

目次

| | |
|------------------------------------|----|
| [1] 適用範囲 | 2 |
| [2] 概要 | 2 |
| [3] ブロック図 | 2 |
| [4] 外形寸法とマーキング図 | 3 |
| [5] 端子説明 | 3 |
| [6] 絶対最大定格 | 4 |
| [7] 推奨動作条件 | 4 |
| [8] 磁力計特性 | 5 |
| [9] 加速度計特性 | 5 |
| [10] 電気的特性 | 6 |
| [11] 測定回路 | 7 |
| [12] 極性 | 7 |
| [13] タイミングチャート | 8 |
| 13-1. I2Cバス タイミングチャート | 8 |
| 13-2. Power OFF and Power ON | 8 |
| [14] 測定タイミングダイアグラム | 9 |
| 14-1. 機能的な状態 | 9 |
| 14-2. 状態遷移図 | 9 |
| 14-3. Normal State | 10 |
| 14-4. Force State | 11 |
| 14-5. オフセット調整 | 14 |
| 14-5-1. オフセット調整とは | 14 |
| 14-5-2. HOSTが保持するパラメータ | 14 |
| 14-5-3. 手順 | 14 |
| 14-5-4. Offset registers | 16 |
| 14-6. Normal State 周期の設定 | 16 |
| [15] 制御インターフェース | 17 |
| 15-1. Power Supplies | 17 |
| 15-1-1. AVDD | 17 |
| 15-1-2. DVDD | 17 |
| 15-1-3. Internal dropout regulator | 17 |
| 15-2. I2C slave interface | 17 |
| 15-3. Interrupt signal | 18 |
| 15-4. DRDY signal | 19 |
| [16] コマンド | 20 |
| 16-1. コマンドシーケンス | 20 |
| 16-1-1. リードコマンド | 20 |
| 16-1-2. ライトコマンド | 20 |
| [17] レジスタ | 21 |
| 17-1. レジスタの形式 | 21 |
| 17-2. レジスタマップ | 22 |
| 17-3. レジスタマップ詳細 | 23 |
| 17-4. OTPマップ | 30 |
| 17-5. OTP 読み込み手順 | 31 |
| [18] 歩数計 | 32 |
| 18-1. 歩数計のレジスタマップ | 32 |
| 18-2. 閾値内容 | 33 |
| 18-3. 歩数計が管理する状態 | 34 |
| 18-4. 歩数計が管理する状態の遷移条件 | 34 |
| 18-5. 歩数計の起動手順 | 34 |
| [19] 信頼性試験条件 | 35 |
| [20] 半田付けリフロー条件 | 36 |
| [21] 注意事項 | 36 |

[1] 適用範囲

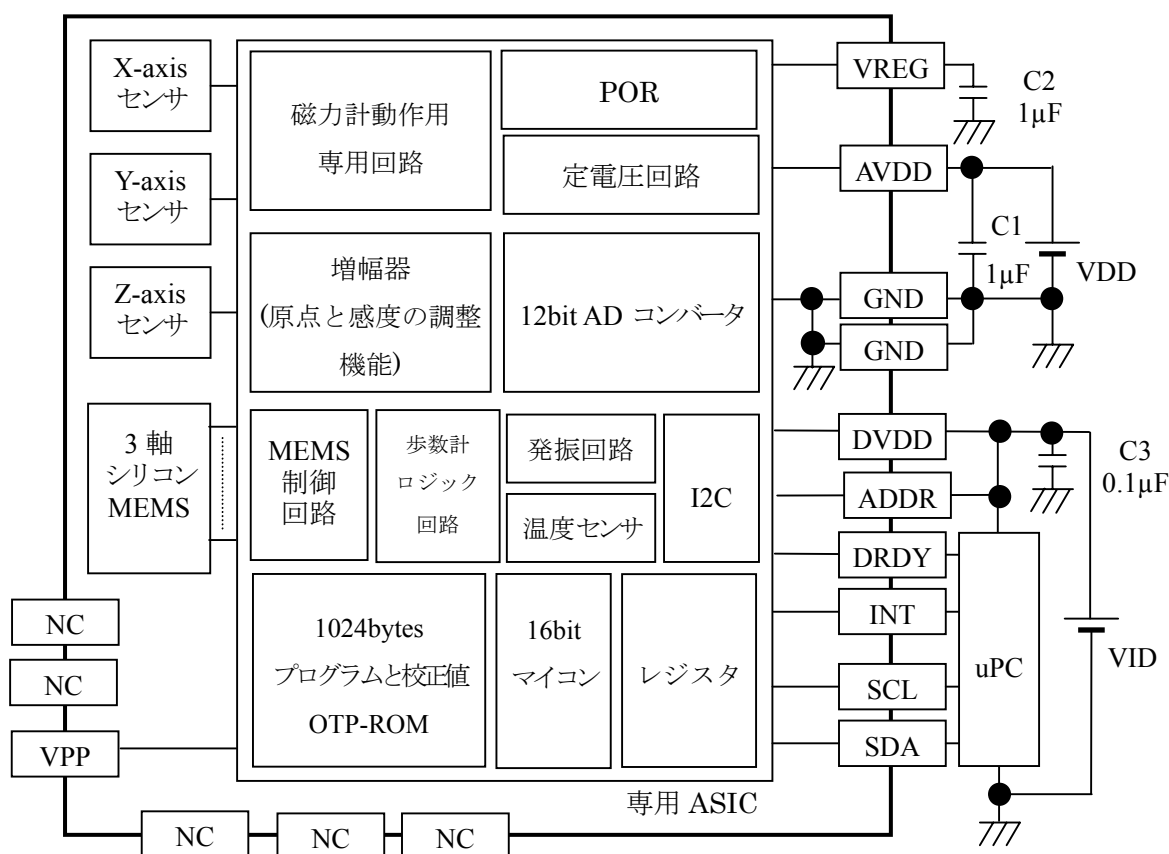
本仕様書は、愛知製鋼株式会社が、***** に納入する 6軸モーションセンサ AMI603 に適用します。

[2] 概要

AMI603 は、3 方向の磁気を検知するための各々の MI センサーと、3 軸のシリコン MEMS 加速度計と、それらのセンサを動作させるための制御用 IC を小型パッケージに集積化したインテリジェント電子コンパスです。

AMI603の制御用ICは、3個のMIセンサから磁気信号を検出するための専用回路と、3軸シリコンMEMSから加速度信号を検出するための専用回路と、各センサの原点と感度を適当な値に補正を行うことができる増幅器と、周囲温度を測定できる温度センサと、12bitADコンバータと、I2Cのシリアル出力回路と、定電圧回路と、各回路を制御する16bitマイコンとを持っています。

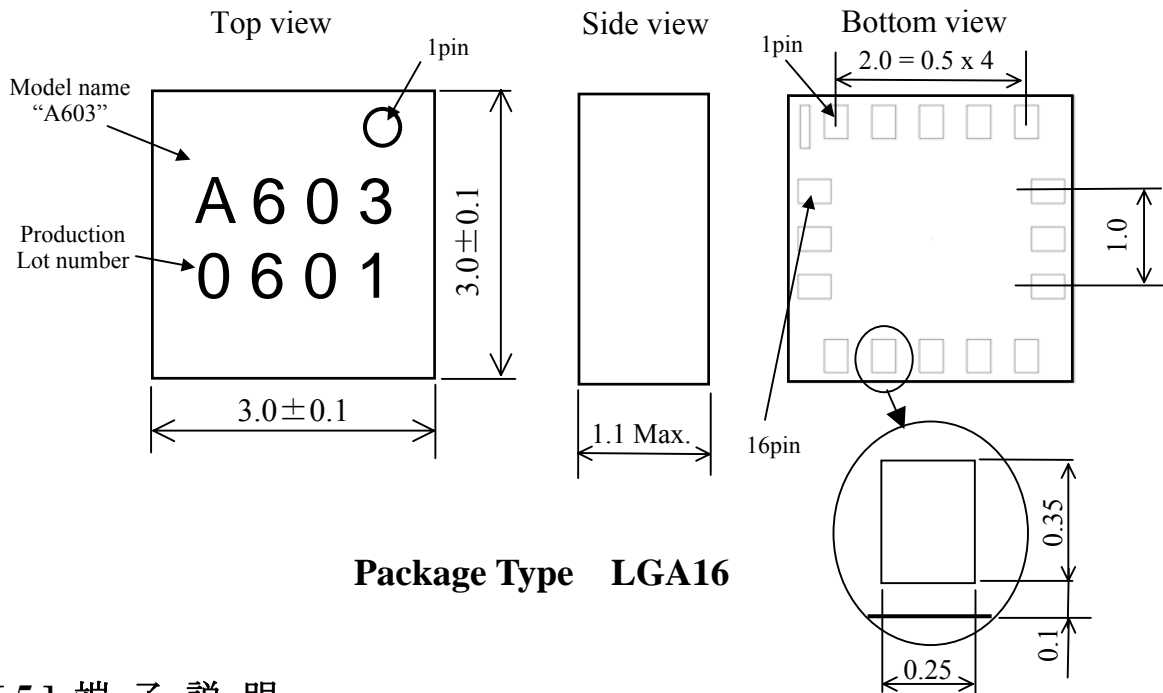
[3] ブロック図



注1) VREG と GND の 端子近傍に、1μF のキャパシタを接続してください。

注2) AVDD と GND の 端子近傍に、1μF のキャパシタを接続してください。

[4] 外形寸法とマーキング図



[5] 端子説明

| 端子名 | 端子No. | 入出力 | 機能 | 条件 |
|------|-------|-----|-----------------|--|
| DVDD | 1 | 電源 | Digital 回路部電源端子 | DVDD-GND の端子近傍に $0.1\mu\text{F}$ のパスコンを実装してください。 |
| VREG | 2 | 出力 | 内部レギュレータ出力端子 | VREG-GND の端子近傍に $1.0\mu\text{F}$ のパスコンを実装してください。 |
| VPP | 3 | — | 検査用端子 | 無接続or GND接続で使用してください |
| SCL | 4 | 入力 | I2C通信用クロック入力端子 | — |
| GND | 5 | 電源 | Ground端子 | — |
| SDA | 6 | 入出力 | I2C通信用データ入出力端子 | — |
| ADDR | 7 | 入力 | I2Cアドレス設定端子 | DVDD か GND のいずれかに接続してください。 |
| NC | 8 | — | — | — |
| INT | 9 | 出力 | センサの状態を知らせる出力端子 | — |
| NC | 10 | — | — | — |
| DRDY | 11 | 出力 | 測定終了を知らせる出力端子 | — |
| GND | 12 | 電源 | Ground端子 | — |
| NC | 13 | — | — | — |
| AVDD | 14 | 電源 | Analog 回路部電源端子 | AVDD-GND の端子近傍に $1.0\mu\text{F}$ のパスコンを実装してください。 |
| NC | 15 | — | — | — |
| NC | 16 | — | — | — |

[6] 絶対最大定格

| 項目 | 記号 | 定格値 | 単位 |
|--------|------|-----------------------------------|----|
| 電源電圧 | AVDD | -0.3 to +5.0 | V |
| | DVDD | -0.3 to +4.0 | V |
| 保存温度 | TSTG | -40 to +125 | °C |
| 入力電圧 | VIN | -0.3 to DVDD+0.3 | V |
| 機械的衝撃力 | Ashk | 5000 for 0.5ms 10000 for 0.2ms | g |

[7] 推奨動作条件

| 項目 | 記号 | Min. | Typ. | Max. | 単位 |
|------|------|------|------|------|----|
| 電源電圧 | VDD | 2.40 | 2.50 | 3.60 | V |
| | VID | 1.65 | 1.80 | VDD | V |
| 動作温度 | TOPR | -40 | — | +85 | °C |

[8] 磁力計特性

(AVDD=+2.50V、DVDD=+1.80V、AVDD-GND に 1 μ Fのセラミックコンデンサ)

| 項目 | 記号 | 条件 | Min. | Typ. | Max. | 単位 |
|----------------|--------|---|------|-------|------|--------------|
| 動作範囲 (*1) | Rm | Ta= +25 °C | — | ±0.3 | — | mT |
| 測定可能範囲 (*2) | Ra | 出力が飽和しないように OFFX, OFFY, OFFZ のオフセット値を調整する | — | ±1.2 | — | mT |
| 直線性 | Lin | Rm=±0.3 mT、Ta= +25 °C | — | 0.5 | 2 | %FS |
| 無磁場での出力 | Vofs | Ta= +25 °C | — | 0 | — | LSB |
| | | 温度による変化量 (Ta= +25 °C 基準、Ta=0~+60°C) | — | 0±0.3 | — | μ T/°C |
| 磁気感度 | deltaV | Ta= +25 °C | — | 6 | — | LSB/ μ T |
| | | 温度による変化率 (Ta= +25 °C 基準、Ta=0~+60°C) | — | -2±5 | — | % |
| 方位分解能 | — | Ta= +25 °C、Rm=±30 μ T の 水平磁場 | — | ±0.9 | — | degree |
| 方位正確さ (*3)(*4) | — | Ta= +25 °C、Rm=30 μ T の 水平磁場 | — | ±0.6 | ±1.0 | degree |
| 測定時間 | Fr | Ta= 0~+60 °C、Force state | — | — | 1000 | SPS |

*1: 動作範囲: 測定領域があらかじめセットされています。

*2: 測定可能範囲: 適切なオフセットに調整することで総合的に測定できる範囲です。

*3: PCBに製品を取り付けた後に、再校正します。

*4: 軸干渉は"Axis interference" レジスタ を用いて補正されています。

[9] 加速度計特性

(AVDD=+2.50V、DVDD=+1.80V、AVDD-GND に 1 μ Fのセラミックコンデンサ)

| 項目 | 記号 | 条件 | Min. | Typ. | Max. | 単位 |
|---------|--------|--|------|------|------|--------|
| 動作範囲 | Rm | Ta= +25 °C | — | ±2 | — | g |
| 直線性 | Lin | Rm=±1g、Ta= +25 °C | — | 0.5 | 4 | %FS |
| 無重力での出力 | Vofs | Ta= +25 °C | — | 0 | — | LSB |
| | | 温度による変化量 (Ta= +25 °C 基準、Ta=0~+60°C) | — | 0±3 | — | mg/°C |
| 加速度感度 | deltaV | Ta= +25 °C | — | 1000 | — | LSB /g |
| | | 温度による変化率 (Ta= +25 °C 基準、Ta=0~+60°C) | — | 0±5 | — | % |
| 測定時間 | Fr | Ta= 0~+60 °C、Force state, A_ALWAYS_ON=1 | — | — | 1000 | SPS |

※ 無鉛手半田(条件 : +380±5°C、5±0.5 秒)後、上記特性を満足するものとする。

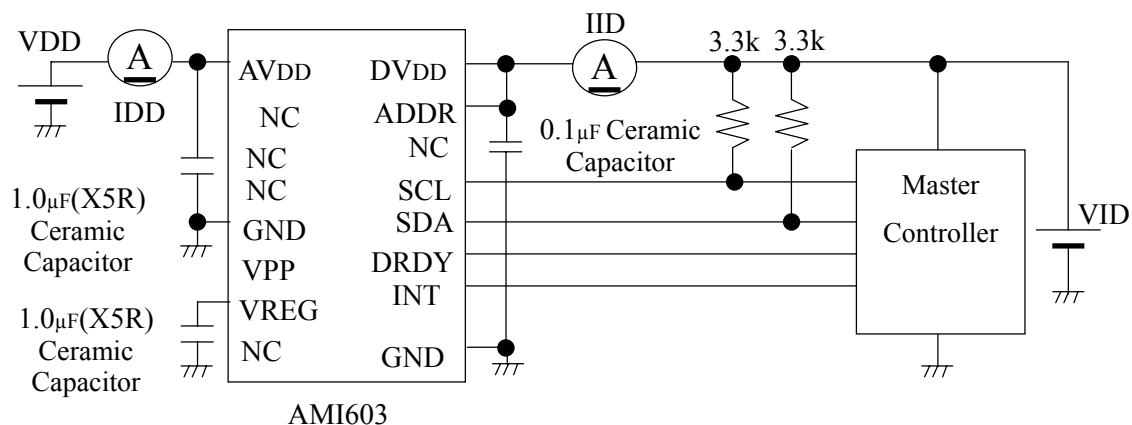
※ 貴社リフロー条件 ([13] の図 1) で、N2 リフローまたはリフロー2 回実施した後、上記特性を満足するものとする。

[10] 電気的特性

(Ta= +25 °C 、 AVDD= +2.50V 、 DVDD= +1.80V 、 AVDD-GND に 1 μ Fのセラミックコンデンサ)

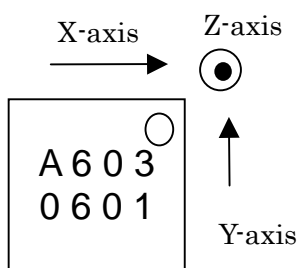
| 項目 | 記号 | 条件 | Min. | Typ. | Max. | 単位 |
|------------------------|-----------------|--|-------------|---------|-------------|---------|
| 測定時 平均動作電流 | IDD1 | Output Data Rate = 20ms, Normal State | — | 0.5 | 1 | mA |
| | IID1 | | — | 0.1 | 2.0 | μ A |
| Standby 時 動作電流 | IDD2 | AVDD= +2.4V to 2.9V | — | 7 | 30 | μ A |
| | IID2 | — | — | 0.1 | 2.0 | μ A |
| Power off mode 動作電流 | IDD3 | AVDD= Cut Off | — | — | 1 | μ A |
| 歩数計動作電流 | IDD4 | 40ms 測定時 | — | 0.3 | 0.5 | mA |
| | IDD5 | 歩行停止 | | 0.13 | | mA |
| ADC 分解能 | — | — | 12 | | | bit |
| I2C 動作周波数 | fSCL | — | 0 | — | 400 | kHz |
| スタートコンディション セット時間 | tsta | — | 0.6 | — | — | μ s |
| ハイレベル入力電圧 | V _{IH} | — | 70% DVDD | — | — | V |
| ローレベル入力電圧 | V _{IL} | — | — | — | 30% DVDD | V |
| ハイレベル出力電圧 | V _{OH} | — | 80% DVDD | — | — | V |
| ローレベル出力電圧 | V _{OL} | IOL = +3mA | — | — | 20% DVDD | V |
| I2C アドレス | — | — | ADDR=DVDD | 0001111 | | |
| | | | ADDR=GND | 0001110 | | |
| Turn on time 1 | tON1 | from Power off mode to Standby mode | — | 200 | 300 | μ s |
| Turn on time 2 | tON2 | from Standby mode to Active mode | — | — | 8 | μ s |
| Turn off time 1 | tOFF1 | from Active mode to Standby mode | — | — | 30 | μ s |

[11] 測定回路



- 注1) この回路で、[8] 磁力計特性と [9] 加速度計特性と [10] 電気的特性を測定しています。
- 注2) 安定した動作を保持するために AVDD-GND 端子間に 1.0µF のセラミックコンデンサを、VREG-GND 端子間に 1.0µF 以上のセラミックコンデンサを、DVDD-GND 端子間に 0.1µF のセラミックコンデンサを実装してください。

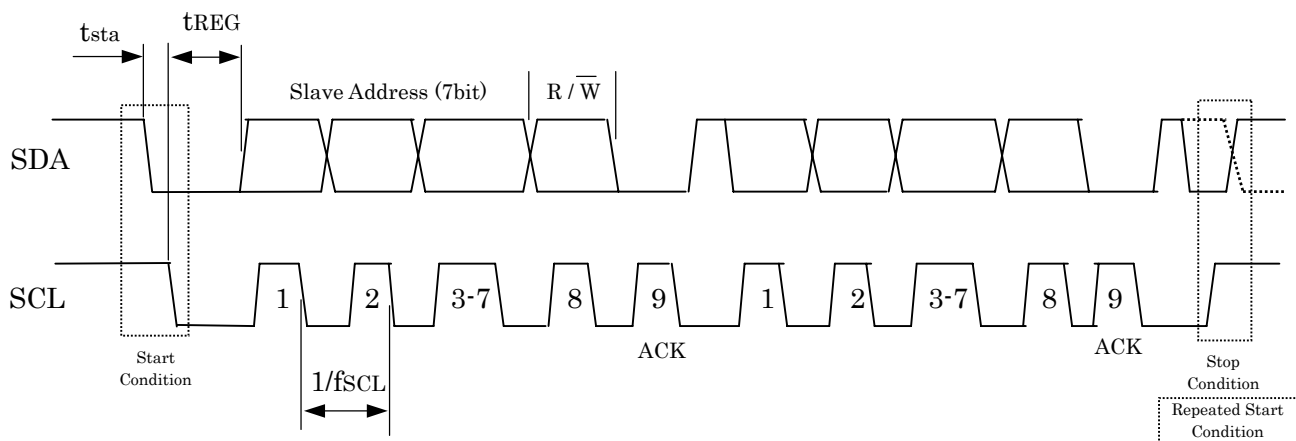
[12] 極性



磁気センサ：矢印の方向は北を向けたときに+となる方向です。
 加速度センサ：矢印の方向は天頂を向けたときに+となる方向です。

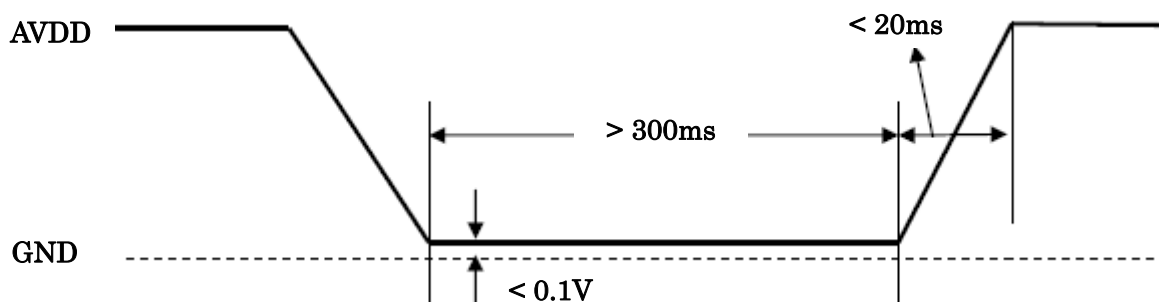
[13] タイミングチャート

13-1. I2C バス タイミングチャート



13-2. Power OFF and Power ON

安定した起動を実現するため、Hostは下図の制御をしなければなりません。



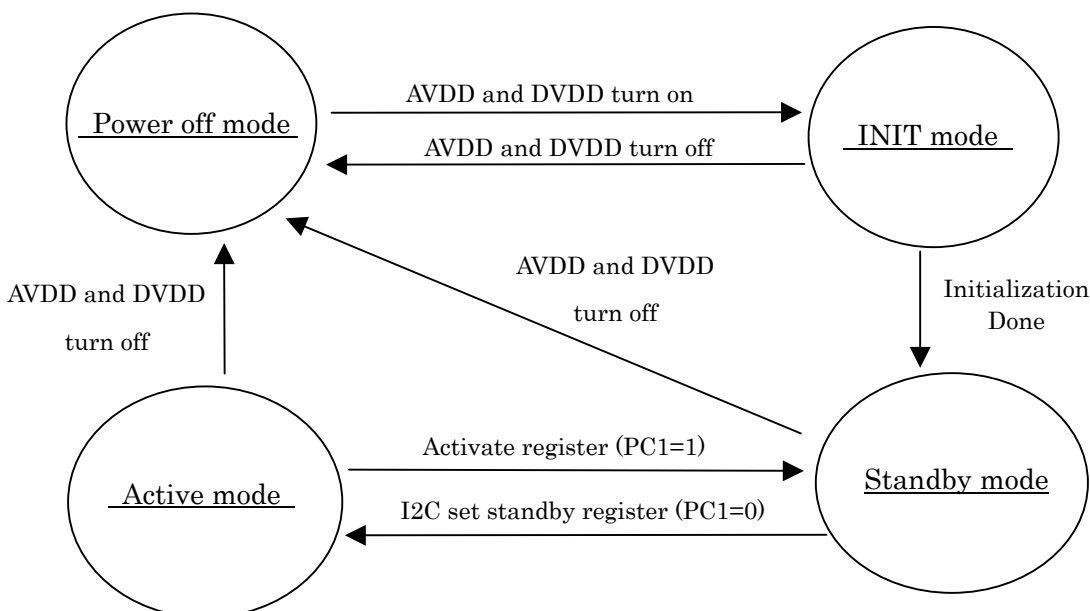
[14] 測定タイミングダイアグラム

14-1. 機能的な状態

機能的な状態には、下記の2つがある。

| 状態 | 内容 |
|--------------|---|
| Normal State | AMI603 は、指定された周期 (20ms or 40ms or 60ms or 80ms or 100ms)で自動的に測定を行う。歩数計を動作させる場合はこの状態になる。磁力計と加速度計は個別に動作させることが出来る。 |
| Force State | AMI603 は、ホストからの測定要求に応じて、測定を行う。磁力計と加速度計は個別に動作させることが出来る。 |

14-2. 状態遷移図



| モード | 内容 |
|----------------|--|
| Power off mode | AVDD と DVDD の電源が遮断された状態です。RAM の値は揮発します。 |
| INIT mode | AVDD の電源を印加した後に、AMI603 は OTP-ROM からいくつかのレジスタを初期化して、アナログ回路の初期化をして、RAM を初期化します。 |
| Standby mode | 測定待ちの状態です。Normal state のとき、AMI603 は自動的に測定を開始します。Force state のとき、AMI603 はホストからの測定要求に応じて測定を開始します。測定を終了すると、AMI603 は自動的に Standby mode になります。 |
| Active mode | AMI603 は測定中の状態です。 |

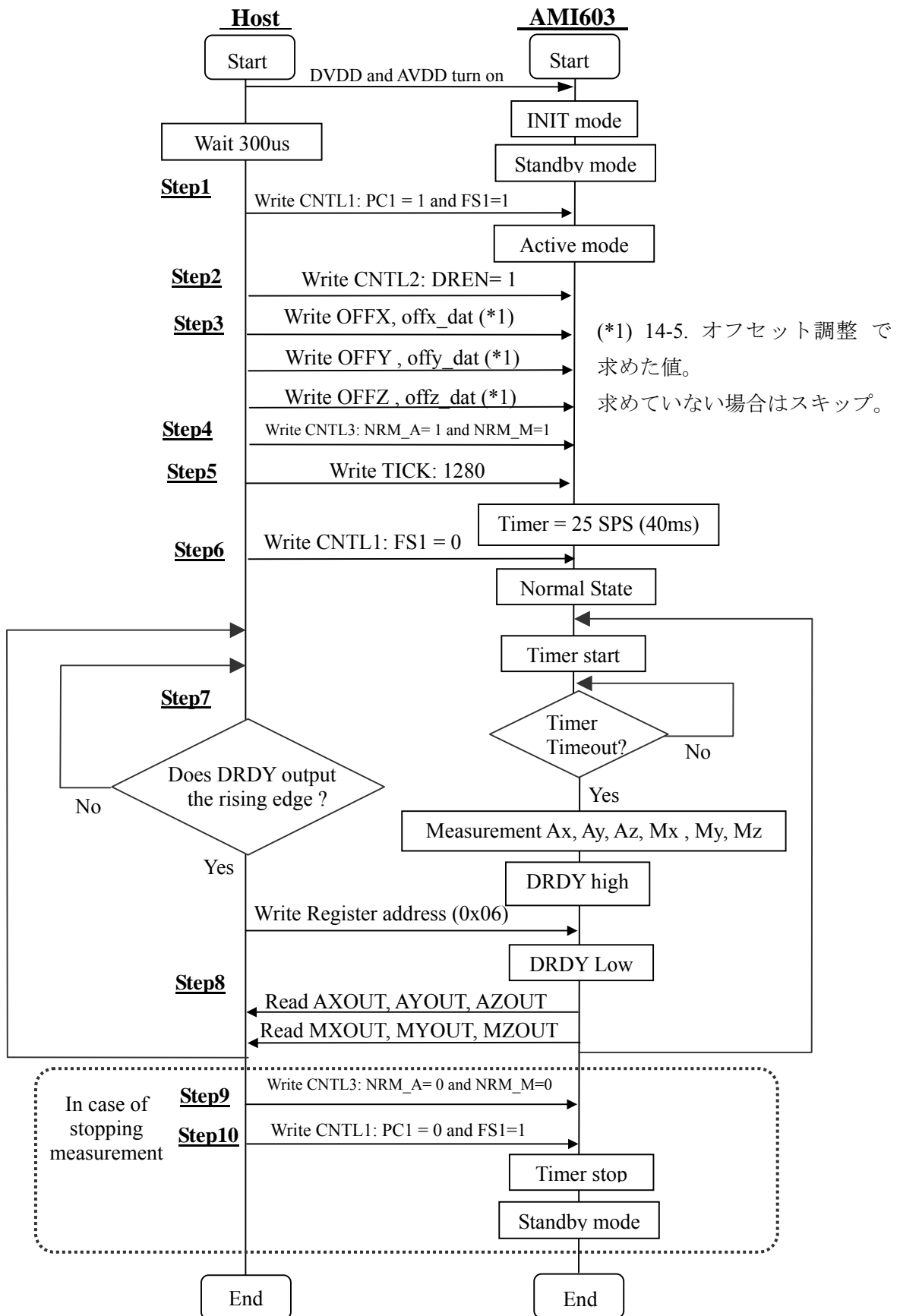
14-3. Normal State

Normal State sequence

| | |
|-----------|---|
| Step1 | AMI603 Active (Force State) |
| Step2 | Set DRDY ready function enable |
| Step3 | Set offx dat, offy dat, offz dat |
| Step4 | Set accelerometer and magnetometer function enable |
| Step5 | Set Output Data rate |
| Step6 | Set Normal State |
| Step7 | Does DRDY output the rising edge ? |
| Step8 | Read AXOUT, AYOUT, AZOUT, MZOUT, MZOUT, MZOUT |
| Step9 *1 | Set accelerometer and magnetometer function disable |
| Step10 *1 | AMI603 Standby (Force State) |

*1 測定を停止する場合

14-3. Normal State (続き)

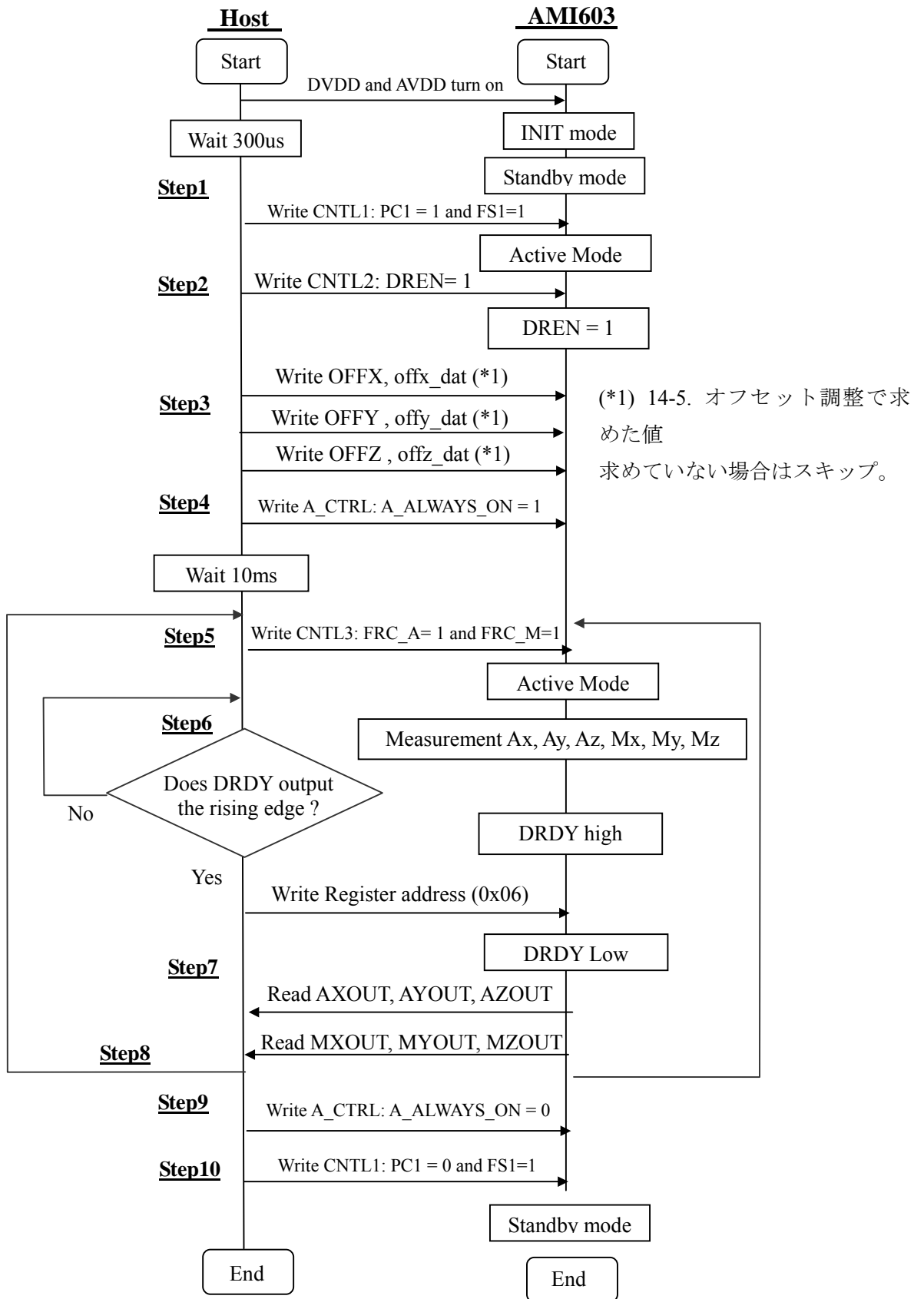


14-4. Force State

Force State sequence

| | |
|--------|---|
| Step1 | AMI603 Active (Force State) |
| Step2 | Set DRDY ready function enable |
| Step3 | Set offx dat, offy dat, offz dat |
| Step4 | Enable Accelerometer |
| Step5 | Measurement Request |
| Step6 | Does DRDY output the rising edge? |
| Step7 | Read AXOUT, AYOUT, AZOUT, MZOUT, MZOUT, MZOUT |
| Step8 | Next Step4 |
| Step9 | Disable Accelerometer |
| Step10 | AMI603 Standby (Force State) |

14-4. Force State (続き)



14-5. オフセット調整

14-5-1. オフセット調整とは

電氣的に動作点を変更する事で、実装後の磁気環境下で出力値を 0 付近にする事である。

14-5-2. HOST が保持するパラメータ

ホストは、下記のパラメータを下記の [14-5-3. 手順](#) で求めた後、メモリに保存し、AMI603 の電源投入後に設定する必要がある。

| No | Parameter | 内容 |
|----|-----------|---------------|
| 1 | offx_dat | X 軸のオフセットの調整値 |
| 2 | offy_dat | Y 軸のオフセットの調整値 |
| 3 | offz_dat | Z 軸のオフセットの調整値 |

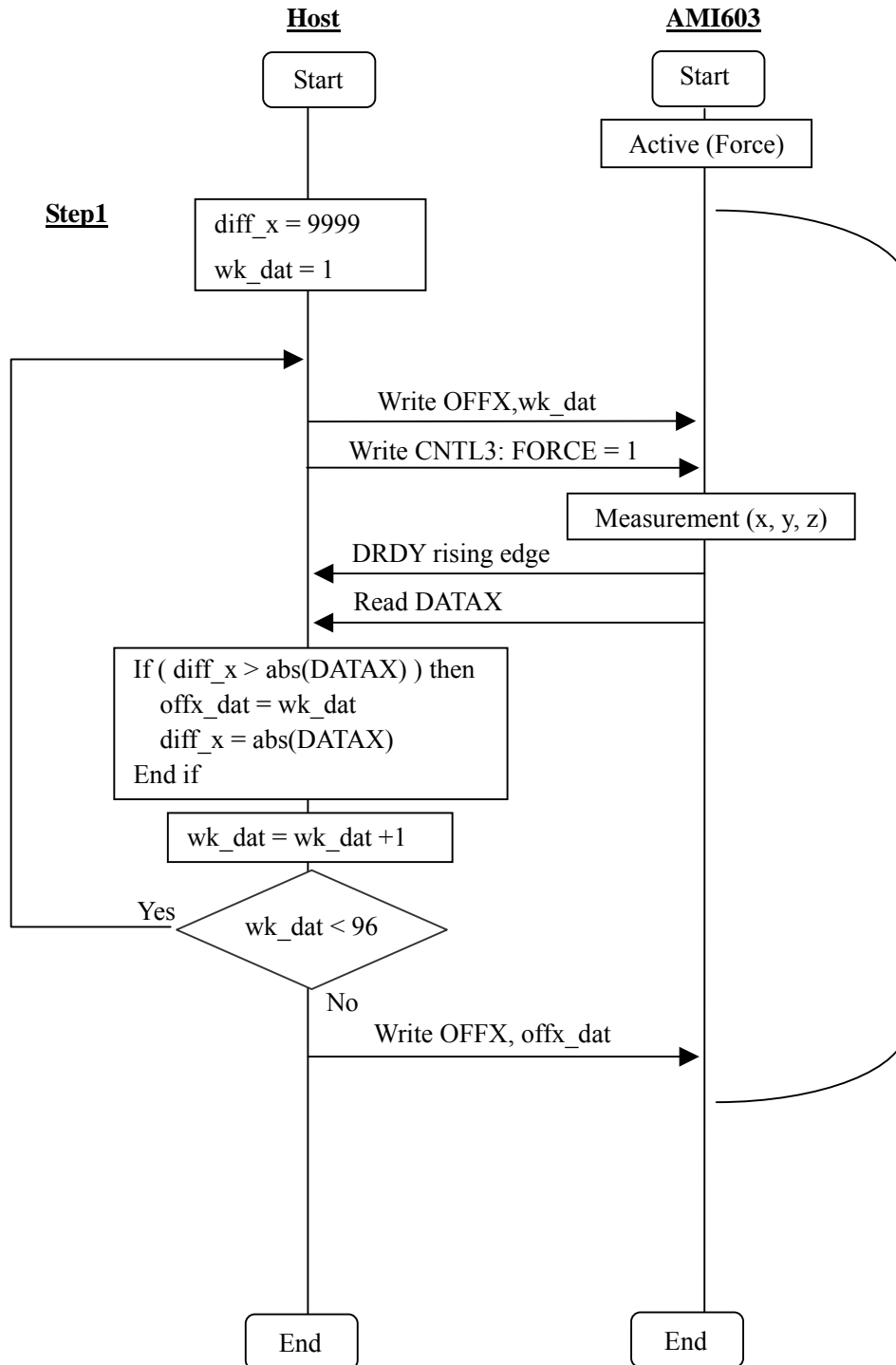
14-5-3. 手順

オフセット調整の手順を下記に示す。

手順

| | |
|-------|---|
| Step1 | それぞれの OFFX の組み合わせを見つけることによって、offx_dat を入手します。 |
|-------|---|

14-5-3. 手順 (続き)



14-5-4. Offset registers

Offset レジスタには fine があります。

下表は Offset X レジスタ の構造を示します。

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| OFFX | 0x92 | fine | | | | | | | |
| | | X | X | X | X | X | X | X | X |

Offset Y、Offset Z レジスタ も同じ構造です。

14-6. Normal State 周期の設定

Normal State 周期の設定例を下記に示す。磁力計・加速度計の測定周期は、TICK_INTERVAL で決まる。そして歩数計の周期は、DR_CTRL3/4 (TICK_INTERVAL の分周比)で決まる。

測定モード：磁力計・加速度計

| レジスタ | 磁力計・加速度計の測定周期 | | | | | |
|---------------|---------------|------|------|------|-------|-----|
| | 20ms | 40m | 60ms | 80ms | 100ms | ... |
| TICK_INTERVAL | 640 | 1280 | 1920 | 2560 | 3200 | ... |
| CNTL3 | 0x0C | 0x0C | 0x0C | 0x0C | 0x0C | - |
| DR_CTRL3 | - | - | - | - | - | - |
| DR_CTRL4 | - | - | - | - | - | - |

測定モード： 磁力計・加速度計 と 歩数計

| レジスタ | 磁力計・加速度計の測定周期 | |
|---------------|---------------|------|
| | 20ms | 40m |
| TICK_INTERVAL | 640 | 1280 |
| CNTL3 | 0x0C | 0x0C |
| DR_CTRL3 | 0x10 | 0x00 |
| DR_CTRL4 | 0x10 | 0x00 |

測定モード： 歩数計

| レジスタ | 加速度計の測定周期 | |
|---------------|--|--|
| | 40ms (歩行チェック・歩行状態時) 1.28s (停止時) | |
| TICK_INTERVAL | 1280 | |
| CNTL3 | 0x00 | |
| DR_CTRL3 | 0x50 | |
| DR_CTRL4 | 0x00 | |

[15] 制御インターフェース

15-1. Power Supplies

15-1-1. AVDD

AVDD は電源を供給する端子です。AMI603 はこの端子から供給される電流で動作します。

15-1-2. DVDD

DVDD はデジタル入出力の基準電圧の端子です。

15-1-3. Internal dropout regulator

AMI603 は AVDD からの電源を安定化するために定電圧 regulator を内蔵しています。

15-2. I2C slave interface

I2C インターフェースを下記に示す。

| 端子 | 内容 |
|-----|-----------|
| SCL | I2C Clock |
| SDA | I2C Data |

| | |
|---------------|--|
| Master/ slave | Slave only |
| Address | アドレスは7ビット構成である。 ADDR 端子を DVDD に接続したときに 0001111b (0x1F/read, 0x1E/wirte) です。 ADDR 端子を GND に接続したときに 0001110b (0x1D/read, 0x1C/wirte) です。 |
| 転送速度 | Fast mode 400kHz |

15-3. Interrupt signal

Interrupt signal とは、AMI603 に入力される信号レベルを監視する機能です。閾値を超えた信号が入力されたとき、INT 端子は信号を出力する。

関係するレジスタは下記の通りです。

歩数計 Accumulated step interrupt (P_ACCS)

| Interrupt signal | Setting pattern | | Interrupt signal の条件 | | |
|------------------------------|-----------------|------------|----------------------|-------------|--------------|
| | INC1:IEN | INC2: PASE | INT terminal | STA1: A_INT | INS2: P_ACCS |
| STATUS_CNT が ACC_CNT_TH を超えた | 1 | 1 | Active | 1 | 1 |
| | 1 | 0 | No-Active | 0 | 1 |
| | 0 | 1 | No-Active | 0 | 1 |

歩数計 Step interrupt (P_STPS)

| Interrupt signal | Setting pattern | | Interrupt signal の条件 | | |
|---|-----------------|------------|----------------------|-------------|--------------|
| | INC1:IEN | INC2: PSIE | INT terminal | STA1: A_INT | INS2: P_STPS |
| 歩数計の状態が『歩行』に遷移してからの歩数が WALK_CNT_TH を超えた(※1) | 1 | 1 | Active | 1 | 1 |
| | 1 | 0 | No-Active | 0 | 1 |
| | 0 | 1 | No-Active | 0 | 1 |

(*1) 歩数計の状態が『歩行』から『歩行チェック』になった場合、本割込みに関する歩数はクリアされます。

歩数計 State change interrupt (P_STCS)

| Interrupt signal | Setting pattern | | Interrupt signal の条件 | | |
|--|-----------------|------------|----------------------|-------------|--------------|
| | INC1:IEN | INC2: PSCE | INT terminal | STA1: A_INT | INS2: P_STCS |
| 歩数計の状態が『停止』⇔『歩行チェック』 『歩行チェック』⇔『歩行』 に遷移した場合 | 1 | 1 | Active | 1 | 1 |
| | 1 | 0 | No-Active | 0 | 1 |
| | 0 | 1 | No-Active | 0 | 1 |

上記以外のレジスタ

| Registers | Contents |
|-----------|----------------------------------|
| INC1: IEA | INT 端子の Active level Low / High |
| INC1: IEL | INT 端子の signal latched/one pulse |
| INL | Interrupt クリア |

(※1) Accumulated step interrupt:

STATUS_CNT が ACC_CNT_TH を超えた場合に interrupt を発生

(※2) Step interrupt:

歩行状態での歩数が WALK_CNT_TH を超えた場合に interrupt を発生

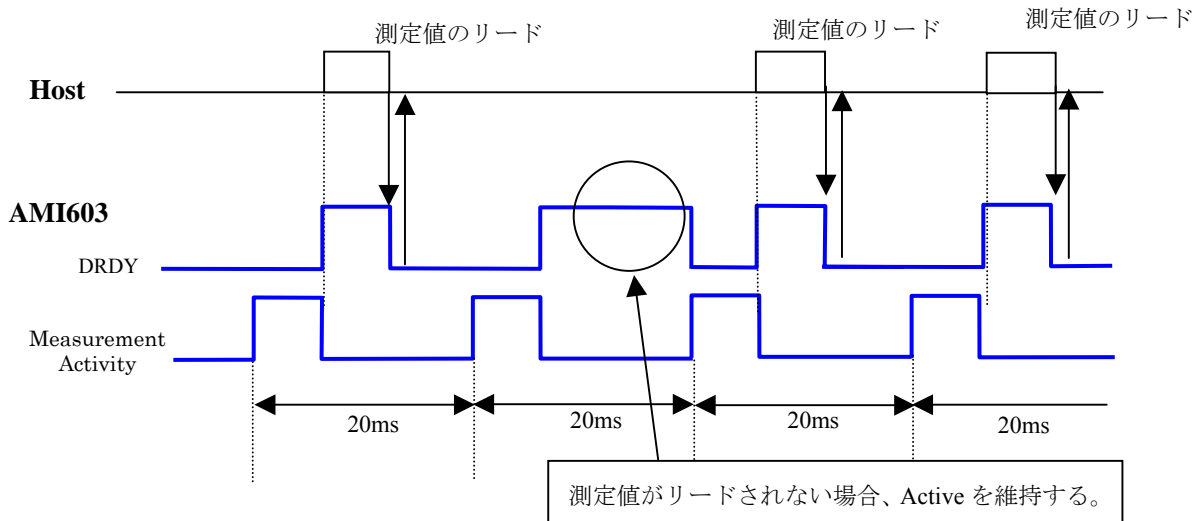
(※3) State change interrupt:

STATUS_STAT(歩行状態)が変化した場合に interrupt を発生

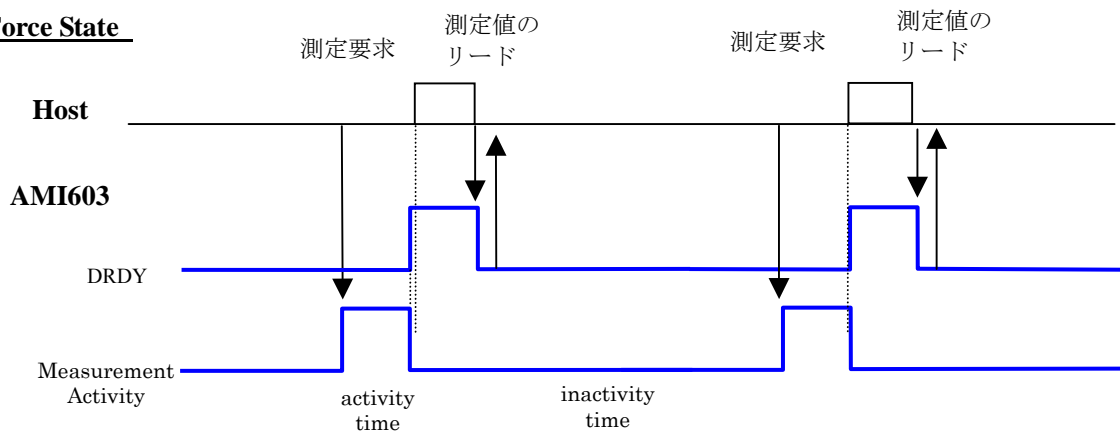
15-4. DRDY signal

DRDY signal のシーケンスを下記に示す。このシグナルは測定が完了すると active になり測定値をリードすると non-active になる

Normal state (磁気・加速度の測定 20ms, 歩数計 40ms)



Force State



※ inactivity time 中に測定結果が読み出されなかった場合、STAT1:DOR をセットします。

関係するレジスタは下記の通り。

| レジスタ | 内容 |
|------------|---------------------------------|
| CNTL2:DREN | DRDY 端子 Enable/ disable |
| CNTL2:DRP | DRDY 端子 Active Level Low / High |
| STA1:DRDY | DRDY 端子の状態 |
| STA1:DOR | 出力データのオーバーラン |

[16] コマンド

16-1. コマンドシーケンス

コマンドは、リードコマンドとライトコマンドの2パターンです。
リードコマンドは、レジスタの読み込み及び出力値の呼び出し時に使用する。
ライトコマンドは、レジスタの設定時に使用する。

コマンドシーケンスを下記に示す。

16-1-1. リードコマンド

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|---|---------------|---|-----|---|----|---------------|---|------|---|------|---|---|---|---|
| Master | S | SAD+ W(*1) | | RAD | | Sr | SAD+R (*1) | | | A | | A | | N | P |
| Slave | | | A | | A | | | A | RDA1 | | RDA2 | | . | | |

| Term | Definition | Term | Definition |
|------|-------------------|---------|---|
| S | Start Condition | SAD + W | slave address + write (0x1E or 0x1C) |
| Sr | Restart Condition | SAD + R | slave address + read (0x1F or 0x1D) |
| A | ACK (SDA_Low) | RAD | 読み込みアドレス (register) |
| N | NACK (SDA_High) | RDA1 | 読み込みデータ 1 |
| P | Stop Condition | RDA2 | 読み込みデータ 2 |

(*1)

| | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|-----|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| SAD | | | | | | | W/R |

16-1-2. ライトコマンド

| | | | | | | | | | | | | |
|--------|---|-----------|---|-----|---|------|---|------|---|-----|---|---|
| Master | S | SAD+W(*1) | | WAD | | WDA1 | | WDA2 | | ... | | P |
| Slave | | | A | | A | | A | | A | | A | |

| Term | Definition | Term | Definition |
|------|-----------------|---------|---|
| S | Start Condition | SAD + W | slave address + write (0x1E or 0x1C) |
| A | ACK (SDA_Low) | WAD | 書き込みアドレス (register) |
| N | NACK (SDA_High) | WDA1 | 書き込みデータ 1 |
| P | Stop Condition | WDA2 | 書き込みデータ 2 |

(*1)

| | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|-----|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| SAD | | | | | | | W/R |

[17] レジスタ

17-1. レジスタの形式

レジスタの形式を下記に纏める。

| 形式名 | 属性 | 内容 |
|-------|---------------------------|--|
| TYPE1 | 制御及び状態 | 符号なし 1 バイト(unsigned char)。 |
| TYPE2 | - | - |
| TYPE3 | 磁気などの出力 | 2 の補数の符号あり 2 バイト。 -2048d = 0xF800 0d = 0x000 2047d = 0x07FF 格納形式は、Little Endian である。 |
| TYPE4 | Interrupt threshold 温度 | unsigned 2 byte. 0d = 0x0000 4095d = 0x0FFF 格納形式は、Little Endian である。 |
| TYPE5 | 歩数 | unsigned 4 byte. 0d = 0x00000000 2047d = 0x000007FF 格納形式は、Little Endian である。 |

17-2. レジスタマップ

レジスタを、下記に示す。各アドレスのデータ幅は 8 ビットです。

| Register Name | Address | Type | R/W | Set Contents | Remark |
|---------------|-------------|-------|-----|------------------------------|--------|
| - | 0x00-0x05 | - | - | Reserved | - |
| AXOUT | 0x06/0x07 | TYPE3 | R | Acceleration X Output value | - |
| AYOUT | 0x08/0x09 | TYPE3 | R | Acceleration Y Output value | - |
| AZOUT | 0x0A/0x0B | TYPE3 | R | Acceleration Z Output value | - |
| MXOUT | 0x0C/0x0D | TYPE3 | R | Magnetic X Output value | - |
| MYOUT | 0x0E/0x0F | TYPE3 | R | Magnetic Y Output value | - |
| MZOUT | 0x10/0x11 | TYPE3 | R | Magnetic Z Output value | - |
| - | 0x12-0x16 | - | - | Reserved | - |
| INS2 | 0x17 | TYPE1 | R | Interrupt Source 2 | - |
| STA1 | 0x18 | TYPE1 | R | Status of Measurement 1 | - |
| - | 0x19 | - | - | Reserved | - |
| INTREL | 0x1A | TYPE1 | R | Interrupt Latch release | - |
| CNTL1 | 0x1B | TYPE1 | R/W | Control setting 1 | - |
| CNTL2 | 0x1C | TYPE1 | R/W | Control setting 2 | - |
| CNTL3 | 0x1D | TYPE1 | R/W | Control setting 3 | - |
| INC1 | 0x1E | TYPE1 | R/W | Interrupt Control 1 | - |
| INC2 | 0x1F | TYPE1 | R/W | Interrupt Control 2 | - |
| - | 0x20-0x29 | - | - | Reserved | - |
| - | 0x2A/0x2B | - | - | [18] 歩数計 を参照 | - |
| - | 0x2C-0x3E | - | - | Reserved | - |
| I2C_PAGE_NO | 0x3F | TYPE1 | R/W | Change I2C Page No | - |
| - | 0x40-0x6F | TYPE1 | R/W | [18] 歩数計 を参照 | - |
| - | 0x70-0x83 | - | - | Reserved | - |
| TICK_INTERVAL | 0x84 | TYPE4 | R/W | Tick Interval | - |
| - | 0x85-0x91 | - | - | Reserved | - |
| OFFZ | 0x92 | TYPE1 | R/W | Magnetic Z Offset value | - |
| OFFY | 0x95 | TYPE1 | R/W | Magnetic Y Offset value | - |
| OFFX | 0x98 | TYPE1 | R/W | Magnetic X Offset value | - |
| - | 0x99-0xB3 | - | - | Reserved | - |
| A_CNTL | 0xB4 | TYPE1 | R/W | Accelerometer Control | - |
| - | 0xB5-0xB7 | - | - | Reserved | - |
| INFO | 0xB8 / 0xB9 | TYPE4 | R | More Info | - |
| WIA | 0xBA | TYPE1 | R | Who I Am | - |
| VER | 0xBC / 0xBD | TYPE4 | R | Firmware version | - |
| SN | 0xBE / 0xBF | TYPE4 | R | Serial Number | - |
| - | 0xC0-0xD5 | - | - | Reserved | - |
| TEMP | 0xD6 / 0xD7 | TYPE4 | R | Temperature value | - |
| - | 0xD6-0xFF | - | - | Reserved | - |

Note1) TYPE3 と TYPE4 は 2bytes 単位で通信してください。

Note2) TYPE5 は 4bytes 単位で通信してください。

17-3. レジスタマップ詳細

AXOUT : X 軸 加速度計出力

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|-------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| AXOUT | 0x06 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | 0x07 | X | X | X | X | X | X | X | X |

AYOUT : Y 軸 加速度計出力

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|-------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| AYOUT | 0x08 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | 0x09 | X | X | X | X | X | X | X | X |

AZOUT : Z 軸 加速度計出力

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|-------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| AZOUT | 0x0A | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | 0x0B | X | X | X | X | X | X | X | X |

MXOUT : X 軸 磁力計出力

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|-------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| MXOUT | 0x0C | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | 0x0D | X | X | X | X | X | X | X | X |

MYOUT : Y 軸 磁力計出力

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|-------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| MYOUT | 0x0E | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | 0x0F | X | X | X | X | X | X | X | X |

MZOUT : Z 軸 磁力計出力

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|-------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| MZOUT | 0x10 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | 0x11 | X | X | X | X | X | X | X | X |

INS2 : 加速度計の割込み出力が発生した事を各軸単位で保持する。

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|------|---------|------|------|------|------|------|--------|--------|--------|
| INS2 | 0x17 | - | - | - | - | - | P_STCS | P_ACCS | P_STPS |

| bit | 名称 | 内容 | Default |
|-----|--------|--|---------|
| 7 | - | Reserved | - |
| 6 | - | Reserved | - |
| 5 | - | Reserved | - |
| 4 | - | Reserved | - |
| 3 | - | Reserved | - |
| 2 | P_STCS | 歩数計の状態変化のしるし 0 – no pedometer state change detected 1 – a pedometer state change detected | 0 |
| 1 | P_ACCS | 歩数計の蓄積されたステップの中断しるし 0 – accumulated step has not exceeded ACC_CNT_TH register 1 – accumulated step has exceeded ACC_CNT_TH register | 0 |
| 0 | P_STPS | 歩数計の歩くステップの中断しるし 0 – step count has not exceeds WALK_CNT_TH within current walk-state 1 – step count has exceeds WALK_CNT_TH within current walk-state | 0 |

[15-3. Interrupt signal](#) を参照

STA1 : 端子に出力する情報を格納する。

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|------|---------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| STA1 | 0x18 | - | DRDY | DOR | - | A_INT | - | - | - |

| bit | 名称 | 内容 | Default |
|-----|-------|---|---------|
| 7 | - | Reserved | 0 |
| 6 | DRDY | 測定データの準備状態を知らせるビットで、本ビットの出力は DRDY 端子に出力される。 0 – 測定データの準備 NG (測定中) 1 – 測定データの準備 OK | 0 |
| 5 | DOR | Inactivity time 期間に測定データを読み出されなかった場合に 1 を設定する。 ・ 1 に設定された後、読み込み命令でクリアされる。 | 0 |
| 4 | - | Reserved | 0 |
| 3 | A_INT | 加速度計の Interrupt 発生を知らせるビットで、本ビットの出力は、INT 端子に出力される。 0 – Interrupt 発生していない。 1 – Interrupt 発生 ・ どの状態変化で発生しているかは、INS2 で判別可能である。 ・ 1 に設定された後、INTREL の読み込みでクリアされる ・ 15-3. Interrupt signal を参照 | 0 |
| 2 | - | Reserved | - |
| 1 | - | Reserved | - |
| 0 | - | Reserved | - |

INTREL : ラッチした出力をクリアする

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|--------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| INTREL | 0x1A | - | - | - | - | - | - | - | - |

| bit | 名称 | 内容 | Default |
|-----|----|----------------------------------|---------|
| 7:0 | - | このレジスタが読まれるとき、戻り値はいつも 0 になるでしょう。 | 0 |

CNTL1 : Power モード及び測定モードを設定する。

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|-------|---------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| CNTL1 | 0x1B | PC1 | FS1 | - | PEDOE | - | - | - | - |

| bit | 名称 | 内容 | Default |
|-----|-------|--|---------|
| 7 | PC1 | Power Mode を設定する。 0 = stand-by 1 = active | 0 |
| 6 | FS1 | 測定モードを設定する。 0 = Normal State 1 = Force State | 1 |
| 5 | - | Not used | - |
| 4 | PEDOE | 歩数計の動作制御。Normal State で動作出来る。 0 = Disable 1 = Enable | 0 |
| 3 | - | Reserved | 0 |
| 2 | - | Reserved | 0 |
| 1 | - | Reserved | 0 |
| 0 | - | Reserved | 0 |

Note) Standby mode (PC1=0) にするといくつかの設定は以下のようにになります。

- Force state (FS1=1) になる。
- INS2 はクリアされる。
- STA2 はクリアされる。
- INT 端子 と DRDY 端子 は disable となる。

CNTL2 : 主な出し物セットを制御します。

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|-------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CNTL2 | 0x1C | DREN | DRP | - | - | - | - | - | - |

| bit | 名称 | 内容 | Default |
|-----|------|--|---------|
| 7 | DREN | DRDY 端子を enable 設定する。 0 = disable 1 = enable | 0 |
| 6 | DRP | DRDY 端子の極性を設定する。 0 = low 1 = high | 1 |
| 5 | - | Reserved | 1 |
| 4 | - | Reserved | 1 |
| 3 | - | Reserved | 1 |
| 2 | - | Reserved | 1 |
| 1 | - | Reserved | 1 |
| 0 | - | Reserved | 1 |

CNTL3 : 主な出し物セットを制御します。

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|-------|---------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|
| CNTL3 | 0x1D | SRST | FRC_M | FRC_A | - | NRM_M | NRM_A | - | - |

| bit | 名称 | 内容 | Default |
|-----|-------|---|---------|
| 7 | SRST | ソフトリセットを実施する。POR と同じ手順で実施する。 0 = 何もしない。 1 = ソフトリセット(POR と同じ手順)を実施開始する。 | 0 |
| 6 | FRC_M | 磁力計の Force State における測定開始信号を発生させる。 0 = 何もしない。 1 = ライト後、すぐに測定を開始する。 (CNTL1:FS1=1 の時のみ有効) | 0 |
| 5 | FRC_A | 加速度計の Force State における測定開始信号を発生させる。 0 = 何もしない。 1 = ライト後、すぐに測定を開始する。 (CNTL1:FS1=1 の時のみ有効) | 0 |
| 4 | - | Reserved | 0 |
| 3 | NRM_M | 磁力計の Normal State における測定開始信号を発生させる。 0 = 測定を無効にする。 1 = 測定を有効にする。 (CNTL1:FS1=0 の時のみ有効) | 0 |
| 2 | NRM_A | 加速度計の Normal State における測定開始信号を発生させる。 0 = 測定を無効にする。 1 = 測定を有効にする。 (CNTL1:FS1=0 の時のみ有効) | 0 |
| 1 | - | Not used | - |
| 0 | - | Not used | - |

INC1 : Interrupt 制御パラメータを指定する

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| INC1 | 0x1E | - | - | - | - | IEN | IEA | IEL | - |

| bit | 名称 | 内容 | Default |
|-----|-----|---|---------|
| 7 | - | Reserved | - |
| 6 | - | Reserved | - |
| 5 | - | Reserved | - |
| 4 | - | Reserved | - |
| 3 | IEN | interrupt port を設定する。 0 = disable 1 = enable | 0 |
| 2 | IEA | interrupt active を設定する。 0 = low 1 = high | 1 |
| 1 | IEL | interrupt signal を設定する。 0 = latched 1 = one pulse(0.05ms) | 0 |
| 0 | - | Reserved | 0 |

INC2 : Interrupt 制御パラメータを指定する

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| INC2 | 0x1F | - | - | - | - | - | PSCE | PASE | PSIE |

| bit | 名称 | 内容 | Default |
|-----|------|---|---------|
| 7 | - | Reserved | 1 |
| 6 | - | Reserved | 1 |
| 5 | - | Reserved | 1 |
| 4 | - | Reserved | 0 |
| 3 | - | Reserved | 1 |
| 2 | PSCE | Pedometer state change interrupt enable (0 = Disable, 1 = Enable) | 1 |
| 1 | PASE | Pedometer accumulated step interrupt enable | 1 |
| 0 | PSIE | Pedometer step interrupt enable | 1 |

I2C_PAGE_NO : I2C Page Number を指定する

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|-------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| I2C_PAGE_NO | 0x3F | - | - | - | - | NO3 | NO2 | NO1 | NO0 |

| bit | 名称 | 内容 | Default |
|-----|-----|-------------|---------|
| 7 | - | Reserved | 0 |
| 6 | - | Reserved | 0 |
| 5 | - | Reserved | 0 |
| 4 | - | Reserved | 0 |
| 3 | NO3 | Page Number | 0 |
| 2 | NO2 | Page Number | 0 |
| 1 | NO1 | Page Number | 0 |
| 0 | NO0 | Page Number | 1 |

OFFZ : Z 軸磁力計のオフセット値を設定する。初期値は個体毎に異なる。

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| OFFZ | 0x92 | X | X | X | X | X | X | X | X |

OFFY : Y 軸磁力計のオフセット値を設定する。初期値は個体毎に異なる。

| | Address | 7bit | 6bit | 5b | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|------|---------|------|------|----|------|------|------|------|------|
| OFFY | 0x95 | X | X | X | X | X | X | X | X |

OFFX : X 軸磁力計のオフセット値を設定する。初期値は個体毎に異なる。

| | Address | 7bit | 6bit | 5b | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|------|---------|------|------|----|------|------|------|------|------|
| OFFX | 0x98 | X | X | X | X | X | X | X | X |

A_CNTL : 加速度計を制御する。

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|--------|---------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| A_CNTL | 0xB4 | - | - | - | - | - | - | - | A ALWAYS ON |

| bit | Name | Content | Default |
|-----|-------------|--|---------|
| 7 | - | Reserved | - |
| 6 | - | Reserved | - |
| 5 | - | Reserved | - |
| 4 | - | Reserved | - |
| 3 | - | Reserved | - |
| 2 | - | Reserved | - |
| 1 | - | Reserved | - |
| 0 | A_ALWAYS_ON | A_ALWAYS_ON が”1”のときに加速度計は常に通電されます。ユーザーはいつでも加速度センサを測定することが出来ます。 | 0 |

INFO : More information

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| INFO | 0xB8 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | 0xB9 | X | X | X | X | X | X | X | X |

WIA : Who I Am

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|-----|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| WIA | 0xBA | 0x45 | | | | | | | |

VER : Firmware バージョン

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|-----|---------|------|------------------|------|------|------|------|------|------|
| VER | 0xBC | RES | Firmware version | | | | | | |
| | 0xBD | RES | RES | RES | RES | RES | RES | RES | RES |

SN : シリアル番号

| | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|----|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| SN | 0xBE | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | 0xBF | X | X | X | X | X | X | X | X |

TEMP : 温度センサの出力

| | Address | 7bit | 6bit | 5b | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|------|---------|------|------|----|------|------|------|------|------|
| TEMP | 0xD6 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | 0xD7 | X | X | X | X | X | X | X | X |

17-4. OTP マップ

OTP マップを下記に示す。各アドレスのデータ幅は2バイトです。

| OTP Name | Address | R/W | Set Contents | Remark |
|--------------|-------------|-----|---|--------|
| GAIN_PARA_AX | 0xAC / 0xAD | R | Axis interference Accelerometer X value | - |
| SENSMX | 0xB4 / 0xB5 | R | X 軸の磁力計感度。0.1mT における出力信号の変化量。 | - |
| SENSMY | 0xB6 / 0xB7 | R | Y 軸の磁力計感度。0.1mT における出力信号の変化量。 | - |
| SENSMZ | 0xB8 / 0xB9 | R | Z 軸の磁力計感度。0.1mT における出力信号の変化量。 | - |
| GAIN_PARA_MX | 0xA6 / 0xA7 | R | Axis interference Magnetometer X value | - |
| GAIN_PARA_MY | 0xA8 / 0xA9 | R | Axis interference Magnetometer Y value | - |
| GAIN_PARA_MZ | 0xAA / 0xAB | R | Axis interference Magnetometer Z value | - |
| ORGAX | 0xC4 / 0xC5 | R | Accelerometer X Origin value | - |
| ORGAY | 0xC6 / 0xC7 | R | Accelerometer Y Origin value | - |
| ORGAZ | 0xC8 / 0xC9 | R | Accelerometer Z Origin value | - |
| SENSAX | 0xCA / 0xCB | R | X 軸の加速度計感度。2g における出力信号の変化量。 | - |
| SENSAY | 0xCC / 0xCD | R | Y 軸の加速度計感度。2g における出力信号の変化量。 | - |
| SENSAZ | 0xCE / 0xCF | R | Z 軸の加速度計感度。2g における出力信号の変化量。 | - |

詳細を下記に示します。

GAIN_PARA_AX : 加速度計の非反応軸に対する X 軸の出力値。

| GAIN_PARA_AX | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|---------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| GAIN_PARA_AXZ | 0xAC | X | X | X | X | X | X | X | X |
| GAIN_PARA_AXY | 0xAD | X | X | X | X | X | X | X | X |

GAIN_PARA_MX : 磁力計の非反応軸に対する X 軸の出力値。

| GAIN_PARA_MX | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|---------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| GAIN_PARA_MXZ | 0xA6 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| GAIN_PARA_MXY | 0xA7 | X | X | X | X | X | X | X | X |

GAIN_PARA_MY : 磁力計の非反応軸に対する Y 軸の出力値。

| GAIN_PARA_MY | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|---------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| GAIN_PARA_MYZ | 0xA8 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| GAIN_PARA_MYX | 0xA9 | X | X | X | X | X | X | X | X |

GAIN_PARA_MZ : 磁力計の非反応軸に対する Z 軸の出力値。

| GAIN_PARA_MZ | Address | 7bit | 6bit | 5bit | 4bit | 3bit | 2bit | 1bit | 0bit |
|---------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| GAIN_PARA_MZY | 0xAA | X | X | X | X | X | X | X | X |
| GAIN_PARA_MZX | 0xAB | X | X | X | X | X | X | X | X |

17-5. OTP 読み込み手順

OTP の読み込み手順を下記に示す。

| | |
|-------|--|
| Step1 | Page を#15 に切り替え(※1) Write I2C PAGE_NO 15 |
| Step2 | 全ての 17-4. OTPマップ を読み込み。 Read SENSMX Read SENS MY ・・・ Read SENSAZ |
| Step3 | Page を#0 に戻す。 Write I2C PAGE_NO 0x00 |

(※1) Pageを #15 に切り替えている間、[17-2. レジスタマップ](#) のアクセスは出来ない。

[18] 歩数計

18-1. 歩数計のレジスタマップ

| Register Name | Address | Type | R/W | Set Contents | Remark |
|----------------|------------------------|-------|-----|---|--------|
| DR_CTRL3 | 0x2A | TYPE1 | R/W | 分周比 (停止状態) | - |
| DR_CTRL4 | 0x2B | TYPE1 | R/W | 分周比 (歩行チェック・歩行状態) | - |
| REST_OUT_TH | 0x42 | TYPE1 | R/W | 18-2. 閾値内容 を参照 | - |
| REST_IN_TIME | 0x43 | TYPE1 | R/W | | - |
| REST_IN_CNT | 0x44 | TYPE1 | R/W | | - |
| REST_IN_TH | 0x45 | TYPE1 | R/W | | - |
| STEP_UP_TH | 0x46 | TYPE1 | R/W | | - |
| STEP_DW_TH | 0x47 | TYPE1 | R/W | | - |
| STEP_MS | 0x48 | TYPE1 | R/W | | - |
| STEP_STOP_MS | 0x49 | TYPE1 | R/W | | - |
| IIR_WEIGHT1 | 0x4A | TYPE1 | R/W | | - |
| IIR_WEIGHT2 | 0x4B | TYPE1 | R/W | | - |
| IIR_WEIGHT3 | 0x4C | TYPE1 | R/W | | - |
| TWO_STEP_MIN | 0x4D | TYPE1 | R/W | | - |
| TWO_STEP_MAX | 0x4E | TYPE1 | R/W | | - |
| STATUS_CNT | 0x4F/0x50 0x51/0x52 | TYPE5 | R | | 歩数 |
| STATUS_TIME | 0x53/0x54 0x55/0x56 | TYPE5 | R | 歩行時間(秒) | |
| STATUS_STAT | 0x57 | TYPE1 | R | 歩数計の状態 0: 停止 1: 歩行チェック 2: 歩行 | |
| RST_STATUS | 0x58 | TYP1 | R | 下記のレジスタのクリア STATUS_CNT STATUS_TIME STATUS_STAT | |
| | 0x59-0x5E | - | - | Reserved | |
| ACC_CNT_TH | 0x5F/0x60 0x61/0x62 | TYPE5 | R/W | Accumulated step interrupt の閾値 | |
| WALK_CNT_TH | 0x63/0x64 | TYPE4 | R/W | step interrupt の閾値 | |
| ZERO_CROSS_CHK | 0x65 | TYPE1 | R/W | 18-2. 閾値内容 を参照 | - |
| TWO_STEP_DEF | 0x66 | TYPE1 | R/W | | - |
| TWO_STEP_CHK | 0x67 | TYPE1 | R/W | | - |
| | 0x68/0x6F | - | - | Reserved | |

Note1) Please communicate TYPE3 and TYPE4 bringing 2bytes together.

Note2) Please communicate TYPE5 bringing 4bytes together.

18-2. 閾値内容

| 記号 | | 閾値 | 内容 | 初期値 | 1LSB の単位 | 設定 範囲 (※3) |
|------|----------------|---------------------------|--|---------------|-------------|------------------|
| TH1 | REST_OUT_TH | 「停止」→「歩 行チェック」加 速度 | 停止状態から歩行チェック状態への移行を 判定する加速度の閾値。 | 50 | 1mg | 1~255 |
| TH2 | REST_IN_TIME | 「歩行チェッ ク」→「停止」 判定時間 | 歩行チェック状態から停止状態への移行を 判定する1回の時間。 | 25 (1秒) | 40ms | 2~255 |
| TH3 | REST_IN_CNT | 「歩行チェッ ク」→「停止」 判定回数 | (TH2)時間内での加速度の差分を(TH4)の閾 値で判定する回数。 (設定回連続で閾値内であれば停止状態と 判定する。) | 3 | 1回 | 1~255 |
| TH4 | REST_IN_TH | 「歩行チェッ ク」→「停止」 加速度 | 歩行チェック状態から停止状態への移行を 判定する加速度の閾値。 | 50 | 1mg | 1~255 |
| TH5 | STEP_UP_TH | 踏み込み閾値1 | 踏み込み加速度変化量。(動加速度) 上昇時の閾値。(※1) | 30 | 1mg | 1~255 (※4) |
| TH6 | STEP_DW_TH | 踏み込み閾値2 | 踏み込み加速度変化量。(動加速度) 下降時の閾値。(※1) | 15 | 1mg | 1~255 (※4) |
| TH7 | STEP_MS | 踏み込み閾値3 | 踏み込み最低時間間隔。(※2) | 5 (200ms) | 40ms | 1~255 |
| TH8 | STEP_STOP_MS | 歩行終了 判定時間 | 歩行状態の時、ある時間踏み込みがなけれ ば歩行チェック状態に移行する。 | 50 (2s) | 40ms | 1~255 |
| TH9 | IIR_WEIGHT1 | デジタルフィル タの設定1 | 一次 IIR 用のデジタルフィルタ定数 | 4 | 係数 | 1~255 |
| TH10 | IIR_WEIGHT2 | デジタルフィル タの設定2 | 二次 IIR 用のデジタルフィルタ定数 (※6) | 9 | 係数 | 1~255 |
| TH11 | IIR_WEIGHT3 | デジタルフィル タの設定3 | 上下軸判定用のデジタルフィルタ定数 | 50 | 係数 | 1~255 |
| TH12 | ZERO_CROSS_CHK | 加速度変化量振 幅回数 | 5歩間の加速度変化量振幅回数 | 15 | 15 (15回) | 1~255 |
| TH13 | TWO_STEP_MIN | 歩行周期設定1 | 6歩判定中の二歩ごとの歩行周期を判定す る 二歩周期の最低時間 | 15 (600ms) | 40ms | 1~ 255 |
| TH14 | TWO_STEP_MAX | 歩行周期設定2 | 6歩判定中の二歩ごとの歩行周期を判定す る 二歩周期の最大時間 (※7) | 50 (2s) | 40ms | 1~ 255 |
| TH15 | TWO_STEP_DEF | 歩行周期設定3 | 6歩判定中の二歩ごとの歩行周期を判定す る 6歩判定中の二歩周期誤差 | 18 (720ms) | 40ms | 1~ 255 |
| TH16 | TWO_STEP_CHK | 歩行周期設定4 | 6歩判定中の二歩ごとの歩行周期を判定す る 二歩周期間隔チェック回数 | 3(3回) | 1回 | 1~4 |

(※1) 上昇、下降両方閾値を超えた場合、踏み込みと判定する。

(※2) 最新の踏み込みからこの時間間隔内に、“TH5” “TH6” を超える加速度の変化があっても踏み込みと判定しない。

(※3) 設定範囲を超える値を設定した場合、歩数計の動作を保障しない。

(※4) “TH1”と“TH4”の値以上であること

(※5) 「磁気・加速度計の測定」+「歩数計」の場合は40msec固定で動作する。

(※6) “TH10”は“TH9”の値よりも大きい値であること。

(※7) “TH14”は“TH13”の値よりも大きい値であること。

18-3. 歩数計が管理する状態

| 状態 | 内容 |
|--------|----------------------------|
| 停止 | 加速度の反応が小さい状態 |
| 歩行チェック | 歩行とは考えられない程度の加速度の反応 |
| 歩行 | ある程度の加速度の反応があり、歩行と判定している状態 |

18-4. 歩数計が管理する状態の遷移条件

| 状態遷移 | 移行条件 |
|-----------|--|
| 停止→歩行チェック | 1.28 秒 (DR_CTRL3) 前と現在の 3 軸加速度の値を比較し、その差がある閾値 (TH1) を超えた場合。 |
| 歩行チェック→停止 | 40ms サンプリングで 3 秒間 (TH3) 3 軸加速度の値がある閾値 (TH4) を超えなかった場合。 |
| 歩行チェック→歩行 | “踏み込み (TH5, TH6, TH7)” が 6 歩規則的に発生した場合。 「歩行チェック」から「歩行」へ状態が遷移した時、歩数は 6 歩、歩行時間は 6 歩分を加算します。 |
| 歩行→歩行チェック | 2 秒 (TH8) “踏み込み” が発生しなかった場合。センサの姿勢が変わった場合。(重力が大きくかかっている軸が変更した場合) |

18-5. 歩数計の起動手順

歩数計の起動手順を下記に示す。

| | |
|-------|--|
| Step1 | 14-3. Normal State のstep1-step3 |
| Step2 | 割込み有効 (INT 端子 Active-High, Latch) Write INC1 0x0C (割込みを使用しない場合、スキップ) |
| Step3 | 割込みの閾値を設定 Write ACC_CNT_TH * Write WALK_CNT_TH * (割込みを使用しない場合、スキップ) |
| Step4 | 周期を設定 (設定値は 14-6. Normal State 周期の設定 を参照) Write TICK_INTERVAL 1280 Write DR_CTRL3 0x50 Write DR_CTRL4 0x00 |
| Step5 | 歩数計を Enable (Norma-State / Active) Write CNTL1 0x90 |

[19] 信頼性試験条件

| 項目 | 条件 | 前処理 ※ | 評価特性 | n(C=0) [LTPD] | |
|-------------------|---|----------|--------------------------|------------------|---------|
| 振動試験 | 10~500Hz、100m/s ² | — | 電気、機械特性 | 11[20%] | |
| 衝撃試験 | 20000m/s ² 、±X,Y,Z 各 3 回 | — | 電気、機械特性 | 11[20%] | |
| 自然落下試験 | 170cm、±X,Y,Z 連続各 1 回 | — | 電気、機械特性 | 11[20%] | |
| 繰返し落下試験 | 5~30cm、±X,Y,Z 各連続 10 回 | — | 電気、機械特性 | 11[20%] | |
| はんだ耐熱性 | 赤外線リフロー (図 1 参照)、3 回 | 1) | 感度変化率が 20%以内である こと | 22[10%] | |
| 高温保存 | +125°C、1000Hr | — | | 22[10%] | |
| 低温保存 | -40°C、1000Hr | — | | 22[10%] | |
| 高温高湿保存 | +85°C、85%RH、1000Hr | 1)+2) | | 22[10%] | |
| 温度サイクル | -40~125°C、(30min,5min,30min), 1000cycle | 1)+2) | | 22[10%] | |
| 高温動作 | +125°C、+3.6V、1000Hr | — | | 22[10%] | |
| 高温高湿バイアス | +85°C、85%RH、+3.6V、1000Hr | 1)+2) | | 22[10%] | |
| 静電気耐量 (人体モデル) | 100pF、1.5kΩ、±2,000V、3 回 | — | | 電気特性 | 11[20%] |
| 静電気耐量 (マシンモデル) | 200pF、0Ω、±200V、5 回 | — | | 電気特性 | 11[20%] |
| ラッチアップ強度 | Trigger Current: ±100mA | — | 電気特性 | 11[20%] | |
| 耐基板曲げ性 | 支持スパン 90mm、曲げ量 3mm、5±1sec 保持 | — | 電気特性 | 22[10%] | |

※ [前処理条件] (Ref.: EIAJ ED4701-2 B101A)

1) 飽和加湿処理

(Ta= +85°C, RH= 30%, t= 168 hours, + Ta= +30°C, RH= 70%, t= 168 hours)

2) 赤外線リフロー (continuously for 3 times)

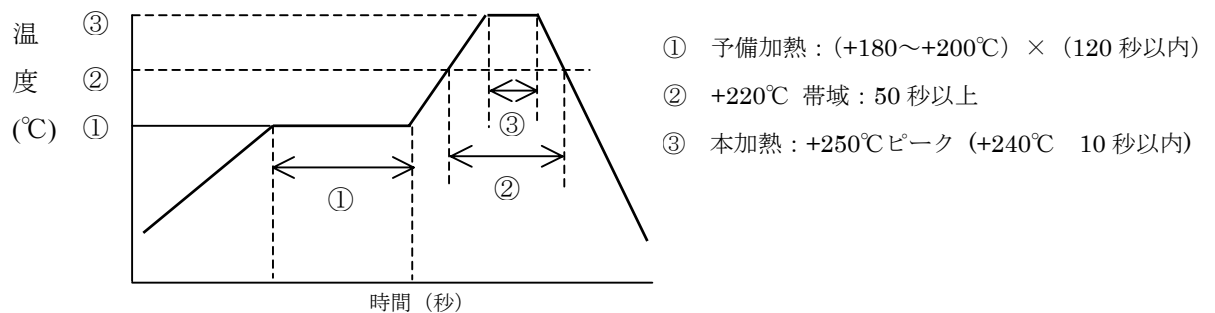


図 1. 赤外線リフロー条件

[20] 半田付けリフロー条件

半田付けリフロー条件を以下に示します。

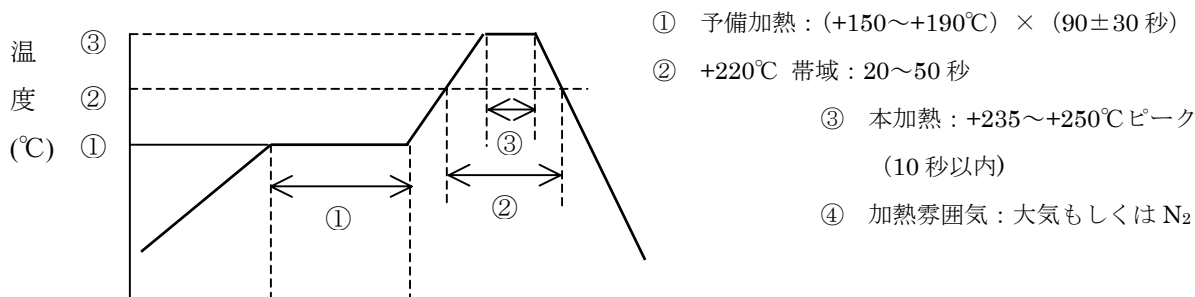


図2. 半田付けリフロー条件

尚、リペア条件については、+250~+270°C × 30秒以内 加熱時間+150秒以内 (予備加熱70秒含む) で実施してください。但し、吸湿した製品を使用する場合は、必ずベーキングした後にリペアを実施してください。

[21] 注意事項

- 1) この製品は C-MOS IC を使っております。過度な静電気 (MM モデルで±200V、HBM モデルで±1kV 以上) を印加しないようにしてください。
- 2) 本製品の OTP メモリ部のデータは、書き換えできません。
- 3) 安定した動作を保持するために AVDD-GND 端子間に 1.0μF 以上のセラミックコンデンサを、DVDD-GND 端子間に 0.1μF 以上のセラミックコンデンサを実装してお使いください。
- 4) AVDD と GND の配線は高周波でのインピーダンスを減らすように太くしてください。
- 5) センサ特性は、実装基板および実装時の熱の影響により変化することがあります。実装後には、磁力計の感度と原点、加速度計の原点を校正することを推奨します。
- 6) 本製品は、強磁性体のような磁気の乱れを起こす部位には搭載しないでください。
- 7) 本製品は、吸湿した状態で急激な加熱を行いますと、製品にダメージを与える場合があります。
- 8) 保管方法 (防湿梱包状態)
 - ① 高温多湿、直射日光の当たる場所、温度変化の激しい場所、塵埃の多い場所および腐食性ガスの環境には放置しないで下さい。
 - ② 保管時の温湿度は、+5°C~+30°C、70%RH 以下を保持し、1 年以内にご使用下さい。
 - ③ 保管期間が 1 年経過した製品をご使用する場合、下記の条件でベーキングを実施して下さい。

(尚、保管期間を超えた製品については、本仕様を満足しない場合もございます)
 <ベーキング条件>
 (ア) テーピング状態では、60°C × 168Hr または 40°C × 200Hr
 (イ) 耐熱トレイ状態では、125°C × 24Hr

(ウ) ベーキング回数は2回までとして下さい

ただし、初回開封後は使い切りを推奨します。

9) 防湿梱包開封後の使用条件

- ① +5℃～+30℃、70%RH以下の環境で保管する場合は、7日以内にご使用下さい
ただし、防湿庫 (+5℃～+30℃、30%RH以下) 内での保管を推奨します。
- ② +30℃、10%RH以下の防湿庫内で保管する場合は、1年以内にご使用下さい。
- ③ 上記①の条件で、開封後7日を超える場合は、下記の条件でベーキングを実施し、
ご使用下さい。

<ベーキング条件>

(ア) テーピング状態では、60℃×168Hr または 40℃×200Hr

(イ) 耐熱トレイ状態では、125℃×24Hr

(ウ) ベーキング回数は2回までとして下さい。但し、初回開封後は使い切りを推奨します。

10) 部品単体で5cm以上の高さから落下するか、または部品に直接衝撃を与えた場合は、その部品を使用しないでください。

11) VREG端子とGND端子の近傍に1.0μFのキャパシタを取り付けてください。

12) 部品への衝撃を避けるため、ラバーコレットを使用して実装してください。