トポロジカル１次元ナノビームフォトニック結晶共振器の作製と評価

Fabrication and characterization of a topological one-dimensional photonic crystal nanobeam cavity

東大ナノ量子機構 [1]，東大生研 [2]，○太田泰友 [1]，勝見亮太 [2]、渡邉克之 [1]、岩本敏 [1,2]，荒川泰彦 [1,2]

NanoQuine[1], IIS[2] Univ. of Tokyo, ○Y. Ota[1], R. Katsumi[2], K. Watanabe[1], S. Iwamoto[1,2], Y. Arakawa[1,2]

E-mail: ota@iis.u-tokyo.ac.jp

はじめに　フォトニック結晶(PhC)におけるバンドのトポロジカルな性質に着目した研究が急速に進展している。トポロジーの異なる PhC を接合し、その境界面にロバストに出現するエッジモードを利用することで、散逸に強い光伝搬などがこれまでに実現されてきた[1]。今回我々は、このバルクエッジ対応の考え方を１次元ナノビーム共振器に応用することでナノ共振器を設計し、その共振発光ピークの実験的観測に成功したので報告する。これは、これまでに我々が報告してきたトポロジカル一次元フォノニック結晶構造[2]を光ナノ共振器へ拡張した結果であるとともに、バンドのトポロジカルな性質に着目し実現した初めての光ナノ共振器と位置づけることができる。

設計・実験　検討した共振器の概要を図 1(a)に示す。単位胞(格子定数 a)は幅(d_1,d_2 = 0.3a,0.2a)の異なる２つの空孔を含む。単位胞の取り方を変えることによりバンドトポロジーの異なる PhC を構成し[3]、それらを中間点で接合した構造となっている。この際、バルクエッジ対応の原理から接合界面には局在モードが出現する。電磁界計算により求めた局在共振器モードの面直磁場分布を図 1(b)に示す。この共振器モードの設計 Q 値は約５万であった。空間閉じ込めの強さは、空孔サイズ比を大きくすることで増大可能である。実験では、量子ドットを含む厚み 180nm の GaAs スラブを加工して試料を作製し、低温顕微分光法により評価した。測定スペクトルを図 1(c)に示す。設計波長におおよそ一致する共振ピークが観測され、その最大 Q 値は約 10,000 であった。また、励起位置依存性から共振器モードの空間局在も確認できた。以上から、設計したナノ共振器モードの実験観測に成功したと結論づけた。

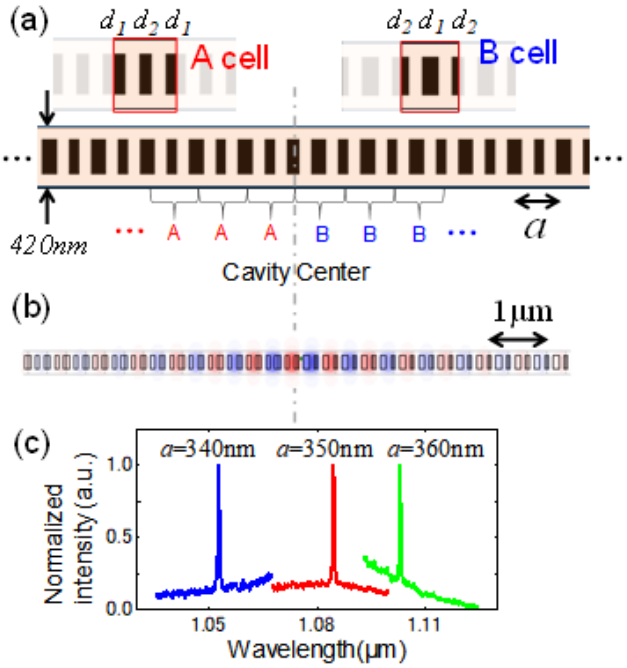

Fig. 1. (a) Design schematic of the topological 1D nanobeam cavity. (b) Simulated field profile of the cavity mode. (c) Measured cavity mode spectra.

参考文献 [1]L. Lu et al., Nat. Photonics. 8 821 (2014). [2]金仁基他 前回応物 15p-E205-7 (2017). [3]M. Xiao et al., Phys. Rev. X 4 021017 (2014). 謝辞 有益なご議論を頂いた初貝安弘教授,金仁基氏に感謝する。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,NEDO プログラムにより遂行された。

© 2017年 応用物理学会