

## 審査の結果の要旨

氏名 加藤康広

近年、脳など、生体の神経系と機械を直接接続し、その信号で外部機器を操作・制御しようとするシステムの研究開発が注目を集めている。その実現のためには、神経系の情報を長期間安定して計測できるインタフェース（電極）が必要不可欠であるが、莫大な数の神経細胞との入出力が必要であり、また、電極の刺入や留置による脳組織の損傷や神経細胞に対するダメージなどの問題により、未だ満足しうる性能を持つ神経電極の実現には至っていない。

本論文では多チャンネル化に加え、刺入と留置による脳損傷の抑制及び回復を指向した神経電極を提案し、上記の課題を解決し得る神経電極の提案と、その設計・試作を目的としたものである。

第一章は「序論」であり、近年 Brain-machine interface (BMI) 技術の発展してきた背景、脳と機械系を繋ぐ interface としての神経電極の開発の歴史と課題について述べ、これらから、現在、神経電極に要求されている性能について考察を行い、本研究の目的である「MEMS技術と Drug delivery system 技術を融合する事によって、刺入と留置による脳損傷の抑制及び回復の促進を指向した多チャンネル神経電極」の提案を行っている。

第二章は「20チャンネル型柔軟神経電極」であり、刺入による損傷と刺入後の位置ずれの軽減を目的とし、柔軟材料であり、生体適合性が高いと言われているパリレンCのみを材料として用いた20チャンネルの柔軟神経電極の設計と試作、およびその *in vitro*, *in vivo* における評価実験を行っている。

その結果、数チャンネルにおいて、ラットの脳皮質から、神経活動を検出する事が出来、従来報告の無かったパリレンCの単体で作成した電極での脳神経信号の検出が可能である事を示した。

第三章は「多チャンネル溝型柔軟神経電極」であり、MEMS技術による多チャンネル化（10チャンネル）と柔軟な材料を用いる事による脳組織への低侵襲化を図ると同時に、電極に構造を設置し、ここに固着させたマイクロスフィアから薬剤（NGFなど）を徐放させる事により脳組織の回復を促すことを指向した柔軟MEMS 神経電極の提案、試作、及び *in vitro* におけるマイクロスフィアからの薬剤徐放の評価、および、急性埋め込み実験による *in vivo* 評価を行っている。

その結果、*in vitro*実験において、NGF・マイクロスフィアからのNGFの徐放とその活性

保持が可能であることを示し、また、単チャンネルであるが、神経活動を計測し本章で提案した神経電極の実現可能性を示すことができた。

第四章は「スケルトン型柔軟電極」であり、留置後における脳への侵襲を小さくするために、神経電極の容積を装置・加工限界まで縮小し、電極の構造を計測に必要な金配線とパリレンC 絶縁層の骨格部分のみを残し、固着されたマイクロスフィアにより薬剤を徐放することで、脳組織の損傷軽減と損傷した脳組織の回復を図るという電極について、その提案と試作を行っている。結果としてMEMS 薄膜技術を用いた設計と試作を行い、微細なスケルトン構造が製作可能であることを示し、試作された構造が脳へ留置可能であることを示した。

第五章は「結論」であり、本論文の結果をまとめ、本論文で残された課題を論じ、その解決法について言及している。

以上、脳損傷の抑制と回復促進に必要な条件である、柔軟構造かつ薬剤徐放機構を有する多チャンネル神経電極の提案と試作により、その実現可能性を示した本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。