

1-10

メモリスタで結合したカオス回路における  
 同期現象と誤差の関係

Relationship between Synchronization Phenomena and  
 Parameter Mismatches on Chaotic Circuits Coupled by Memristors

小林 加奈 細川 康輝 上手 洋子 西尾 芳文  
 K. Kobayashi<sup>1</sup>, Y. Hosokawa<sup>1</sup>, Y. Uwate<sup>2</sup>, Y. Nishio<sup>2</sup>  
 (<sup>1</sup> 四国大学, <sup>2</sup> 徳島大学)

1 はじめに

メモリスタ [1][2] は、コンピュータメモリの小型化、高速化やニューラルネットワークのハードウェア実装などの応用が期待されている素子である。この素子をカオス発生回路の結合素子として用いることも興味深い研究対象であると考えられるが、これまでのところ、メモリスタを用いたカオス回路の提案や解析に関する研究がほとんどである。メモリスタをカオス発生回路の結合素子として用いた研究としては、逆並列につないだ 2 つのメモリスタで結合したカオス回路の調査 [3] があるが、誤差を含めた場合については調査されていない。

本研究では、逆並列につないだ 2 つのメモリスタで結合したカオス回路の結合系において、カオス回路に誤差を加えた場合の調査を行い、同期現象と誤差との関係を明らかにする。

2 システムモデル

システムモデルを図 1 に示す。逆並列に結合した 2 つのメモリスタで同じ 2 つの森神力回路の負性抵抗の節点を結合したモデルである。

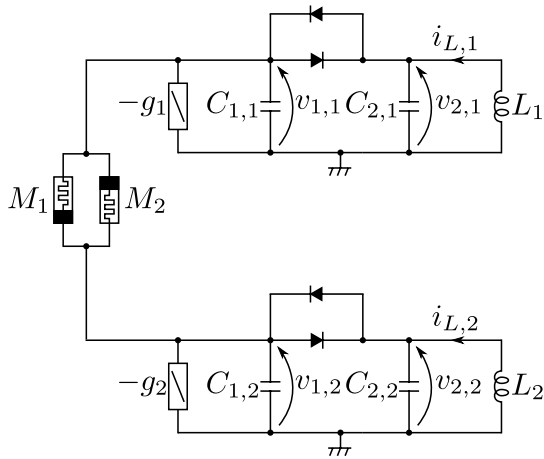


図 1: システムモデル

3 コンピュータシミュレーション

正規化された回路方程式によるシミュレーションを行い、同期現象と誤差関係を調査した。

図 2 は誤差が無い場合のシミュレーション結果である。横軸が  $x_1$ 、縦軸が  $x_2$  である。メモリスタのパラメータの 1 つである  $k$  の値によって、(1) 非同期および (2) 同期状態となる。

図 3 は、 $k = 0.75$  の時、すなわち、図 2(2) に誤差を加えた場合のシミュレーション結果である。誤差は、(1)0.5%、(2)0.1%、(3)0.01% である。誤差が無い場合は、図 2(2) の通り同期するが、誤差を増加すると図 3 の

ように同期しなくなる。この誤差の値は非常に小さく、実際の回路実験において同期現象を観測することは困難であると考えられる。

4 まとめ

本研究では、逆並列につないだ 2 つのメモリスタで結合したカオス回路の結合系において、カオス回路に誤差を加えた場合の調査を行い、誤差が非常に小さい場合のみ同期することを確認した。カオス回路を用いた研究において、このように小さい誤差に抑えた回路実験を行うことは容易ではないため、メモリスタを結合の要素に用いたカオス回路の同期現象の研究において誤差を考慮に入れるべきだと考えられる。

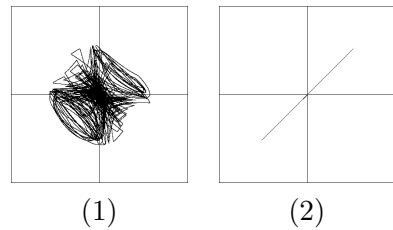


図 2: 誤差が無い場合. 横軸  $x_1$ , 縦軸  $x_4$ . (1) 非同期状態, (2) 同期状態

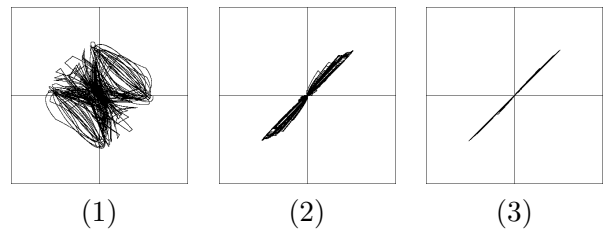


図 3: 誤差を加えた場合. 横軸  $x_1$ , 縦軸  $x_4$ . (1) 誤差 0.5%, (2) 誤差 0.1%, (3) 誤差 0.01%

参考文献

[1] L. O. Chua, "Memristor - The Missing Circuit Element," *IEEE Transactions on Circuit Theory*, vol. CT-18, no. 5, pp. 507-519, 1971.  
 [2] D. B. Strukov, G. S. Snider, D. R. Stewart and R. S. Williams, "The missing memristor found," *Nature*, vol. 453, pp. 80-83, 2008.  
 [3] L. V. Gambuzza, A. Buscarino, L. Fortuna, M. Frasca, "Memristor-Based Adaptive Coupling for Consensus and Synchronization," *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, vol. 62, no. 4, pp. 1175-1184, 2015.