

課題番号 : F-20-HK-0021
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : CoFe₂O₄/Pt 膜の磁気近接効果
Program Title (English) : Magnetic Proximity Effect in CoFe₂O₄/Pt Bilayer
利用者名(日本語) : 長浜太郎
Username (English) : Taro Nagahama
所属名(日本語) : 北海道大学大学院工学研究院
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Hokkaido University
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、電気計測

1. 概要(Summary)

スピントロニクス分野では、近年大きなスピン軌道相互作用を有する Pt など重金属が示す特異なスピン流現象についての研究が盛んに行われている。これらの元素は電流を流した際の電子散乱の方向にスピン方向によって偏りが生じ、電流方向と直行する方向にスピン角運動量の流れが生じる(スピンホール効果)。何らかの方法で Pt に磁性を付与し、内部のスピン分布に偏りを生じさせることができれば、直交方向の電圧、すなわちホール電圧の測定が可能である。このように磁性体で観測されるホール効果は異常ホール効果と呼ばれる。

我々はこの異常ホール効果をプローブとして、Pt の磁気近接効果に関する研究に取り組んでいる。Pt はストナー条件に近い物質として知られており、強磁性体と近接することでその界面に磁性を示すことが知られている。この界面磁化を簡便に測定するために、異常ホール効果をもちいた。また、Pt の磁気近接効果はフェルミレベルを操作することによって変調することが期待される。本研究ではイオン液体を用いてゲート電圧を印加し、異常ホール効果がどのように変化するか観測した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

コンパクトスパッタ装置、多元スパッタ装置

【実験方法】

強磁性体には絶縁体である CoFe₂O₄ を用い、CoFe₂O₄/Pt 二層膜を作製した。試料は反応性 MBE 法で MgO(001)単結晶基板上に作製した。CoFe₂O₄ 製膜時は酸素ラジカルをチャンバー中に導入した。酸素分圧は 4×10^{-4} Pa とした。Pt は 100°C で電子銃加熱にて蒸着した。エピタキシャル成長は高速電子線回折で確認した。得られた薄膜をフォトリソグラフィ、スパッタリングを用いて微細加工、電極パッドを形成した。

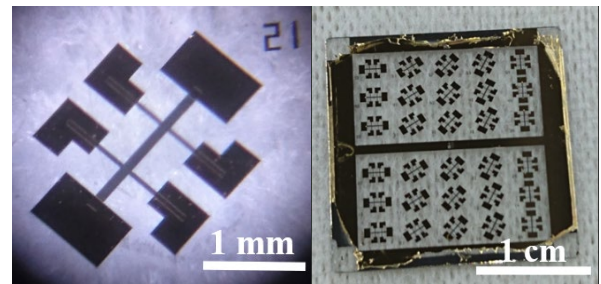


Fig. 1 Fabricated Hall Var device

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Pt 膜厚と電気抵抗率の測定と解析から、Pt は 2nm 以上の厚さで連続膜であることを確認した。Pt 2nm におけるホール効果を測定したところ、明瞭な異常ホール効果が観測された。またその磁場依存性は CoFe₂O₄ 層の磁気ヒステリシスを反映したものであった。さらに、CoFe₂O₄ 層と Pt の層間に MgO あるいは Au を挿入した三層膜を作製しホール効果測定を行ったところ、異常ホール効果は観測されなかった。これは Pt が強磁性である CoFe₂O₄ と接していることが必要であることを示しており、磁気近接効果によって Pt が磁化された事を示唆している。

ゲート電圧依存性については負のゲート電圧下ではホール効果は増大し、正のゲート電圧では減少した。また変調されたのはホール効果の大きさのみで、ヒステリシスの形状は変化しなかった。今後温度変化やスピンホール磁気抵抗効果などとの関連など、詳細を検討する必要がある。

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) S. Nodo et al., APEX. **13**, 063004 (2020)

(2) S. Nodo et al., 65th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials 2020/11/6

6. 関連特許(Patent)

なし