

# トンネルスピナーベック効果を用いた

## Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/LiNbO<sub>3</sub>/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 積層膜における磁気秩序制御

(名古屋工業大学) ○坪井泉名・横田壮司・五味學

【諸言】電気と磁気の交差相関相互作用である電気磁気(ME)効果は、これまでにない手段による場の変換を目指した様々な研究がなされている。その中で我々は強誘電体トンネル層と磁氣的交換相互作用による人工 ME 効果を目指した Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/LiNbO<sub>3</sub>/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 積層膜の提案を行い、電場・磁場の印加及び層数の最適化によりスピンの結合状態・tunneling 現象を多様に制御できる可能性を明らかにしてきた。今回、このような構造において単一磁性体内での温度勾配により生じるスピナーベック効果を応用することを試みた。積層膜を単一磁性体とみなし温度勾配が本構造の主要な伝導機構である tunnel 伝導へ及ぼす影響を探索した。

【実験方法】試料の作製には RF magnetron sputtering 法を用いた。Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, LiNbO<sub>3</sub> は RF-power を 60, 100 W、基板温度を 490 °C、ガス比を Ar:O<sub>2</sub> = 32:1, 8:1、全圧を 1.3 Pa、LiNbO<sub>3</sub> の膜厚を 5, 10, 15 nm と変化させた Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/LiNbO<sub>3</sub>/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 積層膜を(111)Nb:SrTiO<sub>3</sub> 基板上に成膜した。作製した試料は、反射型高速電子線回折法を用いて結晶構造を、振動試料型磁力計(VSM)により磁化特性を、半導体パラメータ・アナライザ及び LCR メータを用いて電気特性を評価した。

【結果・考察】VSM による磁化測定の結果、全ての積層膜において強磁性的挙動を示すことを確認した。Fig.1 に LiNbO<sub>3</sub> の膜厚 15 nm の試料において Fowler-Nordheim (FN) Tunneling 機構が生じる電圧の外部磁場依存性を示す。外部磁場の増加に伴い tunneling が生じる電圧が上昇し、高磁場側で減少することがわかる。このことより LiNbO<sub>3</sub> を挟む 2 層の Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の磁気結合状態が外部磁場により負から正へと変化しているといえる。一方で Fig.2 に 2 層の Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 間に温度勾配をつけて測定した温度差に対する tunnel 電圧の変化を示す。温度差が 1.5 °C までは、電圧がほとんど変化しないものの、温度差の増加に伴い電圧が徐々に減少していることがわかる。約 5 °C の温度差から 0.02 V の変化を示し、磁場に対する変化より 10 倍程度大きなことがわかった。Fig.1 の結果から 2 層の Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 間の基底状態は反強磁性的であり、スピンの伝播を阻害する状態であるものの、熱に対しては約 2 °C 程度でスピンの伝播を促進する強磁性的結合が支配的となることがわかった。これは、本来熱に対して散乱しやすいスピンの強い秩序を有することを意味し、新たな熱を利用したスピンドバイスの可能性が期待される。

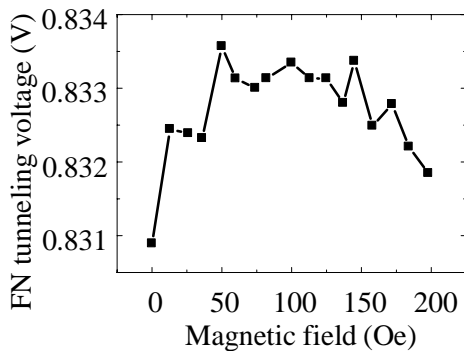


Fig.1 Applied Magnetic fields dependence of FN tunneling voltage

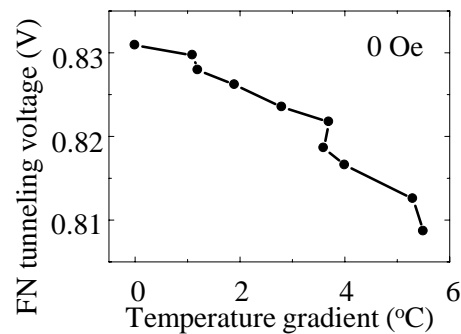


Fig.2 Relationship between the FN tunneling voltage and temperature gradient in the sample