28a-B1-9

高い量子効率を有する表面プラズモン共鳴ホトカソード

Photo cathode using surface plasmon resonance with ultra high quantum efficiency

静大電研 [1]，スタンレー電気 [2]　○根尾 陽一郎 [1]，松本 貴裕 [2]，三村 秀典 [1]

Shizuoka Univ. [1], Stanley electric [2],　°Yoichiro Neo[1], Takahiro Matsumoto[2], Hidenori Mimura[1]

E-mail: y-neo@rie.shizuok.ac.jp

【研究背景】本研究は THz 帯 Superradiant Smith-Purcell 実現の為，間隔が 10psec 以下の超高速プレバンチ電子ビーム形成を目的にしている．形成方法とし表面プラズモン共鳴(SPR)による光子吸収過程を金属ホトカソードへ利用した新たな構造の提案を行って来た[1,2]．しかし SPR と同期して得られた光電子の量子効率(QE)は 10^{-5}~10^{-4} であり，従来の紫外線励起金属ホトカソードと同程度の低い値となっていた．この原因として，P 偏光入射されたエバネッセント波の電界によりプラズモンは界面方向に励起される．一方，真空中に光電子放出される為には，垂直方向の運動成分を有する必要がある為，電子―電子散乱を経て運動方向を変化すると考えられる．電子―電子散乱は高速なエネルギー損失を伴う為に，結果として低い QE に留まっていた．初めに QE 改善の為，仕事関数の低下の効果を評価した．仕事関数低下の方法として Al 表面に高電界を印加する Schottk 効果，Al 膜上へ低仕事関数材料(Cs)の堆積を行ったが QE の向上は 2 倍程度，10^{-4} が限界であった．これら結果は，仕事関数の低下は QE 向上には効果が低く，非弾性散乱が QE の支配的要因である事を示唆している．よって本報告では，高い QE を実現する為に，非弾性散乱を除外し運動量*(hν)*を保存した状態で励起された電子を真空中へ放出する構造を新たに導入しその効果を評価した．

【実験】金属からの光電子放出を起こす為に，入射光は CW, 266 nm (4.66 eV),1 mW を選択した．また SPR が起こる条件として Al 薄膜(21 nm)を用いた．図 1 に用いた実験系とその概念を示す．エバネッセント波によりプラズモンは界面方向に *hν* 励起される為, Al 薄膜に断面を形成し共鳴条件にする事で Al 断面から界面方向に光電子放出を起こす．実験は厚さ 21 nm の Al 薄膜を堆積した石英プリズムを，ホトダイオードによる反射光，カソード／アノード電流が測定可能な回転ステージに搭載し，10^{-7}Pa の高真空中で光電子測定を行った．実験パラメーターは入射強度，アノード電圧の 2 種類のみである．

【結果】入射光を走査し，断面に重ねた時の反射光とアノード電流の結果を図 2 に示す．断面にてホトダイオード電流は幅約 1 mm にわたって増加しており，これは光源の直径と一致する．特筆すべき事に断面で光電子放出は，3 桁の増加を示した．膜内での QE は 1.9E-4 だったが，断面では 0.16 まで上昇した．実際には反射率が増加する為，膜内での QE は更に高い値となる．しかし超高 QE の光電子放出後には薄膜中に樹脂状結晶と類似した剥離跡及び痕跡が形成された．詳細は当日紹介する．

[1] Y. Neo, et al., J. Vac. Sci. Technol. B 23, 840(2005).
[2] Y. Neo, et al., J. Vac. Sci. Technol. B 24, 924(2006).

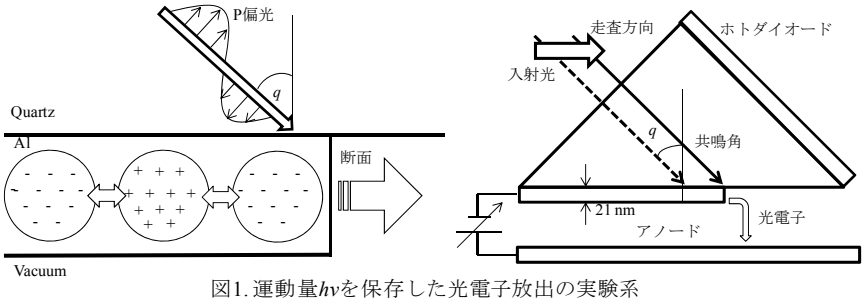

図1. 運動量*hν*を保存した光電子放出の実験系

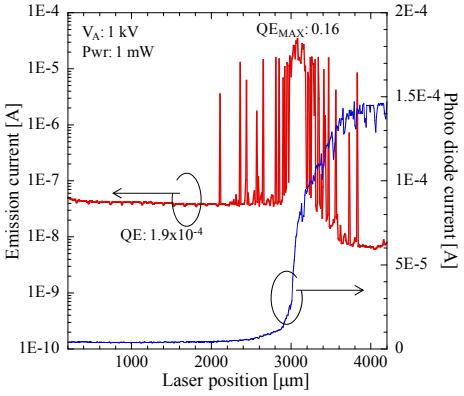

図2. 光電子放出測定結果

© 2013 年　応用物理学会