

平成 30年 2月 28日

豊橋技術科学大学長 殿

電気・電子情報工学専攻
学位審査委員会
委員長 大平 孝

論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	久保田 吉博		学籍番号	第 113313 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 電気・電子情報工学専攻 専攻	
博士学位 論文名	Nanoscale-tipped microwire array devices for <i>in vitro</i> and <i>in vivo</i> intracellular applications (ナノプローブアレイデバイスの製作と <i>in vivo</i> および <i>in vitro</i> 細胞内応用 に関する研究)			
論文審査の 期間	平成 30年 1月 18日 ~ 平成 30年 2月 28日			
公開審査会 の日	平成30年 2月13日	最終試験の 実施日	平成30年 2月13日	
論文審査の 結果※	合格		最終試験の 結果※	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士學位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	澤田 和明			
委員	沼野 利佳		河野 剛士	
		印		印
		印		印

※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。

論文内容の要旨

脳神経科学、医療分野において細胞内の信号計測のみならず細胞内への薬理投与を可能とする細胞内計測手法は神経回路網の研究において非常に重要な手法である。しかしナノスケールの電極による既存の細胞内用デバイスは、製作手法の制約からその電極長は10 μm 以下に留まり、厚みのある脳スライスや生体内 (*in vivo*) 脳組織などの組織深部に位置する細胞への応用が不可能であった。本論文「ナノプローブアレイデバイスの製作と*in vivo*および*in vitro*細胞内応用に関する研究」は、これらの問題を解決する長さ100 μm 以上のナノプローブアレイ電極デバイスの製作技術の確立し、既存のナノ電極デバイスでは実現できなかった*in vivo*および生体外 (*in vitro*) 細胞内計測の実現性を示したものである。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章では、序論として細胞内電極デバイス技術の背景を述べると共に本論文の構成を記している。第2章では、半導体シリコンマイクロプローブ結晶成長技術ならびにそのプローブ先鋭化技術について述べ、第3章ではデバイスの設計指針、製作に必要な要素技術を確認し、細胞内電位計測応用としてナノスケール先鋭化マイクロプローブアレイ電極デバイスを製作している。第4章では、第3章で製作した電極デバイスの電気的特性を評価し、目的とする細胞内電位計測の実現性を示すと共に、第5章では、マウス筋細胞からの*in vitro*細胞内電位計測およびマウス脳からの*in vivo*細胞内電位計測を実施し、それぞれの細胞内計測においてその実現性を証明した。また、細胞外電位計測の可能性も併せて示した。第6章では、ナノスケール先鋭化マイクロプローブアレイ電極デバイスのもう一つの応用として*in vivo*におけるDNA導入技術を提案し、マウス脳組織へのDNA導入技術に成功している。最終章では、本研究で得られた知見、および本デバイスの今後の展望を示し、本研究の総括としている。

審査結果の要旨

脳神経科学における電気生理学的細胞内計測手法は、その細胞外計測と比べて得られる細胞信号が大きく、さらにシナプス後電位といった細胞外では計測できなかった多くの細胞の情報を得ることができる。しかし、既存の細胞内用のナノスケール電極は、その製作手法から長さが10 μm 以下に留まり、脳スライスや*in vivo*脳などの組織中の神経回路網を維持した細胞に対する計測が不可能であった。この技術的課題を解決するものとして、申請者は、本研究において長さが100 μm 以上のナノプローブ電極アレイを提案し、そのデバイス設計、製作技術の確立、デバイスの特性評価および動物実験によるデバイスの有用性を評価した。本研究の顕著な成果として、申請者は、半導体シリコン結晶成長技術と微細加工技術により既存デバイスの10倍以上の長さの高アスペクト比ナノプローブ電極アレイの3次元集積化プロセス技術を確認し、細胞内計測に必要な電極の機械的強度および電気的インピーダンス特性を実現すると共に動物実験としてマウス筋細胞からの細胞内電位計測の実証した。さらに既存の細胞内電極では実現不可能であった*in vivo*におけるマウス脳からの細胞内電位計測に成功した。以上の成果はそれぞれ高く評価できる。また申請者は、今回提案した細胞内電極デバイスをDNA導入応用に展開し、既存のDNA導入法では実現できなかった脳深部の細胞に対する局所的かつ位置選択的なDNA導入を*in vivo*におけるマウス脳を用いて実証した。これらの研究成果は、学術的・工学的に高く評価できるだけでなく、既存の細胞内計測技術の問題点を解決するデバイスとして、脳神経科学からも高く評価できる。以上を総括して本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)