

シングルモードマイクロ波加熱を用いた銀ナノワイヤの高収率合成



SATテクノロジー・ショーケース2019

■ はじめに

銀ナノ材料は、バルクとは異なる性質を示し、その特異的な性質から電子材料や伝熱材料及び生物医学的応用を始めとする多くの分野で研究が盛んに行われている。銀ナノ材料の中でも、ワイヤ状に形状制御した銀ナノワイヤを用いることで、酸化インジウムスズ(ITO)の代替導電性材料としての活用や、水や有機溶媒にナノ粒子を分散させた伝熱流体としての応用などが期待されている。我々は、銀ナノ材料合成における試薬濃度、反応時間、反応温度などの諸因子を総合的に評価し、マイクロ波加熱条件が生成銀ナノ材料の性状に及ぼす影響を抽出することで、様々なワイヤ径を持つ銀ナノワイヤが選択的に合成可能であることを見出している。ここでは、本研究で得られた銀ナノワイヤの高収率合成法を紹介する。

■ 活動内容

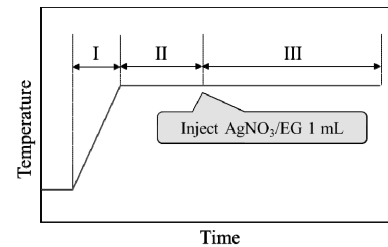
1. マイクロ波加熱条件が銀ナノ材料の形態に及ぼす影響

合成した銀ナノ材料のFE-SEM像を、Fig. 2に示す。FE-SEMによる観察結果より、昇温時間(I)と反応温度保持時間(II)が短いとき、主生成物の形態は、ナノワイヤであった。一方、両者の時間が長い場合、主生成物の形状は球状粒子であった。このことから、溶液の組成を変えずに、マイクロ波加熱条件だけを変化させることで、生成物の形状を調整することが可能であった。

2. ハロゲンフリーポリオール法を用いた銀ナノワイヤの選択的合成

ポリオール法による銀ナノワイヤ合成において、ハロゲン塩は、溶液内の反応速度の制御及びワイヤ・ロッド成長を促進させる役割を担っている。しかし、ハロゲン塩を反応系に添加すると、ワイヤ径が減少し、太いワイヤが合成しにくい欠点がある。また、通常のポリオール法では、ワイヤ径を制御するために、平均分子量が異なるPVPの混合比や[PVP]/[Ag]を変化させる方法が行われている。この方法の場合、溶液組成を変化させるため、複数の溶液の調製が必要となる。本反応系において我々は、攪拌速度や前駆体溶液の反応系滴下速度を調整することで、NaClやNaBrなどのハロゲン塩を添加せず、かつ溶液の組成を変えずに異なるワイヤ径を持つ銀ナノワイヤを合成することを可能とした。Fig. 3に異なる回転数で合成した銀ナノ材料の、Fig. 4にAgNO₃/EG前駆体溶液を異なる滴下速度

で合成した銀ナノ材料のSEM像を示す。



I. Heating-up time II. Holding time III. Reaction time

Fig. 1. A schematic of temperature profile.

Sample No.	Heating-up time(I)	Holding Time(II)	Product shape
a	30 sec	30 sec	NWs
d	60 sec	30 sec	NPs

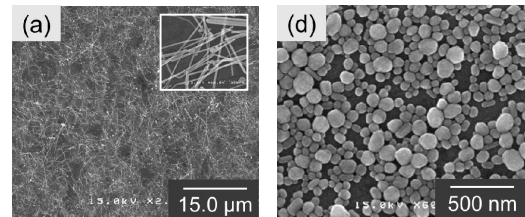


Fig. 2. FE-SEM images of Ag nanomaterial synthesized with different conditions of microwave irradiation.

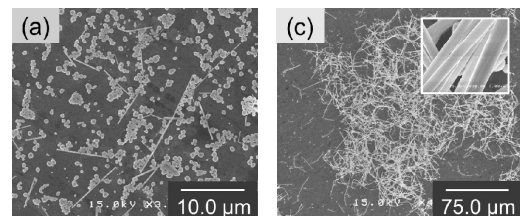


Fig. 3. FE-SEM images of Ag nanomaterial synthesized with different stirring rate: (a) 600 rpm, (c) 200 rpm.

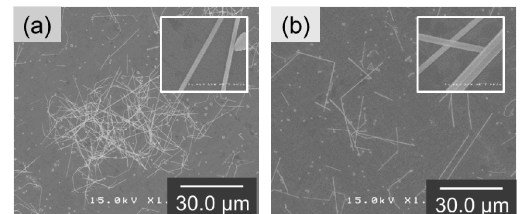


Fig. 4. FE-SEM images of Ag nanomaterial synthesized with different Ag precursor injection rate: (a) 0.1mL/s, (b) 0.05 mL/s.

代表発表者 小笹 悦輝(こささ よしき)
 所属 宇都宮大学大学院 工学研究科
 物質環境化学専攻 修士2年
 問合せ先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2
 TEL:028-689-6144
 *E-mail: satoma@cc.utsunomiya-u.ac.jp

■キーワード: (1) 銀ナノ材料
 (2) マイクロ波加熱
 (3) ポリオール法
 ■共同研究者: *佐藤 正秀
 宇都宮大学大学院 工学研究科
 物質環境化学専攻

鈴木 昇
 宇都宮大学大学院 工学研究科
 物質環境化学専攻