

アモルファス CoFeSiB 薄膜の磁気特性におよぼす金属元素添加効果

神保睦子, 野末周平, 藤原裕司
(大同大, 三重大)

Influence of additive elements on magnetic properties of CoFeSiB films

M. Jimbo, S. Nozue, and Y. Fujiwara
(Daido Univ., Mie Univ.)

はじめに

磁歪がほぼゼロを示すアモルファス(a-)CoFeSiB 合金は、保磁力は 0.1Oe 以下で、高透磁率を示す非常に優れた軟磁気特性を示すため¹⁾、薄膜化して磁気センサー等への応用が考えられている。しかし、a-CoFeSiB 合金は薄膜化すると結晶化温度が低下してしまう。そこで、a-CoFeSiB 薄膜に結晶化温度の上昇を期待して Zr などの金属元素を添加し、その耐熱性を評価した。ただし、a-CoFeSiB 薄膜に金属元素を添加した場合、磁歪が変化してしまうことが予想される。そこで、金属元素の添加にともなう磁歪の変化も評価した。

実験方法

試料は、RF スパッタ装置を用い、ガラス基板上に成膜した。スパッタ装置の到達真空度は 6×10^{-5} Torr 以下、スパッタガスは Ar 6mTorr である。ターゲットには、CoFeSiB ターゲットに金属チップ(Ti, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W)を配置した複合ターゲットおよび CoFeSiBHf 合金ターゲットを使用した。膜厚は約 500nm であり、表面には酸化防止のため SiN を 10nm 成膜した。また、試料は 2×10^{-5} Torr の真空中で 1 時間磁界中熱処理を行った。熱処理温度は、200°C から 400°C である。VSM で磁化曲線を測定し、XRD により構造解析を行った。また、磁気トルクメータ、光楕子式磁歪測定により磁歪を評価した。

実験結果

金属元素の添加量が概ね 3 - 5 at.% の試料の磁化測定から、Ti, Cr を添加したものをのぞいた as-dep. 試料の保磁力 Hc は 0.1 - 0.3 Oe 程度の良好な特性を示した。Fig.1 に 350°C 1 時間熱処理した後の Hc を示す。横軸は原子半径である。原子半径の大きな元素では、Hc の増加が小さいことから、原子半径の大きな元素の添加が耐熱性の向上に効果的であることがわかる。特に Hf の添加が効果的であった。ただし、Hf 添加により、飽和磁化 $4\pi M_s$ が 10kG から約 8kG に低下した。そこで、メタロイド組成、Hf 組成を制御したターゲットを使用し、飽和磁化の増大を検討した。その結果、 $\text{Co}_{77.7}\text{Fe}_{4.1}\text{Si}_{3.2}\text{B}_{8.8}\text{Hf}_{6.2}$ の組成で、as-dep. で $4\pi M_s=11.7\text{kG}$, $H_c=0.14\text{Oe}$ 、300°C 1 時間熱処理後に $4\pi M_s=11.7\text{kG}$, $H_c=0.76\text{Oe}$ という良好な結果を得た。a-CoFeSiBHf 薄膜の磁歪の変化の様子を Fig.2 に示す。横軸は CoFe 組成に対する SiB 組成比である。組成比の減少にともなう磁歪は増加しており、約 4ppm まで増加した。組成制御により耐熱性を保ったまま $4\pi M_s$ は改善できたが、磁歪が増加する結果となった。当日は、飽和磁化・磁歪特性を維持したまま、耐熱性を向上させるために行った組成制御にともなう各種特性・構造の変化に関する詳細な報告を行う。

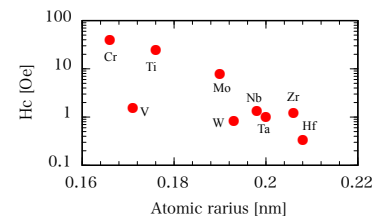


Fig.1 Dependence of Hc on atomic radii of additive elements after annealed at 350°C, 1 hour.

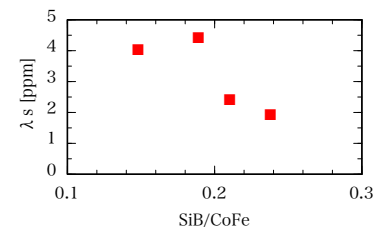


Fig.2 Dependence of saturation magnetostriction on composition ratio.

参考文献

- 1) 例えば H.Fujimori and N.S.Kazama : Sci. Rep. RITU, A-27 (1979) 177.