

紫外プラズモニクス材料としてのインジウムナノ結晶の化学合成

熊本康昭^{1,2}, 田口敦清², 齊藤結花^{1,3}, 河田聡^{1,2,3}

¹理研阪大ナノフォトニクス共同研究室, ²近接場ナノフォトニクス研究チーム, ³大阪大学工学部

これまでに、紫外プラズモニクス材料としてアルミニウムが有用であることを示してきた (Taguchi et al. 2009; 田口敦清, 2010)。アルミニウムは、誘電率の実部が-2 となる波長は 140nm 程度であり、深紫外領域(波長 200-300nm)のプラズモニック材料として特に有用である。現在も、近接場ナノフォトニクスチームが中心となって、アルミニウムを用いた深紫外プラズモニクスの研究を進めている。

深紫外域に焦点を当てたアルミニウムのプラズモニクスの研究を近接場ナノフォトニクス研究チームで進めているのに対して、理研阪大ナノフォトニクス共同研究室では、紫外長波長域(300-380nm)のプラズモニクス材料の開拓に取り組んでいる。紫外長波長域のプラズモニック材料として、インジウムに注目した。インジウムは、アルミニウムと同じ 13 族の金属であり、アルミニウムと似た物理的・化学的な性質をもっている。一方で、誘電率の実部が-2 となる波長は 165nm 程度であり、アルミニウムに比べて長波長側にある。このことから、アルミニウムに比べて長波長側でも、プラズモニック材料として使えると期待できる。実際、紫外長波長域の蛍光の増強を実験的に示した報告、近接場ラマン散乱断面積の 3 桁以上の増大を示唆する報告もある。

今回我々は、インジウムの様々な構造の作製に取り組んだ。作製した構造は、薄膜、ナノ粒子、微結晶である。薄膜は、石英基板にインジウムを真空蒸着することによって作製した。ナノ粒子と微結晶は、InCl₃ を NaBH₄ によって還元することによって作製した。

図 1 に、薄膜の吸収スペクトルを示す。吸収スペクトルから、インジウムの吸収スペクトルのピークが、紫外域に存在することを見出した。さらに、インジウムの膜厚を大きくすることによって、プラズモンのピーク波長を長波長側にシフトできることを見出した。この結果より、10nm 以上の膜厚で薄膜を作製すれば、紫外長波長域において、インジウムをプラズモニック材料として利用できることがわかった。

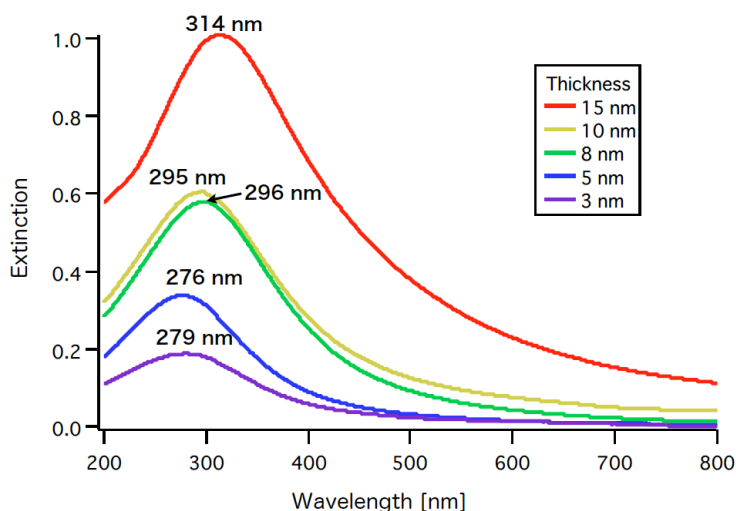


図 1. インジウム薄膜の吸収スペクトル。

図 2 に、ナノ粒子、微結晶の電子顕微鏡画像を示す。図 2 (a) のナノ粒子の画像から、粒径が 50nm 程度でおおよそ均一であることがわかった。図 2 (b, c) の微結晶の画像からは、イオンの還元によって様々な形状のものが作製されていることがわかった。今後、吸収スペクトル、X 線回折などの手法で、粒子や結晶の組成を評価する予定である。また、条件を変えながら粒子・結晶の生成し、様々な構造を選択的に高収率で得られるような手法を確立することを目指す。

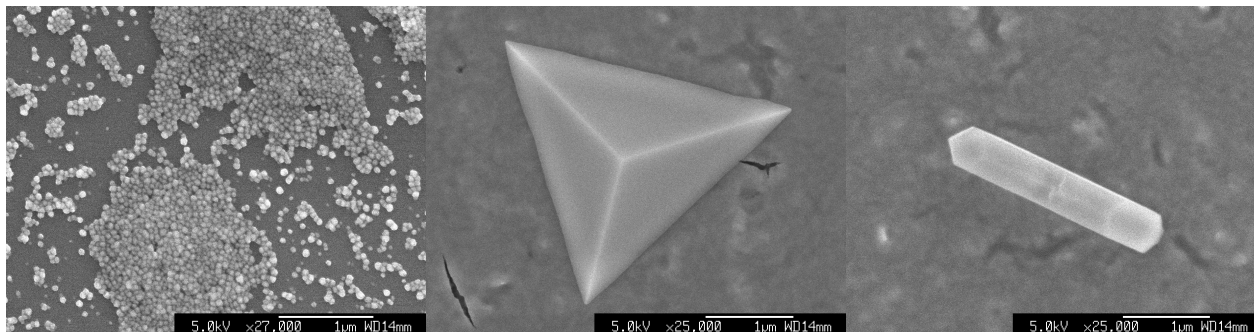


図 2. インジウムの (a) ナノ粒子、(b, c) 微結晶の電子顕微鏡画像。

参考文献

- A. Taguchi, Norihiko Hayazawa, Kentaro Furusawa, Hidekazu Ishitobi, and S. Kawata, “Deep-UV tip-enhanced Raman scattering,” *Journal of Raman Spectroscopy* 40, 9, 1324-1330 (2009).

田口敦清「紫外はプラズモニクスのフロンティア？」*分光研究* 59, 2, 102-103 (2010).