

研究プロジェクト名: ナノサイズ高感度磁気センサを実現する CPP-AMR単結晶薄膜材料の研究

概要: フォノン散乱による伝導電子の平均自由行程よりも薄い膜厚の強磁性単結晶薄膜を用い、膜面垂直通電(CPP)トランスバース異方性磁気抵抗(AMR)効果によって、大きな磁気抵抗変化率を引き出す新たな強磁性薄膜材料を、電子論的起源の観点から開発する。

コアメンバー: 角田匡清(東北大学)、古門聡士(静岡大学)、白井グループ(東北大学)

期待される研究成果: 本研究では、各種強磁性金属単結晶薄膜を作製し、その各結晶方位のAMR効果の計測から、AMR曲線のフーリエ係数($C_2, C_4, \dots$)の温度依存性ならびに組成依存性を決定する。実験によって求めた係数は、第一原理計算から得られる電子状態密度を用いて電子論的伝導理論によって導かれるAMR係数の理論値と比較し、AMR効果の起源に関する理解を深める。また、実験結果から、W. Döringの現象論的表式におけるAMR係数($k_1 \sim k_5$)を決定する。これにより、CPP-AMRデバイス用強磁性材料のポテンシャルを明らかにし、現状の超高密度HDDが直面している再生ヘッド素子の極小・極薄化の要求に答える革新的な技術となることを目指す。

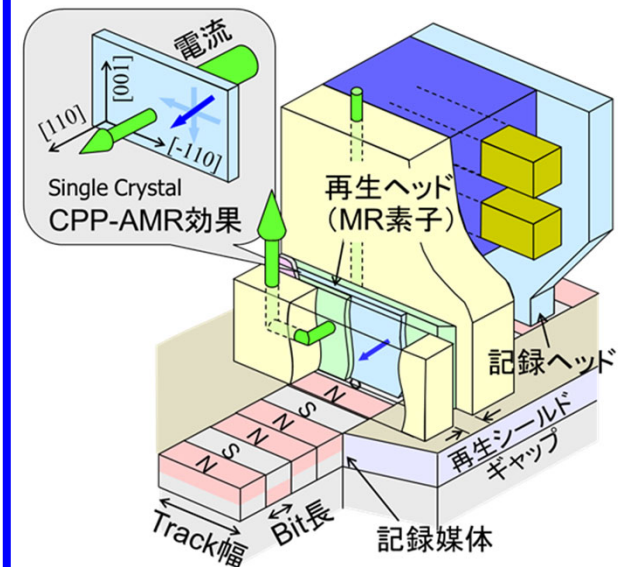
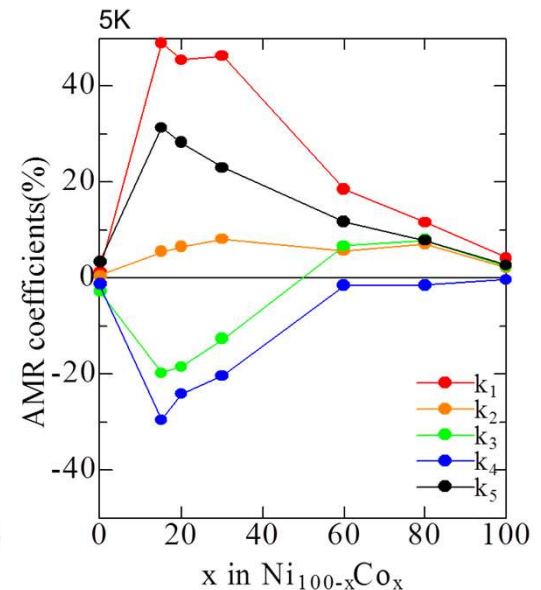
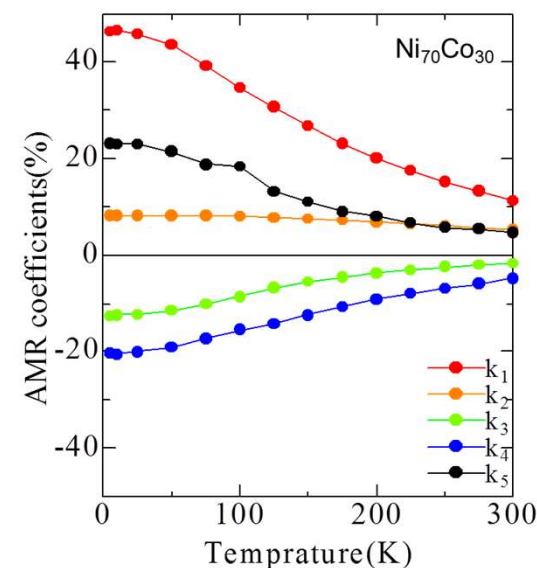


図. CPP-AMR薄膜材料の応用例。
超高密度HDD用再生ヘッドの模式図

研究プロジェクト名: ナノサイズ高感度磁気センサを実現する CPP-AMR単結晶薄膜材料の研究

概要: フォノン散乱による伝導電子の平均自由行程よりも薄い膜厚の強磁性単結晶薄膜を用い、膜面垂直通電(CPP)トランスバース異方性磁気抵抗(AMR)効果によって、大きな磁気抵抗変化率を引き出す新たな強磁性薄膜材料を、電子論的起源の観点から開発する。

研究成果(実施状況):
Ni-Co合金単結晶薄膜の各種結晶方位に関するAMR効果の計測を5K~300Kの温度範囲にて行い、W. Döringの現象論的表式におけるAMR係数($k_1 \sim k_5$)の温度依存性ならびに組成依存性を決定した。また、各種結晶方位のAMR効果を表す表式を、電子論的理論を構築して導いた。



主要発表論文等: [1] T. Sato et al., Appl. Phys. Lett., 113, 112407 (2018).
[2] S. Kokado et al., J. Phys. Soc. Jpn, 88, 034706 (2019).

研究プロジェクト名: ナノサイズ高感度磁気センサを実現する CPP-AMR単結晶薄膜材料の研究

概要: フォノン散乱による伝導電子の平均自由行程よりも薄い膜厚の強磁性単結晶薄膜を用い、膜面垂直通電(CPP)トランスバース異方性磁気抵抗(AMR)効果によって、大きな磁気抵抗変化率を引き出す新たな強磁性薄膜材料を、電子論的起源の観点から開発する。

研究成果(実施状況):

Co₂MnGaエピタキシャル薄膜においてAMR効果の電流方向による符号変化を検討した。AMR比は電流方向によって符号が変化し、Co含有量50 at%付近で極大となった。これらの変化は、第一原理計算および結晶場を考慮したs-d散乱に基づいた理論式から算出したAMR比とよく一致した。すなわちCo₂MnGa膜のAMR効果は、フェルミ準位上での結晶場分裂したd軌道の状態密度に依存していると考えられる。

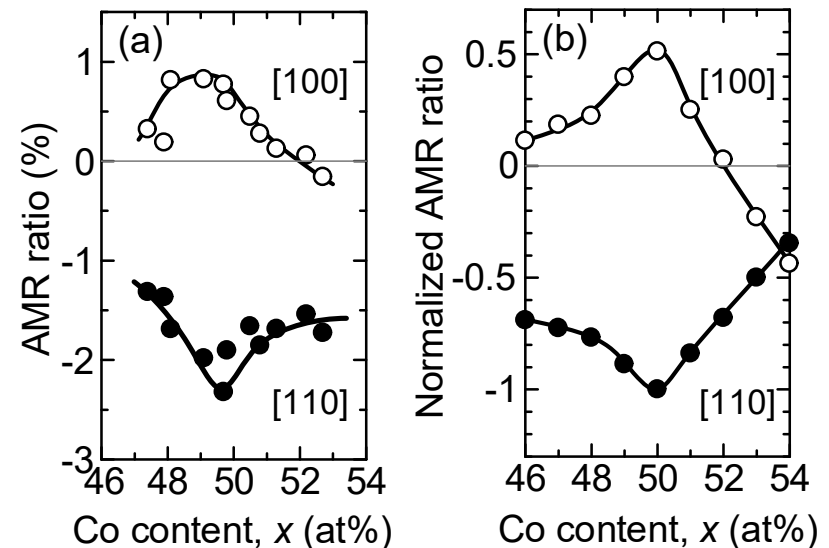


Fig. Co_x(Mn_{0.44}Ga_{0.56})_{100-x} 薄膜のAMR効果の電流方位依存性 (a: 実験, b: 理論)

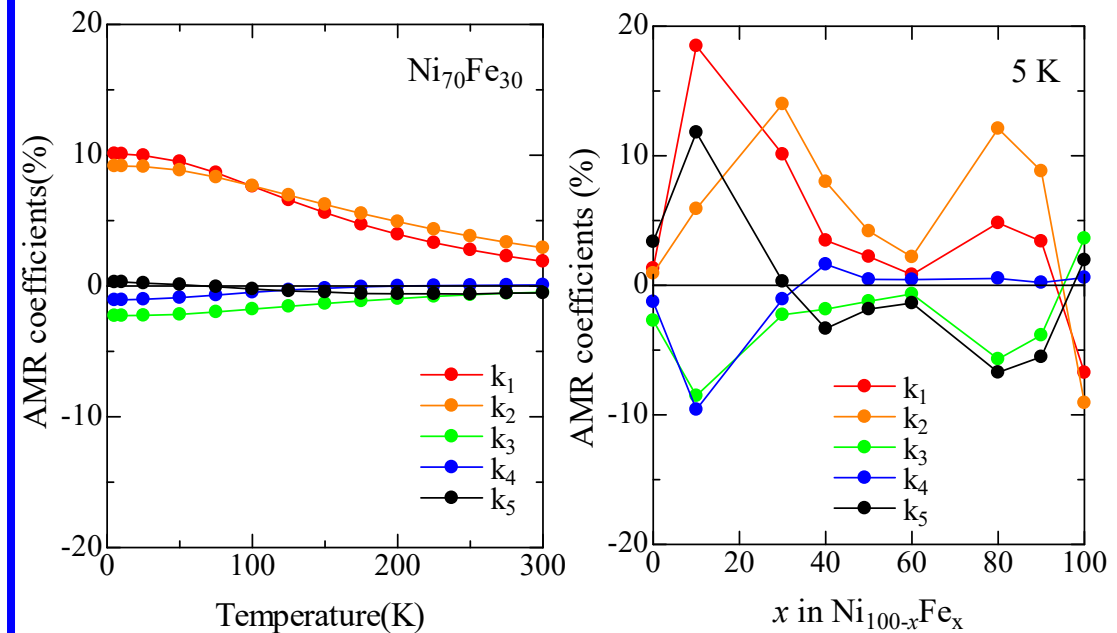
主要発表論文等: [1] T. Sato et al., Appl. Phys. Express, 12, 103005 (2019).

研究プロジェクト名: ナノサイズ高感度磁気センサを実現する CPP-AMR単結晶薄膜材料の研究

概要: フォノン散乱による伝導電子の平均自由行程よりも薄い膜厚の強磁性単結晶薄膜を用い、膜面垂直通電(CPP)トランスバース異方性磁気抵抗(AMR)効果によって、大きな磁気抵抗変化率を引き出す新たな強磁性薄膜材料を、電子論的起源の観点から開発する。

研究成果(実施状況):

Ni-Fe合金単結晶薄膜の各種結晶方位に関するAMR効果の計測を5K~300Kの温度範囲にて行い、W. Döringの現象論的表式におけるAMR係数($k_1 \sim k_5$)の温度依存性ならびに組成依存性を決定し、Ni-Co合金単結晶のAMR係数と比較した。また、これまでに構築した電子論的理論から、インバー組成におけるAMR比の低下が、フェルミ準位におけるd軌道状態密度のスピンの極低下に対応すると考えられた。



主要発表論文等: [1] S. Kokado et al., Mater. Today Proc., 33, 1864 (2020).