

反応性ヘリコン波励起プラズマスパッタ法による SiO₂/HfO₂ 誘電体分布ブラッグ反射鏡の作製

Preparation of SiO₂/HfO₂ dielectric distributed Bragg reflectors using the reactive
helicon-wave-excited-plasma sputtering method

東北大多元研¹・院工² °嶋 紘平¹, 粕谷 拓生^{1,2}, 小島 一信^{1,2}, 秩父 重英^{1,2}

IMRAM¹ and Dept. Appl. Phys.², Tohoku Univ.

°K. Shima¹, T. Kasuya^{1,2}, K. Kojima^{1,2}, and S. F. Chichibu^{1,2}

E-mail: kshima@tohoku.ac.jp

【はじめに】半導体微小共振器中の励起子ポラリトンを利用したコヒーレント光源（ポラリトンレーザ）は、発振に必要な閾値電流密度が非常に小さいため省エネ光源として有望である[1]。なかでも、ZnO を活性層とするポラリトンレーザは、紫外線を呈するとともに、ZnO の高い励起子束縛エネルギー（59 meV）に基づいて室温で動作する可能性がある[2,3]。平行平板型の微小共振器を用いたポラリトンレーザ構造において励起子と光子の相互作用を強めるためには、高い反射率を有する分布ブラッグ反射鏡（DBR）を作製する必要がある。我々は、少ない層数で高い反射率と広いストップバンド幅を実現できる SiO₂/ZrO₂ 誘電体多層膜 DBR を、独自の製膜手法である反応性ヘリコン波励起プラズマスパッタ（R-HWPS）法により形成してきた[4]。前回の講演[5]では、R-HWPS 法により製膜した HfO₂ が ZrO₂ と同等の高い屈折率（波長 366 nm において $n = 2.16$ ）および高い膜の平滑性（RMS 粗さ: 0.6 nm）を有すること、さらに HfO₂ の吸収端が ZrO₂ よりも短波長側（ZrO₂: 235 nm, HfO₂: 216 nm）に存在することを示した。本講演では、SiO₂/HfO₂-DBR の紫外線領域における反射・吸収等の光学特性を SiO₂/ZrO₂-DBR と比較評価する。

【実験と結果】R-HWPS 法[3]により無アルカリガラス（AN100）上に SiO₂/HfO₂-DBR を形成した。HfO₂ 製膜時には、膜の表面粗さを低減するために基板加熱を行った。Fig. 1 に、R-HWPS 法により形成した SiO₂/HfO₂ DBR（8 ペア）および SiO₂/ZrO₂ DBR（12 ペア）のパワー透過スペクトルを示す。いずれも ZnO の B 励起子共鳴波長（366 nm）において 1.6% 以下の透過率を呈した。また、HfO₂ の吸収端波長が ZrO₂ よりも短波長である（ZrO₂: 235 nm, HfO₂: 216 nm [5]）ことから、SiO₂/HfO₂ DBR は波長 310 nm 以下の透過帯域において SiO₂/ZrO₂ DBR よりも高い透過率を示した。講演では、反射・吸収・散乱などの光学特性についても議論を行う。

【謝辞】本研究に協力いただいた菊地清助手に感謝します。本研究は、附置研アライアンス、キャノン財団および科研費(研究活動スタート支援 17H06514 他)の援助を受けた。

【文献】 [1] Imamoglu *et al.*, PRA **53** (1996) 4250. [2] Zamfirescu *et al.*, PRB **65** (2002) 161205(R), 秩父他, SST **20** (2005) S67 等. [3] Shimada *et al.*, APL **92** (2008) 011127, Chen *et al.*, APL **94** (2009) 061103 等. [4] 秩父他, APL **88** (2006) 161914. [5] 嶋, 秩父他, 2018 年春季応用物理学会 18p-E201-7.

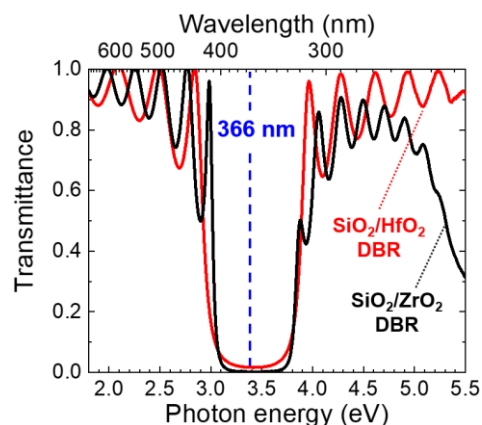


Fig. 1. Transmittance spectra of SiO₂/HfO₂- and SiO₂/ZrO₂-DBRs prepared by the R-HWPS method.