

# 量子ドットによる結合振動子—非線形振動と引き込み現象—

Coupled Oscillators using Quantum Dots —Nonlinear Oscillation and Synchronization—

北海道大学工学部\*/量子集積エレクトロニクス研究センター\*\* 上野 友邦\* 浅井 哲也\* 福井 孝志\*\* 雨宮 好仁\*

Hokkaido University, Department of Electrical Engineering\* & RCIQE\*\*, Ueno T.\*, Asai T.\*, Fukui T.\*\*, Amemiya Y.\*

はじめに 反応拡散系を模擬する「生き生きとした量子ドット集積体」を構成したい。第一段階として量子ドットの単電子現象を利用した結合振動子を提案し、その結合振動子が引き込み現象を生じることを示す。

量子ドットによる非線形振動子 図1のような量子ドット振動子を考える。量子ドット  $P$  と基板  $GND$  をトンネル接合  $C_0$  で結ぶ。量子ドットには一定のバイアス電流  $I_0$  を与える。クーロンブロッケードが成立する温度のもとで、量子ドット振動子は図2の非線形振動を生じる。振動波形の不連続部は電子トンネルに対応している。電子トンネルの発生を「振動子の発火」と呼ぶことにする。

振動子の相互結合 いまバイアス電流の大きさと極性が異なる二つの量子ドット振動子について発火のタイミングを考える。そのままでは両者の発火に相関はない。次に二つの振動子を図3のようにキャパシタ  $C$  で結合すると、一方の振動子の発火が他方の発火を誘起して引き込み現象を生じるようになる。なお、各振動子の発火頻度（時間平均値）は結合の有無によって変化しない。

発火動作のシミュレーション 引き込み現象の一例を図4に示す。結合がないときには二つの振動子の発火に相互関係がない（図4上）。この二つの振動子を結合すると、両者が同期して発火するようになる（図4下）。

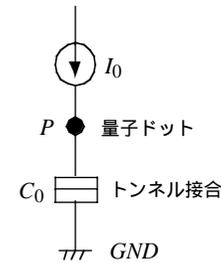


図1 量子ドット振動子

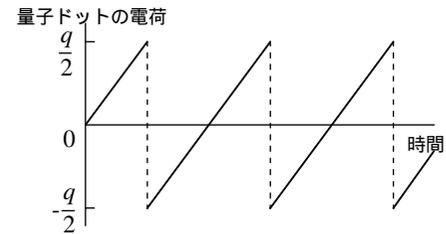


図2 量子ドットにおける電荷量の非線形振動

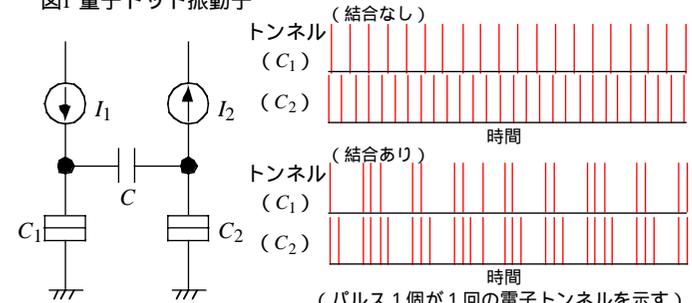


図3 量子ドット結合振動子

(パルス1個が1回の電子トンネルを示す)

図4 結合動作のシミュレーション