

周波数変調された表面弾性波を用いた単一電子制御技術の開発

- 単一ポテンシャル底の表面弾性波を発生させる技術を開発
- 発生機構に周波数変調技術を用いることで実現
- 単一電子スピンの移送や単一電子源としての応用に期待

研究のねらい

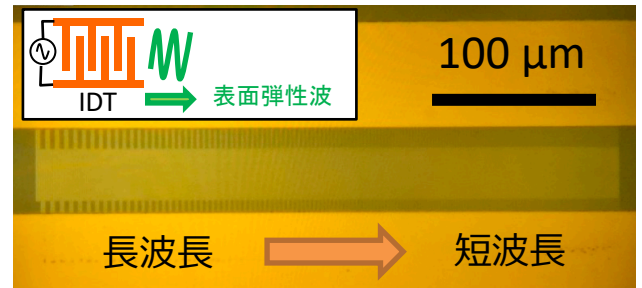
圧電体上で発生させた表面弾性波に付随する電氣的なポテンシャルの波は、これまでの研究で固体中の単一電子移送に応用可能であることが示され、固体中で電子が持つ量子情報を伝送する技術としての活用が期待されています。一方で従来の研究では、電子移送に十分な強度の表面弾性波の発生には、波長数十個分に相当する立ち上がり時間を要し、その間に発生する表面弾性波が系への擾乱として問題を引き起こす可能性が指摘されてきました。本研究では、周波数変調技術を用いることで高強度な単一ポテンシャル底の表面弾性波を発生させる技術を開発いたしました。この技術は、単一電子のコヒーレントな移送や並列化が容易かつオンデマンドで動作する単一電子源などへの応用が見込まれます。

研究内容

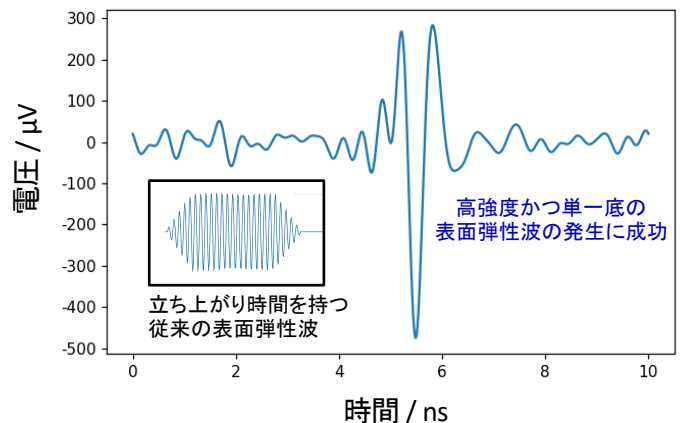
従来の研究では、表面弾性波は一定波長の周期構造を持つ楕形電極(IDT)を用いて発生させていました。本研究では、左から右へ波長が滑らかに変化するIDT構造を採用し、時間的に変化する電気信号を与え、左から順番に楕の波長に対応する表面弾性波を励起し、最終的に各楕で発生した表面弾性波が右端で重なるようにすることで、単一のポテンシャルの底を持つ高強度な表面弾性波を発生させました。これにより、余分な表面弾性波による系への擾乱を避け、単一電子を可干渉性良く移送することが可能となります。現在、本技術を単一電子移送、及び、量子電流発生へ応用した実験に取り組んでいます。

今後の展開

- 量子電流による微小電流計測機器の評価
- 固体中の単一飛行電子の量子力学的な制御
- 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(2018年度~2019年度)」及び、科研費基盤研究B「単一飛行電子を用いた量子電子光学実験の基盤技術の開発(2020年度~2023年度)」により行われたものです。



周波数変調をかけた楕形電極 (IDT)



発生させた単一のポテンシャル底の表面弾性波