

Chocolate 基板の制作

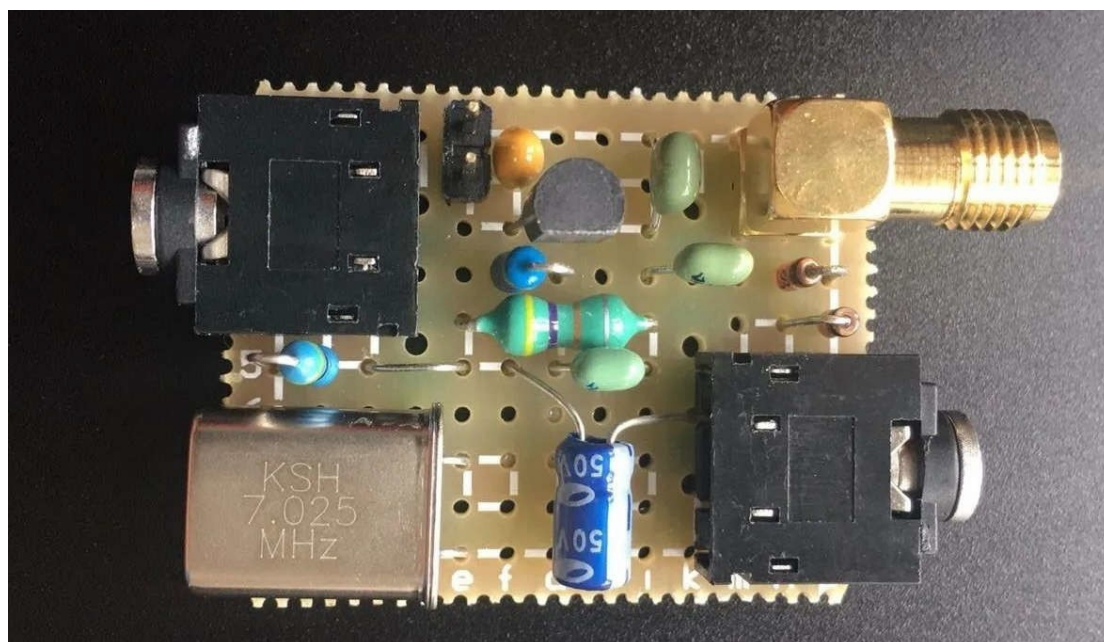
著者:BD6CR

E-mail:rongxh@gmail.com

2023/1/24 春号

本書では、RF 製作を行うべき理由、互換性のある部品のリスト、必須の工具と器具、一般的な部品の適合技術、さらに多くの製作プロジェクトについて展開しています。

本電子書籍は自由にコピーして配布することができますが、著者の情報を表示してください。注:この電子書籍では、Chocolate 基板の可能性を説明するために、いくつかのプロジェクトを引用しています。もし、侵害の疑いがある場合は、電子メールでご連絡ください。



詳細やアップデートについては、BD6CR を購読してください。WeChat で QR コードをスキャンしてください。

CR BD6CR ★

創立五年，已发表业余无线电技术图文、视频650多篇，多数是原创制作，吸引了2900多爱好者订阅。作者BD6CR从1996年参加活动，是哈啰CQ论坛QRP和DIY版主、《QRP之道》一书译者、中国科学技术大学BY6DX首任台长，现居上海浦东。

收起

311篇原创内容 366个朋友关注

视频号: BD6CR玩航拍



BD6CR

微信扫描二维码，关注我的公众号

目次

Chocolate 基板の制作.....	1
なぜ RF に Chocolate 基板が必要なのか？.....	3
Chocolate 基板の紹介.....	3
Chocolate 基板対応部品一覧.....	6
必要な工具・器具.....	8
一般的な部品への適応技術.....	9
RF コネクタ.....	9
オーディオコネクタ.....	12
ケース入りコイル.....	14
集積回路.....	15
リレー.....	15
電源ケーブルの取り扱い.....	16
SMD 部品.....	16
1 ユニット基板の製作 1: FM マイク.....	17
1 ユニット基板の製作 2: シンプルなレシーバー.....	18
1 ユニット基板の製作 3: 草鞋(わらじ).....	20
1 ユニット基板の製作 4: DSB と DSP が出会うとき.....	21
2 ユニット基板の製作 1: 増強型「革靴」.....	23
2 ユニット基板の製作 2: トランシーバー切替式 200mW 送信機.....	25
2 ユニット基板の製作 3: FCZ 設計の 6m10mW AM トランスミッター.....	29
3 ユニット基板の製作 1: 再生短波トランシーバー.....	36
3 ユニット基板の製作 2: QP-7C 月季 送信機.....	38
4 ユニット基板の製作 1: Super Outlier SSB 受信機.....	40
4 ユニット基板の製作 2: マニュアル式 FT8 送受信機.....	41
6 ユニット基板の製作 1: ハーフワット CW トランシーバ.....	43
12 ユニット基板の製作 1: ノブのない SSB トランシーバ.....	46
12 ユニット基板の製作 2: 13 トランジスタ FT8 トランシーバ.....	48
12 ユニット基板の製作 3: NorCal の銘機 SST.....	51
基板の上の 12 ユニット以上での製作 1: BITX40 SSB トランシーバー.....	58

なぜ RF に Chocolate 基板が必要なのか？

Chocolate 基板は、パッドがすべて分離している通常の穴あき基板よりもはるかに優れた RF 性能を持ち、短波帯の受信機や 6m までの受信機、さらには送信出力が数ワットの送信機にも適しており、非常に実用的です。また、本体周辺のアースにより、段間絶縁とアースへの近接を実現し、接続済みパッドによりほとんどの相互接続の問題を解決しており、使い勝手が良いだけでなく、RF 回路の性能も良好です。苦勞して作り上げた回路を実用化するために、基板は 150×97×40 サイズのアルミボックスに対応し、ノブや各種コネクターを装着して、すぐに世に送り出すことができるようになっています。



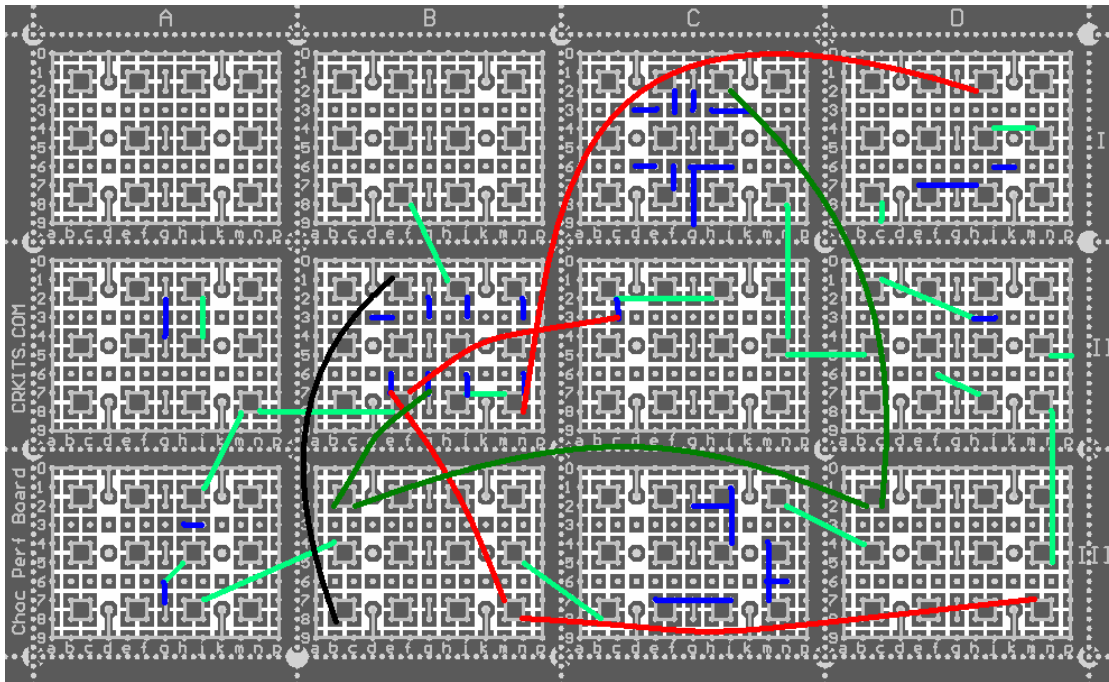
6セル Chocolate 基板(上の写真の半分)はすでにオープンソースになっているので、ガーバーファイルをダウンロードすれば、メーカーから試作品をもらうことができます。自宅にいくつか置いておけば、PCBの生産サイクルを待つことなく、好きなときに作ることができます。

Chocolate ホール基板は、抵抗やコンデンサーからダイオードやトランジスタ、三端子電圧レギュレーターから一般的な RF 回路用の集積回路、リレーから RF ソケットまで、さまざまな部品に対応しています。

Chocolate 基板の原型は 2000 年から 2003 年まで遡りますが、BD6CR が 20 年間繰り返された結果、ほんの少しの改造で多くの一般的な回路を作ることができる例が豊富に蓄積され、非常に便利になりました。同時に、W1FB が名著『QRP ノート』で紹介したユニバーサル基板設計、日本のマスターファブリケーター JF1OZL がよく使うクワッドパッドユニバーサル基板、日本の FCZ LABS のユニバーサル基板の一部など、過去の教訓を生かし、時代に合わせた最新の部品動向に対応し、国内外の愛好家の間に広く認知されています。

Chocolate 基板の紹介

このタイプの穴あき基板は、同一のセルを複数個並べたもので、各セルの本体は 12 個のパッドが 4 方向に接続されており、ディスクリート部品を使った回路に適しています。集積回路やピン、一部のリレーなどに対応するため、真ん中に 2 列の独立したパッドを設けています。最も便利なのは、7mm×7mm サイズのケース入りコイルとの互換性のために、ケース入りコイルのシールド部のハンダ付け用に大型パッド 6 個を追加したことです。また、各ユニットの周辺には、割りやすいスタンプホールが設けられており、ユニット全体のシールドの取り付け穴としても利用できるようになっています。一枚を簡単に割れるので、このタイプの基板を Chocolate 基板と呼んでいます。

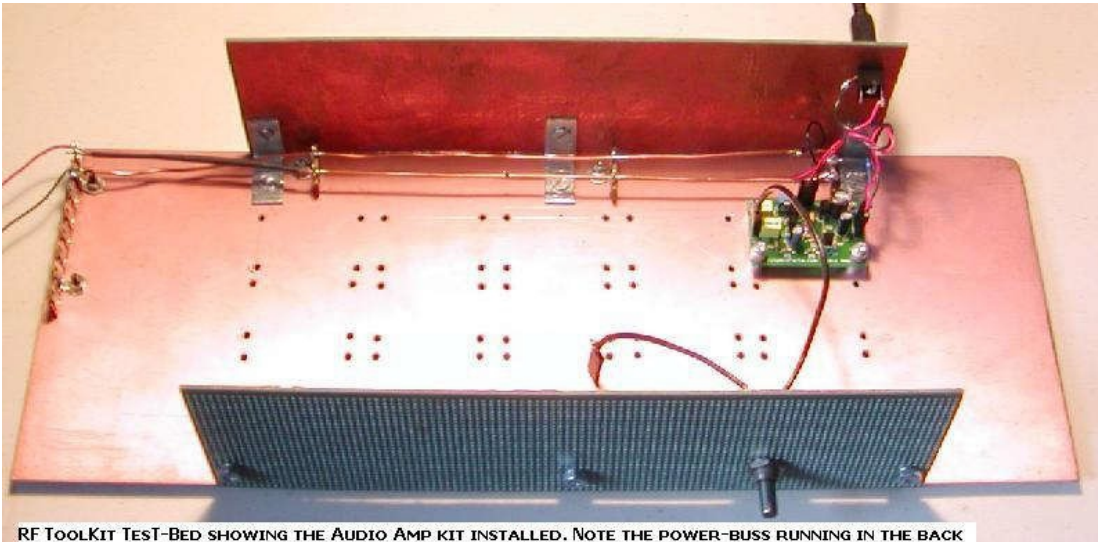


Chocolate 基板は片面基板なので、ジャンパーが必要になることがあります。ジャンパーは主にいくつかの方法で行われます:電源ラインは様々な色の被覆電線(図の赤、青、黒の線など)、レベル間の信号接続は、コンポーネントピン、被覆絶縁電線または細い同軸ケーブル(SYV50-2-1 など)(図の薄緑の線など)を使用して前面で接続できます、レベル内の接続はもちろん、前面で利用できるコンポーネントピンジャンパー、近い場合は、裏面にもできます。接続は、部品ピンのジャンパーを使用して表側で行うこともできますし、近接している場合は裏側で行うこともできます(図中の青線)。

片面基板は金属のスルーホールがないため、パッド(特に独立パッド)の接着が悪く、高温のハンダ付けや外力によって簡単に剥がれたり脱落することがあります。そのため、折る前にナイフを使用して銅被覆を切断し、ラジオペンチを使用してスルーホールの側面を固定し、損傷を避けるためにそっと曲げて折ってください。

このタイプの基板に関する資料がない場合は、回路図に従って慎重に計画を立てる必要があります。まず、基板全体にあらゆるレベルの回路が分布するように計画します。信号線はできるだけ近づけ、送信段が回り込まないようにします。これは自励発振につながりやすく、局部発振器もエネルギーを放射しやすいだけでなく、干渉を受けやすいので、送信段から遠ざける必要があるデリケートな部分です。場合によっては、穴あき基板の作成を容易にするために、主に直列部品の位置の変更、AC 結合用のコンデンサの追加、DC 接続用のための小さな抵抗の追加、一部の部品の極性・位相の入れ替え、電源デカップリングコンデンサやインダクタの追加・削除など、回路を若干変更する必要があります。

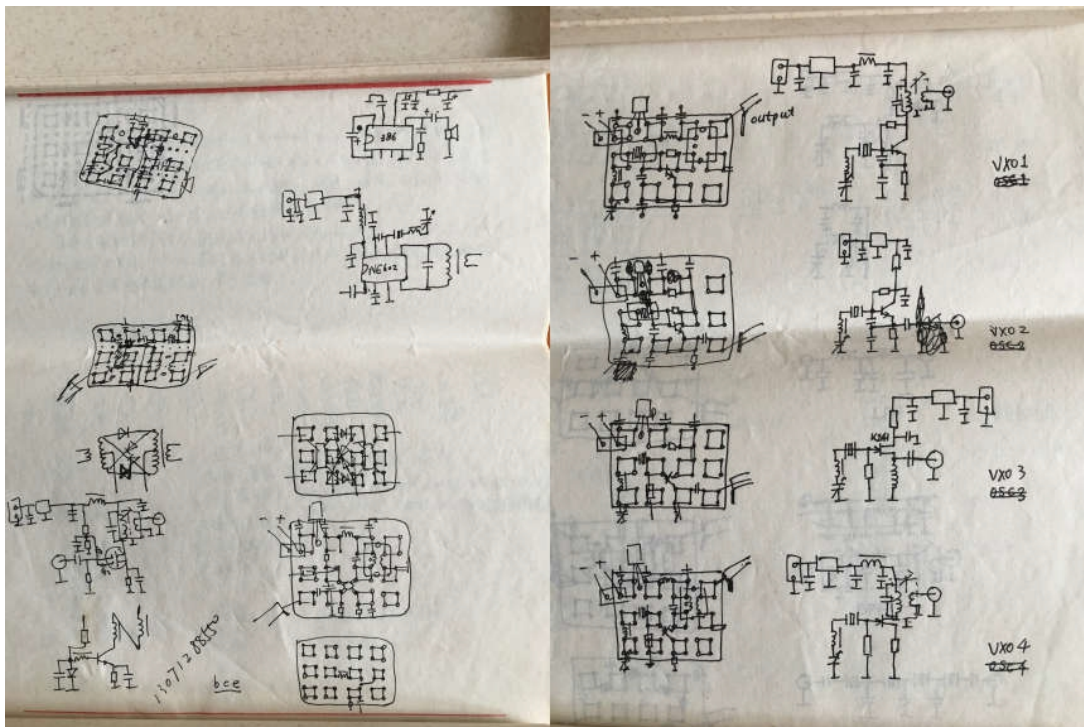
米国のアマチュア無線部品メーカー kitsandparts 社は、30×49mm のプリント基板上に様々な汎用回路モジュールを設計し、それを大型基板上で相互接続できる RF ツールキットを設計しました。



RF ToolKit Test-Bed showing the audio amp kit installed. Note the power-buss running in the back

モジュールから始めるのは良い習慣で、そのために Chocolate 基板は簡単に割れるように設計されています。RFキットのやり方が、モジュールからマシン全体への足し算だとしたら、都合のいい引き算をしていることになります。

特にお見せしたいのは、2003年頃の手描きバージョンで、ご覧のように、ずっと前から書こうと思っていたものです。もちろんこれは紙の上の初期の設計の一部ですが、その後、部品のレイアウトや接続の仕方がわかるように十分な写真を添えて、モジュール化したものをたくさん作りました。例えば、アンプ、インバーター、オシレーター、フィルターなど、一般的に使用されるモジュール回路を含む完全な BITX-40 を作りました。



Chocolate 基板対応部品一覧

長年の試行錯誤の末、部品を用意する際の参考として、互換性のある部品をリストアップしてみました。推奨の数量や購入情報まで記載しているので、初心者の方にも安心です。このリストは、HF～6m バンドの QRP 製作に必要な部品のほとんどをカバーするもので、本書製作のための既定の選択肢です。工具、器具、ケーブル類はこのリストには含まれていませんので、別途ご用意ください。

推奨品リスト	数量	備考
オープンソースの 6 ユニット Chocolate 基板	5	JLC 無料試作品あり、0.9mm 穴バージョン。製造ガーバーファイルは以下です。 http://crkits.com/FreeChoc1.rar
1.2mm ツイストドリル	5	リーマ加工用
2.54mm 間隔のピンヘッダ 1 列 40 ピン	5 列	Taobao(淘宝)
デュポンワイヤー 20cm 長	40 本	Taobao(淘宝)
単投のリードリレー HK4100F シリーズ	5	DC12V、Huike ブランド
双投のリードリレー HK19F シリーズ	5	DC12V、Huike ブランド
SMA-KWE 標準ソケット	10	設置範囲が広く、グランドピンを取り外す必要がある
8 ピン高品質丸穴 IC ソケット	20	水晶発振子ソケットとしても使用可能です
水晶発振子 7023、7050、14023 など	若干	淘宝网を探す
オーディオソケット PJ-307	10	リーマ用
青と白の半固定抵抗器 1k 10k	各 10	Taobao(淘宝)
1/4W 5%抵抗パック、4.7 10 22 47 100 220 470 1k 2.2k 4.7k 10k 22k 47k 100k 220k 470k 1M	各 100	Taobao(淘宝)、4 つのリングで十分であり、不足している抵抗値を得るために直列接続をフルに活用する
リマーコンデンサ 5-20pF 9-50pF	各 10 個	拡張穴用
積層セラミック COG のコンデンサーのパック、各セットは 100V 5%精度 足幅 5.08mm ゼロ温度ドリフト 5.1 10 22 33 47 82 100 220 330 470 820pF 各 1 個	25 セット	Taobao ENYSi BD6CR のコンデンサーのパック
セラミックチップコンデンサ 2p 102 222 103 473 104	各 100	Taobao(淘宝)
電解コンデンサ 25V 1uF 10uF 100uF	各 50	Taobao(淘宝)
ダイオード 1N60 1N4148 1N4007	各 50	Taobao(淘宝)
3mm LED、赤、緑	各 10	Taobao(淘宝) 高輝度つや消し
小電力トランジスタ 2N3904 2N3906 2N4401 S9018	各 20 個	Taobao(淘宝)、長電/長晶ブランド
中電力トランジスタ BD139 BD140	各 10 個	Taobao(淘宝)、長電/長晶ブランド
7x7 ケース入りコイル、3.8-50MHz 自選	若干	淘宝金平電器

インダクタ 1/2W 1u 4.7u 10u 22u 100u 1mH	各 100	Taobao(淘宝)
トロイダルコア T37-2 T37-6	各 10 個	Taobao(淘宝) - Juncan(君灿)
トロイダルコア FT37-43 FT37-61	各 10 個	Taobao(淘宝)、または Tradeze
0.4mm 径エナメル線、赤、金	各 10m	Taobao(淘宝)
三端子電圧レギュレータ 78L05 78L08	各 10	Taobao(淘宝)
インライン IC LM386	10	Taobao(淘宝)
インライン IC NE602	5	Taobao(淘宝)

必要な工具・器具

通常のハンダ付けツールに加え、1.2~3mm のドリルビットをクランプできる穴明け用電動ドリルと、写真のような小型の DC 電動ドリルを用意します。



デジタルマルチメーターに加え、新時代に欠かせないこの2つの「RF マルチメーター」購入をお勧めします。nanoVNA はネットワークアナライザー、tinySA はスペクトラムアナライザーで、周波数計、シグナルジェネレーター、アンテナテストの機能も備えています。バックアップ用に-30dBc または-40dBc の固定減衰器を1~2 個用意することをお勧めします。公式アカウントでは、まとめ買い割引情報を紹介しています。https://mp.weixin.qq.com/s/fbFOSID_AjNxBnBPQ4f-mg をご覧ください。



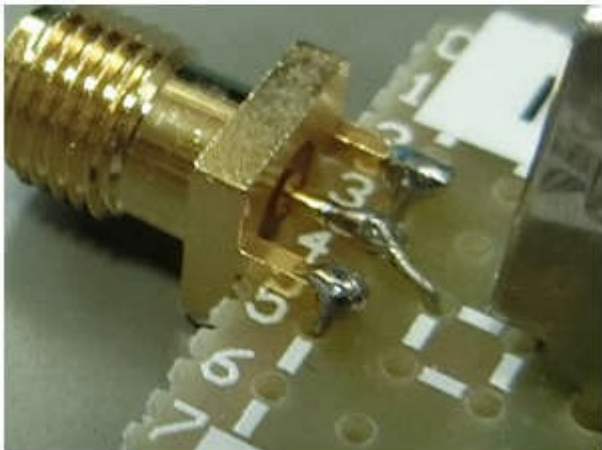
一般的な部品への適応技術

RF コネクタ

SMA コネクタが適していますが、BNC コネクタも使用可能です。種類によって、エッジタイプかコーナーピンタイプでの取り付けが可能です。

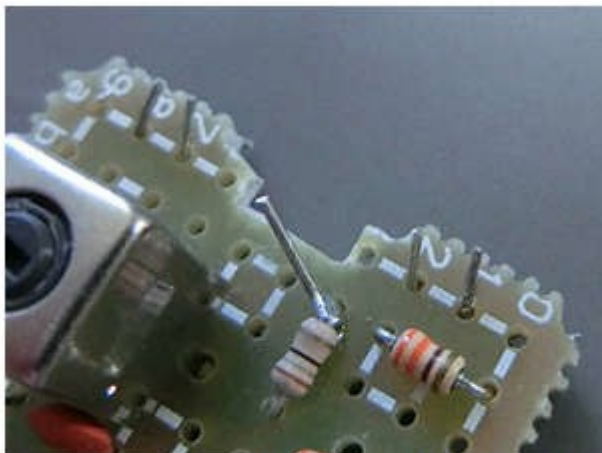


▲写真7 エッジタイプのSMAコネクタを使いました。



▲写真8 SMAコネクタの接続方法です。

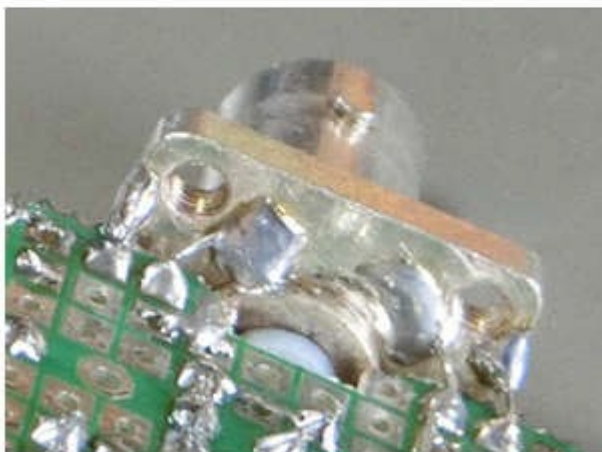
エッジタイプについては、日本の有名なQRPerであるJE1UCI氏の記事で紹介されています。
<https://www.icom.co.jp/personal/beacon/kousaku/1567/>



▲写真11 BNCコネクタに合わせて多少基板を削りました。

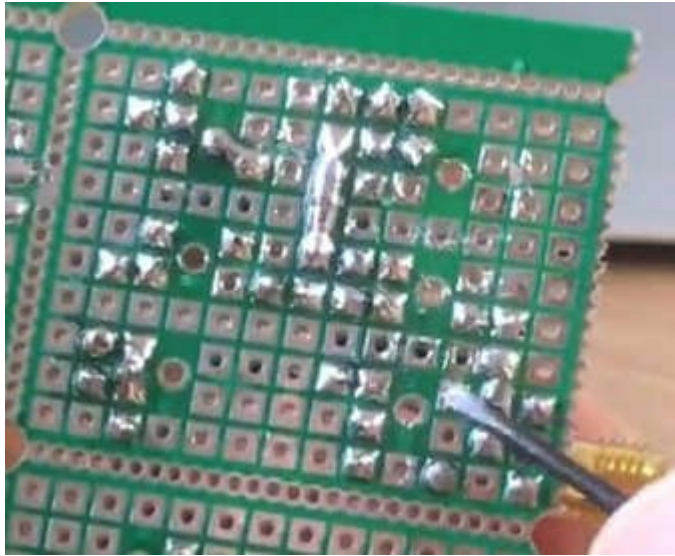


▲写真12 BNCコネクタを直付けしたところです。

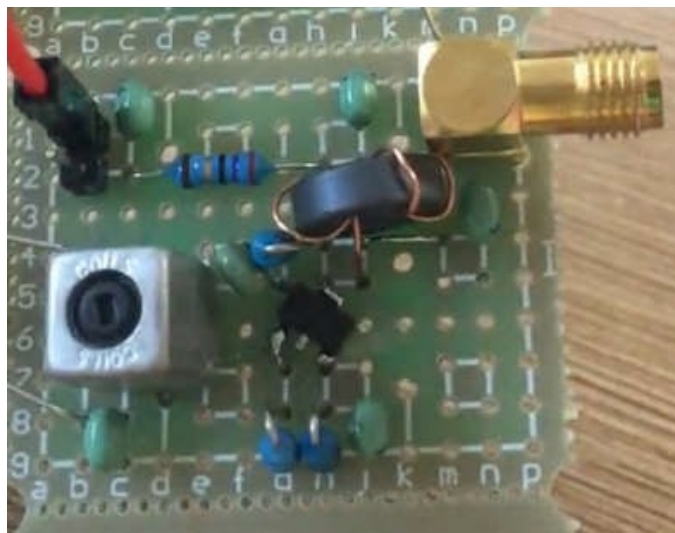


▲写真13 裏表で直付けしました。

BNCの取り付け方法は上記のJEIUCIの記事も参考にしてください。もちろん基板実装のBNCソケットもリーマ加工により取り付け可能です
13Trの作り方については、この後の記事を参照してください。



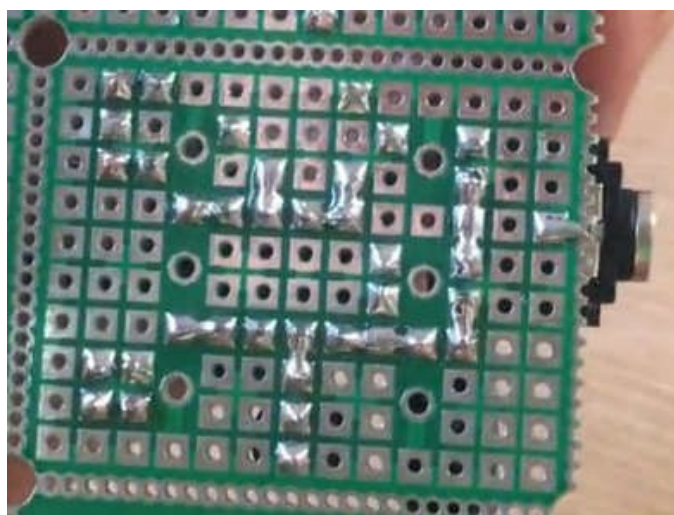
SMA-KWE モデルの場合、中間信号線がグランドと短絡しないように4重パッドになっているため、まず5ピンを穴明けし、グランドピンをフラッシュ除去するコーナー穴明け方式を採用しています。



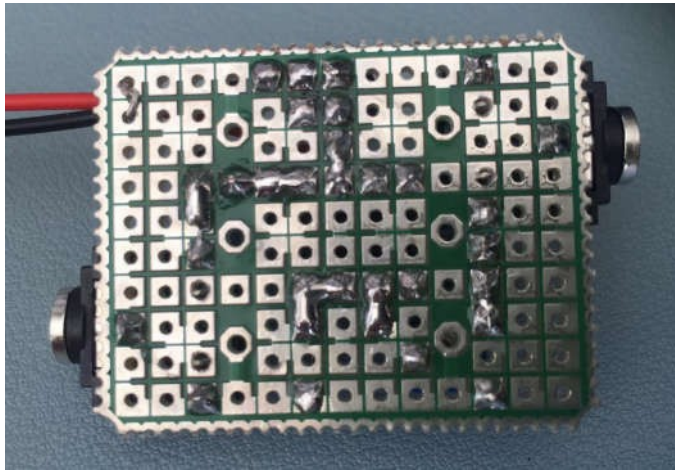
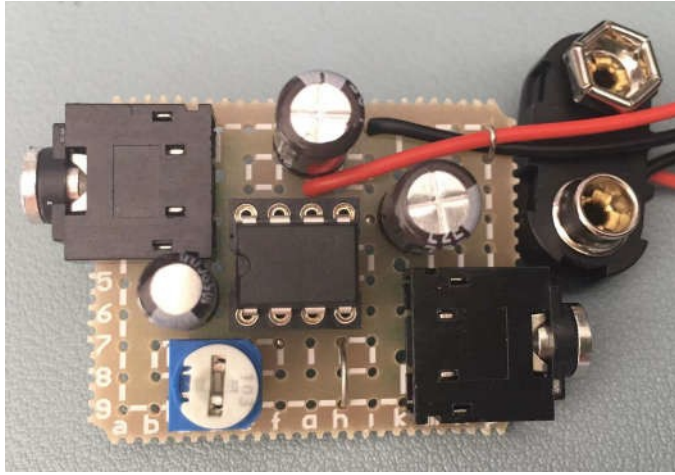
SMA コーナーマウント、異なるアースピンを外すことでマウント方向を任意に設定可能です。

オーディオコネクタ

PJ-307-3、または -5 と最も互換性があります。取り付けには穴明けが必要です。2チャンネルの取り付け方法です。

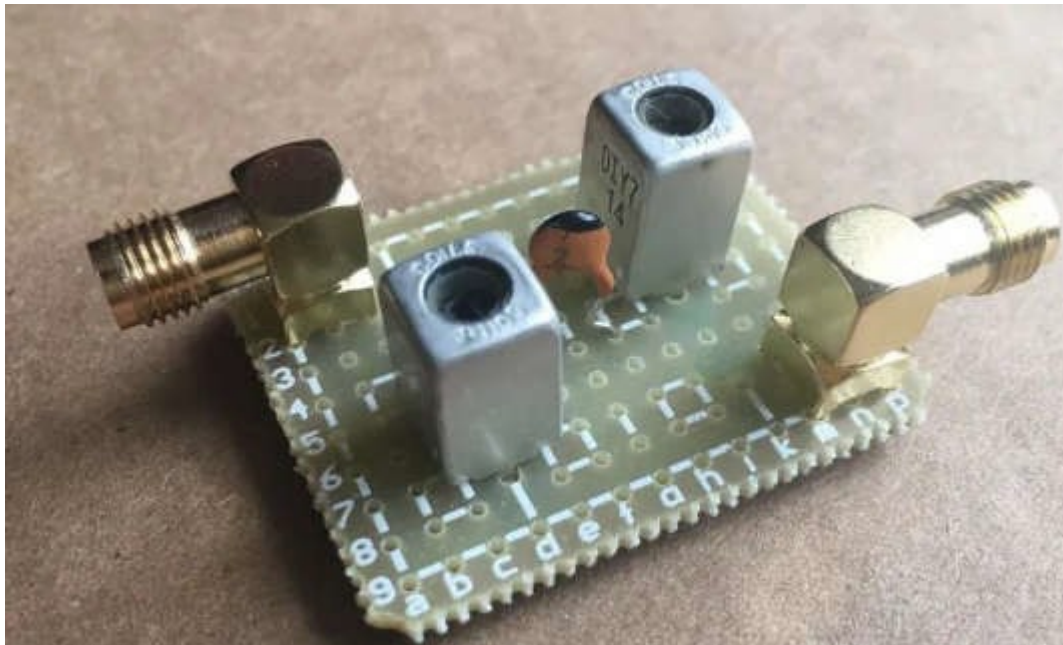
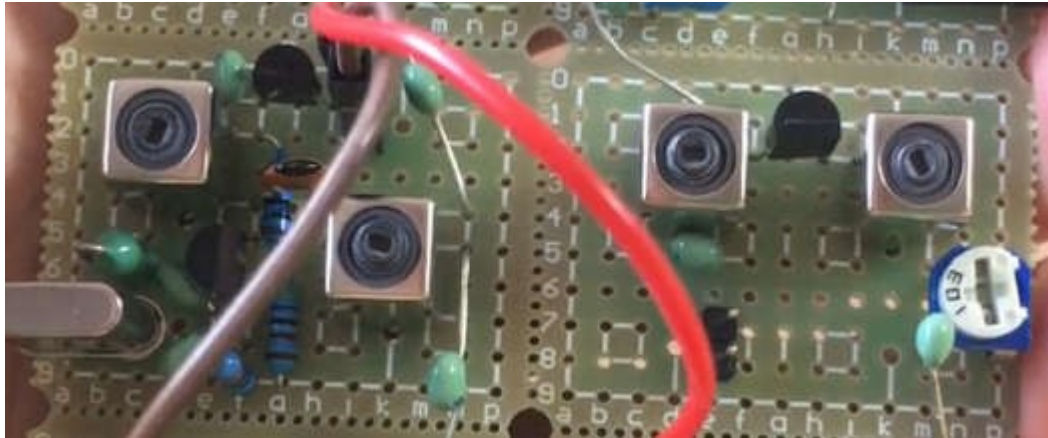


モノラル設置が必要な場合は、もう片方のチャンネルが接地されるように1ピン浮かせる必要があります。これはモノラル LM386 アンプで、作り方の参考になります。



ケース入りコイル

各ユニットには、7×7サイズに限定されたケース入りコイル取り付けのための4つのポジションがあります。ピンの間隔が4.5mmの設計のため、やはり多少の加工は必要です。



集積回路

LM386、NE602、MC1350 など親和性の高い 2 列の独立したパッドを使用して IC を実装します。図は、LM386 の代表的な回路です。



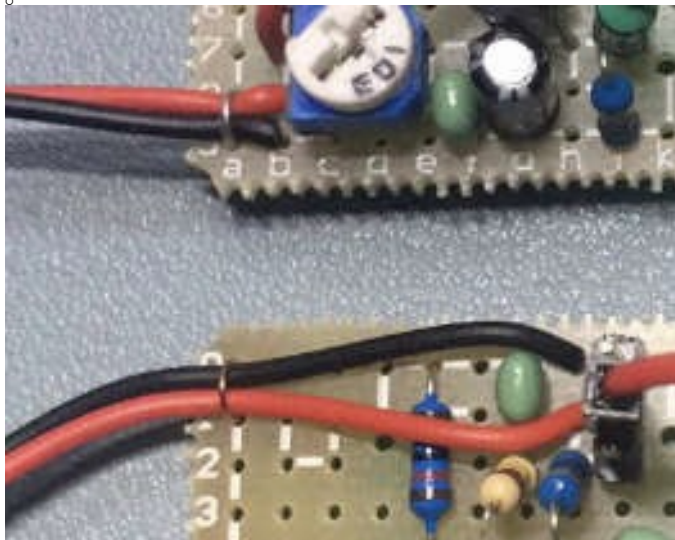
リレー

単極リレー HK4100F シリーズ、双極リレー HK19F シリーズは、集積回路の取り付けを参照し、ピンの近くのはんだ付けパッドに注意して引き出します。

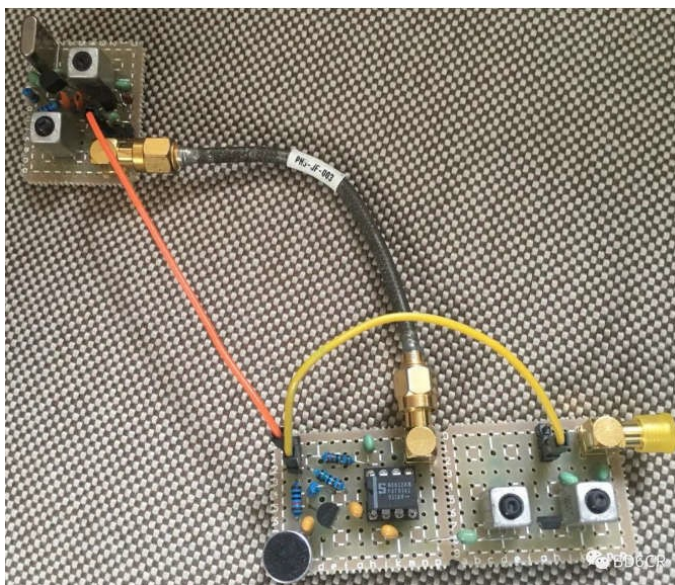


電源ケーブルの取り扱い

電源入力は、ラミネート加工された電池クリップかリード線を残りの部品ピンではんだ付けして固定するか、電源の極性が逆にならないように XH2.54 コネクタを使用します。ただし、XH2.54 コネクタは場所をとるので、限られた状況下ではデュポン社のワイヤーを使った 2.54 ピンピッチのピンを 1 列に並べる方法もあります。



ユニットは、余分なピンを使って内部でジャンパすることも、部品のピンを使って直接ジャンパすることもできます。デュポン社のワイヤーを使ってユニット間をジャンパーする場合、ジャンパーを容易にするために、ユニットごとに少なくとも 1 本の電源ピンを追加する必要があります。以下のような方法があります。

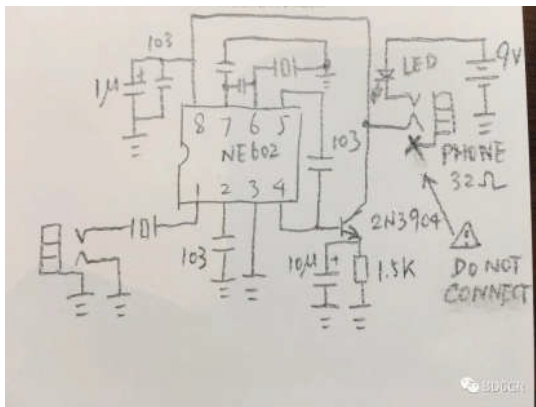


SMD 部品

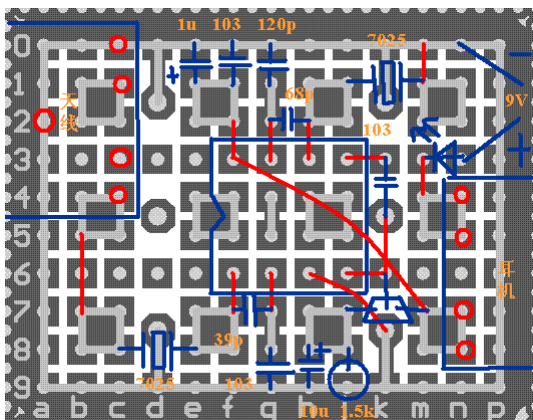
2012(EIA0805)チップコンデンサ、抵抗、インダクタまたはダイオードはハンダ面にハンダ付けすることをお勧めします、特にチップコンデンサはデカップリング目的に非常に適しており、特に上記の電力線処理で、性能がよく、部品表面のスペースを占有する必要がありません。チップ・トランジスタもうまくいくはずですが、練習が十分でないため、読者は自分で試してみてください。

1 ユニット基板の製作 2: シンプルなレシーバー

アマチュア無線を聴くための受信機を自作するのは、なんと簡単なことでしょう。集積回路 NE602、トランジスタ、抵抗、コンデンサー、水晶発振子を使えば、超簡単な受信機の出来上がりです。効果はどうかと聞けば、使っている人なら分かると思います。回路図は以下で、アンテナソケットは左側にあり、水晶はフィルタとして直列に接続されており、放送干渉を排除できます。NE602 は典型的な DC レシーバーです。DC は直流ではなく、DIRECT CONVERSION、つまり直接周波数変換を意味します。このトランジスタの接続は、理解できないですか？ NE602 の差動出力端子を DC バイアスとして借りているだけで、イヤホンの裏に接続された NE602 の電源は何をするためのものなのか？ 設計者(以下略)の脳みそは狂っているのでしょうか？ 少しですが、完全に狂っているわけではありません。このデザインは自励発振の危険性がありますが、1 μ F のコンデンサで緩和されています。機能としては、イヤホンプラグを電源スイッチとして使用することで、非常に使いやすくなっています。LED を接続すると電流が増えるのでは？ 実はこれで電圧が下がり、全体の電流が減るので、アンバー色の LED が点灯するのです。一般的にトランジスタの直接出力は抵抗の大きいヘッドホンに接続するのが良いとされていますが、ステレオヘッドホンに直列に接続すると最低でも 64 Ω 、アップルのヘッドホンは 80 Ω 以上になり、しかもヘッドホンは感度が高いので音量もはっきり聞こえます。え？ CW だけでなく SSB も受信できるんですか？ 6/7 番ピンのコンデンサーと水晶発振子のマッチング次第です。例えば、7050 の SSB 受信の場合は発振周波数を 7050 ちょうどに合わせ、7023 の CW 受信の場合は発振周波数を 700Hz など 7023 より高いか低いオーディオトーンの周波数に合わせる必要があります。どうすればいいのでしょうか。2 つのコンデンサを直列に接続して容量を計算すると、ほぼ 20pF に等しく、水晶発振子の公称周波数を得ることができます。小さい方を調整すると発振周波数は高くなり、それ以外の場合は低くなります。水晶発振子が動作しなくなるので、無制限に調整することはできませんが、私の場合、7010 の周波数を少し低くするために、68p と 39p を使い、直列容量を 20p より大きくしています。

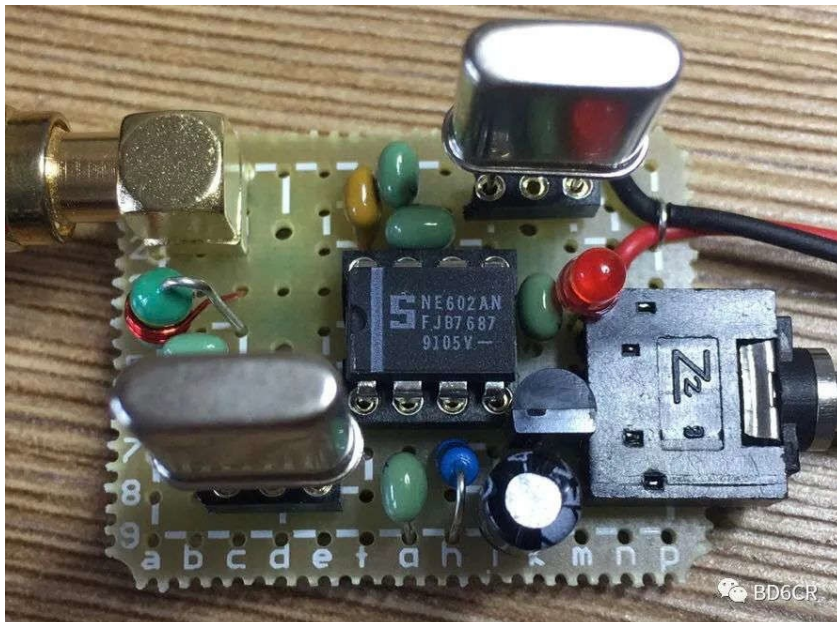
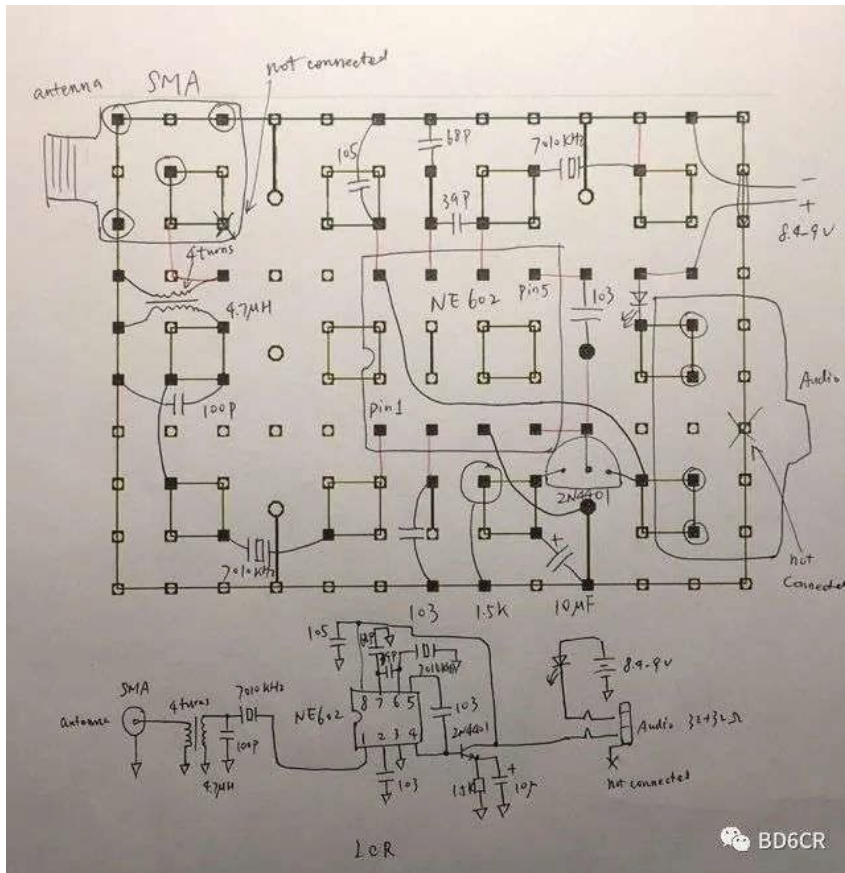


接続のイメージ図です。

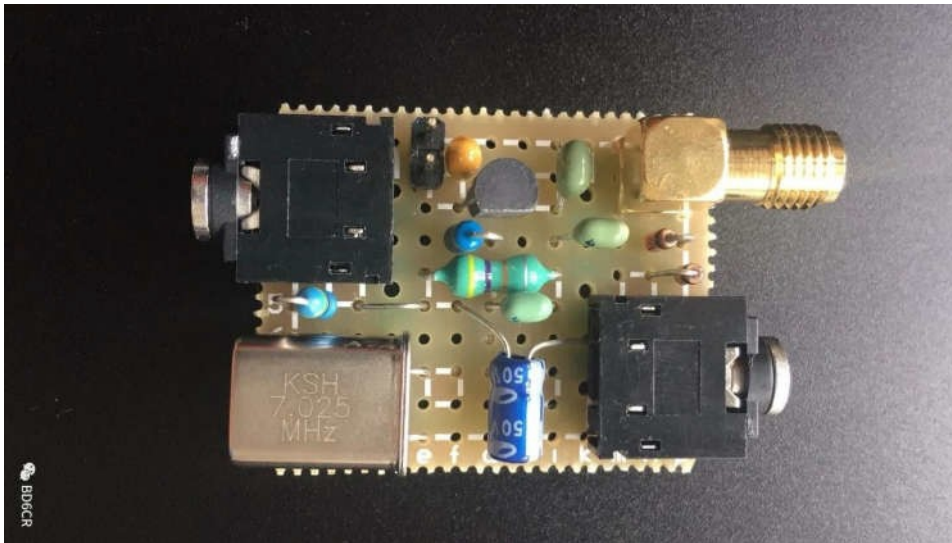


簡単なレシーバー製作の動画: http://www.iqiyi.com/w_19sqyk061.html

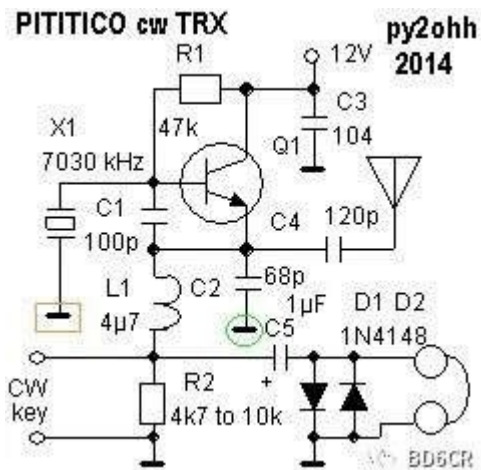
バージョンアップ:ここでは、入力 LC 共振とインピーダンスマッチングを追加し、感度を向上させました。4.7uH カラーリングインダクターは 4 回巻くことができます。オーディオソケットの扱いが一般的なものと異なる点に注目してください。



1 ユニット基板の製作 3: 草鞋(わらじ)

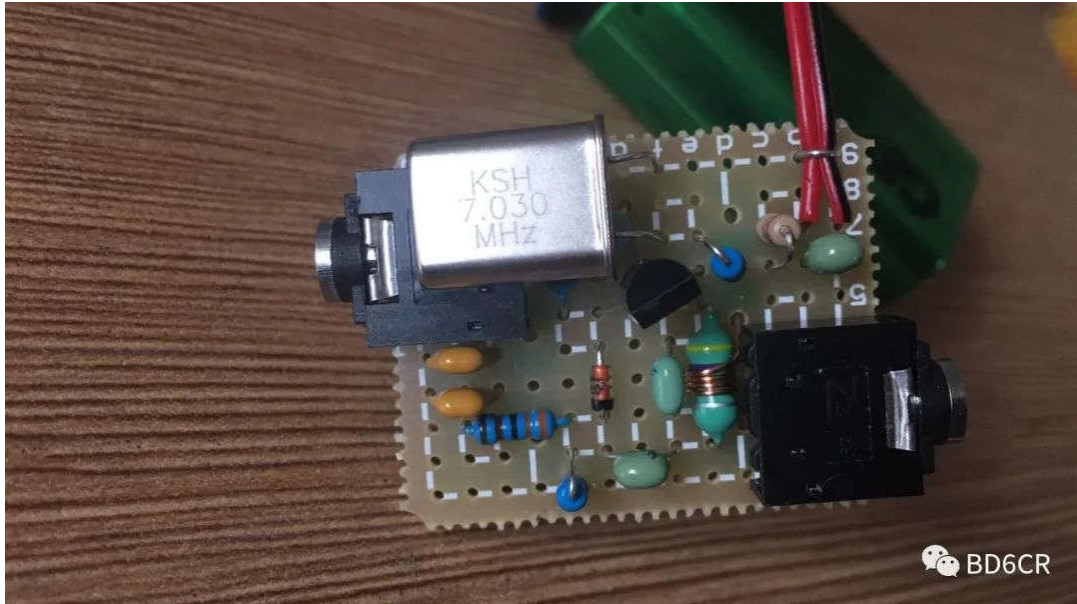


高インピーダンスのヘッドホンで聴くための、非常にシンプルなCWトランシーバーです。送信電力は数十ミリワットのオーダーになりますが、周波数偏差やサイドトーンは期待できませんし、スプリアスはかなり劣ります。しかし、すべてのコネクタ類も含めて1ユニットにまとまっているのは、非常にうれしいことです。

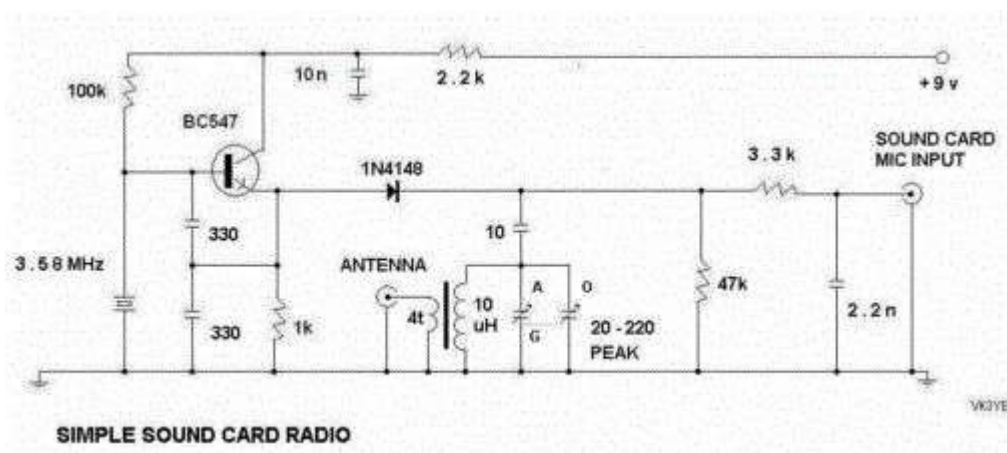


1 ユニット基板の製作 4: DSB と DSP が出会うとき

DSB は両サイドバンド、DSP はデジタル信号処理、この2つは相容れないもののようですが、簡単なハードウェアを作って、この2つを出会わせてみたら、どんな化学反応が起こるでしょうか。

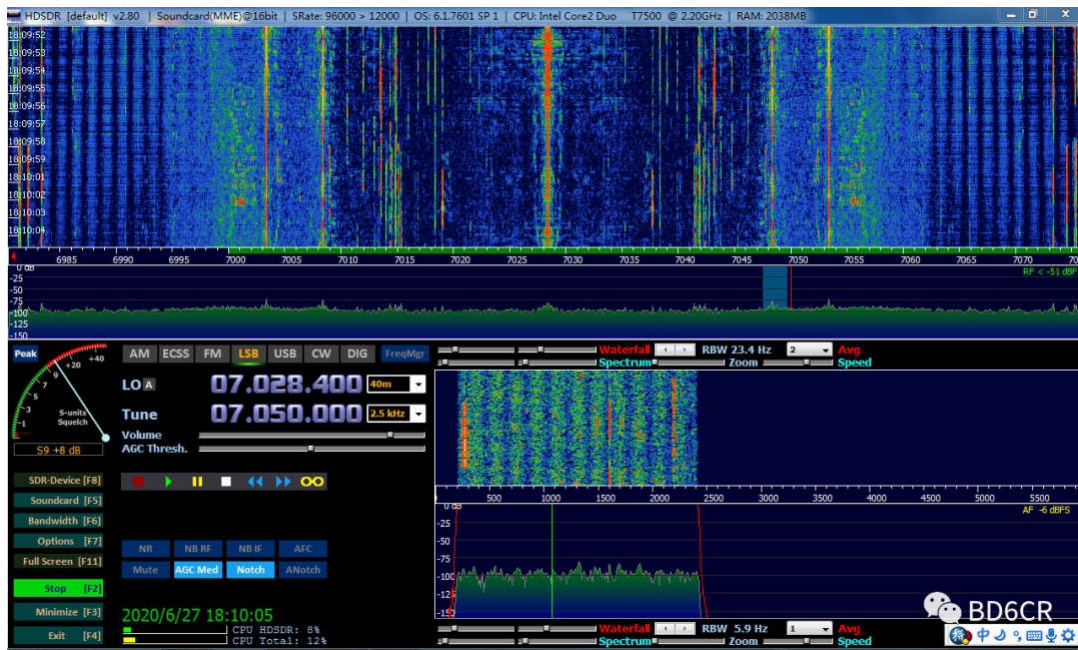


このハードウェアには特別な部品はありません、おそらく一番難しいのは水晶発振子でしょう。実際はこの周波数である必要はありません、その他は一般的な部品です。回路は数年前の SPRAT 誌の VK3YE の記事を参考にしています。記事のタイトルは「Another simple sound card receiver」です。回路図ではもともと 80m の水晶発振子を使っていましたが、私は 40m の水晶発振子に変更しました。アンテナへの入力 は 40m 周波数固定セレクター入力、4.7uH と 100p コンデンサを使い、他には何も指定されていません。この回路の利点は、モノラル MIC 入力だけで済むこと(これは必要ないのと同じ)です。デュアル LINE IN を必要とするいくつかの SDR 回路と違って、ノートパソコンにはほとんどありませんし、安い USB サウンドカードにも付いてません。結局、私は Creative SBX PROSTUDIO レベルのデスクトップ サウンドカードを購入することになりました。間違って 2 機種を購入した後、SDR を再生するためだけに Creative サウンドカードを 3 つ購入してしまったので、私の心は血を流しています……。



7030 を選んだ理由は、ほとんどのサウンドカードのサンプリングレートが 48kHz までなので、プラスマイナス 24kHz をカバーすることになり、7006~7054 の範囲となるからです。サンプリングレートが 96kHz のより

優れたサウンドカードを使用すると、プラスまたはマイナス 48kHz をカバーできます。もちろん、実際の発振周波数は水晶発振子の周波数と全く同じではないので、私の回路では 330p のコンデンサ 2 個を 100p に変えて 7028.4 で発振するので、7004.4~7052.4 の範囲をカバーすることになります。少なくとも、最も一般的な 7050 LSB をカバーできるのは悪くないのですが 7053 をカバーするために、例えば 7030 の水晶発振子に直列に 20~30p の小さなコンデンサを入れるなどの部品交換が必要になります。



ハードウェアの準備が整ったので、どんなソフトウェアを使いましょうか。雑誌では M0K GK の SDR DECODER が推奨されています。それをダウンロードしたところ、問題なく動作しました。しかし、インターフェースがやや魅力的でなく、機能も少ないので、以前使っていた HSDR で、正しいサウンドカードを選択し、LO を 7028.4 に変更するだけで試してみたところ、問題なく動作しました

よくよく調べてみると、メインスペクトラムが LO 周波数を中心線としてミラーリングされていたので、これはダイレクトコンバージョンの DSB 受信機なんだ！と思い当たりました。ただ、SDR ソフトはインターフェイス上のチューニングによって、数十 kHz の非常に高い音声周波数を普通に聞き取れる音声に変えることができるのです。今日は CW コンテストで、その周波数には強い CW 信号がたくさんあり、7050 LSB をミラーリングして大きな干渉を引き起こしました。SSB 音声リンクは「ハンマーノック」されると迷惑なので、通常はノッチ機能を使ってこうした固定周波数の干渉を除去しています。単一周波数の場合は、ANotch 機能を試すことができます。これは、干渉が急増したときに自動的にノッチを設定して、一定期間後に再検出する仕組みです。また、複数の周波数がある場合は、Notch と ANotch を併用することもできます。まず手動でスペクトルの下部をクリックして 1 つ以上の周波数を削除し、一時的に発生する新しい干渉の監視は ANotch に任せることもできます。これらは DSP デジタル信号処理の機能ですが、この DSP 機能により、干渉の多い DSB の受信が大幅に改善されました。もう一つ顕著に改善されたのが、ダイレクトインバーター受信機でよく問題になる放送波干渉ですが、これも DSP 処理でほとんど聞こえなくなりました！（放送波干渉が LO に非常に近く、7050 が非常に遠いからでしょう）。アンプすらない、こんな単純な回路の感度はどうなっているのでしょうか？ サウンドカードが非常によく補正してくれるので、大きなラジオより悪くない音がします！

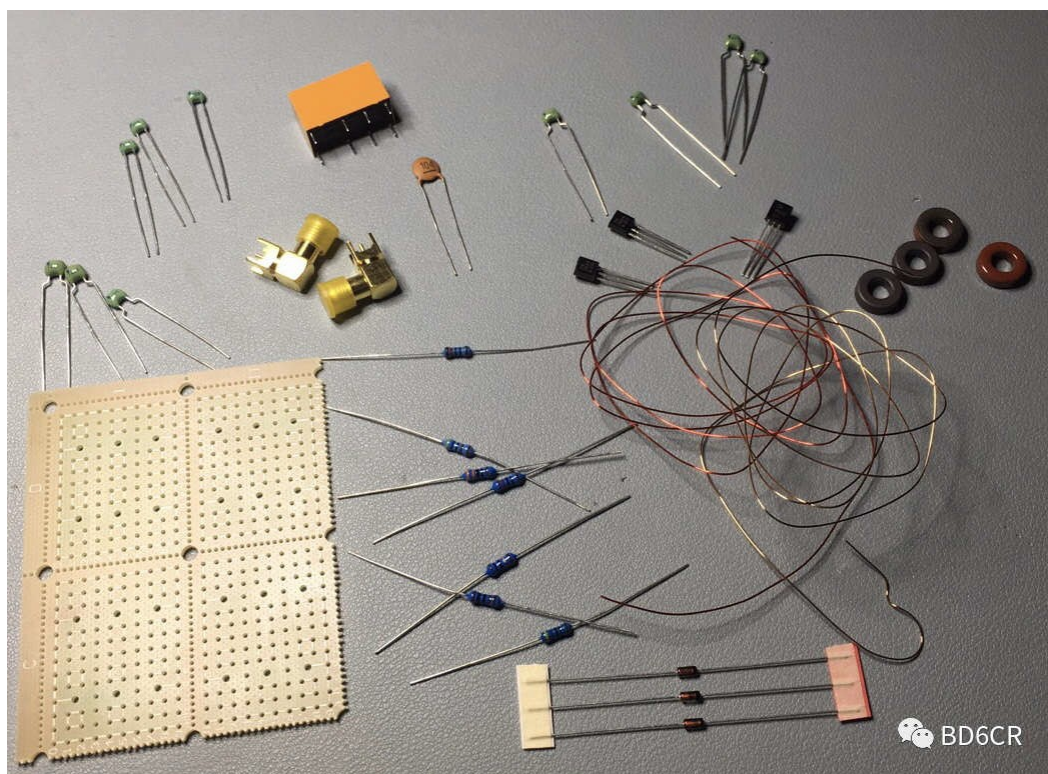


私の「革靴」の改良記事はたくさんありますが、例えば、なぜ真空管が焼けやすいのかを研究し、真空管の耐圧もさることながら、 $22\mu\text{H}$ のインダクタの飽和が問題になると結論付けたことがあります。

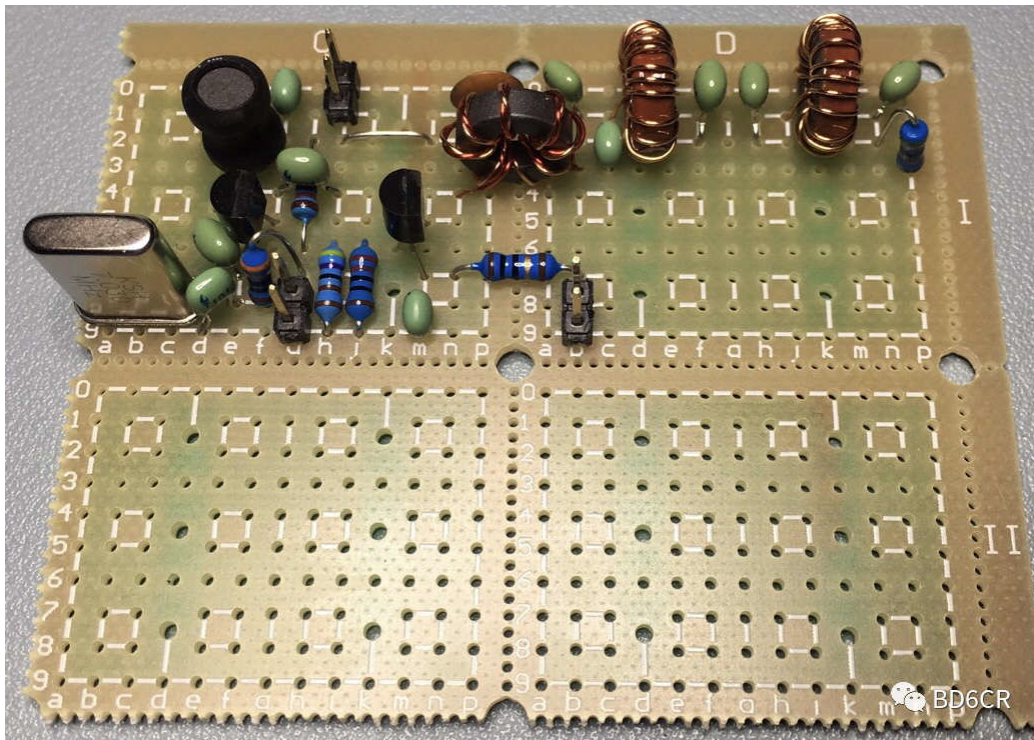
2 ユニット基板の製作 2: トランシーバ一切替式 200mW 送信機

この回路は、日本の著名な作家 JF1RNR 氏が設計したもので、彼の著書から引用しています。日本ではこの回路は AYU40 とも呼ばれ、非常に有名な製作物です。この回路にも特徴があり、2SC1815 が発振した後、2SC1815 を C 級パワーアンプとして使用し、4:1 のインピーダンス変換後、2 段の π 型 LPF 出力に接続しています。追加回路は受信機で使うためのスイッチング回路で、例えば TECSUN の PL880、PL365 を完全な CW 受信機として使うことができます。

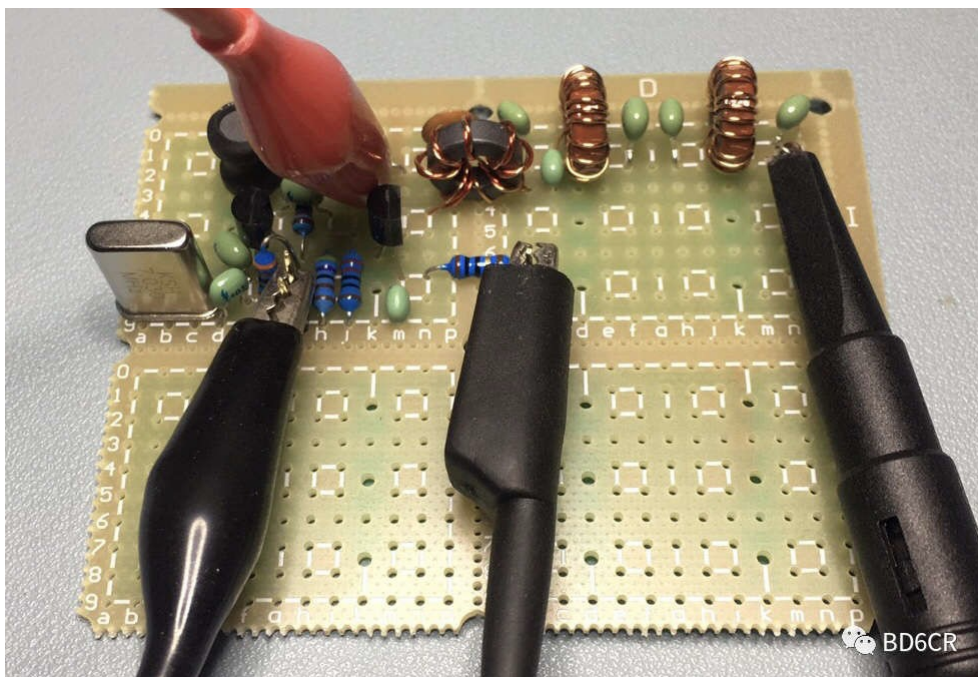
部品は保存してあるので、基本的には全て揃っていて、トランジスタは 2N3904 が 2 本と 2N3906 が 1 本、水晶発振子は 7030 ですが、7023 でも OK です。オリジナル回路は、通常の 7000 の水晶発振子に小さなコンデンサーを接続して、日本の QRP 周波数 3kHz を 7003 に引き上げることができることを意味します。



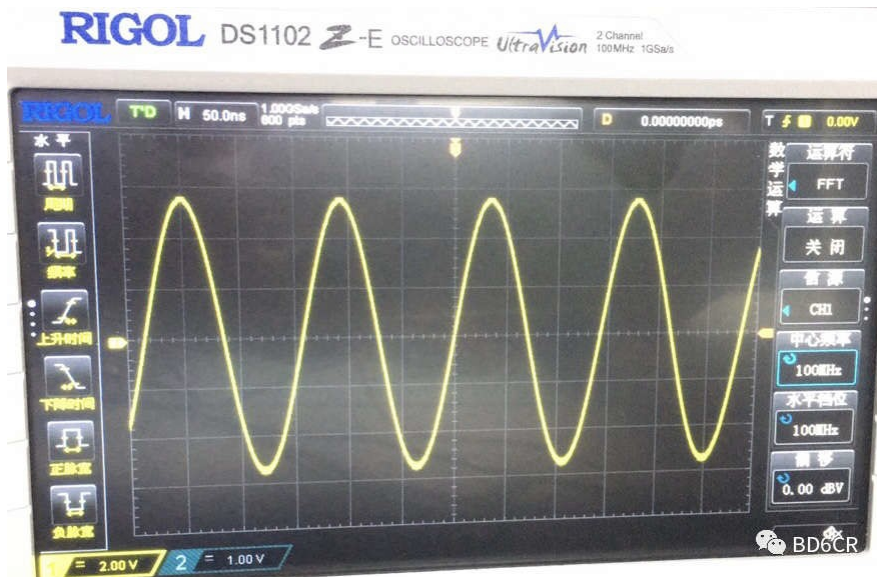
発振器の出力リングコアは巻くのが面倒なので、22 μ H の立型固定インダクタを使用しています。LPF リングコアは T37-2 で 16 回巻き、インピーダンス変換のリングコアは、センタータップ出力に 8 回ツイスト巻きしています。LPF の出力はオシロスコープで簡単に測定できるように 51 Ω の抵抗に直接接続されています。基板下のスペースはトランシーバのスイッチとして使用しています。



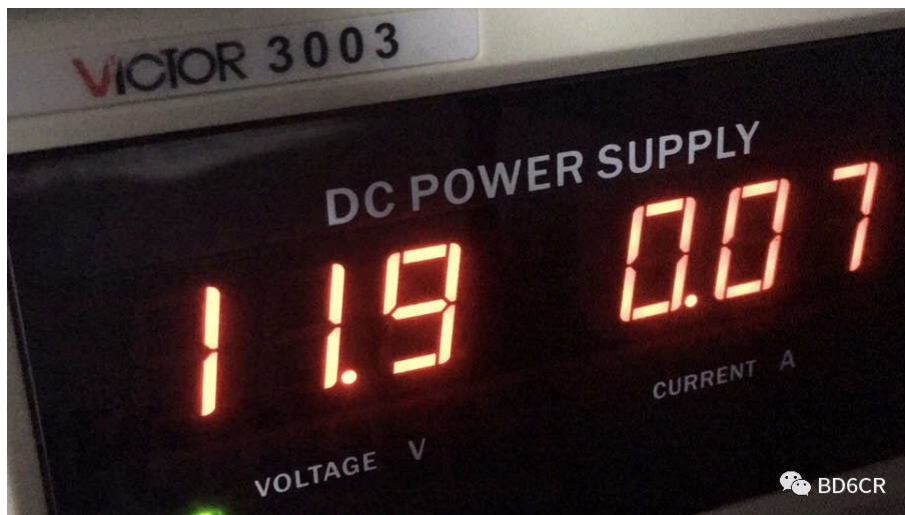
部品探しから組み立てまで約2時間かかりましたが、とても楽しい作業でした。また、1995年頃の北京電子新聞に掲載された上海の馬振宇氏のコラムに同様の回路が掲載されており、当時はアメリカのトロイダルコアが非常に高価だったようでしたが、それでも毎回新連載を楽しみにしており、非常に楽しく読ませてもらいました。



12Vを供給するために小さなミノ虫クリップを使用し、次に、オシロスコープ x10プローブを使用して、51Ωのダミーロード抵抗でテストしました。波形はきれいで、ピークツーピークで11V、変換電力は300mWです。周波数が7028.4です。接続した約22pのコンデンサにより7030から引き下げることができます

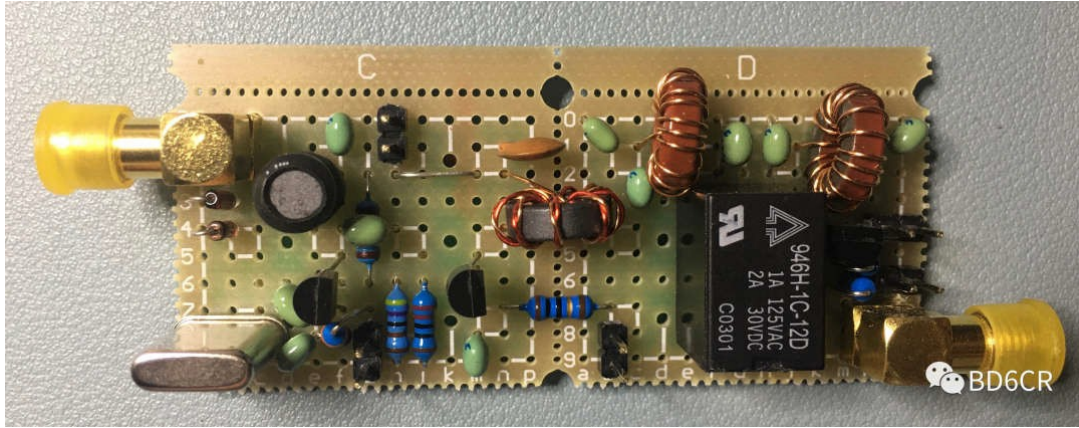


電源の表示です。

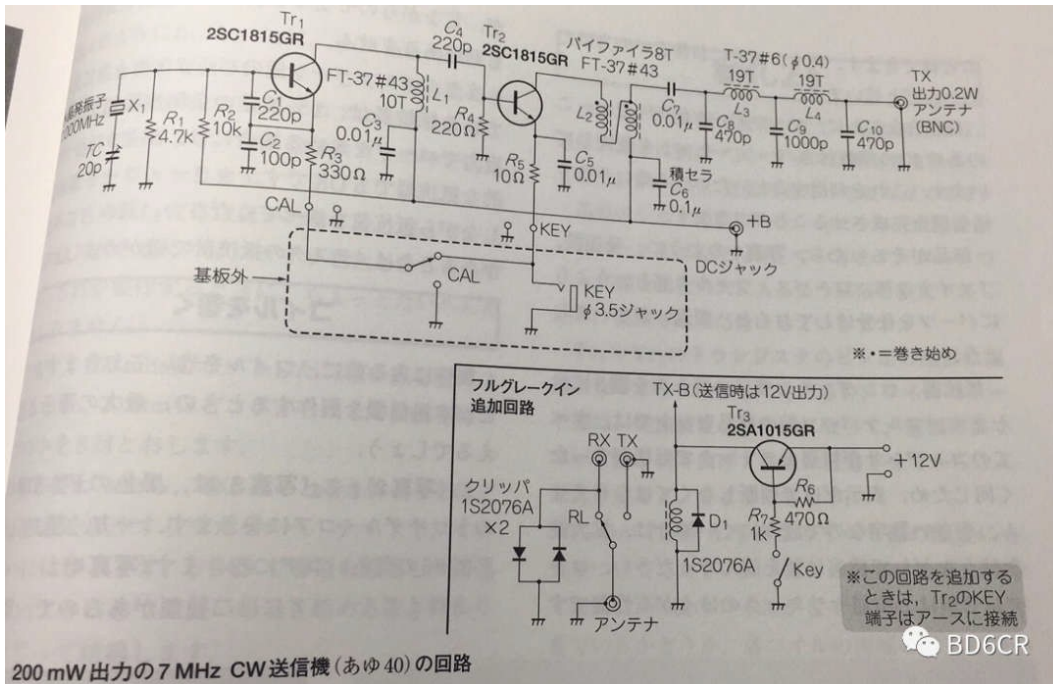


入力電力 0.84ワット、出力 0.3ワット。終段増幅器の効率を計算するならば、発振段の電流を 0.01A 程度差し引けば、全体の効率は 40%程度となり、ごく普通です。この出力は、本にあった 12V 200mW の数値を上回っていますが、おそらくトランジスタの違いによるもので、私は中国の長電科技の 2N3904 を使用しており、直流増幅率は 300 を超えています。

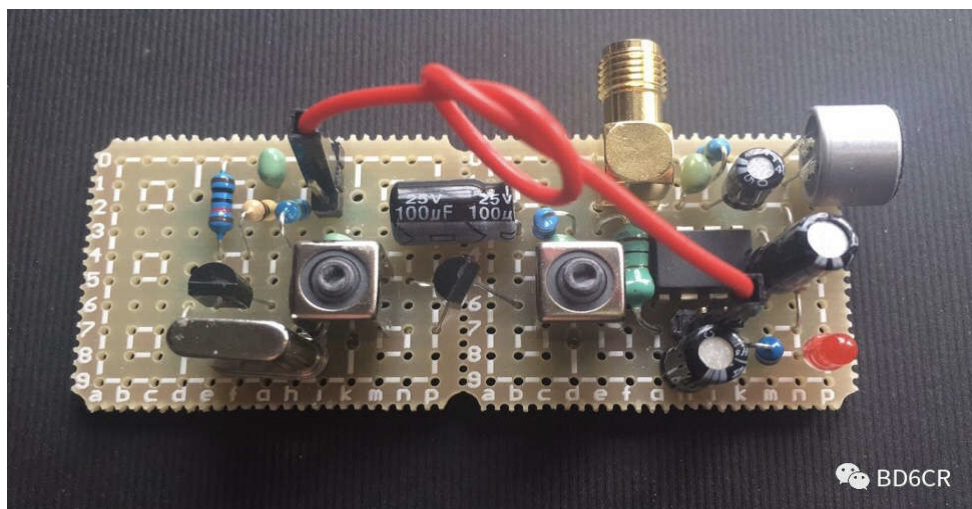
トランシーバーの切り替え回路と合わせて、当初は 4 ユニットの予定でしたが、結局 2 ユニットに詰め込みました。しかし、全く過密ではなく、背面には長いジャンパーが 2 本あるのみです。左の SMA は受信機接続用、右の SMA はアンテナ接続用です。動作時は、リレーが鳴り続けるものの、フルブレイクインで動作します。



とても小さいので、外出先でも9Vの角型積層電池で使用可能です。自宅でソニーの無線機 ICF-SW7600G に電源を接続してテストしてみたところ、問題なく動作しました。



2 ユニット基板の製作 3: FCZ 設計の 6m10mW AMトランスミッター



この小さな回路は短時間で完成し、測定結果も悪くありません。キャリア電力は 10mW、大声では 30mW の瞬時電力が得られます。50.314 の水晶発振子を使用すると、送信周波数は 50.318 前後で、AM は周波数安定度にはあまり厳しくありません。FCZ の制作本を参考にしましたが、まさか中国語訳があるとは思いませんでした。この回路の高周波チョーク Ch は、100-220µH の固定インダクタでよいです。変調度を上げる回路は非常に興味深いものです。回路図に C1 が 2 つありますが、そのうちの 1 つは C30 のはずです。

この回路は Chocolate 基板を使用して作成しましたが、スプリアス指数は非常に良好であり、PCB 版よりもかなり優れています。ここで重要なのは 50MHz の帯域周波数で、これは先の互換部品リストを参照して選択できます。50.314 水晶発振子は、Idlefish で北京の BG1NAL から購入できます。まだ入手できることを願っています。そうでなければ 16.xxx ベース周波数クリスタルも試すことができます。これは通常うまくいきます。いろいろなトランジスタを試すことができます。私は長電(長結晶)の 2N3904 を 2 つ使いましたが、性能は非常に満足 of いくものでした。以下は、「ラジオ電子回路の製作」(大久保正 JH1FCZ 著、科学出版社)の 3.2 章「10mW、50MHz AMトランスミッター」から引用したものです。

3.2 10mW,50MHz AMトランスミッター

3.2.1 回路

これは本格的な送信機を初めて作るという人に最適な回路です。図 3.6 に回路の構成図を、図 3.7 に全回路図を示します。

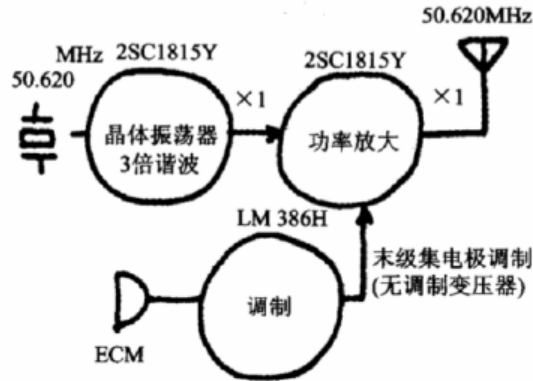


図 3.6 10mW, 50MHz 出力の AM 送信機組成

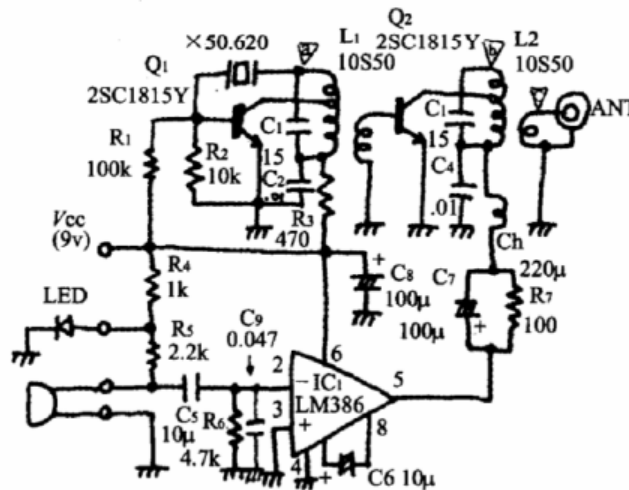


図 3.7 10mW, 50MHz 出力の AM 送信機回路

図 3.6 10mW、50MHz 出力の AMトランスミッターの構成図

図 3.7 10mW、50MHz 出力 AM 送信機回路

【発振回路】Q1 の 2SC1815 による 3 倍オーバートン発振回路で、いきなり水晶発振子の周波数である 50.620MHz の信号を作ります。

【終段回路】Q1 で発生した信号を Q2 の 2SC1815 で増幅すると共に AM 変調をかけます。変調形式は「終段コレクタ変調」です。

【変調回路】LM386 が担当します。AM 送信機には普通「変調トランス」が必要なのですが、この送信機には変調トランスが見当たりません。この回路は FCZ オリジナル、「変調トランスレス変調回路」なのです。

図 3.8 は LM386 の基本的な回路です。入力回路に何もつなげないと、出力端子(5 番ピン)からは電源電圧値の 1/2、つまり 4.5V が出ています。

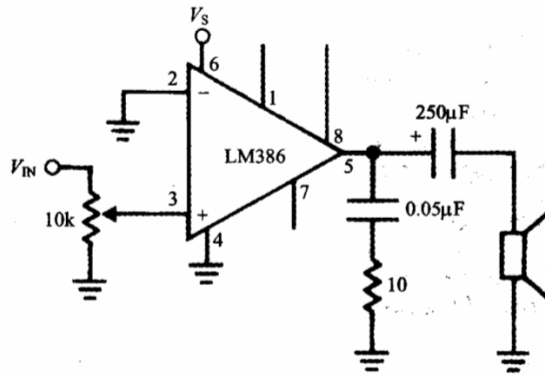


图 3.8 LM386 的基本电路

图 3.8 LM386 の基本回路

LM386 の+入力端子(3 番ピン)をプラス電源につないでみましょう。出力端子は 9V の電源電圧から 0.6V 低い電圧 8.4V になります。今度は-入力端子(2 番ピン)を+電源につなぎ替えてみましょう。結果は 0.6V の出力となります。このことは、+入力端子にマイナスの電源をつないでも同じ結果になります。

以上をまとめると、+入力端子に AF 信号を入れると、その信号が飽和した場合、出力端子は $4.5 \pm 3.9V$ に触れることになります。このことは-入力端子の場合も+と-がひっくり返るだけで同じ値になります。

LM386 は AF アンプ用の IC です。したがってその出力インピーダンスは数 Ω という低いものです。ですから、その出力端子に送信機の終段を接続すれば、そのまま AM の変調器になるはずですが、

確かに M386 の出力を直接、送信機の電源に接続すれば、AM 変調器となりました。しかし、問題はあったのです。それは「変調が浅い」ということでした。

LM386 の出力は電源電圧の 1/2 でしたから、電源電圧が 9V の場合 4.5V になります。一方、音声の出力はそれが飽和した場合でも $\pm 3.9V$ にしかなりません。

この場合の変調度を計算してみると

$$\text{変調度} = (3.9/4.5) \times 100 = 86.6\%$$

つまり、どんなに大きな声を出してもこの回路では 100% 変調はできないと言うことです。

そこで R7 と C7 の意味が出て来るのです。R7 の存在によって送信機の終段にかかる電圧は低くなります。しかし、音声信号は C7 によってバイパスされますから、電圧としての低下はごく少なくて済み、変調を深くすることができるのです。

3.2.2 配線

図 3.9 にプリント基板を示します。この基板は寺子屋シリーズ#230、FCZ の基板「コンビネーション 7」といい、表面実装用の汎用機版です。配線図を直接配線しているように見えるため、使い慣れると便利な基板です。

配線を始める前に基板の前処理をします。図 3.10 に示すように銅箔を貼り、ランド、ラインとの間をハンダ付けします。個々の部品の取り付けに関しては以下を参照してください。

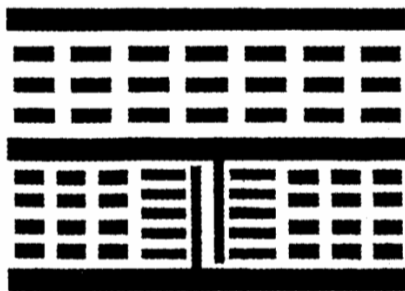
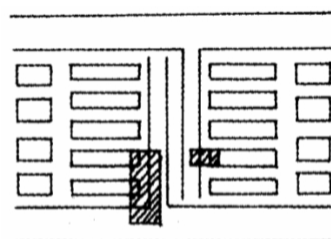


图 3.9 印制电路板



在阴影区敷设铜箔带，并与周边焊接

图 3.10 印制电路板的前期处理

図 3.9 プリント回路基板

図 3.10 プリント基板の前処理

【セラミック・コンデンサ】なるべくリード線を短くハンダ付けします。極性はありませんからどちら向きに付けても良いのですが、後々のメンテナンスを考えて他の部品の影にならないで部品の表示が見えるように取り付けましょう。

【電解コンデンサー】極性がありますから注意してください。

【高周波チョーク】厳密に言えば極性がありますが、この回路では問題になることはありません。

【抵抗】立てて使う場合は、普通、ホット側(高周波のかかる側、またはアースでない側)を下にします。また、抵抗値の第1文字(470kの場合、黄色)が上になるようにしてください。

【コイル】10Sタイプのコイルはそのままでプリント基板のランドにハンダ付けできます。コイルのケースのアース部は直接アース・ラインにハンダ付けし、反対側は直角に曲げ、+電源との間にバイパス・コンデンサを取り付けます。

【ECM】いろいろのメーカーから発売されていますが、ケースに接続している方が-端子です。

【LED】リード線の長いほうが+です。

【LM386】ピン・コネクションはICを上から見て、丸い印か半円形の切り欠きを左側に置き左下から右へ1~4番、上に上がって右上から左に5~8番ピンです。この送信機ではICを直接プリント基板にハンダ付けするためICのリードを外側に曲げてハンダ付けします。

図 3.11 に実体配線図を示します。図 3.7 の回路図と照らし合わせ組み立ててください。高周波の回路は、受信機でも送信機でも言えることですが、その配線はできるだけ短くなるよう努力してください。

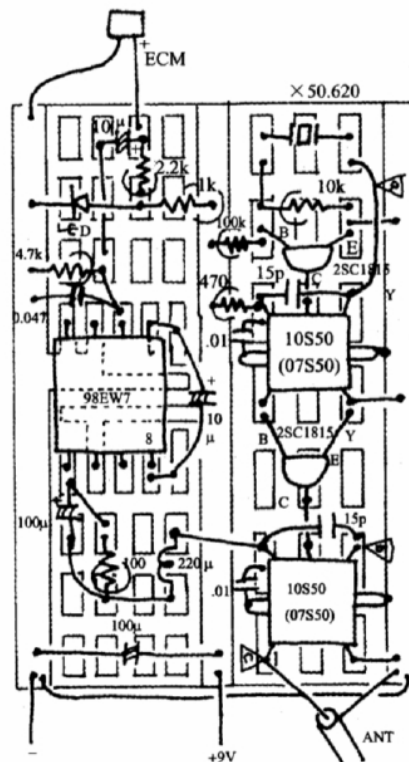


図 3.11 元器件实物安装图

図 3.11 実体配線図

3.2.3 回路の確認

回路をくみ上げたらまずしなければならないことに「配線の確認」があります。部品を全部基板に取り付けてしまうと「これで出来上がった」という気持ちでホッとしてしまいます。そして「自分のやった配線は絶対に間違いはない」と思い込んでしまうものです。この思いはそれほど意識して作り出されるものではないのですが、自分が今まで一つ一つハンダ付け来た経過から無意識の内にかなり深いものになっているものです。

ですから、ハンダ付けが終わったらぜひ一息入れることにしましょう。お茶でも、コーヒーでも、あるいは深呼吸でも.....。

一息入れたら、再び基板の上に組んだ回路のチェックを行います。これは「必ずどこかにまちがいがある」という態度で行う必要があります。もしまちがいを見つけたら、当然手直しをしてください。

3.2.4 電源をつなぐ

アンテナ回路に寺子屋#205(206)RF パワーメーターをつなぎます。この程度の出力であれば必ずしもダミーロードをつけなくても回路が破壊するという事もないのですが、将来、大きな出力の送信機を作るときに基本的な操作ですから、今のうちに習慣付けておきましょう。

いよいよ電源をつなぐのですが、まず図 3.12 のようにテスターを電流計の 500mA として瞬間的に電圧をかけてみてください。このときテスターの針が振り切れるようならどこかでショートしていますから、直ぐにチェックしてください。

上記のテストで、電流が 20mA から 30mA 程度流れて LED が赤く点灯していれば電源回路上の問題は先ずありませんから、次に進みます。

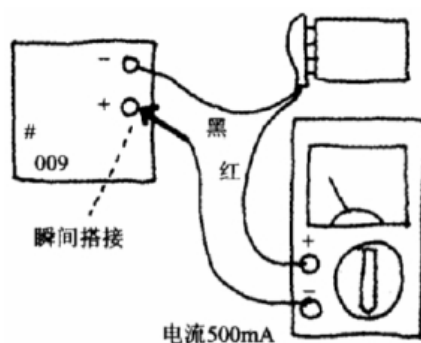


図 3.12 初次上電操作

図 3.12 初期電源投入時の

動作していれば、次のステップに進むことができます。

3.2.5 発振回路の調整

まず、発振回路が発振をしているかのチェックをします。

① RF プロブをテスターにつなぎ、レンジを DC10V 程度に設定します。

② RF プロブの先端を L1 のホットエンド(水晶とつながっている方、a 点)に触れて、テスターの針が何

ボルトかを示せばまず発振していることがわかります。もし発振していなくても、回路が正常ならコイルの調整をすることによって発振し始めると思いますから、次の作業に移りましょう。

③ RF プロブで発振電圧を測定しながら、コイル調整棒を使って L1 のコアを回し、テスターの針が最高値を示すように調整します。これで発振段の調整はひとまず終了です。

33.2.6 最終段の調整

① 出力端子のホットエンド(c 点)に RF プロブを触れ、とりあえずテスターの振れが最高になるところに L2 のコアを調整します。

② a 点と c 点の電圧値を比較すると、a 点の電圧が高いと思います。何か電力が減ってしまったような感じがしますが、これは、c 点のほうが a 点のインピーダンスが低いために起きる現象で、異常ではありません。b 点は a 点とほぼ同じ電圧が観察できると思います。もし、b 点の電圧が a 点より極端に下がっていたら、発振段が基本波発振を起こしている可能性があります。そんなときは L2 のコアを押し込んで再調整してください。

③ b 点、c 点の電圧がほとんど検出されない場合は、IC の 5 番ピンから Q2 のコレクタまでの間の各点の電圧を調べてください。大体 4~4.5V 程度あるはずですが、極端に電圧が低いところがありましたら、それより IC 側の部品、およびその周辺をチェックしてください。IC に電圧が出ていない場合は、変調段の調整の光を読んでください。

④ いよいよ試験電波の発射です。
アッ！、その前に新設または変更に関する免許の申請はお済でしょうか？。もしまだでしたら、免許の下りるまではダミーロードで我慢しましょう(早く包括免許になると良いですね)。

⑤ パワーメータを外し、出力端子に 1.5m のナイロンリードを取り付けて、もう一度①の調整をします。

⑥ 送信しながら、50MHz の AM 受信機で 50.620MHz 付近ワッチしてみてください。たぶん自分の声が受信機から聞こえてくると思います。自分の声が一番はっきり聞こえるところに受信機を同調させてください。

⑦ L2 のコアを少し回してみて、自分の声の質が変化するようでしたら、自分の声が一番自然に聞こえるところに調整します。

⑧ ダミーロードでテストする場合は、⑤、⑥の試験は多分変調音がよく聞こえないと思います。その場合は受信アンテナとしてのビニル線をダミーロードのそばに置き、受信機から聞こえる変調音が最大になるように L2 を調整します。パワーメーターを使っている場合はそのときの出力が先の最大出力と比べて若干下がるとは思います、それでよいのです。

3.2.7 変調段の調整

受信機で変調された自分の声を聞くことができれば、まず変調回路は正常に働いていると考えていいでしょう。もし、変調に異常があったら次のチェックをしてください。

① IC(LM386)をひっ繰り返して、反対に接続(1 番ピンと 5 番ピンが入れ代わる)接続していませんか？。

② IC の各電極の電圧を測ってください。正常値はだいたい次のとおりです。

1 番ピン・・・1V、2 番ピン・・・0V、3 番ピン・・・0V、4 番ピン・・・0V、5 番ピン・・・+Vc/2、6 番ピン・・・+Vcc、7 番ピン・・・3V、8 番ピン・・・1V

③ 特に 5 番ピン、6 番ピンの電圧に注目してください。異常があれば対策します。

④ C7 の L2 側を外し、アースとの間にスピーカーを入れてみます。これでマイクに向かってしゃべれば、

回路が正常であればスピーカーから自分の声が聞こえるはずですが。

⑤ それでも何も聞こえないようだったら、ICの2番ピンに手で触れてみてください。正常であれば、「ブーン」という音が聞こえるはずですが。

⑥ ECMの+、-の接続をチェックしてください。

⑦ 正常であれば、ECMの(+)端に約2Vの電圧がかかっているはずですが。

3.2.8 応用編

実際に運用するときは、この送信機を金属製のケースに入れてください。プリント基板は両面テープでケースに貼り付けてください。できれば基板のアースラインをケースに接続してください。アンテナ・コネクタはM型、BNC型のどちらでも都合のよいほうをお選びください。

送信、受信の切り替えは、図3.13のようにしてください。

送信周波数は50.620MHzに固定されています。したがって受信機もまず50.620MHzを受信して、この状態で受信できる局が現れたら呼んでみてください。だれもいなければCQを出しましょう。

本機の出力は10mWと大変弱い物です。したがって、遠くの局と交信しようというときは高ゲインのアンテナが欲しいですね。でも、アンテナ、コンディションなどの条件さえ良ければかなり遠くの局と交信できると思います。特に山岳移動運用をすれば100kmの交信も夢ではありません。

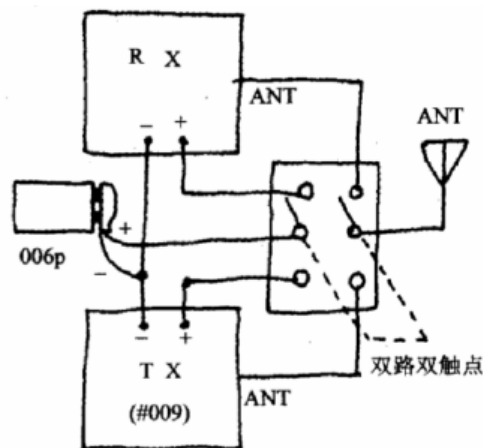


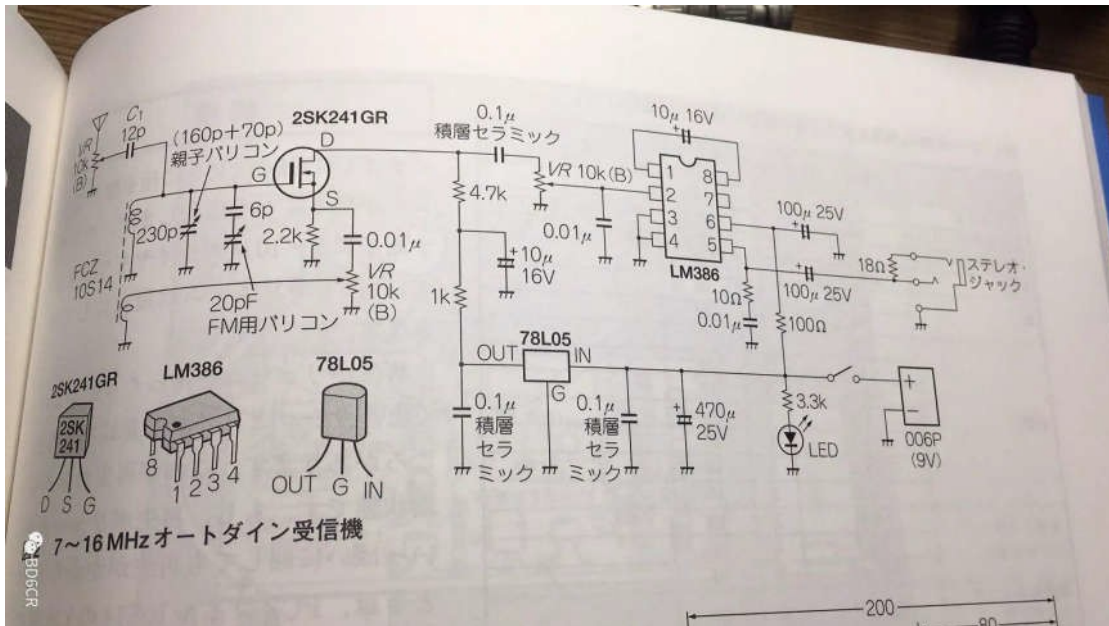
図 3.13 发送、接收的切换

図 3.13 送信と受信を切り替える

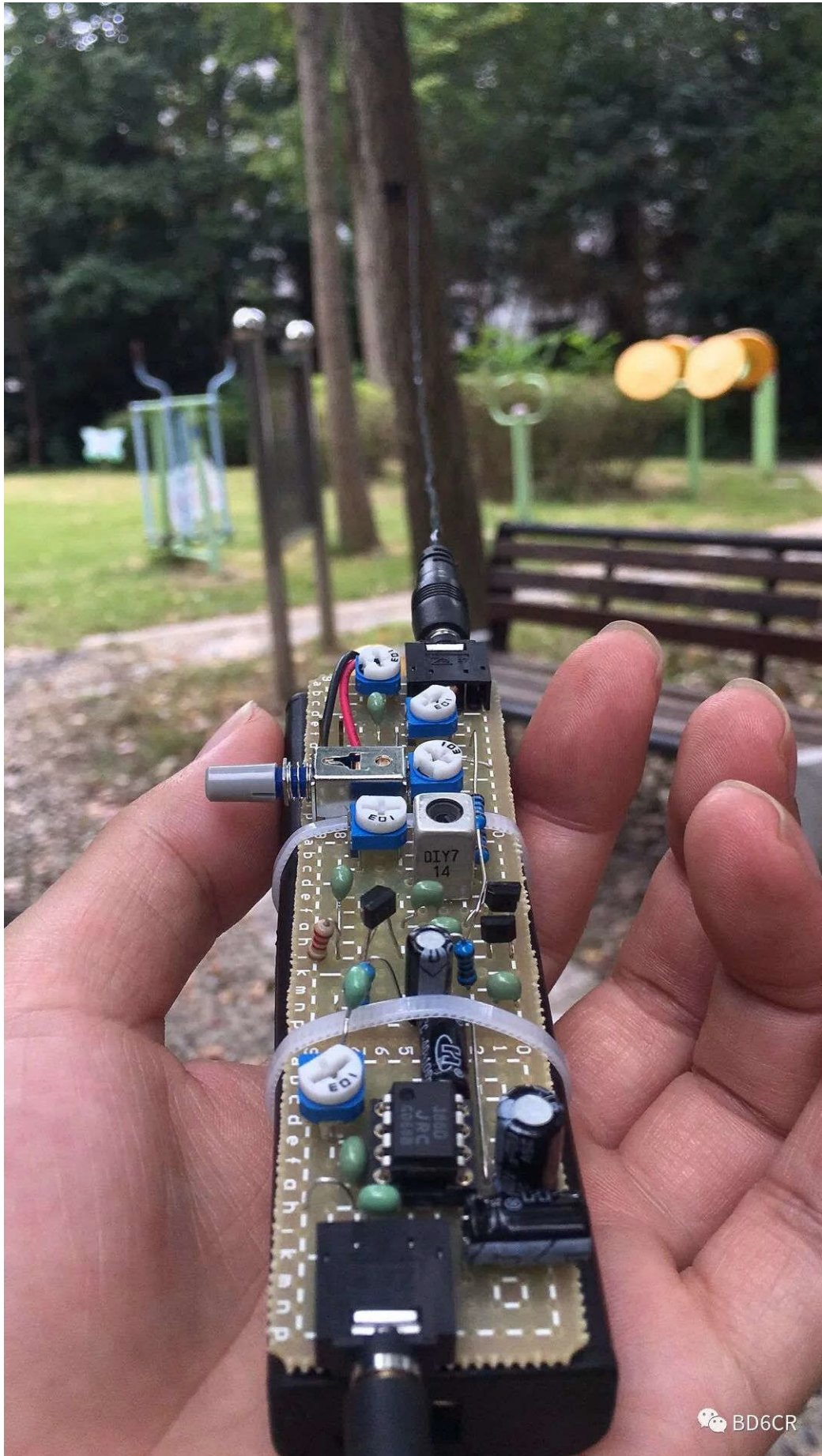
とはいえ、一般的には5~10km離れたローカル局との交信をお楽しみいただくのに向いていると思います。そのためにも複数のローカル局で実験することをおすすめします。

3 ユニット基板の製作 1:再生短波トランシーバー

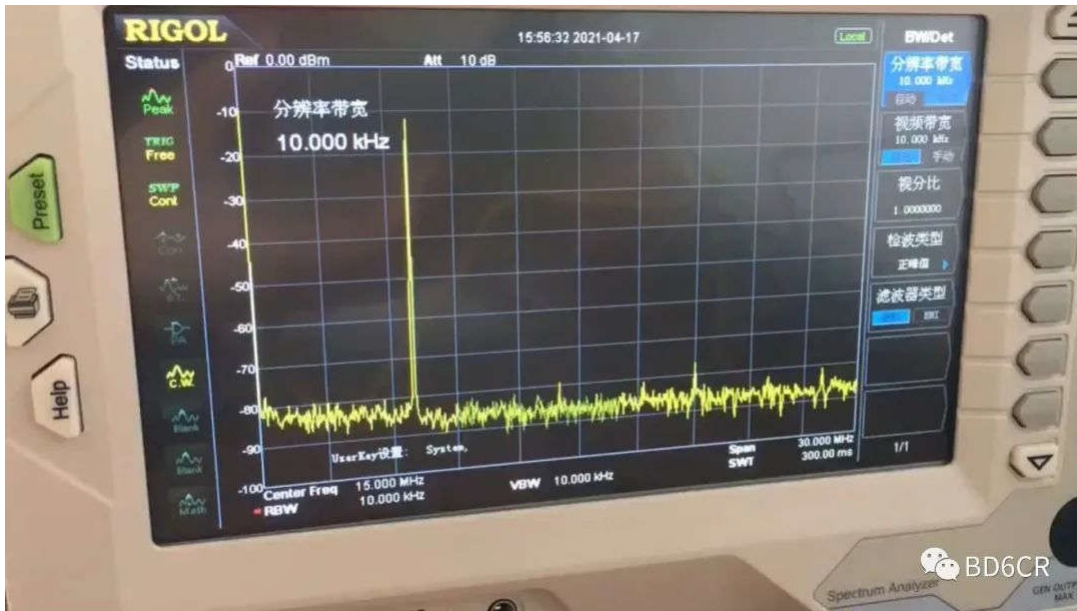
この回路の設計者は有名な日本の作者 JF1RNR で、彼の製作本から引用しています。元の回路図と比較して、いくつかの変更を加えました。まず単三電池を4本用意する予定でしたが、ニッケル水素電池は一般的に1.25V/セルで、足し合わせるとちょうど5Vになります。次に、78L05回路を取り外し、LM386に5Vを直接供給するようにしました。また、バリコンが少し面倒なので、可変容量ダイオードは粗調整用のV149と微調整用のBB910の2本を用意しました。電圧レギュレータ回路が必要かどうかと聞かれます。実際、バッテリー電圧は一定期間低負荷で非常に安定しているため、私の意見では必要ないと考えています。



したがって、上から順に、アンテナアッテネータ、微調整、粗調整、再生調整、音量調整など、多くの調整抵抗があることに驚くことはないでしょう。製作工程でピットのステップは避けられません。最初はまったく感度がありません。回路が発振から遠く離れていると思われます。主な疑いは、同じ名前のプライマリとセカンダリのエンドです。DIY7-14のコイルの位置がズレているので交換するだけです。周波数範囲は、微調整抵抗のおかげで、約6~16MHzと広がっています。適度な再生量があれば、CWやSSBも受信できますが、もちろん周波数安定度の点からAMの受信が適しています。効果はどうですか？たくさんの録音をグループに入れましたが、みんなとても良かったと言っていました。ラジオアンテナを使って公園で聞いていますが、これもとてもいい感じです。



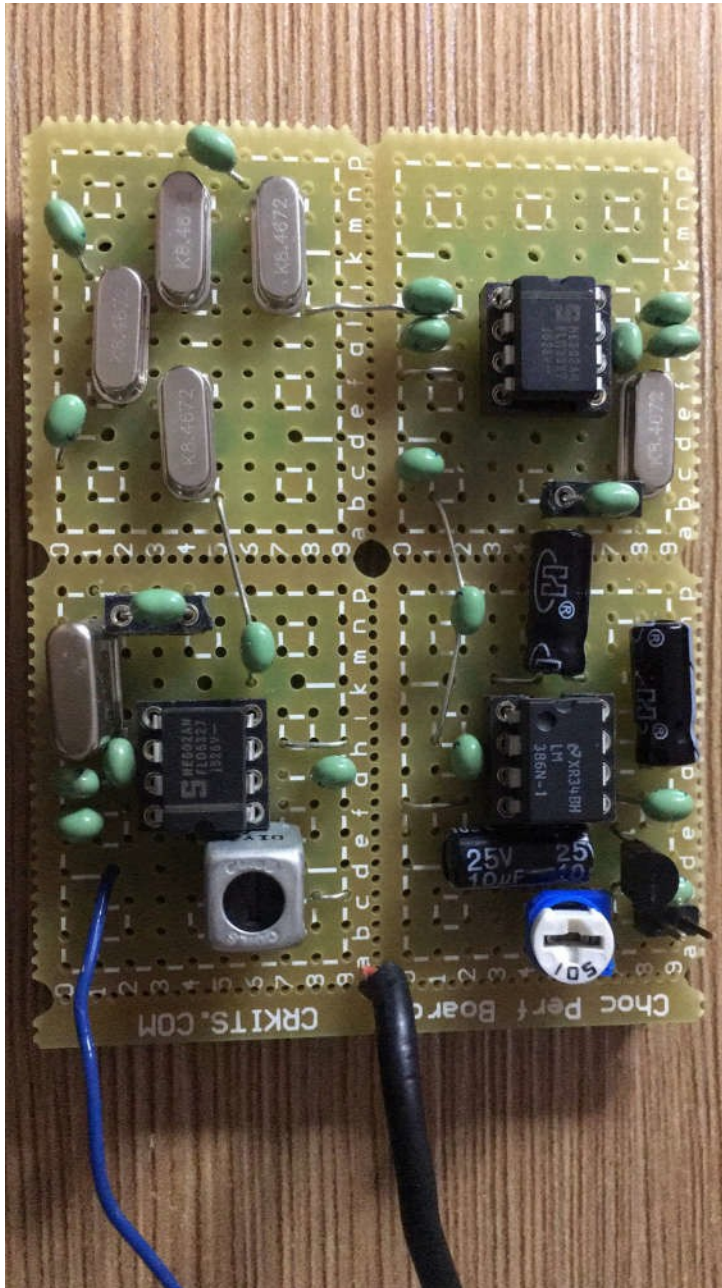
BD6CR



BD6CR

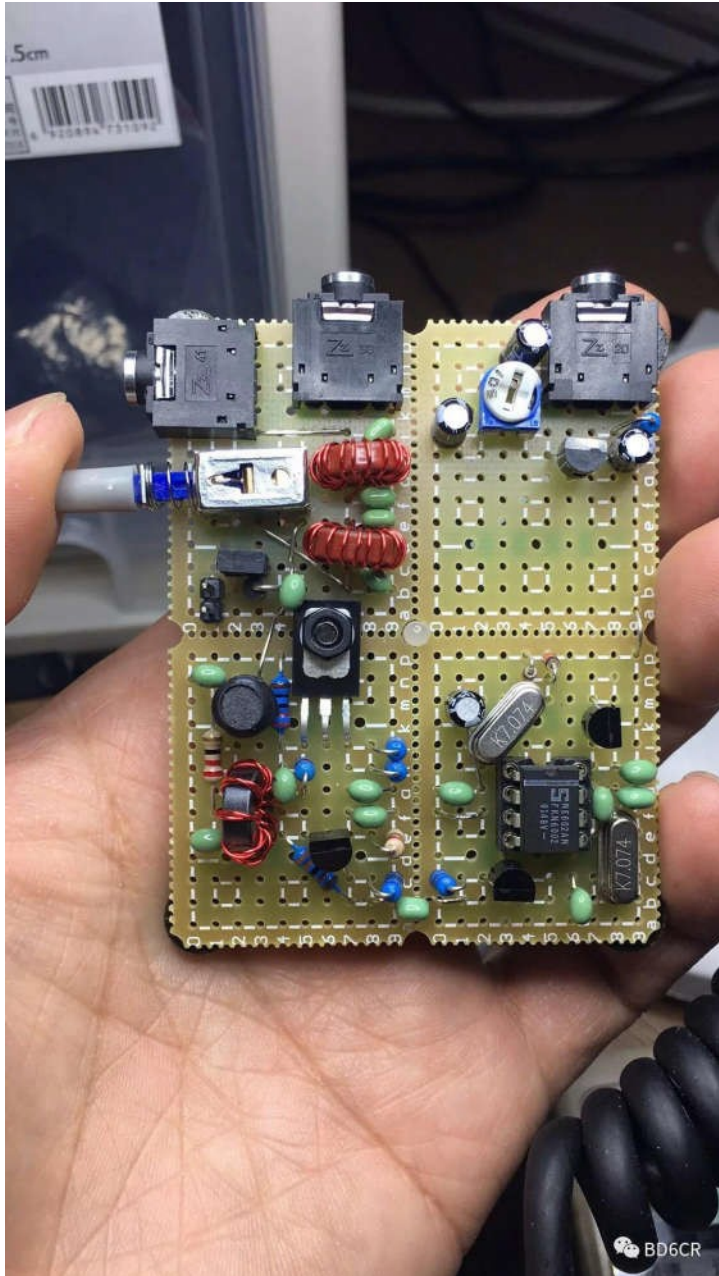
4 ユニット基板の製作 1: Super Outlier SSB 受信機

ここでは、一般的なモジュール回路をいくつか取り上げて、製作を紹介します。1つ目は、図の右下にある LM386 オーディオ用パワーアンプ回路、もう1つは、図の左下と右上にある水晶発振回路 NE602 の混合/復調回路、そして左下には入力周波数の選択回路も含まれています。基板の設計は、NE602、LM386 と MC1350 の共通回路に非常に適しています。製作工程は神業のように感じられ、非常に便利で、性能が安定しており、自励発振などの問題が起きにくいでしょう。

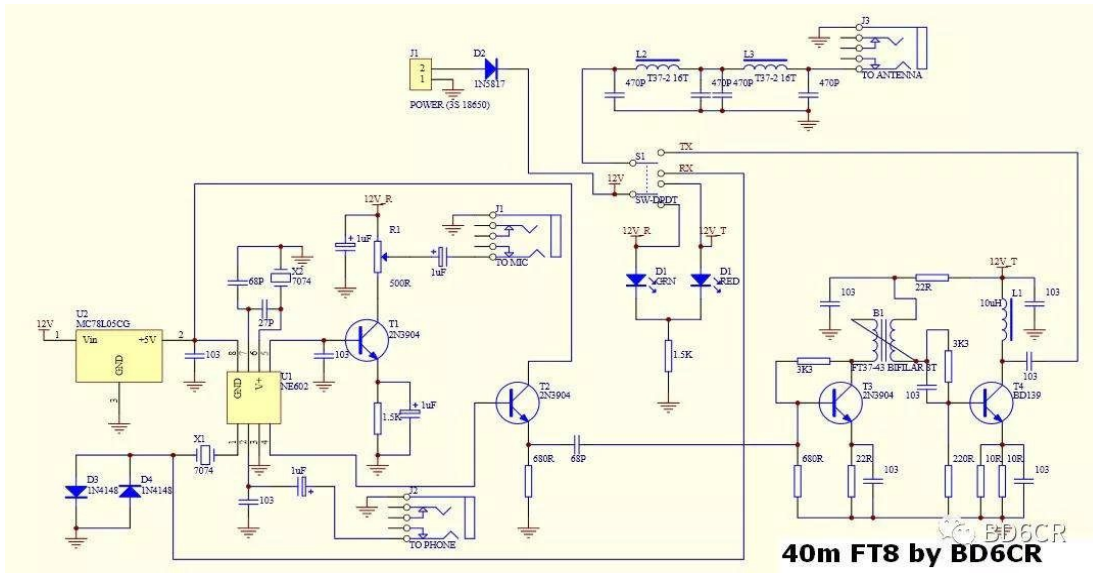


4 ユニット基板の製作 2: マニュアル式 FT8 送受信機

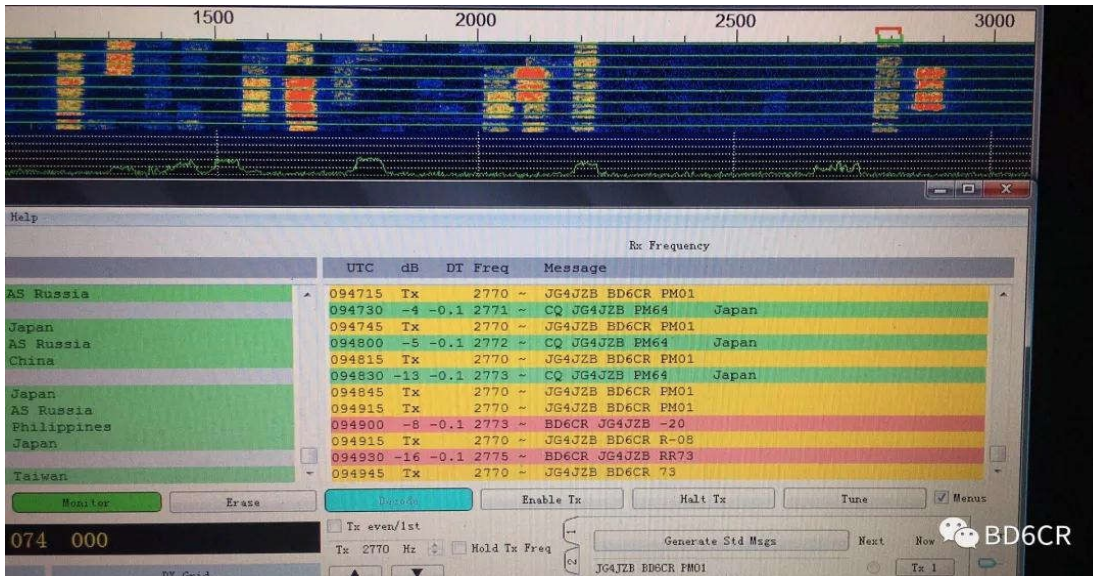
D4D のプロトタイプです。マニュアルで送受信を切り替えるするのは実は問題なく、もっと楽しいものです。左手で PTT を押し、右手でマウスをクリックします。実際に操作するのは難しいし、使用感が高まり、認知症予防にもなります。このバージョンの回路は、オーディオアンプとしてトランジスタを使用しており、ゲインは十分です。ボタンのスタイルはトランシーバーに似ていませんか？ このボタンはセルフロック式なので、ずっと押し続ける必要はなく、15 秒ごとに押せばいいのです。BD139 の放熱に注意してください。グランドと絶縁する必要があります。



回路図はこんな感じです、簡単でしょう？

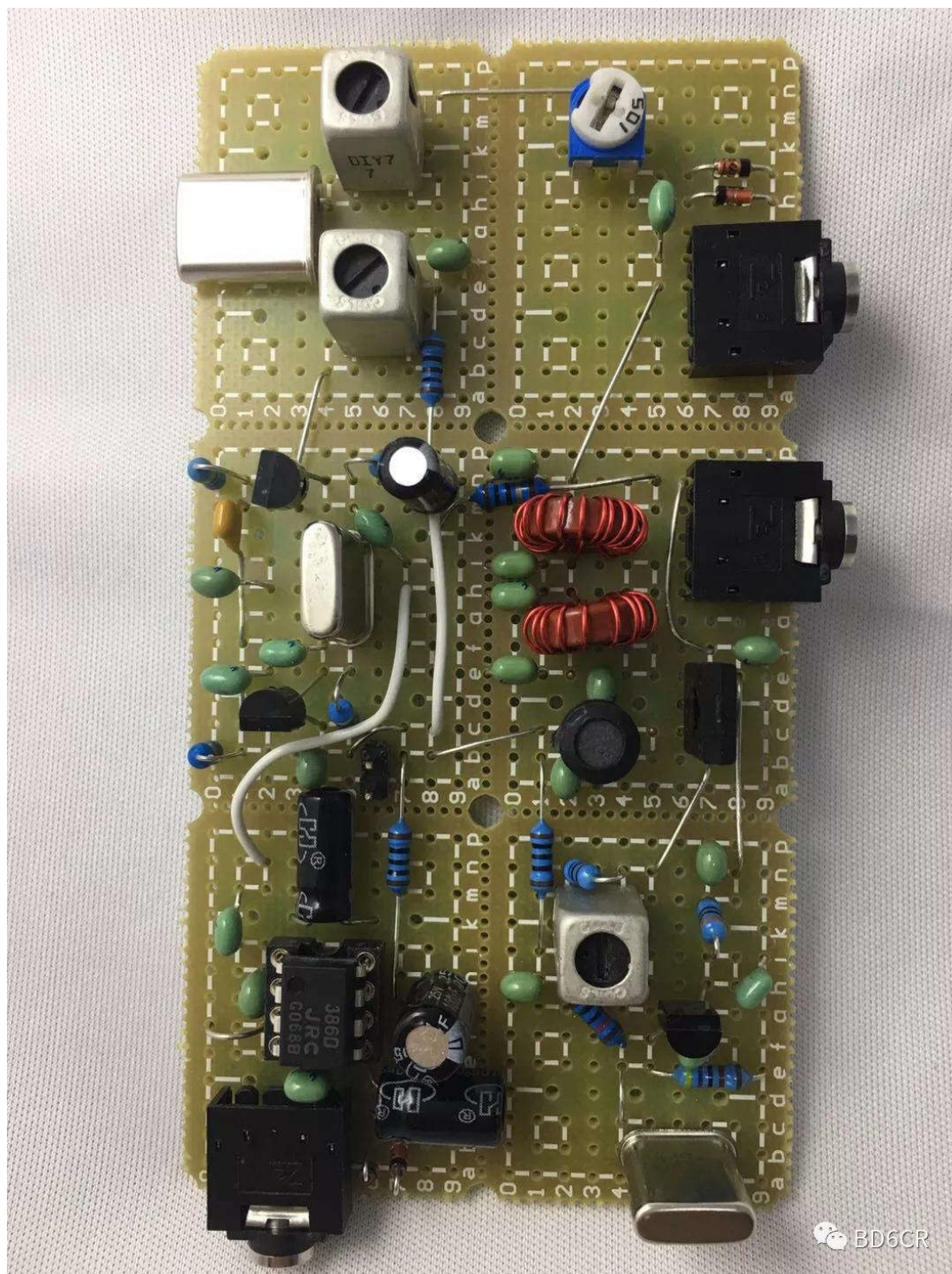


設置後、日本の2局と国内の1局と簡単に交信でき、効果は予想以上でした。

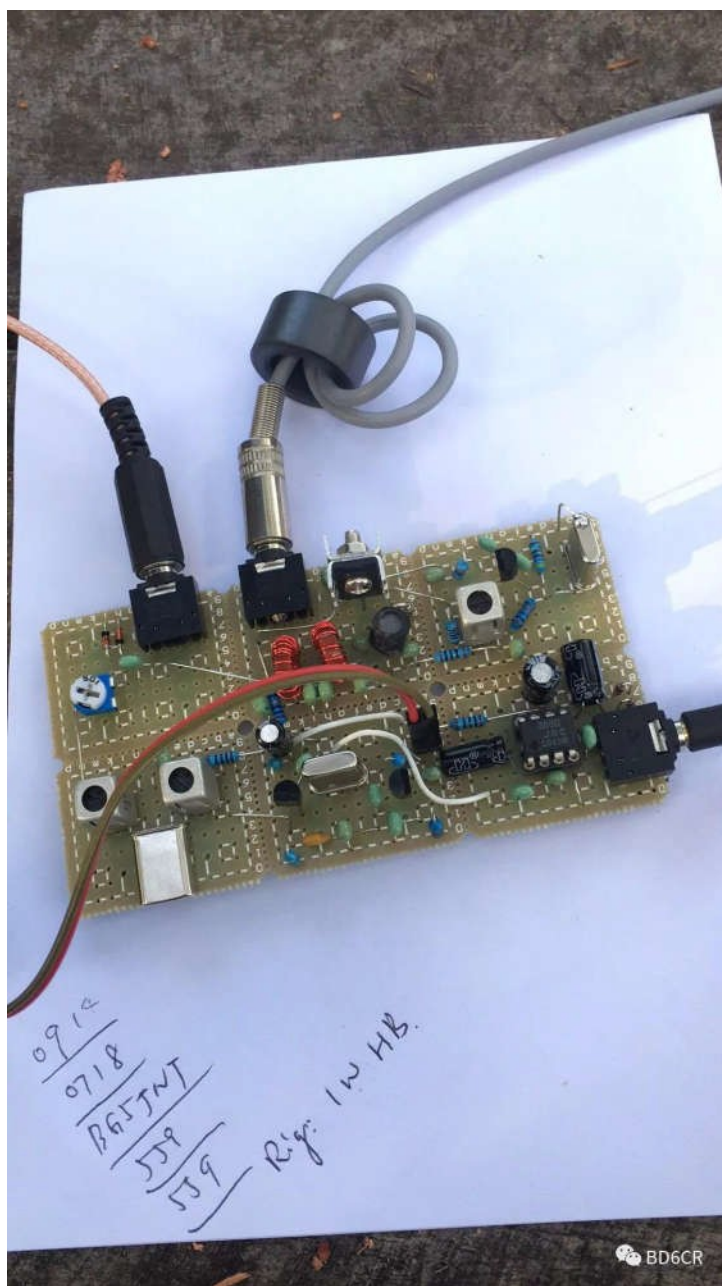


6 ユニット基板の製作 1: ハーフワット CW トランシーバ

この回路の設計者は、日本の有名な作者 JF1RNR で、彼の製作本から引用しています。6 ユニットの基板で作りました。2SC1815 は増幅率 250 程度の長電科技 JCET の国産品 2N3904 で、2SC2053 は増幅率 100 以上オリジナルトランジスタ 2SC1162 に交換しました。ケース入りコイルはすべて DIY7-70 を使用しています。

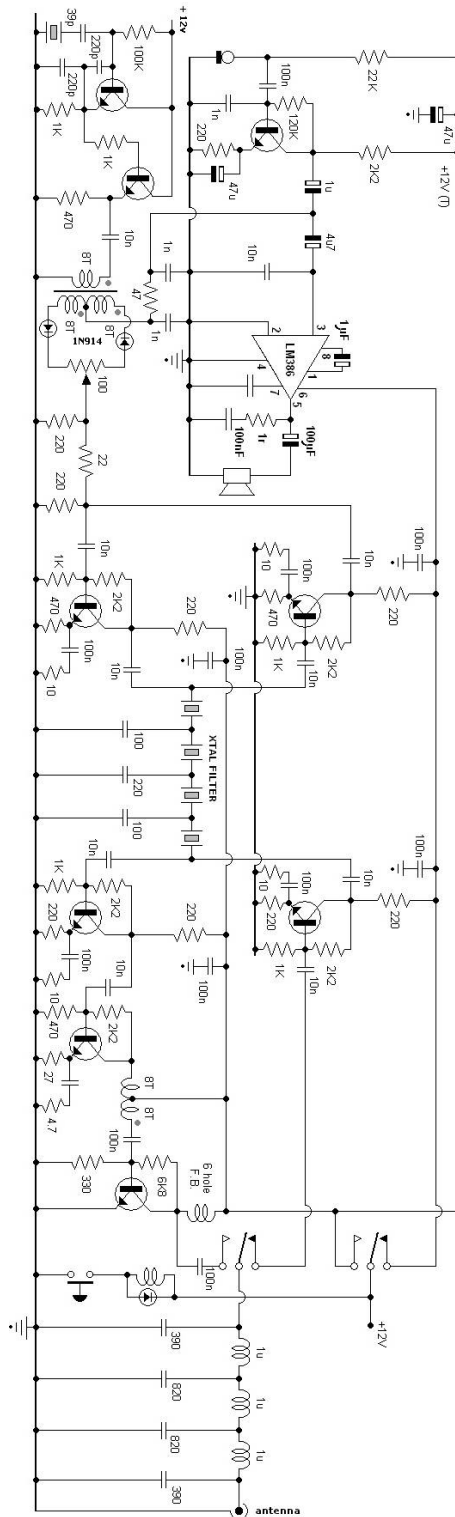


その後、いろいろあって、電源を12Vに上げ、いくつかの保護を行い、送信電力をきちんと1Wに上げました。この写真はテスト交信に成功したことを示しています。



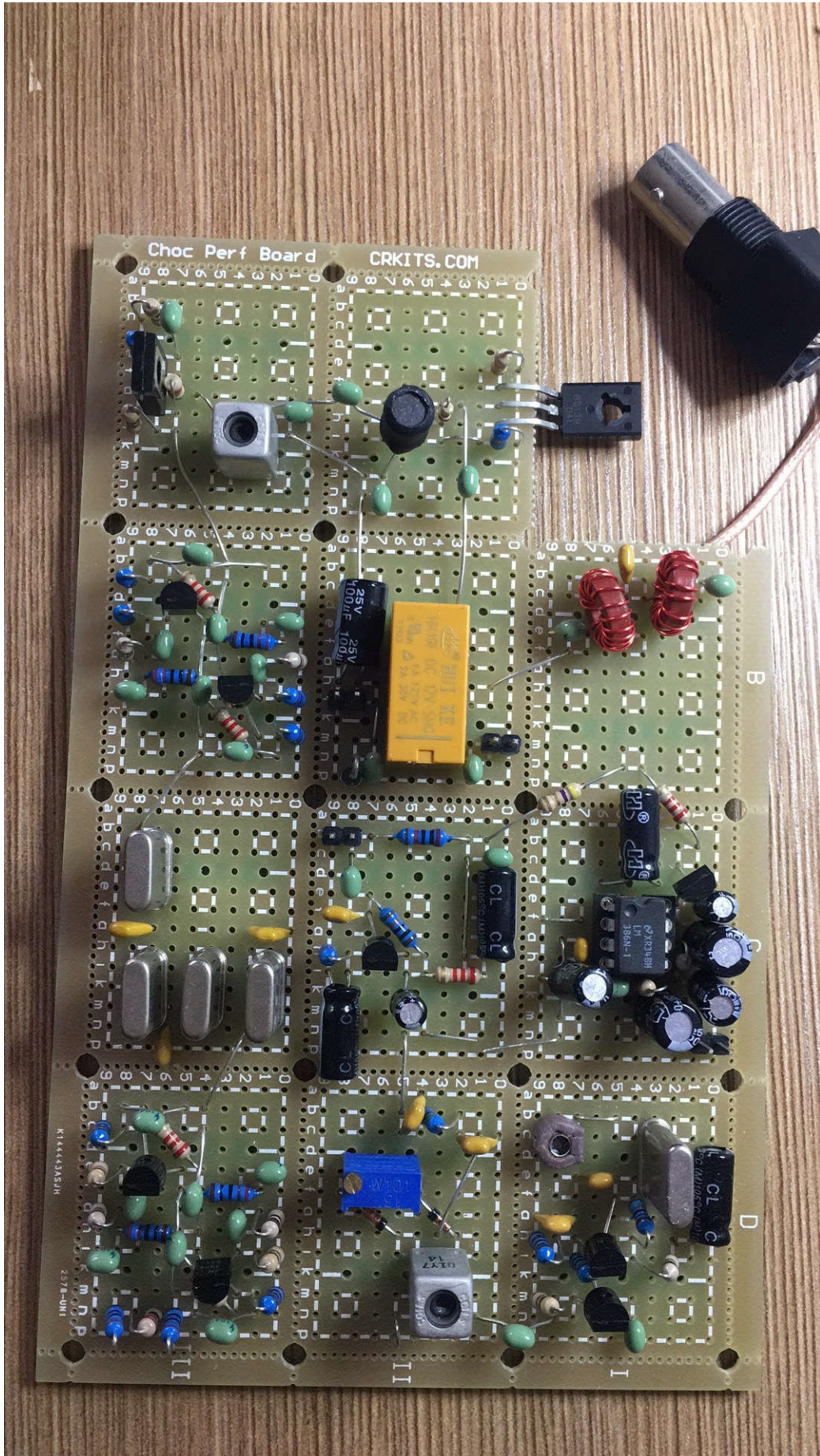
12 ユニット基板の製作 1: ノブのない SSB トランシーバ

これは、たまたま大きな基板から作られた VK3YE の設計で、送信電力 2W の固定周波数の SSB トランシーバです。回路は BITX を簡略化したものと見る事ができます。回路は次のバージョンを参照できます。



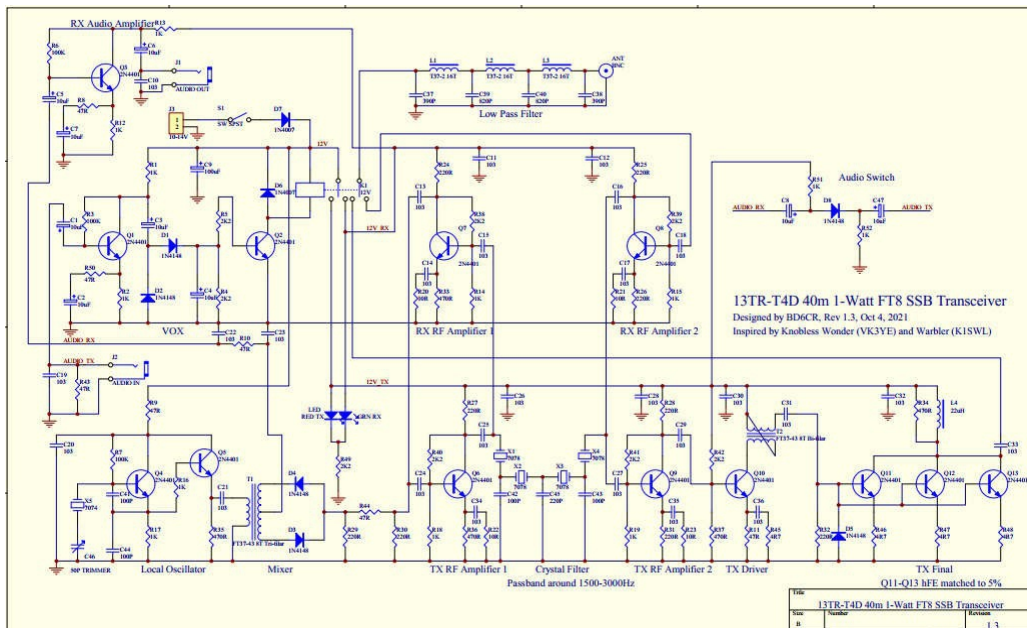
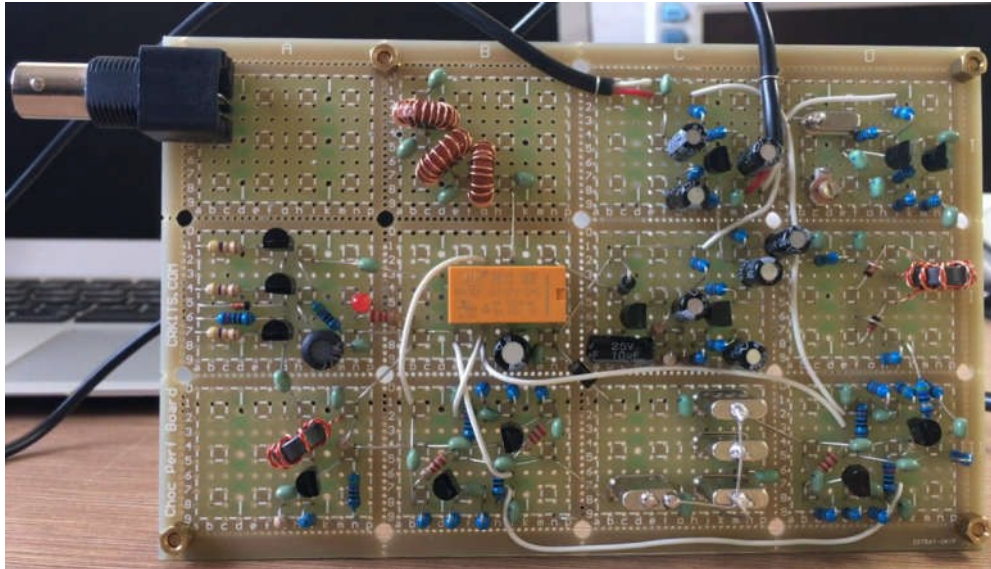
原理図 VK6FH

回路図 VK6FH



12 ユニット基板の製作 2:13トランジスタ FT8トランシーバ

これはBD6CRのオリジナル設計です。VK3YE ノブレスワンダー Knobless Wonder をベースに回路を一部変更し、1種類の2N4401トランジスタだけを使用した実用的なSSB FT8トランシーバーです。送信出力は約1.5W、現在は40mバンドのみで動作しています。



部品一覧

部品	数量	表示
1K Ω	10	R1/R2R12-R19
1N4007 ダイオード	2	D6/D7
1N4148 ダイオード	5	D1-D5
2.2K Ω	8	R4/R5/R38-R42/R49
2N4401 トランジスタ	13	Q1-Q13

4.7Ω	4	R45-R48
電源ソケット	1	J2
10Ω	4	R20-R23
10uF 電解	8	C1-C8
12V リレー	1	K1
22uH 固定インダクタ	1	L4
47Ω	7	R8-R11/R43/R44/R50
50P トリマーコンデンサ	1	C46
100k	3	R3/R6/R7
00p ゼロ温度ドリフト 積層セラミックコンデンサ	4	C41-C44
100uF 電解コンデンサ	1	C9
103 積層セラミックコンデンサ(ストレートピン)	27	C10-C36
220P ゼロ温度ドリフト 積層セラミックコンデンサ	1	C45
220 Ω	9	R24~R32
390P ゼロ温度ドリフト 積層セラミックコンデンサ	2	C37/C38
470 Ω	5	R33~R37
820P ゼロ温度ドリフト 積層セラミックコンデンサ	2	C39/C40
7074kHz 水晶発振子	1	X5
7078kHz 水晶発振子	4	X1-X4
赤/緑の 2 色 LED	1	LED
BNC アンテナコネクタ(ナット、ワッシャー付)	1	ANT
FT37-43 金と赤のエナメル線を 20cm ずつ撚り合わせて 8T 巻き、センタータップにした黒イトロイダルコア	1	T2
T37-43 黒イトロイダルリングは、半分に折り畳まれた金のエナメル線 40 センチ、赤いエナメル線 20 センチ 3 線をねじり、8T を巻き、赤と金 ワイヤーをセンタータップにしたもの	1	T1
電源用ストレートキー	1	S1
T37-2 赤イトロイダルコアは金エナメル線 25cm で、16T	3	L1-L3
HEADPHONE 用 オーディオソケット	1	J3
MIC 用 オーディオソケット	1	J1
2 芯オーディオケーブル	2	—
3 x バッテリーホルダ	1	—
アルミニウム製ハウジングと PCB パネル、プラス脚	1 組	—

最初に抵抗とダイオードを、次に 103 個のモノリシックコンデンサ、さらにモノリシックコンデンサ、トランジ

スタ、その他の部品の順に、背の低い方から高い方へハンダ付けします。背の高い 7078kHz の水晶発振子を除いて、すべての部品がリレーの高さを超えないように注意してください。パネルへの取り付けが難しくならないように、コネクタはハンダ付けの前に所定の位置に取り付ける必要があります。2色の LED は、まずマルチメーターのダイオード測定機能を使って、どちらが赤でどちらが緑かを判断してください。

2つの高周波トランス T1 と T2 は少し慎重に巻く必要があります。二本または三本の撚り巻線により、より優れたライン間結合信号が得られると理解できますが、本質的には通常の巻線とあまり変わらないので、撚りが弱かったり密集していたり、の影響はほとんどありません。インダクタンスは 8 回巻きで十分で、実際には 7 回または 9-10 回巻きとしても大きな違いではありません。

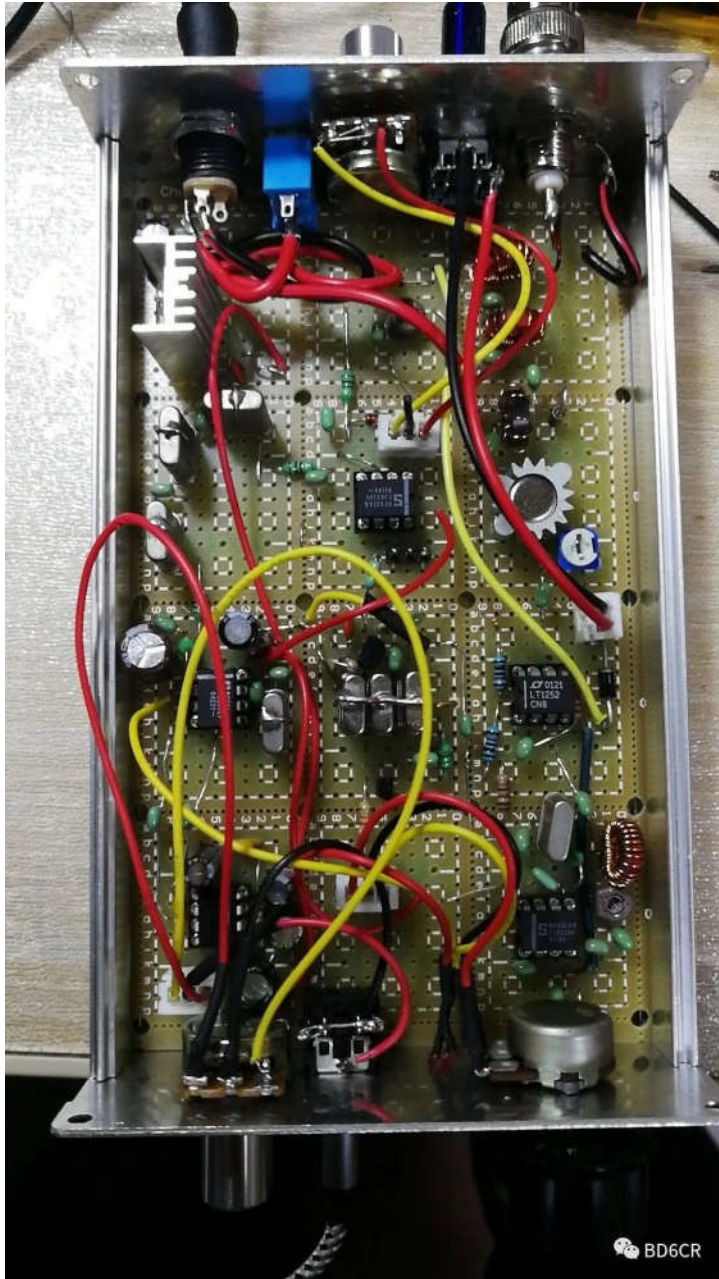
ここで難しいのはセンタータップです。二本巻きを例にとると、トロイダルコアに異なる色の線を通して、センタータップとしてそれらを一緒にねじります。次に、マルチメーターのオン/オフ機能を利用して、金色ワイヤーの端の組を選択するだけです。残りの金と赤色ワイヤーを使用して、二本撚り線と同様にセンタータップを作ります。

12V の電源で、受信電流はほぼ 50mA、送信電流は通常 300mA 以上です。調整は発振周波数の微調整のみで、7.074kHz に微調整します。周波数カウンタがなければ、まず真ん中に合わせればいいでしょう。スマホにオーディオスペクトラム APP があり、手元に周波数校正済みの受信機があれば、受信機の受信音声周波数をスマホで監視・測定し、送信音声周波数と比較して校正するのが確実です。

動作時は、送信音声を約 1500~3000Hz の範囲でロックし、その範囲を超えると送信電力が発生しません。この音声範囲は発振周波数の微調整の結果によって変化します。サウンドカードのオーディオ出力は上げておかないと、vox 回路が作動せず、送信できません。操作は D4D とよく似ているので参考にしてください。

12 ユニット基板の製作 3: NorCal の銘機 SST

有名なキットを次々と発表し、Elecraftなどの会社を生み出した北カリフォルニアの QRP クラブ、NorCal に、QRP 製作で勝るものはありません。ホームページの写真は、実は Chocolate 基板で作った NorCal-40 ですが、SST の方がもっとシンプルで実用的で、試してみる価値があります。これは、BD4RG のト(ブ)師匠が最初に作ったもので、その後、BG5JNT の凌(リン)氏が基板から作ったものです。写真は BG5JNT 氏の製作機です。

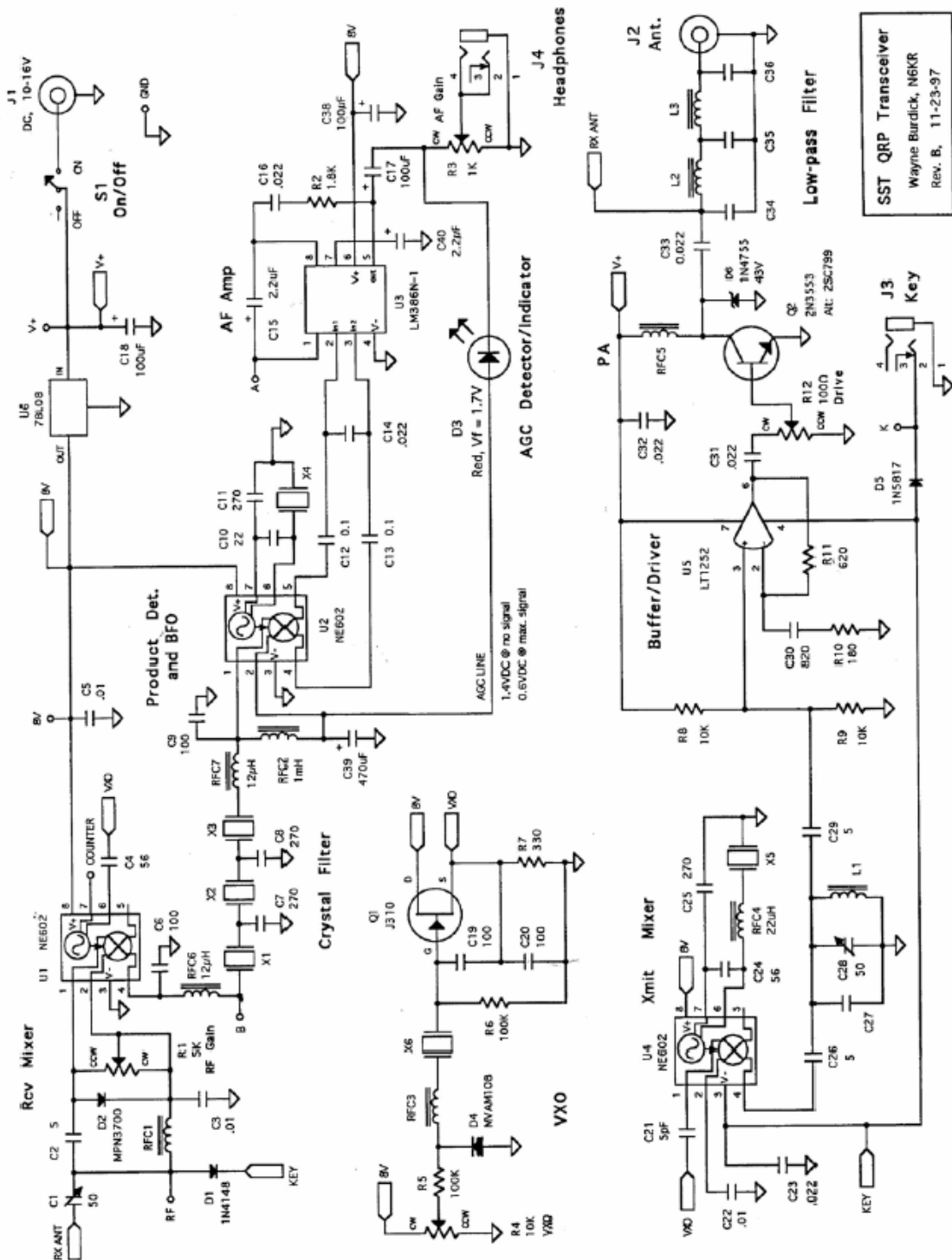


回路詳細

デザインの概要

SST は、NorCal40A などの同様の CW トランシーバー(回路図参照)と基本的に同じ機能ブロックを使用

していますが、SST の設計は部品数を最小限に抑えるように最適化されているため、一部の回路は完全に異なっています。



SST の受信部には、NorCal 40A と同様に I.F.(Intermediate Frequency)フィルターがありますが、I.F.アンプはありません。受信ミキサーにはかなりのゲインがあり、SST の AGC(自動利得制御)回路は NE602 乗算器のバイアスを下げることによって機能するので、ゲインはあまり必要ありません。

送信回路は、独立したミキサーと水晶発振器があります。これは、キーを押したとき聞こえるのは、サイドトーン発振器ではなく、送信されている実際の信号であることを意味します。通常のバッファ段とドライブ段

はビデオ用オペアンプに置き換えられています、最終段のアンプは従来のアンプです。

可変容量ダイオードを使った同調型 VXO を各周波数帯 VXO の主機能モジュールとして使用し、共通のマイクロプロセッサ用の水晶発振子の周波数を使用しています。SST は一次周波数変換キット方式なので、7.040MHz で受信する場合の数式は、 $11.040(\text{VXO}) - 7.040(\text{RF}) = 4.000 (\text{IF})$ となります。送信時は、VXO から送信発振周波数を引いて、 $11.040 - 4.000 = 7.040$ となり、40m 帯の受信が可能です。

受信回路

回路図の左上隅から始めると、受信入力フィルタには 1 つの同調回路 (C1 IRFC1) しかないことがわかります。イメージ周波数は動作周波数より高く、ローパスフィルタで多少減衰しているため、イメージ応答 (IF+VXO) を除去するために 1 つの同調回路しか必要ありません。受信ミキサー U1 は、VXO から RF 入力信号を引算して IF が得られます。

SST の入力回路は、動作周波数において C1 と RFC1 が直列共振しているため、異なる回路になっています。これはローパスフィルタと非常によくマッチしています。直列同調回路の他端は C3 を介して接地 (AC) されているので、C1 / IRFC1 の負荷は実際には C2 を介して U1 に到達します。C3 は U1 端子 2 の AC も接地するため、NE602 をシングルエンドで使用する場合に必要です。

RF ゲインコントロール R1 は、U1 ピン 1 の信号の振幅を減少させるために使用されます。C2 が絶縁されているため、R1 は C1 / IRFC1 に対して大きな離調効果はありません。

スイッチングダイオード D1 と PIN ダイオード D2 は、送信中の受信に対する RF の影響を軽減するために使用します。受信時はどちらも逆バイアスまたはゼロバイアスであるため、どちらも受信信号には影響しません。送信時に D1 のマイナス端子がグランドにプルダウン接続されると、次の 3 つのことが発生します。(1) 最終アンプ出力からの正の半サイクルがグランドにバイパスされ、C1 がローパスフィルタの一部となり、RFC1 が回路から効果的に除去されます。(2) U1 ピン 2 の DC バイアス電圧が 1.4V より大きく下がり、混合器のバランスが取れなくなって受信信号がカットされます。(3) D2 が順バイアスになることにより、U1 ピン 1 に残留する送信信号が除去されます。

ミキサー U1 の後には 3 個の水晶による I.F. フィルタが配置されています。このフィルタは I.F. が低いので選択性に優れています。また C6 / RFC6 と RFC7 / C9 は U1 と U2 のハイインピーダンスを約 100Ω に下げ、水晶フィルタとのマッチングを良くしています。

U2 は逡倍検波器と BFO (ビート周波数発振器) です。X4 は BFO 用の水晶発振子で、約 500~600Hz の周波数で I.F. のすぐ上になるよう調整されています。U2 の出力は、オーディオアンプ U3 によってイヤホンレベルに増幅されます。C16 と R2 は、500~600 Hz で U3 のゲインを向上させるフィードバックネットワークを形成しています。

D3 は AGC 検出器です。D3 の一端は R3 を介して DC グランドに接続され、もう一端は U2 の内部バイアス回路により DC の約 0.4V が与えられています。D3 を正バイアスにするために約 1.7V を必要とするので、小さな信号しかないときには何の役割も果たすことはありません。AF の出力レベルが一瞬 0.6Vp-p 程度になると、D3 はオーディオのマイナス半分で導通し始め、U2 へのバイアスを下げることができます。これは NE602 の型破りな使い方ですが、最小限の部品で良好な AGC レンジが得られます。C39 は AGC 時定数を設定し、U2 に加わる信号からオーディオ成分をフィルタリングします。RFC2 はピン 1 にピン 2 と同じ DC 電圧を与え、ミキサーのバランスを保って歪みを低減させます。

D3 はフロントパネルの穴から見えるので、D3 はシグナルインジケータとして使用することができます。

VXO とトランスミッター回路

Qi は VXO で、可変容量ダイオードで調整します。キット付属の 2 つのバラクターダイオードは、電圧対静電容量曲線が大きく異なるため、異なる周波数調節範囲を提供します。RFC3 の値は重要です。RFC3 の値が高すぎると、発振器のオフセットが大きくなり、出力電圧がチューニング範囲内で大きく変動します。

LT1252 U5 は、安価なビデオアンプ IC です。低ゲイン構成で 50MHz までのほぼフラットな周波数特性を有しています。出力インピーダンスは約 75Ω で、終段アンプ Q2 とのマッチングは良好です。R10 / R11 はゲイン設定の分圧比を形成します。送信キーイングトランジスタを使用せず、送信時にミキサーとビデオアンプのグランドピンを 0V に接続することで、12V 動作時の LT1252 のピーク・トゥ・ピーク値は約 8V となります。

R12 は、LT1252 の負荷、マイナス半週時の Q2 の保護、駆動レベル制御の 3 つの役割を持っています。SWR が高いときは、D6 が Q2 をある程度保護します。

穴あき基板から SST40 メータアマチュアトランシーバーを試作

BG5JNT

1. 概要

SST CW TRANSCEIVER 40m アマチュアトランシーバーは、10 年以上前にアメリカの Wildness Radio QRP Club が発表した QRP キットで、私は BD4RG からこの製品を紹介されました。たまたま手元に BD6CR のオリジナル基板があったので、その基板を使って製作しました。回路設計が優れており、部品データも正確なため、BD6CR と BD4RG の指導により、ようやく国慶節の連休中に DIY を成功させることができました。テストの結果、出力は約 2W、聞き比べたところ、受信感度は一般市販機と大差ないようです。ケースは $40 \times 97 \times 150$ のアルミボックスを使用し、ムーブメントを完全に取り付けるのに十分な大きさです。無線機全体の外観は次のとおりです。

図 1 フロントパネル(左からボリュームポテンシオメーター、ヘッドホンジャック、LED インジケーター、チューニングノブ)。

図 2 リアパネル(左から、アンテナ入力、キージャック、ATT ポテンシオメーター、電源スイッチ、電源入力コネクタ)

図 3 無線機のレイアウト

2. 回路の説明

図 4 回路の概略図

この回路は NE602 と 386 の集積回路を使用しています。回路は NE602 を使用した一般的な受信機と似ていますが、設計者は本機の操作を簡単にするために、できるだけ回路を単純化することを設計原理として強調しています。本機は AGC を搭載しています。これは比較的分かりやすい機能とされており、強い信号が入力されると、赤い LED が信号に合わせて点滅し、信号が弱いと比較的暗くなります。この LED 表示器を本機のフロントパネルに設置し、接続しておく、LED が信号に合わせて点滅し、ひときわ美しく表示します。

3. 製作紹介

1、基板上の部品の配置。

回路の機能に応じて、以下のモジュールに分け、信号の方向に応じて、基板上の各モジュールのレイアウトは以下ようになります：

図 5 回路モジュールレイアウト

2、基板への集積回路の配置

便利な配線の原則に従って、ジャンパ線を最小限に抑え、統合されたブロックは下図に示すように基板に配置しました。縦に並べられた集積回路は穴あきボードのパッドと一致しないので、4つのパッドを切断する必要があります。

図 6 集積回路のレイアウト

3、発振部の製作

J310 の FET が不足し始めたので、2SC1815 のトランジスタを使用しました。バイアス回路の変更が必要でしたが、実際の使用ではかなり有効です。その後、インターネットから J310 を入手したので、元の回路の原理を尊重するため、回路を元の設計に戻し、J310 の局部発振回路を使用して、標準の正弦波に近い波形を作るようにしました。J310 が見つければ、やはり J310 の FET を使うことをお勧めします。J310 で作った発振回路は、標準的な正弦波という非常にきれいな波形を出します。ただし、現在、私はこの発振回路に 9mA の直流電流を流しています。これは理由は不明ですが、当初の設計より若干大きくなっています。

図 7: 発振器の波形

この発振器の製作時、MVAM108 の可変容量ダイオードがないため、動作周波数範囲に問題がありました。確認したところ、このダイオードは基本的に 1SV149 に近いので、代わりに 1SV149 を使いました。交換した後、カバー周波数が低すぎ、国内の HAM で 40m バンドの周波数を使用することがおおいので、次の回路に変更し、可変容量ダイオードとインダクタ RFC3 の間に 30P のセラミックコンデンサを挿入しています。

図 8 局部発振器回路

この改造後、4.032M の水晶発振子で構成された IF フィルターと合わせて、本機の周波数範囲は約 7.012MHz~7.025MHz です。中国内の HAM がよく使う周波数がこの範囲にあるので、中国 HAM 用として非常に適していると思います。本機は 13kHz しかカバーしていないので、通常の 10K 可変抵抗だけで簡単に正確な周波数チューニングができ、高価な多回転ポテンショメーターを購入するコストを節約することができます。

この発振器の出力で測定された交流電圧は次のとおりで、追作成者の参考になるでしょう。

U1 6ピン 1.8Vp-p

U4 1ピン 460mVp-p

無線機の局部発振回路の周波数は安定しており、約 1 週間試用した結果、基本的に周波数のズレは見られません。

4、I.F.フィルター

IF フィルターは、自作の発振器スクリーニングを利用することができるよう、オンライン購入した KSS4032kHz の水晶発振子を採用しています。海外の情報によると、50Hz 以内の周波数誤差を使用することができます。本機の IF フィルターは、誤差 10Hz 以内の水晶発振子を使用しています。

5、他の部品の選択については、同調用可変抵抗と音量用可変抵抗の接続は、2.54 3P プラグタイプを使用することを勧めます。回路基板のデバッグと分解に非常に便利です。音量用可変抵抗と同調用

可変抵抗のプラグインワイヤーを外せば、回路基板ははんだ付けせずにケースの背面から直接引き抜くことができます

6、組み立て順序の提案とテスト

私は以下の順序で組み立てましたが、この順序に従うことをお勧めします。利点は、モジュールが1つずつ完成することです。回路チェックも簡単ですし、マスターはもちろんフリーですよ。

受信:電源→オーディオアンプ 386→検波器 602→フィルター→受信ミキサー 602→ATT→ローパスフィルタ。

送信:送信ミキサー 602→バッファ LT1252→パワーアンプ。

一つのモジュールの組み立てが完了した後、次のモジュールの組み立てる前にテストが正常であることが必要です。

受信部取り付けの順序

(1) 電源電圧レギュレータ集積ブロック U6 78L08 などの回路を組み立て、電圧が正常であることを確認してから次のステップに進みます。

(1) 音声増幅集積回路 U3 386 を組み立て、完了後、まず 386 の 6 ピンを測定し、電圧が 8 ボルトであることを確認します。次にピンセットで 2、3 ピンに触れ、イヤホンに大きなノイズがあれば正常です。そうでない場合は、もう一度確認してください

(2) 検波器集積回路 U2 602 を組み立てた後、602 のピン 8 の電圧を測定します。検波器 602 の電圧は 8 ボルトであることを確認します。

1 番ピンに約 4.032MHz の信号を入力し、この周波数を微調整するとイヤホンから約 600Hz の音が聞こえます。それ以外の場合は、回路を再確認してください。

(3) フィルタが完了したら、約 4.032M の信号を RFC6 の前(B 点)に注入すると、イヤホンから大きなサイドトーンが聞こえるようになります。周波数をゆっくりと調整すると、サイドトーンが消えます。これは、回路が正常であることを示しています。そうでない場合は、フィルターの組み立てを確認してください。

(4) 局部発振器を作成します。オシロスコープがある場合は、オシロスコープを使用して局部発振器の信号と周波数範囲を確認し、正常になったら次のステップに進みます。

(5) 受信ミキサー U1 602 とその周辺を組み立てます。602 のピン 8 の電圧を測定すると、8 V になります。ピン 1 に 7.023MHz の信号を入力し、局部発振器の周波数を調整すると、大きなサイドトーンが聞こえると思います。サイドトーンがない場合は、受信機 602 の組み立てを再確認してください。

(6) 残りの ATT とローパスを完成します。回路はシンプルで、この部分は簡単には間違えません。これでアンテナを接続すれば CW 信号を受信できると思います。C1 を最大に調整すれば基本的に受信部分の作業は終了です。

送信部は順番に組み立てていきます、送信部は部品点数が少なく、製作も容易です。

(1) 送信ミキサ U4 602 を組み立て完了します。ミキシングのためにローカル発振器の信号をこのモジュールに入力する必要があることに注意してください。組み立てが完了したら、ピンセットまたは短いワイヤを使用して 602 のピン 3 を接触してアースに短絡すると、イヤホンは送信されたサイドトーンを受信できるはずですが、サイドトーンが聞こえない場合は、再確認してください。この手順は非常に重要です。サイドトーンが聞こえた場合は、通常の送信信号は、局部発振器と送信が混合された後に生成されています。通常のサイドトーンが聞こえる場合は、このモードが正常に動作していることを意味しており、送信バッファとパワーアンプの組み立てに進みます。

(2) LT1252 のインストールを完了し、オシロスコープを LT1252 の出力端子に接続し、C28 を慎重に最大出力に調整すると、最大出力は約 4Vp になります。信号がない場合は戻って確認してください。

(3) バッファモジュールが正常になったら、パワーアンプ部を組み立て、R12 を半分程度に調整します。この時、パワーアンプ管が破損する恐れがあるので、ダミーロードを接続してください。オシロスコープで出力波形と電圧を観察し、正常であれば R12 を上げ、C28 を微調整して出力電圧を最大にすると、約 30Vp に

達し、出力電力は約 2W になります。ここまでで、回路の組み立てと調整は完了です。私が製作した SST の出力波形は標準的な正弦波で、12.3 V の電源を使用した場合の出力電力は 1.5W です。エミッション電流は約 280mA、静止電流は 26mA です。13.8 C では出力電力は 2.2W に達します。

本機の出力波形。

図 9 アンテナ端の波形

オシロスコープの FFT 機能による高調波の大まかな観察法

図 10 出力高調波

第 2 高調波は -40 dBV 以下と、やはり良好です。

4. 実践的な使用

本機のマシンが完成した後、実際の交信テストを行いました。ここ数日、多くの HAM と交信しましたが、信号レポートは低いほうで 539、良好なほうで 599 でした。基本的には交信を完了することができ、非常に満足しています!。この無線機には特別なサイドトーン回路がなく、聞こえるサイドトーンは実際にこのマシンが生成した信号であるため、このマシンはフルブ레이크インが可能であり、非常に便利に使用できます。現在、距離が比較的長いのは BA4II と BH4BFSO です。

5. おわりに

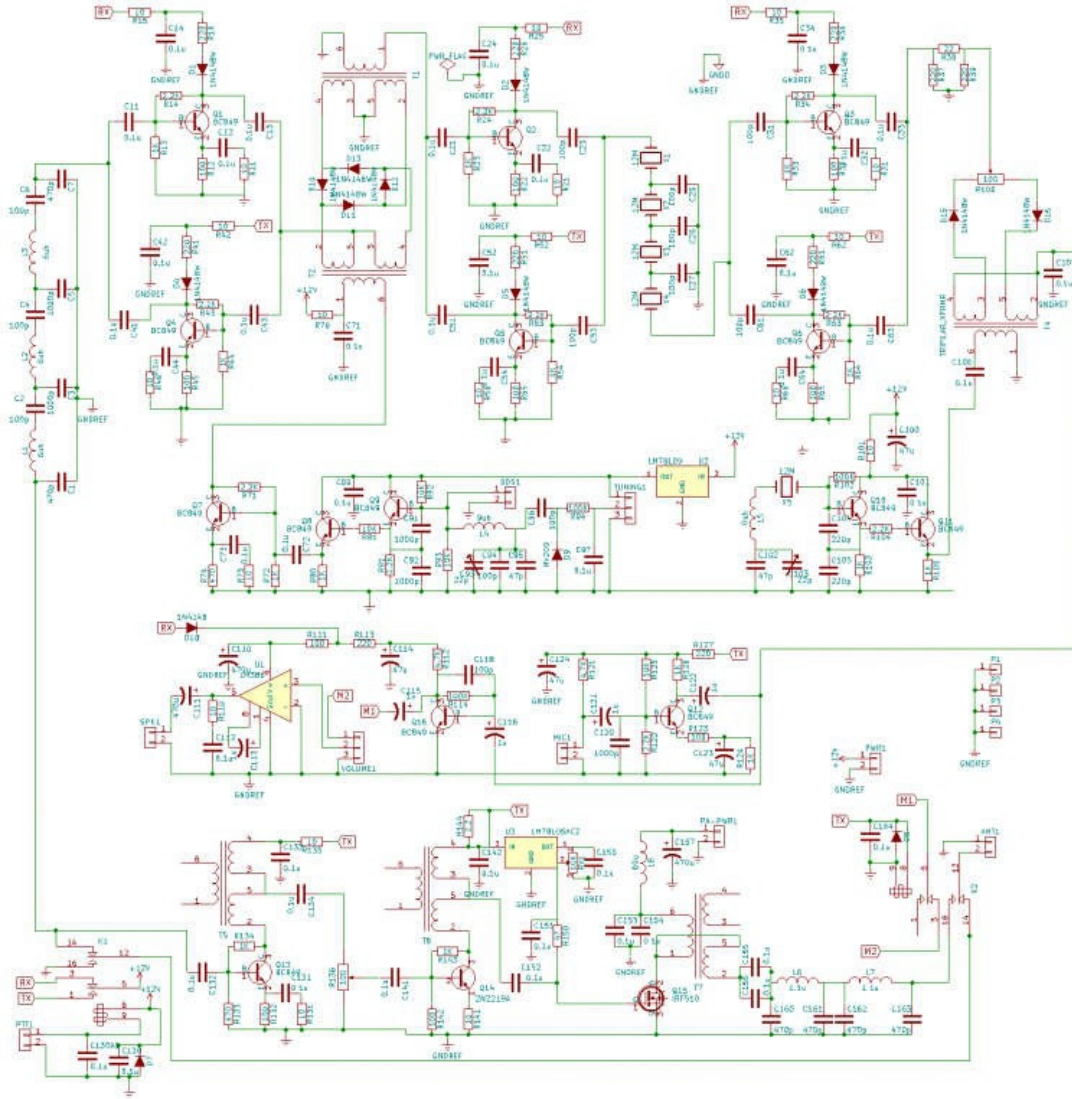
SST はシンプルなスーパーヘテロダイン方式のアマチュア用トランシーバーですが、試作を重ねた結果、真似しやすく、性能も保証されており、製作も簡単だと思いますので、HAM はコピーすることをお勧めします。

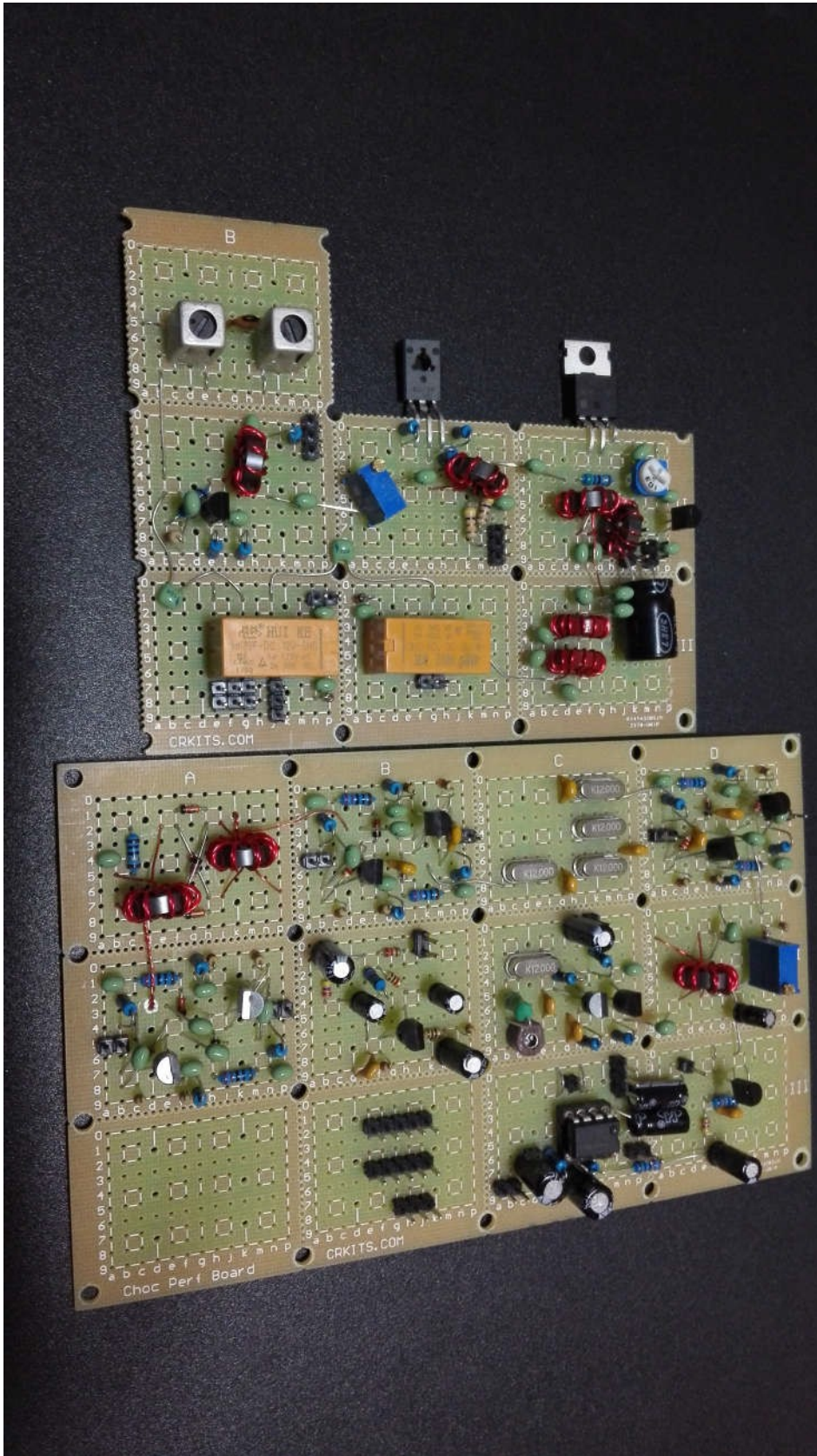
2019 年 10 月 14 日

付録:BG5JNT と BA4II の交信のビデオについては、BD6CR の WeChat 公開ページを参照してください。

基板の上の 12 ユニット以上での製作 1:BITX40 SSBトランシーバー

最近世界で一番ホットな SSB QRP 自作機はどれ？と聞かれたら、答えはインドの HAM VU2ESE Yuli Gongmi 設計の BITX でしょう。BITX の特徴は、最も一般的なトランジスタで構成された双方向アンプとダイオードミキサが広く使用されており、部品が入手しやすく低コストであることです。BITX40 シングルバンドトランシーバーは、アルミケースの上部と下部のカバーに挿入するだけの 2 つの穴あきボードで製作可能です。





<記事末尾>