

微風センサ

MMS002XA
Datasheet

概要



MMS002 は、風速に比例する X、Y 軸のセンサ出力及び、温度センサ値をデジタル出力 (I2C) します。本製品独自の高感度なセンサ素子を採用しており、0~3m/s のわずかな風の流れを検知可能です。AFE 内部にセンサ毎の風速補正パラメータを内蔵しており、本製品データからホストとなる外部マイコンで簡単な演算をすることで風速・風向データを得ることができます。複雑なセンサ駆動/制御回路を必要とせず本モジュールとホストとなる外部マイコンだけで高性能な機器が実現できます。

特徴

- ・ MEMS 熱式センサで小型化を実現
- ・ 風速測定範囲 0~3m/s
- ・ 風向測定範囲 0~360deg
- ・ 風速精度 $\pm(0.1\text{m/s}+5\%\text{RD})$ (@0~1m/s)
- ・ 風向精度 $\pm 15\text{deg}$ (@0.3~3m/s)
- ・ NVM に内蔵された風速補正用パラメータをロード可能

目次

概要	1
特徴	1
ブロック図	3
ピン配置	4
端子説明	4
絶対最大定格	5
推奨動作範囲	5
電気的特性	6
アナログ特性	6
デジタル特性	6
センサ特性	6
機能説明	7
機能概要	7
状態遷移図	8
コマンドコード	9
シーケンス	10
補正パラメータ読み出し処理	11
補正パラメータ読出し	11
風速計算方法	12
風向計算方法	12
タイミング図	13
シリアル通信インターフェース	14
通信速度	14
I2C AC 特性	15
I2C フォーマット	16
応用回路例	17
基本特性	18
構造図	19
外形図	20
マーク内容	21
付帯事項	22
取り扱い上の注意	23
梱包仕様	24

ブロック図

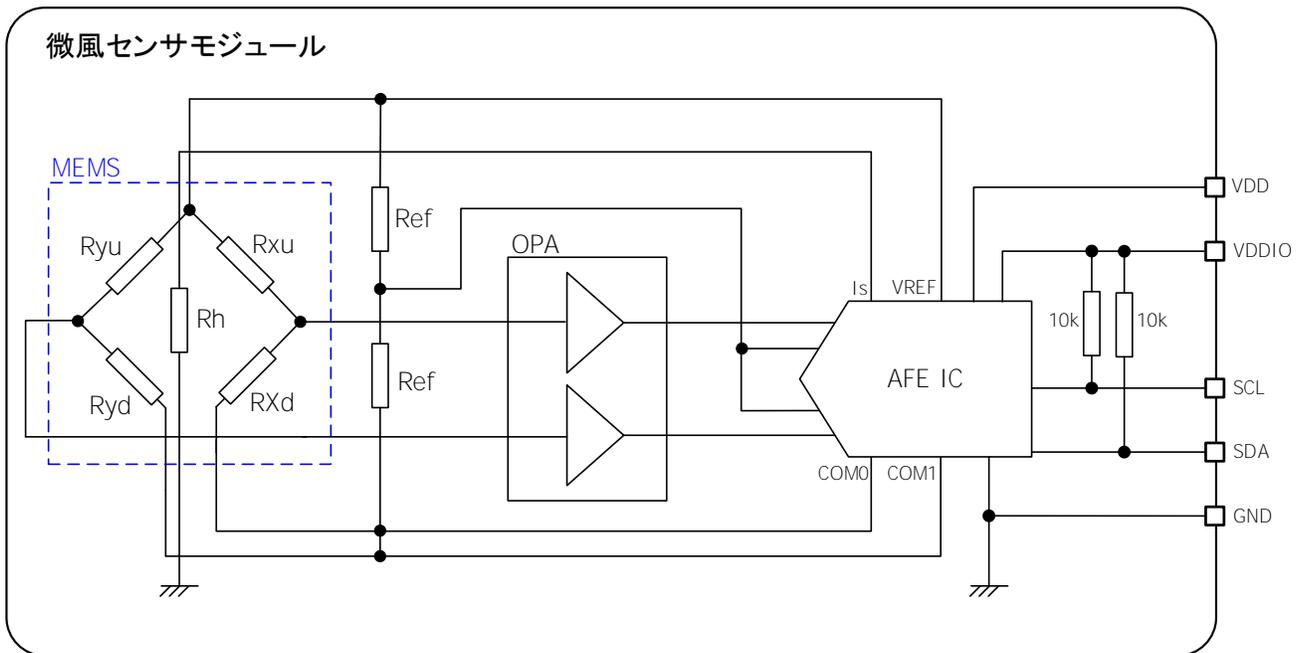


Fig. 1 ブロック図

ピン配置

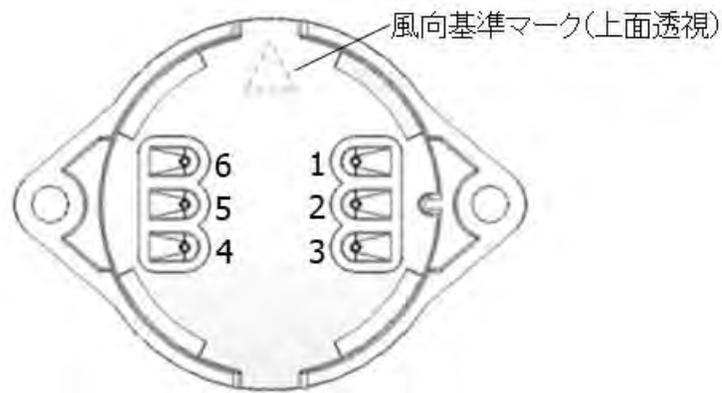


Fig. 2 ピン配置図(下面図)

Table 1 ピン配置表

ピン	名称
1	SCL
2	SDA
3	NC
4	GND
5	VDDIO
6	VDD

端子説明

Table 2 端子表

番号	ピン名称	タイプ	機能
1	SCL	I/O	I2C 通信用 シリアルクロック
2	SDA	I/O	I2C 通信用 シリアルデータ入出力
3	NC	-	No connect
4	GND	-	GND
5	VDDIO	I	デジタル I/O 用電源
6	VDD	I	アナログ回路用電源

絶対最大定格

(特記なき場合, Ta=25°C)

項目	記号	最小	最大	単位
保存温度範囲	T _{STG}	-25	55	°C
アナログ電源電圧	VDD _{MAX}	-0.3	3.6	V
デジタル I/O 電圧	VDDIO _{MAX}	-0.3	3.6	V
デジタル入力電圧	VDDIN _{MAX}	-0.3	VDD+0.3	V

推奨動作範囲

(特記なき場合, Ta=25°C)

項目	記号	最小	標準	最大	単位
動作温度範囲	T _{OPR}	0	-	40	°C
アナログ電源電圧範囲	VDD _{OPR}	2.4	3.3	3.6	V
デジタル電源電圧範囲	VDDIO _{OPR}	2.4	3.3	3.6	V
測定媒体	-	空気 (結露無きこと。非腐食性の空気に限る)			V

電气的特性

アナログ特性

(特記なき場合, Ta=25°C, VDD=VDDIO=3.3V)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
平均消費電流	I _{DD}	1 計測での平均電流	-	0.7	1.05	mA

デジタル特性

(特記なき場合, Ta=25°C, VDD=VDDIO=3.3V)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
Hレベル入力電圧	V _{IH}	SCL、SDA	0.7 × VDDIO	-	VDDIO +0.3	V
Lレベル入力電圧	V _{IL}	SCL、SDA	-0.3	-	0.3 × VDDIO	V
出力電圧 Hレベル	V _{OH}	SDA I _{OH} =-3mA	0.8 × VDDIO	-	-	V
出力電圧 Lレベル	V _{OL}	SCL、SDA I _{OL} =3mA	-	-	0.4	V

センサ特性

(特記なき場合, Ta=25°C, VDD=VDDIO=3.3V)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
風速測定範囲	M _{vel}		0	-	3	m/s
風速精度	E _{vel}	風速 0~1.0m/s 4 方位 (0,90,180,270deg)	-	±(0.1m/s +5%RD)	-	-
		風速 1.0~3.0m/s 4 方位 (0,90,180,270deg)	-	±25	-	%RD
風向測定範囲	M _{dir}		-	-	360	deg
風向精度	E _{dir}	風速 0.3~3.0m/s 4 方位 (0,90,180,270deg)	-	±15	-	deg
応答時間	t _{res}	Active コマンド発行後、初回	-	3	-	sec
サンプリング時間	t _s		0.5	-	-	sec

機能説明

機能概要

MMS002 は、MEMS 熱式センサ、オペアンプ、アナログフロントエンド IC で構成されています。MEMS 熱式センサから出力されるアナログ出力電圧を 24 ビットデジタル値に変換します。センサに格納されている補正用の係数をユーザー側で読み出し、24 ビットデジタル値と補正用の係数を用いて風速値へ変換することで温度とプロセスばらつきに起因するセンサ特性のばらつきを補正可能です。

状態遷移図

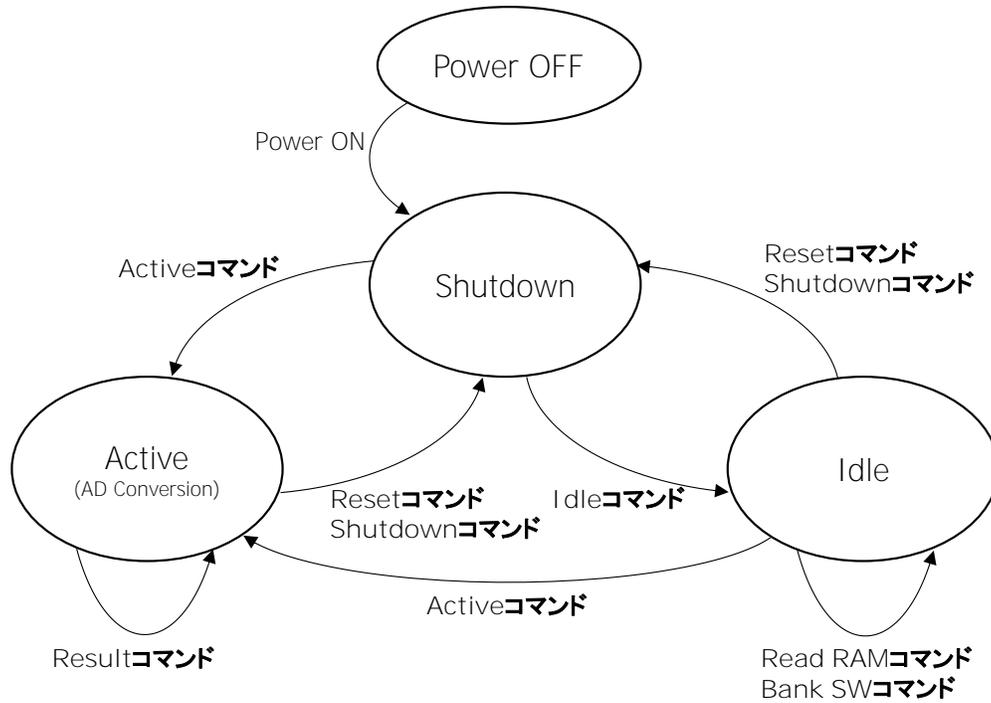


Fig. 3 状態遷移図

Table 3 状態遷移表

Command \ State	Shutdown	Active	Idle
Reset	Power on Reset & Initial Boot =>Shutdown state	Power on Reset & Initial Boot =>Shutdown state	Power on Reset & Initial Boot =>Shutdown state
Shutdown	=>Keep state	=>Shutdown state	=>Shutdown state
Active	Reset & Boot Load =>Active state (AD conversion)	Ignore(note ¹) =>Keep state	=>Active state (AD conversion)
Result	Ignore(note ¹) =>Keep state	Output result =>Keep state	Do not issue(note ²) =>Keep state
Idle	Reset & Boot Load =>Idle state	Do not issue(note ³) =>Idle state	=>Keep state
Bank SW	Ignore(note ¹) =>Keep state	Change memory Bank =>Keep state	Do not issue(note ⁴) =>Keep state
Read RAM	Ignore(note ¹) =>Keep state	Do not issue(note ³) =>Keep state	Output RAM data =>Keep state

note¹: コマンドに対して NACK を返します。

note²: 正確な測定結果を出力しません。なお、コマンドに対する ACK を返します。

note³: コマンドは受け付けますが、シーケンス実行中のため意図しない動作となります。

note⁴: コマンドは受け付けますが、シーケンス実行時に意図しない動作となります。

コマンドコード

Table 4 コマンドコード一覧

Command Name	Command Code									Format	
	HEX.	BIN.									
		C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	C0		
Shutdown	0x90	1	0	0	1	0	0	0	0	I2C ライトフォーマット	
	シャットダウン状態に移ります。										
Idle	0x94	1	0	0	1	0	1	0	0	I2C ライトフォーマット	
	内部回路を立ち上げてアイドル状態に移ります。コマンドコードのみで動作します。										
Active	0xA0	1	0	1	0	0	0	0	0	I2C ライトフォーマット	
	AD 変換を開始します。コマンドコードのみで動作します。										
Result	Result0	0xC0	1	1	0	0	0	0	0	0	組み合わせフォーマット
		X 方向の風速 AD 値を読み出します。 コマンドコード受信後、3byte/24bit の ADC データを MSB ファーストで出力します。2 の補数による負数表現を使用しています。出力範囲は正の出力の場合、000000 h ~ 7FFFFFFF h(10 進数では 0 ~ +8388607)、負の出力の場合、FFFFFFF h ~ 800000 h(10 進数では-1 ~ -8388608)となります。 但し、推奨動作範囲を超える使用をされた時の取得データは保証できません。									
	Result1	0xC2	1	1	0	0	0	0	1	0	組み合わせフォーマット
		温度補正係数を読み出します。 コマンドコード受信後、3byte/24bit の ADC データを MSB ファーストで出力します。2 の補数による負数表現を使用しています。出力範囲は正の出力の場合、000000 h ~ 7FFFFFFF h(10 進数では 0 ~ +8388607)、負の出力の場合、FFFFFFF h ~ 800000 h(10 進数では-1 ~ -8388608)となります。 但し、推奨動作範囲を超える使用をされた時の取得データは保証できません。									
	Result2	0xC4	1	1	0	0	0	1	0	0	組み合わせフォーマット
		Y 方向の風速 AD 値を読み出します。 コマンドコード受信後、3byte/24bit の ADC データを MSB ファーストで出力します。2 の補数による負数表現を使用しています。出力範囲は正の出力の場合、000000 h ~ 7FFFFFFF h(10 進数では 0 ~ +8388607)、負の出力の場合、FFFFFFF h ~ 800000 h(10 進数では-1 ~ -8388608)となります。 但し、推奨動作範囲を超える使用をされた時の取得データは保証できません。									
BankSW	BankSW0	0xB0	1	0	1	1	0	0	0	0	I2C ライトフォーマット
		メモリーバンクを Bank0 に変更します。									
	BankSW2	0xB4	1	0	1	1	0	1	0	0	I2C ライトフォーマット
		メモリーバンクを Bank2 に変更します。									
BankSW3	0xB6	1	0	1	1	0	1	1	0	I2C ライトフォーマット	
	メモリーバンクを Bank3 に変更します。										
Read RAM	0xD4	1	1	0	1	0	1	0	0	組み合わせフォーマット	
	RAM からデータを読み出します。コマンドコード送信後、8bit のメモリアドレスを送信してください。 4byte/32bit のデータを MSB ファーストで出力します。										
Reset	0x72	0	1	1	1	0	0	1	0	I2C ライトフォーマット	
	初期化の後にシャットダウン状態に戻ります。最大 1.8msec の間ビジー状態になります。 コマンドコードのみで動作します。										

シーケンス

1. センサに電源投入後、補正パラメータを微風センサより読み出してください。
2. Active コマンド(0xA0)を発行するとセンサがデータ取得を開始します。
3. Active コマンドを発行し 3sec 以上経過した後に、Result コマンド(0xC0, 0xC2, 0xC4)を発行し、センサ測定結果(Result0~2)を取得してください。取得後、センサ測定結果及び補正パラメータより風速・風向の補正演算を実施してください。
4. 以降 0.5sec 毎に自動で測定結果を更新します。ユーザー側は 0.5sec 毎に Result コマンド発行することで更新された測定結果の取得が可能です。
5. 測定を終了する場合は、Shutdown コマンド(0x90)を発行してください。

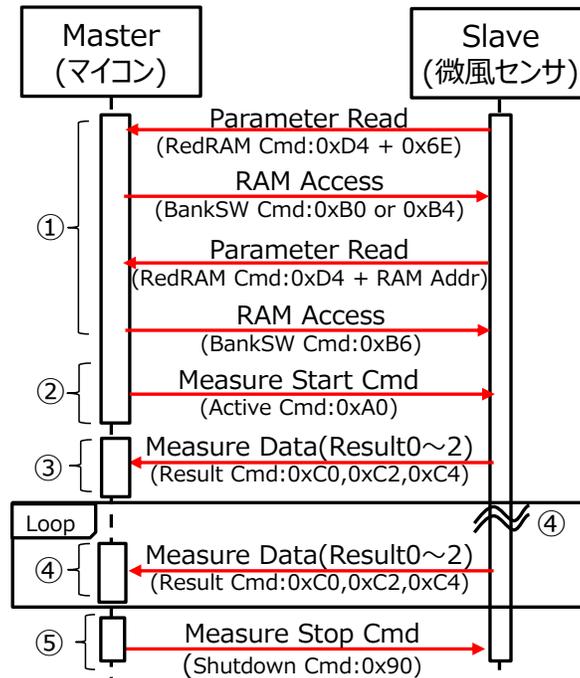


Fig. 4 シーケンス

補正パラメータ読み出し処理

センサに補正用の係数が格納されています。その係数をユーザー側で読み出し、センサ出力と係数を用いて風速値へ変換する仕組みとなっています。補正用の係数については起動時とは異なるメモリ領域に保存されており、センサ毎に保存領域が異なります。そのため、センサに電源投入後、以下の流れで補正パラメータの読み出しを実行してください。読み出し後は BankSW コマンドを必ず発行してください。

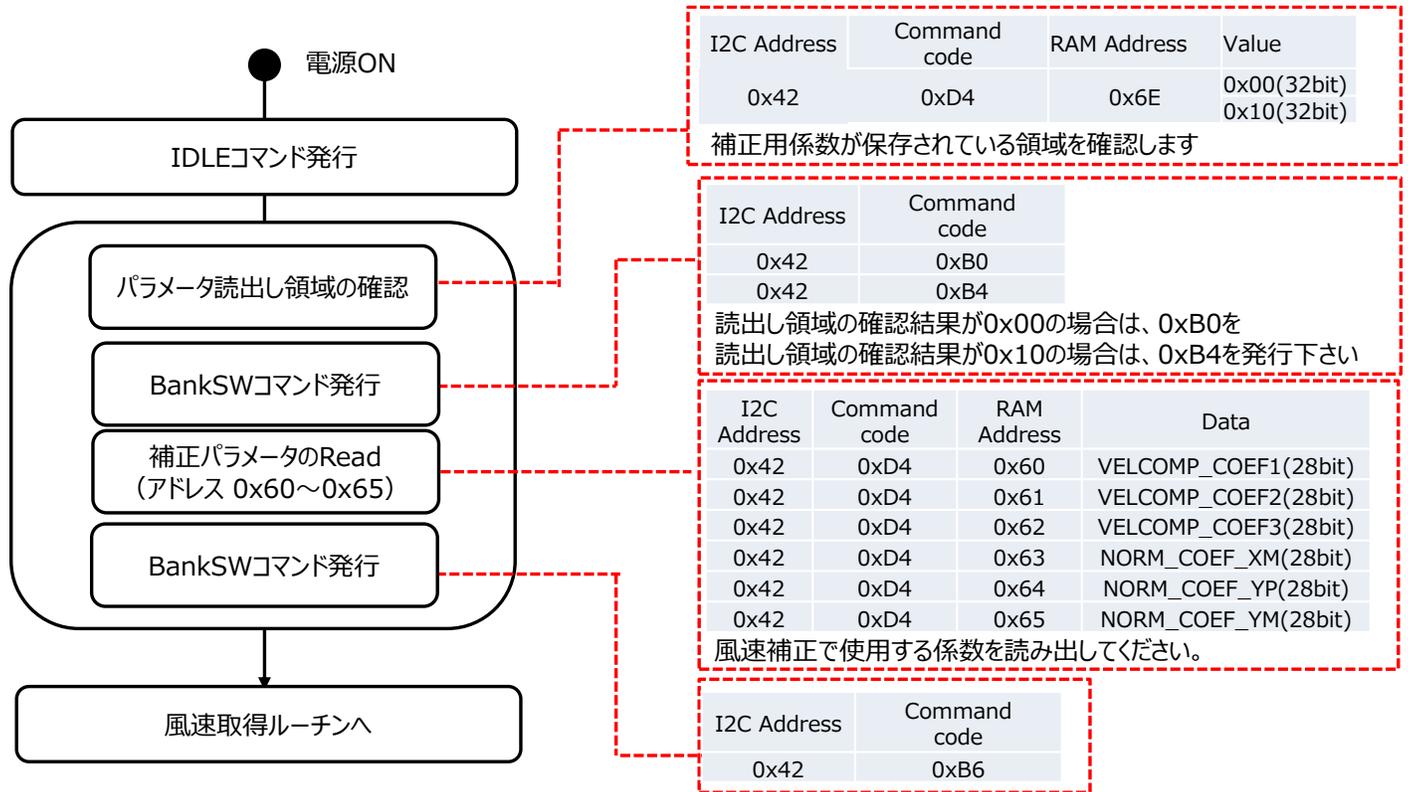


Fig. 5 補正パラメータ読み出しシーケンス

補正パラメータ読み出し

Read RAM コマンドは[31:0]の 4byte32bit 幅でデータ読み出しを行います。補正パラメータはその中から[27:0]の 28bit を抜き出した値です。

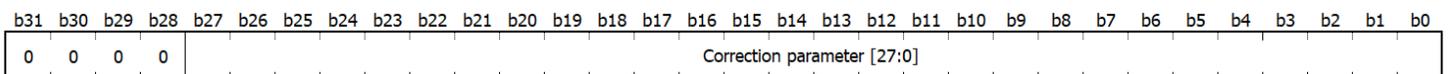


Fig. 6 RAM 読み出しデータ

風速計算方法

風速計算は 1.感度の正規化、2.感度温度特性の補正、3.風速補正の順に行います。

1. 感度の正規化

センサは X 軸、Y 軸および極性(+,-)で感度が異なります。そのため、補正パラメータを使用して X 軸の+側出力基準へ感度を合わせます。

$$X_{normed} = Result0 * (1 + \frac{X_{normcoef}}{2^{27}})$$

$$Y_{normed} = Result2 * (1 + \frac{Y_{normcoef}}{2^{27}})$$

条件	X_normcoef
Result0>0	1
Result0<0	NORM_COEF_XM(28bit)

条件	Y_normcoef
Result2>0	NORM_COEF_YP(28bit)
Result2<0	NORM_COEF_YM(28bit)

2. 感度温度特性の補正演算

センサの温度により感度特性が異なるため、温度補正用のデータ(Result1)を用いて感度を補正します。

$$X_{tcomp} = X_{normed} * (1 + Result1/1000)$$

$$Y_{tcomp} = Y_{normed} * (1 + Result1/1000)$$

3. 風速補正演算

X、Y の出力を合成し、補正係数をかけることで風速出力を算出します。

$$AD_{temp} = ((X_{tcomp})^2 + (Y_{tcomp})^2) * 2^{-12}$$

$$Vel_{temp} = \alpha * (AD_{temp})^3 + \beta * (AD_{temp})^2 + \gamma * (AD_{temp})^1$$

α	$(VELCOMP_COEF_3) * (2^{27})^{-3}$
β	$(VELCOMP_COEF_2) * (2^{27})^{-2}$
γ	$(VELCOMP_COEF_1) * (2^{27})^{-1}$

$$Vel[m/s] = \left(\sqrt{\sqrt{(Vel_{temp}) * 2}} \right) / 2^5$$

風向計算方法

センサ上側(△マーク)を 0° として角度を定義しています。風向計算は Result0、Result2 のデータを使用して計算します。

$$\theta[^\circ] = \arctan(Result0/Result2) \times \frac{180^\circ}{\pi} + b$$

$$b = 0, Result0 < 0, Result2 < 0$$

$$b = 180, Result2 > 0$$

$$b = 360, Result0 > 0, Result2 < 0$$

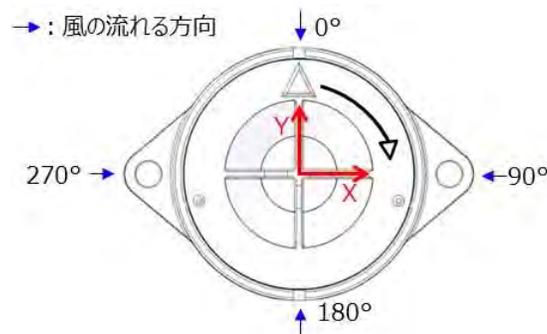


Fig. 7 角度定義

タイミング図

TBD

シリアル通信インターフェース

シリアル通信インターフェースとして I2C をサポートしています。

通信速度

※設計保証項目

(特記なき場合, Ta=25°C, VDD=3.0~3.6V)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
I2C 通信速度	BR _{I2C1}	VDDIO ≥ 2.0V Cb ≤ 100pF	-	-	3.4	Mbps
	BR _{I2C2}	VDDIO < 2.0V Cb ≤ 100pF	-	-	0.4	
	BR _{I2C3}	VDDIO ≥ 2.0V Cb ≤ 400pF	-	-	1.7	
	BR _{I2C4}	VDDIO < 2.0V Cb ≤ 400pF	-	-	0.4	

I2C AC 特性

※設計保証項目

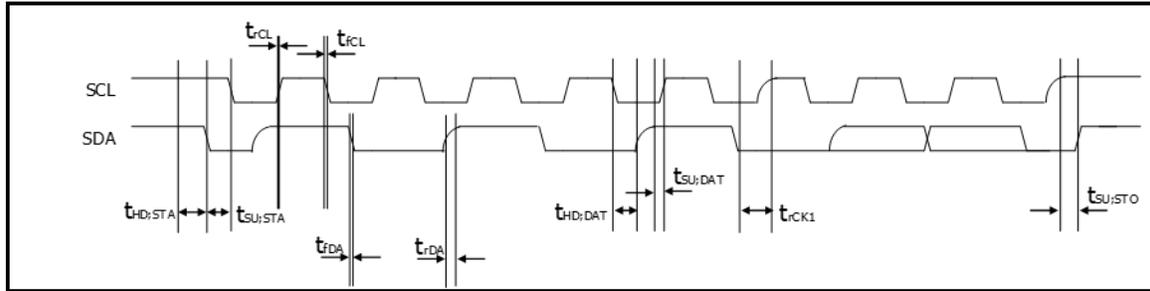


Fig. 8 I2C AC タイミングチャート

Table 5 I2C AC 特性

項目	記号	VDDIO < 2.0V		VDDIO ≥ 2.0V				単位
		Fast mode		Hsmode				
				Cb=100pF		Cb=400pF		
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	
SCL 周波数	f_{SCL}	0	400kHz	0	3.4	0	1.7	MHz
スタートコンディションセットアップ時間	$t_{SU:STA}$	600	-	160	-	160	-	ns
スタートコンディションホールド時間	$t_{HD:STA}$	600	-	160	-	160	-	ns
ストップコンディションセットアップ時間	$t_{SU:STO}$	600	-	160	-	160	-	ns
データセットアップ時間	$t_{SU:DAT}$	100	-	20	-	20	-	ns
データホールド時間 (note ⁵)	$t_{HD:DAT}$	20	-	20	70	20	150	ns
SCL の立ち上がり時間	t_{rCL}	-	300	10	40	20	80	ns
ACK 後の SCL の立ち上がり時間 (クロックストレッチ解除時)	t_{rCL1}	-	300	10	80	20	160	ns
SCL の立ち下がり時間	t_{rCL}	10	300	10	-	20	80	ns
SDA の立ち上がり時間	t_{rDA}	-	300	10	80	20	160	ns
SDA の立ち下がり時間	t_{rDA}	10	300	10	80	20	160	ns

note⁵: 本製品は SDA にデータ保持する機能を有していません。SCL 立下りエッジが未定義となる領域では SDA のホールドを 20nsec 確保してください。

I2C フォーマット

一部の特殊フォーマットを除き I2C プロトコルに準拠します。I2C アドレスは先頭 7bit のスレーブアドレスと残り 1bit の R/W bit の計 8bit です。本製品のスレーブアドレス(7bit)は 0x42 です。R/W bit との組み合わせで I2C アドレス(8bit)は 0x84(Write)、0x85(Read) となります。

Table 6 I2C アドレス

HEX.	I2C Address (8 bit)							R/W bit
	Slave address (7 bit)							
	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	
0x84	1	0	0	0	0	1	0	0
0x85	1	0	0	0	0	1	0	1

I2C ライトフォーマット

Write モードで I2C アドレス(0x84)を送信してください。続いてコマンドコードを送信してください。

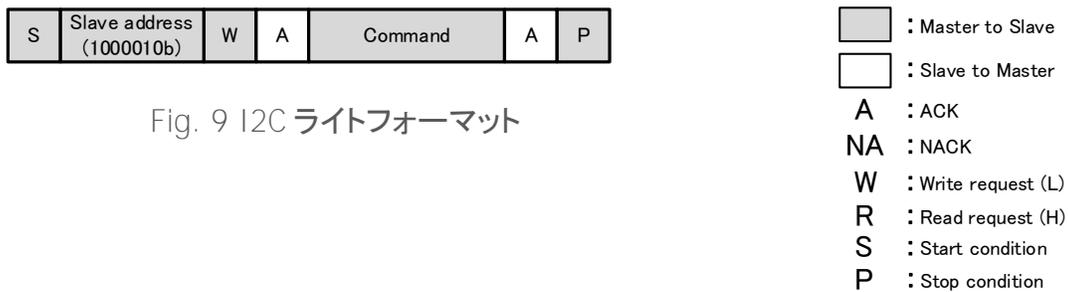


Fig. 9 I2C ライトフォーマット

組合せフォーマット

Write モードで I2C アドレス(0x84)とコマンドコードを送信してください。続いて、Read モードで I2C アドレス(0x85)を送信してください。データを MSB ファーストで出力します。

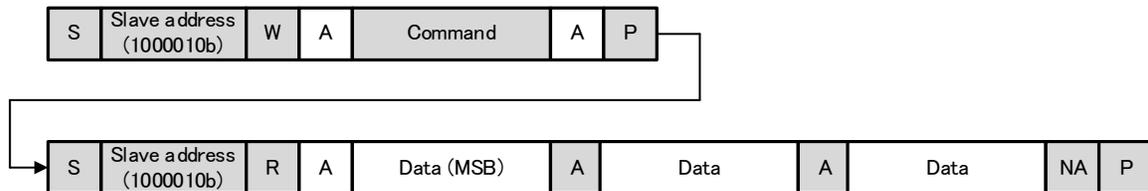


Fig. 10 I2C 組合せフォーマット

応用回路例

TBD

基本特性

TBD

構造図

TBD

外形図

UNIT	mm
------	----

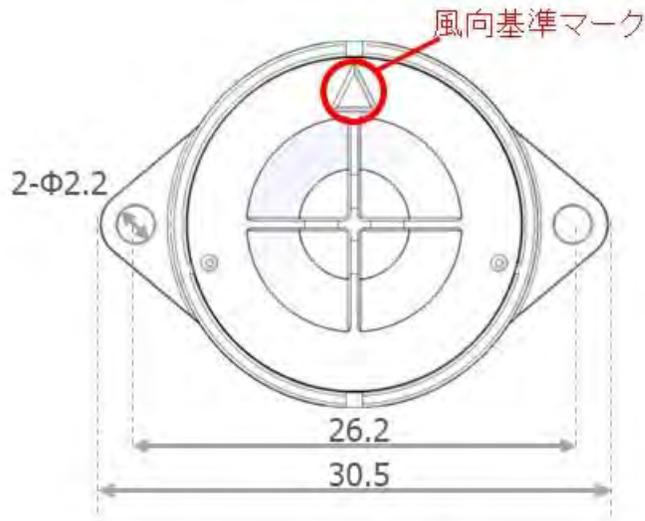


Fig. 11 上面図

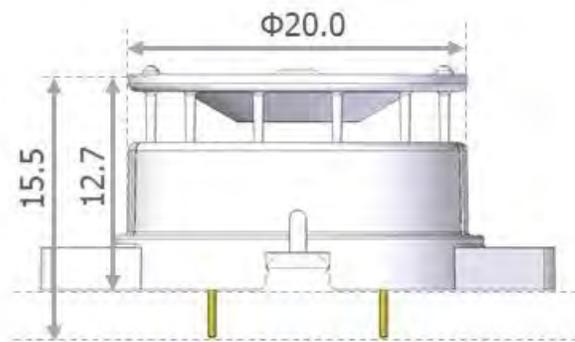


Fig. 12 側面図

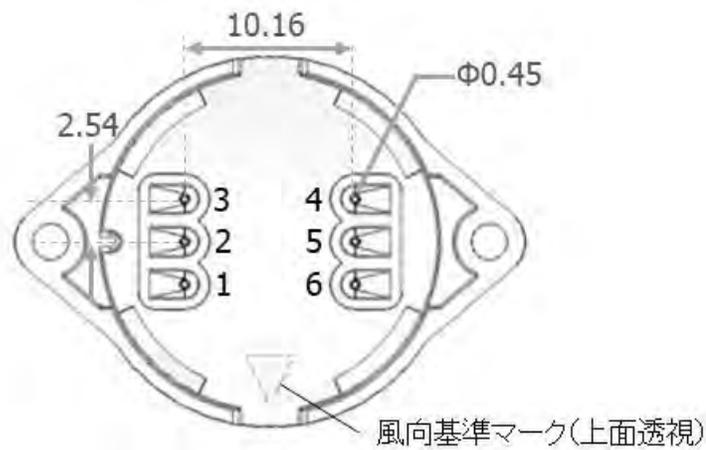


Fig. 13 下面図

マーク内容

TBD

付帯事項

安全上の注意事項

- ・ 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品は一般に誤動作又は故障する場合があります。本製品をご使用いただく場合は、本製品の誤動作や故障により人命や身体が侵害または財産が損害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いいたします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報(製品仕様書、データシート、アプリケーションノートなど)および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認のうえ、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、本製品単独、およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。当社は適用可否に対する責任は負いません。
- ・ 本製品はコンピュータ・OA 機器・通信機器・計測機器・工作機械・産業用ロボット・AV 機器・家電等、一般電子機器に使用されることを意図しております。
- ・ 輸送機器(自動車・列車等)の制御と安全性に係わるユニット・交通信号機器・防災/防犯装置等にご使用をお考えの際は、事前に当社販売窓口までご連絡いただきますようお願いいたします。
- ・ 航空宇宙機器・海底中継機器・原子力制御機器・人命に係わる医療機器等にはご使用にならないでください。
- ・ 上記に該当しない場合でも、ご使用の用途、目的及び使用環境やリスク、またこれらに対応した設計、検査仕様などについて、特段の注意を要する事柄がある場合には事前にご提示くださいますようお願いいたします。
- ・ お客様の損害が本製品の不良によるものと客観的に認められた場合は当社の責任とし、当社が負う責任および費用の負担は、本製品単体の納入金額に限定されるものといたします。

応用回路、外付け回路、ご使用上の注意事項

- ・ 本資料に記載されている動作概要は、集積回路の標準的な動作や使い方を説明するためのものです。従って、実際に本製品を使用される場合には、外部諸条件を考慮のうえ回路・実装設計をしてください。
- ・ ご使用にあたってはご使用製品に実装、組込みされた状態で、ご評価および確認をお願いいたします。
- ・ 製品に過渡的な負荷が印加される場合や外来ノイズの影響等につきましてはご使用製品に実装組込みされた状態で、ご評価および確認をお願いいたします。
- ・ ご使用上、いかなる場合においても最大定格を超えて使用しますと、製品の破壊や寿命に影響する事がありますので、必ず最大定格以内でご使用ください。
- ・ 本製品の使用条件(使用温度/電流/電圧等)が絶対最大定格/動作範囲内での使用においても、高負荷(高温および大電流/高電圧印加、多大な温度変化等)で連続して使用される場合は、信頼性が著しく低下するおそれがあります。当社の個別信頼性資料(信頼性試験レポート、推定故障率等)をご確認のうえ、使用温度や設計寿命に応じ、許容損失や使用電圧を考慮し、適切な信頼性設計をお願いいたします。実際のご使用の際には周囲温度、入力電圧、出力電流等のパラメータを考慮の上、最大許容損失から適切なディレーティング(一般的には最大値の 80%以下)をした数値でのご使用を推奨いたします。

輸出関連法規についての注意事項

- ・ 本書に記載の製品及び技術のうち「外国為替及び外国貿易法」に基づき安全保障貿易管理関連貨物・技術に該当するものを輸出する場合、又は国外に持ち出す場合は日本国政府の許可が必要です。

産業財産権についての注意事項

- ・ 本資料は当社の著作権、ノウハウに係わる内容も含まれておりますので、本製品の使用目的以外には用いないようお願い申し上げます。
- ・ この製品を使用した事により、第三者の産業財産権に係わる問題が発生した場合、当社製品の製造・製法に直接係わるもの以外につきましては、当社はその責を負いませんのでご了承ください。

製造物責任法(PL 法)についての注意事項

- ・ 本製品の誤った使用又は不適切な使用等に起因する本製品の具体的な運用結果につきましては、当社は責任を負いかねますのでご了承ください。

その他の注意事項

- ・ 本資料に記載された内容を、当社に無断で転載又は複製することはご遠慮ください。
- ・ 本資料の記載内容に疑義が生じた場合は双方で協議のうえ速やかに解決にあたるものといたします。

取り扱い上の注意

- ・ 本製品は一般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、下記のような特殊環境での使用を配慮した設計はなされていません。従いまして、下記環境でのご使用及び保管は本製品の性能に影響を与える恐れがありますので、お客様におかれましては十分に性能、信頼性等をご確認のうえご使用ください。
 - 静電気や電磁波の強い環境
 - 高温及び高湿環境、結露する環境
- ・ 本製品は、耐放射線設計をしておりません。放射線のストレスを受ける環境でのご使用は避けてください。

梱包仕様

TBD

MITSUMI ELECTRIC CO., LTD.

Strategy Engineering Department Semiconductor Business Division

Tel: +81-46-230-3470 / <https://www.mitsumi.co.jp/profile/contact.html>

注記:

このデータシートに記載されている製品は、外観およびその他の改良のために事前の通知なしに変更される可能性があります。ここに記載されている詳細は、注文時の個々の製品を保証するものではありません。ご使用の際は仕様確認をお願いします。