

± 1.5g ~ 6g 3 軸低加速度センサ

MMA7360L は、低消費電力で薄型の静電容量型マイクロマシン加速度センサであり、信号処理、1 次のローパス・フィルタ、温度補正、セルフテスト、自由落下を検出する 0g 検知、および 2 種類から感度を選べる G セレクトの機能を備えています。0g オフセットおよび感度は工場出荷時に設定されているため、外付け部品は不要です。また、スリープ・モードにより、ハンドヘルド型のバッテリー駆動製品に理想的な製品となっています。

特長

- 3mm × 5mm × 1.0mm LGA 14 ピン・パッケージ
- 低消費電力 : 400 μA
- スリープ・モード : 3 μA
- 低電圧動作 : 2.2V ~ 3.6V
- 高感度 (1.5g 選択時で 800mV/g)
- 感度を選択可能 (± 1.5g、± 6g)
- 高速起動 (0.5 ms のイネーブル応答時間)
- セルフテスト機能による落下検知機能の診断
- 0g 検知による落下からの保護
- ローパス・フィルタ付き信号処理回路
- 堅実な設計、高耐衝撃性
- RoHS 準拠
- 環境面に配慮したパッケージ
- 低価格

アプリケーション例

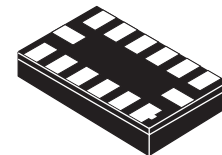
- 3D ゲーム : 傾きおよびモーション検知、イベント・レコーダ
- HDD MP3 プレーヤ : 落下検知
- ノート型パソコン : 落下検知、盗難防止
- 携帯電話 : カメラ機能の手振れ補正、テキスト・スクロール、モーション・ダイアリング、電子コンパス
- 万歩計 : モーション検知
- PDA : テキスト・スクロール
- ナビゲーション、自律航法 : 電子コンパス傾き補正
- ロボット : モーション検知

注文情報				
製品名	温度範囲	Case 番号	パッケージ	出荷形状
MMA7360LT	-20 ~ +85 °C	1935-01	LGA-14	トレイ
MMA7360LR2	-20 ~ +85 °C	1935-01	LGA-14	テープおよびリール

MMA7360L

**MMA7360L : XYZ 軸
加速度センサ
±1.5g、±6g**

Bottom View



14 ピン
LGA
Case 1935-01

Top View

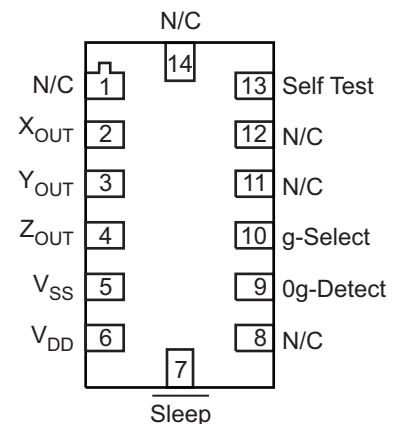


図 1. ピン配置

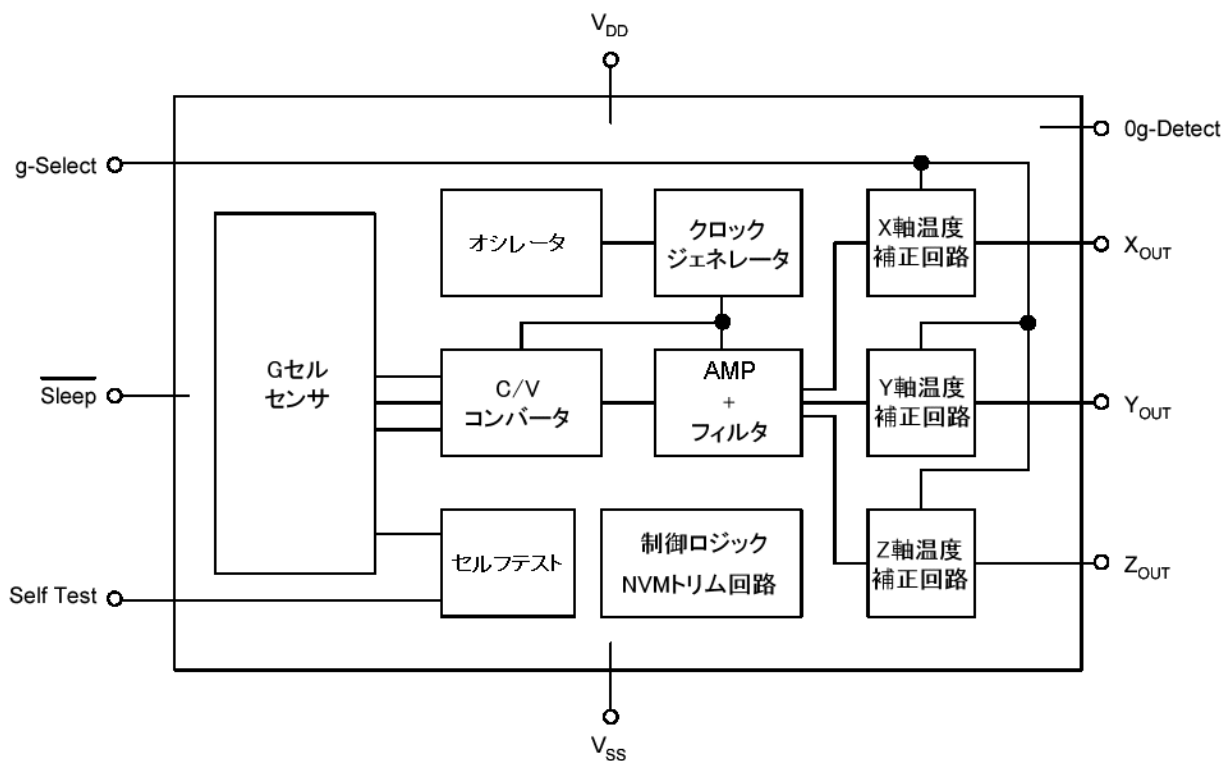


図 2. 加速度センサのブロック図

表 1. 最大定格

(最大定格とは、デバイスに破壊を与えない限界値です)

項目	記号	値	単位
最大加速度 (全軸)	g_{max}	± 5000	g
電源電圧	V_{DD}	-0.3 ~ +3.6	V
落下試験 ⁽¹⁾	D_{drop}	1.8	m
保存温度範囲	T_{stg}	-40 ~ +125	°C

1. 任意の軸からコンクリート面に落下

静電放電 (ESD)

警告: このデバイスは静電放電に対して敏感です。

フリースケールの加速度センサは 2000 V の ESD に対する保護回路を内蔵していますが、デバイスを ESD から保護するためにも十分に注意してください。人体や関連試験装置には、2000 V を超える電荷が帯電することがあります。このレベルの ESD は、デバイス

の性能を低下させたり、デバイスを破損したりする恐れがあります。本製品を取り扱う際には、適切な ESD 対策を施し、デバイスを ESD から保護してください。

表 2. 電気的特性

特記なき場合： $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $2.2\text{V} \leq V_{DD} \leq 3.6\text{V}$ 、加速度 = 0g、出力負荷⁽¹⁾

項目	記号	Min	Typ	Max	単位
動作範囲 ⁽²⁾					
電源電圧 ⁽³⁾	V_{DD}	2.2	3.3	3.6	V
消費電流 ⁽⁴⁾	I_{DD}	—	400	600	μA
消費電流 (スリープ・モード) ⁽⁴⁾	I_{DD}	—	3	10	μA
動作温度範囲	T_A	-20	—	+85	$^{\circ}\text{C}$
加速度範囲、X 軸、Y 軸、Z 軸					
g-Select: 0	gFS	—	± 1.5	—	g
g-Select: 1	gFS	—	± 6.0	—	g
出力信号					
0g ($T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{ V}$) ⁽⁵⁾	V_{OFF}	1.485	1.65	1.815	V
0g ⁽⁴⁾	V_{OFF} , T_A	—	± 2.0	—	$\text{mg}/^{\circ}\text{C}$
感度 ($T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{ V}$)					
1.5g	$S_{1.5g}$	740	800	860	mV/g
6g	S_{6g}	185	200	215	mV/g
感度 ⁽⁴⁾	S , T_A	—	± 0.03	—	$\%/^{\circ}\text{C}$
応答周波数					
XY	f_{-3dBXY}	—	400	—	Hz
Z	f_{-3dBZ}	—	300	—	Hz
出力インピーダンス	Z_O	—	32	—	$\text{k}\Omega$
0g 検知	$0g_{\text{detect}}$	-0.4	0	+0.4	g
セルフテスト					
出力応答					
X_{OUT} 、 Y_{OUT}	Δg_{STXY}	—	-0.1	—	g
Z_{OUT}	Δg_{STZ}	—	+1.0	—	g
Input Low	V_{IL}	V_{SS}	—	$0.3 V_{DD}$	V
Input High	V_{IH}	$0.7 V_{DD}$	—	V_{DD}	V
ノイズ					
Power Spectral Density RMS (0.1Hz-1 kHz) ⁽⁴⁾	η_{PSD}	—	350	—	$\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$
制御タイミング					
パワーアップ・レスポンスタイム ⁽⁶⁾	t_{RESPONSE}	—	1.0	2.0	ms
イネーブル・レスポンスタイム ⁽⁷⁾	t_{ENABLE}	—	0.5	2.0	ms
セルフテスト・レスポンスタイム ⁽⁸⁾	t_{ST}	—	2.0	5.0	ms
センサ共振周波数					
XY	f_{GCELLXY}	—	6.0	—	kHz
Z	f_{GCELLZ}	—	3.4	—	kHz
内部サンプリング周波数	f_{CLK}	—	11	—	kHz
出力電圧範囲					
フルスケール出力範囲 ($I_{OUT} = 30\text{ }\mu\text{A}$)	V_{FSO}	$V_{SS}+0.25$	—	$V_{DD}-0.25$	V
直線性、 X_{OUT} 、 Y_{OUT} 、 Z_{OUT}	NL_{OUT}	-1.0	—	+1.0	%FSO
他軸感度 ⁽⁹⁾	V_{XY} , XZ , YZ	-5.0	—	+5.0	%

- 出力負荷は、各軸のアナログ出力に接続された内部の $32\text{ k}\Omega$ の抵抗と外付けの 3.3 nF のコンデンサおよび V_{DD} -GND に接続された $0.1\text{ }\mu\text{F}$ のコンデンサから構成される RC フィルタの後で測定されます。
- この範囲により、デバイスが仕様を満足する動作範囲が定義されています。
- 2.2 V ~ 3.6 V の電源電圧範囲内では、完全に校正された直線加速度センサとして動作します。電源電圧範囲を超えた場合には、加速度センサはリニア・デバイスとして動作できませんが、校正値は保証されません。
- この値は g-Select が 1.5g モードの状態です。
- この加速度センサは、正負両方の加速度を測定できます。加速度値が入力されない場合、出力は供給電圧の中間値 ($V_{DD}/2$) となります。正の加速度に対しては、出力は $V_{DD}/2$ を上回ります。負の加速度に対しては、出力は $V_{DD}/2$ を下回ります。
- このレスポンスタイムとは、入力電圧 V_{DD} が 10% になった時間から最終的な出力電圧の 90% の電圧が出力されるまでの時間です。
- このレスポンスタイムとは、スリープ・モード時に入力した電圧が 10% になった時間から最終的な出力電圧の 90% の電圧が出力されるまでの時間です。
- このレスポンスタイムとは、セルフテスト時に入力した電圧が 10% になった時間から最終的な出力電圧の 90% の電圧が出力されるまでの時間です。
- 正とする感度軸から 90 度の向きにある加速度に対するデバイスの性能を表しています。

MMA7360LJ

動作原理

MMA7360L は、サーフェイス・マイクロマシン技術を使用した加速度センサです。

このデバイスは、サーフェイス・マイクロマシン技術による静電容量型素子 (g セル) と信号処理をする ASIC から構成されており、これらは 1 つのパッケージに収容されています。センサ素子部は、バルク・マイクロマシン加工されたキャップ・ウェハを使用して、ウェハ・レベルで密封されています。

g セルは、半導体プロセス (マスキングとエッチング) によって半導体材料 (ポリシリコン) から作られた機械的構造体です。g セルは、可動電極 (マス) に梁によって支持された形になっており、固定電極の間を動きます。デバイスに加速度を加えることで、可動電極が安定している位置から変動します (図 3)。

中央マスに接続されている電極が動くと、片方の固定電極との距離が広がり、他方の固定電極との距離が縮まります。この距離の変化によって加速度を測定します。

g セルの電極は、向き合った 2 つのコンデンサを形成しています (図 3)。可動電極が加速度によって動くと、電極間の距離が変化し、各容量の値も変化します ($C = A \epsilon / D$)。A は電極の面積、 ϵ は誘電率、D は電極間の距離です。

加速度センサは、スイッチド・キャパシタを用いた技術により、g セルの電気容量を測定し、2 つの容量の値の差から加速度データを検出します。検出されたデータはさらに、信号処理を行い、ASIC によってフィルタリングされることで、レシオメトリックで加速度に比例する高レベルの出力電圧を提供します。

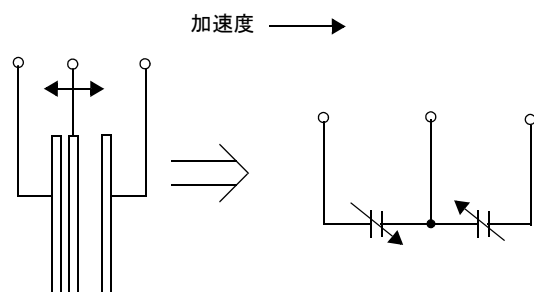


図 3. g セルの簡易物理モデル図

特別な機能

0g 検知

MMA7360L は、3 軸のすべてが 0g になったときにロジック High の信号を出力する 0g 検知機能を備えています。そのため、マイクロコントローラの割込みピンまたは I/O ピンに 0g 検知ピンを接続しておくことで自由落下保護のアプリケーションが容易に実現可能です。

セルフテスト

この 3 軸加速度センサは、基板への実装前や後でセンサが機械的および電氣的に正常動作することを検証するためのセルフテスト機能を備えています。この機能は、製品寿命の正常動作の維持が常に要求されるハード・ディスク・ドライブ保護などのアプリケーションでは重要となります。また、半田の接着状態を点検してパーツが PCB に正しく装着されていることを確認することもできます。0g 検知の機能を点検するには、センサの上下を逆にして Z 軸に -1g が加わるようにします。この状態でセルフテストを起動させると、各軸に静電気が印加され、0g 検知機能が正常動作をするか確認することができます。X 軸と Y 軸の可動電極の移動距離はわずかですが、Z 軸は 1g 分の出力がされるように調整されて

います。この操作により、センサの機構部である G セルおよび電氣的機構の ASIC が機能していることが検証できます。

g-Select

g-Select は、2 種類から感度を選択できる機能です。ピン 10 へのロジック入力にしたがって加速度センサの内部ゲインが変化し、1.5g または 6g の感度が選択できます (表 3)。この機能は、感度を変えることで最適な性能を得る必要がある場合に便利です。感度は、動作中にいつでも変更できます。このセンサは、内部プルダウンによって感度を 1.5g (800mV/g) に維持できるため、1.5g の感度のみを必要とするアプリケーションでは、g-Select ピンは未接続でもかまいません。

表 3. g-Select ピンの説明

g-Select	g-Range	感度
0	1.5g	800 mV/g
1	6g	200 mV/g

スリープ・モード

この 3 軸加速度センサには、スリープ・モードがあり、バッテリー駆動型製品に理想的です。スリープ・モードに入ると、センサは出力をオフにして、消費電流を大幅に抑えます。ピン 7 (Sleep Mode) で Low 入力を検出されると、センサはスリープ・モードに入り、消費電力を $3 \mu A$ (Typ) まで落とします。スリープ・モード時は、g-Select を 1.5g モードに設定することを推奨致します。ピン 7 に High 信号を供給することで、通常の動作モードに戻すことができます。

フィルタ

この 3 軸加速度センサは、内部に 1 次のローパス・フィルタを持っています。このフィルタを内蔵しているため、カットオフ周波数を設定するための外付け部品 (抵抗やコンデンサ) は不要です。

レシオメトリック

レシオメトリックとは、出力オフセット電圧および感度と、印加された供給電圧が直線的な比例関係にあることを意味します。つまり、供給電圧が高くなると、感度とオフセットも比例して高くなります。逆に供給電圧が低くなると、オフセットと感度も比例して低くなります。この性質により、A/D 変換の過程において供給電圧に起因するエラーをシステム・レベルでキャンセルできるため、マイクロコントローラや A/D コンバータと接続する際には重要となります。

基本接続

ピン説明

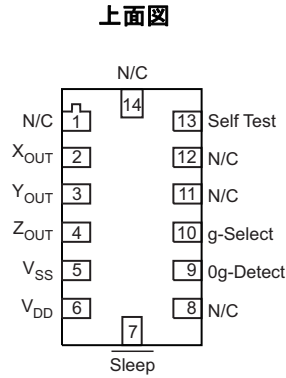


図 4. ピン機能

表 4. ピン機能

ピン番号	ピン名	説明
1	N/C	内部接続なし 未接続のままにする
2	X _{OUT}	X 方向の出力電圧
3	Y _{OUT}	Y 方向の出力電圧
4	Z _{OUT}	Z 方向の出力電圧
5	V _{SS}	電源グラウンド
6	V _{DD}	電源入力
7	Sleep	スリープ・モードにするための Logic 入力
8	NC	内部接続なし 未接続のままにする
9	0g-Detect	自由落下のデジタル Logic 出力信号
10	g-Select	g レベルを選択するための Logic 入力
11	N/C	工場でのトリミング用なので未使用 未接続のままにする
12	N/C	工場でのトリミング用なので未使用 未接続のままにする
13	Self Test	セルフテストを起動する入力ピン
14	N/C	工場でのトリミング用なので未使用 未接続のままにする

PCB レイアウト

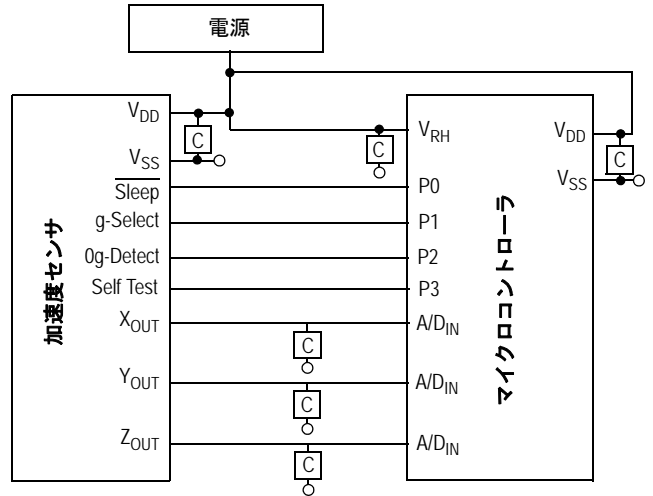


図 6. 加速度センサとマイクロコントローラを接続する場合の推奨 PCB レイアウト

注意:

- V_{DD} では 0.1 μF コンデンサを使用して電源をデカップリングしてください。
- 加速度センサからマイクロコントローラまでの物理的な接続距離は最小限に抑えてください。
- 加速度センサの下にグラウンド面を配置してノイズを抑えてください。グラウンド面は、図 6 に示されているようにすべてのオープン・ピンに接続してください。
- 加速度センサの出力では、3.3nF のコンデンサを使用して（スイッチド・キャパシタ・フィルタ回路からの）クロック・ノイズを最小限に抑えてください。
- 電源およびグラウンドの PCB レイアウトは、電源ノイズを発生させないようにしてください。
- 加速度センサとマイクロコントローラの間は高電流で結ばないようにしてください。
- A/D サンプリング・レートと外部電源のスイッチング周波数は、加速度センサの内部サンプリング周波数（サンプリング周波数は 11 kHz）に干渉しないように選択してください。そうすることで、エイリアシング・エラーを防止できます。

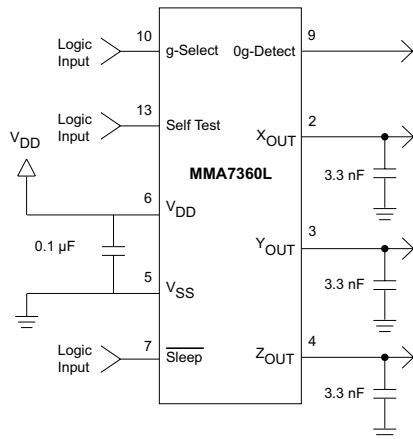
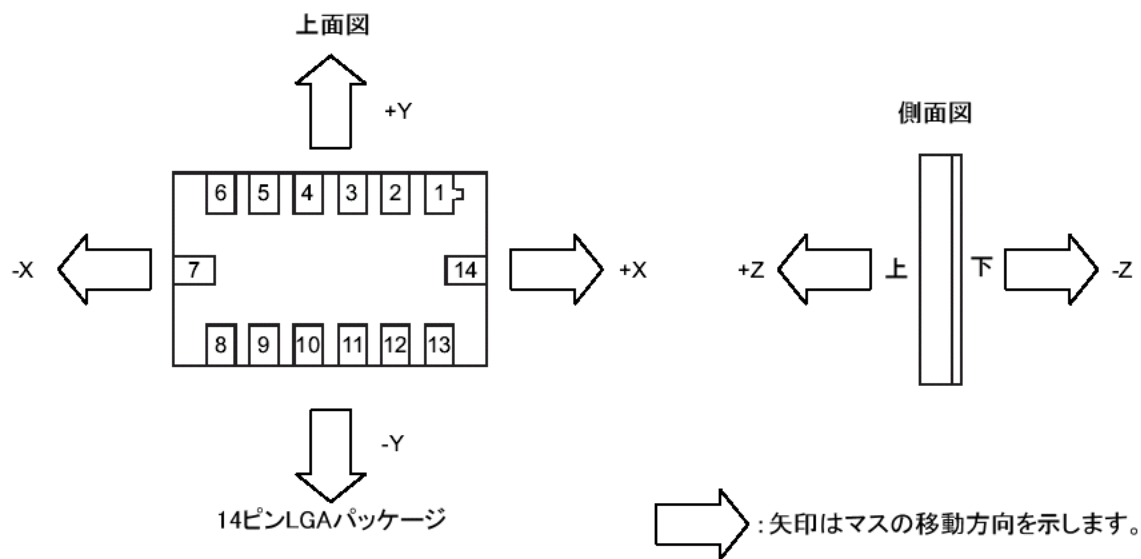
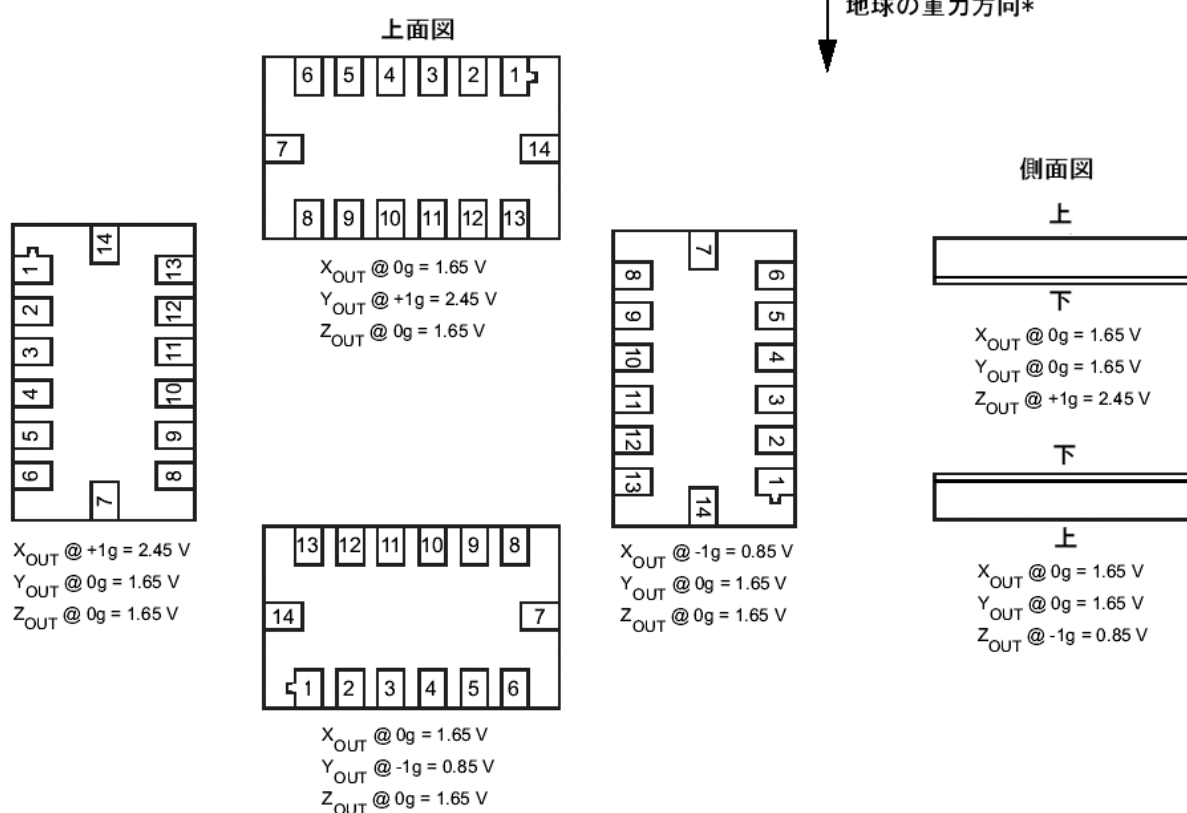


図 5. 加速度センサの推奨接続図

動的加速度

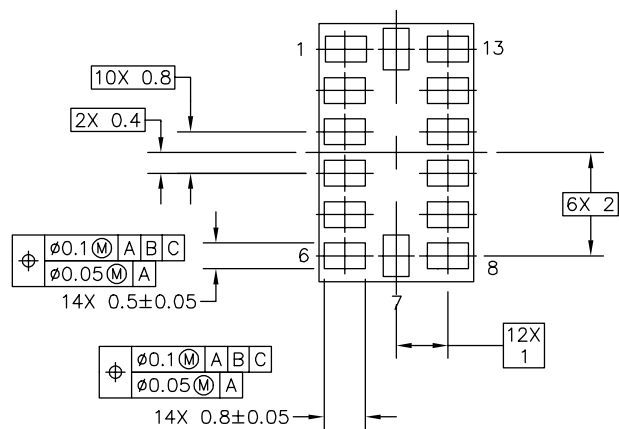


静的加速度

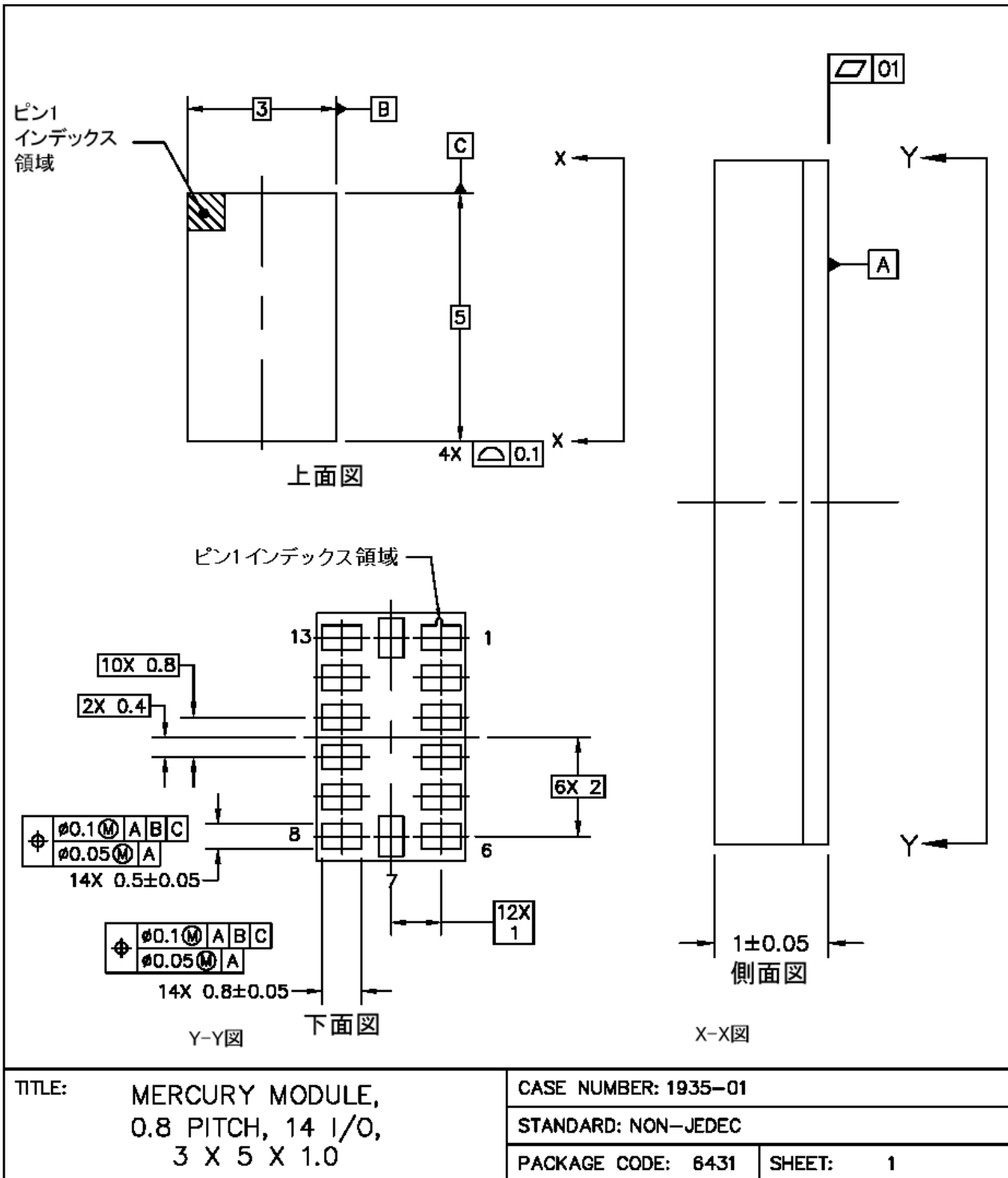


表面実装アプリケーションの最小推奨フットプリント

表面実装のボード・レイアウトは、設計全体の重要な部分となります。ボードとパッケージとの適切な半田接続を保証するため、正しいサイズの表面実装のフットプリントを使用してください。正しいフットプリントであれば、半田リフロー・プロセスにおいてパッケージが自己調整します。半田パッド間のブリッジや短絡を防止するために、常に半田マスク層付きでボードを設計することを推奨致します。



パッケージ寸法



CASE 1935-01
ISSUE 0
14-LEAD LGA

パッケージ寸法

注意:

1. すべての寸法単位はmmです。
2. 寸法と許容誤差はASME Y14.5M-1995に準拠します。

TITLE: MECURY MODULE, 0.8 PITCH, 14 I/O, 3 X 5 X 1.0	CASE NUMBER: 1935-01	
	STANDARD: NON-JEDEC	
	PACKAGE CODE: 6431	SHEET: 2

CASE 1935-01
ISSUE 0
14-LEAD LGA

How to Reach Us:

Home Page:

www.freescale.com

Web Support:

http://www.freescale.com/support

USA/Europe or Locations Not Listed:

Freescale Semiconductor, Inc.
Technical Information Center, EL516
2100 East Elliot Road
Tempe, Arizona 85284
+1-800-521-6274 or +1-480-768-2130
www.freescale.com/support

Europe, Middle East, and Africa:

Freescale Halbleiter Deutschland GmbH
Technical Information Center
Schatzbogen 7
81829 Muenchen, Germany
+44 1296 380 456 (English)
+46 8 52200080 (English)
+49 89 92103 559 (German)
+33 1 69 35 48 48 (French)
www.freescale.com/support

Japan:

Freescale Semiconductor Japan Ltd.
Headquarters
ARCO Tower 15F
1-8-1, Shimo-Meguro, Meguro-ku,
Tokyo 153-0064, Japan
0120 191014 or +81 3 5437 9125
support.japan@freescale.com

Asia/Pacific:

Freescale Semiconductor Hong Kong Ltd.
Technical Information Center
2 Dai King Street
Tai Po Industrial Estate
Tai Po, N.T., Hong Kong
+800 2666 8334
support.asia@freescale.com

For Literature Requests Only:

Freescale Semiconductor Literature Distribution Center
P.O. Box 5405
Denver, Colorado 80217
1-800-441-2447 or 303-675-2140
Fax: 303-675-2150
LDCForFreescaleSemiconductor@hibbertgroup.com

本書に記載された情報は、システムおよびソフトウェア開発者がフリースケール製品を使用できるよう補助することのみを目的としています。本書に記載された情報に基づく集積回路の設計/製造に関する明示的または暗黙のライセンスを許諾するものではありません。

当社は、本書に記載した製品について、信頼性、機能または設計を改善するために予告なく変更を加える権限を保有しています。当社はここに記載した製品、回路の適用、使用に起因するいかなる責務をも負うものではなく、また、当社の特許権または第三者の権利に基づくライセンスを許諾するものではありません。仕様として記述される「標準 (Typical)」パラメータは各用途において変化する場合があり、実際の性能は長期間で変動する可能性があります。「標準」パラメータを含むすべての動作パラメータは、利用者側で技術担当者が使用環境に応じて適切な値に設定することが求められます。当社の製品は、外科的に人体に移植することを意図したシステムの構成部品として、または、他の生命維持を意図した用途に、または、当社の製品の不具合により人体に危害を加えたり死に至らしめるかもしれない状況が発生するような用途に使用するために、設計、意図または認可されているものではありません。購入者が万一このような意図または認可されていない用途のために当社の製品を購入あるいは使用する場合、購入者は、当社およびその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対し、直接または間接を問わず、当該使用に関連した傷害や死についてのすべての申し立て（たとえ、当社が部品の設計や製造において不注意であったという主張であったとしても）から生ずるすべての請求、費用、損害、および相当の弁護士費用を補償し、被害が及ばないものとするものとします。



Freescale および Freescale のロゴマークは、フリースケール社の商標です。文中に記載されている他社の製品名、サービス名等は、それぞれ各社の商標です。

© Freescale Semiconductor, Inc. 2007. All rights reserved.

MMA7360LJ
Rev. 0
3/2007
(原文 MMA7360L Rev. 0, 1/2007)