

## 高密度表面波プラズマを用いた銀ナノ粒子の溶融 Melting of Ag nanoparticles by using a high-density surface-wave plasma

疋田 和也<sup>1</sup>, 笹井 健典<sup>1</sup>, 鈴木 陽香<sup>1,2</sup>, 豊田 浩孝<sup>1,2,3</sup>  
Kazuya Hikita<sup>1</sup>, Kensuke Sasai<sup>1</sup>, Haruka Suzuki<sup>1,2</sup>, Hirotaka Toyoda<sup>1,2,3</sup>

名古屋大学工学研究科<sup>1</sup>, 名古屋大学低温プラズマ科学研究センター<sup>2</sup>, 核融合研<sup>3</sup>  
Dept. of Electronics, Nagoya Univ.<sup>1</sup>, cLPS Nagoya Univ.<sup>2</sup>, NIFS<sup>3</sup>

### 1. はじめに

近年、金属ナノ材料が注目を集めている。物質をナノサイズ化することにより、粒子の表面積/体積比が増加し、融点が降下したり、量子サイズ効果による特徴的な物性が現れたりすることが知られており、これを、触媒やバイオセンサー、電子デバイスに応用する研究が進められている。その中でも、銀ナノ粒子は、優れた光学的、電気的特性を有することから、抗菌性コーティング剤や、光学デバイス、導電性インクやペーストなどに用いられている。

我々は、硝酸銀水溶液をプラズマ処理することによって、銀ナノ粒子を高速かつ大量に合成する研究を進めており、粒径20 nm程度の銀ナノ粒子の合成に成功した [1]。本研究では、この銀ナノ粒子を電子デバイス作成に応用することを目指し、高密度の低温プラズマを銀ナノ粒子に照射することによりナノ粒子を溶融させ、基板上に堆積させる技術の開発を目的とした。比較的容易に高密度プラズマを生成できるプラズマ源として表面波プラズマ (Surface Wave Plasma (SWP)) を用い、銀ナノ粒子溶融の調査を行った。プラズマ照射後のサンプルを走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて観察した。

### 2. 実験装置

Fig.1に実験装置の概略図を示す。導波管壁の広幅面に穴を設け、石英管(外径 60 mm, 内径 55 mm, 長さ 300 mm)を挿入し、ターボ分子ポンプ及びロータリーポンプによって、石英管内を排気した。石英管上部からAr/H<sub>2</sub>(30/50 sccm)を導入し、排気コンダクタンスを調節することで、石英管内の圧力を40 Paとした。周波数2.45 GHzのマイクロ波電力(<1.2 kW)を導波管に入射することで、石英管内に表面波プラズマを生成した。また、石英管上部に挿入したステンレスパイプから銀ナノ粒子を導入した。銀ナノ粒子(直径 20 nm)は、当研究室で開発した液体処理用プラズマ源を用いて、硝酸銀水溶液(AgNO<sub>3</sub>)を処理することにより作成している。石英管下部に設けられたステージ上にSi基板を設置し、ナノ粒子導入口とSi基板

との距離を34 cmとした。銀ナノ粒子は石英管内を落下する最中にプラズマを通過し、Si基板に堆積する。これを、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて観察した。

### 3. 実験結果

Fig.2にプラズマ照射前後の銀ナノ粒子のSEM画像を示す。プラズマ照射前の銀ナノ粒子は、粒径 20 nm で、ほぼ均一であった。プラズマ照射後、基板上的銀は膜状ではなく、数 $\mu$ mの粉体状であった。これをSEMで観察すると、粉体は部分的に溶融しており、プラズマからの受熱の影響が考えられる。

### 参考文献

[1] K. Yamaguchi, et al., JSAP Autumn meeting, 22a-P08-2, 2021.

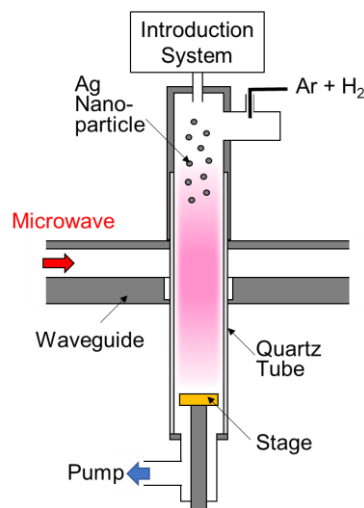


Fig.1 Experimental apparatus.

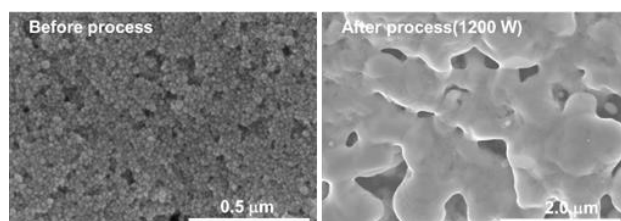


Fig. 2 SEM image of silver nanoparticles before and after the plasma process.