

$\text{Co}_x\text{Fe}_{4-x}\text{N}$ ($x = 0, 1, 3$) エピタキシャル膜のメスbauer測定

Mössbauer study of epitaxially grown $\text{Co}_x\text{Fe}_{4-x}\text{N}$ ($x = 0, 1, 3$) films

日本学術振興会¹, 筑波大院 電子・物理工学² 東北大院 電子工学³

○伊藤啓太^{1,2,3}, 佐内辰徳², 安富陽子², 具志俊希², 都甲薫², 柳原英人², 角田匡清³, 喜多英治², 末益崇²

JSPS¹, Inst. of Appl. Phys., Univ. of Tsukuba², Dept. of Electron. Eng., Tohoku Univ.³

○K. Ito^{1,2,3}, T. Sanai², Y. Yasutomi², T. Gushi², K. Toko², H. Yanagihara², M. Tsunoda³, E. Kita², and T. Suemasu²

E-mail: bk200511420@s.bk.tsukuba.ac.jp

【背景】我々は、新たなスピントロニクス応用材料として、逆ペロブスカイト型遷移金属強磁性窒化物に注目している(図 1)。 Fe_4N 、 Co_4N 、 Co_3FeN は、第一原理計算からフェルミ準位において大きな負のスピンスピン分極率が予想されており¹⁻³、これまでに分子線エピタキシー(MBE)法により、 SrTiO_3 (STO)(001)基板上へのエピタキシャル成長に成功している⁴⁻⁶。しかし、スピンスピン分極率の大きさに影響すると予想される、 $\text{Co}_x\text{Fe}_{4-x}\text{N}$ 薄膜中の Fe および N 原子の占有サイトの直接的な評価はできていない。本研究では、MBE 法により $\text{Co}_x\text{Fe}_{4-x}\text{N}$ ($x = 0, 1, 3$) 薄膜をエピタキシャル成長し、内部転換電子メスbauer(CEMS)測定を行った。 ^{57}Fe 原子核のエネルギー準位に対応する γ 線吸収スペクトルを測定し、 $\text{Co}_x\text{Fe}_{4-x}\text{N}$ 薄膜中の Fe 原子のサイト毎の磁気状態、占有比率を評価した。

【実験】固体 Fe と高周波プラズマ N_2 の同時供給による MBE 法により、STO(001)基板上に $\text{Al}(1\text{ nm})/\text{Fe}_4\text{N}(75\text{ nm})$ をエピタキシャル成長し、CEMS 測定を行った。Fe 原料は ^{57}Fe の割合を 20%程度にエンリッチした特殊原料を用いた。CEMS 測定は 300 K で行った。

【結果・考察】反射高速電子線回折と ω - 2θ X 線回折の結果から、 Fe_4N 薄膜のエピタキシャル成長を確認した。図 2 に CEMS 測定の結果を示す。面内磁化膜にあてはまるピーク強度 3:4:1 でのカーブフィッティングの結果、3 つの強磁性成分と 1 つの非磁性成分にスペクトルを分離できた。前者は 3 つの Fe サイト、後者は表面酸化成分と考えられる。占有比率以外のフィッティングパラメータは、報告例に近い値となった。 Fe_4N の場合、理想的には各 Fe サイトの占有比率は Fe I:Fe II = 1:3 となるはずだが、実験結果は Fe I:Fe II = 0.62:3 となり、Fe I サイトの占有比率が小さくなった。この結果の通り Fe I サイトの 38%が空孔ならば、格子定数がバルク値よりも大幅に小さくなると推測されるが、試料の格子定数はバルク値とほぼ変わらなかった。一方で、理想と異なり N 原子が 2 つの Fe I サイト間に侵入した場合は、Fe I サイトが Fe II サイトと等価になると考えられる。よって、Fe I サイトの見かけの占有比率が小さく出た理由は、N 原子の過剰侵入、またはディスオーダーに起因すると思われる。講演では、 $\text{Co}_x\text{Fe}_{4-x}\text{N}$ 薄膜の CEMS 測定についても述べる。

【謝辞】CEMS 測定は筑波大学研究基盤総合センター応用加速器部門にて行った。

1)S. Kokado *et al.*, Phys. Rev. B **73**, 172410 (2006). 2)Y. Imai *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. **322**, 2665 (2010). 3)Y. Takahashi *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. **322**, 2665 (2010). 4)K. Ito *et al.*, J. Cryst. Growth **322**, 63 (2011). 5)K. Ito *et al.*, J. Cryst. Growth **336**, 40 (2011). 6)T. Sanai *et al.*, J. Cryst. Growth **357**, 53 (2012).

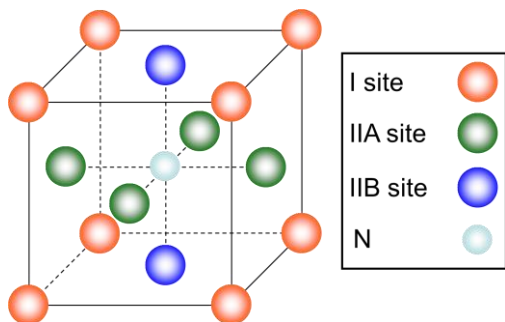


図 1 逆ペロブスカイト型遷移金属強磁性窒化物の結晶構造

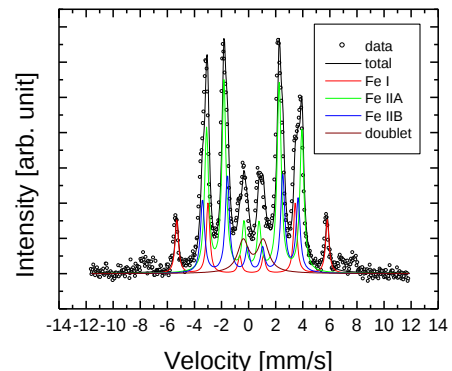


図 2 Fe_4N 薄膜のメスbauerースペクトル