

平成28年2月29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 長尾 雅行

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	高橋 聡		学籍番号	第 115205 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	半導体技術と電気化学センサ技術を融合した増幅型酸化還元センサに関する研究 (A study on an amplified redox sensor integrated with semiconductor technology and electrochemical sensor technology)			
論文審査の 期間	平成28年 1月 28日 ~ 平成28年 2月 29日			
公開審査会 の日	平成28年 2月 23日	最終試験の 実施日	平成28年 2月 23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	石田 誠			
委員	櫻井 庸司			
	澤田 和明			

*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

本論文は、小型・簡易なシステムで低濃度の化学物質計測を行うために半導体集積回路技術と電気化学センサ技術を融合することにより、現場計測（オンサイトモニタリング）に適した低雑音の特徴を持つ増幅型酸化還元センサを実現したことを述べたものである。本論文は全6章から構成されている。第1章では、電気化学センサの現状を概説し、現場計測に向けた集積化電気化学センサの必要性を述べた後、本研究の目的を記している。第2章では、申請者が採用した電気化学センサである酸化還元センサの動作原理について記述し、酸化還元センサの現場計測応用のための課題について述べている。第3章では、増幅機能を内蔵した酸化還元センサをシリコンチップ上で実現するためのセンサ構成と、実際に製作したチップの評価結果を述べている。さらに製作した増幅型電気化学センサの問題点についても言及している。第4章では、明らかになった問題点を解決するための新たな素子構成の提案とその雑音特性を評価し、実際にフェロシアン化カリウムの検出限界が向上できたことを実験的に示している。第5章ではそのセンサがバイオ計測に応用可能であることが記述されている。最後に第6章で本論文を総括している。

審査結果の要旨

センサは、インターネットにすべてのものがつながり（IoT: Internet of Things）、大量のデータ解析に基づくビッグデータビジネスの情報の入口として重要な基盤技術である。特に実空間に埋め込まれる様々なセンサを活用することは、災害リスク、環境汚染、高齢化社会に向けた健康リスクなどをはじめとする様々な地球的課題解決に資すると考えられる。本論文で検討を行った酸化還元センサは医療分野や環境分野などにおいて将来重要になってくる社会的課題解決に必要な化学センサとして期待されている。酸化還元センサの出力は電流信号であり、センサチップ自体を小型化すると出力電流値が減少するという宿命的な課題が存在していた。また高感度な計測を行うためには、低雑音で微小電流を測定可能できる高価なシステムで信号を読み出す必要があり、装置の小型化が必要な現場計測応用に向け課題が存在していた。本論文では、半導体技術と電気化学センサ技術を融合させることによりこれらの課題の解決を目指したものである。具体的には、酸化還元センサ直下にセンサ出力電流を低雑音で直接増幅できるバイポーラトランジスタを内蔵させることを提案し、実際に酸化還元センサからの出力電流を増幅し出力できることを実証している。さらにセンサからの信号の雑音特性を評価し、作製した増幅型酸化還元センサの最低検出感度が向上することを実験的に示している。以上の結果は、低雑音で増幅した信号がセンサチップから出力できることを示しており、簡易な計測システムで高感度に現場計測ができる可能性を示したものである。本研究結果は現在世界中で関心が集まっているトリリオンセンサネットワーク（様々な種類の1兆個のセンサを実空間に配置したセンサネットワーク）を実現するための重要なブレイクスルーをもたらすものと確信する。また実際に本センサをバイオ計測用途に適用できることを実証し、生化学分野でも実際に活用できることを示している。これらの研究成果は、学術的、工学的に高く評価できる。以上より、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。

(各要旨は1ページ以上可)