

平成 26年 8月 19日

豊橋技術科学大学長 殿

審査委員長 澤田 和明



論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。

記

学位申請者	藤城 彬史	学籍番号	第 085303 号
申請学位	博士(工学)	専攻名	電子・情報工学専攻
論文題目	埋め込み型低侵襲 Si マイクロプローブデバイスの開発に関する研究		
公開審査会の日	平成 26年 8月 4日		
論文審査の期間	平成 26年 7月 9日～平成 26年 8月 10日	論文審査の結果	合格
最終試験の日	平成 26年 8月 4日	最終試験の結果	合格
論文内容の要旨	<p>本論文は、ブレインマシンインタフェース (BMI) 技術への応用に向けたシリコン (Si) 結晶成長による低侵襲な刺入型電極アレイデバイスの形成技術、Si マイクロプローブの機械的特性、電気的特性、生理実験評価、また埋め込み型神経デバイス形成のためのパッケージング技術についてまとめられている。本論文は 6 章からなり、各章の構成は以下のとおりである。第 1 章は、序論として研究の背景と本論文の構成を記している。第 2 章は、Si マイクロプローブの形成に用いた vapor-liquid-solid (VLS) 結晶成長と Si マイクロプローブの機械的特性の評価について述べている。第 3 章は、これまでの VLS-Si マイクロプローブによる刺入型電極アレイの問題点を解決するための電極材料の検討とデバイス構造の提案及び製作プロセスについて述べている。第 4 章は、単一の神経細胞からの電位応答計測を目的としたデバイスの電気的特性評価とラット大脳皮質を用いた生理実験について記述している。また、侵襲性を確認するために実施した血管損傷と免疫反応評価も述べている。第 5 章は、VLS-Si マイクロプローブと信号処理回路との一体化が可能な埋め込みデバイスのパッケージング技術について記している。第 6 章は、本研究で得られた結果及び今後の展望についてまとめ、本論文の総括としている。</p>		
審査結果の要旨	<p>本論文は、脳神経科学や BMI 技術の応用に向けた埋め込み型低侵襲 Si マイクロプローブデバイスの開発に関して記したものである。本論文では、VLS 成長で形成した Si マイクロプローブをこれまでにない低侵襲な大脳皮質計測技術として提案し、まず直径が数μm の Si プロブの機械的特性の評価を基に皮質内への Si マイクロプローブの刺入の可能性を明らかにした。また、電気的低インピーダンス特性を示す電極材料の選定により、電極微小化に伴う重要な課題であった高インピーダンス化への問題を解決した。加えて、このような 3 次元的構造物である Si マイクロプローブアレイの集積化技術を確立し、ラット大脳皮質からの集合電位とスパイク信号の初めての計測を通して、これまでにない世界最細の神経電極技術の実現を示した。刺入型電極の重要な課題である侵襲性においては、直径が数十μm 以上の既存電極と比較して、Si マイクロプローブが組織反応を劇的に低減できることを免疫反応評価で明らかにした。さらに本論文では、複雑な大脳皮質の表面形状への追従と生体内への長期埋め込みの両方を可能とすべく信号処理回路基板の柔軟化を Si-MOSFET 技術を維持しつつ実現した点は、今後の埋め込み型低侵襲 Si マイクロプローブデバイスの方向性を示す重要な成果として評価できる。これらの研究成果は、英科学誌 Nature 系 Scientific Reports への掲載を含む学術論文と国際会議 IEEE MEMS で発表しており、関連分野で高い評価を得ている。以上により本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。</p>		
審査委員	澤田 和明	石田 誠	川島 貴弘
	河野 剛士	印	印

(注) 論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。