

2022年 11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

石川靖彦



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	安永 弘樹		学籍番号	第 153278 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	
博士学位論文名	脳内埋込み可能なマイクロLED神経プローブ技術の確立 (Brain-Implantable MicroLED Neural Probe Technology)			
論文審査の期間	2022年 10月 6日 ~		2022年 11月 28日	
公開審査会の日	2022年 11月 28日	最終試験の実施日	2022年 11月 28日	
論文審査の結果*	合格		最終試験の結果*	合格
<p>審査委員会(学位規程第6条)</p> <p>学位申請者にかかる博士学位論文について、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。</p> <p>委員長</p> <p>澤田 和明 </p> <p>委員</p> <p>石川 靖彦  印</p> <p>柴田 隆行  印</p> <p>関口 寛人  印</p>				

※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

脳神経活動の仕組みを理解するために、光で神経活動を操作する光遺伝学技術が活用されている。これまで脳への光照射には光ファイバが用いられてきたが、複数箇所同時照射や計測技術との集積化が求められることから近年LEDを集積したプローブの開発が行われている。しかし、LED駆動時の素子の温度上昇により脳損傷や脳刺激を引き起こす外乱となる懸念があり、計測点での温度のモニタリングが研究課題となっている。

本論文は、全6章で構成されている。第1章は研究の背景、研究目的と学位論文の構成を述べている。第2章では、マイクロLEDプローブのプロセス技術の基礎や評価手法について説明している。第3章では、LEDプローブの作製技術と作製したプローブ特性を説明している。さらに、光照射時の温度上昇抑制のために発光効率の改善による駆動電流の減少を目標として、銀ミラー構造の導入によるLEDの高効率化について述べている。第4章では、開発したLEDプローブを用いて大気中及び脳内での温度上昇特性を評価するとともに、LED温度特性に着眼した新たな脳内温度モニタリング手法を提案し、その有効性を示している。第5章では、*in vivo*実験において必須となる温度上昇を抑えた光照射条件下にて、神経活動に介入できることを実証している。第6章では、全体を総括して、提案する手法の将来課題に言及している。

審査結果の要旨

選択的な神経活動への介入を実現する光遺伝学技術における新たな光照射技術として、複数箇所同時照射が容易で既存技術との組み合わせが可能なLEDを集積したプローブの開発が行われてきた。しかし、LED駆動時の素子の温度上昇により脳損傷や脳刺激を引き起こす懸念があるため生命科学研究への応用には課題があった。本論文は、この問題を解決することを目指したものである。

LED自体の温度上昇を抑えるために、LED素子の裏面に金属ミラーを形成することを提案して、発光効率を1.8倍に改善することに成功した。その結果、低電流駆動で同一の発光出力が得られることで、脳内環境に影響を与えない低発熱での光照射ができることを実証した。

また、これまで光遺伝学技術による光照射時において、LEDに隣接した温度センサでは実際の光照射部の正確な温度を計測することができなかった。そこで、本論文ではLEDの電流-電圧特性に着眼した脳内での温度評価方法を提案し、脳内刺入時におけるLED発光点近傍の温度をリアルタイムに正確にモニタリングすることを実現した。さらに、温度上昇を抑えた光照射条件下で効果的に神経活動に介入ができることを実証した。

これら一連の成果は、LEDデバイスによる新たな生命科学分野への応用技術として高く評価できる。

以上より、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値を有するものと判断した。

(各要旨は1ページ以上可)