

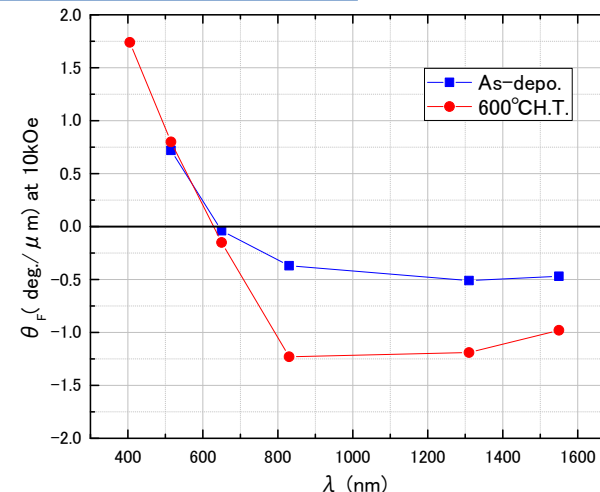
研究プロジェクト名: 磁性ナノグラニューラー材料における巨大なファラデー効果と軌道磁気モーメントとの相関の解明

概要: ナノグラニューラー透明強磁性体材料における、巨大な磁気光学効果と軌道磁気モーメントの大きさとの関連性を明らかにすることを目的とし、実験および理論的考察の双方からそのメカニズムを検討する。さらには、得られた知見をもとに、より巨大な磁気光学効果の発現および、デバイスへの応用を目指す。

コアメンバー: 小林グループ(電磁研)、高梨グループ(東北大)、木村グループ(広島大)、前川グループ(理研)

期待される研究成果: ナノグラニューラー透明強磁性体材料に対し、可視光を用いた磁気光学特性の評価と、放射光を用いたX線磁気円二色性測定を行う。ファラデー効果の大きさと軌道磁気モーメントの大きさとの関連性を、実験と理論から系統的に調査する。特に、熱処理による効果を詳細に検討し、より巨大なファラデー効果の発現につなげ、ナノグラニューラー透明強磁性体材料のデバイス応用への指針を示す。

Fe₁₇Co₁₂Ba₂₄F₄₇膜



成膜後の熱処理(600°C)によるファラデー回転角の増大

研究プロジェクト名: 磁性ナノ粒子における軌道磁気モーメントの増大

概要: ナノグラニューラー透明強磁性体材料における、巨大な磁気光学効果と軌道磁気モーメントの大きさとの関連性について、実験および理論的考察の双方からメカニズムの解明を目指す。得られた知見をもとに、より巨大な磁気光学効果の発現および、デバイスへの応用を目指す。

研究成果(実施状況): 金属伝導を示す強磁性体FeCo-MgF₂グラニューラー試料に対し、放射光を用いたX線磁気円二色性(XMCD)測定を行った。図1(a)および図1(b)にFe L_{2,3}およびCo L_{2,3}吸収端に対するXMCD測定の結果を示す。比較対象として、FeおよびCo薄膜での結果も示した。L₂吸収端の強度に対するL₃吸収端の強度がグラニューラー試料と薄膜試料で異なっている。今後は、より巨大な磁気光学効果を示す絶縁体グラニューラー試料でのXMCD測定と、軌道磁気モーメントの定量評価を試みる。

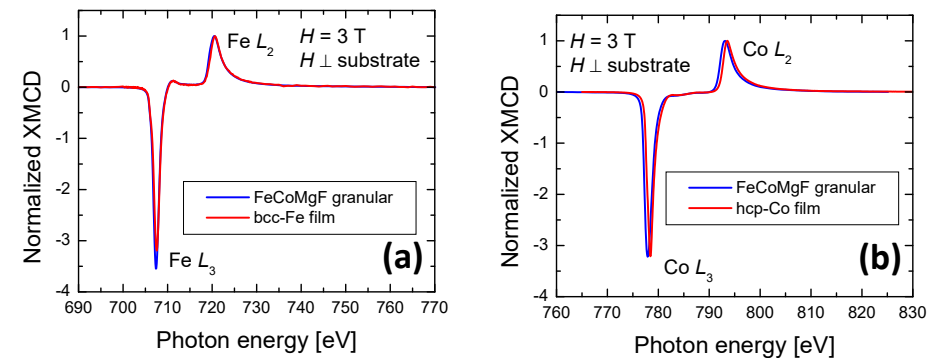


図1 (a)Fe L_{2,3}および(b)Co L_{2,3}吸収端のXMCDスペクトル

主要発表論文等: なし

研究プロジェクト名: 磁性ナノグラニューラー材料における巨大なファラデー効果と軌道磁気モーメントとの相関の解明

概要: ナノグラニューラー透明強磁性体材料における、巨大な磁気光学効果と軌道磁気モーメントの大きさとの関連性について、実験および理論的考察の双方からメカニズムの解明を目指す。得られた知見をもとに、より巨大な磁気光学効果の発現および、デバイスへの応用を目指す。

研究成果(実施状況): 図1には、Fe+Co量と光路長1 μm での波長1550 nmにおける光透過率を示した。光透過率はFe+Co量の増加によって減少する。FeCo-BaF膜はFeCo-AlFに比較してより高いFe+Co量においても光透過性を維持し、FeCo-BaF膜において磁気光学材料としての性能指数が向上することが明らかとなった。この結果は、マトリックスを形成するBaF₂の結晶性に由来すると考えられる。今後は、組成系の異なる試料での軌道磁気モーメントの評価を試みる。

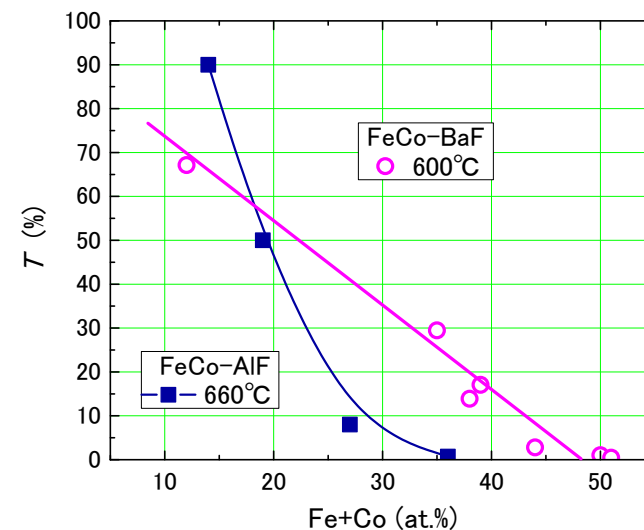


図1 FeCo-AlFおよびFeCo-BaF膜の膜中Fe+Co量と光透過率の関係

主要発表論文等: なし

研究プロジェクト名：磁性ナノグラニューラー材料における巨大なファラデー効果と軌道磁気モーメントとの相関の解明

概要：ナノグラニューラー透明強磁性体材料における、巨大な磁気光学効果と軌道磁気モーメントの大きさとの関連性について、実験および理論的考察の双方からメカニズムの解明を目指す。得られた知見をもとに、より巨大な磁気光学効果の発現および、デバイスへの応用を目指す。

研究成果(実施状況)： 強磁性金属とセラミックスから成る透明-強磁性ナノグラニューラー膜に関し、マトリックス材料として、 BaF_2 を用いた薄膜を作製し、そのファラデー効果および光学特性を検討した。図1には、成膜後の熱処理の結果を示した。熱処理によって、光透過率およびファラデー回転角の両方、すなわち性能指数が大きく改善されることが分かった。これは、熱処理によってマトリックスを成す BaF_2 の結晶性が向上するためと考えられる。今後は、熱処理を施した膜について、軌道磁気モーメントの評価を試みる。

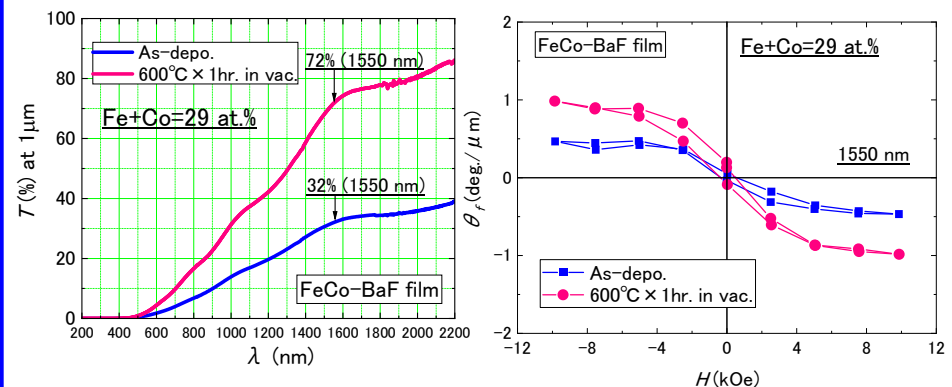


図1 FeCo-BaF膜(Fe+Co 29 at.%)について、500 °Cの基板上に成膜後、さらに600 °Cで熱処理した場合における、成膜直後と熱処理後の光透過率(T)の波長(λ)変化(a)と波長1550 nmの入射光に対するファラデー回転角(θ_F)の磁場(H)依存性。

主要発表論文等：小林伸聖, 池田賢司, 荒井賢一: FeCo-BaF およびFeCo-SiN 系ナノグラニューラー膜の巨大ファラデー効果, 電気学会論文誌A(基礎・材料・共通部門誌), 141, pp.123-127(2021)

研究プロジェクト名: 磁性ナノグラニューラー材料における巨大なファラデー効果と軌道磁気モーメントとの相関の解明

概要: ナノグラニューラー透明強磁性体材料における、巨大な磁気光学効果と軌道磁気モーメントの大きさとの関連性について、実験および理論的考察の双方からメカニズムの解明を目指す。得られた知見をもとに、より巨大な磁気光学効果の発現および、デバイスへの応用を目指す。

研究成果(実施状況): 磁気光学材料が磁気光学効果を発現させるためには磁界を印可することが必要であり、デバイスに磁界印加機能を組み込むことは、デバイスの小型化・簡素化を困難にする要因となる。ナノグラニューラー膜において、磁気ヒステリシス持つグラニューラーを採用することにより、材料自身の残留磁化によって、磁場を印加しなくてもファラデー効果を発現する可能性がある。Fig.1には、 $(\text{Co}_{0.7}\text{Pt}_{0.3})_{15}\text{Ca}_{25}\text{F}_{60}$ 膜の波長1550nmでのファラデーロープを示す。ファラデーロープは保磁力と残留磁化に伴うヒステリシスを有し、零磁界で約0.25deg./ μm のファラデー回転角を示す。XRDの結果から、この膜のナノグラニューラーは磁気ヒステリシスを有する Co_3Pt 規則相から成ることが分かった。

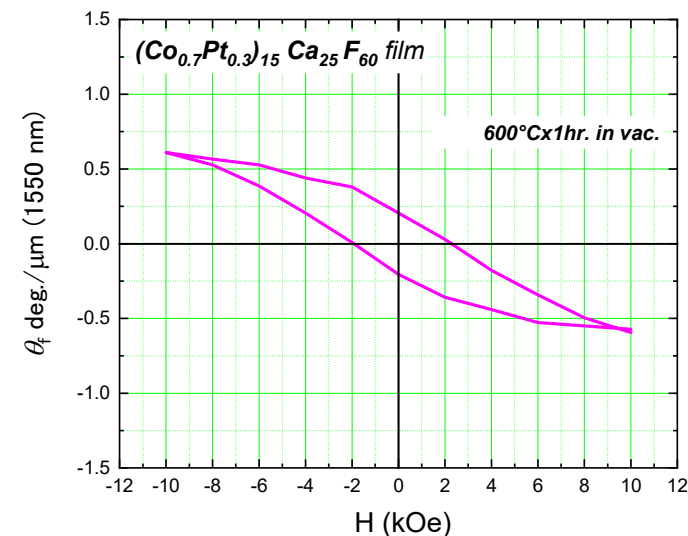


Fig.1 $(\text{Co}_{0.7}\text{Pt}_{0.3})_{15}\text{Ca}_{25}\text{F}_{60}$ 膜の波長 1550nmでのファラデーロープ.

主要発表論文等: 第45回日本磁気学会学術講演会講演演概要集02pD-1