

深紫外プラズモニクスにおけるインジウムとアルミニウムの利用

Deep-Ultraviolet Plasmonics with Indium and Aluminum

○熊本 康昭¹、齊藤 結花²、田口 敦清²、本田 光裕²、河田 聡^{1,2} (1. 理研、2. 阪大院工)

○Yasuaki Kumamoto¹, Yuika Saito², Atushi Taguchi², Mitsuhiro Honda², Satoshi Kawata^{1,2}

(1.RIKEN, 2.Osaka Univ.)

E-mail: kumamoto@riken.jp

プラズモニクスは、長年、可視光領域の学問であった。2007年、深紫外域 ($\lambda=200-300\text{nm}$) のプラズモニクスの開拓が始まった[1]。現在に至るまで、深紫外域に吸収帯を有する分子の検出感度の向上や、深紫外域にバンドギャップを有する光触媒材料や発光材料の機能の高効率化を目指して、深紫外プラズモニクスの研究が盛んに行われている[2-4]。

深紫外光を効率よく局在させる実用的な金属として知られていたのは、これまでにアルミニウム (Al) のみであった。可視域のプラズモニクスが2つの金属 (金と銀) により発展したことを鑑みると、深紫外プラズモニクスの研究に Al 以外の金属も利用できることが望ましい。

筆者らは、深紫外プラズモニクスの金属としてインジウム (In) を見出した[5]。In は Al と同様に、深紫外プラズモニク (誘電率実部が負) であり吸収損失が最小の金属の1つである[6]。筆者らは、深紫外プラズモニクスにおける In の実用性を評価するために、波長 266nm の光源を用いた深紫外表面増強ラマン散乱測定 (DUV-SERS) を行なった[5]。その結果、試料のラマン散乱信号が In により 100 倍増強することがわかった。この増強度は、Al による DUV-SERS の増強度と同等である[2]。また、真空蒸着法により In 薄膜を作製し、その構造を電子顕微鏡観察により評価した[5]。その結果、In が島状膜を形成することがわかった。Al では、島状膜は作製されにくい[7]。島状膜の SERS 基板は、構造の凹凸のために局在表面プラズモンが励起されやすく、再現性良くかつ効率よくラマン散乱を増強する。さらに、蒸着膜厚を 5-40nm の範囲で制御して In 薄膜を作製した結果、深紫外域全域でプラズモン共鳴波長を制御できることもわかった[5]。プラズモン共鳴波長は、In の粒径と高さに依存して変化した。これらの成果により、筆者らは 2014 年秋季講演会で講演奨励賞を頂いた。

In の有用性が明らかとなり、深紫外プラズモニクスにおいて2つの金属を利用できるようになった。筆者らは現在、In と Al を用いた深紫外プラズモニクスの応用研究を行なっている。

本発表ではまず、深紫外プラズモニクスにおける In の有用性について改めて発表する。次いで、In と Al を用いた深紫外プラズモニクスの応用研究の成果を発表する。さらに、深紫外プラズモニクスの今後の展望を行ない、In と Al の役割の違いについて議論する。

以下、参考文献。

1. Y. Ekinici et al., Opt. Lett. 32, 172-174 (2007).
2. S.K. Jha et al., J. Am. Chem. Soc. 134, 1966-1969 (2012).
3. M. Honda et al., Appl. Phys. Lett. 104, 061108 (2014).
4. N. Gao et al., Sci. Rep. 2, 816 (2012).
5. Y. Kumamoto et al., ACS Photonics 1, 598-603 (2014).
6. J.C. Lemonnier et al., J. Phys. C: Solid State Phys. 8, 2812-2818 (1975).
7. M. Honda et al., J. Phys. D: Appl. Phys. 48, 184006 (2015).