

電気ニッケルめっき処理材のドライレーザクリーニング

Dry Laser Cleaning for Material Electroplated with Nickel

笠原淳一¹⁾, 神林 駿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：レーザ加工・グリーンレーザ・アブレーション・クリーニング・表面粗さ

1. 緒言

自動車・航空機などの工業部品の洗浄には、有機溶剤や酸などを用いた薬液洗浄、水などを用いた高圧洗浄、砂などを用いたブラストなどの方法が用いられている。しかし、これらの方法は洗浄に使用した水や薬液、砂などの廃棄物の処理が必要であり、環境負荷が大きい。したがって、近年ではこれらの方法に代わる新しい洗浄方法として、レーザを用いたプロセスが注目されている¹⁾。

レーザクリーニングは、高いエネルギー密度のレーザ光を固体あるいは液体の物質に照射したとき、その表面から構成元素が爆発的に昇華、蒸散されるレーザアブレーションと呼ばれる現象を利用している²⁾。レーザクリーニングは薬液や水などを用いないドライプロセスであり、廃棄物の排出がないことが特長である。また、マスクレスで必要な部分のみに処理することができるため、大幅な生産性向上、コストダウンが可能である。

レーザクリーニングに関して、基材に付着した加工油を分解する試みなど事例的な研究報告はあるものの³⁾、レーザの照射条件と表面粗さなどの表面性状を系統立てた基礎的な研究報告は少ない。

本研究では、自動車・医療機器部品や電気接点部品の下地など広い用途に用いられている電気ニッケルめっき処理材について、可視域のパルスレーザによるクリーニングを検討する。可視域レーザは金属表面での吸収率が高いため、高効率であり、基材への熱影響を最小化できる。本報では、レーザ出力が基材の表面粗さなどの表面性状にお

よぼす影響について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

表 1 に使用材料および実験条件を示す。自動車・電子機器のコネクタなどの電気接点部品に広く用いられているリン青銅 (JIS C5210, 25×20×0.25 mm) を基材として用い、表面に 0.8~1.5 μm の電気ニッケルめっきを施した。スポット径 φ 25 μm の可視域レーザを各種条件で 10 μm ピッチで走査し、基材表面の □ 5 mm の領域を処理した。レーザ装置は、Keyence 製 YVO₄ レーザマーカ (MD-S9910) を用いた。本装置は、最大出力 6 W、波長 532 nm の可視域のレーザ照射が可能である。レーザクリーニング後の基材表面の粗さの評価は、ミツトヨ製触針式表面粗さ測定機 (サーフテスト SJ-201P) を用いて行った。

3. 実験結果

図 1 に基材の初期表面を示す。初期表面には金属条の圧延に伴うローラ痕が認められる。

表 1 使用材料および実験条件

Substrate	
Material	Phosphor-bronze (JIS C5210)
Composition	0.01 Zn, 7.71 Sn, 0.12 P,
(mass %)	0.001 Fe, 0.001 Pb,
	99.95 Cu+Sn+Pb
Dimension	25 mm × 20 mm × 0.25 mm
Thickness of nickel plating	0.8 - 1.5 μm
Laser irradiation	
Type	YVO ₄
Wavelength	532 nm
Spot diameter	φ 25 μm
Power	6 W
Repetitive frequency	100 kHz
Scanning rate	1000 mm/s

図2にレーザークリーニング後の基材表面を示す。レーザー出力 2.4 W ではローラ痕は殆ど消失しており、アブレーションにより表面が平滑化されている。一方、レーザー出力 6 W では表面に $\phi 25\sim 30\ \mu\text{m}$ の溶融痕が連なって発生しており、表面性状は劣悪である。

図3にレーザー出力および表面粗さの関係を示す。図中の破線・実線は基材の初期表面粗さを示す。初期表面粗さは $Ra\ 0.08\ \mu\text{m}$, $Rz\ 0.58\ \mu\text{m}$ であった。レーザー出力 3 W 以下では初期表面と比較すると若干表面粗さは小さくなる。一方、レーザー出力 3.6 W 以上では Ra および Rz 共に顕著に増加する傾向にある。基材表面の観察から、レーザー出力 1.2 W 以下では表面粗さは小さくなっているものの、初期表面と比較すると外観に大きな変化は認められなかった。レーザー出力 1.8~3 W では平滑な表面が得られており、3.6~4.8 W では溶融痕が点在して発生し始め、5.4 W 以上では照射領域全体に溶融痕の発生が認められた。

4. 結 言

自動車・医療機器部品や電気接点部品の下地など広い用途に用いられている電気ニッケルめっき処理材について、可視域のパルスレーザーによるクリーニングを行った。レーザー出力 3 W 以下では初期表面と比較すると若干表面粗さは小さくなった。レーザー出力 3.6 W 以上では溶融痕が発生し始め、5.4 W 以上では照射領域全体に溶融痕が発生して表面粗さは顕著に大きくなった。レーザー出力 1.8~3 W では外観および表面粗さ共に良好な表面性状が得られた。

参考文献

- 1) W. Zapka, W. Ziemlich, W. P. Leumg, A. C. Tam: "Laser Cleaning" Removes Particles from Surface, *Microelectron. Eng.* 20 (1993) 171-183.
- 2) 大村悦二, 福本一郎, 宮本 勇: レーザアブレーションにおける蒸発粒子の飛散, *精密工学会誌*, 67, 11 (2001) 1884-1890.
- 3) 比田井洋史, 銀杏 雅, 吉岡将人, 戸倉 和: 水の分解生成物を利用したレーザークリーニング, *精密工学会誌論文集*, 70, 6 (2004) 858-862.

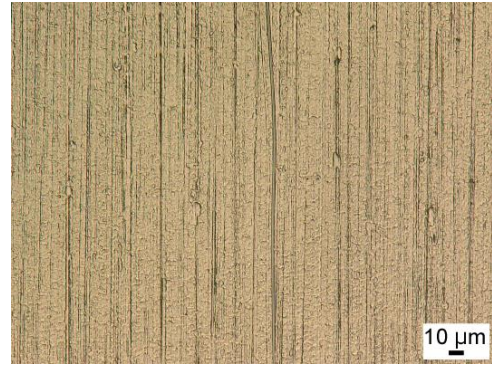


図1 基材の初期表面

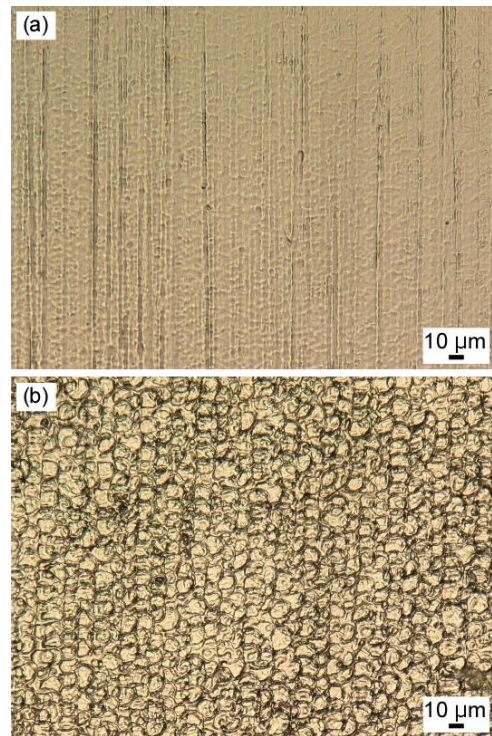


図2 レーザクリーニング後の基材表面：
レーザー出力 (a) 2.4 W, (b) 6 W

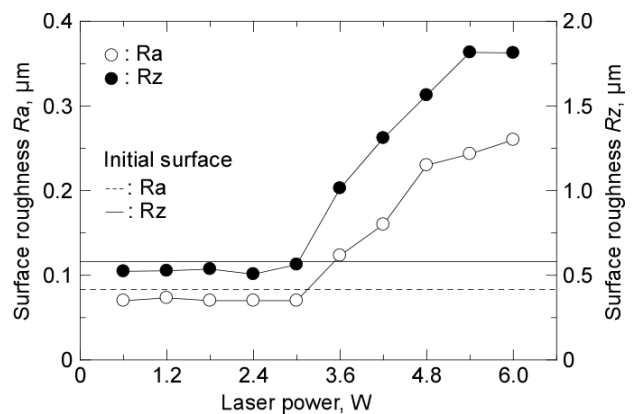


図3 レーザ出力および表面粗さの関係