

コンビナトリアル手法による Fe-Co-Cr 三元系合金薄膜の作製と解析 Combinatorial fabrication of Fe-Co-Cr ternary alloy thin film and combinatorial spectroscopic analysis

東京理科大学¹, JASRI², ○(M1)西尾 直¹, (B)山本 雄大¹,
(B)山口 聖矢¹, (B)角野 知之¹, 大河内 拓雄², 小飼 真人¹

Tokyo Univ of Science¹, JASRI², ○Tadashi Nishio¹, Masahiro Yamamoto¹, Seiya Yamaguchi¹,
Tomoyuki Kadono¹, Takuo Ohkochi², Masato Kotsugi¹

E-mail : 8218557@ed.tus.ac.jp

マテリアルズインフォマティクスの発展を背景に、コンビナトリアル手法による新規材料の探索が活発に行われている。しかしながら、現状では実験データの取集や材料データベースの整備が滞っているため、多数の物性パラメータの組み合わせから最適解を探索する手法論が未だに確立していない。そこで本研究では標準物質である Fe-Co-Cr を対象にハイスループット成膜技術と放射光光電子顕微鏡(PEEM)を組み合わせ、Fe-Co-Cr 三元系合金の一括作製及び磁気特性のコンビナトリアル解析を実施したので、その結果について報告する。Fe-Co-Cr 三元系合金は金子ら^[2]によって開発された磁性材料であり、組成による磁気転移とスピノーダル分解領域を有する^[3]。実験では Fe-Co-Cr 三元系傾斜薄膜を微小領域に成膜を行った。次に光電子顕微鏡(PEEM)を用いて X 線吸収分光スペクトル(XAS)をもとに試料の組成分布及び磁区構造の一括取得と解析を行った。

試料作製では、スパッタ粒子の指向性の向上及び拡散を制御するため、三本の筒穴が一点で交差する形状の治具を 3D プリンターから作製した。これに銅製 TEM グリッドと SiO₂/Si 基板を併用し、DC マグネトロンスパッタ装置を用いて Fe と Co, Cr を斜方向から合計 90 nm、試料の酸化を防止するために Cr を Fe と Co 領域上に数 nm 蒸着した。これを真空下 600℃で一時間アニール処理し、三元系合金薄膜を作製した。試料表面の観察と解析は、大型放射光施設 SPring-8 の BL17SU に設置された分光型光電子・低エネルギー電子顕微鏡(SPELEEM)を用いて行った。PEEM モードでは Fe と Co, Cr の各 L 吸収端をもとに化学組成分布、XMCD 像の取得を同一視野にて行った。

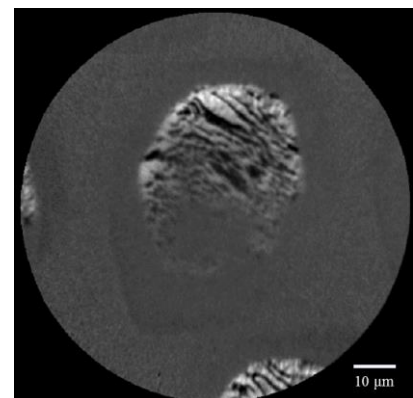


Fig.1 Ferromagnetic contrast of Fe-Co-Cr thin film.

Fe と Co の組成が連続的に変化していることが化学組成分布より確認された。Fig.1 の XMCD 像では明瞭な磁気コントラストが確認され、各元素の組成変化に応じて磁気相転移が生じていることが確認された。さらに組成に依存した磁気特性を解析するため、XMCD 像を構成する L 吸収端の円偏光の応答差をピクセル毎に抽出し、その分布をブラッグウィリアムズ近似理論を用いて解析した。詳細な結果については当日講演にて議論する予定である。

[1]Lookman,Turab et al,"Information Science for Materials Discovery and Design", (2016)

[2]H.Kaneko,M.Homma,K.Nakamura,AIP Conf. Proc. 5, 1088 (1972)

[3]Tsung-Shune,ChinKou-Her,WangCheng-Hsiung Lin, Jpn. J. Appl. Phys. 30, 1692 (1991)