## フォノニック結晶共振器を用いた光弾性変調器の特性解析

Analysis of Photoelastic Modulator with Phononic Crystal Cavity

## <sup>0</sup>金 仁基<sup>1</sup>, 岩本 敏<sup>1,2</sup>, 荒川 泰彦<sup>1,2</sup> (1. 東大生研, 2. 東大ナノ量子機構)

<sup>o</sup>Ingi Kim<sup>1</sup>, Satoshi Iwamoto<sup>1,2</sup>, Yasuhiko Arakawa<sup>1,2</sup> (1. IIS, Univ. of Tokyo., 2. NanoQuine, Univ. of Tokyo.)

## E-mail: kim-ingi@iis.u-tokyo.ac.jp

**はじめに** フォノニック結晶は弾性特性の異なる材料の周期構造で、音波や弾性波の高度な制御を 可能にする構造として注目を集めつつある。我々は、その特徴を利用した高効率音響光学素子を 提案し研究を進めている[1]。これまでに、フォノニックバンド端における超音波の低群速度効果 を利用した音響光学 Bragg 回折素子の特性解析を行い、低い投入パワーで高い回折効率が実現で きることを示してきた[2]。一方、フォノニック結晶共振器では、超音波とそれに伴う歪場の強い 局在が生じるため、共振器部分での音響光学相互作用(光弾性効果)の大幅な増大が期待できる。 今回、このフォノニック結晶共振器構造を導入した光弾性変調器を検討し、有限要素法を用いて その特性解析を行うとともにデバイス高効率化の可能性を検討したので報告する。

**モデル・計算方法と結果** 今回解析した素子構造を Fig.1 に示す。素子は、前回の報告[2]と同様に 結晶方位の異なる2種類のシリコン層(A および B 層)から構成されており、共振器層(厚さ 2µm の B 層)を 1µm 厚の A および B 層からなるフォノニック結晶 N 周期で挟んだ構造である。超音波の 伝搬方向は[110]に設定されており、伝搬方向に垂直な断面形状は 150µm × 150µm の正方形であ る。この構造の共振器の共振周波数は 1.28GHz である。

この素子に、Fig.1 のような共振周波数を持つ横波超音波を投入すると、超音波は共振器部分に 局在し、強い歪が生成される。この歪により光弾性効果を介して屈折率変化が誘起され、y軸から  $\pm 45$ 度傾いた各偏光成分に対する位相差 $\Delta \phi$ が生じる。これにより、入射光の偏光状態が変調を受 けて出射される。ガウス型強度分布を持つ超音波を入射した時の $\Delta \phi$ を有限要素法により解析した。

Fig.2 に、共振器を挟むフォノニック結晶の周期数 N に対する共振器 Q (square ■)と、位相差 (Δφ=π)を得るために必要な超音波パワーのバルク構造(B層のみ、N=0)に対する相対値(circle ●)を示す。Nの増加に伴い Q 値は指数関数的に増大する。これに伴い、位相差πを得るために必要なパワーも大きく減少し、N=20の場合には、バルク構造を用いた場合の 1/1800 程度のパワーで動作可能である。これは、フォノニック結晶共振器の導入により光弾性変調器の大幅な高効率化が可能であることを示す結果である。





Fig.1 Schematic of photoelastic modulator using phononic crystal cavity

Fig.2: Relative acoustic power required for generating a phase shift of  $\pi$  (•) and acoustic cavity Q (•) for various number of periods of barrier phononic crystal, N

<u>謝辞</u>:本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業により遂行された。また科研費・挑 戦的萌芽研究(26630147)の助成を受けた。

参考文献: [1] 岩本敏、荒川泰彦、第 70 応用物理学会学術講演会, 9p-B-18(2009).

[2] 浅野将生, 岩本敏, 荒川泰彦, 第 60 応用物理学会春季学術講演会, 29p-PA7-17(2013).