



Analog 2.0 ドキュメンテーション

Vol. 9

VCF の製作



バージョン:2.0

作成日:2009 年 11 月 19 日

目次

1. このドキュメントについて	3
2. 製作編：VCF の製作.....	4
2.1. 製作の流れ	4
2.2. 製作するモジュールの概要	4
2.2.1. 機能	4
2.2.2. システム内での位置づけ	4
2.2.3. 仕様	6
2.2.4. 回路	6
2.3. 部品の入手	8
2.3.1. 部品入手時の注意点.....	10
2.4. 基板へ部品を取り付け	12
2.5. パネル部品の取り付け	13
2.6. 基板の配線確認	14
2.7. 動作確認	15
2.7.1. 音信号の導通確認	16
2.7.2. カットオフ周波数ツマミの動作確認	17
2.7.3. レゾナンスの動作確認	18
2.7.4. モジュレーションの動作確認	18
2.7.5. エンベロープ・ジェネレータ変調の確認.....	19
2.7.6. キーボード・トラックの確認	19
2.7.7. 外部音入力ジャックの配線確認	19
2.8. 調整	20
付録 A. トランジスタ・マッチングの方法	21
付録 B. モジュール間配線の確認方法	22
B.1. パネルの初期状態.....	22
B.2. VCO の配線確認	23
B.2.1. 各波形出力のチェック	23
B.2.2. CV 入力のチェック	24
B.2.3. PWM の確認	24
B.2.4. ミキサへの接続の確認.....	24
B.3. ミキサの配線確認.....	25
B.3.1. ノイズ入力の確認	25
B.3.2. 外部入力の確認	26

B.4. ノイズ・ジェネレータの配線確認	26
B.4.1. ミキサへの接続の確認	26
B.4.2. ピンクノイズ内部配線の確認	27
B.4.3. ホワイトノイズ出力の確認	27
B.4.4. ピンクノイズ出力の確認	27
B.5. VCF の配線確認	28
B.6. VCA の配線確認	28
B.6.1. 音信号の導通確認	28
B.6.2. 外部音入力の確認	28
B.6.3. モジュレーションの確認	29
B.6.4. 外部モジュレーション入力の確認	29
B.6.5. エンベロープ・ジェネレータまわりの確認	29
B.7. エンベロープ・ジェネレータの配線確認	30

1. このドキュメントについて

このドキュメントは、アナログシンセサイザーシステム Analog2.0 の VCF モジュールの製作方法を解説します。

このドキュメントは、利用者がすでに以下のドキュメントを参考に製作を進めていることを前提に書かれています。

- Analog2.0 スターターキット
- vol.3 電源とライフラインの製作
- vol.4 ノイズ・ジェネレータとミキサの製作
- vol.5 VCA の製作
- vol.6 VCO の制作
- vol.7 エンベロープ・ジェネレータの製作
- vol.8 LFO の製作

2. 製作編 : VCF の製作

2.1. 製作の流れ

モジュール製作の流れは、毎度同じ以下の手順です。

- 部品の入手
- 基板へ部品を取り付ける
- パネル部品の取り付け
- 基板の配線確認
- 動作確認
- 調整

2.2. 製作するモジュールの概要

2.2.1. 機能

この記事では、VCF モジュールを製作します。

VCF は、Voltage Controlled Filter の略です。入力された音信号にフィルタをかけ、音色に変化をつけます。

VCF は、CV を使って周波数特性の制御ができるのが特徴です。これにより、シンセサイザー特有の音色変化を与えることができます。

2.2.2. システム内での位置づけ

図 2-1 に、Analog2.0 製作システムの構成の中での VCF の位置づけを示します。VCF は、VCA と同様に音加工モジュールです。

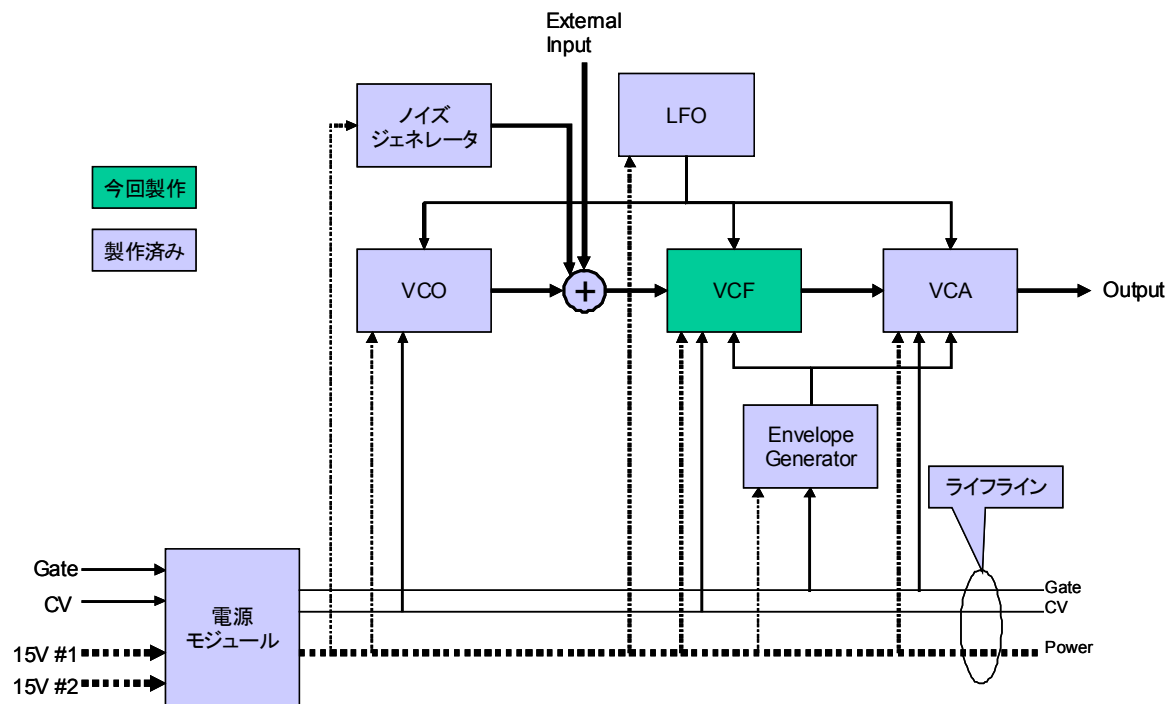


図 2-1 VCF の位置づけ

パネルの中では、VCF は図 2-2 のように位置づけられています。

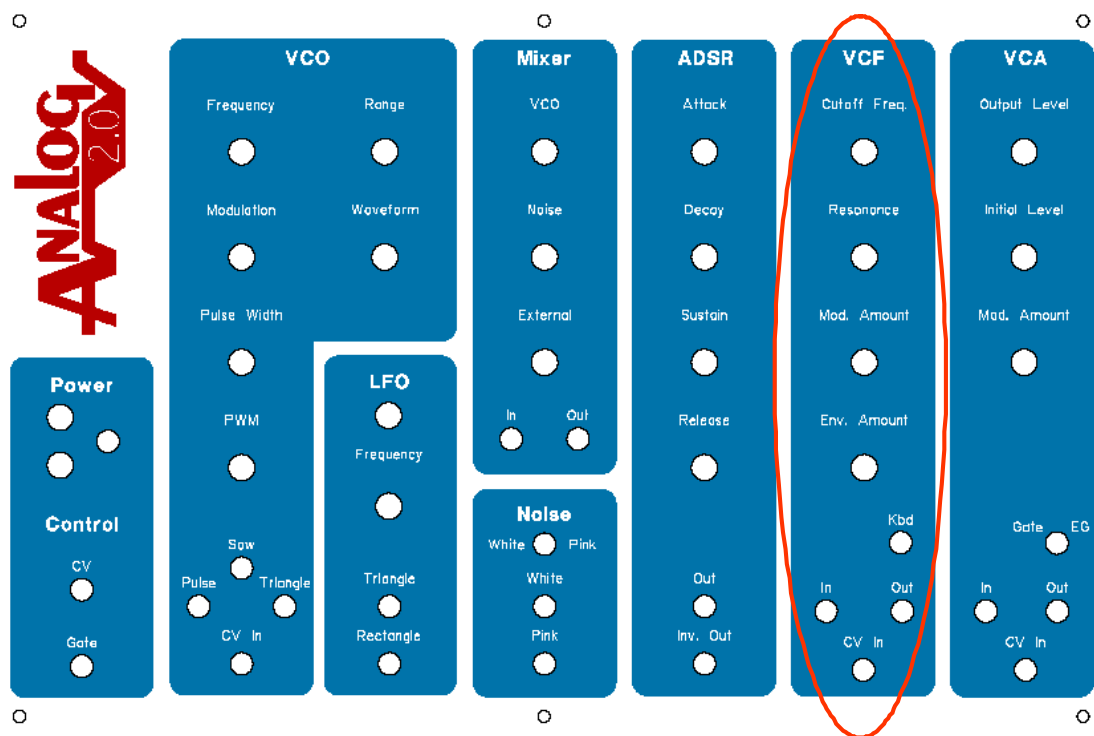


図 2-2 パネル中での位置づけ

2.2.3. 仕様

VCF の仕様は以下のとおりです。

- 入力信号レベル： $\pm 5V$
- 出力信号レベル： $\pm 5V$
- パラメータ： Cutoff Frequency, Resonance, Mod. Amount, Env. Amount, Keyboard Track
- 入力：音信号、CV
- 出力：音信号

2.2.4. 回路

製作する VCF の回路図は図 2-3 のとおりです。

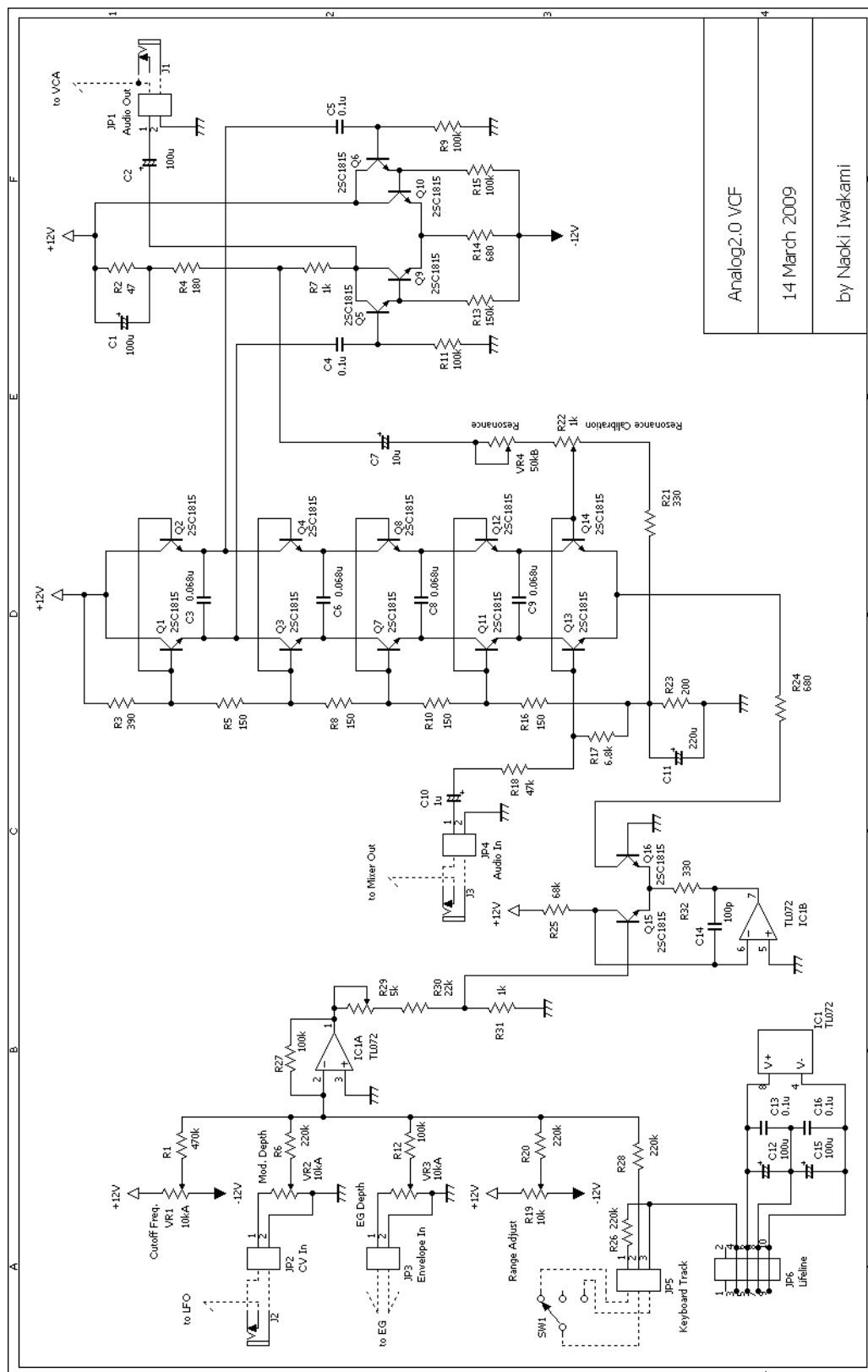


図 2-3 VCF モジュールの回路図

2.3. 部品の入手

それでは、いよいよ製作に入ります。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、モジュール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スイッチやジャックも含まれます。なお、パーツリストには、ツマミが含まれていません。ツマミは、好みに合わせて適宜入手してください。

表 2-1: VCF の製作に必要な部品 (基板内)

部品 番号	デバイス名	値/型番	備考
C1	電解コンデンサ	100 μ F	
C2	電解コンデンサ	100 μ F	
C3	ポリプロピレンコンデンサ	0.068 μ F	
C4	マイラコンデンサ	0.1 μ F	
C5	マイラコンデンサ	0.1 μ F	
C6	ポリプロピレンコンデンサ	0.068 μ F	
C7	電解コンデンサ	10 μ F	
C8	ポリプロピレンコンデンサ	0.068 μ F	
C9	ポリプロピレンコンデンサ	0.068 μ F	
C10	電解コンデンサ	10 μ F	
C11	電解コンデンサ	220 μ F	
C12	電解コンデンサ	100 μ F	
C13	積層セラミックコンデンサ	0.1 μ F	
C14	セラミックコンデンサ	100pF	
C15	電解コンデンサ	100 μ F	
C16	積層セラミックコンデンサ	0.1 μ F	
IC1	オペアンプ	TL072	
JP1	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	1x2	Audio Out
JP2	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	1x2	CV In
JP3	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	1x2	Envelope In
JP4	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	1x2	Audio In
JP5	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	1x3	Keyboard Track
JP6	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	2x5	Lifeline
Q1	トランジスタ	2SC1815	

Q2	トランジスタ	2SC1815	
Q3	トランジスタ	2SC1815	
Q4	トランジスタ	2SC1815	
Q5	トランジスタ	2SC1815	
Q6	トランジスタ	2SC1815	
Q7	トランジスタ	2SC1815	
Q8	トランジスタ	2SC1815	
Q9	トランジスタ	2SC1815	
Q10	トランジスタ	2SC1815	
Q11	トランジスタ	2SC1815	
Q12	トランジスタ	2SC1815	
Q13	トランジスタ	2SC1815	
Q14	トランジスタ	2SC1815	
Q15	トランジスタ	2SC1815	
Q16	トランジスタ	2SC1815	
R1	抵抗器	470k Ω	1/4W 5%
R2	抵抗器	47 Ω	1/4W 5%
R3	抵抗器	390 Ω	1/4W 5%
R4	抵抗器	180 Ω	1/4W 5%
R5	抵抗器	150 Ω	1/4W 5%
R6	抵抗器	220k Ω	1/4W 5%
R7	抵抗器	1k Ω	1/4W 5%
R8	抵抗器	150 Ω	1/4W 5%
R9	抵抗器	100k Ω	1/4W 5%
R10	抵抗器	150 Ω	1/4W 5%
R11	抵抗器	100k Ω	1/4W 5%
R12	抵抗器	100k Ω	1/4W 5%
R13	抵抗器	100k Ω	1/4W 5%
R14	抵抗器	680 Ω	1/4W 5%
R15	抵抗器	100k Ω	1/4W 5%
R16	抵抗器	150 Ω	1/4W 5%
R17	抵抗器	15k Ω	1/4W 5%
R18	抵抗器	47k Ω	1/4W 5%
R19	半固定抵抗	10k Ω	
R20	抵抗器	220k Ω	1/4W 5%

R21	抵抗器	330 Ω	1/4W 5%
R22	半固定抵抗	1k Ω	
R23	抵抗器	200 Ω	1/4W 5%
R24	抵抗器	680 Ω	1/4W 5%
R25	抵抗器	68k Ω	1/4W 5%
R26	抵抗器	220k Ω	1/4W 5%
R27	抵抗器	47k Ω	1/4W 5%
R28	抵抗器	220k Ω	1/4W 5%
R29	ポテンシオメーター	5k Ω	
R30	抵抗器	22k Ω	1/4W 5%
R31	抵抗器	1k Ω	1/4W 5%
R32	抵抗器	330 Ω	1/4W 5%
VR1	ボリューム	50k Ω A	
VR2	ボリューム	50k Ω A	
VR3	ボリューム	50k Ω A	
VR4	ボリューム	50k Ω B	

表 2-2 VCF の製作に必要な部品 (基板外)

部品 番号	デバイス名	値/型番	備考
J1	3.5mm ジャック		Audio Out
J2	3.5mm ジャック		CV In
J3	3.5mm ジャック		Audio In
SW1	トグルスイッチ ON-OFF-ON		中立 OFF タイプ

2.3.1. 部品入手時の注意点

部品は極力、秋葉原の店舗で入手できるもので構成されています。

トランジスタ

今回の製作では、Q1, Q2, Q3, Q4, Q7, Q8, Q11, Q12, Q13, Q14 のトランジスタを使って、トランジスタ・ラダーと呼ばれる特殊な回路を構成しています。一般的な汎用トランジスタの 2SC1815 を使いますが、トランジスタの左右で特性がそろっている必要があります。

トランジスタは、まとめ買いすれば、たいていは同一ロットのものになり、特性はかなり揃っていてあまり大きな問題はありませんが、トランジスタのマッチングをするとよりよい性能が得られます。マッチングの方法は、付録 A で解説します。

ポリプロピレンコンデンサ VCO でも使った高性能のフィルムコンデンサです。どうして

も入手できない場合には、マイラコンデンサを使ってもかまいません。

ポリプロピレンコンデンサは、マイラコンデンサと同じプラスチックフィルムコンデンサの仲間ですが、マイラコンデンサよりも温度特性や精度が優れています。

半固定抵抗

今回は、今まで使ってきたものと別の半固定抵抗を使います。脚のピッチが異なるので気をつけてください。

(図 2-4)

ポテンショメーター

半固定抵抗とは別に、ポテンショメーターも使います。調整ネジが横についている細長いタイプです。(図 2-5)

トグルスイッチ

3P 中立タイプを使います。(図 2-6) 中立タイプのトグルスイッチは、スイッチが止まる点が、両側に倒した 2 点と、中立の、あわせて 3 点があります。両側に倒した際には、おのこの側の接点につながりますが、中立したときにはどの接点とも触れず OFF となります。今回はこのスイッチを、カットオフ周波数のキーボード・トラックの切り替えに使います。片側に倒すと 100%のトラック、反対側に倒すと 50%のトラック、中立させるとトラックなし、となります。

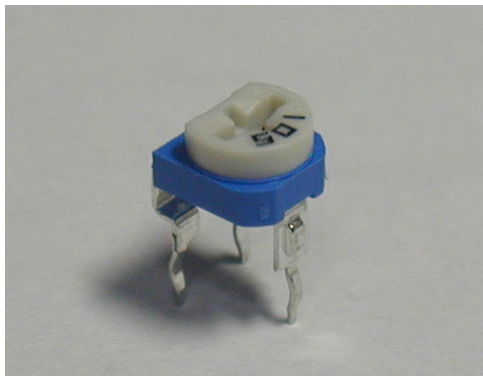


図 2-4 今回の製作で使う半固定抵抗



図 2-6 中立タイプトグルスイッチ

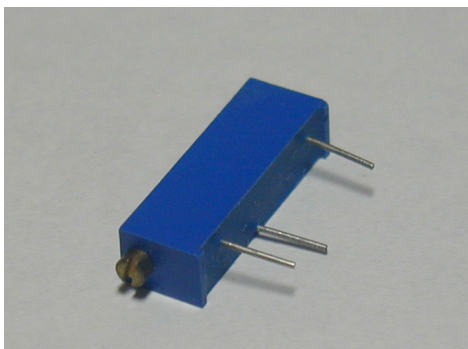


図 2-5 ポテンショメーター

2.4. 基板へ部品を取り付け

図 2-7 は、今回製作するプリント基板の配線図です。

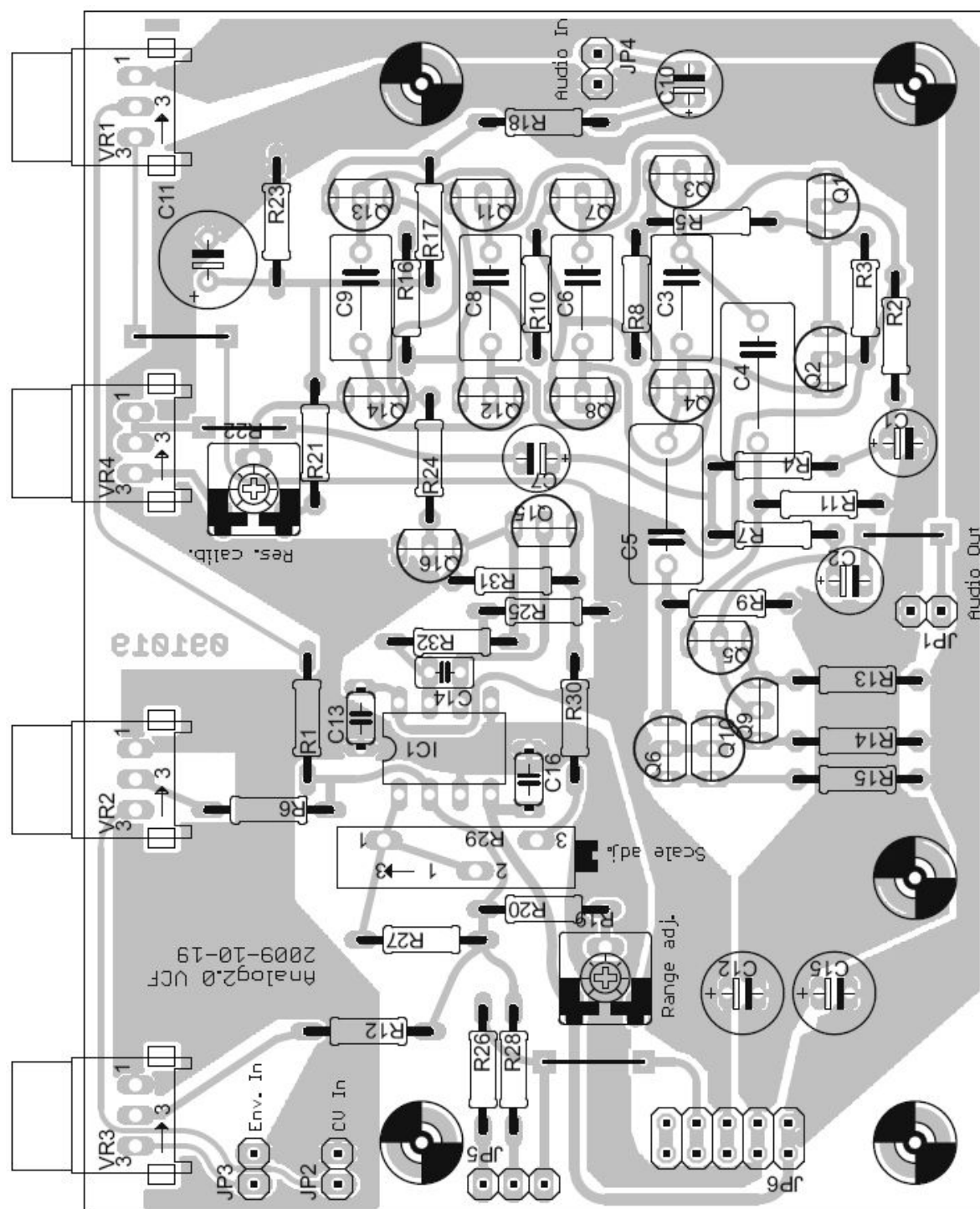


図 2-7 VCF 基板の配線図

2.5. パネル部品の取り付け

基板部品を取り付けたら、パネルに取り付ける部品（基板外の部品）を配線します。図 2-8 のように、ピンヘッダと、ミニジャックをリード線でつなぎます。今回の製作で、Analog2.0 のモジュール間の結線がすべて完了することになります。図 2-8 の実態配線図を参考にして、内部結線が正しく行われているか確認してください。

図 2-9 の写真は、基板をパネルに実装したところの例です。図 2-10 は、パネルへの実装を表側から見たところです。写真からもわかるように、基板はボリューム軸をナットで締めることによって固定します。

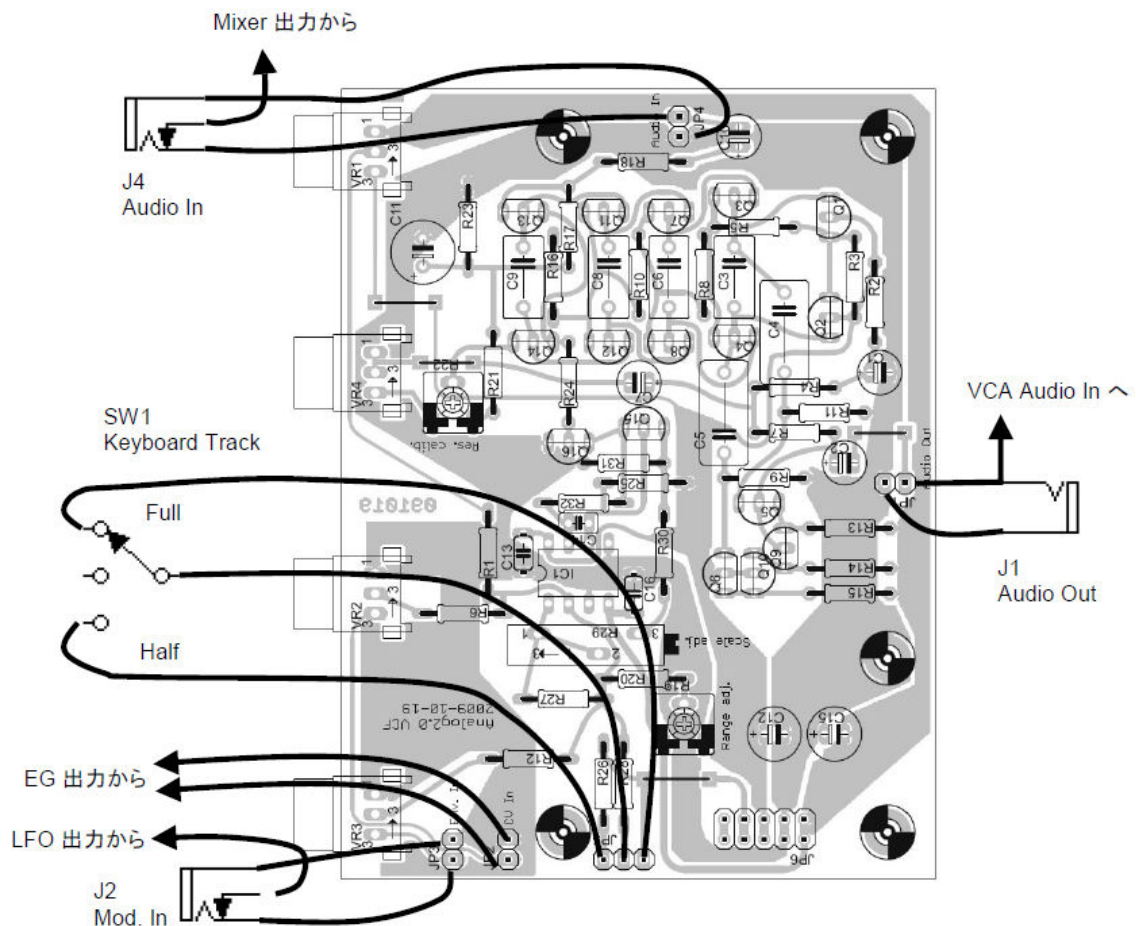


図 2-8 パネル部品の配線

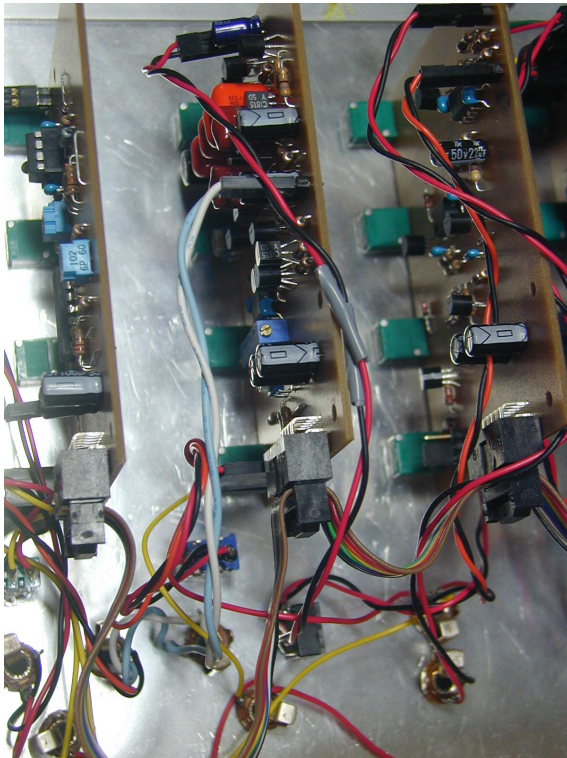


図 2-9 パネルへの実装例（裏側）



図 2-10 パネルへの実装例（表側）

2.6. 基板の配線確認

ここまでで、VCF モジュールの組み立ては完了です。いつものように、電源投入をする前に必ず配線確認を行ってください。万一配線間違いがあると、正常に動作しないだけでなく、場合によっては部品を破損してしまいます。以下のチェックリストを見ながら正しく配線されているかどうか確認してください。

- ☐ 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？
- ☐ コンデンサは正しい場所に正しい種類が正しい値で取り付けられているか？
- ☐ 電解コンデンサは正しい向きに付けられているか？
- ☐ ダイオードは正しい場所に正しい向きで取り付けられているか？
- ☐ トランジスタは正しい場所に正しい向きで取り付けられているか？

- [] IC は正しい場所に正しい向きで取り付けられているか？
- [] 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する。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？
- [] ハンダ付けがイモハンダになっている箇所はないか？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。

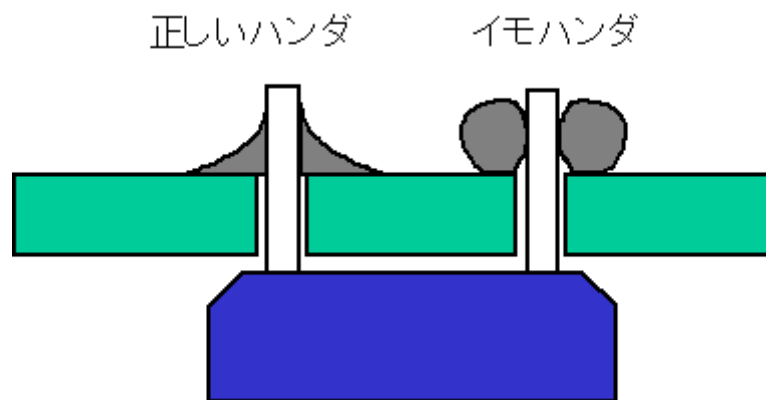


図 2-11 正しいハンダとイモハンダ

2.7. 動作確認

では、いよいよ動作確認です。動作確認は、内部配線ができている状態で行います。今回で全ての内部配線が終わるので、一緒に全体の内部配線がきちんとできているかどうかのチェックも行います。内部配線の確認の方法は、付録 B を参考にしてください。一旦 B.4 まで確認作業を続けて、ここに帰ってきてください。VCF の動作確認と調整をすませた後、B.6 に戻ってください。

VCF の動作確認は、調整前に行ってしまいます。半固定抵抗はまずは全て中点に設定しておいてください。

動作確認に必要な道具は、以下のとおりです。

- Analog2.0 システム
- パッチケーブル
- モニタスピーカ

パッチケーブルは、モノラル 3.5mm - 3.5mm のケーブルを使ってください。モニタスピーカは、アンプ付きのものを用意してください。

動作確認は、以下の順に進めてゆきます。

1. VCF を音信号が通るか
2. カットオフ周波数ツマミが正常動作するか
3. レゾナンスがかかるか
4. モジュレーションがかかるか
5. エンベロープ・ジェネレータ変調が正常に行えるか
6. キーボード・トラックするか
7. 音信号の外部入力ジャックの配線は正しいか

2.7.1. 音信号の導通確認

それでは動作確認を始めましょう。まずは、図 2-12 のように、ツマミとケーブルをセットします。この状態で、音がスピーカから聞こえていれば、まずは音信号の流れは正常です。

音が出ていない場合、以下の手順で問題点を探してください。

- ミキサ基板から VCF In ジャックへ音信号は来ているか？
- VCF In ジャックから VCF 基板の audio in 端子まで音信号は来ているか？
- VCF 基板の Out 端子から音信号は出ているか？ここで信号が来ていなかったら、VCF モジュールの動作不良です。以下の点をチェックして問題点を探し出してください。問題点の切り分けは、入力から出力に向かって行くと比較的楽です。
 - ライフラインケーブルは正しい向きでちゃんとささっているか？
 - 回路に電源はきちんと入ってきているか？テストで、GND V+ 間および GND V- 間の電圧を計測する。どちらも 12V が来ているか？極性は大丈夫か？
 - 基板の銅箔が切れているところはないか？
 - 半田付け不良の箇所はないか？
 - 部品の取り付け間違いはないか？抵抗値や、半導体の向きなど
- VCF 基板の Out 端子から VCF Out ジャックまでは正しく配線されているか？

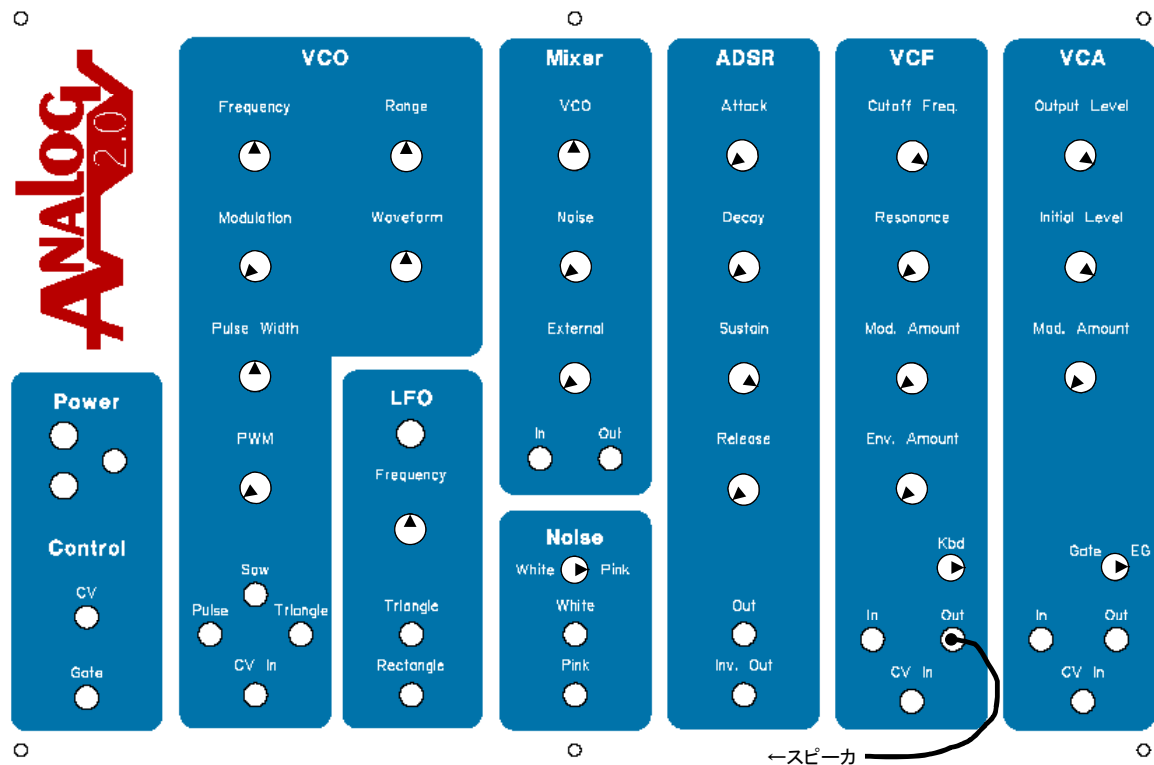
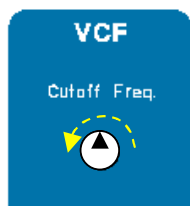


図 2-12 VCF 動作確認の初期状態

音信号の経路が確保できたので、パネル配線まわりの確認も行いつつ、VCF モジュールの動作確認を行ってしまいます。

2.7.2. カットオフ周波数ツマミの動作確認

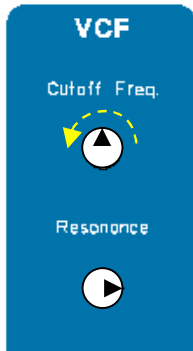


まずは、カットオフ周波数の動作確認です。図 2-12 の初期状態では、VCF のカットオフ周波数は一番高いところに設定してあります。

ここから、Cutoff Freq. のツマミを左に回して、カットオフ周波数を落としてゆきます。このとき、カットオフ周波数が下がるにつれ、スピーカから出ている音が丸くなってこもったような音に変われば正常です。

確認が終わったら、Cutoff Freq. のツマミはまた最大にしておいてください。

2.7.3. レゾナンスの動作確認



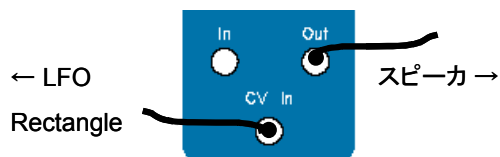
次に、レゾナンスの動作確認です。初期状態では最小にしてあった **Resonance** のつまみを、左図のように、8 割ぐらいのところまで上げます。この状態で、**Cutoff Freq.** のつまみを左に回して、カットオフ周波数を落としてゆきます。この動作は先ほどの確認操作と同じですが、今度は、ミョンミョンという感じのクセのある音になっているはずです。レゾナンスの確認ができたなら、次の確認作業のために、**Cutoff Freq.** を、どこかフィルタのかかっている状態に落として止めておいてください。

2.7.4. モジュレーションの動作確認



モジュレーションの動作確認に移ります。左図のようにつまみをセットします。この状態で、スピーカからの音がヨンヨンという感じに変調がかかっているならば正常です。変調がかからなければ、まず、以下の変調信号経路が正しく配線されているかチェックしてください。

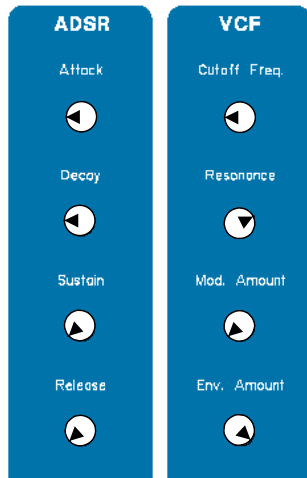
LFO Triangle 出力 → VCF CV In ジャック → VCF 基板 CV In 端子
VCF 基板の CV In 端子まで変調信号が来ていて、モジュレーションがかからないなら、**Cutoff Freq.** を少し上下させてみてください。



ついでに、CV In ジャックの配線まわりも確認してしまいましょう。つまみの位置はそのままに、左図のように、パッチケーブルで CV In と LFO の **Rectangle** 出力をつなぎます。

フィルタの変調が、連続的なものから不連続なものに変わったら正常です。変わらない場合、CV In ジャックあたりの配線が正しいか確認してください。

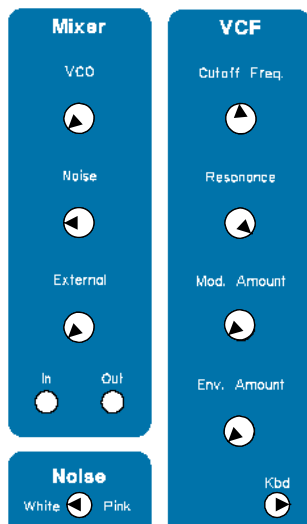
2.7.5. エンベロープ・ジェネレータ変調の確認



次に、エンベロープ・ジェネレータによる変調を動作確認します。左図のように、カットオフ周波数を低めに設定して、モジュレーションはゼロにします。Env. Amount を最大に設定して、エンベロープ・ジェネレータでの変調がかかるようにしておきます。エンベロープ・ジェネレータは、アタックがはっきりした形状にしておきます。

この状態で、システムにゲート信号をいれます。ゲートを入れるたびに、スピーカから聞こえる音が「みょん」という感じに変調したら正常です。

2.7.6. キーボード・トラックの確認



キーボード・トラックの動作確認をします。

左図のように、ミキサの設定を変えて、ホワイトノイズが VCF に入るようにします。カットオフ周波数は中点、レゾナンスは最大、モジュレーションとエンベロープの変調はゼロにしておきます。

この状態で、スピーカから、ピッチ感のある音が出ます。

キーボード・トラックのスイッチを 100% 側に倒して、CV をシステムに入れます。CV の変化につれて、スピーカから聞こえる音のピッチが変化すれば正常です。

次に、スイッチを反対側に倒して 50% トラックに設定します。また CV を入れると、今度は CV への追従が鈍くなるはずですが、

スイッチを中立させて、0% トラックにします。今度は、ピッチは CV の影響を受けなくなるはずですが、

2.7.7. 外部音入力ジャックの配線確認

ここまでの作業で、VCF モジュールの動作確認はできました。あと一つだけ、VCF パネルの In ジャックの配線の確認が残っています。設定は上記のままで、パッチケーブルを使い、VCO の SAW 出力と VCF の In をつなぎます。スピーカから聞こえる音が変われば正常です。

ここまでの、VCF モジュールの動作確認はできました。

2.8. 調整

動作確認が終わって配線確認の続き B.6 に戻る前に、VCF モジュールを調整してしましましょう。

調整は以下の手順で行います。

1. R22 レゾナンス
2. R29 キーボード・トラック
3. R19 カットオフ周波数のレンジ

まず、レゾナンスの調整を行います。レゾナンスのレベルを上げると VCF が発振しますが、発振が開始するレベルをこの調整で決めます。ミキサのツマミを全部最小に設定して、ミキサからの信号を止めます。モジュレーションと、エンベロープのツマミは、最小に設定しておきます。カットオフ周波数のツマミを中点あたりに設定して、レゾナンスのツマミを、9 割ぐらいのところに設定します。ここが発振開始レベルになるので、好みに適宜位置を変えてください。R22 の半固定抵抗を一旦発振が止まるところまで右に回します。発振が止まったら、半固定抵抗を左に戻して、発振が開始したところで止めます。以上で、レゾナンスの調整は完了です。

次に、キーボード・トラックの調整を行います。レゾナンスのレベルを上げて、発振が起こっている状態で、キーボード・トラックのスイッチを 100% 側に倒してください。この状態で、CV 発生器から、基準電圧を入れます。1V 変わると、発振の音程が 1 オクターブ変わるように R29 を調整してください。

最後に、カットオフ周波数のレンジを決めます。これは、オシロスコープか周波数カウンタがあると便利です。レゾナンスを最大にして、VCF を発振させておき、Cutoff Freq. のツマミを最大に設定します。また、キーボード・トラックのスイッチを中立の OFF にしておき、キーボード・トラックを止めます。この状態で、R19 を調整して、発振周波数が 15kHz から 18kHz ぐらいになるように設定してください。このレンジ調整で VCF の使い勝手が変わってくるので、好みのあらわれるところです。調整後も、使っているうちに違和感があったら、R19 を上下させて好みの場所を探してみてください。

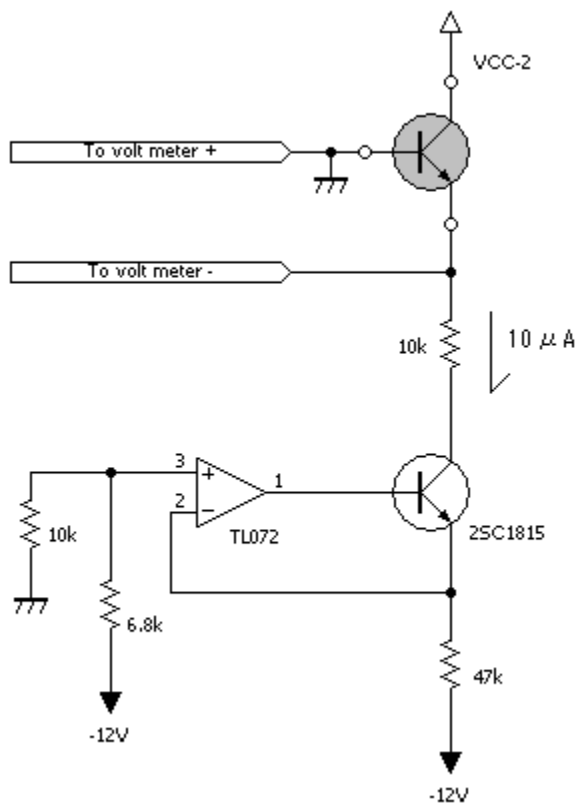
以上で VCF の調整は完了です。引き続き B.6 に戻ってモジュール間配線のチェックを行ってください。

モジュール間が正しく配線されていることを確認したら、ついに Analog2.0 の製作は完了です。おめでとうございます。アナログシンセサイザーの音を楽しんでください。

付録A. トランジスタ・マッチングの方法

セクション 0 で少しだけ触れましたが、今回製作する、トランジスタ・ラダー方式の VCF では、左右のトランジスタの特性が揃っていると、より良い性能が得られます。

このセクションでは、特性の揃ったトランジスタの対を探し出す、トランジスタ・マッチングの方法を説明します。



1. 図 A-1 のように、測定回路を組みます。灰色のトランジスタが測定対象です。差し替えがしやすいようにソケットかブレッドボードを使うと良いでしょう。
2. トランジスタを数十個程度用意して、室温になじませておきます。
3. トランジスタを一個ずつソケットにさしてゆき、ベース・エミッタ間電圧を測定します。この値は温度に敏感なので、トランジスタを直接手で触らないように注意してください。
4. ベース・エミッタ間電圧が、 $\pm 2\text{mV}$ におさまっていればマッチングが取れています。

図 A-1 トランジスタ・マッチング用回路

この要領で、マッチングの取れているトランジスタを、4 対探して、トランジスタ・ラダー回路の左右に使ってください。

付録B. モジュール間配線の確認方法

このドキュメントで、Analog2.0 の全モジュールが出来上がりました。Analog2.0 はモジュラーシンセですが、モジュール同士が内部結線されていて、パッチングしなくても一通りの音は出るように設計されています。このセクションでは、Analog2.0 のモジュール間の配線が正しく行われているかどうかを確認します。作業量が多くて大変ですが、モジュール間配線をしっかりと行くとシンセサイザー全体の信頼性が向上しますから、がんばってチェックしてください。

今回の動作確認には、以下を用意してください。

- CV 発生器。
- パッチケーブル 3.5mm – 3.5mm のモノラルフォーンジャック同士のケーブルです。
- アンプ・スピーカ
アンプの入力は、モノラルの 3.5mm フォーンジャックです。
- 導通チェッカ
- オシロスコープ

配線の確認は、信号の上流から下流に向かって、以下の順番で行います。

- VCO
- ミキサ
- ノイズ・ジェネレータ
- VCF
- VCA
- エンベロープ・ジェネレータ

B.1. パネルの初期状態

パネルははじめ、つまみとスイッチを図 B-1 のような状態にしておいてください。このセッティングは、「何もしなくてもとにかく音が出るはず」の状態です。

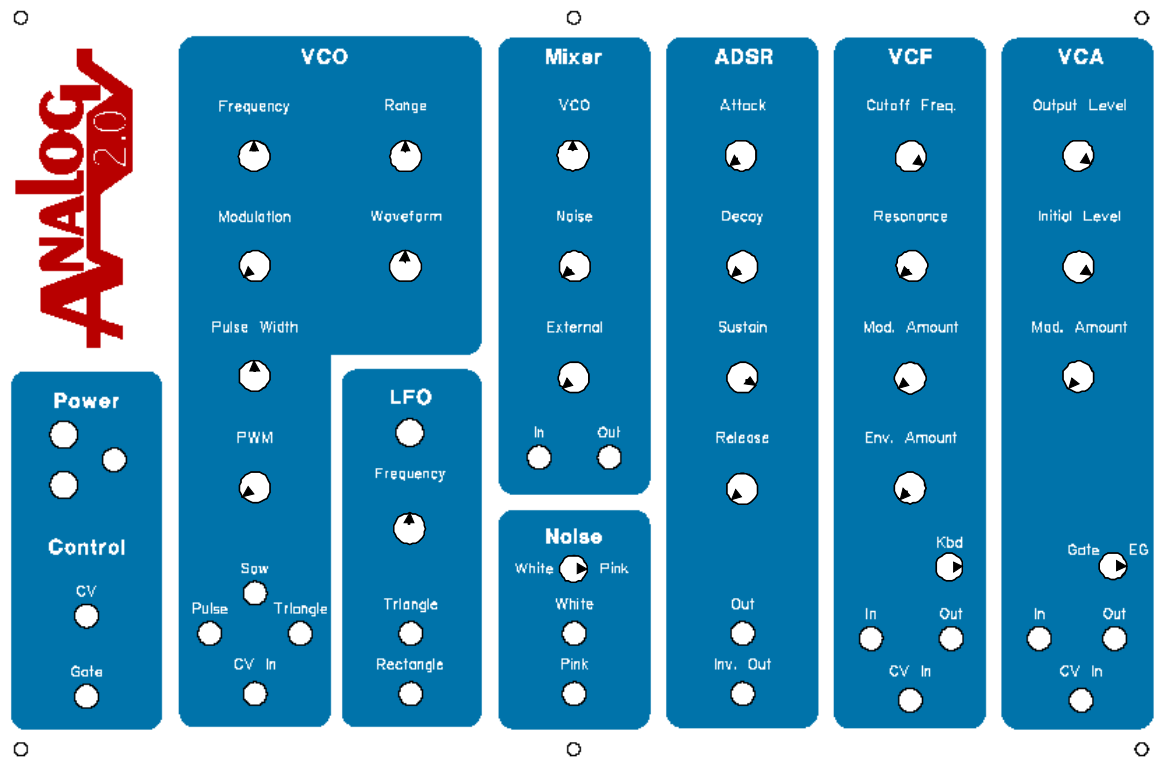


図 B-1 内部結線確認時の、パネルの初期状態

B.2. VCO の配線確認

まず、VCO が正しく配線されているかをチェックします。以下の手順で確認してゆきます。

1. 基板からの出力波形が正しく配線されているか
2. CV 入力まわりの配線を確認
3. PWM 入力部分を確認
4. ミキサとの接続部分を確認

B.2.1. 各波形出力のチェック

まずは、アンプつきスピーカを VCO パネルの SAW 出力ジャックにさしてください。発振音が聞こえるはずです。聞こえなければ、以下のように問題点を探します。

- VCO 基板から波形が出力されているかを確認します。VCO の SAW 出力にオシロスコープをあてて、波形が出力されているかを確認してください。
- 導通チェッカを使って、VCO 基板の SAW 出力と SAW ジャックの配線を確認してください。極性を間違えていないかどうかとも確認してください。

同じ要領で、VCO パネルの **Pulse** 出力および **Triangle** ジャックからも出力が取れることを確認します。

B.2.2. CV 入力チェック

VCO の各波形出力をチェックしたら、次に CV 入力側のチェックをします。以下の手順で行ってください。

1. アンプつきスピーカを **SAW** 出力に入れて、音が出ることを再確認します。
2. この状態で、パネルの **Modulation** つまみを上げて、VCO のピッチが波打つことを確認してください。波打っていない場合、以下の手順で問題点の切り分けをしてください。
 - まず、LFO から出力が出ているかどうかを確認する
 - 次に、LFO の **Triangle** 出力から VCO の **Mod In** の間の配線をチェックする。極性にも注意。
3. パッチケーブルで LFO の **Rectangle** 出力と VCO の CV 入力をつないで、ピッチのゆれが不連続になることを確認してください。

B.2.3. PWM の確認

モジュレーション入力の配線確認をしたら、PWM 入力の配線を確認します。以下の手順で行ってください。

1. オシロスコープを VCO の **Pulse** 出力につなぎ、パルス波、あるいは矩形波がモニタに表示されていることを確認します。
2. この状態で、パネルの **PWM** つまみを上げると、パルス幅が変動することを確認します。変動しない場合、LFO の **Triangle** 出力→VCO パネル の **PWM In** ジャック→VCO 基板の **PWM In** 端子の経路の配線を確認してください。
3. パッチケーブルで、LFO の **Rectangle** 出力と、VCO の **Mod In** 入力をつないで、パルス幅の変動が不連続になることを確認してください。

B.2.4. ミキサへの接続の確認

次に VCO とミキサ間の接続を確認します。以下の手順で確認を実施してください。

1. アンプつきスピーカをミキサの出力につないでください。
2. 現在、ミキサ出力からノコギリ波が出力されるように設定されています。ミキサ出力からノコギリ波が出ているかどうか確認してください。オシロスコープを使えば確実ですが、慣れていれば音を聴いても判断できます。音が出ていなければ、以下の手順で配線を確認してください。
 - ① VCO から波形は出ているか？
 - ② 波形切り替えのロータリースイッチは正しく配線されているか？
 - ③ 波形切り替えのロータリースイッチから、ミキサ入力ジャックの配線は正し

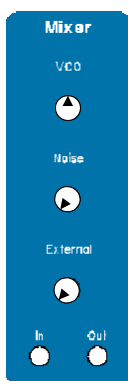
いか？

- ④ ミキサ入力ジャックからミキサ入力までの配線は正しいか？
 - ⑤ ミキサ出力からミキサ出力ジャックまでの配線は正しいか？
3. 波形切り替えスイッチを右に回して、三角波に切り替えます。ミキサ出力から三角波が出てくることを確認してください。出なければ、VCO の三角波出力から、波形切り替えスイッチの間の配線と信号をチェックしてください。
 4. 波形切り替えスイッチを左に回して、パルス波に切り替えます。ミキサ出力からパルス波が出てくることを確認してください。出なければ、VCO のパルス波出力から、波形切り替えスイッチの間の配線と信号をチェックしてください。

以上で、VCO まわりの配線のチェックは完了です。

B.3. ミキサの配線確認

次に、ミキサの配線を確認します。



確認の初期状態では、左図のように、VCO 入力があがっています。この状態で、すでに VCO からの入力の動作確認は完了しています。3 系統ある入力の残りの 2 系統を順次確認してゆきます。

B.3.1. ノイズ入力の確認



VCO のレベルを下げて、ノイズのレベルを上げます。ミキサ出力からノイズが出てくれば OK です。

ノイズが出ない場合、ノイズ・ジェネレータ基板の **white** 出力→ノイズ種類切り替えスイッチの順番で、配線が正しいか確認を行ってください。

B.3.2. 外部入力の確認



VCO の出力ジャックからパッチケーブルをひいて、ミキサの入力端子につなぎます。External のつまみだけレベルを上げて、VCO 出力が得られれば OK です。

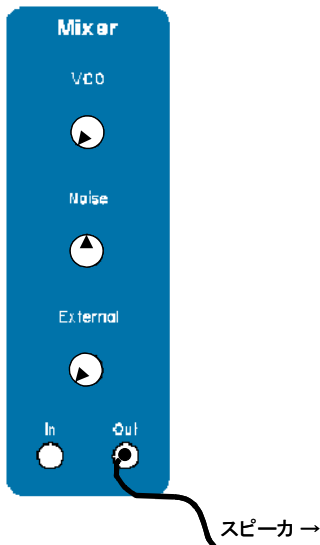
出力が来ない場合、ミキサの外部入力ジャックからミキサまでの配線が正しいかを確認してください。

これでミキサまわりの配線確認は完了です。

B.4. ノイズ・ジェネレータの配線確認

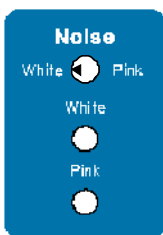
すでにミキサの配線確認で一部確認が完了していますが、引き続きノイズ・ジェネレータの配線確認をします。

ノイズ・ジェネレータの確認は、以下の手順で行います。



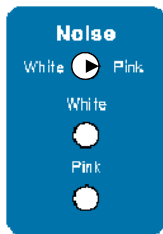
- ホワイトノイズの内部配線を再確認
- ピンクノイズの内部配線を確認
- ホワイトノイズ出力ジャックを確認
- ピンクノイズ出力ジャックを確認

B.4.1. ミキサへの接続の確認



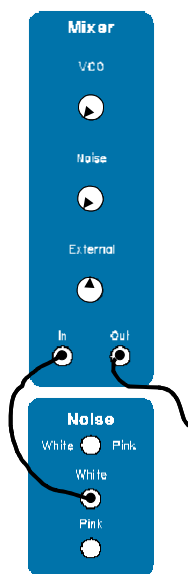
まずは、ミキサのつまみを、ノイズだけが出力するように設定して、出力をスピーカにつなぎます。この状態で、上図のように、ノイズ・ジェネレータのスイッチを White 側に倒します。ここはすでに確認済みですがスピーカからホワイトノイズが出れば OK です。

B.4.2. ピンクノイズ内部配線の確認



ノイズ・ジェネレータのスイッチを **Pink** 側に倒します。音がピンクノイズに切り替われば OK です。ピンクノイズは、ホワイトノイズよりも低くて重い音です。

B.4.3. ホワイトノイズ出力の確認



ミキサへの配線の確認が完了したら、出力ジャックの配線を確認します。

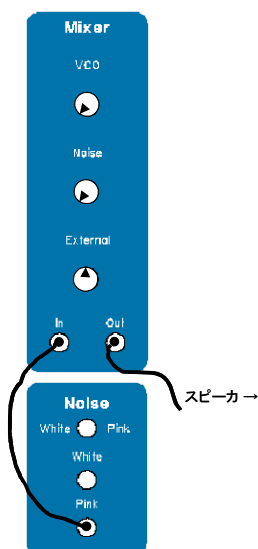
まず、ミキサのノイズのレベルを下げ、**External** のレベルを上げてください。

パッチケーブルで、ノイズ・ジェネレータの **White** 出力とミキサの入力をつなぎます。

この状態で、スピーカからホワイトノイズの音が出れば正常です。

うまく音が出ない場合は、ノイズ・ジェネレータ基板の **White** 出力と **White** ジャック間の配線を調べてください。

B.4.4. ピンクノイズ出力の確認



パッチケーブルのノイズ・ジェネレータ側を、**White** から **Pink** につなが変えます。

この状態で、スピーカからピンクノイズが出れば正常です。

うまく音が出ない場合は、ノイズ・ジェネレータ基板の **Pink** 出力と **Pink** ジャック間の配線を調べてください。

これで、ノイズ・ジェネレータまわりの配線は確認しました。

B.5. VCF の配線確認

VCF は今回製作するモジュールなので、配線確認だけでなく、モジュール自体の動作確認や調整も必要です。VCF については本文のセクション 2.7 を見て行ってください。2.7 の確認作業が終了したらまたこちらに戻ってきて確認作業を続けてください。

B.6. VCA の配線確認

続いて、VCA の配線確認です。作業は以下の順序で行います。

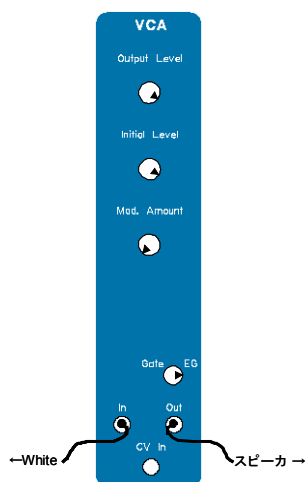
1. モジュール内を音信号が通るかどうかを確認
2. 外部音信号入力ジャックから信号を入力できるか確認
3. モジュレーションの確認
4. 外部モジュレーション入力ジャックから信号を入力できるか確認
5. エンベロープ・ジェネレータまわりの配線を確認

B.6.1. 音信号の導通確認

最初に、音信号の通り道が正しく配線されているかを確認します。まずは、パネルの設定を 図 B-1 の初期状態に戻してください。この状態で、VCA の Out 端子にアンプつきスピーカをつないでください。スピーカから音が聞こえれば OK です。聞こえない場合、以下の順序で問題点を探してください。

- ① VCF 基板の Out 端子から信号は出ているか？
- ② VCA の In ジャックまで信号は届いているか？
- ③ VCA 基板の Audio In 端子に信号は届いているか？接続の極性は正しいか？
- ④ VCA 基板の Audio Out 端子から信号は出ているか？
- ⑤ VCA の Out ジャックまでの配線は正しいか？

B.6.2. 外部音入力の確認

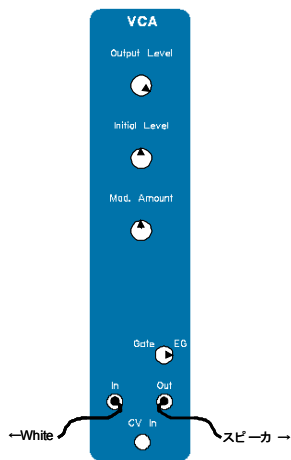


次に、In ジャックが正しく働くかチェックします。

左図のように、VCA In ジャックとノイズ・ジェネレータの White 出力を接続します。スピーカからホワイトノイズの音が聞こえてくれば正常です。

聞こえない場合には、VCF から VCA までの配線をもう一度確認してください。

B.6.3. モジュレーションの確認

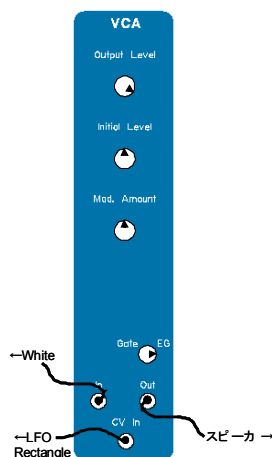


音信号経路の確認ができれば、次にモジュレーションの配線を確認します。VCA ツマミの位置を左図のように動かします。

この状態で、スピーカから、音量の波うったホワイトノイズが聞こえてくれば正常です。波打たない場合、以下のチェックを行い、問題点を見つけてください。

- ① LFO 基板の Triangle 出力が、CV In のジャックのところまできているか？
- ② CV In ジャックまわりの配線は正しいか？
- ③ CV In ジャックからの信号は VCA 基板の Audio In 端子まで届いているか？端子への接続の極性は正しいか？

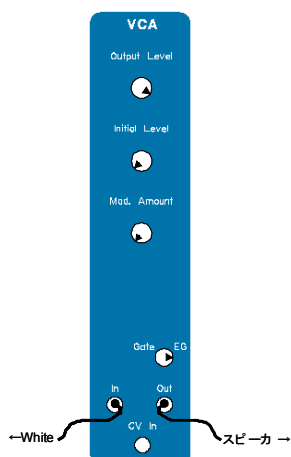
B.6.4. 外部モジュレーション入力の確認



さらに、CV In ジャックが正しく使えるかを確認します。

パッチケーブルをもう一本使って、LFO の Rectangle 出力と VCA の CV In を接続します。この状態で、スピーカから聞こえるノイズの音量が、不連続に波打っていたら OK です。おかしかったら、CV In ジャックまわりの配線をチェックしてください。

B.6.5. エンベロープ・ジェネレータまわりの確認

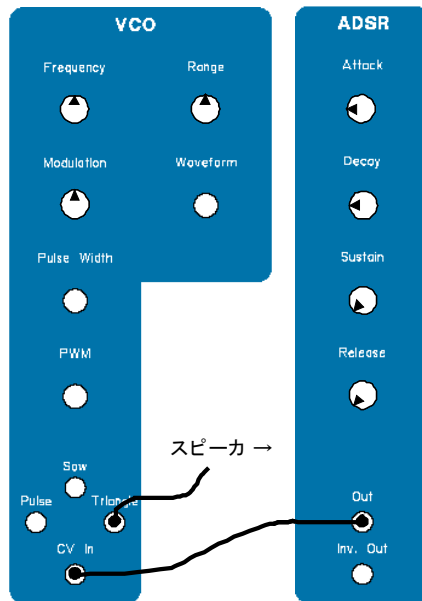


VCA 確認作業の最後に、エンベロープ・ジェネレータまわりの配線のチェックを行います。CV In に入っていたパッチケーブルを抜いて、Initial Level と Mod. Amount のレベルを最小に落とします。この状態では、音が出ていないはずですが。

ここで、何かゲート信号をシステムに入れてください。MInI Board を使うと便利です。ゲート信号を入れると、スピーカから音が出るはずですが。出ない場合には、Gate/EG 切り替えスイッチまわりの配線をチェックしてください。

次に、スイッチを Gate 側に倒します。この状態で、Gate に応じた音出力が聞こえれば OK です。

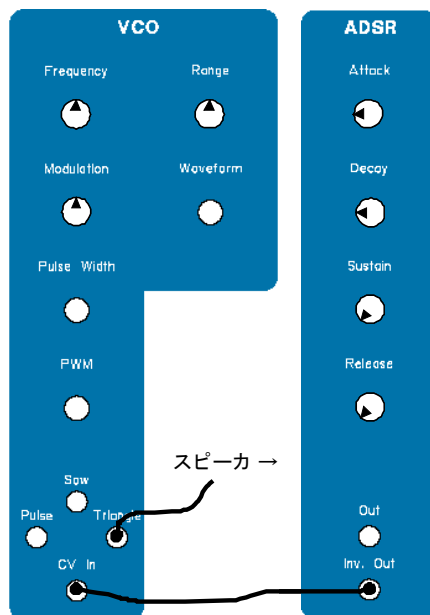
B.7. エンベロープ・ジェネレータの配線確認



ここまでの作業で、エンベロープ・ジェネレータの内部配線は確認できています。最後に少しだけ、エンベロープ出力ジャックの配線だけ残っています。あとひとがんばり、チェックしてしまいましょう。

確認には、VCO と EG だけ使います。左図のようにパッチとツマミをセットしてください。この作業と関係なくどうセットしても良いツマミは白くしてあります。

この状態で、ゲート信号を入れます。EG のパターンにつれてピッチが上がれば正常です。上がらなければ、EG 出力と Out ジャックの間の配線をチェックしてください。



最後に、エンベロープ反転出力ジャックの確認を行います。パッチを左図のようにつなぎ変えてください。ゲートを入れて、EG のパターンにつれてピッチが下がれば正常です。下がらなければ、EG Inv. Out ジャックの配線をチェックしてください。

以上で、Analog2.0 システムの配線確認は完了です