

円筒型誘電体メタサーフェスにおける完全電気・磁気ミラーの切替

Switching of perfect electric / magnetic mirror in cylindrical dielectric metasurface

阪大院工¹, 阪大フォトニクスセ² ○(M2)川島 一祥¹, 高原 淳一^{1,2}Grad. School of Eng, Osaka Univ.¹, Photonics Center, Osaka Univ.²,○Kazusa Kawashima¹ and Junichi Takahara^{1,2}

E-mail: takahara@ap.eng.osaka-u.ac.jp

磁気ミラーは既存の金属ミラーである電気ミラーと異なり、Fig.(a)に示すような反射時における磁場の位相反転を示す^[1]。理論的には電場の反射位相が $\pm\pi$ で完全電気ミラー、0で完全磁気ミラーを実現できる。また、磁気ミラーは電界増強効果や磁気シールドとして応用が期待されている。誘電体メタサーフェスを用いた完全磁気ミラーが反射波の位相を制御することによって実現されている^[2]。誘電体メタサーフェスを用いた光波の動的な位相制御が近年報告されており^[3]、多重極子の位相制御により2種類のミラーを単一波長で切り換えることができれば電磁場操作の更なる発展が期待できる。

これら2種類のミラー実現のために、我々はMie共振によって励起される双極子モードによる位相変化に着目した。Mie共振とは光の波長と同程度の大きさの構造内に誘起される共振現象であり、高屈折率誘電体ナノ構造は共振器として動作する。更に我々は、単結晶シリコンメタサーフェスの上に二酸化バナジウム(VO_2)層を加えた構造(Fig.(b))を用いることで、単一波長における動的な電気・磁気ミラーの切替を試みた。 VO_2 は転移温度 68°C で金属-誘電体相転移を生じる相転移材料としてよく知られている。この特性を利用し、単一波長において温度変化による電気・磁気ミラーの切替ができるメタサーフェスを設計することが本研究の目的である。反射光の電場位相(Fig.(c))において、緑の領域が磁気ミラーを示し、それ以外は電気ミラーを示す。ここで、点線($D=600\text{nm}$)に注目すると、 VO_2 の誘電体相(25°C)で磁気ミラー、金属相(75°C)で電気ミラーとして動作することがわかる。

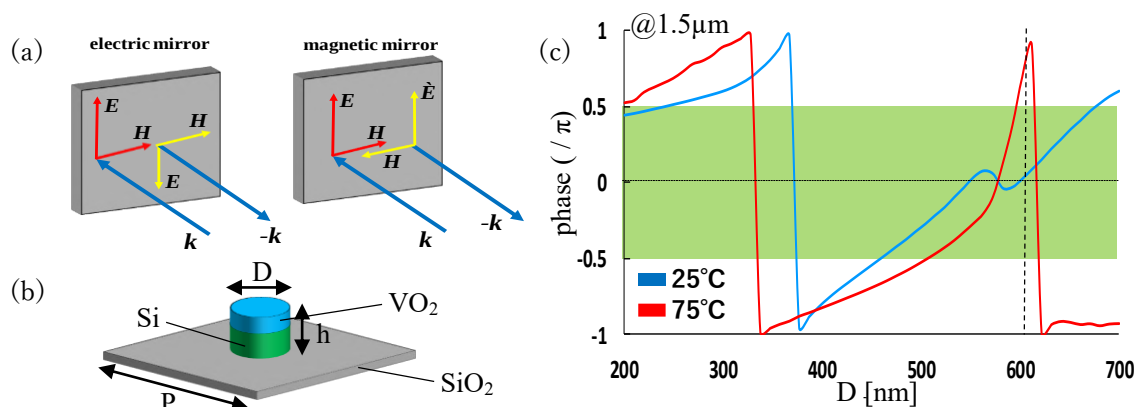


Figure (a) schematic of electric/magnetic mirror, (b) schematic of the proposed nanostructure, (c) phase state of reflected electric field at 25°C (blue) and 75°C (red) at $1.5\mu\text{m}$.

[1] A. S. Schwanecke *et al.*, J. Opt A. Pure Appl. Opt. **9** L1 (2007).

[2] P. Moitra *et al.*, ACS Photonics **2**, 692 (2015).

[3] H. Takase *et al.*, Appl. Phys. Express **14**, 032007 (2021).