

平成23年8月29日

豊橋技術科学大学長 殿

審査委員長 福田 光男



論文審査及び学力の確認の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。

記

学位申請者	弥生 宗男	報告番号	第 229 号
申請学位	博士(工学)	専攻名	電子・情報工学専攻
論文題目	2次元磁性フォトニック結晶を用いた光サーキュレータの形成とその特性に関する研究		
公開審査会の日	平成 23 年 8 月 29 日		
論文審査の期間	平成23年7月14日～平成23年8月29日	論文審査の結果	合格
学力の確認の日	平成 23 年 8 月 29 日	学力の確認の結果	合格
論文内容の要旨	<p>本研究は、2次元磁性フォトニック結晶(2D-MPC)を用いた光導波路サーキュレータについて、実際に形成できる構造をもつ素子の理論的探索を行うと共に、その設計指針に基づいた素子の作製と特性の評価を行ったものである。第1章では、研究の背景と目的、研究の概略について述べている。第2章では、ビスマス置換イットリウム鉄ガーネット(Bi:YIG)を用いた1次元磁性フォトニック結晶(1D-MPC)の形成と特性について、理論・実験の両面から詳細に調べ、理論的特性に定量的に合致する1D-MPCが得られることを示している。またその特性の電子的制御を目的として、磁歪アクチュエータの組み込みが有効であることを示している。第3章では、2D-MPC光サーキュレータについて、シンプルな構造を有するものを理論的に探索し、2次元フォトニック結晶(2D-PC)内に1つの磁性ガーネット欠陥層を導入することで光サーキュレータ動作が得られることを示している。第4章では、この理論的に設計した2D-MPCを実際に作製するため、アルミニウム陽極酸化反応を利用した2D-PCの形成と特性について述べ、プリトリガ陽極酸化法が構造の揃った2D-PC形成に有効であることを示している。第5章では、構造がよく揃った2D-MPCを得るため、集束イオンビーム加工(FIB)とリアクティブイオンエッチング法(RIE)を用いて、SOI(Si on Insulator)ウェハに光導波路と2D-PCを形成し、これをベースにした2D-MPC光サーキュレータ形成について述べている。この章では、RIEで導波路外形を形成し、FIBによる孔加工で2D-PCを形成した。この基本構造にFIBマイクロサンプリングプローブを用いてBi:YIG薄膜から切り出した磁性体ナノロッドを埋め込むことにより、第3章で設計した構造に合致する素子が得られることを示している。また理論解析から、この構造の素子特性を向上させるための手法についても言及している。第6章では全体を総括している。</p>		
審査結果の要旨	<p>本研究は、2次元磁性フォトニック結晶(2D-MPC)を用いた光導波路サーキュレータについて、実際に形成できる構造の理論的探索と、その結果を指針とした素子の形成と特性の解明を行ったものである。</p> <p>2D-MPC形成に先立ち、1次元体について理論的・実験的研究を行い、フォトニック結晶構造の導入で磁気光学効果が大幅に増大できること、また理論解析結果と実験結果とが定量的に合致することを世界で初めて示している。この結果は国内外を通じて極めて高く評価され、現在ではmagnetophotonicsという新しい分野形成につながっている。この結果を踏まえ、できるだけ構造の簡単な2D-MPC光サーキュレータを理論的に探索し、1つの磁性ガーネット欠陥層を導入した2D-MPCで光サーキュレータ動作が得られることを世界で初めて報告している。この理論的指針に基づき、自己組織化法や、FIBとRIEとを組み合わせた手法を駆使して、理論解析で示された構造の実現を試みている。特にFIB-RIEを組み合わせた手法にマイクロサンプリング法によるナノ構造マニピュレーションを組み合わせ、本研究で設計した通りの2D-MPCの作製に成功している。このような素子は国内外を通じて未だ実現されておらず、実際の素子形成に向けた基礎的知見として高く評価される。これらの結果は、J Appl. Phys.などの学術論文誌や国際会議発表論文に掲載され、その評価は高い。</p> <p>以上により、本論文は、博士(工学)の学位に相当すると判断した。</p>		
審査委員	福田 光男  岡田 浩 	松田 厚範  印	井上 光輝  印

(注) 論文審査の結果及び学力の確認の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。