

DES 浴から作製した Fe-Ni 膜の浴添加剤による軟磁気特性改善

柳井武志, 山口知輝, 森村隆夫, 中野正基, 福永博俊 (長崎大学)

Improvement in soft magnetic properties of Fe-Ni films prepared in DES-based plating baths with additives
T. Yanai, T. Yamaguchi, T. Morimura, M. Nakano, H. Fukunaga (Nagasaki University)

はじめに

電解めっき法は、①高速成膜可能、②装置が簡素、③常温・常圧下での成膜が可能、などの利点を有しており、磁性膜作製の手法として魅力的な方法の一つである。磁性めっき膜に関する報告は、これまでに多くの研究者によってなされているが一般的に、水を溶媒とするものが多い。水は安価で扱いやすい溶媒であるが、比較的低電位で水の電気分解が生じるため、例えば希土類元素のような析出電位が大きく卑な元素を析出させることは困難である。そこで我々は、水に替わる新しい溶媒としてイオン液体の一種である深共晶溶媒 (DES: Deep Eutectic Solvent) に着目し、検討を重ねてきた。最近の DES 浴から作製した Fe-Ni 膜に関する研究で、一級アミンを浴添加することで Fe-rich 組成膜にて大きく軟磁気特性が改善できることがわかってきた[1-2]。本稿では、一級アミン添加剤としてアミド硫酸アンモニウムを用いた際の結果について報告する。

実験方法

10 g の塩化コリンと 10 g のエチレングリコールを無色透明になるまで攪拌したものを DES とした。この DES に塩化鉄と塩化ニッケルを合計で 15 g 加えた。膜の組成は、塩化鉄と塩化ニッケルの重量比によって任意の組成に調整した。このめっき浴にアミド硫酸アンモニウムを 3 g 添加した。浴温度は 100°C、電流密度は 66.7 mA/cm² とし、Cu 基板の上に Fe-Ni 膜を成膜した。

実験結果

Fig.1 に保磁力の Fe 組成依存性を示す。Fig.1 には、水溶媒の結果[3]およびマイクロマグネティクス理論で計算した保磁力の計算値も示している。Fig.1 より、DES 浴から作製した Fe-Ni 膜は Fe 組成の増加に伴い、保磁力が減少した。一方、水溶媒の結果および計算値は Fe₂₅Ni₇₅ 付近の組成で低保磁力を示しており、保磁力の Fe 組成に対する振る舞いが大きく異なることが了解される。Fig.2 に Fe₈₀Ni₂₀ 膜の TEM 像を示す。Fig.2 より、柱状の組織が形成されていることが了解される。このような柱状構造は Fe-poor な組成の膜では観測されなかった。よって、Fig.1 の保磁力の変化は Fe 組成の増加に伴い、ランダムな多結晶組織が柱状組織へ変化することが一つの要因として考えられる。Fe を多く含む組成領域で低保磁力を示す現象は結晶磁気異方性や磁気歪みからは予測できない DES 浴の特異的な現象である。本点に関しては現在も検討を継続しており、今後その要因を明らかにしていく予定である。

参考文献

- [1] T. Yanai, T. Yakaguchi *et al.*, *IEEE Trans. Magn.*, **53** (2017) #2004404.
[2] T. Yanai, T. Akiyoshi *et al.*, *AIP Advances*, **8** (2018) #056437.
[3] T. Shimokawa, T. Yanai *et al.*, *IEEE Trans. Magn.*, **48** (2012) 2907.

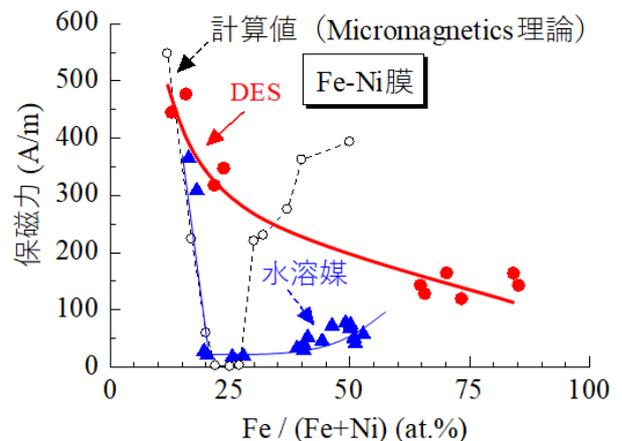


Fig.1 保磁力の Fe 組成依存性

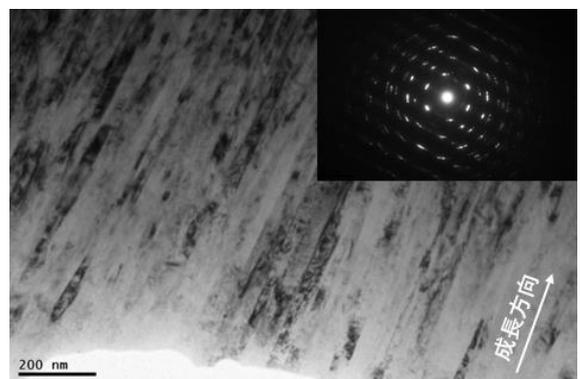


Fig.2 Fe₈₀Ni₂₀ 膜の TEM 像