

所属機関 役職 氏名

東京工業大学 量子ナノエレクトロニクス研究センター 助教 小寺 哲夫

助成研究題名

量子ドット構造を用いたスピン情報素子の開発と高感度センサーへの応用

助成研究内容のご紹介

本研究の目的は、シリコン量子ドット構造中の電子1個や電子のスピンを利用して情報処理の機能を生み出す新原理デバイスの開発を行うことである。将来的に既存のシリコンテクノロジーと量子情報処理やスピントロニクスの融合に繋がり、デバイスの高性能化と低消費電力化を両立させることができる。また、本研究で開発するシリコン量子ドットデバイスは、周囲の電荷やスピンの変化に敏感であり、高感度センサーとして動作できる。生体分子の結合を高感度に検出できる「バイオセンサー」や、生体分子を電気検出できる「バイオトランジスタ」などへの応用も期待される。

これまで集積回路に使用されてきたトランジスタとは異なり、電子1個や電子のスピンにより動作する新原理デバイスが注目を集めている。電子1個の有無によりデジタル論理やメモリを実現する素子は単電子デバイスと呼ばれる。単電子デバイスにより集積回路を作ることができれば、従来と比較して消費電力を大幅に抑制できると言われている。また、電子のもつ性質のうち、電荷は移動させずにスピンのみを移動させることができ、ジュール熱が発生しない省エネルギー情報伝送を行えることが近年わかってきた。さらに、電子の量子力学的性質を情報処理に利用した量子情報処理が実現されれば、スーパーコンピュータでも解けないような計算を短時間で解くことができると言われ、究極の超高速計算機として期待されている。

本研究では、電子1個を3次元全ての方向からナノメートル領域に閉じ込めるシリコン量子ドットを実現する。これを用いて、上記のような新原理情報デバイスの実現を目指す。さらに、電子1個や電子スピン1つを扱えるシリコン量子ドットは、周囲の電荷やスピンの変化に高感度に反応する性質を有する。この性質を活かして、バイオセンサーやバイオトランジスタなど、医療分野・生物学分野においても有用なデバイスの実現に向けて研究を進めたい。