

サブ波長構造を用いたシリコン偏光回折格子の作製

Fabrication of a silicon polarization grating using subwavelength structure

慶應義塾大学, ○(M2) 酒井 滋彬, 津田 裕之

Keio Univ., Shigeaki Sakai, Hiroyuki Tsuda

E-mail: shigeaki@tsud.elec.keio.ac.jp

1. 研究背景

偏光回折格子 (PG : Polarization Grating) は高効率でかつ大きな回折角度を実現できることで注目されている[1, 2]. 一般に, PG は液晶分子の異方性を利用して構成される. しかし, 光通信に用いる場合, 耐光性や耐熱性, 耐湿性などの信頼性が求められるため, 有機材料よりも無機材料である方が望ましい. そこで, 私たちはシリコン基板表面に構造的複屈折を持たせて $1/2$ 波長板を実現する構造を求め, この $1/2$ 波長板を基に偏光回折格子の設計を行った.

2. PG の作製・評価

PG は 0 次と ± 1 次のみ回折し, 円偏光を射出する. PG の特性を図 1 に示す. $1/2$ 波長板の光学軸を回転させて揃えることで, PG が実現可能である. 無機材料で $1/2$ 波長板を実現するために, サブ波長構造を利用する. 適切な格子幅と高さを設定することにより $1/2$ 波長板として動作する. 作製した PG のパターンを図 2 に示す.

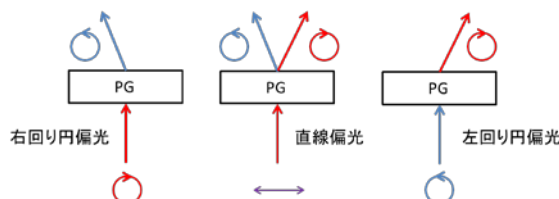


図 1 偏光回折格子の特性

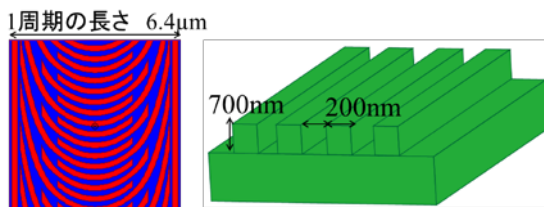


図 2 作製した PG の構造

作製した PG の特性を図 3 に示す. 約 50% の回折効率となった. 残りは反射による損失であると考えられる. 回折角は 14° となった. 位相差が 180° を満たさない部分が存在するため, 0

次光が生じている. PG は 1 周期の長さ p を短くすることで回折角を拡大できる. $p=2 \mu\text{m}$ の場合, 回折角度は 50° となる. この条件で作製した PG の特性を図 4 に示す. 回折角度は 50° となり, 理論値と一致した. しかし, 回折効率は 40% 程度となった. 周期を短くすると作製誤差の影響が大きくなるため, 回折効率が下がった.

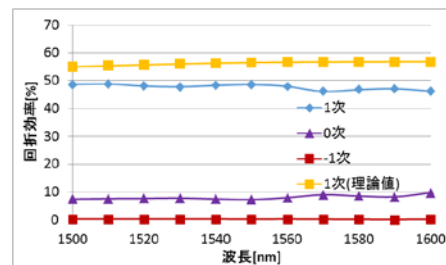


図 3 作製した PG の回折効率

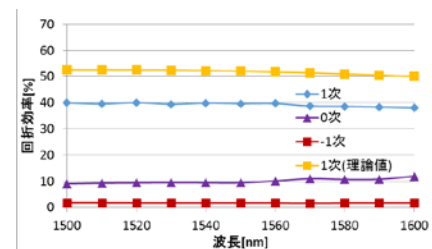


図 4 回折角 50° の PG の回折効率

3. 回折効率の改善案

反射光により回折効率が低下していると考えられる. シリコン基板の表裏に反射防止膜を付けることで回折効率が改善できる. PG 面には予め作製した反射防止膜を付ける方法を用いる. 波長 1500 nm から 1600 nm で反射率 5% 未満にできる.

参考文献

- [1] D. Lin et al., "Dielectric gradient metasurface optical elements," Science 345, pp. 298-302 (2014).
- [2] K. Yajima et al., "Experimental Demonstration of Polarization Beam Splitter Based on Auto-cloning Photonic Crystal," 22nd Microoptics Conference, E-4, Nov. 19-22, Tokyo, Japan (2017).
- [3] 酒井滋彬, 安住光司, 津田裕之, 「構造的複屈折によるシリコン偏光回折格子の設計」, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 20a-P4-2 (2018)