

転写モールド法によるプラズモニック結晶ホトカソードの作製

Fabrication of plasmonic crystal photocathode using transfer molding method

静岡大工¹, 静岡大電研²

○村松 航太¹, 文 宗鉉^{1,2}, 細田 誠², 三村 秀典^{1,2}, 根尾 陽一郎^{1,2}

ng. Shizuoka univ.¹, RIE Shizuoka univ.²

°K.Muramatsu¹, M.Hosoda², H.Mimura^{1,2}, Y.Neo^{1,2}, J.Moon^{1,2}

E-mail:muramatsu.kota.16@shizuoka.ac.jp

【研究背景】金属ホトカソードは、カソード材料に仕事関数以上のエネルギーの光を照射し、光電効果により発生した光電子を真空中に放出する陰極である。金属ホトカソードは励起光に対して高い耐性を持ち、長寿命である。しかしカソード材料の反射率が高いため、入射する光子数に対して放出する電子数が少ないという量子効率が高い課題がある。そこで量子効率向上のため表面プラズモン共鳴を用いたホトカソードの開発が取り組まれた[1]。ATR 結合した金属薄膜とエバネッセント波の伝搬定数が一致した場合に、光のエネルギーがプラズモン振動に消費される事を利用したホトカソードである。カソード材料として Al 薄膜を蒸着した石英ガラスプリズムを使用している。その結果最大で 9 倍の量子効率を得られた。しかし予想を大きく下回る結果であった。この理由として考えられるのは、プラズモンの振動方向と放出方向があっておらず、散乱過程を経なければ放射に至らない為と考えられる。本研究では表面プラズモン共鳴ホトカソードにプラズモニック結晶を利用する事で ATR 結合を不要とし、形状効果により更なる量子効率の向上を目的としている。表面プラズモン共鳴によるプラズモニック結晶ホトカソードは電子の放射方向とプラズモンの運動方向とが一致するため、高効率化が期待できると考えた。

【実験方法・結果】凹型及び凸型プラズモニック結晶ホトカソードの作製手順を以下に示す。Si (100)基板上に酸化膜を厚さ 30 nm を熱酸化法により形成した後、ZEP(ポジレジスト)を塗布する。そして電子線(EB)描画装置により所望のパターンを直接描画する。EB 描画済みの基板 o-Xylene で現像した後、硫酸過水によりレジストを、BHF にて Si 酸化膜を除去した。Si 酸化膜をマスクに 30wt.%KOH 溶液により異方性エッチングを 60 度で 3 分間行った。これにより V 字型の溝を形成させ表面の酸化膜を除去した。その結果、凹型の周期構造を有した Si モールドが形成される。金属薄膜をスパッタして凹型のプラズモニック結晶の完成となる。次に上述した凹型プラズモニック結晶の上に Ta をスパッタし、ガラス基板と Ta を陽極接合した。Si モールドを TMAH でエッチングすることによって凸型のプラズモニック結晶を作製した。作製した基底部 400 nm、周期 600 nm の凹型及び凸型の周期構造を有したプラズモニック結晶を図 2 に示す。反射強度の入射角依存性と反射率角度分散の波長依存性を評価する事でプラズモニック結晶の評価を行った。その結果、可視光領域にて表面プラズモン共鳴による吸収を確認した。図 2 に波長 632 nm のレーザー光にて p 偏光のとき、反射強度の入射角依存性を示す。

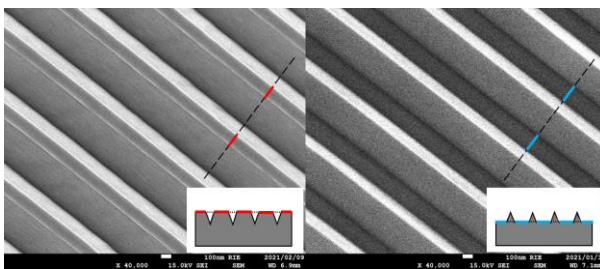


Fig.1 The SEM images of concave and convex plasmonic crystals

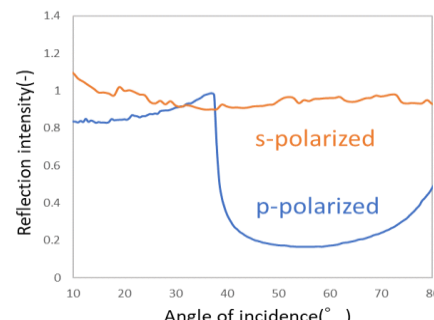


Fig.2 Incident angle dependence of reflection intensity of p-polarized and s-polarized light

[1] Y. Watanabe, W. Inami, and Y. Kawata., J. Appl. Phys. 109, 023112 (2011)