

ゲーム機Wiiにも採用されたデバイス MEMS加速度センサの 選び方、使い方

大内 篤

加速度センサはゲーム機のコントローラに採用されるなど、応用分野が広がっている部品である。この加速度センサを使ったユーザ・インターフェースの検討が各所で始まっている。ここでは加速度センサの原理から使い方まで簡単に紹介する。

(編集部)

1. 加速度センサとは

加速度センサは、Wii(任天堂)などのゲーム機のコントローラに搭載されたことで、大きな注目を浴びるようになりました。Wiiの大成功によって、加速度センサを用いたユーザ・インターフェースが世の中に知れわたり、現在ではさまざまな機器で加速度センサを用いたユーザ・インターフェースの検討が始まっています。

加速度センサの生産量は急激に増大しています。この結果、価格も急激に下がっており、普及を後押しする形になっています。今後は、間違いなくユーザ・インターフェースのキー・デバイスとして、さまざまな機器で使われていくでしょう。

● 動作原理 —— ピエゾ方式と静電容量方式

加速度センサにはいくつかの方式があります。現在は、ピエゾ方式と静電容量方式が主流になっています。

ピエゾ方式は、梁^{はり}によるばね^{おもり}で錘を支え、ばねの変位をばねの表面に貼り付けてあるピエゾ抵抗で検出する方式です。静電容量方式は、錘と一体となった可動電極と固定電極とで容量を形成し、加速度による変位を容量値の変化で検出する方式です。静電容量方式は、メカ部分をウェハの表面に形成するため、一般的な半導体プロセスとの共通性が高く、ほとんどの半導体メーカー(STMicroelectronics社も)はこの方式を採用しています。

加速度センサは加速度が測定できるので、重力加速度も測定できます。重力加速度の測定を応用して、各軸の重力加速度成分の分力を測定すれば、センサの傾きを計算できます。傾きの測定は、加速度センサの一つの重要な適用用途です。

● 軸数、出力タイプ、パッケージで選択する

表1に加速度センサの製品例(STMicroelectronics社)を示します。軸数、出力タイプ、パッケージ・タイプの組み合わせによって、さまざまな製品があります。

アナログ出力タイプは、加速度の値をアナログ値で出力します。A-Dコンバータでデジタル値に変換してからシステムに取り込み、アプリケーションに応じた処理を行います。

一方、デジタル出力タイプは、センサ内部にA-Dコンバータを内蔵しており、I²CあるいはSPIインターフェースを介してデジタル化されたデータをシステムに取り込みます。

デジタル出力タイプの中には、デジタル化した値に対してさまざまな処理を行える製品があります。例えば検出する加速度バンド幅の設定、DCオフセット成分の除去などの処理のほか、落下状態の検知、ショックの検知、特定方向への動きの検知などの機能をプログラマブルに設定できます。検出結果は割り込みでシステムに伝えます。

● 付属基板に搭載した加速度センサ LIS344ALH の仕様

今回付属基板に搭載した3軸加速度センサ LIS344ALH は、最新のレシオメトリック・タイプの高性能加速度センサです。仕様を表2に示します。

3軸加速度センサ LIS344ALH は高い加速度分解能を持ち、特性のばらつきも低く抑えられています。このセンサを用いれば、高い精度で加速度や傾きが測定できます。

2. 加速度センサの使い方

● 加速度測定のための回路構成

アナログ出力タイプの加速度センサを使うためには、事前にアプリケーションの仕様に合わせた加速度の周波数帯域を設定する必要があります。また、LIS344ALHは端子でフルスケールを設定できる仕様になっているので、アプリケーションに合わせてフルスケールを設定します。

Keyword

3軸加速度センサ、ユーザ・インターフェース、静電容量方式、ピエゾ方式、LIS344ALH、ばらつき、キャリブレーション

表1 加速度センサのラインアップ(STMicroelectronics 社)

	アナログ出力		デジタル出力		パッケージ
	コスト重視	高性能	コスト重視	高性能	
3軸 ↑				LIS3LV02DL ±2/±6g	LGA-16 (7.5x4.4x0.9mm)
	LIS344AL ±3.5g	LIS344ALH ±2/±6g			LGA-16 (4x4x1.5 mm)
	LIS302SG ±2g		LIS302DL ±2/±8g		LGA-14 (3x5x0.9 mm)
	LIS331AL ±2/±8g		LIS331DL ±2/±8g		LGA-16 (3x3x0.9 mm)
2軸 ↓	LIS244AL ±2g	LIS244ALH ±2/±6g			LGA-14 (3x5x0.9 mm)
			LIS202DL ±2/±8g		LGA-16 (3x3x0.9 mm)

表2 3軸加速度センサLIS344ALHの主な仕様

項目	仕様
加速度検出範囲	± 2g/ ± 6g (端子制御)
感度	0.2 × V _{dd} ± 5% (± 2g) 0.067 × V _{dd} ± 10% (± 6g)
感度の温度ドリフト	± 0.01 %/ (typ)
0g出力レベル	V _{dd} /2 ± 4% (± 2g)
0g出力レベルの温度ドリフト	± 0.4 mg/ (typ)
出力の非直線性	出力範囲の0.5%(typ)
ノイズ・レベル	50 μg/√Hz(typ)
共振周波数	1.8kHz(min)
動作温度範囲	- 40 ~ +85
動作電圧範囲	2.4 ~ 3.6V
消費電力	680 μA(typ) 通常動作時 5 μA(max) パワー・ダウン時
出力抵抗値	110 ± 20k
パッケージ	4 × 4 × 1.5mm 16ピンLGA

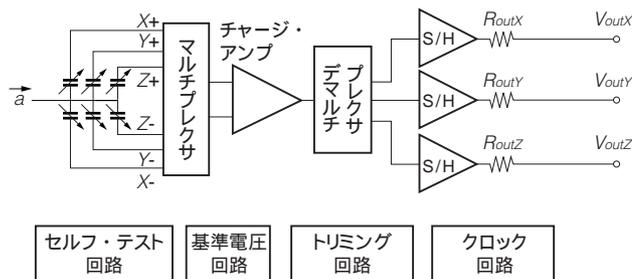


図1 3軸加速度センサLIS344ALHの内部ブロック図

図1に内部ブロック図を、図2に推奨回路を示します。表3はピン機能です。

加速度の周波数帯域は、アナログ出力端子に付加するコンデンサ(C_{load X}, C_{load Y}, C_{load Z})で設定します。センサの出力抵抗R_{out}(110k ± 20k)とこのコンデンサによってCRタイプの1次LPF(ローパス・フィルタ)を形成し、加速度の周波数帯域f_iを決めます。実際は20 ~ 50Hzの帯域に設定しているケースが多いようです。

$$f_i = \frac{1}{2\pi \cdot R_{out} \cdot C_{load(X,Y,Z)}} = \frac{1.45 [\mu F]}{C_{load(X,Y,Z)}} [Hz]$$

表4に加速度の周波数帯域とLPF用コンデンサの対応表を示

します。なお、図2では、各軸の出力にボルテージ・フォロワのバッファが付いていますが、出力を接続するA-Dコンバータの入力インピーダンスが十分に高く、ノイズの影響も無視できる場合は、省略することができます。

● 検討すべき主要パラメータ

一般的なアナログ出力タイプの加速度センサでは、0gの状態の出力レベルがV_{dd}/2、つまり電源電圧の半分になり、印加された加速度や重力の大きさによって、加速度(重力)×感度に相当する電圧分だけ出力がシフトします。正負両方向の加速度や重力があるので、電圧シフトの方向は、印加された加速度や重力によって変わります。

加速度センサを使うときに注意しなければならないパラメータは、感度と0g出力レベルです。高い精度での測定が必要な場合は、さらにノイズ・レベルや非直線性などのパラメータも考慮しなければなりません。通常のアプリケーションでは必要ありません。

これらのパラメータは、デバイス個々のばらつきに注意しなければなりません。同じ条件でもデバイスによって特性が異なります。LIS344ALHはばらつきが少ない製品とはいえ、感度が±5%、0g出力レベルが±4%ばらつきます。最大と最小を比