

フッ素レーザーによる鉄薄膜表面への微細周期構造の形成

Formation of periodic structure onto iron thin film surface by F₂ laser

防衛大¹, 関東学院大² 粟飯原 雄太¹, °戸出 真由美¹, 大越 昌幸¹, 山下 嗣人², 井上 成美¹

National Defense Academy¹, Kanto Gakuin University²

Yuta Awaiharu¹, °Mayumi Tode¹, Masayuki Okoshi¹, Tsugito Yamashita², Narumi Inoue¹

E-mail: okoshi@nda.ac.jp

1. 緒言

鉄は一般に、資源的に豊富であり、比較的加工が容易なことから、その用途は多岐に亘る。しかし純鉄となると、錆発生が顕著となり、産業用途は極めて制限される。従って、鉄を利用するためには、合金鋼とすることや、めっきによる皮膜あるいは高温処理などを施すことが行われている。しかし、これら処理を薄膜状の鉄に適用することは難しい。一方、もし純鉄を薄膜として利用することができれば、鉄本来の性質である強磁性や電気伝導性、あるいは生体適合性などを生かしたマイクロデバイスなどへの応用が可能になるものと考えられる。これまで我々は、波長 157 nm のフッ素 (F₂) レーザーを用いて、Fe 薄膜表面に Fe₃O₄ 酸化改質層を形成し、疑似海水中での高い耐食性を発現する改質手法を見出してきた¹⁾。もし、本手法を基にして、高い耐食性を呈する Fe 薄膜の表面に、さらに撥水性を発現することができれば、より高い耐食性の発現とともに、Fe 薄膜の用途をさらに広げることができるものと考えられる。そこで、本研究では、Fe 薄膜表面に整列させたミクロンサイズのシリカ微小球を用いることで、その表面にサブミクロンサイズの微細周期構造を形成し撥水性を持つ Fe 薄膜の形成を試みた。

2. 実験方法

スライドガラス基板の上に形成した、膜厚 50 nm の Fe 薄膜表面に、直径 2.5 μm のシリカガラス製微小球を単層で整列した。その試料に、F₂ レーザーを、フルエンス 15 mJ/cm²、パルス繰り返し周波数 10 Hz、照射時間 10 min で照射した。その後、試料を超純水中で超音波洗浄し、微小球を除去した。

3. 実験結果および検討

試料表面の光学顕微鏡写真を Fig.1 に示す。レーザー照射により、Fe 薄膜表面には約 500 nm 径の微細構造が、約 2.5 μm 間隔で周期的に形成されていることが確認できた。これは、各シリカ微小球がレンズの役割を果たし、F₂ レーザー光を Fe 薄膜表面に集光するため、微細構造が形成したものと考えられる。さらに、形成した微細周期構造を原子間力顕微鏡 (AFM) により観察した結果、平均高さ約 60 nm の隆起状構造であることが判明した。これは、シリカ微小球の F₂ レーザーに対する透過率が十分高くなかったため、レンズ効果により集光されるものの、Fe 薄膜のアブレーション閾値を超えるフルエンスではなく、隆起状構造になったものと考えられる。

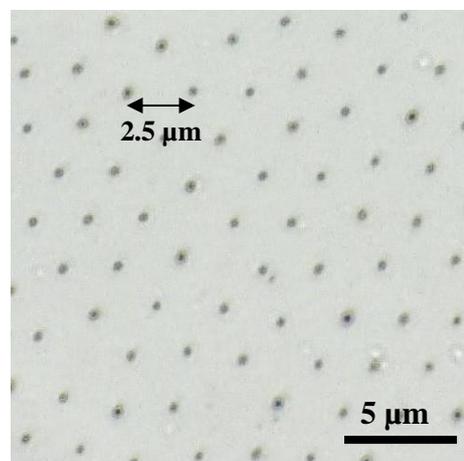


Fig.1 Fe 薄膜表面に形成した微細周期

構造の光学顕微鏡写真

4. 結言

直径 2.5 μm のシリカ微小球を Fe 薄膜表面に単層で整列し、微小球側から F₂ レーザーを照射することで、Fe 薄膜表面に隆起状の微細周期構造を形成することができた。

謝辞

本研究は、平成 24 年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業として実施されたものである。

参考文献

- 1) M. Okoshi, Y. Awaiharu, T. Yamashita, N. Inoue: "F₂ laser induced surface modification of iron thin films to obtain corrosion resistance", Jpn. J. Appl. Phys. 53 (2014) (in press).