

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 11709 号
------	---------------

氏 名 室崎 裕一

論 文 題 目

Miniaturized Wide-range Load Sensor Using Quartz Crystal Resonator
(水晶振動子を用いた小型ワイドレンジ荷重センサ)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	新井 史人
委員	名古屋大学	准教授	丸山 央峰
委員	名古屋大学	准教授	田中 智久
委員	名古屋大学	教授	福澤 健二
委員	名古屋大学	教授	間瀬 健二

論文審査の結果の要旨

室崎裕一君提出の論文「Miniaturized Wide-range Load Sensor Using Quartz Crystal Resonator (水晶振動子を用いた小型ワイドレンジ荷重センサ)」は、高感度かつワイドレンジな計測が可能な水晶振動子を用いた小型荷重センサおよび計測システムを実現する方法を述べている。

各章の概要は以下の通りである。

第1章では、荷重・力センサの従来研究および主な荷重・力センサの原理について述べ、これらと比較して水晶振動子を用いた荷重センサの特徴について述べている。また、水晶振動子を用いた荷重センサの従来研究の問題点について述べ、研究目的及び論文の構成について述べている。

第2章では、水晶および水晶振動子の特性について述べ、ATカット水晶振動子の荷重センサとしての特性を示している。水晶の圧縮荷重に対する高い強度および水晶振動子の安定した発振特性とその発振周波数が外力に対して高い線形性をもって変動する特性から、ATカット水晶振動子を用いた荷重センサによる高感度かつワイドレンジな計測の実現可能性を有することを示している。

第3章では、高感度かつ小型な水晶振動子荷重センサを実現させるために、フォトリソグラフィによる微細加工技術を用いたセンサの製作を提案している。水晶振動子層と水晶振動子を安定に保持するための保持層を貼り合わせた一体構造とすることで、フォトリソグラフィを用いた一括形成を可能とし、センサの大幅な小型化を実現している。また、シリコンの微細加工による微細な板バネ構造を有したセンサ構造により、センサの高感度化を実現している。

第4章では、小型かつ高耐荷重を有する水晶振動式荷重センサを提案している。水晶振動子の破壊が座屈応力に起因しており、座屈を防ぐ構造によりセンサの耐荷重を向上できることを明らかにした。水晶振動子の四辺を保持層により固定することで、水晶振動子の座屈が起りにくい構造とし、小型でありながらも耐荷重を有するセンサを実現した。製作したセンサは600 Nの耐荷重および0.4 mNの計測分解能をもっており、10の6乗オーダーの計測レンジを実現可能であることを明らかにした。

第5章では、差動法を用いた計測システムの小型化について述べている。2つのセンサの出力電圧をアナログ乗算回路により掛け合わせる方法を用いることで、出力の周波数帯域を低減し、小型周波数カウンタによる計測を実現している。また、2つのセンサの一方を荷重計測に、もう一方を温度リファレンス用に用いることで、差動法を用いた温度補償に成功している。

第6章では、製作した水晶振動式荷重センサを用いた生体信号計測を行っている。製作したセンサを椅子の座面に組み込むことで、脈波、呼吸、着席・起立の動作による荷重変動の計測に成功している。また、センサをボードの4辺に配置した体重計を用いることで体重と脈波の同時計測が可能であることを示している。

第7章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文では、水晶振動子を用いた荷重センサについて、微細加工技術による組立の簡略化および小型化の手法を提案している。また、センサの高感度化およびワイドレンジ化の方法について述べており、10の6乗の計測レンジを実現している。更に、差動法による周波数カウンタの小型化およびセンサの温度補償を実現している。これらの提案並びに得られた結果は、日常における生体信号計測だけではなく、様々な分野での応用が期待され、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である室崎裕一君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。