

金ナノ粒子を用いた工芸品の加飾プロセスの検討

Decorative Process with Gold Nanoparticles for Crafts

神林 駿¹⁾, 笠原淳一¹⁾, 坂梨直哉¹⁾

指導教員 山口 貢¹⁾

1)サレジオ工業高等専門学校機械電子工学科 表面処理研究室

キーワード：金ナノ粒子・インクジェット印刷・工芸品・漆器・加飾技術

1. 緒言

工芸品の漆器を彩る伝統的な加飾技術として、蒔絵や沈金などがある。これらの従来法では、多くのノウハウ、熟練技術を必要とするため、製造プロセスが比較的簡易なスクリーン印刷技術が普及してきている¹⁾。スクリーン印刷技術では、絹、ナイロンなどで作製されたスクリーンを用い、対象物にインクを転写することにより絵柄を形成する。この方法では大量生産により製造コストの削減が可能であるが、絵柄を形成するための版（マスク）が必要になる。

一方、近年では金属ナノ粒子を用いたインクジェット印刷技術による機能性膜・配線形成法に関する研究が注目されている²⁾。金属ナノ粒子は有機保護剤に覆われた状態で溶媒中に分散されているが、加熱により保護剤が脱離してナノ粒子同士の部分融着が始まり、それが進行することで皮膜が形成される。数～数十ナノサイズ粒子を主成分とするナノ粒子分散液では、量子サイズ効果による金属ナノ粒子の融点降下により、200℃以下での低温焼成が可能である³⁾。インクジェット印刷技術では、金属ナノ粒子を含む分散液を必要な領域のみに塗布できるため、マスクレスで直接絵柄の描写が可能である。

本研究では、工芸品の漆器などの装飾に用いられる金・銀を用いたプロセスについて、金属ナノ粒子およびインクジェット印刷技術を用いた新しい加飾技術の開発を目的とする。従来の木製漆器に加えて、成形性、耐久性、メンテナンス性など

の理由から近年広く用いられている樹脂製の合成漆器について、本プロセスにより加飾し、実用化を検討する。

物体の色は、可視域における物体の光学的特性に大きく影響されるが⁴⁾、金ナノ粒子膜は加熱による有機保護剤の脱離過程で光学的特性が変化する。本報では、基礎的な検討として、焼成過程での金属ナノ粒子膜の外観変化および反射率を評価した結果について報告する。

2. 実験方法

表1に使用材料および実験条件を示す。本研究では、硼珪酸ガラス基板上（□22, t0.12~0.17 mm）に20 μLの金ナノ粒子分散液を塗布し、スピナー（2000 rpm×60s）を用いて一定膜厚（0.3 μm）の薄膜を形成した。その後、ホットプレートを用いて各種条件で熱処理を行った。金ナノ粒子分散液には、ハリマ化成グループ株式会社製金ナノ粒子ペースト（NPG-J）を用いた。金ナノ粒子ペーストに含まれる金ナノ粒子の平均粒径は7 nm、含有率は56 mass%であり、粘度は7.9 mPa・

表1 使用材料および実験条件

Substrate	
Material	Borosilicate glass
Dimension	22 mm × 22 mm × t0.12-0.17 mm
Paste	
Nanoparticle	Gold
Mean particle size	7 nm
Concentration	56 mass%
Solvent	Naphthene-based solvent
Heat treatment	
Temperature	100-300 °C
Time	60 s

sである。

金ナノ粒子膜の光学的特性は、日立製作所製分光光度計（U-4100）を用い、可視・近赤外分光分析により評価した。

3. 実験結果

図1に熱処理前の金ナノ粒子分散液を示す。熱処理前の分散液では、金ナノ粒子特有の赤色～暗赤色を示す。

図2に熱処理温度を変化させた場合の金ナノ粒子膜外観を示す。図より、熱処理温度 100 °Cでは金ナノ粒子膜は黄緑色を示す。熱処理温度 200 °Cでは加熱により有機保護剤の脱離が進行しており、バルク金と同様の黄金色を示す。

図3に熱処理温度を変化させた場合の金ナノ粒子膜の反射率を示す。熱処理温度 100 °Cでは全領域で反射率は低い。熱処理温度の増加に伴って反射率は大きくなり、250 °C以上で一定になる。金ナノ粒子分散液に含まれるナフテン系溶媒の沸点は 278 °Cであるため、熱処理温度 250 °C付近では溶媒が十分に揮発して金成分のみが残ることにより、反射率が一定になったものと考えられる。

4. 結 言

焼成過程での金属ナノ粒子膜の外観変化および光学的特性について評価を行った。金ナノ粒子膜の反射率は熱処理温度の増加に伴って大きくなった。熱処理温度 200 °C以上の場合、金ナノ粒子膜外観はバルク金と同様に黄金色を示し、装飾に適していることが分かった。

参考文献

- 1) 伊東 洋一：特集「機能性スクリーン印刷の現状と将来展望」、日本印刷学会誌, 40, 1 (2003) 2-9.
- 2) 小田正明：プリントドエレクトロニクスにおけるインクジェット印刷の現状と課題, エレクトロニクス実装学術講演大会講演論文集, 26 (2012) 314-317.
- 3) Ph. Buffat, J-P. Borel : Size effect on the melting temperature of gold particles, Physical Review A, 13, 6 (1976) 2287-2298.
- 4) 山田幸五郎：光学の知識, 東京電機大学出版局, (1983) 86.

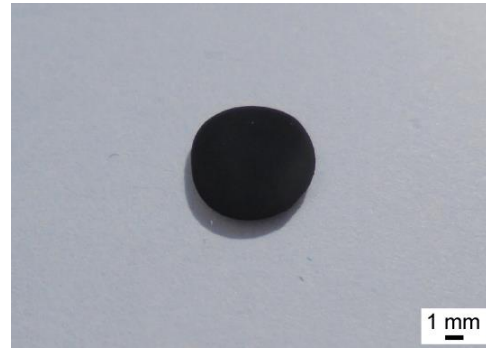


図1 金ナノ粒子分散液

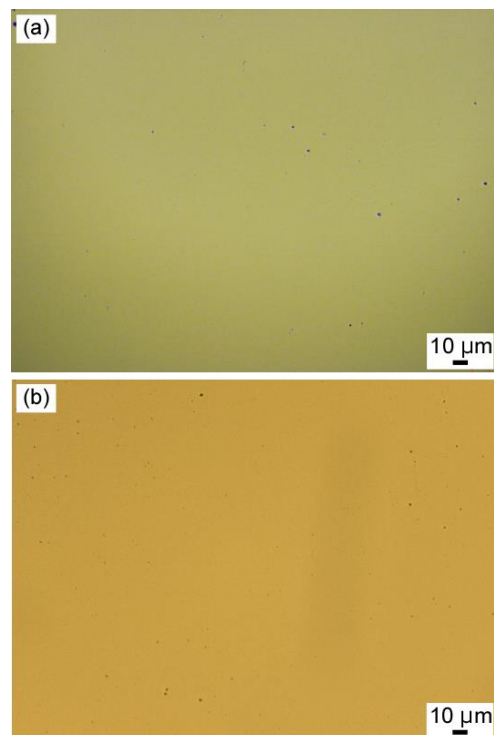


図2 熱処理後の金ナノ粒子膜外観：
熱処理温度 (a) 100 °C, (b) 200 °C

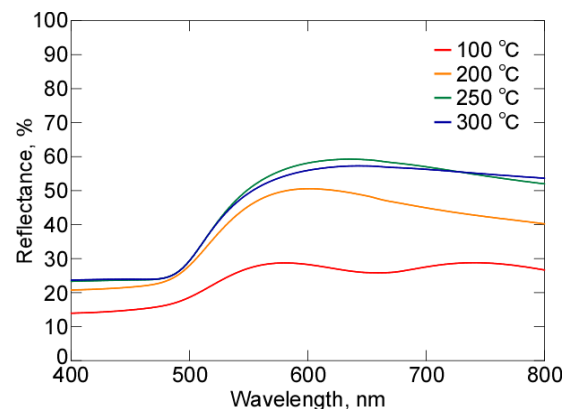


図3 熱処理後の金ナノ粒子膜の反射率