

## 審査の結果の要旨

氏名 諫本 圭史

本論文は「機能集約型SOI-MEMS設計手法とその可変光学素子応用に関する研究」と題し、微小光学応用MEMS（微小電気機械システム、Micro Electro Mechanical Systems）素子の研究開発のために、限られた材料・プロセス選択肢を用いて極力多くの機能を集約的に設計する独自の手法を理論かつ実験により示したものである。また本論文は、関連する研究分野の背景、具体的な素子設計手法、製作手法、評価手法とともに実際の微小光学分野への応用実例を示し、本手法の効果を考察、結論において総括しており、全7章の和文で構成されている。

第1章は「序論」であり、本研究の背景技術について述べている。特に、MEMS技術の光ファイバ通信応用分野においては、低電圧駆動、耐衝撃性、温度特性、駆動特性の経時変化、プロセス時および使用時の素子固着耐性などの高度な要求に対し、構造に使用する材料とプロセスの制約が大きいことから、ひとつのデバイス・レイヤーや部品に複数の機能を集約する新たな設計手法が必要であることを述べるとともに、本論文の特色、研究の目的、意義、論文構成について説明している。

第2章は「電極機能を支持基板に集約したSOI-MEMSとそのVOA応用」であり、貼り合わせSOI基板のシリコン層と基板をマイクロ加工して、限られた2層の中にミラー、サスペンション、静電駆動機構等の機構と、低電圧駆動化、温度依存性の抑制等の多数の機能を実装する設計・製作手法を述べており、実際に光ファイバ可変減衰器に応用するための方法と素子特性の評価結果を示している。

第3章は「浮島構造型ストッパを支持基板に集約したSOI-MEMSとそれを用いた光可変減衰器の信頼性改善」であり、第2章で説明した光可変減衰器のMEMS素子内の基板に、周囲から電氣的に絶縁された構造を設けることで、静電プルインにとまなう駆動特性のヒステリシスや電氣的短絡を防止し、かつ、

空気の粘性を効果的に活用したミラー振動の臨界制動が可能であることを実験により示している。

第4章は「自己組み立て機構を集約したSOI-MEMSによる垂直櫛歯型アクチュエータ」であり、第2、3章で説明したSOI基板によるミラーの面外駆動範囲を拡大する手法として、基板上下方向にオフセットを設けた垂直櫛歯型の静電駆動電極を形成する手法を説明している。従来手法ではオフセット付き櫛歯電極を形成する際に、エッチング加工を2回以上繰り返す必要があったが、本論文では液体の表面張力を活用した自己組立手法を新たに提案し、それによって櫛歯オフセットを形成している。

第5章は「自己組み立て型垂直櫛歯型アクチュエータを用いた光コヒーレンス・トモグラフィ用光源」であり、第4章で説明したMEMS光スキャナの具体的な応用例として、その高速面外振動を利用した波長可変レーザーの外部共振器を構成し、光断層計測装置に実用化した手法を示している。

第6章は「考察：機能集約型SOI-MEMS設計の意義」であり、本論文で提案した機能集約型設計を、設計自由度と製作プロセス安定度の観点から説明している。特に、限られた構造総数のなかで低電圧駆動、静電プルイン防止、短絡防止、スティクション防止、リングング防止、耐衝撃性能、変位拡大、高速化などの様々な特性を実現する効果について考察している。

第7章は「結論」であり、本論文で示した研究成果を総括している。

以上これを要するに、本論文は限られた材料とレイヤー数、プロセス種類を最大限に活用して、ひとつの構造に複数の機能を集約することで、素子設計自由度の確保とプロセス安定度の改善を同時に実現する新たな機能集約型のMEMS設計手法を提案し、実際に本手法を用いて光ファイバ通信用の可変素子や光断層計測用の波長可変光源を製作し、その特性を評価することで本手法の有効性を示したものであり、電気工学に貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。