

課題番号 : F-20-KT-0174  
利用形態 : 技術代行、機器利用  
利用課題名(日本語) : 固体中におけるスピン流輸送現象の解明  
Program Title(English) : Investigation of spin transport properties in condensed matters  
利用者名(日本語) : 山下尚人, 安藤裕一郎  
Username(English) : N. Yamashita, Y. Ando  
所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科  
Affiliation(English) : Department of Electronic Science and Engineering, Kyoto University  
キーワード/Keyword : 分析, スピン, マテリアルサイエンス, 結晶性, 仕事関数

## 1. 概要(Summary)

金属と半導体を接合した際、金属の仕事関数と半導体の電子親和力の差が金属/半導体接合の伝導特性を決定する。前者が大きい場合には電子にとっての障壁(ショットキー障壁)が形成され、整流特性が表れる(ショットキー接触)。このショットキー接触は界面抵抗を上げるため、一部の素子ではデバイス特性低下の要因となる。我々の研究対象であるシリコンスピンドバイスでも、界面抵抗の精密制御、即ちショットキー障壁の精密制御は極めて重要である。しかしシリコンではショットキー障壁高さは仕事関数と電子親和力の多寡で決定されると定性的には説明されるものの、その障壁高さは予想と大きく異なっており(フェルミレベルピンニング)、より詳細な検討が必要である。特に、強磁性体を電極としたショットキー接触の調査は進んでおらず、未解明な点が多い。

そのような背景のもと、我々は強磁性体の代表元素である鉄(Fe)に僅か20%のガドリニウム(Gd)を添加するだけでショットキー障壁のないオーミック接触が実現できることを初めて発見した。Gdは低仕事関数材料であり、Gd単体ではSiとオーミック接触を示す。一方Feは仕事関数が比較的高く、高いショットキー障壁を形成する。Gdの僅かな添加だけでこのようにオーミック接触が形成できたことは予想外であり、その機構を解明することが本課題の目標である。そのためにはGdを添加したFeの結晶状態を調査する必要がある。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

電子線蒸着装置, X線回折装置

### 【実験方法】

熱酸化Si基板上にFeとGdを電子線蒸着法を用いて共蒸着した試料を用い、X線回折の $\theta$ - $2\theta$ 測定を行い、

形成された結晶について評価した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1に熱酸化Si基板上に成膜したFe, GdおよびFeGd合金の $\theta$ - $2\theta$ 測定の結果を示す。FeやGd単体の薄膜ではFeやGdの結晶に起因した複数のピークが確認できた。一方FeGdの合金では組成に依らずそのようなピークは確認できなかった。 $22^\circ$ 付近に確認できるピークは熱酸化Si基板からも得られているため、基板由来のピークである。以上の結果より、FeGd合金は非晶質になっている可能性が高いことが判明した。この場合、各原子間の距離が広くなり単位体積当たりの自由電子密度の低下が期待できる。鏡像力モデルでは自由電子密度の低下は仕事関数の低下を誘発する。このような機構でオーミック接触を実現できた可能性があるが、詳細な検討が必要である。

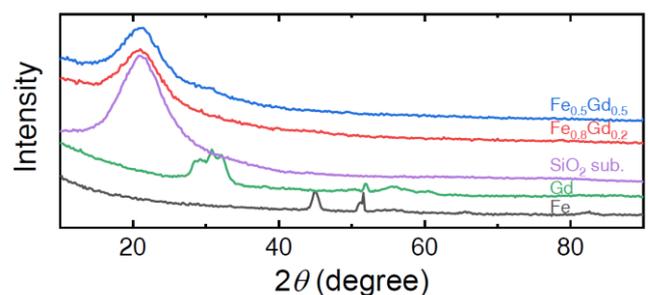


Fig. 1 X-ray diffraction patterns for various samples.

## 4. その他・特記事項(Others)

なし

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

## 6. 関連特許(Patent) なし