



Title	Electrical spin detection in lateral superconducting spin-valve devices
Author(s)	三浦, 勝哉
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46793
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、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

氏 名 三 浦 勝 哉

博士の専攻分野の名称 博 士 (理 学)

学 位 記 番 号 第 20438 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 18 年 3 月 24 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

基礎工学研究科物質創成専攻

学 位 論 文 名 Electrical spin detection in lateral superconducting spin-valve devices

(面内超伝導スピバルブ素子におけるスピン検出)

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 鈴木 義茂

(副査)

教 授 菅 滋正 教 授 多田 博一

京都大学化学研究所教授 小野 輝男

論 文 内 容 の 要 旨

強磁性体から非磁性金属、半導体、超伝導体などに注入されたスピンは、その中にスピン非平衡状態を形成する。本論文の主な目的は、超伝導体中のスピン蓄積を検出することである。我々は強磁性体/超伝導体/強磁性体の構造を持つ面内スピバルブ素子を作製してスピン注入・蓄積を観測した。スピン蓄積の検出は非局所測定を用いて行うことができる。この非局所スピニングナル R_s は、Al や Nb などの金属を用いると、その超伝導転移温度 T_c 以下で急激に増大することが理論的に示唆されている。また、超伝導体中のスピン蓄積は、スピンによって誘起された磁性と超伝導性が強く競合するため、物理的にも非常に興味深い系である。まず、典型的な超伝導体である Nb を用いた $\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}/\text{Nb}/\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}$ 金属接合素子では、Nb/ $\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}$ 界面の微分コンダクタンス測定を T_c 以下で行い、界面での Andreev 反射が抑制されていることを観測した。また、この結果から BTK 理論を用いてスピン注入電流の分極率を決定した。これは、超伝導体/強磁性体構造を作り込んだ素子を用いて分極率を決定する初めての試みである。この結果、分極率は 0.12 と決定でき、スピン注入が行われていることが確認できた。しかし、非局所測定では R_s は検出できなかった。これは Nb のスピン拡散長が十分に長くないことに起因する。そこで、スピン拡散長が十分に長い Al を用いて $\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}/\text{Al}/\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}$ トンネル接合素子を作製し、Al の常伝導状態と超伝導状態のそれぞれについて非局所測定を行った。この結果、超伝導状態での R_s は、常伝導のときと比べて数倍大きくなり、理論の予測と一致した。しかし、常伝導のときと異なり、超伝導状態での非局所抵抗は磁場およびスピン注入電流に対して劇的に変化した。これは、主に超伝導体中のチャージ非平衡によるものである。注入電流の減少とともに、このチャージ非平衡の効果が非局所シグナルに大きく現れたため、スピン非平衡に起因する R_s は徐々に検出しづらくなった。このような、超伝導体中のチャージとスピンの不均衡による R_s の劇的でしかも再現可能な磁場依存性は、スピンと超伝導の競合による新たなメカニズムを示唆している可能性がある。

論文審査の結果の要旨

提出された論文は、超伝導体中のスピン蓄積の検出に関するものである。強磁性体から非磁性金属、半導体、超伝導体などに注入されたスピンは、その中にスピン非平衡状態を形成すると考えられるが、これまで十分に理解されていなかった。これに対して、三浦勝哉君は強磁性体/超伝導体/強磁性体の構造を持つ面内スピンバルブ素子を作製してスピン注入・蓄積を非局所測定という手法を用いて観測することに成功した。特に非局所スピニングナル R_s は、Al や Nb などの金属を用いると、その超伝導転移温度 T_c 以下で急激に増大することが理論的に示唆されており、さらに、超伝導体中では、スピンによって誘起された磁性と超伝導性が強く競合するため、物理的にも非常に興味深い。同君は、まず、典型的な超伝導体である Nb を用いて $\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}/\text{Nb}/\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}$ 金属接合素子を作製し、微分コンダクタンスの測定から、超伝導状態で現れる Andreev 反射がスピン注入により抑制されていることを観測した。この結果から BTK 理論を用いてスピン注入電流の分極率を 0.12 と決定した。これは、超伝導体/強磁性体構造を作り込んだ素子を用いて分極率を決定する初めての試みである。次に、スピン拡散長が十分に長い Al を用いて $\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}/\text{Al}/\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}$ トンネル接合素子を作製し、Al の常伝導状態と超伝導状態のそれぞれについて非局所測定を行った。この結果、超伝導状態での R_s は、常伝導のときと比べて数倍大きくなり、理論の予測と一致する結果を得た。これに加えて、同君は、超伝導状態における非局所抵抗が磁場およびスピン注入電流に対して劇的に変化することを発見した。同君は、この現象を、主に超伝導体中のチャージ非平衡によるものと考えた。このような、超伝導体中のチャージとスピンの不均衡による R_s の劇的でしかも再現可能な磁場依存性は、スピンと超伝導の競合による新たなメカニズムを示唆している可能性があり学問的に大変興味深い。以上、本論文は博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める。