

シリコン 2 リング共振器結合系における周波数人工次元のバンド構造測定(II)

Measurement of band structure in the synthetic frequency dimensions

for a silicon-based coupled two ring resonators (II)

横国大理工 中間登惟, 鎌田幹也, 馬場俊彦, 東北大 AIMR 小澤知己, 慶大物情 太田泰友, 東大生研 張潤銘, 岩本敏

Yokohama Nat'l Univ., T. Nakama, M. kamata, T. Baba, Tohoku Univ., T. Ozawa, Keio Univ., Y. Ota, Univ. Tokyo, R. Zhang S. Iwamoto

E-mail: nakama-toi-kh@ynu.jp

フォトニクス分野で, 空間次元を光の非空間自由度に置き換えた人工次元が注目されている¹⁾. 光ファイバ²⁾, シリコンフォトニクス²⁾, LiNbO₃ フォトニクス³⁾をベースとした光変調器とリング共振器の組合せで, 周波数人工次元の生成, およびバンド構造や人工ゲージ場下での制御が考察されている. さらに我々は, 周波数人工次元と空間次元の合成を目指すべく, 2リング共振器結合デバイスを製作し, そのバンド構造の初期的な測定を行った⁵⁾. 本報告では, 変調の条件を改善し, より明瞭にバンド構造を測定して, 2リングの結合効率に依存した特性の変化を観測した.

シリコンフォトニクスを用いて製作したデバイスを図1に示す. それぞれにリブ型変調器を搭載した2つのSi導波路リングが, マッシュツェンダー干渉計からなる可変カップラを介して相互結合されており, 熱光学ヒータにより結合率 κ を制御できる. 各リングの周長は約4.2 mmであり, 約19 GHzのFSRに相当する. 各変調器でバイアスを調整, 19.0 GHz, 18 dBmのRF信号を印加して周波数人工次元の格子を生成し, 図1のPort1からの出力を時間分解透過測定することにより, バンド構造を測定した. 変調率を J としたとき, 相対変調率 J/κ と2つのRF信号の位相差 θ を変えたときのシミュレーション結果と測定結果を

図2に比較して示す(測定で $\Delta\theta$ としているのは, 相対的な位相変化しかわからないためである). 結合が強い(J/κ が小さい)と単純なバンドとなるが, 結合が適度に弱くなるとバンドが分裂し, さらに θ を与えると, ゲージポテンシャルを与えたときと同様のバンドの傾斜が現れた. 測定結果はシミュレーションとよく対応した.

本研究は JST CREST プロジェクトの成果である.

参考文献 1) T. Ozawa, et al., Nat. Rev. Phys. **1**, 349 (2019). 2) A. Dutt, et al., Nat. Commun. **10**, 3122 (2019) 3) A. Balčytis, et al. Sci. Adv. **8**, eabk0468 (2022). 4) H. X. Dinh, et al., Commun. Phys. **7**, 185 (2024). 5) 張ら, 秋季応物, 21a-A308-2 (2023).

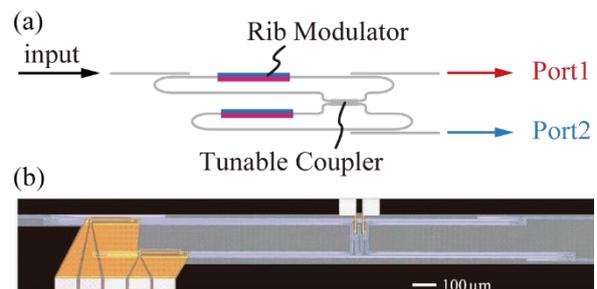


図1 2リング共振器デバイス. (a) 構成概要図.(b) 製作したデバイス写真.

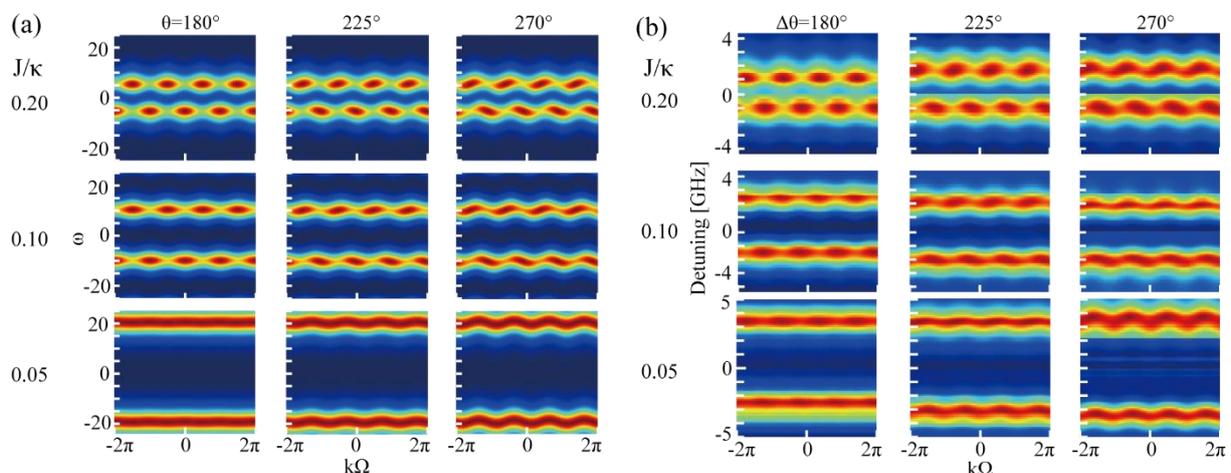


図2 変調信号の相対位相差 θ と相対変調振幅 J/κ を変えたときのバンド構造の変化. (a) シミュレーション結果. (b) 測定結果.