

深紫外励起表面プラズモンによる光電子放出高効率化のための ナノ周期構造最適化

Periodic nano structure optimization for enhancement of photoelectron emission under deep UV surface plasmon resonance

静岡大光医工¹, 静岡大電研² ○(D)森澤 洋文¹, 小野 篤史², 居波 渉², 川田 善正^{1,2}

Shizuoka Univ.¹, Research Institute of Electronics.², Hirofumi Morisawa¹, Atsushi Ono²,
Wataru Inami², Yoshimasa Kawata^{1,2}

E-mail: morisawa.hirofumi.14@shizuoka.ac.jp

本研究は深紫外励起表面プラズモンによる光電子放出高効率化のためのナノ周期構造の最適化を目的とする。光電子放出を原理とした光陰極電子銃の開発においては高輝度化が望まれている。本研究は純金属光電面の量子効率を向上するため、光陰極電子銃の高輝度化が期待される。

深紫外領域における表面プラズモンの励起に適する材料はアルミニウム[1]であることから、本研究ではアルミニウムナノディスクおよびナノホールアレイで構成されるプラズモニックナノ構造を作製した。図1は深紫外励起表面プラズモンによる光電子放出の高効率化の概念図である。深紫外光入射によりディスクおよびホールアレイにおいて表面プラズモンが励起され、構造表面の電場強度が増強する。光電子放出は金属表面の電場強度に比例するため、表面プラズモンによる光電子放出が増大する[2]。電磁場解析によりアレイ周期 160 nm, ホール径およびディスク径 86 nm, アルミニウム膜厚 30 nm, ディスクホール間距離 86 nm の時に波長 266 nm の深紫外光に対する表面プラズモン励起効率が最大となることがわかった。ディスク-ホール間距離は RIE 加工時間により制御し、ディスク-ホール間距離 22 nm, 36 nm, 67 nm, 77 nm のアルミニウムナノディスク-ホール構造を作製した。光電子の測定は光電面に対して 25 V の集束電圧, 入射光強度を最大 15 μ W とした。図2は光電子放出効率増強度のディスク-ホール間距離の依存性である。増強度は、微細構造の効率と表面プラズモンの励起条件を満たさないアルミニウム薄膜における効率の比として定義した。ディスク-ホール間距離が設計値に近づくにつれ効率の増強度は向上し、最大で 13 倍の高効率化を実現した。光電子放出効率増強度の膜厚依存性と計算から得られた吸収率はよく一致しており、深紫外励起表面プラズモンによる光電子放出の高効率化を達成したといえる。

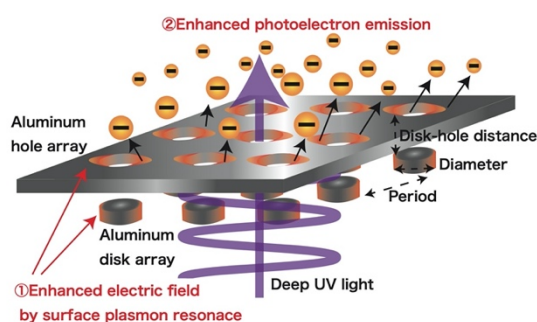


Fig. 1 Schematic diagram of enhanced photoelectron emission with disk and-hole array

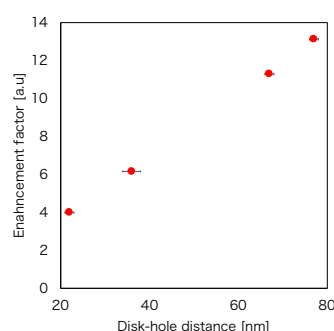


Fig. 2 Disk-hole distance dependence of enhancement factor

[1] Atsushi Ono et al., Optics Express 21, 15, 17447 (2013)

[2] Atsushi Ono et al., Journal of Physics D: Applied Physics 48, 18, 184005 (2015)