF	vcf.pdf

5 ベースシステムの製作

5.1 パネルの製作

まずはベースシステムを構成するパネル・電源・ライフラインのうち、パネルを作ります。オプションで、穴あけパネルを購入した場合には、アートワークの OHP シートを作って組み立てるだけで OK です。セクション 5.1.3、5.1.4、5.1.5 はスキップしてください。

5.1.1 製作するパネルの概要

パネルの構造は、図 7 のようになっています。

300mm x 200mm x 1mm のアルミ板と透明アクリル板で OHP シートを挟み込み構成します。OHP シートには、パネルのアートワークを印刷します。部品の取り付け穴は、重ねた状態でドリルを貫通させます。パネルとしては簡易的な構造ですが、以下のメリットがあります

- 面倒な塗装やレタリングを省くことができる。
- 目印つき OHP シートを使ってドリルで穴をあけできるので、けがきをする必要がない。

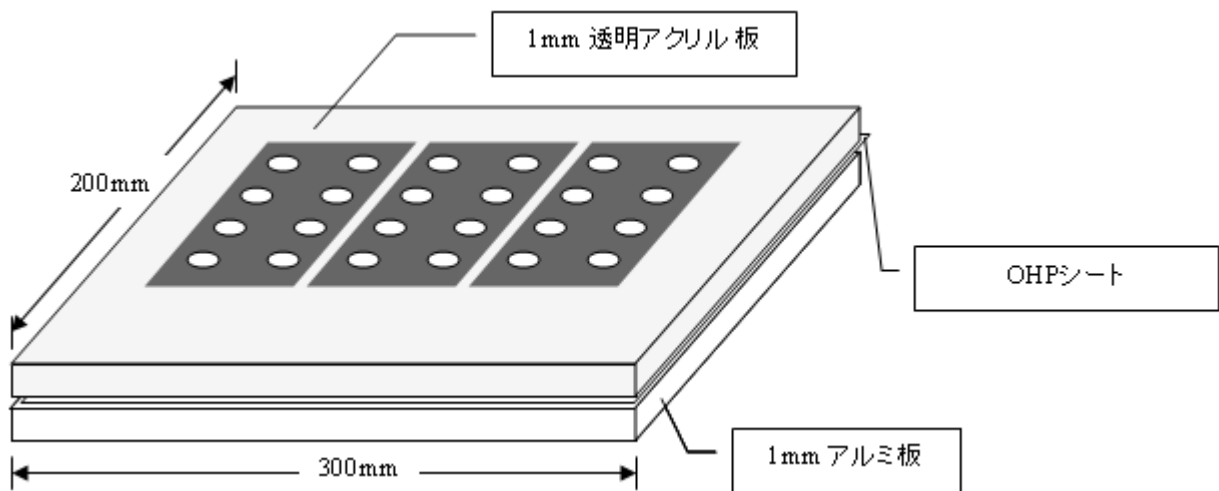


図 7: Analog2.0 試作用パネルの構造

このようなパネル設計のもとに、製作は以下の順序で行います。

1. 切断
2. 穴あけ用 OHP シート印刷
3. 穴あけ
4. アートワーク用 OHP シート印刷・加工

5.1.2 パネル製作に必要なもの

道具：

- （必要に応じて）アクリルカッター
- ドリル
- テーパーリーマー
- ドライバー・ペンチ
- インクジェットプリンタ等 OHP シートに印刷ができるプリンタ

材料：

- 300mm x 200mm x 1mm のアルミ板
- 300mm x 200mm x 1mm の透明アクリル板
- A4 OHP シート 2 枚
- 3mm x 10mm ネジ 6 本
- 3mm ナット 6 個

OHP シートは、プリンタでプリントできるものを選んでください。インクジェットプリンタ・レーザープリンタ等、各プリンタタイプ用の OHP シートが販売されています。

ネジとナットは、重ね合わせたアルミ板・アクリル板・OHP シートを固定するために使います。

5.1.3 材料の切断

パネルの製作にあたって、まずは始めに、材料のアルミ板とアクリルを希望の大きさに切断します。最も推奨する方法は、初めから希望の大きさに切られている板を入手してしまうことです。切断のための道具を用意する必要がないし簡単で確実です。希望の大きさのものが入手できない場合にはホームセンターに依頼して切ってもらうという方法もあります。

アルミ板を切断するには、金ノコを使う方法がすぐに思いつきますが、厚さ 1mm 程度のアルミ板ならカッターナイフで切断することもできます。

なお、A4 OHP シートのサイズは、297mm x 210mm で、300x200 と多少違っています。はみ出る部分のシートを切断する必要があります。これは仕上げ段階で行うと作業がしやすいです。

5.1.4 穴あけ用 OHP シート印刷

次にパネルの穴あけを行います。以下の手順で穴あけを行なってください。

1. 穴あけ位置がマークしてあるアートワークを OHP シートに印刷する。
2. 印刷した OHP シートを、アルミ板とアクリル板の間に挟みこむ。
3. アートワークのマーク位置に穴あけを行う。

まずは穴あけ用の OHP シートを印刷します。図 8 はパネルのレイアウトです。リソースファイルの中にある `panel_with_reference.pdf` ファイルを印刷してください。

以下は印刷時の注意事項です。

- プリント時の用紙選択にて、OHP シートを選びます。
- 高画質を選んでください。（色が濃いほうが作業しやすいため）
- 縮尺は 100% で印刷してください。
- 印刷後、すぐに印刷面に触らないようにしてください。OHP シートへの印刷は、インクが乾きにく

いことがよくあります。

- 印刷後、正しい縮尺で印刷されたかどうかの確認を必ず行ってください。方法はあとで詳しく解説します。

参考までに、**Adobe Reader 8** から印刷する際の、オプション設定は以下のとおりです。下線が引いてあるところは、デフォルトから変更する必要があるところです。

印刷範囲	すべて
ページ部数	1
ページの拡大/縮小	なし
自動回転と中央配置	あり
ページサイズに合わせて用紙を選択	なし

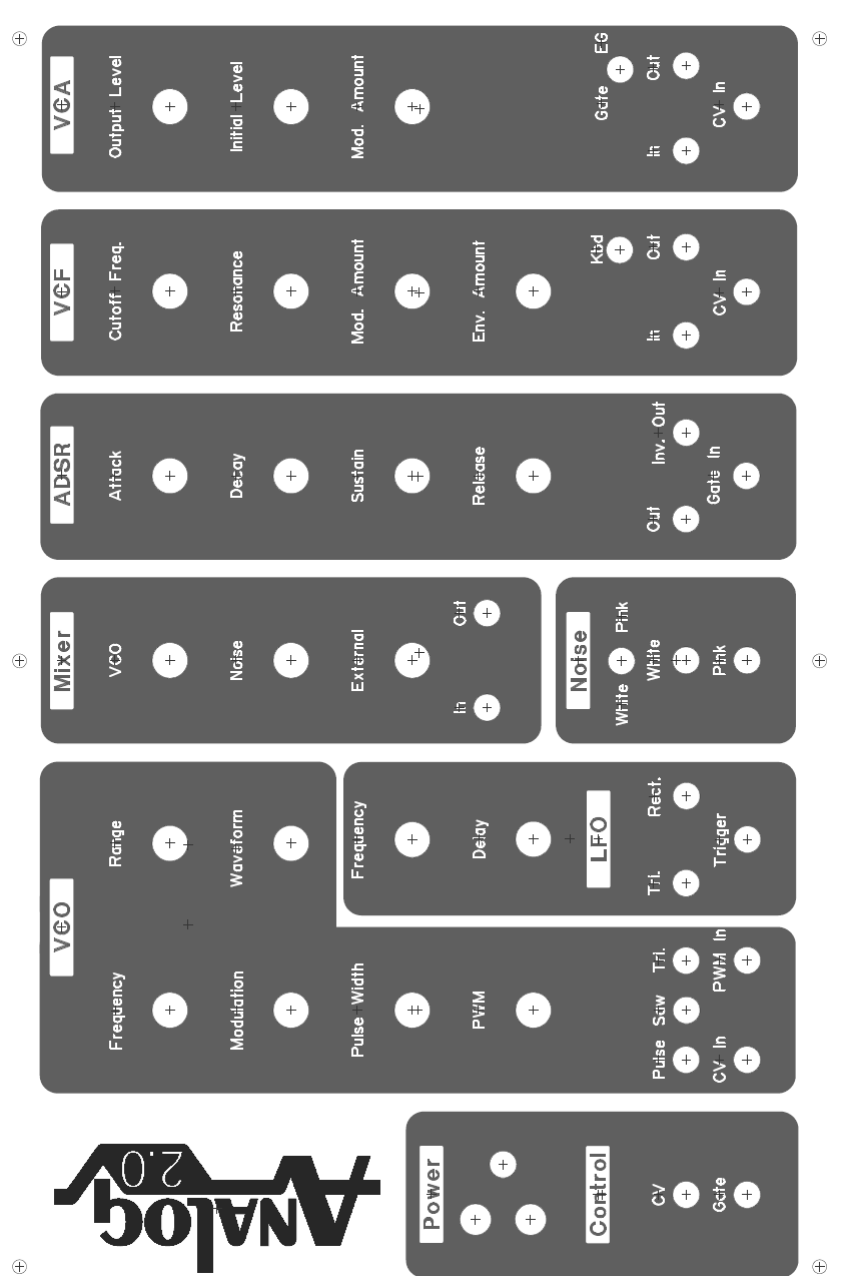


図 8:ドリルガイド用 OHP シート

印刷を実行すると、図 8 のようなレイアウトが印刷されます。このレイアウトには、ドリル位置にセンターマーク（赤いプラス印）が打ってあるので、最終的なパネルシートとしては使えません。ですが、パネルに挟み込むことで穴あけの際の位置決めに使います。このようにするとパネルへのけがきが不要になり、穴あけ作業が簡単になります。

さて、OHP シートがプリントされたら、正しい縮尺で印刷されたかどうかチェックします。

印刷されたシートの、VCO 枠内 Frequency と PWM それぞれのセンターマークの距離を測ります。84mm になっていれば OK です（図 9）。違っていたら、どこかに設定違いがないか確認してプリントしなおしてください。

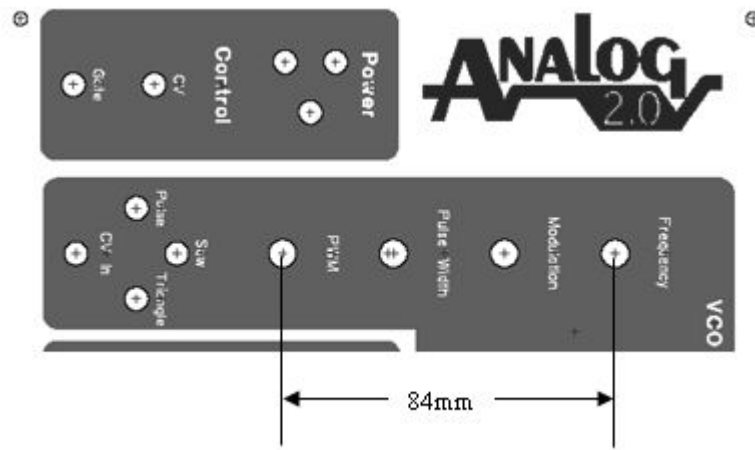


図 9:OHP シート縮尺確認

5.1.5 穴あけ

OHP シートを印刷したら、穴あけの開始です。

穴あけは、次のような手順で行います。

1. OHP シートをアルミ板とアクリル板で挟み込む
2. 四隅のネジ穴に穴をあけ、ネジで固定する
3. パネル部品用の穴をあける

OHP シートの固定

穴あけの最初の作業は、OHP シートをアルミ板とアクリル板で挟み込むことです。シートを正しい位置に配置して、しっかりと挟み込みます。位置あわせは、四隅のネジ穴位置が、各々の角から等距離になるように行くとやりやすいです。ここで決まる配置が仕上がり配置になりますから注意深く作業してください。

アクリル板の防護シートは透明なら貼ったままにしておいてください。アルミ板の防護シートもまだ貼ったままにしておいてください。

OHP シートを固定する際、シートの両面の何箇所かに両面テープを貼っておくと作業が進めやすいかもしれません。決めた位置からのずれを防止できるからです。

ネジ穴をドリル

OHP シートを固定したら穴あけ作業に入ります。まずは、隅のネジ穴からあけてゆきます。ネジ穴は 3.2mm のドリルであけてください。

先にネジ穴をあけて、アクリル板・OHP シート・アルミ板を固定してしまうと、その後はお互いがずれなくなるため、その後の作業が行いやすくなります。逆に、この作業で 3 枚がずれてしまうと、挽回するのは大変ですから、慎重に作業してください(図 10)。

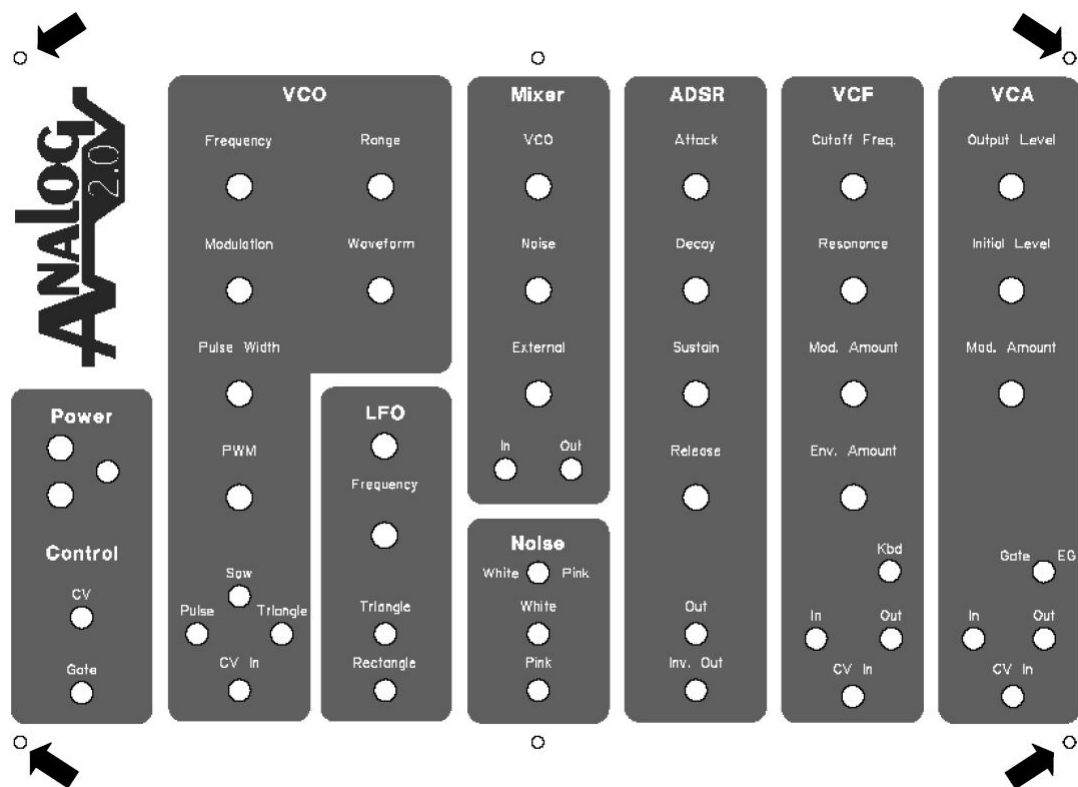


図 10:先にネジ穴を空けて、アクリル板・OHP シート・アルミ板を固定する

パネル穴をドリル

ネジ穴をあけて、四隅をネジで固定したら、パネル部品の穴をあけてゆきます。あけるべき穴のミリ数は、図 11 を参照してください。今度はドリル径が大きいので、位置ずれを起こさないように注意して作業してください。下記の方法をとると、安価な道具を使っても比較的失敗の少ない穴あけができます。

1. あける穴のセンターマークにあわせてポンチを打つ
2. 1.5mm 程度のドリルを使い、まずは小さな穴をあける。この作業はハンドドリルを使ったほうがずれを起こしにくい。
3. 5mm 程度のドリルを使い、大きな穴をあける。
4. テーパーリーマーを使って穴を必要な大きさまで広げる。

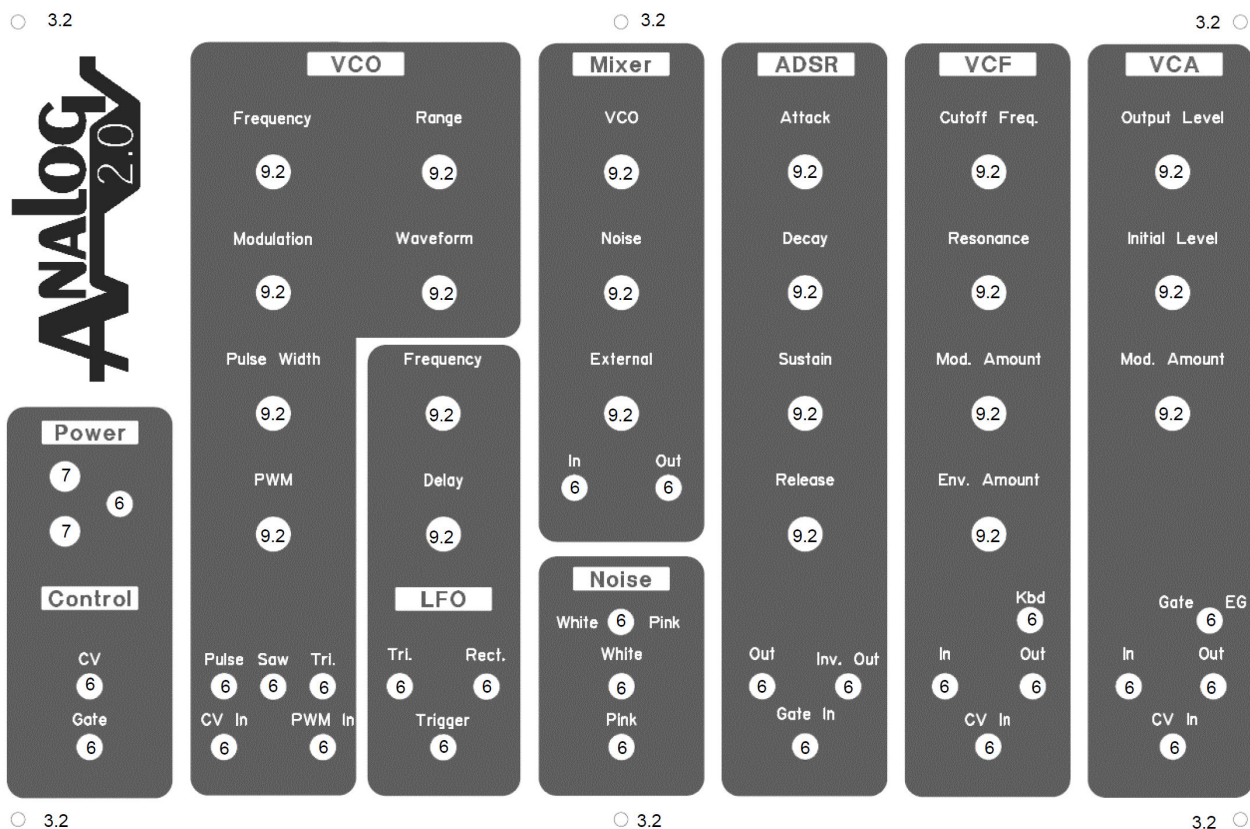


図 11: パネルの穴あけ寸法

ここまでできたら穴あけ作業は完了です。

5.1.6 アートワーク用 OHP シートの印刷・加工

穴あけが完了したら、仕上げの作業に入ります。

ここまで穴あけガイドに使っていた OHP シートは、作業を通して損傷してしまいます。このシートは破棄して、新たに別の OHP シートを印刷して仕上げにはそちらを使います。

アートワーク用の pdf ファイルは、Analog2.0 のサポートサイトからダウンロードできます。ファイル名は panel.pdf です。これを印刷してください(図 12)。印刷の要領はドリル用のものと同じです。縮尺の確認方法も同じですが、今回はセンタードリルがないので、ドリル穴のふちなどを使ってドリル穴間隔の計測をしてください。

次に、OHP シートの穴の部分抜きます。穴を抜くには、革製品用のポンチを使うと速くきれいに作業できます。

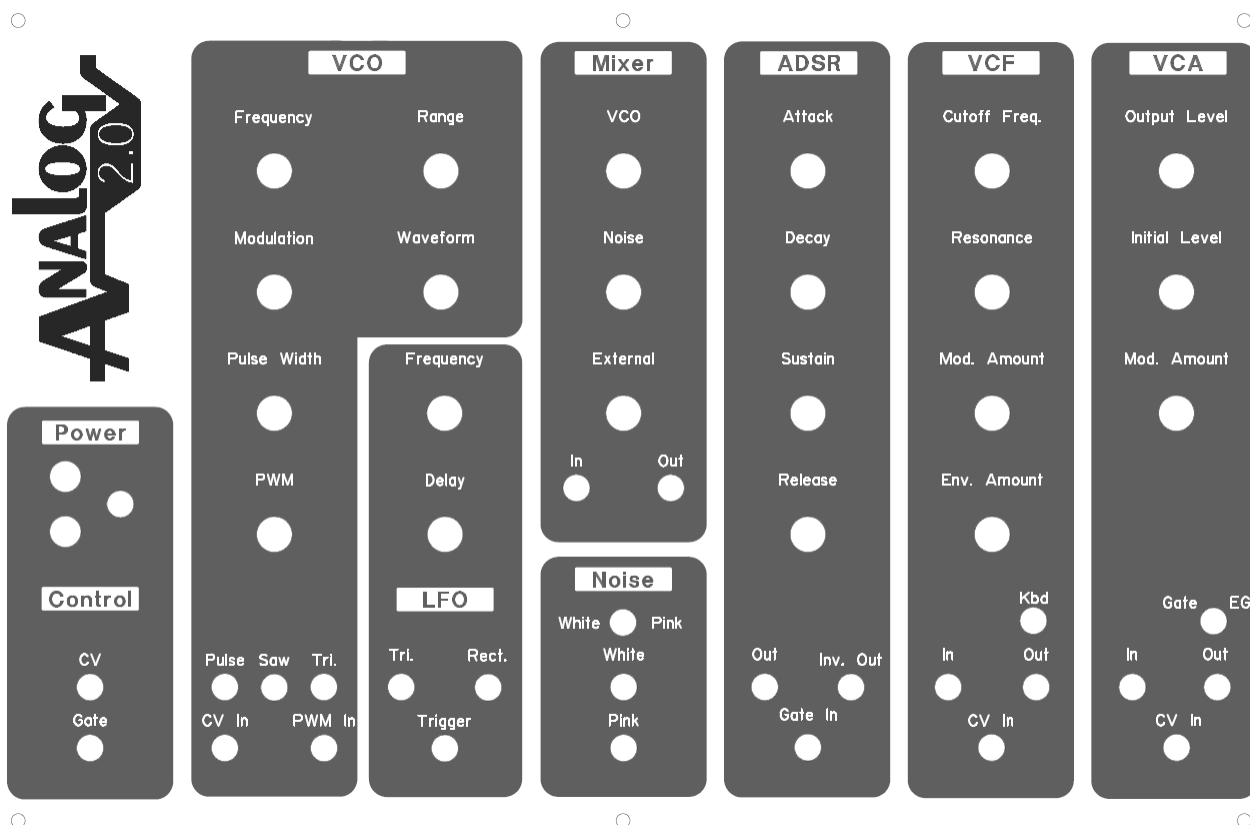


図 12:アートワーク用 OHP シートのレイアウト

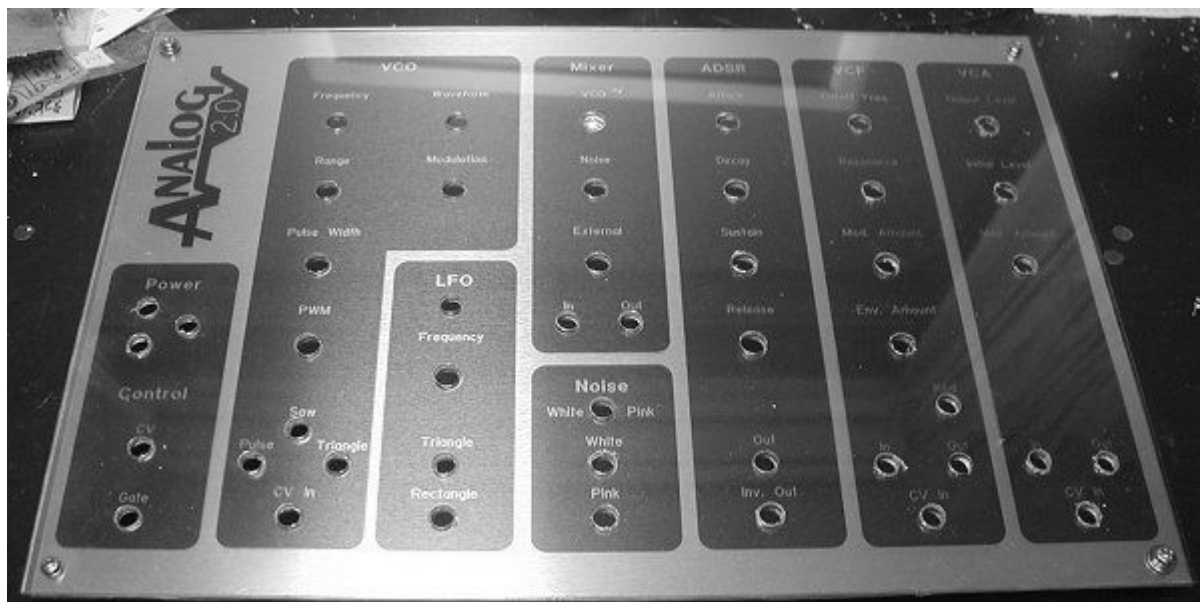


図 13:完成したパネル

5.2 ケースについて

Analog2.0 キットにはケースが付属していません。実用のためには、是非必要なので好みのデザインで自作してください。

ケースを設計するときには、機能モジュール基板を収めるために、内側の奥行きが 100mm 程度必要です。

できれば 120mm ぐらいあったほうが安心です。

製作中は、木の土台に L 字金具を使ってパネルを立てておくほうが取り回しがかえって楽で好都合かもしれません。

電源モジュールはパネルに取り付けできませんが、安全のために必ずケースか土台に固定してください。

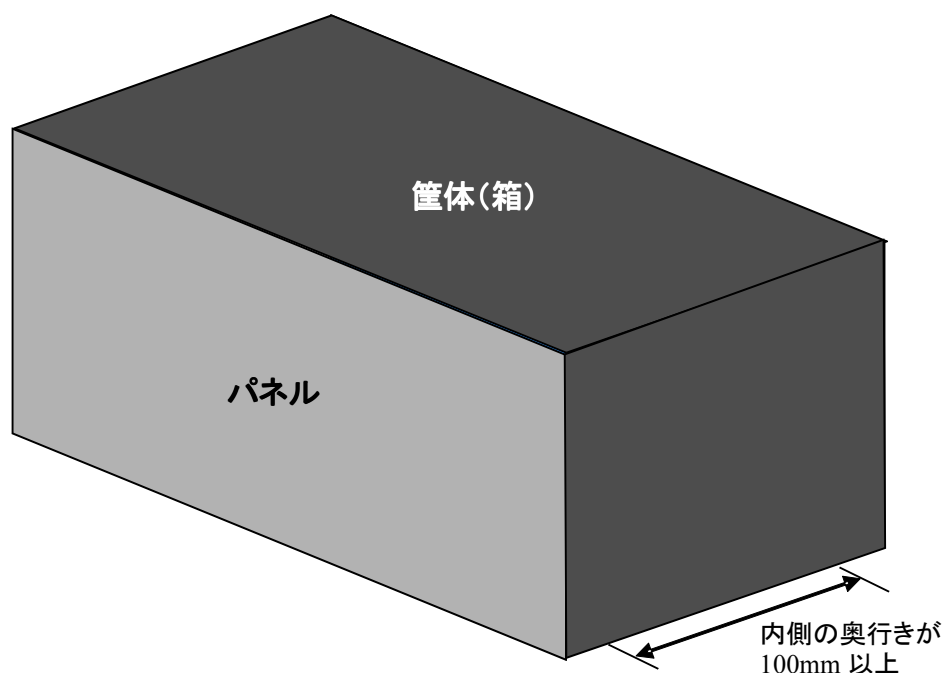


図 14: 筐体のイメージ

5.3 電源モジュールの製作

5.3.1 製作の流れ

電源モジュールは、最初に作るモジュールです。Analog2.0 のドキュメントでは、モジュール製作の説明は以下の順序でしてゆきます。

- 製作するモジュールの概要を知る
- 部品を入手する
- 基板を準備する
- 基板へ部品を取り付ける(ハンダ付け)
- 基板をベースシステムに組み込む
- 基板の配線確認
- 動作確認

5.3.2 製作するモジュールの概要

電源モジュールは、Analog2.0 を構成する VCO, VCF, VCA など、他の機能モジュールに電源を供給することが役割です。また、外部から受け取った Gate と CV 信号を機能モジュールに再配送する役割も負っています。電源のおおもとは、15V 出力のスイッチング AC アダプタ 2 本から得ています。図 15 のイメージにあるよ

うに、電源・Gate・CVは、ひとまとめに各モジュールに送られ、モジュール側では、そのうち必要なものだけを引き出して使います。この電源モジュールから出力される電源電圧は±12Vで、定格電流は0.4Aです。

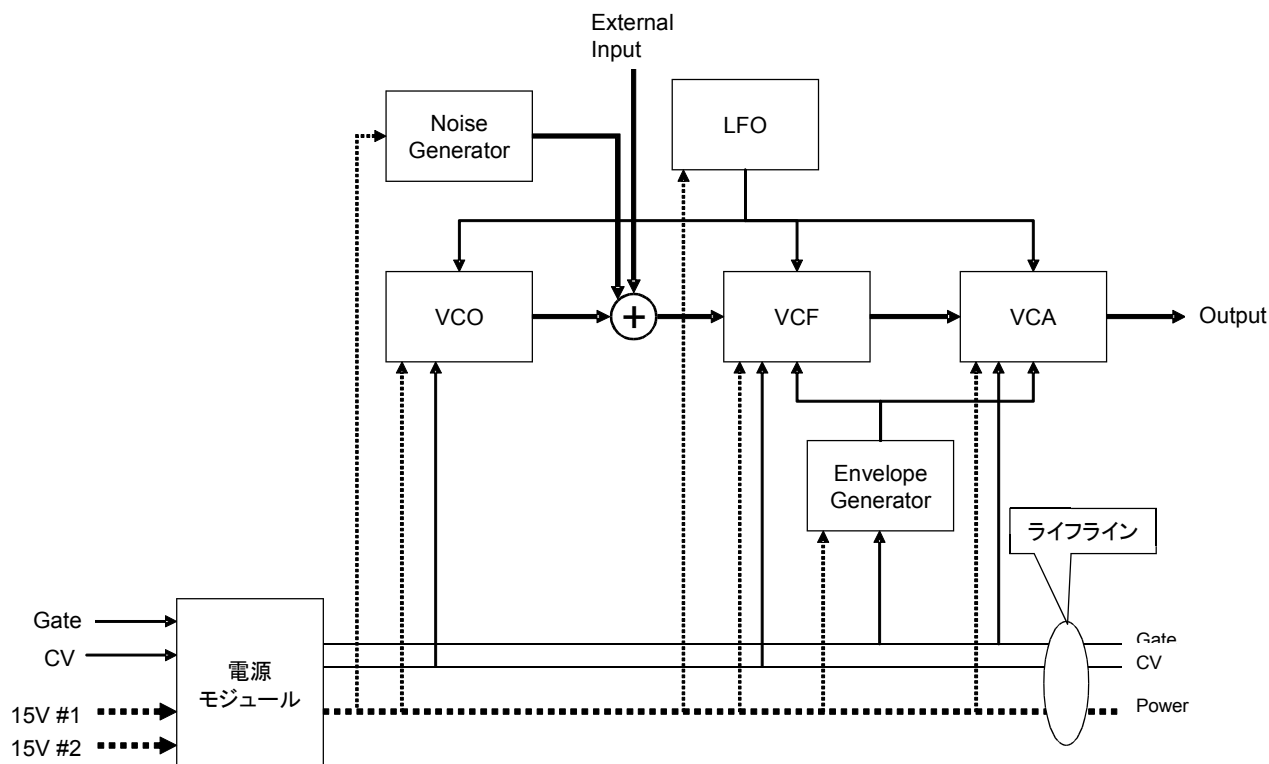


図 15:電源モジュールの電源/コントロール供給イメージ

図 16 は、電源部のパネルです。電源スイッチ、電源インジケータ、CV/Gate 入力から構成されています。



図 16:電源部のパネル

電源とコントロールの機能モジュールへの供給は、ライフラインケーブルと呼ばれるコネクタのついたフラットケーブルを介して行います。（図 17）

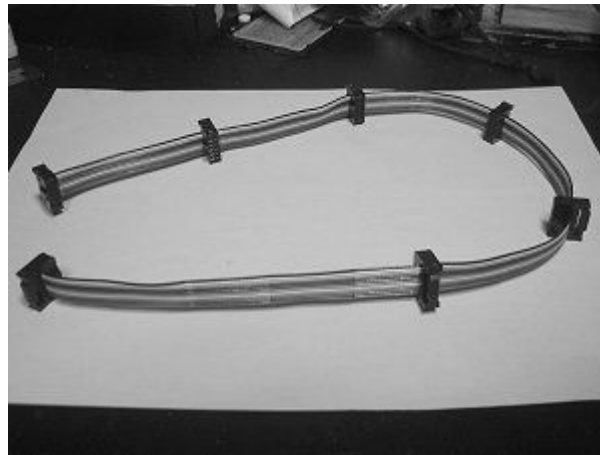


図 17:ライフラインケーブル

製作する電源回路の回路図は図 18 のとおりです。この電源回路の主目的は、AC アダプタから供給された電源に含まれるノイズ成分を除去し、より品質の高い電源を得ることと、過負荷の際に出力を落とすことにあります。

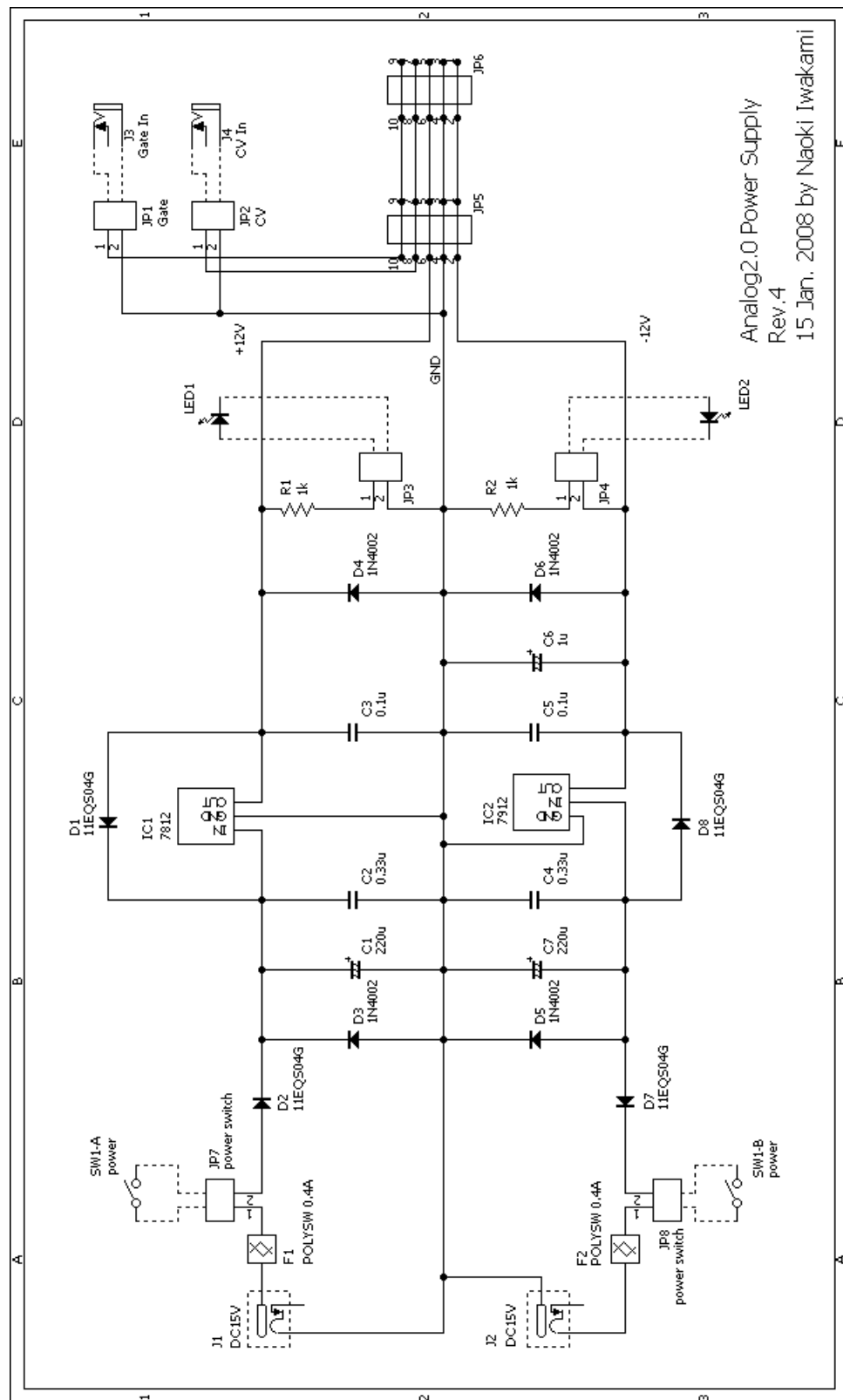


図 18:電源モジュールの回路図

Analog2.0 Power Supply

Rev.4

15 Jan. 2008 by Naoki Iwakami

5.3.3 部品の入手

製作に必要なパーツは以下のとおりです。製作にあたっては、まずこれらのパーツを入手してください。このパーツリストには、電源回路基板に載せるパーツだけでなく、パネルに取り付けるLEDやスイッチも含まれます。また、ライフラインケーブルを製作するのに必要な部品も含まれています。表の後に部品入手の際の注意点が書かれています。

表 1: 電源モジュールの製作に必要な部品

部品番号	デバイス名	値/型番	備考
C1	電解コンデンサー	220 μ F 35V	
C2	積層セラミックコンデンサ	0.33 μ F	
C3	積層セラミックコンデンサ	0.1 μ F	
C4	積層セラミックコンデンサ	0.33 μ F	
C5	積層セラミックコンデンサ	0.1 μ F	
C6	電解コンデンサー	1 μ F 25V	
C7	電解コンデンサー	220 μ F 35V	
D1	ショットキーダイオード	VS-11DQ04	
D2	ショットキーダイオード	VS-11DQ04	
D3	ショットキーダイオード	VS-11DQ04	
D4	ショットキーダイオード	VS-11DQ04	
D5	ショットキーダイオード	VS-11DQ04	
D6	ショットキーダイオード	VS-11DQ04	
D7	ショットキーダイオード	VS-11DQ04	
D8	ショットキーダイオード	VS-11DQ04	
F1	ポリスイッチ	0.4A	
F2	ポリスイッチ	0.4A	
IC1	正電源三端子レギュレータ	LM7812	12V
IC2	負電源三端子レギュレータ	LM7912	-12V
J1	DC ジャック 2.1mm		
J2	DC ジャック 2.1mm		
JP1	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	2 ピン	一列ピンヘッダから切り取り

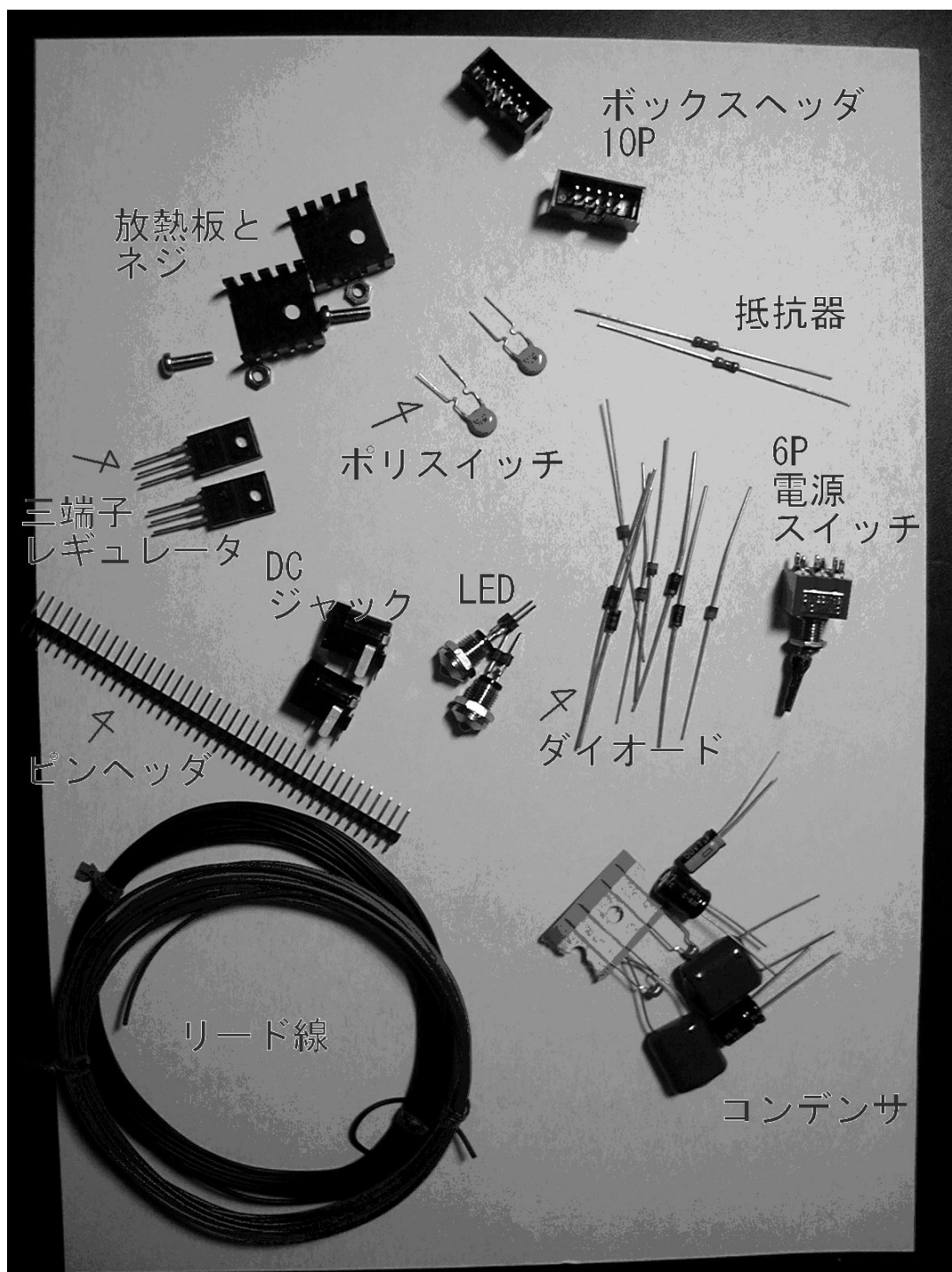
JP2	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	2 ピン	一列ピンヘッダから切り取り
JP3	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	2 ピン	一列ピンヘッダから切り取り
JP4	ボックスピンヘッダ 2.5mm ピッチ	2x5 ピン	
JP5	ボックスピンヘッダ 2.5mm ピッチ	2x5 ピン	
JP6	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ		一列ピンヘッダから切り取り
JP7	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ		一列ピンヘッダから切り取り
JP8	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ		一列ピンヘッダから切り取り
R1	カーボン抵抗 1/4W 5%	1k Ω	
R2	カーボン抵抗 1/4W 5%	1k Ω	
基板外部品			
LED1	パネル取り付けタイプ LED		JP3 から配線
LED2	パネル取り付けタイプ LED		JP4 から配線
SW1	6P トグルスイッチ		JP7,8 から配線
J3	3.5mm ミニジャック		JP1 から配線
J4	3.5mm ミニジャック		JP2 から配線
	リード線		パネル部品配線のため若干必要
	スイッチング AC アダプタ	15V	2 個必要
	センタープラス	0.8A 以上	
放熱器関係			
	ヒートシンク		
	ヒートシンク		
	ナベ小ねじ	3x10	2 本必要
	ナット	3mm	2 個必要

表 2: ライフラインケーブル製作に必要な部品

部品名	スペック	個数	備考
10 芯フラットケーブル	1m	1	ライフラインケーブル
ヘッダソケット 2.5mm ピッチ	2x5	7	

5.3.4 部品入手時の注意点

- 3.5mm ミニジャック** 3.5mm ミニジャックは、パネルに取り付けるため、「首」の部分が程度長くないといけません。
- AC アダプタ** 15VAC アダプタ、センタープラス、容量0.8A 以上であれば利用できます。
- ボックスピンヘッダ** 5ピン2列のものを 사용합니다。この後、機能モジュールでも使いますが。電源モジュールではストレートタイプ、機能モジュールではL字タイプを 사용합니다。



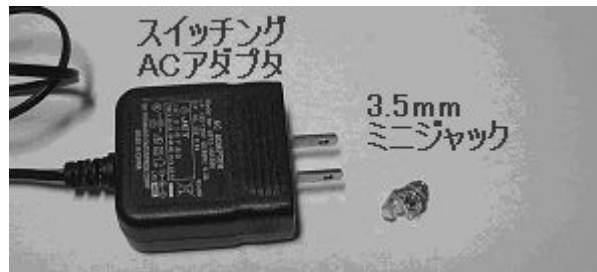


図 19:電源の製作に必要な部品

5.3.5 基板を用意する

電源モジュールの基板を自作する場合、プリントパタンは、リソースファイルのうち、power_brd.pdf ファイルを使います。キットには基板が付属しているので、それをそのまま使えばOKです。

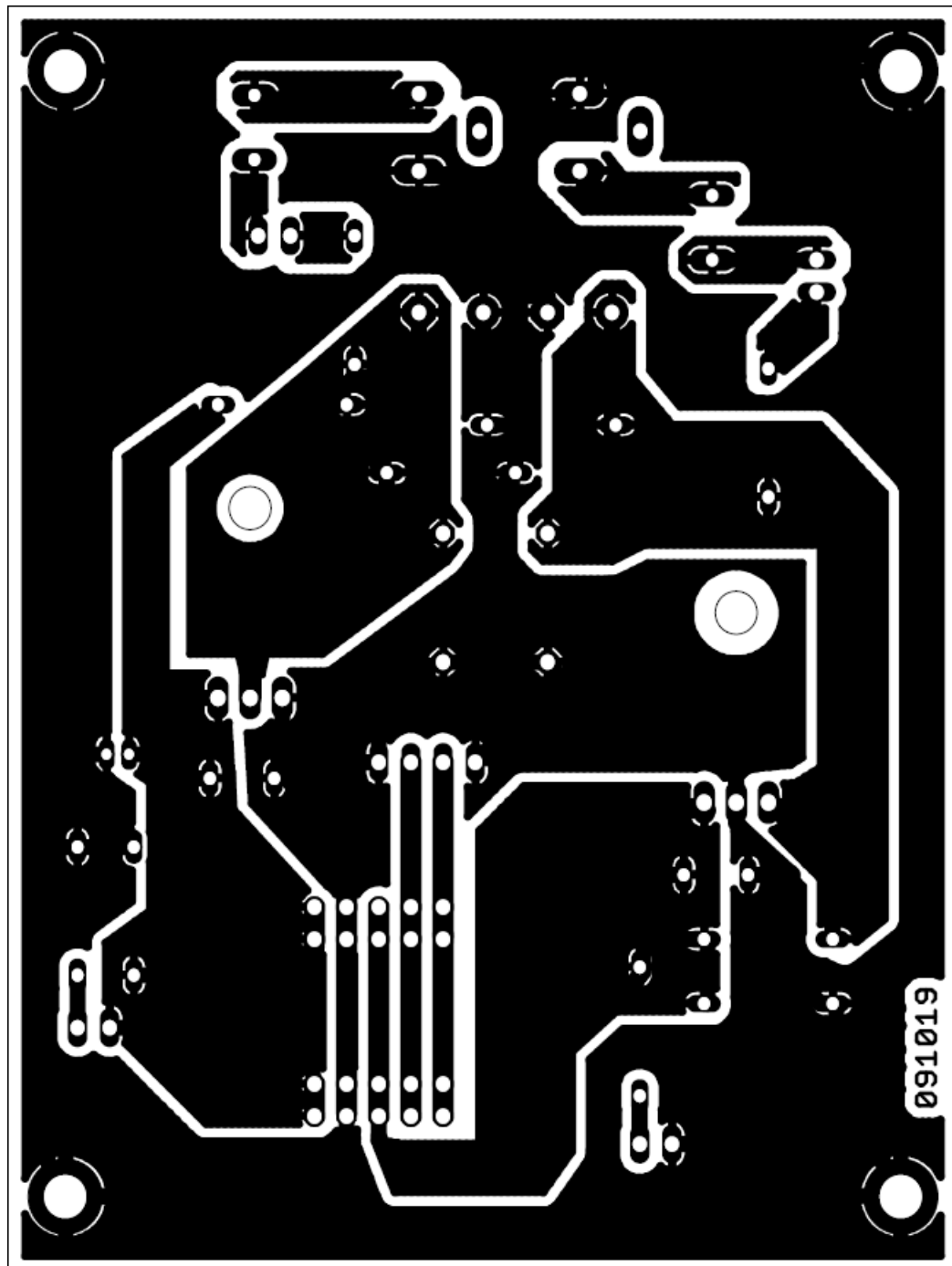


図 20:電源モジュール基板のプリントパタン

5.3.6 基板へ部品を取り付け

図 21 を参考に配線を行ってください。

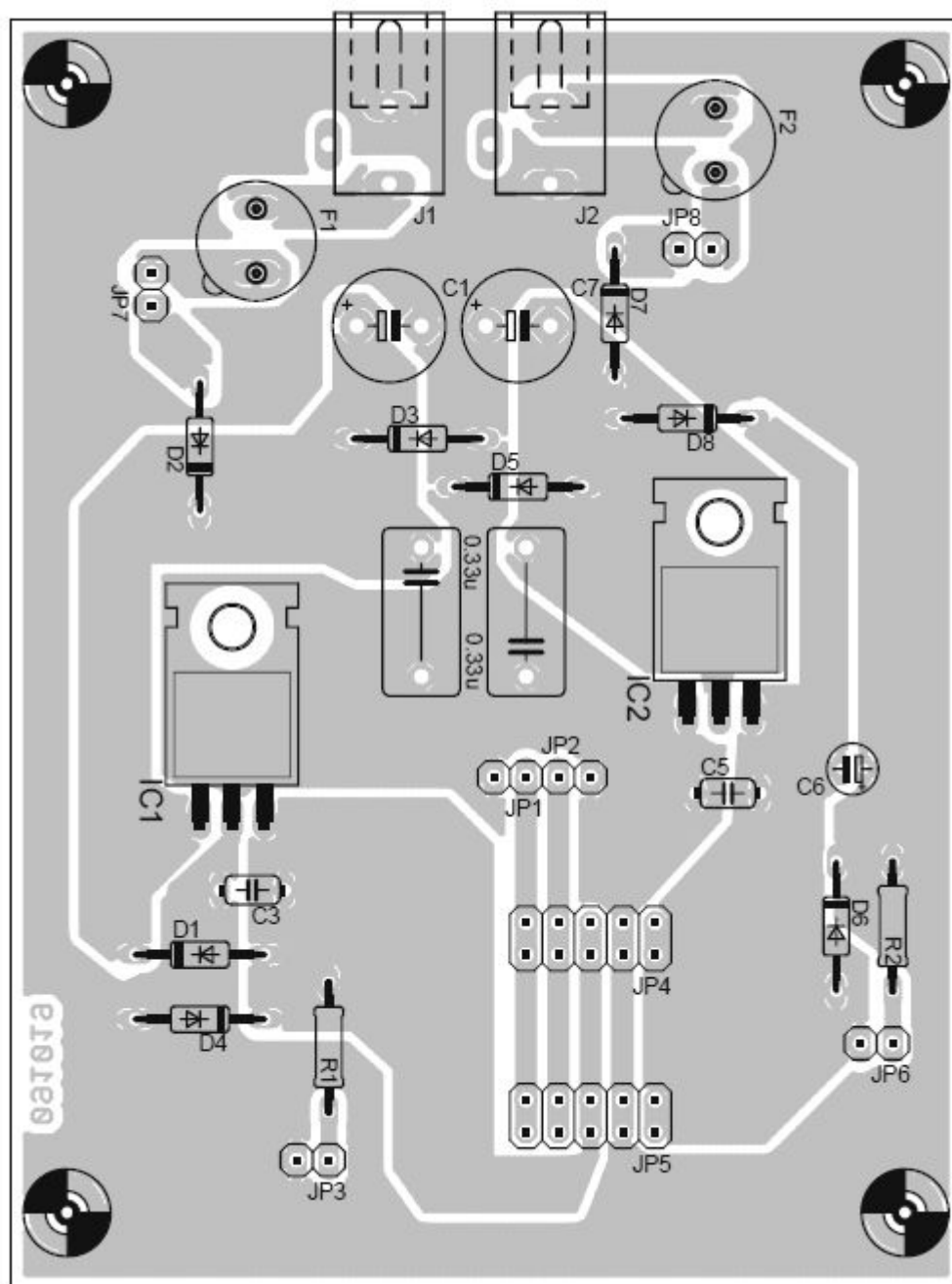


図 21:電源モジュール基板の配線図

5.3.7 基板の配線確認

以下のチェックリストを参考に配線確認を行ってください。

- ☐ 抵抗器は正しい場所に正しい値が取り付けられているか？
- ☐ ダイオードは正しい場所に正しい種類が取り付けられているか？
- ☐ ダイオードは正しい向きに付けられているか？

- [] コンデンサは正しい場所に正しい種類が取り付けられているか？
- [] 電解コンデンサは正しい向きに取り付けられているか？
- [] ポリスイッチは正しい場所に取り付けられているか？
- [] IC1, IC2 は正しい場所に正しい向きで取り付けられているか？
- [] IC1 = TA7812、IC2=TA7912 となっているか？
- [] ジャック・ピンヘッダは正しい場所に取り付けられているか？
- [] 基板を裏返して、ハンダ付け箇所をチェック。隣り合った銅箔パタンが、ハンダでショートしているハンダブリッジが発生していないか？
- [] 図 22 にあるように、イモハンダといって、基板や銅箔とハンダが点で接触している箇所がないか？部品の本体をグラグラ揺らしてハンダ付け箇所のリードが動く場合、ほぼ確実にイモハンダです。イモハンダは時間が経過すると剥離してしまうので、見つけたらハンダ付けをやり直します。

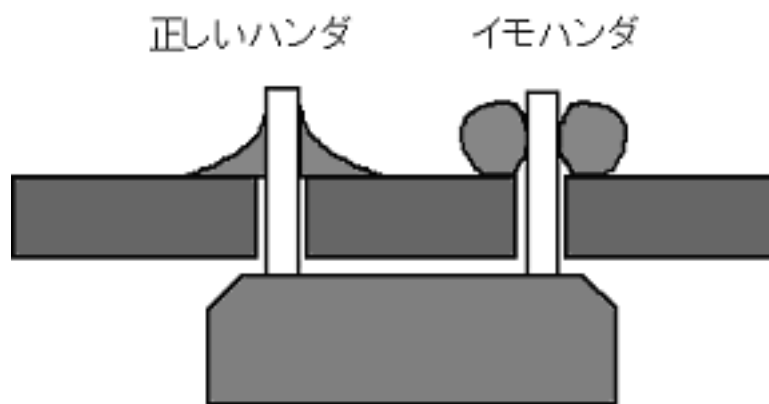


図 22: 正しいハンダとイモハンダ

5.3.8 パネル部品の配線

最後に、電源回路の基板外の部品を配線して、パネルに取り付けます。図 23、図 24 を参考に配線を行ってください。

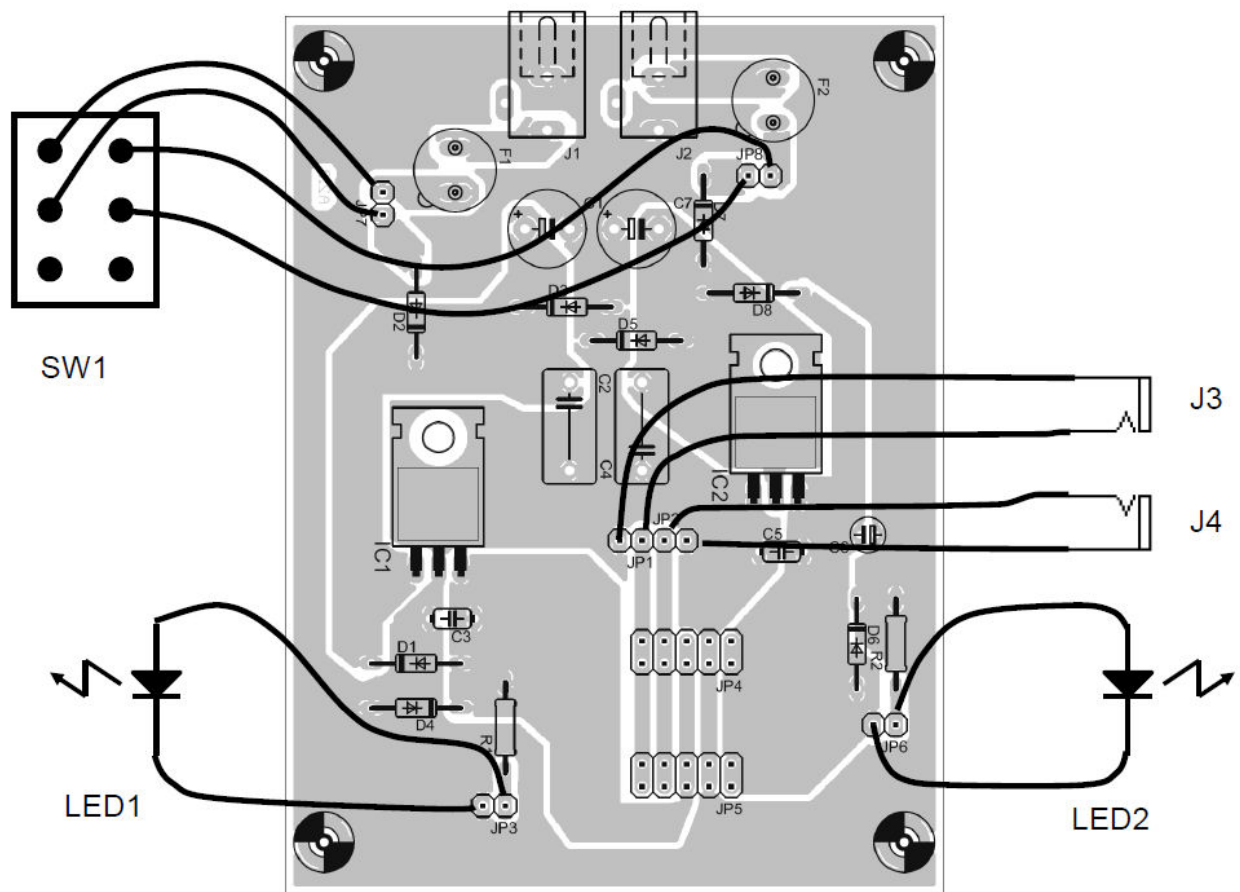


図 23:パネル部品の配線

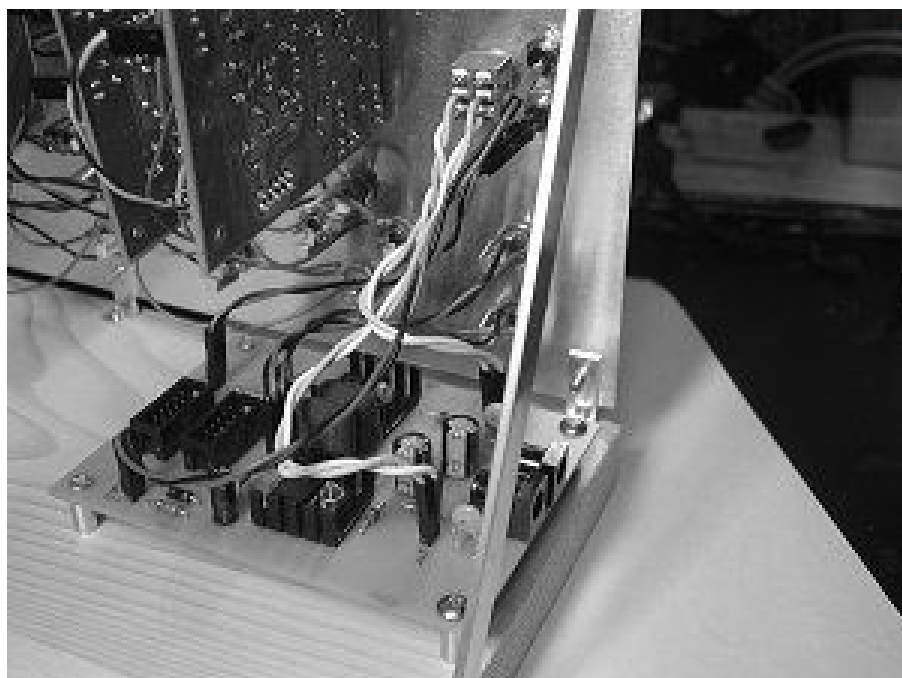


図 24:電源基板の実装

5.3.9 通電チェック

では、いよいよ動作確認です。

電源スイッチが切れていることを確認し、2 個の AC アダプタをジャックにつなげ、いよいよ電源投入です。動作確認は、次の手順で行ってください。

1. 2 個の LED がどちらも点灯しているか確認する。
2. 図 25 を参考にして、出力ボックスヘッダの各ピンにテストをあて、+12V, -12V の端子に正しく電圧が供給されているか確認する。
3. Gate および CV の端子と入力ジャックの導通を確認する。可能なら、Gate および CV 入力に電圧を与えて、ボックスヘッダの端子に電圧が伝わるか確認する。

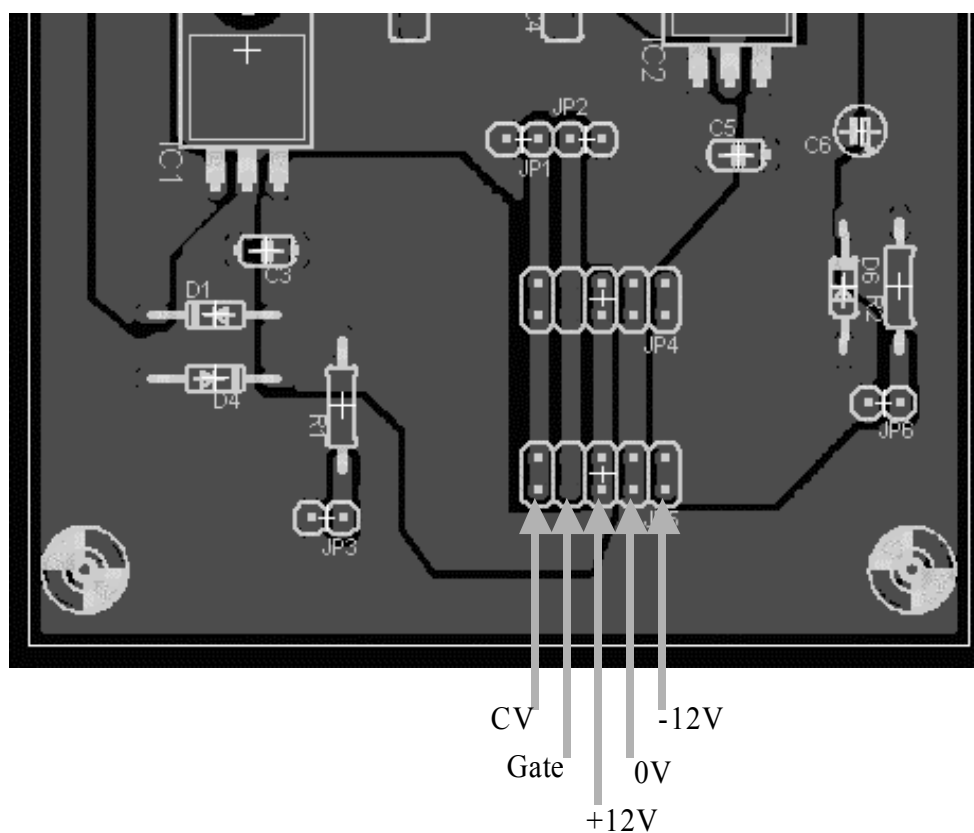


図 25:出力確認箇所

5.4 ライフラインケーブルの製作

このセクションでは、ライフラインケーブルの制作方法を解説します。ライフラインケーブルは、電源モジュールから各機能モジュールへ、電源と Gate/CV を供給するケーブルです。図 17 のように、フラットケーブルとコネクタでできています。

5.4.1 製作するケーブル

ここでは、回路図だけを載せておきます。

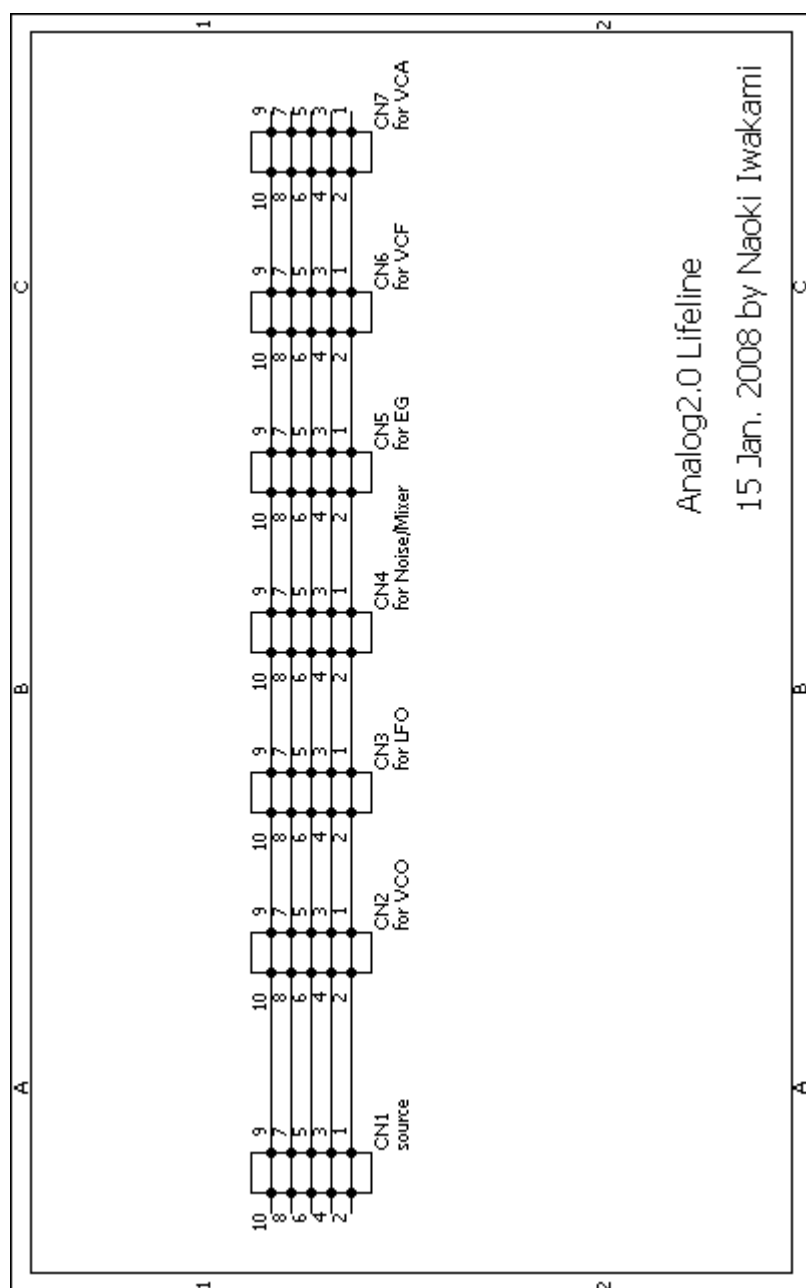


図 26: ライフラインケーブル回路図

5.4.2 部品の入手

部品は、図 27 にあるように、2 種類だけです。図 4-2 は必要な部品の写真です。パーツ入手時の参考にしてください。

表 3: ライフラインケーブルのパーツリスト

部品番号	デバイス名	値/型番	備考
CN1-7	ヘッダソケット MIL スタANDARD	10P (2x5)	7 個必要
	フラットケーブル 10 芯	55cm	

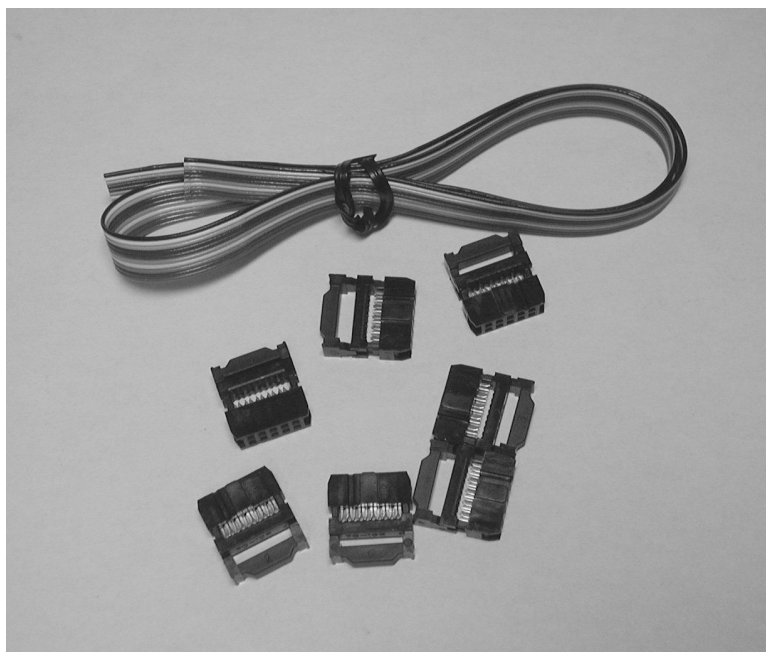
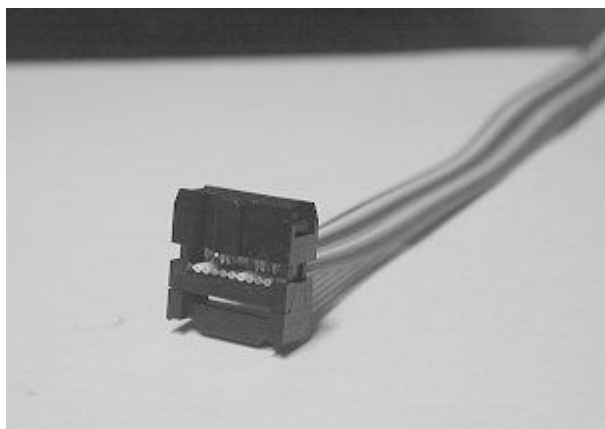


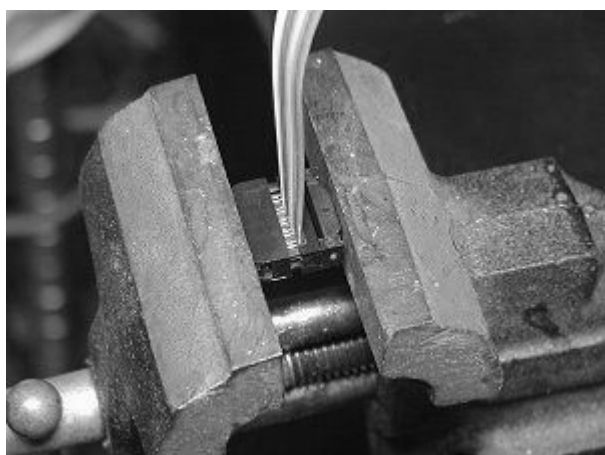
図 27:ライフラインケーブル製作に必要な部品

5.4.3 製作時の注意点

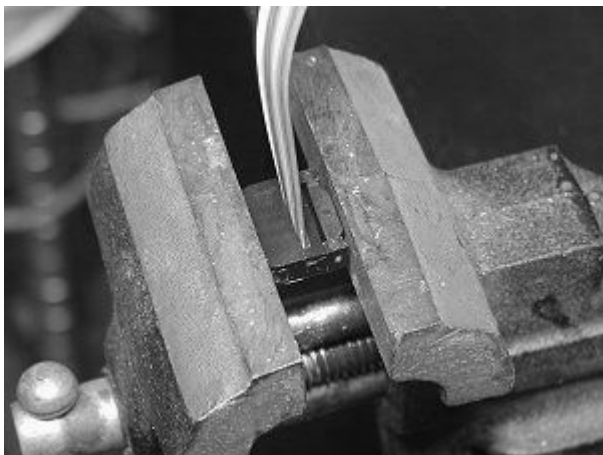
製作は、フラットケーブルにヘッダソケットを取り付けてゆくだけです。以下の手順を参考にしてください。



まず、電源モジュールと逆の末端側からヘッダソケットを取り付けてゆきます。ポッチがケーブル外側(写真手前)にくるようにヘッダソケットをフラットケーブルに軽く噛ませて取り付け位置を確定します。



ヘッダソケットの上下を万力で締め付けてケーブルを固定します。



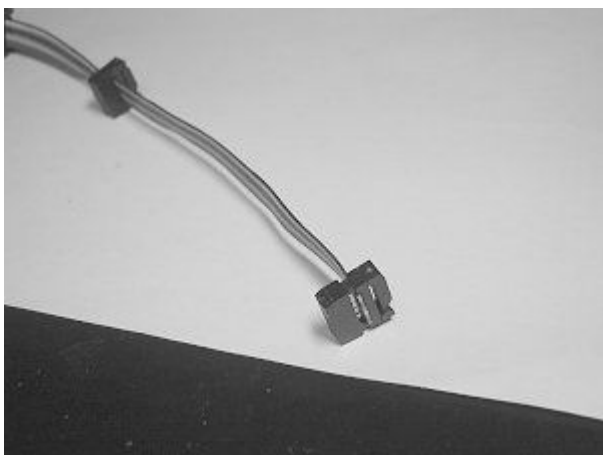
ヘッダソケットのツメが「パチッ」という音を出して噛んだら締め付け完了です。締めすぎるとヘッダソケットが割れてしまうので注意してゆっくり締めてください。



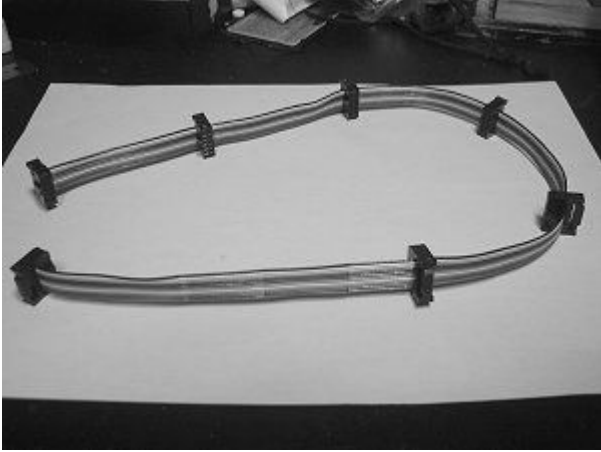
同じ要領で、フラットケーブルの8cmおきにヘッダソケットを取り付けてゆきます。ヘッダソケットのポッチは必ず同じ向きにそろえてください。



6cm 間隔に 6 個のヘッダソケットを取り付けます。



最後に電源モジュール側の末端にヘッダソケットを取り付けます。ポッチの向きはやはり同じで、ケーブル内側（写真向こう側）を向きます。



最後のヘッダソケットを取り付けたら完成です。