

静電スイッチコントローラ IC シリーズ

静電スイッチコントローラ IC

BU21170MUV

概要

BU21170MUV はスイッチ操作向け静電容量スイッチコントローラ IC です。
1 つのセンサを 1 つのスイッチとして割り当て 사용합니다。検出結果をもとに、温度ドリフト、外来ノイズを検知し、自動キャリブレーションを実施します。
PWM 対応の LED コントローラを内蔵します。

重要特性

- 電源電圧 : 3.0V ~ 5.5V
- 温度範囲 : -25°C ~ +85°C
- 動作電流 : 3.5mA (Typ 負荷無)
- 検出周期 : 14.8msec (Typ)

パッケージ

VQFN020V4040

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

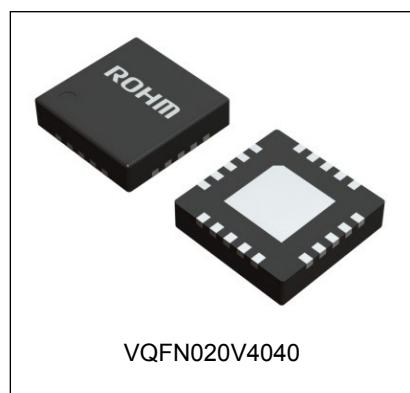
4.00mm x 4.00mm x 1.00mm

特長

- 5 センサ端子。
- 自動キャリブレーション。
- 長押し検出。
- PWM 対応 LED コントローラ。
- スイッチ動作検出を割り込みにて出力。
- 2 線シリアルバスホストインターフェース。
- 単一電源動作。
- パワーオンリセット、クロック発振回路内蔵。

用途

- プリンタ、複合機などの OA 機器。
- テレビ、HDD レコーダなどの AV 機器。
- ノート PC、スキャナなどの PC 及び PC 周辺機器。



基本アプリケーション回路

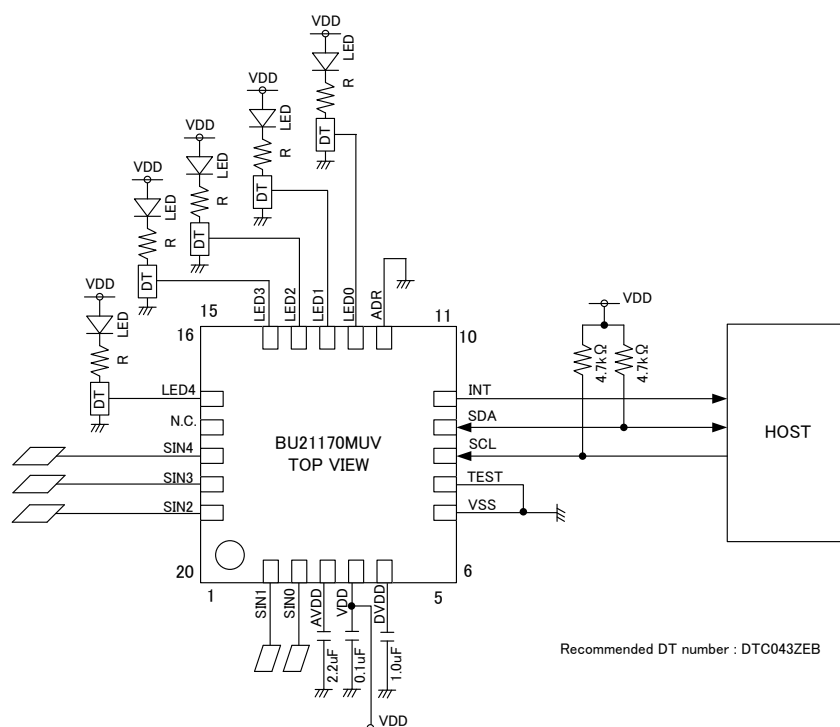


Figure 1. 基本アプリケーション回路

端子配置図

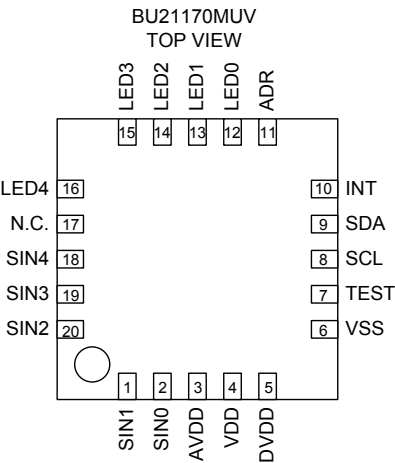


Figure 2. 端子配置図

端子説明

端子番号	端子名	入出力	機能	備考	電源区分	初期状態時	入出力端子等価回路図
1	SIN1	Ain	センサ端子 1		AVDD	Hi-Z	Figure 3
2	SIN0	Ain	センサ端子 0		AVDD	Hi-Z	Figure 3
3	AVDD	Power	アナログ用 LDO 出力端子		-	-	-
4	VDD	Power	電源端子		-	-	-
5	DVDD	Power	デジタル用 LDO 出力端子		-	-	-
6	VSS	Ground	グランド端子		-	-	-
7	TEST	In	テスト入力端子	通常動作時'L'固定	VDD	-	Figure 4
8	SCL	InOut	ホスト I/F : SCL		VDD	Hi-Z	Figure 4
9	SDA	InOut	ホスト I/F : SDA		VDD	Hi-Z	Figure 4
10	INT	Out	割り込み出力端子	'H'アクティブ	VDD	'L'	Figure 5
11	ADR	In	ホスト I/F スレーブアドレス選択端子	'H':0x4D, 'L':0x4C	VDD	-	Figure 4
12	LED0	Out	PWM 対応 LED 制御出力端子 0	'H'アクティブ	VDD	Hi-Z	Figure 5
13	LED1	Out	PWM 対応 LED 制御出力端子 1	'H'アクティブ	VDD	Hi-Z	Figure 5
14	LED2	Out	PWM 対応 LED 制御出力端子 2	'H'アクティブ	VDD	Hi-Z	Figure 5
15	LED3	Out	PWM 対応 LED 制御出力端子 3	'H'アクティブ	VDD	Hi-Z	Figure 5
16	LED4	Out	PWM 対応 LED 制御出力端子 4	'H'アクティブ	VDD	Hi-Z	Figure 5
17	N.C.	-	-		-	-	-
18	SIN4	Ain	センサ端子 4		AVDD	Hi-Z	Figure 3
19	SIN3	Ain	センサ端子 3		AVDD	Hi-Z	Figure 3
20	SIN2	Ain	センサ端子 2		AVDD	Hi-Z	Figure 3

入出力等価回路図

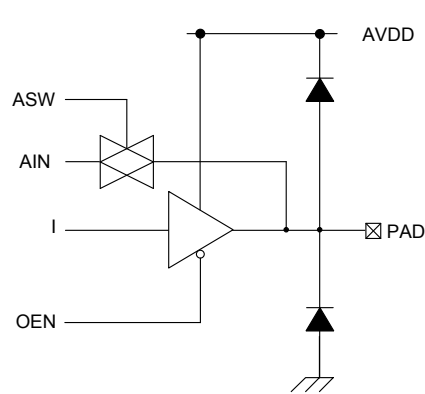


Figure 3. 入出力端子等価回路図 (a)

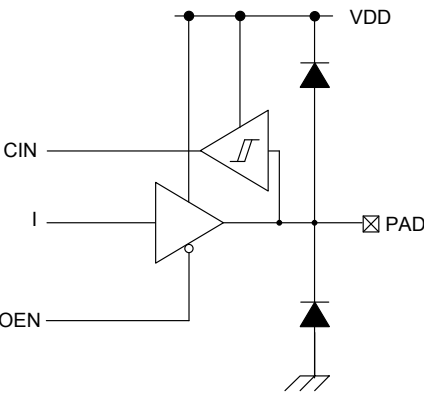


Figure 4. 入出力端子等価回路図 (b)

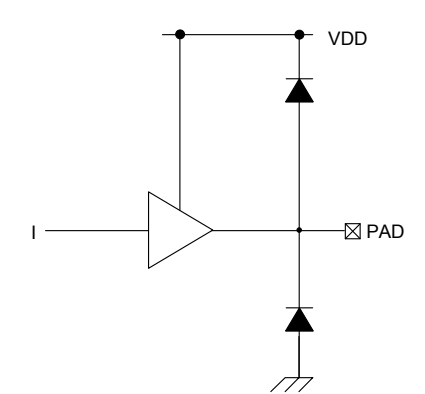


Figure 5. 入出力端子等価回路図 (c)

ブロック図

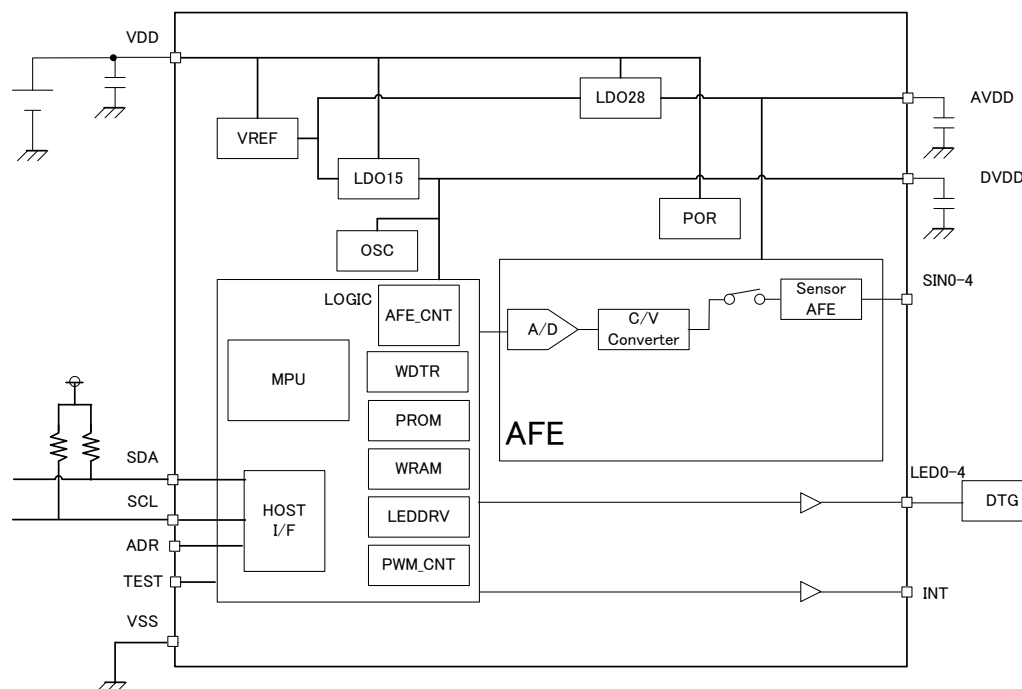


Figure 6. ブロック図

各ブロック動作説明

- ・ Sensor AFE、C/V Converter
変換対象となるセンサを選択する I/F 及び容量-電圧変換を行います。最大 5ch までのセンサの容量値を電圧に変換し検出します。5ch のセンサは 1ch ずつ時系列で変換されます。
- ・ A/D
CV 変換された電圧を、デジタル値に変換します。
- ・ LDO28
Sensor AFE、A/D 用、2.73V 電源です。
- ・ LDO15
OSC、Logic 用 1.5V 電源です。
- ・ OSC
内蔵のリングオシレータ発振回路です。システムクロックを供給します。
- ・ POR
内蔵のパワーオンリセット回路です。システムリセットを供給します。
- ・ MPU
検出値をもとに、スイッチの ON/OFF/長押し判別、自動キャリブレーションを制御します。
スイッチ状態に更新があったことを INT 端子にて HOST に通知します。
HOST からのコマンドにより、LED の制御を実施します。
- ・ HOST I/F
2 線シリアルバス I/F です。I2C のプロトコルに対応しています。端子 ADR にて Slave Address を切り替えることができます。
- ・ AFE_CNT
Sensor AFE、C/V converter、A/D の制御シーケンサです。
- ・ PWM_CNT
LED 駆動用の PWM 制御シーケンサです。
- ・ LEDDRV
LED 駆動制御回路です。
- ・ WDTR
Watch Dog Timer Reset です。システムリセットとして扱われます。MPU からのクリアがかからなくなった後、約 0.6sec でシステムリセットが発行されます。
- ・ PROM
プログラム用 ROM です。
- ・ WRAM
ワーク RAM です。

絶対最大定格(Ta=25°C)

項 目	記号	定 格	単位
電源電圧	V _{DD}	-0.5 ~ 7.0	V
入力電圧	V _{IN}	-0.3 ~ V _{DD} + 0.7	V
許容損失 ^(Note 1)	P _d	0.55	W
動作温度範囲	T _{opr}	-25 ~ +85	°C
保存温度範囲	T _{stg}	-55 ~ +125	°C
ジャンクション温度	T _{jmax}	125	°C

(Note 1) 74.2mm x 74.2mm x 1.6mm ガラスエポキシ 1 層基板(表層放熱銅箔 10.29mm²)実装時。Ta=25°C 以上は、5.5mW/°C で軽減。

注意：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頂けるようご検討をお願いします。

推奨動作条件(Ta= -25°C~+85°C)

項 目	記号	最小	標準	最大	単位
電源電圧	V _{DD}	3.0	3.3	5.5	V

電気的特性(特に指定のない限り V_{DD}=3.3V, V_{SS}=0V, Ta=25°C)

項 目	記号	最小	標準	最大	単位	条 件
入力 H 電圧	V _{IH}	V _{DD} × 0.7	-	V _{DD} + 0.3	V	
入力 L 電圧	V _{IL}	V _{SS} - 0.3	-	V _{DD} × 0.3	V	
出力 H 電圧	V _{OH}	V _{DD} - 0.5	-	V _{DD}	V	I _{OH} = -4mA
出力 L 電圧	V _{OL}	V _{SS}	-	V _{SS} + 0.5	V	I _{OL} = 4mA
OSC 発振周波数	f _{OSC}	45	50	55	MHz	
DVDD 電圧	V _{DVDD}	1.35	1.50	1.65	V	
AVDD 電圧	V _{AVDD}	2.63	2.73	2.83	V	
パワーオンリセット解除電圧		2.25	-	2.55	V	
パワーオンリセット電圧		2.10	-	2.40	V	
動作電流	I _{DD}	-	3.5	-	mA	センサ負荷容量無し

レジスタマップ

(特に指定のない限り内蔵発振(OSC) = 50MHz@Typ 時)

Reserved 領域へのアクセスは禁止です

Group	Address	Name	R/W	Initial	7	6	5	4	3	2	1	0
検出値	0x00	SIN0_DATA	R	0x00	SD_SIN0[7:0]							
	0x01	SIN1_DATA	R	0x00	SD_SIN1[7:0]							
	0x02	SIN2_DATA	R	0x00	SD_SIN2[7:0]							
	0x03	SIN3_DATA	R	0x00	SD_SIN3[7:0]							
	0x04	SIN4_DATA	R	0x00	SD_SIN4[7:0]							
	0x05-0x0D	Reserved										
	0x0E	STATE_PWM	R	0x00	-	-	-	-	PWM3	PWM2	PWM1	PWM0
0x0F	CONT_PWM	R	0x00	-	-	-	-	PWM3	PWM2	PWM1	PWM0	
検出結果	0x10	INTERRUPT	R	0x00	CONDET	OFFDET	ONDET	PERCAL	PWM	ERCAL	CAL	INI
	0x11	DETECT_ON	R	0x00	-	-	-	ON_SW4	ON_SW3	ON_SW2	ON_SW1	ON_SW0
	0x12	DETECT_OFF	R	0x00	-	-	-	OFF_SW4	OFF_SW3	OFF_SW2	OFF_SW1	OFF_SW0
	0x13	DETECT_CONT	R	0x00	-	-	-	CONT_SW4	CONT_SW3	CONT_SW2	CONT_SW1	CONT_SW0
	0x14	DETECT_PWM_FINISH	R	0x00	-	-	-	-	PWM3	PWM2	PWM1	PWM0
	0x15-0x1A	Reserved										
	0x1B	STATE_INT	R	0x00	PWM3	PWM2	PWM1	PWM0	WDT	-	AFE	I2C
	0x1C	STATE	R	0x00	-	-	-	-	-	-	-	CALIB
	0x1D	STATE_SIN	R	0x00	-	-	-	SIN4	SIN3	SIN2	SIN1	SIN0
	0x1E	RACT	R	0x00	RACT[7:0]							
	0x1F	Reserved										
-	0x20-0x24	Reserved										
-	0x25	SOFTRESET	R/W	0x00	SRST[7:0]							
-	0x26-0x29	Reserved										
-	0x2A	SOFTRESET	R/W	0x00	SRST[15:8]							
-	0x2B-0xBF	Reserved										
センサ設定	0xC0	SIN0_CFG	R/W	0x00	-	MASK_CONT_SW0	MASK_OFF_SW0	MASK_ON_SW0	GAIN_SIN0[3:0]			
	0xC1		R/W	0x00	ON_TH_SIN0[7:0]							
	0xC2		R/W	0x00	OFF_TH_SIN0[7:0]							
	0xC3	SIN1_CFG	R/W	0x00	-	MASK_CONT_SW1	MASK_OFF_SW1	MASK_ON_SW1	GAIN_SIN1[3:0]			
	0xC4		R/W	0x00	ON_TH_SIN1[7:0]							
	0xC5		R/W	0x00	OFF_TH_SIN1[7:0]							
	0xC6	SIN2_CFG	R/W	0x00	-	MASK_CONT_SW2	MASK_OFF_SW2	MASK_ON_SW2	GAIN_SIN2[3:0]			
	0xC7		R/W	0x00	ON_TH_SIN2[7:0]							
	0xC8		R/W	0x00	OFF_TH_SIN2[7:0]							
	0xC9	SIN3_CFG	R/W	0x00	-	MASK_CONT_SW3	MASK_OFF_SW3	MASK_ON_SW3	GAIN_SIN3[3:0]			
	0xCA		R/W	0x00	ON_TH_SIN3[7:0]							
	0xCB		R/W	0x00	OFF_TH_SIN3[7:0]							
	0xCC	SIN4_CFG	R/W	0x00	-	MASK_CONT_SW4	MASK_OFF_SW4	MASK_ON_SW4	GAIN_SIN4[3:0]			
	0xCD		R/W	0x00	ON_TH_SIN4[7:0]							
	0xCE		R/W	0x00	OFF_TH_SIN4[7:0]							
	0xCF	MONI_ACT	R/W	0x00	-	-	-	-	-	-	-	MONI_ACT
	0xD0	CONTTIMES	R/W	0x00	CONTSEL	-	CONT[5:0]					
	0xD1	OSTIMES	R/W	0x00	OST[3:0]				-	-	-	-
	0xD2-0xDE	Reserved										
マスク設定	0xDF	MASK_INTERRUPT	R/W	0x00	-	-	-	MSK_PERCAL	-	MSK_ERCAL	MSK_CAL	-
LED/PWM設定	0xE0	PWM0_CFG	R/W	0x00	FAL_PWM0[3:0]				RIS_PWM0[3:0]			
	0xE1		R/W	0x00	OFF_PWM0[3:0]				ON_PWM0[3:0]			
	0xE2		R/W	0x00	-	-	-	-	REP_PWM0[3:0]			
	0xE3	PWM1_CFG	R/W	0x00	FAL_PWM1[3:0]				RIS_PWM1[3:0]			
	0xE4		R/W	0x00	OFF_PWM1[3:0]				ON_PWM1[3:0]			
	0xE5		R/W	0x00	-	-	-	-	REP_PWM1[3:0]			
	0xE6	PWM2_CFG	R/W	0x00	FAL_PWM2[3:0]				RIS_PWM2[3:0]			
	0xE7		R/W	0x00	OFF_PWM2[3:0]				ON_PWM2[3:0]			
	0xE8		R/W	0x00	-	-	-	-	REP_PWM2[3:0]			
	0xE9	PWM3_CFG	R/W	0x00	FAL_PWM3[3:0]				RIS_PWM3[3:0]			
	0xEA		R/W	0x00	OFF_PWM3[3:0]				ON_PWM3[3:0]			
	0xEB		R/W	0x00	-	-	-	-	REP_PWM3[3:0]			
	0xEC	MASK_PWM_FINISH	R/W	0x00	-	-	-	-	MSK_PWM3	MSK_PWM2	MSK_PWM1	MSK_PWM0
	0xED	PWM_ASSIGN	R/W	0x00	PWMA_LED3[1:0]		PWMA_LED2[1:0]		PWMA_LED1[1:0]		PWMA_LED0[1:0]	
	0xEE		R/W	0x00	-	-	-	-	-	-	PWMA_LED4[1:0]	
	0xEF		R/W	0x00	PERIOD[3:0]				PWMCAL	PRECALCOND	PERCAL	LEDCAL
制御	0xF0	CLR_INTERRUPT	R/W	0x00	-	-	-	PERCAL	-	ERCAL	CAL	INI
	0xF1	CLR_DETECT_ON	R/W	0x00	-	-	-	ON_SW4	ON_SW3	ON_SW2	ON_SW1	ON_SW0
	0xF2	CLR_DETECT_OFF	R/W	0x00	-	-	-	OFF_SW4	OFF_SW3	OFF_SW2	OFF_SW1	OFF_SW0
	0xF3	CLR_DETECT_CONT	R/W	0x00	-	-	-	CONT_SW4	CONT_SW3	CONT_SW2	CONT_SW1	CONT_SW0
	0xF4	CLR_DETECT_PWM_FINISH	R/W	0x00	-	-	-	-	PWM3	PWM2	PWM1	PWM0
	0xF5-0xF8	Reserved										
	0xF9	PWM_SWITCH	R/W	0x00	-	-	-	-	-	-	-	CFG
	0xFA	LED_CNT	R/W	0x00	-	-	-	LED4_EN	LED3_EN	LED2_EN	LED1_EN	LED0_EN
	0xFB	PWM_SELECT	R/W	0x00	-	-	-	PWMS_LED4	PWMS_LED3	PWMS_LED2	PWMS_LED1	PWMS_LED0
	0xFC	PWM_CNT	R/W	0x00	-	-	-	-	PWM3_EN	PWM2_EN	PWM1_EN	PWM0_EN
	0xFD	Reserved										
	0xFE	WACT	R/W	0x00	WACT[7:0]							
	0xFF	CNT	R/W	0x00	FRCLRS	CALOVF	-	CALMOD	-	CFG	CAL	ACT

【0x00-0x04 : センサ出力値】

Name: SIN_DATA

Address: 0x00-0x04

Description: 検出したセンサ出力値を補正したあとの値。各センサの値として使用されます。8bit 出力です。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x00	SD_SIN0[7:0]							
0x01	SD_SIN1[7:0]							
0x02	SD_SIN2[7:0]							
0x03	SD_SIN3[7:0]							
0x04	SD_SIN4[7:0]							
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0x0E : PWM タイマステートリードレジスタ】

Name: STATE_PWM

Address: 0x0E

Description: 各 PWM が動作状態になっている、もしくは停止状態になっていることを示します。

1: 動作中。 0: 停止状態。

動作状態とは、PWM タイマが動作している期間。PWM ステートの RISE , FALL , ON ,OFF の何れか。

停止状態とは、PWM タイマが停止している期間。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x0E	-	-	-	-	PWM3	PWM2	PWM1	PWM0
R/W	-	-	-	-	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0x0F : PWM 動作/停止シーケンス状態リードレジスタ】

Name: CONT_PWM

Address: 0x0F

Description: 各 PWM が動作シーケンス中であるか、停止シーケンス中もしくは停止中になっていることを示します。

1: 動作シーケンス中。 0: 停止シーケンス中あるいは停止中。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x0F	-	-	-	-	PWM3	PWM2	PWM1	PWM0
R/W	-	-	-	-	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0x10：割り込み要因】

Name: INTERRUPT

Address: 0x10

Description: 割り込み要因を提示します。このレジスタの論理和が INT に出力されます。

INI：初期化終了

電源立ち上げ後、または Watch Dog Timer リセット後に、IC の初期化が完了すると‘1’にセットされます。

レジスタ割り込み要因クリア(アドレス 0xF0)の INI に‘0’を書き込むことでクリアされます。

CAL：ソフトキャリブレーション完了

ソフトキャリブレーションが完了した時‘1’にセットされます。

レジスタ割り込み要因クリア(アドレス 0xF0)の CAL に‘0’を書き込むことでクリアされます。

ERCAL：再キャリブレーション完了

再キャリブレーションが必要な状態を検出し、セルフキャリブレーションが完了した時‘1’にセットされます。

レジスタ割り込み要因クリア(アドレス 0xF0)の ERCAL に‘0’を書き込むことでクリアされます。

PWM：LED 連続点滅終了

繰り返し行われる LED の駆動が終了した時‘1’にセットされます。

LED 連続点滅終了認識をすべてクリアすることでクリアされます。

PERCAL：周期的キャリブレーション完了

周期的キャリブレーションが完了した時‘1’にセットされます。

レジスタ割り込み要因クリア(アドレス 0xF0)の PERCAL に‘0’を書き込むことでクリアされます。

ONDET：スイッチ On 検出

スイッチ On と見なされる操作を検出したとき‘1’にセットされます。

レジスタスイッチ On 認識をすべてクリアすることでクリアされます。

OFFDET：スイッチ Off 検出

スイッチ Off と見なされる操作を検出したとき‘1’にセットされます。

レジスタスイッチ Off 認識をすべてクリアすることでクリアされます。

CONDET：スイッチ長押し検出

スイッチ長押しと見なされる操作を検出したとき‘1’にセットされます。

レジスタスイッチ長押し認識をすべてクリアすることでクリアされます。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x10	CONDET	OFFDET	ONDET	PERCAL	PWM	ERCAL	CAL	INI
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0x11 : スイッチ On 認識】

Name: DETECT_ON

Address: 0x11

Description: 各スイッチが Off→On に変化したことを示します。
 マスクされている場合、このレジスタに出力されなくなります。
 このレジスタの論理和がレジスタ割り込み要因の ONDET になります。
 1 : On 認識。 0 : クリア。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x11	-	-	-	ON_SW4	ON_SW3	ON_SW2	ON_SW1	ON_SW0
R/W	-	-	-	R	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0x12 : スイッチ Off 認識】

Name: DETECT_OFF

Address: 0x12

Description: 各スイッチが On→Off に変化したことを示します。
 マスクされている場合、このレジスタに出力されなくなります。
 このレジスタの論理和がレジスタ割り込み要因の OFFDET になります。
 1 : Off 認識。 0 : クリア。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x12	-	-	-	OFF_SW4	OFF_SW3	OFF_SW2	OFF_SW1	OFF_SW0
R/W	-	-	-	R	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0x13 : スイッチ長押し認識】

Name: DETECT_CONT

Address: 0x13

Description: スイッチの On 状態が一定期間続いたことを示します。
 マスクされている場合、このレジスタに出力されなくなります。
 このレジスタの論理和がレジスタ割り込み要因の CONTDET になります。
 1 : 長押し認識。 0 : クリア。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x13	-	-	-	CONT_SW4	CONT_SW3	CONT_SW2	CONT_SW1	CONT_SW0
R/W	-	-	-	R	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0x14 : PWM 連続点減終了認識】

Name: DETECT_PWM_FINISH

Address: 0x14

Description: PWM 連続点減終了が終わったことを示します。
 また、PWM 制御(アドレス 0xFC)に'0'→'1'のトグルで停止させた場合の割り込みも、
 このレジスタに出力されます。PWM 毎に認識ビットを持ちます。
 すべての認識ビットの論理和がレジスタ割り込み要因の PWM になります。
 1 : 連続点減終了認識。 0 : クリア。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x14	-	-	-	-	PWM3	PWM2	PWM1	PWM0
R/W	-	-	-	-	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0x1B : MPU 割り込み状態確認リードレジスタ】

Name: STATE_INT

Address: 0x1B

Description: MPU に対し割り込みを発生しているペリフェラルを示すレジスタです。
1: 割り込み有り。 0: 割り込み無し。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x1B	PWM3	PWM2	PWM1	PWM0	WDT	-	AFE	I2C
R/W	R	R	R	R	R	-	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0x1C : 動作状態リードレジスタ】

Name: STATE

Address: 0x1C

Description: IC 動作状態を示すレジスタです。

CALIB : キャリブレーション中 :

キャリブレーション中であることを示す信号です。'1'でキャリブレーション実施中です。

キャリブレーションに要する時間 : 約 140[msec]。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x1C	-	-	-	-	-	-	-	CALIB
R/W	-	-	-	-	-	-	-	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0x1D : センサ On/Off 状態リードレジスタ】

Name: STATE_SIN

Address: 0x1D

Description: 各センサ値がセンサ Off→On 判定閾値を上回り On 状態になっている、もしくはセンサ On→Off 判定閾値を下回り無効になっている Off 状態になっていることを示します。

1: On 状態。 0: Off 状態。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x1D	-	-	-	SIN4	SIN3	SIN2	SIN1	SIN0
R/W	-	-	-	R	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0x1E : 動作確認用リードレジスタ】

Name: RACT

Address: 0x1E

Description: IC 動作確認用リードレジスタです。動作確認用ライトレジスタ(アドレス 0xFE)に書きこまれた値がこのレジスタにコピーされます。書きこまれた値と読み出された値が等しいことで、I/F 及び MPU の動作確認を行います。書込み後、反映までの時間 : 最大約 20[usec]。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x1E	RACT[7:0]							
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0x85, 0x8A : ソフトウェアリセット】

Name: SOFTRESET

Address: 0x85, 0x8A

Description: IC のソフトウェアリセットです。アドレス 0x8A に 0xAA、アドレス 0x85 に 0x55 の両方が書き込まれた状態が成立すると IC が初期化されます。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x85	SRST[7:0]							
0x8A	SRST[15:8]							
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xC0-0xCE : ゲイン/閾値/マスク設定】

Name: SIN_CFG

Address: 0xC0 – 0xCE

Description: ゲイン、センサ Off→On 及び Off→On 判定閾値を、端子 SIN 毎に個別に設定します。
また、On/Off/長押しの機能毎にマスクすることが可能です。

GAIN_SIN*[3:0] : ゲイン設定

AFE のゲイン調整です。15 段階の調整範囲を有しており、設定値が小さいほど、ゲインは大きくなります。

設定可能範囲 : $0x1 \leq \text{GAIN_SIN} \leq 0xF$

設定可能範囲外の設定がなされたセンサは、スイッチとして使用できなくなります。

ON_TH_SIN*[7:0] : センサ Off→On 判定の閾値

8bit のセンサ出力値(レジスタ SIN_DATA)と比較され、センサ出力値の方が大きければセンサが有効であったと判断されます。

OFF_TH_SIN*[7:0] : センサ On→Off 判定の閾値

8bit のセンサ出力値(レジスタ SIN_DATA)と比較され、センサ出力値の方が小さければセンサが無効であったと判断されます。

設定可能範囲 : $0x00 < \text{OFF_SIN}^* < \text{ON_SIN}^* < 0xFF$

設定可能範囲外の設定がなされたセンサは、スイッチとして使用できなくなります。

MSK_ON_SIN*, MSK_OFF_SIN*, MSK_CONT_SIN* : スイッチ認識マスク

On/Off/長押しのスイッチ認識をセンサ毎に独立してマスク設定できます。

マスク機能を有効にすると、スイッチ On/Off/長押し認識のレジスタへの出力が行われなくなります。

1 : マスク機能有効。 0 : マスク機能無効(default)。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xC0	-	MSK_CONT_SIN0	MSK_OFF_SIN0	MSK_ON_SIN0	GAIN_SIN0[3:0]			
0xC1	ON_TH_SIN0[7:0]							
0xC2	OFF_TH_SIN0[7:0]							
0xC3	-	MSK_CONT_SIN1	MSK_OFF_SIN1	MSK_ON_SIN1	GAIN_SIN1[3:0]			
0xC4	ON_TH_SIN1[7:0]							
0xC5	OFF_TH_SIN1[7:0]							
0xC6	-	MSK_CONT_SIN2	MSK_OFF_SIN2	MSK_ON_SIN2	GAIN_SIN2[3:0]			
0xC7	ON_TH_SIN2[7:0]							
0xC8	OFF_TH_SIN2[7:0]							
0xC9	-	MSK_CONT_SIN3	MSK_OFF_SIN3	MSK_ON_SIN3	GAIN_SIN3[3:0]			
0xCA	ON_TH_SIN3[7:0]							
0xCB	OFF_TH_SIN3[7:0]							
0xCC	-	MSK_CONT_SIN4	MSK_OFF_SIN4	MSK_ON_SIN4	GAIN_SIN4[3:0]			
0xCD	ON_TH_SIN4[7:0]							
0xCE	OFF_TH_SIN4[7:0]							
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xCF : 検出工程状態確認】

Name: MONI_ACT

Address: 0xCF

Description: MONI_ACT: AFE 制御のレジスタ 0xFF にある検出工程イネーブル(ACT)を AFE の検出工程毎にモニタし、検出を続けるか止めるかの制御を行うかを設定します。

モニタは約 300msec おきに実施されます。

1 : モニタ機能有効。 0 : モニタ機能無効(default)。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xCF	-	-	-	-	-	-	-	MONI_ACT
R/W	-	-	-	-	-	-	-	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xD0 :長押し設定】

Name: CONTTIMES

Address: 0xD0

Description: CONTSEL : 長押しを認識後に発生する割り込み出力の出力パターンを設定します。
 1 : 設定時間毎に出力。 0 : ON 検出から設定時間経過後、1 回のみ出力。
 CONT[5:0] : 長押しとして認識する時間を設定します。設定値が 0 の場合、長押し機能が無効になります。
 長押し設定時間 = 約 0.1[sec] x CONT (0.1sec≤長押し設定時間≤6.3sec)

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xD0	CONTSEL	-	CONT[5:0]					
R/W	R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xD1 :チャタリングキャンセル設定】

Name: OSTIMES

Address: 0xD1

Description: OST[3:0] : チャタリングキャンセル用のオーバーサンプリング回数を設定します。
 オーバーサンプリング回数以下の連続ボタンレベルは無視されます。
 設定値 0 と 1 は同等機能になります。サンプリング周期 : 約 14.8[msec]。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xD1	OST[3:0]				-	-	-	-
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	-	-	-	-
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xDF : 割り込み要因マスク設定】

Name: MASK_INTERRUPT

Address: 0xDF

Description: 割り込み要因の提示をマスクします。マスクされた割り込み要因はレジスタ割り込み要因
 (アドレス 0x10)に反映されなくなりますので、INT に出力されなくなります。
 1 : マスク機能有効。 0 : マスク機能無効(default)。

MSK_CAL : ソフトキャリブレーション完了マスク

ソフトキャリブレーションが完了した時'1'にセットされる割り込み
 (レジスタ割り込み要因(アドレス 0x10)の CAL)をマスクします。

MSK_ERCAL :再キャリブレーション完了マスク

再キャリブレーションが必要な状態を検出し、セルフキャリブレーションが完了した時
 '1'にセットされる割り込み(レジスタ割り込み要因(アドレス 0x10)の ERCAL)をマスクします。

MSK_PERCAL : 周期的キャリブレーション完了マスク

周期的キャリブレーションが完了した時'1'にセットされる割り込み
 (レジスタ割り込み要因(アドレス 0x10)の PERCAL)をマスクします。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xDF	-	-	-	MSK_PERCAL	-	MSK_ERCAL	MSK_CAL	-
R/W	-	-	-	R/W	-	R/W	R/W	-
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xE0-0xEB : PWM 制御設定】

Name: PWM_CFG
Address: 0xE0 - 0xEB

Description: PWM 設定は 4 種類(PWM-0/1/2/3)設定できます。PWM 設定毎に 5 項目(①~⑤)を設定します。
設定は PWM 毎に、PWM 制御(アドレス 0xFC)を'0'→'1'にした際に反映されます。

①RIS_PWM*: 立上時間。 0x0-0xF まで 16 段階。

立上時間 = 約 317[msec] x RIS_PWM* (0≤立上時間≤4755 [msec])

②FAL_PWM*: 立下時間。 0x0-0xF まで 16 段階。

立下時間 = 約 317[msec] x FAL_PWM* (0≤立下時間≤4755 [msec])

③ON_PWM*: 点灯時間。 0x1-0xF まで 15 段階。0x0 で常時点灯。

点灯時間 = 約 300[msec] x ON_PWM* (300≤点灯時間≤4500 [msec])

常時点灯の場合、PWM 制御(アドレス 0xFC)を'1'→'0'にすることで消灯させます。消灯が終了すると PWM 連続点滅終了の割り込み bit に'1'がセットされ、INT が出力されます。PWM 連続点滅終了割り込みの bit は、PWM 連続点滅終了認識クリアの対応 bit に'0'を書き込むことでクリアされます。消灯には②FAL_PWM*が適用されます。

④OFF_PWM*: 消灯時間。 0x0-0xF まで 16 段階。

消灯時間 = 約 300[msec] x OFF_PWM* (0≤消灯時間≤4500 [msec])

⑤REP_PWM*: 連続点滅回数。 0x1-0xE まで 14 段階は設定値の回数繰り返し。

0x0 の場合、繰り返し無し。

0xF の場合、常時点滅。

2 回繰り返し (Figure 7) の場合: 0x2。

繰り返し無し (=1 回繰り返し) の場合: 0x0 もしくは 0x1。

設定の繰り返し回数が終了すると PWM 連続点滅終了の割り込み bit に'1'がセットされ、INT が出力されます。PWM 連続点滅終了割り込みの bit は、'0'を書き込むことでクリアされます。

常時点滅の場合、PWM 制御(アドレス 0xFC)を'1'→'0'にすることで消灯させます。消灯が終了すると PWM 連続点滅終了の割り込み bit に'1'がセットされ、INT が出力されます。PWM 連続点滅終了割り込みの bit は、PWM 連続点滅終了認識クリアの対応 bit に'0'を書き込むことでクリアされます。

消灯には②FAL_PWM*が適用されます。

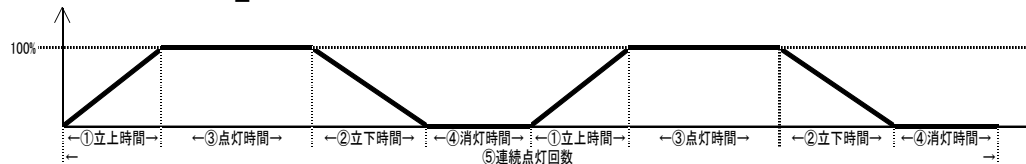


Figure 7. LED 設定区分

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xE0		FAL_PWM0[3:0]				RIS_PWM0[3:0]		
0xE1		OFF_PWM0[3:0]				ON_PWM0[3:0]		
0xE2	-	-	-	-		REP_PWM0[3:0]		
0xE3		FAL_PWM1[3:0]				RIS_PWM1[3:0]		
0xE4		OFF_PWM1[3:0]				ON_PWM1[3:0]		
0xE5						REP_PWM1[3:0]		
0xE6		FAL_PWM2[3:0]				RIS_PWM2[3:0]		
0xE7		OFF_PWM2[3:0]				ON_PWM2[3:0]		
0xE8						REP_PWM2[3:0]		
0xE9		FAL_PWM3[3:0]				RIS_PWM3[3:0]		
0xEA		OFF_PWM3[3:0]				ON_PWM3[3:0]		
0xEB						REP_PWM3[3:0]		
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xEC : PWM 連続点減終了認識マスク設定】

Name: MASK_PWM_FINISH

Address: 0xEC

Description: PWM 連続点減終了が終わった場合、PWM 制御(アドレス 0xFC)へ'1'→'0'のトグルで停止させた場合の何れかに出力される割り込み(アドレス 0x14)のマスク設定です。PWM 毎に独立してマスク設定できます。
1: マスク機能有効。 0: マスク機能無効(default)。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xEC	-	-	-	-	MSK_PWM3	MSK_PWM2	MSK_PWM1	MSK_PWM0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xED-0xEE : LED-PWM 設定割り当て】

Name: PWM_ASSIGN

Address: 0xED - 0xEE

Description: LED 毎にどの PWM を割り当てるか設定します。設定値が選択される PWM に対応します。
設定は PWM 割り当て切り替え(0xF9)への書き込みで反映されます。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xED	PWMA_LED3[1:0]		PWMA_LED2[1:0]		PWMA_LED1[1:0]		PWMA_LED0[1:0]	
0xEE	-	-	-	-	-	-	PWMA_LED4[1:0]	
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xEF : LED キャリブレーション】

Name: LED_CALIB

Address: 0xEF

Description: LED ポートデータ設定時、及び周期的なキャリブレーションに関しての設定を行います。

LEDCAL : LED ポートデータ設定時キャリブレーション :

PWM 割り当て切り替え(0xF9)、LED ポートデータ設定(0xFA)、PWM 選択(0xFB)、PWM 制御(0xFC)への書き込みがあった際、キャリブレーションを実施するか選択します。

1: 実施しない。 0: 実施する(default)。

PERCAL : 周期的キャリブレーション :

周期的なキャリブレーションの実施を選択します。

1: 実施しない。 0: 実施する(default)。

PERCALCOND : 周期的キャリブレーション実施条件 :

周期的なキャリブレーションの実施条件を選択します。

1: 常時。 0: 何れかの LED 端子が点灯状態のとき(default)。

PWMCAL : PWM 有効時における周期的キャリブレーションの実施選択 :

周期的キャリブレーションの実施を選択(PERCAL に'0'を書き込み)したとき、PWM 駆動による点減が有効にされた場合に、周期的キャリブレーションが"実施される"/"実施されない"を選択。

1: 何れかの LED 端子が点減状態のとき場合も周期的キャリブレーションを実施する。

0: 何れかの LED 端子が点減状態のとき場合は周期的キャリブレーションを実施しない。(default)。

条件		周期的キャリブレーション	
LED端子の状態	設定		
	PERCAL PWMCAL		
PWM駆動による点滅有り	0	0	実施されない
		1	実施される
	1	0	実施されない
		1	
PWM駆動による点滅無し	0	0	実施される
		1	
	1	0	実施されない
		1	

PERIOD[7:4] : 周期的キャリブレーションの周期設定 :

周期的なキャリブレーションの周期を設定します。Default : 約 5[sec]。

周期 = 約 5[sec] x (PERIOD + 1) (5sec≤周期設定時間≤80sec)

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xEF	PERIOD[3:0]				PWMCAL	PERCALCOND	PERCAL	LEDCAL
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xF0：割り込み要因クリア】

Name: CLR_INTERRUPT

Address: 0xF0

Description: 割り込み要因をクリアします。

INI：初期化終了クリア

レジスタ割り込み要因のビット INI をクリアするとき'0'を書き込みます。'1'は書き込み可能ですが無効です。

CAL：ソフトキャリブレーション完了クリア

レジスタ割り込み要因のビット CAL をクリアするとき'0'を書き込みます。'1'は書き込み可能ですが無効です。

ERCAL：再キャリブレーション完了クリア

レジスタ割り込み要因のビット ERCAL をクリアするとき'0'を書き込みます。'1'は書き込み可能ですが無効です。

PERCAL：周期的キャリブレーション完了クリア

レジスタ割り込み要因のビット PERCAL をクリアするとき'0'を書き込みます。'1'は書き込み可能ですが無効です。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xF0	-	-	-	PERCAL	-	ERCAL	CAL	INI
R/W	-	-	-	R/W	-	R/W	R/W	R/W
Initial val.	-	-	-	0	-	0	0	0

【0xF1：スイッチ On 認識クリア】

Name: CLR_DETECT_ON

Address: 0xF1

Description: スイッチ On 認識をクリアする場合、'0'を書き込むことでクリアされます。'1'は書き込み可能ですが無効です。

1：無効。 0：クリア実施。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xF1	-	-	-	ON_SW4	ON_SW3	ON_SW2	ON_SW1	ON_SW0
R/W	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xF2：スイッチ Off 認識】

Name: CLR_DETECT_OFF

Address: 0xF2

Description: スイッチ Off 認識をクリアする場合、'0'を書き込むことでクリアされます。'1'は書き込み可能ですが無効です。

1：無効。 0：クリア実施。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xF2	-	-	-	OFF_SW4	OFF_SW3	OFF_SW2	OFF_SW1	OFF_SW0
R/W	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xF3：スイッチ長押し認識クリア】

Name: CLR_DETECT_CONT

Address: 0xF3

Description: スイッチ長押し認識をクリアする場合、'0'を書き込むことでクリアされます。'1'は書き込み可能ですが無効です。

1：無効。 0：クリア実施。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xF3	-	-	-	CONT_SW4	CONT_SW3	CONT_SW2	CONT_SW1	CONT_SW0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xF4 : PWM 連続点滅終了認識クリア】

Name: CLR_DETECT_PWM_FINISH

Address: 0xF4

Description: PWM 連続点滅終了認識をクリアする場合、'0'を書き込むことでクリアされます。'1'は書き込み可能ですが無効です。PWM 毎にクリアビットを持ちます。
1: 無効。 0: クリア実施。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xF4	-	-	-	-	PWM3	PWM2	PWM1	PWM0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xF9 : PWM 割り当て切り替え】

Name: PWM_SWITCH

Address: 0xF9

Description: CFG : 設定割り当て値反映 :

'1'を書き込むことで LED-PWM 設定割り当て(0xED-0xEE)が反映されます。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xF9	-	-	-	-	-	-	-	CFG
R/W	-	-	-	-	-	-	-	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xFA : LED ポートデータ設定】

Name: LED_CNT

Address: 0xFA

Description: LED の点灯/消灯を制御します。LED ドライバは点灯のとき"H"駆動、消灯のとき"L"駆動します。
1: On。 0: Off。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xFA	-	-	-	LED4_EN	LED3_EN	LED2_EN	LED1_EN	LED0_EN
R/W	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xFB : PWM 選択】

Name: PWM_SELECT

Address: 0xFB

Description: LED 毎に PWM を使用した点滅(アドレス 0xFC 操作)か、PWM を使用しない点灯(アドレス 0xFA 操作)かを選択します。
1: PWM を使用した点滅。 0: PWM を使用しない点灯(default)。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xFB	-	-	-	PWMS_LED4	PWMS_LED3	PWMS_LED2	PWMS_LED1	PWMS_LED0
R/W	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xFC : PWM 制御】

Name: PWM_CNT

Address: 0xFC

Description: PWM の動作/停止を制御します。

'0'→'1'のトグルを認識して PWM は開始します。

'1'→'0'のトグルを認識して PWM は停止します。

設定の繰り返し回数が終了して停止するような場合、次に開始できるようにイネーブルビットに'0'を書き込んでください。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xFC	-	-	-	-	PWM3_EN	PWM2_EN	PWM1_EN	PWM0_EN
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xFE：動作確認用ライトレジスタ】

Name: WACT

Address: 0xFE

Description: IC 動作の確認用のライトレジスタ。このレジスタに書きこまれた値が、動作確認用リードレジスタ(アドレス 0x1E)にコピーされます。書きこまれた値が読み出された値と等しいことで、I/F 及び MPU の動作確認を行います。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xFE	WACT[7:0]							
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

【0xFF：AFE 制御】

Name: CNT

Address: 0xFF

Description: センサ動作の制御レジスタ。

ACT：検出工程イネーブル：

シーケンサ動作のイネーブル信号です。1:通常モード 0:停止モード。

CAL：ソフトキャリブレーション：

‘1’を書き込むことで、キャリブレーションを実施します。ソフトキャリブレーション終了の割り込みが確認されたら、‘0’を書き込んで解除してください。

CFG：設定値反映：

センサ設定、マスク設定、LED/PWM 設定のマスク設定(アドレス 0xEC)と LED_CALIB(アドレス 0xEF)の領域に設定した内容、及び FRCRLS、CALOVF は、このレジスタに‘1’が書き込まれる毎に、そのタイミングで IC の動作に反映されます。

CALMOD：キャリブレーションモード：

ソフトキャリブレーションを実施する際の、モードを設定します。

0: 閾値を超えている SIN を OFF させて、キャリブレーション実施(default)。

閾値を超えていたスイッチはキャリブレーションされたことで OFF 認識され、DETECT_OFF に反映されます。

1: 閾値を超えている SIN を除いて (ON のままで)、キャリブレーション実施。

CALOVF：オーバーフロー時セルフキャリブレーション選択：

周期的キャリブレーションを有効にしている場合、8bit に補正前の検出センサ値が AD 変換器のダイナミックレンジを越えてしまうような状態が検出されたとき、自動でキャリブレーションを実施するかを選択します。

0: 実施しない(default) 1:実施する。

FRCRLS：強制 OFF 検出選択：

長押し検出後の最大検出センサ値と比較し、ON 閾値分下がったセンサ値が検出された時点で、強制的にスイッチ OFF 認識するかを選択します。

0: 実施しない(default) 1:実施する。

閾値を超えていたスイッチは強制 OFF されたことで OFF 認識され、DETECT_OFF に反映されます。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xFF	FRCRLS	CALOVF	-	CALMOD	-	CFG	CAL	ACT
R/W	R/W	R/W	-	R/W	-	R/W	R/W	R/W
Initial val.	0	0	-	0	-	0	0	0

タイミングチャート

- ホストインターフェース
 - ・ 2 線シリアルバス。
 - ・ I2C バスプロトコルに対応。
 - ・ スレープモードのみ。
 - ・ 7-bit Slave Address = 0x4C (ADR = 'L' のとき) , 0x4D (ADR = 'H' のとき)。
 - ・ Standard-mode (100kHz 転送速度)、Fast-mode (400kHz 転送速度)対応。
 - ・ シーケンシャルリード対応。

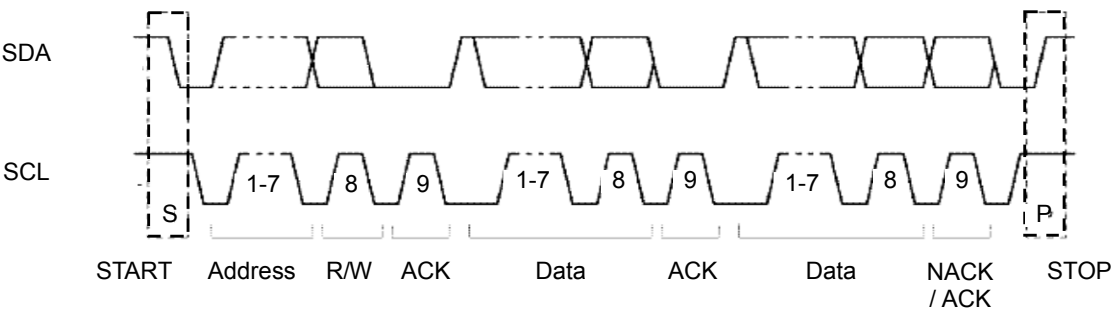


Figure 8. 2 線シリアルバスデータフォーマット

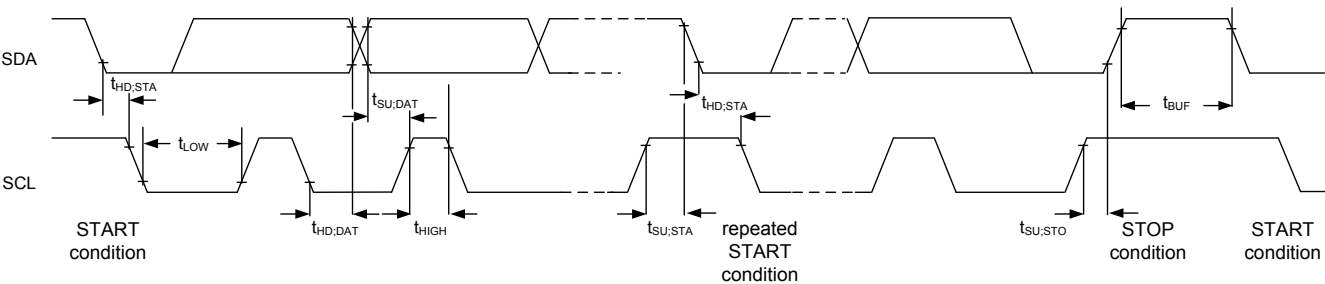
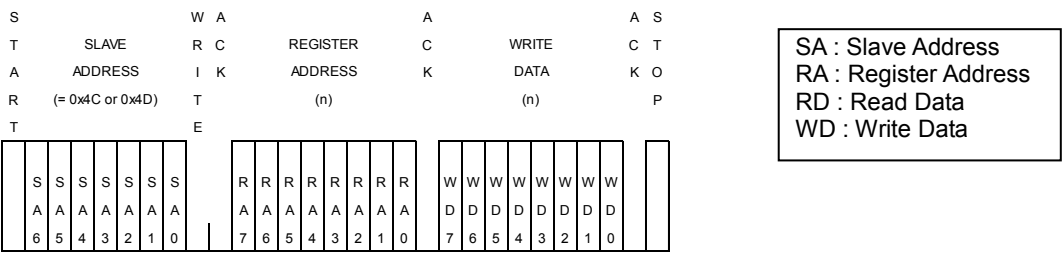


Figure 9. 2 線シリアルバスタイミングチャート

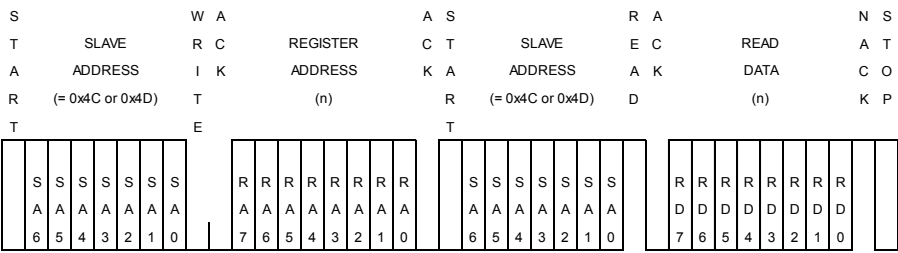
パラメータ	記号	Standard-mode		Fast-mode		単位
		MIN	MAX	MIN	MAX	
SCL クロック周波数	f _{SCL}	0	100	0	400	kHz
ホールド時間(反復)『START』条件	t _{HD:STA}	4.0	-	0.6	-	usec
SCL の'L'レベル時間	t _{LOW}	4.7	-	1.3	-	usec
SCL の'H'レベル時間	t _{HIGH}	4.0	-	0.6	-	usec
データホールド時間	t _{HD:DAT}	0.1	3.45	0.1	0.9	usec
データセットアップ時間	t _{SU:DAT}	0.25	-	0.1	-	usec
反復『START』条件のセットアップ時間	t _{SU:STA}	4.7	-	0.6	-	usec
『STOP』条件のセットアップ時間	t _{SU:STO}	4.0	-	0.6	-	usec
『STOP』条件と『START』条件との間のバスフリー時間	t _{BUF}	4.7	-	1.3	-	usec

※レジスタアドレス 0xF0-0xFF 領域への書き込みは、650usec 以上の書き込み間隔を設けてください。

• Byte Write



• Random Read



• Sequential Read

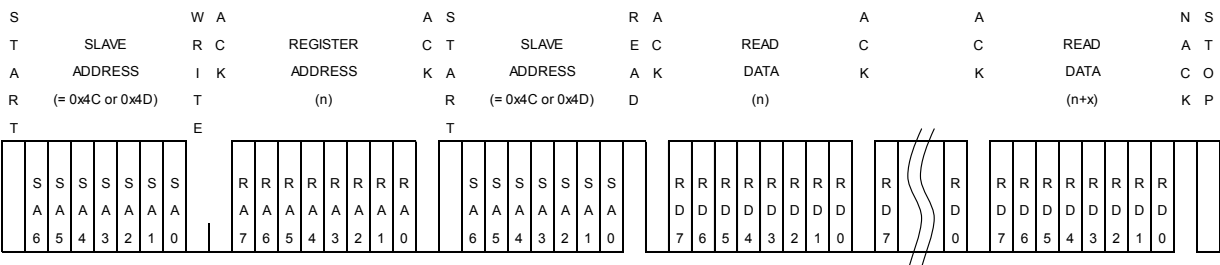


Figure 10. 2 線シリアルバスプロトコル

● センサ値検出周期

時系列に各センサを順にセンシングします。すべてのセンサを検出後、MPUにてデータ処理します。
検出周期は Typ で約 14.8msec です。

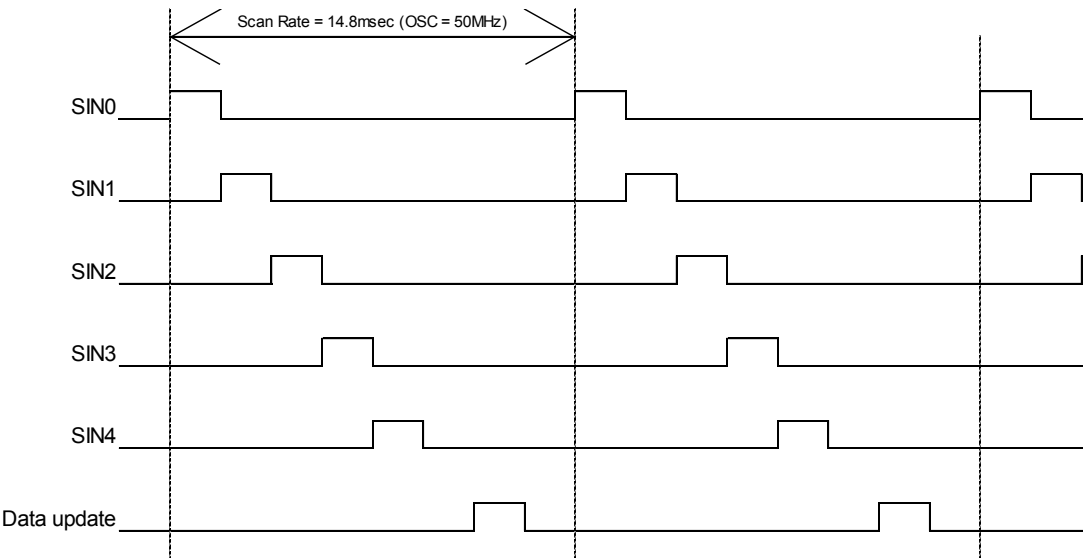


Figure 11. センサ値検出タイミングチャート

- 電源投入手順

電源供給ピンは VDD のみです。AVDD、DVDD は内蔵の LDO により生成されますので投入順番はありません。VDD が適正電圧に達した時点で、デジタルのシステムリセットであるパワーオンリセットが解除されます。

パワーオンリセットは VDD を監視していますので、DVDD→VDD の順で適正電圧に立ち上がるよう、VDD の立ち上がり時間確保とデカップリングコンデンサには適正な値のものを使用するようにしてください。

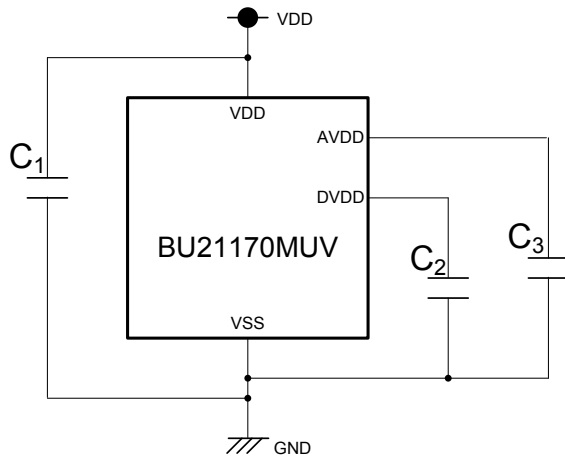


Figure 12. 外付けコンデンサ配置

外付けコンデンサ推奨値

C1	0.1uF	VDD 用デカップリングコンデンサ
C2	1.0uF	DVDD 用デカップリングコンデンサ
C3	2.2uF	AVDD 用デカップリングコンデンサ

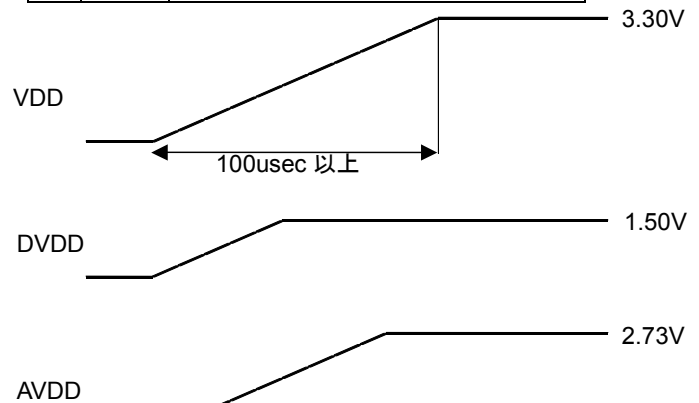


Figure 13. 電源投入タイミングチャート

パワーオンリセットが解除されると、内蔵の MPU が初期化を開始します。初期化完了は、INT 端子により HOST へ通知されます。初期化完了したことを確認した後で、IC ヘコマンドを送信してください。

また、WDTR によるリセットの場合も同様に、初期化が行われます。すべてのレジスタが初期化されますので、初期化完了の割り込みを検出した場合は、再度 IC ヘコマンドを送信しなおしてください。

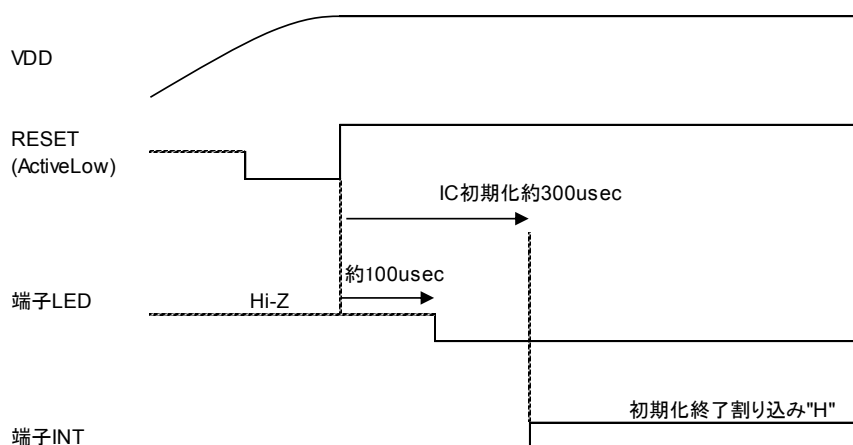


Figure 14. 初期化タイミングチャート

● 初期化手順

電源投入後、WDTR リセット、ソフトウェアリセットがかかった後、IC が初期化され、レジスタ値はすべてクリアされます。IC の初期化が終了すると、初期化終了割り込みの bit が '1' になり、INT が出力されます。初期化終了割り込み bit は '0' を書き込むことでクリアされます。初期化が終了したら、レジスタに設定値を書き込んでください。設定終了後、AFE のキャリブレーションが必要になります。AFE 制御レジスタのソフトキャリブレーションと検出工程イネーブルそれぞれに '1' を書き込み、キャリブレーションを開始してください。

ハードウェアリセット後初期化手順

- ・電源投入
- ・WDT タイムアウト
- ・ソフトウェアリセット実施

による何れのハードウェアリセットの場合でも、すべてのレジスタクリアが実施されます。MPU へのリセットも実施されますので、MPU は Program ROM にあるファームウェアに則り、IC を初期化します。

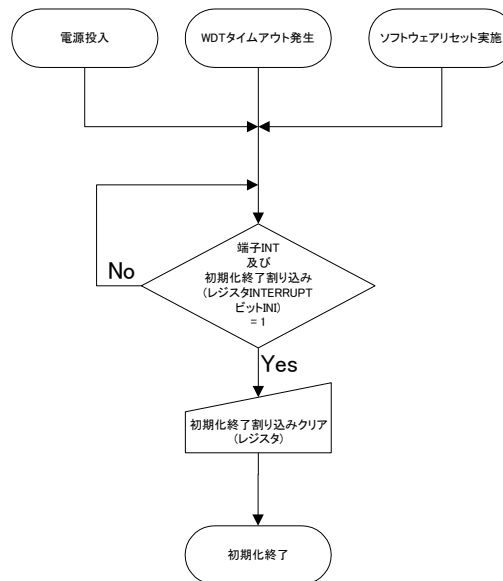


Figure 15. ハードウェアリセット後初期化手順

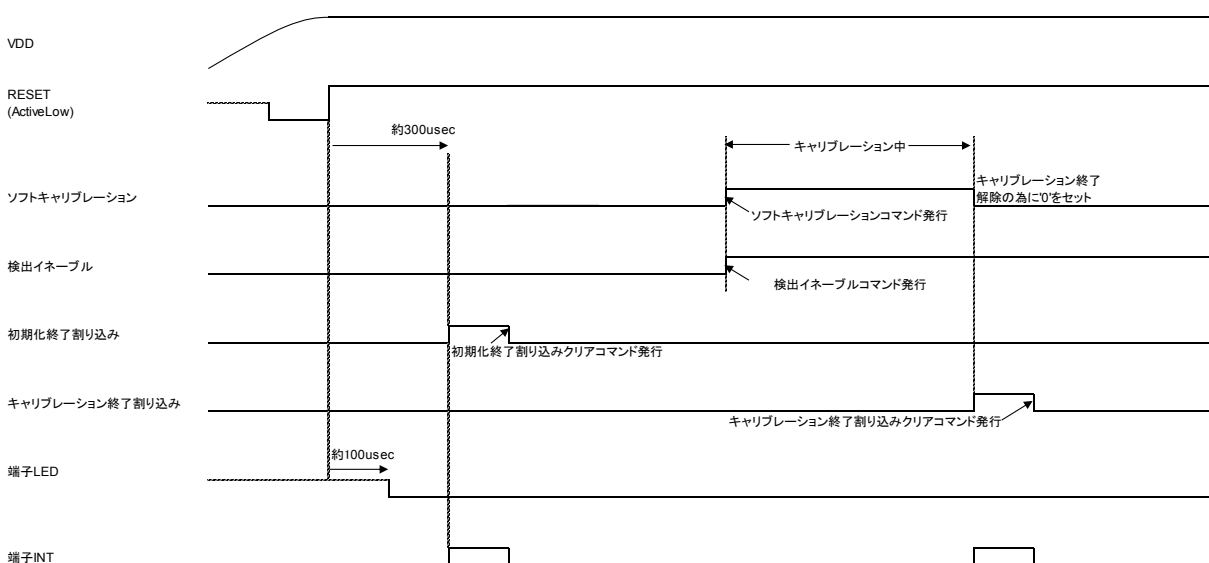


Figure 16. システムリセット後の設定手順とそれに伴う割り込み及び割り込みクリア

キャリブレーション

● セルフキャリブレーション

IC が自動的に実施するキャリブレーションです。次のような場合に実施されます。

1. ドリフト検出時：
経時的なドリフト状態を検出したとき、セルフキャリブレーションが実施され、再キャリブレーション完了割り込みの bit が '1' になり、INT が出力されます。
センサ検出値が ON 閾値を超えるセンサがある間、ドリフト検出は実施されていません。
割り込み要因再キャリブレーション完了にはマスク機能が用意されています (0:マスクしない, 1:マスクする)。
再キャリブレーション完了割り込みの bit は '0' を書き込むことでクリアされます。
2. 外来ノイズ検出時：
外来ノイズを検出したとき、変換周期をホッピングさせノイズ帯域と同期しないようにします。
セルフキャリブレーションが実施され、再キャリブレーション完了割り込みの bit が '1' になり、INT が出力されます。
割り込み要因再キャリブレーション完了にはマスク機能が用意されています (0:マスクしない, 1:マスクする)。
再キャリブレーション完了割り込みの bit は '0' を書き込むことでクリアされます。
3. 誤操作検出時：
指を乗せた状態でキャリブレーションが行われた場合、乗せた状態が基準点になり、指を離すと検出値が基準点未満の状態になり、この状態を誤操作検出と定義しています。
セルフキャリブレーションが実施され、再キャリブレーション完了割り込みの bit が '1' になり、INT が出力されます。
割り込み要因再キャリブレーション完了にはマスク機能が用意されています (0:マスクしない, 1:マスクする)。
再キャリブレーション完了割り込みの bit は '0' を書き込むことでクリアされます。

● ソフトキャリブレーション

Host からのコマンドにて実施するキャリブレーションです。

- ① ソフトキャリブレーションの bit に '1' を書き込んでください。
- ② キャリブレーションが終了すると、ソフトキャリブレーション終了割り込みの bit が '1' になり、INT が出力されます。割り込み要因ソフトキャリブレーション完了にはマスク機能が用意されています (0:マスクしない, 1:マスクする)。ソフトキャリブレーション終了割り込みの bit は '0' を書き込むことでクリアされます。また、次回ソフトキャリブレーションを実施するためにソフトキャリブレーションの bit に '0' を書き込んで解除しておいてください。

センサ設定値更新後は、ソフトキャリブレーションを実施してください。また、センサ設定値の更新は検出工程イネーブルが disable の状態で行ってください。

キャリブレーション中、センサ値の更新は行われません。したがって、センサ操作も無効です。

ソフトキャリブレーションがセンササンプリング中に発行された場合、次のサンプリングよりキャリブレーションは実施されます。

● LED キャリブレーション

PWM 割り当て切り替え(0xF9)、LED ポートデータ設定(0xFA)、PWM 選択(0xFB)、PWM 制御(0xFC)への書き込みがあった場合、周辺状況の変化による基準点ずれを補正するために、セルフキャリブレーションの実施を選択できます。実施/未実施の選択はレジスタ 0xEF の bit0 にて選択します (0:実施, 1:未実施)。

セルフキャリブレーションの実施が選択されているとき、PWM 割り当て切り替え(0xF9)への書き込みのみ、書き込まれる値によってセルフキャリブレーションの実施/未実施を選択できます (0:実施, 1:未実施)。

指が触れた状態でレジスタ 0xF9~0xFC への書き込みがあった場合、指が離れた際に誤操作検出状態となり、セルフキャリブレーションが実施されます。

● 周期的キャリブレーション

一定時間経過毎にセルフキャリブレーションの実施を選択できます。実施/未実施の選択はレジスタ 0xEF の bit1 にて選択します (0:実施, 1:未実施)。

指が触れ ON になっているセンサは、周期キャリブレーションが実施されたときでもキャリブレーションされません。
指が離れた際にキャリブレーションが実施されます。

周期的キャリブレーションは実施される毎に、割り込み要因 PERCAL に '1' がセットされ、INT が出力されます。割り込み要因周期的キャリブレーション完了にはマスク機能が用意されています (0:マスクしない, 1:マスクする)。

- キャリブレーションが競合した場合
4 種類のキャリブレーションは、キャリブレーションを実施する要因がそれぞれ異なります。よって、あるキャリブレーションが実施中に別のキャリブレーションが開始される、競合する状態が発生します。
キャリブレーションが競合した場合、途中まで実施されたキャリブレーションは中止し、後から開始されたキャリブレーションにて改めて最初から実施しなおします。
キャリブレーションが完了したことを示す割り込み要因は、途中まで実施されたキャリブレーション、後から発生したキャリブレーションの両方に‘1’がセットされ、INT が出力されます。

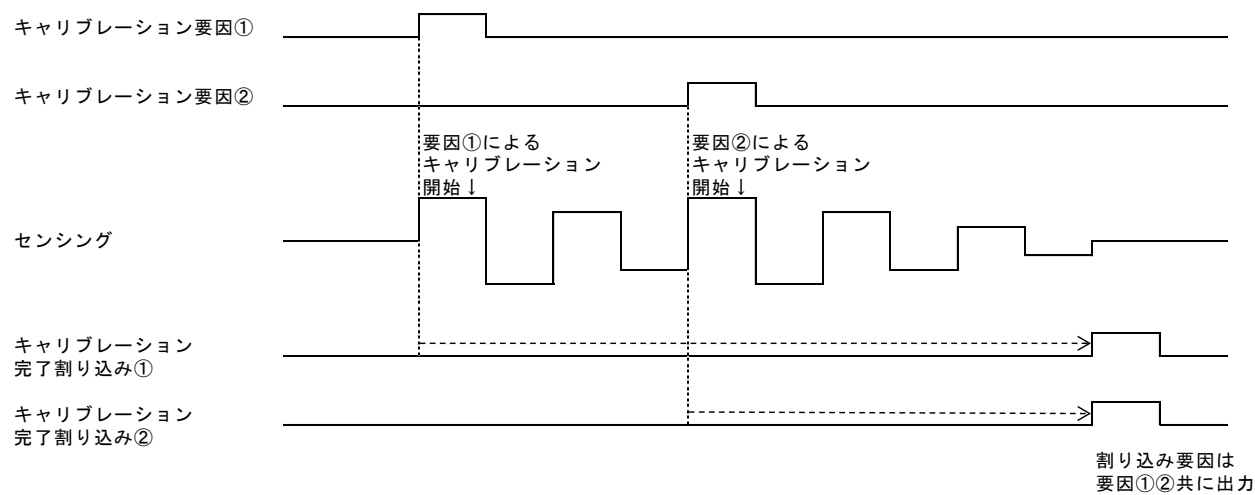


Figure 17. キャリブレーションが競合した場合

スイッチ機能

各 SIN は SW というビットで On 認識、Off 認識、長押し認識の各レジスタに反映されます。
SW 毎に On/Off/長押しをマスクすることが可能です。複数押しに対応しています。

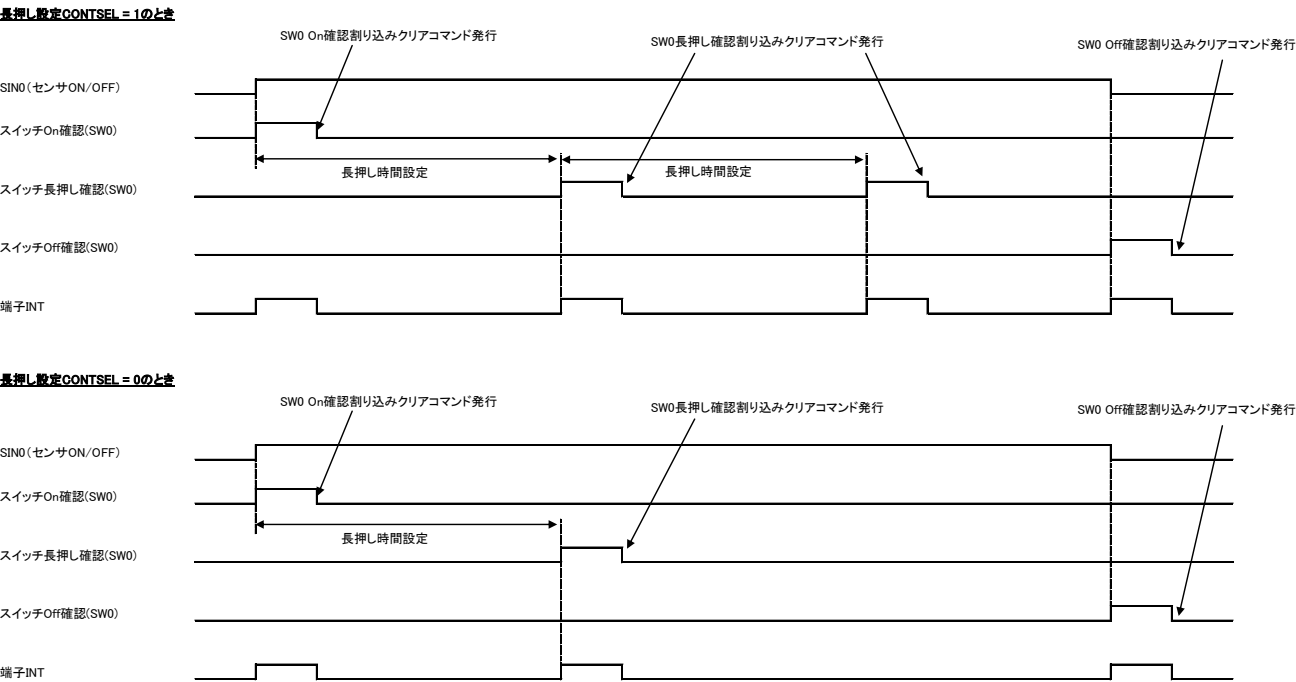


Figure 18. スイッチでの割り込み(1)

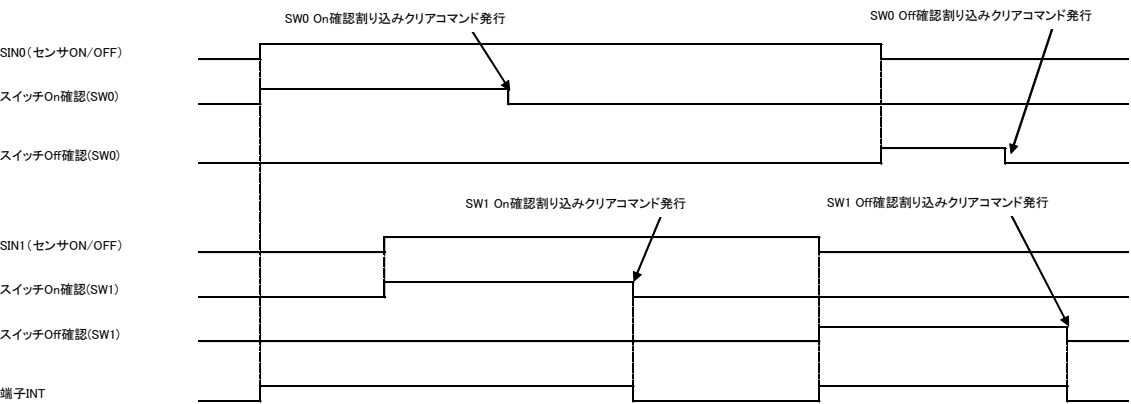


Figure 19. スイッチでの割り込み(2)

PWM 駆動に伴う割り込み

LED の PWM 駆動は常時点滅ではない設定をした場合、連続点滅回数で設定した回数 On/Off を繰り返すことができます。終了すると割り込みを出力します。
 常時点灯、常時点滅を選択した場合、PWM 制御に '1'→'0' を設定することで Off させてください。割り込みが出ます。また、点滅途中で PWM 制御に '1'→'0' を設定することで Off させた場合も割り込みが出ます。
 ただし、PWM タイマが終了する前に再スタートをかけると、割り込みは出ません。

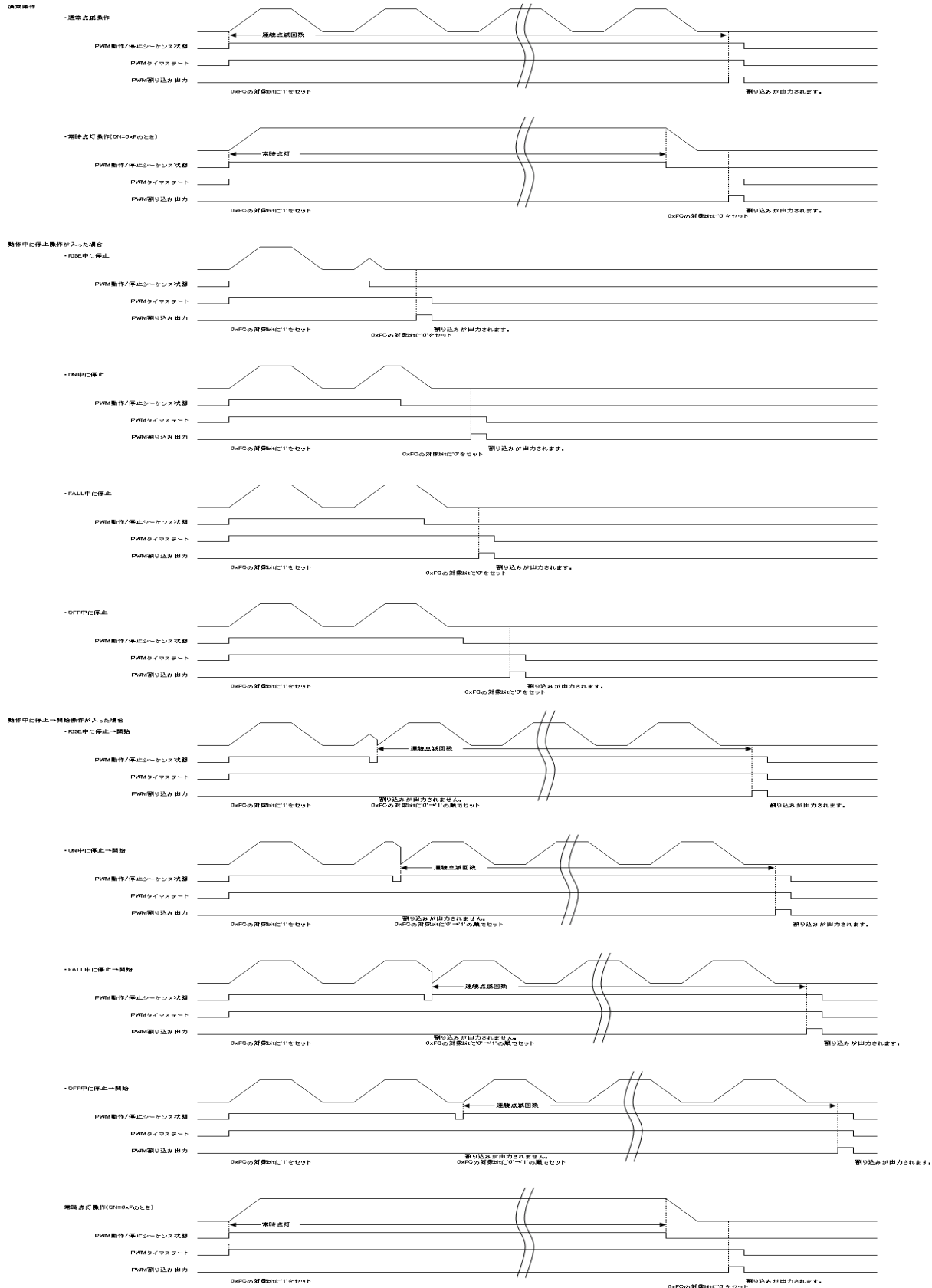


Figure 20. PWM 駆動

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 IC 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 IC 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止してください。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、IC 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、低温で容量ぬけ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. 熱設計について

万一、許容損失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。本仕様書の絶対最大定格に記載しています許容損失は、74.2mm x 74.2mm x 1.6mm ガラスエポキシ 1 層基板(表層放熱銅箔 10.29mm²)実装時の値であり、これ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の対策をして、許容損失を超えないようにしてください。

6. 推奨動作条件について

この範囲であればほぼ期待通りの特性を得ることができる範囲です。電気特性については各項目の条件下において保証されるものです。推奨動作範囲内であっても電圧、温度特性を示します。

7. 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。

8. 強電磁界中の動作について

強電磁界中でのご使用では、まれに誤動作する可能性がありますのでご注意ください。

9. 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ピン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。

10. 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。

11. 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。

12. 各入力端子について

IC の構造上、寄生素子は電位関係によって必然的に形成されます。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なり得ます。したがって、入力端子にグラウンド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注意してください。また、IC に電源電圧を印加していない時、入力端子に電圧を印加しないでください。さらに、電源電圧を印加している場合にも、各入力端子は電源電圧以下の電圧もしくは電氣的特性の保証値内としてください。

13. 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上定数を決定してください。

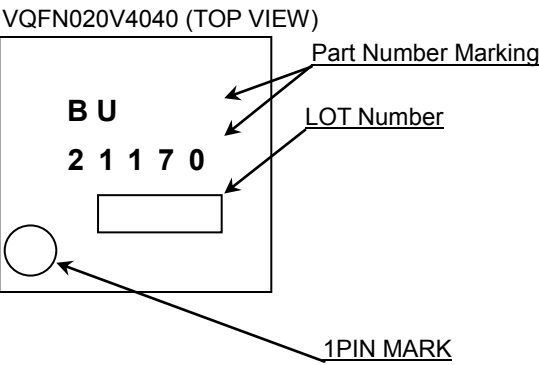
14. 安全動作領域について

本製品を使用する際には、出力トランジスタが絶対最大定格及び ASO を越えないよう設定してください。

発注形名情報

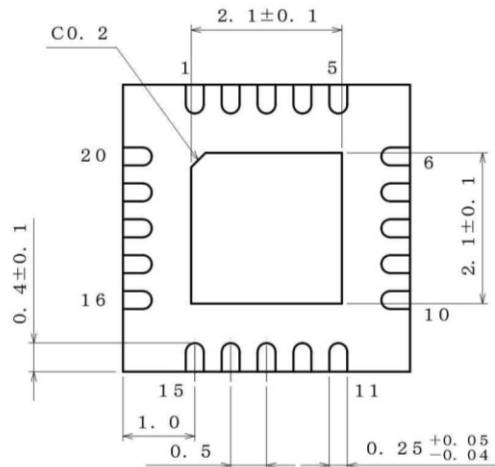
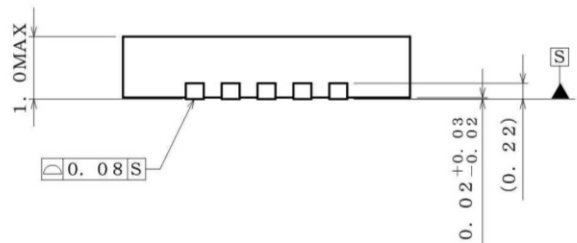
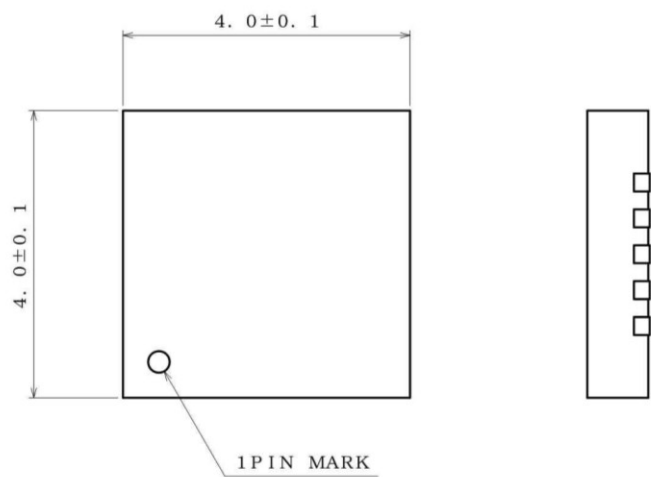
B U 2 1 1 7 0 M U V										-	E 2	
品名										パッケージ MUV: VQFN020V4040	包装、フォーミング仕様 E2: リール状エンボステープニング	

標印図



外形寸法図と包装・フォーミング仕様

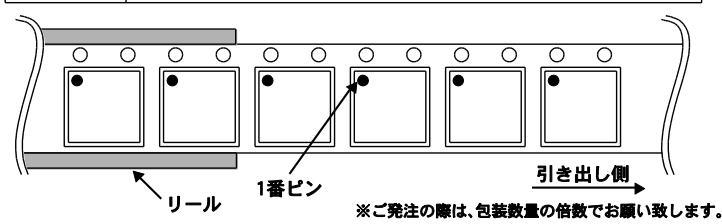
Package Name	VQFN020V4040
--------------	--------------



(UNIT : mm)
PKG : VQFN020V4040
Drawing No. EX474-5001-1

<包装仕様>

包装形態	エンボステーピング
包装数量	2500pcs
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)



※ご発注の際は、包装数量の倍数をお願い致します。

改訂履歴

日付	版	変更内容
2013.08.28	001	新規作成
2016.07.14	002	<p>P3 Figure 6.ブロック図 PoR の誤結線修正</p> <p>P11 誤記訂正 (変更前) CONTSEL: 長押しを認識の割り込み出力のチャタリングキャンセル用のオーバーサンプリング回数を設定します。オーバーサンプリング回数以下の連続ボタンレベルは無視されます。 (変更後) CONTSEL: 長押しを認識後に発生する割り込み出力の出力パターンを設定します。</p> <p>P21 誤記訂正 (変更前) 一定時間経過毎にセルフキャリブレーションの実施を選択出来ます。実施/未実施の選択はレジスタ 0xEF の bit0 にて選択します (0:実施 , 1:未実施)。 (変更後) 一定時間経過毎にセルフキャリブレーションの実施を選択出来ます。実施/未実施の選択はレジスタ 0xEF の bit1 にて選択します (0:実施 , 1:未実施)</p>

ご注意

ローム製品取扱い上の注意事項

1. 本製品は一般的な電子機器（AV 機器、OA 機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器等）への使用を意図して設計・製造されております。したがって、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^(Note 1)、輸送機器、交通機器、航空宇宙機器、原子力制御装置、燃料制御、カーアクセサリを含む車載機器、各種安全装置等）（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	

2. 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、かかる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。
3. 本製品は、一般的な電子機器に標準的な用途で使用されることを意図して設計・製造されており、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、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂ 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た場合も、残渣の洗浄は確実にを行うことをお勧め致します）、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本製品が結露するような場所でのご使用。
4. 本製品は耐放射線設計はなされておられません。
5. 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。
6. 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。
7. 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。
8. 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。
9. 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

1. 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。
2. 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、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂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、ロームに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。