

共振器結合系における結合位相の変調による光の動的制御

Dynamic control of photonic states with modulation of argument of coupling constant in coupled photonic nanocavities

○仲代匡宏¹, 田中良典¹, 浅野卓¹, 野田進¹ (1. 京大院工)○M. Nakadai¹, Y. Tanaka¹, T. Asano¹, S. Noda¹ (1. Kyoto Univ.)E-mail: nakadai@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

[はじめに] フォトニック結晶ナノ共振器は光を微小領域に長時間閉じ込めることができるため、光/量子情報処理といった高度な光制御への応用が期待されている。近年、我々は高 Q 値共振器を導波路を介しながらも強結合させた系において、光を共振器中に閉じ込めている間に制御光パルスの照射によって誘起したキャリアプラズマ効果によって屈折率を動的に制御することで、離れた2共振器間での光転送を実証した[1]ほか、電気的な制御機構による屈折率の正弦波変調を利用して、共振器間の結合定数の強度だけでなく位相も動的に制御する手法についても検討を行っている[2]。以下では結合定数の位相を単に結合位相と呼ぶことにする。今回、結合位相の動的制御を用いて共振器結合系における光伝搬を操作する手法に関してモード結合理論を用いた数値解析を行った。以下にその概略を述べる。

[原理と計算結果] 図1(a)に示すように3つの共振器A,B,Cが制御用共振器(Ctrl. I, II, III)を介して結合している系において、図1(b)のように各共振器間を互いに十分離調すると、共振器A,B,Cに光が局在する固有モード($\omega_A, \omega_B, \omega_C$)が生じる。ここで、例えば共振器Aを励振すれば、図1(c)の領域(i)に示すように共振器Aに光が分布し続ける。この状況のもと、制御用共振器の周波数($\omega_1, \omega_2, \omega_3$)を固有モード($\omega_A, \omega_B, \omega_C$)間の周波数差に等しい変調周波数で正弦変調すると、固有モードの周波数と等しいサイドバンド(図1(b)の点線)が生じ、このサイドバンドを介して共振器A,B,Cが互いに強く結合し、共振器間で光が振動する。このとき、共振器A,B,C間の実効的な結合の強度は正弦変調の振幅や、共振器間の離調に依存し、また結合の位相は上下どちらのサイドバンドと結合するかによって正負が異なるほか、正弦変調の位相($\theta_1, \theta_2, \theta_3$)の差にも依存する。まず、位相差がない場合は、図1(c)の領域(ii)に示すように、共振器Aに局在していた光はA→B→C→A→...と時計回りに伝搬する。その一方で、3つの正弦変調の位相を $2\pi/3$ ずつずらすと結合の位相が反転し、図1(c)の領域(iii)に示すように、光はA→C→B→A→...と時計回りに伝搬する。このように結合位相の動的制御で光の伝搬方向を操作できる。詳細は当日報告する。

[参考文献][1] R. Konoike, et al., *Sci. Adv.* **2**, e1501690 (2016). [2] 鴻池 他, 2017春応物, 16a-F202-13.

[謝辞] 本研究の一部はNEDOの「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発プロジェクト」による委託を受けて行われた。

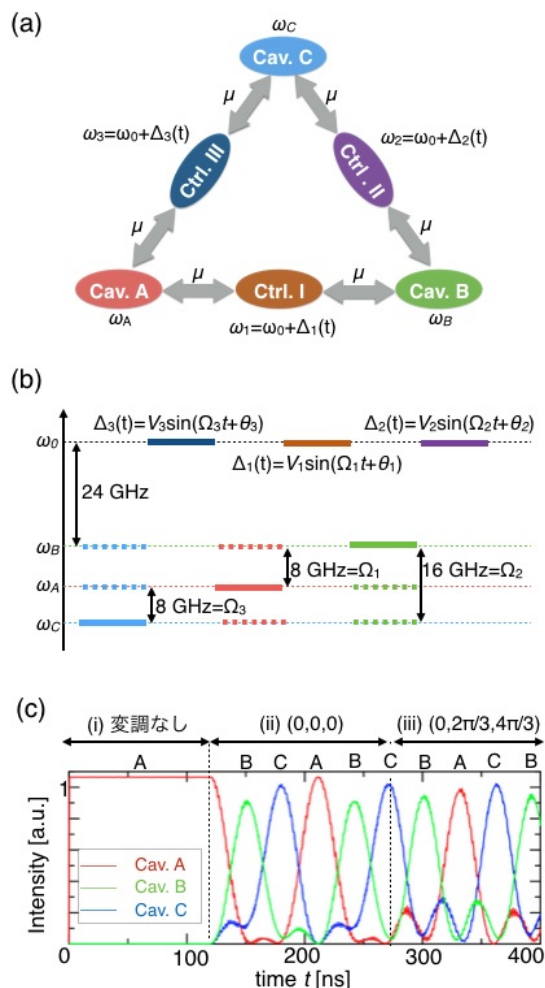


Fig. 1. (a) 共振器A,B,Cが制御用共振器を介して結合した系, (b) 各共振器の周波数ダイアグラム, (c) 正弦変調の位相差を変えて正弦変調を加えた時の系のエネルギーの時間発展 (結合強度を揃えるために変調強度を(V_1, V_2, V_3)=(1.2, 1.6, 2.4)[GHz]とした).