17a-A20-3

PdNi 層を持つジョセフソン接合の磁気的特性の検討

Magnetic characteristics of Josephson Junctions with a PdNi layer

名大院工　°伊藤 大，谷口　壮耶，石川　航太，赤池　宏之，藤巻　朗

Nagoya Univ.,　°H. Ito, S. Taniguchi, K. Ishikawa, H. Akaike, A. Fujimaki

E-mail: irreg@super.nuqe.nagoya-u.ac.jp

はじめに　単一磁束量子回路などの超伝導を用いた集積デバイスは、その高速動作性と低消費電力性から次世代のデバイスとして期待されている。我々はこれらのデバイスに磁性材料を導入することを検討している。磁性材料の残留磁化を用いることで高密度なメモリ素子を実現できる可能性があり、超伝導回路のさらなる高機能化や低消費電力化が見込まれる。これまで我々は PdNi を磁性材料として用い、絶縁障壁層の下部にこの磁性層を配置した超伝導体/強磁性体/絶縁体/超伝導体(SFIS)接合を作製、その特性を検討してきた[1]。今回、PdNi 層の磁気的特性を評価し、残留磁化などをメモリに利用する際の接合構造について検討した。

実験と考察　Nb/$Pd_{1-x}Ni_x$/AlO_y/Nb 接合及びその dc-SQUID の作製に際し、絶縁層の AlO_x 層は膜厚 7 nm の Al を 2.0×10^2 Pa の酸素中で 10 分間酸化させて形成した。PdNi 合金層は、Pd と Ni の同時スパッタによって堆積した。今回は、PdNi 中の Ni 割合が 11 at%となるものについて検討した。この割合の PdNi 合金は 4.2 K において強磁性を示すことがわかっている[2]。PdNi の膜厚が 5 nm と 10 nm のものについて比較し PdNi 層の膜厚と特性の関係を評価した。PdNi 層の膜厚が 5 nm の接合(20 μm x 20 μm)では、臨界電流密度 J_c が 345 A/cm^2 であったのに対し、10 nm の接合では 0.68 A/cm^2 と減少した。この PdNi 層膜厚 5 nm の変化に対し J_c の 3 桁の変化は、磁性層膜厚の極めて高い制御性が必要であることを意味している。また、接合及び dc-SQUID を冷却する際、PdNi 層のキュリー点(~110 K)を挟む 150 K から 15 K までの温度範囲において磁場を印加し、磁性層による影響についても評価した。PdNi 層の膜厚が 10 nm のものには、接合および SQUID について臨界電流の磁場依存性に変化が見られた。Fig.1 に冷却時の外部磁場(0.61 mT)の有無に対する SQUID の結果を示す。特性の包絡線は接合のものを示していると考えられるが、それが 1.2 mT 程度シフトしていることがわかる。一方、膜厚が 5 nm のものではシフトは見られなかった。これは、磁性材料の膜厚によって磁性材料の特性が変化している可能性を示唆している。接合の磁化を利用してメモリ応用を検討する場合、磁気的特性に膜厚が影響を与える可能性があるため、膜厚を 10 nm 程度に厚くし、それに伴い Ni 割合を小さくする必要があると思われる。実際、Fig.1 から印加磁場 1.2 mT の範囲内で、磁性層の磁化反転が見られておらず、Ni 割合 11 at%は大きすぎる可能性がある。本磁性層の磁気的特性に与える影響については現在さらなる検討を行っている。

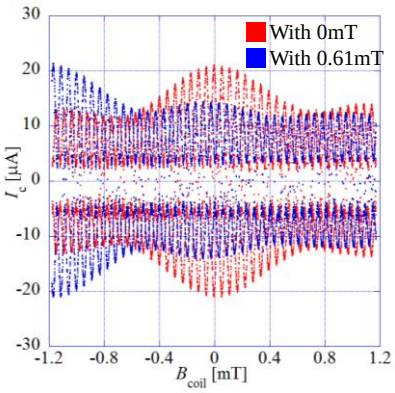

Fig. 1. Field dependence of a dc-SQUID with 10-nm-thick PdNi layers

謝辞　本研究は JST-ALCA「低エネルギー情報ネットワーク用光・磁気・超伝導融合システム」、並びに科学研究費基盤研究 C（26420306）のもとで行われた。

文献 [1] 第61回応用物理学会春季学術講演会 伊藤他 17p-D4-12
[2] 第61回応用物理学会春季学術講演会 谷口他 17p-D4-13

© 2014 年　応用物理学会