

アレイ型CMOS-MEMS加速度センサのための デバイスの評価

東京工業大学¹、NTT-AT²、東京大学³

○加賀谷 賢¹、小西 敏文²、山根 大輔¹、本橋 剛¹、松嶋 隆明²、伊藤 浩之¹、石原昇¹、年吉 洋³、
町田 克之^{1,2}、益 一哉¹

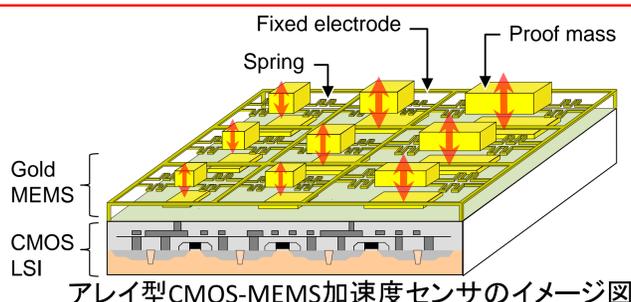
はじめに

- MEMS加速度センサは様々な機器に搭載
- MEMS加速度センサ搭載例
 - ・スマートフォン
 - ・ゲーム機器 etc



- 課題
 - ・加速度検出範囲が狭い
 - ・センサ単体の実装

アレイ型CMOS-MEMS加速度センサの提案



アレイ型CMOS-MEMS加速度センサのイメージ図

基本算出式とこれまでの結果

- 基本パラメータ算出式

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad Q = \frac{\sqrt{km}}{c} \quad B_N = \sqrt{\frac{4k_B T \omega_0}{mQ}}$$

- これまでの測定結果

項目	設計値	測定値	単位
プルイン電圧 $V_{pull-in}$	6.0	6.4	V
ばね定数 k	0.20	0.26	N/m

- 周波数とばね定数から錘質量を算出

Q, B_N を算出評価

これまでの成果

- アレイ型CMOS-MEMS加速度センサの提案と設計
- 試作、実装および測定系の構築
- C-V特性とC-G特性評価により基本動作確認

本研究の目的・内容

- C-f特性の測定を実施
- 共振周波数 f_0 を測定
- これまでに測定して得られたばね定数 k を用いて質量 m 算出
- Q値、ブラウニアンノイズ B_N (熱雑音) を評価

MEMS加速度センサ性能を確認

目標値と設計値

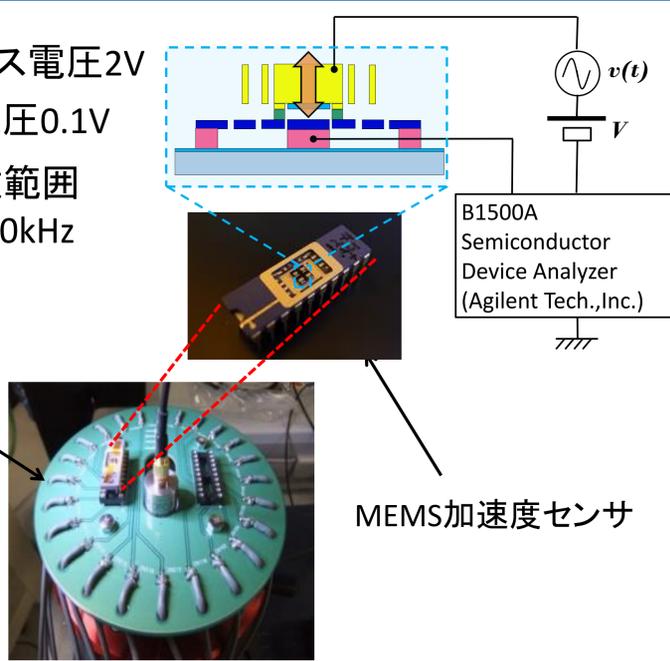
- 目標値
 - 共振周波数: 1000Hz以下
 - Q値: 5.0以下
 - ブラウニアンノイズ: 100 μ g/VHz以下
- 設計値

項目	設計値	単位
共振周波数 f_0	687	Hz
Q値	2.5	
ブラウニアンノイズ B_N	51.6	μ g/VHz

測定系

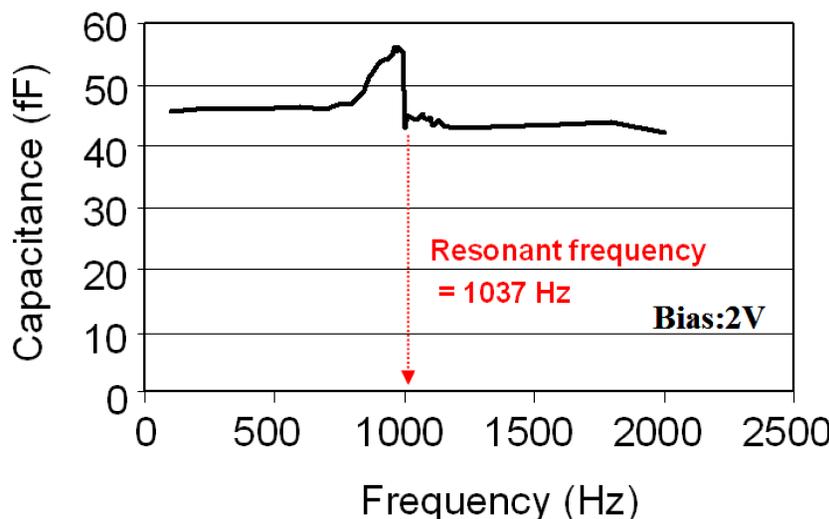
- バイアス電圧2V
- 交流電圧0.1V
- 周波数範囲 20~2.0kHz

測定ボード



MEMS加速度センサ

C-f特性測定結果



目標値と測定値の比較

項目	目標値	測定値	単位
共振周波数 f_0	1000以下	1037	Hz
Q値	5.0以下	2.1	
ブラウニアンノイズ B_N	100以下	90.6	μ g/VHz

➔ Q値5.0以下、ブラウニアンノイズ100 μ g/VHz以下を達成

まとめ

- デバイスのC-f特性の測定を行うことによって共振周波数の評価を行った。周波数の値は1037Hzであり、設計値より大きい値であった。
- 測定により得た共振周波数とC-V測定により得られたばね定数を用いて、Q値とブラウニアンノイズを算出評価した。
- Q値は2.1、ブラウニアンノイズは90.6 μ g/VHzとなり目標を達成した。
- アレイ型CMOS-MEMS加速度センサの基本であるMEMS加速度センサ評価を行い目標値を達成できることを確認した。
- アレイ型CMOS-MEMS加速度センサ実現の見通しを得た。