

ディスクリート・オペアンプ TROP-001 組み立て説明書

第 1.0 版

このたびは、ディスクリート・オペアンプ TROP-001 キットをお買い上げいただき、まことにありがとうございます。

TROP-001 は、TROTA-01(トランスコンダクタンス・アンプ)と TRBA-01(電圧バッファ・アンプ)の 2 枚の基板で構成されるシングル・タイプのオペアンプです。

それぞれの基板は単体での使用も可能ですが、オペアンプとして使用するには、付属の連結ピンに両基板をハンダ付けし組み立てる必要があります。

本キットは TROP-001 を 2 組作ることができ、付属のシングルデュアル変換基板を使うことによって、デュアル・オペアンプとすることも可能です。

キット内容

- ・ TROP-001 複合基板 1 枚
- ・ DIP8 ソケット 2 個
- ・ DIP8 連結ピン 3 個
- ・ 組み立て説明書(本書) 1 部
- ・ シミュレーション・データ CD 1 枚

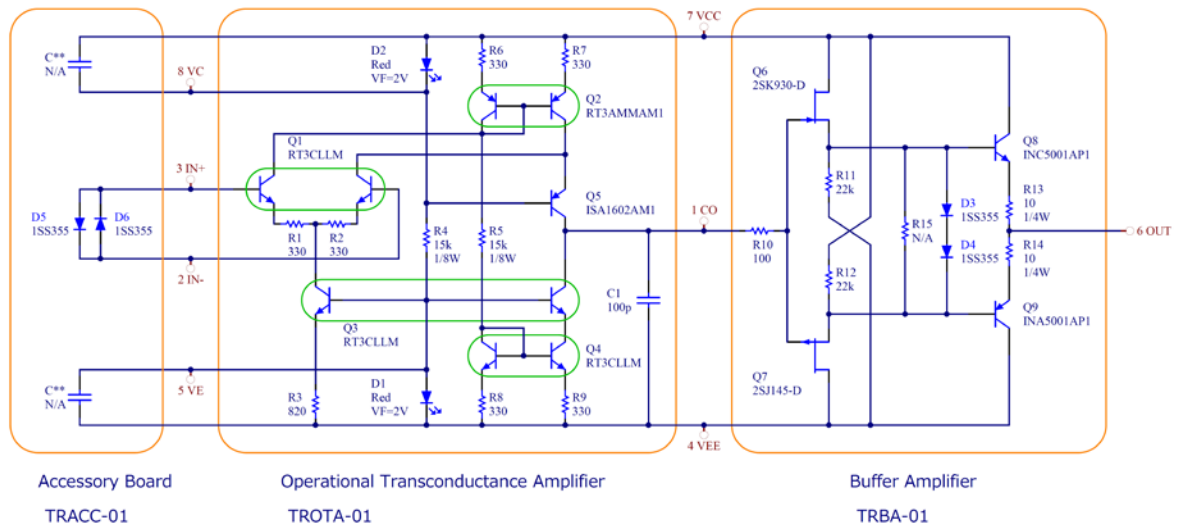
TROP-001複合基板 部品表

部品番号	型番	数量	メーカー	定格	外形
C1		2		100pF、±5%以下、50V以上、C0G	1005
D1, D2		4		赤または緑 $V_F \approx 2V$	1608
D3, D4, D5, D6	1SS355	8	ROHM	汎用スイッチング $V_R=80V, I_o=100mA$	SOT-323
Q1, Q3, Q4	RT3CLLM	6	イサハヤ電子	NPN x 2 $V_{CEO}=50V, I_C=200mA$	SC-88
Q2	RT3AMMAM1	2	イサハヤ電子	PNP x 2 $V_{CEO}=-50V, I_C=-200mA$	SC-88
Q5	ISA1602AM1	2	イサハヤ電子	PNP $V_{CEO}=-50V, I_C=-200mA$	SC-70
Q6	2SK930-D	2	イサハヤ電子	Nch $V_{GDO}=50V, yfs=3mS$	SC-70
Q7	2SJ145-D	2	イサハヤ電子	Pch $V_{GDO}=50V, yfs=4mS$	SC-70
Q8	INC5001AP1	2	イサハヤ電子	NPN $V_{CEO}=60V, I_C=1A$	SC-62
Q9	INA5001AP1	2	イサハヤ電子	PNP $V_{CEO}=-50V, I_C=-1A$	SC-62
R1, R2, R6, R7, R8, R9		12		330Ω、±5%以下、1/16W以上	1005
R3		2		820Ω、±5%以下、1/16W以上	1005
R4, R5		4		15kΩ、±5%以下、1/8W以上	2012
R10		2		100Ω、±5%以下、1/16W以上	1005
R11, R12		4		22kΩ、±5%以下、1/16W以上	1005
R13, R14		4		10Ω ±5%、1/4W	1608
R15		0		N/A	1005

■ TROP-001 特徴

1. トランジスタ入力差動 1 段電圧増幅段(TROTA-01) + FET 入力 2 段ダーリントン SEPP 出力段(TRBA-01)によるディスクリート・オペアンプ。
2. $\pm 500\text{mA}$ の出力電流による低負荷ドライブ能力により、低歪みでヘッドホンを直接駆動可能。
3. 位相補償量を、1 番ピンに外付けコンデンサを付けることによって簡単に変更出来る。(追加の位相補償コンデンサは付属しませんので、別途ご用意ください。)

■ TROP-001 回路図



■ 仕様

- ・ THD+N 0.05%以下 @20Hz~20kHz, 30Ω 負荷 電源電圧±12V
- ・ 最大出力電流 500mApeak
- ・ 残留ノイズ 12μV (A 補正, 入力ショート, ユニティゲイン)
- ・ 帯域 5MHz (-3dB)
- ・ 位相余裕 75°
- ・ スルーレート $\pm 7\text{V}/\mu\text{s}$ 電源電圧±12V
- ・ 消費電流 $\pm 11\text{mA}$ @ $\pm B = \pm 12\text{V}$, $\pm 7.5\text{mA}$ @ $\pm B = \pm 5\text{V}$
- ・ 入力バイアス電流 2μA
- ・ サイズ W=12.7mm(500mil) × D=10.2mm(400mil) × H=11mm

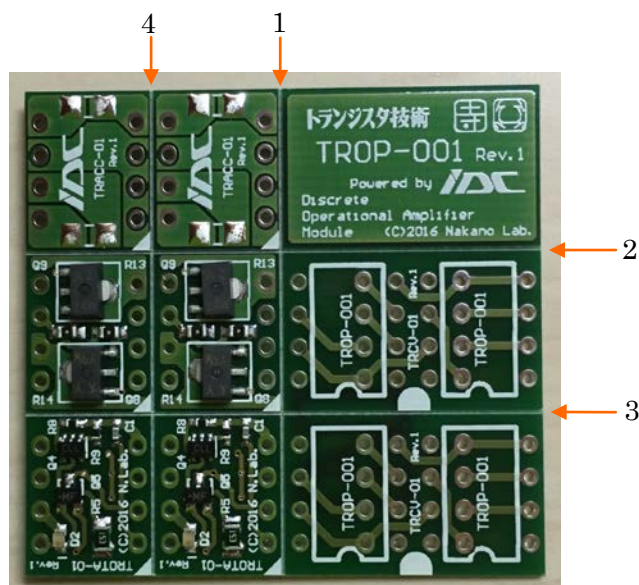
■ 組み立て

用意するもの

- ・ハンダごて(コテ先の細いタイプ)
- ・糸ハンダ少量

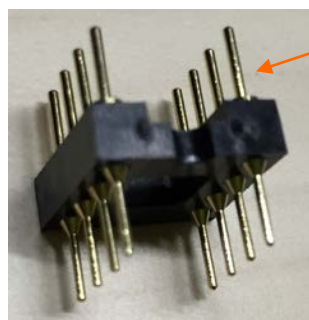
1-1. 複合基板の分割

下図、1、2、3 の順に V カットを手で割ります。割れにくい時は、カッターで溝を深くしてから割ります。

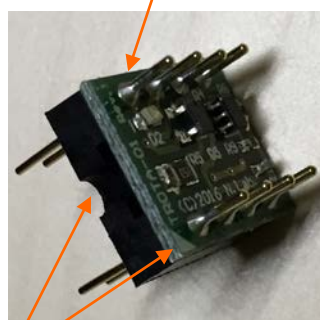


4 の V カットはデュアル・オペアンプとして使用する場合は割らなくても構いませんが、シングルオペアンプとして使う場合は、ここも割ります。

1-2. 基板連結ピンに、TROTA-01 を取り付ける



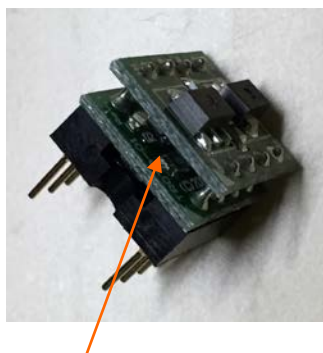
太いピンの方に
基板を取り付ける



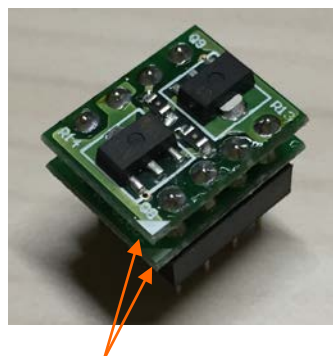
各ピンをハンダ付け

モールドの切り欠きと基板の△マーク (1ピン) の位置

1-3. TRBA-01 の取り付け



TROTA-01 と TRBA-01 が平行になるように 1.6mm ほどの間隔を開けて取り付け



△マーク (1ピン) が合っていることを確認してからハンダ付け

シングル・オペアンプ TROP-001 はこれで完成です。

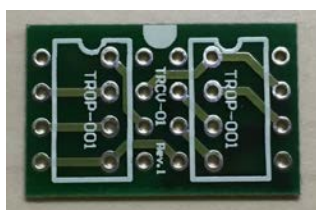
過大な入力 that 想定される場合に、TRACC-01 を付け足してください。ただし、付属の連結ピンでは長さが足りないので、そのまま接続することが出来ません。別途、長いピンヘッダを使うなどして取り付けてください。

また、電源投入前に、ハンダブリッジが起きていないかどうか十分確認してください。

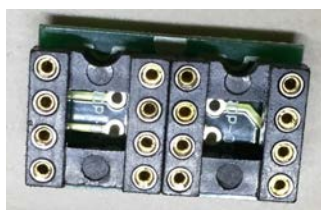
1-4. 動作確認

出力 DC オフセットは、アプリケーション回路に依存しますが、数十 mV 以内であることを確認します。次に、出力抵抗 R13、R14 のそれぞれの抵抗の両端の電圧が 0.5mV~3mV の範囲内にあれば OK です。

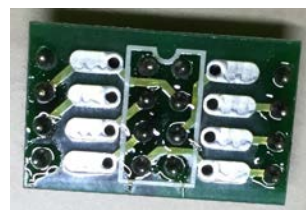
2-1. シングルデュアル変換ソケットの製作



シングルデュアル変換基板 TRCV-01

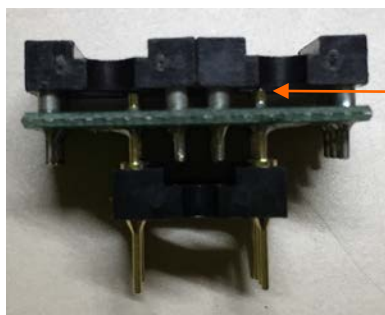


DIP ソケットの取り付け

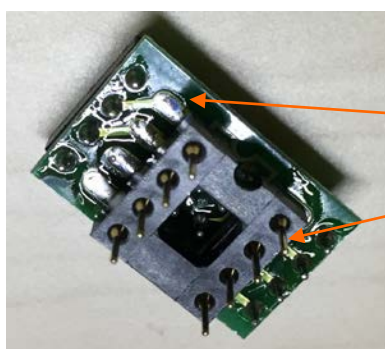


基板裏面

2-2. 連結ピンのハンダ付け



連結ピンの足（太い方）が DIP ソケットに当たるところ
まで挿入

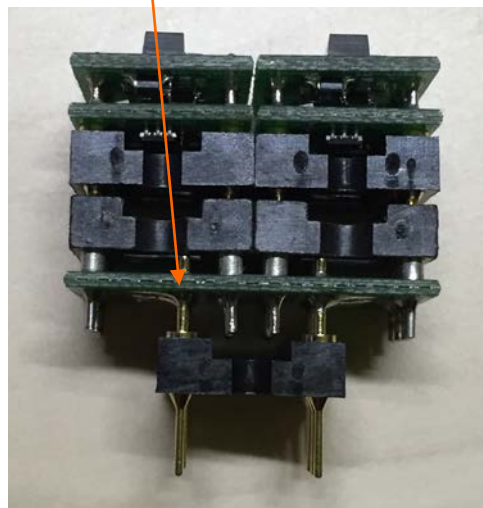
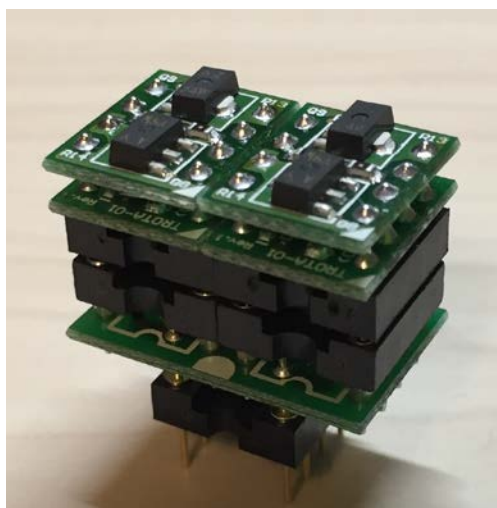


ランドにたっぷりハンダを流して連結

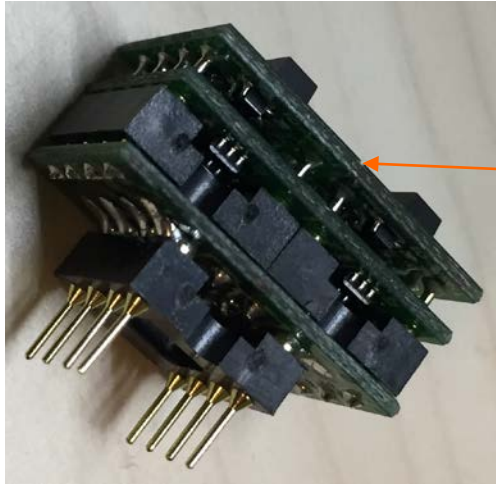
細い方のピン

2-3. TROP-001 を変換ソケットに取り付ける

ピンにまでハンダが流れ、確実に接続されていることを確認



完成したデュアル・タイプ TROP-001



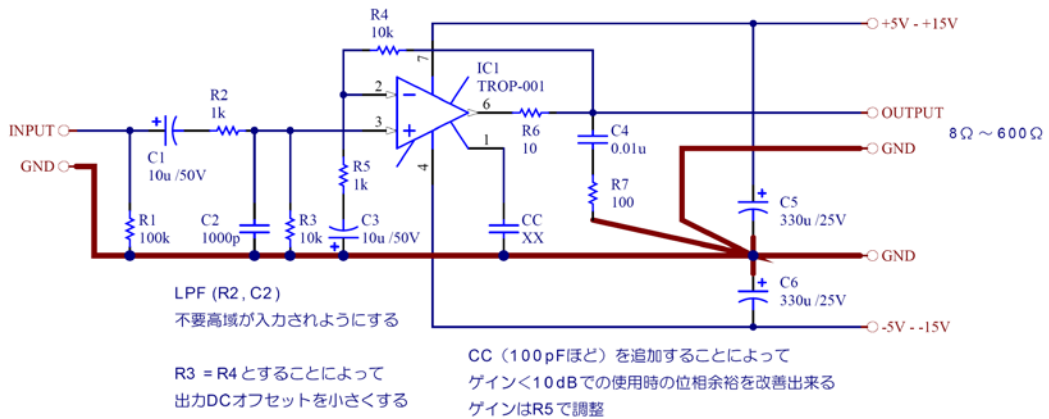
(参考)

ソケットを廃したデュアル・タイプ

Vカット分割無し

■ 応用例

TROP-001 ヘッドホンアンプ回路 (片ch分)



* この回路のシミュレーションファイルは付属 CD に内蔵しています。

■ 付属 CD 内シミュレーション回路データ

- ・ TROP-001 LTspice 用シミュレーション回路 「TROP-001.asc」
- ・ TROP-001 パーツライブラリ 「TROP-001lib」
このファイルフォルダを、LTspice プログラムファイルの LTspice¥lib¥sub 内にコピーしてください。
- ・ TROP-001 ヘッドホンアンプ LTspice 用シミュレーション回路 「TROP-001_HPamp.asc」
このシミュレーションファイルを保存したフォルダに、TROP-001 サブサーキットファイル 「TROP-001.asc」、「TROP-001.asy」も保存してください。
JFET 2SK930D, 2SJ145D のライブラリはキットのオリジナルです。

■ 使用上の注意

TROP-001 は DIP タイプのモノリシック・オペアンプとピン配置や電気的特性で多くの互換性がありますが、以下の点に注意してお使いください。

1. トランジスタ入力オペアンプであり、入力バイアス電流も大きめなので、±入力の DC バランスに注意してください、入力抵抗の値が大きく違くと、出力 DC オフセットが大きくなります。入力抵抗としては $47\text{k}\Omega$ 以下が望ましいところです。(応用例 R3、R4)
また、入力側にボリュームが有る場合は必ずカップリングコンデンサを使い、ボリュームの接点にはオペアンプの DC バイアス電流が流れないようにしてください。(応用例 C1)
2. ユニティゲインで使用できますが、負荷回路や実装方法によっては発振しやすくなります。また電源電圧が低い時も位相余裕が少なくなるので気をつけてください。心配な場合は、位相補償コンデンサの値を 2 倍ほどに増やすか、1 番ピン対 GND 間に 100pF ほどを付加してください。(応用例 CC)
3. 出力ショート時には電流制限が R13、R14 によって掛かりますが、大振幅出力時には、抵抗の許容損失オーバーになります。そのような可能性のある回路では、出力端子(6 ピン)と負荷の間にシリーズ抵抗 ($10\Omega \sim 100\Omega$) を入れるなどして、TROP-001 に過大な負荷が掛からないようにしてください。(応用例 R6)

▲本キットは静電気に弱い部品を使用していますので、保管の際には帯電防止袋に入れるなどしてください。

▲怪我や火傷など、いっさいのトラブルに対して責任を負いません

本キットを使用中に生じたいかなる怪我や損害においても、CQ 出版社および開発者、イサハヤ電子(株)はいっさいの責任を負いません。

▲製品には使わないでください

本キットは、トランジスタやオペアンプの動作に対して理解を深めるために開発した学習用のキットです。製品への利用はしないでください。仕様や内容は、予告なく変更される可能性があります。

▲組み立て中に起きた損傷や破壊しても交換には応じません

組み立ての過程において、キットに同梱されている基板や部品を損傷/破壊したとしても、CQ 出版社はいっさいの責任を負いません。

▲著作権

・本説明書に記載された情報および本製品の仕様に起因する損害または特許権そのほか権利の侵害については、当社はいっさいの責任を負いません。

・本説明書によって第三者または弊社の特許権そのほか権利の実施権を許諾するものではありません。

・当社の書面許諾なく、本製品・本資料の一部または全部を無断で複製することを固くお断りします。

●記事に関する質問はお手紙で

本キットは、トランジスタ技術誌の企画として作られております。記事に関する質問は、お手数ですが、返信用封筒とともにお手紙を下記までご郵送ください。

疑問点を整理し、図解するなどレポート形式でまとめてください。できるだけ、状況をわかりやすくご説明いただくと、迅速に回答できます。なにとぞご協力を御願いたします。

〒112-8619 東京都文京区千石 4-29-14 CQビル

CQ出版社 実験キット企画室