

助成対象研究の紹介文

超高速量子ドットプローブを用いた固体微細デバイス中の 局所電子状態のダイナミック計測

理化学研究所創発物性科学研究センター 特別研究員 大塚朋廣

近年、情報処理デバイスの超低消費電力化や多機能化の実現に向け、特異な性質を示すナノメートルスケールの固体微細構造の重要性が高まっています。固体微細構造を用いて有用な電子デバイスを創り出すためには、その内部の局所的な電子状態およびそのダイナミクスを調べ、ミクロな観点から微細構造内部の物理現象を理解することが重要となります。そこで本研究では、局所電子状態を高精度、高空間分解能で調べるための量子ドットを用いた新しい局所プローブ、ダイナミクスを高時間分解能で明らかにするための高周波を用いた超高速読み出し手法を組み合わせ、新しい超高速量子ドットプローブを実現します。量子ドットは電子を微小領域に閉じ込めた構造で、操作性の良い人工量子準位として振る舞い、この制御された準位への電子の流入を単一電子レベルで観測することにより、高感度、低擾乱なプローブを実現できます。これにより新デバイスに向けた新規ナノ材料、構造中の局所電子状態およびそのダイナミクスを計測する技術を確立します。そして固体微細構造中での局所電子状態、特に電子エネルギー分布、スピン状態、量子状態の空間分布や時間変化を明らかにすることを通して、半導体微細構造デバイスの特性改良や、また電子のスピンを利用したスピントロニクスデバイス、電子の量子性を利用した量子情報処理デバイスといった従来の電子の電荷のみを用いた半導体デバイスとは動作原理の異なる新しいデバイスの設計、改良に役立つ物理現象の解明を目指します。

将来実用化が期待される分野

超高速量子ドットプローブを用いて得られる固体微細構造中での局所電子状態についてのミクロで動的な観点からの知見は、固体微細構造を利用したデバイスの創成、改良に役に立ちます。特にスピントロニクスデバイスや量子情報処理デバイス等の新しい情報処理デバイスを実現、改良し、従来の半導体デバイスの限界を超えて、情報処理能力を大幅に向上させる種の一つとなることを期待しています。