

氏名(国籍)	カトフ レドワン (モロッコ)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第3919号		
学位授与年月日	平成18年3月24日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	数理物質科学研究科		
学位論文題目	Studies on Polymetric Multilayer Fabrication and Application to Photonic Devices (高分子多層膜の作製とフォトニックデバイスへの応用に関する研究)		
主査	筑波大学教授	工学博士	谷田貝 豊彦
副査	筑波大学教授	理学博士	青木 貞雄
副査	筑波大学教授	工学博士	浅川 潔
副査	筑波大学助教授	工学博士	伊藤 雅英
副査	慶応義塾大学教授	工学博士	梅垣 真祐

論文の内容の要旨

一次元のフォトニック結晶である光学多層膜は、光デバイスの重要な要素となっている。本研究では、この光学多層膜を、高分子材料でしかもスピコーティングという比較的簡便な方法で作成する手法を検討し、これを用いた、光変調デバイスへの応用研究を行った。

まず、高分子材料による光学多層膜の作製に関しては、高い光学特性を有し安定な膜構造が実現できるために、屈折率差の大きい2種類の高分子材料の組み合わせの探索、スピコーティングを安定に行えるための溶媒の研究を行った。特に、多層膜の形成については、下層の材質・溶媒の組み合わせにより上層の溶媒が下層に浸透する効果が現れることがあり、実験的に、溶媒に選択やその濃度などを最適に選択する必要があった。種々の条件下での膜の安定性、散乱特性の評価等も行った。材料系の選択により、スピコーティングにより、30 nmの膜厚制御が可能であることも示した。最終的に、PVK (poly(vinyl carbazole)), PAA (poly(acrylic acid)) を選び、多層作製に成功した。35層の積層により、反射率95%を得た。

高分子多層膜デバイスに関しては、二種類の構造を検討した。第一には、多層膜を作る二種類の高分子の一方に非線形光学色素をドーピングする方法であり、第二には、多層膜の共振器構造に不純物層を導入する方式である。

第一の構造を持つ光学多層膜構造の電気光学変調デバイスに関しては、低屈折率材料であるPAAに色素DR1をドーピングさせた材料と高屈折率材料のPVKにより多層膜を作り、100V/μmで30%の透過率変調に成功した。

全光型の変調器の関しては、三次の非線形光学効果をもつ高分子として、Styryl9MをPVKとPAAの両者にドーピングして多層膜を作り、さらに、この多層膜中に欠陥層として、高分子 poly-oreng-tom-1を導入した構造を作製した。高分子多層膜中に欠陥層を導入すると、多層膜の不透明領域(バンドギャップ領域)に非常に先鋭な透過バンドが発生することが知られているが、このような非線形光学材料による多層膜構造を作製すると、外部光により透過バンドの位置がシフトすることが予想される。本研究では、これを実験的に

示した。また、この透過バンドのシフトによる透過率変調は、 3 kW/cm^2 の入力光に対して、44%であった。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究では、高分子の多層膜構造をスピコーティング法で精密に作製する手法の実験的研究と、この手法を用いて作製された超高速の全光型光変調デバイスの作製・評価に関する研究である。まず、共振器構造が作成可能な光学高分子材料系探索し、安定な薄膜構造が作製できる組み合わせを求め、実用的に十分な反射率の構造を作製する技術の開発を行った。次に、光変調が可能な色素をドーブした膜をこの共振器構造に入れ、電気的な変調および光学的な変調が可能であることを示した。このように、本論文では、高分子多層膜を用いた能動デバイスを主に実験的手法により研究し、光通信や光情報処理などに応用が期待されている超高速フォトニックデバイスに重要な知見を与えた点が高く評価される。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。