

審査の結果の要旨

氏名 蕭逸華

シリコンフォトニクスは、将来の情報処理機器に求められる高速高密度光配線を有する光電子集積回路を実現するための基盤技術として注目を集めており、シリコン系材料を用いた各種光学素子の研究開発が進展している。光配線の基本素子である光源や光増幅器についても、シリコン系材料を用いた素子の実現が強く望まれている。本論文は「**Design and Characterization of Silicon Photonic Crystal Waveguide for Optical Amplifier using Raman Scattering** (ラマン散乱効果を用いた光増幅器に向けたシリコンフォトニック結晶導波路の設計と評価に関する研究)」と題して、シリコンアクティブ光素子を実現する機構の一つであるラマン散乱効果に着目し、その効果を増強するためのフォトニック結晶導波路の設計とその実験的評価を論じており、7章から構成され、英文で書かれている。

第1章では、「**Introduction**」と題して、シリコンフォトニクスにおける光源・増幅器技術に関する背景を論じた後、本研究の目的を示している。

第2章では、「**Raman Scattering in Silicon**」と題して、シリコンにおけるラマン散乱の基本的な理論を概説し、シリコン細線導波路を用いたラマンレーザ・光増幅器の関連研究を紹介している。

第3章では、「**Photonic Crystal Structures and Their Application for Enhancing Raman Scattering**」と題して、ラマン散乱効果を高めるための構造であるフォトニック結晶およびフォトニック結晶導波路に関する基本を概説するとともに、その設計に必要な数値計算手法を述べる。また、フォトニック結晶構造におけるラマン散乱に関する過去の研究を紹介し、課題を明確にしている。

第4章では、「**Design of Silicon Photonic Crystal Slow-Light Waveguides for Raman Amplifier**」と題して、ラマン増幅器の実現に向けたシリコンフォトニック結晶導波路の設計について述べられている。まず、設計指針として、素子を利用する観点から高い外部結合効率を可能にする導波モードを利用すること、同時に、導波モードの群速度や分布で決まるラマン利得増強因子を高めることが重要であることが議論されている。つづいて、この指針に基づく設計結果が報告されている。特に円孔形状変調型シリコンフォトニック結晶導波路では、従来構造と比べて100倍以上のラマン利得増強因子が実現できることを報告している。

第5章では、「**Basic Characterizations of Silicon Hole-Shape Modulated Photonic Crystal Waveguides**」と題して、シリカクラッド円孔形状変調型シリコンニック結晶導波路の基礎光学特性の評価結果を示している。外部ファンドリサービスを用いた試料作製に、測定評価光学系について述べた後に、円孔形状変調型シリコンニック結晶導波路の電子線顕微鏡像、透過特性を示している。また比較用に作製された標準的フォトニック結晶導波路の特性についても議論している。

第6章では、「**Observation of Raman Scattering in Silicon Hole-Shape Modulated Photonic Crystal Waveguides**」と題して、シリカクラッド円孔形状変調型シリコンニック結晶導波路における連続光励起のもとでのラマン散乱の測定結果について論じられている。比較的低い励起強度でのラマン散乱光強度の励起波長依存性から、低群速度領域で信号強度が増大することが明瞭に観測されている。さらに、光増幅のための基礎となる誘導ラマン散乱の発生を示す、励起強度に対してラマン散乱強度の非線形な増大を観測することにも成功している。実験結果の解析から、シリカクラッド円孔形状変調型シリコンニック結晶導波路では、先行研究に比べて10倍程度の利得が得られる可能性があることを示している。さらに、光増幅器への第一歩として、励起光と同時にラマン散乱光の波長の信号光を入射し、その増幅実験についても報告している。

第7章では「**Conclusions and Future Outlook**」と題して、各章の主要な研究成果を総括し、本論文の結論及び将来展望について述べている。

以上、これを要するに、本論文は、ラマン散乱効果を用いたシリコン能動光素子の実現に向けて、シリコンフォトニック結晶導波路の新たな構造を提示するとともに、その有効性を実験的に示したものであり、電子工学に貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。