

流動液体プラズマ処理装置を用いた Ag ナノ粒子合成における生成性能評価

Production efficiency evaluation of Ag nanoparticles synthesized by liquid-flow plasma device

名大工¹, 名大 cLPS², NIFS³, ○柚木 健吾¹, 鈴木 陽香^{1,2}, 笹井 建典², 豊田 浩孝^{1,2,3}

Nagoya Univ.¹, cLPS², NIFS³ ○Kengo Yunoki¹, Haruka Suzuki^{1,2}, Kensuke Sasai², Hiroataka Toyoda^{1,2,3}

E-mail: yunoki.kengo.b0@s.mail.nagoya-u.ac.jp

はじめに プリンテッドエレクトロニクスの普及に向け、高導電ナノインクの低価格化が求められている。しかし、ナノインクに配合する Ag ナノ粒子(AgNPs)が高価なためナノインク低価格化の障害となっている。我々は独自に開発した流動液体プラズマ処理装置を用いた高効率 AgNP 合成を提案するとともに、放電部近傍への添加水導入による装置の長時間安定稼働を実現している¹⁾。本研究では、液中のナノ粒子(NP)密度の時間依存性を測定し、NP 合成のバランスモデルとの比較を行うことで本装置の AgNP 合成性能を評価したので報告する。

実験手法 図 1 に実験装置の概略図を示す。分散剤を含む AgNO₃ 溶液をポンプによって循環させ処理を行った。導波管外周には円形の放電ギャップを設けた細い流体流路を設けており、これによって放電を易化する減圧環境を形成、ギャップ内にマイクロ波プラズマを生成し AgNP を生成する。また電極への Ag 堆積を抑制するため、放電ギャップ下部から処理液体流路にかけて純水を導入している。処理液を一定流量で回収し、4 分ごとに回収された処理液を FTFE フィルタでろ過して測定することにより、処理液中 NP 密度の時間依存性を測定した。

実験結果とモデルとの比較 図 2 にプラズマ処理における液体中 AgNP 密度の時間変化を示す。プラズマ処理開始後に NP 密度は増加し、その後減少する。これはプラズマ処理による AgNP 増加と処理液回収による減少に起因する。NP 密度時間変化は液中での AgNP 生成と回収除去を考慮し以下の式で表される。

$$\frac{dn_s}{dt} = V + \alpha n_L - n_s Q \quad (1)$$

ここで、 n_s と n_L はそれぞれ液体中の NP と Ag イオン質量密度、 V 及び Q は処理液体積と回収液体量、 α は NP 生成速度である。上式より $n_s(t)$ は、

$$n_s(t) = \left(1 - \frac{\tau_1}{\tau_2}\right) n_{L0} \left(e^{-\frac{t}{\tau_2}} - e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right) \quad (2)$$

となる。ここで τ_2 は液体交換時定数、 τ_1 は、 τ_2 と NP 生成率から定義される時定数である。モデルを基にしたフィッティング結果を図 2 点線で示す。モデルは実験結果をほぼ再現している。

参考文献 1)山口和也 他: 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会、22a-P08-2.

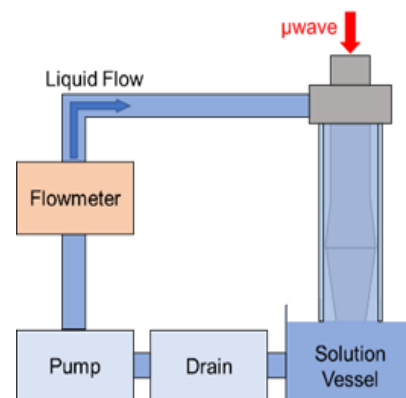


Fig. 1 Experimental setup.

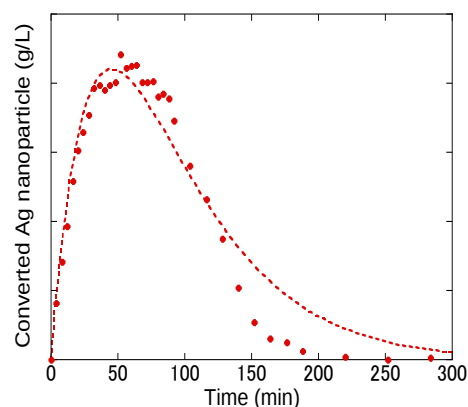


Fig. 2 Time variation of nanoparticle concentration.