正方晶 $NiCo_2O_4$ 薄膜における円錐型磁気異方性

Easy-cone anisotropy in tetragonal spinel $NiCo_2O_4$ film

筑波大[1]，京大化研[2]　○小泉 洸生[1]，鈴木郁美[2]，菅 大介[2]，島川 祐一，柳原 英人[1]
Univ. of Tsukuba[1], ICR, Kyoto Univ.[2] ○H. Koizumi[1], I. Suzuki[2], D. Kan[2], Y. Shimakawa, and H. Yanagihara[3]
E-mail : s1930092@s.tsukuba.ac.jp

【背景】

$NiCo_2O_4$(NCO)は、逆スピネル構造を有したフェリ磁性体であり、室温よりも高いキュリー温度(T_C)や、酸化物の中では比較的高い電気伝導率を示すなど魅力的な特性を有する[1]。さらに、$MgAl_2O_4$(001) (MAO)基板上に作製することで、室温において垂直磁気異方性(PMA)を示すことが薄膜試料において報告されている。しかし最近、NCO は低温になるにつれて円錐型磁気異方性に変化していることが報告された[2]。一方で、NCO は作製条件によりカチオンの占有サイトを変化することが報告されており[1]、円錐型磁気異方性についても作製条件に依存していると考えられる。そこで我々は、NCO 膜の作製条件を変えることで、カチオン分布と円錐磁気異方性との関係について明らかにすることを目指した。

【実験】

NCO/MAO（001）薄膜は、反応性 RF マグネトロンスパッタリング法によるものとパルスレーザー堆積法(PLD)によるものの 2 種類の異なる手法によって作製した。作製した試料の評価には、X 線回折法(XRD)による結晶構造の評価、VSM による磁気特性、磁気トルク計による磁気異方性の評価を行った。また、正方晶系における磁気異方性エネルギーは次のように定義した。

$$E = K_{u1}\sin^2\theta + K_{u2}\sin^4\theta + K_3\sin^4\theta\sin^2 2\varphi$$

【結果】

XRD 測定の結果、MAO 基板上に NCO 膜がエピタキシャル成長しており、格子不整合による圧縮歪が導入されていることが確認された。次に、VSM により飽和磁化の温度依存性を測定すると、作製条件により低温における飽和磁化、及びキュリー温度が変化していることが確認された。これらの変化は、成膜条件に依存してカチオン分布が変化していると考えられる。次に、磁気トルク測定により決定したそれぞれの試料における磁気異方性定数の温度依存性を図 1 に示す。これらの結果から、すべての試料において室温付近では垂直磁気異方性($K_{u1} > 0$)を示すが、低温になるにつれて円錐型磁気異方性($K_{u1} < 0, K_{u2} > 0$)へと変化することが確認された。また、PMA から円錐型に転移する温度は強く作製条件に依存していることが確認された。講演では、より詳細な実験結果について議論する。

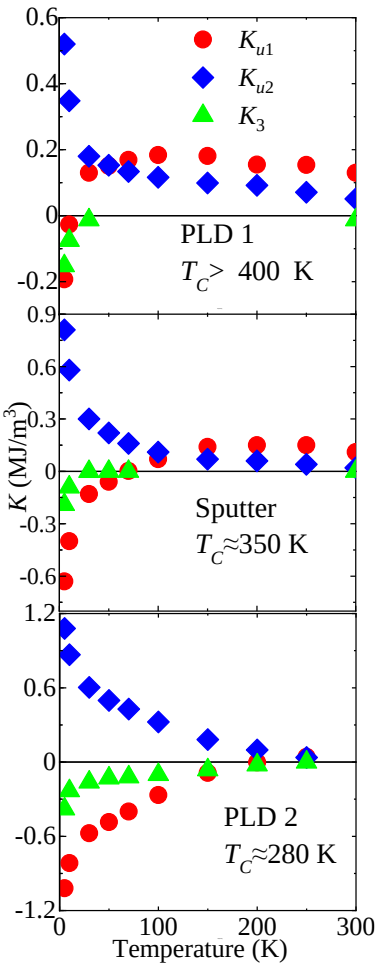

Fig.1：Temperature dependence of K for each sample. K_{u1} and K_{u2} correspond to uniaxial anisotropy, and K_3 is cubic

参考文献

[1] Y. Shen, *et al.*, Phys. Rev. B **101**, 094412 (2020).
[2] H. Koizumi, *et al.*, 第 44 回日本磁気学会学術講演会 予稿集.

© 2021年 応用物理学会