

電子線を用いた円形金属孔からの円偏光生成

Circularly Polarized Light Generation from a Circular Metallic Hole by Electron Beam

東工大物質理工¹ 松方 妙子¹, [○]三宮 エ¹

Tokyo Tech.¹, Taeko Matsukata¹, [○]Takumi Sannomiya¹

E-mail: sannomiya.t.aa@m.titech.ac.jp

背景と目的： 円偏光放射はこれまで主に幾何学的なキラリティを持つ構造を用いて制御されてきた。一方、励起・検出を含む観測系の全体の対称性を崩すことで、アキラルな構造からもキララルな光学応答を得ることができる。我々はこれまでに、電子線を用いて球体からの円偏光制御に成功している[1]。球体における電子線励起位置を適切に選択することで、球体に励起される縮退した2方向の電気双極子双極子の位相がずれることが円偏光の起源であった。本報告では、同様にキララルな構造を持たない円形の金属孔を用いて、電子線励起の円偏光制御を行う。ここでは、金属孔からの放射と、電子線が金属膜を通過する際に放射される遷移放射（TR）を干渉させることで円偏光を制御する。電子線が孔から離れた位置に照射された場合、TRと同時に表面プラズモンポラリトン（SPP）を励起する。伝搬するSPPが金属孔の局在モードを励起することで、金属孔から光が放射される。すべての過程がコヒーレントであるため、TRと金属孔からの放射を干渉させることで円偏光が得られる。電子線励起位置と孔の距離により相対位相が制御でき、円偏光の回転方向の制御が可能となり、より制御性の良い円偏光の光源となりうる。

方法： 本計測では、走査型透過電子顕微鏡（STEM）を用いて、電子線励起発光（CL）を計測する。サンプル位置に備え付けられた放物面鏡によりサンプルからの光放射をSTEMカラム外に取り出し、偏光・分光等の光検出を行う。放物面鏡への光反射位置を分解することで放射角度分解も可能である。4次元法を用いることで、角度分解、波長分解をしながらSTEM-CLによる電子線スキャンによるフォトンマッピングが得られる[1]。円形金属孔のサンプルには、コロイドを用いたリソグラフィと膜転送により、基板のない銀の自立薄膜に円形の孔を開けたものを用いた[2]。

結果： 図に示すように銀膜中の孔からのCLマップにより右円偏光（RCP）と左円偏光（LCP）が得られている。ここでは検出角度45度、波長600nmのマッピングを代表として示している。SPP経由の孔からの発光とTRとの干渉のパターンが得られている。

参考文献

- [1] T. Matsukata, F. J. García de Abajo, T. Sannomiya, ACS Nano, 15, 2219–2228, 2021.
- [2] J. Junesch, T. Sannomiya, ACS Appl. Mater. Interfaces, 6, 6322–6331, 2014.

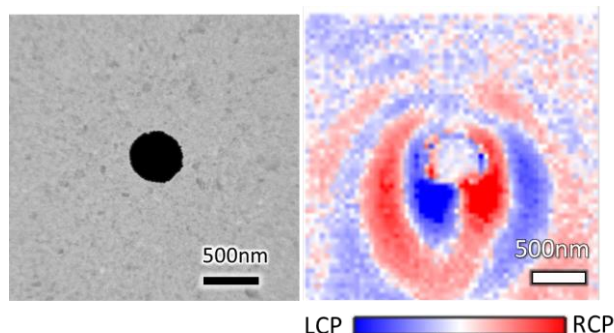


Figure: STEM bright field image of the silver hole (left) and photon map of the circularly polarized light emission (right). Red and blue colors correspond to right- and left-handed circular polarization (RCP and LCP).