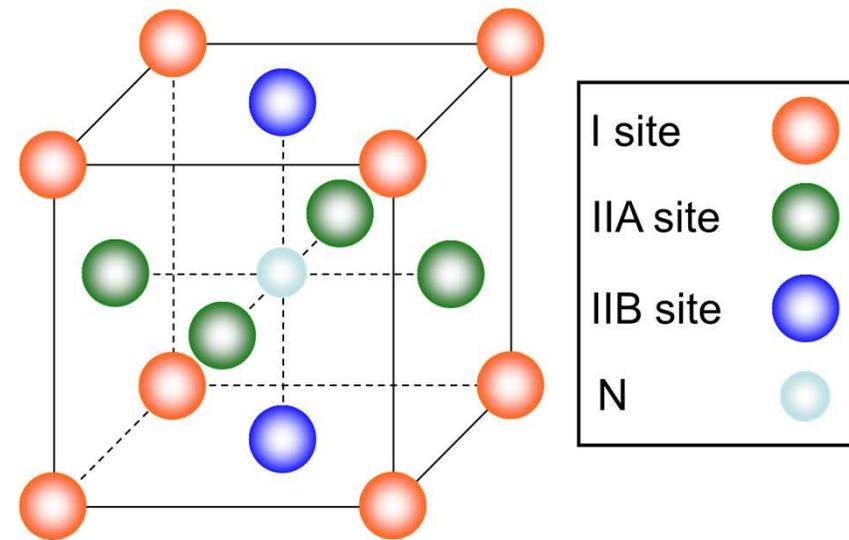


研究プロジェクト名: 新奇窒化物材料の探索と磁気抵抗素子の開発

概要: 高スピン分極、高磁気異方性等を示す強磁性窒化物材料の創製と、磁気抵抗素子の作製を目的とする。加えて、逆ペロブスカイト型の窒化物材料群に対して、第一原理計算、エピタキシャル膜の成長、放射光を用いた物性評価を組み合わせた材料探索を行い、新材料の発見と機能性の発現に結び付ける。

コアメンバー: 高梨グループ(東北大)、角田グループ(東北大)、木村グループ(広島大)、末益グループ(筑波大)、本多グループ(関西大)

期待される研究成果: 高いスピン分極率が理論予想されている Fe_4N 系や、垂直磁気異方性を示す Mn_4N 系に代表される、逆ペロブスカイト型強磁性窒化物を磁気抵抗素子に用いることで、資源が豊富な元素のみで構成された高性能磁気抵抗素子の実現が期待できる。第一原理計算による、新奇逆ペロブスカイト型窒化物材料の探索にも取り組み、エピタキシャル膜の作製と放射光実験による磁気物性の評価を行うことで、新奇窒化物スピントロニクス材料の創製が期待される。

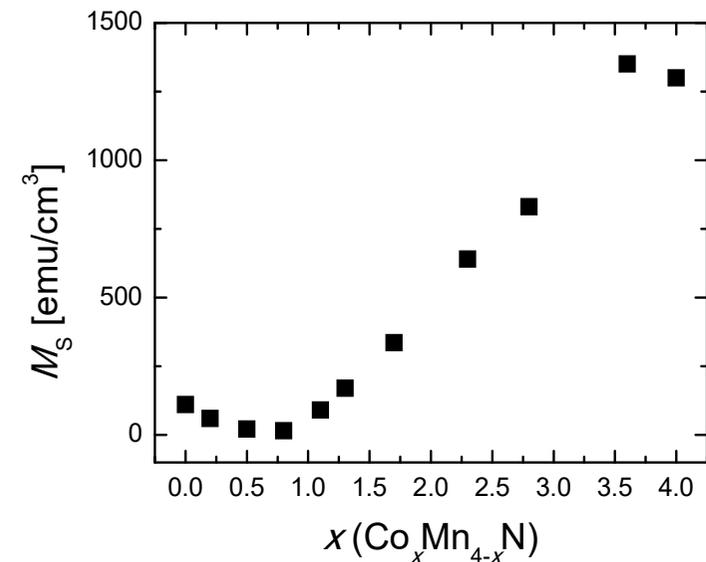


逆ペロブスカイト型窒化物の結晶構造

研究プロジェクト名: 新奇窒化物材料の探索と磁気抵抗素子の開発

概要: 高スピン分極、高磁気異方性等を示す強磁性窒化物材料の創製と、磁気抵抗素子の作製を目的とする。加えて、逆ペロブスカイト型の窒化物材料群に対して、第一原理計算、エピタキシャル膜の成長、放射光を用いた物性評価を組み合わせた材料探索を行い、新材料の発見と機能性の発現に結び付ける。

研究成果(実施状況): 分子線エピタキシー法により、SrTiO₃(001)基板上にフェリ磁性Co_xMn_{4-x}N薄膜を作製し、構造と磁気特性を評価した。エピタキシャル薄膜の作製に成功し、Co/Mn比を変えることで飽和磁化(M_s)と垂直磁気異方性の制御に成功した。X線磁気円二色性測定による元素選択磁気特性評価の結果からも、 $x = 0.8$ 近傍における磁化補償点の存在を示した。



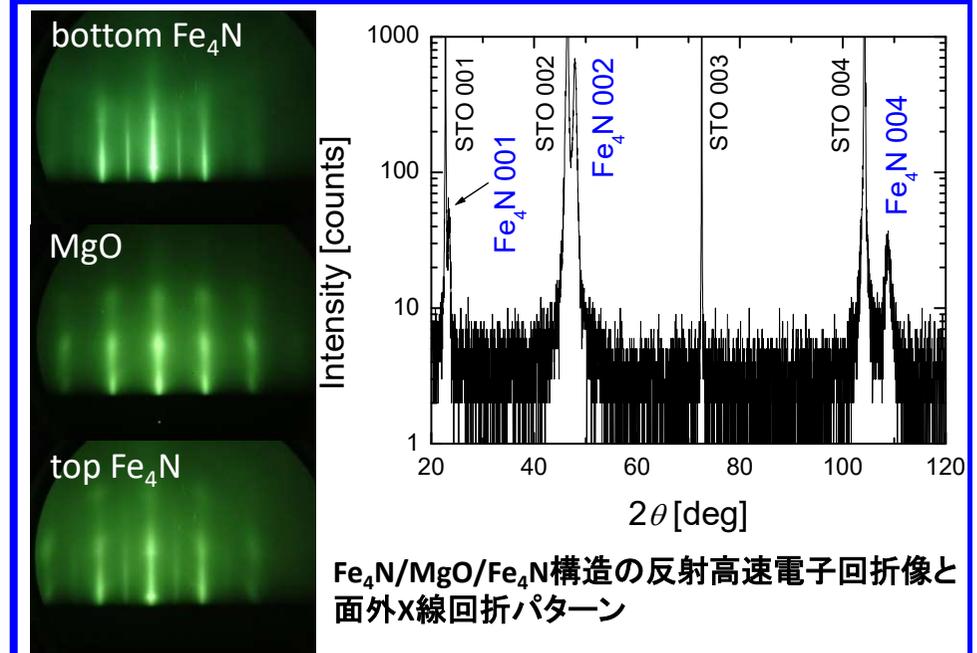
Co_xMn_{4-x}Nにおける、Co/Mn比と M_s の関係

主要発表論文等: [1] K. Ito *et al.*, J. Magn. Soc. Jpn. 43, 79 (2019).
[2] K. Ito *et al.*, Phys. Rev. B 101, 104401 (2020).

研究プロジェクト名: 新奇窒化物材料の探索と磁気抵抗素子の開発

概要: 高スピン分極、高磁気異方性等を示す強磁性窒化物材料の創製と、磁気抵抗素子の作製を目的とする。加えて、逆ペロブスカイト型の窒化物材料群に対して、第一原理計算、エピタキシャル膜の成長、放射光を用いた物性評価を組み合わせた材料探索を行い、新材料の発見と機能性の発現に結び付ける。

研究成果(実施状況): 分子線エピタキシー法によりSrTiO₃(STO)(001)基板の上にFe₄N(20 nm)/MgO(2.5 nm)/Fe₄N(7 nm)構造を作製した。構造評価の結果、Fe₄N/MgO/Fe₄N構造のエピタキシャル成長に成功したと考えられる。今後は、金属下地層上へのFe₄N/MgO/Fe₄N構造のエピタキシャル成長とトンネル磁気抵抗(TMR)素子の作製に取り組むことで、室温における巨大なTMR効果の発現を目指す。

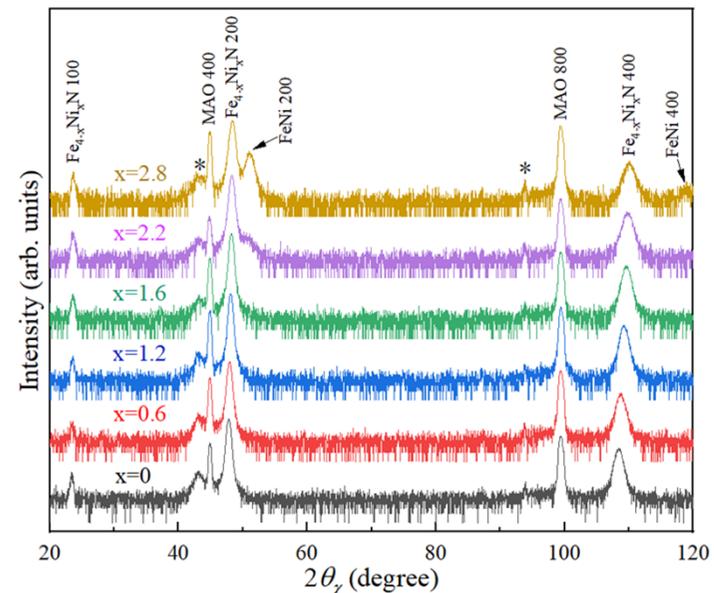


主要発表論文等: [1] K. Ito *et al.*, Appl. Phys. Lett. 116, 242404 (2020). [2] H. Mitarai *et al.*, Phys. Rev. Materials 4, 094401 (2020).

研究プロジェクト名: 新奇窒化物材料の探索と磁気抵抗素子の開発

概要: 高スピン分極、高磁気異方性等を示す強磁性窒化物材料の創製と、磁気抵抗素子の作製を目的とする。加えて、逆ペロブスカイト型の窒化物材料群に対して、第一原理計算、エピタキシャル膜の成長、放射光を用いた物性評価を組み合わせた材料探索を行い、新材料の発見と機能性の発現に結び付ける。

研究成果(実施状況): 理論計算から、フェルミ準位における状態密度のスピン分極率の絶対値が Fe_4N よりも大きいと予想される、 $\text{Fe}_{4-x}\text{Ni}_x\text{N}$ 薄膜を分子線エピタキシー法により作製した。面外および面内X線回折測定の結果から、 $\text{MgAl}_2\text{O}_4(001)$ 基板上への $\text{Fe}_{4-x}\text{Ni}_x\text{N}(001)$ 薄膜のエピタキシャル成長に成功した。 $x = 2.2$ および 2.8 の試料については FeNi の回折が観測されたことから、 Ni 組成が増えると N の脱離が起りやすくなることが明らかとなった。



$\text{Fe}_{4-x}\text{Ni}_x\text{N}$ 薄膜の面内X線回折パターン

主要発表論文等: [1] K. Ito *et al.*, Nanotechnology 8, 062001 (2022). [2] T. Nishio *et al.*, APL Mater. 9, 091108 (2021). [3] S. Goto *et al.*, J. Alloys. Compd. 885, 161122 (2021).