

導波モード共振を用いたサブ波長格子偏光ビームスプリッタ

Subwavelength Grating Polarization Beam Splitter

Using Guided-mode Resonance



東大院工¹, 東大先端研² (DC)°増井周造¹, 門屋祥太郎², 道畑 正岐¹, 高橋 哲²

The Univ. of Tokyo¹, Research Center of Advanced Science and Technology²,

°(DC)Shuzo Masui¹, Shotaro Kadoya¹, Masaki Michihata², Satoru Takahashi²

E-mail: masui.s@nanolab.t.u-tokyo.ac.jp

光の波長よりも微細なサブ波長周期の格子構造において、回折光が導波モードに結合することで励起される導波モード共振[1]は、反射型の波長フィルタ、バイオセンサなどへの応用が盛んに研究されている。さらに近年、R. Magnusson らによって、新たにサブ波長格子による偏光分離機能が報告されており、吸収が無く入射角を設計可能な偏光ビームスプリッタ (Polarization Beam Splitter, PBS) の実現が注目されている[2]。しかし、先行研究においては、サブ波長格子の設計を数値最適化によって行っており、電磁波シミュレーションにおける高い偏光分離機能(消光比 $> \sim 40$ dB)の物理的なメカニズムが明らかでないといった問題点があった。そこで、本研究では導波モード共振と薄膜多重干渉を組み合わせ、サブ波長格子の偏光分離メカニズムの解明を行った。

本研究では、偏光分離を実現する具体的なサブ波長格子 PBS のモデルとして、Fig. 1(a)のような単層格子に注目した。入射光の TE 偏光成分は従来のモデル通り導波モード共振によってほぼ 100% 反射されるとした。そして、TM 偏光成分に対しては、サブ波長格子が近似的に薄膜(Fig. 1(b))のように振る舞う物理モデルを想定した。これにより、TM 偏光では薄膜多重干渉によって反射が低減する為に、非常に高い消光比が得られると考えた。ただ、サブ波長格子を薄膜として扱う有効媒質理論近似において理論値に誤差が生じる事が予想されたため、上記のモデルから得られる格子の理論的設計値を初期解として、厳密波結合理論(Rigorous Coupled Wave Analysis, RCWA)シミュレーションによる局所的な最適化を組み合わせ、厳密なサブ波長格子の設計パラメータを得る設計方法を考案した。最後に設計したサブ波長格子構造の電磁波解析を行った結果、TM 偏光においてサブ波長格子と薄膜の挙動がよく一致したので、提案した物理モデルの妥当性を確認した。さらに、Fig. 2 に示したように入射角 45° 、波長 600 nm に対して設計したサブ波長格子 PBS は、消光比 50 dB 以上と非常に高い偏光分離機能を示す事がわかった。さらに、物理メカニズムが明らかになったことで、偏光分離機能の改善、新たな動作メカニズムを持つサブ波長格子 PBS の可能性が示唆された。

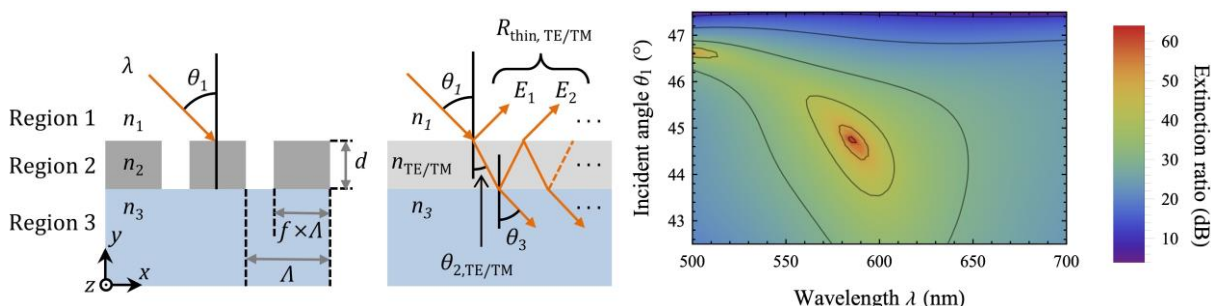


Fig. 1 (a) Subwavelength grating PBS. (b) Thin film model approximated by EMT. **Fig. 2** Simulated extinction ratio of the designed subwavelength grating PBS.

Reference

- [1] S. S. Wang, & R. Magnusson, *Applied optics*, **32**(14), (1993), 2606-2613.
- [2] K. J. Lee, J. Curzan, et al., *Applied Physics Letters*, **98**(21), (2011), 211112.