

# 審査の結果の要旨

氏名 大森康智

本論文は、面内スピバルブ構造を用いて遷移金属系のスピホール効果の測定を行い、その物性を定量的に評価した研究を纏めたものである。7章からなり、第1章の序論においては研究背景及び目的、第2章においてはスピバルブ構造におけるスピ拡散方程式及びスピ緩和機構に関する理論やスピホール効果・異常ホール効果の機構に関する理論、第3章では面内スピバルブ素子の作製手法及びその測定手法、第4章ではビスマス添加銅及び白金において逆スピホール効果を用いた電流生成、第5章では白金においてスピホール効果の機構の評価、続く第6章では強磁性体鉄・コバルト・ニッケル・パーマロイにおけるスピホール効果の機構の評価、最終章では全体の総括と今後の展望が述べられている。

博士論文において、大森康智氏は精緻な実験と詳細な解析から、金属系におけるスピホール効果に関する以下に述べる3つの重要な成果を得ている。

- (1) 面内スピバルブ素子において、ビスマス添加銅及び白金を用いたリング状の閉回路を作製し、非局所スピ注入により、スピ流を注入した。逆スピホール効果を介してリング内には電流が誘起され、電流に伴う電圧降下を明瞭に観測した。これは、逆スピホール効果により生じる電流を観測した最初の例である。生じる電流を1次元スピ拡散モデルにより解析的に表すと得られた電流が良く説明され、電流の大きさはリングの持つ電気抵抗や、shunting 効果によって強く制限され、単純に変換された電流がすべて流れるわけではないことを明らかにした。
- (2) スピホール効果の研究において代表的な物質である白金において、電気伝導度依存性から、内因性機構とスキュー散乱を考慮した解析により、異常ホール効果においては知られていたスケーリングを、スピホール効果において初めて観測した。更に、白金は、手法やグループによってスピ拡散長及びスピホール角にばらつきがあり、議論となっていたが、電気伝導度依存性から説明可能であることを明らかにした。スピ緩和が Elliott-Yafet 機構であることを示し、また、白金の内因性スピホール伝導度を実験的に分離することに成功した。
- (3)  $3d$  遷移金属強磁性体においてスピホール効果のスケーリングを評価した。低温における振る舞いから、パーマロイのスキュー散乱機構においてはスピホール効果と異常ホール効果の間にスピ偏極率  $p$  によって結び付けられる関係があり、かつこれ

は単純なモデルを通じて理解可能であることを明らかにした。また、高温においてスピホール効果には、異常ホール効果には見られない強い温度依存性が生じることを明らかにした。スケーリングによる解析から、強磁性体のスピホール効果には従来の機構からは表されない、特有の機構が存在している可能性を示した。

なお、上述の研究成果は、**Florent Auvray**、若村太郎、新見康洋、**Albert Fert**、**Edurne Sagasta**、**Miren Isasa**、**Luis Hueso**、**Felix Casanova** 氏との共同研究として得られたものであるが、論文提出者の大森康智氏が主体となって行った実験研究から得られたものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上、本博士論文では、これまでに報告例のなかったスピホール効果を利用した素子内への電流生成を実現し、かつ得られた電流の振る舞いを評価した。さらに、白金のスピホール効果において、異常ホール効果と同様のスケーリング則が成立することを実験的に示した。一方で強磁性体におけるスピホール効果においては、従来の異常ホール効果・スピホール効果に関する理論からでは説明できない温度依存性が生じることを実験的に明らかにした。これらの一連の研究は今後のスピホール効果に関する研究を促し、スピントロニクス発展に十分寄与するものとみなせる。よって、大森康智氏の学位論文の論文審査の結果、博士（科学）を授与できると認める。