

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



## BU21079F

●概要

BU21079F はスイッチ操作向け静電容量スイッチコントローラです。  
 間欠動作モードで低消費電力を実現します。  
 1 センサを 1 スイッチの使用に加え、複数センサをマトリクス状に配置した交点を 1 つのスイッチとして使用できます。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。

●重要特性

- 電源電圧 3.0~5.5V
- 温度範囲 -20~85°C
- 動作電流 2.5mA (Typ.通常動作)
- 検出周期 6msec (Typ.)

●パッケージ

●特長

- 8 センサ端子
- 最大 16ch のマトリクススイッチ構成
- 自動キャリブレーション
- 長押し検出
- 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
- 3.3V もしくは 5.0V 単一電源
- パワーオンリセット、クロック発振回路内蔵



SOP16  
10.00 mm×6.20 mm×1.71 mm

●用途

- 複数のスイッチを要する電子機器
- プリンタ、複合機などの OA 機器
- 薄型テレビ、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
- エアコン、冷蔵庫、炊飯器などの家電機器

● 基本アプリケーション回路

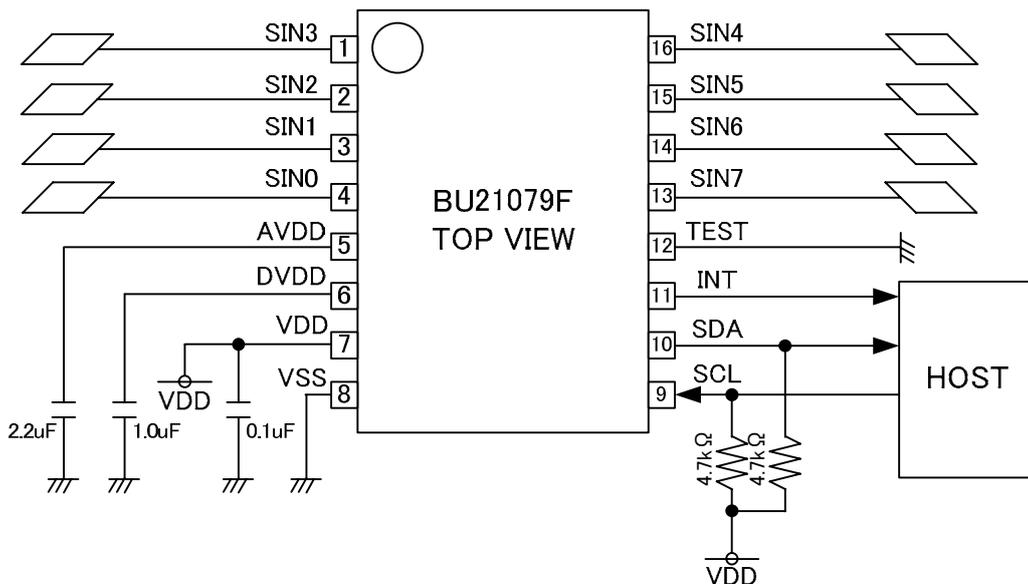


Figure 1. 基本アプリケーション回路

## ●OVERVIEW

BU21079F はスイッチ操作向けの静電容量センサコントローラです。

静電容量を検出する AFE(Analog Front End)、検出容量をデジタル検出値に変換する A/D コンバータ、検出値を処理する MPU、I2C バスプロトコルに対応した 2 線シリアルバスホストインターフェース、パワーオンリセット、クロック発振回路、内部用 LDO を内蔵し、3.0~5.5V 単一電源で動作します。

スイッチの ON/OFF/長押しを判別した結果はレジスタに保持され、レジスタ更新時に INT 端子によりホストへ更新を通知します。また、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。ホストの定期的な監視が不要になることで、ホストの負担を低減させます。

### ●間欠動作

タッチ ON 判定時は、間欠動作から通常動作に移行します。タッチ OFF 判定時は通常動作から間欠動作に移行し、動作電力を低減します。間欠動作中のセンシングをチェックセンシング、通常動作中のセンシングをノーマルセンシングと定義します。

### ●独立スイッチ

1 センサを 1 スイッチに割り当てる使い方は、ON/OFF/長押しの検出レジスタがあります。複数スイッチの同時押しが可能です。使用しないスイッチはマスクすることができます。

### ●マトリクススイッチ

複数センサをマトリクス状に配置した交点を 1 つのスイッチとして割り当てる使い方は、ON/OFF/長押しの検出レジスタがあります。マトリクススイッチは同時押しには対応していません。使用しないスイッチはマスクすることができます。BU21079F では最大 4 x 4 の 16 スイッチを構成することが可能です。

### ●自動キャリブレーション

検出結果をもとに、センサの周辺状況を観測しています。温度ドリフト、外来ノイズが検知されると、自動でキャリブレーションを実施し、常に安定した検出値が得られます。

### ●ホストインターフェース

I2C バスプロトコルに対応した 2 線シリアルバスです。ホストのスレーブデバイスとして動作します。BU21079F の Slave Address は 0x5C です。

## ●端子配置図

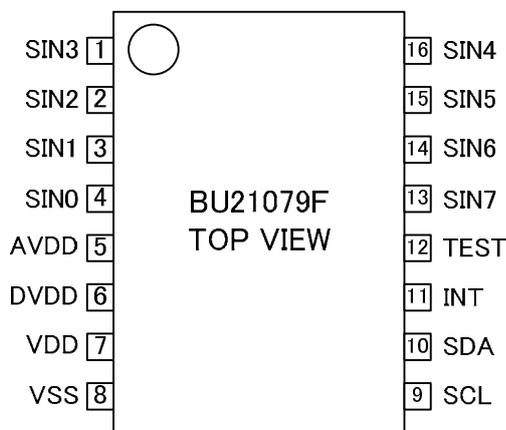


Figure 2. BU21079F 端子配置図

●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	SIN3	Ain	センサ端子 3		AVDD	Hi-Z	Fig.3
2	SIN2	Ain	センサ端子 2		AVDD	Hi-Z	Fig.3
3	SIN1	Ain	センサ端子 1		AVDD	Hi-Z	Fig.3
4	SIN0	Ain	センサ端子 0		AVDD	Hi-Z	Fig.3
5	AVDD	Power	アナログ用 LDO 出力端子		—	—	—
6	DVDD	Power	デジタル用 LDO 出力端子		—	—	—
7	VDD	Power	電源端子		—	—	—
8	VSS	GND	グラウンド端子		—	—	—
9	SCL	In	ホスト I/F : SCL 入力端子		VDD	Hi-Z	Fig.4
10	SDA	InOut	ホスト I/F : SDA 入出力端子		VDD	Hi-Z	Fig.4
11	INT	Out	割り込み出力端子	"H"で割り込み	VDD	L	Fig.4
12	TEST	In	テスト入力端子	通常動作時"L"固定	VDD	—	Fig.5
13	SIN7	Ain	センサ端子 7		AVDD	Hi-Z	Fig.3
14	SIN6	Ain	センサ端子 6		AVDD	Hi-Z	Fig.3
15	SIN5	Ain	センサ端子 5		AVDD	Hi-Z	Fig.3
16	SIN4	Ain	センサ端子 4		AVDD	Hi-Z	Fig.3

●入出力等価回路図

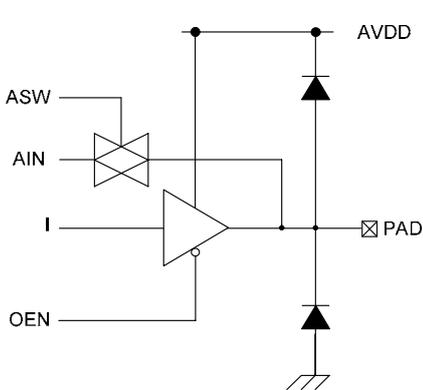


Figure 3. 入出力端子等価回路図 (a)

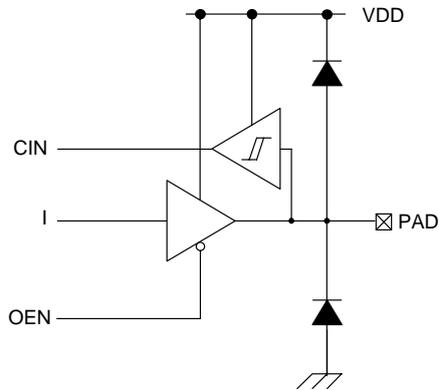


Figure 4. 入出力端子等価回路図 (b)

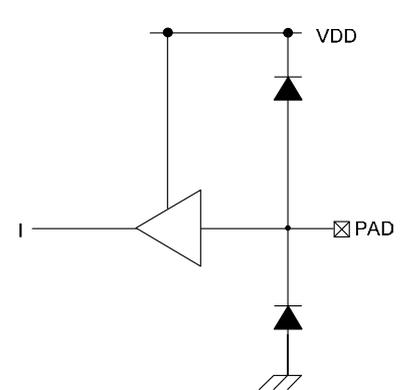


Figure 5. 入出力端子等価回路図 (c)

## ●ブロック図

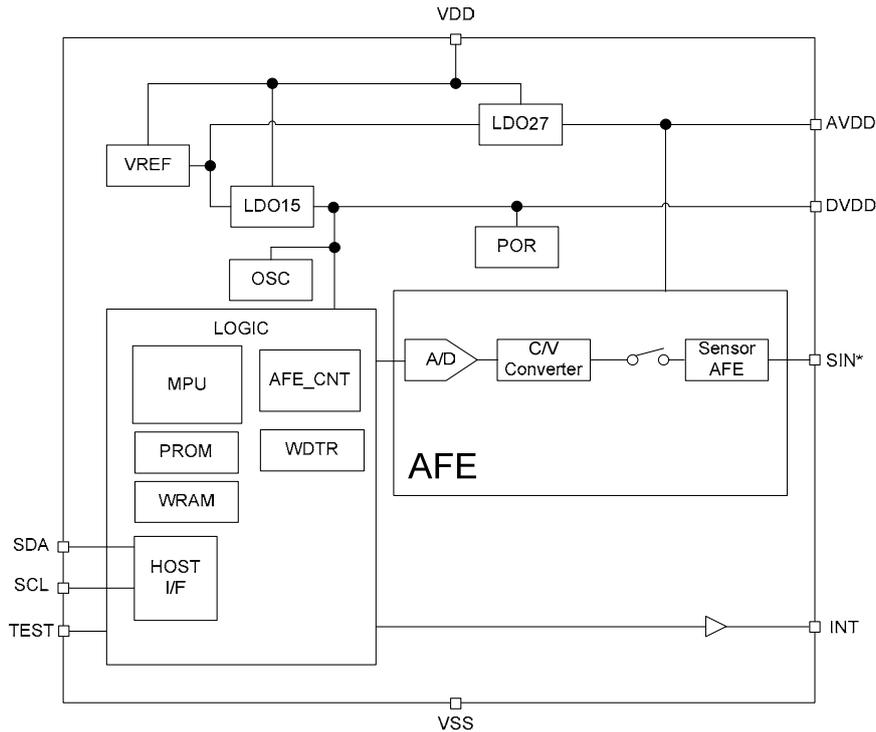


Figure 6. ブロック図

## ●各ブロック動作説明

- Sensor AFE、C/V Converter  
時系列に1センサずつ、容量→電圧変換を行います。
- A/D  
容量値から変換された電圧値を、デジタル検出値に変換します。
- LDO27  
Sensor AFE、C/V Converter、及び A/D 用の 2.7V 出力 LDO です。
- LDO15  
OSC、及び Logic 用の 1.5V 出力 LDO 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 端子にてホストに通知します。
- PROM  
MPU のプログラム ROM です。
- WRAM  
MPU のワーク RAM です。
- HOST I/F  
2 線シリアルバスインターフェースです。I2C のプロトコルに対応しています。
- AFE\_CNT  
Sensor AFE、C/V converter、A/D の制御シーケンサです。
- 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場合、システムリセットが発行されます。

## ●絶対最大定格 (Ta = 25°C)

項目	記号	定格	単位
電源電圧	VDD	-0.5 ~ 7.0	V
入力電圧	V <sub>IN</sub>	-0.5 ~ VDD + 0.3	V
保存温度範囲	T <sub>stg</sub>	-55 ~ 125	°C
許容損失	P <sub>d</sub>	0.30 <sup>*1</sup>	W
最大接合部温度	T <sub>jmax</sub>	125	°C

\*1 Ta=25°C以上は 3.00mW/°Cで軽減。IC 単体値。

ローム標準基板(70mm x 70mm x 1.6<sup>t</sup>mm)に実装したときの Pd は 0.50W で Ta=25°C以上は 5.00mW/°Cで軽減。

## ●推奨動作範囲

項目	記号	定格	単位
電源電圧	VDD	3.0 ~ 5.5	V
動作温度範囲	T <sub>opr</sub>	-20 ~ 85	°C

## ●電気的特性 (Ta = 25°C, VDD = 3.3V, VSS = 0V)

項目	記号	規格値			単位	条件
		最小	標準	最大		
入力 H 電圧	V <sub>IH</sub>	VDD x 0.7	-	VDD + 0.3	V	
入力 L 電圧	V <sub>IL</sub>	VSS - 0.3	-	VDD x 0.3	V	
出力 H 電圧	V <sub>OH</sub>	VDD - 0.5	-	VDD	V	I <sub>OH</sub> = -4mA
出力 L 電圧	V <sub>OL</sub>	VSS	-	VSS + 0.5	V	I <sub>OL</sub> = 4mA
OSC 発振周波数 1	f <sub>OSC1</sub>	45	50	55	MHz	
OSC 発振周波数 2	f <sub>OSC2</sub>	51.2	64	76.8	KHz	
DVDD 電圧	V <sub>DVDD</sub>	1.35	1.50	1.65	V	
AVDD 電圧	V <sub>AVDD</sub>	2.61	2.71	2.81	V	
フルスキャン時動作電流	I <sub>DD</sub>	-	2.5	-	mA	センサ負荷容量無し
間欠動作時電流	I <sub>INT</sub>		75		uA	間欠動作周期 200ms

●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	Ini	7	6	5	4	3	2	1	0
検出値	0x00	SIN_DATA0	R	0x00	SD_SIN0							
	0x01	SIN_DATA1	R	0x00	SD_SIN1							
	0x02	SIN_DATA2	R	0x00	SD_SIN2							
	0x03	SIN_DATA3	R	0x00	SD_SIN3							
	0x04	SIN_DATA4	R	0x00	SD_SIN4							
	0x05	SIN_DATA5	R	0x00	SD_SIN5							
	0x06	SIN_DATA6	R	0x00	SD_SIN6							
	0x07	SIN_DATA7	R	0x00	SD_SIN7							
	0x08	SIN_DATA8	R	0x00	SD_SIN8							
	0x09-0F	reserved	R	0x00	-							
検出結果	0x10	INTERRUPT	R	0x00	CONDET	OFFDET	ONDET	PERCAL	WDT	ERCAL	CAL	INI
	0x11	SIN_STATE	R	0x00	SIN7_STAT	SIN6_STAT	SIN5_STAT	SIN4_STAT	SIN3_STAT	SIN2_STAT	SIN1_STAT	SIN0_STAT
	0x12	Reserved	R	0x00	-							
	0x13	DETECT_SW_ON	R	0x00	SW7_ON	SW6_ON	SW5_ON	SW4_ON	SW3_ON	SW2_ON	SW1_ON	SW0_ON
	0x14	DETECT_SLIDER_ON	R	0x00	SLIDER_ON	SLIDER_CNT						
	0x15	DETECT_MAT_ON	R	0x00	MAT_ON	-			KEY_ON			
	0x16	DETECT_SW_OFF	R	0x00	SW7_OFF	SW6_OFF	SW5_OFF	SW4_OFF	SW3_OFF	SW2_OFF	SW1_OFF	SW0_OFF
	0x17	DETECT_SLIDER_OFF	R	0x00	SLIDER_OFF	-						
	0x18	DETECT_MAT_OFF	R	0x00	MAT_OFF	-			KEY_OFF			
	0x19	DETECT_SW_CONT	R	0x00	SW7_CONT	SW6_CONT	SW5_CONT	SW4_CONT	SW3_CONT	SW2_CONT	SW1_CONT	SW0_CONT
	0x1A	Reserved	R	0x00	-							
	0x1B	DETECT_MAT_CONT	R	0x00	MAT_CONT	-			KEY_CONT			
	0x1C	STATE	R	0x00	E_CALIB	-	-	-	-	-	INTVL	CALIB
	0x1D	Reserved	R	0x00	-							
	0x1E	RACT	R	0x00	RACT							
0x1F-84	Reserved	R	0x00	-								
リセット設定	0x85	SOFTRESET0	R/W	0x00	SRST[7:0]							
	0x86-89	Reserved	-	-	reserved							
	0x8A	SOFTRESET1	R/W	0x00	SRST[15:8]							
-	0x8B-BF	Reserved	-	-	reserved							
センサ設定	0xC0	CFG_SIN_1_0	R/W	0x00	GA_SIN1		ON_SIN1		GA_SIN0		ON_SIN0	
	0xC1	CFG_SIN_3_2	R/W	0x00	GA_SIN3		ON_SIN3		GA_SIN2		ON_SIN2	
	0xC2	CFG_SIN_5_4	R/W	0x00	GA_SIN5		ON_SIN5		GA_SIN4		ON_SIN4	
	0xC3	CFG_SIN_7_6	R/W	0x00	GA_SIN7		ON_SIN7		GA_SIN6		ON_SIN6	
	0xC4	CFG_SIN_x_8	R/W	0x00	-		-		GA_SIN8		ON_SIN8	
	0xC5-C7	Reserved	R/W	0x00	-							
	0xC8	GAIN_1_0	R/W	0x00	GA1				GA0			
	0xC9	GAIN_x_2	R/W	0x00	-				GA2			
	0xCA	ON_TH0	R/W	0x00	ON0							
	0xCB	ON_TH1	R/W	0x00	ON1							
	0xCC	ON_TH2	R/W	0x00	ON2							
	0xCD	OFF_TH	R/W	0x00	-	OFF						
	0xCE	OVERSAMPLES	R/W	0x00	OST				-			
	0xCF	CONTTIMES	R/W	0x00	CONTSSEL	-	CONT					

●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	Ini	7	6	5	4	3	2	1	0	
Mask setting	0xD0	MSK_DETECT_SW	R/W	0x00	MSK_SW7	MSK_SW6	MSK_SW5	MSK_SW4	MSK_SW3	MSK_SW2	MSK_SW1	MSK_SW0	
	0xD1	Reserved	R/W	0x00	-								
	0xD2	MSK_DETECT_MAT0	R/W	0x00	MSK_KEYH	MSK_KEYG	MSK_KEYF	MSK_KEYE	MSK_KEYD	MSK_KEYC	MSK_KEYB	MSK_KEYA	
	0xD3	MSK_DETECT_MAT1	R/W	0x00	MSK_KEYP	MSK_KEYO	MSK_KEYN	MSK_KEYM	MSK_KEYL	MSK_KEYK	MSK_KEYJ	MSK_KEYI	
	0xD4-D8	Reserved	R/W	0x00	-								
	0xD9	EN_SLIDER	R/W	0x00	EN_SLID_SIN7	EN_SLID_SIN6	EN_SLID_SIN5	EN_SLID_SIN4	EN_SLID_SIN3	EN_SLID_SIN2	EN_SLID_SIN1	EN_SLID_SIN0	
	0xDA	KEEP_SENS_NUM	R/W	0x00	KEEP_SENS_NUM								
	0xDB	UNIT_SENS_NUM	R/W	0x00	-				UNIT_SENS_NUM				
	0xDC	TH_SLEEP_H	R/W	0x00	TH_SLEEP[15:8]								
	0xDD	TH_SLEEP_L	R/W	0x00	TH_SLEEP[7:0]								
	0xDE	OUTPUT_OFFSET	R/W	0x00	OUTPUT_OFFSET								
0xDF	MSK_INTERRUPT	R/W	0x00	-	-	-	MSK_PERCAL	MSK_WDT	MSK_ERCAL	MSK_CAL	-		
Analog setting	0xE0	MODE_CONFIG0	R/W	0x00	-	-	FIX_BASE_CYC	FIX_SNS_CYC	-	SLID_LOOP	EN_DSLP	EN_SLP	
	0xE1	MODE_CONFIG1	R/W	0x00	DIS_SIN8	-	-	PERCAL_DIS	RET_DIS	HOP_DIS	ERROR_DIS	DRIFT_DIS	
	0xE2	EN_SIN	R/W	0x00	EN_SIN7	EN_SIN6	EN_SIN5	EN_SIN4	EN_SIN3	EN_SIN2	EN_SIN1	EN_SIN0	
	0xE3	SENS_NUM	R/W	0x00	SENS_NUM								
	0xE4	SENS_RD_TIME	R/W	0x00	SENS_RD_TIME								
	0xE5	SENS_RST_TIME	R/W	0x00	SENS_RST_TIME								
	0xE6	SENS_IRST_TIME	R/W	0x00	SENS_IRST_TIME								
	0xE7	CHK_NUM	R/W	0x00	CHK_NUM								
	0xE8	CHK_RD_TIME	R/W	0x00	CHK_RD_TIME								
	0xE9	CHK_RST_TIME	R/W	0x00	CHK_RST_TIME								
	0xEA	CHK_IRST_TIME	R/W	0x00	CHK_IRST_TIME								
	0xEB	DIG_GAIN	R/W	0x00	CHK_DIG_GAIN				SENS_DIG_GAIN				
	0xEC	CHK_WAIT_TIME	R/W	0x00	CHK_WAIT_TIME								
	0xED	SENS_WAIT_TIME	R/W	0x00	SENS_WAIT_TIME								
	0xEE	CALIB_CONFIG0	R/W	0x00	RET_NUM								
0xEF	CALIB_CONFIG1	R/W	0x00	PRECAL_PERIOD				DRIFT_SIN_NUM					
Control	0xF0	CLR_INT	R/W	0x00	-	-	-	C_PERCAL	C_WDT	C_ERCAL	C_CAL	C_INI	
	0xF1	CLR_DETECT_SW_ON	R/W	0x00	C_SW7_ON	C_SW6_ON	C_SW5_ON	C_SW4_ON	C_SW3_ON	C_SW2_ON	C_SW1_ON	C_SW0_ON	
	0xF2	Reserved	R/W	0x00	-								
	0xF3	CLR_DETECT_MAT_ON	R/W	0x00	C_MAT_ON	-	-	-	-	-	-	-	
	0xF4	CLR_DETECT_SW_OFF	R/W	0x00	C_SW7_OFF	C_SW6_OFF	C_SW5_OFF	C_SW4_OFF	C_SW3_OFF	C_SW2_OFF	C_SW1_OFF	C_SW0_OFF	
	0xF5	CLR_DETECT_SLIDER_OFF	R/W	0x00	C_SLIDER_OFF	-	-	-	-	-	-	-	
	0xF6	CLR_DETECT_MAT_OFF	R/W	0x00	C_MAT_OFF	-	-	-	-	-	-	-	
	0xF7	CLR_DETECT_SW_CONT	R/W	0x00	C_SW7_CONT	C_SW6_CONT	C_SW5_CONT	C_SW4_CONT	C_SW3_CONT	C_SW2_CONT	C_SW1_CONT	C_SW0_CONT	
	0xF8	Reserved	R/W	0x00	-								
	0xF9	CLR_DETECT_MAT_CONT	R/W	0x00	C_MAT_CONT	-	-	-	-	-	-	-	
	0xFA-FD	Reserved	R/W	0x00	-								
	0xFE	WACT	R/W	0x00	WACT								
	0xFF	CONTROL	R/W	0x00	FRCLS	CALOVF	-	CALMOD	-	CFG	CAL	ACT	

**【0x00-0x08：センサ出力値】**

Name: SIN\_DATA

Address: 0x00-0x08

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]	SD_SIN0[6]	SD_SIN0[5]	SD_SIN0[4]	SD_SIN0[3]	SD_SIN0[2]	SD_SIN0[1]	SD_SIN0[0]
0x01	SD_SIN1[7]	SD_SIN1[6]	SD_SIN1[5]	SD_SIN1[4]	SD_SIN1[3]	SD_SIN1[2]	SD_SIN1[1]	SD_SIN1[0]
0x02	SD_SIN2[7]	SD_SIN2[6]	SD_SIN2[5]	SD_SIN2[4]	SD_SIN2[3]	SD_SIN2[2]	SD_SIN2[1]	SD_SIN2[0]
0x03	SD_SIN3[7]	SD_SIN3[6]	SD_SIN3[5]	SD_SIN3[4]	SD_SIN3[3]	SD_SIN3[2]	SD_SIN3[1]	SD_SIN3[0]
0x04	SD_SIN4[7]	SD_SIN4[6]	SD_SIN4[5]	SD_SIN4[4]	SD_SIN4[3]	SD_SIN4[2]	SD_SIN4[1]	SD_SIN4[0]
0x05	SD_SIN5[7]	SD_SIN5[6]	SD_SIN5[5]	SD_SIN5[4]	SD_SIN5[3]	SD_SIN5[2]	SD_SIN5[1]	SD_SIN5[0]
0x06	SD_SIN6[7]	SD_SIN6[6]	SD_SIN6[5]	SD_SIN6[4]	SD_SIN6[3]	SD_SIN6[2]	SD_SIN6[1]	SD_SIN6[0]
0x07	SD_SIN7[7]	SD_SIN7[6]	SD_SIN7[5]	SD_SIN7[4]	SD_SIN7[3]	SD_SIN7[2]	SD_SIN7[1]	SD_SIN7[0]
0x08	SD_SIN8[7]	SD_SIN8[6]	SD_SIN8[5]	SD_SIN8[4]	SD_SIN8[3]	SD_SIN8[2]	SD_SIN8[1]	SD_SIN8[0]
R/W	R	R	R	R	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

MPU による初期化完了時にセットされます。対応するマスクレジスタはありません。クリアレジスタは 0xF0[0] になります。WDT による初期化が発生したときにもセットされます。

CAL：ソフトキャリブレーション完了

ホストからのコマンドによるキャリブレーション終了時にセットされます。対応するマスクレジスタは 0xDF[1], クリアレジスタは 0xF0[1] となります。

ERCAL：再キャリブレーション完了

エラーによるキャリブレーション終了時にセットされます。エラーによるキャリブレーションにはドリフトキャリブレーション、キャリブエラーキャリブレーション、ホッピングキャリブレーション、リターンキャリブレーションの4つがあります。対応するマスクレジスタは 0xDF[2], クリアレジスタは 0xF0[2] となります。

WDT：Watch Dog Timer 割り込み発生

WDT 割り込み発生時にセットされます。WDT がクリアされずに再度 WDT 割り込みが発生すると HW リセットがかかり、全て初期化され 0x10[0] の INIT 割り込みが立ちます。対応するマスクレジスタは 0xDF[3], クリアレジスタは 0xF0[3] となります。センス時以外は MPU による WDT カウンタのクリアが行われません。そのためディープスリープ無効状態(0xE0[1]=0)では、定期的に WDT 割り込みが発生します。

※初期状態はディープスリープ有効状態となっております。

PERCAL：定期キャリブレーション完了

定期キャリブレーション終了時にセットされます。対応するマスクレジスタは 0xDF[4], クリアレジスタは 0xF0[4] となります。

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(アドレス 0x13, 0x15)を全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(アドレス 0x16, 0x18)を全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(アドレス 0x19, 0x1B)を全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	WDT	ERCAL	CAL	INI
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

## 【0x11：センサ On/Off 状態】

Name: SIN\_STATE

Address: 0x11

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
0x11	SIN7_STAT	SIN6_STAT	SIN5_STAT	SIN4_STAT	SIN3_STAT	SIN2_STAT	SIN1_STAT	SIN0_STAT
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

## 【0x13, 0x15：スイッチ On 認識】

Name: DETECT\_ON

Address: 0x13, 0x15

Description: 各スイッチが Off→On に変化したことを示します。

独立スイッチ SW 0-7 は複数押しに対応していますので、スイッチ毎に認識ビットを持ちます。マトリクススイッチは複数押しに対応していませんので、認識したことを示す MAT とキースイッチを示す 4bit を持ちます。各 SW と MAT 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: 未検出。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x13	SW7_ON	SW6_ON	SW5_ON	SW4_ON	SW3_ON	SW2_ON	SW1_ON	SW0_ON
0x15	MAT_ON	-	-	-	KEY_ON[3]	KEY_ON[2]	KEY_ON[1]	KEY_ON[0]
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

## 【0x14：スライダー On 認識】

Name: DETECT\_SLIDER\_ON

Address: 0x14

Description: SLIDER\_ON: スライダー検出中は 1 になります。

1: On 認識。 0: 未検出。

SLIDER\_CNT[6:0]: 検出した移動量を 2 の補数表現で表示します。SIN0→SIN1→SIN2→…→SIN7 の順番で検出した移動量を正值で表現し、逆の順番で検出した移動量を負値で表現します。移動量は隣接するセンサに重心が移ると 2 になり、2 つのセンサの間に重心が来た場合は 1 になります。検出した移動量が表示できる範囲を超えた場合はループします。63(0111111)の次は-64(1000000)となります。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x14	SLIDER_ON	SLIDER_CNT[6]	SLIDER_CNT[5]	SLIDER_CNT[4]	SLIDER_CNT[3]	SLIDER_CNT[2]	SLIDER_CNT[1]	SLIDER_CNT[0]
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

## 【0x16, 0x18：スイッチ Off 認識】

Name: DETECT\_OFF

Address: 0x16, 0x18

Description: 各スイッチが On→Off に変化したことを示します。

独立スイッチ SW 0-7 は複数押しに対応していますので、スイッチ毎に認識ビットを持ちます。マトリクススイッチは複数押しに対応していませんので、認識したことを示す MAT とキースイッチを示す 4bit を持ちます。各 SW と MAT 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: 未検出。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0x16	SW7_OFF	SW6_OFF	SW5_OFF	SW4_OFF	SW3_OFF	SW2_OFF	SW1_OFF	SW0_OFF
0x18	MAT_OFF	-	-	-	KEY_OFF[3]	KEY_OFF[2]	KEY_OFF[1]	KEY_OFF[0]
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R
Initial val.	0	0	0	0	0	0	0	0

## 【0x17：スライダーOff 認識】

Name: DETECT\_SLIDER\_OFF

Address: 0x17

Description: スライダーがオフ状態を認識したときにセットされます。再度スライダーを検出するためにはこのフラグをクリアする必要があります。対応するクリアレジスタは 0xF5[7] となります。  
1: Off 認識。 0: 未検出。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0x17</b>	SLIDER_OFF	-	-	-	-	-	-	-
<b>R/W</b>	R	R	R	R	R	R	R	R
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

## 【0x19, 0x1B：スイッチ長押し認識】

Name: DETECT\_CONT

Address: 0x19, 0x1B

Description: スイッチの On 状態が一定期間続いたことを示します。

独立スイッチ SW 0-7 は複数押しに対応していますので、スイッチ毎に認識ビットを持ちます。マトリクスキースイッチは複数押しに対応していませんので、認識したことを示す MAT とキースイッチを示す 4bit を持ちます。各 SW と MAT の論理和がレジスタ割り込み要因の CONDET になります。

1: 長押し認識。 0: 未検出。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0x19</b>	SW7_CONT	SW6_CONT	SW5_CONT	SW4_CONT	SW3_CONT	SW2_CONT	SW1_CONT	SW0_CONT
<b>0x1B</b>	MAT_CONT	-	-	-	KEY_CONT[3]	KEY_CONT[2]	KEY_CONT[1]	KEY_CONT[0]
<b>R/W</b>	R	R	R	R	R	R	R	R
<b>Initial val.</b>	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かどうかを示します。1 の場合はキャリブレーション中になります。

INTVL: 間欠動作中かどうかを示します。1 の場合は間欠動作中になります。

E\_CALIB: キャリブレーションが 3 連続失敗時にセットされます。レジスタによるクリアはできません。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0x1C</b>	E_CALIB	-	-	-	-	-	INTVL	CALIB
<b>R/W</b>	R	-	-	-	-	-	R	R
<b>Initial val.</b>	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。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0x1E</b>	RACT[7]	RACT[6]	RACT[5]	RACT[4]	RACT[3]	RACT[2]	RACT[1]	RACT[0]
<b>R/W</b>	R	R	R	R	R	R	R	R
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0x85, 0x8A : ソフトウェアリセット】**

Name: SRST

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。初期化状態は INT で確認可能です。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0x85</b>	SRST[7]	SRST[6]	SRST[5]	SRST[4]	SRST[3]	SRST[2]	SRST[1]	SRST[0]
<b>0x8A</b>	SRST[15]	SRST[14]	SRST[13]	SRST[12]	SRST[11]	SRST[10]	SRST[9]	SRST[8]
<b>R/W</b>	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0xC0 – 0xC4 : ゲイン/閾値設定割り当て】**

Name: CFG\_SIN

Address: 0xC0 – 0xC4

Description: 3種類ずつ設定可能なセンサのゲインとセンサ Off→On 判定閾値を、端子 SIN 毎に個別に割り当てます。

ゲイン設定 : GA\_SIN\*[1:0] = 0x0 : GA0 を採用。

0x1 : GA1 を採用。

0x2 : GA2 を採用。

0x3 : GA0 を採用。

閾値設定 : ON\_SIN\*[1:0] = 0x0 : ON0 を採用。

0x1 : ON1 を採用。

0x2 : ON2 を採用。

0x3 : ON0 を採用。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xC0</b>	GA_SIN1[1]	GA_SIN1[0]	ON_SIN1[1]	ON_SIN1[0]	GA_SIN0[1]	GA_SIN0[0]	ON_SIN0[1]	ON_SIN0[0]
<b>0xC1</b>	GA_SIN3[1]	GA_SIN3[0]	ON_SIN3[1]	ON_SIN3[0]	GA_SIN2[1]	GA_SIN2[0]	ON_SIN2[1]	ON_SIN2[0]
<b>0xC2</b>	GA_SIN5[1]	GA_SIN5[0]	ON_SIN5[1]	ON_SIN5[0]	GA_SIN4[1]	GA_SIN4[0]	ON_SIN4[1]	ON_SIN4[0]
<b>0xC3</b>	GA_SIN7[1]	GA_SIN7[0]	ON_SIN7[1]	ON_SIN7[0]	GA_SIN6[1]	GA_SIN6[0]	ON_SIN6[1]	ON_SIN6[0]
<b>0xC4</b>	-	-	-	-	GA_SIN8[1]	GA_SIN8[0]	ON_SIN8[1]	ON_SIN8[0]
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0xC8 – 0xC9 : ゲイン設定】**

Name: GA0, GA1, GA2

Address: 0xC8 – 0xC9

Description: AFE のゲイン調整です。16 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。

3種類の設定が可能です。各端子 SIN への適用はレジスタ CFG\_SIN の GA\_SIN にて行います。

設定可能範囲 :  $0x1 \leq GA \leq 0xF$ 

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xC8</b>	GA1[3]	GA1[2]	GA1[1]	GA1[0]	GA0[3]	GA0[2]	GA0[1]	GA0[0]
<b>0xC9</b>	-	-	-	-	GA2[3]	GA2[2]	GA2[1]	GA2[0]
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0xCA – 0xCC : センサ Off→On 判定閾値設定】**

Name: ON0, ON1, ON2

Address: 0xCA – 0xCC

Description: センサ出力のセンサ Off→On 判定の閾値として 3種類の設定が可能です。8bit のセンサ出力値(レジスタ SENS\_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。各端子 SIN への適用はレジスタ CFG\_SIN の ON\_SIN にて行います。

設定可能範囲 :  $0x00 < OFF < ON < 0xFF$ 

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xCA</b>	ON0[7]	ON0[6]	ON0[5]	ON0[4]	ON0[3]	ON0[2]	ON0[1]	ON0[0]
<b>0xCB</b>	ON1[7]	ON1[6]	ON1[5]	ON1[4]	ON1[3]	ON1[2]	ON1[1]	ON1[0]
<b>0xCC</b>	ON2[7]	ON2[6]	ON2[5]	ON2[4]	ON2[3]	ON2[2]	ON2[1]	ON2[0]
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

## 【0xCD : センサ On→Off 判定閾値設定】

Name: OFF

Address: 0xCD

Description: センサ出力のセンサ On→Off 判定の閾値です。8bit のセンサ出力値(レジスタ SENS\_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 &lt; OFF &lt; ON &lt; 0xFF

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xCD</b>	-	OFF [6]	OFF [5]	OFF [4]	OFF [3]	OFF [2]	OFF [1]	OFF [0]
<b>R/W</b>	-	R/W						
<b>Initial val.</b>	-	0	0	0	0	0	0	0

## 【0xCE : チャタリングキャンセル設定】

Name: OVERSAMPLES

Address: 0xCE

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+3 回】以下の連続ボタンレベルは無視されます。

設定値 0 は 1 として扱われます。サンプリング周期 : 約 6[msec]。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xCE</b>	OST[3]	OST[2]	OST[1]	OST[0]	-	-	-	-
<b>R/W</b>	R/W	R/W	R/W	R/W	-	-	-	-
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	-	-	-	-

## 【0xCF : 長押し設定】

Name: CONTTIMES

Address: 0xCF

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 0.036[sec] x CONT (0.036sec ≤ 長押し設定時間 ≤ 2.3sec)

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xCF</b>	CONTSEL	-	CONT[5]	CONT[4]	CONT[3]	CONT[2]	CONT[1]	CONT[0]
<b>R/W</b>	R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
<b>Initial val.</b>	0	-	0	0	0	0	0	0

## 【0xD0, 0xD2, 0xD3 : スイッチ機能マスク設定】

Name: MSK\_SW\_KEY

Address: 0xD0, 0xD2, 0xD3

Description: 該当するキー(マトリクス)スイッチ(KEY\*)、独立スイッチ(SW\*)のスイッチ機能をマスクします。マスクされたスイッチは割り込み要因から除外されます。1 つのセンサに対し、キースイッチと独立スイッチの両方を使用する設定は禁止です。使用しないキースイッチと独立スイッチには、全てマスク機能を有効にしてください。

1 : マスク機能有効。 0 : マスク機能無効。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xD0</b>	MSK_SW7	MSK_SW6	MSK_SW5	MSK_SW4	MSK_SW3	MSK_SW2	MSK_SW1	MSK_SW0
<b>0xD2</b>	MSK_KEYH	MSK_KEYG	MSK_KEYF	MSK_KEYE	MSK_KEYD	MSK_KEYC	MSK_KEYB	MSK_KEYA
<b>0xD3</b>	MSK_KEYP	MSK_KEYO	MSK_KEYN	MSK_KEYM	MSK_KEYL	MSK_KEYK	MSK_KEYJ	MSK_KEYI
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0xD9：スライダ設定】**

Name: EN\_SLIDER

Address: 0xD9

Description: EN\_SLID\_SIN[7:0]：スライダの有効センサ設定です。1がセットされたセンサがスライダとして有効になります。並び順は SIN0,1,2,3,4,5,6,7 となっており、無効に設定されたセンサは飛ばされます。例えば SIN1,2,5,6 のみを有効にした場合は SIN1,2,5,6 の並び順となります。また SLIDER\_LOOP(0xE0[2])が有効な場合は SIN7 と SIN0 は連続したセンサとして処理されます。間欠動作時には有効に設定されているいずれかのセンサでタッチが検出された場合、有効なセンサが全て間欠動作から復帰しセンシングを行います。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xD9</b>	EN_SLID_SIN7	EN_SLID_SIN6	EN_SLID_SIN5	EN_SLID_SIN4	EN_SLID_SIN3	EN_SLID_SIN2	EN_SLID_SIN1	EN_SLID_SIN0
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0xDA：間欠センシング保持設定】**

Name: KEEP\_SENS\_NUM

Address: 0xDA

Description: KEEP\_SENS\_NUM[7:0]：最終間欠復帰からどれだけの間センシングを行うかの設定です。間欠動作有効時のみ効果があります。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xDA</b>	KEEP_SENS_NUM[7]	KEEP_SENS_NUM[6]	KEEP_SENS_NUM[5]	KEEP_SENS_NUM[4]	KEEP_SENS_NUM[3]	KEEP_SENS_NUM[2]	KEEP_SENS_NUM[1]	KEEP_SENS_NUM[0]
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0xDB：チェックセンシング間のノーマルセンシング回数設定】**

Name: UNIT\_SENS\_NUM

Address: 0xDB

Description: UNIT\_SENS\_NUM[3:0]：間欠復帰用のチェックセンシング間に行うノーマルセンシング回数の設定です。間欠動作有効時のみ効果があります。設定値+1回のノーマルセンシングが実行されます。例えば3を設定した場合は  
チェック→ノーマル→ノーマル→ノーマル→ノーマル→チェック→ノーマル→ノーマル…  
となります。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xDB</b>	-	-	-	-	UNIT_SENS_NUM[3]	UNIT_SENS_NUM[2]	UNIT_SENS_NUM[1]	UNIT_SENS_NUM[0]
<b>R/W</b>	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0xDC：間欠動作復帰閾値設定】**

Name: TH\_SLEEP\_H

Address: 0xDC

Description: TH\_SLEEP[15:8]：間欠動作から通常動作への復帰閾値の上位8ビットです。下位8bitはレジスタ0xDDとなります。チェックセンシングの結果が中央値からこの閾値以上ずれた場合にそのセンサを間欠動作から復帰させノーマルセンシングを行います。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xDC</b>	TH_SLEEP[15]	TH_SLEEP[14]	TH_SLEEP[13]	TH_SLEEP[12]	TH_SLEEP[11]	TH_SLEEP[10]	TH_SLEEP[9]	TH_SLEEP[8]
<b>R/W</b>	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0xDD：間欠センシング復帰閾値設定】**

Name: TH\_SLEEP\_L

Address: 0xDD

Description: TH\_SLEEP[7:0]：間欠動作から通常動作への復帰閾値の下位8ビットです。説明はレジスタ0xDCを参照

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xDD</b>	TH_SLEEP[7]	TH_SLEEP[6]	TH_SLEEP[5]	TH_SLEEP[4]	TH_SLEEP[3]	TH_SLEEP[2]	TH_SLEEP[1]	TH_SLEEP[0]
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

## 【0xDE：センサ値オフセット設定】

Name: OUTPUT\_OFFSET

Address: 0xDE

Description: OUTPUT\_OFFSET[7:0]: SD\_SIN0~SD\_SIN8(0x00-0x08)に出力されるセンサ値に対して加える、オフセットを設定します。キャリブレーションが完了した場合、これらのセンサ値は0付近の値となるようになっていきます。そのためマイナスに振れた場合は0と表示され、正確な値が分からなくなります。オフセットを加えるとマイナス側のデータもモニタできるようになり正確な値を確認することが可能になります。オフセットがタッチのオン認識、オフ認識に影響を与えることはありません。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xDE	OUTPUT_OFFSET[7]	OUTPUT_OFFSET[6]	OUTPUT_OFFSET[5]	OUTPUT_OFFSET[4]	OUTPUT_OFFSET[3]	OUTPUT_OFFSET[2]	OUTPUT_OFFSET[1]	OUTPUT_OFFSET[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

## 【0xDF：割り込み要因マスク設定】

Name: MSK\_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。

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\_WDT: WDT

WDT 割り込み発生をマスクします。

(レジスタ割り込み要因(アドレス 0x10)の WDT)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_WDT-	MSK_ERCAL	MSK_CAL	-
R/W	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	-
Initial val.	-	-	-	0	-0	0	0	-

## 【0xE0：動作モード設定 0】

Name: MODE\_CONFIG0

Address: 0xE0

Description: FIX\_BASE\_CYC: キャリブレーション失敗時及び復帰エラー発生時にセンシング周波数を変更するノイズ対策機能を無効にします

FIX\_SNS\_CYC: センシング毎にセンシング周波数を変更するノイズ対策機能を無効にします

SLID\_LOOP: スライダーとして認識する CH を例えば、SIN6→SIN7→SIN0, SIN1→SIN0→SIN7

のように連続するセンサのように扱う処理を有効にします。

EN\_DSLP: 間欠動作中にメインクロックが不要な状況ではメインクロックを停止し、動作電流を下げます。

EN\_SLP: 間欠動作を有効にして動作電流を下げます。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xE0	-	-	FIX_BASE_CYC	FIX_SNS_CYC	-	SLID_LOOP	EN_DSLP	EN_SLP
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

## 【0xE1：動作モード設定 1】

Name: MODE\_CONFIG1

Address: 0xE1

Description: DIS\_SIN8: ノイズ検出用の SIN8 を無効にします。無効にした場合センシングが行われなくなる為、動作電流が下がります。

RERCAL\_DIS: 定期キャリブレーションの無効設定です。1で無効になります。

RET\_DIS: 復帰キャリブレーションの無効設定です。1で無効になります。

HOP\_DIS: ホッピングキャリブレーションの無効設定です。1で無効になります。

ERROR\_DIS: キャリブエラーキャリブレーションの無効設定です。1で無効になります。

DRIFT\_DIS: ドリフトキャリブレーションの無効設定です。1で無効になります。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xE1</b>	DIS_SIN8	-	-	RERCAL_DIS	RET_DIS	HOP_DIS	ERROR_DIS	DRIFT_DIS
<b>R/W</b>	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

## 【0xE2：有効センサ設定】

Name: EN\_SIN

Address: 0xE2

Description: EN\_SIN[7:0]: 有効センサ設定。

1がセットされたセンサが有効になります。有効になったセンサのみセンシングされます。

不要なセンサは無効にすることで消費電流を下げるすることができます。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xE2</b>	EN_SIN[7]	EN_SIN[6]	EN_SIN[5]	EN_SIN[4]	EN_SIN[3]	EN_SIN[2]	EN_SIN[1]	EN_SIN[0]
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

## 【0xE3：データコンペア回数設定】

Name: SENS\_NUM

Address: 0xE3

Description: SENS\_NUM[7:0]: センシング時1回のセンシングで行うデータコンペア回数。

値を大きくするほど精度は上がりますが、センシング時間と消費電流が大きくなります。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xE3</b>	SENS_NUM[7]	SENS_NUM[6]	SENS_NUM[5]	SENS_NUM[4]	SENS_NUM[3]	SENS_NUM[2]	SENS_NUM[1]	SENS_NUM[0]
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

## 【0xE4：ノーマルセンシングタイミング設定 1】

Name: SENS\_RD\_TIME

Address: 0xE4

Description: SENS\_RD\_TIME [7:0]: ノーマルセンシング時コンパレート開始待ち時間。

値を大きくするほど1回のノーマルセンシング時間が大きくなります。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xE4</b>	SENS_RD_TIME[7]	SENS_RD_TIME[6]	SENS_RD_TIME[5]	SENS_RD_TIME[4]	SENS_RD_TIME[3]	SENS_RD_TIME[2]	SENS_RD_TIME[1]	SENS_RD_TIME[0]
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0xE5：ノーマルセンシングタイミング設定 2】**

Name: SENS\_RST\_TIME

Address: 0xE5

Description: SENS\_RST\_TIME [7:0]: ノーマルセンシング時の印加時間設定。  
値を大きくするほど 1 回のノーマルセンシング時間が大きくなります。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xE5</b>	SENS_RST_TIME[7]	SENS_RST_TIME[6]	SENS_RST_TIME[5]	SENS_RST_TIME[4]	SENS_RST_TIME[3]	SENS_RST_TIME[2]	SENS_RST_TIME[1]	SENS_RST_TIME[0]
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0xE6：ノーマルセンシングタイミング設定 3】**

Name: SENS\_IRST\_TIME

Address: 0xE6

Description: SENS\_IRST\_TIME [7:0]: ノーマルセンシング時初期印加時間設定。  
値を大きくするほど 1 回のノーマルセンシング時間が大きくなります。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xE6</b>	SENS_IRST_TIME[7]	SENS_IRST_TIME[6]	SENS_IRST_TIME[5]	SENS_IRST_TIME[4]	SENS_IRST_TIME[3]	SENS_IRST_TIME[2]	SENS_IRST_TIME[1]	SENS_IRST_TIME[0]
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0xE7：チェックセンシング時データコンペア回数設定】**

Name: CHK\_NUM

Address: 0xE7

Description: CHK\_NUM[7:0]: チェックセンシングとキャリブレーション時のセンシング中の 1 回のセンシングで行うデータコンペア回数。値を大きくするほど精度は上がりますが、センシング時間と消費電流が大きくなります。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xE7</b>	CHK_NUM[7]	CHK_NUM[6]	CHK_NUM[5]	CHK_NUM[4]	CHK_NUM[3]	CHK_NUM[2]	CHK_NUM[1]	CHK_NUM[0]
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0xE8：チェックセンシングタイミング設定 1】**

Name: CHK\_RD\_TIME

Address: 0xE8

Description: CHK\_RD\_TIME [7:0]: チェックセンシングとキャリブレーションセンシング時のコンパレート開始待ち時間設定。値を大きくするほど 1 回のセンシング時間が大きくなります。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xE8</b>	CHK_RD_TIME[7]	CHK_RD_TIME[6]	CHK_RD_TIME[5]	CHK_RD_TIME[4]	CHK_RD_TIME[3]	CHK_RD_TIME[2]	CHK_RD_TIME[1]	CHK_RD_TIME[0]
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**【0xE9：チェックセンシングタイミング設定 2】**

Name: CHK\_RST\_TIME

Address: 0xE9

Description: CHK\_RST\_TIME [7:0]: チェックセンシングとキャリブレーションセンシング時印加時間設定。  
値を大きくするほど 1 回のセンシング時間が大きくなります。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
<b>0xE9</b>	CHK_RST_TIME[7]	CHK_RST_TIME[6]	CHK_RST_TIME[5]	CHK_RST_TIME[4]	CHK_RST_TIME[3]	CHK_RST_TIME[2]	CHK_RST_TIME[1]	CHK_RST_TIME[0]
<b>R/W</b>	R/W							
<b>Initial val.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

## 【0xEA：チェックセンシングタイミング設定3】

Name: CHK\_IRST\_TIME

Address: 0xEA

Description: CHK\_IRST\_TIME [7:0]: チェックセンシングとキャリブレーションセンシング時初期印加時間設定。  
値を大きくするほど1回のセンシング時間が大きくなります。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xEA	CHK_IRST_TIME[7]	CHK_IRST_TIME[6]	CHK_IRST_TIME[5]	CHK_IRST_TIME[4]	CHK_IRST_TIME[3]	CHK_IRST_TIME[2]	CHK_IRST_TIME[1]	CHK_IRST_TIME[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

## 【0xEB：デジタルゲイン設定】

Name: DIG\_GAIN

Address: 0xEB

Description: CHK\_DIG\_GAIN [3:0]: チェックセンシングとキャリブレーションセンシング時のデジタルゲイン結果を設定値分だけ右にシフトします。また、0x00-0x08で得られるセンサ値はデジタルゲイン適用後の値になります。  
SENS\_DIG\_GAIN[3:0]: ノーマルセンシング時のデジタルゲイン結果を設定値分だけ右にシフトします。また、0x00-0x08で得られるセンサ値はデジタルゲイン適用後の値になります。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xEB	CHK_DIG_GAIN[3]	CHK_DIG_GAIN[2]	CHK_DIG_GAIN[1]	CHK_DIG_GAIN[0]	SENS_DIG_GAIN[3]	SENS_DIG_GAIN[2]	SENS_DIG_GAIN[1]	SENS_DIG_GAIN[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：間欠動作時間設定】

Name: CHK\_WAIT\_TIME

Address: 0xEC

Description: CHK\_WAIT\_TIME [7:0]: チェックセンシングと次のチェックセンシング間の実行間隔を決定します。  
チェックセンシングのタッチ判定にて全てのセンサがOFF判定時のチェックの間隔に相当します。  
チェック間隔 = (設定値 + 1) × 4 [ms]  
1つでもセンサがON判定されている場合はセンシング実行間隔によってチェックセンシング間隔は決定されます。間欠センシング有効時のみ適用されます。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xEC	CHK_WAIT_TIME[7]	CHK_WAIT_TIME[6]	CHK_WAIT_TIME[5]	CHK_WAIT_TIME[4]	CHK_WAIT_TIME[3]	CHK_WAIT_TIME[2]	CHK_WAIT_TIME[1]	CHK_WAIT_TIME[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

## 【0xED：ノーマルセンシング待ち時間設定】

Name: SENS\_WAIT\_TIME

Address: 0xED

Description: SENS\_WAIT\_TIME [7:0]: 次のセンシングが開始するまでの待ち時間。

ノーマルセンシング間隔 = 設定値 × 4 [ms]

0を設定した場合はMPU演算終了後に間隔を空けずに次のセンシングを開始します。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xED	SENS_WAIT_TIME[7]	SENS_WAIT_TIME[6]	SENS_WAIT_TIME[5]	SENS_WAIT_TIME[4]	SENS_WAIT_TIME[3]	SENS_WAIT_TIME[2]	SENS_WAIT_TIME[1]	SENS_WAIT_TIME[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

## 【0xEE：キャリブレーション設定 0】

Name: CALIB\_CONFIG0

Address: 0xEE

Description: RET\_NUM[7:0]: リターンキャリブレーションの条件回数  
間欠動作から通常動作に復帰後にタッチが検出されないセンシングが設定値以上連続して行われた場合にリターンキャリブレーションが行われます。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xEE	RET_NUM[7]	RET_NUM[6]	RET_NUM[5]	RET_NUM[4]	RET_NUM[3]	RET_NUM[2]	RET_NUM[1]	RET_NUM[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：キャリブレーション設定 1】

Name: CALIB\_CONFIG1

Address: 0xEF

Description: PRECAL\_PERIOD [3:0]: 定期キャリブレーション実行間隔設定  
以下の条件のどちらかが満たされると定期キャリブレーションが実行されます。  
スリープ機能無効 かつ (設定値+1) × 500 >= センシング回数。  
スリープ機能有効 かつ (設定値+1) × 50 >= チェックセンシング回数。  
DRIFT\_SIM\_NUM [3:0]: ドリフトキャリブレーション検出センサチャンネル数。  
この設定値より多くのセンサチャンネルでドリフトが検出されるとドリフトキャリブレーションが実行されます。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xEF	PRECAL_PERIOD [3]	PRECAL_PERIOD [2]	PRECAL_PERIOD [1]	PRECAL_PERIOD [0]	DRIFT_SIM_NUM [3]	DRIFT_SIM_NUM [2]	DRIFT_SIM_NUM [1]	DRIFT_SIM_NUM [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

## 【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。  
C\_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'をセットします。  
C\_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'をセットします。  
C\_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'をセットします。  
C\_WDT: レジスタ割り込み要因のビット WDT をクリアするとき'0'をセットします。  
C\_PERCAL: 定期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'をセットします。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xF0	-	-	-	C_PERCAL	C_WDT	C_ERCAL	C_CAL	C_INI
R/W	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial val.	-	-	-	0	0	0	0	0

## 【0xF1, 0xF3：スイッチ On 認識クリア】

Name: CLR\_DETECT\_ON

Address: 0xF1, 0xF3

Description: スイッチ On 認識をクリアする場合、'0' をセットすることでクリアされます。'1' はセット可能ですが無効です。独立スイッチ SW 0-7 は複数押しに対応していますので、スイッチ毎にクリアビットを持ちます。マトリクスキースイッチは複数押しに対応していませんので、認識したことを示す MAT のクリアビットのみを持ちます。  
1: 無効。 0: クリア実施。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xF1	C_SW7_ON	C_SW6_ON	C_SW5_ON	C_SW4_ON	C_SW3_ON	C_SW2_ON	C_SW1_ON	C_SW0_ON
0xF3	C_MAT_ON	-	-	-	-	-	-	-
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, 0xF6 : スイッチ Off 認識】

Name: CLR\_DETECT\_OFF

Address: 0xF4, 0xF6

Description: スイッチ Off 認識をクリアする場合、' 0 ' をセットすることでクリアされます。' 1 ' はセット可能ですが無効です。独立スイッチ SW 0-7 は複数押しに対応していますので、スイッチ毎にクリアビットを持ちます。マトリクススイッチは複数押しに対応していませんので、認識したことを示す MAT のクリアビットのみを持ちます。  
1: 無効。 0:クリア実施。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xF4	C_SW7_OFF	C_SW6_OFF	C_SW5_OFF	C_SW4_OFF	C_SW3_OFF	C_SW2_OFF	C_SW1_OFF	C_SW0_OFF
0xF6	C_MAT_OFF	-	-	-	-	-	-	-
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

## 【0xF5 : スライダーOff 認識クリア】

Name: CLR\_DETECT\_SLIDER\_OFF

Address: 0xF5

Description: C\_SLIDER\_OFF:スライダーオフ検出フラグクリア  
0 を書くことで SLIDER\_OFF(0x17[7])がクリアされます。  
このフラグをクリアするまでは次のスライダーは検出されません。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xF5	C_SLIDER_OFF	-	-	-	-	-	-	-
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

## 【0xF7-0xF9 : スイッチ長押し認識クリア】

Name: CLR\_DETECT\_CONT

Address: 0xF7-0xF9

Description: スイッチ長押し認識をクリアする場合、' 0 ' をセットすることでクリアされます。' 1 ' はセット可能ですが無効です。独立スイッチ SW 0-7 は複数押しに対応していますので、スイッチ毎にクリアビットを持ちます。マトリクススイッチは複数押しに対応していませんので、認識したことを示す MAT のクリアビットのみを持ちます。  
1: 無効。 0:クリア実施。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0xF7	C_SW7_CONT	C_SW6_CONT	C_SW5_CONT	C_SW4_CONT	C_SW3_CONT	C_SW2_CONT	C_SW1_CONT	C_SW0_CONT
0xF9	C_MAT_CONT	-	-	-	-	-	-	-
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

## 【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]	WACT[6]	WACT[5]	WACT[4]	WACT[3]	WACT[2]	WACT[1]	WACT[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'をセットすることで、キャリブレーションを実施します。

**CFG : 設定値反映 :**

センサ設定、0xDF を除くマスク設定、アナログ設定の領域に設定した内容、及び FRCRLS、CALOVF は、このレジスタに'1'がセットされる毎に、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 :**

定期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
<b>0xFF</b>	FRCRLS	CALOVF	-	CALMOD	-	CFG	CAL	ACT
<b>R/W</b>	R/W	R/W	-	R/W	-	R/W	R/W	R/W
<b>Initial val.</b>	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。  
 スレーブモードのみ。  
 Slave Address = 0x5C  
 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。

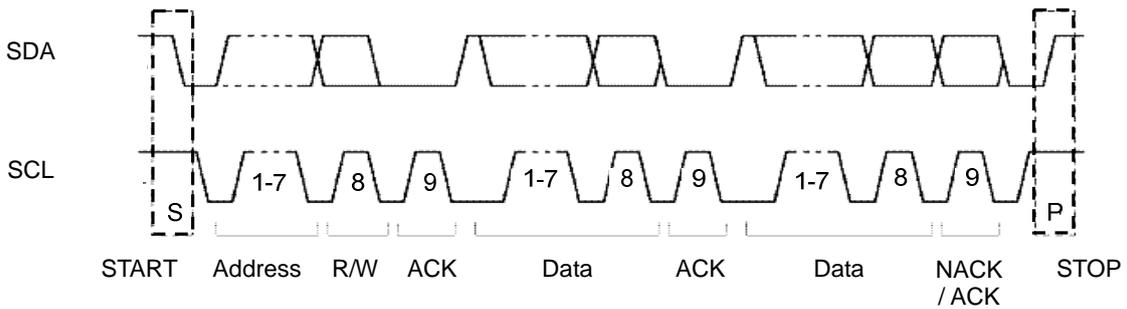


Figure 7.2 2線シリアルバスデータフォーマット

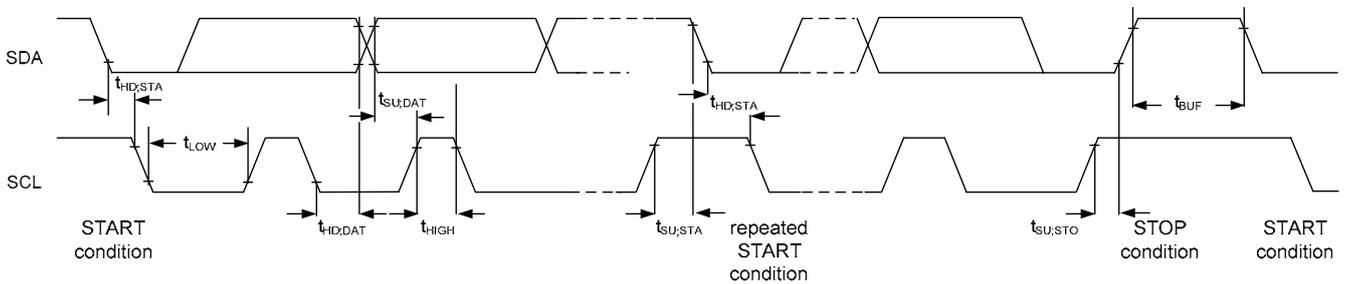
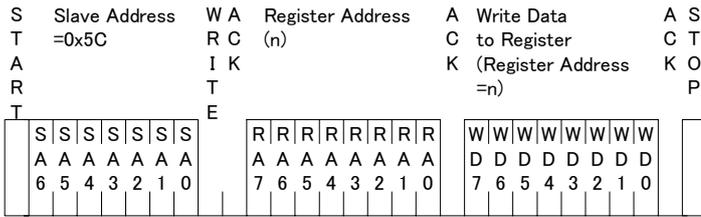


Figure 8.2 2線シリアルバスタイミングチャート

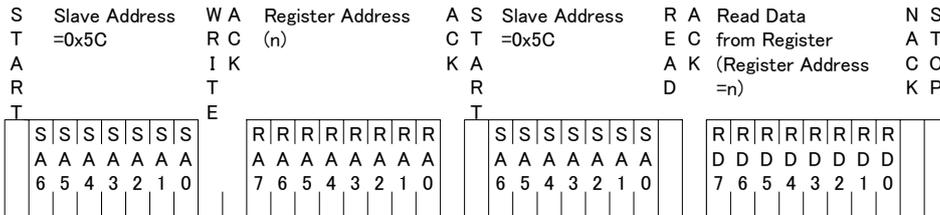
パラメータ	記号	Standard-mode		Fast-mode		単位
		MIN	MAX	MIN	MAX	
SCL クロック周波数	f <sub>SCL</sub>	0	100	0	400	kHz
ホールド時間(反復)『START』条件	t <sub>HD,STA</sub>	4.0	-	0.6	-	usec
SCL の”L”レベル時間	t <sub>LOW</sub>	4.7	-	1.3	-	usec
SCL の”H”レベル時間	t <sub>HIGH</sub>	4.0	-	0.6	-	usec
データホールド時間	t <sub>HD,DAT</sub>	0.1	3.45	0.1	0.9	usec
データセットアップ時間	t <sub>SU,DAT</sub>	0.25	-	0.1	-	usec
反復『START』条件のセットアップ時間	t <sub>SU,STA</sub>	4.7	-	0.6	-	usec
『STOP』条件のセットアップ時間	t <sub>SU,STO</sub>	4.0	-	0.6	-	usec
『STOP』条件と『START』条件との間のバスフリー時間	t <sub>BUF</sub>	4.7	-	1.3	-	usec

●Byte Write



SA : Slave Address  
 RA : Register Address  
 RD : Read Data  
 WD : Write Data

●Random Read



●Sequential Read

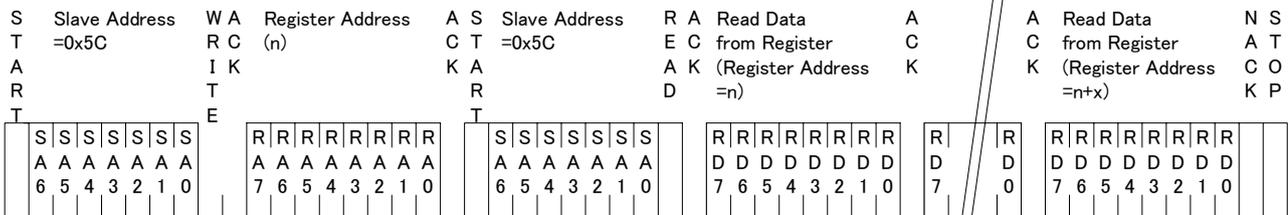


Figure 9. 2 線シリアルバスプロトコル

●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 6ms です。

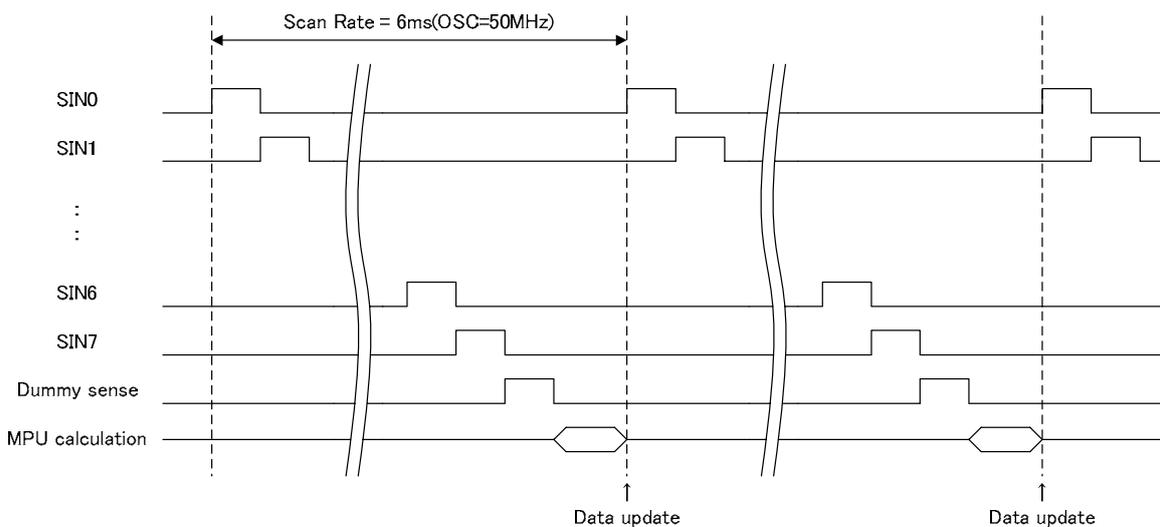


Figure 10. センサ値検出タイミングチャート

●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外部印加の必要はありません。VDD 印加で内部基準電圧が起動し、続いて DVDD が起動します。DVDD 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。

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

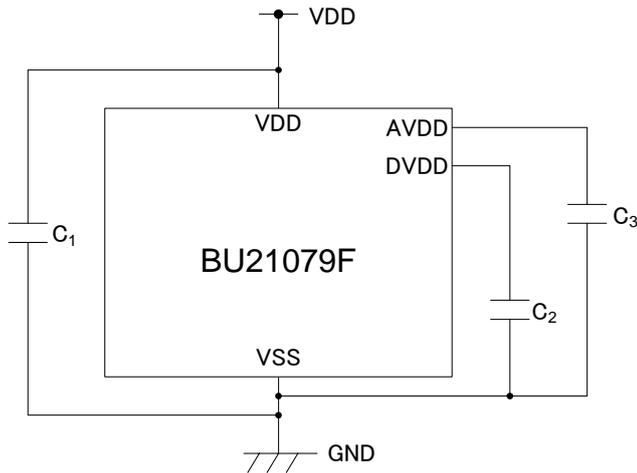


Figure 11. 外付けコンデンサ配置

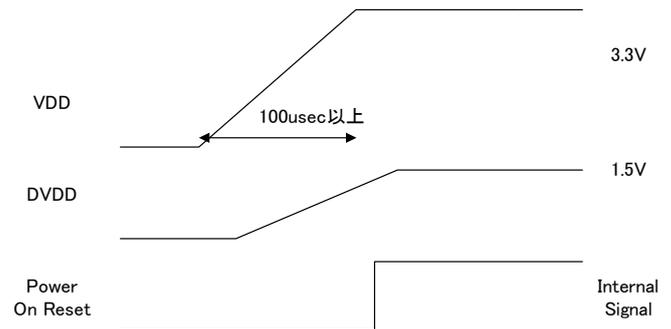


Figure 12. 電源投入シーケンス

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 端子によりホストへ通知されます。初期化完了したことを確認した後で、IC へ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 へコマンドを送信しなおしてください。

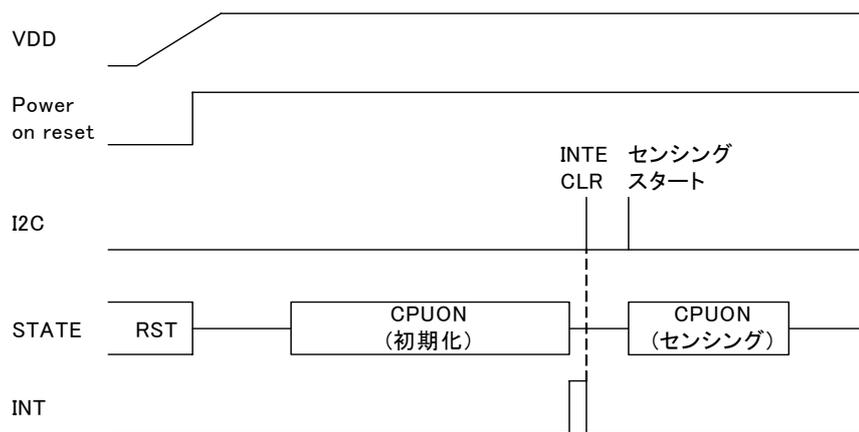


Figure 13. 初期化タイミングチャート

●動作モード

本 IC は、3 つの動作モード、【停止状態】、【間欠動作】、【通常動作】を持っています。

【停止状態】

検出を停止した状態です。センサ動作制御レジスタ CNT(アドレス 0xFF)の ACT に '0' をセットすることで検出を停止します。検出工程を停止し、AFE のパワーダウンを行うことで消費電流が下がります。

【通常動作】

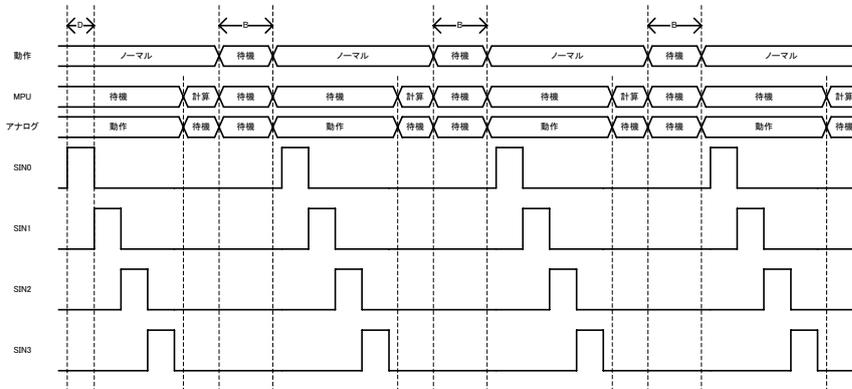
検出を常時行っている状態です。センサ動作制御レジスタ CNT(アドレス 0xFF)の ACT に '1' をセットすることで、センシングを開始します。検出を開始する際、同時にソフトキャリブレーションコマンドも発行して下さい。通常動作におけるセンシングをノーマルセンシングと定義します。

【間欠動作】

検出を間引いて行っている状態です。一定時間以上タッチ検出が ON 認識されないと間欠動作に移行します。この状態ではセンシングの頻度が少ないため消費電流を減らすことができます。間欠動作におけるセンシングをチェックセンシングと定義します。

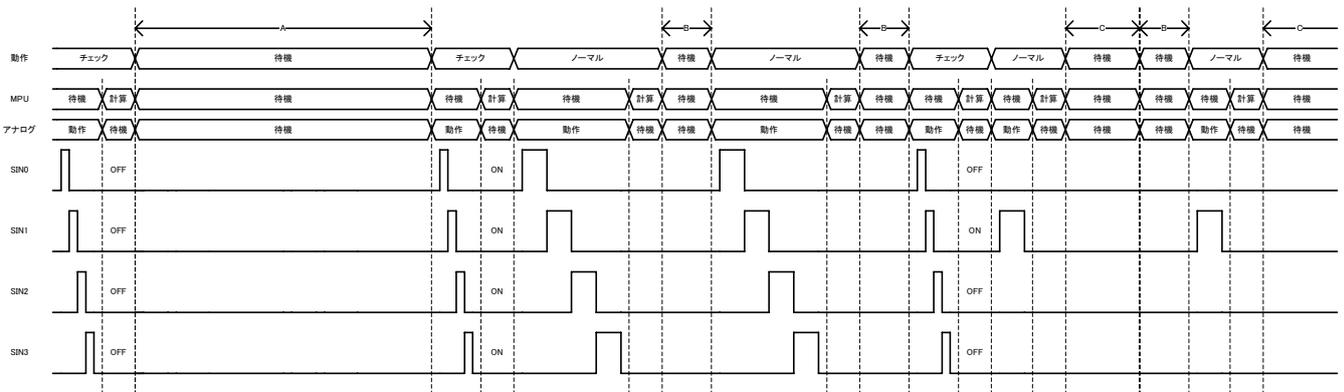
【 通常動作 】

①有効なセンサをSENS設定にてセンシングします。



【 間欠動作 】

- ①レジスタの各CHK設定にて全センサをチェックセンシングします。
- ②チェックセンシング結果でON判定のセンサをノーマルセンシングし、その結果のみを出力するタッチ判定に使用します。
- ③チェックセンシング結果でON判定のセンサが8チャンネル未満の場合、全チャンネルセンシングした場合と同等の時間が経過するまで待機します。
- ④チェックセンシング結果でON判定のセンサが無い場合、次のチェックタイミングまで設定された時間待機します。
- ⑤チェックセンシング間に行うセンサ回数はレジスタで指定します。最小1回。(下記図は2回設定)



- A: チェック待ち時間 CHK\_WAIT\_TIMEにて設定可能 (約4~1024ms)
- B: センス待ち時間 SENS\_WAIT\_TIMEにて設定可能 (約0~1020ms)
- C: センス調整時間 センシングしないセンサ数に合わせて変化(約4ms単位)
- D: 各センサのセンシング時間

Figure 14. 通常動作と間欠動作の動作シーケンス

●初期設定手順

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、レジスタ値は全てクリアされます。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ライトして下さい。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下さい。

・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、全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。

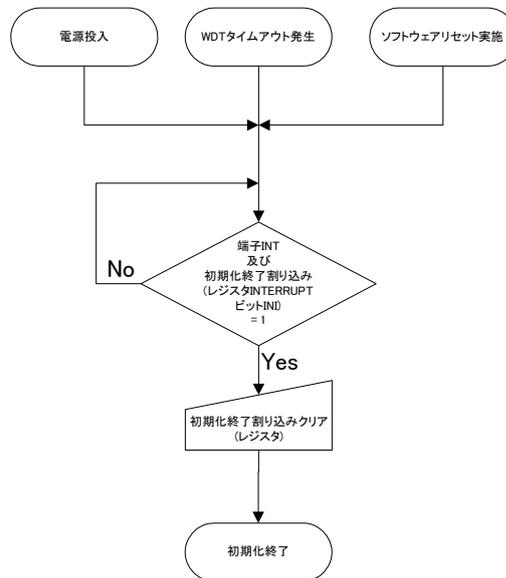


Figure .15.. ハードウェアリセット後初期化手順

・電源投入後の起動シーケンスと割り込みの関係

電源投入後に IC 内部のパワーオンリセット回路によってシステムリセットが行われその後、ROM からファームウェアのダウンロードが行われます。ダウンロード後はファームウェアに従って IC 内部の初期化を行い終了すると初期化終了割り込みが発生しますので割り込みクリアコマンドを発行してください。キャリブレーションはレジスタ CNT(0xFF)=03h にすることで実行されます。終了後には割り込みが発生しますので割り込みクリアコマンドを発行してください。

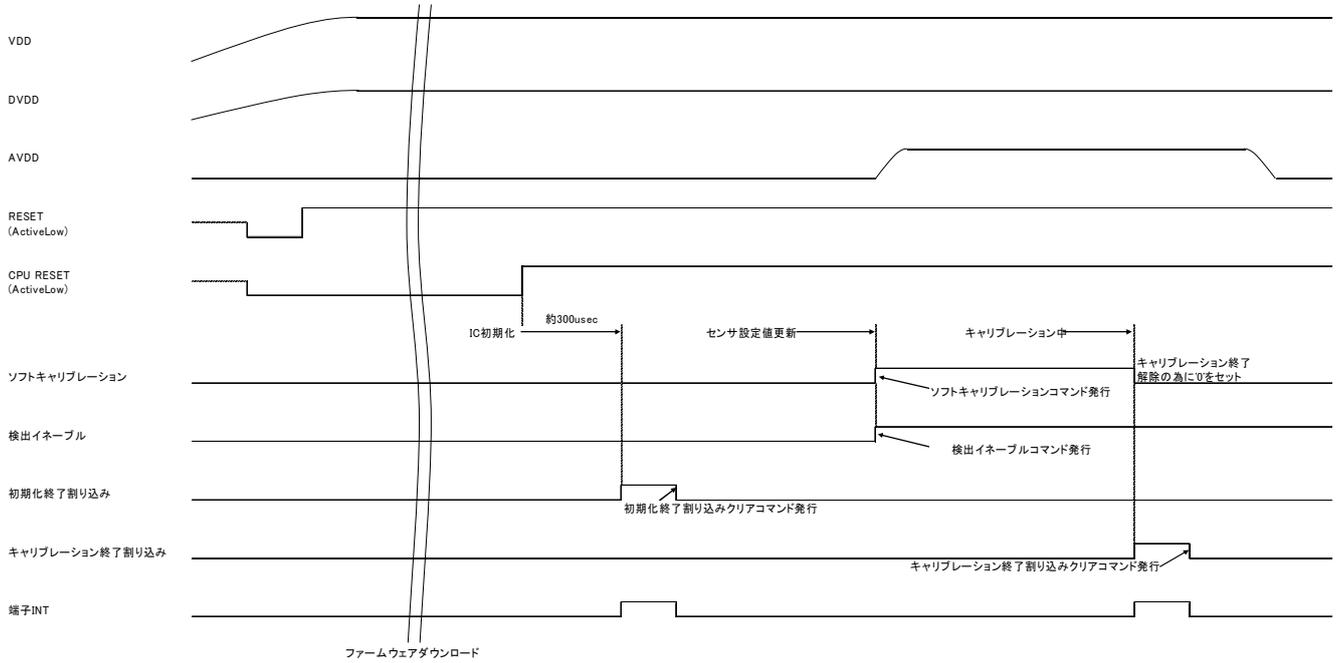


Figure 16. システムリセット後の設定手順とそれに伴う割り込み及び割り込みクリア

## ●キャリブレーション

キャリブレーションにはソフトキャリブレーション、周期キャリブレーション、エラーによる再キャリブレーションの3種類があります。エラーによる再キャリブレーションにはドリフトキャリブレーション、キャリブエラーキャリブレーション、ホッピングキャリブレーション、リターンキャリブレーションの4種類があります。

ソフトキャリブレーション(CAL)

センサ設定値を変更した場合は、変更された設定でソフトキャリブレーションを必ず実行する必要があります。ソフト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 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'をライトすることでクリアされます。ソフトキャリブレーションを実施すると、検出していたセンサ値、スイッチ操作を検出した結果によるレジスタはクリアされます。キャリブレーション中、センサ値の更新は行われません。従って、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、次のサンプリングにてキャリブレーションは実施されます。0xFF の CALMOD で、指が触れ ON になっているセンサに対して、ソフトキャリブレーションを実施するか設定が可能です。

定期キャリブレーション(PERCAL)

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 0xE1[4]にて選択します (PERCAL\_DIS 0:実施, 1:未実施)。指が触れ ON になっているセンサは、定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。定期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)。

エラーによる再キャリブレーション(ERCAL)

以下の4つの状況が発生したときには自動的にキャリブレーションが実行されます。再キャリブレーションの完了は INT 割り込みで知ることができます。割り込み要因再キャリブレーション完了(ERCAL)にはマスク機能(MSK\_ERCAL)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'をライトすることでクリアされます。

## 1. ドリフトキャリブレーション

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。

## 2. キャリブエラーキャリブレーション

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。

## 3. ホッピングキャリブレーション

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。

## 4. リターンキャリブレーション

間欠動作から通常動作に復帰(リターン)したにも関わらず、オンが検出されないセンシングが規定回数以上のときに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。回数はレジスタ 0xEE で設定可能です。

●マトリクスキー

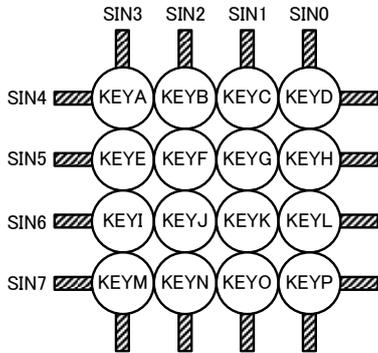
センサ端子 SIN0-7,をマトリクス配置することで、クロスポイントを1つのキースイッチとして扱うことができます。図17のような配置を構成して下さい。

各クロスポイントはKEY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。

KEY 毎にマスクすることが可能です。4x4 以外のマトリクスを構成する際は、使用不可のKEYにマスク設定をして下さい。

複数ポイントのタッチには対応していません。KEY の On 認識、Off 認識のレジスタがクリアされた後、以降の操作が有効になります。

独立スイッチとして使用されるセンサを用いてマトリクスキーが構成されるKEYにはマスクをして下さい。



KEYA : KEY[3:0] = 0x00	KEYI : KEY[3:0] = 0x08
KEYB : KEY[3:0] = 0x01	KEYJ : KEY[3:0] = 0x09
KEYC : KEY[3:0] = 0x02	KEYK : KEY[3:0] = 0x0A
KEYD : KEY[3:0] = 0x03	KEYL : KEY[3:0] = 0x0B
KEYE : KEY[3:0] = 0x04	KEYM : KEY[3:0] = 0x0C
KEYF : KEY[3:0] = 0x05	KEYN : KEY[3:0] = 0x0D
KEYG : KEY[3:0] = 0x06	KEYO : KEY[3:0] = 0x0E
KEYH : KEY[3:0] = 0x07	KEYP : KEY[3:0] = 0x0F

Figure 17. マトリクス構成時のセンサ配置

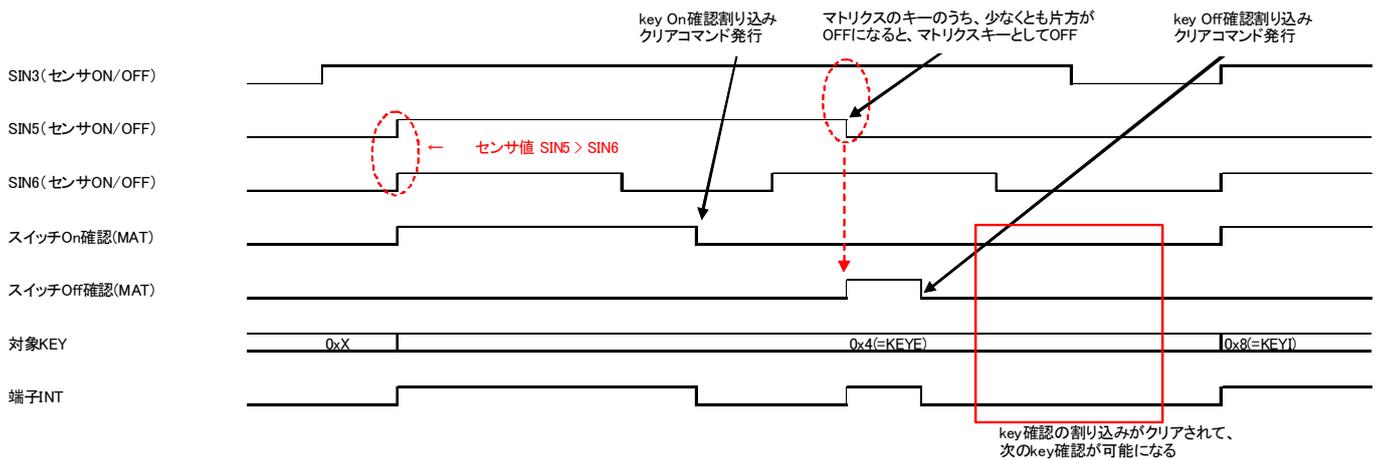


Figure 18. マトリクスキー(KEY)での割り込み(1)

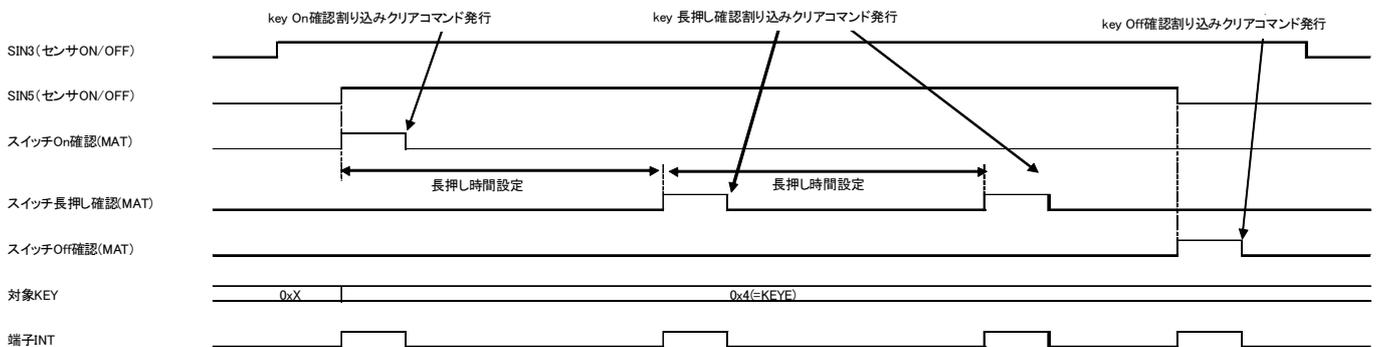
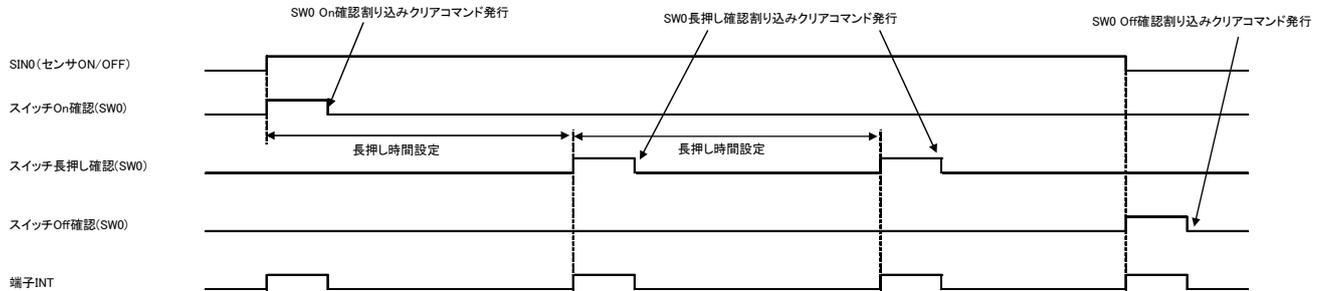


Figure 19. マトリクスキー(KEY)での割り込み(2)

●独立スイッチ

センサ端子 SINO-7 は独立スイッチとしても使用出来ます。  
 各独立スイッチは 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 毎にマスクすることが可能です。複数押しに対応しています。

**長押し設定CONTSEL = 1のとき**



**長押し設定CONTSEL = 0のとき**

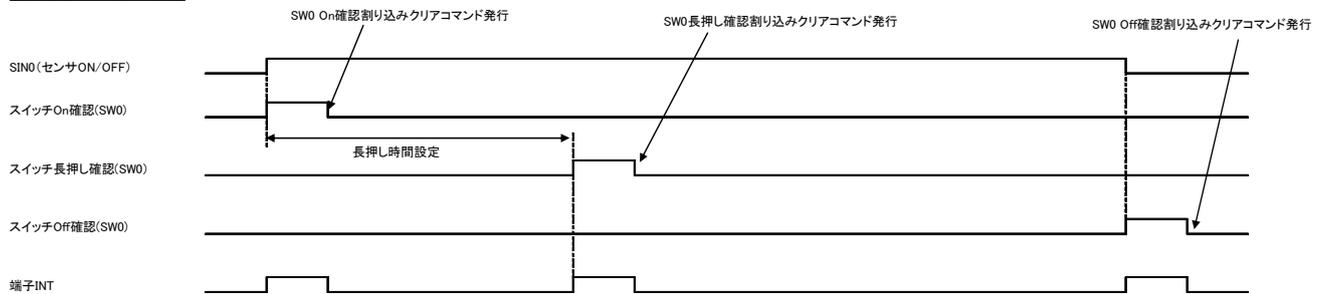


Figure 20. 独立キー(SW)での割り込み(1)

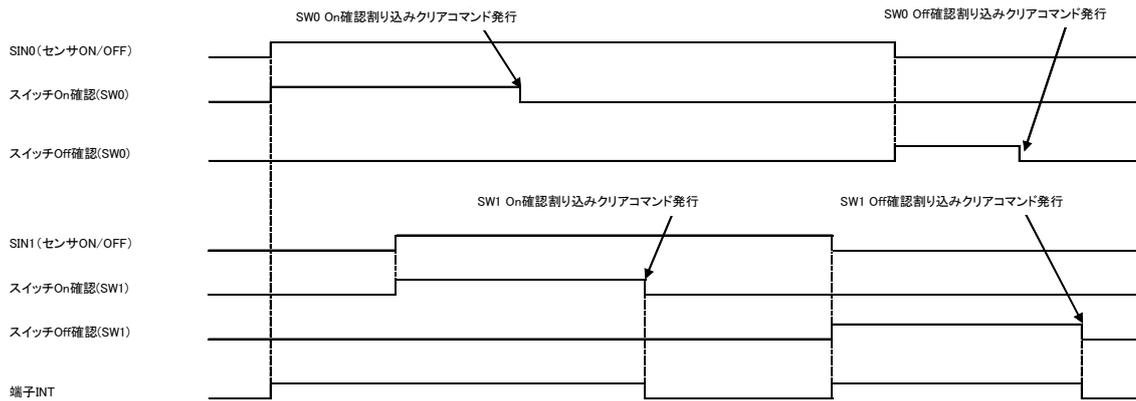


Figure 21. 独立キー(SW)での割り込み(2)

## ● 応用回路例

1 センサを 1 スイッチに使用する方法に加え、マトリクス状に配置した複数センサの交点を 1 スイッチとして検出できます。  
8 センサ端子の BU21079F では最大 4 x 4 の 16 スイッチを構成できます。

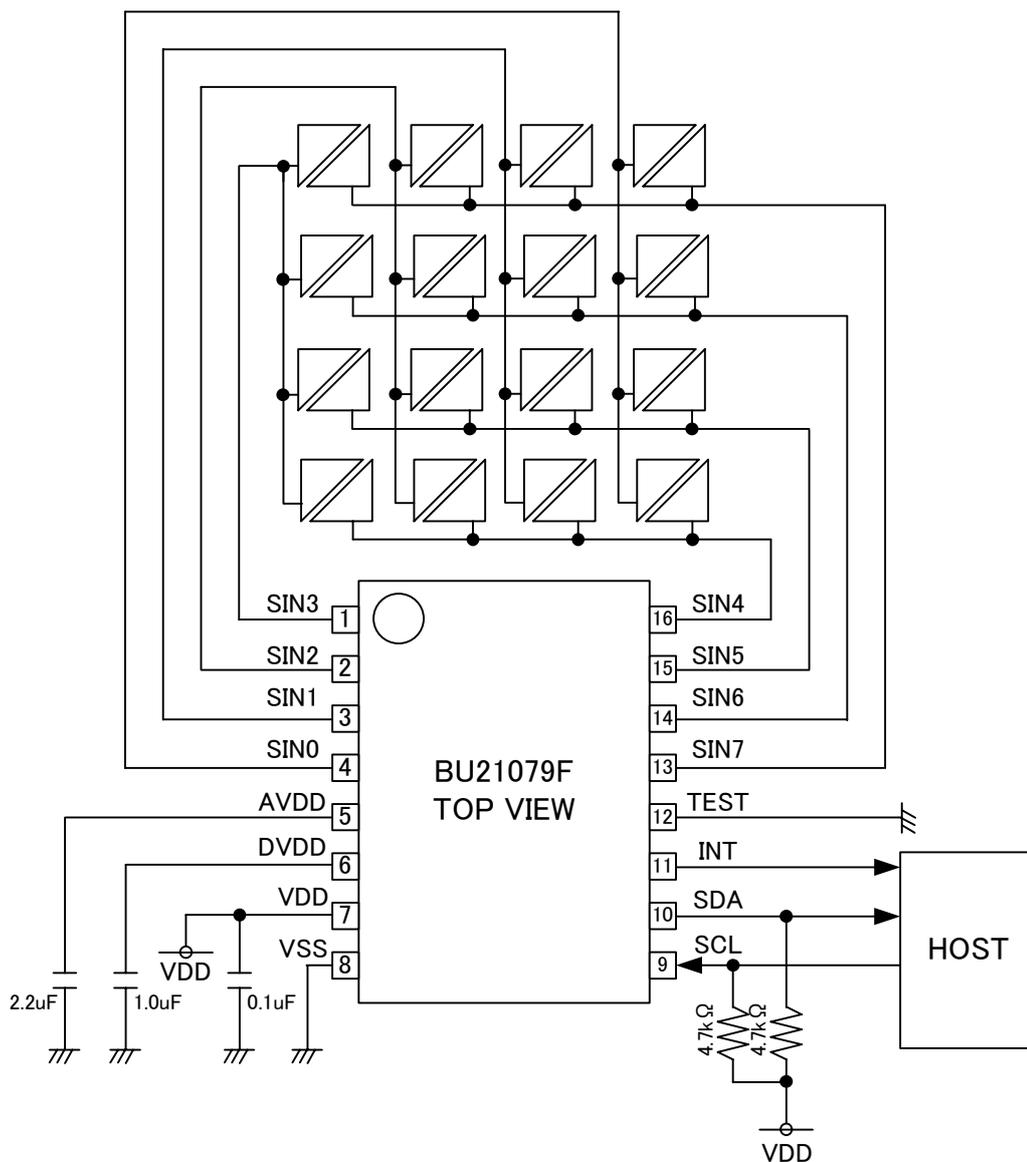


Figure 22. 応用回路例 1. (マトリクス 4 x 4 構成)

## ●使用上の注意

## (1) 絶対最大定格について

印加電圧(VDD, VIN)、及び動作温度範囲( $T_{opr}$ )などの絶対最大定格を越えた場合、破壊する恐れがあり、ショートもしくはオープンなどの破壊モードが特定できませんので、絶対最大定格を越えるような特殊モードが想定される場合には、ヒューズなどの物理的な安全対策を施すよう検討をお願いします。

## (2) 推奨動作範囲

この範囲であればほぼ期待通りの特性を得ることが出来る範囲です。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。

## (3) 電源コネクタの逆接続について

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等の対策を施してください。

## (4) 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 / GND 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。GND 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 - GND 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、低温で容量ぬげ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。

## (5) GND 電圧について

GND 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 GND 以下の電位になっている端子がないかご確認ください。

## (6) 端子間ショートと誤装着について

セット基板に取り付ける際、LSI の向きや位置ずれに十分ご注意ください。誤って取り付けた場合、LSI が破壊する恐れがあります。また、端子間や端子と電源、GND 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。

## (7) 強電磁界中の動作について

強電磁界中でのご使用は、誤動作をする可能性がありますのでご注意ください。

## (8) 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 LSI 端子にコンデンサを接続する場合は、LSI にストレスがかかる恐れがあるので、工程毎に必ず放電を行ってください。また、検査工程での治具への着脱時には、必ず電源をオフにしてから接続し、検査を行い、電源をオフにしてから取り外してください。さらに、静電気対策として、組み立て工程には、アースを施し、運搬や保存の際には十分ご注意ください。

## (9) 各入力端子について

LSI 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 GND 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 LSI 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気的特性の保証値内としてください。

## (10) アース配線パターンについて

小信号 GND と大電流 GND がある場合、大電流 GND パターンと小信号 GND 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 GND 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 GND の配線パターンも変動しないように注意してください。

## (11) 外付けコンデンサについて

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、およ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。

## (12) ラッシュカレントについて

複数電源を持つ IC では電源投入順序、遅れにより、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、GND パターン配線の幅、引き回しに注意して下さい。

●発注形名情報

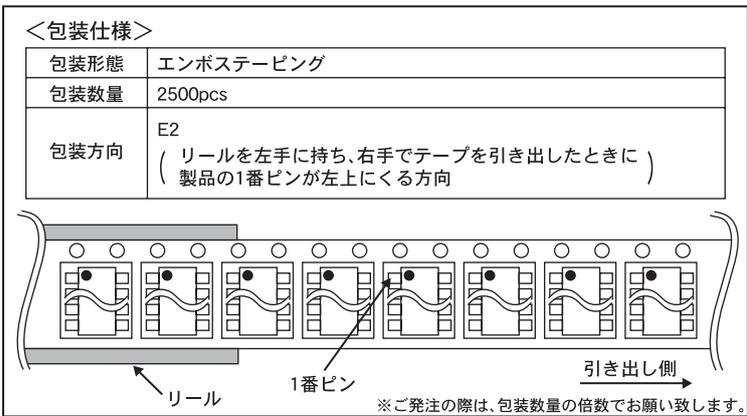
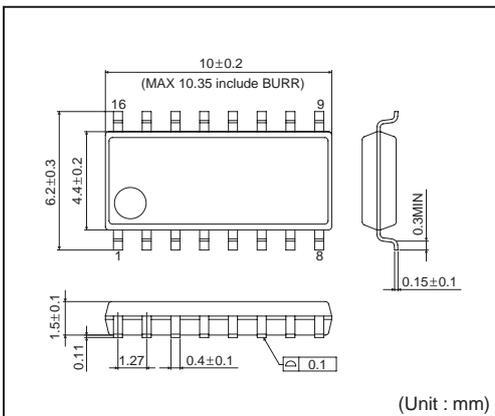


●ラインアップ

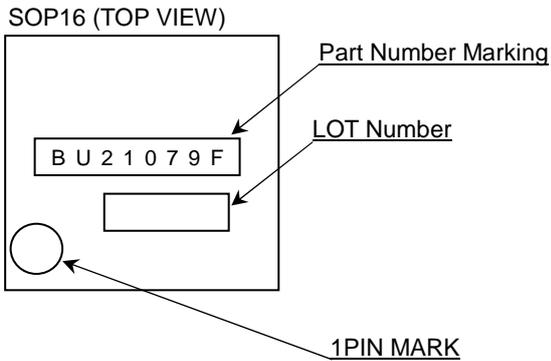
センサ端子数	パッケージ	発注形名
8ch	SOP16	BU21079F-E2

●外形寸法図と包装・フォーミング仕様

SOP16



●標印図



## ●改訂履歴

Date	Revision	Changes
2013.7.30	Rev.001	新規作成
—	—	—

# 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。従いまして、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、身体への危険若しくは損害、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>、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。従いまして、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. 許容損失(Pd)は周囲温度(Ta)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、ディレーティングカーブ範囲内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. はんだ付けはリフローはんだを原則とさせていただきます。なお、フロー方法でのご使用につきましては別途ロームまでお問い合わせください。詳細な実装及び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。従いまして、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上、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上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上でご使用ください。

## **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QRコードが印字されていますが、QR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。従いまして、上記第三者の知的財産権侵害の責任、及び本製品の使用により発生するその他の責任に関し、ロームは一切その責任を負いません。
2. ロームは、本製品又は本資料に記載された情報について、ローム若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。

## **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、ローム関係会社若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。