

単一電子デジタル変調による 有限周波数電流計測

単一電子精度（アトアンペア精度）で任意波形の電流発生が可能

- 電子1個で1ビットを実現する究極のデジタル変調技術を開発
- デジタル変調による直流～MHz帯域での任意電流波形発生が可能
- 極めて正確な微小電流計測技術によりナノ構造・ナノ材料評価に応用

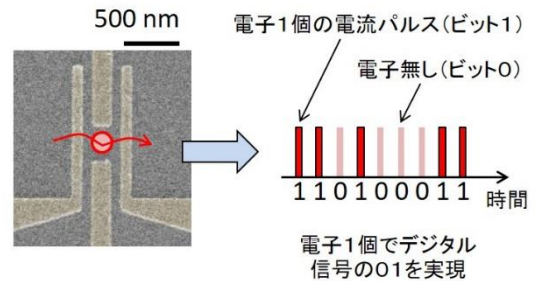
研究のねらい

近年、ナノ加工技術の高度化によって作製可能となったナノ構造・ナノ材料の特性・性能を評価するため、アトアンペア (10^{-18} A)、フェムトアンペアなどの超微小電流の測定が重要になってきています。特にトランジスタなどの能動素子の性能を決定づける信号雑音比の評価には、直流だけでなくkHz～MHzといった微小交流電流の精密測定も重要となっています。電流とは、それ以上分割できない電子の流れであることから、電子を1個ずつ制御・計測する技術は、極めて高精度な電流計測を実現する上で不可欠な実験技術です。

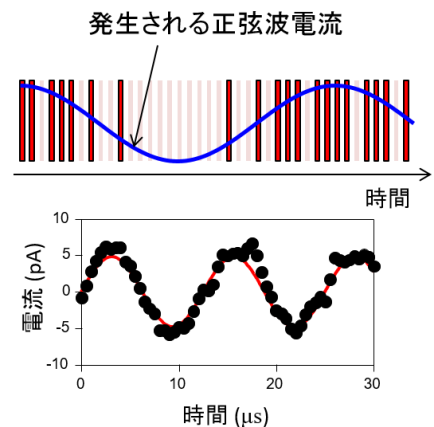
研究内容

これまで、電子を1個ずつ正確に制御できる単一電子素子を用いて、電子を1個ずつ送り出し、正確な直流電流を発生する技術の研究に取り組んできました。今回、直流だけでなく、直流～MHz程度の周波数帯域における任意波形電流を発生するために、新規の動作原理を開発しました。

交流電流は電流波形の振幅が時間的に変化する電流です。これは電子の数密度が時間的に変化するを意味します。電子密度を時間的に変化させるために、単一電子素子から電子を送り出す制御をON・OFFするデジタル変調動作を組み込みました。これは、電子1個の単位で、電気信号をON・OFFする究極のデジタル変調を始めて実現するものです。この原理を用いることによって、直流～MHzの周波数帯域において、正弦波や方形波といった任意電流波形を発生できることを確認しました。



単一電子素子のSEM画像（左）と単一電子デジタル変調の模式図（右）



単一電子デジタル変調による正弦波電流発生の実験結果（上）と実験結果（下）

連携可能な技術・知財

- ・微小交流電流 (10^{-15} A ~ 10^{-9} A) の低周波 (kHz～MHz) 高感度測定
- ・単一電子精度の精密電流計測によるナノ構造・ナノ材料の特性評価（特に電流雑音など）