17p-F5-12

Otto 配置を用いた表面プラズモン共鳴ホトカソード

Otto arrangement Photo cathode using surface plasmon resonance

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】THz 帯 Superradiant Smith -Purcell に必要な 10psec 以下の超高速変調電子ビーム形成を目的とした表面プラズモン共鳴(SPR)による光励起カソードを提案している．光子吸収過程に SPR を用い量子効率の向上を目指した．これまでの結果 SPR と同期した光電子の量子効率(QE)は 10^{-5}~10^{-4} であり共鳴からズレた入射条件と比較し 100 倍程度の増加が確認されたが，従来の紫外線励起金属ホトカソードと同程度の値であった．原因として真空中に光電子放出する際，電子・電子散乱を経て運動方向を回転する必要がある為と考えられる．電子・電子散乱はエネルギー損失を伴い，結果として低い QE となる．電子の運動量励起方向と電子放射方向を一致させる為，クレッチマン配置の金属薄膜の端において SPR を行った結果，電子放射は著しい増加を示し QE が 0.1 以上まで増加する事に成功した．しかし電子放射はパルス的であり，共鳴に用いたアルミニウム薄膜には，フラクタル状の剥離が確認された．この原因を高電流密度で 20nm の薄膜を流れる電流によるダメージと類推した．本報告ではこの問題を解決する為に，Otto 配置にてクレッチマン配置と同様に電子運動量励起方向と真空中への電子放射方向を一致させた場合の電子放射特性について評価した結果を示す．図 1 に本提案の光励起カソードの動作原理を示す．

【実験】金属から光電子放出を起こす為に一般的な仕事関数以上のエネルギーが必要となる，入射光は CW, 266 nm (4.66 eV),1 mW を選択した．この波長で SPR を起こす材料としてアルミニウムを選択した．Otto 配置の場合，SPR が起こる条件は石英とアルミの間におおよそ 200nm の真空ギャップが必要となる．正確にギャップを形成する為に，石英プリズムにアルミを厚さ 200nm 蒸着しスペーサーとした．鏡面研磨したアルミをスペーサーに押し付ける事で所望の真空ギャップを形成可能となった．作成した Otto 配置の反射率測定の結果を図 2 に示す．共鳴条件において反射率を半分まで減少する事に成功した．　キャップを確保する技術的な困難さと表面粗さによりこの程度となった．ホトダイオードによる反射率測定，カソード／アノード電流がモニター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．

【結果】P 偏光を入射走査し，断面に重ねた時の反射光とアノード電流の結果を図 3 に示す．光電子が確認されるまでにアノード電圧 5kV（距離 5mm）を必要とした．端においてクレッチマン配置と同様なパルス的な電流上昇が確認された．電子放出面を光学顕微鏡で観察した結果同様の痕跡が確認された．プラズモン共鳴と光電子放出が同時に起こる場合，プラズモンが形成するクーロン場による“疑”仕事関数とプラズモンの負電荷放出後の未補償正電荷がこれらの現象の原因になると考えられる。

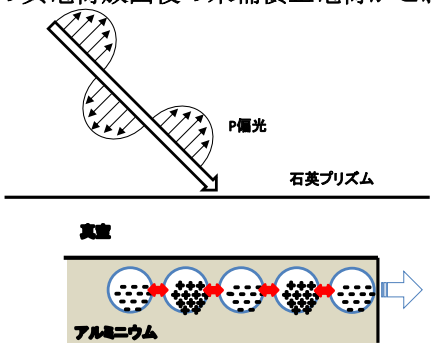

図1. エッジからのSPR光励起カソード

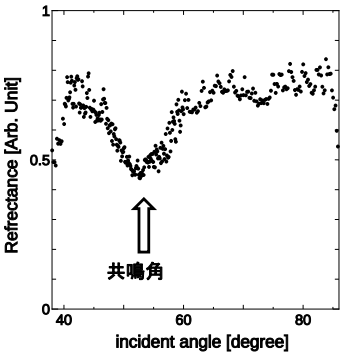

図2. 反射率特性

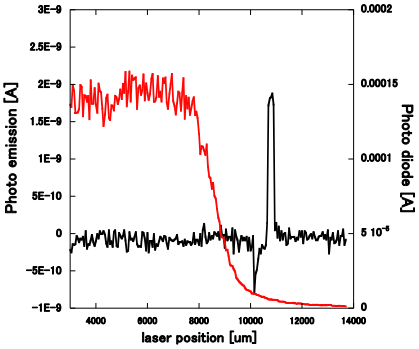

図3. 電子放射特性

© 2014 年　応用物理学会