

ゲートチューナブルな Nb/Bi₂Te₃/Nb 接合の特性

Properties of Gate-Tunable Nb/Bi₂Te₃/Nb Josephson Junctions

○明連 広昭¹, P. Ngabonziza², M.P. Stehno², A. Brinkman² (1. 埼玉大院、2. Univ. Twente)

°H. Myoren¹, P. Ngabonziza², M.P. Stehno², A. Brinkman² (1.Saitama Univ., 2.Univ. Twente)

E-mail: myoren@super.ees.saitama-u.ac.jp

【はじめに】近年、トポロジカル絶縁体と s 波超伝導体を組み合わせたトポロジカル絶縁体-超伝導ジョセフソンデバイス(TIJD)の研究が盛んに行われている。特に、環境雑音に強い量子ビットの担体となる Majorana 準粒子の存在を証明しようとする研究が盛んに行われている。3次元トポロジカル絶縁体(3DTI)の電気伝導は表面に存在する2次元伝導面により特徴づけられるが、大気暴露などにバルク伝導成分の影響が避けられないことが知られている。

本研究では、SrTiO₃(111)基板(STO 基板)上に MBE 法によりエピタキシャル成長した Bi₂Te₃ 薄膜[1]を用いて Nb/Bi₂Te₃/Nb 接合を作製し、基板をゲート絶縁体として用いることにより Bi₂Te₃ 薄膜中の電子密度を操作して接合の電流-電圧特性等を測定したので報告する。

【実験および結果】STO 基板上に MBE 法でエピタキシャル成長した 10-20 nm 厚の Bi₂Te₃ 薄膜を用いて、電子ビーム描画による微細加工法により Nb/Bi₂Te₃/Nb 接合を作製した。同一基板上には、Hall 測定用の素子も同時に作製した。作製した素子は、到達温度 15 mK の希釈冷凍機を用いて冷却し、電流-電圧特性、臨界電流の磁場特性、マイクロ波誘起ステップのマイクロ波パワー依存性など、バックゲート電圧 V_{bg} を変化させながら測定を行った。

図 1(a)は、典型的な Nb/Bi₂Te₃/Nb 接合の $I_c R_N$ 積のバックゲート電圧 V_{bg} 依存性である。この図より、Bi₂Te₃ はバックゲート電圧 V_{bg} により主に 3 つの状態(負電圧、正高電圧領域の飽和領域とゼロ電圧付近の変化の大きな領域)に分けられる。同じ基板上に設けた Hall 素子により見積られる電子密度も同様の振る舞いを示し、バックゲート電圧により Bi₂Te₃ の表面および基板界面のフェルミ準位の移動に伴う電子状態の変更が可能である事がわかった。

Bi₂Te₃ 薄膜面に垂直に印加した磁場に対する臨界電流の干渉バーンやマイクロ波誘起電

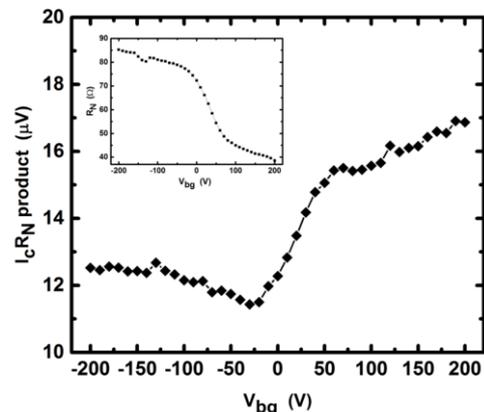


図 1. 典型的な Nb/Bi₂Te₃/Nb 接合の $I_c R_N$ 積のバックゲート電圧 V_{bg} 依存性

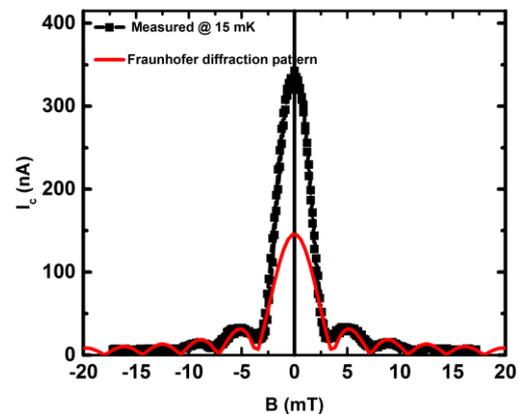


図 1. Nb/Bi₂Te₃/Nb 接合のフラウンホーファパターンのバックゲート電圧 V_{bg} 依存性

流ステップのマイクロ波パワー依存性のバックゲート電圧 V_{bg} 依存性は特異な振る舞いを示した。Majorana 準粒子存在による接合の 4π 周期性に関する明瞭な観測結果は得られていない。発表では、より詳細な分析結果を報告する。

【まとめ】ゲートチューナブルな Nb/Bi₂Te₃/Nb 接合を作製し、ジョセフソン接合の基礎的な特性のバックゲート電圧依存性から、特異な振る舞いを観測した。

【文献】

- 1) P. Ngabonziza et al., Physical Review B 92 , 035405 (2015).