

表面弾性波を用いた高精度な量子電流源の実現

音波を用いて固体中の電子を1個単位で制御

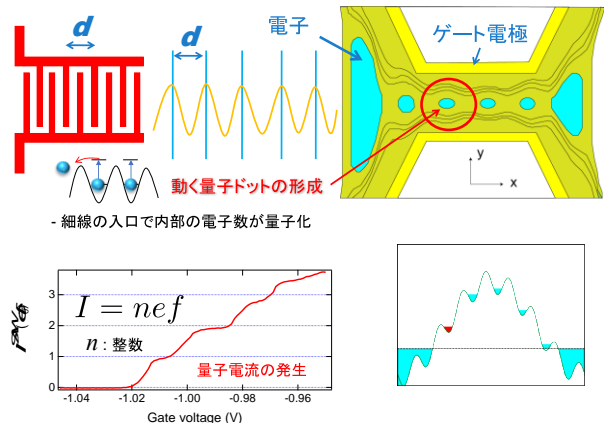
- 物質の表面を伝わる音波と圧電効果により量子電流源を実現
- 表面弾性波ポテンシャルの工夫による高精度化
- 並列化の容易さから実用レベルの電流源の実現が期待

研究のねらい

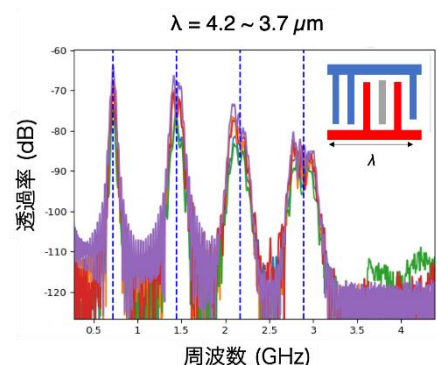
高精度な量子電流源の実現は、電流標準の実現に向けて重要な意味を持つとともに、近年需要が増している微小電流計測への貢献が見込まれます。一方で、安定してnAレベルの量子電流を発生させることは難しく、電気素量 e やプランク定数 h といった基礎物理定数の値に影響を与える8桁精度の量子電流源は実現していません。本研究では、表面弾性波と呼ばれる物質の表面を伝播する音波を活用し、従来より短い波長や複数の周波数を混ぜるなどの工夫によって、高精度な量子電流源を開発します。また、この技術は固体中を移動する単一電子の量子制御技術としての応用も見込まれます。

研究内容

本研究では、圧電効果によって発生する表面弾性波の波の1つ1つに電子を1個ずつ閉じ込めて運ぶことで量子電流を発生させます。このとき、波による電子の閉じ込めを狭く深くすることで、1つ1つの波の中の電子数が安定します。ここでは、Split52型と呼ばれる特殊な楕円電極（IDT）を用いて表面弾性波を発生させることで、楕円の周期で決まる基底の共鳴周波数の他に、高次の共鳴を効率よく発生させます。それにより、従来よりも波長が短く、強い閉じ込めを持った表面弾性波を発生させ、量子電流発生を行ったり、複数の周波数の表面弾性波を同時に励起することで正弦波のみではなく、矩形波やのこぎり波といった様々な形状の波を発生させ、安定な量子電流源の実現に向けた研究を行っています。



表面弾性波を用いた量子電流の生成



Split52型IDTを用いた表面弾性波発生

連携可能な技術・知財

- 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）」により行われたものです。