

＊課題番号 : F-12-NM-0001
 ＊支援課題名 (日本語) : 電子線描画装置を用いた自己形成 InAs 量子リング Josephson 接合の作製
 ＊Program Title (in English) : Fabrication of self-assembled InAs quantum ring Josephson junction using electron beam lithography system
 ＊利用者名 (日本語) : 矢吹 紘久
 ＊Username (in English) : Hirohisa Yabuki
 ＊所属名 (日本語) : 東京理科大学
 ＊Affiliation (in English) : Tokyo University of Science

＊概要 (Summary) :

量子リングは Aharonov-Bohm 効果などの量子干渉効果を観測可能な系として注目を集めている。しかし、量子リングと超伝導電極を接合させた量子リングの輸送特性は未だ報告されておらず、その輸送特性の調査が求められている。そのため、自己形成 InAs 量子リング Josephson 接合を作製し、極低温下における輸送特性を調べた。また、作製した接合にマイクロ波照射をすることで Shapiro ステップを観測し、Josephson 接合として機能していることを実証した。

＊実験 (Experimental) :

- レーザー露光装置(金電極の露光のため)
- 12 連電子銃型蒸着装置(金電極の蒸着のため)
- 原子間力顕微鏡(基板上の量子リング観察のため)
- 電子線描画装置(AI 電極の描画のため)
- 超高真空電子銃型蒸着装置(AI 電極の蒸着のため)
- 走査型電子顕微鏡(作製した素子の観察のため)
- 原子層体積装置(絶縁層成膜のため)
- 自動スクライバー(基板の小片化のため)
- 室温プローブシステム(素子評価のため)
- ワイヤーボンダー(チップキャリヤへの接続のため)

＊結果と考察 (Results and Discussion) :

作製した自己形成 InAs 量子リング Josephson 接合の電流-電圧特性を Fig. 1 に示す。挿入図上はトップゲート電極作製前の量子リング接合の SEM 像である。挿入図下で表されているように、ゼロ電圧において超伝導電流 $I_c = 150$ nA の観測に成功した。

Fig. 2 に周波数 5.2 GHz のマイクロ波を照射したときの電流-電圧特性を示す。階段状のステップである Shapiro ステップが観測されている。また、通常 Shapiro ステップは周波数の整数倍に現れるが、量子リング接合においては、半整数倍のステップが観測された。この結果から量子リング接合は一般的な

Josephson 接合とは異なる電流-位相関係を持っていると考えられる。

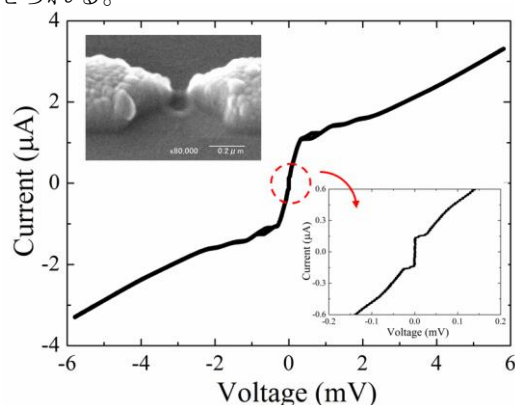


Fig.1 自己形成 InAs 量子リング Josephson 接合の電流-電圧特性(at 30 mK)。

挿入図上：実際に作製した量子リング接合の SEM 像
挿入図下：ゼロバイアス電圧付近の電流-電圧特性

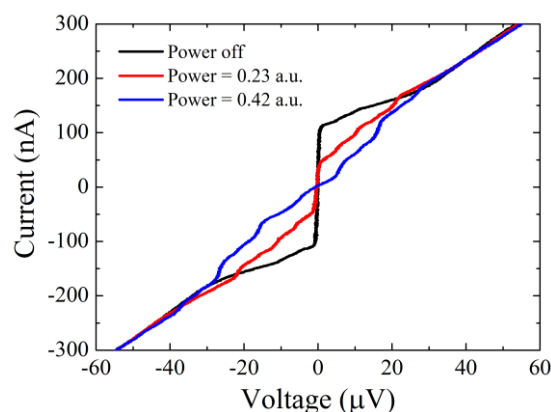


Fig.2 マイクロ波照射下における電流-電圧特性 (at 30 mK)

＊その他・特記事項 (Others) :

今後の課題

- ・自己形成 InAs 量子リングにトップゲート電圧を印加することで量子リング内の電子状態を制御すること。

共同研究者等 (Coauthor) :

- 高柳 英明 (所属：東京理科大学)
- 石黒 亮輔 (所属：東京理科大学)
- 津村 公平 (所属：東京理科大学)