金箔由来の金微粒子添加による導電性高分子薄膜の導電性向上

Increase in conductivity of conductive polymer film by addition of gold flakes made from gold leaf

北陸先端大 先端科学技術 ○山下紗也加，酒井平祐，村田英幸

JAIST ○Sayaka Yamashita, Heisuke Sakai, Hideyuki Murata

E-mail: murata-h@jaist.ac.jp

【はじめに】金沢の伝統工芸品のひとつである金箔は生産量・販売額の低落や従事者の減少などの問題に直面している [1]。これは需要の減少に起因するものであり、新たな用途開拓が喫緊の課題である。我々は金箔を有機薄膜太陽電池の電極として利用することを検討し、優れた変換効率が得られたことを報告した [2]。さらに、最近では金箔を原料とする金微粒子の用途開発を進めている [3]。本報告では、金箔から製造された金微粒子（金消粉）を導電性インクの添加剤として用いて、インクの乾燥後に得られた導電性高分子薄膜の導電性への影響を評価した。その結果、金消粉の粒子の形状と分散性が導電性の向上における主要な要因であることがわかったので報告する。

【実験方法】製造元の異なる 4 種の金消粉（Au Powder 1~4）を走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて粒子形状および粒子サイズを評価した。また、PEDOT:PSS 溶液に金消粉を所定量添加した導電性インク溶液を作製し、キャスト法を用いてガラス基板上に製膜した。得られた薄膜の電気抵抗は二探針法により測定し、電気抵抗の金消粉含有量依存性を測定した。

【結果および考察】Figure 1 に製造元の異なる金消粉の SEM 画像を示した。粒子形状はいずれも厚さ 0.1～0.15 μm のフレーク状であった。図より 10 個の粒子を無作為に選出し、粒子サイズを計測した。各金消粉の平均粒子サイズは Au Powder 1 が 7.3×9.2 μm^2、Au Powder 2 が 6.3×7.5 μm^2、Au Powder 3 が 4.9×6.2 μm^2、Au Powder 4 が 2.7×3.4 μm^2 であった。また、粒子サイズの減少とともに、分散性が向上した。

Figure 2 に高分子薄膜の抵抗値と金消粉の添加量の関係を示した。PEDOT:PSS 溶液に金消粉を添加しない場合の抵抗値は 6.6 kΩであった。金消粉を添加することで抵抗値が大幅に低下した。Au Powder 1（1 号色）を添加した場合は抵抗値に大きな変化はみられなかったが、Au Powder 2~4（4 号色）を添加した場合は 1.0 wt%付近で抵抗値が、未添加時に対して約 330 分の 1 まで低下した。この違いは消粉の原料である金箔の種類の違いによるものだと考えられる。Au Powder 2 と 3、4 の抵抗値の減少が飽和するまでの挙動に差異が生じたのは、消粉の添加による導電経路形成において、粒子サイズが小さく、分散性の優れた金消粉ほどパーコレーション・ネットワークを形成しやすいためと考察した。

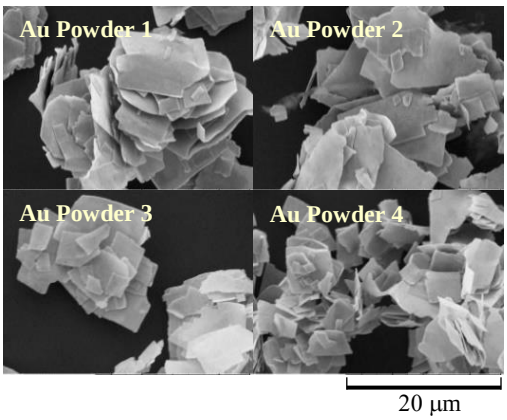

Fig. 1 SEM image of Au powder

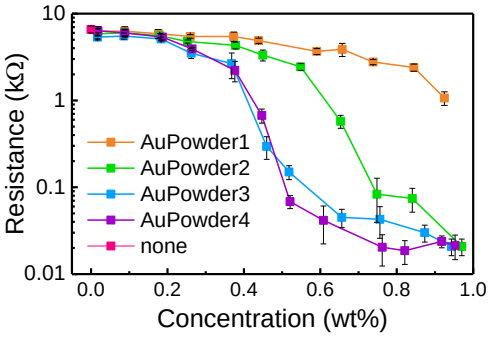

Fig. 2 Resistance of the conductive films depend on the Au powder concentration

【まとめ】金消粉はフレーク状の粒子であった。金消粉を PEDOT:PSS 溶液に添加したところ、添加濃度に依存した抵抗値の低下（導電性の向上）がみられた。この抵抗値の低下の効果は、粒子サイズが小さく、分散性に優れた金消粉で顕著であった。発表では、金消粉の分散性を支配する要因についても報告する。

【謝辞】本研究は、金沢箔技術振興研究所の委託を受けて実施した。金消粉を提供してくださった石川県箔商工業協同組合に感謝いたします。

【参考文献】1) 小林俊哉「金沢箔工芸産業におけるイノベーション」、JAIST-Press

2) N. T. Razali, I. Osaka, K. Takimiya, V. Vohra, and H. Murata, *Appl. Phys. Express* **7** (2014) 111602

3) 山下紗也加、平成 29 年度応用物理学会　北陸・信越支部学術講演会 A05 (2017)

© 2018年 応用物理学会