

## DES 浴から作製した軟磁性膜に与える浴添加剤の影響

山口 知輝, 秋吉 俊貴, 東 圭太, 高嶋 恵佑, 柳井 武志, 中野 正基, 福永 博俊  
(長崎大学)

## 1 はじめに

近年, イオン液体の一種である深共晶溶媒 (Deep Eutectic Solvent) が, 低い蒸気圧, 高い導電率, など水には無い多くの工業的特長を有していることから, めっき膜作製における新規溶媒として期待されている。これまでに我々は, DES を用いためっき浴から Fe 基軟磁性膜を高い電流効率で作製可能であることを示してきた[1-2]。一方で, 水溶媒から作製した軟磁性膜と比較すると表面平滑性や磁気特性に対して改善が必要な状況であった。一般的に, めっき法を用いた成膜過程では膜質や特性改善のため浴添加剤が用いられる。よって, DES 浴においても, 光沢作用や平滑作用のある添加剤の利用が効果的と考えられるが, DES 浴の添加剤に関する報告は極めて少ない。そこで本研究では, 添加剤としてアミド硫酸アンモニウムを使用し軟磁性膜の膜質や磁気特性に与える影響を検討した。

## 2 実験方法

DES は, 塩化コリンとエチレングリコールの組み合わせを用いた。塩化コリンおよびエチレングリコールを各 10 g 秤量しビーカーに入れ, 70 °C で均一な液体になるまで攪拌を行った。この DES 電解溶媒に, Fe 試薬として塩化鉄 4 水和物を, Co 試薬として塩化コバルト 6 水和物を, それぞれ加えた。各試薬の合計添加重量は 15 g で固定した。本研究では, アミド硫酸アンモニウムを添加剤として用い, その重量を 0 - 4 g の間で変化させた。陽極には幅 5 mm, 厚さ 500  $\mu\text{m}$  の Fe 板を用い, 陰極 (基板) には同形状の Cu 板を用い, 電極間隔は 20 mm とした。通電部の面積は 5 mm  $\times$  15 mm とし, 定電流めっきを行った。総電荷量が 60 C となるように電流密度を 67 mA/cm<sup>2</sup>, 成膜時間を 20 分に設定した。膜組成は EDX で,  $R_a$  は表面粗さ計で, 磁気特性は VSM で, 結晶構造は XRD で, それぞれ評価した。

## 3 結果と考察

Fig.1 に表面粗さの Fe 組成依存性を示す。Fig.1 より, アミド硫酸アンモニウムを添加することで, 全体的に表面粗さの値が低減しており, アミド硫酸アンモニウムは表面平滑性の改善に有効であることがわかった。

Fig.2 に飽和磁化の Fe 組成依存性を示す。飽和磁化の値は Fe が 70 at.% 付近で最大となり, この傾向は Slater-Pauling 曲線から予測される傾向と一致した。飽和磁化とともに保磁力の評価も行ったが, ともにアミド硫酸アンモニウムに対する顕著な影響は観測されなかった。本研究室内にて, DES 浴から作製した Fe-Ni 合金系膜では, Fe-rich 側の膜でアミド硫酸アンモニウム添加による保磁力低減効果が観測されているが, 本検討では観測されず, Fe-Co 合金系では磁気特性に対する顕著な効果がないことがわかった。この理由に関して考察するため, XRD パターンを取得した。Fig.3 に高い飽和磁化値の得られた Fe<sub>70</sub>Co<sub>30</sub> 付近の組成を有する膜の XRD パターンを示す。45°付近に bcc Fe-Co (110)面からの強い回折ピークが観測された。すなわち, 本実験で作製した Fe-Co 膜は結晶配向しており, そのため保磁力に顕著な差異を生じなかったと考えられる。

以上の結果より, アミド硫酸アンモニウムは磁気特性を劣化させることなく表面平滑性を改善することから, DES 浴からの Fe-Co 膜作製において有望な添加剤の一つであることがわかった。

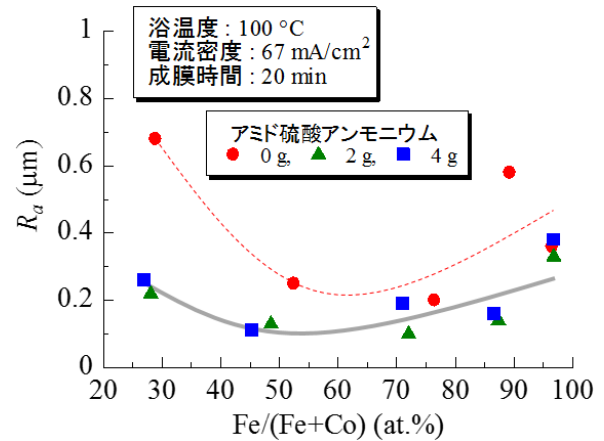


Fig.1 表面粗さの Fe 組成依存性

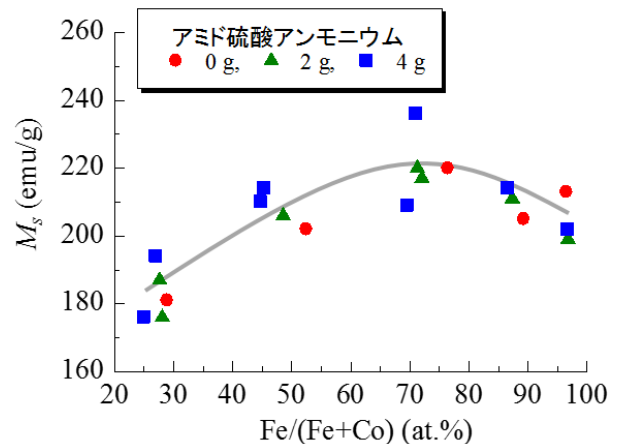


Fig.2 飽和磁化の Fe 組成依存性

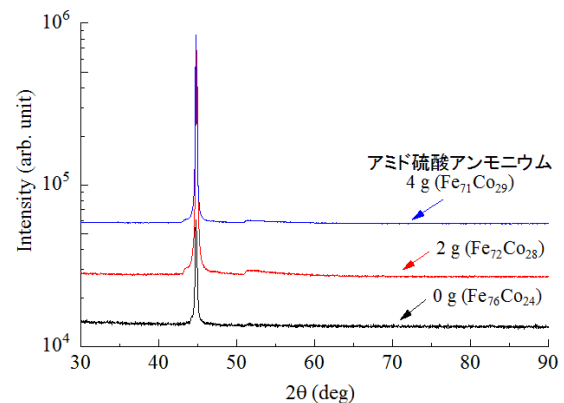


Fig.3 XRD パターン

## 参考文献

- [1] T. Yanai *et al.*, *J. Appl. Phys.*, **115** (2014) #17A344.  
[2] T. Yanai *et al.*, *J. Appl. Phys.*, **117** (2015) #17A925.