

訪問日 2014年7月9日

京都大学 大学院工学研究科 安藤 裕一郎 准教授

研究題名：微細加工プロセスを用いない簡易スピン輸送特性評価手法の確立

京都大学・安藤裕一郎先生を訪ねて

安藤先生の所属する研究室は、この4月に大阪大学から京都大学の桂キャンパスに移られ、3ヶ月という短期間に研究を再開できるようにしたそうです。財団の助成研究も少し遅れたことを度々詫び、残りの期間で遅れを取り戻したいと大変意欲的でした。当日は事前に資料を用意していただき、プロジェクトで説明してもらいました。

先生の所属する白石研究室は、スピントロニクス、特にシリコンなどのIV族半導体を用いたIV族スピントロニクスを研究しています。助成研究は、スピントロニクスにおける重要な物性値であるスピン偏極率、スピン注入効率、スピン拡散長、スピン寿命などのスピン輸送特性の簡易的評価法の研究です。電気伝導特性を4探針法などで簡単に測定できるように、スピンも電子が輸送することを考えて、スピン版の4探針法も実現可能だろうと考えたのが動機と言います。財団の助成研究も最近スピントロニクスが増えていますが、先生の話ではこの分野の研究には高額な設備と高度な技術が必要なため、研究者は限られているとのこと。スピントロニクスも特定な材料を用い現象を探求する段階から、広範な材料の中から有望な材料を選定する段階に入ってきたと言います。そこで、試料形状に依存せず、微細加工が困難な材料、低融点の材料、薬剤に弱い材料（有機物等）などでも簡便にスピン輸送特性を評価する方法が求められているとのこと。スピン輸送特性は材料依存性が高く、このような材料の中に興味深い特性を持つものがあるようです。特にビスマスは理論的にスピントロニクス効果が大きいと予想されるが融点が275℃と低く、高融点の強磁性体を蒸着させると界面に合金が形成されてしまうことから、この手法の確立に迫られているとのこと。

まず我々のために、“スピンとは”から始まる基礎的な話、スピントロニクスデバイスの基本構造、作製方法から、スピン伝導特性と電気伝導特性の根本的な違いなど、現状の課題から説明をいただきました。スピントロニクスデバイスは強磁性体（Fe,Co,Niなど）から非磁性体（Cu,Au,Al,Siなど）に電子を流すことにより、非磁性体にスピン偏極電流が流れるが、そのときスピン偏極率が低下しないよう両者の界面の酸化膜の除去が不可欠です。また、スピンは消滅するためスピン注入電極と検出電極の距離はスピン拡散長以下（Cu,Auで1μm以下）にしなければなりません。

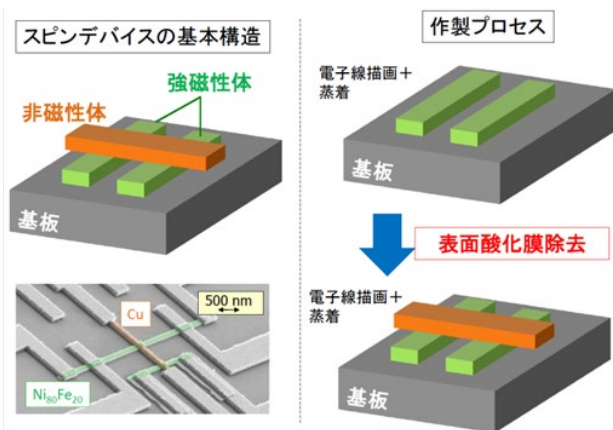
酸化膜の問題に対しては3つの方法を検討されています。1つは、アルミニウムを空气中に放置、生成される0.8nm厚程度のアルミナ薄膜をトンネル絶縁膜として強磁性体に挟む方法です。2つ目は元々酸化されているフェリ磁性体（スピン偏極率100%）を塗布する方法で、3つ目は、単結晶フェリ磁性体としてイットリウム鉄ガーネット基板をスピン注入源に用い押し付ける方法です。1つ目のナノスピンプローバを使う方法は、電流を流すことでスピンを注入し、スピン蓄積電圧を検出する方法です。他の2つは、強磁性共鳴を用いたスピンポンピングという動力学的手法により、磁性体より非磁性材料（Pt,Wなど）の内部に純スピン流（角運動量のみ）を生成させ、逆スピントロニクス効果（スピン流を電流に変換する効果）電圧を検出する方法です。現在、移転による設備の問題で後者の2つから進めています。

電流を伴わずにスピン角運動量のみが伝播する全く新しい情報処理装置の出現を感じさせられる訪問でした。

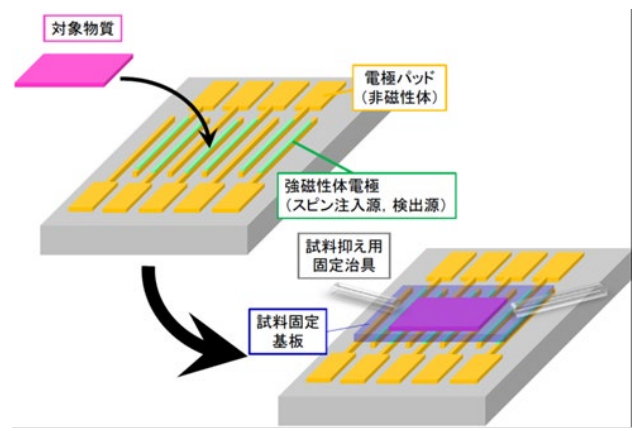
（2014年7月9日訪問、技術参与・飯塚）



研究室の前で; 中央が先生



スピントロニクスデバイスの作製方法



ナノスピンプローバ