



Title	Studies on charge to spin current conversion in bilayers composed of epitaxial SrIrO ₃ and ferromagnets
Author(s)	堀, 惣介
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/101916
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 （堀 惣 介）	
論文題名	Studies on charge to spin current conversion in bilayers composed of epitaxial SrIrO_3 and ferromagnets (エピタキシャル SrIrO_3 と強磁性体からなる二層膜における電流—スピン流変換に関する研究)
論文内容の要旨	
<p>5d遷移金属酸化物は、5d電子の強相関性とスピナー軌道相互作用の協奏により、新奇な物性が発現することから注目を集めている。特にスピントロニクス分野で5d遷移金属酸化物と強磁性体とを組み合わせた二層膜において、電流—スピン流変換効率の結晶配向や対称性に対する依存性が、広く研究されている5d遷移金属とは定性的に異なることが報告されている。このような特異なスピン輸送現象の起源として、フェルミ準位近傍が大きなスピナー軌道相互作用を持つ5d電子のみに支配される5d遷移金属酸化物特有のバンド構造やエピタキシャル成長による格子欠陥の少ない二層膜界面構造が示唆されているが、その物理的な描像には未解明な部分が多い。そこで本研究では、エピタキシャル成長による酸化物の結晶対称性・界面の制御を通して、5d遷移金属酸化物SrIrO_3におけるスピン流物性の解明を目指した。</p> <p>本研究では、非磁性層SrIrO_3と強磁性体からなる二層膜を作製し、高調波ホール電圧、スピンホール磁気抵抗効果、および強磁性共鳴を測定した。これにより（１）エピタキシャルSrIrO_3の結晶対称性が電流—スピン流変換に与える影響、（２）スピンホール磁気抵抗効果に対する強磁性金属の寄与、（３）強磁性酸化物とのエピタキシャル界面での電流—スピン流変換現象、の調査を行った。（１）では直方晶の対称性を持つDyScO_3基板上にエピタキシャル成長したSrIrO_3の電流—スピン流変換効率が0.3と評価され、Ptに比べ3倍程度の高い値をもつことが明らかになった。（２）の結果から、酸化物のような高抵抗材料を用いた場合、スピンホール磁気抵抗効果における磁性層の寄与がスピン輸送評価に強く影響を与えることを明らかにした。（３）では、電流—スピン流変換効率が低温領域と室温領域において増大する特異な温度依存性を見出した。界面におけるスピン透過率を考慮することで、低温領域と室温領域では異なる物理機構の寄与が示唆された。</p> <p>これらの結果は、スピン流物性における酸化物の特異性を示すことで、酸化物スピントロニクスの学術基盤を強化し、遷移金属酸化物を用いた物質科学研究を促進する成果である。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (堀 惣 介)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教授	松野 丈夫
	副 査	教授	萩原 政幸
	副 査	教授	新見 康洋
	副 査	准教授	近藤 浩太
	副 査	助教	上田 浩平
論文審査の結果の要旨			
<p>5<i>d</i> 遷移金属酸化物は、5<i>d</i> 電子の強相関性とスピナー軌道相互作用の協奏により、新奇な物性が発現することから、近年注目を集めている。特にスピントロニクス分野では、5<i>d</i> 遷移金属酸化物と強磁性体とを組み合わせた二層膜における電流－スピン流変換効率の結晶配向や対称性に対する依存性が、広く研究されている。5<i>d</i> 遷移金属とは定性的に異なることが報告されている。このような特異なスピン輸送現象の起源として、フェルミ準位近傍が大きなスピナー軌道相互作用を持つ 5<i>d</i> 電子のみに支配される 5<i>d</i> 遷移金属酸化物特有のバンド構造や、エピタキシャル成長による急峻な二層膜界面構造が示唆されているものの、その物理的な描像には未解明な部分が多い。</p> <p>そこで堀氏はペロブスカイト型 5<i>d</i> 遷移金属酸化物である SrIrO₃に着目した。SrIrO₃はその強いスピナー軌道相互作用に起因して、トポロジカルなバンド構造であるディラックラインノードを有する半金属となることが知られている。バンド幅制御により半金属からスピナー軌道モット絶縁体へと転移することも知られており、強相関性とスピナー軌道相互作用の協奏する舞台として広く研究されてきた。さらに、SrIrO₃はペロブスカイト型酸化物であることから、多彩な物性を示す物質群とのエピタキシャル界面の形成が可能である。これらの特徴を活かし、堀氏はエピタキシャル成長による酸化物の結晶対称性・界面の制御を通して、5<i>d</i> 遷移金属酸化物 SrIrO₃におけるスピン流物性の解明を目指した。本研究では、非磁性層 SrIrO₃と強磁性体からなる二層膜を作製し、高調波ホール電圧、スピンホール磁気抵抗効果、および強磁性共鳴を測定した。これにより①エピタキシャル SrIrO₃の結晶対称性が電流－スピン流変換に与える影響、②スピンホール磁気抵抗効果に対する強磁性金属の寄与、③強磁性酸化物 La_{2/3}Sr_{1/3}MnO₃とのエピタキシャル界面における電流-スピン流変換現象、の調査を行った。①では、直方晶の対称性を持つ DyScO₃基板上にエピタキシャル成長した SrIrO₃の電流－スピン流変換効率が 0.3 と評価され、Pt に比べ 3 倍程度高い値をもつことが明らかになった。②の結果から、酸化物のような高抵抗材料を用いた場合、スピンホール磁気抵抗効果における磁性層の寄与がスピン輸送評価に強く影響を与えることを明らかにした。③では、電流－スピン流変換効率が低温領域と室温領域において増大する特異な温度依存性を見出した。界面におけるスピン透過率を考慮することで、低温領域と室温領域では異なる物理機構の寄与が示唆された。</p> <p>これらの結果は、スピン流物性における遷移金属酸化物の特異性を示すことで、酸化物スピントロニクスの学術基盤を強化し、遷移金属酸化物を用いた物質科学研究を促進する成果である。特に、SrIrO₃の高い電流－スピン流変換効率やその特異な温度依存性は、新たなスピントロニクスデバイスの開発につながる可能性を示唆する。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。</p>			