

## 5 3 軸シリコン加速度センサの開発

Development of Three Axes Silicon Accelerometer

富岡 昭浩	Akihiro Tomioka	中央研究所 研究開発部 主任
松井 淳一郎	Junichiro Matsui	中央研究所 研究開発部 主任
白鳥 雅之	Masayuki Shiratori	中央研究所 研究開発部
山田 隆	Takashi Yamada	中央研究所 研究開発部

キーワード：加速度計、静電容量型、3 軸、シリコン、微細加工

### 要 旨

当社ではシリコン微細加工の研究を進めており、このたびカスタム LSI を使用した小型ローコスト 3 軸加速度センサ JA-30SA30 を開発しました。外形寸法は 14mm × 11mm × 5mm で表面実装が可能な形状となっています。このセンサは 3 方向の加速度を同時に検出する事ができる小型・低価格な加速度センサです。今後各方面での応用が期待されます。

### SUMMARY

JAE developed a compact low-cost three axes silicon accelerometer JA-30SA30 using customized LSI, as a result of research on silicon micro-machining. The dimensions of the product is 14mm x 11mm x 5mm, and is compatible with surface mounting. This compact low-cost accelerometer can detect acceleration in three directions simultaneously. The product is expected to be used in many applications.

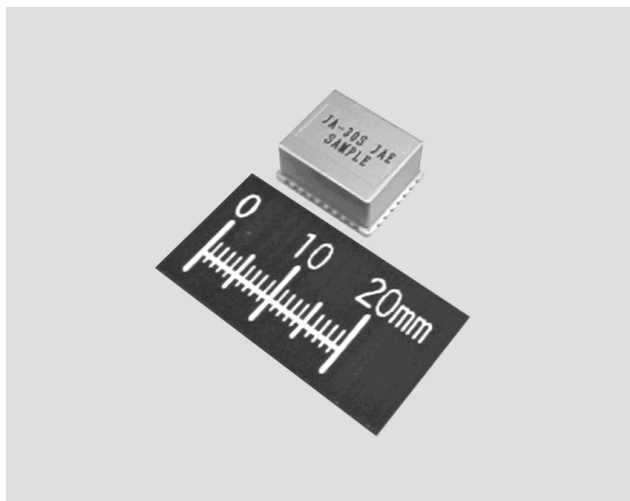


写真 1 3 軸シリコン加速度センサ

## 1 はじめに

当社では3方向の加速度を同時に測定できる3軸加速度センサとして、静電容量型のシリコンセンサを開発してきました。一方加速度センサは、エアバッグをはじめ車体制御、ゲームの入力デバイスとしての利用等、その利用範囲が拡大してきました。このような背景を受けて、センサの小型、ローコストを実現するためにカスタムLSIを使用した表面実装対応の3軸加速度センサの設計、試作を完了しましたので報告します。写真1に3軸シリコン加速度センサの外観を示します。

## 2 原理

3軸シリコン加速度センサは静電容量型であり、ガラス製の重りをシリコンダイアフラムで支え、加速度によって生じる慣性力で変位するダイアフラムと、その下に設けた固定電極との静電容量変化を電圧に変換します。支持がダイアフラムのためガラス製の重りは図1、図2に示す方向に変位する事ができるので3方向の加速度を1つのセンサで独立して測定することができます。図1にXまたはY方向に加速度が入力された場合のダイアフラムの変位を、図2にZ方向に加速度が入力された場合のダイアフラムの変位を示します。

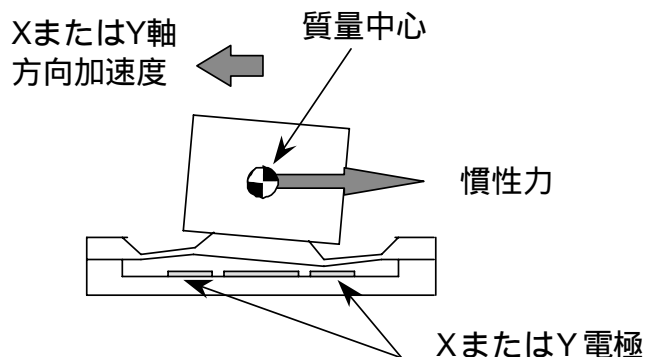


図1 XまたはY方向に加速度が入力された場合

### Z軸方向 加速度

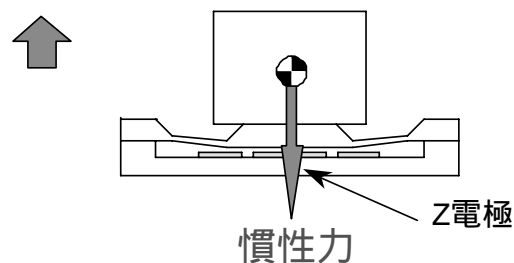


図2 Z軸方向に加速度が入力された場合

## 3 構造

図3に3軸シリコン加速度センサの構造を示します。

加速度を検知して静電容量に変換するセンサチップ部、静電容量変化を電気信号に変換し、温度補正等を行うカスタムLSI部、各補正データを保存するEEPROM部により構成されます。これらはセラミック基板上に実装されています。

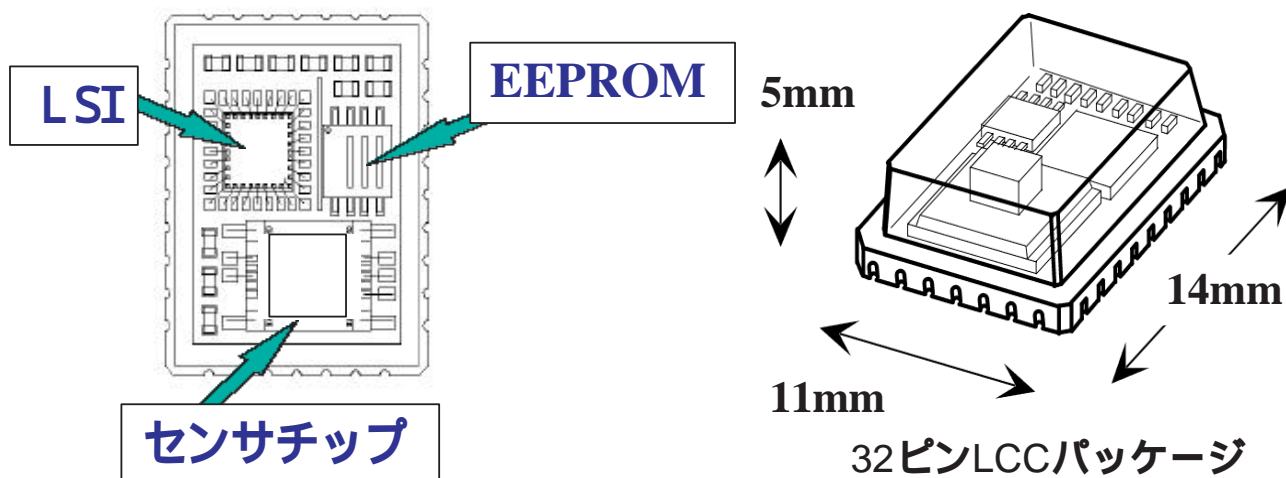


図3 3軸シリコン加速度センサの構造

3.1 センサチップ部

3軸加速度センサチップの検出部はシリコンマイクロマシン技術のバッチ処理で製作します。下部電極ガラスペース、シリコンダイヤフラムは、ウエハ状態での加工終了後、陽極接合と呼ばれる直接接合で接着剤を介さず一体化され、その後ダイシングにて個々のセンサに切り分けられます。今回は既に製品化しておりますセンサチップ<sup>1)</sup>のガラス質量部周辺の部品を削減できる工程に変更して更に小型化しました。

3.2 カスタム LSI 部

小型化と性能維持・向上を両立させるため、本センサ専用のカスタム LSI を開発しました。高精度化、ローノイズ化を狙ったアナログ出力をメインとして、1チップの中に3軸独立の検出回路と増幅回路を内蔵しています。増幅回路はEEPROM に書き込んだデータによりゲイン、オフセット、温度補正量、および他軸感度補正量を変更できます。さらに温度センサと簡易的なデジタル出力のための A/D コンバータも付加しています。カスタム LSI の外観と機能ブロックを 図 4 に示します。

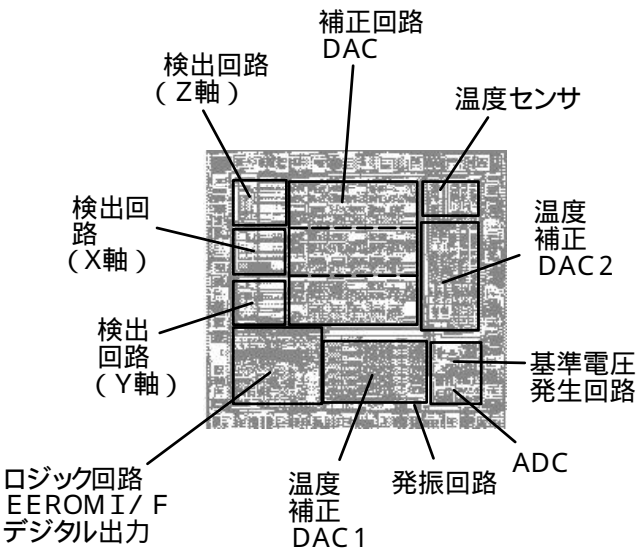


図 4 カスタム LSI 外観および機能ブロック

4 性能および評価

目標仕様を表 1 に示します。感度、オフセット等は回路構成上ある程度の自由度を持っており、周波数応答等のセンサチップに関わる性能についても、センサのバリエーションによる各種用途への対応が可能と考えています。

現在、主な機能確認を終了し、性能評価および自動試験機の開発を並行して進めております。

表 1 3 軸シリコン加速度センサ暫定仕様

センサ仕様	( ) 内の g 表示は参考値
検出方向 (軸数)	3 方向 (X,Y,Z 3 軸)
電源電圧	+3V ~ +5V
消費電流	7mA (Typ.)
出力電圧範囲	1.5V ± 0.9V
感度	30.6mV/m/s <sup>2</sup> ノミナル (0.3V/g)
分解能	9.8 × 10 <sup>-3</sup> m/s <sup>2</sup> (1mg) 以下
測定範囲	± 29.4m/s <sup>2</sup> (3g) 以上
直線性	5% 以下
中点電圧	1.5V ノミナル (± 0.1g)
アライメント誤差	1° 以内
周波数応答 (3dB)	X,Y 軸 : DC ~ 50Hz (X,Y) Z 軸 : DC ~ 10Hz (Z)
耐衝撃性	9.8 × 10 <sup>3</sup> m/s <sup>2</sup> (1,000g) 以上
作動温度範囲	- 10 ~ +60
温度補償範囲	0 ~ +60
寸法 (W × D × H)	14mm × 11mm × 5mm

5 むすび

シリコン微細加工技術の応用として、静電容量検出方式を採用した 3 軸シリコン加速度センサの設計・試作を完了しました。今後製品化のために生産体制の確立を行い新たな市場展開を目指します。

[ 参考文献 ]

- 1) 倉本 健次 ほか：シリコン 3 軸加速度センサ(JA-30S)の開発”、航空電子技報、No.21、p.68(1998)