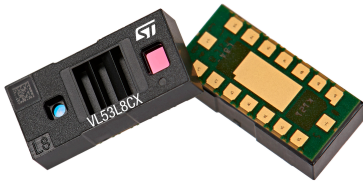


低消費電力で高性能な 8 x 8 マルチゾーン対応の Time-of-Flight (ToF) センサ



製品ステータスのリンク

[VL53L8CX](#)

特徴

- 低消費電力で高度な測距性能を持つ次世代マルチゾーン対応の Time-of-Flight (ToF) センサ
 - 4 x 4 または 8 x 8 の各ゾーンで測距を行うマルチゾーン検出対応
 - 割込み信号の閾値条件をホスト・デバイスで調整することができる低消費電力対応の自律型測距モード (Autonomous mode)
 - 最大測定距離 400cm、照明下での高度な性能
 - ゾーンごとに複数の対象物の検出・測距が可能
 - ヒストグラム処理をベースとした測距アルゴリズムによる補正で、カバー・ガラスによるクロストークの影響を最小化
 - 対象物の動きの有無と動きの大きさを表示するモーション・インジケータ機能 (ゾーンごとに対応)
 - 60Hz のフレーム・レート
- 広い FoV を持つ完全一体型の小型モジュール
 - 次世代高出力エミッタ: 940nm の可視領域外の光に対応した VCSEL (Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser) と内蔵アナログ・ドライバ
 - 受発光部の両方に DOE (回折光学素子) を使用した対角 65° の正方形 FoV
 - 受光素子は SPADS (Single Photon Avalanche Diode、単一光子アバランシェ・ダイオード)
 - 低消費電力マイクロコントローラによりファームウェアを実行
 - パッケージ・サイズ: 6.4mm x 3.0mm x 1.75mm
- 容易な実装
 - シングル・リフロー対応
 - 1.8V コア電源と 3.3V AVDD 電源
 - IOVDD は 1.2V または 1.8V から選択
 - I²C (最大 1MHz) または SPI (最大 3MHz) インタフェース
 - ささまざまなカバー・ガラス素材に対応
 - 暗色のカバー・ガラスの背後に設置可能

アプリケーション

- SLAM、壁面トラッキング、小さい物体の検出、段差予測、床面の材質検出などが必要となるロボット・アプリケーション
- 周辺光下におけるスマート・ビルディングやスマート照明などのシステム起動装置（例：ユーザを検出してシステムを起動させる）
- コンテナ管理（タンクやトラックの内容量、ゴミの量などの検出）
- 液面レベルのモニタリング
- ジェスチャ検出
- プロジェクタのキーストーン補正
- 周辺光に対する高い耐性が必要なアプリケーション
- AR/VR の機能補強。デュアル・カメラによる 3 次元映像と深度をマルチゾーンの測距でアシスト
- IoT やバッテリー駆動のデバイスで人体や物体を検出
- LAF (Laser Assisted Autofocus)。暗い場所やコントラストが低い場所などの特に撮影が難しい場面で、カメラの AF システムの速度向上をサポート

内容

VL53L8CX は、8x8 マルチゾーン対応の ToF 測距センサで、周辺光下での性能が高く、低消費電力を実現しています。本センサは、ST の FlightSense テクノロジーをベースとし、対角 65° の FoV で最大 400cm までの測距を行えるよう設計されています。

VL53L8CX には、新世代の VCSEL と 2 つの高度なメタサーフェイス・レンズが搭載されており、ハードウェアは、革新的な"オール・イン・ワン"モジュールに組み込まれています。そのため、低消費電力が必要とされるシステム起動装置やジェスチャ検出、ロボットなどで使用されている SLAM、液面検出など、高機能かつ幅広い用途に使用することが出来ます。

VL53L8CX は、ST が特許を取得しているアルゴリズムにより、64 ゾーンの深度測定機能を用いて FoV 内の複数の対象物を検出し、追跡することができます。また、ST のヒストグラムを用いた測距アルゴリズムによって、カバー・ガラスのクロストークの耐性は 60cm 以上となります。

ST の FlightSense テクノロジーをベースとするすべての ToF センサと同様に、VL53L8CX は、対象の色や反射率にかかわらず、距離を測定します。

VL53L8CX は SPI および I²C インタフェースをサポートしているため、高周波数のフレームレートや短い起動時間を実現することが可能です。

VL53L8CX の VCSEL からは可視領域外の 940nm 赤外光が放射されますが、この VCSEL は、クラス 1 の認証を受けています。VL53L8CX では、場面の状態確認やマルチゾーン検出が可能です。これは、検出領域をカスタマイズできることによるもので、例えば人の検出を低消費電力で素早く行うことが出来ます。このような検出は、小型深度マップと呼ばれています。

1 略記と略語

略記/略語	定義
AF	オートフォーカス
API	アプリケーション・プログラミング・インタフェース
AR/VR	拡張現実/仮想現実
DOE	Diffractive Optical Element(回折光学素子)
ESD	静電放電
FoV	Field of View(視野角)
FoI	Field of Illumination(照射角)
GPIO	汎用入出力
HP	高出力
I ² C	Inter-Integrated Circuit(シリアル・バス)
LAF	レーザ・オートフォーカス
LGA	ランド・グリッド・アレイ
LP	低電力
MCLK	メイン・シリアル・クロック
MISO	メイン・インプット・セカンダリ・アウトプット
MOSI	メイン・アウトプット・セカンダリ・インプット
NCS	チップ・セレクト
NVM	不揮発性メモリ
PCB	プリント回路基板
PDAF	位相検出オートフォーカス
PLL	フェーズ・ロック・ループ
PVT	プロセス、電圧、温度
POR	パワー・オン・リセット
RAM	ランダムアクセス・メモリ
SPAD	Single Photon Avalanche Diode(単一光子アバランシェ・ダイオード)
SW	ソフトウェア
ToF	Time-of-Flight(タイム・オブ・フライト)
UI	ユーザ・インタフェース
UM	ユーザ・マニュアル
VCSEL	Vertical Cavity Surface Emitting Laser(垂直共振器型面発光レーザ)

2 製品概要

2.1 製品仕様

表 1. 仕様

項目	仕様
パッケージ	Optical LGA16
サイズ	6.4mm x 3.0mm x 1.75mm
測定距離	1ゾーン辺り 2cm~400cm
動作電圧	AVDD: 3.3V CORE_1V8: 1.8V IOVDD: 1.2/1.8V
動作温度	-30 ~ 85°C
測定スピード	最大 60Hz
赤外線出力	940nm
I ² C および SPI インタフェース	I ² C: 1MHz、アドレス: 0x52 SPI: 3MHz
動作測距モード	連続測距 (Continuous) または 自律型測距 (Autonomous) (詳細は UM3109 を参照)

2.2 視野角 (Field of View)

Rx (受光部) の Exclusive zone (排他的領域) にはセンサ組立て時の公差がすべて含まれおり、この値は、カバー・ガラス等を設計する際に使用します。カバー・ガラスの開口部は排他的領域と同程度か、それよりも広くする必要があります。検出領域は、対象物を検出し距離を測定できるシステム FoV のことを表し、Rx レンズまたは Rx の開口サイズにより検出領域が決まります。この領域は排他的領域より狭くなっています。

図 1. システム FoV と排他的領域の説明 (縮尺は不問)

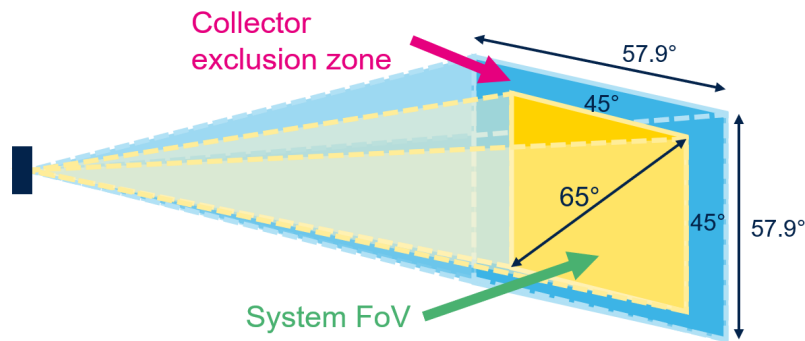


表 2. FoV サイズ

	水平方向	垂直方向	対角
検出領域	45°	45°	65°
受光部の排他的領域	57.9°	57.9°	86.6°

注 検出領域については、測定環境やセンサの各種設定、対象物までの距離や反射率、周辺光レベル、センサの分解能、シャープナー機能の設定や測距モード、Integration time (積分時間) などにより異なります。

注 表 2. FoV サイズに示した検出領域は、白 88%の反射率を持つ測定対象物をセンサの全面に傾きがないように設置して測定しており、詳細な条件は以下に示します。

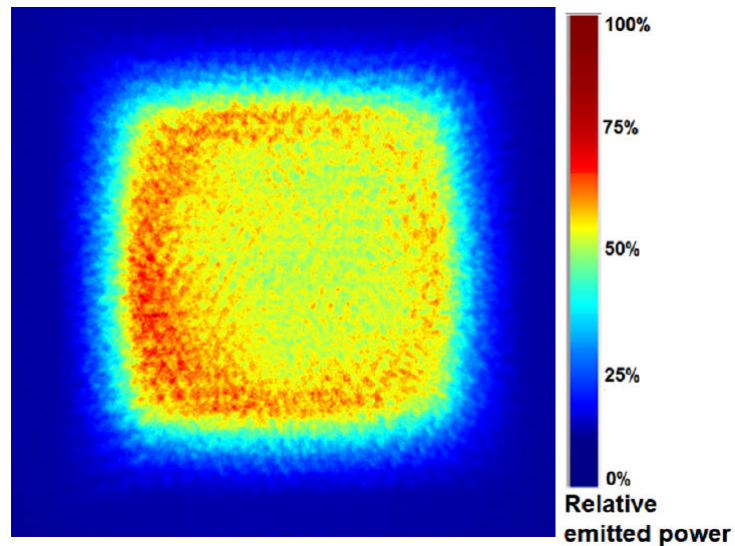
- FoV を全てカバー
- センサから 1m の距離に測定対象物を設置
- 周辺光なし(暗室状態)
- 分解能: 8X8
- シャープナー: 14% (デフォルト値)
- 連続測距モード (Continuous mode)
- 測定周波数: 15Hz

2.3 照射角 (Field of Illumination)

下図に VCSEL の照射角 (FoI) を示します。相対な放射信号強度は FoI 角度によって異なり、以下に対応しています。

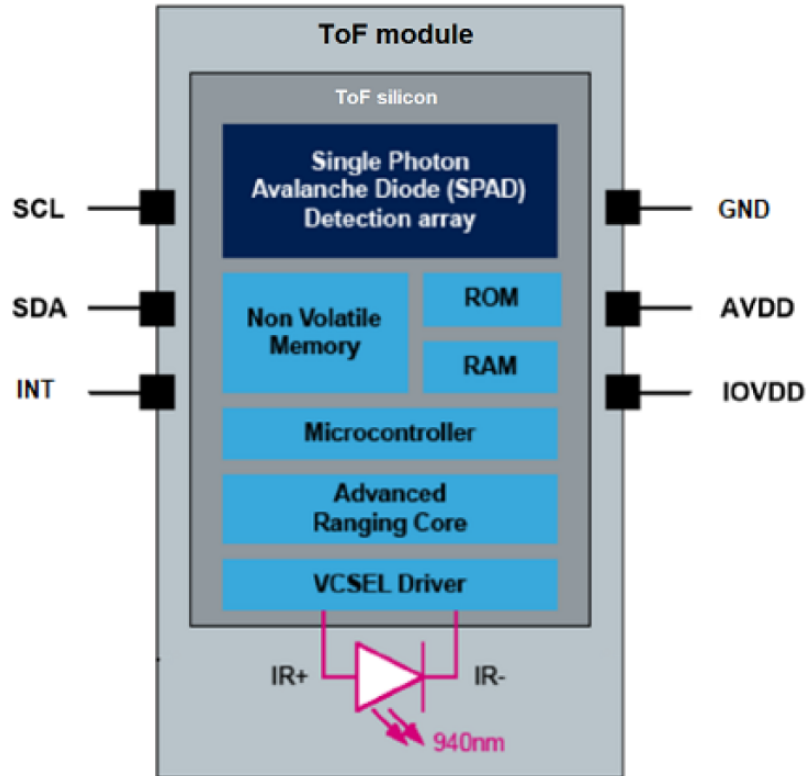
- $43.4^\circ \times 43.4^\circ$: 最大値から 75%の信号を持つビームと考える
- $57.9^\circ \times 57.9^\circ$: 最大値から 10%の信号を持つビームと考える

図 2. VL53L8CX FoI



2.4 システム・ブロック図

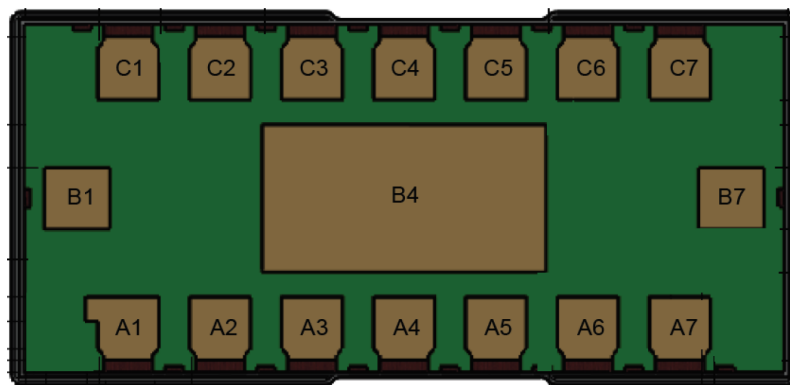
図 3. VL53L8CX ブロック図



2.5 ピン配列

図 4. VL53L8CX ピン配列 (底面図) に VL53L8CX のピン配列を示します。

図 4. VL53L8CX ピン配列 (底面図)



VL53L8CX における I²C および SPI に関するピンの説明を各表 3. VL53L8CX I²C および SPI のピンの説明に示します。I²C と SPI の両方をサポートしているピンについては、初めに I²C の説明を行い、続いて SPI の説明をしています。



表 3. VL53L8CX I²C および SPI のピンの説明

ピン番号	名称	信号タイプ	説明
A1	INT	デジタル入出力 (I/O)	割込み出力ピン。デフォルトはオープンドレイン出力 (トリステート)。47kΩ を使用した IOVDD へのプルアップ接続が必要。
A2	LPn	デジタル入力	通信を有効化する。I ² C 通信を無効化するにはこのピンをロジック 0 にし、有効化するにはロジック 1 にします。このピンは通常、複数のデバイスが I ² C 上に接続されているような I ² C アドレスを変更する必要がある場合に使用します。このピンを使用しない、または SPI を使用する場合には、47kΩ を使用して IOVDD にプルアップ接続を行ってください。
A3	IOVDD	電源	1.2V または 1.8V の I/O 電源
A4	SDA/MOSI	デジタル入出力 (I/O)	I ² C: データ (双方向)。2.2kΩ を使用した IOVDD へのプルアップ接続が必要。 SPI: メイン出力セカンダリ入力
A5	SCL/MCLK	デジタル入力	I ² C: クロック (入力)。2.2kΩ を使用した IOVDD へのプルアップ接続が必要。 SPI: メインクロック
A6	RSVD1	使用済み	グランドへ接続
A7	RSVD2	使用済み	グランドへ接続
B1	SYNC	デジタル入出力 (I/O)	汎用 I/O。デフォルトはオープンドレイン出力 (トリステート)。47kΩ を使用した IOVDD へのプルアップ接続が必要。
B4	THERMALPAD	グランド	熱伝導性確保のためグランド面に接続
B7	CORE_1V8	電源	1.8V のアナログ・コア電源
C1	SPI_I2C_N	デジタル入力	I ² C: Low にすることで I ² C モードを選択。47kΩ を使用して GND にプルダウン接続する。 I ² C 通信のリセット・ピンとしても使用できる。Active High。このピンを 0 から 1 に切り替え、0 に戻すと I ² C の通信をリセットできる。 SPI: 47kΩ を使用して IOVDD へプルアップ接続する。
C2	NCS	デジタル入力	I ² C: 使用しない。47kΩ を使用して GND へプルダウン接続。 SPI: チップ・セレクト・ピン。Active Lo。47kΩ を使用した IOVDD へプルアップ接続が必要。
C3	GND	グランド	グランド
C4	AVDD	電源	3.3V アナログおよび VCSEL 電源
C5	MISO	デジタル出力	I ² C: 接続しない SPI: メイン入力セカンダリ出力。Push-pull を IOVDD レベルで行う
C6	RSVD3	使用済み	グランドへ接続
C7	グランド	グランド	グランド

注 THERMALPAD ピンはグランドへ接続する必要があります (詳細は AN5897 を参照)。

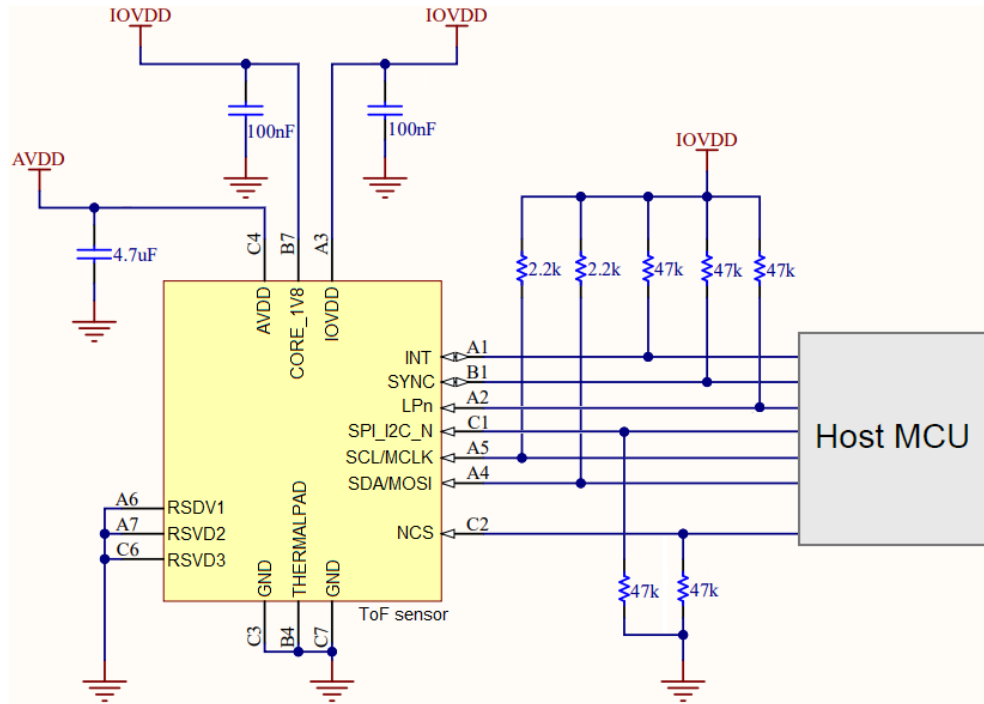
注 デジタル信号はすべて IOVDD レベルで駆動されます。

注 ピンを切り替えることで、I²C 通信はリセットされますが、センサ自体はリセットされません。センサをリセットする方法については、UM3109 のセンサのリセット方法を参照してください。

2.6 アプリケーション概略図

図 5. I²C 通信を使用した一般的なシステム回路 に、VL53L8CX を I²C 通信で使用した場合の一般的な回路図について示します。

図 5. I²C 通信を使用した一般的なシステム回路

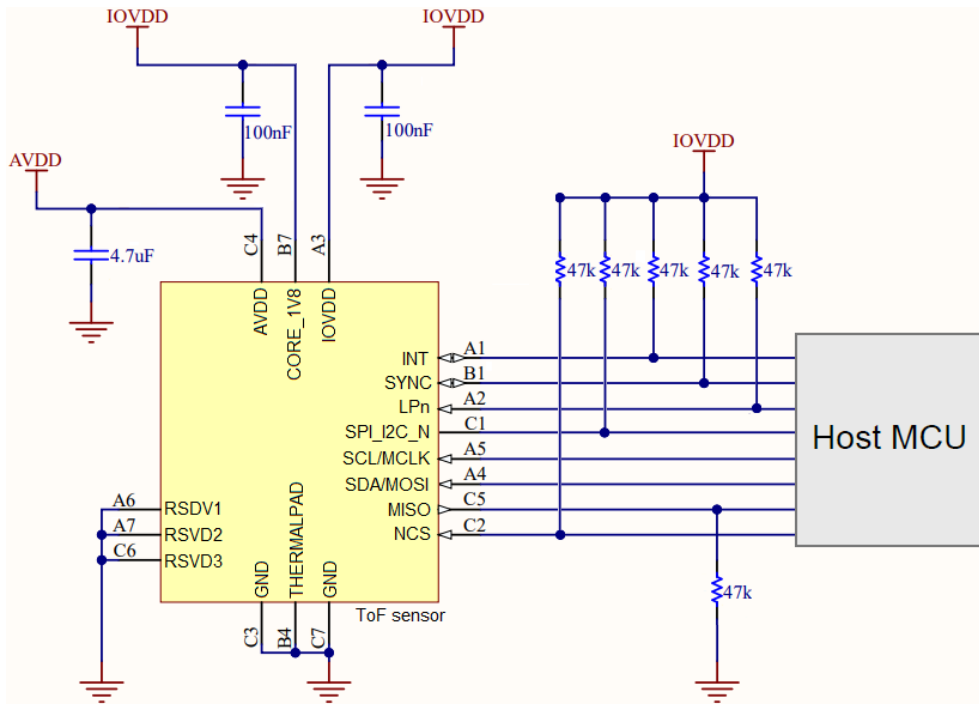


注 外部電源 (AVDD、CORE_1V8、および IOVDD) のコンデンサは、できるだけセンサの近くに配置してください。

注 ホスト IC と VL53L8CX を直接接続する場合、同じ電圧レベルで動作させるように IOVDD を設定する必要があります。

図 6. SPI 通信を使用した一般的なシステム回路 に、VL53L8CX を SPI 通信で使用した場合の一般的な回路図について示します。

図 6. SPI 通信を使用した一般的なシステム回路



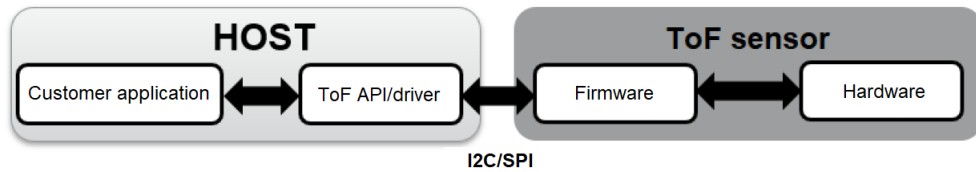
注 外部電源 (AVDD、CORE_1V8、および IOVDD) のコンデンサは、できるだけセンサの近くに配置してください。
注 ホスト IC と VL53L8CX を直接接続する場合、同じ電圧レベルで動作させるように IOVDD を設定する必要があります。

3 機能説明

3.1 ソフトウェア・インタフェース

このセクションでは、デバイスのソフトウェア・インタフェースについて説明します。ホスト・デバイスは、アプリケーション・プログラミング・インタフェース (API) を使用して VL53L8CX を制御します。API の実装を行うために、ドライバ (C コードとリファレンス Linux®ドライバ) を提供しています。このドライバは VL53L8CX ファームウェアを制御するための一連の上位層の関数を顧客に提供しており、ここには、デバイスの初期化、測距の開始/停止、モード選択などのアイテムの制御を含んでいます。

図 7. VL53L8CX システム概要



3.2 状態遷移図

図 8. 状態遷移図

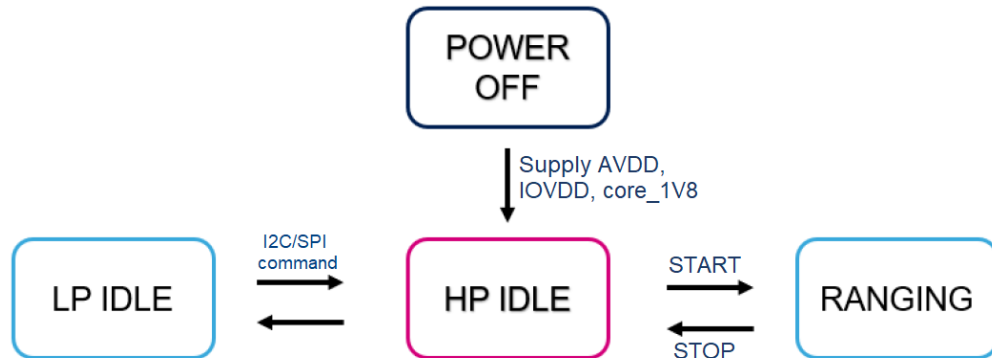


表 4. 各電源状態の説明

デバイスの状態	説明
LP アイドル	LP (低電力) アイドルではデータを保持 RAM およびレジスタ内容も保持 HP (高電力) アイドルへの高速起動が可能 LPn の使用時は I ² C 通信が無効化されている
HP アイドル	起動状態 測距を開始するには、デバイスは HP アイドル状態である必要がある
測距モード	フル動作 VCSEL がアクティブ (発光モード)

3.3 起動シーケンス

VL53L8CX には次の 3 つの電源が必要です。

- CORE_1V8: アナログ電源。1.8V
- AVDD: アナログおよび VCSEL 電源。3.3V
- IOVDD: IO への供給電圧。システムによって 1.2V または 1.8V を選択。IOVDD が 1.8V の場合、IOVDD と CORE_1V8 の両方で同じ電源を使用することができます。

本デバイスは、3 つの電源 (AVDD、IOVDD、CORE_1V8) が供給されている必要があり、3 つのすべての電源が供給されるまで、デバイスはリセット状態のままとなっています。電源供給は、任意の順序もしくはすべて同時に行います。

モジュールを適切に起動させるには、電圧を次の最小スルー・レートで供給する必要があります (図 9. 起動時のスルー・レートを参照)。これにより、リセット回路が適切に動作することが保証されます。回路は 0.9V でトリガされますが、電源供給は表 5. 電源供給の最小スルーに示すスルー・レートに従って起動レベルに達する必要があります。

図 9. 起動時のスルー・レート



- 注 最小リセット時間は、CORE_1V8 がパワーオン・リセットの立ち上がり閾値に達した後、デバイスの RAM でロードと起動を行うために必要な最小時間です。電源は、この時間内に最小起動レベル (1.6V) に達していなければなりません。
- 注 AVDD の立ち上がり時間は内部のアナログレベルで決まり、これは適切に起動を行うために安定していなければなりません。
- 注 CORE_1V8 と IOVDD は図 9. 起動時のスルー・レートで同じ電源 (1V8) であることが前提となります。1V2 を使用している場合、他の電源と同時に IOVDD を適用する必要があります。

表 5. 電源供給の最小スルー

電源供給状態	AVDD スルー	CORE_1V8 スルー	IOVDD スルー
同時供給	0.001 V/μs	0.012 V/μs	0.012 V/μs
AVDD の安定後に CORE_1V8 と IOVDD が安定	—	0.012 V/μs	0.012 V/μs
CORE_1V8 の安定後に AVDD と IOVDD が安定	0.001 V/μs	—	0.012 V/μs
IOVDD の安定後に AVDD と CORE_1V8 が安定	0.001 V/μs	0.012 V/μs	—

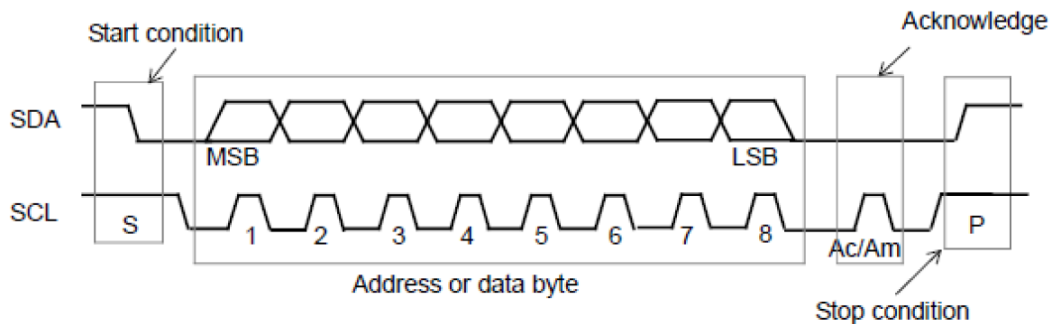
4 I²C について

このセクションでは I²C インタフェースについて説明します。I²C インタフェースは、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 つの信号を使用します。I²C バスに接続された各デバイスは独自のアドレスを使用し、コントローラとターゲットの間にシンプルな関係を築きます。

SDA と SCL の両方の信号線は、ホストとプルアップ接続を行うことで正電圧に接続され、Active Lo の時にのみ駆動します。信号線がフローティング状態の時にプル・アップ抵抗により信号線をプル・アップすると Active Hi の状態になります。データが送信されていない時は両方の信号線は Hi 状態になっています。

コントローラ・デバイスはクロック信号 (SCL) の生成を実行し、データ転送を開始します。VL53L8CX の I²C バスは最大速度が 1Mbps/s で、8bit のアドレスは 0x52 を使用しています。

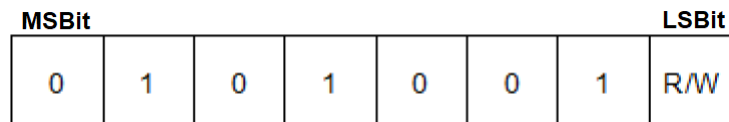
図 10. データ転送プロトコル



情報は 8bit のパケット (バイト) にされて、アックノレッジ・ビットが常にその後に続きます。Ac は VL53L8CX のアックノレッジ、Am はコントローラのアックノレッジ (ホスト・バス・コントローラ) を示します。内部データは、SCL の立ち上りエッジで SDA をサンプリングすることにより生成され、外部データは SCL が Hi の期間中は安定している必要があります。但し、SCL が Hi のときに SDA がそれぞれ立ち上りまたは立ち下り、スタート (S) またはストップ (P) のときは例外です。

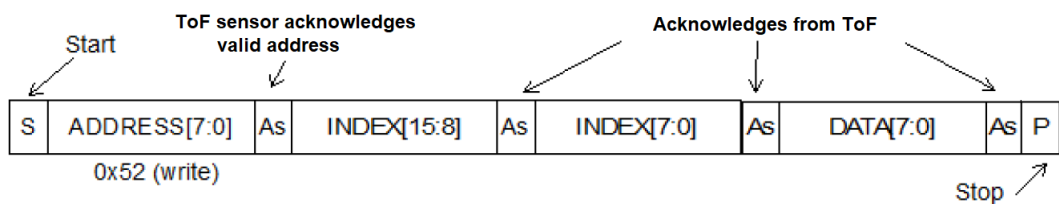
メッセージには、スタート条件に続いてストップ条件または繰り返しスタート条件 (別のスタート条件だが先行するストップ条件はない) が続き、その後別のメッセージが続く一連のバイトが含まれます。最初のバイトにはデバイスのアドレス (0x52) が格納され、データ方向も指定されます。最下位ビットが Lo (0x52) の場合、メッセージは「controller-write-to-the-target」となります。Isb が設定されている (0x53) 場合、メッセージは「controller-read-from-the-target」となります。

図 11. VL53L8CX I²C のデバイスアドレス: 0x52



Time-of-Flight センサとのシリアル・インタフェース通信はすべて、スタート・コンディションで始まる必要があります。VL53L8CX は、SDA を Lo にすることにより、有効なアドレスの受信をアックノレッジします。ライト/リード・ビット (アドレス・バイトの lsb) の状態が格納され、SDA からサンプリングされたデータの次のバイトが解釈できます。ライド・シーケンス中、受信した第 2 バイトは 16bit のインデックスを持ち、内部 8bit レジスタの 1 つを指します。

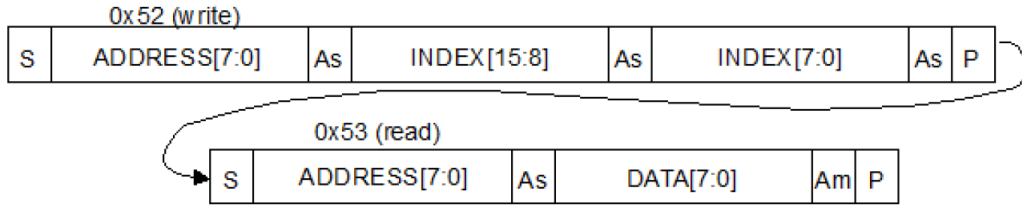
図 12. VL53L8CX のデータ・フォーマット (ライト)



データがターゲットで受信されると、シリアル/パラレル・レジスタにビットごとに書き込まれます。各データ・バイトがターゲットで受信された後、アックノレッジが生成され、現在のインデックスでアドレス指定された内部レジスタにデータが格納されます。

リード・メッセージ中に、現在のインデックスでアドレス指定されたレジスタの内容が、デバイスのアドレス・バイトに続くバイトに読み出されます。このレジスタの内容は並行してシリアル/パラレル・レジスタにロードされ、SCL の立ち下りエッジによりデバイスからクロック供給されます。

図 13. VL53L8CX のデータ・フォーマット(リード)



メッセージのリード・シーケンスとライト・シーケンスの両方で、各バイトの最後に、受信デバイス(つまり、ライトの場合は VL53L8CX、リードの場合はホスト)によって確認応答が発行されます。

メッセージは、ストップ・コンディションを発行するか、リード操作中に完全なバイトを読み出した後に否定応答(ネガティブ・アクノレッジ、つまり、SCA ラインが Lo になっていない)を送信することにより、バス・コントローラによってのみ終了できます。

インタフェースは、自動インクリメント・インデックス指定にも対応しています。最初のデータバイトが転送された後に、インデックスが自動的に 1 だけインクリメントされます。そのため、コントローラは、ターゲットがアクノレッジに失敗するか、コントローラがストップ・コンディションによりライト通信を終了するまで、ターゲットにデータ・バイトを継続して送信することができます。自動インクリメント機能を使用する場合、コントローラはデータ・バイトと一緒にアドレス・インデックスを送信する必要はありません。

図 14. VL53L8CX のデータ・フォーマット(シーケンシャル・ライト)

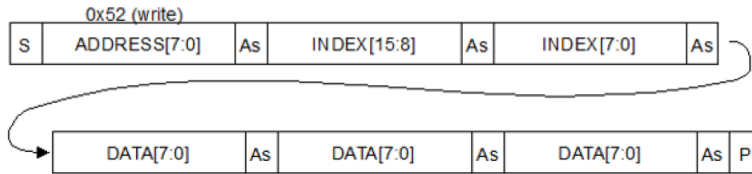
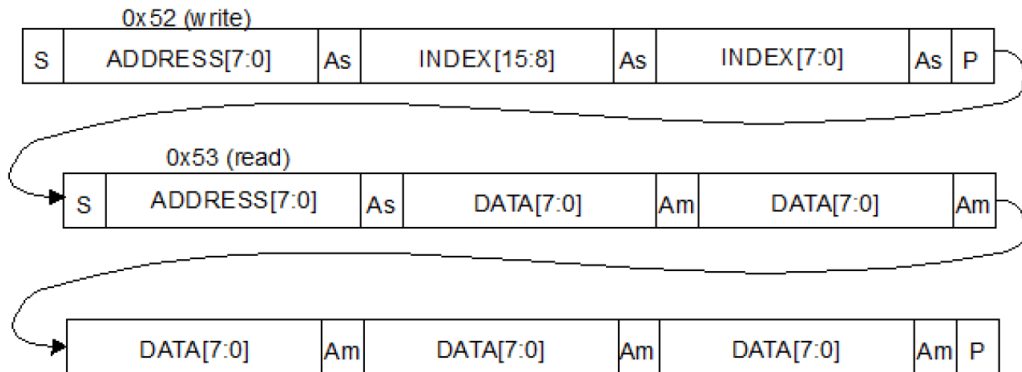


図 15. VL53L8CX のデータ・フォーマット(シーケンシャル・リード)



4.1 I²C インタフェース - タイミング仕様

I²C の仕様について表 6. I²C インタフェース - ファスト・モード・プラス(1MHz)の仕様と表 7. I²C インタフェース - ファスト・モード(400kHz)の仕様を示します。使用するパラメータの説明については、図 16. I²C のタイミング特性を参照してください。

この仕様は、すべてのプロセス、電圧、温度(PVT)条件に対して規定されています。

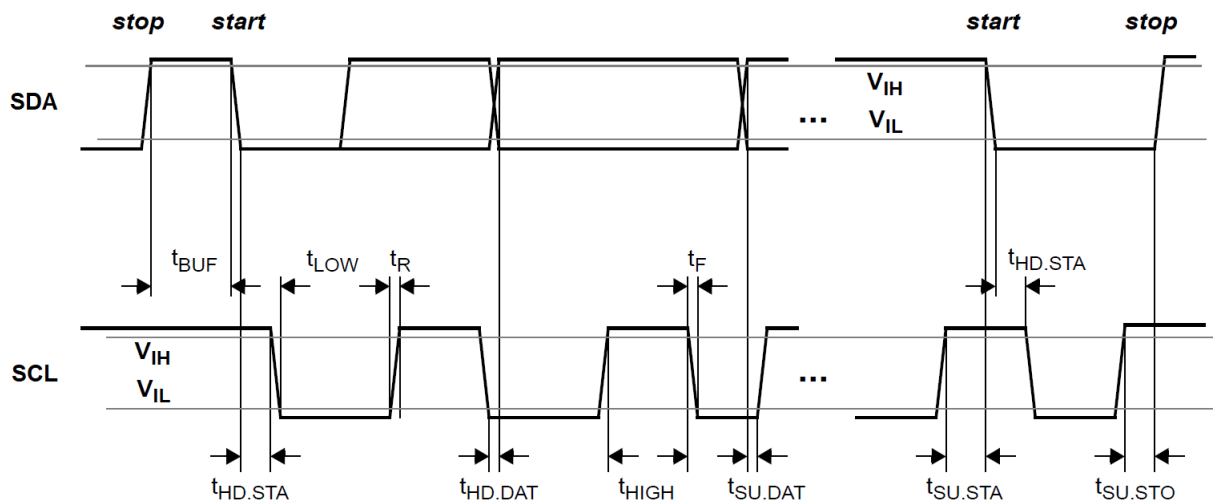
表 6. I²C インタフェース - ファスト・モード・プラス(1MHz)の仕様

記号	定義	最小値	標準値	最大値	単位
F _{I2C}	動作周波数	0	—	1000	kHz
t _{LOW}	クロック・パルス幅・Low	0.5	—	—	μs
t _{HIGH}	クロック・パルス幅・High	0.26	—	—	μs
t _{SP}	スパイクのパルス幅: 入力フィルタにより抑制	—	—	50	ns
t _{BUF}	送信間のバスの空き時間	0.5	—	—	μs
t _{HD.STA}	スタート・ホールド時間	0.26	—	—	μs
t _{SU.STA}	スタート・セットアップ時間	0.26	—	—	μs
t _{HD.DAT}	データ入力ホールド時間	0	—	0.9	μs
t _{SU.DAT}	データ入力セットアップ時間	50	—	—	ns
t _R	SCL/SDA 立ち上り時間	—	—	120	ns
t _F	SCL/SDA 立ち下り時間	—	—	120	ns
t _{SU.STO}	ストップ・セットアップ時間	0.26	—	—	μs
C _{i/o}	入力/出力キャパシタンス(SDA)	—	—	10	pF
C _{in}	入力キャパシタンス(SCL)	—	—	4	pF
C _L	ロード・キャパシタンス(1V8)	—	140	550	pF
	ロード・キャパシタンス(1V2)	—	140	150	pF

表 7. I²C インタフェース - ファスト・モード(400kHz)の仕様

記号	定義	最小値	標準値	最大値	単位
F _{I2C}	動作周波数	0	—	400	kHz
t _{LOW}	クロック・パルス幅・Low	1.3	—	—	μs
t _{HIGH}	クロック・パルス幅・High	0.6	—	—	μs
t _{SP}	スパイクのパルス幅: 入力フィルタにより抑制	—	—	50	ns
t _{BUF}	送信間のバスの空き時間	1.3	—	—	μs
t _{HD.STA}	スタート・ホールド時間	0.26	—	—	μs
t _{SU.STA}	スタート・セットアップ時間	0.26	—	—	μs
t _{HD.DAT}	データ入力ホールド時間	0	—	0.9	μs
t _{SU.DAT}	データ入力セットアップ時間	50	—	—	ns
t _R	SCL/SDA 立ち上り時間	—	—	300	ns
t _F	SCL/SDA 立ち下り時間	—	—	300	ns
t _{SU.STO}	ストップ・セットアップ時間	0.6	—	—	μs
C _{i/o}	入力/出力キャパシタンス(SDA)	—	—	10	pF
C _{in}	入力キャパシタンス(SCL)	—	—	4	pF
C _L	ロード・キャパシタンス(1V8)	—	125	400	pF
	ロード・キャパシタンス(1V2)	—	125	400	pF

図 16. I²C のタイミング特性





5 SPI について

このセクションでは、SPI インタフェースについて説明します。

SPI 通信は、ホスト(コントローラ)と VL53L8CX(ターゲット・デバイス)間の 4 本の信号(シリアル通信、同期信号)で行われます。セクション 2.6: アプリケーション概略図を参照してください。以下に 4 つの信号線について示します。

- NCS: チップセレクト(Active Low)
- MCLK: メイン・シリアル・クロック
- MOSI: メイン出力セカンダリ入力(ホスト・コントローラからのデータ出力)
- MISO: メイン入力セカンダリ出力(ターゲットからのデータ出力)

信号はすべて CMOS で入出力し、電圧レベルは IOVDD 電源です。サポートされている SPI モードは、クロック・ポラリティ = 1、クロック・フェーズ = 1 です。これらのモードは、クロックの立ち上りエッジでキャプチャされたデータと、立ち下りエッジで伝播されたデータに対応します。コントローラは、NCS を使用してターゲット・デバイスを選択することでそのターゲットへのデータ送信が可能になります。NCS は Active Low で使用します。ターゲット・デバイス側では、NCS の立ち下りエッジによりデバイスを選択した後に、8bit のコマンドを受信できるようになります。NCS チップセレクト・ラインを使用して VL53L8CX がアクティブ化されていない場合、MCLK 入力クロックと MOSI 信号は無視されます。

アクションを開始するには、NCS 信号の立ち下りエッジ(Hi から Lo への遷移)が必要です。送信は、立ち上りエッジ(Lo から Hi への遷移)により終了します。これによりデータ転送が終了し、内部カウンタおよびコマンド・レジスタがリセットされます。このすべてにより、シリアル通信が再初期化されます。

レジスタ・アドレスは MOSI ピンに適用されますが、同じ情報が MISO ピンにミラー化されます。

NCS は、トランザクション中を含め、いつでも非通信状態(Hi)にリセットできます。これが行われた場合、デバイスによりその内部ステート・マシンがリセットされます。その結果、実行中の通信は中断されます。レジスタ内の変化は発生せず、インタフェースは新しいトランザクションの受信が可能な状態です。しかしながら、SPI ターゲットは MCLK の割込みを許容することができます。再開は、どの時点でも期間の制限なしで出来ます。

SPI の各クロック・サイクル中、フル・デュプレック・データ送信が行われます。MOSI 入力はデータ信号で、ホストからデバイスに送信されます。ライト・モードではアドレス情報とデータ情報の両方が送信されます。リード・モードではアドレス情報のみが送信されます。コントローラから MOSI ラインで 1bit が送信されると、ターゲットでそれが読み出されます。同時に、ターゲットから MISO ラインで 1bit が送信されると、コントローラでそれが読み出されます。このシーケンスは、一方のデータ転送のみを想定している場合でも維持されます。

MISO 出力はデータ信号で、デバイスからホストに送信されます。リード・モードでのみデータが送信され、アドレスの設定中はレジスタの内容が送信されます。書込みが可能な内部レジスタはリードもでき、デバイス・ステータス情報が格納された読み出し専用のレジスタもあります。例えばデバイスのリビジョンについての情報もあります。また、使用していないレジスタに対する読み出し指示では、0x00 が返されます。製造に関する固有レジスタからの読み出し指示では、任意の値が返されます。使用済みまたは使用していないレジスタへの書込み指示は、許可されておらず、このような書込みを指示した場合には無視されます。送信は何クロック・サイクルでも続行できますが、完了すると、コントローラによりクロック信号の切替えが停止され、通常はターゲットが選択解除されます。

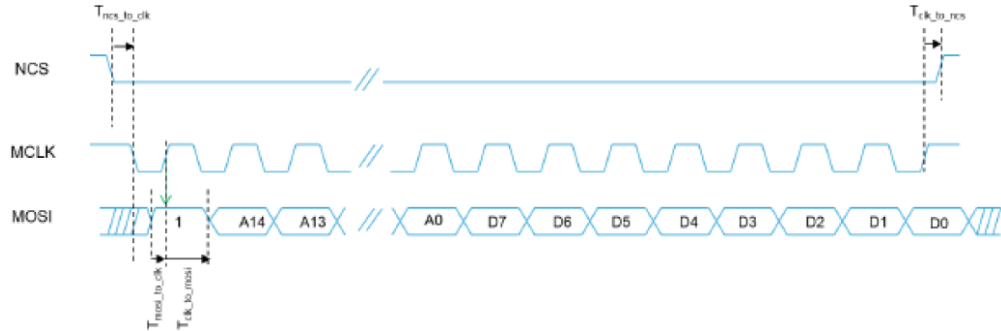
表 8. SPI インタフェースの仕様

定義	記号	最小値	最大値	単位	注意事項
動作周波数	F _{spi}	1.3	3	MHz	MCLK
NCS アクティブおよび MCLK 立ち下りエッジからの時間	T _{ncs_to_clk}	0	—	ns	
MISO での立ち上り立ち下り時間	T _{riseFallMiso}	—	3	ns	負荷 20pF 最大時
デューティ・サイクル	Duty	40	60	%	
MOSI 安定から MCLK の立ち上りエッジまでの時間	T _{mosi_to_clk}	16	—	ns	
MCLK の立ち上りエッジ後に MOSI が安定を維持する必要がある時間	T _{clk_to_ncs}	16	—	ns	
前回の MCLK の立ち上りエッジから NCS が非アクティブになるまでの時間	T _{clk_to_dat}	0	—	ns	
MCLK の立ち下りエッジから MISO データ有効までの伝播遅延		—	20	ns	負荷 20pF 最大時

5.1 SPI による書込み

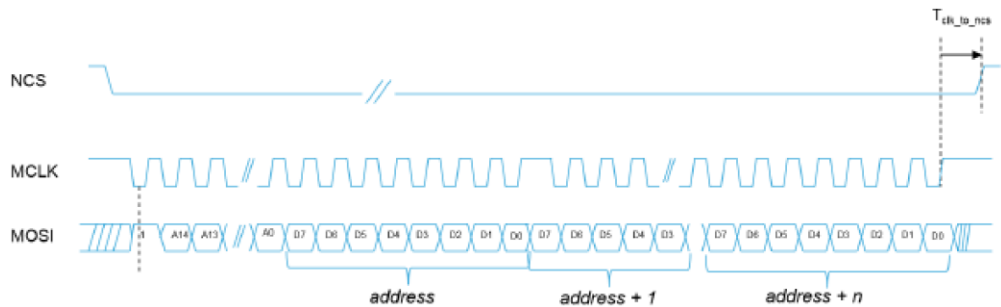
書込みのタイミング・シーケンスについて図 17. SPI タイミング・シーケンス(ライト)に示します。NCS でデバイスが選択されると、ホスト・デバイスにより VL53L8CX にライト・コマンドが送信され、ステータス出力するためのクロックが供給されます。ライト・シーケンスは、MOSI 初期値「1」で開始され、アドレスが最初に送信された後、データが送信されます。最上位ビットが最初に送信されます(ビッグ・エンディアン形式)。アドレス長は 15bit で、データ長は 8bit です。

図 17. SPI タイミング・シーケンス(ライト)



ホストが最初の 8 データビットを超えて継続してデータを送信すると、ターゲットは自動インクリメントのライト・モードに遷移します。自動インクリメントのライト・タイミングについて図 18. SPI 自動インクリメント・シーケンス(ライト)に示します。MOSI の初期値は「1」ですが、ターゲットによって自動的に、内部的にアドレスがインクリメントされます。その後のデータビットはインクリメントされるアドレスに対応します。

図 18. SPI 自動インクリメント・シーケンス(ライト)

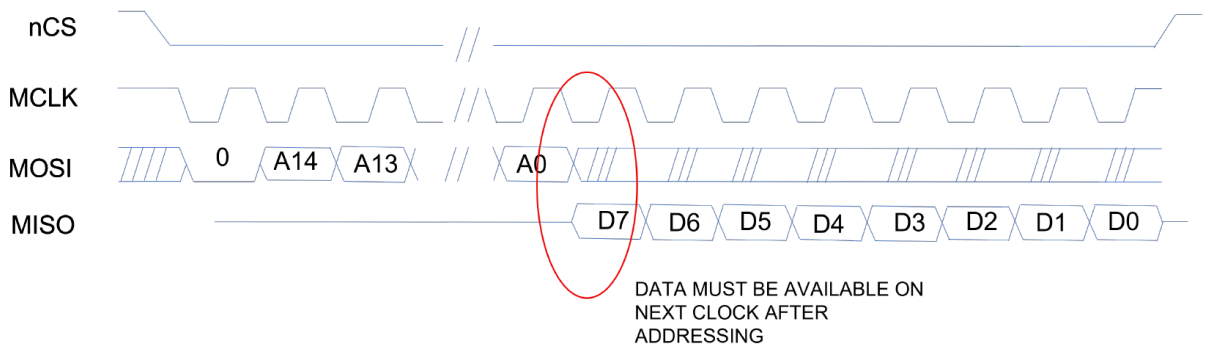


5.2 SPIによる読出し

ホスト・デバイスにより、VL53L8CX にリード・コマンドが送信されると、ステータスを出力するためのクロックが供給されます。

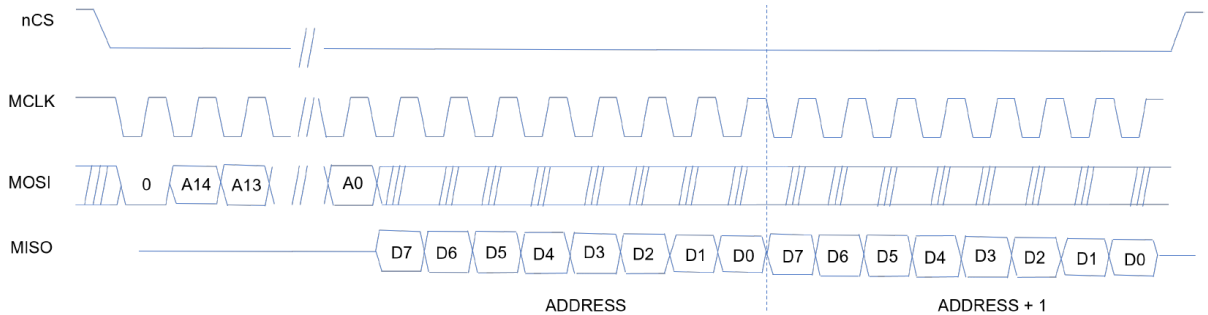
リード・モードでは、ターゲットがコントローラにデータを書き込み、送信はコントローラにより終了されます。リード・シーケンスは MOSI の初期値「0」で開始され、最上位ビットが最初に送信されます (ビッグ・エンディアン形式)。アドレスの最終ビットが受信されると、デバイスによりデータが内部的にフェッチされます。デバイスは次の MCLK 立ち下りエッジまでにデータを MOSI ピンに送り出します (MCLK の半期)。これにより、ホストでは次の立ち上りエッジにデータをサンプリングできます。データの 8bit が受信されると、ホストは NCS をハイに設定します。これによってプロセスが終了します。SPI のリード・タイミングの詳細については図 19. SPI のタイミング・シーケンス (リード) を参照してください。

図 19. SPI のタイミング・シーケンス (リード)



最後のデータ・ビットが読み出された後も、ホストによって MCLK の切替えが継続されると、ターゲットは自動インクリメント・リード・モードに遷移します。このモードでは、アドレスがターゲットによって自動的にインクリメントされ、MISO ライン上で読出しデータが順にコントローラに送信されます。SPI の自動インクリメント・リード・モードの詳細は図 20. SPI 自動インクリメント・シーケンス (リード) を参照してください。

図 20. SPI 自動インクリメント・シーケンス (リード)



6 電気特性

6.1 絶対最大定格

表 9. 絶対最大定格

項目	最小値	標準値	最大値	単位
AVDD	-0.5	—	3.47	V
CORE_1V8	-0.5	—	1.98	
IOVDD	-0.5	—	1.98	

注 上記の値を超えてデバイスにストレスを加えると、デバイスに恒久的な損傷を与える可能性があります。これはストレス定格を示すだけで、本デバイスにおける動作に関して、仕様書の各機能を記述している各章では上記もしくはその他の条件は想定されていません。絶対最大定格の条件下に長時間置いたデバイスでは、その信頼性に悪影響が発生する可能性があります。

6.2 推奨動作条件

表 10. 推奨動作条件

項目	最小値	標準値	最大値	単位
AVDD	3.13	3.3	3.47	V
CORE_1V8	1.62	1.8	1.98	
IOVDD 1.2V	1.08	1.2	1.32	
IOVDD 1.8V	1.62	1.8	1.98	
周囲温度(通常動作)	-30	—	85	°C

注 3つの電源はすべて独立しています。

注 IOVDD が 1.8V の場合、CORE_1V8 と同じ電源を使用することをお勧め致します。

6.3 静電気放電(ESD)

VL53L8CX は表 11. ESD 性能に示す ESD 値に準拠しています。

表 11. ESD 性能

項目	仕様	条件
人体モデル	JEDEC JS-001-2014	±2kV、1500Ω、100pF
帯電体モデル	JEDEC JS-001-2014	± 500V

6.4 消費電流

消費電流について表 12. 消費電流に示します。

- 引用している標準値は、公称電圧、プロセス、温度 (23°C) です
- 最大値は、特に記載がない限り、最悪の条件 (プロセス、電圧、温度) として引用しています (85°C)

表 12. 消費電流

デバイス状態	平均消費電流						単位
	AVDD		CORE_1V8		IOVDD		
	標準値	最大値	標準値	最大値	標準値	最大値	
LP idle	55	390	0.01	0.5	0.5	2	μA
HP idle	1	1.6	3	17	0.0003	0.002	mA
測距時	43	50	50	80	0.003	0.006	

注 「測距時」とは、センサが測距を行っている状態を示し、電流消費量は 4x4 または 8x8 のゾーン設定の影響は受けません。

- CORE_1V8 のピーク電流は平均値+10mA です
- AVDD のピーク電流は平均電流+10mA です
- IOVDD のピーク電流は平均値+10mA です

表 13. 連続測距モード (Continuous mode) での消費電力の例 (標準値)

条件	AVDD 3.3V IOVDD/CORE_1V8 1.8V	単位
連続測距モード (4x4 または 8x8 モード)	215	mW

表 14. 自律型測距モード (Autonomous mode) での消費電力の例 (標準値)

条件	AVDD 3.3V IOVDD/CORE_1V8 1.8V	単位
4x4、1Hz、5ms (integration time)	1.6	mW
4x4、5Hz、5ms (integration time)	12.5	
8x8、1Hz、5ms (integration time)	6.7	
8x8、5Hz、5ms (integration time)	32.3	

6.5 デジタル入出力

表 15. I²C、SPI、INT、SYNC にデジタル I/O の電気特性について示します。

表 15. I²C、SPI、INT、SYNC

記号	定義	IOVDD 設定	最小値	最大値	単位
V _{IL}	Low レベル入力電圧	1.2/1.8V	-0.3	0.3*IOVDD	V
V _{IH}	High レベル入力電圧	V1.2/1.8V	0.7*IOVDD	IOVDD + 0.3	
V _{OL}	Low レベル出力電圧 (IOUT = 4mA)	1.2/1.8V	—	0.2*IOVDD	
V _{OH}	High レベル出力電圧 (IOUT = 4mA)	1.2/1.8V	0.8*IOVDD	—	

注 IOOUT はオープン・ドレイン・ピンには適用されません。

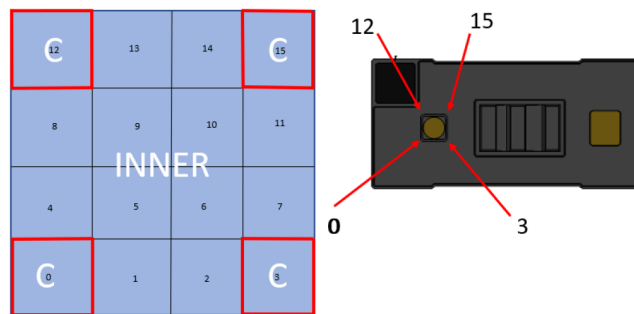
7 測距性能

7.1 ゾーン・マッピング

7.1.1 ゾーン・マッピング: 4x4 の場合

図 21. 4x4 モードでのゾーン・マッピング に 4x4 モードでのゾーン番号の定義を示します。合計 16 個のゾーンがあり、同一の行で番号が加算された後、次の行へ進みます。物理的な見え方はデバイスの上部からレンズを見たものです。ゾーンの数は、図 21. 4x4 モードでのゾーン・マッピングに示すように、センサによって返されるゾーン ID に対応しています。

図 21. 4x4 モードでのゾーン・マッピング

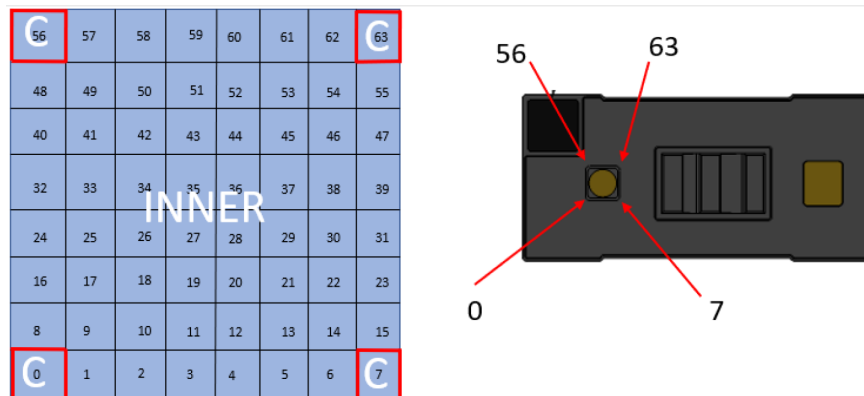


C = Corner zones
INNER = all zones not identified as the corner

7.1.2 ゾーン・マッピング: 8x8 の場合

図 22. 8x8 モードでのゾーン・マッピング に 8x8 モードでのゾーン番号の定義を示します。合計 64 個のゾーンがあり、同一の行で番号が加算された後、次の行へ進みます。物理的な見え方はデバイスの上部からレンズを見たものです。ゾーンの数は、図 22. 8x8 モードでのゾーン・マッピングに示すように、センサによってホストに返されるゾーン ID に対応しています。

図 22. 8x8 モードでのゾーン・マッピング

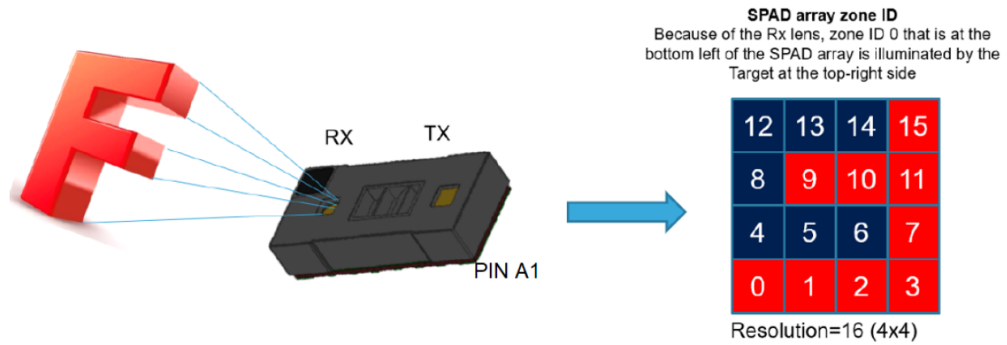


C = Corner zones
INNER = all zones not identified as the corner

7.1.3 検出ゾーンの向き

VL53L8CX の Rx 部にはレンズがあるため、キャプチャした物体の画像は(水平方向および垂直方向に)反転します。そのため、図 23. 検出方向に示されているように SPAD アレイの左下にあるゾーン 0 とされている箇所は、実際の対象物でみると右上に位置することになります。

図 23. 検出方向



7.2 連続測距モード (Continuous mode)

7.2.1 測定条件

特に記載がない限り、ここで提示されているすべての特性データには以下の基準と測定条件が適用されます。

- 指定の対象物がデバイスの視野角の 100%(全てのゾーン)を覆っている
 - 使用する対象物は Munsell N4.75(17%)、Munsell N8.25(54%)、および Munsell N9.5(88%)
 - AVDD は 3.3V、IOVDD は 1.8V、CORE_1V8 は 1.8V
 - 周辺温度は 23°C
 - 最大測定距離は 90%の検出率に基づく⁽¹⁾
 - 測定精度は 2.7 シグマに基づいており、測定値の 99.3%は指定精度の範囲内に収まる
 - テストは暗室において、2W/m² の対象物照射(940nm)で実施されている。940nm の 2W/m² 対象物照射は 5kLux の日光に相当。
 - すべての試験はカバー・ガラスは設置せず、クロストークは 0kcps の状態で実施
 - センサ・データはデフォルトのキャリブレーション・データに基づいている
 - センサは API を通して、デフォルトのドライバ設定を使用して制御されている
1. 検出率とは、有効な測距を返す測定値のワーストケースのパーセンテージを示す統計値で、例えば 90%の検出率とは、1000 回の測定を行った場合には 900 個の有効な距離データが得られるということを意味し、それ以外の 100 個の距離データについては指定の範囲外であるか、無効なターゲット・ステータスのフラグとなっていると考えられます。

7.2.2 最大測定距離: 4x4

表 16. 連続測距モード(Continuous mode)における 30Hz での最大測定距離 に、各条件下における VL53L8CX の最大測定距離について示します。測定条件については、セクション 7.2.1: 測定条件参照してください。

表 16. 連続測距モード(Continuous mode)における 30Hz での最大測定距離

対象物の反射率[%]	FoV 内のゾーン箇所	暗室	周辺光 (5kLux)
白 (88%)	中央	Typ. 4000mm Min. 4000mm	Typ. 2850mm Min. 2850mm
	周辺	Typ. 4000mm Min. 4000mm	Typ. 2850mm Min. 2700mm
ライトグレー (54%)	中央	Typ. 4000mm Min. 4000mm	Typ. 2600mm Min. 2550mm
	周辺	Typ. 4000mm Min. 4000mm	Typ. 2500mm Min. 2400mm
グレー (17%)	中央	Typ. 4000mm Min. 4000mm	Typ. 1650mm Min. 1600mm
	周辺	Typ. 3950mm Min. 3900mm	Typ. 1550mm Min. 1500mm

7.2.3 最大測定距離: 8x8

表 17. 連続測距モード(Continuous mode)における 15Hz での最大測定距離 に、各条件下における VL53L8CX の最大測定距離について示します。測定条件については、セクション 7.2.1: 測定条件を参照してください。

表 17. 連続測距モード(Continuous mode)における 15Hz での最大測定距離

対象物の反射率[%]	FoV 内のゾーン箇所	暗室	周辺光 (5kLux)
白 (88%)	中央	Typ. 4000mm Min. 4000mm	Typ. 1550mm Min. 1100mm
	周辺	Typ. 3950mm Min. 2900mm	Typ. 1400mm Min. 1100mm
ライトグレー (54%)	中央	Typ. 3300mm Min. 2350mm	Typ. 1400mm Min. 1000mm
	周辺	Typ. 3100mm Min. 2100mm	Typ. 1250mm Min. 950mm
グレー (17%)	中央	Typ. 2450mm Min. 1500mm	Typ. 1150mm Min. 900mm
	周辺	Typ. 1950mm Min. 1300mm	Typ. 950mm Min. 700mm

7.2.4 連続測距モード(Continuous mode)における測距精度

図 24. 測距精度と距離 に、距離に応じた測距精度がどのように定義されているかを示します。

図 24. 測距精度と距離

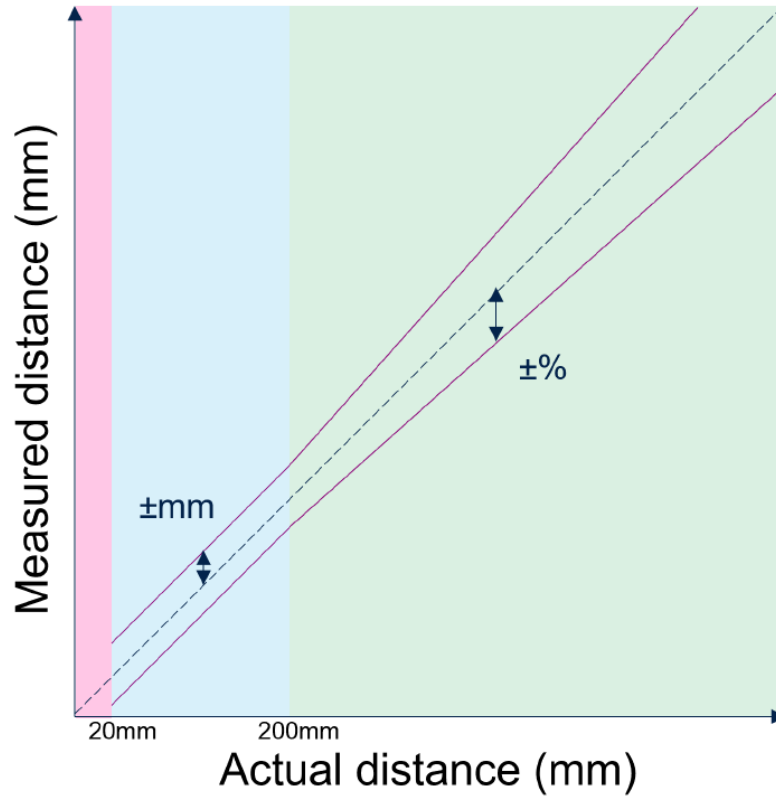


表 18. 連続測距モード(Continuous mode)における測距精度

条件	距離	対象物の反射率	暗室 (0kLux)	周辺光 (5kLux)
30Hz、4x4	20mm~200mm	白 (88%)	±10mm	±12mm
		ライトグレー (54%)	±9mm	±11mm
		グレー (17%)	±8mm	±10mm
	200mm~4000mm	白 (88%)	±3%	±4%
		ライトグレー (54%)	±4%	±6%
		グレー (17%)	±4%	±7%
15Hz、8x8	20mm~200mm	白 (88%)	±11mm	±10mm
		ライトグレー (54%)	±12mm	±13mm
		グレー (17%)	±12mm	±14mm
	200mm~4000mm	白 (88%)	±5%	±5%
		ライトグレー (54%)	±5%	±6%
		グレー (17%)	±5%	±8%

注 FoV 周辺部の精度は中央の 4 つのゾーンと比較して最大 4% 低下する可能性があります。

注 表 18. 連続測距モード(Continuous mode)における測距精度に記載されている精度は、センサが正しく設置された状態を前提としています。最終組立て工程では、PCB の組立て時の傾斜と最終製品における PCB の取り付け公差を考慮する必要があり、通常 1%~2% です。



7.3 自律型測距モード (Autonomous mode)

7.3.1 測定条件

特に記載がない限り、ここで提示されているすべての特性データには以下の基準と測定条件が適用されます。

- 指定の対象物がデバイスの視野角の 100%(全てのゾーン)を覆っている
 - 使用する対象物は Munsell N4.75(17%)、Munsell N8.25(54%)、および Munsell N9.5(88%)
 - AVDD は 3.3V、IOVDD は 1.8V、CORE_1V8 は 1.8V
 - 周辺温度は 23°C
 - 最大測定距離は 90%の検出率に基づく⁽¹⁾
 - 測定精度は 2.7 シグマに基づいており、測定値の 99.3%は指定精度の範囲内に収まる
 - テストは暗室において、2W/m² の対象物照射 (940nm) で実施されている。940nm の 2W/m² 対象物照射は 5kLux の日光に相当。
 - すべての試験はカバー・ガラスは設置せず、クロストークは 0kcps の状態で実施
 - センサ・データはデフォルトのキャリブレーション・データに基づいている
 - センサは API を通して、デフォルトのドライバ設定を使用して制御されている
1. 検出率とは、有効な測距を返す測定値のワーストケースのパーセンテージを示す統計値で、例えば 90%の検出率とは、1000 回の測定を行った場合には 900 個の有効な距離データが得られるということの意味し、それ以外の 100 個の距離データについては指定の範囲外であるか、無効なターゲット・ステータスのフラグとなっていると考えられます。

7.3.2 最大測定距離: 4x4

表 19. 自律型測距モード (Autonomous mode) における最大測定距離 (1Hz-4x4-Integration time 5ms) に、各条件下における VL53L8CX の最大測定距離について示します。測定条件については、セクション 7.2.1: 測定条件を参照してください。

表 19. 自律型測距モード (Autonomous mode) における最大測定距離 (1Hz-4x4-Integration time 5ms)

対象物の反射率[%]	FoV 内のゾーン箇所	暗室	周辺光 (5kLux)
白 (88%)	中央	Typ. 4000mm Min. 4000mm	Typ. 1550mm Min. 1100mm
	周辺	Typ. 4000mm Min. 4000mm	Typ. 1400mm Min. 1100mm
ライトグレー (54%)	中央	Typ. 4000mm Min. 4000mm	Typ. 1450mm Min. 1100mm
	周辺	Typ. 3700mm Min. 3500mm	Typ. 1300mm Min. 1100mm
グレー (17%)	中央	Typ. 3000mm Min. 3000mm	Typ. 1350mm Min. 1100mm
	周辺	Typ. 2550mm Min. 2400mm	Typ. 1200mm Min. 1000mm



7.3.3 最大測定距離: 8x8

表 20. 自律型測距モード(Autonomous mode)における最大測定距離(1Hz-8x8-Integration time 5ms) に、各条件下における VL53L8CX の最大測定距離について示します。測定条件については、セクション 7.2.1: 測定条件を参照してください。

表 20. 自律型測距モード(Autonomous mode)における最大測定距離(1Hz-8x8-Integration time 5ms)

対象物の反射率[%]	FoV 内のゾーン箇所	暗室	周辺光 (5kLux)
白 (88%)	中央	Typ. 3600mm Min. 2400mm	Typ. 1250mm Min. 1000mm
	周辺	Typ. 2850mm Min. 1700mm	Typ. 1150mm Min. 800mm
ライトグレー (54%)	中央	Typ. 2600mm Min. 1900mm	Typ. 1100mm Min. 900mm
	周辺	Typ. 2200mm Min. 1350mm	Typ. 1000mm Min. 750mm
グレー (17%)	中央	Typ. 1400mm Min. 1200mm	Typ. 850mm Min. 800mm
	周辺	Typ. 1350mm Min. 900mm	Typ. 700mm Min. 700mm

7.3.4 自律型測距モード (Autonomous mode) における測距精度

図 25. 測距精度と距離 に、距離に応じた測距精度がどのように定義されているかを示します。

図 25. 測距精度と距離

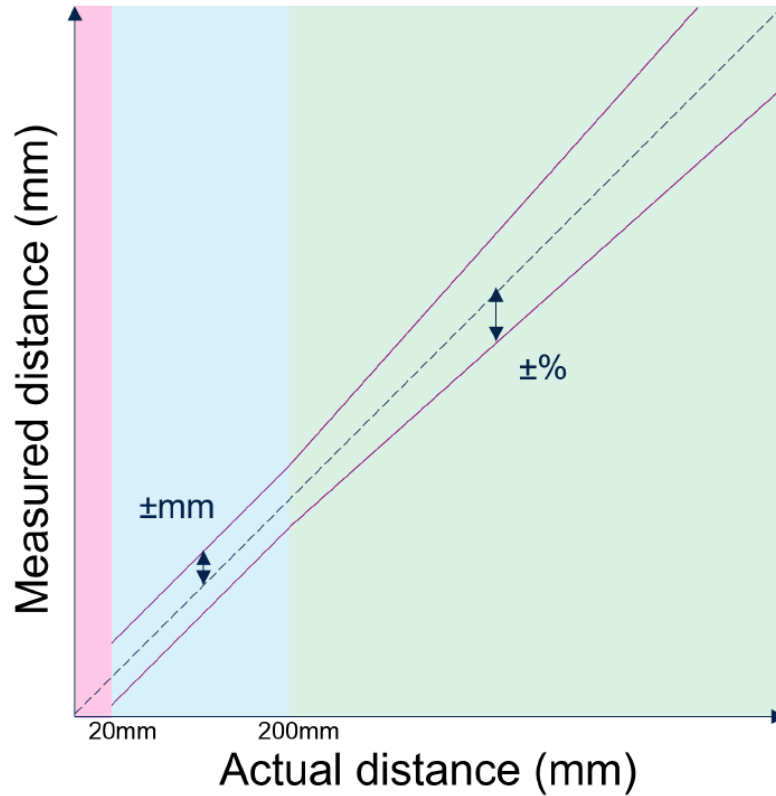


表 21. 自律型測距モード (Autonomous mode) における測距精度

条件	距離	対象物の反射率	暗室 (0kLux)	周辺光 (5kLux)
4x4, 1Hz, 5ms (Integration time)	20mm~200mm	白 (88%)	±11mm	±12mm
		ライトグレー (54%)	±10mm	±12mm
		グレー (17%)	±10mm	±14mm
	200mm~4000mm	白 (88%)	±3%	±5%
		ライトグレー (54%)	±4%	±6%
		グレー (17%)	±4%	±8%
8x8, 1Hz, 5ms (Integration time)	20mm~200mm	白 (88%)	±10mm	±10mm
		ライトグレー (54%)	±10mm	±12mm
		グレー (17%)	±11mm	±14mm
	200mm~4000mm	白 (88%)	±5%	±6%
		ライトグレー (54%)	±6%	±8%
		グレー (17%)	±6%	±11%

注 FoV 周辺部の精度は中央の 4 つのゾーンと比較して最大 4% 低下する可能性があります。

注 表 21. 自律型測距モード (Autonomous mode) における測距精度に記載されている精度は、センサが正しく設置された状態を前提としています。最終組立て工程では、PCB の組立て時の傾斜と最終製品における PCB の取り付け公差を考慮する必要があり、通常 1%~2% です。

7.4 温度上昇時の測距データのオフセット処理

自己熱または周囲温度の変化によりシリコン温度は上昇すると測距データにドリフトが発生します。測距データのずれを最小限に抑えるには、定期的に自動キャリブレーションを実施し、ドリフトを $0.1\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ に抑えます。

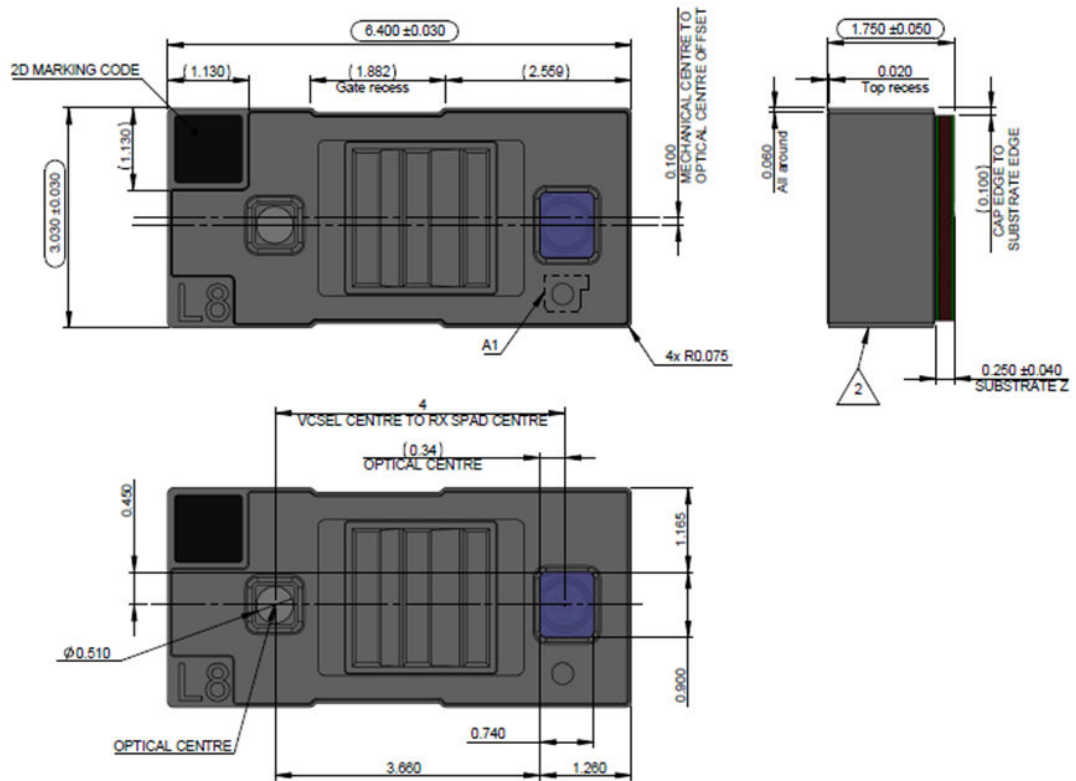
自動キャリブレーションは新しい測距を開始したときに自動で実行されるため、センサを使用している場合にはセンサを一度停止して再度測距を開始することでこのキャリブレーションを実行できます。

8 外形寸法図

下図に VL53L8CX モジュールの詳細について示します。値はすべて mm 単位で示しています。

注 以下の外形寸法図は、DM00891572 rev 2.0 に基づいています

図 26. 外形寸法図(1/4)

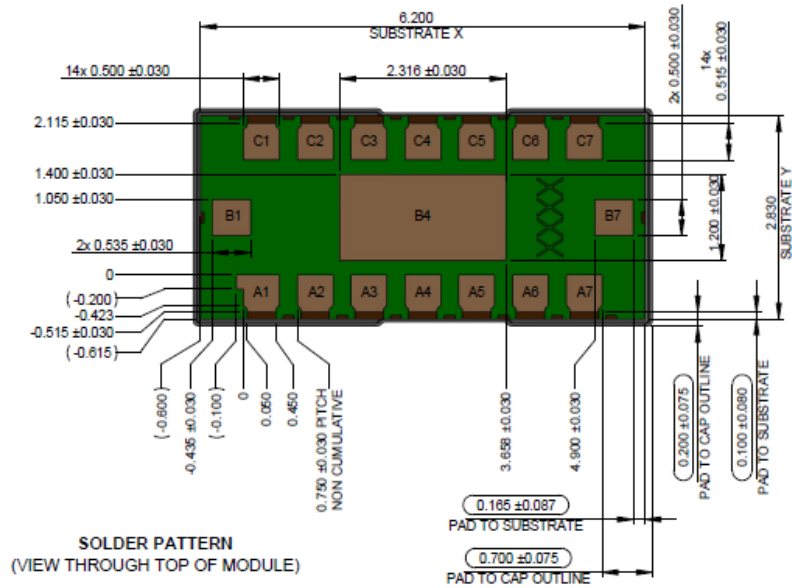


注 SM は Solder Mask (ソルダ・マスク) の略です

注 サーマル・パッドはアプリケーション・ボード上で放熱を行うために必要で、詳細は AN5897 を参照してください

注 詳細については、セクション 2.5: ピン配列のピンの説明を参照してください

図 27. 外形寸法図(2/4)



注 詳細については、セクション 2.5: ピン配列のピンの説明を参照してください

図 28. 外形寸法図(3/4) - ライナあり(オプション)

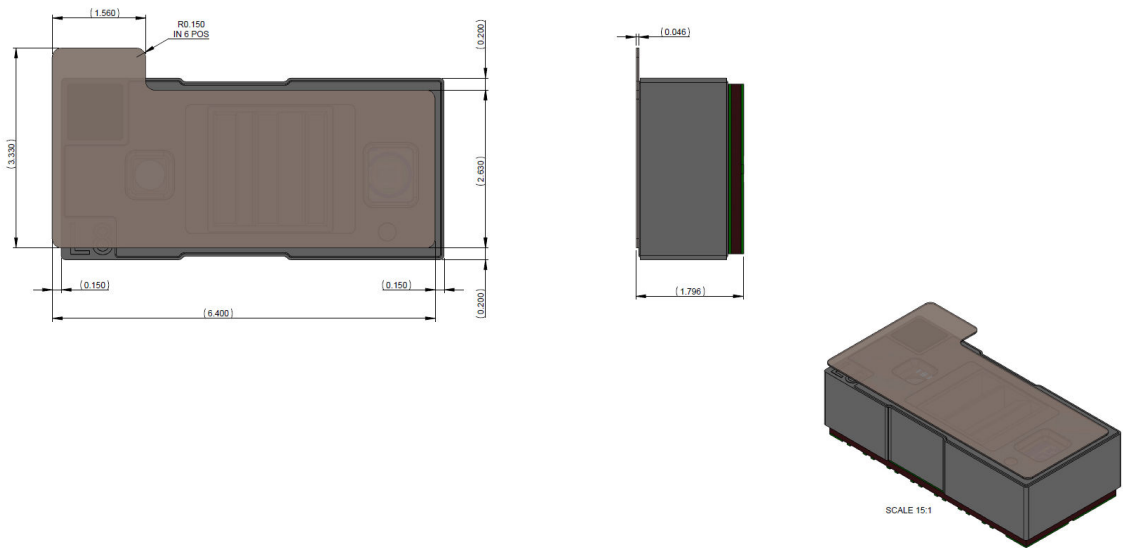
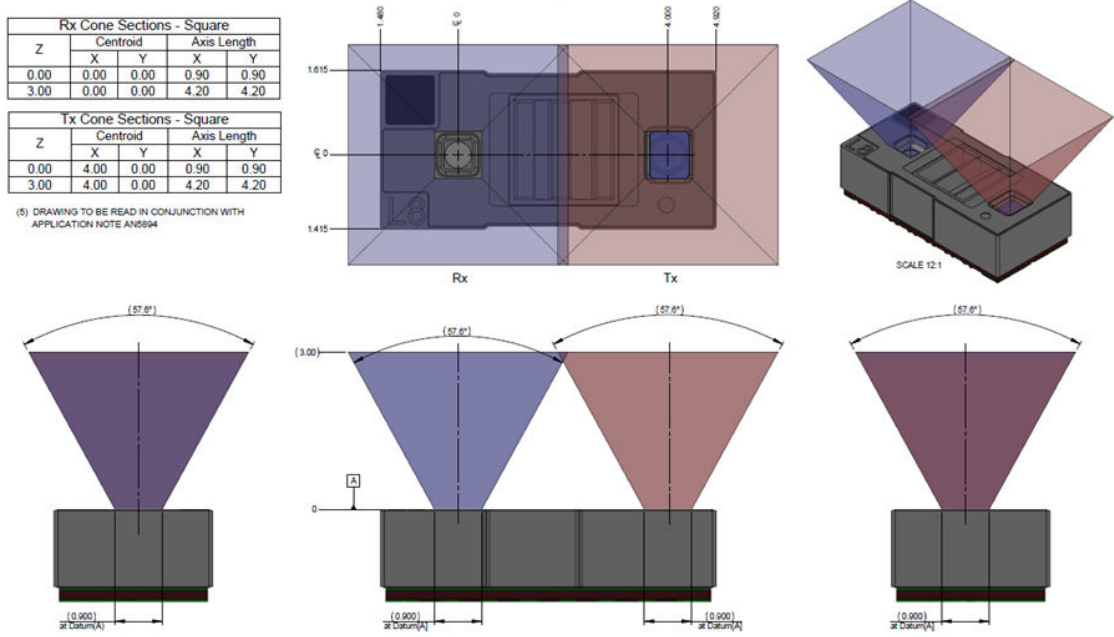


図 29. 外形寸法図(4/4) - Exclusion cones (排他的領域)



9 レーザの安全に関する考慮事項

VL53L8CX は、レーザ発光とそれに対応した駆動回路を内蔵しています。レーザ出力は、単一障害などの合理的に予見可能なすべての条件下で、クラス 1 レーザの安全制限内に収まるように設計されています。これは IEC 60825-1:2014 に準拠しています。

レーザ出力は、いかなる場合であっても上げないでください。レーザ・ビームの焦点を合わせるための光学部品を使用しないでください。

注意

ここで指定する以外の制御または調整を行ったり、手順を実施した場合には、危険な放射線被ばくが発生する可能性があります。

図 30. クラス 1 レーザ・ラベル



VL53L8CX は以下に準拠しています。

- IEC 60825-1:2014
- 21 CFR 1040.10 および 1040.11。ただし、Laser Notice No.56(2019 年 5 月 8 日)に記載されたとおり、IEC 60825-1:2014 への適合を除きます。
- EN 60825-1:2014(EN 60825-1:2014/A11:2021 を含む)
- EN 50689:2021。ただし、子ども向け製品に関する EN50689 の条項 5 の要件を除きます。子ども向け製品を設計している場合、ST テクニカル・アプリケーション・サポートに相談してください。

10 梱包仕様とラベル表示

10.1 製品マーキング

2種類の製品マーキングがあります。

- 1つめは、図 27. 外形寸法図(2/4)に示すように、モジュールの裏面にあります。
- 2つめは、以下の図 31 に示すように、モジュールの角にあります。

モジュール裏面の製品マーキング

2つの製品マーキングがあり、最初のマーキングはシリコンに関するコードで、2つめのマーキングは、社内用追跡コードです。

モジュール上面にある角の製品マーキング

これは 2D コードのマーキングです。このコードはピン C7 の位置にあり、1 ピンを示すものではありません。

図 31. モジュール上面の 2D コード



10.2 内箱のラベル表示

ラベル表示は ST マイクロエレクトロニクスの標準梱包仕様に従っており、次の情報が記載されています。

- 組立て場所
- 販売タイプ
- 数量
- 追跡コード
- マーキング
- バルク ID 番号

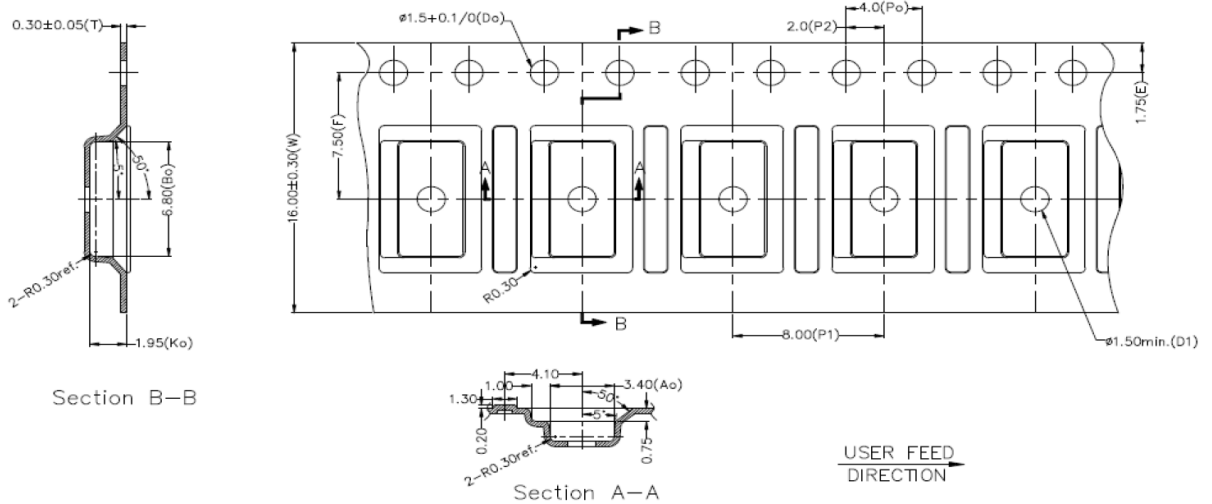
10.3 梱包

顧客やサブコントラクターで VL53L8CX を実装する際には清潔な環境で行うことをお勧めします。最終組立てレベルでの異物混入を避けるため、モジュールはテープ & リールの形式で出荷されます。

注 ライナー付きセンサの場合、組立て工程においてカバー・ガラスを設置する直前に、ライナーを取り外します。ライナーは 260°Cでのリフローに準拠しています (JEDEC-STD-020E に準拠)。

10.4 テープの概略図

図 32. VL53L8CX テープおよびリールのパッケージ図



10.5 鉛フリーはんだリフロー処理

表 22. 推奨のはんだ付けプロファイル と図 33. はんだ付けプロファイルに、はんだ付けプロファイルの推奨値と最大値を示します。

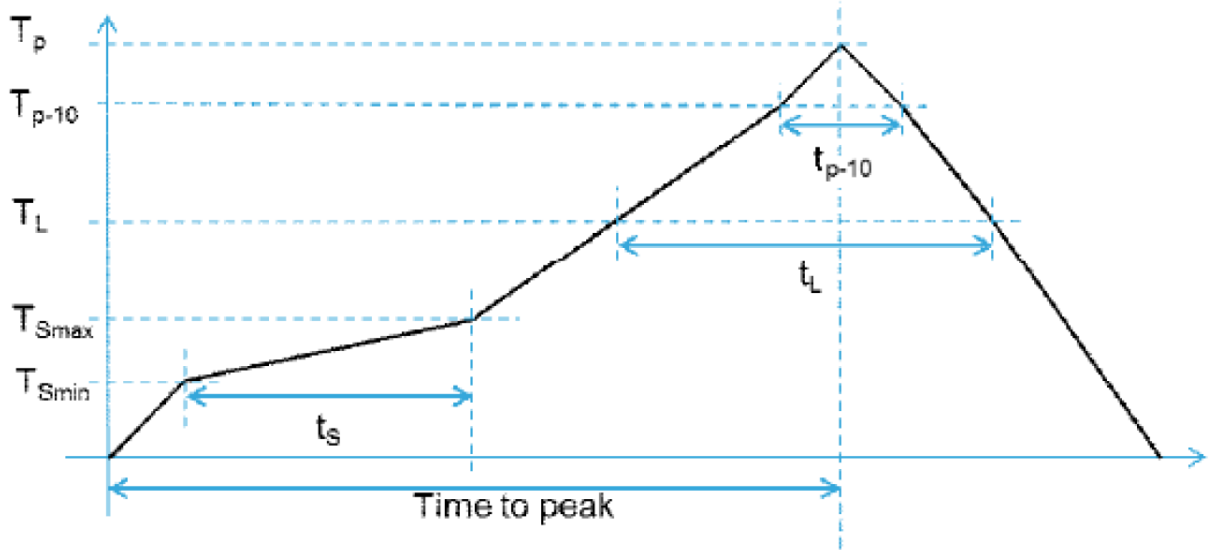
使用する PCB、はんだペースト、材料に応じてリフロープロファイルを調整する必要があり、VL53L8CX 向けの“推奨”リフロー・プロファイルに従ってください。

何らかの理由で“推奨”とは異なるリフロー・プロファイルを使用する必要がある場合(特にピーク温度が 240°Cを超える場合)には、顧客自身の責任において判断して使用してください。プロファイルは、表 22. 推奨のはんだ付けプロファイルに示す“最大値”の範囲内で使用する必要があります。

表 22. 推奨のはんだ付けプロファイル

項目	推奨値	最大値	単位
最小温度 (T_S)	130	150	°C
最大温度 (T_S)	200	200	°C
時間 t_s ($T_S T_{min} \sim s$)	90~110	60~120	s
温度 (T_L)	217	217	°C
時間 (T_L)	55~65	55~65	s
温度上昇率	2	3	°C/s
温度 (T_{p-10})	—	235	°C
時間 (T_{p-10})	—	10	s
温度上昇率	—	3	°C/s
ピーク温度 (T_p)	240	260	°C
ピーク温度までの到達時間	300	300	s
温度下降率(ピークから T_L)	-4	-6	°C/s

図 33. はんだ付けプロファイル

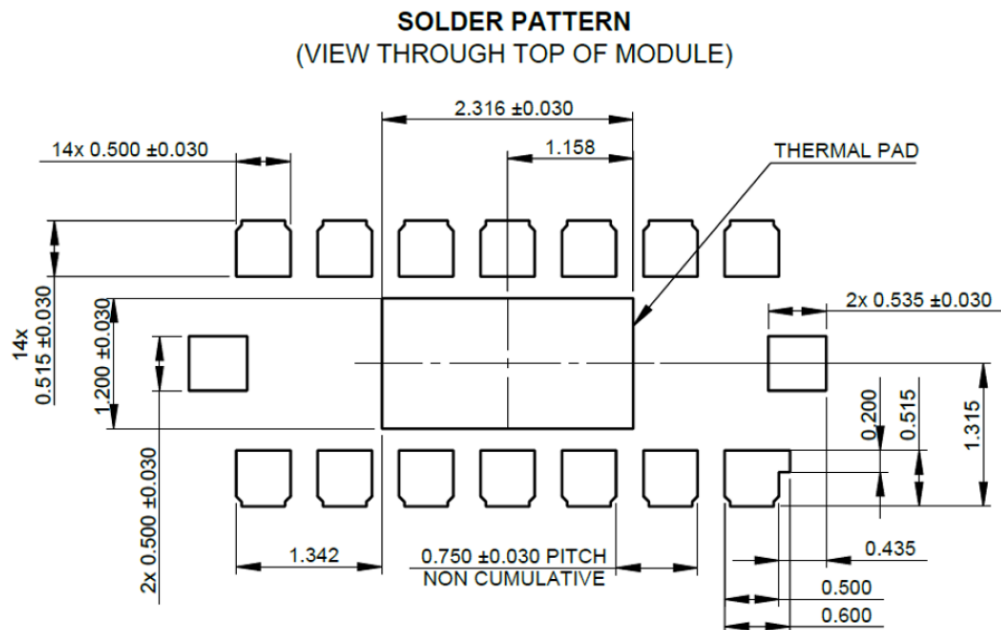


- 注 デバイスは、このはんだ付けプロファイルに沿って 3 つのパスに制限される必要があります。
- 注 VL53L8CX パッケージは密封されていないため、必ずドライ・リフロー処理（コンベクション・リフローなど）を用いてください。このタイプの光学部品には、ペーパー・フェーズ・リフローは適していません。
- 注 VL53L8CX は光学部品であるため、それに準じて慎重に取扱う必要があります。一般的に、ここには“非洗浄”の組立工程の適用も含まれます。

10.6 取り扱いと保管に関する注意事項

10.6.1 推奨のはんだパッド・サイズ

図 34. 推奨のはんだパターン



10.6.2 衝撃対策

センサ・モジュールには、衝撃により破損しやすい多数の部品が内蔵されています。センサ・モジュールに過剰な衝撃が掛かったり、床に落とされたり、トレイまたはリールに梱包された状態で床に落とされた場合、明らかな損傷が見られなくても、これらの行為は絶対に避けるべきです。

10.6.3 部品の取扱い

デバイスは静電放電対策を施した安全なカーボン、プラスチック、またはテフロン製のピンセットを使用して扱う必要があります。ToF センサは破損や汚染が発生しやすいものです。センサ上部に保護用のカバー・ガラスを付けるまでは、清潔な状態で組立てを行うことをお勧めします。

10.6.4 圧縮

最大圧縮負荷は 25N です。

10.6.5 湿気感度レベル

本製品の湿気感度は IPC/JEDEC JSTD-020-C に規定されたレベル 3 (MSL) です。

注 デバイスを 168 時間以上、パッケージから出して保管する場合、デバイスを高温で乾燥させてから使用する必要があります。90°C で 6 時間以上加熱することをお勧めします。

10.7 保管温度条件

表 23. 推奨保管条件

項目	最小値	標準値	最大値	単位
温度(保管時)	-40	23	90	°C



11 パッケージ情報

STでは、環境要件を満たすために、環境適合性のレベルに合わせた各種グレードの ECOPACK パッケージを提供しています。ECOPACK の仕様とグレードの定義、製品状況は:www.st.com から入手可能です。ECOPACK は ST の商標です。

12 注文情報

VL53L8CX は、以下の型番で入手して頂けます。詳細については、お問い合わせください。

表 24. 発注コード

発注コード	パッケージ	梱包仕様	最小発注数
VL53L8CXV0GC/1	ライナー付き Optical LGA16	テープ & リール	3600 個
VL53L8CXV9GC/1	ライナーなし Optical LGA16	テープ & リール	3600 個

改版履歴

表 25. 文書改版履歴

日付	版	変更内容
2022 年 12 月 22 日	1	初版発行
2023 年 3 月 16 日	2	更新 セクション 9: レーザの安全に関する考慮事項 更新 セクション 10.1: 製品マーキング
2023 年 4 月 27 日	3	表 1. 仕様および表 8. SPI インタフェースの仕様に記載されている SPI の最大値を 3MHz に変更。 更新 図 6. SPI 通信を使用した一般的なシステム回路
2023 年 6 月 5 日	4	マスタ/スレーブという用語をコントローラ/ターゲット、MOSI (main output secondary input)、MISO (main input secondary output) にそれぞれ変更。 電流平均値 10mA の前に+を追加(セクション 6.4: 消費電流)。
2023 年 6 月 21 日	5	表 24. 発注コード: Optical LGA16 ライナ付きを追加
2023 年 7 月 27 日	6	図 6. SPI 通信を使用した一般的なシステム回路を更新。
2023 年 8 月 8 日	7	表 3. VL53L8CX I ² C および SPI のピンの説明で C1 および C2 ピンの説明を更新。
2024 年 4 月 9 日	8	表 3. VL53L8CX I ² C および SPI のピンの説明で A2 ピンの説明を更新。 セクション 2.5: ピン配列の注釈でトグル・ピンの名前を変更。 セクション 3.3: 起動シーケンスを更新。 表 8. SPI インタフェースの仕様に最小動作周波数を追加。 セクション 6.5: デジタル入出力の終わりに注釈を追加。 セクション 8: 外形寸法図を更新。 セクション 10.1: 製品マーキングを更新。 セクション 10.3: 梱包を更新。 セクション 12: 注文情報に optical LGA16(ライナなし)を追加。



目次

- 1 略記と略語 3
- 2 製品概要 4
 - 2.1 製品仕様 4
 - 2.2 視野角(Field of View) 4
 - 2.3 照射角(Field of Illumination) 5
 - 2.4 システム・ブロック図 6
 - 2.5 ピン配列 6
 - 2.6 アプリケーション概略図 8
- 3 機能説明 10
 - 3.1 ソフトウェア・インタフェース 10
 - 3.2 状態遷移図 10
 - 3.3 起動シーケンス 11
- 4 I²C について 12
 - 4.1 I²C インタフェース - タイミング仕様 14
- 5 SPI について 16
 - 5.1 SPI による書込み 17
 - 5.2 SPI による読出し 18
- 6 電気特性 19
 - 6.1 絶対最大定格 19
 - 6.2 推奨動作条件 19
 - 6.3 静電気放電(ESD) 19
 - 6.4 消費電流 20
 - 6.5 デジタル入出力 21
- 7 測距性能 22
 - 7.1 ゾーン・マッピング 22
 - 7.1.1 ゾーン・マッピング:4x4 の場合 22
 - 7.1.2 ゾーン・マッピング:8x8 の場合 22
 - 7.1.3 検出ゾーンの向き 22
 - 7.2 連続測距モード(Continuous mode) 23
 - 7.2.1 測定条件 23
 - 7.2.2 最大測定距離:4x4 24
 - 7.2.3 最大測定距離:8x8 24
 - 7.2.4 連続測距モード(Continuous mode)における測距精度 25
 - 7.3 自律型測距モード(Autonomous mode) 26

7.3.1	測定条件	26
7.3.2	最大測定距離:4x4	26
7.3.3	最大測定距離:8x8	27
7.3.4	自律型測距モード(Autonomous mode)における測距精度	28
7.4	温度上昇時の測距データのオフセット処理	29
8	外形寸法図	30
9	レーザの安全に関する考慮事項	33
10	梱包仕様とラベル表示	34
10.1	製品マーキング	34
10.2	内箱のラベル表示	34
10.3	梱包	34
10.4	テープの概略図	35
10.5	鉛フリーはんだリフロー処理	35
10.6	取り扱いと保管に関する注意事項	36
10.6.1	推奨のはんだパッド・サイズ	36
10.6.2	衝撃対策	37
10.6.3	部品の取扱い	37
10.6.4	圧縮	37
10.6.5	湿気感度レベル	37
10.7	保管温度条件	37
11	パッケージ情報	38
12	注文情報	39
	改版履歴	40

重要なお知らせ(よくお読み下さい)

STMicroelectronics NV およびその子会社(以下、ST)は、ST 製品及び本書の内容をいつでも予告なく変更、修正、改善、改定及び改良する権利を留保します。購入される方は、発注前に ST 製品に関する最新の関連情報を必ず入手してください。ST 製品は、注文請書発行時点で有効な ST の販売条件に従って販売されます。

ST 製品の選択並びに使用については購入される方が全ての責任を負うものとします。購入される方の製品上の操作や設計に関して ST は一切の責任を負いません。

明示又は黙示を問わず、ST は本書においていかなる知的財産権の実施権も許諾致しません。

本書で説明されている情報とは異なる条件で ST 製品が再販された場合、その製品について ST が与えたいかなる保証も無効となります。

ST および ST ロゴは STMicroelectronics の商標です。ST の登録商標については ST ウェブサイトをご覧ください。www.st.com/trademarks その他の製品またはサービスの名称は、それぞれの所有者に帰属します。

本書の情報は本書の以前のバージョンで提供された全ての情報に優先し、これに代わるものです。この資料は、STMicroelectronics NV 並びにその子会社(以下 ST)が英文で記述した資料(以下、「正規英語版資料」)を、皆様のご理解の一助として頂くために ST マイクロエレクトロニクス株が英文から和文へ翻訳して作成したものです。この資料は現行の正規英語版資料の近時の更新に対応していない場合があります。この資料は、あくまでも正規英語版資料をご理解頂くための補助的参考資料のみにご利用下さい。この資料で説明される製品のご検討及びご採用にあたりましては、必ず最新の正規英語版資料を事前にご確認下さい。ST 及び ST マイクロエレクトロニクス株は、現行の正規英語版資料の更新により製品に関する最新の情報を提供しているにも関わらず、当該英語版資料に対応した更新がなされていないこの資料の情報に基づいて発生した問題や障害などにつきましては如何なる責任も負いません。

© 2024 STMicroelectronics – All rights reserved