



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	The Functionalization of Surface Modified Silicon [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	魯, 旭
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第12017号
Issue Date	2015-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59908
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Lu_Xu_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 魯旭

審査担当者 主査教授 米澤 徹
副査教授 岩井 一彦
副査准教授 Kevin C.-W. Wu (国立台湾大学)

学位論文題名

The Functionalization of Surface Modified Silicon

(表面修飾したシリコンの機能化)

本論文は、表面修飾したシリコン材料の機能化に関する研究、特に光学的応用についてまとめたものであり、その簡便かつ均一な修飾方法を提案し、その構造を解析したのち、得られた修飾構造体の蛍光特性ならびに THz 特性について検討を行った。特に、銅をスパッタリングによって薄膜として表面に付けた場合に有効な特性が得られることを明らかにしている。本論文は、ナノ材料の光学特性の制御に学術上・実用上重要な知見を多く含み、示唆を与えるものである。このたび、本論文の審査を終えて、その結果をここに報告するにあたり、最初に各章の内容を以下に簡単に要約する。

第1章では、シリコンの表面修飾による材料の機能化に関する重要性について述べている。シリコンは地球上に豊富に存在する元素であり、現在の産業の礎になった重要な材料である。その表面を修飾して機能化することにより、シリコンの新しい応用可能性を切り拓くことができると期待され、これまでも多くの研究がなされてきた。そこで、それらの問題点を説明し、このシリコンの秩序だったポーラス化を簡便な電気化学的手法で確立させ、得られたポーラスシリコンの蛍光発光の安定性などの光学特性の向上を研究の課題と位置づけた。

第2章では、カラム型ポーラスシリコン (PSi) の作製法とその生成メカニズムについて詳細に検討した結果について述べている。従来の電気化学的陽極酸化法では、秩序のないポーラス構造が得られたが、従来法に対し、酸化剤の添加によって、陽極酸化法により制御されたカラム型ポーラスシリコンの作製を行うことができ、そのメカニズムについて検証した。

第3章では、カラム型 PSi に関する蛍光消光の問題を解決するために、カラム型 PSi への銅薄膜スパッタ修飾による蛍光安定性の向上について述べている。PSi の表面にさらに、銅をスパッタしたとき、PSi からの蛍光特性が向上することを述べている。また Cu/PSi を HF 処理したり、熟成させることで、安定な蛍光中心を作ることにも成功して、そのメカニズムについて述べている。そして、複数の波長の蛍光発光が Cu/PSi 複合体から見られることを見出し、表面構造の制御により、蛍光発光中心を分けることも可能とできたとおべている。その複数の波長での発光メカニズムについても詳細に述べている。

第4章では、銅薄膜を乗せたカラム型 PSi の金属-半導体界面による THz 発光の強度向上について述べている。酸化銅/金銅薄膜からの THz 発光をカラム型 PSi を用いて検証した。PSi 基板からの光の反射も抑えられ、また、カラム型 PSi からの THz 発光は Si 基板からのものよりも大きくすることができた。

最後に第 5 章では、これらの研究成果をまとめて得られた重要な知見を総括するとともに、本研究の将来への可能性について簡潔に述べた。これらの結果は、シリコンをベースとした光学デバイス、THz デバイスの開発への重要な指針となりうることが示された。

以上要するに、本論文の著者は、シリコンのポーラス化によるカラム型 P_{Si} の構築法の確立ならびにスパッタリングとの併用による新しい光学デバイスの作製を行い、学術上きわめて重要な示唆と知見を得た。これらの成果は新規シリコン材料の可能性を引出しており、材料科学分野の発展に対して貢献すること大なるものがある。よって、本論文の著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認められる。