

## フッ素レーザーによる鉄薄膜の表面改質 (2)

*Surface modification of iron thin film by F<sub>2</sub> laser (2)*防衛大学校<sup>1</sup>, 関東学院大学<sup>2</sup> 栗飯原 雄太<sup>1</sup>, °大越 昌幸<sup>1</sup>, 山下 嗣人<sup>2</sup>, 井上 成美<sup>1</sup>National Defense Academy<sup>1</sup>, Kanto Gakuin University<sup>2</sup>Yuta Awaiharu<sup>1</sup>, °Masayuki Okoshi<sup>1</sup>, Tsugito Yamashita<sup>2</sup>, Narumi Inoue<sup>1</sup>

E-mail: okoshi@nda.ac.jp

## 1. 緒言

鉄は一般に、資源的に豊富であること、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。したがって、鉄を工業的に利用するためには、種々の微量元素を添加することにより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やドラッグデリバリーシステム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 (F<sub>2</sub>) レーザーを用いて、Al 薄膜表面を緻密な Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層に光化学的に改質する手法を見出してきた。<sup>1)</sup> そこで本研究では、Al 薄膜に代えて、Fe 薄膜に F<sub>2</sub> レーザーを照射することにより、その表面の極薄い層に緻密な Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> を形成して、耐薬品性を呈する純鉄薄膜の形成を行った。

## 2. 実験方法

純鉄 (99.99 %) 板をターゲットとした電子ビーム蒸着法により、Si 基板あるいはスライドガラス基板上に膜厚 50 nm の Fe 薄膜を形成した。その後、F<sub>2</sub> レーザーを、フルエンス 40 mJ/cm<sup>2</sup>、繰り返し周波数 10 Hz、照射時間 60 min で、Fe 薄膜表面に照射した。

## 3. 実験結果および検討

F<sub>2</sub> レーザー照射された Fe 薄膜表面の化学結合状態を調べるために、X 線光電子分光 (XPS) 分析を行った (Fig.1)。まず、Fe 薄膜の最表面 (図中で 0 nm と表示) において、710.8 eV に Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を示すピークが測定された。このピークは、レーザー未照射の試料表面でも見られることから、自然酸化によるものと考えられる。その後、試料を深さ方向に分析を進めていくと、表面から深さ 1 nm のところでは、ピークの位置が 710.4 eV に化学シフトすることがわかった。これは、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 層の形成を示している。また、深さ 3 nm では、Fe 単体を示すピーク (707.0 eV) が見え始めた。したがって、約 1 nm 厚の Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 自然酸化層の下に、F<sub>2</sub> レーザーの照射により、約 2 nm 厚の Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 層が形成していることが判明した。加えて、形成した Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 層の下 (表面から深さ 7 nm) では、Fe 単体のみのピークが測定された。この改質試料は、濃度 0.01 wt% の HNO<sub>3</sub> 水溶液に対して高い耐薬品性を示すこともわかった。

## 4. 結言

F<sub>2</sub> レーザー照射により、Fe 薄膜表面に、耐薬品性を呈する Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> ナノ改質層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, K. Iwai, H. Nojiri, N. Inoue: Jpn. J. Appl. Phys. 51, 122701 (2012).

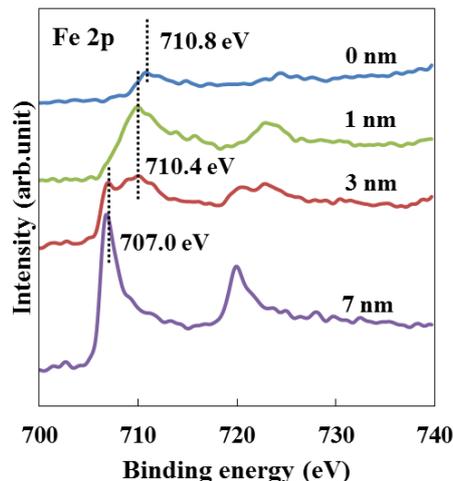


Fig.1 XPS スペクトル (各深さ方向における Fe 2p 光電子スペクトル)