

粒子表面状態制御による ITO 表面への銅ナノ粒子付着および成長

Attachment and Growth of Cu Nanoparticles on Indium Tin Oxides by controlling nanoparticle surfaces

東北大環¹, 東北大学際², パナソニック³ °横山俊¹, 本宮憲一¹, 高橋英志¹, 田路和幸¹,
伊藤隆², 甲斐隆之³

Graduate school of Environmental studies, Tohoku Univ.¹, Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, Tohoku Univ.², Panasonic Corp.³, °Shun Yokoyama¹, Kenichi Motomiya¹, Hideyuki Takahashi¹, Kazuyuki Tohji¹, Itoh Takashi², Kai Takayuki³

E-mail: s.yokoyama@mail.kankyo.tohoku.ac.jp

金属ナノ粒子はその特異な触媒、光学、電気特性から近年大きな注目を集めている。実際にナノ粒子を様々なデバイスに応用するためには、基板への固定化が求められ、特に透明導電基板である ITO への固定に関する研究が現在精力的に行われている[1]。金属ナノ粒子の中でも、ナノ粒子特有の低温焼結特性に加えて、高い電気伝導性および安定性を有する金、もしくは銀について多くの研究例が存在するが、金および銀の代替材料として注目される銅ナノ粒子の研究例は少ない。銅ナノ粒子は低温焼結、電気伝導性は金および銀と遜色なく、かつ低コストではあるが、空気中では即座に酸化し、安定性が低いため、耐酸化性を付与した上で固定化することが不可欠であることが、研究例を減少させている。さらに、ナノ粒子を簡易な装置で容易に固定化可能な手法として電気泳動堆積法(EPD)が知られているが[2]、ITO 表面への銅ナノ粒子析出を考えれば、カソードでは ITO が腐食、アノードでは析出させた銅ナノ粒子が酸化してしまう問題点が存在し、EPD 法による銅ナノ粒子析出報告例はほぼ皆無である。

そこで我々は、耐酸化性を付与した上で、容易に ITO 表面上へ銅ナノ粒子を堆積させる手法を開発するために、EPD 法の改良を試みた。まず、水中における銅ナノ粒子表面の帯電状態を、表面吸着種をクエン酸もしくは臭化ヘキサデシルトリメチルアンモニウムとすることで正、および負に自在に切り替えることができるように制御を行う。負に帯電させた銅ナノ粒子は、ITO 表面と負帯電粒子のファンデルワールス力によりシード層として付着させ、その後、正帯電銅ナノ粒子を EPD 法によって ITO 表面に付着させた銅ナノ粒子表面に成長させる。本手法では、シード層として銅ナノ粒子が ITO 表面に付着しているため、ITO が腐食することなく、EPD により銅ナノ粒子が積層可能であり、銅ナノ粒子表面には常に表面吸着種が存在するため、耐酸性も付与可能であると考えた。実際に、本手法を用いて銅ナノ粒子を ITO 表面上へ積層させた基板表面の SEM 観察結果を図 1 に示した。図 1 右部は積層部と対比できるように積層物を剥離させており、ITO 基板に由来する三角錐状の形状を確認することができる。一方図 1 の左の積層部では、ITO 基板の上に銅ナノ粒子の積層を明瞭に確認することができる。従って、本手法を用いて容易に ITO 基板へ銅ナノ粒子を固定化可能であることが明らかとなった。発表当日は、銅ナノ粒子の合成、表面吸着種の制御、銅ナノ粒子の積層における詳細な結果について報告する。

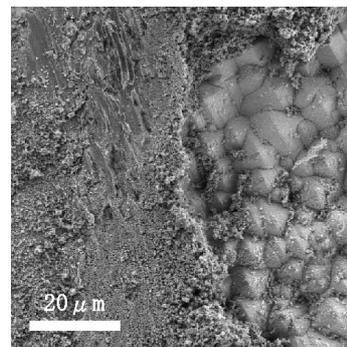


Fig.1 SEM micrograph of Cu NPs grown on an ITO substrate.

[1] M. Oyama, Recent Nanoarchitectures in Metal Nanoparticle-modified Electrodes for Electroanalysis, Analytical Sciences, 26 (2010) 1-12.

[2] S.K. Yang, W.P. Cai, G.Q. Liu, H.B. Zeng, From Nanoparticles to Nanoplates: Preferential Oriented Connection of Ag Colloids during Electrophoretic Deposition, J Phys Chem C, 113 (2009) 7692-7696.