



ANALOG 2.0 ドキュメンテーション

Vol. 5

VCA の製作



バージョン: 3.0

作成日: 2011 年 2 月 26 日

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 VCA 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.4 ノイズジェネレータとミキサの製作

更新履歴

バージョン	日付	変更内容
2.0	2009/11/19	Analog2.0 ドキュメントバージョン 2.0 - 回路設計を見直し。 - それにあわせてドキュメントを改訂。
2.1	2009/12/30	パーツリストを修正。SW1 トグルスイッチを基板内部品リストから基板外へ移動。
2.2	2010/03/22	用語を修正 カーボン抵抗 → 抵抗器
3	2011/02/26	回路を再設計。回路図・パーツリスト・配線図を更新。

2. VCA モジュールの製作

2.1. 製作の流れ

モジュール製作の流れは、vol.4 で解説したノイズジェネレータ・ミキサ回路の製作順序と同様です。

- 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

2.3 以降のセクションで、この製作の流れをステップごとに解説します。

2.2. 製作するモジュールの概要

機能

この記事では、VCA モジュールを製作します。

VCA (Voltage Controlled Amplifier) は、電圧制御増幅器と訳されます。図 2-のように、音信号の入出力および制御電圧 (CV, Control Voltage) の入力を持ちます。入力信号を増幅した波形が出力されますが、その増幅率は、CV によって制御することができます。CV の電圧と増幅率の関係は、通常は比例関係か指数関数の関係なのが一般的です。Analog2.0 の VCA は比例関係です。

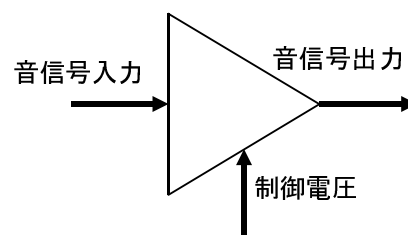


図 2- VCA の概念図

システム内での位置づけ

図 2-に、Analog2.0 製作システムの構成の中での VCA の位置づけを示します。VCA は、Analog2.0 の最終段に置かれる音加工モジュールで、出力される音量に起伏を与える役割を担っています。入力として、VCF からフィルタリングされた音信号を受け取ります。CV は、以下の複数の入力を受け付け、加算された結果で増幅率を制御します。

- エンベロープジェネレータからの包絡信号、またはゲート信号
- LFO からのモジュレーション信号
- 固定の CV (持続音を出すときに使う)

VCA と接続するエンベロープジェネレータ、LFO モジュールはまだ製作されていないため、この製作記事では未接続とします。また、音信号の供給先の VCF も製作されていないので、動作確認のため、VCF を製作するまではミキサー出力を VCA に直接接続することにします。

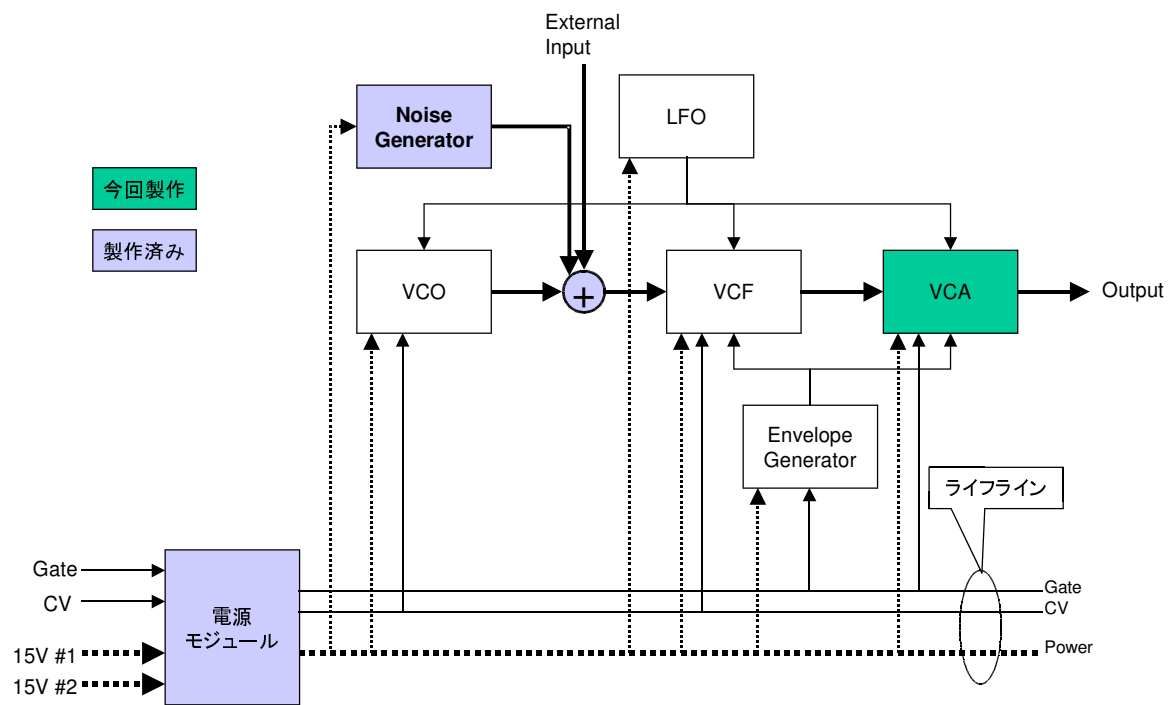


図 2- VCA の位置づけ

パネルの中では、VCA は図 2-のように位置づけられています。

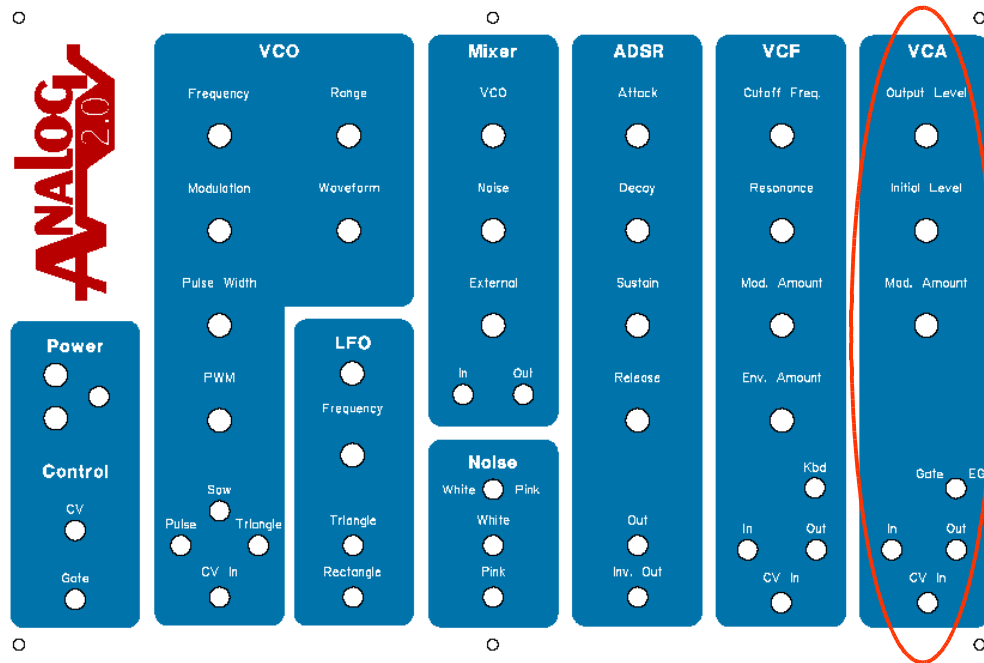


図 2- パネル中での位置づけ

仕様

VCA の仕様は以下のとおりです。

- 最大入出力信号レベル : $\pm 10V$
- CV レベル : $10V$ ($10V$ で最大出力)
- ゲイン/CV : 0.1 倍/CV リニア
- CV 入力系統 :
 - ✓ エンベロープジェネレータ/Gate (スイッチ切り替え)
 - ✓ LFO / 外部入力
 - ✓ イニシャル (固定)

回路

製作する電源回路の回路図は図 2- のとおりです。

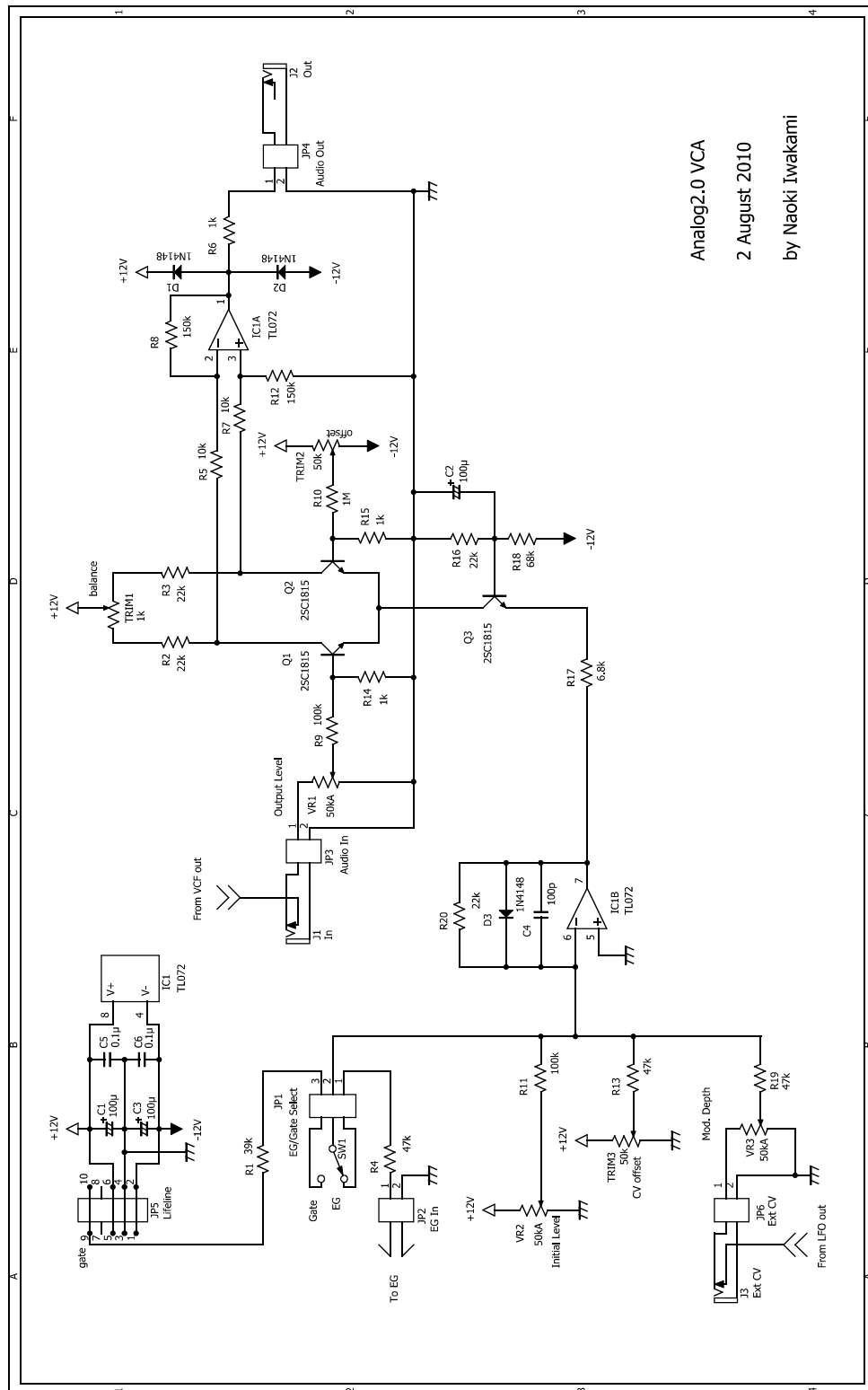


図 2- VCA モジュールの回路図

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-: VCA の製作に必要な部品(基板内)

部品番号	デバイス名	値	備考
C1	電解コンデンサ	100 μ F 25V	
C2	電解コンデンサ	100 μ F 25V	
C3	電解コンデンサ	100 μ F 25V	
C4	セラミックコンデンサ	100pF	
C5	積層セラミックコンデンサ	0.1 μ F	
C6	積層セラミックコンデンサ	0.1 μ F	
D1	ダイオード	1N4148	
D2	ダイオード	1N4148	
D3	ダイオード	1N4148	
IC1	オペアンプ	TL072	
JP1	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	3P EG/Gate Select	
JP2	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	2P	EG In
JP3	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	2P	Audio In
JP4	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	2P	Audio Out
JP5	ボックスピンヘッダ 2.5mm ピッチ	2x5P L 字型	ライフライン
JP6	ピンヘッダ 2.5mm ピッチ	2P	Ext CV
Q1	トランジスタ	2SC1815	
Q2	トランジスタ	2SC1815	
Q3	トランジスタ	2SC1815	
R1	抵抗器	39k Ω	
R2	抵抗器	22k Ω	
R3	抵抗器	22k Ω	
R4	抵抗器	47k Ω	

R5	抵抗器	10k Ω	
R6	抵抗器	1k Ω	
R7	抵抗器	10k Ω	
R8	抵抗器	150k Ω	
R9	抵抗器	100k Ω	
R10	抵抗器	1M Ω	
R11	抵抗器	100k Ω	
R12	抵抗器	150k Ω	
R13	抵抗器	47k Ω	
R14	抵抗器	1k Ω	
R15	抵抗器	1k Ω	
R16	抵抗器	22k Ω	
R17	抵抗器	6.8k Ω	
R18	抵抗器	68k Ω	
R19	抵抗器	47k Ω	
R20	抵抗器	22k Ω	
TRIM1	半固定抵抗	1k Ω	
TRIM2	半固定抵抗	50k Ω	
TRIM3	半固定抵抗	50k Ω	
VR1	可変抵抗	50k Ω A	基板垂直じか付け 2.5mm ピッチ
VR2	可変抵抗	50k Ω A	基板垂直じか付け 2.5mm ピッチ
VR3	可変抵抗	50k Ω A	基板垂直じか付け 2.5mm ピッチ

表 2-: VCA 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 ミニジャック		In
J2	3.5mm ミニジャック		Out
J3	3.5mm ミニジャック		Ext CV
SW1	3P トグルスイッチ		EG/Gate Select

2.4. 基板の製作

図 2-は、VCA 基板の配線図です。四角いランドをどうしをつないでいる線はジャンパ線です。

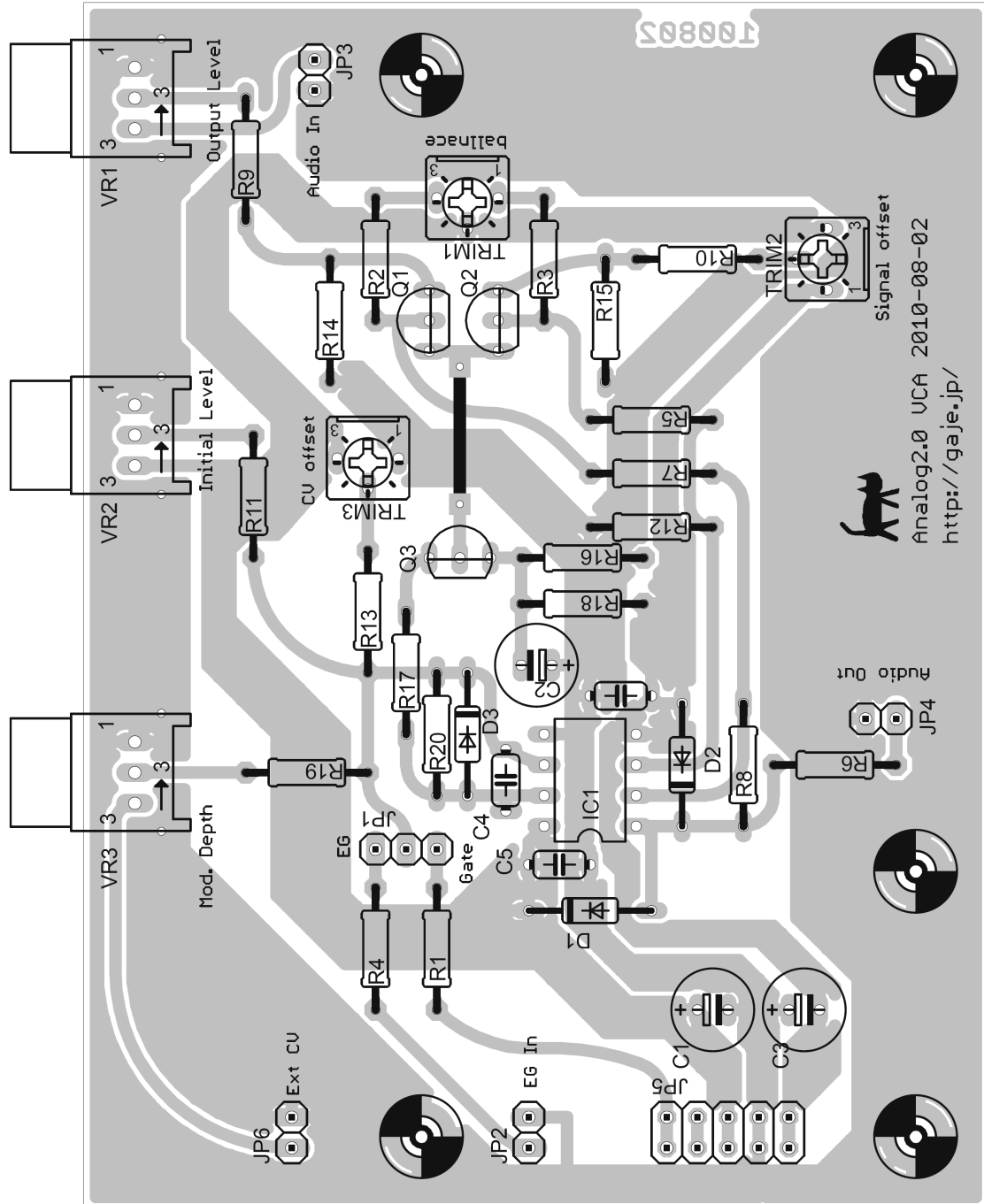


図 2- VCA 基板の配線図

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-のように、ピンヘッダと、スイッチ・ミニジャックをリード線でつなぎます EG 出力・LFO 出力と書かれているところには、それぞれエンベロープジェネレータ、LFO の出力をつなぎますが、どちらもまだ製作していないのでまずは未接続の状態にしておいてください。

オーディオ信号入力先の J1 → VCF については、VCF もまだ製作していませんが、調整のため何らかの音信号を入力する必要があるので、暫定的にミキサ出力を接続してください。図 2-の実体配線図では、接続を見やすくするためにあえて大きくリード線を取り回していますが、実際の配線ではできるだけリード線がコンパクトになるように心がけてください。図 2-の写真は、基板をパネルに実装したところの例です。図 2-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。

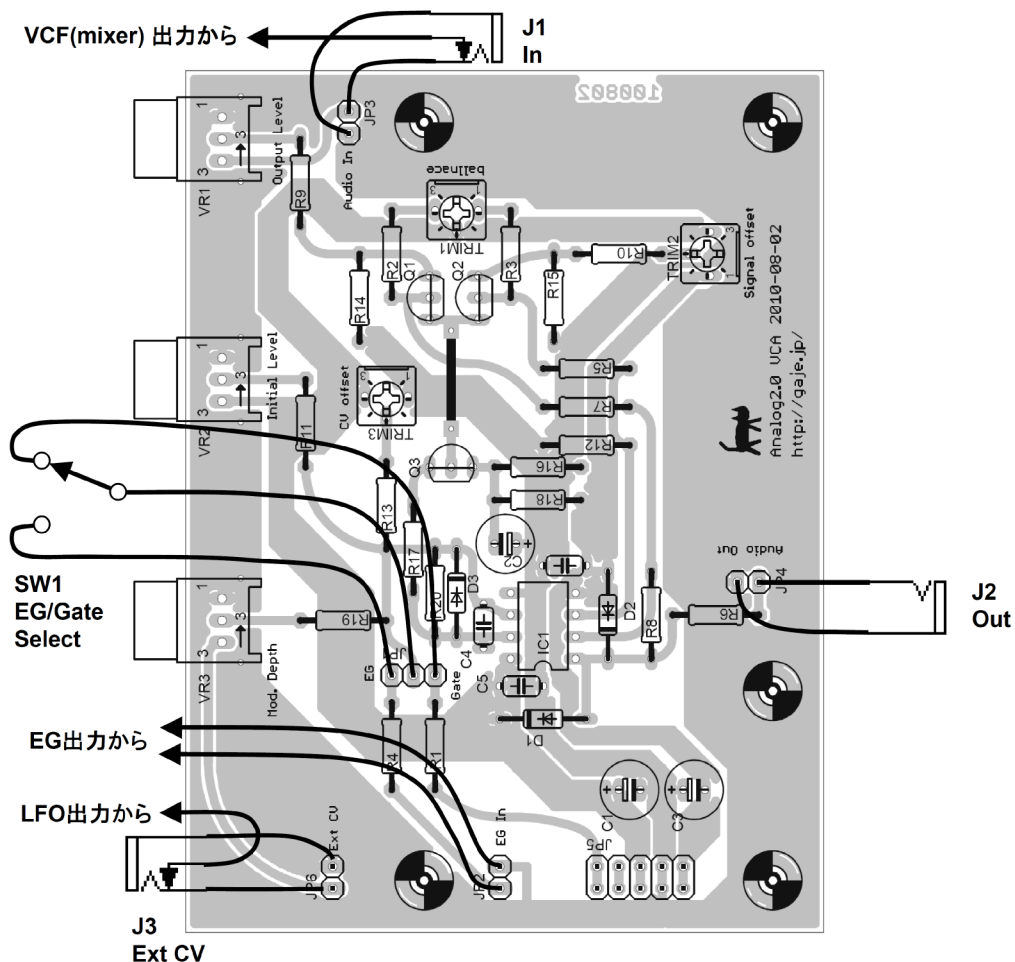


図 2-パネル部品の配線

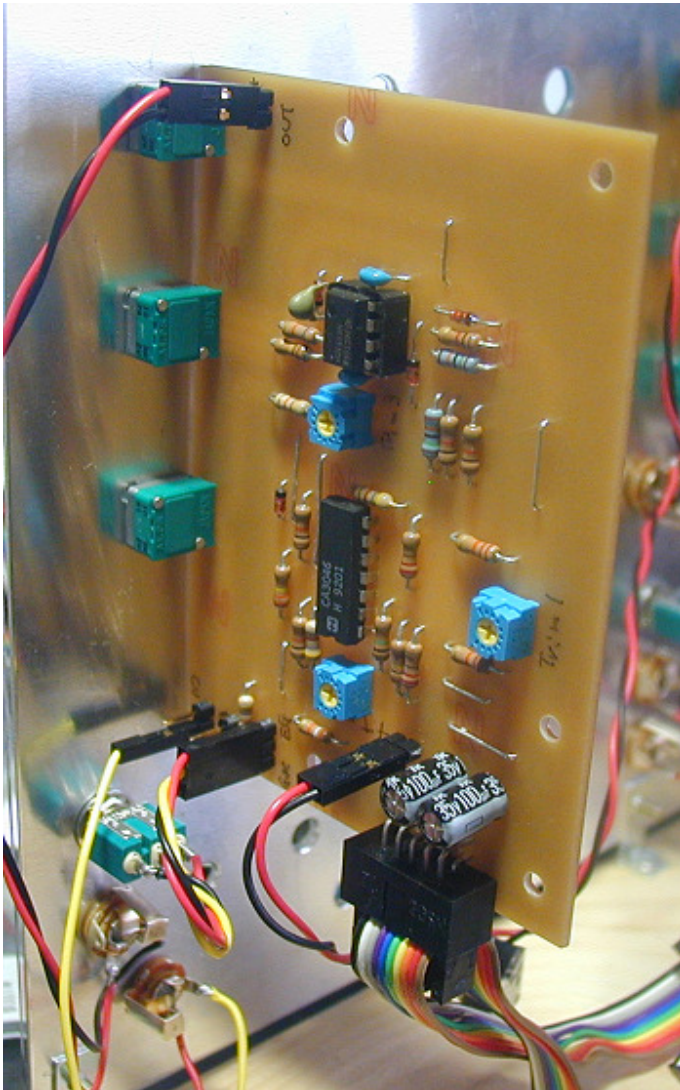


図 2-パネルへの実装例（裏側）



図 2-パネルへの実装例（表側）

2.6. 基板の配線確認

ここまでで、VCA モジュールの組み立ては完了です。すぐ動かしてみたいところですが、まだ電源投入しないでください。電源投入をする前に必ず配線確認を行います。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を確認してください。

- [] 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ーンが、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。

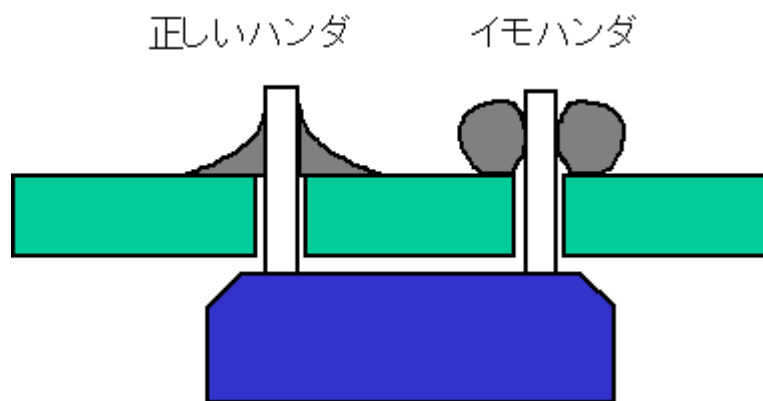


図 2-正しいハンダとイモハンダ

2.7. 動作確認と調整

では、いよいよ動作確認です。ついでに調整もしてしまいましょう。今回の調整箇所は三箇所です。

電源を投入する前に、以下の準備をしてください。

- 今回の調整に必要な以下の道具をそろえてください。
 - テスター （デジタル式が望ましい）
 - オシロスコープ （ソフトウェアオシロスコープでも可）
 - モニタ用スピーカ・アンプ
- 基板がパネルに固定されていることを確認してください。
- 電源スイッチが切れていることを確認し、電源モジュールからのびているライフライン

ケーブルの端子を VCA モジュールに接続します。

- 2 個の AC アダプタを電源の DC 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. TRIM1, TRIM2, TRIM3 を真ん中の位置にセットする。
2. Output ボリュームを最大、Initial ボリュームを最大、ミキサの Noise ボリュームを最大にする。
3. 出力にモニタスピーカをつなぎ、音が出ていることを確認する。
4. Initial ボリュームを最小に絞り、音量が小さくなることを確認する。

この確認が問題なければ、ひとまずモジュールは動いています。

次に以下の手順で調整を行います。

[出力バランス調整]

1. TRIM1, TRIM2, TRIM3 が真ん中の位置にセットされていることを確認する。
2. Output ボリュームを最大、Initial ボリュームを最小、ミキサの全てのボリュームを最小にする。
3. テスターを、電圧測定モードにセットし、VCA 出力 JP3 の両端子にあてる。電圧測定のレンジは、1-2V 程度にする。
4. テスターで測定した電圧が 0V になるように、TRIM1 を調整する。
5. Initial ボリュームを最大にする。
6. テスターの測定値が 0V から動いたら、0V になるように、TRIM2 を調整する。
7. Initial ボリュームを最小にする。
8. Initial ボリュームを動かしても出力が 0V を維持するようになるまでステップ 4-8 を繰り返す。

[CV オフセット調整]

9. JP3 につないでいるテスターを外し、かわりにオシロスコープを接続する。
 10. Initial ボリュームを最小、ミキサの Noise ボリュームを最大にする。正しくセットアップされていれば、オシロスコープにノイズの波形が現れる。
 11. オシロスコープの波形を見ながら TRIM3 を調整し、Initial ボリュームを最小にすると出力が止まり、回し始めると出力が出始めるようにする。
- ここまでできたら、VCA モジュールの製作は完了です。おめでとうございます。