29a-A7-7

## 超伝導 NbN 薄膜上に作製した交換結合膜の磁気特性

## Magnetic properties of exchange biased multilayer structures

on superconductor NbN thin films

## 名大院工 吉原 健彦,〇高木 涼真,深谷 直人,宮脇 哲也,植田 研二,浅野 秀文

Nagoya Univ. T. Yoshihara, °R. Takagi, N. Fukatani, T. Miyawaki, K. Ueda, H. Asano

E-mail: takagi.ryouma@c.mbox.nagoya-u.ac.jp

【緒言】強磁性体(FM)薄膜を超伝導体薄膜で挟んだジョセフソン接合において、スピン三重項超 伝導の発現が報告されているが、その伝導メカニズムは明らかになっていないことが多い。従来 の研究では、磁性層に3d遷移金属を用いることが多く、三重項状態の発現に影響すると考えられ る交換エネルギーなどの制御は難しい。また、超伝導/磁性体界面において必要とされる磁気的 に不均等な層として、反強磁性体(AFM)とFMの交換結合による交換スプリング効果<sup>1)</sup>を用いるこ とが有望である。我々は最近、AFMホイスラー合金とFMの積層構造において交換結合が生じる ことを見出した<sup>2)</sup>。ホイスラー合金は元素の組み合わせで磁気特性を様々に変化させることが可 能であり、三重項状態など磁性と超伝導の競合により生じる伝導特性の解明に最適といえる。し かし、超伝導体上に交換結合膜を作製した報告はこれまでにないことから、本研究では、超伝導 薄膜上に作製した AFM ホイスラー合金交換結合膜の磁気特性を明らかにすることを目的とする。 【実験方法】超伝導 NbN / 反強磁性体 / 強磁性体積層膜を MgO(001)基板上に作製した。NbN は Ar+N<sub>2</sub> ガス中での反応性スパッタにより基板温度 RT~600 ℃において作製した。反強磁性ホイス ラー合金 Ru<sub>2</sub>MnGe、強磁性体 Co 及び Co<sub>2</sub>MnGe はすべてスパッタリング法により作製した。

【実験結果】MgO(001)基板上にエピタキシャル成長した NbN 薄膜上に、Ru<sub>2</sub>MnGe 薄膜を積層した構造の XRD パターンを Fig. 1 に示す。NbN 薄膜上に Ru2MnGe 薄膜が(001)配向していることが分かる。この積層構造において Ru<sub>2</sub>MnGe の反強磁性転移温度は  $T_N = 274$  K であり、バルクの  $T_N = 316$  K に比べやや低い値となった。Fig. 2 に MgO // NbN(30) / Ru<sub>2</sub>MnGe(20) / Co(5)の室温と 5 kOe の磁場中冷却後の 77 K における M-H 曲線を示す。77 K において交換結合磁界  $H_{ex} = 36.6$  Oe が得られた。磁気異方性の大きさを表す一方向異方性定数  $J_K=0.024$  erg / cm<sup>2</sup> であった。ハイゼンベル グモデルを仮定し、NbN を含まない MgO // Ru<sub>2</sub>MnGe(20) / Co<sub>2</sub>MnGe(5)構造において得られた  $J_K = 0.033$  erg / cm<sup>2</sup> と比較すると、 $J_K$ に寄与する飽和磁化の影響を考慮すると NbN 上においても NbN を含まない構造と同程度の相互作用係数を持つ交換結合膜が得られたといえる。





Fig. 1 XRD patterns of MgO(001) // NbN(30 nm) / Ru2MnGe(20 nm).



Fig. 2 Magnetizagtion curves of a NbN /  $Ru_2MnGe$  / Co multilayer at R.T. and 77 K.(5 kOe cooling).