T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	高分解能MEMS加速度センサに関する研究
Title(English)	
著者(和文)	高安 基大
Author(English)	Motohiro Takayasu
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10858号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:益 一哉,筒井 一生,若林 整,角嶋 邦之,伊藤 浩之,石原 昇,天川 修平,町田 克之
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10858号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名		高安基大	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	益　一哉	教授	審査員	若林　整	教授
	審査員	石原　昇	教授		伊藤浩之	准教授
		町田克之	教授		角嶋邦之	准教授
		筒井一生	教授		天川修平	広島大学 准教授

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、Micro-Electro-Mechanical Systems（MEMS）加速度センサの高分解能化とその評価・応用について纏めたものであり、「高分解能 MEMS 加速度センサに関する研究」と題し、全文 7 章からなる。

第 1 章「序論」では、まず MEMS 加速度センサが高分解能化することにより、産業、防災減災、ヘルスケアなどの応用分野が更に拡がることを述べている。その上で、研究の目的を MEMS 加速度センサの高分解能化と評価、及びその応用にあるとしている。従来の加速度センサの分解能であるミリ G（G = 9.8 m/s^2）以下を実現するために求められる MEMS デバイス、容量検出回路に必要とされる性能を見積もり、その実現方法について論じている。

第 2 章「MEMS 加速度センサの高分解能化と評価・応用手法」では、MEMS 加速度センサと評価、及び応用における従来技術について論じ、高分解能化の手法を述べている。まず、MEMS 加速度センサの基本的な動作原理を示した後、MEMS デバイスにおいては、従来から錘材料に主に用いられるシリコンではなく、金を用いることが小型、低雑音化に有効であると論じている。MEMS デバイスへ加速度を印加した際に発生する錘の自由振動による雑音は、錘と固定電極間に高電圧を印加することで抑制できると述べている。また、容量検出回路として、従来主に用いられる電圧領域の容量検出回路ではなく、時間領域の容量検出回路の有効性を論じている。微小加速度評価方法として、従来の加振による加速度印加ではなく、傾斜による微小加速度検出法について述べている。高分解能加速度センサの応用として、高分解能角度計として利用できると述べている。

第 3 章「MEMS デバイスの低雑音化技術」では、第 2 章で述べた設計手法に基づき、MEMS デバイスを提案、試作し、その性能について述べている。錘材料に高密度材料である金を利用し、差動方式による容量検出を行うことで、小型化、低雑音化している。更に、積層メタル技術を採用する 3 軸 MEMS デバイスを試作、評価し、小型でかつ、μG/Hz$^{1/2}$ 以下のノイズフロアを実現し、設計手法の有効性を示している。

第 4 章「時間領域の容量検出回路技術」では、第 2 章で議論した設計手法に基づき、時間領域の弛張発振型容量検出回路を提案・試作し、その性能について述べている。提案する弛張発振型容量検出回路は、従来の弛張発振型回路に演算増幅器を導入した構成である。基準容量を用いずに容量値を測定し、また、回路構成のみで雑音を低減する原理を論じている。0.18μm CMOS プロセスを利用して容量検出回路を試作し、MEMS デバイスと同一基板上に実装して評価した。簡素な回路構成で低雑音特性が得られており、MEMS 加速度センサ用容量検出回路として有効であると述べている。

第 5 章「昇降圧回路の高耐圧化技術」では、MEMS デバイスへ高電圧を印加するための、昇降圧回路の高耐圧化技術について述べている。従来の昇降圧回路の出力電圧が、トランジスタの耐圧で制限される課題に対し、トリプルウェルトランジスタを採用し各ウェルへバイアス電圧を印加することで高耐圧化する手法を論じている。0.18μm CMOS 標準プロセスで回路を試作・評価し、トランジスタの耐圧を超えた出力電圧が得られており、昇降圧回路のための特殊プロセスが不要な高耐圧化技術を明らかにしたと述べている。

第 6 章「MEMS 加速度センサのモジュール化技術と角度計応用」では、高分解能 MEMS 加速度センサモジュールの構成、またその角度計への応用可能性について述べている。まず、MEMS デバイスと容量検出回路を組合せ、小型・高分解能な MEMS 加速度センサモジュールを試作している。次に、MEMS 加速度センサモジュールの傾斜特性を評価したところ、ミリ度程度の高分解能測定が可能で、高分解能 MEMS 加速度センサが高分解能角度計として応用できることを明らかにしたと述べている。

第 7 章「結論」では、本論文で得られた成果を総括し、今後の MEMS 加速度センサの高分解能化と用途拡大についての将来展望を述べている。集積化 CMOS-MEMS 技術により、MEMS 加速度センサの更なる高分解能化を実現できると論じている。

以上を要するに、本論文は将来の MEMS 加速度センサの高分解能化に有用になると考えられる技術の提案とその有効性を実証したものであり、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって本論文を博士（工学）の学位論文として十分価値あるものと認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。