



TOHOKU
UNIVERSITY

Characterization and Temperature Compensation of Load Sensor Using AT-Cut Quartz Crystal Resonator

OKeisque NARUMI¹, Toshio FUKUDA², Fumihito ARAI¹

¹Tohoku University, Department of Bioengineering and Robotics

²Nagoya University, Department of Micro-Nano Systems Engineering



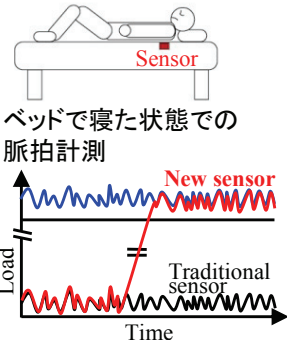
荷重センサの分解能を向上するには？

Abstract:

The objective of this study is **to improve the resolution** of load measurement and **to miniaturize** the sensor using AT-cut quartz crystal resonator. The new sensor had a diameter of 7 mm and a height of 11 mm (**conventional ratio of 1 / 2**). According to the experimental results, **the resolution was 3.21 mN** and **the allowance load was 54.9 N**. We also proposed the temperature compensation methods.

Motivation:

Motivation

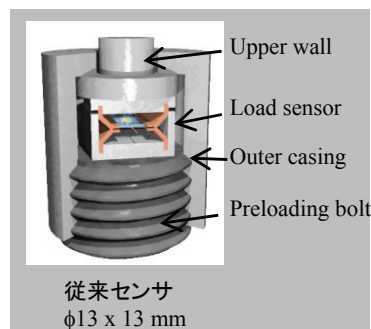


初期荷重のかかった状態での微小な力計測

求められる特徴
High sensitivity
Wide measurement range
High-speed response
Small size

水晶振動子を用いた荷重センサ

Motivation



生体信号計測のための分解能が足りない。
また、小型化が十分ではない。

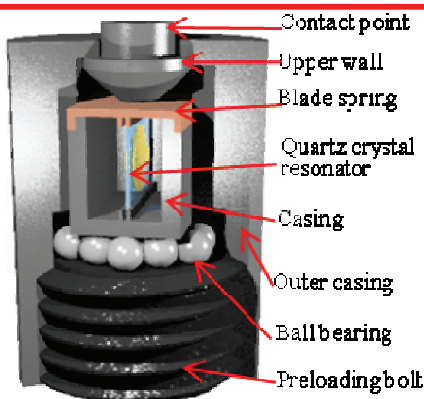
本研究の目的

1. 最小分解能の向上
2. 水晶の安定保持
3. さらなる小型化

Concepts:

1. 分解能の向上
⇒縦置きタイプ
2. 水晶の安定保持
⇒板ばねと外部ケーシング
3. さらなる小型化
φ7 x 11 mm (従来比 1/2)

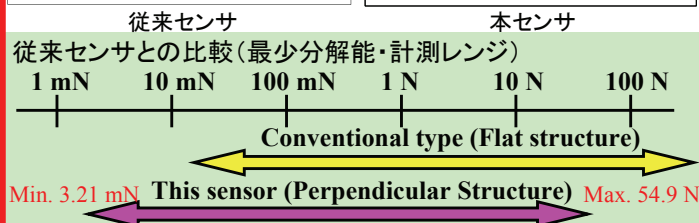
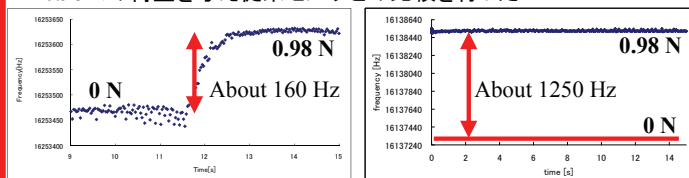
構造解析により
分解能の向上が期待でき、
かつ横荷重に対する水晶の
安定保持を確認した設計。



Experiment and Results:

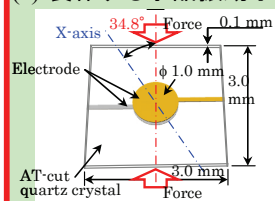
(a) センサ単体による荷重負荷実験

0.98 Nの荷重を与え従来センサとの比較を行った。

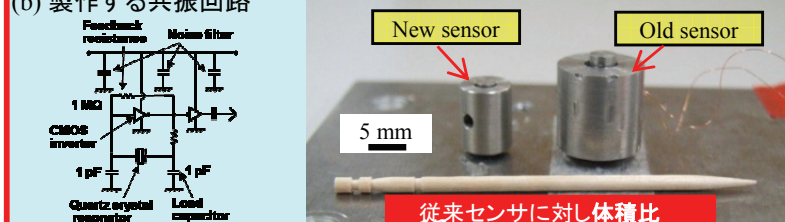
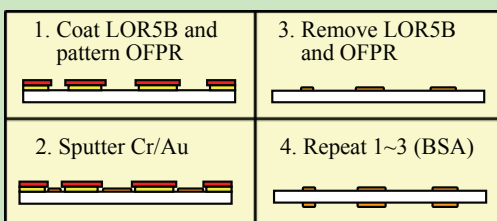
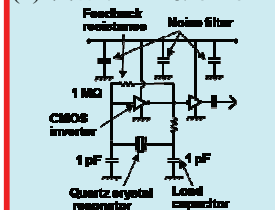


Fabrication process:

(a) 製作する水晶振動子

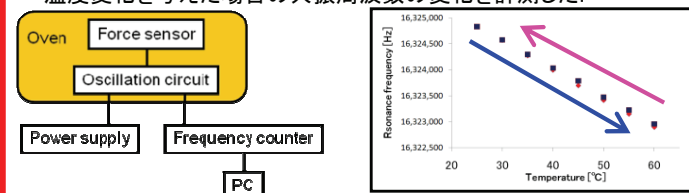


(b) 製作する共振回路



(b) 温度特性評価

温度変化を与えた場合の共振周波数の変化を計測した。



(c) まとめ

1. 本センサを用いると
(1) 従来センサと同様の
広計測範囲
- (2) 最少分解能が1桁向上

20°Cから60°Cの変化において
共振周波数は線形的に減少し
0.018 °C/Hzであった。
 $Y = -54.9 \times 10^{-6}X + 16.326$
(X: Temp, Y: Resonance frequency)

Conclusions:

1. 水晶振動子を用いた従来のセンサに対して**分解能の向上**および**小型化**を目的とした荷重センサの提案を行った。
2. 構造解析を行い、提案する荷重センサの有効性を確認した。
3. 荷重負荷実験を行い、従来センサに対し同様の**10⁵の広計測範囲**を持ちつつ**分解能を1桁向上**した(**センサ精度は1.75 mN/Hz**)。
4. 温度に対する評価を行い、共振周波数が**線形的に変化**(20°Cから60°Cにおいて**0.018 °C/Hz**)することを確認した。

謝辞: 本研究はマイクロ・メカトロニクスに関する共同研究の助成を得て行われた。

Reference:

K. Narumi, T. Fukuda, F. Arai, "Characterization and Temperature Compensation of Load Sensor Using AT-Cut Quartz Crystal Resonator", Proc. 2009 JSME Conf. on Robotics and Mechatronics (ROBOMECH2009), 2P1-K09, Fukuoka, 2009