高 *Q* 値 L2 共振器による高密度斜め結合ナノ共振器

High-*Q* and highly-dense slanted coupled L2 nanocavities

NTT ﾅﾉﾌｫﾄﾆｸｽｾﾝﾀ [1], NTT 物性基礎研 [2],
○倉持栄一 [1,2], Devin. H. Smith[2], 納富雅也 [1,2]
NTT Nanophotonics Center [1], NTT Basic Research Labs. [2]
○ E. Kuramochi[1,2], D. H. Smith[2], M. Notomi[1,2]
E-mail: kuramochi.eiichi@lab.ntt.co.jp

結合共振器は主にｽﾛｰﾗｲﾄを実現するための手段と考えられてきた。我々は高 *Q* 値化した L3 ﾅﾉ共振器を中心欠陥穴列方向(Γ-K)から θ ° 傾斜して配列することで、比較的広帯域かつ低損失な伝搬が得られることを示した[1]。2D ﾌｫﾄﾆｯｸ結晶中の導波路として知られている線欠陥型(W1)導波路はΓ-K 結晶方位にしか形成できず、それ以外の結晶方位には良い導波路が知られていなかった。斜め結合ﾅﾉ共振器には帯域と分散を制御可能な任意の結晶方位への導波路としての応用が期待できる。L3 共振器による結合ﾅﾉ共振器は以前より検討されていたが既報[1]で良好な特性が得られたのは斜め配列による結合増強に加え、共振器 *Q* 値が 1 桁以上増大したことが効果的だった。但し既報の L3 共振器[2]は高 *Q* 値化のための構造変調に 3 穴列を要するため配列周期に下限が存在した。今回は 1 穴列の構造変調のみで高 *Q* 値化できる新たな L2 共振器[3]の採用により、既報より短周期化した結合ﾅﾉ共振器の検討を行った。

θ =90 ° 方向の共振器周期（穴列数）L_v として既報[1]の 3 に、今回新たに 1,2 を加えた（図 1 (a)(b)）。共振器は中心欠陥軸上の穴 A,B,C,D を格子定数 *a* (410nm)のそれぞれ 0.350,0.282,0.175,0.120 倍ずつ外側にｼﾌﾄしたもの（図 1 (c)）で、単一共振器基底ﾓｰﾄﾞの *Q* 値は 60 万程度であった。共振器数 *N* は 10 に固定した。L_v =3 において分散・帯域（基底ﾓｰﾄﾞ）は L3 共振器[1]とほぼ一致した。今回測定波長範囲を拡大し、共振器高次ﾓｰﾄﾞからなる結合共振ﾓｰﾄﾞが存在し W1 導波路に良く結合することを明らかにした（図２）。L2 共振器の高次ﾓｰﾄﾞの *Q* 値は 1 万以下なのに高密度共振器配列において明瞭な結合共鳴ﾓｰﾄﾞが存在することは興味深い。特に L_v =1, θ =14 ° において 1 次高次結合ﾓｰﾄﾞ帯域が 50nm を超え基底結合ﾓｰﾄﾞに対し圧倒的に広帯域になった。また L_v =2 において 1 次高次結合ﾓｰﾄﾞは θ の広範囲にわたり帯域が広く、θ =30,41,60 ° において基底結合ﾓｰﾄﾞと overlap していると見られる。基底結合ﾓｰﾄﾞも L_v =2 では L_v =3（最大 35nm）に対し広帯域化しているが、一方で波長 1550nm より長波長側にて W1 導波路との結合の減少が顕著に見られた。全体的に結合共振ﾓｰﾄﾞ数(=*N*)に対し結合帯域が広いため *N* を増やすことでｽﾍﾟｸﾄﾙのﾌﾗｯﾄ化が期待される。本検討により、斜め結合ﾅﾉ共振器の高密度化と高次結合ﾓｰﾄﾞまで活用することで極めて広い帯域の斜め方向導波路が実現可能であることが示された。

[1]倉持栄一他，応物 2014 年秋 18p-C8-14.
[2] E. Kuramochi et al., Opt. Lett. **39**, 5780 (2014).
[3]倉持栄一他，応物 2015 年春 13a-A10-2.

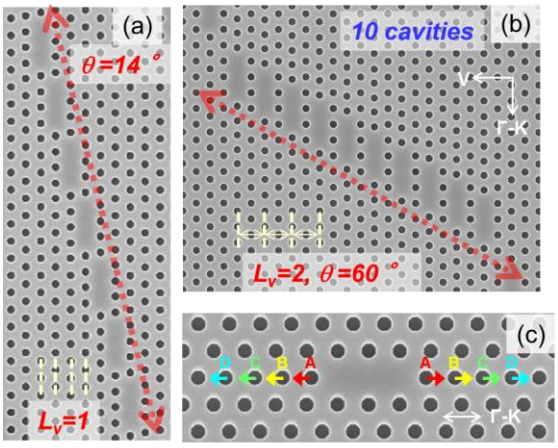

図１　ﾅﾉ共振器試料の電子顕微鏡像。(a)(b)斜め結合 L2 共振器。(c)単一 L2 共振器及び穴のｼﾌﾄ。厚さ 200nm の Si ﾌｫﾄﾆｯｸ結晶で穴半径 95nm。

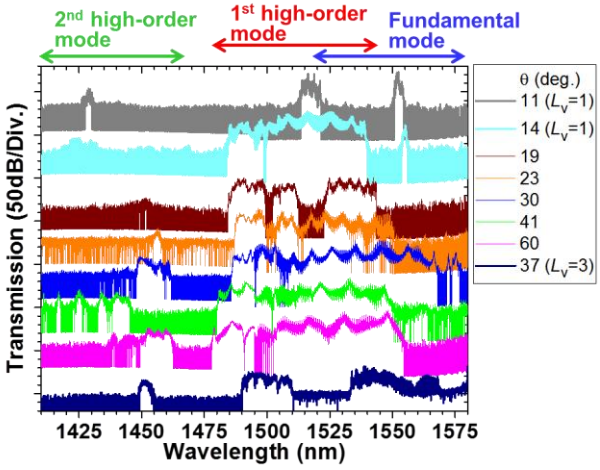

図２　結合ﾅﾉ共振器透過ｽﾍﾟｸﾄﾙ（共振器数 10）の θ 及び L_v 依存性。表示無しは L_v=2。波長 1495nm にて波長可変ﾚｰｻﾞ光源切替。

© 2015年 応用物理学会