

## 加速度センサシリーズ

## Kionix™ Technology

## 車載向け加速度センサ IC



## KX310CR-MZ

## 概要

KX310CR-MZ は、Kionix™ Technology<sup>(Note 1)</sup>を用いた MEMS 静電容量式の 3 軸加速度センサです。加速度レンジは $\pm 2\text{ g}$ ,  $\pm 4\text{ g}$ ,  $\pm 8\text{ g}$ に対応しています。差動容量変化検出の原理に基づいてセンシングしているため、プロセス変動、温度及び環境ストレスによる誤差が最小化されています。

(Note 1) Kionix™ Technology とは、独自のプラズマ微細加工と、シリコンのリッドウェハをデバイスウェハにウェハレベルで貼りつけて封止する技術です。

## 重要特性

- 加速度レンジ :  $\pm 2\text{ g}$ ,  $\pm 4\text{ g}$ ,  $\pm 8\text{ g}$
- Wake-up と Back-to-sleep の  
閾値分解能 : 3.9 mg/counts
- 出力データレート : 0.781 Hz ~ 1600 Hz
- 動作温度範囲 :  $-40\text{ }^\circ\text{C}$  ~  $+85\text{ }^\circ\text{C}$

## パッケージ

VLGA012AV02A

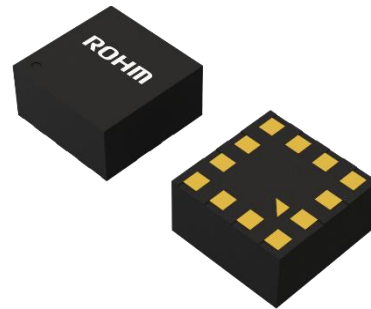
W (Typ) x D (Typ) x H (Max)

2.0 mm x 2.0 mm x 1.0 mm

## 特長

- Kionix™ Technology 搭載<sup>(Note 1)</sup>
- AEC-Q100 対応<sup>(Note 2)</sup>
- 加速度レンジと出力データレートが選択可能
- 低消費モードと高分解能モードを選択可能
- デジタルハイパスフィルタ出力対応
- 最適化可能な低消費モード
- Wake-up / Back-to-sleep 機能を内蔵
- 最大 400 kHz のデジタル I<sup>2</sup>C 対応
- 最大 10 MHz のデジタル SPI 対応
- 鉛フリーの半田に対応
- 優れた温度性能
- 高い衝撃耐性
- 工場出荷時にオフセットと感度を調整済
- Self-test 機能搭載

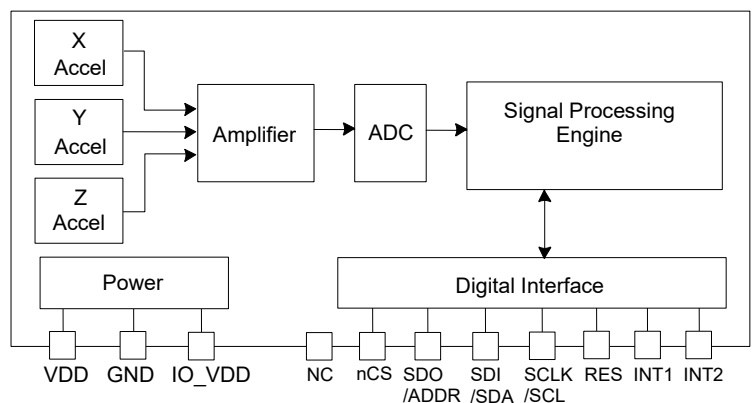
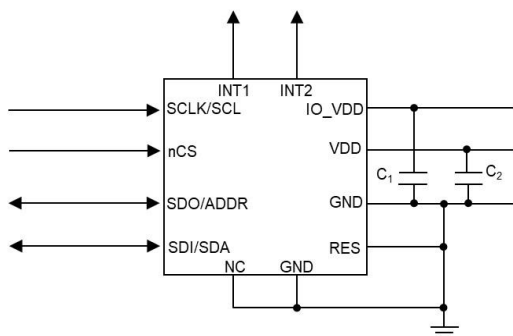
(Note 2) Grade 3



## 用途

- 電子キー
- カーナビゲーションシステム
- ドライブレコーダー
- アセットトラッキング
- テレマスティクインシュランス
- 後部座席リマインダーシステム

## 基本アプリケーション回路及びブロック図



Kionix™ はローム株式会社の商標または登録商標です。

○製品構造：シリコンを主材料とした半導体集積回路 ○耐放射線設計はしていません

www.rohm.co.jp

© 2024 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

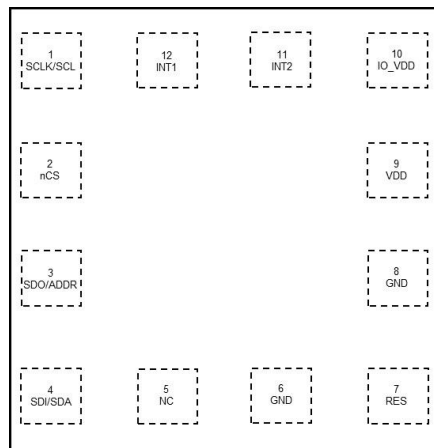
TSZ22111 • 14 • 001

## 目次

概要 .....	1
特長 .....	1
用途 .....	1
重要特性 .....	1
パッケージ .....	1
基本アプリケーション回路及びブロック図 .....	1
目次 .....	2
端子配置図 .....	3
端子説明 .....	3
絶対最大定格 .....	4
熱抵抗 .....	4
推奨動作条件 .....	4
電気的特性 .....	5
I <sup>2</sup> C Bus タイミングチャート .....	6
4-Wire SPI Bus タイミングチャート .....	7
3-Wire SPI Bus タイミングチャート .....	8
レジスタマップ .....	9
モーション割込み .....	31
エラー通知機能 .....	32
特性データ .....	33
電源投入手順 .....	34
加速度検出例 .....	35
応用回路例 .....	36
入出力等価回路図 .....	36
使用上の注意 .....	37
発注形名情報 .....	39
標印図 .....	39
外形寸法図と包装・フォーミング仕様 .....	40
改訂履歴 .....	41

## 端子配置図

Top View



## 端子説明

端子番号	端子名	機能
1	SCLK/SCL	SPI 及び I <sup>2</sup> C 通信中はシリアル・クロック入力端子 <sup>(Note 1)</sup> です。フローティングにはしないでください。
2	nCS <sup>(Note 2)</sup>	SPI 通信中はチップセレクト入力端子(アクティブ Low)です。I <sup>2</sup> C 通信中は使用しません、IO_VDD に接続してください。フローティングにはしないでください。
3	SDO/ADDR <sup>(Note 3)</sup>	4 線式 SPI 通信中はシリアル・データ出力端子です。I <sup>2</sup> C 通信時はターゲットアドレスの最下位ビット(LSB)を設定する入力端子です。
4	SDI/SDA	SPI 通信中はシリアル・データ入出力端子、I <sup>2</sup> C 通信中はシリアル・データ入出力端子 <sup>(Note 1)</sup> です。フローティングにはしないでください。
5	NC	非接続端子です。VDD、IO_VDD または GND に接続できます。
6	GND	グラウンド端子です。
7	RES	予備入力端子です。GND に接続してください。
8	GND	グラウンド端子です。
9	VDD	コア電源入力端子 <sup>(Note 4)</sup> です。
10	IO_VDD	デジタル電源入力端子 <sup>(Note 4)</sup> です。
11	INT2	割り込み出力端子です。パワーオン・シーケンス中はハイインピーダンス状態です。パワーオン・シーケンス終了後に駆動されます。使用しない場合はオープン状態にしてください。
12	INT1	割り込み出力端子です。パワーオン・シーケンス中はハイインピーダンス状態です。パワーオン・シーケンス終了後に駆動されます。使用しない場合はオープン状態にしてください。

(Note 1) SDA, SCL, または INT 端子に接続されている他のデバイスがあり、その信号レベルが急峻に変化した場合、アンダーシュートが発生し端子電圧がグラウンドを下回る可能性があります。このような場合はデバイスの端子の近くにコンデンサを配置するなどの対策をしてください。

(Note 2) 初期状態では IO\_VDD にプルアップされています。NCS\_PU\_OFF レジスタ設定でプルアップを切り離すことができます。

(Note 3) 初期状態では IO\_VDD にプルアップされています。

(Note 4) バイパスコンデンサ (0.1 μF) を IC のできるだけ近くに配置してください。

## 絶対最大定格 (Ta = 25 °C)

項目	記号	定格	単位
電源電圧 (VDD, IO_VDD)	V <sub>MAX</sub>	4.5	V
入出力電圧 <sup>(Note 1)</sup>	V <sub>INOUT</sub>	-0.3 ~ +4.5	V
保存温度範囲	T <sub>stg</sub>	-40 ~ +125	°C
最高接合部温度	T <sub>jmax</sub>	150	°C
機械的ショック (通電及び非通電状態)	S <sub>OV</sub> R	5000 g for 0.5 ms 10000 g for 0.2 ms	g

(Note 1) VDD 端子、IO\_VDD 端子、GND 端子以外

**注意 1:** 印加電圧及び動作温度範囲などの絶対最大定格を超えた場合は、劣化または破壊に至る可能性があります。また、ショートモードもしくはオープンモードなど、破壊状態を想定できません。絶対最大定格を超えるような特殊モードが想定される場合、ヒューズなど物理的な安全対策を施していただくようご検討をお願いします。

**注意 2:** 最高接合部温度を超えるようなご使用をされますと、チップ温度上昇により、IC 本来の性質を悪化させることにつながります。最高接合部温度を超える場合は基板サイズを大きくする、放熱用銅箔面積を大きくする、放熱板を使用するなど、最高接合部温度を超えないよう熱抵抗にご配慮ください。

熱抵抗<sup>(Note 2)</sup>

項目	記号	熱抵抗(Typ)		単位
		1層基板 <sup>(Note 4)</sup>	4層基板 <sup>(Note 5)</sup>	
VLGA012AV02A				
ジャンクション—周囲温度間熱抵抗	$\theta_{JA}$	195.7	131.0	°C/W
ジャンクション—パッケージ上面中心間熱特性パラメータ <sup>(Note 3)</sup>	$\Psi_{JT}$	8	6	°C/W

(Note 2) JESD51-2A(Still-Air)に準拠。

(Note 3) ジャンクションからパッケージ (モールド部分) 上面中心までの熱特性パラメータ。

(Note 4) JESD51-3に準拠した基板を使用。

(Note 5) JESD51-7に準拠した基板を使用。

測定基板	基板材	基板寸法
1層	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.57 mmt

1層目 (表面) 銅箔	
銅箔パターン	銅箔厚
実装ランドパターン + 電極引出し用配線	70 $\mu$ m

測定基板	基板材	基板寸法
4層	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.6 mmt

1層目 (表面) 銅箔		2層目、3層目 (内層) 銅箔		4層目 (裏面) 銅箔	
銅箔パターン	銅箔厚	銅箔パターン	銅箔厚	銅箔パターン	銅箔厚
実装ランドパターン + 電極引出し用配線	70 $\mu$ m	74.2 mm $\square$ (正方形)	35 $\mu$ m	74.2 mm $\square$ (正方形)	70 $\mu$ m

## 推奨動作条件

項目	記号	最小	標準	最大	単位
電源電圧(VDD)	V <sub>VDD</sub>	1.7	3.0	3.6	V
I/O 電圧(IO_VDD)	V <sub>IO_VDD</sub>	1.7	3.0	V <sub>VDD</sub>	V
入力電圧	V <sub>IN</sub>	0.0	-	V <sub>IO_VDD</sub>	V
I <sup>2</sup> C クロック入力周波数	f <sub>SCL_I2C</sub>	-	-	0.4	MHz
SPI クロック入力周波数	f <sub>SCLK_SPI</sub>	-	-	10	MHz
I <sup>2</sup> C ターゲットアドレス <sup>(Note 6)</sup>	-	1Eh or 1Fh			-
WHO_AM_I レジスタ値	-	E0h			-
出力データレート <sup>(Note 7)</sup>	-	0.781	50	1600	Hz
出力信号帯域	-	ODR/9 or ODR/2			-
動作温度	T <sub>opr</sub>	-40	+25	+85	°C

(Note 6) ターゲットアドレスは ADDR 端子の接続先で決まります。GND に接続した場合は 1Eh です。IO\_VDD に接続した場合は 1Fh です。

(Note 7) 記載している値は標準値です。I<sup>2</sup>C 通信または SPI 通信でユーザ設定が可能です。詳細は ODCNTL レジスタを参照してください。

## 電気的特性

(特に指定のない限り  $V_{DD} = 3.0\text{ V}$ ,  $V_{IO\_VDD} = 3.0\text{ V}$ ,  $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , 加速度レンジ =  $\pm 2\text{ g}$ )

項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
消費電流						
高分解能モード	$I_{dd\_HR}$	-	250	-	$\mu\text{A}$	
低消費モード	$I_{dd\_LP1}$	-	1.5	2.9	$\mu\text{A}$	ODR = 12.5 Hz <sup>(Note 1)</sup>
	$I_{dd\_LP2}$	-	1.0	2.2	$\mu\text{A}$	ODR = 6.25 Hz <sup>(Note 2)</sup>
スタンバイモード	$I_{ss}$	-	0.2	-	$\mu\text{A}$	
ロジック入出力電圧						
Low 入力電圧	$V_{IL}$	-	-	$0.2 \times V_{IO\_VDD}$	V	
High 入力電圧	$V_{IH}$	$0.8 \times V_{IO\_VDD}$	-	-	V	
Low 出力電圧 <sup>(Note 3)</sup>	$V_{OL1}$	-	-	$0.2 \times V_{IO\_VDD}$	V	$V_{IO\_VDD} < 2\text{ V}$
	$V_{OL2}$	-	-	0.4	V	$V_{IO\_VDD} \geq 2\text{ V}$
High 出力電圧	$V_{OH}$	$0.8 \times V_{IO\_VDD}$	-	-	V	
nCS、SDO/ADDR 端子 プルアップ抵抗値	$R_{pu1}$	-	50	-	k $\Omega$	$V_{IO\_VDD} = 3.0\text{ V}$
	$R_{pu2}$	-	130	-	k $\Omega$	$V_{IO\_VDD} = 1.7\text{ V}$
起動特性						
スタートアップ時間 <sup>(Note 4)</sup>	$T_{SU\_HR}$	-	$0.9 + 1000 / \text{ODR}$	-	ms	高分解能モード
	$T_{SU\_LP}$	-	1.9	-	ms	低消費モード
起動時間 <sup>(Note 5)</sup>	$T_{PU}$	-	2	20	ms	
加速度特性						
0 g オフセット	-	-	$\pm 25$	$\pm 90$	mg	
0 g オフセットの温度傾斜	-	-	$\pm 0.2$	-	mg/ $^\circ\text{C}$	
感度	-	15401	16384	17367	counts/g	GSEL [1:0] = 0 ( $\pm 2\text{ g}$ )
	-	7700	8192	8684	counts/g	GSEL [1:0] = 1 ( $\pm 4\text{ g}$ )
	-	3850	4096	4342	counts/g	GSEL [1:0] = 2 ( $\pm 8\text{ g}$ )
感度の温度傾斜	-	-	$\pm 0.01$	-	%/ $^\circ\text{C}$	X,Y-axis
	-	-	$\pm 0.03$	-	%/ $^\circ\text{C}$	Z-axis
Self-test での出力変化量	-	0.07	0.5	1.5	g	
非線形性	-	-	$\pm 0.6$	-	% of FS	
他軸感度	-	-	2	-	%	
RMS ノイズ <sup>(Note 6)</sup>	-	-	5.5	-	mg	

(Note 1) 記載は OSA [3:0] = 4, AVC [2:0] = 1 の設定での測定値です。

(Note 2) 記載は OSA [3:0] = 3, AVC [2:0] = 1 の設定での測定値です。

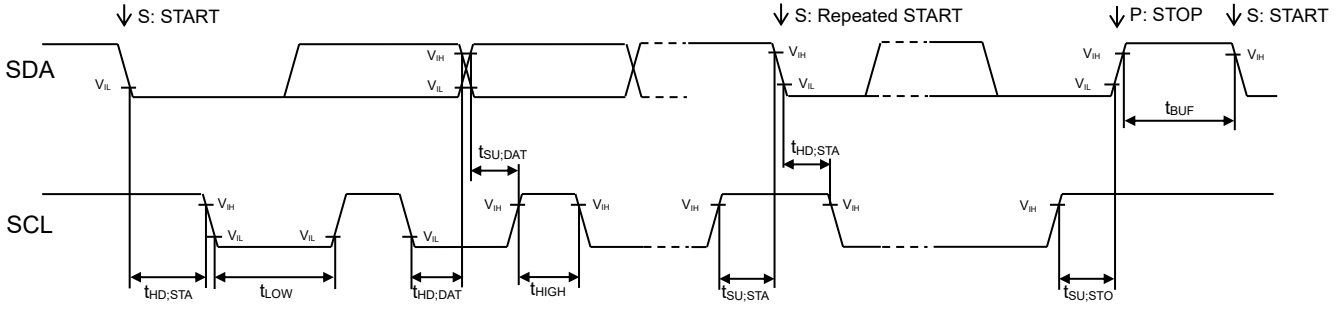
(Note 3) I<sup>2</sup>C 通信時は SCL 端子と SDA 端子に 1.5 k $\Omega$  以上のプルアップ抵抗を IO\_VDD 間に挿入してください。

(Note 4) スタートアップ時間は、PC1 = 1 に設定されてから加速度出力が有効になるまでの時間です。ODR とパワーモード設定によって値が変わります。

(Note 5) 起動時間は、VDD 電圧が有効な値に達してからから、デバイスが起動完了するまでの時間です。

(Note 6) ノイズは設定によって変わります。記載は HR = 0, OSA [3:0] = 6, AVC [2:0] = 2, LPRO = 1, IIR\_BYPASS = 0 の設定での測定値です。

I<sup>2</sup>C Bus タイミングチャート



(特に指定のない限り V<sub>VDD</sub> = 3.0 V, V<sub>IO\_VDD</sub> = 3.0 V, Ta = 25 °C)

項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
SCL クロック周波数	f <sub>SCL</sub>	0	-	400	kHz	
SCL Low 期間	t <sub>LOW</sub>	1.3	-	-	μs	
SCL High 期間	t <sub>HIGH</sub>	0.6	-	-	μs	
Repeated START セットアップ時間	t <sub>SU,STA</sub>	0.6	-	-	μs	
START ホールド時間	t <sub>HD,STA</sub>	0.6	-	-	μs	
データセットアップタイム	t <sub>SU,DAT</sub>	100	-	-	ns	
データホールドタイム	t <sub>HD,DAT</sub>	0	-	-	μs	
STOP セットアップ時間	t <sub>SU,STO</sub>	0.6	-	-	μs	
STOP-START 間バスフリー時間	t <sub>BUF</sub>	1.3	-	-	μs	

1. 書き込みフォーマット

(1) レジスタアドレスの指定のみを行う場合

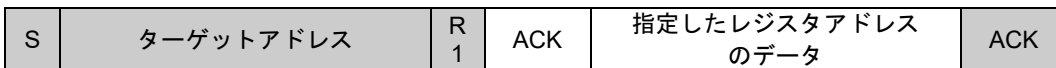
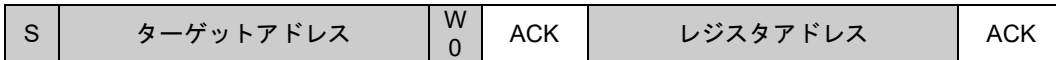


(2) レジスタアドレスを指定後、書き込みを行う場合

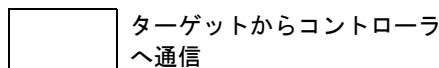
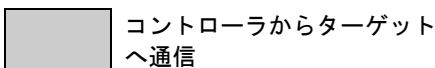


2. 読み出しフォーマット

(1) レジスタアドレスを指定後、レジスタの読み出しを行う場合

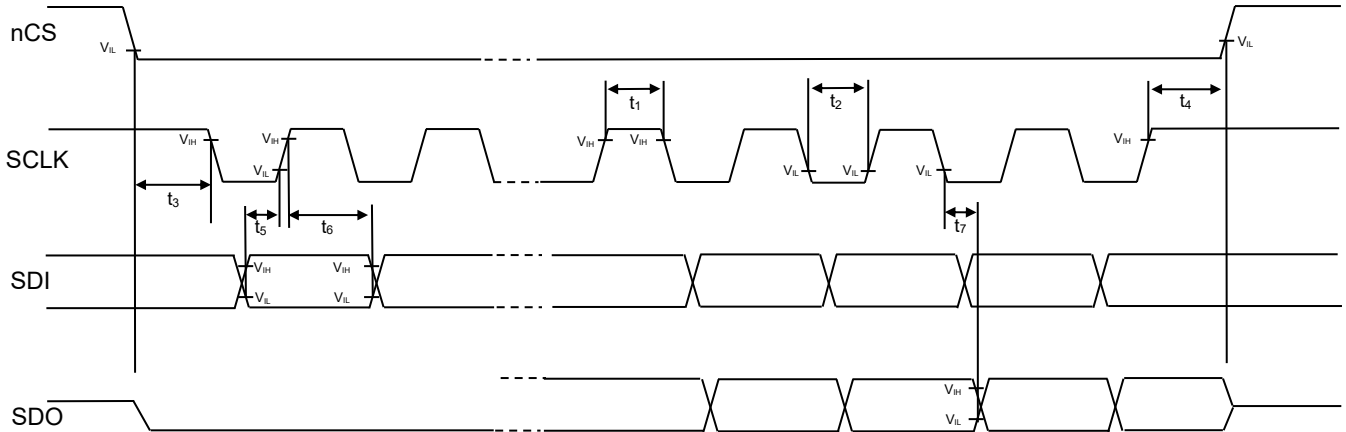


(2) 既に指定されたアドレスからデータを読み出す場合



4-Wire SPI Bus タイミングチャート

下表は SDO 端子の負荷容量が 20 pF 以下での測定値です。nCS が High の間(無送信時)、SCLK は High を維持してください。SDI の最上位ビット(MSB)を書き込み時は Low、読み出し時は High にしてください。すべてのコマンドで最初に MSB に送信してください。ホストは、次のデータ要求の前に、1 クロック( $1/f_{SCLK}$ )期間以上 nCS を High にしてください。

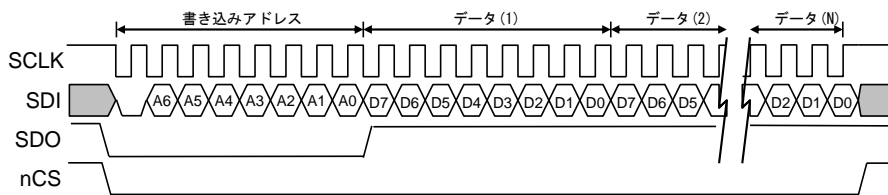


(特に指定のない限り V<sub>VDD</sub> = 3.0 V, V<sub>IO\_VDD</sub> = 3.0 V, Ta = 25 °C)

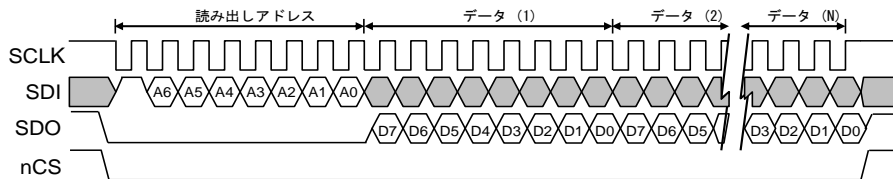
項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
SCLK クロック周波数	f <sub>SCLK</sub>	-	-	10	MHz	
SCLK High 期間	t <sub>1</sub>	45	-	-	ns	
SCLK Low 期間	t <sub>2</sub>	45	-	-	ns	
nCS Low から最初の SCLK 立ち下がりエッジまでの時間	t <sub>3</sub>	6	-	-	ns	
最後の SCLK 立ち上がりエッジから nCS が High になるまでの時間	t <sub>4</sub>	8	-	-	ns	
SDI 入力が有効になってから SCLK の立ち上がりエッジまでの時間	t <sub>5</sub>	10	-	-	ns	
SCLK の立ち上がりエッジから SDI 入力が無効になるまでの時間	t <sub>6</sub>	10	-	-	ns	
SCLK の立ち下がりエッジから SDO 出力が有効になるまでの時間 (Note 1)	t <sub>7</sub>	-	35	50	ns	

(Note 1) 読み出し中のみ

1. 書き込みフォーマット

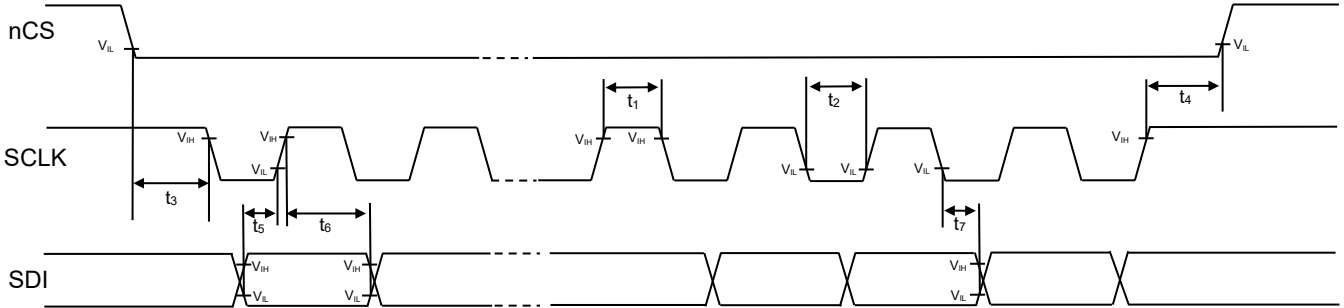


2. 読み出しフォーマット



3-Wire SPI Bus タイミングチャート

SDI 端子と IO\_VDD 端子間にプルアップ抵抗を挿入する場合は、1 kΩ が推奨値です。下表は SDI 端子の負荷容量が 20 pF 以下での測定値です。nCS が High の間(無送信時)、SCLK は High を維持してください。SDI の最上位ビット(MSB)を書き込み時は Low、読み出し時は High にしてください。すべてのコマンドで最初に MSB に送信してください。ホストは、次のデータ要求の前に、1 クロック(1/f<sub>SCLK</sub>)期間以上 nCS を High にしてください。

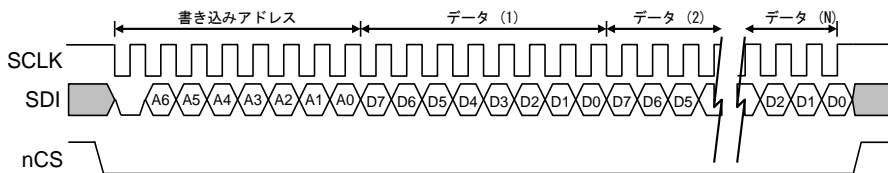


(特に指定のない限り V<sub>VDD</sub> = 3.0 V, V<sub>IO\_VDD</sub> = 3.0 V, Ta = 25 °C)

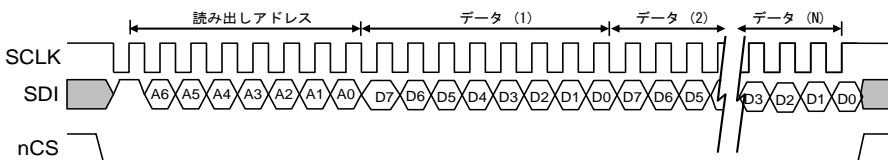
項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
SCLK クロック周波数	f <sub>SCLK</sub>	-	-	10	MHz	
SCLK High 期間	t <sub>1</sub>	45	-	-	ns	
SCLK Low 期間	t <sub>2</sub>	45	-	-	ns	
nCS Low から最初の SCLK 立ち下がりエッジまでの時間	t <sub>3</sub>	6	-	-	ns	
最後の SCLK 立ち上がりエッジから nCS が High になるまでの時間	t <sub>4</sub>	8	-	-	ns	
SDI 入力が有効になってから SCLK の立ち上がりエッジまでの時間	t <sub>5</sub>	10	-	-	ns	
SCLK の立ち上がりエッジから SDI 入力が無効になるまでの時間	t <sub>6</sub>	10	-	-	ns	
SCLK の立ち下がりエッジから SDI 出力が有効になるまでの時間 <sup>(Note 1)</sup>	t <sub>7</sub>	-	35	50	ns	

(Note 1) 読み出し中のみ

1. 書き込みフォーマット



2. 読み出しフォーマット





## レジスタマップ(Notes 1)

レジスタ アドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
00h	<a href="#">XHPL</a>	R	XHP [7:0]								
01h	<a href="#">XHPH</a>	R	XHP [15:8]								
02h	<a href="#">YHPL</a>	R	YHP [7:0]								
03h	<a href="#">YHPH</a>	R	YHP [15:8]								
04h	<a href="#">ZHPL</a>	R	ZHP [7:0]								
05h	<a href="#">ZHPH</a>	R	ZHP [15:8]								
06h	<a href="#">XOUTL</a>	R	XOUT [7:0]								
07h	<a href="#">XOUTH</a>	R	XOUT [15:8]								
08h	<a href="#">YOUTL</a>	R	YOUT [7:0]								
09h	<a href="#">YOUTH</a>	R	YOUT [15:8]								
0Ah	<a href="#">ZOUTL</a>	R	ZOUT [7:0]								
0Bh	<a href="#">ZOUTH</a>	R	ZOUT [15:8]								
0Ch	<a href="#">COTR</a>	R	COTR [7:0]								
0Eh	<a href="#">INS1</a>	R	WUFS2	BTS2	XNWU2	XPWU2	YNWU2	YPWU2	ZNWU2	ZPWU2	
0Fh	<a href="#">WHO_AM_I</a>	R/W	WAI [7:0]								
13h	<a href="#">INS2</a>	R	BTS	Reserved		DRDY	Reserved		WUFS	Reserved	
14h	<a href="#">INS3</a>	R	Reserved		XNWU	XPWU	YNWU	YPWU	ZNWU	ZPWU	
15h	<a href="#">STATUS_REG</a>	R	PC1_STAT	PARITY_F	CRC_F	INT	POR_STAT	STAT_REG	Reserved	WAKE	
17h	<a href="#">INT_REL</a>	R	INT_REL								
18h	<a href="#">CNTL1</a>	R/W	PC1	HR	DRDYE	GSEL [1:0]		Reserved	WUFE	Reserved	
19h	<a href="#">CNTL2</a>	R/W	SRST	COTC	INT1_OR	INT2_OR	Reserved				
1Ah	<a href="#">CNTL3</a>	R/W	Reserved					OWUF [2:0]			

(Note 1) 上記アドレス以外のアドレスへの書き込みはしないでください。

## レジスタマップ(Notes 1) - 続き

レジスタ アドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1Bh	<a href="#">ODCNTL</a>	R/W	IIR_BYPA SS	LPRO	Reserved		OSA [3:0]			
1Ch	<a href="#">INC1</a>	R/W	PW [1:0]		IEN1	IEA1	IEL1	PPOD	STPOL	SPI3E
1Dh	<a href="#">INC2</a>	R/W	Reserved	AOI	XNWUE	XPWUE	YNWUE	YPWUE	ZNWUE	ZPWUE
1Fh	<a href="#">INC4</a>	R/W	Reserved			DRDY1	BTSI1	Reserved	WUFI1	Reserved
20h	<a href="#">INC5</a>	R/W	Reserved	NCS_PU_ OFF	IEN2	IEA2	IEL2	ACLR2	ACLR1	Reserved
21h	<a href="#">INC6</a>	R/W	Reserved			DRDY2	BTSI2	Reserved	WUFI2	Reserved
23h	<a href="#">WUFC</a>	R/W	WUFC [7:0]							
2Ch	<a href="#">MAN_WAKE</a>	W	Reserved		MAN_WA KE2	MAN_SLE EP2	Reserved		MAN_WA KE	MAN_SLE EP
2Dh	<a href="#">BTS_CNTL</a>	R/W	BTSE	0	BTS_RES [2:0]			OBTS [2:0]		
2Eh	<a href="#">BTSC</a>	R/W	BTSC [7:0]							
2Fh	<a href="#">BTS_TH</a>	R/W	BTSTH [7:0]							
30h	<a href="#">WUF_TH</a>	R/W	WUFTH [7:0]							
31h	<a href="#">BTS_WUF_TH</a>	R/W	Reserved	BTSTH [10:8]			Reserved	WUFTH [10:8]		
35h	<a href="#">LP_CNTL</a>	R/W	1	AVC [2:0]			0	0	1	1
40h	<a href="#">WUF_TH2</a>	R/W	WUFTH2 [7:0]							
41h	<a href="#">BTS_WUF_TH2</a>	R/W	Reserved	BTSTH2 [10:8]			Reserved	WUFTH2 [10:8]		
42h	<a href="#">BTS_TH2</a>	R/W	BTSTH2 [7:0]							
43h	<a href="#">WUFC2</a>	R/W	WUFC2 [7:0]							
44h	<a href="#">BTSC2</a>	R/W	BTSC2 [7:0]							
45h	<a href="#">BTS_WUF_CNTL1</a>	R/W	WUFE2	BTSE2	OWUF2 [2:0]			OBTS2 [2:0]		
46h	<a href="#">BTS_WUF_CNTL2</a>	R/W	0	TH_MOD E	C_MODE _BTS	C_MODE _WUF	BTS_RES2 [2:0]			1
60h	<a href="#">SELFTEST</a>	W	SELFTEST [7:0] (activation key = CAh)							

(Note 1) 上記アドレス以外のアドレスへの書き込みはしないでください。

表記が '0' のレジスタには '0' 以外を書き込まないでください。表記が '1' のレジスタには '1' 以外を書き込まないでください。

## レジスタマップ - 続き

(00h-05h) XHPL, XHPH, YHPL, YHPH, ZHPL, ZHPH

レジスタ アドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
00h	<a href="#">XHPL</a>	R	XHP [7:0]							
01h	<a href="#">XHPH</a>	R	XHP [15:8]							
02h	<a href="#">YHPL</a>	R	YHP [7:0]							
03h	<a href="#">YHPH</a>	R	YHP [15:8]							
04h	<a href="#">ZHPL</a>	R	ZHP [7:0]							
05h	<a href="#">ZHPH</a>	R	ZHP [15:8]							

ビット	機能説明
XHP [15:0] YHP [15:0] ZHP [15:0]	加速度のハイパスフィルタ出力です。このデータは、CNTL3 レジスタの OWUF ビット、または BTS_CNTL レジスタの OBTS ビットのいずれかによって設定されるデータレート周期で更新されます。

(06h-0Bh) XOUTL, XOUTH, YOUTL, YOUTH, ZOUTL, ZOUTH

レジスタ アドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
06h	<a href="#">XOUTL</a>	R	XOUT [7:0]							
07h	<a href="#">XOUTH</a>	R	XOUT [15:8]							
08h	<a href="#">YOUTL</a>	R	YOUT [7:0]							
09h	<a href="#">YOUTH</a>	R	YOUT [15:8]							
0Ah	<a href="#">ZOUTL</a>	R	ZOUT [7:0]							
0Bh	<a href="#">ZOUTH</a>	R	ZOUT [15:8]							

ビット	機能説明
XOUT [15:0] YOUT [15:0] ZOUT [15:0]	加速度センサが有効化されている場合(CNTL1 レジスタの PC1 ビットが '1' に設定)、16 ビットの 3 軸加速度データがレジスタに格納されます。出力データは、2 の補数データ形式です。

レジスタマップ - 続き

データフォーマット:

16 ビット レジスタデータ (2 の補数)	10 進数 換算値	加速度レンジ = ±2 g	加速度レンジ = ±4 g	加速度レンジ = ±8 g
0111 1111 1111 1111	+32767	+1.99994 g	+3.99988 g	+7.99976 g
0111 1111 1111 1110	+32766	+1.99988 g	+3.99976 g	+7.99952 g
...	...	...	...	...
0000 0000 0000 0001	+1	+0.00006 g	+0.00012 g	+0.00024 g
0000 0000 0000 0000	0	0.00000 g	0.00000 g	0.00000 g
1111 1111 1111 1111	-1	-0.00006 g	-0.00012 g	-0.00024 g
...	...	...	...	...
1000 0000 0000 0001	-32767	-1.99994 g	-3.99988 g	-7.99976 g
1000 0000 0000 0000	-32768	-2.00000 g	-4.00000 g	-8.00000 g

(0Ch) COTR

レジスタ アドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0Ch	<a href="#">COTR</a>	R	COTR [7:0]							

初期値 55h

ビット	機能説明
COTR [7:0]	このビットはホストとの通信が適切に実施されているかの検証に使用できます。CNTL2 レジスタの COTC ビットが '1' に設定された場合、このレジスタの読み出し値は AAh になります。このレジスタから AAh を読み出した後、読み出し値は自動的に初期値(55h)に戻ります。また、CNTL2 レジスタの COTC ビットも自動で '0' にクリアされます。

## レジスタマップ - 続き

(0Eh) INS1

このレジスタは Wake-up2 機能と Back-to-sleep2 機能の状態を出力します。

レジスタ アドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0Eh	<a href="#">INS1</a>	R	WUFS2	BTS2	XNWU2	XPWU2	YNWU2	YPWU2	ZNWU2	ZPWU2

ビット	機能説明
WUFS2	Wake-up2 機能の状態を出力します。割り込みラッチ解放レジスタ (INT_REL) が読み出されると '0' にクリアされます。 WUFS2 = 0 - Wake-up2 イベントを検出していません。 WUFS2 = 1 - Wake-up2 イベントを検出しました。
BTS2	Back-to-sleep2 機能の割り込み状態を出力します。割り込みラッチ解放レジスタ (INT_REL) が読み出されると '0' にクリアされます。 BTS2 = 0 - Back-to-sleep2 イベントを検出していません。 BTS2 = 1 - Back-to-sleep2 イベントを検出しました。
XNWU2	Wake-up2 機能または Back-to-sleep2 機能の X 軸マイナス方向状態を出力します。
XPWU2	Wake-up2 機能または Back-to-sleep2 機能の X 軸プラス方向状態を出力します。
YNWU2	Wake-up2 機能または Back-to-sleep2 機能の Y 軸マイナス方向状態を出力します。
YPWU2	Wake-up2 機能または Back-to-sleep2 機能の Y 軸プラス方向状態を出力します。
ZNWU2	Wake-up2 機能または Back-to-sleep2 機能の Z 軸マイナス方向状態を出力します。
ZPWU2	Wake-up2 機能または Back-to-sleep2 機能の Z 軸プラス方向状態を出力します。

## レジスタマップ - 続き

(0Fh) WHO\_AM\_I

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0Fh	<a href="#">WHO_AM_I</a>	R/W	WAI [7:0]							

初期値 E0h

ビット	機能説明
WAI [7:0]	このレジスタは、工場出荷時に既知の値(E0h)が書き込まれています。製品の認識などに使用できます。

(13h) INS2

このレジスタは割り込みの発生源を出力します。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
13h	<a href="#">INS2</a>	R	BTS	Reserved		DRDY	Reserved		WUFS	Reserved

ビット	機能説明
BTS	Back-to-sleep 機能の割り込み状態を出力します。割り込みラッチ解放レジスタ (INT_REL)が読み出されると '0' にクリアされます。 BTS = 0 - Back-to-sleep イベントを検出していません。 BTS = 1 - Back-to-sleep イベントを検出しました。
DRDY	加速度データが更新されたことを出力します。加速度データの読み出し後、または割り込みラッチ解放レジスタ (INT_REL)読み出し後に '0' にクリアされます。 DRDY = 0 - 加速度データが更新されていません。 DRDY = 1 - 加速度データが更新されています。
WUFS	Wake-up 機能の状態を出力します。割り込みラッチ解放レジスタ (INT_REL)が読み出されると '0' にクリアされます。 WUFS = 0 - Wake-up イベントを検出していません。 WUFS = 1 - Wake-up イベントを検出しました。

(14h) INS3

このレジスタは Wake-up 機能と Back-to-sleep 機能の状態を出力します。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
14h	<a href="#">INS3</a>	R	Reserved		XNWU	XPWU	YNWU	YPWU	ZNWU	ZPWU

ビット	機能説明
XNWU	Wake-up 機能または Back-to-sleep 機能の X 軸マイナス方向状態を出力します。
XPWU	Wake-up 機能または Back-to-sleep 機能の X 軸プラス方向状態を出力します。
YNWU	Wake-up 機能または Back-to-sleep 機能の Y 軸マイナス方向状態を出力します。
YPWU	Wake-up 機能または Back-to-sleep 機能の Y 軸プラス方向状態を出力します。
ZNWU	Wake-up 機能または Back-to-sleep 機能の Z 軸マイナス方向状態を出力します。
ZPWU	Wake-up 機能または Back-to-sleep 機能の Z 軸プラス方向状態を出力します。

## レジスタマップ - 続き

## (15h) STATUS\_REG

このレジスタはデバイスの状態を出力します。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
15h	<a href="#">STATUS_REG</a>	R	PC1_STAT	PARITY_F	CRC_F	INT	POR_STAT	STAT_REG	Reserved	WAKE

ビット	機能説明
PC1_STAT	CNTL1 レジスタの PC1 ビットが反映されます。 PC1_STAT = 0 - CNTL1 レジスタの PC1 ビットが '0' に設定されています。 PC1_STAT = 1 - CNTL1 レジスタの PC1 ビットが '1' に設定されています。
PARITY_F	内部レジスタのパリティエラーを出力します。 PARITY_F = 0 - パリティエラーは発生していません。 PARITY_F = 1 - パリティエラーが発生した可能性があります。ソフトウェアリセット、もしくは加速度センサの電源電圧を再投入してください。
CRC_F	内蔵設定メモリ(OTP)の読み出しエラーを出力します。 CRC_F = 0 - OTP の読み出し成功しています。 CRC_F = 1 - OTP の読み出しに失敗した可能性があります。ソフトウェアリセット、もしくは加速度センサの電源電圧を再投入してください。
INT	割り込み発生の有無を出力します。全割り込み情報の OR 理論が出力されます。 INT = 0 - 割り込みイベントは検出されませんでした。 INT = 1 - 1 つ以上の割り込みイベントが検出されました。
POR_STAT	ソフトウェアリセット、もしくは電源投入による OTP の読み出しの発生有無を出力します。 POR_STAT = 0 - 電源投入もしくはソフトリセットイベントは発生していません。 POR_STAT = 1 - 電源投入もしくはソフトリセットイベントが発生しました。 STATUS_REG を読み出し後、自動的に '0' にクリアされます。
STAT_REG	加速度センシング状態を出力します。 STAT_REG = 0 - 加速度センサがスタンバイモード状態、VDD レベルが最小限必要な値を下回っている、出力データが有効ではない、のいずれかの状態の可能性があります。 STAT_REG = 1 - 加速度センサは正常に動作しています。
WAKE	モーション検出機能によって検出された状態を出力します。検出された状態を出力するのみで、パワーモードは変更されないことにご注意ください。電源投入後の初期状態は、Sleep 状態です。 WAKE = 0 - Sleep 状態が検出されています。 WAKE = 1 - Wake 状態が検出されています。

## (17h) INT\_REL

このレジスタが読み出されると割り込み状態がクリアされ、ラッチされた割り込み物理端子(INT1 端子, INT2 端子)が非アクティブ状態になります。読み出し値はダミーです。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
17h	<a href="#">INT_REL</a>	R	INT_REL							

レジスタマップ - 続き

(18h) CNTL1

このレジスタは加速度センサの主要な機能を設定します。このレジスタの値を変更するには、予めPC1ビットを‘0’に設定してください。(PC1ビットを除く)

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
18h	<a href="#">CNTL1</a>	R/W	PC1	HR	DRDYE	GSEL [1:0]		Reserved	WUFE	Reserved

初期値 00h

ビット	機能説明												
PC1	<p>加速度のセンシングの有無を設定します。スタンバイモードから低消費モードに移行する際は最大で 1.2/ODR の遅延時間がかかることにご注意ください。                      PC1 = 0 - KX310CR-MZ はスタンバイモードに設定されます。                      PC1 = 1 - KX310CR-MZ は低消費モードまたは高分解能モードに設定されます。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>PC1</th> <th>HR</th> <th>パワーモード</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Do not care</td> <td>スタンバイモード</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>低消費モード</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>高分解能モード</td> </tr> </tbody> </table>	PC1	HR	パワーモード	0	Do not care	スタンバイモード	1	0	低消費モード	1	1	高分解能モード
PC1	HR	パワーモード											
0	Do not care	スタンバイモード											
1	0	低消費モード											
1	1	高分解能モード											
HR	<p>パワーモードを決定します。加速度出力のノイズが ODR、HR、及び AVC の設定によって変化し、有効分解能が低下する場合がありますことにご注意ください。                      HR = 0 - PC1 = 1 の場合、KX310CR-MZ は低消費モードに設定されます。                      HR = 1 - PC1 = 1 の場合、KX310CR-MZ は高分解能モードに設定されます。</p>												
DRDYE	<p>Data Ready(新しい加速度データの準備通知)機能の有効、無効を設定します。                      DRDYE = 0 - Data Ready 機能が無効になります。                      DRDYE = 1 - Data Ready 機能が有効になります。</p>												
GSEL [1:0]	<p>加速度出力レンジを設定します。                      GSEL [1:0] = 0 - 加速度レンジが±2 g に設定されます。                      GSEL [1:0] = 1 - 加速度レンジが±4 g に設定されます。                      GSEL [1:0] = 2 - 加速度レンジが±8 g に設定されます。                      GSEL [1:0] = 3 - 設定しないでください。</p>												
WUFE	<p>Wake-up 機能の有効、無効を設定します。                      WUFE = 0 - Wake-up 機能が無効になります。                      WUFE = 1 - Wake-up 機能が有効になります。</p>												



レジスタマップ - 続き

(19h) CNTL2

このレジスタは加速度センサの主要な機能を設定します。このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
19h	<a href="#">CNTL2</a>	R/W	SRST	COTC	INT1_OR	INT2_OR	Reserved			

初期値 00h

ビット	機能説明
SRST	このビットに '1' を書き込むとソフトウェアリセットを実行します。ソフトウェアリセット中に SPI 通信でこのビットを読み出すと、'1' が読み出されます。I <sup>2</sup> C 通信で読み出した場合は、ソフトウェアリセット中は NACK を返します。 SRST = 0 - ソフトウェアリセットを開始しません。 SRST = 1 - ソフトウェアリセット動作を開始します。
COTC	このビットを読み出すことで、ホストとの通信が適切に実施されているかの検証に使用できます。 COTC = 0 - COTR ビットが 55h に設定されます。 COTC = 1 - COTR ビットが AAh に設定されます。COTC ビットは、COTR の読み取り後、自動的に '0' に戻ります。(COTR も 55h に戻ります)
INT1_OR	センシング状態を INT1 端子に出力します。この機能は割り込み出力機能よりも優先されるため、INT1 端子の割り込み設定は無視されます。 INT1_OR = 0 - INT1 端子にセンシング状態を出力しません。 INT1_OR = 1 - INT1 端子にセンシング状態を出力します。
INT2_OR	センシング状態を INT2 端子に出力します。この機能は割り込み出力機能よりも優先されるため、INT2 端子の割り込み設定は無視されます。 INT2_OR = 0 - INT2 端子にセンシング状態を出力しません。 INT2_OR = 1 - INT2 端子にセンシング状態を出力します。

(1Ah) CNTL3

このレジスタは加速度センサの主要な機能を設定します。このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1Ah	<a href="#">CNTL3</a>	R/W	Reserved					OWUF [2:0]		

初期値 00h

ビット	機能説明																		
OWUF [2:0]	Wake-up 機能とハイパスフィルタの出力データレート(ODR)を設定します。初期状態では 0.781 Hz です。 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>OWUF [2:0]</th> <th>出力データレート</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.781 Hz</td></tr> <tr><td>1</td><td>1.563 Hz</td></tr> <tr><td>2</td><td>3.125 Hz</td></tr> <tr><td>3</td><td>6.25 Hz</td></tr> <tr><td>4</td><td>12.5 Hz</td></tr> <tr><td>5</td><td>25 Hz</td></tr> <tr><td>6</td><td>50 Hz</td></tr> <tr><td>7</td><td>100 Hz</td></tr> </tbody> </table>	OWUF [2:0]	出力データレート	0	0.781 Hz	1	1.563 Hz	2	3.125 Hz	3	6.25 Hz	4	12.5 Hz	5	25 Hz	6	50 Hz	7	100 Hz
OWUF [2:0]	出力データレート																		
0	0.781 Hz																		
1	1.563 Hz																		
2	3.125 Hz																		
3	6.25 Hz																		
4	12.5 Hz																		
5	25 Hz																		
6	50 Hz																		
7	100 Hz																		

レジスタマップ - 続き

(1Bh) ODCNTL

このレジスタは加速度の出力データレート(ODR)とフィルタを設定します。このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1Bh	<a href="#">ODCNTL</a>	R/W	IIR_BYPA SS	LPRO	Reserved		OSA [3:0]			

初期値 06h

ビット	機能説明																																										
IIR_BYPASS	ローパスフィルタのバイパスを設定します。 IIR_BYPASS = 0 - ローパスフィルタが加速度データに適用されます。 IIR_BYPASS = 1 - ローパスフィルタが加速度データに適用されません。																																										
LPRO	ローパスフィルタのカットオフ周波数を設定します。 LPRO = 0 - ローパスフィルタのカットオフ周波数は ODR/9 に設定されます。 LPRO = 1 - ローパスフィルタのカットオフ周波数は ODR/2 に設定されます。																																										
OSA [3:0]	<p>加速度の出力データレートを設定します。初期状態では 50 Hz です。このデータレート設定は各種割り込み機能の ODR 設定と同じか、それ以上に設定してください。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>OSA [3:0]</th> <th>高分解能モード 出力データレート</th> <th>低消費モード 出力データレート</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.781 Hz</td><td>0.781 Hz</td></tr> <tr><td>1</td><td>1.563 Hz</td><td>1.563 Hz</td></tr> <tr><td>2</td><td>3.125 Hz</td><td>3.125 Hz</td></tr> <tr><td>3</td><td>6.25 Hz</td><td>6.25 Hz</td></tr> <tr><td>4</td><td>12.5 Hz</td><td>12.5 Hz</td></tr> <tr><td>5</td><td>25 Hz</td><td>25 Hz</td></tr> <tr><td>6</td><td>50 Hz</td><td>50 Hz</td></tr> <tr><td>7</td><td>100 Hz</td><td>100 Hz</td></tr> <tr><td>8</td><td>200 Hz</td><td>200 Hz</td></tr> <tr><td>9</td><td>400 Hz</td><td>400 Hz</td></tr> <tr><td>10</td><td>800 Hz</td><td>設定しないでください。</td></tr> <tr><td>11</td><td>1600 Hz</td><td>設定しないでください。</td></tr> <tr><td>12 - 15</td><td>設定しないでください。</td><td>設定しないでください。</td></tr> </tbody> </table>	OSA [3:0]	高分解能モード 出力データレート	低消費モード 出力データレート	0	0.781 Hz	0.781 Hz	1	1.563 Hz	1.563 Hz	2	3.125 Hz	3.125 Hz	3	6.25 Hz	6.25 Hz	4	12.5 Hz	12.5 Hz	5	25 Hz	25 Hz	6	50 Hz	50 Hz	7	100 Hz	100 Hz	8	200 Hz	200 Hz	9	400 Hz	400 Hz	10	800 Hz	設定しないでください。	11	1600 Hz	設定しないでください。	12 - 15	設定しないでください。	設定しないでください。
OSA [3:0]	高分解能モード 出力データレート	低消費モード 出力データレート																																									
0	0.781 Hz	0.781 Hz																																									
1	1.563 Hz	1.563 Hz																																									
2	3.125 Hz	3.125 Hz																																									
3	6.25 Hz	6.25 Hz																																									
4	12.5 Hz	12.5 Hz																																									
5	25 Hz	25 Hz																																									
6	50 Hz	50 Hz																																									
7	100 Hz	100 Hz																																									
8	200 Hz	200 Hz																																									
9	400 Hz	400 Hz																																									
10	800 Hz	設定しないでください。																																									
11	1600 Hz	設定しないでください。																																									
12 - 15	設定しないでください。	設定しないでください。																																									

レジスタマップ – 続き

(1Ch) INC1

このレジスタは、物理割り込み端子、Self-test の極性 SPI インタフェースモードの設定を制御します。このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1Ch	<a href="#">INC1</a>	R/W	PW [1:0]		IEN1	IEA1	IEL1	PPOD	STPOL	SPI3E

初期値 10h

ビット	機能説明
PW [1:0]	物理割り込み端子 INT1 及び INT2 の割り込みパルス幅を設定します。 PW = 0 - パルス幅が 50 μs に設定されます。 PW = 1 - パルス幅が OSA 周期に設定されます。 PW = 2 - パルス幅が OSA 周期の 2 倍に設定されます。 PW = 3 - 使用しません。
IEN1	物理割り込み端子 INT1 の有効、無効を設定します。 IEN1 = 0 - 物理割り込み端子が無効になります。 IEN1 = 1 - 物理割り込み端子が有効になります。
IEA1	物理割り込み端子 INT1 の極性を設定します。 IEA1 = 0 - 物理割り込み端子の極性がアクティブ Low に設定されます。 IEA1 = 1 - 物理割り込み端子の極性がアクティブ High に設定されます。
IEL1	物理割り込み端子 INT1 の割り込みモードを設定します。 IEL1 = 0 - 物理割り込み端子は、INT_REL 読み出しによってクリアされるまでラッチされます。 IEL1 = 1 - 物理割り込み端子は、PW で設定されたパルスを生成します。
PPOD	物理割り込み端子 INT1 及び INT2 の出力モードを設定します。 PPOD = 0 - 物理割り込み端子はプッシュプルモードに設定されます。 PPOD = 1 - 物理割り込み端子はオープンドレインモードに設定されます。
STPOL	Self-test の極性を設定します。 STPOL = 0 - Self-test の極性は標準です。 STPOL = 1 - Self-test の極性が反転します。
SPI3E	3 線式 SPI インタフェースを有効に設定します。 SPI3E = 0 - 4 線式 SPI モードに設定されます。 SPI3E = 1 - 3 線式 SPI モードに設定されます。

## レジスタマップ - 続き

(1Dh) INC2

このレジスタはモーション検出機能(Wake-up、Wake-up2、Back-to-sleep 及び Back-to-sleep2)を設定します。このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1Dh	<a href="#">INC2</a>	R/W	Reserved	AOI	XNWUE	XPWUE	YNWUE	YPWUE	ZNWUE	ZPWUE

初期値 3Fh

ビット	機能説明
AOI	Wake-up 及び Wake-up2 検出の AND 理論、OR 理論を設定します。 AOI = 0 - 有効化された軸方向の OR 理論でモーションを検出します。 AOI = 1 - 有効化された軸方向の AND 理論でモーションを検出します。  すべての軸方向が有効になっている場合の例を示します。 OR 理論では(XN   XP   YN   YP   ZN   ZP)でモーションを検出します。 AND 理論では(XN   XP) & (YN   YP) & (ZN   ZP)でモーションを検出します。
XNWUE	Wake-up 及び Wake-up2 機能の軸方向の有効、無効を設定します。 XNWUE = 0 - X 軸マイナス方向が無効になります。 XNWUE = 1 - X 軸マイナス方向が有効になります。
XPWUE	Wake-up 及び Wake-up2 機能の軸方向の有効、無効を設定します。 XPWUE = 0 - X 軸プラス方向が無効になります。 XPWUE = 1 - X 軸プラス方向が有効になります。
YNWUE	Wake-up 及び Wake-up2 機能の軸方向の有効、無効を設定します。 YNWUE = 0 - Y 軸マイナス方向が無効になります。 YNWUE = 1 - Y 軸マイナス方向が有効になります。
YPWUE	Wake-up 及び Wake-up2 機能の軸方向の有効、無効を設定します。 YPWUE = 0 - Y 軸プラス方向が無効になります。 YPWUE = 1 - Y 軸プラス方向が有効になります。
ZNWUE	Wake-up 及び Wake-up2 機能の軸方向の有効、無効を設定します。 ZNWUE = 0 - Z 軸マイナス方向が無効になります。 ZNWUE = 1 - Z 軸マイナス方向が有効になります。
ZPWUE	Wake-up 及び Wake-up2 機能の軸方向の有効、無効を設定します。 ZPWUE = 0 - Z 軸プラス方向が無効になります。 ZPWUE = 1 - Z 軸プラス方向が有効になります。

## レジスタマップ - 続き

(1Fh) INC4

このレジスタは、物理割り込み端子 INT1 への割り込み出力を設定します。このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1Fh	<a href="#">INC4</a>	R/W	Reserved			DRDYI1	BTSI1	Reserved	WUF11	Reserved

初期値 00h

ビット	機能説明
DRDYI1	Data Ready 機能の割り込み出力有効、無効を設定します。 DRDYI1 = 0 - 割り込みは物理割り込み端子 INT1 に出力されません。 DRDYI1 = 1 - 割り込みは物理割り込み端子 INT1 に出力されます。
BTSI1	Back-to-sleep 機能の割り込み出力有効、無効を設定します。 BTSI1 = 0 - 割り込みは物理割り込み端子 INT1 に出力されません。 BTSI1 = 1 - 割り込みは物理割り込み端子 INT1 に出力されます。
WUF11	Wake-up 機能の割り込み出力有効、無効を設定します。 WUF11 = 0 - 割り込みは物理割り込み端子 INT1 に出力されません。 WUF11 = 1 - 割り込みは物理割り込み端子 INT1 に出力されます。

レジスタマップ - 続き

(20h) INC5

このレジスタは、物理割り込み端子の設定と nCS 端子プルアップを制御します。このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
20h	<a href="#">INC5</a>	R/W	Reserved	NCS_PU_OFF	IEN2	IEA2	IEL2	ACLR2	ACLR1	Reserved

初期値 10h

ビット	機能説明
NCS_PU_OFF	nCS 端子のプルアップを設定します。初期状態ではプルアップされています。 NCS_PU_OFF = 0 - nCS 端子はプルアップされます。 NCS_PU_OFF = 1 - nCS 端子はプルアップされません。
IEN2	物理割り込み端子 INT2 の有効、無効を設定します。 IEN2 = 0 - 物理割り込み端子が無効になります。 IEN2 = 1 - 物理割り込み端子が有効になります。
IEA2	物理割り込み端子 INT2 の極性を設定します。 IEA2 = 0 - 物理割り込み端子の極性がアクティブ Low に設定されます。 IEA2 = 1 - 物理割り込み端子の極性がアクティブ High に設定されます。
IEL2	物理割り込み端子 INT2 の割り込みモードを設定します。 IEL2 = 0 - 物理割り込み端子は、INT_REL 読み出しによってクリアされるまでラッチされます。 IEL2 = 1 - 物理割り込み端子は、PW で設定されたパルスを生成します。
ACLR2	モーション検出機能の物理割り込み端子 INT2 自動ラッチクリアの有効、無効を設定します。 ACLR2 = 0 - ラッチされた割り込みは自動的にクリアされません。INT_REL 読み出しによってクリアされるまでは、たとえ検出したとしてもパルス割り込みは発生しません。 ACLR2 = 1 - ラッチされた割り込みは自動的にクリアされます。INT_REL 読み出しをしなくても、検出毎にパルス割り込みは発生します。
ACLR1	モーション検出機能の物理割り込み端子 INT1 自動ラッチクリアの有効、無効を設定します。 ACLR1 = 0 - ラッチされた割り込みは自動的にクリアされません。INT_REL 読み出しによってクリアされるまでは、たとえ検出したとしてもパルス割り込みは発生しません。 ACLR1 = 1 - ラッチされた割り込みは自動的にクリアされます。INT_REL 読み出しをしなくても、検出毎にパルス割り込みは発生します。

## レジスタマップ - 続き

(21h) INC6

このレジスタは、物理割り込み端子への割り込み出力を設定します。このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタ アドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
21h	<a href="#">INC6</a>	R/W	Reserved			DRDYI2	BTSI2	Reserved	WUFI2	Reserved

初期値 00h

ビット	機能説明
DRDYI2	Data Ready 機能の割り込み出力有効、無効を設定します。 DRDYI2 = 0 - 割り込みは物理割り込み端子 INT2 に出力されません。 DRDYI2 = 1 - 割り込みは物理割り込み端子 INT2 に出力されます。
BTSI2	Back-to-sleep 機能の割り込み出力有効、無効を設定します。 BTSI2 = 0 - 割り込みは物理割り込み端子 INT2 に出力されません。 BTSI2 = 1 - 割り込みは物理割り込み端子 INT2 に出力されます。
WUFI2	Wake-up 機能の割り込み出力有効、無効を設定します。 WUFI2 = 0 - 割り込みは物理割り込み端子 INT2 に出力されません。 WUFI2 = 1 - 割り込みは物理割り込み端子 INT2 に出力されます。

レジスタマップ - 続き

(23h) WUFC

このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
23h	<a href="#">WUFC</a>	R/W	WUFC [7:0]							

初期値 00h

ビット	機能説明
WUFC [7:0]	Wake-up 機能のカウント数を設定します。このカウント数に、OWUF ビットで設定されるデータレートの周期をかけると、カウント時間になります。Wake-up 割り込みを発生させるためには、カウント時間の間、閾値判定条件を満たし続ける必要があります。

(2Ch) MAN\_WAKE

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
2Ch	<a href="#">MAN_WAKE</a>	W	Reserved		MAN_WAKE2	MAN_SLEEP2	Reserved		MAN_WAKE	MAN_SLEEP

初期値 00h

ビット	機能説明
MAN_WAKE2	モーション検出機能の状態を強制的に上書きします。 MAN_WAKE2 = 0 - 現在の状態を維持します。 MAN_WAKE2 = 1 - Wake-up2、Back-to-sleep2 機能の状態が強制的に WAKE 状態になります。(このビットは、自動的にクリアされます)
MAN_SLEEP2	モーション検出機能の状態を強制的に上書きします。 MAN_SLEEP2 = 0 - 現在の状態を維持します。 MAN_SLEEP2 = 1 - Wake-up2、Back-to-sleep2 機能の状態が強制的に SLEEP を検出した状態になります。(このビットは、自動的にクリアされます)
MAN_WAKE	モーション検出機能の状態を強制的に上書きします。 MAN_WAKE = 0 - 現在の状態を維持します。 MAN_WAKE = 1 - Wake-up、Back-to-sleep 機能の状態が強制的に WAKE 状態になります。(このビットは、自動的にクリアされます)
MAN_SLEEP	モーション検出機能の状態を強制的に上書きします。 MAN_SLEEP = 0 - 現在の状態を維持します。 MAN_SLEEP = 1 - Wake-up、Back-to-sleep 機能の状態が強制的に SLEEP を検出した状態になります。(このビットは、自動的にクリアされます)



## レジスタマップ - 続き

(2Dh) BTS\_CNTL

このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタ アドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
2Dh	<a href="#">BTS_CNTL</a>	R/W	BTSE	0	BTS_RES [2:0]			OBTS [2:0]		

初期値 00h

ビット	機能説明																		
BTSE	Back-to-sleep 機能の有効、無効を設定します。 BTSE = 0 - Back-to-sleep 機能が無効となります。 BTSE = 1 - Back-to-sleep 機能が有効になります。																		
BTS_RES [2:0]	Back-to-sleep 機能のカウンタ精度を設定します。詳細は BTSC の機能説明をご参照ください。																		
OBTS [2:0]	Back-to-sleep 機能とハイパスフィルタの出カデータレート(ODR)を設定します。 初期状態では 0.781 Hz です。 <table border="1" data-bbox="742 801 1305 1176"> <thead> <tr> <th>OBTS [2:0]</th> <th>出カデータレート</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0.781 Hz</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1.563 Hz</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3.125 Hz</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6.25 Hz</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>12.5 Hz</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>25 Hz</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>50 Hz</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>100 Hz</td> </tr> </tbody> </table>	OBTS [2:0]	出カデータレート	0	0.781 Hz	1	1.563 Hz	2	3.125 Hz	3	6.25 Hz	4	12.5 Hz	5	25 Hz	6	50 Hz	7	100 Hz
OBTS [2:0]	出カデータレート																		
0	0.781 Hz																		
1	1.563 Hz																		
2	3.125 Hz																		
3	6.25 Hz																		
4	12.5 Hz																		
5	25 Hz																		
6	50 Hz																		
7	100 Hz																		

## レジスタマップ - 続き

(2Eh) BTSC

このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
2Eh	<a href="#">BTSC</a>	R/W	BTSC [7:0]							

初期値 00h

ビット	機能説明
BTSC [7:0]	Back-to-sleep 機能の状態タイマのカウンタを設定します。各カウンタは OBTS ビットと BTS_RES ビットで設定される周期(1/ODR) x 2 <sup>(BTS_RES)</sup> で計算されます。Back-to-sleep 割り込みを発生させるためには、カウンタ時間の間、閾値判定条件を満たし続ける必要があります。

(2Fh-31h) BTS\_TH, WUF\_TH, BTS\_WUF\_TH

このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
2Fh	<a href="#">BTS_TH</a>	R/W	BTSTH [7:0]							

初期値 80h

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
30h	<a href="#">WUF_TH</a>	R/W	WUFTH [7:0]							

初期値 80h

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
31h	<a href="#">BTS_WUF_TH</a>	R/W	Reserved	BTSTH [10:8]			Reserved	WUFTH [10:8]		

初期値 00h

ビット	機能説明
BTSTH [10:0]	Back-to-sleep 機能の閾値を設定します。初期状態で 0.5 g の加速度変化に対応するように設定してあります。

ビット	機能説明
WUFTH [10:0]	Wake-up 機能の閾値を設定します。初期状態で 0.5 g の加速度変化に対応するように設定してあります。

## レジスタマップ - 続き

(35h) LP\_CNTL

このレジスタは低消費モードの加速度センサ出力平均化回数を設定します。このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
35h	<a href="#">LP_CNTL</a>	R/W	1	AVC [2:0]			0	0	1	1

初期値 C3h

ビット	機能説明																		
AVC [2:0]	<p>低消費モードでの平均化回数を設定します。初期状態では 16 回平均です。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>AVC [2:0]</th> <th>Number of Averaging</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>設定しないでください。</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2 回平均</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4 回平均</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8 回平均</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>16 回平均</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>32 回平均</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>64 回平均</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>128 回平均</td> </tr> </tbody> </table>	AVC [2:0]	Number of Averaging	0	設定しないでください。	1	2 回平均	2	4 回平均	3	8 回平均	4	16 回平均	5	32 回平均	6	64 回平均	7	128 回平均
AVC [2:0]	Number of Averaging																		
0	設定しないでください。																		
1	2 回平均																		
2	4 回平均																		
3	8 回平均																		
4	16 回平均																		
5	32 回平均																		
6	64 回平均																		
7	128 回平均																		

(40h-42h) WUF\_TH2, BTS\_WUF\_TH2, BTS\_TH2

このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
40h	<a href="#">WUF_TH2</a>	R/W	WUFTH2 [7:0]							

初期値 80h

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
41h	<a href="#">BTS_WUF_TH2</a>	R/W	Reserved	BTSTH2 [10:8]			Reserved	WUFTH2 [10:8]		

初期値 00h

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
42h	<a href="#">BTS_TH2</a>	R/W	BTSTH2 [7:0]							

初期値 80h

ビット	機能説明
BTSTH2 [10:0]	Back-to-sleep2 機能の閾値を設定します。初期状態で 0.5 g の加速度変化に対応するように設定してあります。

ビット	機能説明
WUFTH2 [10:0]	Wake-up2 機能の閾値を設定します。初期状態で 0.5 g の加速度変化に対応するように設定してあります。

## レジスタマップ - 続き

(43h) WUFC2

このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタ アドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
43h	<a href="#">WUFC2</a>	R/W	WUFC2 [7:0]							

初期値 00h

ビット	機能説明
WUFC2 [7:0]	Wake-up2 機能のカウント数を設定します。このカウント数に、OWUF2 ビットで設定されるデータレートの周期をかけると、カウント時間になります。Wake-up2 割り込みを発生させるためには、カウント時間の間、閾値判定条件を満たし続ける必要があります。

(44h) BTSC2

このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタ アドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
44h	<a href="#">BTSC2</a>	R/W	BTSC2 [7:0]							

初期値 00h

ビット	機能説明
BTSC2 [7:0]	Back-to-sleep2 機能の状態タイマのカウントを設定します。各カウントは OBTS2 ビットと BTS_RES2 ビットで設定される周期(1/ODR) x 2 <sup>(BTS_RES2)</sup> で計算されます。Back-to-sleep2 割り込みを発生させるためには、カウント時間の間、閾値判定条件を満たし続ける必要があります。

レジスタマップ - 続き

(45h) BTS\_WUF\_CNTL1

このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタ アドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
45h	<a href="#">BTS_WUF_CNTL1</a>	R/W	WUFE2	BTSE2	OWUF2 [2:0]			OBTS2 [2:0]		

初期値 00h

ビット	機能説明																		
WUFE2	Wake-up2 機能を有効、無効を設定します。 WUFE2 = 0 - Wake-up2 機能が無効になります。 WUFE2 = 1 - Wake-up2 機能が有効になります。																		
BTSE2	Back-to-sleep2 機能の有効、無効を設定します。 BTSE2 = 0 - Back-to-sleep2 機能が無効となります。 BTSE2 = 1 - Back-to-sleep2 機能が有効になります。																		
OWUF2 [2:0]	Wake-up2 機能の出力データレート(ODR)を設定します。初期状態では 0.781 Hz です。 <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th>OWUF2 [2:0]</th> <th>出力データレート</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.781 Hz</td></tr> <tr><td>1</td><td>1.563 Hz</td></tr> <tr><td>2</td><td>3.125 Hz</td></tr> <tr><td>3</td><td>6.25 Hz</td></tr> <tr><td>4</td><td>12.5 Hz</td></tr> <tr><td>5</td><td>25 Hz</td></tr> <tr><td>6</td><td>50 Hz</td></tr> <tr><td>7</td><td>100 Hz</td></tr> </tbody> </table>	OWUF2 [2:0]	出力データレート	0	0.781 Hz	1	1.563 Hz	2	3.125 Hz	3	6.25 Hz	4	12.5 Hz	5	25 Hz	6	50 Hz	7	100 Hz
OWUF2 [2:0]	出力データレート																		
0	0.781 Hz																		
1	1.563 Hz																		
2	3.125 Hz																		
3	6.25 Hz																		
4	12.5 Hz																		
5	25 Hz																		
6	50 Hz																		
7	100 Hz																		
OBTS2 [2:0]	Back-to-sleep2 機能の出力データレート(ODR)を設定します。初期状態では 0.781 Hz です。 <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th>OBTS2 [2:0]</th> <th>出力データレート</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.781 Hz</td></tr> <tr><td>1</td><td>1.563 Hz</td></tr> <tr><td>2</td><td>3.125 Hz</td></tr> <tr><td>3</td><td>6.25 Hz</td></tr> <tr><td>4</td><td>12.5 Hz</td></tr> <tr><td>5</td><td>25 Hz</td></tr> <tr><td>6</td><td>50 Hz</td></tr> <tr><td>7</td><td>100 Hz</td></tr> </tbody> </table>	OBTS2 [2:0]	出力データレート	0	0.781 Hz	1	1.563 Hz	2	3.125 Hz	3	6.25 Hz	4	12.5 Hz	5	25 Hz	6	50 Hz	7	100 Hz
OBTS2 [2:0]	出力データレート																		
0	0.781 Hz																		
1	1.563 Hz																		
2	3.125 Hz																		
3	6.25 Hz																		
4	12.5 Hz																		
5	25 Hz																		
6	50 Hz																		
7	100 Hz																		

レジスタマップ – 続き

(46h) BTS\_WUF\_CNTL2

このレジスタはモーション検出機能を設定します。このレジスタの値を変更するには、予め PC1 ビットを '0' に設定してください。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
46h	<a href="#">BTS_WUF_CNTL2</a>	R/W	0	TH_MODE E	C_MODE _BTS	C_MODE _WUF	BTS_RES2 [2:0]			1

初期値 41h

ビット	機能説明
TH_MODE	モーション検出機能の閾値モードを設定します。 TH_MODE = 0 - 絶対閾値モードに設定されます。 TH_MODE = 1 - 相対閾値モードに設定されます。
C_MODE_BTS	Back-to-sleep 及び Back-to-sleep2 機能のカウンタ動作モードを設定します。 C_MODE_BTS = 0 - カウンタはインクリメント、もしくはリセットするように設定されます。 C_MODE_BTS = 1 - カウンタはインクリメント、もしくはデクリメントするように設定されます。
C_MODE_WUF	Wake-up 及び Wake-up2 機能のカウンタ動作モードを設定します。 C_MODE_WUF = 0 - カウンタはインクリメント、もしくはリセットするように設定されます。 C_MODE_WUF = 1 - カウンタはインクリメント、もしくはデクリメントするように設定されます。
BTS_RES2 [2:0]	Back-to-sleep2 機能のカウンタ精度を設定します。詳細は BTSC2 ビットの機能説明をご参照ください。

(60h) SELFTEST

このレジスタは Self-test を有効、無効に設定します。

レジスタアドレス	レジスタ名	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
60h	<a href="#">SELFTEST</a>	W	SELFTEST [7:0] (activation key = CAh)							

ビット	機能説明
SELFTEST [7:0]	このビットに有効化値(CAh)を書き込むと、Self-test モードになります。このビットに 00h を書き込むと通常モードに戻ります。

Self-test を実行するには、次の手順が必要です。

- (1) CNTL1 レジスタの PC1 ビットを '0' に設定してスタンバイモードします。
- (2) このレジスタに CAh を書き込んで、Self-test 機能を有効にします。
- (3) CNTL1 レジスタの PC1 ビットを '1' に設定して高分解能モードもしくは低電力モードにします。

Self-test 機能を有効にすると加速度センサに疑似的な加速度が印可され、X、Y、Z 軸の出力が DC シフトします。Self-test 応答(ST)の計算式を下に示します。

$$ST [g] = |(( OUTPUT\_ST\_ON [counts]) - ( OUTPUT\_ST\_OFF [counts] ))| / 感度 [counts/g]$$

Self-test によるシフト値(電気的特性の表の Self-test での出力変化量を参照)より加速度センサが機械的に動作する状態かご確認頂けます。Self-test モードを無効にするには、次のいずれかの方法をご使用ください。

- ・電源を再投入してください。
- ・CNTL2 レジスタの SRST ビットを '1' に設定してソフトウェアリセットを実行してください。
- ・CNTL1 レジスタの PC1 ビットを '0' に設定した後、SELFTEST レジスタに 00h を書き込んでください。

## モーション割込み

モーション検出機能による高分解能な閾値割込みを備えています。これらの機能を使用すると、加速度センサの出力変化が定義された閾値を下回った場合(Back-to-sleep、Back-to-sleep2 イベント)、または閾値を超えた場合(Wake-up、Wake-up2 イベント)に割込みを発生します。この機能は割込みを生成するだけで、パワーモード、データレートなどの設定は変更されないことにご注意ください。KX310CR-MZには2つのモーション検出エンジン(WUF/BTS、WUF2/BTS2)があり、独立して設定することができます。

### 1. 有効化、無効化

モーション検出機能は WUFE、WUFE2、BTSE 及び BTSE2 ビットを使用して有効、無効を設定できます。モーション検出の方向は INC2 レジスタで任意の軸に対して設定できます。

### 2. デバウンスカウンタ

モーション検出機能には、モーションを検出するためのカウンタが内蔵されています。このカウンタ機能は C\_MODE\_BTS ビットまたは C\_MODE\_WUF ビットを使用して設定できます。カウンタは、加速度センサのデータが閾値を下回ったり上回ったりした場合に、自身をリセットまたはデクリメントするように構成できます。Wake-up 及び Wake-up2 機能の WUFC、WUFC2 は OWUF、OWUF2 で設定されたデータレート周期でカウントされます。同様に Back-to-sleep 及び Back-to-sleep2 機能の BTSC、BTSC2 は OBTS、OBTS2 ビットで設定されたデータレート周期でカウントされます。Back-to-sleep カウンタの精度は BTS\_RES/BTS\_RES2 ビットで設定できます。次に遅延時間からレジスタ値の計算方法を示します。

WUFC (counts) = 遅延時間 (秒) x Wake-up 機能 ODR (Hz)

WUFC2 (counts) = 遅延時間 (秒) x Wake-up2 機能 ODR (Hz)

BTSC (counts) = 遅延時間 (秒) x Back-to-sleep 機能 ODR (Hz) /  $2^{\text{Back-to-sleep カウンタ精度}}$

BTSC2 (counts) = 遅延時間 (秒) x Back-to-sleep2 機能 ODR (Hz) /  $2^{\text{Back-to-sleep2 カウンタ精度}}$

### 3. 閾値の分解能

モーション割込み閾値は WUFTH [10:0]、WUFTH2 [10:0]、BTSTH [10:0]及び BTSTH2 [10:0]ビットによって設定されます。CNTL1 レジスタの GSEL [1:0]ビットで設定される加速度出力レンジに関わらず、これらのレジスタの値は加速度センサの 8 g 出力の上位 11 ビットと比較されます。閾値の計算方法を示します。

$2048 \text{ counts}/8 \text{ g} = 256 \text{ counts/g}$  または  $3.9 \text{ mg}/\text{counts}$

### 4. 相対、絶対閾値モードの選択

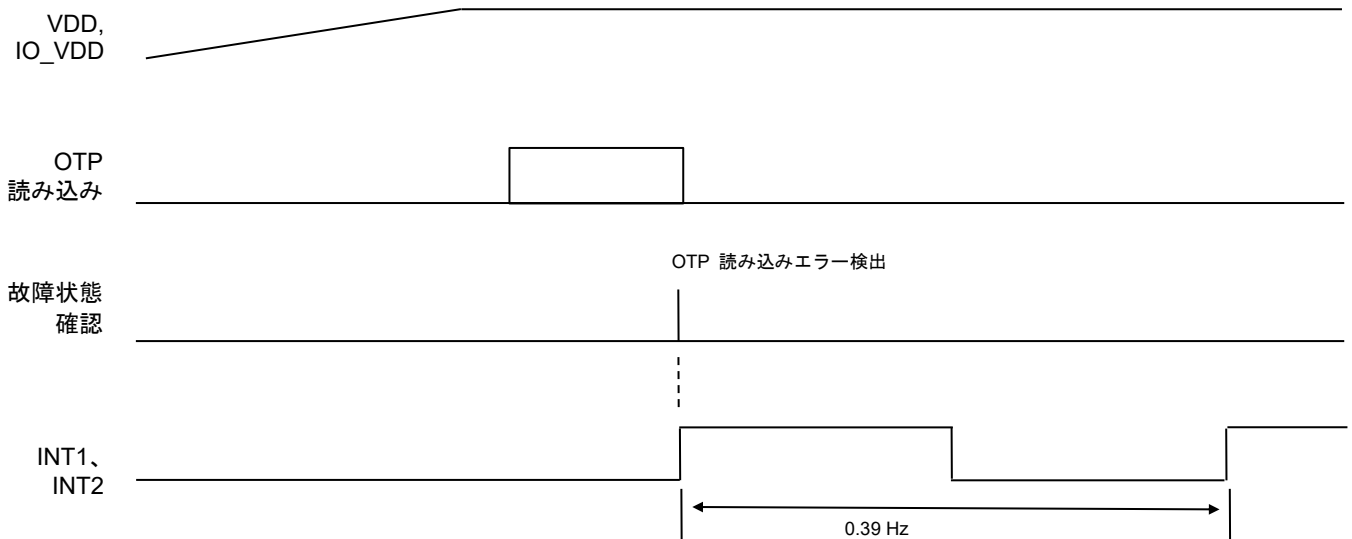
モーション割込みに使用される閾値モードは TH\_MODE ビットで絶対加速度値または相対加速度値のいずれかに設定できます。相対加速閾値モードが選択された場合、モーション検出機能は現在の加速度データと以前の加速度データの差分と閾値の比較を行います。絶対加速度閾値モードが選択された場合、モーション検出機能は加速度データの絶対値と閾値の比較を行います。

## エラー通知機能

KX310CR-MZにはINT1及びINT2に出力される2つのエラー通知機能があります。これらのエラー通知はSTATUS\_REGレジスタのCRC\_FとPARITY\_Fビットにも出力されます。なお、エラー通知機能は割り込み機能と状態出力機能よりも優先されます。

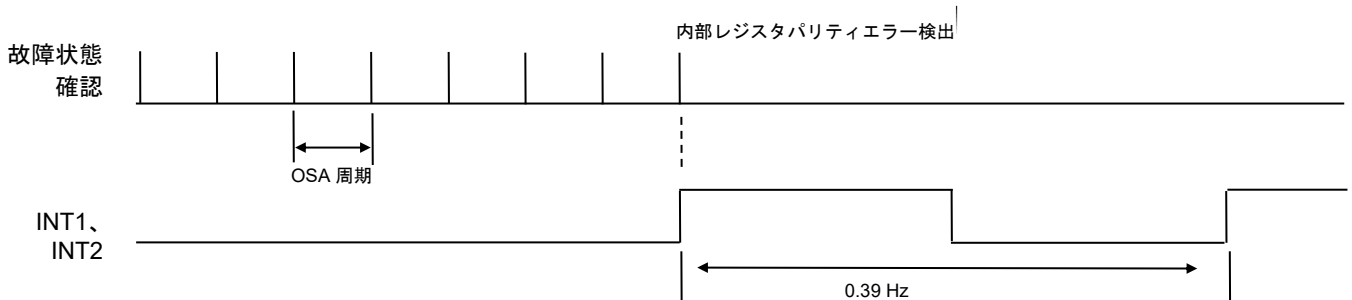
### 1. OTP 読み込みエラー

エラーが検出されるとCRC\_Fビットが‘1’になり、INT1端子とINT2端子が0.39 Hzでトグルします。エラーが検出されたら、ソフトウェアリセットを実行するか、デバイスの電源を再投入してください。エラーのチェックは電源投入後、もしくはソフトリセット後にのみ実行されます。エラーが検出された場合はKX310CR-MZはPC1ビットが‘1’に設定されていたとしてもスタンバイモードとなります。



### 2. 内部レジスタパリティエラー

エラーが検出されるとPARITY\_Fビットが‘1’になり、INT1端子とINT2端子が0.39 Hzでトグルします。エラーが検出されたら、ソフトウェアリセットを実行するか、デバイスの電源を再投入してください。この通知機能は高分解能モード及び低電力モードでのみ有効で、エラーの検出はOSAで設定される出力データレート毎に実施されます。





特性データ

(参考データ)

(特に指定のない限り  $V_{IO\_VDD} = 3.0\text{ V}$ ,  $V_{VDD} = 3.0\text{ V}$ ,  $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$ )

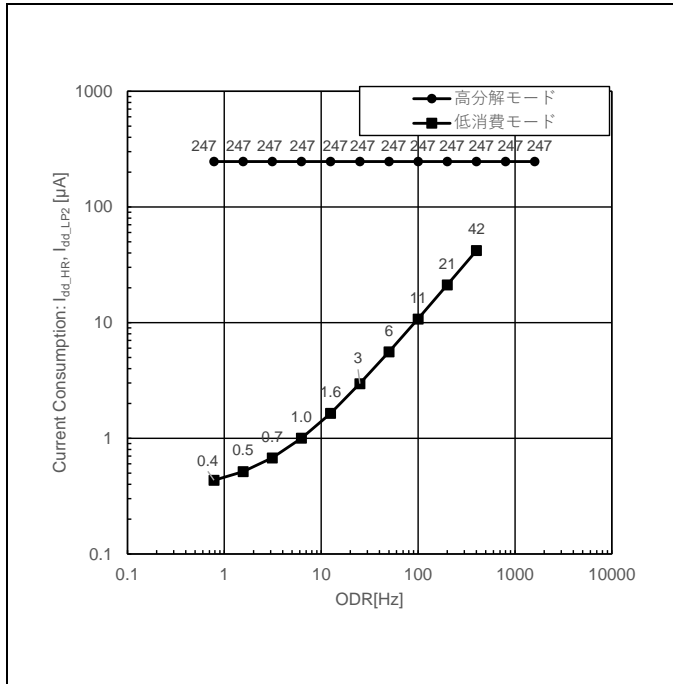


Figure 1. 消費電流 vs ODR

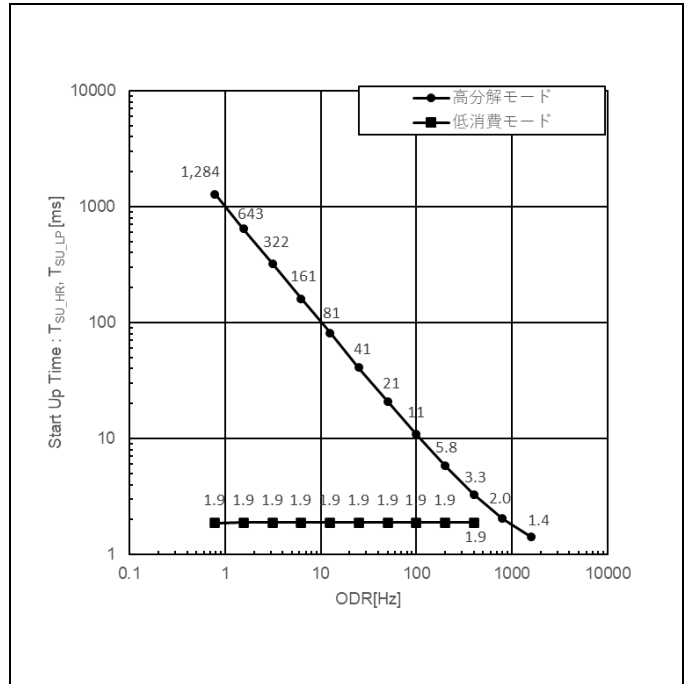
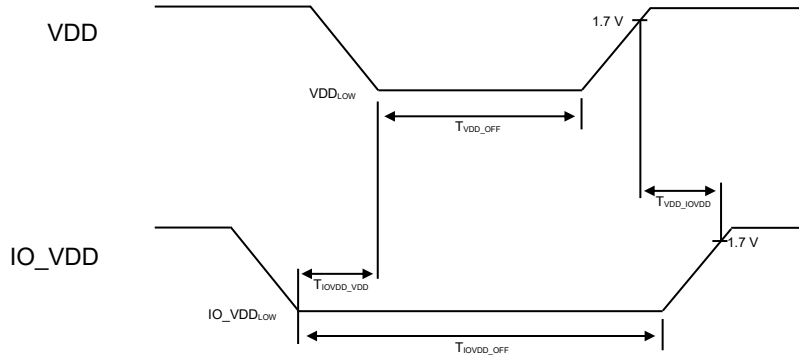


Figure 2. スタートアップ時間 vs ODR

電源投入手順

パワーオンリセット(POR)が正しく機能するかどうかは、個々のアプリケーションの電源電圧プロファイルに依存します。IO\_VDD<sub>LOW</sub>、VDD<sub>LOW</sub>を最小化し T<sub>IO\_VDD\_OFF</sub>、T<sub>VDD\_OFF</sub>を最大化することを推奨します。また、IO\_VDD、VDDのランプアップは単調であることをお勧めします。適切にPORを実行するには、お客様のご使用になるパラメータ及び温度の範囲でアプリケーションを評価する必要があります。ベンチテストでは、適切にPORが実行される範囲を実測しています。



(特に指定のない限り V<sub>VDD</sub> = 3.0 V, V<sub>IO\_VDD</sub> = 3.0 V, Ta = 25 °C)

項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
VDD オフ時間	T <sub>VDD_OFF</sub>	20	-	-	ms	
IO_VDD オフ時間	T <sub>IO_VDD_OFF</sub>	20	-	-	ms	
VDD Low 電圧	VDD <sub>LOW</sub>	-	-	200	mV	
IO_VDD Low 電圧	IO_VDD <sub>LOW</sub>	-	-	200	mV	
IO_VDD Low から VDD Low までの時間	T <sub>IOVDD_VDD</sub>	0	-	-	ms	
VDD High から IO_VDD High までの時間	T <sub>VDD_IOVDD</sub>	0	-	-	ms	

(Note) VDD と IO\_VDD は、常に単調ランプである必要があります。

V<sub>IO\_VDD</sub> は V<sub>VDD</sub> 以下にしておく必要があります。

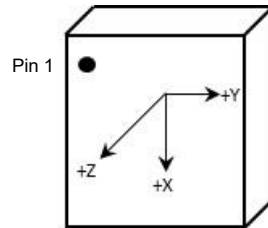
意図しない状態にならないようにするには、VDD と IO\_VDD の両方を GND(≤ 200 mV)に一定期間(≥ 20 ms)プルダウンする必要があります。

起動時間は電気的特性表で指定されています。

デバイスが組み込まれる特定のシステムのパフォーマンスを評価することにより、タイミング(T<sub>IO\_VDD\_OFF</sub>及びT<sub>VDD\_OFF</sub>)と閾値(IO\_VDD<sub>LOW</sub>及びVDD<sub>LOW</sub>)レベルをユーザが決定することが重要です。

加速度検出例

デバイスが+X、+Y、または+Z方向に加速されると、対応する出力が増加します。



加速度出力 vs 地表への向き GSEL [1:0] = 0 (加速度レンジ:  $\pm 2$  g)

姿勢	1	2	3	4	5	6
イメージ図	 地表	 地表	 地表	 地表	 上面 下面 地表	 下面 上面 地表
X 軸出力	-16384	0	0	+16384	0	0
Y 軸出力	0	+16384	-16384	0	0	0
Z 軸出力	0	0	0	0	+16384	-16384

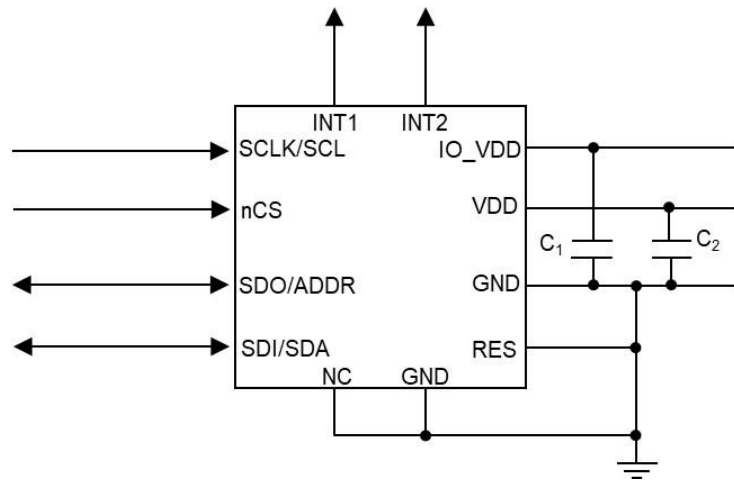
加速度出力 vs 地表への向き GSEL [1:0] = 1 (加速度レンジ:  $\pm 4$  g)

姿勢	1	2	3	4	5	6
イメージ図	 地表	 地表	 地表	 地表	 上面 下面 地表	 下面 上面 地表
X 軸出力	-8192	0	0	+8192	0	0
Y 軸出力	0	+8192	-8192	0	0	0
Z 軸出力	0	0	0	0	+8192	-8192

加速度出力 vs 地表への向き GSEL [1:0] = 2 (加速度レンジ:  $\pm 8$  g)

姿勢	1	2	3	4	5	6
イメージ図	 地表	 地表	 地表	 地表	 上面 下面 地表	 下面 上面 地表
X 軸出力	-4096	0	0	+4096	0	0
Y 軸出力	0	+4096	-4096	0	0	0
Z 軸出力	0	0	0	0	+4096	-4096

応用回路例



入出力等価回路図

端子名	等価回路図	端子名	等価回路図
VDD IO_VDD		SDI/SDA	
SDO/ADDR		SCLK/SCL RES	
nCS		INT1 INT2	

**使用上の注意****1. 電源の逆接続について**

電源コネクタの逆接続により LSI が破壊する恐れがあります。逆接続破壊保護用として外部に電源と LSI の電源端子間にダイオードを入れるなどの対策を施してください。

**2. 電源ラインについて**

基板パターンの設計においては、電源ラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。その際、デジタル系電源とアナログ系電源は、それらが同電位であっても、デジタル系電源パターンとアナログ系電源パターンは分離し、配線パターンの共通インピーダンスによるアナログ電源へのデジタル・ノイズの回り込みを抑制してください。グラウンドラインについても、同様のパターン設計を考慮してください。

また、LSI のすべての電源端子について電源-グラウンド端子間にコンデンサを挿入するとともに、電解コンデンサ使用の際は、低温で容量低下が起こることなど使用するコンデンサの諸特性に問題ないことを十分ご確認のうえ、定数を決定してください。

**3. グラウンド電位について**

グラウンド端子の電位はいかなる動作状態においても、最低電位になるようにしてください。また実際に過渡現象を含め、グラウンド端子以外のすべての端子がグラウンド以下の電圧にならないようにしてください。

**4. グラウンド配線パターンについて**

小信号グラウンドと大電流グラウンドがある場合、大電流グラウンドパターンと小信号グラウンドパターンは分離し、パターン配線の抵抗分と大電流による電圧変化が小信号グラウンドの電圧を変化させないように、セットの基準点で 1 点アースすることを推奨します。外付け部品のグラウンドの配線パターンも変動しないよう注意してください。グラウンドラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。

**5. 推奨動作条件について**

推奨動作条件で規定される範囲で IC の機能・動作を保証します。また、特性値は電気的特性で規定される各項目の条件下においてのみ保証されます。

**6. ラッシュカレントについて**

IC 内部論理回路は、電源投入時に論理不定状態で、瞬間的にラッシュカレントが流れる場合がありますので、電源カップリング容量や電源、グラウンドパターン配線の幅、引き回しに注意してください。

**7. セット基板での検査について**

セット基板での検査時に、インピーダンスの低い端子にコンデンサを接続する場合は、IC にストレスがかかる恐れがあるので、1 工程ごとに必ず放電を行ってください。静電気対策として、組立工程にはアースを施し、運搬や保存の際には十分ご注意ください。また、検査工程での治具への接続をする際には必ず電源を OFF にしてから接続し、電源を OFF にしてから取り外してください。

**8. 端子間ショートと誤装着について**

プリント基板に取り付ける際、IC の向きや位置ずれに十分注意してください。誤って取り付けた場合、IC が破壊する恐れがあります。また、出力と電源及びグラウンド間、出力間に異物が入るなどしてショートした場合についても破壊の恐れがあります。

**9. 未使用の入力端子の処理について**

CMOS トランジスタの入力は非常にインピーダンスが高く、入力端子をオープンにすることで論理不定の状態になります。これにより内部の論理ゲートの p チャネル、n チャネルトランジスタが導通状態となり、不要な電源電流が流れます。また論理不定により、想定外の動作をすることがあります。よって、未使用の端子は特に仕様書上でうたわれていない限り、適切な電源、もしくはグラウンドに接続するようにしてください。

使用上の注意 - 続き

10. 各入力端子について

本 IC はモノリシック IC であり、各素子間に素子分離のための P+アイソレーションと、P 基板を有しています。この P 層と各素子の N 層とで P-N 接合が形成され、各種の寄生素子が構成されます。

例えば、下図のように、抵抗とトランジスタが端子と接続されている場合、

○抵抗では、GND > (端子 A)の時、トランジスタ(NPN)では GND > (端子 B)の時、P-N 接合が寄生ダイオードとして動作します。

○また、トランジスタ(NPN)では、GND > (端子 B)の時、前述の寄生ダイオードと近接する他の素子の N 層によって寄生の NPN トランジスタが動作します。

IC の構造上、寄生素子は電位関係によって必然的にできます。寄生素子が動作することにより、回路動作の干渉を引き起こし、誤動作、ひいては破壊の原因ともなり得ます。したがって、入出力端子に GND(P 基板)より低い電圧を印加するなど、寄生素子が動作するような使い方をしないよう十分に注意してください。アプリケーションにおいて電源端子と各端子電圧が逆になった場合、内部回路または素子を損傷する可能性があります。例えば、外付けコンデンサに電荷がチャージされた状態で、電源端子が GND にショートされた場合などです。また、電源端子直列に逆流防止のダイオードもしくは各端子と電源端子間にバイパスのダイオードを挿入することを推奨します。

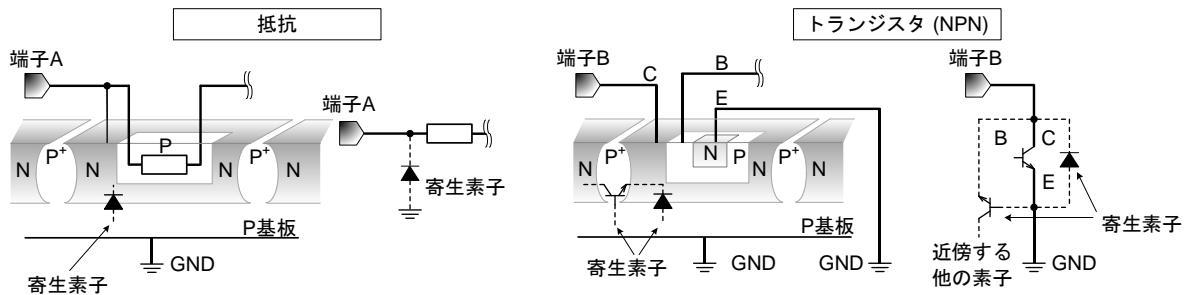


Figure 3. モノリシック IC 構造例

11. セラミック・コンデンサの特性変動について

外付けコンデンサに、セラミック・コンデンサを使用する場合、直流バイアスによる公称容量の低下、及び温度などによる容量の変化を考慮のうえ、定数を決定してください。

発注形名情報

K X 3 1 0 C R - MZ E2

Part Number

製品ランク

M: 車載ランク製品

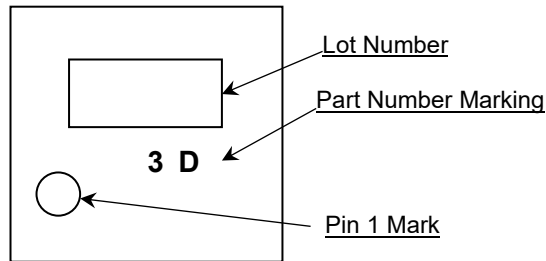
包装、フォーミング仕様

Z: 外注パッケージ

E2: リール状エンボステーピング

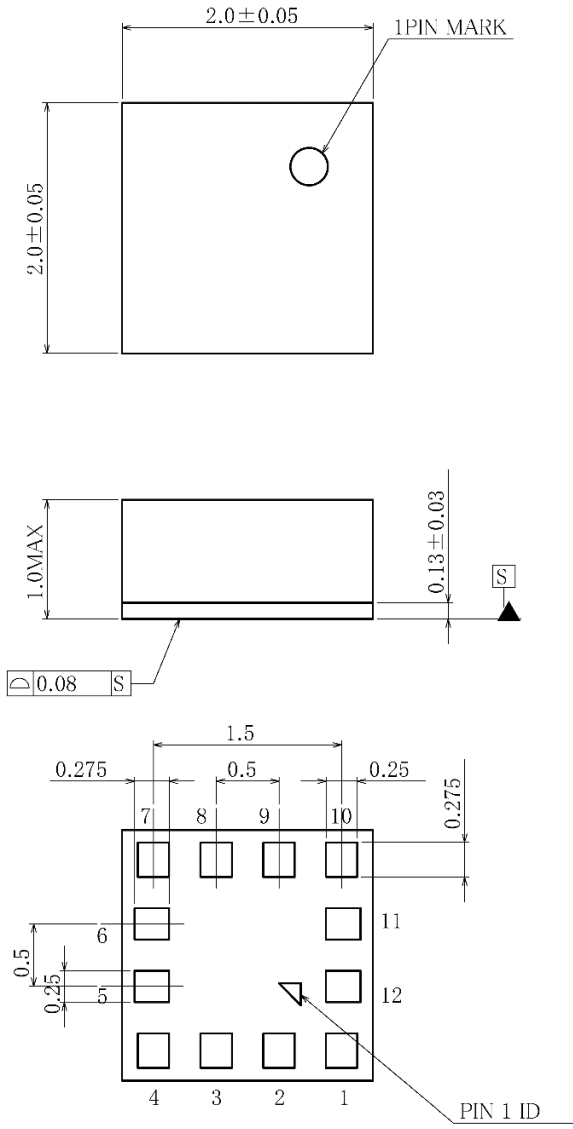
標印図

VLGA012AV02A  
(TOP VIEW)



外形寸法図と包装・フォーミング仕様

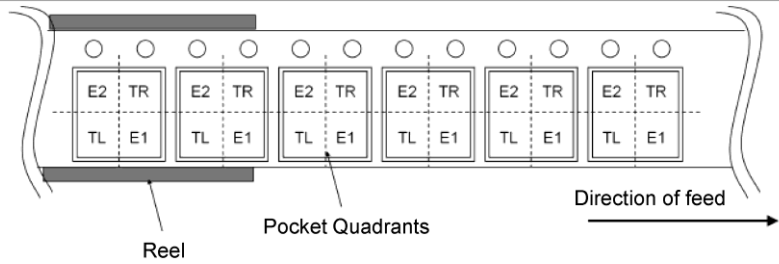
Package Name	VLGA012AV02A
--------------	--------------



(UNIT:mm)  
 PKG:VLGA012AV02A  
 Drawing No.EX001-0132

<包装形態、包装数量、包装方向>

包装形態	エンボステーピング
包装数量	10000pcs
包装方向	E2 (リールを左手に持ち、右手でテープを引き出したときに、製品の1番ピンが左上にくる方向。)





## 改訂履歴

日付	版	変更内容
2024.03.26	001	新規作成

# ご注意

## ローム製品取扱い上の注意事項

- 極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、又はその他の重大な損害の発生に関わるような機器又は装置（医療機器<sup>(Note 1)</sup>、航空宇宙機器、原子力制御装置等）（以下「特定用途」という）への本製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願い致します。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途に本製品を使用したことによりお客様又は第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。

(Note 1) 特定用途となる医療機器分類

日本	USA	EU	中国
CLASS III	CLASS III	CLASS II b	Ⅲ類
CLASS IV		CLASS III	

- 半導体製品は一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、誤動作や故障が生じた場合であっても、本製品の不具合により、人の生命、身体、財産への危険又は損害が生じないように、お客様の責任において次の例に示すようなフェールセーフ設計など安全対策をお願い致します。
  - ①保護回路及び保護装置を設けてシステムとしての安全性を確保する。
  - ②冗長回路等を設けて単一故障では危険が生じないようにシステムとしての安全を確保する。
- 本製品は、下記に例示するような特殊環境での使用を配慮した設計はなされておられません。したがって、下記のような特殊環境での本製品のご使用に関し、ロームは一切その責任を負いません。本製品を下記のような特殊環境でご使用される際は、お客様におかれまして十分に性能、信頼性等をご確認ください。
  - ①水・油・薬液・有機溶剤等の液体中でのご使用
  - ②直射日光・屋外暴露、塵埃中でのご使用
  - ③潮風、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>等の腐食性ガスの多い場所でのご使用
  - ④静電気や電磁波の強い環境でのご使用
  - ⑤発熱部品に近接した取付け及び当製品に近接してビニール配線等、可燃物を配置する場合
  - ⑥本製品を樹脂等で封止、コーティングしてのご使用
  - ⑦はんだ付けの後に洗浄を行わない場合(無洗浄タイプのフラックスを使用される場合は除く。ただし、残渣については十分に確認をお願いします。)又は、はんだ付け後のフラックス洗浄に水又は水溶性洗浄剤をご使用の場合
  - ⑧結露するような場所でのご使用
- 本製品は耐放射線設計はなされておられません。
- 本製品単体品の評価では予測できない症状・事態を確認するためにも、本製品のご使用にあたってはお客様製品に実装された状態での評価及び確認をお願い致します。
- パルス等の過渡的な負荷（短時間での大きな負荷）が加わる場合は、お客様製品に本製品を実装した状態で必ずその評価及び確認の実施をお願い致します。また、定常時での負荷条件において定格電力以上の負荷を印加されますと、本製品の性能又は信頼性が損なわれるおそれがあるため必ず定格電力以下でご使用ください。
- 電力損失は周囲温度に合わせてディレーティングしてください。また、密閉された環境下でご使用の場合は、必ず温度測定を行い、最高接合部温度を超えていない範囲であることをご確認ください。
- 使用温度は納入仕様書に記載の温度範囲内であることをご確認ください。
- 本資料の記載内容を逸脱して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いません。

## 実装及び基板設計上の注意事項

- ハロゲン系（塩素系、臭素系等）の活性度の高いフラックスを使用する場合、フラックスの残渣により本製品の性能又は信頼性への影響が考えられますので、事前にお客様にてご確認ください。
- はんだ付けは、表面実装製品の場合リフロー方式、挿入実装製品の場合フロー方式を原則とさせていただきます。なお、表面実装製品をフロー方式での使用をご検討の際は別途ロームまでお問い合わせください。その他、詳細な実装条件及び手はんだによる実装、基板設計上の注意事項につきましては別途、ロームの実装仕様書をご確認ください。

## **応用回路、外付け回路等に関する注意事項**

1. 本製品の外付け回路定数を変更してご使用になる際は静特性のみならず、過渡特性も含め外付け部品及び本製品のバラツキ等を考慮して十分なマージンをみて決定してください。
2. 本資料に記載された応用回路例やその定数などの情報は、本製品の標準的な動作や使い方を説明するためのもので、実際に使用する機器での動作を保証するものではありません。したがって、お客様の機器の設計において、回路やその定数及びこれらに関連する情報を使用する場合には、外部諸条件を考慮し、お客様の判断と責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様又は第三者に生じた損害に関し、ロームは一切その責任を負いません。

## **静電気に対する注意事項**

本製品は静電気に対して敏感な製品であり、静電放電等により破壊することがあります。取り扱い時や工程での実装時、保管時において静電気対策を実施のうえ、絶対最大定格以上の過電圧等が印加されないようにご使用ください。特に乾燥環境下では静電気が発生しやすくなるため、十分な静電対策を実施ください。(人体及び設備のアース、帯電物からの隔離、イオナイザの設置、摩擦防止、温湿度管理、はんだごてのこて先のアース等)

## **保管・運搬上の注意事項**

1. 本製品を下記の環境又は条件で保管されますと性能劣化やはんだ付け性等の性能に影響を与えるおそれがありますのでこのような環境及び条件での保管は避けてください。
  - ① 潮風、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>等の腐食性ガスの多い場所での保管
  - ② 推奨温度、湿度以外での保管
  - ③ 直射日光や結露する場所での保管
  - ④ 強い静電気が発生している場所での保管
2. ロームの推奨保管条件下におきましても、推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性に影響を与える可能性があります。推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性を確認したうえでご使用頂くことを推奨します。
3. 本製品の運搬、保管の際は梱包箱を正しい向き(梱包箱に表示されている天面方向)で取り扱ってください。天面方向が遵守されずに梱包箱を落下させた場合、製品端子に過度なストレスが印加され、端子曲がり等の不具合が発生する危険があります。
4. 防湿梱包を開封した後は、規定時間内にご使用ください。規定時間を経過した場合はベーク処置を行ったうえでご使用ください。

## **製品ラベルに関する注意事項**

本製品に貼付されている製品ラベルに2次元バーコードが印字されていますが、2次元バーコードはロームの社内管理のみを目的としたものです。

## **製品廃棄上の注意事項**

本製品を廃棄する際は、専門の産業廃棄物処理業者にて、適切な処置をしてください。

## **外国為替及び外国貿易法に関する注意事項**

本製品は、外国為替及び外国貿易法に定めるリスト規制貨物等に該当するおそれがありますので、輸出する場合には、ロームへお問い合わせください。

## **知的財産権に関する注意事項**

1. 本資料に記載された本製品に関する応用回路例、情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及びその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。
2. ロームは、本製品とその他の外部素子、外部回路あるいは外部装置等(ソフトウェア含む)との組み合わせに起因して生じた紛争に関して、何ら義務を負うものではありません。
3. ロームは、本製品又は本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有又は管理している知的財産権その他の権利の実施又は利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。ただし、本製品を通常の用法にて使用される限りにおいて、ロームが所有又は管理する知的財産権を利用されることを妨げません。

## **その他の注意事項**

1. 本資料の全部又は一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載又は複製することを固くお断り致します。
2. 本製品をロームの文書による事前の承諾を得ることなく、分解、改造、改変、複製等しないでください。
3. 本製品又は本資料に記載された技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用、あるいはその他軍事用途目的で使用しないでください。
4. 本資料に記載されている社名及び製品名等の固有名詞は、ローム、ローム関係会社もしくは第三者の商標又は登録商標です。

**一般的な注意事項**

1. 本製品をご使用になる前に、本資料をよく読み、その内容を十分に理解されるようお願い致します。本資料に記載される注意事項に反して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いませんのでご注意願います。
2. 本資料に記載の内容は、本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。本製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。
3. ロームは本資料に記載されている情報は誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様又は第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。