

# ミリ波フルパワーメトリ、レーダ 取扱説明書

型番：76G2T2R

平成 31 年 3 月 25 日

国立大学法人 東京大学 様

RFtestLab 有限会社

〒020-0012 岩手県盛岡市みたけ 4-2-2

Tel : 050-1107-2782

Fax : 019-641-9685

## 目 次

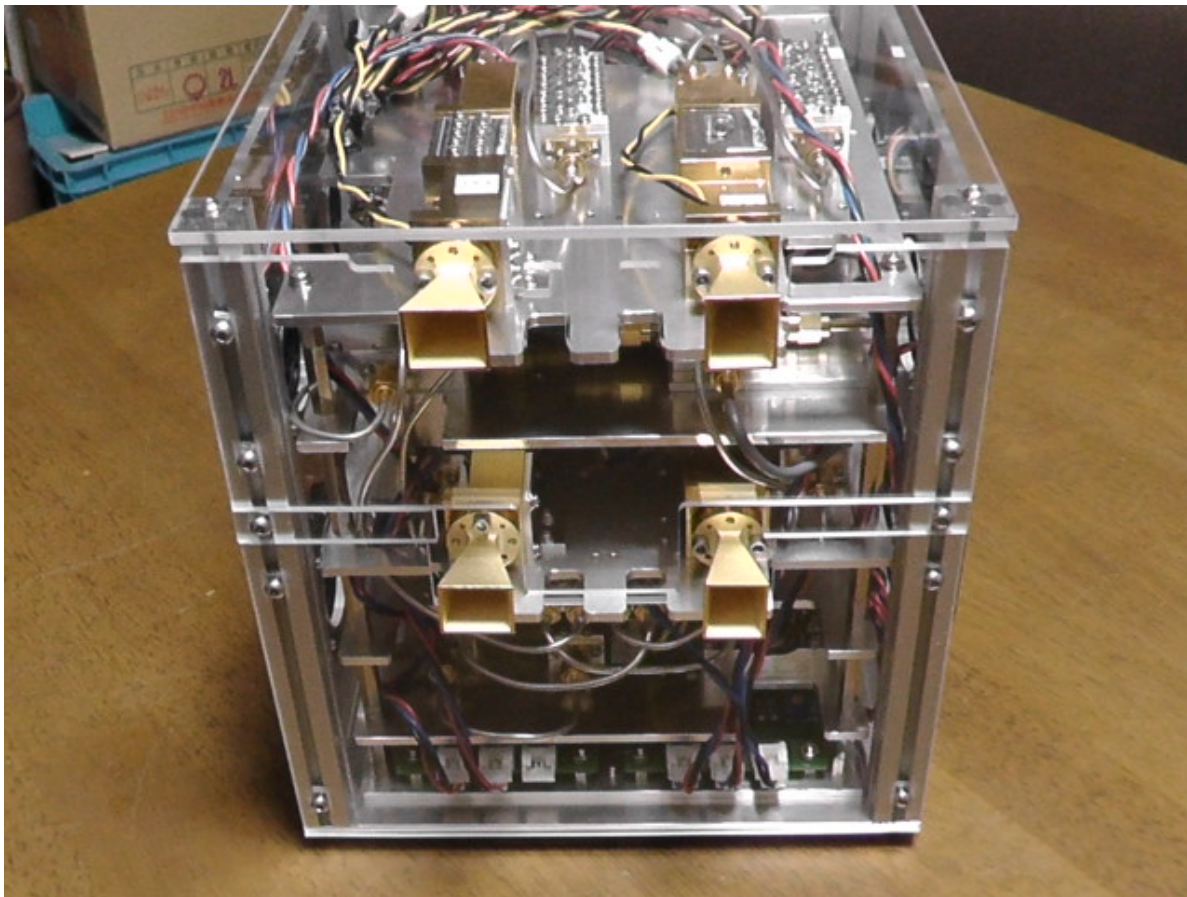
1. 納入品一覧
2. 外形図 と 取り扱い説明
3. PLL 発信器操作説明
4. DDS 発振器操作説明

## 1. 納入品一覧

•レーダ装置本体	型番: 76G2T2R (送信2 受信2 チャンネル)	1 台
•AC 電源		1台
•AC 電源ケーブル		1本

## 2. 外形図と取り扱い説明

外形図



フロントパネル

### ① 送信アンテナ

TX2 チャンネル(上側)が 2個のアンテナで構成されています。  
個々のホーンアンテナは、WR10 導波管 UG387 フランジにネジ止めされています。

### ② 受信アンテナ

RX2チャンネル(下側)が 2個のアンテナで構成されています。  
個々のホーンアンテナは、WR10 導波管 UG387 フランジにネジ止めされています。



リアパネル

① TX 切り替えスイッチ

上側 TX2 のみが送信されます。

中立 外部コントロール(リアパネルの BNC コネクタ)で  
TX1 TX2 を制御できます。

外部コントロール入力(リアパネル BNC)

:L=0V で TX2 が出力

:H=3.3~5V で TX1 が出力  
されます。

下側 TX1 が出力されます

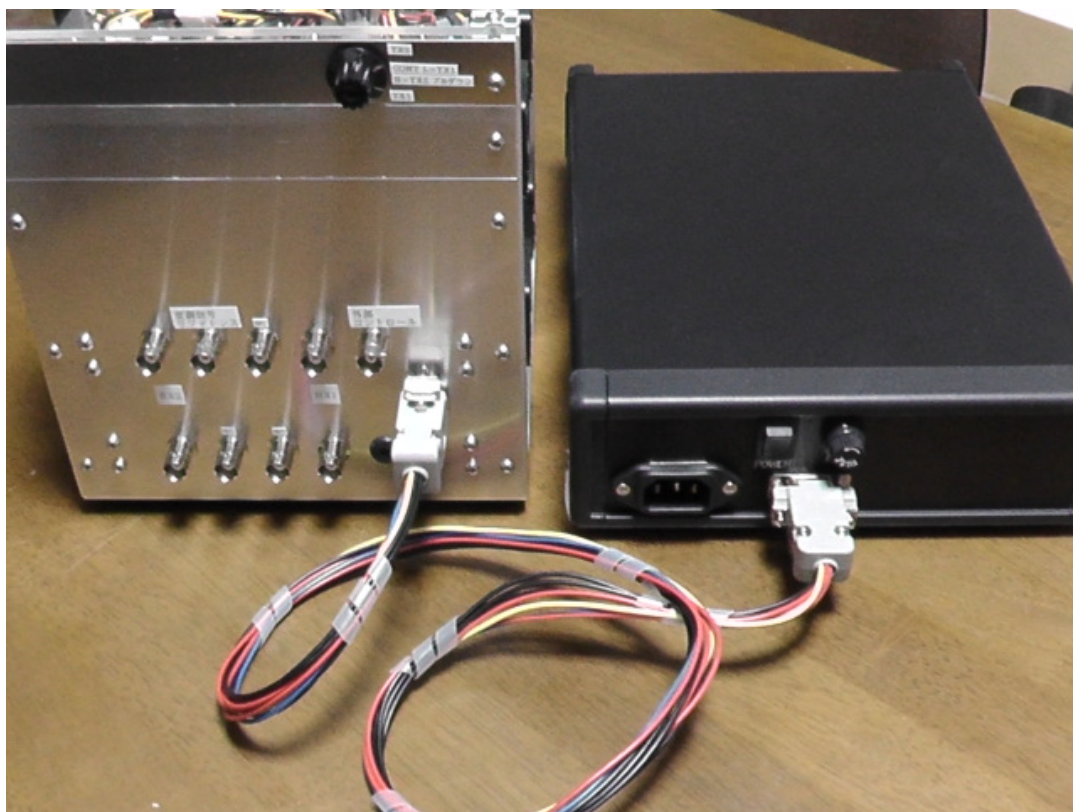
② RX1 I Q 出力 (受信信号を IQ 復調したアナログ信号出力です)

③ RX2 I Q 出力 (受信信号を IQ 復調したアナログ信号出力です)

④ 変調信号リファレンス出力

TX 変調信号をそのまま出力しています。

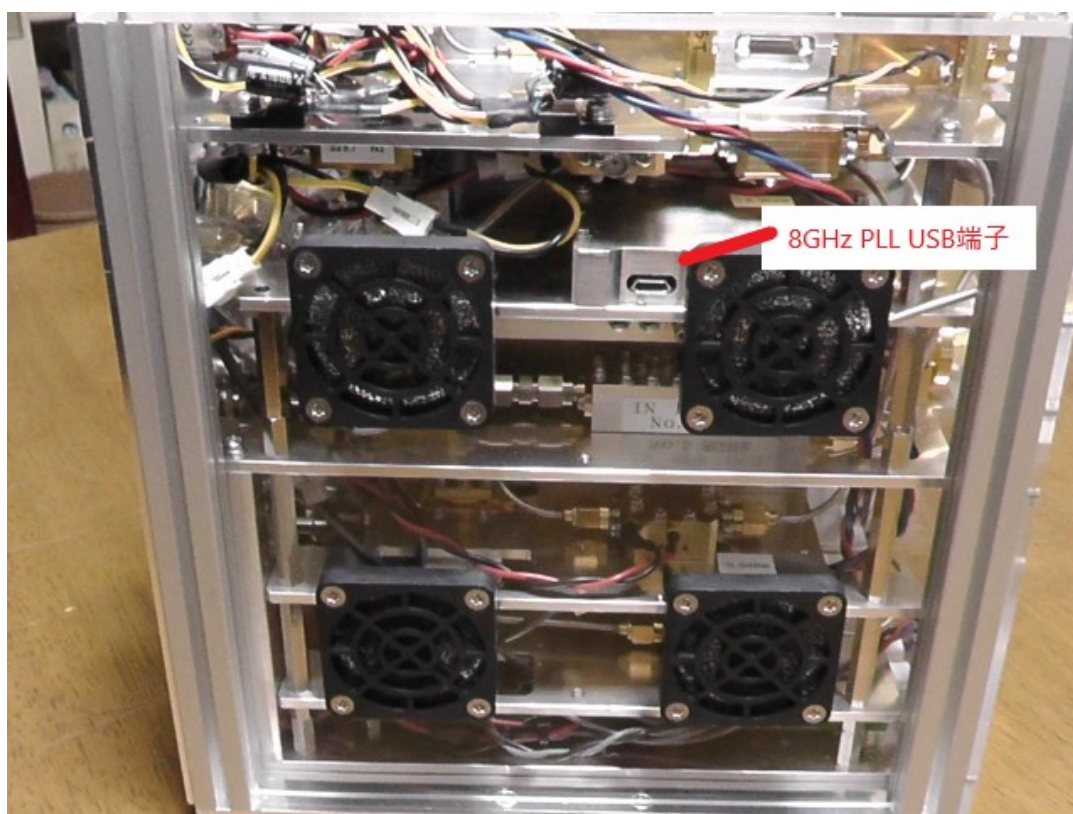


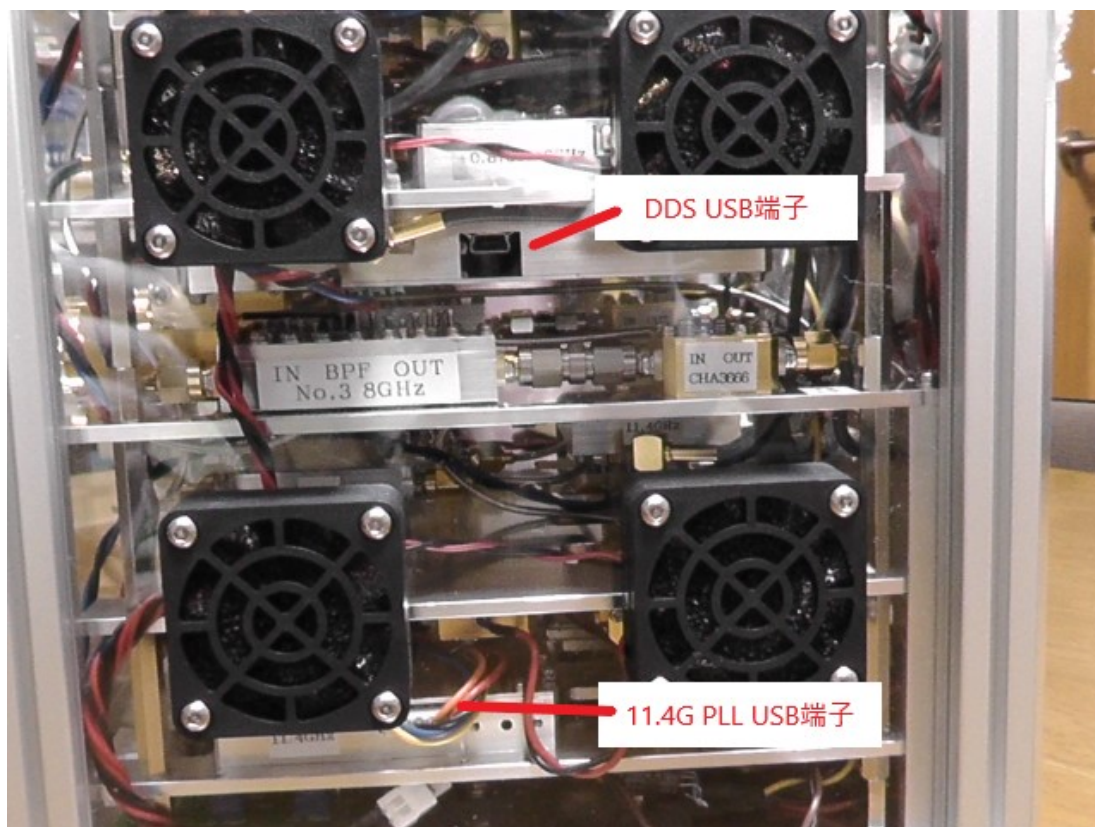


電源部と本体の接続

図のように AC 電源部とレーダ本体を接続します。  
AC 電源部の電源スイッチを ON してレーダ本体の入れます。

## 側面パネル



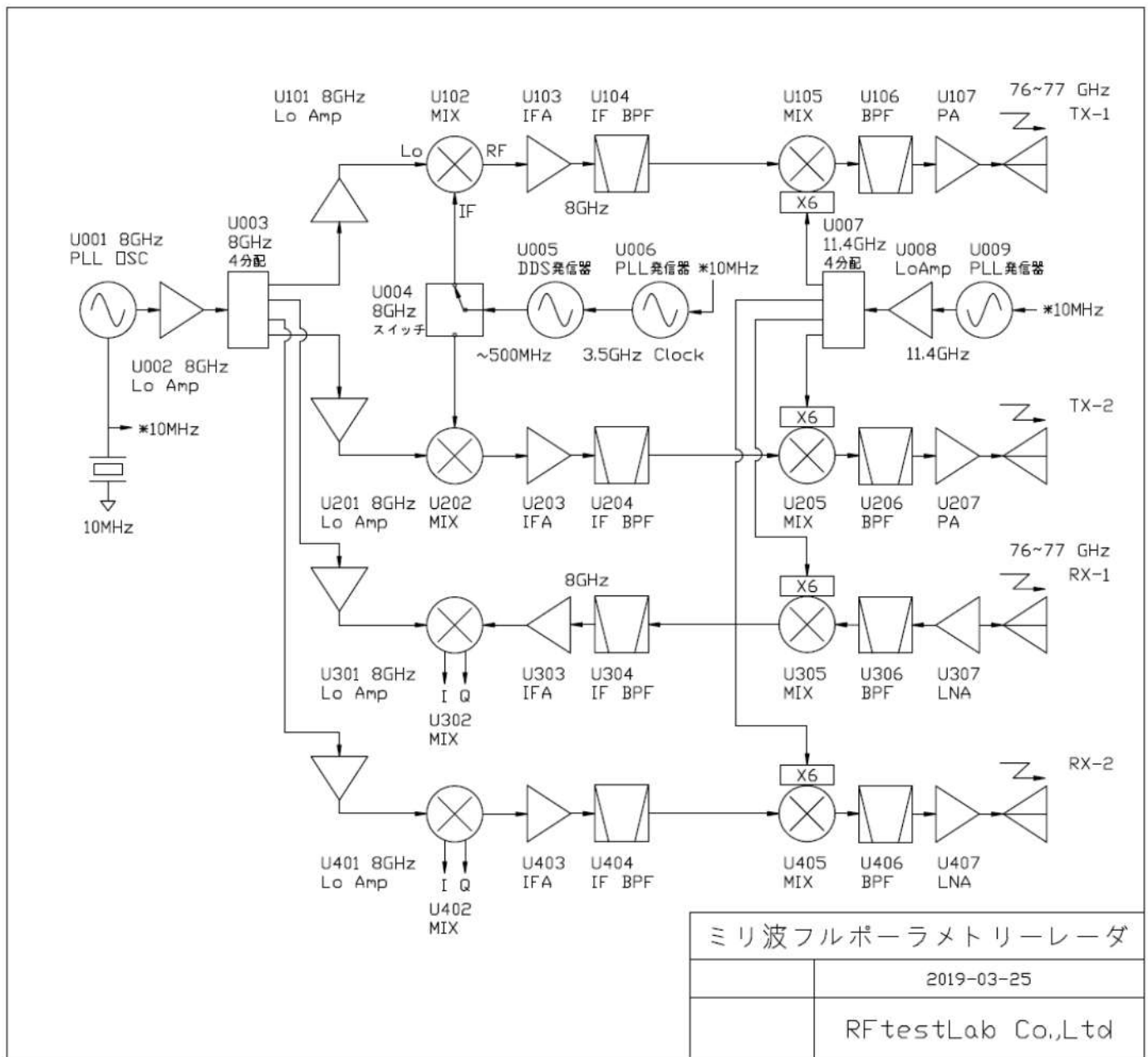


#### 側面パネルの取り外し方法

レーダ装置本体の上面パネルを専用工具ネジで取り外します。  
側面パネルを上側に引き抜きます。

USB 端子をパソコンを接続して、DDS,PLL 発信器の周波数の変更が出来ます。

## 内部構成と動作説明



## ブロックダイアグラム

## 動作説明

### 1、PLL、DDS 発信器



フルポーラメトリ、ミリ波レーダ装置は、3種類の信号発生器が入っています。  
それぞれの発信器は、USB 端子から周波数等の設定をする事ができます。  
(→周波数設定方法については 発振器の周波数設定方法 をご覧ください)

- (1) 8GHz PLL 発信器 送信、受信中間周波数(IF) のキャリア信号として固定周波数で使います。
  - (2) DDS 発振器 ~500MHzまでの信号を発生して、送信波の変調信号として使います。  
この発信器の周波数は、モジュールに付いている USB 端子より可変する事が可能です  
DDS 発振器には外部より、3. 5GHzのクロック信号を入力する必要があります。  
この3. 5GHzの信号は、PLL 発信器から入力されます。
  - (3) 11. 4GHz Lo 信号 PLL 発信器 8GHzの中間周波数を76. 5GHzに変換するために使います。
- (1)~(3)の PLL 信号発生器は、同一の10MHz水晶発振器によるクロック信号により周波数が同期されています。

## 2、送信部

以下に、IF 側から送信アンテナに至るまでの動作説明をします。

- (1) 8GHz信号が4分配された後、変調ミキサーの Lo 端子に入力されます。
- (2) DDS 発振器の信号が SPDT スイッチで選択された後、変調ミキサーの IF 端子に入力されます。  
このときに、変調ミキサーの IF 端子に直流バイアスをかけておき、8GHzのキャリア周波数が  
変調ミキサーの RF 端子に漏れる様にします。  
この状態で、変調ミキサーは AM 変調器として動作します。
- (3) 変調ミキサーRF 端子から出力された送信中間周波数(IF) 信号をバンドパスフィルターに  
より帯域制限して、送信波に不要なスプリアスが出ないようにします。
- (4) 送信ミキサーに、送信中間周波数(IF) 信号、ローカル信号を入力して、76.5GHz の送信信号を  
得ます。
  - ・送信中間周波数(IF) 信号を送信ミキサーの IF 端子に入力します。
  - ・ローカル信号を送信ミキサーの Lo 端子に入力します。 Lo 信号は送信ミキサー内部で6通倍  
されます。  
$$\text{送信中間周波数(IF)} = 8\text{GHz} \quad \text{と} \quad \text{ローカル信号(Lo)} = 11.41\text{GHz} \times 6 = 68.46\text{GHz}$$
  
によって、  
$$68.46\text{GHz} + 8\text{GHz} = 76.46\text{GHz} \quad \text{と} \quad 68.48\text{GHz} - 8\text{GHz} = 60.48\text{GHz}$$
  
が発生します。  
76.46GHz が目的のレーダ波で、60.48GHz は不要なスプリアス成分です。  
送信ミキサーの RF 出力信号はバンドパスフィルターを通過して、76.46GHz のみが  
送信アンプに入力されます。
- (5) 76.46GHz の送信波は、送信アンプで、10mW 程度まで増幅されて送信アンテナより  
放射されます。

## 3、受信部

以下に、受信アンテナに入力された 76.46GHz の受信波が、復調されて IQ 信号となるまでの

動作を説明します。

(1) 受信アンテナから入力された 76.46GHz の信号はローノイズアンプで増幅されて受信ミキサーの RF 端子に現れます。ローノイズアンプ回路は、受信ミキサーのユニット内部にミキサーと共に入っています。

(2) 受信ミキサーの RF 端子に入力された 76.46GHz の信号は、送信信号とは逆の方向に周波数変換されて、受信中間周波数 (IF) 信号に変換されます。

受信信号=76.46GHz と ローカル信号(Lo)=11.41GHz X6= 68.46GHz

によって、

$76.46\text{GHz} - 68.46\text{GHz} = 8\text{GHz}$  を得ます。

(3) 8GHz の受信中間周波数 (IF) 信号は、増幅されたのち復調ミキサー RF 端子に入力されます

(4) 復調ミキサー RF 端子に中間周波数信号、Lo 端子に DDS 発振器で生成された 500MHz 信号を入力します。

復調ミキサーの I, Q 出力に復調信号が出力されます。

### 3、PLL 発振器の操作説明

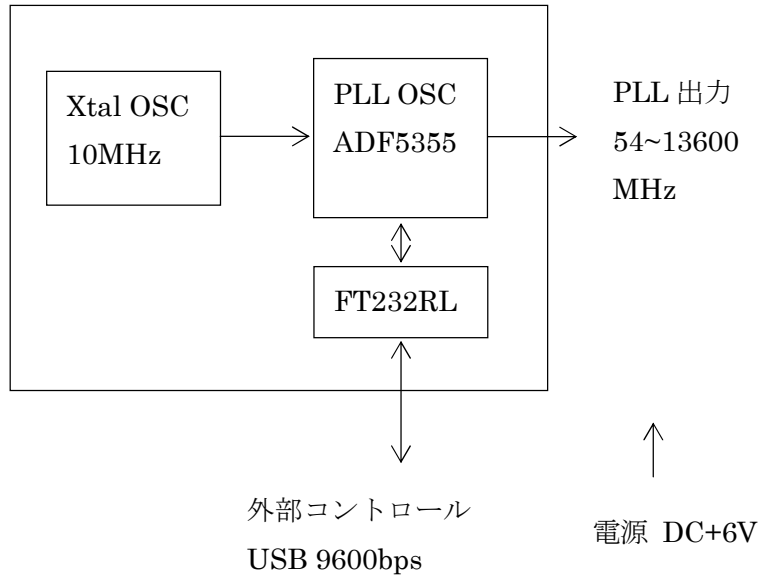
## ADF5355 PLL 操作説明書

2019年3月25日  
RFtestLab有限公司

もくじ

- 1、概要
- 2、仕様
- 3、通信ソフトの設定
- 4、操作方法

## 1、概要



PLL IC ADF5355を使用したPLL 発信器です。  
54～13600MHzまでの信号発生が出来ます。

## 2、PLL 部仕様

周波数範囲 54～13600 MHz

出力レベル +0dBm typ

(出力レベルは、周波数によって異なります)

## 3、通信ソフトの設定

(1)FTDI社のホームページより、FTDIドライバーをダウンロードして  
パソコンにインストールします。

<http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>

(2)Windows XP 添付のハイパーターミナル等の通信ターミナルソフトを使い  
PLL発信器の周波数設定が出来ます。

Windows7 10 には通信ソフトが含まれていないため、汎用通信ターミナル  
ソフト(Tera term など)を使い周波数設定が出来ます。

通信スピード:9600bps (8N1)

## 4、操作方法

(1)パソコン ⇔ USBケーブル ⇔ PLL 発信器の USB 端子  
の様に接続をします。

(2)通信スピード 9600bps (8N1)で接続します。

電源を入れると下記のメッセージが出ます

RFTESTLAB ADF5355-CONT Ver1.1A

(3)コマンドリファレンス

文字列「HELP」を入力すると、コマンド一覧が出力されます。

HELP

<< Command Help Message >>

VER+[CR] : Display Version Message

HELP+[CR] : Display Command Help Message

FRQ\_DDDD.DD+[CR] : Set MAX-Frequency[MHz]

SAVE+[CR] : SAVE All Parameter

READ+[CR] : Display All Parameter

周波数の設定方法 (5672.95MHz に設定する例)

FRQ 5672.95 +[CR]

これで PLL の発振周波数が設定できます

SAVE コマンドを入力すると周波数設定が不揮発性メモリーに保存されます。

SAVE +[CR]

## 4、DDS 発振器の操作説明



# AD9914 スイープ装置の説明書

## ■USB-COM の接続について

USB-COM ポートには、38400kbps・8 ビット・パリティなし・ストップビット 1・フロー制御なしの条件で接続してください。

## ■各コマンドの説明

### HELP

コマンドの簡単な説明が表示されます

### READ

現在の設定値が一覧表示されます

### SAVE

現在の設定値を MPU 内蔵フラッシュにセーブします

### START

スイープを開始します。

モード 1 もしくはモード 2 に設定して、パラメータのマニュアル設定を無効にすると、パラメータが MPU 内で自動計算されます。計算されたパラメータを表示した後に、スイープを開始します。自動計算されたパラメータの表示を参考に、パラメータの手動設定をしてください。

### STOP

スイープを停止します

### MODE d

モードを設定します。MODE の後にスペースを 1 つあけてモード番号 (0, 1, 2, 3) を指定します。

モード 0 は、固定周波数モードです。

モード 1 は、no-dwell スイープです。

モード 2 は、dwell スイープです。

モード 3 は、外部トリガによりインクリメントする no-dwell スイープです。

コマンド例 : MODE 2

### MAN-SWP d

モード 1 およびモード 2 のスイープパラメータのマニュアル設定の有効・無効を設定します。

MAN-SWP の後にスペースを 1 つあけて、0 もしくは 1 を指定します。"0"はマニュアル設定が無効で、"1"はマニュアル設定が有効です。

コマンド例 : MAN-SWP 1

### FIX-F ddddddd

モード0（固定周波数モード）の周波数を設定します。FIX-F の後にスペースを1つあけて7桁で数字を入力します。単位は、kHz です。

最大設定値は1.5GHz です。

1.001GHz を設定するコマンド例：FIX-F 1001000

#### TOP-F ddddddd

モード1・モード2・モード3の上限周波数を設定します。TOP-F の後にスペースを1つあけて7桁で数字を入力します。単位は、kHz です。

最大設定値は1.5GHz です。

910MHz を設定するコマンド例：TOP-F 0910000

#### BTM-F ddddddd

モード1・モード2・モード3の下限周波数を設定します。BTM-F の後にスペースを1つあけて7桁で数字を入力します。単位は、kHz です。

最大設定値は1.5GHz です。

123MHz を設定するコマンド例：BTM-F 0123000

#### INC-F ddddddd

モード3のインクリメント周波数を設定します。モード3では外部トリガが入るたびに、インクリメント周波数だけ周波数が増加していきます。

INC-F の後にスペースを1つあけて7桁で数字を入力します。単位は、kHz です。

最大設定値は1.5GHz です。

1.1MHz を設定するコマンド例：INC-F 0001100

#### RISE-T ddddd

モード1・モード2の周波数上昇に要する時間を設定します。RISE-T の後にスペースを1つあけて5桁で数字を入力します。単位は、マイクロ秒です。

最大設定値は10ミリ秒です。

1ミリ秒を設定するコマンド例：RISE-T 01000

#### FALL-T ddddd

モード2の周波数下降に要する時間を設定します。FALL-T の後にスペースを1つあけて5桁で数字を入力します。単位は、マイクロ秒です。

最大設定値は10ミリ秒です。

1ミリ秒を設定するコマンド例：FALL-T 01000

#### TOP-T ddddd

モード2の上限周波数をキープする時間を設定します。TOP-T の後にスペースを1つあけて5桁で数字を入力します。単位は、マイクロ秒です。

最大設定値は10ミリ秒です。

### 1.23 ミリ秒を設定するコマンド例：TOP-T 01230

#### BTM-T dddddd

モード 1・モード 2 の下限周波数をキープする時間を設定します。BTM-T の後にスペースを 1 つあけて 5 桁で数字を入力します。単位は、マイクロ秒です。

最大設定値は 10 ミリ秒です。

#### 0.93 ミリ秒を設定するコマンド例：BTM-T 00930

#### RISE-DF dddddddddd

モード 1 およびモード 2 の周波数上昇のステップ幅をマニュアル設定します。RISE-DF の後にスペースを 1 つあけて 10 桁で数字を入力します。単位は digit です。

1 ステップ毎に、 $(\text{RISE-DF}) \times (3.5 \times 10^9) / 2^{32}$  [Hz] ずつ周波数が上昇します。RISE-DF を大きくするほど、高速に周波数上昇します。

詳しくは AD9914 データシートの 25 ページ・26 ページをご参照ください。

#### FALL-DF dddddddddd

モード 2 の周波数下降のステップ幅をマニュアル設定します。FALL-DF の後にスペースを 1 つあけて 10 桁で数字を入力します。単位は digit です。

1 ステップ毎に、 $(\text{FALL-DF}) \times (3.5 \times 10^9) / 2^{32}$  [Hz] ずつ周波数が上昇します。RISE-DF を大きくするほど、高速に周波数下降します。

詳しくは AD9914 データシートの 25 ページをご参照ください。

#### RISE-DT dddddd

モード 1 およびモード 2 の周波数上昇の 1 ステップの時間をマニュアル設定します。RISE-DT の後にスペースを 1 つあけて 5 桁で数字を入力します。単位は digit です。

1 ステップあたりの時間は、 $(\text{RISE-DT}) \times (24/3.5)$  [ナノ秒] になります。RISE-DT を小さくするほど、高速に周波数上昇します。

詳しくは AD9914 データシートの 25 ページ・26 ページをご参照ください。

#### FALL-DT dddddd

モード 2 の周波数上昇の 1 ステップの時間をマニュアル設定します。FALL-DT の後にスペースを 1 つあけて 5 桁で数字を入力します。単位は digit です。

1 ステップあたりの時間は、 $(\text{FALL-DT}) \times (24/3.5)$  [ナノ秒] になります。RISE-DT を小さくするほど、高速に周波数下降します。

詳しくは AD9914 データシートの 25 ページをご参照ください。

#### DRCTL-H dddddddd

モード 1 およびモード 2 で、FPGA から DDS に与える DRCTRL 信号の H 幅をマニュアル設定します。

DRCTL-H の後にスペースを 1 つあけて 8 桁で数字を入力します。

H 幅は、 $(\text{DRCTL-H}) \times (48/3.5)$  [ナノ秒] になります。DRCTL-H を小さくするほど、DRCTRL 信号の周期は短くなりますが、短くしすぎると TOP-F と BTM-F の間でフルにスイープしなくなる等、意図した動作をし

なくなることがあります。

#### DRCTL-L dddddddd

モード 1 およびモード 2 で、FPGA から DDS に与える DRCTRL 信号の L 幅をマニュアル設定します。

DRCTL-L の後にスペースを 1 つあけて 8 桁で数字を入力します。

L 幅は、 $(\text{DRCTL-L}) \times (48/3.5)$  [ナノ秒] になります。DRCTL-L を小さくするほど、DRCTRL 信号の周期は短くなりますが、短くしすぎると TOP-F と BTM-F の間でフルにスイープしなくなる等、意図した動作をしなくなることがあります。

#### ■インジケータ LED-SWEEP について

モード 1 およびモード 2 のときに、基板上的 LED-SWEEP が点灯します。

モード 0 およびモード 3 のときに、基板上的 LED-SWEEP が約 0.5 秒間隔で点滅します。

#### ■FPGA に入力する外部トリガについて

モード 3 では、周波数を順次上昇させるために外部トリガが必要です。外部トリガは、IO0 から入力してください。IO0 入力の立ち上がりで、周波数が上昇します。なお、IO0 は、3.3VCMOS 規格です。

#### ■FPGA から得られるトリガ出力について

モード 1 およびモード 2 動作時は、FPGA が外部に対してトリガを出力します。

IO2 は、DRCTL の立ち上がりと同時に、約 1 マイクロ秒のパルスを出します。IO3 は、DRCTL の立下りと同時に、約 1 マイクロ秒のパルスを出力します。

なお、IO2 および IO3 は、3.3VCMOS 規格です。

#### ■各スイープモードのタイミングチャート

モード 0 (固定周波数モード)

FIX-F - - - - -

モード 1(no-dwell スイープ)

※下記タイミングチャートはマニュアル設定無効時です

