

課題番号 : 2017A-E22
 利用課題名 (日本語) : 元素置換により高い機能性を持つ磁性材料の X 線内殻吸収磁気円二色性
 Program Title (English) : XMCD study of magnetic materials with higher functions via element substitution
 利用者名 (日本語) : 高田郁弥¹⁾, 伊藤啓太²⁾, 竹田幸治³⁾, 斎藤祐児³⁾, 木村昭夫⁴⁾, 末益崇¹⁾
 Username (English) : F. Takata¹⁾, K. Ito²⁾, Y. Takeda³⁾, Y. Saitoh³⁾, A. Kimura⁴⁾, T. Suemasu¹⁾
 所属名 (日本語) : 1) 筑波大学大学院数理物質科学研究科, 2) 東北大学金属材料研究所, 3) 日本原子力
 研究開発機構, 4) 広島大学大学院理学研究科
 Affiliation (English) : 1) Univ. of Tsukuba, 2) IMR, Tohoku Univ., 3) JAEA, 4) Hiroshima Univ.
 キーワード : 省エネルギー, 高スピン偏極伝導材料, XMCD, 優先占有サイト評価

1. 概要 (Summary)

昨今の科学技術が目指す方向は省エネルギー化, もう一つは環境に優しい材料を開発することである。本研究では, 母体の元素を一部置換することにより高い機能性を発揮する磁性材料について, その置換元素の磁気モーメントの定量評価, さらには置換した元素, 置換された元素が担う役割を電子構造の立場から理解することを目的とする。具体的には, 省エネルギー高スピン偏極材料として注目される $Ni_xFe_{4-x}N$ ($x = 0, 1, 3, 4$) 薄膜について内殻吸収磁気円二色性 (XMCD) 分光を行い, 高スピン偏極伝導の発現機構をミクロの立場から明らかにすることを目的とした。逆ペロブスカイト型強磁性窒化物 [FIG.1] の一つである $Ni_xFe_{4-x}N$ は, 理論計算から Ni_3FeN で大きな負の状態密度のスピンの分極 (P) が期待できるが, P の値は 3d 元素の占有サイトに大きく影響される¹⁾。

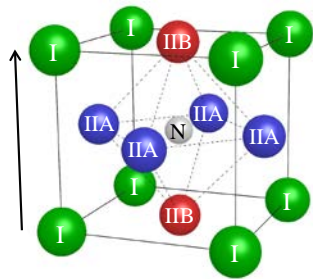


FIG.1: Crystal structure.

我々はこれまでに X 線磁気円二色性測定 (XMCD) 測定により類型の Co_3FeN 薄膜の電子構造を評価し, Co 原子と Fe 原子がサイトをランダムに占有することを明らかにした^{2,3)}。本研究では, XMCD 測定により $Ni_xFe_{4-x}N$ ($x = 1, 3$) 薄膜中の 3d 元素の優先占有サイトを評価した。

2. 実験 (目的, 方法) (Experimental)

分子線エピタキシー法により, $SrTiO_3(001)$ 基板上へ $Al(3 \text{ nm})/NiFe_3N(50 \text{ nm})$, $Al(3 \text{ nm})/Ni_3FeN(50 \text{ nm})$ をエピタキシャル成長し測定に供した。XMCD 測定は全電子収量法によりおこない, 外部磁場 $\pm 4 \text{ T}$ を試料面直方向に印加して温度 100 K で測定した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

その結果, Ni_3FeN では Ni, Fe- $L_{2,3}$ 吸収端ピークの高エネルギー側に肩構造が観測されたのに対し, $NiFe_3N$

では Fe- $L_{2,3}$ 吸収端のみで観測された。同様の肩構造は Fe_4N でも観測されており, 面心 (II) サイトの Fe 3d と N 2p の電子軌道混成に起因する³⁾。 $Ni_xFe_{4-x}N$ でも同様の起源で肩構造が現れたと考えられ, $NiFe_3N$ では Ni 3d と N 2p の電子軌道混成が無く, Ni 原子は角 (I) サイトを優先占有していると考えられる。また, 磁気光学総和則から算出した $NiFe_3N$ 薄膜中の Ni 原子のスピンの磁気モーメントの大きさは, Ni 原子が I サイトを占有した場合の理論値と近く, Ni 原子の I サイトへの優先占有を示唆する。この傾向はメスバウア測定の結果とも一致する⁴⁾。

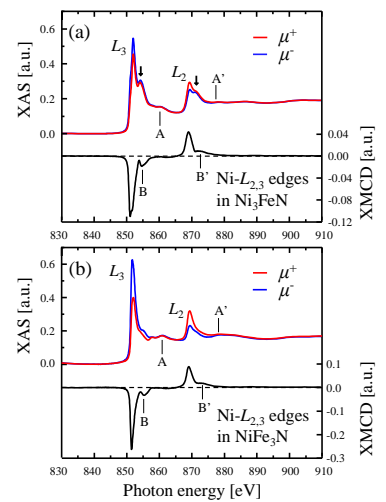


FIG.2: XAS and XMCD spectra in (a) Ni_3FeN and (b) $NiFe_3N$ films at Ni- $L_{2,3}$ edges. transition metal nitrides.

参考文献

- [1] F. Takata et al., J. Appl. Phys. **120**, 083907 (2016).
- [2] K. Ito et al., Appl. Phys. Lett. **103**, 232403 (2013).
- [3] K. Ito et al., J. Appl. Phys. **117**, 193906 (2015).
- [4] F. Li et al., Appl. Phys. Lett. **66**, 2343 (1995).

4. その他・特記事項 (Others) 特になし。