

二重量子ドットを用いた単電子転送 の実時間測定

半導体素子中を流れる電子の動きを一粒ずつ制御・計測

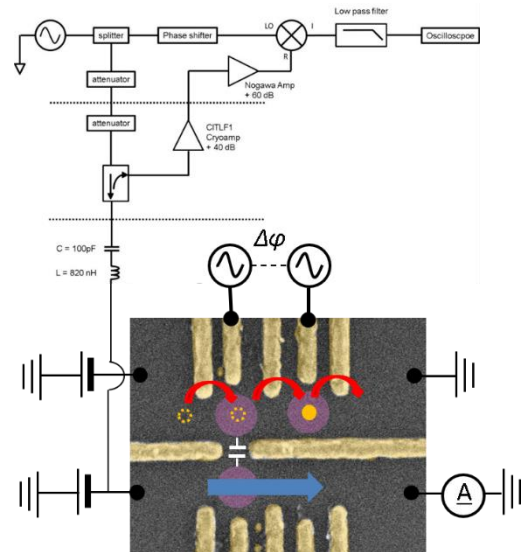
- 単一電子素子によって実現される電子1個の分解能をもつ電流計測
- マイクロ波技術を用いた100ナノ秒程度の時間分解能
- ナノサイズの素子による生体・電子素子・化学反応等の超高感度測定への展開

研究のねらい

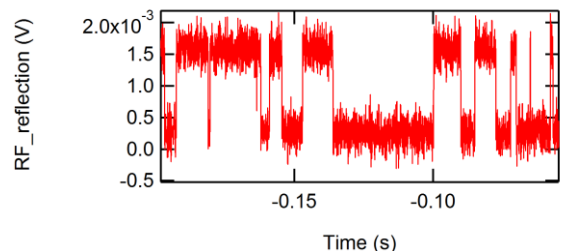
近年、電子素子の評価、生体計測、微量元素分析、放射線測定等においてアトアンペア (10^{-18} A) からナノアンペア (10^{-9} A) の微小電流を精確に測定することが求められています。本研究は単一電子素子と高周波技術の組み合わせにより、電子1個の電流分解能と100ナノ秒程度の時間分解能を持つ高速電流計測技術を実現します。これにより物理、化学、生体分野における未踏領域の電流計測が可能となります。さらにこの技術で、抵抗、電圧、電流の物理量の中で唯一実現していない量子電流標準を実現し、微小電流計測の信頼性を向上させます。

研究内容

電流は、単位時間当たりを通じた電子の個数で大きさが決まるため、電子の動きを1粒ずつ制御・計測する事ができれば超高精度な電流計測が実現出来ます。このような電子1粒の計測、制御は、微細加工によって作製した100ナノメートル程度の素子に外部から電圧を印加し、電子を静電的に閉じ込めることで可能となります。またこの単一電子素子を複数組み合わせたものに数100 MHz程度のマイクロ波を印加し、その反射強度（透過強度）の時間変化を高速に読み出す事で、100ナノ秒程度の時間分解能で電子の動きを検出することを目指しています。



測定回路と電荷計・二重量子ドット複合素子



半導体素子中を流れる電子の流れ

連携可能な技術・知財

- 放射線、微量元素分析、絶縁評価のための微小電流計測
- 微小電流標準の実現
- 本研究の一部は、科研費若手 (A) 「超国際単位系改訂に向けた電気素量の絶対測定と高速超精密電流測定への展開」により行われています。

※ 本研究は大阪大学との共同研究により実施しています。

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