

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		スピン偏極陽電子消滅法によるスピンホール効果の直接検出の試み			
研究テーマ (欧文) AZ		Direct detection of spin-Hall effect by using spin-polarized positron annihilation			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓)フカヤ	名)ユウキ	研究期間 B	2012 ~ 2013 年
	漢字 CB	深谷	有喜	報告年度 YR	2014 年
	ローマ字 CZ	Fukaya	Yuki	研究機関名	日本原子力研究開発機構
研究代表者 CD 所属機関・職名		日本原子力研究開発機構・研究副主幹			
<p>概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)</p> <p>近年、従来の電子の電荷だけでなく、電子のもう一つの自由度であるスピンも利用したスピントロニクスが発展が著しい。スピントロニクスでは、スピン流を利用するため、ジュール熱による電力損失がなく、理想的な省エネ電子デバイスが構築できる。本研究で取り上げるスピンホール効果は、スピントロニクスの根幹をなす重要なスピン流発生メカニズムの一つとして挙げられる。スピンホール効果は、スピン軌道相互作用により、上向き(アップスピン)と下向きのスピン(ダウンスピン)が電流と直交する 2 方向に分離される効果であり、磁場を必要としないことと非磁性体においても発現することも大きな特徴である。これまで様々な手法を用いてスピンホール効果の検出が試みられているが、いずれも間接的な検出であり、定常電流下で直接的に偏極電子スピンを検出することが重要である。本研究では、スピン偏極陽電子消滅法を用いて、定常電流下での偏極電子スピンの直接検出を試みた。</p> <p>物質中に打ち込まれた陽電子は、物質中の電子と対消滅し、消滅ガンマ線を放出する。消滅ガンマ線のエネルギー分布には、消滅相手の電子の運動量を反映したドップラーシフトが現れる。陽電子と電子のスピンが反平行の場合には、陽電子・電子対の直接消滅の確率が大きくなる。本研究では、エネルギー50 eV の陽電子を Pt および Au 単結晶薄膜表面に打ち込んだ時に観測される表面ポジトロニウムの 3 光子消滅強度の増加分を測定した。</p> <p>測定の結果、通電方向に依存して 3 光子消滅強度の増加分が変化することがわかった。また電流量の増加に伴い、その増加分の差が大きくなることがわかった。Pt 単結晶薄膜で得られた 3 光子消滅強度の増加分の差は、Au 単結晶薄膜で得られたものの約 6 倍大きいことがわかった。今回、スピン偏極陽電子消滅法を用いて、通電方向に依存した偏極電子スピンの直接検出に成功した。しかし、今回の結果から見積もられる電子スピンの偏極率は、スピン拡散理論から予想されるものより 4 桁大きい。したがって、今回得られた結果は、スピンホール効果そのものというよりは、副次的またはそれとは独立に誘発された別の電子スピン蓄積(表面磁性またはラシュバ効果)を検出している可能性がある。</p>					
キーワード FA	スピン偏極陽電子	陽電子消滅	スピンホール効果		

(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}	Current-induced spin polarization on metal surfaces probed by spin-polarized positron beam							
	著者名 ^{GA}	H. J. Zhang, S. Yamamoto, Y. Fukaya <i>et al.</i>	雑誌名 ^{GC}	Scientific Reports					
	ページ ^{GF}	4844-1~4844-5	発行年 ^{GE}	2	0	1	4	巻号 ^{GD}	4
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

Recently, spintronics attracts much attention because of its potential for fabricating electronic devices without a power loss due to Joule heating. Spin-Hall effect is one of the keys to the generation of spin currents. In spin-Hall effect, up- and down-spin electrons move in opposite sides depending on the direction of electron currents. This effect can appear in non-magnetic materials and non-magnetic field. In this study, we performed the direct detection of the current-induced spin polarization at the surfaces of non-magnetic materials using spin-polarized positron annihilation.

The positron is annihilated with the electron in a material, leading to the emission of annihilation gamma-rays. The energy distribution of annihilation gamma-rays reflects the momentum distribution of the electron annihilated with the positron. When positron and electron spins are anti-parallel, the probability of its annihilation becomes large. In this study, we measured the intensity of three-photon annihilation of positronium at the surfaces when spin-polarized positrons with an energy of 50 eV were injected in Pt and Au thin films.

The following results were obtained in the experiments: (i) for Pt and Au thin film surface the intensity of three-photon annihilation varies with the direction of the electron current, (ii) the intensity increments for Pt and Au increase with increasing the electron current, and (iii) the intensity increment for Pt is about six times as large as that for Au.

As a result, we succeeded in detecting the current-induced spin polarization using spin-polarized positron annihilation. However, the magnitude of the spin polarization obtained here is about 4 orders of magnitude larger than that estimated from the spin diffusion theory. This indicates the existence of additional effects such as surface magnetism and Rashba effect.