



Motivation どんな問題に取り組むのか?

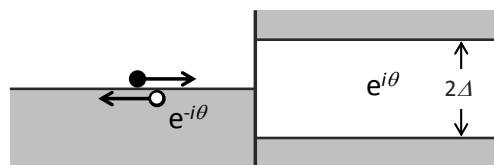
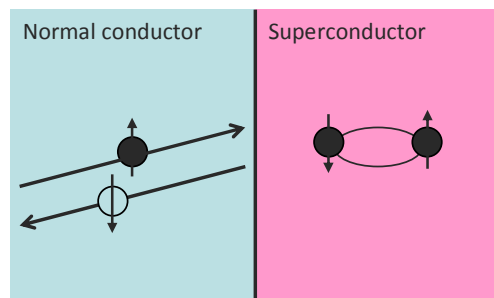
超伝導/半導体接合では、電気伝導の担い手を電子からクーパー対へと変換するアンドレーエフ反射(AR)が生じます。ARによって微小半導体中に超伝導電流を流すことも可能です。半導体中の電子状態に敏感なARの特徴を利用して、これまでにない電子状態の検出法や超伝導特性の制御法の実現を目指しています。

Originality 得られた結果はどう新しいのか?

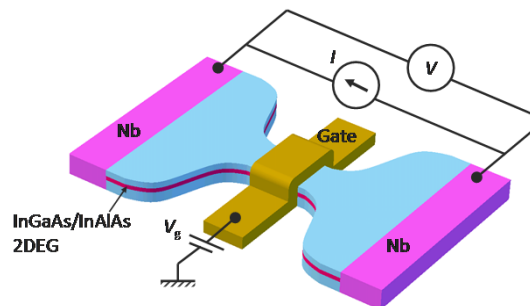
半導体量子ポイントコンタクト(QPC)の直近に超伝導電極を持つ構造の作製に成功しました。ゲートによってQPCの伝導領域を狭めていくと、伝導チャネルの量子化に伴うジョセフソン電流の離散的な変化が観測されました。さらに伝導チャネル数を1つまで減らした、単一チャネルジョセフソン接合動作に初めて成功しました。

Impact この研究が成功した場合のインパクトは?

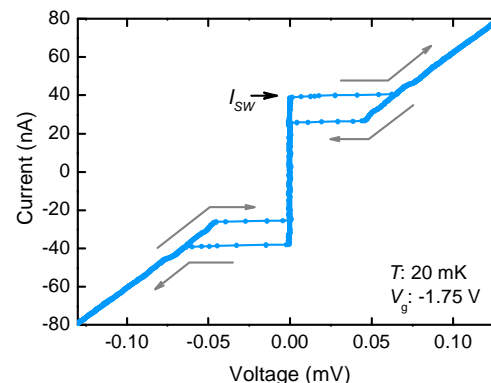
単一チャネル中のアンドレーエフ束縛状態を量子ビットとして機能させることで、超伝導体と半導体の特徴を併せ持った新しい量子情報処理素子として期待されます。また、超伝導素子に半導体的な電界効果を付与することで、ジョセフソン接合を用いた超伝導位相干渉計の磁場感度向上や無散逸な電界効果トランジスタの実現なども期待されます。



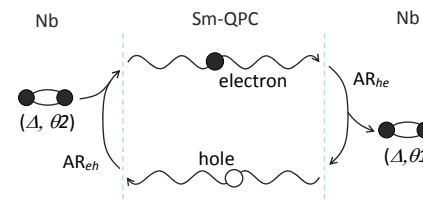
アンドレーエフ反射では、電荷とスピンの運動量とエネルギーが保存される。また、反射された準粒子は超伝導の巨視的位相を得る



超伝導量子ポイントコンタクトの構造

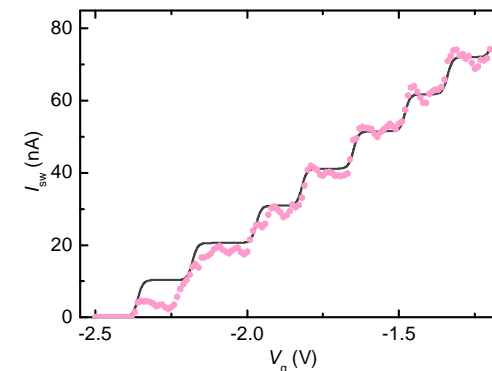


ジョセフソン接合動作



Resonant condition: total phase is equal to $2n\pi$

アンドレーエフ束縛準位を介した超伝導電流のメカニズム



ジョセフソン臨界電流の離散的な変化