

# 単電子結合振動子の非線形ダイナミクス

Nonlinear dynamics of single-electron coupled oscillators

北海道大学 工学部 高橋良幸 大矢剛嗣 浅井哲也 雨宮好仁

Department of Electrical Engineering, Hokkaido University

Takahashi Y. (takaha@sapiens-ei.eng.hokudai.ac.jp), Oya T., Asai T., and Amemiya Y.

【はじめに】「量子ドット集積体上を伝搬する非線形波動」を利用した機能デバイスを開発するとき、単電子結合振動子の運動力学を把握しておくことが重要である。ここでは結合振動子の運動の性質をポアンカレ写像により調べてみた。

【結合振動子の構成】結合振動子として図1の系を考える。反対極性にバイアスした二つの単電子振動子を容量  $kC$  で結合してある。一方の振動子でトンネルのためノード電圧が変化すると、それが容量結合を介して他方の振動子のトンネルを誘発する。そのため両ノードの電圧 ( $V1$  と  $V2$ ) は相関しながら図2のようなアトラクタを描く。系は多周期振動を示し、その周期数は結合係数  $k$  に依存する。

【ポアンカレ写像と分岐図】この系はノード電圧が不連続変化するなど複雑な挙動を示す。そこでポアンカレ写像により系の運動を1次元の離散力学運動に直して定性的な性質を調べた。すなわちノード電圧  $V1$  が或る値を取るときのノード電圧  $V2$  のストロボプロットを調べた。そのとき得られた分岐図---  $V2$  の安定周期点を結合係数  $k$  の関数として示したものを図3に示す。結合係数の増大につれて周期点の数も増加していく。ただし周期点の数が少なくなる「窓」が存在する。

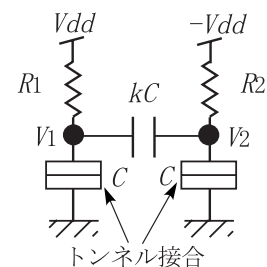


図1 単電子の結合振動子

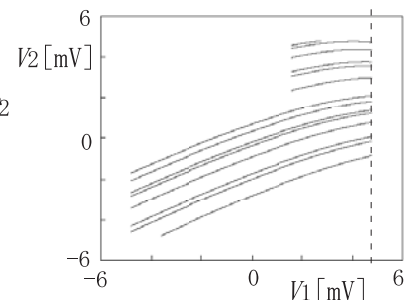


図2 結合振動のアトラクタ

図2において:

- 回路パラメータは次のとおり  
 $Vdd=12\text{mV}$ ,  
 $C=10\text{aF}$ ,  $R1=0.4\text{G}\Omega$   
 抵抗比  $R2/R1=\sqrt{10}$   
 結合係数  $k=2$
- トンネル待ち時間は十分短いと仮定

図3において:

- 結合係数以外のパラメータは図2と同じ値
- $V1$ が図2の点線の値を取ったときの  $V2$ の値をプロット

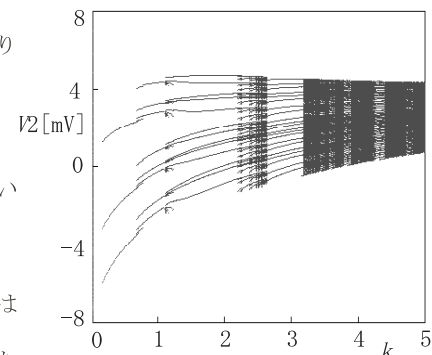


図3 分岐図