

単電子反応拡散デバイスの計算幾何学への応用——ボロノイ図の構成——

Single-Electron Reaction-Diffusion Device for Computational Geometry –Voronoi Diagram–

北海道大学大学院 情報科学研究科 ○大矢 剛嗣, 廣瀬 哲也, 浅井 哲也, 雨宮 好仁

Graduate School of Inf. Sci. and Tech., Hokkaido Univ. ○OYA Takahide, HIROSE Tetsuya, ASAI Tetsuya, and AMEMIYA Yoshihito

E-mail: oya@sapiens-ei.eng.hokudai.ac.jp

【はじめに】反応拡散デバイスは、反応拡散系（非平衡の化学反応系）が示す挙動を電子デバイスで模擬したものである。このデバイスは複雑な非線形性や波動伝播ダイナミクスを示す。ここでは、反応拡散デバイスの応用として、計算幾何学の代表的な問題であるボロノイ図への適用を議論する。

【ボロノイ図】ボロノイ図とは、平面上に多数の点を与えられたとき、その平面を（近さに関して）各点の勢力圏に分割したものである（図1）。いろいろな幾何問題の求解に利用できる重要なデータ構造である。数学的には逐次添加法や分割統治法などによってボロノイ図を構成する。

【単電子反応拡散デバイス】単電子反応拡散デバイスは、非線形動作の単電子振動子を多数集積したものであり、これによって反応拡散現象を模擬する[2]。幾何問題への応用として迷路探索などを先に提案した。このデバイスでボロノイ図を構成するときは、波動伝搬性を利用する。この方法は「各点から等速で進む波動を発生させると波の衝突線がボロノイ図の分割線になる」という原理[3]によっている。

【反応拡散デバイスによるボロノイ図】反応拡散デバイスでボロノイ図を構成するときのキーポイントは、波の衝突線を残すことである。そのため本稿では、[2]で提案したデバイスを改良して、図2に示す構造とした。振動子を構成するトンネル接合を多重のトンネル接合に置き換え、さらに振動子間の結合として高抵抗を追加した構造である。なお、ここでは同極性バイアスの振動子同士を接続するものとする。このような構造にすると、デバイス上で発生する電位変化の波に関して「二つ以上の波が衝突する直前でそれぞれの波の進行が止まる」という動作を実現できる。図3にシミュレーションの例を示す。図中のAで示すように波の進行が衝突直前で止まり、線が残ることを確認できる。この動作を利用することでボロノイ図を構成できると考える。

文献：[1] 松原 他, 信学技報, 103 (741), 7, 2004. [2] Oya T. *et al.*, *Int. J. Unconventional Computing*, 1 (2), 2005, in press. [3] Costello B. *et al.*, *Int. J. Bifurcation and Chaos*, 13 (2), 521, 2003.

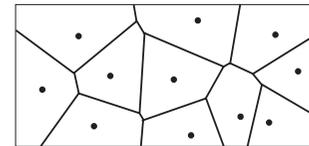


図1 ボロノイ図の構成 [1]

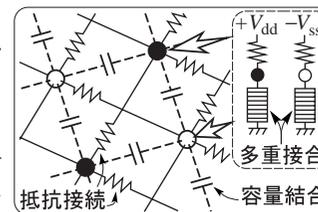


図2 単電子反応拡散デバイスの構成

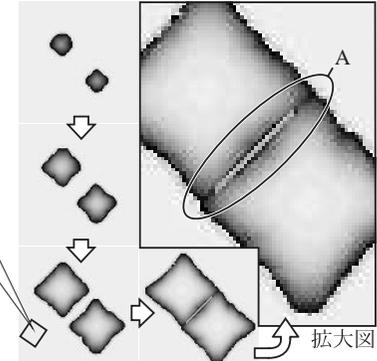


図3 単電子反応拡散デバイスによるボロノイ図の構成 (シミュレーション)