

鉄基薄膜における異常ネルンスト効果

佐知嵩之, 釘宮由充, 栗巣普揮, 赤井光治, 山本節夫
(山口大)

Anomalous Nernst effect in Fe-based thin films

T. Sachi, Y. Kugimiya, H. Kurisu, K. Akai and S. Yamamoto
(Yamaguchi Univ.)

はじめに

環境負荷の小さい熱電発電技術が注目されている。異常ネルンスト効果を用いた熱電発電は、ゼーベック効果やスピンゼーベック効果を利用したものとは比べて、磁化方向で電界の向きを制御可能であるために単一の磁性材料でも電圧増大が可能である点や、電極層を必要としない単純な構造であることから低コストで量産性に優れている点などの利点がある。¹⁾ そこで本研究では、Fe をベースとした薄膜の異常ネルンスト効果による熱電発電について検討した。

実験方法

RF マグネトロンスパッタ装置を用いて、Si 基板に Fe 薄膜及び Fe-Al 薄膜、センダスト薄膜(Fe-9.5%Si-5.5%Al)を膜厚 100 [nm]ほど堆積した。電気抵抗率、磁化ヒステリシス、熱電変換による起電力の測定はそれぞれ四探針法、振動試料型磁力計、熱電変換特性測定装置を用いた。起電力測定においては磁性薄膜の上部と基板の下部との間に 10[K]の温度差を付けて測定を行った。

実験結果・考察

Fig.1 に、鉄基薄膜における異常ネルンスト電圧 (E_{ANE}) の印加磁場依存性を示す。 E_{ANE} は純鉄の薄膜では非常に小さかったが、Al を添加することで増大した。センダスト薄膜では特に大きな起電力が得られた。Fig.2 に、Fe-Al 薄膜の飽和磁化 (M_S) と電気抵抗率 (ρ) の Al 含有量依存性を示す。Al の含有量が増加するほど飽和磁化は小さくなり、電気抵抗率は増加した。強磁性体原子の Fe 格子中に非磁性原子である Al が置換されることから飽和磁化の減少は説明できる。²⁾ また、電気抵抗率が増加するのは合金化による自由電子の散乱が顕著になったためであると推測される。Fig.3 に、異常ネルンスト電圧 E_{ANE} の Al 含有量依存性を示す。 M_S 及び ρ の値がともにほどほどに大きい値となると、すなわち Al 含有量が 20 %付近で E_{ANE} が最大値になることがわかった。つまり E_{ANE} は飽和磁化と電気抵抗率の値に影響される。

まとめ

Fe 薄膜ではわずかな起電力しか得られなかったが、センダスト薄膜では大きな起電力が得られた。 E_{ANE} の増加は Fe に Al を添加することによって、電気抵抗率 ρ の増加に起因するものであり、最適な Al 含有量が存在することが分かった。

参考文献

- 1) Y.Sakuraba, K.Hasegawa, M.Mizuguchi, T.Kubota, S.Mizukami, T.Miyazaki, K.Takanashi, "Anomalous Nernst Effect in $L1_0$ -FePt/MnGa Thermopiles for New Thermoelectric Applications," *Applied Physics Express*, **6** (2013).
- 2) 森田真英, 松岡範佳, 村松幸之助, 竹内光明, 村松義人, "Fe-Al 合金薄膜の磁歪特性," 日本金属学会誌, **Vol.70**, No.8, pp.622-625 (2006).

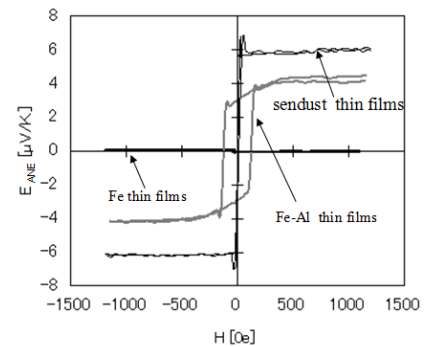


Fig.1 Magnetic field H dependence of anomalous Nernst voltage E_{ANE} in Fe-based thin films.

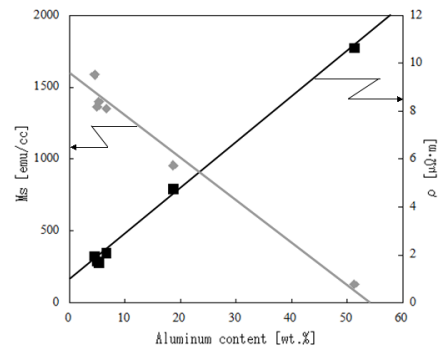


Fig.2 Aluminum content dependence of saturation magnetization M_S and electrical resistivity ρ for Fe-Al thin films.

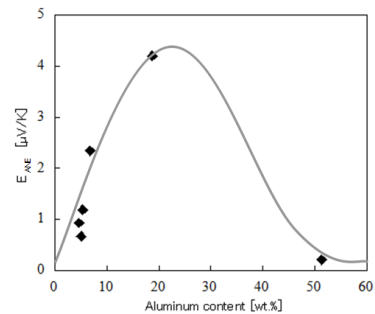


Fig.3 Aluminum content dependence of anomalous Nernst voltage E_{ANE} in Fe-Al thin films.