ハイパボリックメタマテリアル光共振器における共振モードのX型空間分布

Cross-like Shaped Field Distribution in Hyperbolic Metamaterial Resonators

阪大院工 [1]，阪大フォトニクスセ [2]　○相良 潤 [1]，高原 淳一 [1,2]

Osaka Univ. [1], Photonics Center [2], ○Jun Sagara[1] and Junichi Takahara[1,2]

E-mail: sagara@ap.eng.osaka-u.ac.jp

メタマテリアルは微細構造により物質の誘電率や透磁率を操作し, 光制御の自由度を高める技術である. 今日までに様々なメタマテリアルが提案されてきたが, その中で我々はハイパボリックメタマテリアル(HMM)に注目した. HMM は正と負の誘電率の物質を周期的に配列した構造であり，近接場レンズや熱輸送，単一光子源などへの応用が期待されている[1].

しかし, レンズなどや導波路に代表される無限長の HMM の解析は進展しているが, 完全吸収体への応用が期待される共振器構造についてはほとんど解析がなされていない[2]．今回, 我々は低損失な SiO_2/TiO_2 誘電体多層膜を用いた HMM の光共振器に焦点を当て, 共鳴状態の詳細な解析を行ったので報告する.

HMM は有効誘電率がある方向は正，ある方向は負という強い一軸異方性を持ち, 内部を伝搬する光の挙動が通常の誘電体とは異なる. 図(a)に示すように直方体型光共振器に光を照射すると, 通常の誘電体では中心に定在波の腹を持つような電場分布を示す(図(b))．しかし, HMM 光共振器の電場分布は X 字のような形状になる(図(c)).

HMM 光共振器のサイズと共振モードについて理論的な検討を行ったところ, 通常の誘電体では共振器の大きさを変えると共振波長が変化するが，HMM 光共振器では縦横の比率が一定ならば, 同じ波長で共振することが分かった. この性質により HMM を用いると波長に依存せずに極めて小さな共振器を作製することができると考えられる.

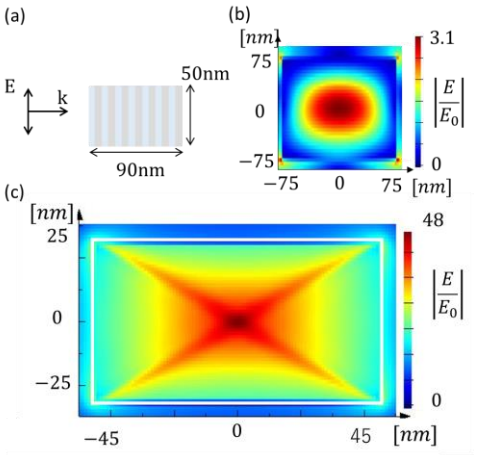

Fig. (a) Schematic of a HMM-resonator consists of SiO_2 and TiO_2. (b) Round shaped electric field in a Si-resonator. (Size:150×150 nm, wavelength: 532 nm) (c) Cross-like shaped electric field distribution in a HMM-resonator. (Size:90×50 nm, wavelength: 8.58 μm)

謝辞

本研究の一部は学振 研究拠点形成事業（Core-To-Core Program）「ナノ空間で光と物質が紡ぎ出すフォトニクスの学理探求とグローバルネットワークの構築」および文部科学省科研費 挑戦的研究（萌芽）17K19077 の支援を受けて行われた.

参考文献

[1] A. Poddubny, *et al.*, Nature Photon. **7**, 958 (2013).

[2] M. Higuchi and J. Takahara, Opt. Express **26**, 1918 (2018).