

MEMS 技術による改良型 3 軸加速度センサの設計・開発及び超小型マイクロデバイス等に関する研究

加工技術課 小幡勤 企画管理部 佐藤一男 富田正吾 氷見清和

機械電子研究所 佐山利彦 鍋澤浩文

立山科学工業株式会社 森喜代志 川尻浩之 若林 傑 安部弘記 廣島大三 牧野智子

1 結 言

一昨年から携帯電話機やゲームなどのコンシューマ機器への慣性センサの大量採用が始まった。半導体集積回路の超微細化が進み、消費電力の低下、処理能力が向上するという背景から、インタラクティブ（対話型）なインターフェイスの採用が行われたことによるものである。

一方アミューズメント用として使われるセンサは、性能よりも低価格化を要求されるということもあり、必ずしも高性能なものではない。本研究では、静電容量型であることを生かし、超小型で高性能な 3 軸加速度センサの開発を目標としている。

2 センサの試作

試作を行った加速度センサは、ガラス/シリコン/ガラスの三層構造からなる。中心部のシリコンには、加速度受感部である錘が形成されている。下部ガラスには、中心シリコンと可変コンデンサを形成するように、Al電極が形成されパターンニングされている。このAl電極は、X,Y軸用にそれぞれ2枚ずつ、Z軸用に1枚形成されており、X,Y軸についてはそれぞれ2つの静電容量差を、Z軸についてはリファレンスとの容量差をC-V変換することにより、加速度検出を可能にしている。

3 構造解析

センサの性能向上を目的として、センサの特性を左右する錘とビームの設計は、有限要素法を用いた構造解析によって行った。解析はMSCソフトウェア(株)・Patran / Marc (2005r2)を用いて行った。その構造解析結果を表 1 に示す。

| | | 従来 | 改良 |
|----|-------|-------------------------|-------------------------|
| 形状 | 錘体積 | 0.23 [mm ³] | 0.76 [mm ³] |
| | ビーム長 | 1.68 [mm] | 0.7 [mm] |
| | ビーム厚 | 12 [um] | 9 [um] |
| 特性 | 感度比 | 1 | 2.07 |
| | 応力 | 1.16 [MPa] | 2.66 [MPa] |
| | 共振周波数 | 1140 [Hz] | 882 [Hz] |
| | 位相ずれ | 5° 以内 | 5° 以内 |

表 1 構造解析結果

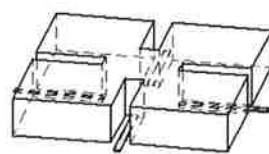


図 1 シミュレーションモデル

従来のセンサ構造から①錘体積を増加、②ビーム長、厚みを減少させることで、現状の出力特性を向上させることができた。ただしそれに伴い、ビーム端にかかる応力の

増加や共振周波数の低下も見られた。

4 試作結果

上記のシミュレーションモデル（図 1）の結果を基にセンサ構造を決定し、実試作を実施した。その結果、以下のような改善が見られた。

- ・ 錘のドライエッチング加工時間短縮（1/2）
- ・ 感度比が従来の約 1.6 倍向上した
- ・ 出力波形の位相ずれ（5° 以内）の抑制
- ・ 耐衝撃性、耐振動性について、従来並み

このことにより、シミュレーション結果と実デバイス出力との間に、相関関係が存在することを確認できた。なお、感度比が構造解析結果と一致しない点や周波数特性の確認ができなかった点に関しては、今後の検討課題として残る。

5 超小型マイクロデバイス開発への取り組み

これまでの開発でパターンニングの正当性確認まで終了した超小型マイクロデバイス素子として、表面弾性波(SAW)フィルタがある。LN（ニオブ酸リチウム）での特性確認は完了できたが、ランガサイトでは所望の結果が出せなかったため、引き続き今年度はランガサイト結晶基板を用いた再試作を試みた。

ランガサイトの加工については、基板厚や面内パターンニング角度などの条件で精度が要求されるが、今回、パターンニング角度を調整してみたものの、透過位相特性を得ることができなかった。

6 結 言

以上の結果から、今年度は、構造解析を適用した実デバイスの特性評価が完了し、両者の相関を見極めることができた。今後のさまざまな部品開発に本手法を活かしていきたい。