

プラズマ照射による FeCo 箔の窒化

日大生産工(院) ○中野 裕悟

日大生産工 矢澤 翔大 新妻 清純

1.はじめに

窒化鉄は窒素濃度によりいくつかの異なる結晶構造をとることが知られている。東北大学の高橋博士らは、抵抗加熱による真空蒸着を用いて作製した α -Fe と Fe 系窒化物である α "-Fe₁₆N₂ の二相からなる窒化鉄薄膜が高飽和磁化値を有することを報告した。以来、 α "-Fe₁₆N₂ は高飽和磁化特性を有する優れた磁性材料として期待され、種々の手法による研究がされてきた。

パーメンジュール(FeCo)とは鉄とコバルトを 1:1 で混ぜた合金であり、磁性材料の中で、軟質磁性材料に分類され、磁性材料の中で飽和磁束密度が最も大きい特性があると知られている。

これらのことから鉄が含まれているパーメンジュールを窒化させることでさらに高い性能を持つ磁性材料を作製できないかと考えた。本研究ではパーメンジュール箔をプラズマ照射による窒化を試み、その特性について検討を行った。

2.実験方法

使用したプラズマ装置の概要を Fig.1 に示す。ガス導入管を兼ねたアノードには Cu 管を用い、カソード-アノード間距離は 100mm とし、真空装置として真空槽を用いた。真空排気において 8.0Pa 以下までの低真空排気には油回転ポンプをそれ以降 1.0×10^{-4} Pa までの高真空排気では油拡散ポンプをそれぞれ用いてチャンバー内を高真空排気した後、プラズマ照射を行った。

試料を作製するために縦 6mm、横 4mm、厚さ $100 \mu\text{m}$ のパーメンジュール箔を用いた。また、プラズマ照射を行う際に試料であるパーメンジュールの表面には酸化膜があるので、その除去を行うため Ar プラズマによる処理を行った後、窒素プラズマによる処理時間を 120 分間一定としプラズマ処理電流を 0.4~0.7A と変化させて行った。

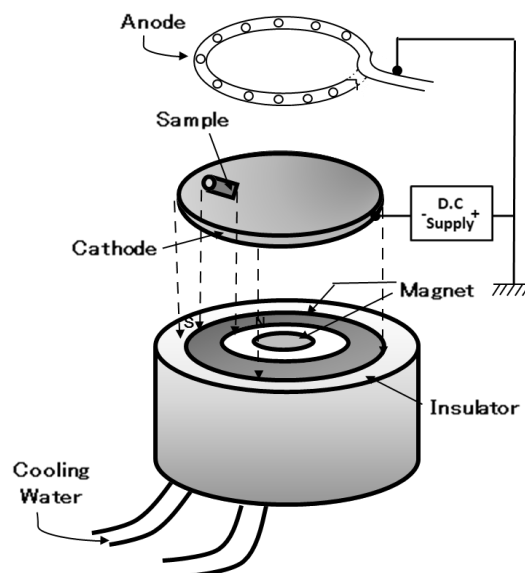


Fig.1 Schematic diagram of nitrogen plasma.

3.物性評価方法

試料の評価方法として、結晶構造解析に X 線回折装置(XRD)、磁気特性の測定には振動試料型磁力計(VSM)を用いて行った。

4.実験結果

4.1XRD による解析結果

Fig.2 に XRD の測定結果を示す。これはプラズマ照射前である未処理のパーメンジュール

Nitriding of FeCo Irradiated with Nitrogen Plasma

Yugo NAKANO, Shota YAZAWA and Kiyozumi NIIZUMA

ルと、処理電流 0.4~0.7A の条件でプラズマ照射を行ったパーメンジュールの結晶構造を示したものである。未処理のパーメンジュールは $2\theta=65.02, 82.33^\circ$ を示しているためパーメンジュールは α -Fe と同じ bcc 構造での結晶構造を持つことがわかる。また、処理電流 0.4A では未処理の試料と同じ α -Fe の結晶構造である $2\theta=44.67, 65.02, 82.33^\circ$ のピークが確認でき、処理電流 0.5A では $2\theta=43.47^\circ$ のピークが新たに確認できた。さらに処理電流 0.6、0.7A では $2\theta=43.47, 50.67, 74.68^\circ$ にピークが新たに確認でき、これらのピークは fcc 構造を持つ γ -オーステナイトと呼ばれる窒化鉄を示しており、処理電流 0.6、0.7A のときに γ -オーステナイトが生成されていることがわかる。

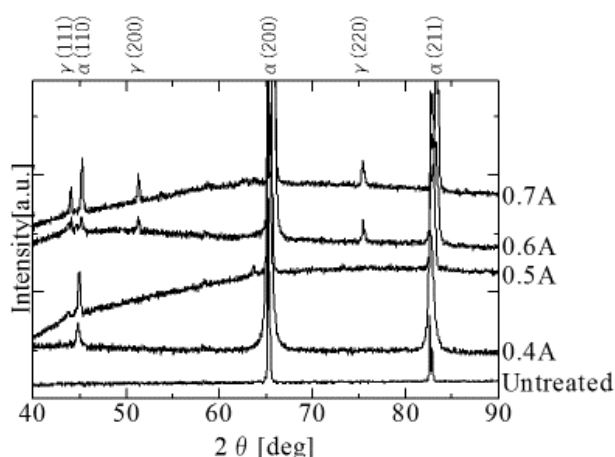


Fig.2 Xray diffraction patterns for various treatment currents.

4.2 VSM による磁気特性の測定結果

プラズマ処理電流に対する飽和磁化値の比較を Fig.3 に示す。これはプラズマ照射前である未処理のパーメンジュールの飽和磁化値と処理電流 0.4~0.7A の条件でプラズマ照射したパーメンジュールの飽和磁化値の測定結果である。Fig.3 からプラズマ処理前の飽和磁化値は理論値の 220emu/g と一致し、プラズマ処理後の試料を比較すると処理電流の増加に応じて飽和磁化値が減少していき処理電流 0.7A のときに最も低く 205emu/g であることが確

認できた。これは生成された γ -オーステナイトが非磁性であるため飽和磁化値が減少したと考えられる。

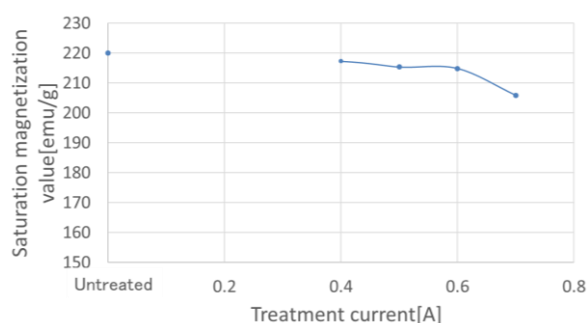


Fig.3 Saturation magnetization value for various treatment currents.

5. まとめ

本研究ではプラズマ照射によって FeCo 箔の窒化を試み、以下の知見を得た。

X 線回折装置の結果より、プラズマ照射を行うことで γ -オーステナイトと呼ばれる窒化鉄のピークが確認でき、処理電流の増加に応じて γ -オーステナイトのピーク強度が強くなることが確認できた。

VSM による磁気特性の測定結果より、プラズマ照射を行うことで飽和磁化値は減少し、処理電流の増加に応じて飽和磁化値は減少していくことが確認できた。

プラズマ照射により生成された γ -オーステナイトは急冷することにより磁性を持った窒化鉄である α' -マルテンサイトが生成される可能性があるので、今後は α' -マルテンサイトの生成を試みる。

6. 参考文献

- 1) T.K.Kim and M.Takahashi: Appl. Phys. Lett., 20(1972)
- 2) 高橋 實: 「窒素雰囲気中で蒸着した Fe 膜の磁性・超高モーメント磁性体」 固体物理 7(1972)、pp.483-495
- 3) 中島健介、岡本洋一: 「窒素イオン注入によって作製した Fe_{16}N_2 薄膜の構造と磁性」 日本応用磁気学会誌、14(1990)、pp.271-274