

1 - 12

2つのColpitts発振器とダイオードを用いたカオス回路
Chaotic Circuit using Two Colpitts Oscillators and Diodes.

西本 祐¹ 細川 康輝¹ 西尾 芳文²
Y. Nishimoto, Y. Hosokawa, Y. Nishio
(四国大学¹, 徳島大学²)

1 はじめに

カオス回路は本質的に個々に異なる特徴を持っており、その特徴を利用したカオス回路の応用も多い。しかしながら、これまで提案・研究されたカオス発生回路の数はそう多くなく、新たなカオス発生回路を設計することも、カオスと電気回路の両方を専門とする研究者以外には容易ではない。実物理現象としてのカオスの研究とカオス発生回路の工学的応用のためには、カオス発生回路の設計方法の開発は非常に重要である。

我々はこれまで、カオス回路の設計方法に関する研究を行い、いくつかのカオス回路を提案してきた [1]。本研究では、その方法を用い新たなカオス回路を提案する。

2 回路モデル

我々が提案したカオス回路の設計方法は双方向結合したダイオードを用い2つの発振器を結合する方法で、これまでに van der Pol 発振器, Wien bridge 発振器, 移相発振器などを適用した場合について調査を行っている。本研究では、図1のように Colpitts 発振器に適用した場合について調査する。

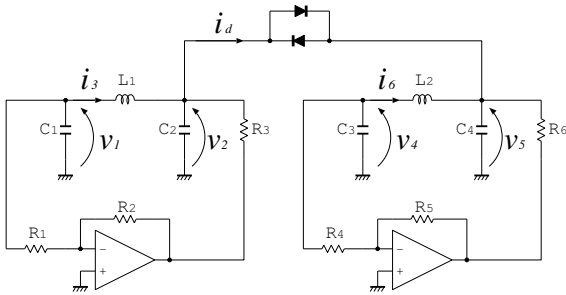


図1:回路モデル

カオス発生に不可欠な非線形性をダイオードであることを示すため、オペアンプは理想的な線形のもので仮定している。したがって、このモデルにおいては発振器単体を考えた場合、振動しながら発散する振動器となる。系全体ではダイオードの抵抗分で振幅を抑制する。

ダイオードのモデルを図2に示す区分的線形関数とした。

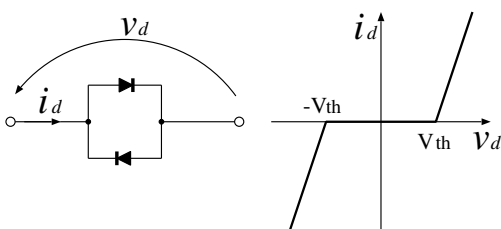


図2:ダイオードモデル

3 回路実験と数値実験

図1の回路モデルの回路方程式を以下に示す。

$$\begin{cases} C_1 \frac{dv_1}{dt} = -\frac{1}{R_1} - i_3, \\ C_2 \frac{dv_2}{dt} = -\frac{R_2}{R_1 R_3} v_1 - \frac{1}{R_3} v_2 + i_3 - i_d, \\ L_1 \frac{di_3}{dt} = v_1 - v_2, \\ C_3 \frac{dv_4}{dt} = -\frac{1}{R_4} - i_6, \\ C_4 \frac{dv_5}{dt} = -\frac{R_5}{R_4 R_6} v_1 - \frac{1}{R_6} v_5 + i_6 + i_d, \\ L_2 \frac{di_6}{dt} = v_4 - v_5, \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 i_d は v_2, v_5 を変数とする区分的線形関数であり、結合しているダイオードに流れる電流を示している。図3は回路実験結果で、横軸: v_2 [0.5V/div], 縦軸: v_5 [0.5V/div], $C_1 = C_2 = 22$ [nF], $C_3 = C_4 = 6.8$ [nF], $L_1 = 10$ [mH], $L_2 = 30$ [mH], $R_1 = R_4 = 1.0$ [k Ω], $R_2 = 6.20$ [k Ω] $R_3 = R_6 = 300$ [Ω] $R_5 = 12$ [k Ω] である。図4は回路方程式1を正規化した式による数値実験結果で、横軸: x_2 ,縦軸: x_5 , $\alpha = 0.47$, $\beta_1 = 23.0$, $\beta_2 = 50.0$, $\gamma = 3.30$, $\delta = 3.20$, $\varepsilon = 0.33$, $\zeta = 100$ である。ともに、カオスアトラクタがみられ、同様の結果が得られている。

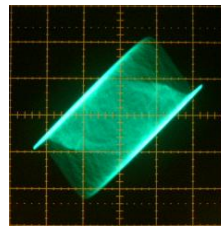


図3: 回路実験結果.

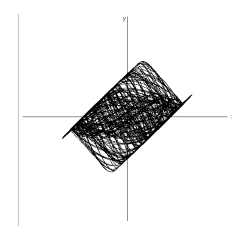


図4: 数値実験結果.

4 まとめ

本研究では、我々が提案したカオス回路の設計方法に Colpitts 発振器を適用した場合について、カオス現象の確認を行った。結果として、回路実験および数値実験において、周期解から準周期解を経てカオスへと至るルートが確認できた。

参考文献

[1] Y. Hosokawa and Y. Nishio "A Design Method for Chaotic Circuits Using Two Oscillators," in *Chaos in Circuits and Systems*, eds. G. Chen and T. Ueta World Scientific, Chap. 3, pp. 51-69. 2002