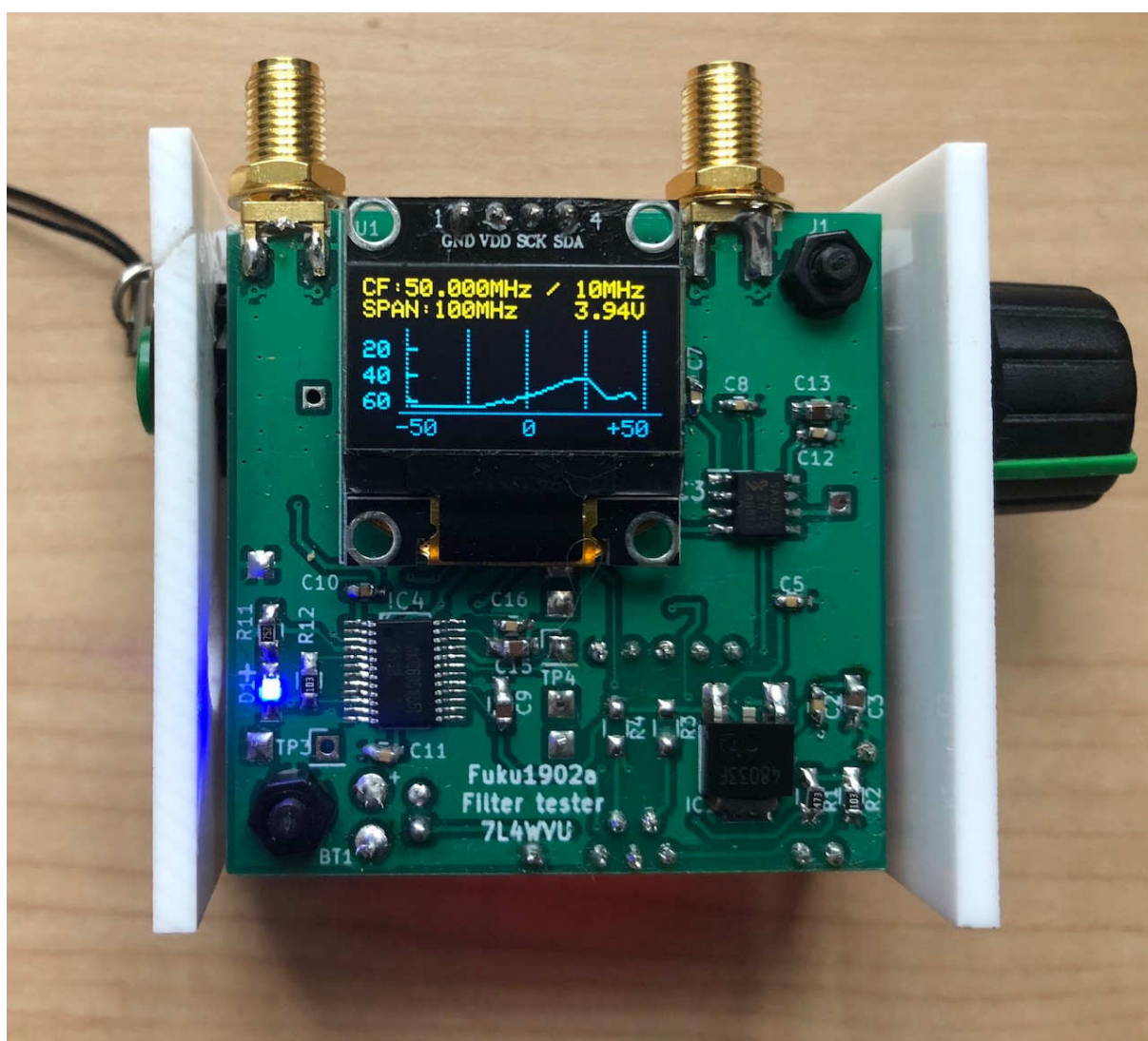


ポケットサイズ フィルター テスター (TE-1902 ハムフェア 2019 仕様) 取扱説明書



2019/06/24

7L4WVU

1. はじめに

本装置は、私、7L4WVU が趣味の範囲で設計製作したポケットに入る小型軽量のフィルターテスターで、アマチュアの皆様に頒布するものです

プリント基板サイズは、5 x 5 c mと小型ですが、マイコン、PLL、ヘテロダイン式の DSP 受信レベル検出回路を搭載しており、スペアナ+トラッキングジェネレーターを使って測定していたようなフィルター素子の周波数特性がみられるように工夫しています。

また、外部にリターンロスブリッジを接続することでアンテナアナライザーとしても使用でき、1kHz ステップで周波数が設定可能なため簡易信号発生器（レベル可変が必要なときは外部アッテネータが必要）としてもご利用頂けます。

<主な用途>

- LPF,HPF の周波数特性
- 水晶フィルター、セラミックフィルターなどの周波数特性
- 水晶単体特性
- 超音波振動子（BLT 等）のような数 10kHz という低い周波数の素子の特性
- R F 信号発生器
- R F レベル計

<ご使用にあたっての注意事項>

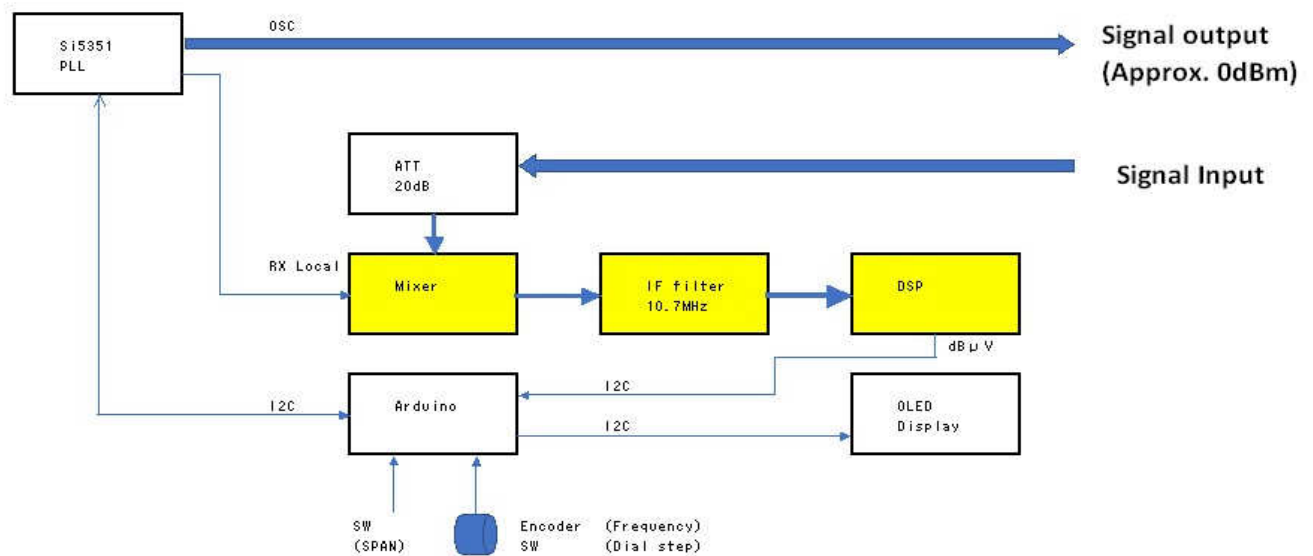
- ケースは、自作品のため加工の時の傷、ズレ等があります。
- USB 充電コネクタは手持ちの（DAISO）もので使用できることを確認していますが、サイズが異なる場合はご自分で穴加工、または、小型のコネクタの購入をお願いします。
- 回路図、プログラムは公開されません。
- 万一の取扱や保管中での事故や損失が生じた場合でも、当方は一切責任を負いません。
- 今後、改良プログラムができたとしても本機のアップグレード対応はありません。
- 本機の修理は困難ですので故障対応はありません。
- インピーダンスが 5 0 Ω でないコモンモードフィルターの測定には対応していません。

2. 概要

系統は下図のようになります。

発振器とスーパーヘテロダイン受信部から構成される通過ロス計です。

本機は検出信号レベルを IF 帯に周波数変換して DSP でレベル検出を行い dB 表示するものです。



Filter Tester 系統図

信号発振器は、SI5351 PLL を用いています。この PLL は高い周波数まで発振可能ですが、高調波レベルが高く、そのまま信号源に使うと従来のダイオード検波を行うと大きな誤差を生じる問題があります。

本装置は、レベル検出部に受信機と同じ構成で周波数選択性を持たすことで目的周波数のレベルのみ精度よく表示できると考えて問題点を解決しています。

装置の構成としては、複雑になりコストアップとなりますが、チップ部品と DSP を使ったコンパクトな装置として設計開発しました。

3. 仕様

- ・ 信号発生、受信周波数： 10kHz～100MHz （周波数精度は、90MHz で 500Hz 以内）
- ・ 信号発生レベル：約 0dBm、周波数 SPAN を 100 等分したステップ毎に周波数を発生
（★レベル校正：フル充電&50MHz 設定時、入出力端子を短絡してロス 0dB に設定）
- ・ 受信方式：スーパーヘテロダイン方式、中間周波数 10.7MHz （セラミックフィルター内蔵）
- ・ 最大入力レベル： **0 dBm** （**過大入力で故障となりますので注意願います**）
- ・ 周波数切替ステップ：10MHz （最初のみ）→1MHz →100kHz→10kHz→ 1 kHz →1MHz
にもどる

- ・ 表示 SPAN : 100MHz→ 50MHz→ 10MHz→ 5MHz→ 1MHz→ 500kHz→
100kHz→ 50kHz→ 10kHz→ 5kHz→ 1kHz → 0kHz （レベル測定用）→ 10MHz に
もどる。以降、繰り返し

- ・ レベル表示範囲：0～60dB （DSP のクロック周波数の 32.7kHz と IF の 10.7MHz 付近はレベ
ル誤差が生じます。また、基板のアイソレーション特性により、75 メガ付近はアイソレーション
が 40dB と悪くなっています。1 – 1 0 0 MHz のアイソレーションは、大体、表紙の写真の通
りです）

- ・ 入出力コネクタ：SMA
- ・ 入出力インピーダンス 50Ω

- ・ 消費電流：100mA 以下（新品時はバッテリーフル充電で5時間程度）
- ・ 充電池：リチウムポリマー電池 500mAh。バッテリー電圧表示付
- ・ 充電表示（充電中：赤、充電完了：青色 LED 点灯）

- ・ マイコン arduino nano 3.3V / 8MHz
- ・ PLL：Si5351 clock 25または27MHz
- ・ 受信信号確認 LED

- ・ 各のスweep時間：約 15 秒（下端の周波数からSPAN上限まで、100ポイント測定表示
した後で、2秒停止してから画面クリア。以後、繰り返し）

- ・ 表示部：OLED ディスプレイ（128x64 ドット）、イエローとブルーの2色表示

- ・ 外部からスマホ用の5V 充電器+マイクロ USB インタフェースを使用して充電する（本セッ
トには外部充電器、マイクロ USB インタフェースケーブルは付属していません）

- ・ 重量 90g

4. 外観、各操作部

各部の名称と機能です

信号出力。約
0dBm。SMA

信号入力
SMA

●押しボタンSW：周波数STEP切替
10MHz（最初のみ）→1MHz→
100kHz→10kHz→1kHz→10MHzに
もどる

●エンコーダー
→CF周波数設定

OLED液晶

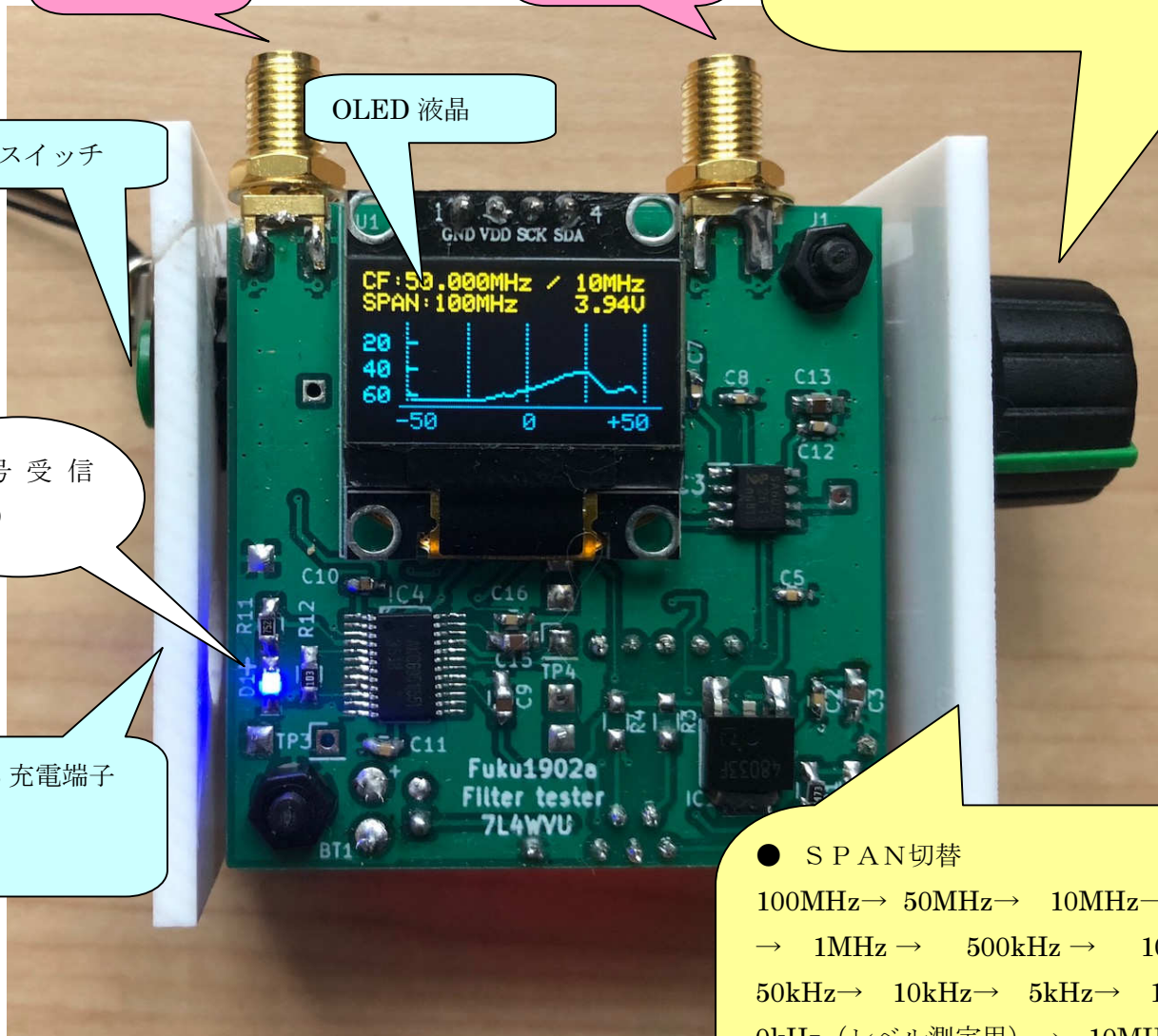
電源スイッチ

信号受信
LED

USB充電端子
5V

●SPAN切替

100MHz→50MHz→10MHz→5MHz
→1MHz→500kHz→100kHz→
50kHz→10kHz→5kHz→1kHz→
0kHz（レベル測定用）→10MHzにもど
る



5. 操作方法

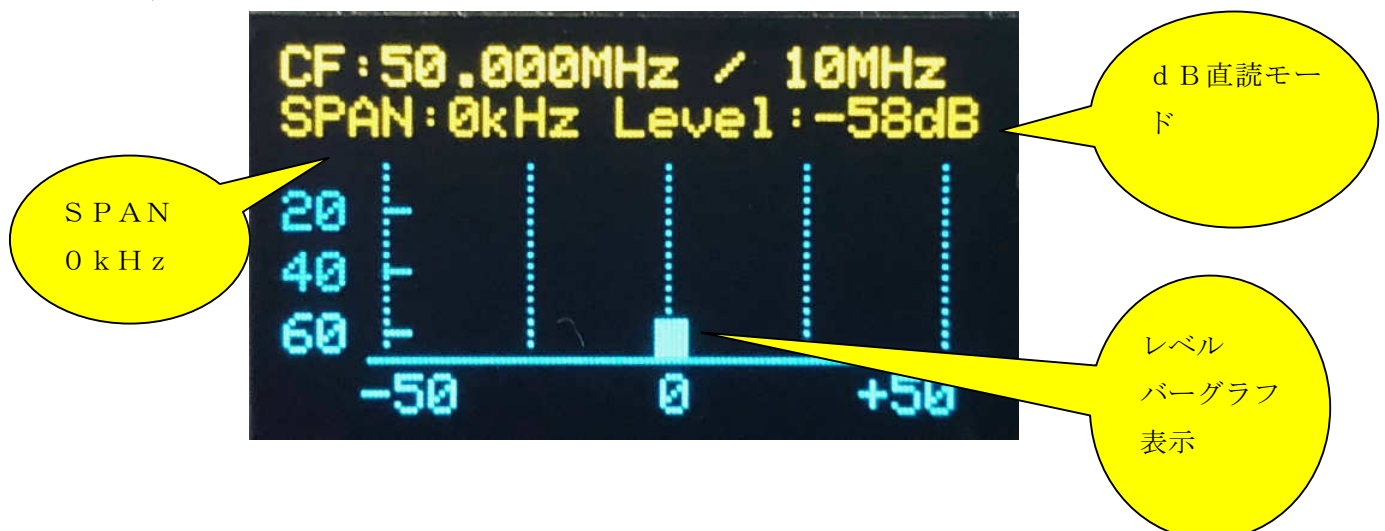
●電源投入時は、1-100MHzのフルスパンとなっています。すなわち、CF（センター周波数）50MHz、SPAN100MHz。このとき、周波数ダイヤルをまわしてもCFは変化しません（例えばCFが49MHzとかになるとマイナス側が0MHz以下でPLLレンジ外となるためです）

●CFを目的周波数に合わせるには、まずSPANを狭くします。例えばCFを7MHzにした場合、SPANは上下限でPLLレンジを超えないように10MHz以下にする必要があります。（CFが3.5MHzの場合は、SPANを1MHz以下に設定します）

●下のように25MHzに合わせるには、①SPANを10MHzにする。②ダイヤルを回して（初期STEPは10MHz）なので、30MHzか20MHzに合わせる。③ダイヤルをPUSHしてSTEPを1MHzに変更して25MHzにする。④さらにSTEP変更でCFは1kHz単位で合わせるすることができます。



●特定の周波数で、レベルを連続で見たい場合（例えば、ある周波数でフィルターを調整して最良点を探りたいときなど）は、SPANスイッチを何度か押してSPANを0kHzとしてください。このとき、表示は下のようにCFでのレベルはバーグラフとなり、dBで読み取ることができます



6. 関連動画

- 本装置の動作

<https://www.youtube.com/watch?v=Ejntm83DE7E&list=PLlZI-Rxy46h-p1TVCClnU7jkXq2PvMyY3&index=4&t=0s>

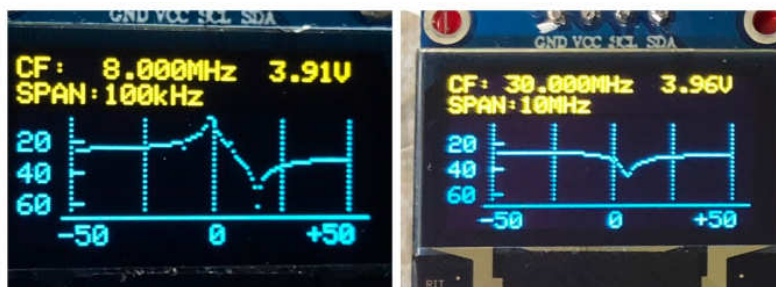
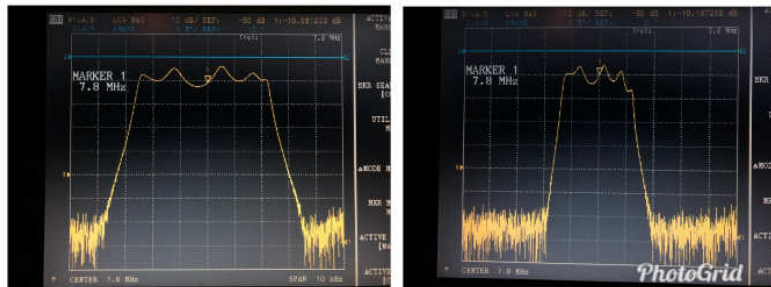
- 水晶フィルター測定

<https://www.youtube.com/watch?v=yuzb5icOf8g&list=PLlZI-Rxy46h-p1TVCClnU7jkXq2PvMyY3&index=7&t=0s>

7. HP 製 E5100A ネットワークアナライザーとの比較

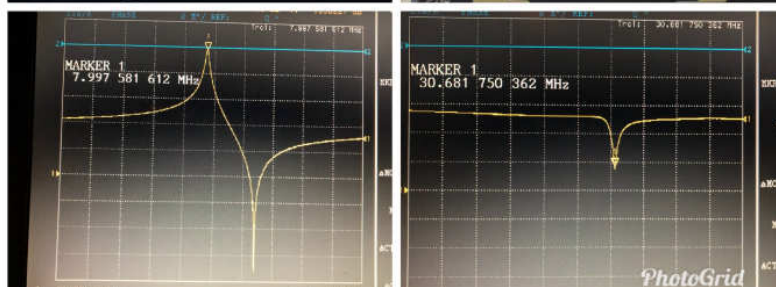


★水晶フィルター

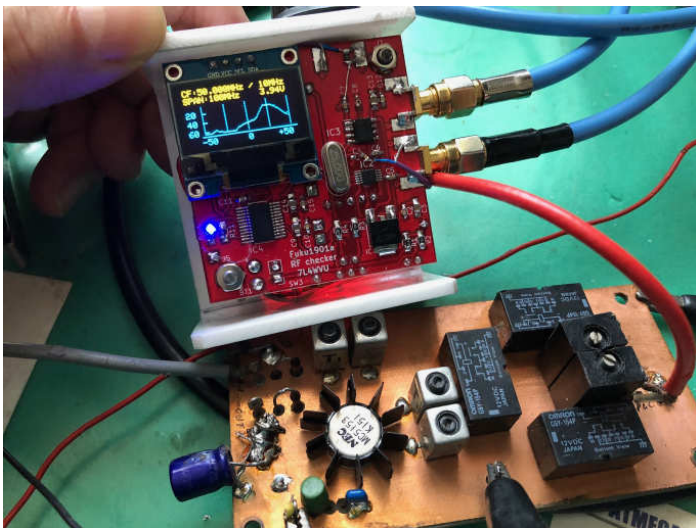


★水晶振動子単体特性 (左)

★LC 並列共振回路 (右)

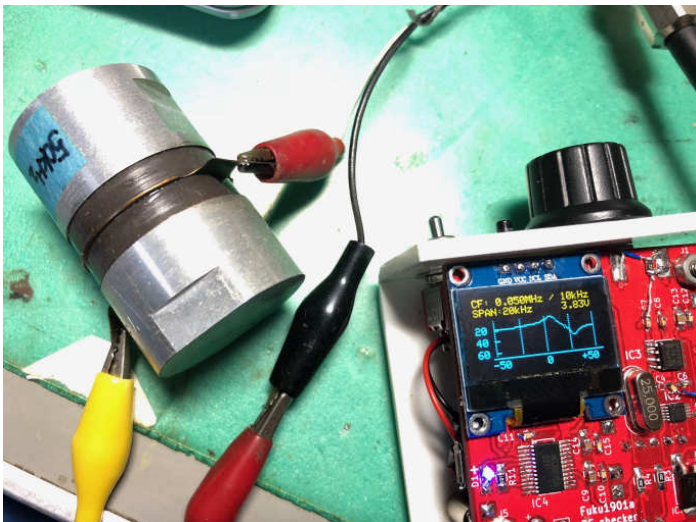


8. 測定応用例 (写真は試作機)

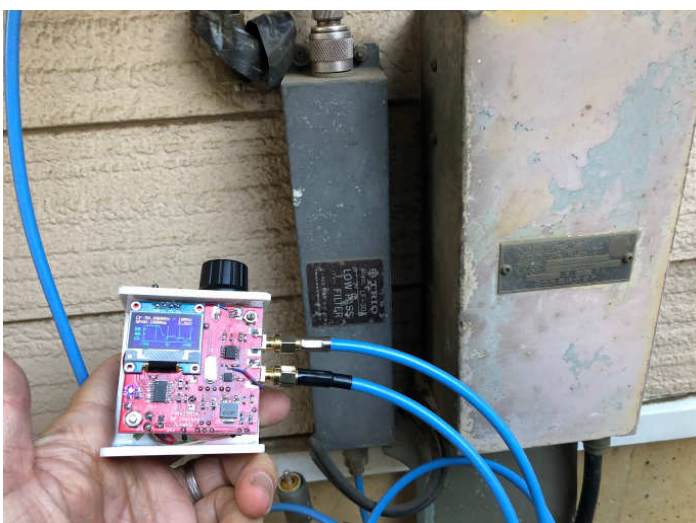


★ 高周波アンプの周波数特性

必ずアナライザーの入力が 0dBm を絶対に超えないようにアッテネーター等を入れてください



★超音波振動子 (50kHz)



★屋外での測定

9. 設計仕様からの留意事項

現状の設計仕様からの留意点は以下のとおりです。

- ①本機のレベルは、フル充電&50MHz 設定時、入出力端子を短絡した状態でロス 0dB に設定しています。バッテリー電圧低下に伴いレベルが下がります（3.7V 以上でお使いください）
- ②温度特性については、考慮していません。室内常温で動作を数か月確認しておりますが極端な低温度、高温度には動作は不明です。
- ③USB 充電にこだわったため電池が 3.7V となり、低電圧でのミキサー動作となりました（電圧が仕様以下となっています）。したがって、電圧低下に伴い受信レベルが数 dB 低下し誤差を生じます。（許容範囲と思っています。共振点等の誤差は生じませんので、通常は 3.7V 以上でお使いください）
- ④周波数の下限付近でダイヤルを早く動かすと PLL が範囲外になる可能性があります。現状、ソフトウェアの対応ができていませんので、その時は電源再投入をしてご使用ください。
- ⑤基板のアイソレーション特性により 75 MHz 付近はアイソレーションが 40 dB 程度となります。
- ⑥DSP クロックが 32.7kHz、受信部の IF が 10.7MHz のため、付近の周波数で誤差が生じます（ほぼ気にならないと思います）
- ⑦入出力インピーダンスが 50Ω 仕様で、アクリルケースでシールド対策が取られていないため、コモンモードフィルター等の測定はできません。