

レーザーによる顔料を使用しない金属製品への着色技術および、ぎふブランド製品の開発（第1報）

西村 太志、丹羽 孝晴、細野 幸太、堀部 嘉学*、大竹 喜幸*、小河 廣茂

Development of color marking techniques on the metal surface by laser marking and unique products in Gifu (I)

Futoshi Nishimura, Takaharu Niwa, Kota Hosono, Yoshitaka Horibe*, Yoshiyuki Otake* and Hiroshige Ogawa

ステンレスやチタン表面に酸化膜を形成し、光の干渉で発色する技術はこれまでも発表されているが、あまり普及していない。酸化膜の厚さはとても薄く、ロットごとの材料成分の違いや板厚により形成される膜厚が変わり、発色の様子が大きく変わるためと思われる。本研究では広い面積を印字した時の色むらを抑える手法も提案する。また、膜厚と発色の関係についても明らかにする。

1. はじめに

レーザーによる刻印は金属表面をごく薄く削り取るため、印刷に比べて摩耗等に対する耐久性に優れる。このため工具等の型番表示等によく使用されている。最近ではレーザーパワー等を適切に調整してステンレスやチタンに刻印すると赤や青など色鮮やかに印字している¹⁾。この原理について阪部²⁾は次のことを示している。ナノ秒レーザーでは金属表面に形成された酸化膜と金属表面での光が干渉して発色することを示した。また、フェムト秒レーザーでは、金属表面にナノメートルオーダーの微粒子や微細構造が形成され、発色することを示した。また、品田はYVO₄レーザー（ナノ秒レーザー）を用い、複数回重ね描きしたり³⁾、パスのピッチを狭くし⁴⁾て酸化膜の厚さを制御し、鮮やかな多色印字を行った。

本研究ではファイバーレーザー（ナノ秒レーザー）により多色印字を行う。広い面積を印字した場合、色むらが発生することがあるが、むらなく一様に印字できる手法を開発する。また、ステンレス表面に形成された酸化膜の厚さを調べ、基礎的なデータを収集する。

2. 実験装置

図1に実験装置を示す。レーザーマーカはオムロン製MX-Z2000Gであり、加工部は安全ボックスで覆われている。安全ボックス内にはラボジャッキが置かれ、レンズと加工物の距離を微調整できる。また、ジャパンセンサー製TMHX-CNE-0500-0120E5.5が4つ設置され、四カ所同時に温度測定ができる。アシストガスを噴射できるようにノズルも備えている。加工物はチラーに接続された熱交換器に置かれ、加工物の温度を一定に保つことができる。



図1 実験装置

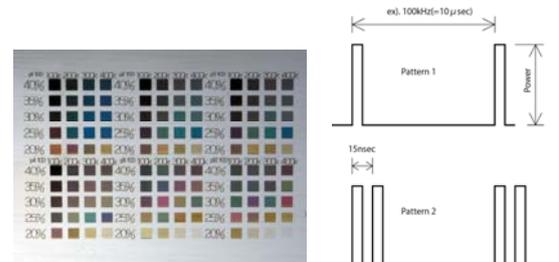


図2 カラーサンプルおよびレーザーパルス

3. 結果及び考察

3. 1 カラー印字

図2左にカラー印字のサンプルを示す。右側はレーザーパルスの出力タイミングを表す。一つのパルスは7.5 nsecの幅であり、1個から20個まで任意の個数を連続して出力できる。次の出力までの周期も任意に制御できる。カラーサンプル中の小さな四角はパルスの高さ、個数、周期を変えて出力したものである。サンプル中の色を印字したい場合、パルスの高さ、個数、周期を同じにすれば、サンプルと同じ色で印字できる。

*（株）シズテック

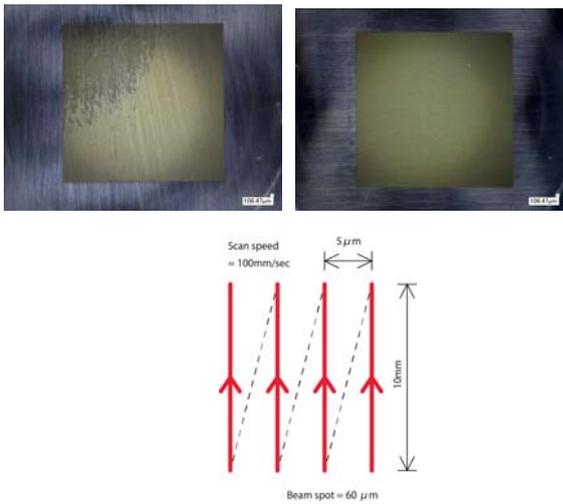


図3 色むらの発生

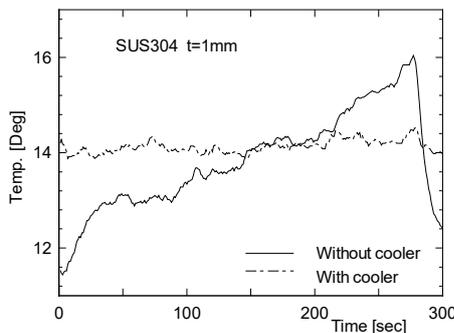


図4 加工物の表面温度変化

3.2 色むら防止

図3に色むらの発生状況を示す。温度調節せずにレーザー印字すると図左上のように色むらが発生する。レーザーは図3下図のように走査する。加工中に加工物の温度が変化するため、酸化膜の厚さが不均一になると考えられる。四角く印字した時の左側の温度変化を図4に示す。温度制御しないと加工開始から終了するまでに2.3度上昇することがわかる。温度調整すると温度変化を抑制できることがわかる。このように温度制御すれば図3右側のようにむらなく、均一に印字できる。

3.3 酸化膜の厚さ

図5に青色と赤色に印字した酸化膜および素材をオージェ電子分光分析の結果を示す。横軸は表面からの深さ、縦軸は元素の割合を表す。ここでは、酸素、鉄、クロムの割合を示している。素材（黒線）の不動態膜厚さは約50nmであることがわかる。青い酸化膜の厚さは約250nmであり、赤色の酸化膜は約450nmであり、両者の酸化膜厚さは異なることがわかる。

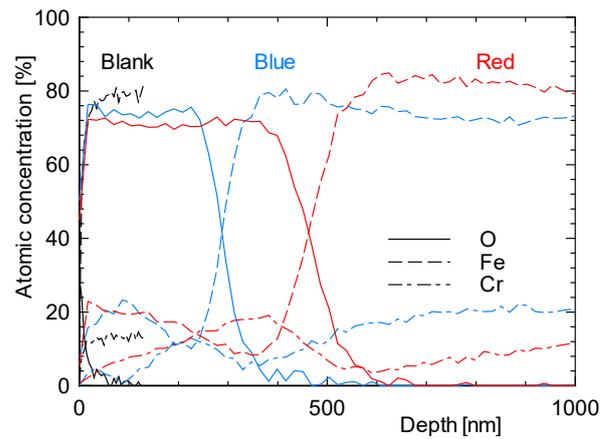


図5 オージェ電子分光分析装置の結果



図6 印字サンプル

3.4 印字サンプル

図6に印字サンプルを示す。

4. 結論

本研究では以下の結論を得た。

- (1) レーザーマーカで多色印字ができた。
- (2) 冷却装置により加工物を加工中一定温度に保つことで、広い面積を色むらなく印字できた。
- (3) 酸化膜厚を測定でき、発色により酸化膜厚さが異なることがわかった。

【参考文献】

- 1) 田中ら,岐阜県工業技術研究所研究報告 No.3, pp12-15,2014
- 2) 阪部, 天田財団助成研究成果報告書 No.27, pp172-214,2014
- 3) 品田ら,日本機械学会論文集 C 編 Vol.72 No.713, pp235-240,2006
- 4) 品田ら,日本機械学会論文集 C 編 Vol.72 No.722, pp3406-3411,2006