

主 論 文 要 旨

報告番号	㊦ 乙 第	号	氏 名	安藤 和也
主 論 文 題 目 :				
金属薄膜系における電流・スピン流・磁化ダイナミクス相互作用に関する研究				
(内容の要旨)				
<p>ナノ領域における電子伝導には電子のスピン自由度が顕在化し、電流・スピン流・磁化ダイナミクスが織り成す多様な物性が発現する。このような舞台上でスピン流が誘起する量子相対論的現象を自在に操ることで、既存の枠組みを超える電子技術の物理原理創出が可能となる。本論文ではスピンホール効果及び逆スピンホール効果を用いることで、スピン流-磁化ダイナミクス相互作用及び電子スピン-光スピン結合を系統的に調べ、スピン流-電流相互変換、磁化ダイナミクス及び光スピンと結合したスピン流物理の体系化を目指した。本論文は以下の8章により構成される。</p> <p>第1章では本論文の背景及び目的を述べ、さらに本論文の予備知識を与えた。</p> <p>第2章では試料作成法及び電子スピン共鳴装置を用いた磁化ダイナミクス測定法を述べた。</p> <p>第3章では強磁性/常磁性金属薄膜系における逆スピンホール効果を用いた磁化ダイナミクス誘起スピン流の検出について述べた。逆スピンホール効果に起因する起電力のマイクロ波強度依存性及び外部磁場角度依存性を系統的に調べ、理論・実験の両面からスピンプンピングによる逆スピンホール効果の物理を体系化した。</p> <p>第4章では磁化ダイナミクスによるスピン流生成の現象論的モデルを構築した。スピン流生成効率が或る歪んだ歳差運動で最大化されることを見出し、磁化ダイナミクスによるスピン流生成の基本定理として、スピン流生成効率は磁化歳差運動が描く軌道面積で決定されることを明らかにした。さらに逆スピンホール効果を用いることで本現象論的モデルの妥当性を定量的に実証した。</p> <p>第5章ではスピン流を用いた磁化ダイナミクス変調について述べた。Ni₈₁Fe₁₉/Pt 複合膜においてスピンホール効果を用いることで、スピン緩和の電氣的制御を実現した。実験結果はスピントルクに基づく理論モデルにより定量的に再現され、磁化ダイナミクスがある強磁性体へのスピン流注入の物理を体系化した。さらにスピン流注入による緩和変調測定はマイクロパラメータの仮定なしにスピン流の定量測定を可能とする「スピントルクメーター」の機能を実現することを明らかにした。</p> <p>第6章では空間的に非一様な磁化ダイナミクスとスピン流の相互作用について述べた。Ni₈₁Fe₁₉/Pt 複合細線において、逆スピンホール効果を用いることでスピン波ダイナミクスによるスピン流生成を観測した。スピンプンピングのモデルに基づく現象論的モデルを構築し、スピン波駆動型スピンプンピングの検出がナノ構造物質におけるスピンダイナミクスの電氣的検出を可能とすることを見出し、逆スピンホール効果を用いてこれを実証した。さらにスピンホール効果を用いて非一様な磁化ダイナミクスへのスピン流注入を行うことでスピン波の緩和変調を実現し、スピン波緩和変調がスピン流の高感度検出を可能とすることを明らかにした。</p> <p>第7章では光スピン・スピン流・電流の相互作用について述べた。Pt/GaAs 構造を用いて光誘起逆スピンホール効果を観測し、これを用いた偏光情報-電圧変換を実験・理論両面から体系化した。</p> <p>第8章では本論文の結論を述べた。</p> <p>スピン流生成・検出技術及びスピン流誘起物理現象はスピン流の量子相対論的性質を顕在化させ、スピン流物理の本質を端的に示す。本論文により得られた知見がスピン流量子物理の拡充のみならず、スピントロニクスの基盤技術として本質的な役割を果たすことが期待される。</p>				