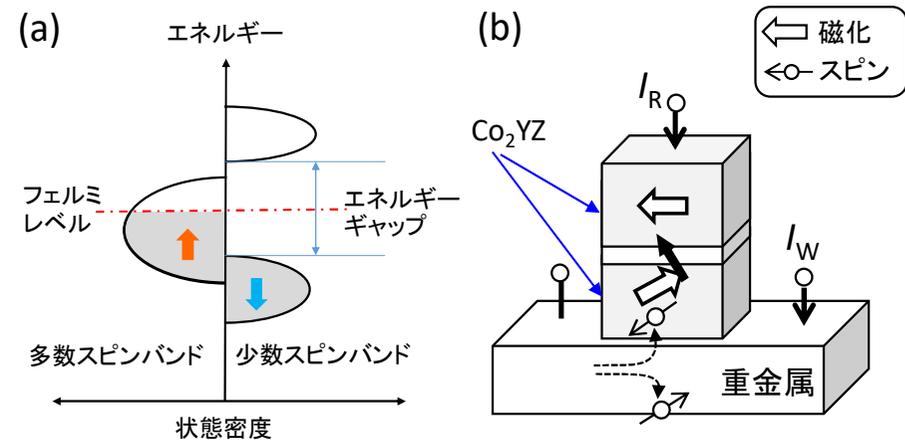


研究プロジェクト名: 高スピン偏極材料におけるスピン軌道トルクの 解明とスピントロニクスデバイスへの応用

概要: 本研究の目的は、高いスピン偏極が期待されるハーフメタル強磁性体等に対するスピン軌道トルク(SOT)を用いた磁化制御の学理を確立し、高速性・低消費電力性に優れた磁気抵抗素子や高周波発振素子を実現することである。今年度は、SOT生成効率の向上を目的に、磁化補償されたCo基ホイスラー合金/MnGa反強磁性結合二層膜を作製し、そのSOT磁化反転特性を明らかにする。

コアメンバー: 植村グループ(北大), 白井グループ(東北大)

期待される研究成果: 本研究の進展により、強磁性体における伝導電子と局在電子スピン(磁化)間に働く相互作用や磁化ダイナミクスに関する学理の解明、特に、スピントルクに対するスピン軌道相互作用の効果を詳細に明らかにすることができる。さらに、高速性、低消費電力性に優れた磁気メモリや発振素子、高感度磁気センサーへの応用が可能となる。



(a) ハーフメタルCo基ホイスラー合金の電子構造
(b) Co₂YZ/重金属層を有する強磁性トンネル接合

研究プロジェクト名: 高スピン偏極材料におけるスピン軌道トルクの 解明とスピントロニクスデバイスへの応用

概要: 本研究の目的は、高いスピン偏極が期待されるハーフメタル強磁性体等に対するスピン軌道トルク(SOT)を用いた磁化制御の学理を確立し、高速性・低消費電力性に優れたスピントロニクスデバイスを実現することである。そのため、ハーフメタル性に優れたCo基ホイスラー合金や強い垂直磁気異方性を有するMnGaに対するSOT磁化反転の実証とそれを利用した磁気抵抗素子や高周波自励発振デバイスを開拓する。

研究成果(実施状況):

NiAlバッファ層を用いることで、明瞭な垂直磁化特性を有するMnGa極薄膜を形成した。さらに、重金属Ta層との積層膜において、Taのスピンホール効果によるMnGaのSOT磁化反転を実証するとともに、Dzyaloshinskii-Moriya相互作用により形成されたchiral磁壁がSOTにより移動することで磁化反転が生じていることを示唆する結果を得た。

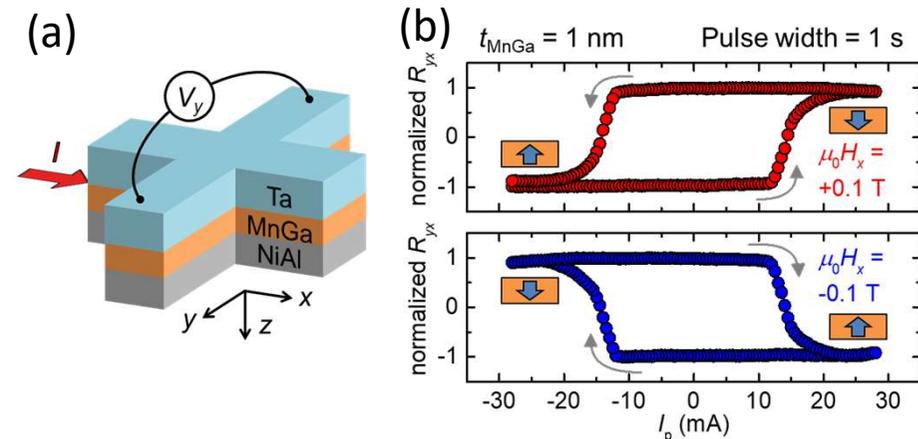


Fig. 1. (a) Schematic of a typical Hall bar device consisting of Ta/MnGa/NiAl layers grown on MgO substrate. (b) Results of SOT-induced magnetization switching.

主要発表論文等: [1] M. Yamanouchi et al., AIP Adv. 9, 125245 (2019).
[2] M. Yamanouchi et al., Jpn. J. Appl. Phys. 58, 100903 (2019).

研究プロジェクト名: 高スピン偏極材料におけるスピン軌道トルクの 解明とスピントロニクスデバイスへの応用

概要: 本研究の目的は、高いスピン偏極が期待されるハーフメタル強磁性体等に対するスピン軌道トルク(SOT)を用いた磁化制御の学理を確立し、高速性・低消費電力性に優れたスピントロニクスデバイスを実現することである。そのため、ハーフメタル性に優れたCo基ホイスラー合金や強い垂直磁気異方性を有するMnGaに対するSOT磁化反転の実証とそれを利用した磁気抵抗素子や高周波自励発振デバイスを開拓する。

研究成果(実施状況):

2020年度は、ハーフメタル性に優れたCo基ホイスラー合金の Co_2MnSi と、強い垂直磁気異方性を有するMnGaからなる反強磁性結合二層膜に対するSOT磁化反転の実証とその基本特性を評価した。その結果、MnGa/ Co_2MnSi 二層膜ではその反強磁性結合に起因して、MnGa単層膜に比べ、SOT磁化反転電流密度の低減およびSOT有効磁場の増大が得られた。

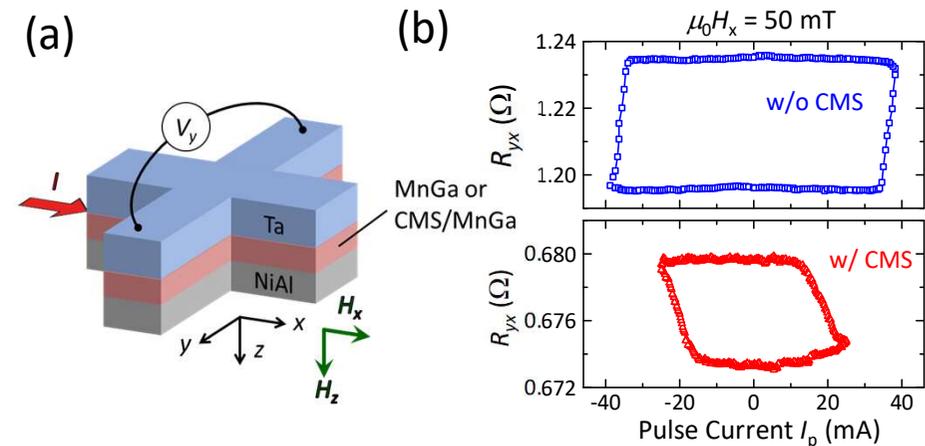


Fig. 1. (a) Schematic of a typical Hall bar device consisting of Ta/MnGa/ Co_2MnSi grown on MgO substrate. (b) Results of SOT-induced magnetization switching.

主要発表論文等:

[1] K. Jono et al., AIP Adv. 11, 025205 (2021).

研究プロジェクト名: 高スピン偏極材料におけるスピン軌道トルクの 解明とスピントロニクスデバイスへの応用

概要: 本研究の目的は、高いスピン偏極が期待されるハーフメタル強磁性体等に対するスピン軌道トルク(SOT)を用いた磁化制御の学理を確立し、高速性・低消費電力性に優れたスピントロニクスデバイスを実現することである。そのため、ハーフメタル性に優れたCo基ホイスラー合金や強い垂直磁気異方性を有するMnGaに対するSOT磁化反転の実証とそれを利用した磁気抵抗素子や高周波自励発振デバイスを開拓する。

研究成果(実施状況):

2021年度は、ハーフメタル性に優れたCo基ホイスラー合金の Co_2MnSi と、強い垂直磁気異方性を有するMnGaからなる反強磁性結合二層膜に対し、そのSOT効率と磁化補償の関係性を調査した。その結果、磁化補償点近傍にてSOT由来の有効磁場の大きさが最大となり、磁化反転の効率が向上することが明らかとなった。

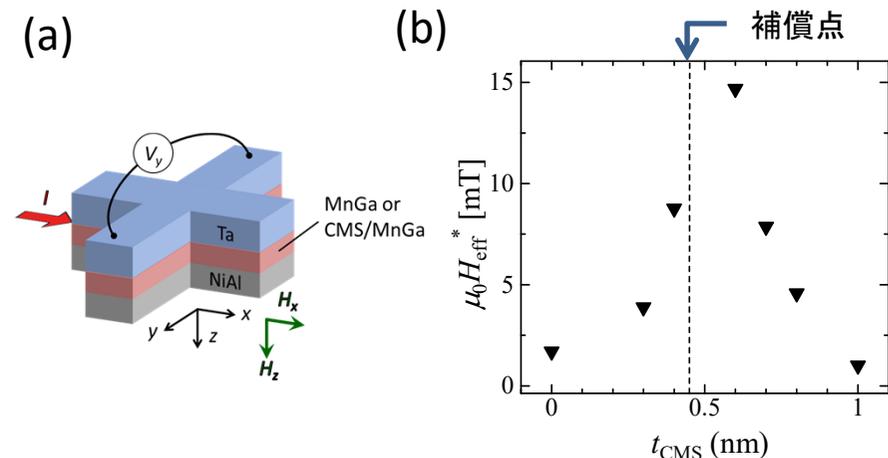


Fig. 1. (a) Schematic of a typical Hall bar device consisting of Ta/MnGa/ Co_2MnSi grown on MgO substrate. (b) SOI-induced effective field as a function of thickness of CMS.

主要発表論文等:

[1] T. Hara et al., IEEE Trans. Mag (in press).