

DIGITAL AUDIO SIGNAL CONDITIONER V2.0 基板

キット作成マニュアル

本基板の使用により、どのような環境においても、必ず音質の向上が得られるという保証はございません。その点をご理解の上でご利用下さい。

オシロスコープが無ければ完成させられないということはありませんが、有ったほうが確実に、しかも早く完成させることが出来ます。お持ちでなければ、周波数を測定できるテスターがあると便利です。それもなければ完成させることが出来ないかということ、ハンダ付けの技術が素晴らしければ可能だと思います。購入を検討される方は、ご自身のハンダ付けの腕や、所有している測定器などを十分に考慮して下さい。

本キットは、部品の大多数が表面実装のものです。熱に弱いものがあったり、チップの抵抗やコンデンサは 1.6mm x 0.8mm というような小さいものもあります。また、最も重要な IC である LMK04805B は、ハンダ付けをする時の位置決めがとても難しいです。表面実装の部品のハンダ付けに慣れている方以外は、購入されないことをお勧めします。

キット作成中に、感電や火傷など電子工作で発生しがちな怪我をしたり、火災などを起こさないよう、十分に安全に配慮をした上で作業をお願いします。

【概要】

Digital Audio Signal Conditioner V2.0 基板のキットを製作するための資料です。

この基板に実装する部品の殆どが表面実装のものです。1608 サイズの抵抗やチップコンデンサ、熱に弱い ECPU・ECHU・PMLCAP といったフィルムコンデンサなどが使用されており、部品点数も多いです。また、Si5317 もハンダ付けはやや難しいですが、LMK04805B はさらにピンの位置が不明瞭で、位置決めがとても難しいものです。

このキットを完成させるには豊かな経験と、自分で判断し解決できるスキルを必要とします。

音屋とらためでは、部品の実装方法については、このドキュメント以外では説明いたしません。全ての部品を取り付けた後の確認方法や、トラブルシューティングに関しましては、音屋とらための Web サイトに公開しておりますので、参考にして下さい。

キットを受け取った後に、ご自身で完成させることが出来ないと判断された場合は、部品が全く実装されていない状態であれば、音屋とらためが有料（完成品との差額）にて完成させてお渡しすることが出来ます。

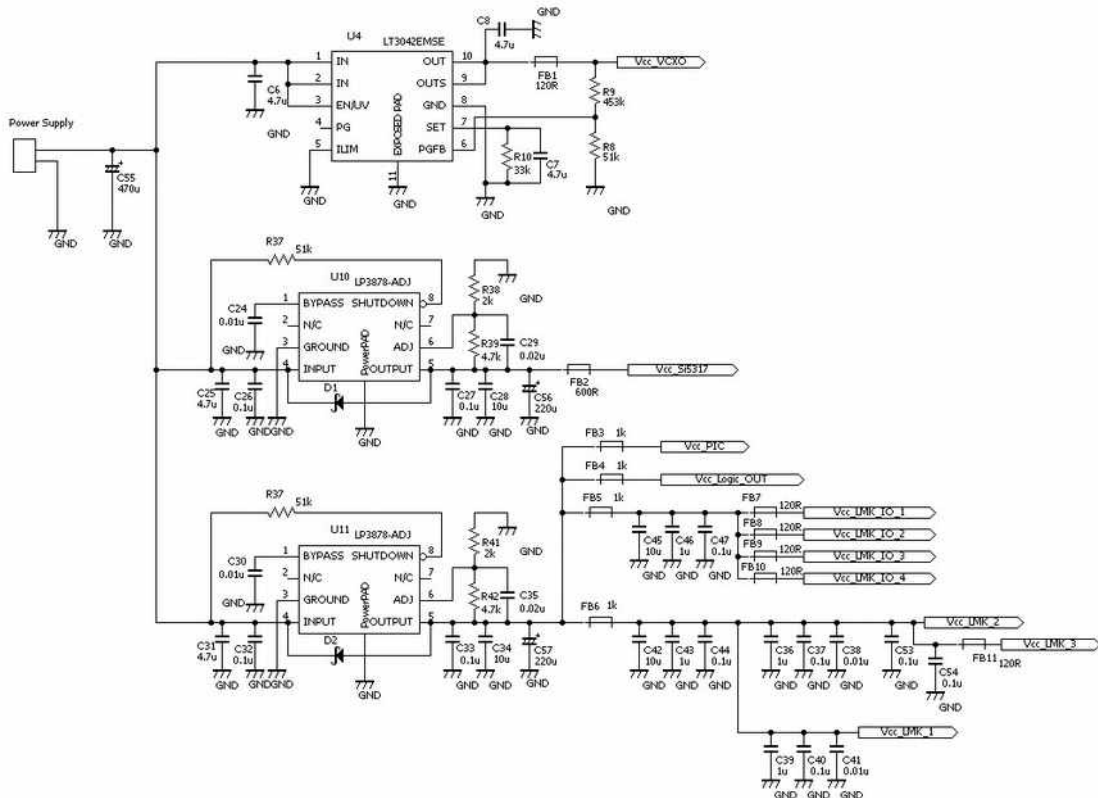
かなり難易度の高い基板ですので、腕に自身のある方に限定のキットとさせていただきます。

【お願い】

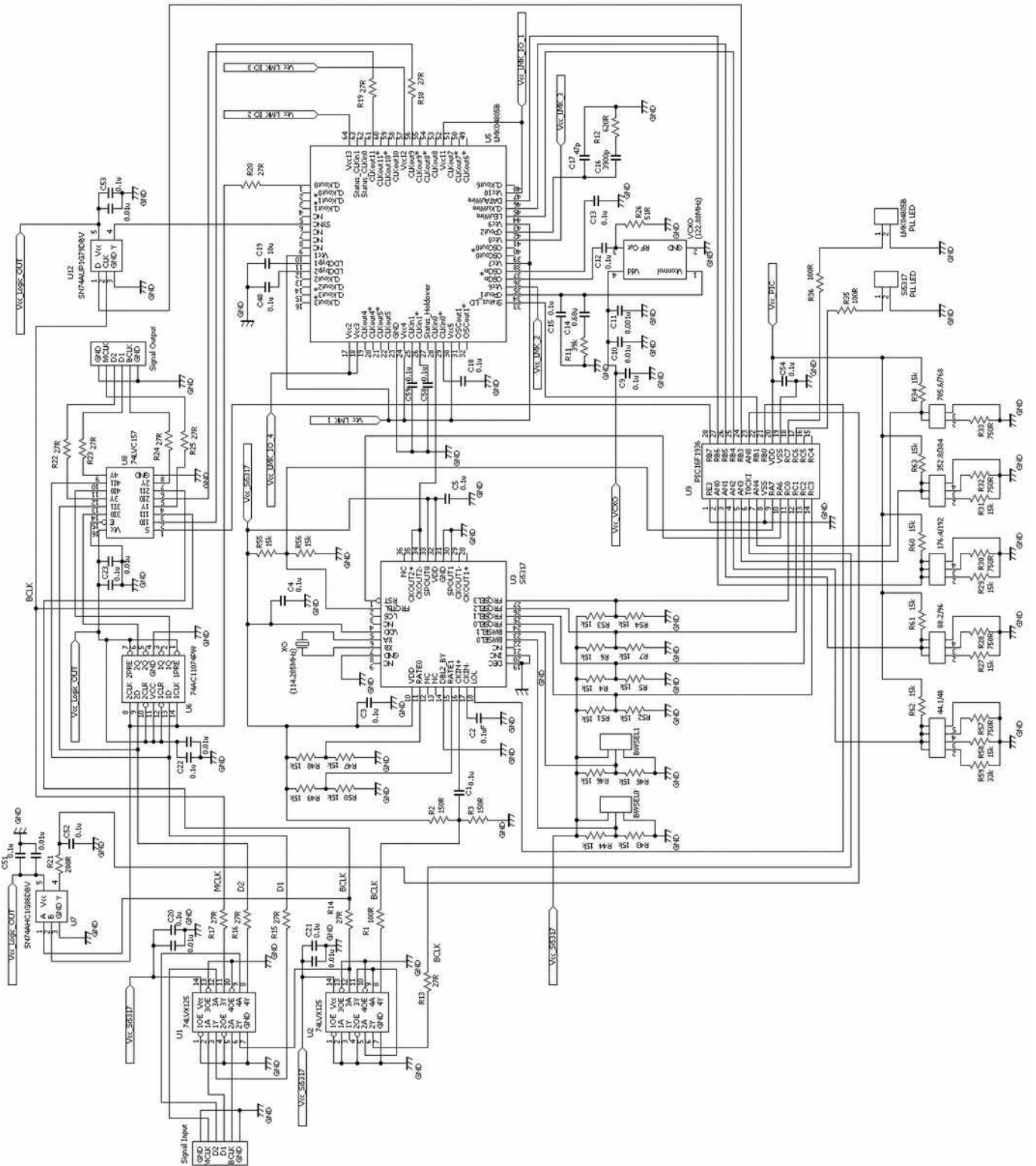
- キットの到着後、作業にとりかかる前に部品に不足がないかを確認して下さい。ご連絡をいただければ、不足分を郵送いたします。
- 作業開始後に部品を紛失した場合は、手持ちの部品があればお譲りすることが出来ますので、お問い合わせください。小さい部品が多いため、皿（トレイ）に部品を出すようにすると、紛失しにくくなります。ぜひ実行して下さい。もしも床やカーペットの上に落としてしまった場合、そこから目視で探すことは至難の業です。その場合、粘着テープを利用したローラークリーナーの使用が有効です。落とした辺よりも広い範囲（だいが遠くまで転がる可能性があります）を、ローラークリーナーで掃除を兼ねてコロコロしてみてください。そしてローラークリーナーの粘着テープの部分をよく見てみると、小さな部品がついているのを見つけることが出来ます。
- 部品を小分けしている袋は、資源の有効利用の観点から再利用しています。他の部品のシールなどがついていますが、その上からこちらで新しいシールを重ねて貼っています。

【回路図】

(1) 電源部の回路図：R8 と R9 の表記に誤りがあり修正しました (2017/2/11)



(2) 信号・制御系の回路図



【部品表】

本キットを製作するために
必要な部品で、全て付属しています。

部品			個数
セラミックコンデンサ			
47pF	C17	PLL, C0G, 1608	1
3900pF	C16	PLL, C0G, 1608	1
0.02uF	C29, C35	X7R, 2012	2
0.01uF	C20, C21, C22, C23, C51, C53 ※1	X7R, 1608	6
0.1uF	C20, C21, C22, C23, C26, C27, C32, C33, C51, C53, C54, C58, C59	X7R, 1608	13
0.1uF	C15	C0G, 2012	1
4.7uF	C7	X7R, 1608	1
4.7uF	C6, C8, C25, C31	X7R, 2012	4
10uF	C28, C34	X7R, 2012	2
フィルムコンデンサ			
0.001uF/50V	C11	ECHU	1
0.01uF/16V	C10, C24, C30, C38, C41	ECHU	5
0.1uF/16V	C1, C2, C3, C4, C5, C9, C12, C13, C18, C37, C40, C44, C47, C48, C49, C50, C52	ECPU	17
0.68uF/16V	C14	PLL, ECPU	1
1uF/16V	C36, C39, C43, C46	ECPU	4
10uF/16V	C19, C42, C45	PMLCAP	3
電解コンデンサ			
220uF/16V	C56, C57	SEPC	2
470uF/16V	C55	SEPC	1
抵抗			
27Ω	R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R22, R23, R24, R25	1608	12
51Ω	R26	1608	1
100Ω	R1, R35, R36	1608	3
150Ω	R2, R3	1608	2
200Ω	R21	1608	1
620Ω	R12	0.1%, 1608	1
750Ω	R28, R30, R32, R33, R57	1608	5
2kΩ	R38, R41	1608	2
4.7kΩ	R39, R42	1608	2
15kΩ	R4 - R7, R27, R29, R31, R34, R43 - R56, R58, R60 - R63	1608	27
33kΩ	R10, R59	1608	2
39kΩ	R11	0.1%, 1608	1
51kΩ	R8, R37, R40	1608	3
453k	R9	1608	1
フェライトビーズ			
120Ω	FB1, FB7 - FB11	1608, BLM18AG121SN1D	6
600Ω	FB2	2012	1
1000Ω	FB3 - FB6	1608, BLM18HE102SN1D	4

※1: 0.01uFのセラミックコンデンサ用のパターンは無いので、基板上のシルク表示はパラレルで接続する0.1uFのシルク表示を使用しています。

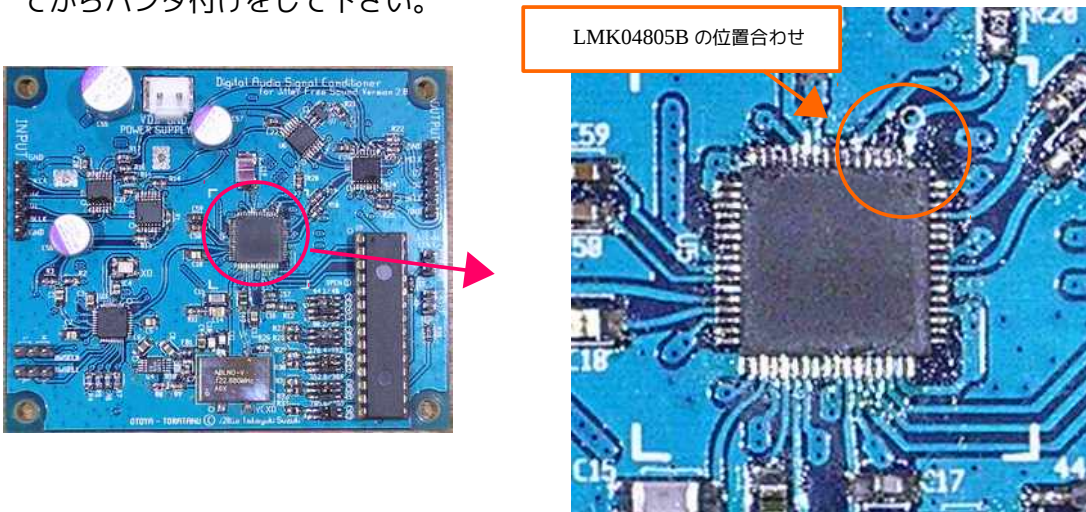
部品			個数
IC			
LMK04805B	U5		1
Si5317	U3		1
74LVX125MTC	U1, U2	TSSOP	2
74AC11074PWR	U6	TSSOP	1
74LVC157APW	U8	TSSOP	1
SN74AHC1G86DBV	U7	SOT-23	1
PIC16F1936-I/SP	U9	DIP	1
LT3042EMSE	U4	MSOP	1
LP3878MRX-ADJ	U10, U11	SO	2
SN74AUP1G79DBVR	U12	SOT-23	1
発振器			
ABLNO-V-122.88 or CVHD-950-122.88	VCXO	VCXO	1
ABM8-166-114.285	XO	XO	1
ダイオード			
SBD	D1, D2	CRS04など	2
ピンヘッド			
1x2		2.54ピッチ	2
1x3		2.54ピッチ	2
1x6		2.54ピッチ	2
2x2		1.27ピッチ	1
2x3		1.27ピッチ	3
2x4		1.27ピッチ	1
短絡ジャンパー			
1.27ピッチ			5
2.54ピッチ			2
ICソケット			
28P			1
端子台			
2P		XW4E-02C1-V1	1
放熱器			
APF19-19-13CB			1
基板			
4層新規作成			1

【実装順序】

電子工作をする場合は、部品の実装の順番が大切です。ここでは、音屋とらためで行っている実装順を説明します。IC の位置合わせは、シルクの丸印がピン番号 1 の位置です。

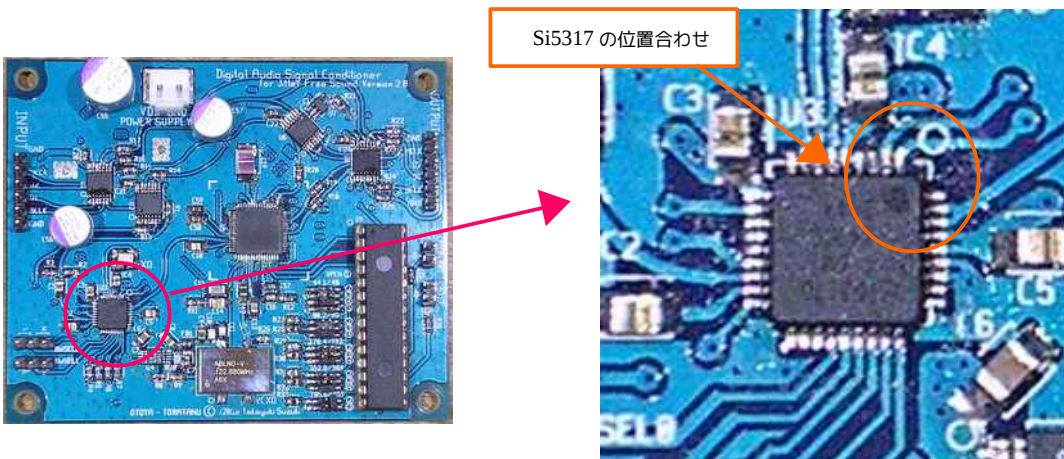
1. LMK04805B の実装

最も難しい LMK04805B を最初に実装します。他に何もついていないほうが、基板がぐらついたりせず、位置決めがしやすいからです。LMK04805B は Si5317 と違って、上から見ても全くピンの位置はわかりません。横から虫眼鏡で見て、かろうじて黒い樹脂の部分と、金属のようなやや色の異なる部分があることがわかります。Si5317 のように銀色の金属のピンではありませんので、要注意です。シルクを信用して置いてハンダ付けをすると失敗します。かならず、基板のパッド（ランド）と、LMK04805B のサイドにある金属のような部分の位置を正確に合わせる必要があります。それを 4 面全て完全に合わせたと判断したら、1 面だけハンダ付けします。1 面ハンダ付けすれば LMK04805B は動かなくなりますから、基板を手に持って、虫眼鏡で位置のズレがないかを 4 方向全てで確認します。問題があれば、この段階であれば比較的容易に取り外せますので、いったん取り外して、基板をクリーニングし再度挑戦して下さい。問題が無ければ、残りの 3 面をハンダ付けします。再度確認後、基板を裏返して、IC 裏面のパッドを穴を通して、しっかりとハンダ付けします。もし途中で、IC の位置のズレが大きく、取り外さなければいけない状況だと判断したとしても、4 面のハンダ付けまでしてしまうと、外すことは難しいです。加熱すればもちろん取れますが、プリント基板のパターンが微細なため、パターンを壊してしまう可能性が高いです。とにかく、どれだけ時間がかかっても、正確に位置決めをしてからハンダ付けをして下さい。



2. Si5317 の実装

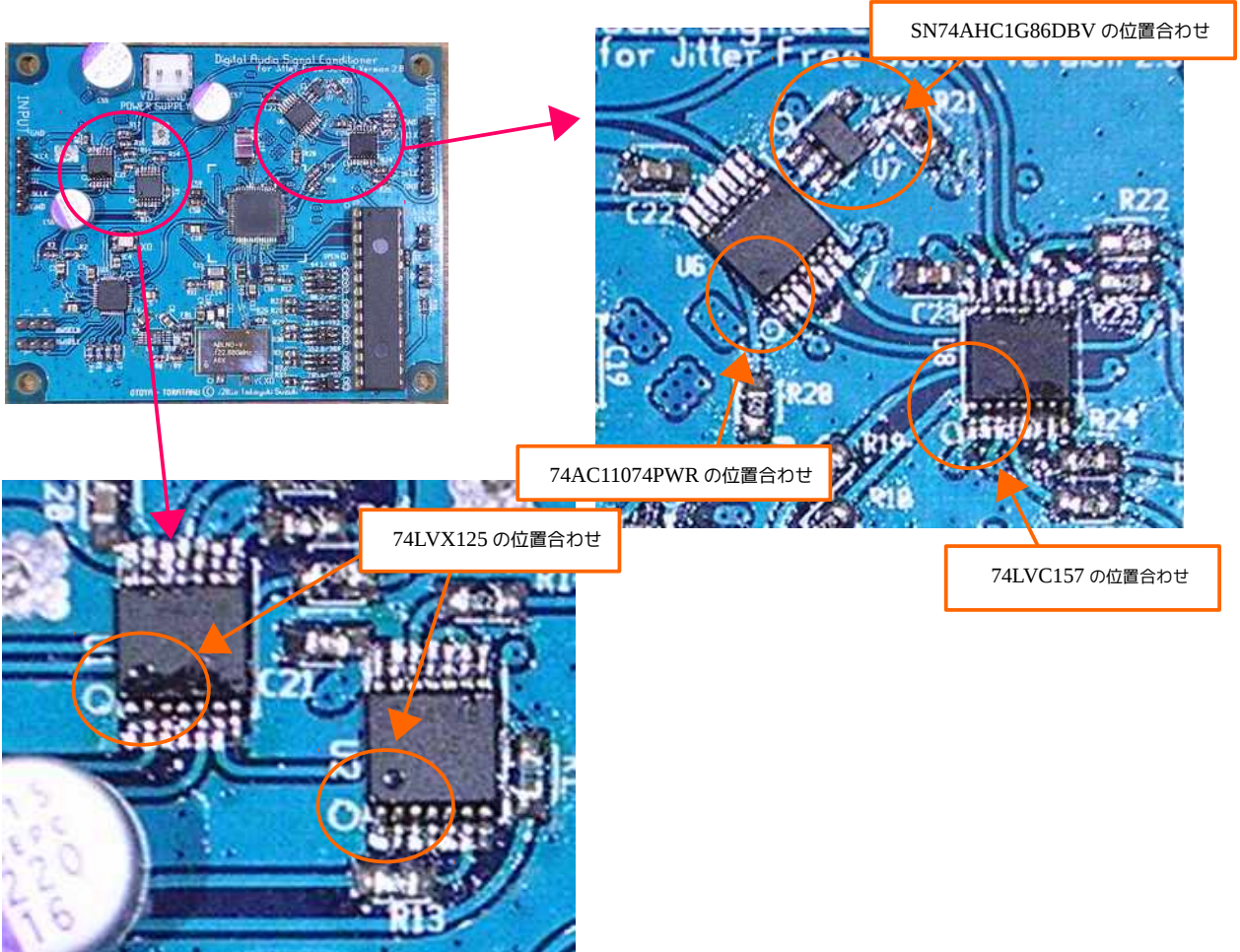
LMK04805B と同じ方法でハンダ付けをしますが、LMK を経験した後では非常に簡単と感じることでしょう。でも油断は大敵です。慎重に作業して下さい。



3. 表面のロジック IC の実装

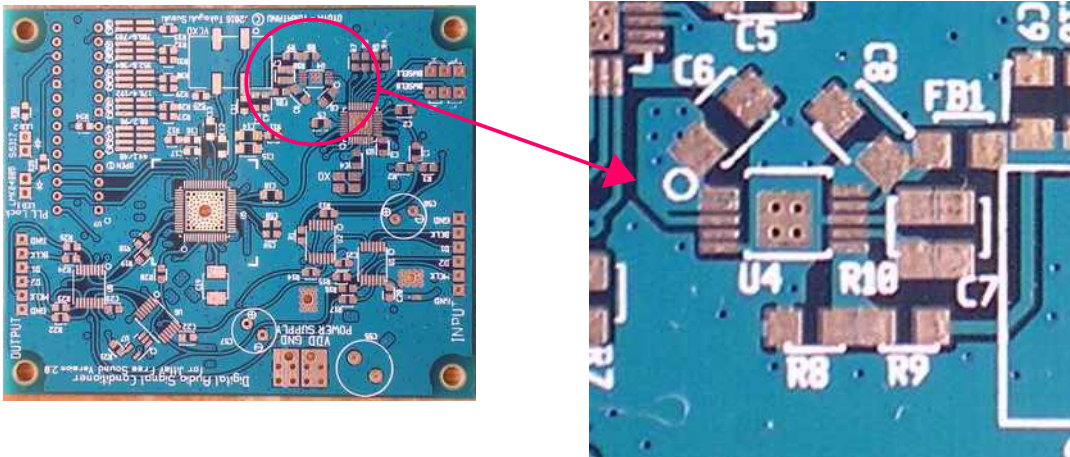
LMK04805B や Si5317 を実装した側が表面です。表面に5個のロジック IC があります。IC は 74LVX125MTC (バッファ・4回路) 2個、74AC11074PWR (D-FF・2回路)、74LVC157APW (2 input Multiplexer・4回路) が1個ずつです。

パッケージは TSSOP (0.65 ピッチ) と SOT-23 です。LMK04805B や Si5317 に比べると難しくはありませんが、ハンダの量を多くつけ過ぎないようにして下さい。ピン同士にハンダブリッジが出来ると、修正することに思いの外時間がかかります。ピンの先端の部分とプリント基板のパッド (ランド) にハンダがついていれば十分です。SOT-23 は、両側のピンの数が2と3で異なるので、取り付ける向きを判断することは容易です。



4. LT3042 の実装

LT3042 を実装する部分のプリント基板のパターンが不適切なため、LT3042 の底 (裏) 面のパッドを基板のグランドパターンにハンダ付けすることの難易度がやや高いです。V2.0 基板が終了した時には、V2.1 基板としてこの部分を改善する予定です。



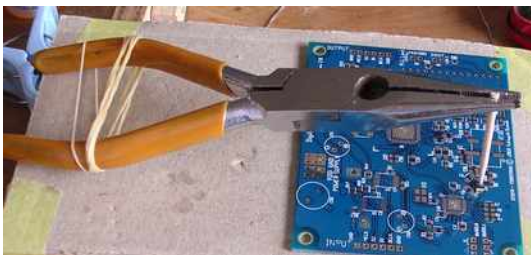
図を見てわかるように、底面パッドを裏側からハンダ付けするのに、スルーホール（ドリルで開けた穴）のサイズが小さすぎます。ちなみにドリルのサイズは0.3mmですが、穴を開けてからメッキしているので少し小さくなっているはずですが。

音屋とらためで行っている手順をご紹介します。サンハヤトから発売されているクリームハンダは有効だと思いますが、価格面と使用する量がほんの僅かであること、使用可能な期間がとても短いことから、音屋とらためでは使用していません。



使用した道具です。下から

- ・ハンダ吸い取り器
- ・ハンダゴテ（30~40W）
- ・ハンダ吸い取り線
- ・ハンダ
- ・基板用フラックス（無洗浄タイプ）



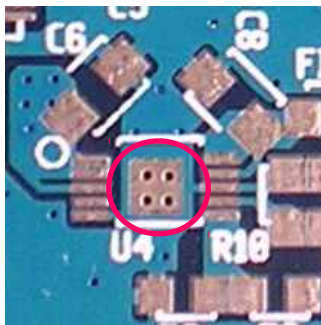
ラジオペンチ、輪ゴム2本、爪楊枝を使って、こんなふうになると表面実装の部品を固定して位置決めを正確にする時に便利です。ハンダ付けもこのまま行うことができます。

その際は、ハンダゴテのコテ先で、ICのピンを強く押さないように、そっとハンダをつけるのがコツです。対角で2本のピンをハンダ付けすれば、ICはもう動かないので、ICの位置が正確

にハンダ付け出来ていることを確認します。正確に位置決めが出来ていれば、残りのピンのハンダ付けにラジオペンチは必要ありません。

ラジオペンチで爪楊枝を中央辺りを挟み、輪ゴムで固定してから、爪楊枝の上側の余分は折ってとってしまいます。ICの位置やハンダ付けの状態を確認するために顔を近づけた時に、爪楊枝の先が目にあたると大きな怪我になるので、必ず折って安全に使って下さい。

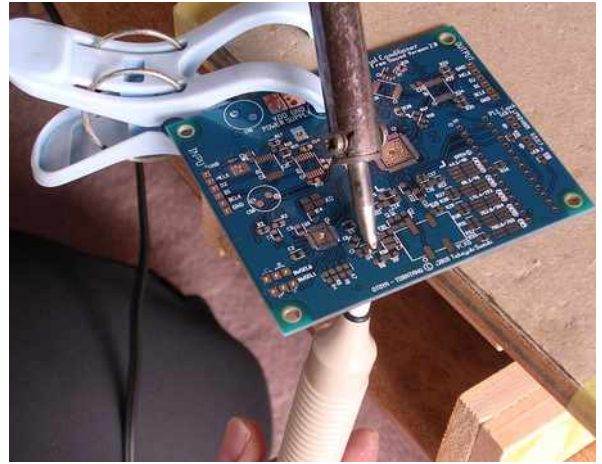
- 1) まずLT3042を実装する部分に基板用フラックスを塗布します。



スルーホールの中に少しでも入るように、しっかり塗りましょう。

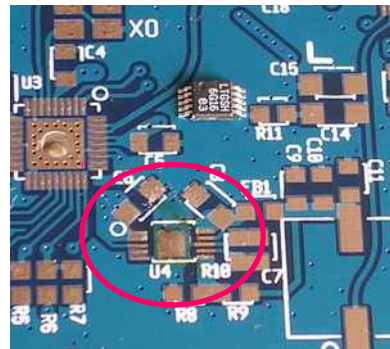
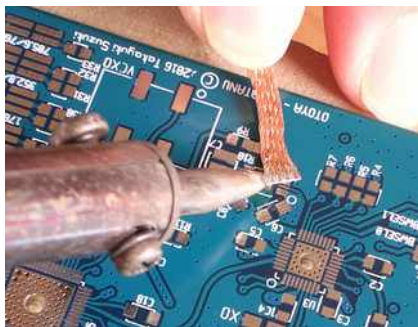
LT3042の金属部分（ピン及び底面パッド）にも塗っておきます。フラックスは無洗浄タイプが望ましいです。

- 2) 基板の表側 (LT3042 を実装する側) から底面パッドをハンダ付けする部分にハンダをのせて、十分に加熱して、スルーホールの中にハンダを流しこむようにします。ご注意いただきたい点は、熱量の大きなハンダゴテ (40W程度) のコテ先を、長い時間、基板のパターンに直接あてていると、プリント基板の銅箔が剥がれて使用不能になってしまいます。ハンダが十分に溶けたら、ハンダゴテの先を少し浮かせて、溶けているハンダを通して基板 (スルーホール) に熱を伝えるようにしましょう。この時に、ハンダを溶かしつつ、裏側から半田吸い取り器でスルーホール内にハンダを吸い込むと、これ以降の作業がスムーズに進みます。



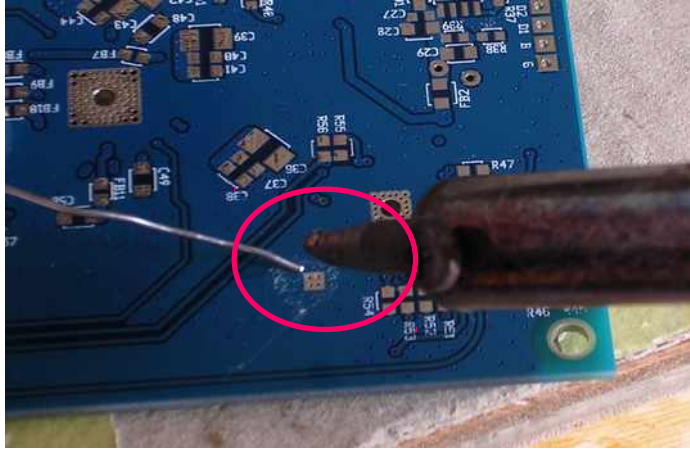
底面パッドにハンダを付けてから、洗濯バサミを熱くならないところに使用して基板を作業台からはみ出した状態で固定し、裏側にハンダ吸い取り器をセットして、底面パッドのハンダを十分に溶かしてから、ハンダすい取り器でスルーホール越しに吸い出します。

- 3) おそらく2) でつけたハンダが盛り上がっていて、LT3042 をのせるとぐらついてしまって上手くハンダ付け出来ないと思います。ハンダ吸い取り線を使って LT3042 がぐらつかない程度までハンダと除去します。取り過ぎると、スルーホールに入っているハンダまで吸い取ってしまうので、注意して下さい。LT3042 の 10本のピンがそれぞれの配線にハンダ付け出来ればいいので、わずかに LT3042 が浮き上がるくらいが望ましいです。

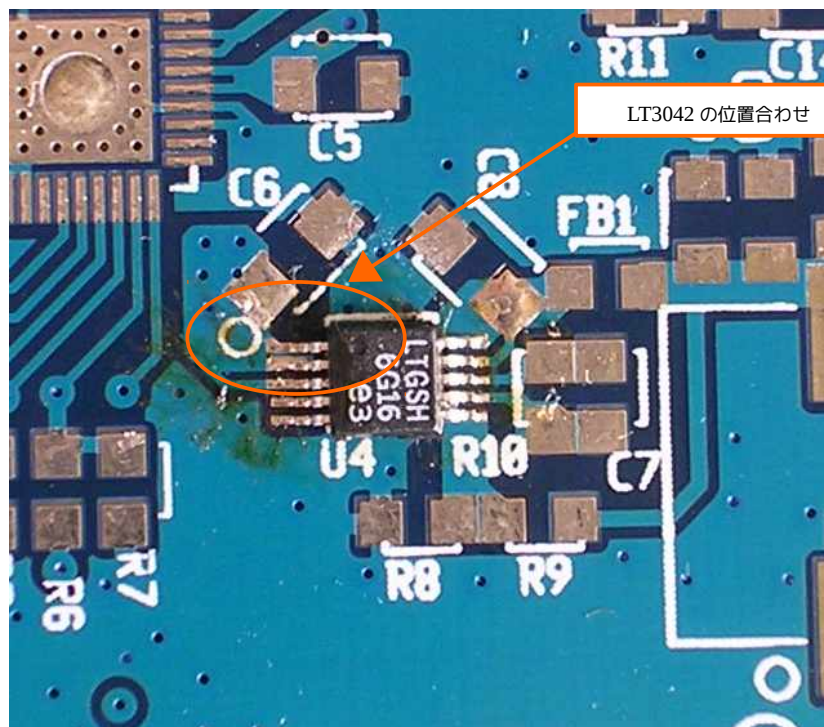


- 4) 底面パッドに対する部分が整ったら、フラックスを再度塗っておきます。
- 5) LT3042 を正確に位置決めしてから、ピンを全てハンダ付けします。この時は、20~30W 程度のハンダゴテが適しています。この IC は 0.5mm ピッチなので、ハンダブリッジが出来ないように注意しましょう。ちなみに IC の 1、2、3 ピンは全て電源入力の配線につながっていますので、ここはハンダブリッジを無理に除去する必要はありません。シルクの丸印が 1 番ピンの位置です。

- 6) ピンのハンダ付けが完全に問題ないと判断したら、裏面から底面パッドのハンダを溶かして、ハンダ付けします。まず、裏側からフラックスを十分に塗ります。ハンダゴテでパッドの部分を十分に加熱しハンダをつけます。ハンダの量が十分になったら、基板が浮き上がらないように基板の熱くない部分を手（指）で強めに押しえます。途中からハンダゴテのコテ先を少し浮かせてプリント基板のパターンが壊れないように注意します。

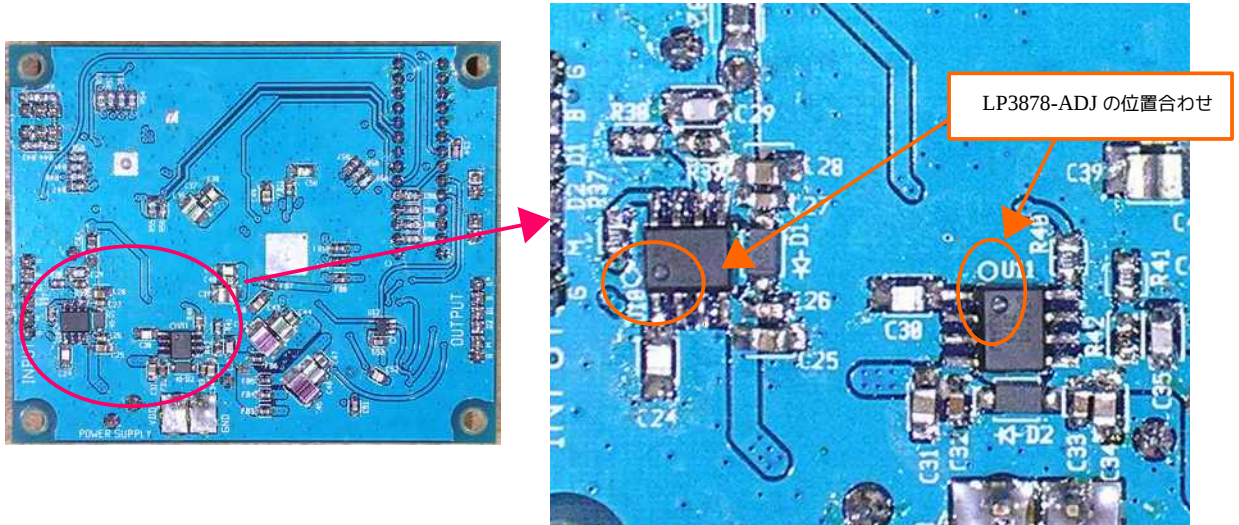


- 7) 裏側から十分に加熱して底面パッドがハンダ付けされると、2) で盛った基板表面のハンダが溶けて、LT3042の底面パッドにハンダ付けが出来ます。ほんの少しだけLT3042の高さが低くなることもあります。これでハンダ付けはOKです。何度もフラックスを塗ると基板が汚れてきますので、フラックスクリーナーを塗布し、綿棒で優しく拭き取ると綺麗な仕上がりに出来ます。



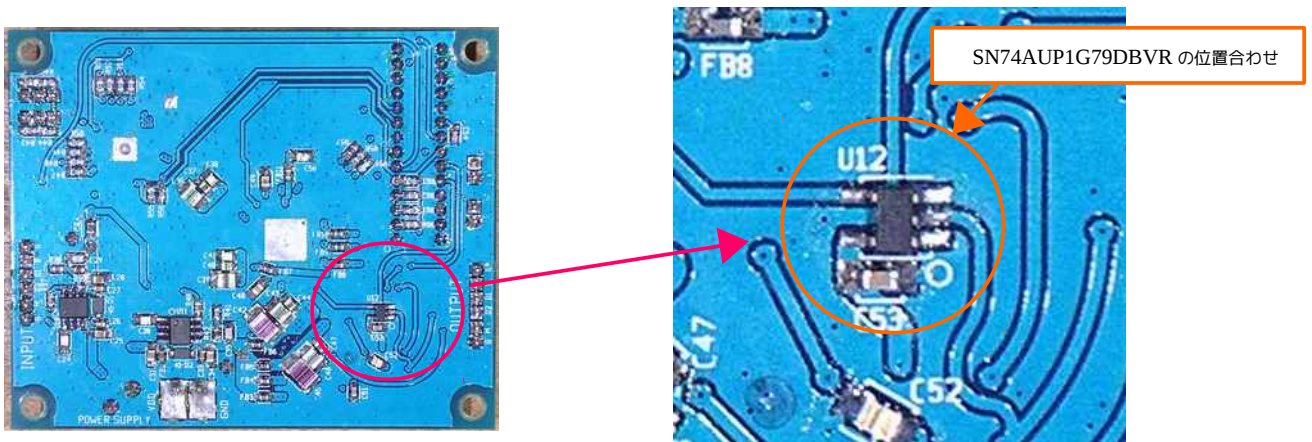
5. LP3878-ADJの実装

基板の裏面に電源レギュレーターICを2つ実装します。SOPなのでハンダ付けは難しくありません。このICもLMK04805BやSi5317のようにIC裏面に放熱用のパッドがありますので、ピンをプリント基板に実装した後に、基板の表面にある穴からハンダ付けして下さい。穴にハンダゴテの先を入れて加熱している間は、基板をしっかり押さえておいて下さい。ハンダ付けしてから裏返すと、LP3878-ADJが浮いてしまった経験があります。



6. 裏面のロジックICの実装

裏面にあるSN74AUP1G79DBVR (D-FF・1回路)を実装します。3と同じ要領です。



7. チップのコンデンサや抵抗の実装

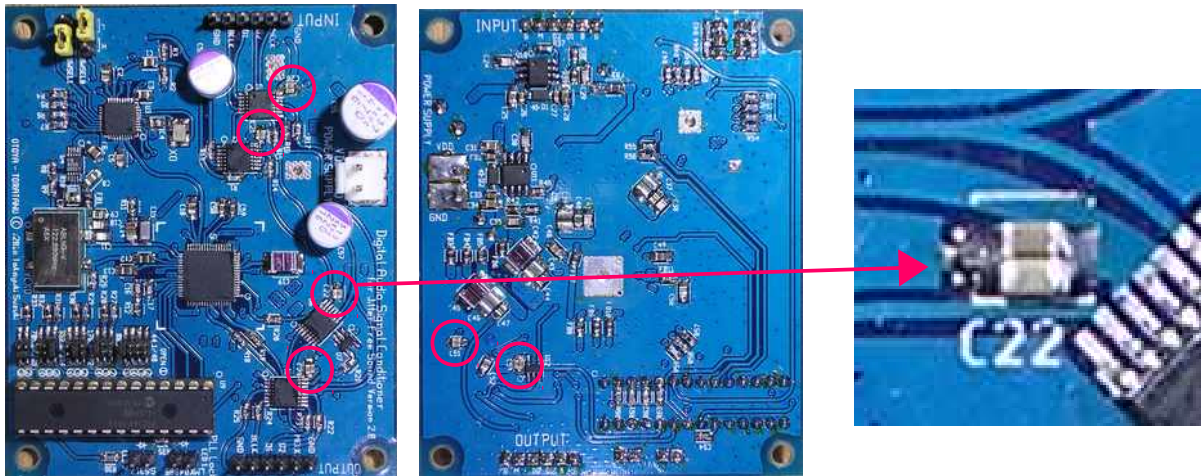
沢山あるチップの部品の手付けを進めます。音屋とらためでは15kΩや27Ωの抵抗や、0.1μFのセラミックコンデンサ(バイパス用)から始めます。数の多いものは、つけ忘れ防止のため、数えながら、あるいは部品表にチェックをつけながら進めたほうが良いでしょう。フェライトビーズも3種類あります。忘れないようにしましょう。

LP3878-ADJやLM350、LMK04805Bのループフィルタのように1群で意味を持つものは、そこに集中して作業をしています。また、熱に弱いフィルムコンデンサはこの段階の最後につけています。

例外として、C9、C10、C11はVCXOを実装してからにしたほうが良いでしょう。

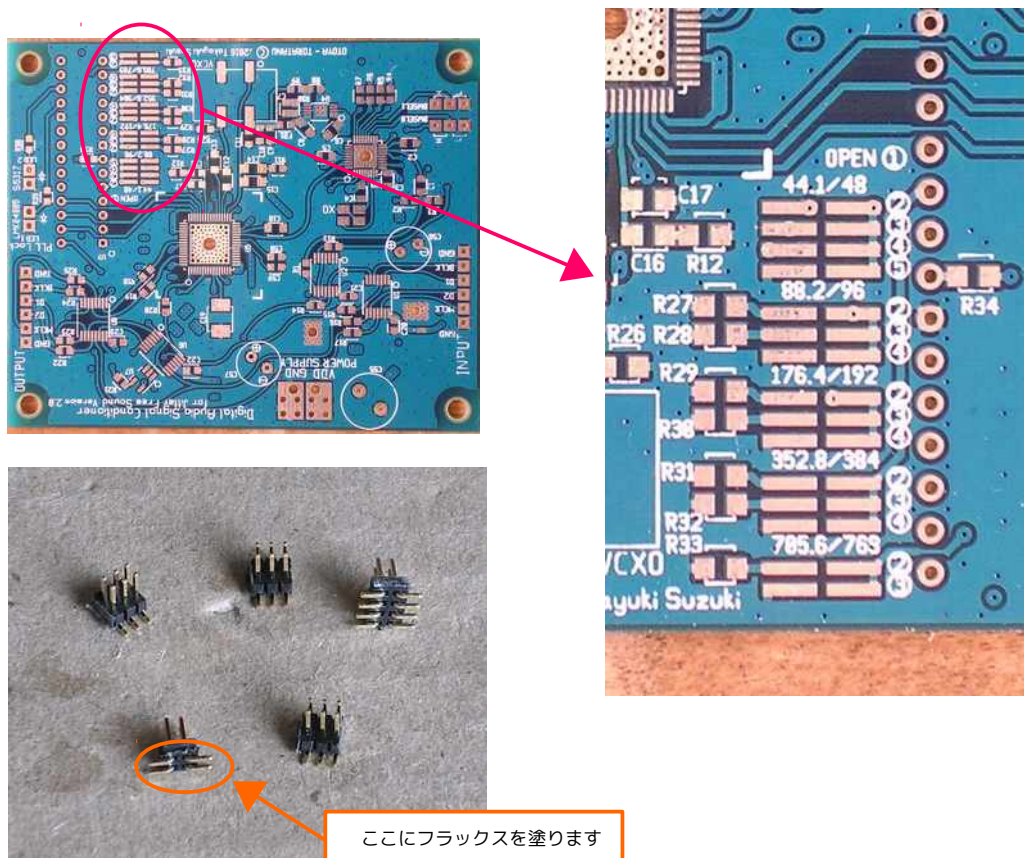
(2017/6/29 追記)

ロジック IC のバイパスコンデンサには、 $0.1\mu\text{F}$ と $0.01\mu\text{F}$ のセラミックコンデンサを並列接続します。基板には 1608 サイズ 1 つ分のパターンしかありません。 $0.1\mu\text{F}$ と $0.01\mu\text{F}$ の 2 つのセラミックコンデンサを一緒にピンセットでつまみ、同時にハンダ付けする必要があります。



8. 1.27 ピッチのピンヘッダーの実装

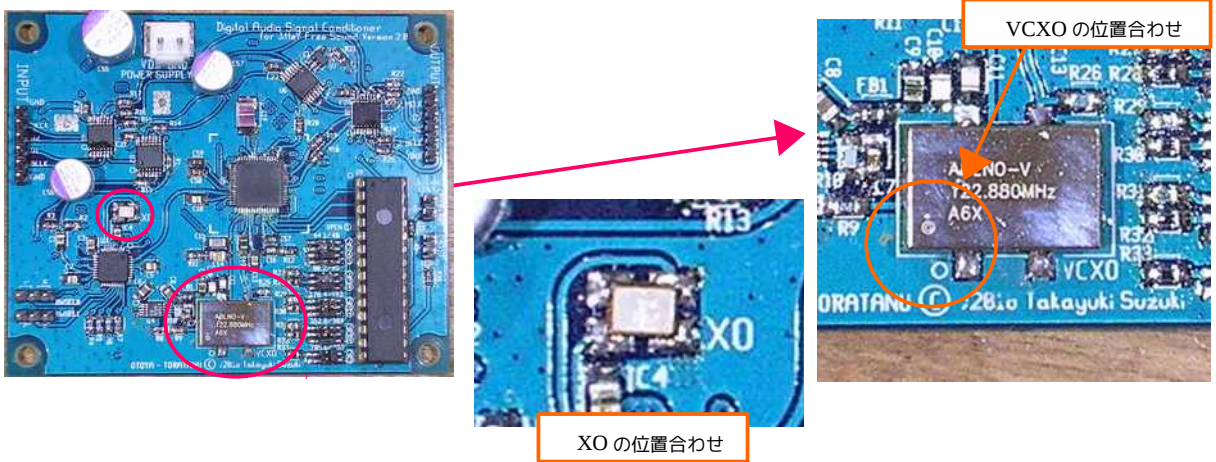
1.27 ピッチのピンヘッダーはとても小さく、周りに IC ソケットや VCXO があるのでこれらの部品よりも先にハンダ付けします。表面実装のピンヘッダということもあり、あまり熱に強くなく、加熱しすぎると合成樹脂が溶けて金属部の位置ずれや曲がりといった状況になるので、手早く確実にハンダ付けて下さい。



基板側、ピンヘッダーの両方にフラックスを塗布してから、ハンダ付けをしましょう。

9. VCXO と XO の実装

小さなチップの部品をつけ終わったら、VCXO と XO をハンダ付けします。VCXO のグランドだけは基板のグランドパターンに熱が逃げますので、30W~40W 程度のハンダゴテが良いようです。VCXO 実装後に C9, C10, C11 を実装します。

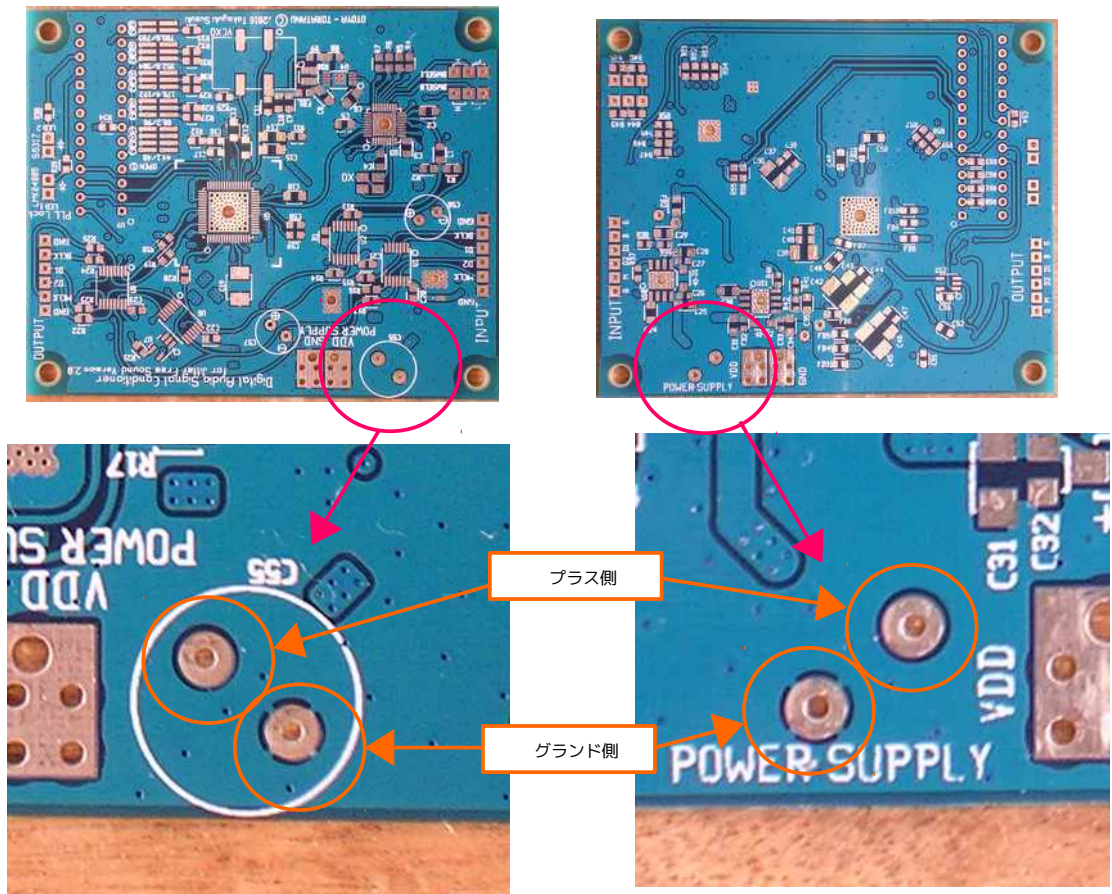


10. IC ソケットの実装

IC ソケットを実装します。この時、R34 (15kΩ) が実装されていることを、必ず確認して下さい。IC ソケットを実装してしまうと、R34 を実装することは不可能ですし、IC ソケットを実装後に取り外すのは非常に難しいです。

11. 電解コンデンサの実装

背の低い (低容量 220μF/16V) の電解コンデンサ C56、C57 から先に取り付けましょう。C55 (470μF/16V) の極性表示のシルクがありません。下の図を参考にして実装して下さい。

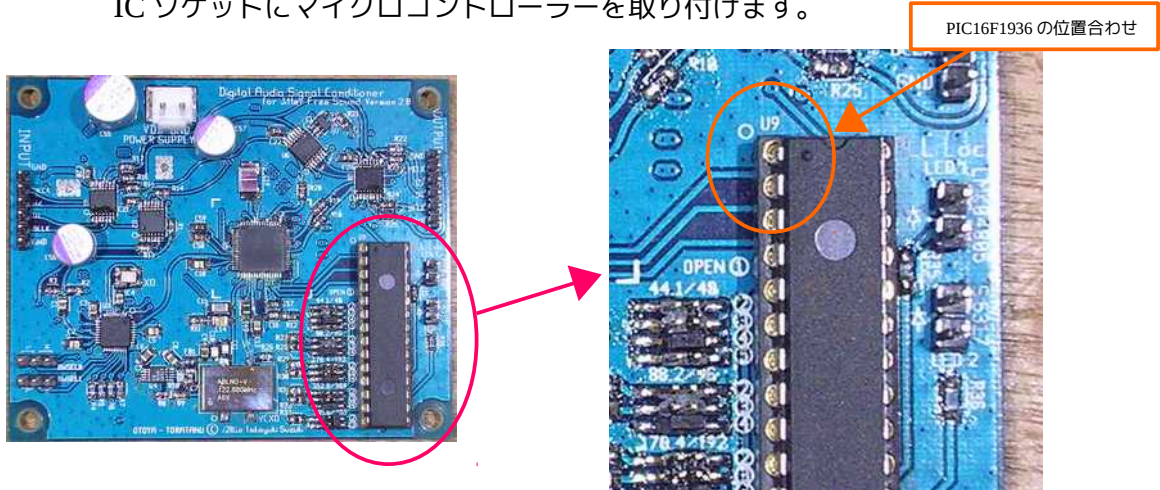


1 1. 2.54 ピッチのピンヘッダーの実装

Si5317 の PLL の帯域幅を設定するピンヘッダー、入出力信号用のピンヘッダーを実装します。PLL の状態を出力する端子にも、必要であればピンヘッダーを実装して下さい。また電源接続のための端子台（あるいは圧着端子用のポスト）も実装します。

1 2. マイクロコントローラーの取り付け

IC ソケットにマイクロコントローラーを取り付けます。



1 3. LMK04805B の放熱器の取り付け

基板の基本的な機能チェックが終わって、実際に使用する前に装着します。

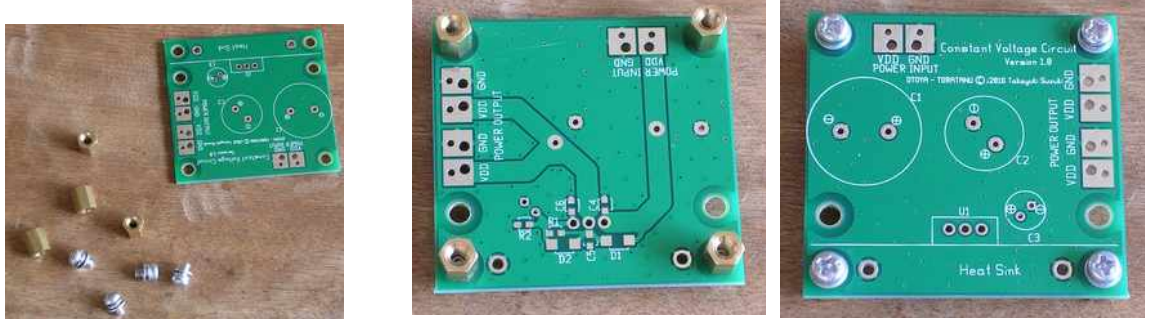
LMK04805B は、放熱器をつけていなくても簡単に壊れたりしませんので、不具合の修正が終わってから大丈夫です。音屋とらためでは、V1.1 基板を開発する時に、3ヶ月ほどは放熱器無しで使用していました。もちろん、ケースの蓋をしていない、秋から冬にかけての季節などの条件はありますが、あまり長時間の運用でなければ問題はありません。

取付方法は、放熱器の底面に貼ってある両面テープ（放熱器用）の保護フィルムを剥がして、LMK04805B の上に貼り付けるだけです。出来るだけ1回で決めるようにして下さい。剥がしては貼るといことを繰り返すと、粘着力が弱くなります。

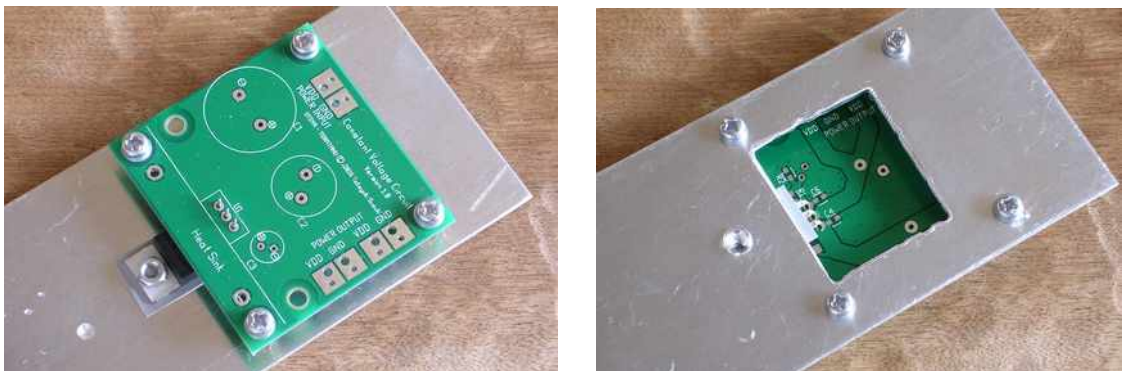
14. LM350の実装

LM350T 基板の製作については、特に難しい部分がないので、LM350T をシャーシ（ケース）底板に取り付けるバージョンにおいて、LM350T の実装方法について説明します。回路図や部品表は、「Digital Audio Signal Conditioner V2.0 取扱説明書」に記載していますので、そちらを参照して下さい。

電源用基板に付属している7mmのスペーサーを4本、付属のネジを使って取り付けます。



その後、実際にLM350Tを取り付けるシャーシの底板や、不要なアルミの板などに適切な位置に穴を明けます。下の写真は音屋とらためで使用しているLM350Tを実装する際に使用している、専用のアルミ板に固定した例です。



上からと下から見た図です。LM350Tがシリコンラバーシートをはさんで、しっかりとアルミ板に固定されていることに注意して下さい。この状態でLM350Tをハンダ付けします。なお、この写真では、電解コンデンサC3と、基板裏面のチップ抵抗やセラミックコンデンサ、ダイオードが実装されていませんが、実際には電解コンデンサ以外は全て実装してからLM350Tを実装して下さい。

これで全ての部品が実装されていると思います。今一度、極性やICの向きに間違いがないことを確認の上で、通電してのチェックを行います。通電のチェックについては音屋とらためのWebサイトで確認して下さい。

このドキュメントは、Digital Audio Signal Conditioner V2.0 基板キットの作成マニュアルです。この文書に記載されている回路図や部品リストは音屋とらために著作権がありますので、商用での利用は出来ません。組立後の基板につきましても、個人で楽しむオーディオでの利用に限定させていただきます。

変更履歴

日付	版	変更内容
2016/11/29	2.0	初版作成
2017/2/11	2.0.1	電源部の回路図 (2 ページ) で、R8 と R9 の表記を入れ替え修正した
2017/6/29	2.0.2	ロジック IC のバイパスコンデンサ (0.1 μ F) に、0.01 μ F のセラミックコンデンサを追加した