

アルキルアミン保護銀ナノインクにおける特異な分散安定性の起源

Origin of Unique Dispersion Stability in Alkylamine-Encapsulated Silver Nanometal Ink

○青島 圭佑^{1,2}, 平川 友也¹, 富樫 貴成³, 栗原 正人³,

荒井 俊人¹, 長谷川 達生^{1,2} (1: 東大工, 2: 産総研 FLEC, 3: 山形大)

○Keisuke Aoshima^{1,2}, Yuuya Hirakawa¹, Takanari Togashi³, Masato Kurihara³, Shunto Arai¹,

Tatsuo Hasegawa^{1,2} (1: U. Tokyo, 2: AIST, 3: Yamagata U.)

E-mail: aoshima@hsgw.t.u-tokyo.ac.jp

銀ナノ粒子が溶媒中に高濃度に分散した銀ナノインクは、印刷法を用いた高精細な金属電極配線形成に適しており、タッチパネルセンサー等への製品化が進行しつつある。特に、結合が比較的弱いアルキルアミン基で銀ナノ粒子を保護して得られる銀ナノインクは、ある種の混合溶媒中で高い分散安定性を示すとともに、乾燥後に低温で自己融着する特異な挙動を示す[1]。われわれはこのアルキルアミン保護銀ナノインクを用いて、超高精細・高伝導の銀配線を熱処理なしに高速印刷できる、新原理の印刷技術・スーパーナップ（光反応性表面ナノメタル印刷）法を開発した[2]。そこでは上述の銀ナノインクの特異な分散安定性が、微細な銀配線の自己形成に直結していると考えられる。本講演では、保護基や溶媒を変えた場合の銀ナノインクの分散性と印刷特性の実験結果と、これら環境下のナノ粒子の分散挙動の数値シミュレーションについて報告する。

シュウ酸銀とアルキルアミンを 1:6 程度のモル比で混合し 110°C 程度の加熱により銀ナノ粒子を合成した後、遠心分離により粒径 10nm 程度の単分散銀ナノ粒子を得た[1]。分散媒として、オクタン/ブタノールの混合溶媒を、様々な体積比で用意し、これらを用いて 40 wt% の銀ナノインクを調整した。乾燥後のインクの表面 SEM 観察から、オクタン/ブタノール体積比が 4:1 の混合溶媒を用いた場合に、最も高い分散安定性が得られた(Fig.1)。また上記を用いてスーパーナップ印刷を行った結果、前記 4:1 のインクでのみ高精細・高伝導の銀配線が得られた。このように分散安定性が分散媒の混合比に大きく依存するのは、銀ナノ粒子の周りで、アルキルアミンと複数の溶媒分子による濃度勾配が生じているためと考えられる。実際、数値シミュレーションを用いて、二成分溶媒中に二つのナノ粒子を置き、粒子-溶媒間の界面エネルギーや溶媒間の相互作用を変化させたところ、ナノ粒子の凝集速度に大きな差が見られることが分かった(Fig.2)。動的光散乱法による粒径分布測定の結果とも合わせて、銀ナノインクの特異な分散安定性の起源について議論する。

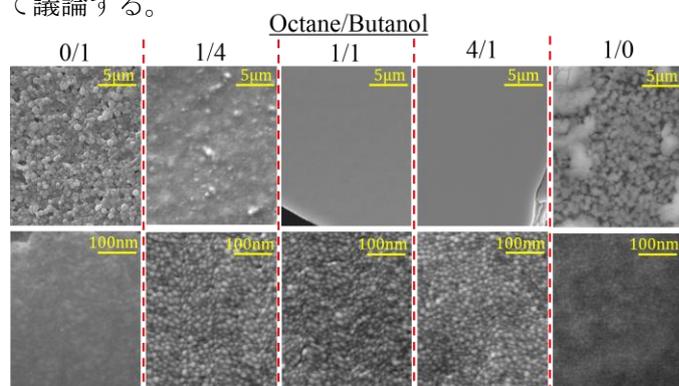


Fig.1 SEM images of droplet surface of some kinds of alkylamine-encapsulated silver nanometal ink of which mixture ratio of solvents is different.

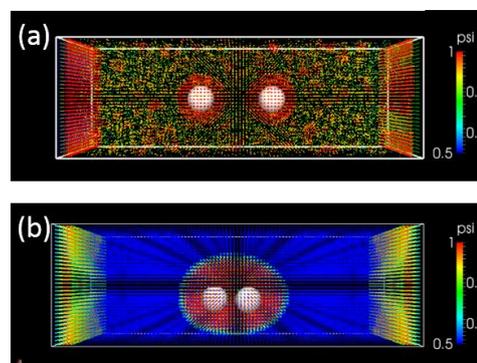


Fig.2 Numerical simulation of nanoparticles in binary solvent. This indicates a difference of the rate of aggregation originated from differences of simulation conditions between (a) and (b).

[1] M. Kurihara et al., J. Nanosci. Nanotechnol. 9, 6655-6660 (2009).

[2] T. Yamada et al., Nat. Commun. 7 11402 (2016).