

トポロジカルエッジ状態を用いた単一モード動作アレイレーザの検討 ～次近接共振器間結合の影響～

Analysis of an array laser with single mode operation based on a topological edge state

-Effects of the next-nearest-neighbor coupling of the cavities-

東大ナノ量子機構¹, 東大生研², ○石田夏子¹, 太田泰友¹, 林文博², 荒川泰彦¹, 岩本敏^{1,2},

NanoQuine¹, IIS² Univ. of Tokyo, ○N. Ishida¹, Y. Ota¹, W. Lin², Y. Arakawa¹, S. Iwamoto^{1,2}

E-mail: n-ishida@iis.u-tokyo.ac.jp

はじめに 近年、光のトポロジーに着目し設計した光共振器へ利得媒体を埋め込んだトポロジカルレーザに関する研究の進展が目覚ましい[1]。その中で、カイラル対称性に保護された0次元エッジ状態を用いた単一モードレーザが注目されている[2-4]。前回我々は、同エッジ状態を基礎としたパターン電極を有するアレイレーザに関し強束縛近似の下での解析について報告した[5]。その安定した単一モード動作には隣接共振器間の結合定数(v_{NN} , w_{NN})を大きくすることが重要であることを明らかにした。一方、実際のデバイス設計において大きな共振器間結合を実現すると、各サイト共振器は不可避免的に次近接共振器とも結合し、カイラル対称性が破れ、その結果、所望の単一モード発振が得られない可能性が懸念される。今回我々は、同単一モード動作アレイレーザに対する次近接共振器間結合(v_{NNN} , w_{NNN})の影響に関して解析を行ったので報告する。

数値計算 検討したトポロジカルレーザのモデルを図1(a)に示す。トポロジカルに自明・非自明な共振器アレイの境界を中心にエッジ状態が保持される。最近接・次近接共振器間の結合定数の比は、 $g=v_{NNN}/v_{NN}=w_{NNN}/w_{NN}$ とし、系全体に一律な損失 ($\gamma_{\text{loss}}=-0.1$) の存在を仮定した。図1(b)に $g=0\sim 0.4$ におけるバンドギャップおよびエッジ状態の周波数を示す。双方とも g の増加と共に全体的に下方へ遷移するが、バンドギャップ幅は保持される。次にエッジ状態とバルク発振モードとのしきい値

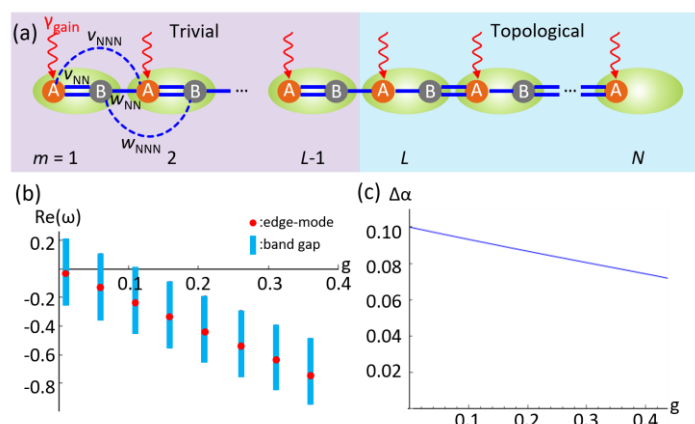


Fig1.(a)Tight-binding model for the topological laser. The nearest-neighbor(NN) and the next-nearest-neighbor (NNN) couplings are given as $\{v_{NN}, w_{NN}\}$ and $\{v_{NNN}, w_{NNN}\}$, respectively. All sites are subject to loss at a rate of γ_{loss} , while gain (γ_{gain}) is additionally supplied only to A sites. (b) Gap-opening and the edge-mode energy versus g . (c) Threshold gain difference $\Delta\alpha$ between the edge-mode and a bulk mode versus g . The parameters used are $v_{NN}=1.1$ and $\gamma_{\text{loss}}=-0.1$, normalized to w_{NN} .

利得差 $\Delta\alpha$ を図1(c)に示す。 $g=0.3$ においても $\Delta\alpha$ は $g=0$ における値の約80%を保ち、次近接共振器間結合のしきい値利得差への大きな影響は見られなかった。

参考文献 [1] Y. Ota, *et al.*, arXiv:1912.05126 (2019). [2] P. St-Jean, *et al.*, Nat. Photon. **11**, 651 (2017). [3] M. Parto, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **120**, 113901 (2018). [4] H. Zhao, *et al.*, Nat. Comm. **9**, 981 (2018). [5] 石田他 前回応物 19p-PA5-10 (2019). **謝辞** 本研究は科研費特別推進研究(15H05700),同補助金(17H06138), 新学術領域研究 (15H05868), JST CREST (JPMJCR19T1), NEDO により遂行された。