

## 審査の結果の要旨

氏名 中田 宗樹

本論文は「MEMS型全光給電・制御システムとその光ファイバ内視鏡応用に関する研究」と題し、微小電気機械システム（MEMS = Micro Electro Mechanical Systems）への電力の供給と制御信号の伝送、および、信号取得を双方向に行うための手法として、1本の光ファイバ中を伝搬する光を用いる技術を新たに提案したものであり、その応用形態として光ファイバ型の医療用内視鏡を具体例に取り上げ、光給電・制御光学系の構築方法、MEMS設計手法、製作技術、特性評価についてまとめたものであり、全7章より構成されている。

第1章は「序論」であり、MEMS技術の歴史を概観するとともに本研究の背景技術を述べている。特に、分散型センサとして利用が進められているMEMS技術の緊急の課題として、中央制御系から遠距離にあるMEMSへの効率よい電力供給方法と、MEMSからの信号取得の方法を調査研究してその問題を明らかにするとともに、解決方法として光ファイバを用いた**Power-over-Fiber**型の光給電方式と光信号取得方式を提案し、本論文の目的と研究の意義を提示し、かつ、本論文の構成について説明している。

第2章は「OCT内視鏡」であり、本論文が提唱するMEMS型全光給電・制御システムの応用例として、光干渉断層計測（OCT = Optical Coherence Tomography）原理に基づいた光ファイバ内視鏡の構成方法について述べている。この章では従来の電気配線によるMEMSへの給電方式について解説し、光ファイバを用いて給電・制御する本研究の方式によって、より高機能な光ファイバ内視鏡が構築可能であることを示している。

第3章は「OCT内視鏡用MEMSスキャナ」であり、光ファイバ型内視鏡に搭載する光スキャナの駆動方式として、通電加熱型、電磁駆動型、静電駆動型を比較検討している。また、光給電に適した駆動方法として垂直櫛歯型静電アクチュエータを利用した光スキャナの利点について説明し、その設計方法論について詳細に説明している。さらに本章では、シリコンマイクロマシニング技術を用いて静電駆動型の光スキャナを製作する方法について述べており、実際に試作して得られた静電駆動共振型の光スキャナの電気機械的特性について、

内視鏡応用の観点から報告している。

第4章は「光給電MEMSスキャナによるOCT測定」であり、第5章の予備実験として、第3章で製作したMEMS光スキャナを光給電によって駆動する方法について説明している。特に、給電光を駆動電圧に変換する光電変換素子の効率と等価回路モデルについて考察を加え、第2章で説明したOCT光学系に光電変換素子とMEMS光スキャナを組み合わせることで、光給電型の測定システムを構築し、生体試料から断面画像を取得することに成功している。

第5章は「MEMS型全光給電内視鏡」であり、実際に光ファイバ先端に直径6mmの透明な管を配置し、その中にMEMS光スキャナと光電変換素子、光軸合わせのためのレンズ系、ビームスプリッタ等を実装した光ファイバ内視鏡を構築して、生体試料の観察を行い、本研究が提唱する全光給電・制御型のMEMSシステムとしての評価を行っている。

第6章は「考察」であり、本研究が提唱する全光給電・制御型のMEMSの試作結果を、伝送電力、エネルギー効率、制御信号伝送速度、伝送距離、波長間クロストーク等の観点から総合的に評価したものであり、分散型の光ファイバを介したMEMSのためのエネルギー供給・信号伝達方式の適用範囲について示している。

第7章は「結論」であり、本論文で示した成果を総括している。

以上これを要するに、本論文は分散型または遠隔配置型のMEMSセンサ・アクチュエータシステムへのエネルギー供給、および、信号送信・受信に適した方法として、光ファイバを用いた全光型の光給電・光制御システムの構築方法を新たに考案するとともに、実際に同技術の応用例として光ファイバ型光干渉断層観察内視鏡システムをMEMS光スキャナと光電変換素子を用いて製作し、その特性を評価することにより、MEMSと光給電・光制御の整合性と応用範囲について実験的に検証したものであり、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。