

氏名 渡辺 義見

目的別テーマ：ハイパフォーマンス/ハイブリッド繊維合体の開発

15年度研究テーマ

15-5-7：テーマ名 ガラス繊維を利用したフレキシブル・ウェアラブルフォトニック結晶の開発

Feasibility of three-dimensional (3-D) photonic crystals made by textile technology was investigated. Three different textures consisting of the cotton-yarn and TiO_2 dispersed resin; a crossed linear-yarn laminated fabric, a multi layered woven fabric, and a 3-D woven fabric, were fabricated. The microwave attenuation of transmission amplitude through these photonic crystals was measured. The straight cotton-yarn as well as wavy cotton-yarn / TiO_2 dispersed resin photonic crystals exhibited the band gaps in the 6 to 15 GHz range. Thus, we could fabricate successfully 3-D photonic crystals by textile technology.

研究目的

ガラス繊維のような高誘電率繊維を“織る”あるいは“編む”ことによって、2次元もしくは3次元的な誘電率の周期構造を実現させ、フォトニック結晶を製造する。また、フォトニック結晶製造に適した3次元織り機あるいは編み機を開発する。加えて、この製造したフォトニック結晶の工業的利用法を議論する。

一年間の研究内容と成果

今まで、コットン糸を3次元的に織り、そこにチタニア分散樹脂を充填させることでフォトニック結晶の作製に成功している。これにより織物構造でもフォトニックバンドギャップを形成させることは証明されたが、電磁波を制御させるまでには至っていない。電磁波を制御させるには作製条件を変化させたときに形成されるフォトニックバンドギャップの変化を知る必要がある。

そこで、コットン糸の直径、マトリックスの誘電率、織物構造の周期を変化させたときに形成されるフォトニックバンドギャップの変化について調査した。誘電率の周期構造は fct 構造とした。さらに平面波展開法により計算した理論値と作製した試料の比較を行った。その結果、以下の結論が得られた。

- ・構成する誘電体の誘電率が小さい場合、形成されるフォトニックバンドギャップの周波数は高くなり、誘電率が高い場合には周波数は低くなった。
- ・チタニア分散樹脂の誘電率を低くすると形成されるフォトニックバンドギャップの幅は小さく、誘電率を高くすると幅は広くなった。
- ・コットン糸の直径を小さくするとフォトニックバンドギャップの幅は広くなり、また、減衰率は減少した。
- ・織物構造の周期を小さくすると形成されるフォトニックバンドギャップの周波数が高くなり、周期を大きくすると低くなった。
- ・平面波展開法による理論値と比較したところ実測値と一致した。

展望

本手法を用いると、安価かつ大量に軽量のフォトニック結晶を製造し得る。また、フレキシブルでウェアラブルなフォトニック結晶の製造も可能となる。そのため、種々な分野での工業的展開が見込まれる。例えば、電磁波の導波管、電磁波防護服などがあげられる。