

24GHz帯 マルチモードモジュール

型名 NJR4233D

(周波数： 24.05～24.25GHz)

- NJR4233D1： 標準アンテナ仕様
- NJR4233D2： 狭角アンテナ仕様

仕様書

01 版 2016 年 1 月 27 日

Copyright 2016

New Japan Radio Co., Ltd.
Microwave Components Division

-Notice of Proprietary Information-

This documents and its contents are proprietary to New Japan Radio Co., Ltd.
This publication and its contents may not be reproduced or distributed for any
other purpose without the written permission of New Japan Radio Co., Ltd.



<本製品の使用に係る注意事項>

1. 本仕様書は、開発仕様書です。記載内容は開発途中に変更される場合があります。ご使用時は、最新の情報を御確認下さい。
2. 当社は、製品の品質、信頼性の向上に努めておりますが、マイクロ波製品はある確率で故障が発生することがありますので、当社マイクロ波製品の故障により結果として、人身事故、災害事故、社会的な損害などを生じさせることのないように、お客様の責任においてフェールセーフ設計、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計を行い、機器の安全性の確保に十分留意されますようお願いいたします。
3. 本製品は、特に高度の信頼性が要求される下記の機器にご使用になる場合は、必ず事前に当社営業窓口までご相談願います。
 - ・ 航空宇宙機器
 - ・ 海底機器
 - ・ 発電制御機器（原子力、火力、水力など）
 - ・ 生命維持に関する医療装置
 - ・ 防災／防犯装置
 - ・ 可動物の制御機器（自動車、飛行機、鉄道、船舶など）
 - ・ 各種安全装置
4. 試作機は、技術基準適合証明を取得します。次の行為は申請時の条件と異なり、電波法令違反となり、厳しい罰則（罰金・懲役等）の適用を受けることとなりますので絶対におやめください。
 - ① 製品の筐体を開封し、改造すること。
 - ② 製品の表示類の除去すること
 - ③ 本製品の電源規格範囲 及び 無変調以外で使用する事。
 - ④ その他、電波法及び関連法に基づく変更の工事を行うこと。本機器を当社申請時と異なる条件でご使用頂く場合、別途お客様のシステムで技術基準適合証明もしくは工事設計認証を取得頂きますようお願い致します。なお、当該行為があった場合は電波法の定めるところにより本製品の表示類を除去しなければなりません。
5. 本製品を取り扱う際には、測定系や人体のアースをとるなど、必ず静電気対策の御配慮をお願い致します。また、端子への半田づけの際には半田ごての長時間利用はご遠慮ください。（リフロー炉の使用は不可）
6. 外形に強いストレスを加えますと、局部発振周波数に影響を与えますのでご注意ください。また、定格以上の衝撃は加えないように取扱い願います。
7. 同一エリア内で複数のモジュールをご使用になる場合は、混信防止を考慮し、ご利用ください。
8. 本仕様書に掲載されている製品の仕様を逸脱した条件でご使用になりますと、製品の劣化、破壊などを招くことがありますので、なさらぬように願います。仕様を逸脱した条件でご使用になられた結果、人身事故、災害事故、社会的な損害などを生じた場合、当社は一切その責任を負いません。
9. 本仕様書に掲載内容は、予告なく変更することがあります。ご使用にあたっては、納入仕様書の取り交わしが必要です。

品目 24GHz 帯センサー用 RF フロントエンド モジュール	型名 NJR4233D1/D2 Dは個別サフィックスになります
---	--

1. 概要

- 本製品は、24GHz 帯マイクロ波センサーに用いる RF フロントエンドです。
搭載されるレーダ方式は下表になります

レーダ方式	FMCW	Doppler	FSK
汎用	○	○	○

- 小型 軽量な為、色々なアプリケーションに使用出来ます。
- RF 部は、24GHz 帯特定小電力無線局 技術基準適合証明“ARIB STD-T73”に準拠し、国内の使用に限り屋内、屋外問わず使用可能なモジュールです。(※2)

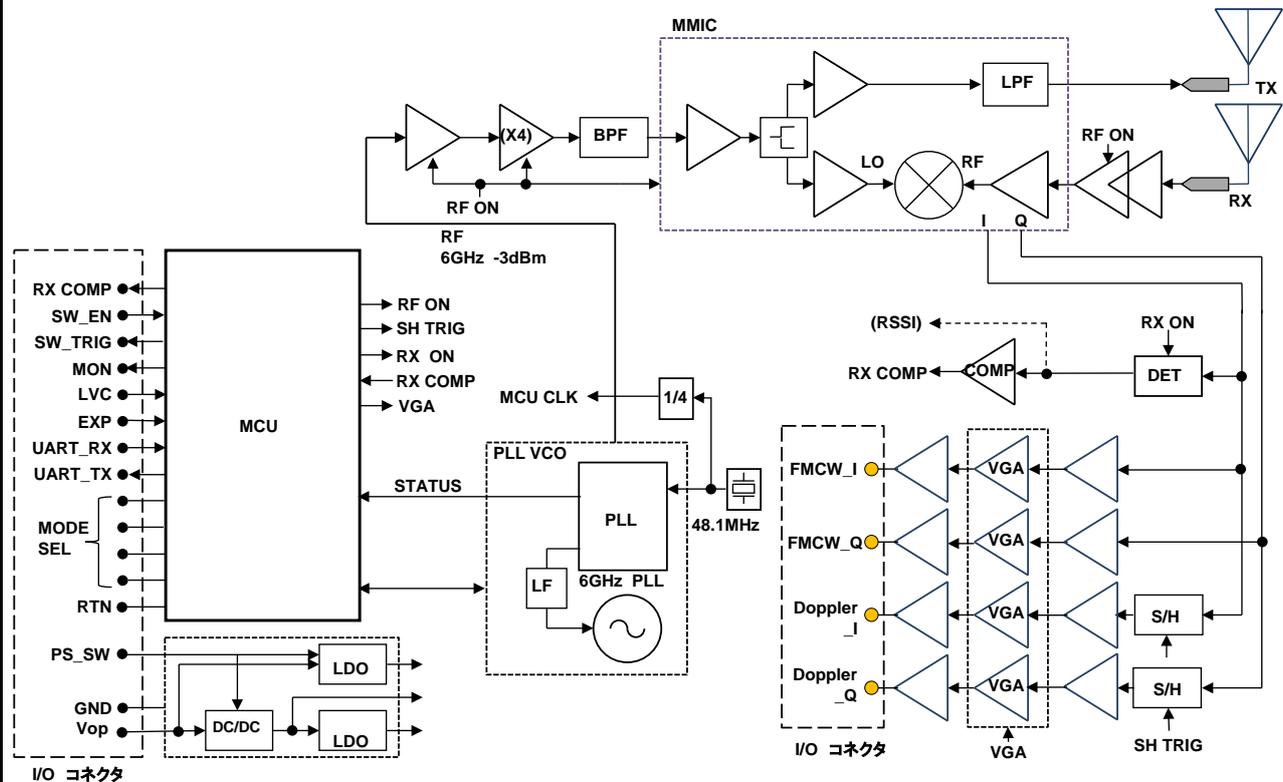
注：

- ※1 本製品は、お客様の製品に組み込んで使用されることを想定した RF モジュールです。
記載されている電気性能や環境条件等は、RF フロントエンド単体について規定される内容です。
ケース等に組み込んで使用される場合はカバーなどの影響を考慮していただく必要があります。
- ※2 海外認証取得に関しましては別途協議が必要です。

2. 関連規格

- ARIB STD T-73 特定小電力無線局 移動体検知センサー用無線設備

3. ブロック構成図



※ ブロック構成図は、参考です。制御信号、MCU ソフトウェアについては、汎用ファームウェアとします。

新日本無線株式会社
マイクロ波コンポーネント事業部

4. 仕様

※RFモジュール単体の性能で特に指定なき項目は常温25℃±5℃での規格です

センサー計測性能

条件 温度 25℃ 標準アンテナ使用時

項目	MIN	TYP	MAX	単位	備考
測距性能 ※1、※2					
FMCW モード	1.6	-	30	m	
FSK モード	-	-	30	m	FSK PATTERN1
	-	-	30	m	FSK PATTERN2 ※3
距離分解能					
FMCW モード	-	1.6	-	m	※4
FSK モード	-	0.167	-	m/deg	FSK PATTERN1 ※5
	-	0.416	-	m/deg	FSK PATTERN2 ※5
速度計測性能					
FSK モード時	-	-	176	km/h	※6
ドップラー モード時	-	-	40	km/h	中速度 間欠モード ※6
	-	-	20	km/h	低速度 間欠モード ※6
	-	-	200	km/h	高速 連続モード ※7

※1 センサー仕様の距離計測及び速度計測は、シングルターゲット時の値での設計計算値です。実際の使用では対象物の材質、形状、周囲の状況などの影響を受け、記載された距離、速度が測定できない場合もあります。実際に使用される環境、状態での確認をお願いいたします。

また、FMCW および FSK の測距性能は掃引/切換え周波数幅によって決まるため アンテナを狭角度アンテナ変えても変わりませんが、アンテナ利得の増加とアンテナの指向性の狭角化により S/N 比の改善と不要なターゲットからの反射を減衰させる効果があります。

※2 センサーの測距性能-最大検知距離は、立っている人体を正面から見た場合の電波の有効反射断面積(RCS)を 0.1 m²と仮定し、分解能帯域幅 1kHzにてレーダ方程式で算出する受信電力換算値が、S+N/N 6dB (電圧換算 2倍)となる距離で定義しています。

※3 FSK PATTERN2 は、計算上 75m で 180deg です。実際の検知距離は 75m を保証しませんが、30m を超える距離において折り返し判定を行う場合、FSK PATTERN1 と兼用して使用する為に設けたモードです。

※4 FMCW 方式における距離分解能は、1.6m です。距離、速度の精度は、信号処理側演算精度に依存され RF モジュールで定義されません。

※5 FSK における距離分解能は、1度あたりの距離を示していますが、詳細は信号処理回路に依存します。2つの周波数差は PATTERN1 2.5MHz PATTERN2 1MHz を備えています。

※6 Doppler 及び、FSK モードにおける計測可能な最高速度はサンプリングのナイキスト周波数によります。Doppler の場合、間欠運転のサンプリングを示し、FSK モードの場合、周波数切り替えサンプリングになります。

各モードのサンプリング時間

モード	Fs	ナイキスト
FSK モード	64us	7.812kHz
Doppler 中速度	250us	2kHz
Doppler 低速度	500us	1kHz

※7 高速 連続モードは 拡張モード (EXP: L) で設定可能です。拡張モードでは間欠動作を行わず連続動作となり、サンプルホールドは行いません。モジュール出力はアナログのドップラー信号となります。このモードでは、内蔵される IF 増幅器の帯域特性により高速速度の上限帯域制限がかかります。

4. 仕様

※RFモジュール単体の性能で特に指定なき項目は常温25°C±5°Cでの規格です

電気性能

項目	MIN	TYP	MAX	単位	備考		
1. 変調方式	FSK / FM / CW				モードにより選択		
2. 出力電力 (モジュール出力端)	-	0	-	dBm	ピーク電力		
アンテナ組み込み時(E.I.R.P)					ピーク電力 (参考)		
標準アンテナ	-	14	-	dBm	NJR4233D1		
狭角アンテナ	-	18	-	dBm	NJR4233D2		
3. 送信周波数帯域	24.05	-	24.25	GHz	国内電波法		
FMCW	24.055	-	24.2424	GHz			
FSK,Doppler	周波数表参照						
4. FM 変調 占有帯域幅	-	187	-	MHz			
5. FM 変調 掃引時間	-	1024	-	us			
6. FMCW 掃引繰返し時間	-	-	80	ms	※1		
7. FSK 周波数差 PATTERN1	-	2.5	-	MHz			
PATTERN2	-	1	-	MHz			
8. FSK 周波数切り替え時間	-	32	-	us	1 波の ON 時間		
9. Doppler チャンネル数	-	8	-		※2		
Doppler 間欠運転時のナイキスト	-	2	-	kHz	中速度モード ※3		
	-	1	-	kHz	低速度モード ※3		
10. 周波数安定度	-	-	20	PPM	TCXO		
温度安定度	-	-	2	PPM	(-20~+60°C)		
11. PLL REF 信号 周波数	-	48.1	-	MHz			
12. RX Gain ※4	FMCW	3kHz	-	69	-	dB	アンテナ利得含まず
		10kHz	-	74	-	dB	
		30kHz	-	78	-	dB	
	Doppler	3kHz	-	64	-	dB	
		10kHz	-	64	-	dB	
		30kHz	-	62	-	dB	
13. LEVEL CNT 減衰量	-	-20	-	dB	電圧比 1/10		
14. S+N/N(電圧比)	6	-	-	dB	※6		
15. IQ 出力							
位相差	-	90	-	deg			
振幅差	-	-	3	dB	電圧比 1.4 倍		
16. IF 出力	AC 結合 (DC カット)						
17. IF 出力							

※1 FMCW モードにて間欠運転をする場合、繰返し時間は 80ms を越えないでください。

※2 MODE_SEL(4BIT)での選択数は 8ch です。

※3 間欠運転パルス信号に同期して IF AMP 入力部をサンプルホールドします。狭帯域 IF 側 (Doppler) のみ。

※4 受信利得は受信入力端 50Ω、IF 出力ハイインピーダンスで測定した場合の電圧利得です。

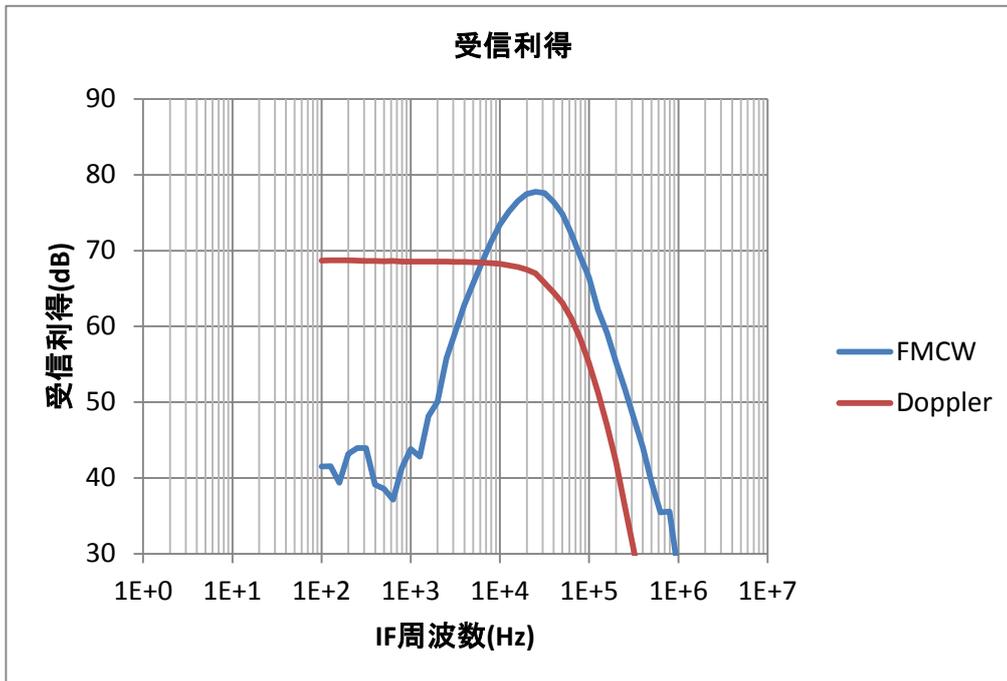
※5 S+N/N(電力比) : FMCW モード側 (広帯域) にて Rx 入力端 (アンテナは含みません) に IF 出力周波数が 30kHz となる RF 信号(-85dBm)を入力したとき、出力端での 30kHz 信号(雑音を含む)の電圧振幅と RF 信号無入力時の雑音電圧を分解能帯域幅 1kHz にて測定した場合の比を表します。

4. 仕様 (続き)

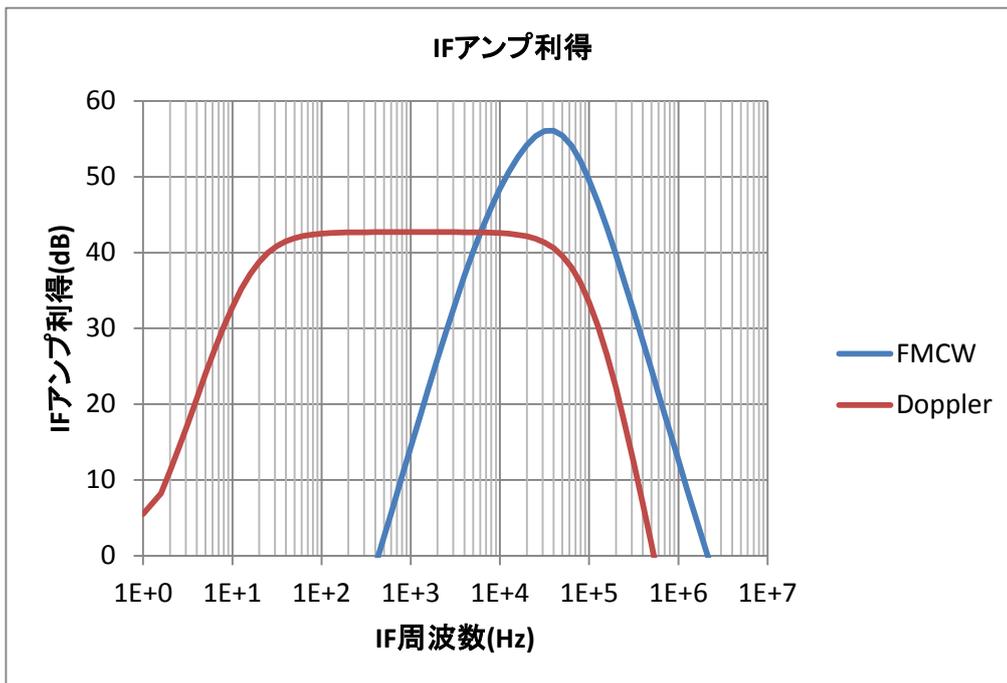
※RFモジュール単体の性能で特に指定なき項目は常温 25°C±5°Cでの規格です

特性例

- ① 受信利得：受信コネクタ端から IF 出力までの利得、ハイゲインモード



- ② IF アンプ利得：Mix 出力から IF 出力までの利得、ハイゲインモード



4. 仕様 (続き)

※RFモジュール単体の性能で特に指定なき項目は常温 25°C±5°Cでの規格です

電源、電流仕様

項目	MIN	TYP	MAX	単位	備考
1.入力電圧	5.3	5.5	6	V	
2.消費電流 電源電圧 @5.5V 時					※1
-1 FMCW モード	-	60	80	mA	間欠運転
-2 FMCW モード	-	180	210	mA	連続
-3 Doppler モード 中速度	-	70	90	mA	間欠運転
-4 Doppler モード 低速度	-	80	100	mA	間欠運転
-5 Doppler モード 連続	-	220	250	mA	連続
-6 FSK モード	-	220	250	mA	間欠運転
-7 SLEEP モード	-	40	60	mA	
-8 DEEP SLEEP モード	-	0.1	0.2	mA	

※1 間欠モード時の条件は

FMCW モードで SW_EN の繰返し 50ms、

Doppler 中速度モード時 SW_EN の繰返し 50ms

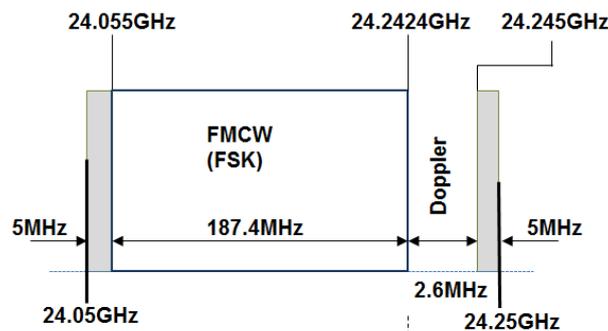
Doppler 低速度モード時 SW_EN の繰返し 200ms で規定しています。

消費電流は、間欠運転時、SW_EN の繰返し時間で変わります。

周波数表

動作モード	下限周波数	中心周波数	上限周波数
FMCW PATTERN1	24.055GHz	-	24.2424GHz
FMCW PATTERN2	同上	-	同上
Doppler CH1	-	24.24275GHz	-
Doppler CH2	-	24.243GHz	-
Doppler CH3	-	24.24325GHz	-
Doppler CH4	-	24.2435GHz	-
Doppler CH5	-	24.24375GHz	-
Doppler CH6	-	24.244GHz	-
Doppler CH7	-	24.24425GHz	-
Doppler CH8	-	24.2445GHz	-
FSK PATTERN1	24.1501864GHz	-	24.1526864GHz
FSK PATTERN2	24.1739832GHz	-	24.1749832GHz

バンドプラン



※電波法帯域幅に対して 5MHz のガードバンドを設けた設定になっています。

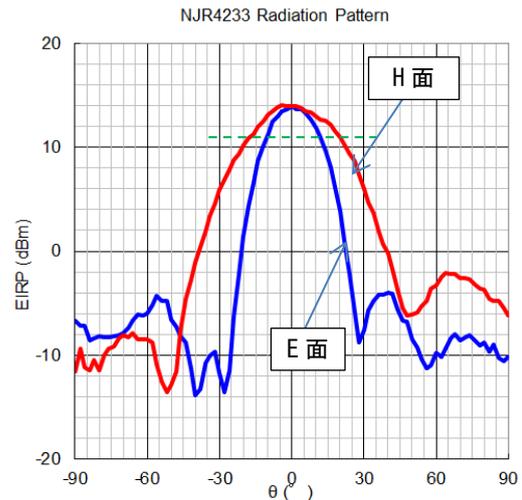
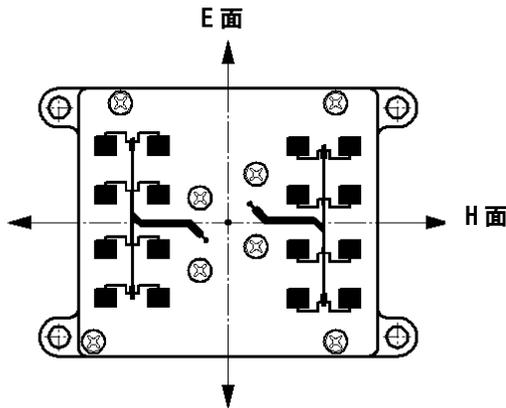
4. 仕様 (続き)

※RFモジュール単体の性能で特に指定なき項目は常温 25°C±5°Cでの規格です

アンテナ仕様

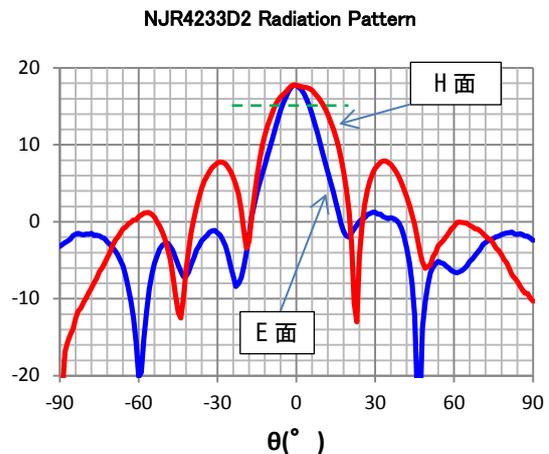
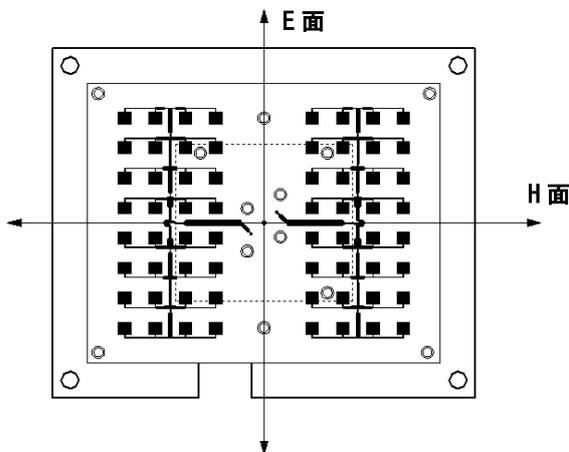
NJR4233D1 : 標準アンテナ (小型平面パッチアレーアンテナ Tx 4x2 素子/Rx 4x2 素子)

項目	MIN	TYP	MAX	単位	備考	
1. 放射角度	E 面 (垂直)	-	22	-	deg	下図 上下方向
	H 面 (水平)	-	38	-	deg	下図 左右方向
2. 利得	-	14	-	dBi		
3. サイドローブ	E 面 (垂直)	-	18	-	dB	
	H 面 (水平)	-	16	-	dB	
4. 偏波特性	直線偏波					



NJR4233D2 : 狭角アンテナ (平面パッチアレーアンテナ Tx 8x4 素子/Rx 8x4 素子)

項目	MIN	TYP	MAX	単位	備考	
1. 放射角度	E 面 (垂直)	-	11	-	deg	下図 上下方向
	H 面 (水平)	-	19	-	deg	下図 左右方向
2. 利得	-	18	-	dBi		
3. サイドローブ	E 面 (垂直)	-	16	-	dB	
	H 面 (水平)	-	11	-	dB	
4. 偏波特性	直線偏波					



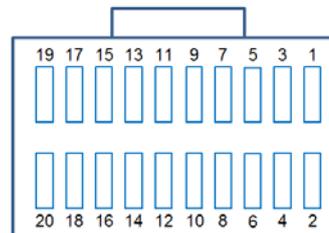
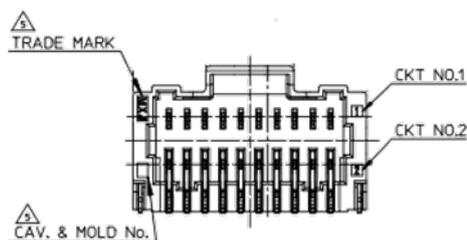
5. インターフェース

インターフェース コネクタ

RF フロントエンド側 (本体)

基板用ヘッダー molex 社 501571-2007 20 極 ライトアングル PIN 番並び: 千鳥

コネクタ外形図



コネクタ正面図

ピン配置図

デジタル制御信号 3.3V CMOS レベル アナログ信号 Highインピーダンス

(注: ユーザー対応等で個別にソフトウェアを構成する場合があります。)

インターフェース 詳細は別途個別仕様にて確認をお願いします。 弊社より納入仕様書を提出します。)

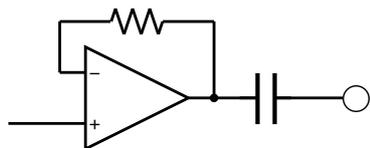
ピン番号	信号名称	備考	
1	VOP (+5.5V)	電源供給入力	
2	GND	電源グランド	
3	FMCW I	アナログ信号	広帯域 IF
4	FMCW Q	アナログ信号	広帯域 IF
5	Doppler I	アナログ信号	狭帯域 IF
6	Doppler Q	アナログ信号	狭帯域 IF
7	SW_EN	変調トリガ	
8	RTN	デジタル GND	
9	SW_TRIG	タイミング	
10	RX_COMP	外来電波モニタ	
11	MON	異常出力	LOCK MON
12	PS_SW / (RSSI)	ディープスリープ (又はアナログ RSSI 電波モニタ)	※ 1.
13	LVC	レベル制御	
14	EXP	拡張設定	
15	MODE_SELO	機能選択 LSB	
16	MODE_SEL1	機能選択	
17	MODE_SEL2	機能選択	
18	MODE_SEL3	機能選択 MSB	
19	UART_TX	シリアル通信	
20	UART_RX	シリアル通信	

※ 1. PS_SW / (RSSI) は 標準で PS_SW ですが、OPTION で工場出荷時に RSSI にすることが出来ます。

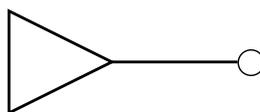
5. インターフェース (続き)

入出力等価回路

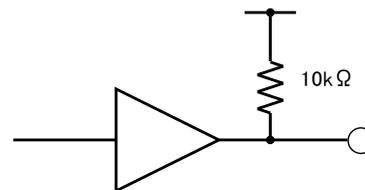
ピン番号 3,4,5,6 (アナログ出力)
信号名称 FMCW I,FMCW Q,Doppler I,Doppler Q



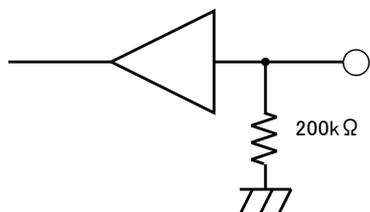
ピン番号 12 (アナログ出力)
信号名称 RSSI
※RSSIを選択した場合



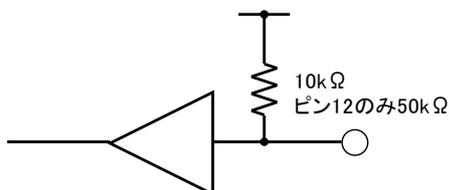
ピン番号 9,10,11,19 (デジタル出力)
信号名称 SW_TRIG,RX_COMP,MON,UART_Tx



ピン番号 7 (デジタル入力)
信号名称 SW_EN



ピン番号 12,13,14,15,16,17,18,20 (デジタル入力)
信号名称 PS_SW,LVC,EXP,MODE_SEL0~3,UART Rx
※ピン12はPS_SWを選択した場合



信号説明

Interface Name	Direction	State	Function
SW_EN	IN	-	立ち上りエッジトリガ信号 (Hは10us以上) 変調、又は機能 スタートの信号
SW_TRIG	OUT	-	変調タイミングを出力します。 SW_ENを受け、内部で動作開始のタイミングを出力します
LVC	IN	-	受信利得の制御を行う信号 H: High GAIN L: Low GAIN LVC 端子の判定は起動時にのみ行い、High GAIN/LowGAIN モードは起動時に決定されます。後で変更する場合には電源リセットを行う必要があります。
EXP	IN	-	拡張モード H: NORMAL (間欠動作) L: 拡張 (連続動作)
MODE_SEL0 ~ MODE_SEL3	IN	-	機能モードや 周波数チャンネルを設定する信号 機能一覧は 一覧表を参照 (SW_ENがHの時は変更禁止)
UART_TX UART_RX	OUT IN	-	コマンドにより内部機能変更又は情報を出力。現在、機能は割当ててありません。
FMCW I/Q	OUT	-	アナログ信号 AC結合 3Vp-p ビート出力
Doppler I/Q	OUT	-	アナログ信号 AC結合 3Vp-p
PS_SW/ (RSSI)	IN/(OUT)	-	PS_SW (ディープスリープ) H:ON L: OFF RSSI (受信信号レベル ※オプション) アナログ電圧 (注: PS_SW/RSSIは工場出荷時内部ジャンパ切り替えで対応)
RX COMP	OUT	-	受信信号がある時 "L" を出力します。
MON	OUT	-	異常モニタ出力 (LOCK MON) PLL 正常動作時 H 異常 (アンロック) 時 L 起動時、および、各モード動作開始時に PLL のロック状態をチェックし、異常時には MON 信号を出力します。 詳細は異常モニタ出力機能の項 (P 2 2) を参照願います。

5. インターフェース (続き)

動作モード選択の設定

SEL0~SEL3,EXP “H” = OPEN, “L” = GND

センサーの動作モードは、パラレル 4BIT (MODE_SEL0 ~MODE_SEL3) にて設定します。
EXP (expansion) 拡張機能として、通常の動作モードを増設しています。

MODE_SEL 機能表

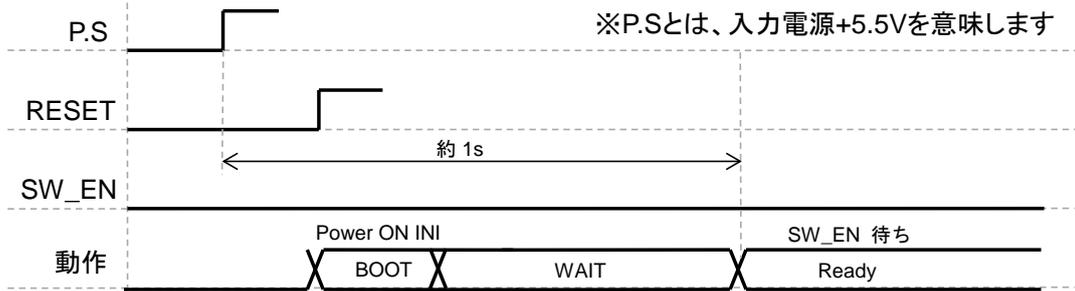
SEL0	SEL1	SEL2	SEL3	EXP	動作状態
H	H	H	H	H	FMCW PATTERN1 (Δ187MHz) UP 掃引
L	H	H	H	H	FMCW PATTERN2 (Δ187MHz) DOWN 掃引
H	L	H	H	H	Doppler CH1 中速度間欠
L	L	H	H	H	Doppler CH2 中速度間欠
H	H	L	H	H	Doppler CH1 低速度間欠
L	H	L	H	H	Doppler CH2 低速度間欠
H	L	L	H	H	CMD モード 現在、機能は割当ててありません。
L	L	L	H	H	SLEEP モード
H	H	H	L	H	Doppler CH3 中速度間欠
L	H	H	L	H	Doppler CH4 中速度間欠
H	L	H	L	H	Doppler CH5 中速度間欠
L	L	H	L	H	Doppler CH6 中速度間欠
H	H	L	L	H	Doppler CH7 中速度間欠
L	H	L	L	H	Doppler CH8 中速度間欠
H	L	L	L	H	FSK PATTERN1
L	L	L	L	H	FSK PATTERN2
H	H	H	H	L	設定不可
L	H	H	H	L	設定不可
H	L	H	H	L	Doppler CH1 高速 連続
L	L	H	H	L	Doppler CH2 高速 連続
H	H	L	H	L	空き
L	H	L	H	L	空き
H	L	L	H	L	設定不可
L	L	L	H	L	CAL モード
H	H	H	L	L	Doppler CH3 高速 連続
L	H	H	L	L	Doppler CH4 高速 連続
H	L	H	L	L	Doppler CH5 高速 連続
L	L	H	L	L	Doppler CH6 高速 連続
H	H	L	L	L	Doppler CH7 高速 連続
L	H	L	L	L	Doppler CH8 高速 連続
H	L	L	L	L	設定不可
L	L	L	L	L	設定不可

6. 機能動作

起動時の動作チャート

RF フロントエンド モジュール

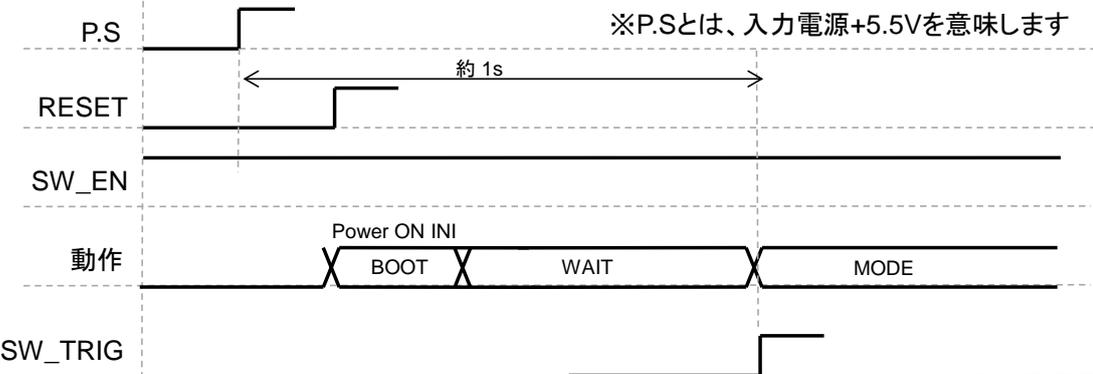
SW_EN “L” での起動



電源投入後 インシヤル設定を行い動作が安定になる為の時間が必要です。

電源電圧の入力から、機器がBUSYとなる時間は、約 1s です。電源投入 1s 以上後に SW_EN を入力してください。 BUSYになる前に SW_EN を入力しても動作は反映にしません。

SW_EN “H” での起動



SW_EN を予め“H”で起動した場合、約 1s 後に、各動作モードに従った SW TRIG が出力されます
この SW_ TRIG が出力された状態から計測データを扱うことが可能となります。

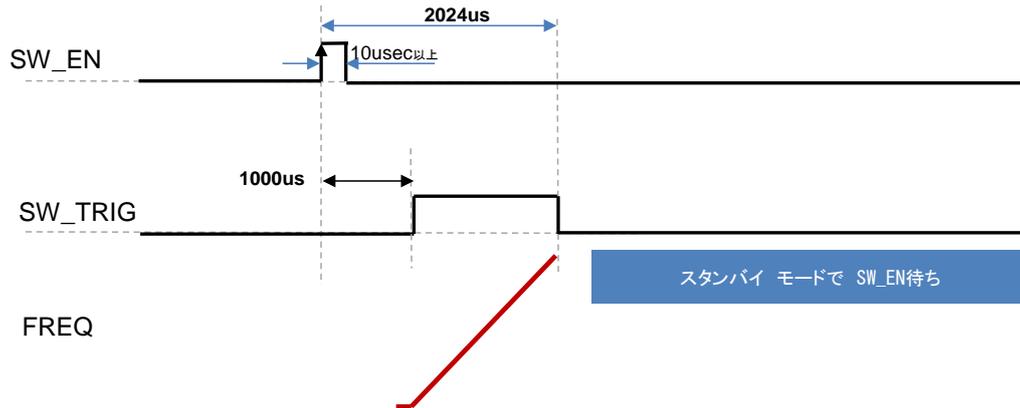
SW_EN の状態に関わらず、電源起動から機器の動作可能時間は、約 1s となります。

※RESET とは、内蔵された MCU の RESET で電源の入力又は瞬間停電などの時 RESET を行う機能です。
通常電源投入後 50ms 後に RESET となります。

6. 機能動作 (続き)

FMCW モード

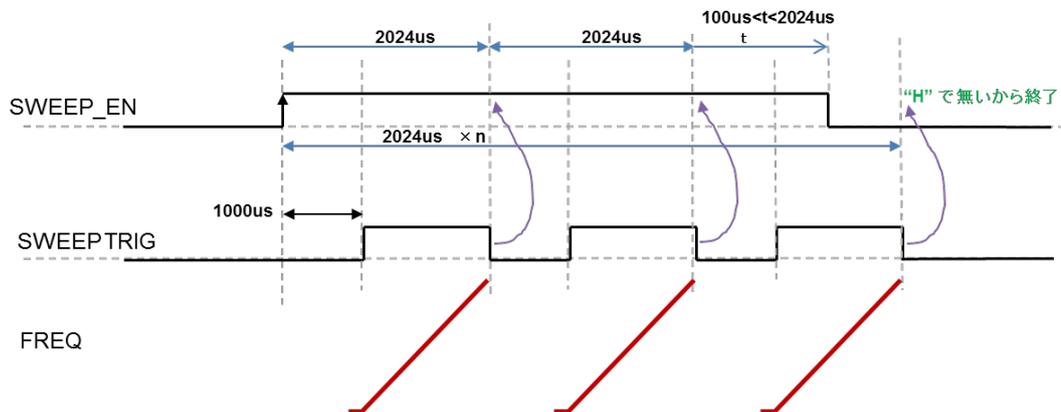
SW_EN の立ち上がりエッジで 1 掃引し停止します。エッジから掃引開始までは 1000us, 1 掃引 1024us です。



連続 n 回の掃引繰返しを構成したい場合、SW_EN のパルス幅を長くします。

1 パック (インターバル+掃引時間) が 2024us です。

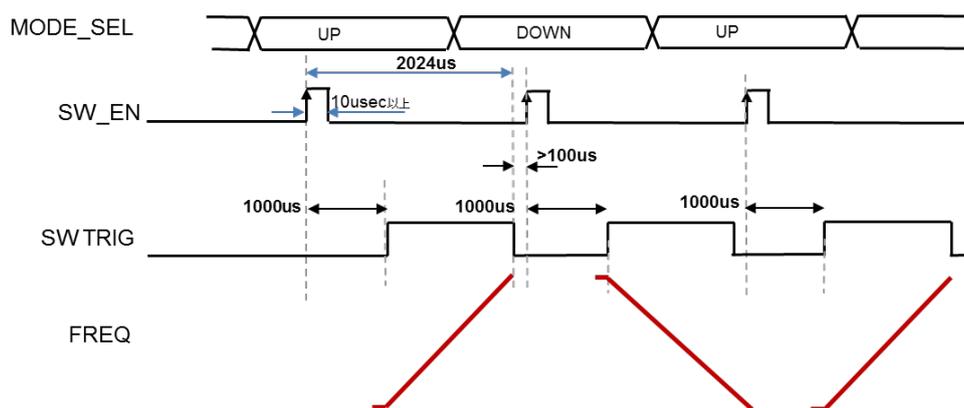
掃引回数 $n-1 \times 2024us + 100us$ 以上 で n 回の連続掃引となります。計測結果の平均化などを行う場合、n 回に相当するパルス幅で設定してください。



掃引終了 (SW_TRIG) が "L" になった時点の SW_EN の状態から連続するか停止するか選択しています。

連続掃引の場合でも、1000us のインターバルを経て掃引を開始します。掃引開始は、SW_TRIG を出力します。上図は、UP 掃引を示していますが、DOWN 掃引の場合も同じです。

UP/DOWN 掃引について



UP/DOWN 掃引は、MODE_SEL(4BIT)の変更と同期した SW_EN で構成します。

MODE_SEL を先行して変更し、SW_EN にて動作を開始します。MODE_SEL は、SW_TRIG の立下りエッジで設計判断を行います。SW_TRIG の立下りエッジから次の SW_EN の立ち上りエッジは 100us 以上空ける必要があります。この時点で次のモードを設定しておく必要があります。UP と DOWN の掃引間隔は最小 **1000us+100us** 必要です

6. 機能動作（続き）

Doppler モード

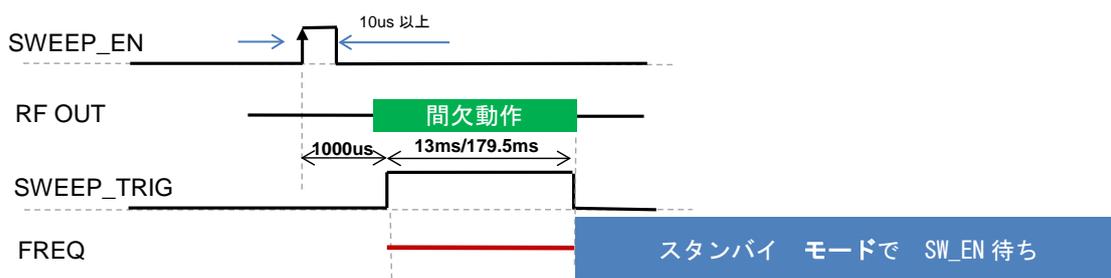
Doppler モード時においても SW_EN の立ち上りエッジからインターバル 1000us を経て動作を開始します。
Doppler モードは、3 種類の動作モードから選択します。

モードの特徴

	計測速度	
低速度モード	1km/h ~20km/h	間欠運転 SW_TRIG 179.5ms Fs=500us
中速度モード	2.5km/h ~40km/h	間欠運転 SW_TRIG 13ms Fs=250us
高速モード	1km/h ~200km/h	連続運転サンプリング無し

間欠運転の場合、RF 出力を ON する毎にロックモニタのチェックを行い、アンロックの場合には MON 端子に "L" を出力します。

1 回の SW_EN で速度計測を行う場合

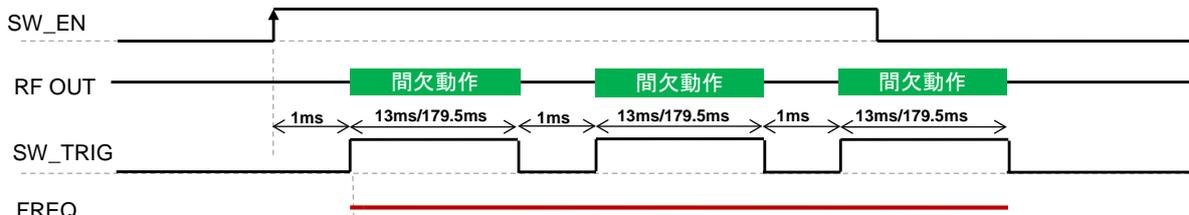


複数回連続して速度計測を行う場合

連続 n 回の掃引繰返しを構成したい場合、SW_EN のパルス幅を長くします。

1 パック（インターバル+動作時間）が上記モードの特徴に示す SW_TRIG 時間+1000us です。

掃引回数 $n-1 \times \text{SW_TRIG 時間} + 1000\text{us}$ 以上で n 回の連続動作となります。計測結果の平均化など行う場合、n 回に相当するパルス幅で設定してください。



※ 複数回連続動作を繰り返す場合、1 パック動作の間隔に 1ms のインターバルがあります。

Doppler モードの間欠運転は、RF OUT を 20us の間 ON とし、250us 毎に繰返します。

この ON 信号に同期して受信系 IF 入力部にサンプルホールドにて受信信号が欠落しない IF 信号を出力します。

受信系サンプルホールドのサンプリングにより、ナイキストが生じ、上限周波数を制限します。

高速計測モードでは、これらパルス動作を行わない為、上限周波数、つまり高速限界周波数は、IF 増幅器の周波数帯域特性に依存します。本製品では、約 200km/h となります。

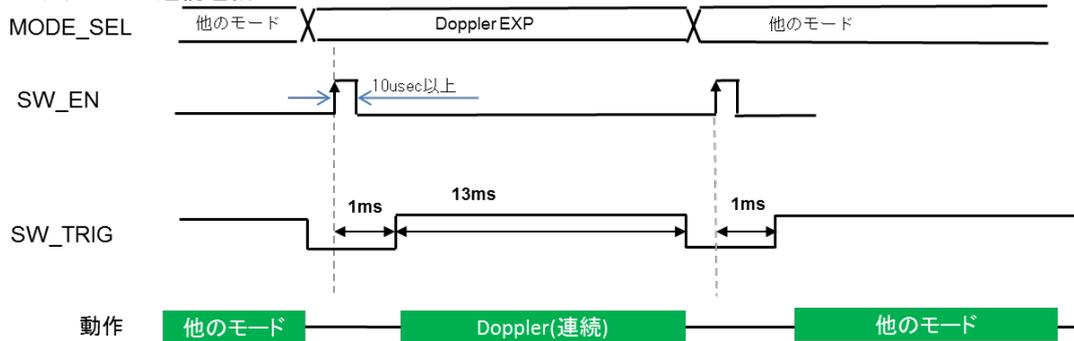
間欠運転のメリットは、消費電流を下げて使用できることです。

※ 間欠運転の場合、実効高域帯域制限がサンプリングのナイキスト周波数で制限されます。それ以上の周波数に相当する速度のターゲットを計測する際、折り返し（エリアシング）が発生します。この場合、本モジュールの IF 出力に適正なフィルタを用いて使用してください。

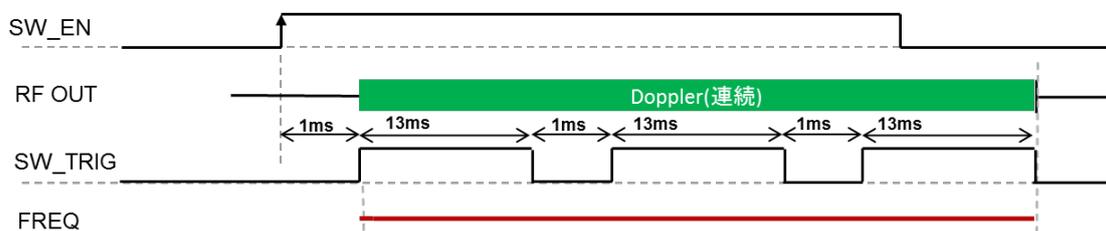
6. 機能動作（続き）

連続運転（EXPモード）

1パックのみの連続運転



複数回連続して連続運転を行う場合



- ※1. EXPモードは間欠動作を行わず連続動作するモードです。
出力はドップラー信号（アナログ）電圧です。サンプルホールドは行いません。
- ※2. Doppler EXPモード選択後 SW_ENの立ち上がりから1ms後から動作を開始します。
- ※3. 動作開始後13ms動作を継続します。その時点でSW_ENがHであれば動作を継続、Lであれば動作を停止し、SW_EN入力待ちとなります。
- ※4. SW_TRIGは動作開始後、13ms H、1ms Lを繰り返します。
- ※5. SW_TRIGがHの間はSW_EN入力を受け付けません。
- ※6. 他のモードへはMODE_SELを変更後SW_ENをHにすることで切り替えます。
MODE_SELの変更はSW_ENがLの時に行ってください。（Hの間は行わないでください。）

6. 機能動作 (続き)

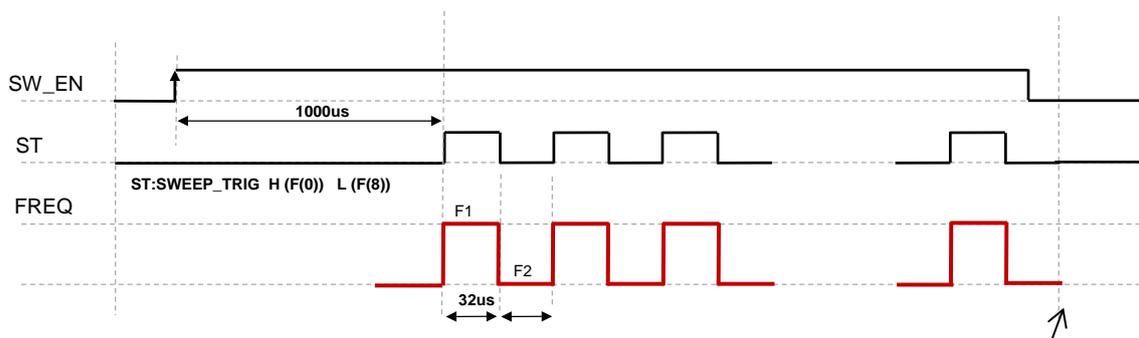
FSK モード

FSK モードの動作は、SW_EN の立ち上りエッジから 1ms 後に開始します。

動作開始後、SW_TRIG が、32us "H" 32us "L" を繰り返します。

SW_TRIG "H" の箇所は 周波数 F1 で、"L" の箇所は 周波数 F2 で送信されます。

F2 から F1 への周波数切り替わりの度に SW_EN を判定し、"H" ならば動作継続、"L" ならば動作を停止し SW_EN 入力待ちとなります。



※1 本 RF モジュールの FSK 機能は、2つの周波数を連続的に切替えます。

F2→F1 切り替わりの際、
SW_EN が "L" ならば動作停止

※2 IF 出力の処理について

RF モジュールから連続的に変化する Doppler ビート信号に相当するアナログ信号が出力されます。

つまり、周波数 1 でのビート信号、周波数 2 でのビート信号を 32us 毎に続けて出力します。

信号処理側でこれらの信号から周波数 1 のビート信号と周波数 2 のビート信号に分解する必要があります。

分解方法は、SW_TRIG の立ち上りエッジから任意(※3)の時間遅延させサンプリングして、

周波数 1 のビート信号だけにします。同じく SW_TRIG の立下りエッジから任意の時間(※3)遅延させたサンプリング信号は周波数 2 におけるビート信号になります。

I/Q 信号各々出力されるので周波数 1 の I/Q 周波数 2 の I/Q と分解処理することになります。

※3 任意の時間は 10us 以上 30us 以下を示します。

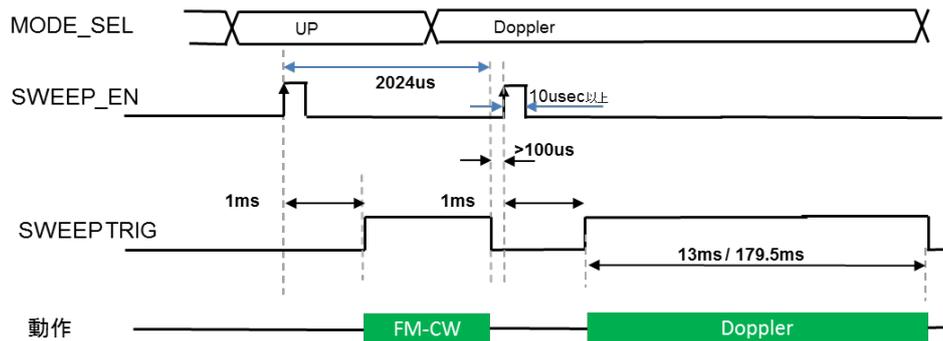
サンプリング分解された信号は、各周波数においては、64us のサンプリングとなり、ナイキスト周波数は、7.8125kHz(128us)となります。

※4 オーバーサンプリングなど行う場合、ナイキスト周波数は変わりますので適切な信号処理方法を選択してください。

6. 機能動作 (続き)

複合マルチモード 動作について

本 RF モジュールは、マルチモードセンサーです。各モードを切替えて使用することができます。例えば、FMCW と Doppler、FMCW と FSK など異なるモードを電氣的に切り替えます。



動作のタイミングは各モードの項を参照してください。

モードの切替えは、SW_ENで行います。RFモジュールは動作中つまりSW_TRIGが“H”の時は、SW_EN及びその他割り込みを許可しません。SW_TRIGが立ち下がる時点のモードを次の動作の命令として処理しています。

各モードの切替えに要する時間は、通常の動作モード時のインターバル時間と同じとなります。

RFモジュールの出力信号を処理する回路やソフトウェアによりインターバル時間を調整したい場合は、モード切替えの有効を意図するSW_ENの投入タイミングを変えてください。

6. 機能動作 (続き)

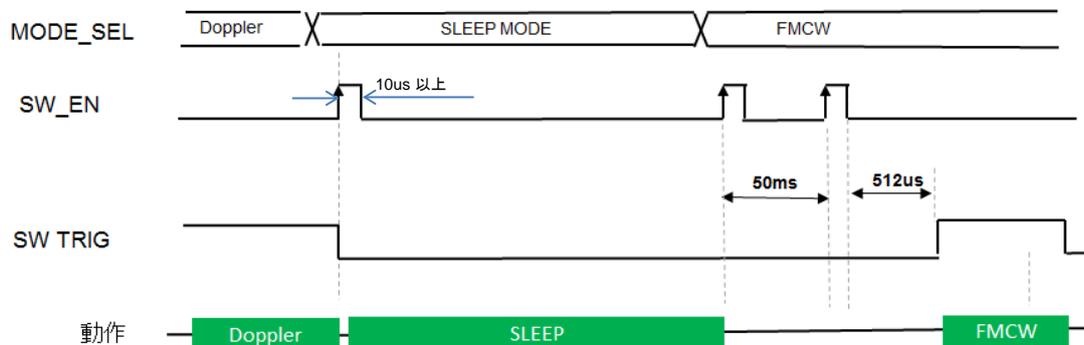
SLEEP モードについて

SLEEP モードとは、一時的に機器の機能を停止し、消費電流を下げるモードです。

SLEEP モードからの復帰は、SW_EN で復帰します。

SLEEP モードからの回復時間は、50ms です。

モードを遷移させるトリガ信号 (SW_EN) は、SLEEP モードからの抜け出す信号から次の動作信号 (例えば FMCW など) を動作させるトリガ信号 (SW_EN) の間隔は、50ms 以上必要です。



DEEP SLEEP モードについて

DEEP SLEEP モードとは、SLEEP モード同様、一時的に機器の機能を停止し、消費電流を下げるモードです。

PS_SW(オプション: 5.インターフェース参照)をLにすると DEEP SLEEP モードに移行、Hにすると DEEP SLEEP モードから復帰します。

DEEP SLEEP モードは電源入力部のレギュレータおよび DC/DC コンバータをシャットダウンする機能であり、DEEP SLEEP モードから復帰する際の動作は電源 ON 時と同様になります。

6. 機能動作 (続き)

CAL モードについて (キャリブレーション)

機器を動作中に、周囲温度等により受信利得が変動する場合があります。

CAL モードとはこの変動分を校正するためのモードです。

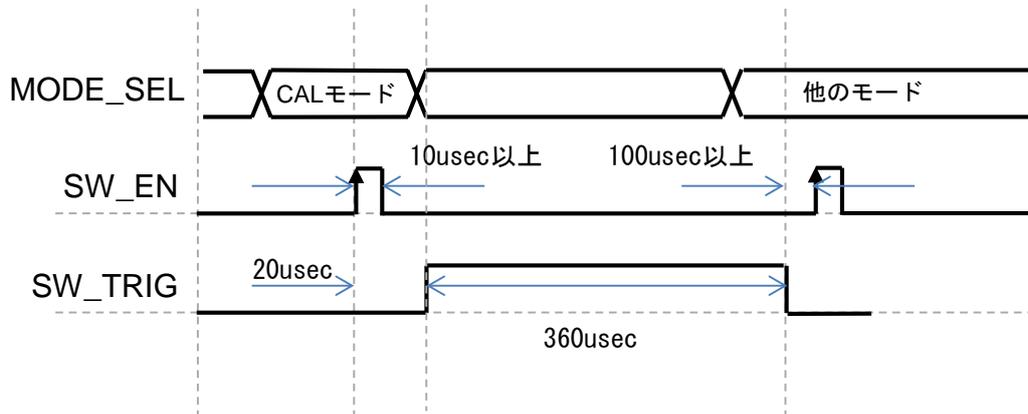
RF モジュール内部の温度を計測し、補正值(1dB ステップ)を用いた校正を行います。

MODE_SEL を CAL モードに設定し、SW_EN を立ち上げると直ちに CAL モードに入ります。

SW_EN 立ち上がりの 20us 後に SW_TRIG が“H”となり、CAL モードを終了すると“L”になります。

CAL モードの所要時間は 360us です。

CAL モード終了後、他のモードに移行する際には SW_TRIG 立ち下がり後 100us 以上の間隔を空けてください。



6. 機能動作 (続き)

RX COMP / RSSI: 外来波受信機能について

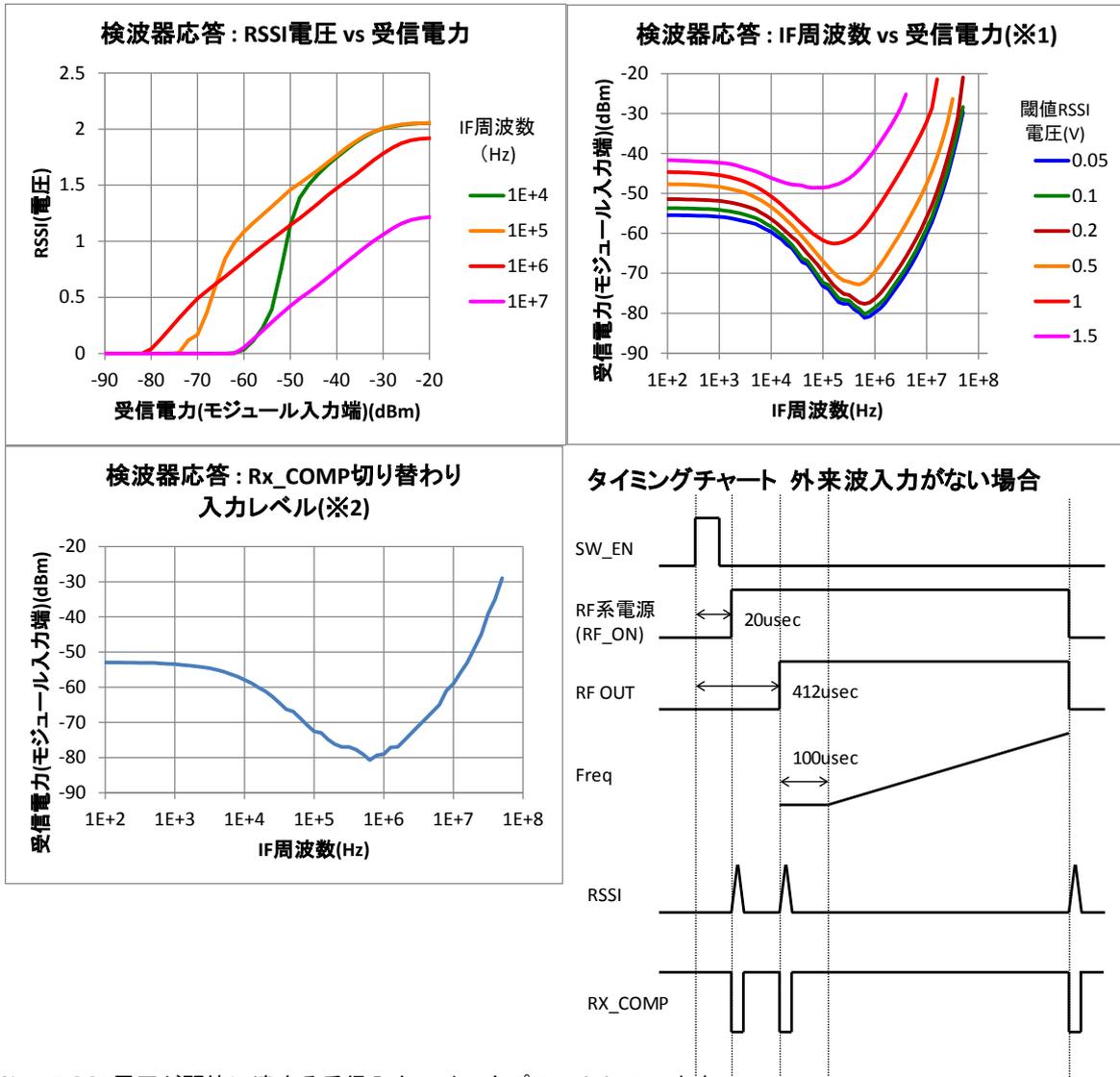
付近に他のセンサモジュールなどの電波源がある場合、干渉が発生し、誤検知を生じる可能性があります。本センサモジュールには外来波検出用の検波器(DET)を搭載しております。この検波器はFMCWモードで有効となります。外来波受信機能はこうした電波干渉を検出する目的で使用することが可能です。

検波器の代表的な特性を下記に示します。

RSSI 電圧は検波器のアナログ出力電圧です。

RX_COMP は RSSI 電圧をコンパレータに通したもので、外来波を検出したときに“L”が出力されます。

なお、検波器は間欠動作時の RF 系電源(RF_ON)の ON/OFF に伴う IF 電圧の変化を外来波入力によるものと区別することができず、下図のように RSSI 電圧、および、RX_COMP を出力してしまいます。外来波検出の際には、タイミングを考慮し、このような内部起因の検波出力による誤検出を避けるようにシステム構築する必要があります。



※1 RSSI 電圧が閾値に達する受信入力レベルをプロットしています。

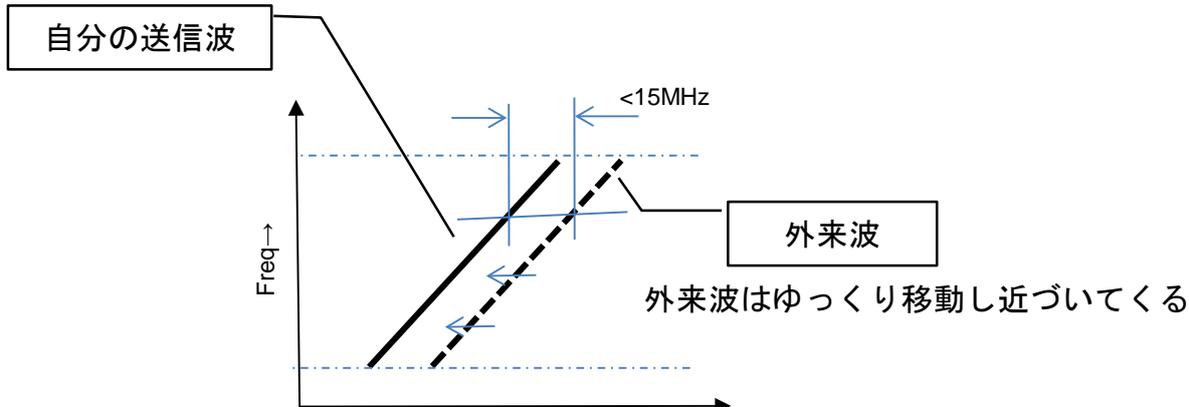
※2 Rx_COMP 出力が切り替わる RF 入力レベルををプロットしています。

6. 機能動作 (続き)

外来波検出機能を使用した電波干渉回避の例

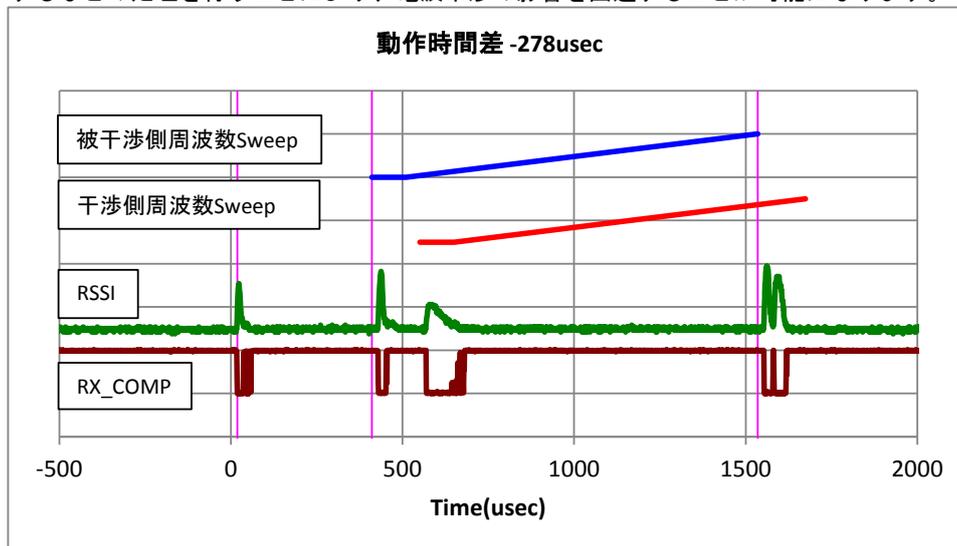
外来波検出機能を使用した電波干渉回避の具体的な方法は、どのような干渉電波源を想定するかにより異なります。ここでは一例として、干渉電波源として、同じ NJR4233D モジュールが付近にあり、同一の繰返し周期で FMCW UP 掃引モードで動作している場合を想定します。

干渉側と被干渉側は互いに非同期で動作しているため、周波数スイープのタイミングが異なります。繰返し周期も完全に同一ではなく、下図のように少しずつタイミングがズれていきます。



タイミングが近づいてくると、周波数の差が小さくなり、デテクタの検波器の帯域内に入ってくるため、RSSI 電圧、および、RX_COMP が出力されるようになります。

一定時間以上、RX_COMP が出力された場合に干渉波入力があったと判定し、SW_EN 入力のタイミングをずらして再スイープするなどの処理を行うことにより、電波干渉の影響を回避することが可能になります。



なお、検波器は間欠動作の ON/OFF 時の電圧変動も外来波とみなして出力してしまいます。このため、干渉波除去機能を構築する際にはこうした ON/OFF 時の電圧変動を除外する必要があります。

6. 機能動作 (続き)

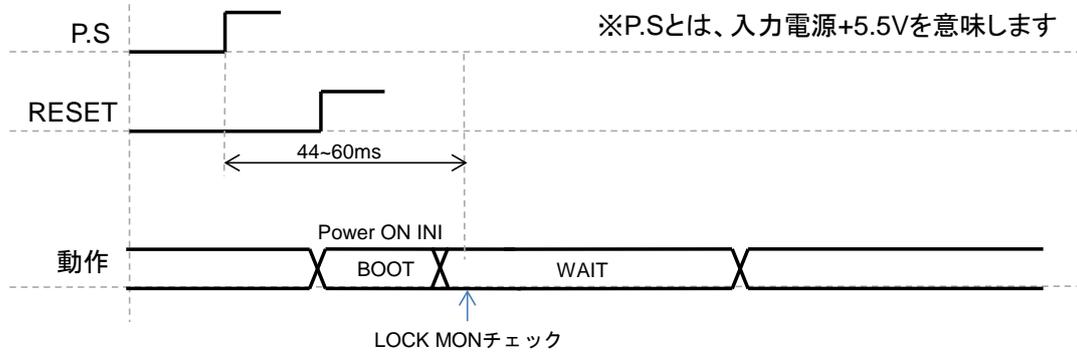
異常モニタ出力機能について

起動時、動作時(FMCW、Doppler、FSK モードで SW_EN を H にして動作を開始した時)、それぞれ PLL のロックモニタチェックを行い、アンロック検出時は MON 出力 (外部 I/O コネクタ 11 番ピン) を L とし、同時に、送信波停止状態(MUTE ON)になります。

MON 出力は次にロックモニタをチェックするタイミングまで L 状態を維持します。

MON 信号に対する処理はユーザー側で決定願います。

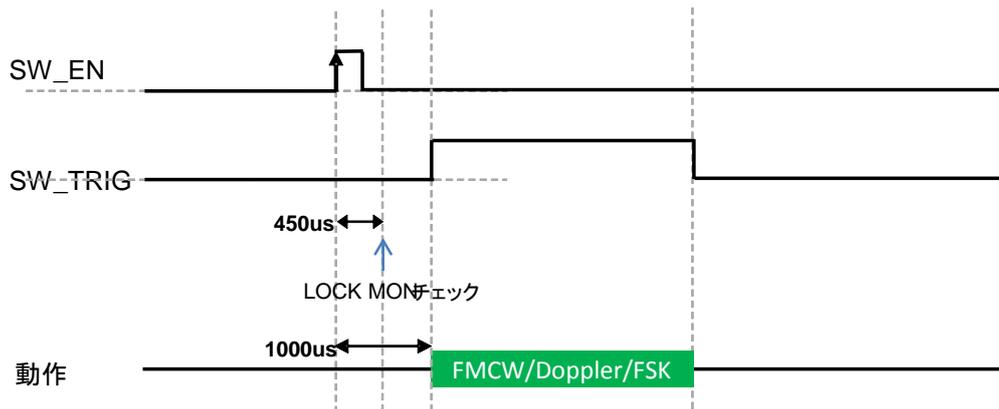
ロックモニタチェックを行うタイミング：起動時



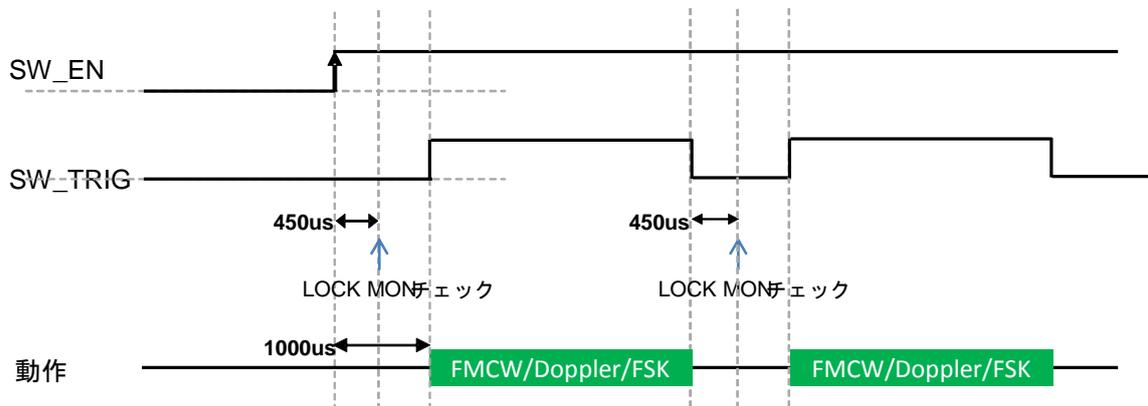
起動時には電源 ON から 44~60ms 後に PLL のロックモニタをチェックを行います。

ロックモニタチェックを行うタイミング：動作時

1 回掃引の場合



連続掃引の場合

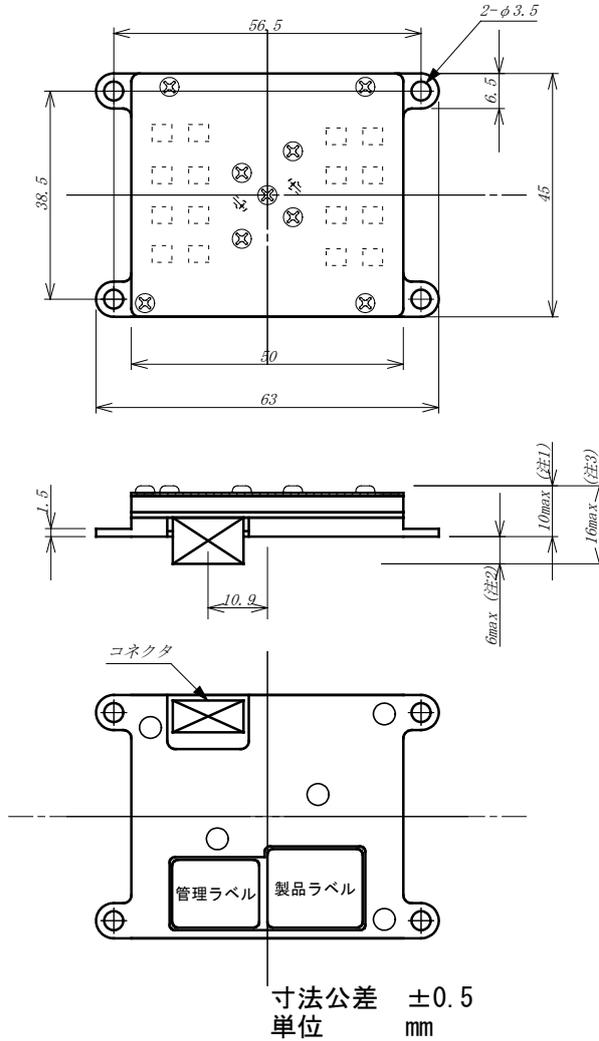


動作時(FMCW、Doppler、FSK モードで SW_EN を H にして動作を開始した時)には、SW_EN 立ち上がり、および、連続掃引時には SW_TRIG 立下りから 450us 後に PLL のロックモニタをチェックを行います。

7. モジュール外觀・外形

NJR4233D1 (標準アンテナ)

最大外形寸法 63 x 45 x 16 (フランジ、コネクタを含む)



- 注1. 筐体底面からねじ頭までの高さ
- 注2. 筐体底面からコネクタまでの高さ
- 注3. 最大高さ

24GHz帯センサ用 RFフロントエンド モジュール
形名: NJR4233D1

外形図 Rev. 2.0 2015/06/29

- 注1. 筐体底面からねじ頭までの高さ
- 注2. 筐体底面からコネクタまでの高さ
- 注3. 最大高さ

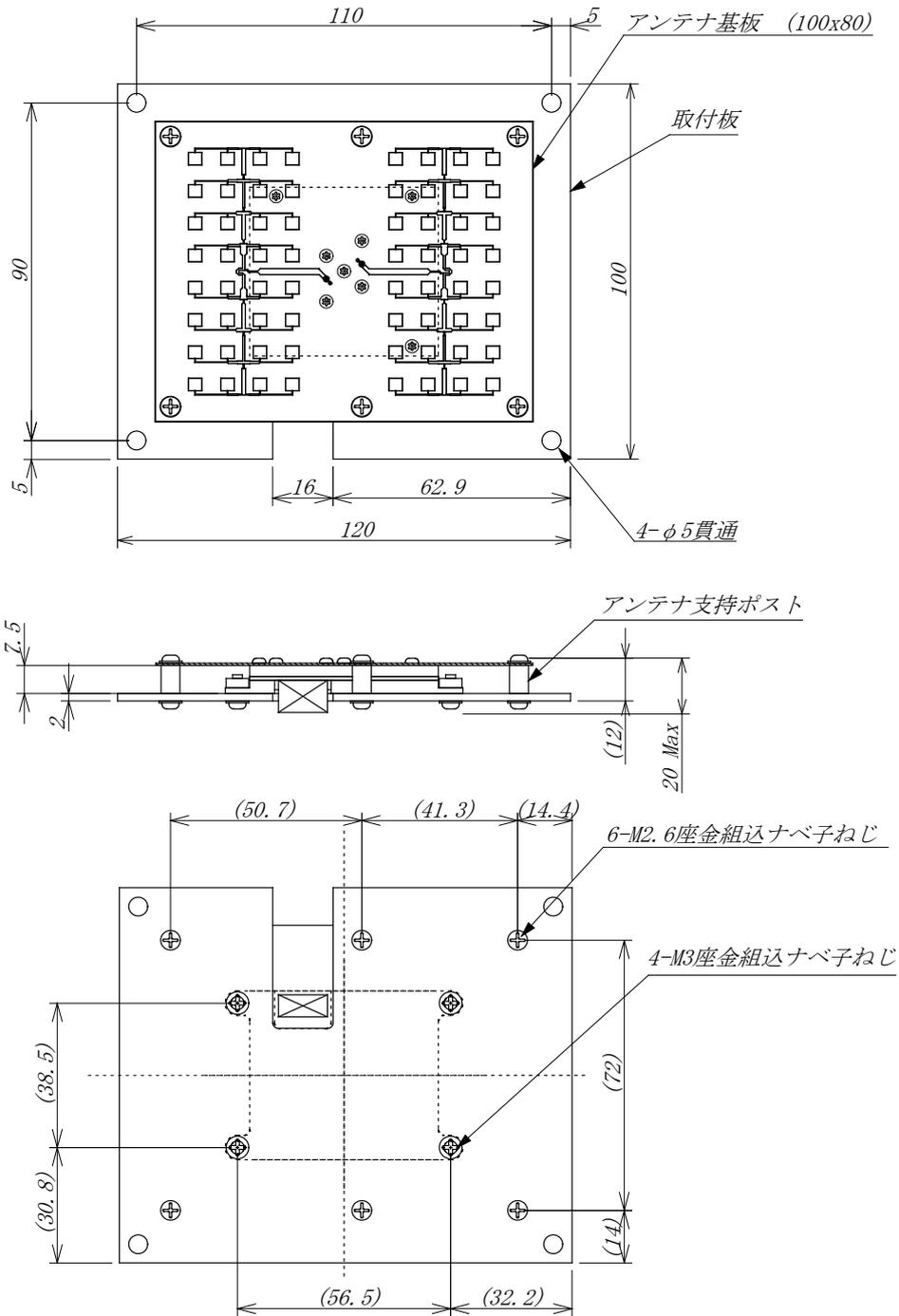
質量 40g max

新日本無線株式会社
マイクロ波コンポーネント事業部

7. モジュール外観・外形（続き）

NJR4233D2（狭角アンテナ）

最大外形寸法 120 x 100 x 20（フランジ、コネクタを含む：高さ 20mm は最大値）



寸法公差 ±0.5
単位 mm

寸法公差：±0.5

単位：mm

質量 200g max

新日本無線株式会社
マイクロ波コンポーネント事業部

8. 環境条件

動作温度範囲：

-20～+60℃（雰囲気温度）

※1 本動作温度範囲は、RF モジュール単体で動作させた場合の周囲温度です。

※2 以下 設計計画値です。サンプル品では信頼性試験を行いません。

信頼性試験は、量産時までには検証をおこないません。

保存温度 -40～+85℃（雰囲気温度）

湿度範囲 : 0～95% @+35℃

振動 : 98.07m/s² (10G) 条件 30～50Hz, X.Y.Z 方向 各 10 分

衝撃 : 196.13m/s² (20G) 条件 半正弦波 11ms. X.Y.Z 方向 各 3 回

9. 絶対最大定格

項目	MIN	TYP	MAX	単位	備考
1. 電源電圧	0	-	7	V	
2. 保存温度	-40	-	+85	℃	