

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 (和文) AB		絶縁体中スピン流伝導の空間方向制御と論理演算機能の創出			
研究テーマ (欧文) AZ		Controlling spin current and information processing in magnetic insulator			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓)アンドウ	名)カズヤ	研究期間 B	2010～ 2011年
	漢字 CB	安藤	和也	報告年度 YR	2012年
	ローマ字 CZ	Ando	Kazuya	研究機関名	東北大学
研究代表者 CD 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。) 微細化技術の限界とリーク電流の増大に伴う莫大な消費電力・発熱の問題から、高集積化による電子デバイスの性能向上は近く限界を迎える。このためジュール熱によるエネルギー損失を極限まで抑えた全く新しい物理原理に基づく省エネルギー情報演算デバイスの創出が急務となっている。電荷の流れである電流に対し、電子のスピンだけの流れ「スピン流」を生成することも可能である。スピン流の最大の特徴はオームの法則に相当するエネルギー散逸機構が無く、更にスピン間の交換相互作用を経由して絶縁体中すら伝導する点にある。本研究は、スピン伝導絶縁体として極めて小さな磁気損失という著しい特徴を有するイットリウム鉄ガーネット $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ に注目し、金属中のスピン流－電流変換現象「逆スピンホール効果」を用いることで、金属/絶縁体界面におけるスピン流物性を開拓した。特に著しく小さな磁気損失を利用することで、スピン波スピン流の非線形生成現象を見出した。これによりこれまで困難であった絶縁体からの巨大スピン流の生成への道が開かれた。さらにスピン波スピン流が 3 マグノン過程による非線形ダンピングに起因する双安定性を示すことが明らかとなった。本現象の磁場及びマイクロ波強度依存性を精密に調べることで、この双安定状態は短波長の交換モードのスピン波のみに生じることが見出された。非線形ダンピングによる交換モードのスピン波の双安定性を利用することで、金属/絶縁体界面におけるスピンポンピングメモリー効果を実証した。					
キーワード FA		スピントロニクス	スピン流		

(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 ^{GB}	Nonlinear spin pumping induced by parametric excitation							
	著者名 ^{GA}	K. Ando, T. An, and E. Saitoh	雑誌名 ^{GC}	Applied Physics Letters					
	ページ ^{GF}	092510	発行年 ^{GE}	2	0	1	1	巻号 ^{GD}	99
雑誌	論文標題 ^{GB}	All-oxide system for spin pumping							
	著者名 ^{GA}	Z. Qiu, Y. Kajiwara, K. Ando, Y. Fujikawa, K. Uchida, T. Tashiro, K. Harii, T. Yoshino, and E. Saitoh	雑誌名 ^{GC}	Applied Physics Letters					
	ページ ^{GF}	022402	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	100
雑誌	論文標題 ^{GB}	Geometry dependence on inverse spin Hall effect induced by spin pumping in Ni ₈₁ Fe ₁₉ Pt films							
	著者名 ^{GA}	H. Nakayama, K. Ando, K. Harii, T. Yoshino, R. Takahashi, Y. Kajiwara, K. Uchida, Y. Fujikawa, and E. Saitoh	雑誌名 ^{GC}	Physical Review B					
	ページ ^{GF}	144408	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	85
雑誌	論文標題 ^{GB}	Electrical determination of spin mixing conductance at metal insulator interface using inverse spin Hall effect							
	著者名 ^{GA}	R. Takahashi, R. Iguchi, K. Ando, H. Nakayama, T. Yoshino, and E. Saitoh	雑誌名 ^{GC}	Journal of Applied Physics					
	ページ ^{GF}	07C307	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	111
雑誌	論文標題 ^{GB}	Spin Pumping Driven by Bistable Exchange Spin Waves							
	著者名 ^{GA}	K. Ando and E. Saitoh	雑誌名 ^{GC}	Physical Review Letters					
	ページ ^{GF}	026602	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	109

欧文概要 EZ

A spin current, a flow of spin-angular momentum in a solid, is expected to be a building block of next-generation energy-saving electronic devices. A spin current flows not only in metals and semiconductors but also in magnetic insulators via exchange coupling between localized spins. In this study, we found a phenomenon that enables nonlinear generation of spin currents in a metal/insulator junction: nonlinear spin pumping. The nonlinear spin pumping was found in Y₃Fe₅O₁₂, a ferrimagnetic insulator with exceptionally small magnetic damping. This discovery opens a route for generation of giant spin currents from insulators. Furthermore, we found that the nonlinear spin pumping shows bistability with respect to an external magnetic field and microwave excitation power. Magnetic field and microwave power dependence of the bistability revealed that only short wavelength exchange spin waves show bistable states induced by a negative nonlinear damping due to a three-magnon confluence process. The bistability of spin waves in the magnetic insulator enables the demonstration of “bistable spin pumping memory” in the metal/insulator junction.