

表面弾性波を用いた単一飛行電子の制御

単一飛行電子に対する単発測定による量子電子光学の実現へ

- 高効率な単一電子源、及び単一電子検出器の実現
- ナノ秒以下の超短電圧パルスによる単一電子源間の同期技術を開発
- 単一飛行電子に対する方向性結合器の実証

研究のねらい

固体電子系は従来の半導体技術との対応から集積性に優れていると目され、大規模な量子電子回路の実現、量子情報処理への応用が期待されています。現在、孤立させた電子を自在に操る技術が確立しつつありますが、一方で、集積化に向け、電子が持つ情報を固体中で移送する技術の開発が求められています。本研究では、表面弾性波を用いた単一電子の移送技術を採用し、集積化や量子計算への応用に向けた基本技術の開発を行います。本技術は、固体中の局在した量子ビットをつなぐ技術、及び単一飛行電子を用いて量子光学的な実験を行う量子電子光学実験への応用が期待されます。

研究内容

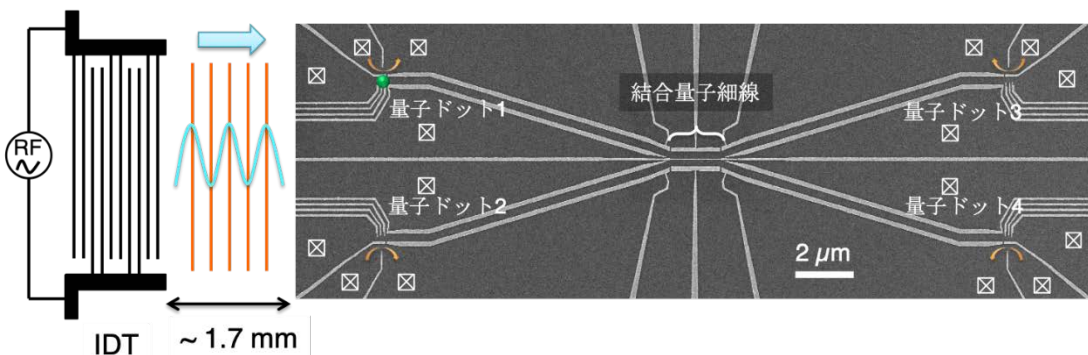
表面弾性波は物質の表面を伝播する音波であり、GaAsなどの圧電体においては電気的なポテンシャルの波を伴って伝わります。本研究では、GaAs/AlGaAs半導体二次元電子系において、ショットキー電極を用い、単一電子を閉じ込める量子ドット、及び電子の導波路となる量子細線を形成し、そこに表面弾性波を組み合わせることで単一電子を移送し、その量子状態の制御を行いました。

現在までに、99%を超える高効率な電子の移送や異なる量子ドットから電子を同期して移送する技術、さらに電子の移送経路の制御を可能にする方向性結合器の実証に成功しています。

今後は電子の電荷状態のコヒーレントな制御、及びそれを利用した量子電子光学実験の実現を目指します。

連携可能な技術・知財

- 固体中の単一飛行電子の量子力学的制御
- 単一電子スピンのコヒーレントな移送
- 本研究の一部は、科研費若手研究「表面弾性波を用いた単一飛行電子のコヒーレント制御（平成30年度～平成31年度）」により行われたものです。



単一電子移送回路の電子顕微鏡写真と表面弾性波発生機構 (IDT) の模式図

- 研究担当：高田 真太郎／岡崎 雄馬／中村 秀司／金子 晋久
- 所 属：物理計測標準研究部門 量子電気標準研究グループ
- 連絡先：shintaro.takada@aist.go.jp