

量子ドット集積体を用いた反応拡散デバイス

An electric reaction-diffusion system using a single-electron nanodot array
北海道大学 工学部 大矢 剛嗣, 高橋 良幸, 浅井 哲也, 雨宮 好仁
Department of Electrical Engineering, Hokkaido University
Oya T. (ooya@sapiens-ei.eng.hokudai.ac.jp), Takahashi Y., Asai T. and Amemiya Y.

【はじめに】多重トンネル接合を利用した量子ドット反応拡散デバイスを提案する。反応拡散デバイスとは反応拡散系---生命現象のダイナミクスを生み出している非平衡の化学反応系---の挙動を電子的に模擬するものである。新しい情報処理システムへの応用が期待できる。

【量子ドット反応拡散デバイス】反応拡散系は化学的な非線形振動子の集合体と見なすことができる(図1)。それぞれの化学振動子は物質拡散を介して相互作用し、系全体として複雑なダイナミクス---物質濃度の時空間パターン---を生み出す。これを電子的に模擬するため、図2のような単電子振動子を用いた反応拡散デバイスを先に提案した[1]。

【多重トンネル接合を用いた振動子】図2の単電子振動子は電流源を使うので、実際につくるときには $G\Omega$ 級の高抵抗が必要となる。したがって集積構造には適さない。そこで新たに、高抵抗に代えて「多重トンネル接合」を用いることを提案する(図3)。この構造でも高抵抗の電流源を使う振動子(図2)と類似の非線形振動を発生させることができる[2]。しかもトンネル接合を作成する技術だけで構成できるので、デバイス製作の上で実現しやすい。

【多重接合の振動子による反応拡散デバイス】多重トンネル接合の振動子を図4のように集積配列して二次元の反応拡散デバイスを設計した。各振動子のバイアス電圧は正負交互の極性となるように設定する。この電子的な反応拡散系では、量子ドット配列の電位分布が複雑な時空間パターンをつくる。その挙動をシミュレーションで解析し、このデバイスが化学的な反応拡散系と類似したダイナミクスを示すことを確かめた。デバイスがつくる時空間パターンの例を図5に示す。

参考文献：[1]大矢 他；平成15年春季応用物理学学会学術講演会 28p-N-7, [2]高橋 他；平成15年春季応用物理学学会学術講演会 28p-N-8

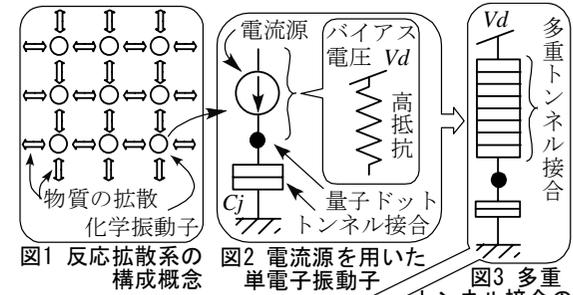


図1 反応拡散系の構成概念 図2 電流源を用いた単電子振動子 図3 多重トンネル接合の単電子振動子

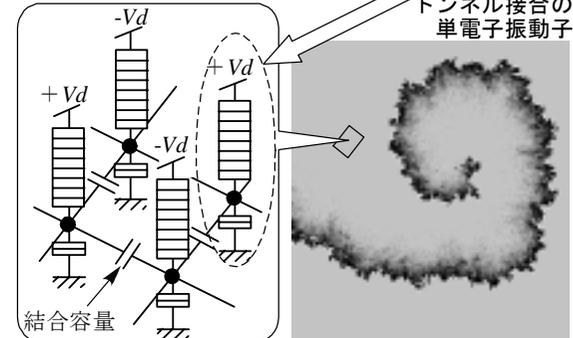


図4 多重トンネル接合の反応拡散デバイス 図5 デバイスがつくる時空間パターン(電位分布)