高精度自己補正機能付き・I²C制御OCXO

ディスクリートOCXO／付加機能付き／ハイエンドテレコム向け

rakon
synchronising connectivity

STP3539LF – ROX5242T1N シリーズ

1.0 概要

ダブルオーブンOCXOをベースとした設計の高安定な周波数基準モジュールです。動作条件全体にわたって、極めて安定した10MHz正弦波周波数出力を提供します。 周波数精度が極めて重要なアプリケーション向けに、周波数をデジタル制御する機能を備えてたOCXOモジュールです。

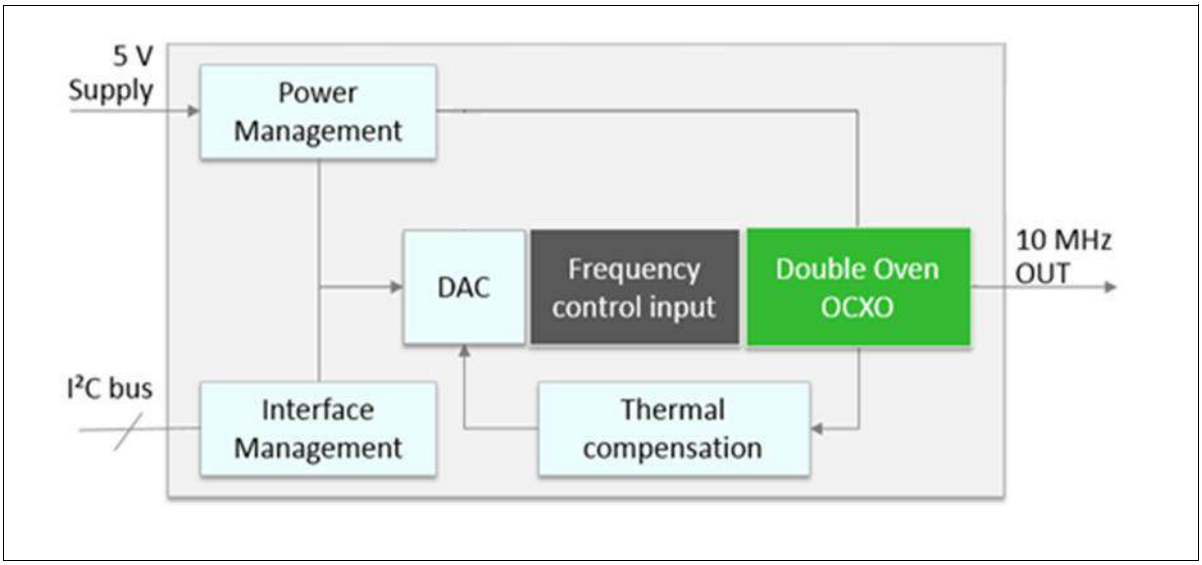
2.0 アプリケーション

- 5G グランドマスタークロック
- Stratum-2 の周波数同期装置

3.0 主な機能

- 対温度安定度 ＜ 0.05ppb 以下(-32～+70℃ の全動作温度範囲にて)
- 外形寸法：52 x 42 x 14 mm max
- 電源電圧：+5V 単一電源
- 10MHz 正弦波出力
- I²C インターフェースにてデジタル周波数微調整(レジスタ書き込み)
- 内蔵D/Aコンバーター分解能: 1/1,000,000

ブロックダイアグラム



4.0 絶対最大定格

Parameter	Min.	Max.	Unit
保存温度範囲	-40	90	℃
電源入力 (Vcc端子)	-0.3	6	V
デジタルインターフェース端子入力電圧 (GND電圧に対して)	-0.3	Vcc +0.3	V
RF出力端子の負荷範囲	45	55	Ω

5.0 電源供給

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Condition / Description
電源電圧	4.75	5.0	5.25	V	
消費電流 (起動時)			1500	mA	
消費電流 (定常時)		600		mA	25℃ ／無風状態にて
メモリリコール電圧	2.2			V	メモリリコールが発生する最小電圧
電源電圧上昇・下降速度	0.2			V/ms	

6.0 OCXO正弦波出力

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Condition / Description
出力波形	正弦波				
負荷	45	50	55	Ω	
出力レベル	5	7	9	dBm	
高調波歪み			-40	dBc	
スプリアス			-80	dBc	
起動時間(波形発生までの)			1	Sec	

7.0 動作温度範囲

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Condition / Description
動作温度範囲	-32		+70	℃	風速 2 m/s 以下
動作可能温度範囲	-40		+85	℃	温度安定度の規格は満たさないが波形出力レベルを継続する温度範囲

8.0 OCXO安定化までのステップについて

Warm-Up のフェーズ

この初期段階はデバイスの初期動作モードの状態で、長期間の電源オフ期間（保管、設置作業など）後に発生する可能性があります。
デバイスは全体的な本来の性能に達するまで連続動作時間を通じて再安定化する必要があります（最大30日間）。

安定化への段階 & 経年変化の大きさについて

デバイスの電源投入後 1秒以内に波形出力が開始されます。
起動直後はその時点での（まだ精度が出ていない状態での）周波数のppm範囲内で周波数信号が出力されます。

起動時の消費電流については@+25℃でデバイスの電源を投入した場合には数分以内で消費電力が安定します。
この安定時間は起動時の周囲温度により異なります（@−40℃では最大5分 ）。

OCXOオーブンの温度は 最も時間のかかる低温時の@−40℃ の場合で電源投入後10分以内に安定します。
周波数安定性（経時変化の傾き）は リカバリ時間（電源投入後最大30日間の連続動作）の後に最終性能に達します。

9.0 周波数安定度の仕様

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Condition / Description
公称周波数		10.0		MHz	
出荷時周波数調整 [1] @ +25℃ ± 2℃	-50		+50	ppb	出荷時の調整値、公称周波数に対して
総合周波数安定度（10年間）			± 350	ppb	起動後連続で30日動作後の値を基準として
周波数経時変化					起動からリカバリ期間の経過後の値
Slope per day（1日）			± 0.2	ppb	メーカー出荷時に検査
per year（1年）			± 30	ppb	途中までの測定結果からの換算値
for 10 years（10年）			± 300	ppb	途中までの測定結果からの換算値
対 動作温度安定度 （ peak to peak ）（ −32℃ ～ +70℃ ）		0.03	0.05	ppb	最大変化幅 (F_{max} − F_{min})
対 電源電圧変動	-0.01		+0.01	ppb	基準VCC（+5.0V） ± 5% の変動にて
対 負荷変動	-0.01		+0.01	ppb	50 Ω ± 10% の変動にて
対 加速度 (G sensitivity)	-5	± 2.5	+5	ppb/g	安定した方向に対して
ウォームアップ時間 （@ 25℃ ）			3	分	1時間連続動作後の値を基準として 10ppb以内の値になるまで
ウォームアップ時間 （@ −40℃）			5	分	1時間連続動作後の値を基準として 10ppb以内の値になるまで
再現性（動作温度範囲内にて）		±1	±5	ppb	24時間通電→24時間通電オフ→1時間通電後
SSB 位相ノイズ					dBc/Hz − 安定した振動の無い状態にて
1Hz		-100	- 95	dBc/Hz	
10Hz		-130	-125	dBc/Hz	
100Hz		-150	-145	dBc/Hz	
1kHz		-155	-150	dBc/Hz	
10kHz		-160	-155	dBc/Hz	
100kHz		-160	-158	dBc/Hz	
1MHz		-170	-165	dBc/Hz	
短期安定度 (ADEV)					安定した振動の無い状態にて
1s to 100s Tau		1.5	5	ppt	

10.0 周波数制御

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Condition / Description
بر	0 Ox00000000	500 000 Ox0007A120	1 000 000 Ox000F4240	10進法 16進法	内部D/Aコンバータの値。正極性。 上段:10進法／下段:16進法での値。
周波数可変幅	< -350	± 50	> +350	ppb	メーカー出荷時の値
可変分解能	0.7	0.8	0.9	ppt/step	1step当り8E-13 Typ. の分解能
直線性			± 10	%	

11.0 I²C Bus インターフェース

Signal Name	Type	Function	Notes	Logic Levels
I²C データ (SDA)	トライステート 入力/出力	シリアル データ	2kΩ以上 の外付け抵抗で Vccにプルアップ接続して下さい。(UM10204 NXP I²C-bus 仕様に準拠)	OCXOへの入力時 3.8V < V_{IH} (High) < 5.3V V_{IL} (Low) < 0.4V OCXOからの出力時 V_{OL} < 0.4V V_{OH} = OPEN
I²C クロック (SCL)	トライステート 入力 のみ	シリアル クロック	2kΩ以上 の外付け抵抗で Vccにプルアップ接続して下さい。(UM10204 NXP I²C-bus 仕様に準拠)	3.8V < V_{IH} (High) < 5.3V V_{IL} (Low) < 0.4V
通信周波数			400kHz max	

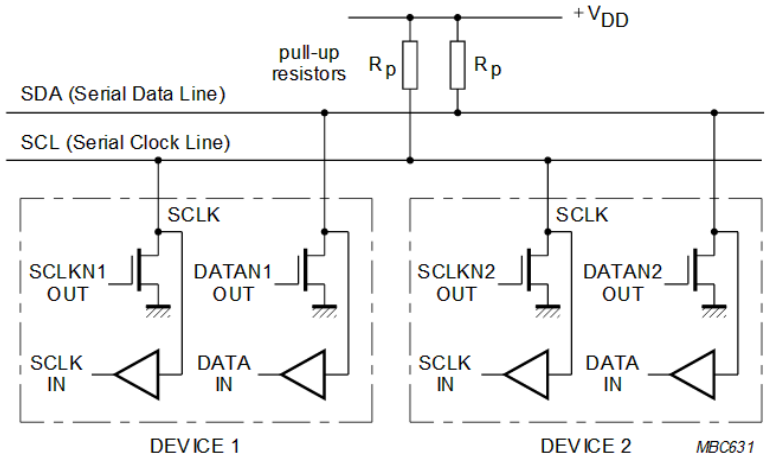
12.0 I²C 通信仕様

I²C は全二重モード（パラレル）では通信できません。送信と受信は相互に排他的（シリアル通信）です。Rakon のスマートOCXOモジュールはI²C通信についてはスレーブとして動作するため、OCXOからデータ転送を開始することはできません。常にマスターとなるホスト（マイコンなど）からデータクロック（SCL）が提供されます。スレーブ側ではクロック周波数を設定することはできません。

I²Cモジュールは、Philips Semiconductors（現NXP）のInter-ICバス（I2Cバス）仕様バージョン2.1に準拠しています。高速モードは最大400 kbit/sです。高速モードデバイスは下位互換性があり0～100 kbit/sの標準I2Cバスシステムでも使用できます。

シリアルデータライン（SDA）とシリアルクロックライン（SCL）の2本のバスラインとグランドリファレンスのみを必要とします。同じバスに接続できるICの数は最大バス容量400pFによってのみ制限されます。

タイミングに敏感な重要な計算の場合、I²C データが遅延する可能性があるためマスターは Philips Semiconductors （現NXP） Inter-IC バス(I²C バス) 仕様バージョン 2.1 に記載されているようにクロック ストレッチ機能を処理する必要があります。



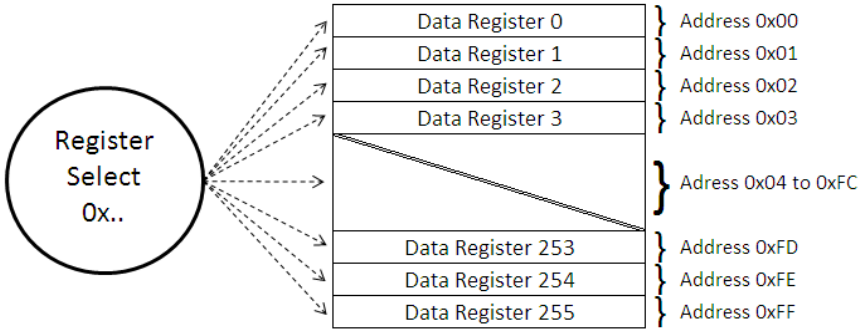
Connection of Standard- and Fast-mode devices to the I²C-bus.

一般的に知られているようにI²Cのマスターデバイスがデータ読み込み中に外れる（リセットされるなど）と、I²Cバスはハングアップする場合があります。これはI²Cバスが最小クロックレートを指定していないために発生します。従ってスレーブのSDAラインがLowになっている読み込み中にマスターがリセットされた場合、スレーブは次のSCLのクロックエッジが来るまでSDAラインをLowのまま保持してしまいます。この状態ではマスターから正しくでデータ送信が出来ません。このような状態になってしまった場合は以下の手順でバスのハングアップの状態から抜け出すことが出来ます。

1. マスターデバイスにて9クロック分のSCLクロックを生成します。
2. 各SCLクロック出力毎に、SCL=Hiの時のSDAラインの状態（Hi か Lowか）を確認します。
3. 2.でSDAラインが Hiになった場合には，マスターはスタートコンディションを送れるようになります。

※ STP3539LF の I²C アドレスはデフォルトで 『**0x70**』 に設定されています

I²Cインターフェースは256のレジスタアドレスを設定できます。現時点で以下の図の通り数個のアドレスのみ既に使用されています。
残りの部分は将来 (機能追加時) のために残してある部分と、メーカーで内部演算処理で使うためアドレス設定していない部分があります。



I2C Register Layout

レジスタ詳細内容

・以降のレジスタ詳細の表の項目の説明です。

Slave Register： スレーブアドレス送信後に指定するレジスタアドレスです。
Description： 名称 及び 機能.
Firmware： サポートしているファームウェアバージョン
Comment： レジスタ 及び データの追記事項
Message Info： 読み取りデータのバイト数、及びタイプ

Slave Register	**0x3E**		
Description	温度センサの読み取り		
Firmware	1.4+		
Comment	モジュールから見た外部温度の値を表します。 値は 0x0000～0x0FFF の間で変化します。傾きは負極性です。		
Message Info	# bytes	Data-type	
	2	U-Short	

Slave Register	**0x41**		
Description	周波数制御値の読み取り		
Firmware	1.4+		
Comment	設定範囲 ： 0x00000000 ～ 0x000F4240 。 1ステップ当りの分解能 ： 8E-13 typical		
Message Info	# bytes	Data-type	
	4	U-Long	

Slave Register	**0x50**		
Description	製品識別情報の読み取り		
Firmware	1.4+		
Comment	製品トレサービリティ情報の読み取り。 ASCII フォーマット形式。		
Message Info	# bytes	Data-type	
	64	Char	

Slave Register	**0x51**		
Description	ファームウェアバージョンの読み取り		
Firmware	1.4+		
Comment	名称、バージョン, リリース時期、特殊パラメータ情報。 ASCII フォーマット形式。		
Message Info	# bytes	Data-type	
	64	Char	

Slave Register	**0xA0**		
Description	20ビット DACへの書き込み		
Firmware	1.4+		
Comment	DAC制御値の書き込み: 0 ～ 1,000,000 の範囲(10進法)。 16進法の表記では 0x00000000 ～ Ox000F4240 の範囲。		
Message Info	# bytes	Data-type	
	4	U-Long	

Slave Register	**0xC2**		
Description	周波数調整値の保存		
Firmware	1.4+		
Comment	0xA0アドレスへ値を設定後に 0xC2 のアドレス値を 書き込むとROMメモリに設定が保持されます。 次回の再起動時にはこの値が読み込まれます。		
Message Info	# bytes	Data-type	
	None	None	

13.0 ピンアサイン

Parameter	Description
Pin 1	GND (mechanical and supply)
Pin 2	I²C Bus - SCL
Pin 3	I²C Bus - SDA
Pin 4	Supply Voltage (Vcc = +5.0V ± 5%)
Pin 5	RF Signal Output (10MHz Sine)

14.0 マーキング表示

Parameter	Description
Type	
Barcode	
Line 1	**RAKON**
Line 2	**STP3539 LF　10 MHz**
Line 3	1× ×

15.0 はんだ付け・梱包・MSLレベル・保管

Parameter	Description
はんだ付け	手はんだ実装または フローはんだ付け（噴流式）
実装条件	実装時に裏面になる場合は必ず固定し落下防止の処理をすること
梱包方法	専用導電 カートンボックスでの梱包
MSLレベル	MSL1 – 内部気密パッケージ
保管期間	

16.0　環境仕様[1]

Parameter	Description
RoHS対応	2002/95/EC 及び 2011/65/EU に準拠。
静電気耐性	HBM：2kV (JESD22-A114) / CDM：500V (JSESD22-C101 class C2)
ラッチアップテスト	ラッチアップテスト (JESD78)
耐衝撃	IEC 68-2-27　Test Ea. に準拠（50g, 11ms, ½ sine. 5 方向 x 3 衝撃）
耐振動	IEC 68-2-06　Test Fc. に準拠（10g, 10-500Hz 30分/1方向　合計:1.5 時間 ）
高温放置	高温放置試験 (HTSL) @ +135℃/ 1,000時間 (JESD22-A103)
低温放置	低温放置試験 (LTSL) @ -40℃/ 100 時間 (JESD22-A119)
高温動作寿命	高温動作試験 @ +85℃/1,000 hours（最大動作電圧Vcc=+5.25Vにて）(JESD22-A108)
温度サイクル	温度サイクル試験：1サイクル -40℃～+125℃ (JESD22-A104)： 500サイクル/ 1時間につき2サイクル/ 10分の保持時間/ 遷移時間1分以内

[1] 製品の信頼性試験の内容

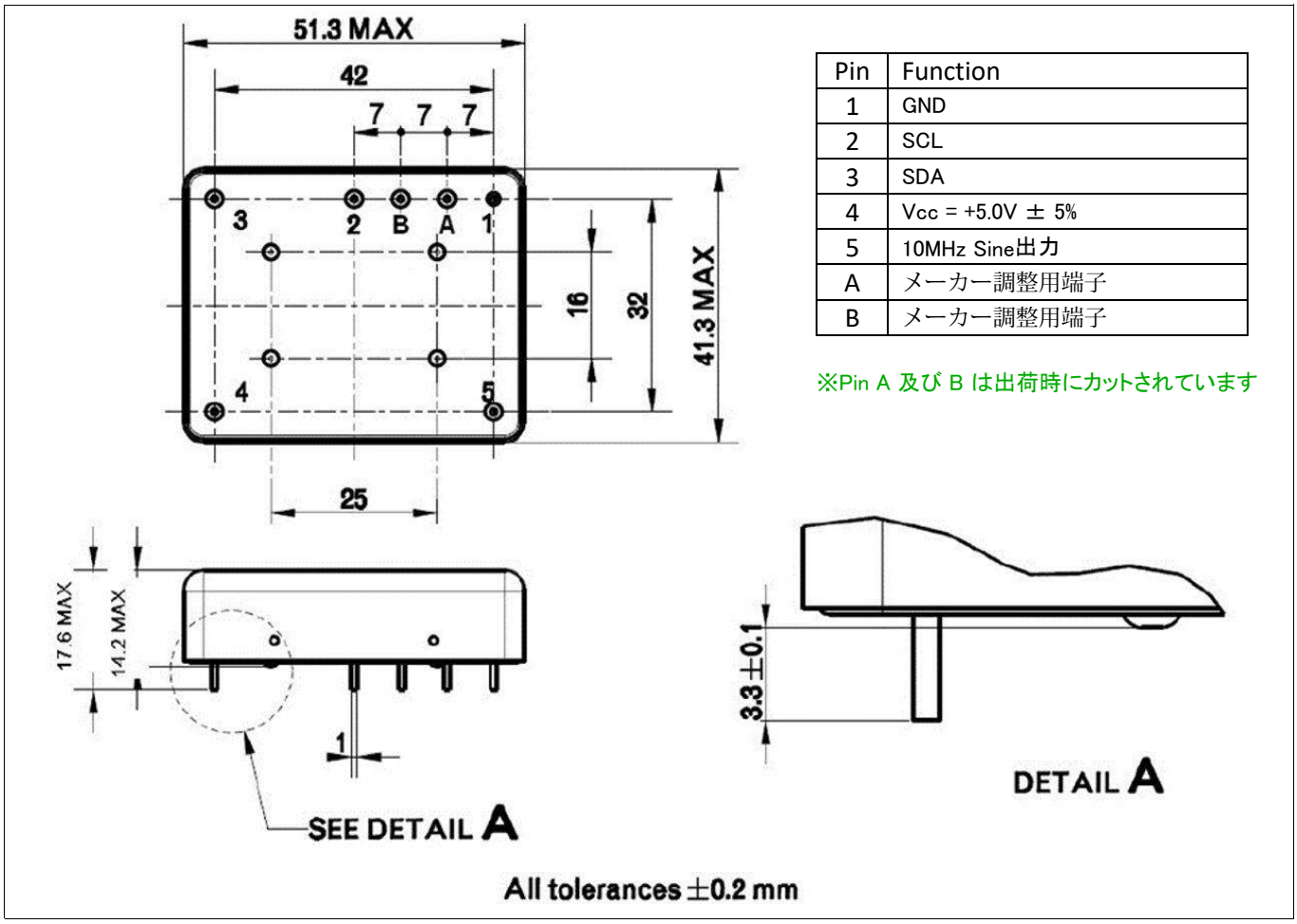
17.0 免責事項

Parameter	Description
免責事項	本仕様に基づいて提供されるサンプルは、当社の開発プログラムまたは試作段階の製品であり、認定製品ではありません。品質、適合性、性能、寿命、供給継続に関する条件、保証、表明は明示または黙示されておらず、当社の標準販売条件の第7条に記載されている保証は適用されません。当社は、予告なしに設計または仕様を変更し、供給を停止する権利を留保します。 - RAKON Limited。

18.0 アプリケーションノート／関連資料

- Application notes:
  - 093186 – RAKON EVK Hardware Installation Guide （評価ボードの使用ガイダンス）
  - 093187– RAKON EVK Software User Guide （評価用ソフトウェアのガイダンス）
- Evaluation Kit ref: 516257 (ROX5242T1 / EVK) （評価キットの部品番号）

19.0 ROX5242T1Nシリーズ ：外形寸法図



Pin	Function
1	GND
2	SCL
3	SDA
4	Vcc = +5.0V ± 5%
5	10MHz Sine出力
A	メーカー調整用端子
B	メーカー調整用端子

※Pin A 及び B は出荷時にカットされています

20.0 仕様書改訂履歴

Version	User	Changes	Approver	Date (ISO)
A	AR	Initial issue (spec created from STP3593LF)	NC / KS	2025-06-06

原本発行元: Rakon Limited

原本:『Discrete OCXO | High End Telecom OCXO with embedded module
STP3539LF – ROX5242T1N Family 』（英語） 原本発行日:2025年 6月 6日
日本語訳発行 : 株式会社多摩デバイス

〒214-0001 川崎市多摩区菅1-4-11
(TEL) 044-945-8028
(URL) https://tamadevice.co.jp
(E-Mail) info@tamadevice.co.jp

日本語訳発行日:2025年 8月29日 初版発行

※日本語版の発行にあたっては細心の注意を払っておりますが不十分な点やお気付きの点がございましたら弊社営業部までご連絡頂けましたら幸いです。

＜日本語版改訂履歴＞
（2025年8月29日） 初版発行