

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

|  |         |   |        |         |               |
|--|---------|---|--------|---------|---------------|
| 研究テーマ<br>(和文) AB   |         | 強磁性形状記憶合金の巨大磁歪効果を利用したスピン偏極率変調素子の開発  |        |         |               |
| 研究テーマ<br>(欧文) AZ   |         | Development of spin-polarization modulator using giant magnetostriction in ferromagnetic shape memory alloy |        |         |               |
| 研究氏<br>代表<br>者   | カタカナ CC | 姓) サクラバ   | 名) ユウヤ | 研究期間 B  | 2011 ~ 2012 年 |
|  | 漢字 CB   | 桜庭  | 裕弥     | 報告年度 YR | 2013 年        |
|  | ローマ字 CZ | SAKURABA  | YUYA   | 研究機関名   | 東北大学          |
| 研究代表者 CD<br>所属機関・職名  |         | 東北大学 金属材料研究所 助教   |        |         |               |
| 概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)  |         |   |        |         |               |
| <p>本研究課題は、ハーフメタル性により高いスピン偏極率を有するホイスラー合金と巨大磁歪を有するホイスラー合金を積層させたエピタキシャル薄膜を作製することにより、大きな磁歪効果によってハーフメタルホイスラー合金に歪みを加え、電子構造を変調させる外部磁場によるスピン偏極率変調素子の実現を目指した。外部磁場によって変調されたスピン偏極率を観測するためには、強磁性体を2つ以上利用する磁気抵抗素子などでは不可能であるため、Pt細線とホイスラー細線を平行に並べ、スピン輸送するCuで橋渡しをした面内型素子を作製することで、ホイスラースピンの注入源からCuに生じさせたスピン蓄積をPtによる逆スピンホール効果で観測することを提案した。</p> <p>本研究期間においてはその前段階として、ハーフメタルホイスラー合金であるCo<sub>2</sub>MnSiを細線化しCu細線に大きなスピン蓄積を発生させそれを観測することを目指した。MgO基板上にCo<sub>2</sub>MnSiの(001)配向エピタキシャル膜を成長させ熱処理温度を最適化することによって、ハーフメタル性をえるために重要な高いL21規則状態を得た。電子線リソグラフィによって幅100-150nmの2本平行細線を形成した後に、ポジレジストを利用したリフトオフ法でCu細線を形成した。これにより他方のCo<sub>2</sub>MnSiから生じさせたCuのスピン蓄積によって生じるスピン流をもう一方のCo<sub>2</sub>MnSiで非局所的に観測することができる。その結果、細線間の距離が350nmの素子においておよそ4mohmの非常に大きなスピン蓄積効果を観測することができた。この値はNiFeやCoを利用した従来報告よりも一桁大きな値である。さらにCo<sub>2</sub>MnSiのMnの一部をFeで置換することによって最大で9mohmのスピン蓄積を観測することができた。</p> |         |   |        |         |               |
| キーワード FA   | ハーフメタル  | スピン偏極率  | 磁歪     | ホイスラー合金 |               |

(以下は記入しないでください。)

|            |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------|--|--|--|--|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 助成財団コード TA |  |  |  |  | 研究課題番号 AA |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 研究機関番号 AC  |  |  |  |  | シート番号     |  |  |  |  |  |  |  |  |

| 発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。） |                    |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|-----------------------------------|--------------------|---|-------------------|--|--|--|--|--------------------|--|
| 雑誌                                | 論文標題 <sup>GB</sup> |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 著者名 <sup>GA</sup>  |   | 雑誌名 <sup>GC</sup> |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | ページ <sup>GF</sup>  | ～ | 発行年 <sup>GE</sup> |  |  |  |  | 巻号 <sup>GD</sup>   |  |
| 雑誌                                | 論文標題 <sup>GB</sup> |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 著者名 <sup>GA</sup>  |   | 雑誌名 <sup>GC</sup> |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | ページ <sup>GF</sup>  | ～ | 発行年 <sup>GE</sup> |  |  |  |  | 巻号 <sup>GD</sup>   |  |
| 雑誌                                | 論文標題 <sup>GB</sup> |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 著者名 <sup>GA</sup>  |   | 雑誌名 <sup>GC</sup> |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | ページ <sup>GF</sup>  | ～ | 発行年 <sup>GE</sup> |  |  |  |  | 巻号 <sup>GD</sup>   |  |
| 図書                                | 著者名 <sup>HA</sup>  |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 書名 <sup>HC</sup>   |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 出版者 <sup>HB</sup>  |   | 発行年 <sup>HD</sup> |  |  |  |  | 総ページ <sup>HE</sup> |  |
| 図書                                | 著者名 <sup>HA</sup>  |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 書名 <sup>HC</sup>   |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 出版者 <sup>HB</sup>  |   | 発行年 <sup>HD</sup> |  |  |  |  | 総ページ <sup>HE</sup> |  |

欧文概要 EZ

The spin-polarization of ferromagnets is intrinsic parameter in each material that we can not control basically. In this study, I proposed to fabricate hybrid structure consisting of two kinds of Heusler compounds, i.e., high spin-polarization due to half-metallic nature and giant magnetostriction. In order to measure the effect of spin-polarization modulation with applied magnetic field, it is necessary to measure the size of spin-polarization without using other ferromagnetic material as a detector. Thus, I proposed to fabricate lateral type device consisting of a Heusler spin-injector wire and a Pt detector bridged by a Cu spin channel wire. In this structure, we can measure spin-polarization of Heusler wire using inverse spin-Hall effect in Pt wire. In this study, as a first step of the study, I fabricated the non-local spin-valve device using half-metallic  $\text{Co}_2(\text{Fe},\text{Mn})\text{Si}$  wire and Cu spin channel wire. As a result, I have successfully detected giant spin-accumulation signal of about 9mohm at room temperature. This signal is one order of magnitude larger than that reported in Co/Cu and NiFe/Cu non-local spin-valve devices, indicating large spin-polarization of  $\text{Co}_2(\text{Fe},\text{Mn})\text{Si}$ . As a next step, I am going to measure the spin-polarization using inverse spin-Hall effect in Pt wire and make a hybrid structure of  $\text{Co}_2\text{MnSi}$  and giant magnetostriction material such as  $\text{Ni}_2\text{MnGa}$ .