

# 金ナノ粒子を用いた電気接点材料へのレーザー焼結プロセスの検討

## Study on Laser Sintering of Gold Nanoparticle for Electrical Contact Material

橋本 晴亀<sup>1)</sup>

指導教員 山口 貢<sup>1)</sup>

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

電子機器用のコネクタ、スイッチ、メモリーカードなどに用いられる電気接点形成法について、従来法では電気めっきが用いられている。しかし、電気めっきでは、脱脂、表面処理、活性化処理、ストライクめっき処理、本めっき処理、酸洗い、乾燥など工程が複雑で効率が悪い。本研究では、これらの用途に対して従来の電気めっきに代わる貴金属ナノ粒子を用いた代替技術について検討を行った。また、焼結後の金属ナノ粒子膜の特性評価を行い、工業分野への実用化について検討を行った。

キーワード：レーザー焼結、金ナノ粒子、電気接点材料、薄膜形成、表面処理

### 1. 緒言

電子機器用のコネクタ、スイッチ、メモリーカードなどに用いられる電気接点形成法について、従来法では電気めっきが用いられている。しかし、電気めっきでは、脱脂、表面処理、活性化処理、ストライクめっき処理、本めっき処理、酸洗い、乾燥など工程が複雑で効率が悪い[1]。また、大量の廃棄物の処理が問題となる。本研究では、これらの用途に対して従来の電気めっきに代わる貴金属ナノ粒子を用いた代替技術について検討を行う。本技術は、貴金属ナノ粒子分散液を用いたインクジェット印刷およびレーザー焼結法を組み合わせた電気接点形成法であるため、貴金属ナノ粒子分散液を必要な場所のみ塗布し、瞬時に電気接点を形成することが可能である。本研究では金属ナノ粒子を焼結する技術を確立し、そのレーザー焼結機構について明らかにすることを目的とする。また、焼結後の金属ナノ粒子膜の特性評価を行い、工業分野への実用化について検討を行う。

### 2. 実験方法

表1に使用材料および実験条件を示す。基板には、電子機器用のコネクタなどのばね材料として広く用いられているリン青銅板材（JIS C5210, 25×20×0.25 mm）を用いた。基材表面には、金ナノ粒子膜への下地銅の拡散防止のために電気ニッ

ケルめっき（厚さ 0.8~1.5 μm）を施した。

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 57 mass% であり、粘度は

表 1 実験条件

基材 材質 寸法	リン青銅 (C5210) 25×20×0.25 mm
ペースト 金属粒子 粒子径 含有量 溶媒	金 7 nm 57 mass% ナフテン系溶媒
スピコート 回転数 時間	2000 rpm 1 min
仮乾燥 温度 時間	50, 100, 150 °C 5 min
レーザー焼結 出力 速度 デフォーカス スポット径	20, 30, 40, 50 W 5 mm/s 0 mm 0.6 mm

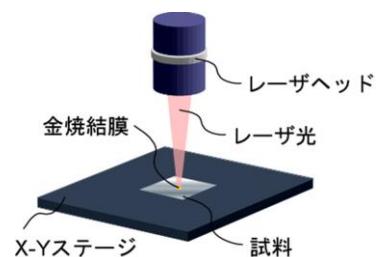


図 1 レーザ焼結模式図

7.5 mPa・s である。レーザ装置には、パッシブ冷却式ファイバカップリング型高出力半導体レーザを用いた。本装置は、最大出力 100 W、波長 915 nm の赤外レーザ照射が可能である。

本研究では、まず基材に 4  $\mu$ L の金ナノ粒子ペーストを塗布し、スピナー (2000 rpm $\times$ 1 min) を用いて薄膜を形成した。その後、ホットプレートを用いて仮乾燥 (50 $\sim$ 100 $^{\circ}$ C $\times$ 5 min) を行った。仮乾燥は金ナノ粒子ペースト中の溶媒を除去することが目的である。仮乾燥後の金ナノ粒子ペーストに、出力 20 $\sim$ 50 W、照射速度 5 mm/s、デフォーカス 0 mm の条件でレーザ照射を行い、金ナノ粒子焼結膜を形成した。

レーザ焼結後の金ナノ粒子膜をマイクロSCOPEで観察した後、曲げ戻し - ピール試験を行い、金ナノ粒子膜と基材との密着性を評価した。

### 3. 実験結果

図2に曲げ戻し - ピール試験後のレーザ焼結膜の拡大像を示す。図中の破線は曲げ戻し領域を示す。また、図は 50 $^{\circ}$ C で仮乾燥した後に各種条件でレーザ照射した時の結果である。レーザ出力 20 W では、試験後に焼結膜は殆ど剥離し、密着性は劣悪であった。レーザ出力の増加に伴い試験後に残留する焼結膜の幅は広くなり、30 W では 460  $\mu$ m、40 W では 580  $\mu$ m であった。50 W では、金ナノ粒子膜は優れた密着性を有するものの、基材表面に熱影響が発生した。

図3に曲げ戻し - ピール試験後のレーザ焼結膜の拡大像を示す。図中の破線は曲げ戻し領域を示す。また、図は 100 $^{\circ}$ C で仮乾燥した後に各種条件でレーザ照射した時の結果である。レーザ出力の増加に伴い、密着性は良好になる傾向にあり、30 W では 480  $\mu$ m、40 $\sim$ 50 W では 750  $\mu$ m の膜が残留した。しかし、40 W 以上では焼結膜に変色が発生し、50 W では熱影響が顕著であった。

これらの結果から、レーザ出力 30 $\sim$ 40 W の場合に外観および密着性に優れた焼結膜が得られることがわかった。また、仮乾燥温度が高い場合に、曲げ戻し - ピール試験後の残留膜の幅が大きくなった要因については、仮乾燥時に金ナノ粒子ペー

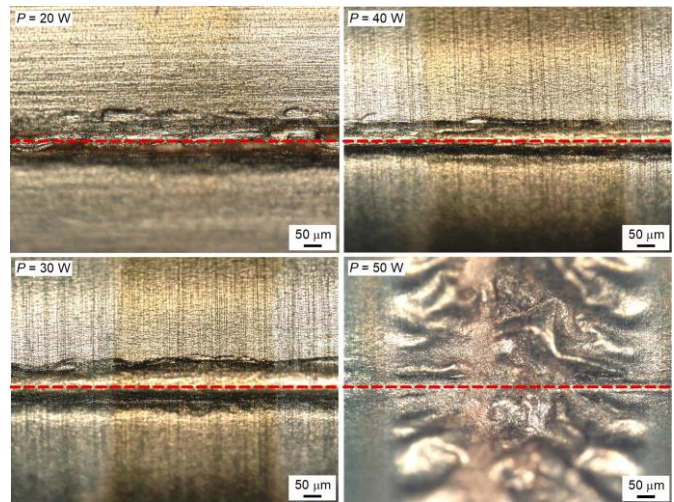


図2 曲げ戻し-ピール試験後の焼結膜外観 (仮乾燥温度 50 $^{\circ}$ C)

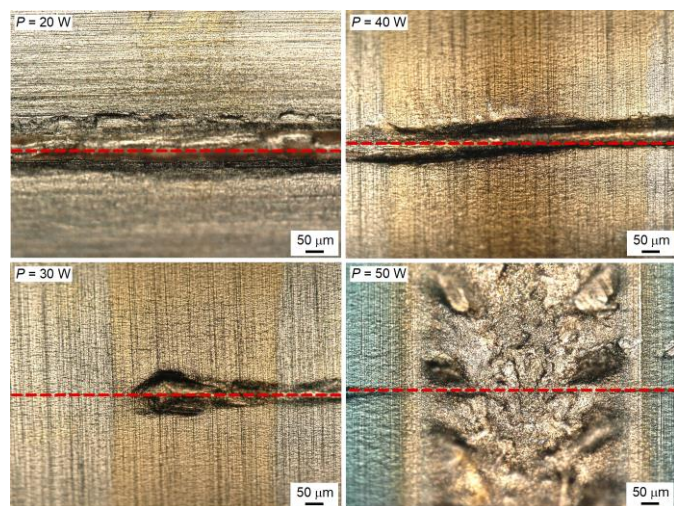


図3 曲げ戻し-ピール試験後の焼結膜外観 (仮乾燥温度 100 $^{\circ}$ C)

ストに含まれる溶媒成分が多く除去できることにより、レーザ照射時に金ナノ粒子同士の焼結の進行が促進されたと考えられる。

### 4. 結言

リン青銅基材への金ナノ粒子のレーザ焼結実験の結果、レーザ出力 20 W では焼結膜の密着性は劣悪であった。30 W 以上では良好な密着性を有していたが、50 W では基材に熱影響が発生した。

### 参考文献

- [1] T.A. Green, "Gold Electrodeposition for Microelectronic, Optoelectronic and Microsystem Applications", Gold Bulletin, vol. 40, No. 2, pp. 105-114, 2007.