

Su–Schrieffer–Heeger 回路における固有周波数ばらつき

Variation of eigenfrequencies in the Su–Schrieffer–Heeger electrical circuit

ローム株式会社 ○長澤 郁弥、福本 晴花、鶴田 一魁、宮前 義範、奥 良彰、中原 健

ROHM Co., Ltd., ○Fumiya Nagasawa, Haruka Fukumoto, Kazuisao Tsuruda,

Yoshinori Miyamae, Yoshiaki Oku, Ken Nakahara

E-mail: fumiya.nagasawa@dsn.rohm.co.jp

バンドパスフィルタやレーザへの応用が期待されている Su–Schrieffer–Heeger (SSH) モデルはトポロジカル絶縁体をあらわした物理モデルの一つであり、電子回路 [1] など様々な系で模擬できる。Liu ら [2] はインダクタとキャパシタを用いた電子回路により SSH モデルを構成し、トポロジカルに非自明な状態が回路定数ばらつきや回路の部分的欠損によって消失せず、電気信号用のロバストなバンドパスフィルタとして利用できることを示した。しかし、バンドパスフィルタとして最も重要な特性の一つである周波数安定性については明らかにされていない。そこで、本研究では回路定数ばらつきと回路規模が固有周波数ばらつきに与える影響を調べた。

Figure 1(a) は 1 次元 SSH 回路の単位格子をあらわす。 $L_1 < L_2$ を満たす限り、固有周波数において回路両端に電位の定在波が生じる（エッジモード）。その他の周波数では回路全体にわたって定在波が生じる（バルクモード）。各素子に $\pm 1\%$ の回路定数ばらつきを導入し、2048 回計算を試行した際の固有周波数ばらつきを Fig. 1(b) に示す。水平軸は回路上のノード数、つまり回路規模をあらわす。回路規模が大きくなることでバルクモードの固有周波数ばらつきは抑制されるが、エッジモードのそれはほぼ一定で変化しないことがわかる。この結果は、エッジモードが回路両端に局在した状態であり、回路規模が大きくなる（つまり部品点数が増える）ことによるばらつきの打ち消し合いの影響を受けないことに起因している。発表では、2 次元回路についての結果や、解析的に求めた固有周波数ばらつきとの比較についても議論する。

参考文献

- [1] C. H. Lee, S. Imhof, C. Berger, F. Bayer, J. Brehm, L. W. Molenkamp, T. Kiessling, and R. Thomale. Topoelectrical Circuits. *Commun. Phys.*, 1:1, 2018.
- [2] S. Liu, W. Gao, Q. Zhang, S. Ma, L. Zhang, C. Liu, Y. J. Xiang, T. J. Cui, and S. Zhang. Topologically Protected Edge State in Two-Dimensional Su–Schrieffer–Heeger Circuit. *Research*, 2019:1, 2019.

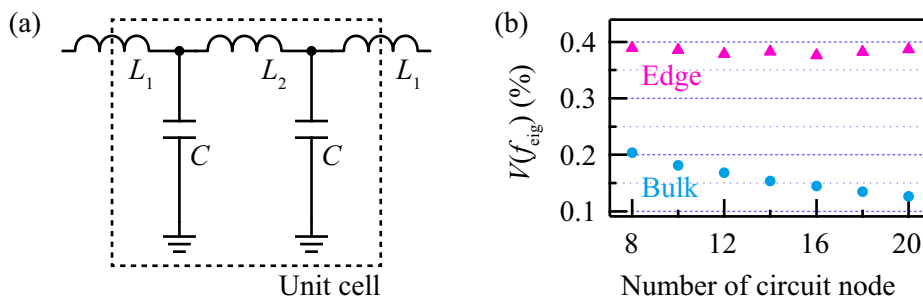


Fig. 1: Variation of eigenfrequencies $V(f_{\text{eig}})$ in the one-dimensional (1D) Su–Schrieffer–Heeger (SSH) circuit. (a) Unit cell for 1D SSH circuits. (b) Number-of-node dependence of $V(f_{\text{eig}})$.