

フラクタル導波路アレイにおける光局在の研究

Study of light localization in fractal waveguide arrays

東北大院工 ○(M1)菊地 涼, 石川 巧, 土師 康平, 山田 博仁, 松田 信幸

Tohoku Univ., °Ryo Kikuchi, Takumi Ishikawa, Kohei Haji, Hirohito Yamada, Nobuyuki Matsuda

E-mail: ryo.kikuchi.r3@dc.tohoku.ac.jp

近年、ネットワークトラフィックの急増に対応するため、空間多重光通信技術に関する研究が盛んに行われている。その伝送路としてマルチコアファイバが用いられるが、ファイバを高密度に隣接させることによって生じるコア間クロストークが多重化の障壁となる。最近、アレイ化された導波路の伝搬定数をフラクタル（自己相似）的に変調することで、光を各導波路に強く局在させ、クロストークを低減する方法[1]が提案されている。今回、伝搬定数をフラクタル的に変調した1次元導波路アレイにおいて光が局在伝搬することを数値計算によって確認した。

導波路アレイの伝搬定数をフラクタル的に変調する方法について説明する (Fig. 1)。まず①導波路の伝搬定数を周期2, 振幅 $\pm\beta_0$ で2値的に変調する。次に②周期 2^2 , 振幅 $\pm\alpha\beta_0$ で変調する ($0 \leq \alpha \leq 1/2$)。さらに③周期 2^3 , 振幅 $\pm\alpha^2\beta_0$ で変調する。この手続きによって得られる伝搬定数の配列をすべて足し合わせることでフラクタル化された導波路アレイを得る。ここでは導波路が8本である場合について説明したが、導波路の本数を増やした場合にも同様の手順で伝搬定数の変調が可能である。次に、このような構造を持つような導波路アレイを、導波路数64のSi細線導波路アレイを用いて設計した。伝搬定数の変調は導波路の幅変調により実現している。得られた構造に対してビーム伝搬法を用いて光伝搬を計算したところ Fig. 2 (b)のような結果が得られた。比較のため導波路幅が一樣な導波路アレイにおける光伝搬を Fig. 2 (a)に示す。一樣な導波路アレイでは入射光が隣接導波路へと結合しながら伝搬している一方、フラクタル導波路アレイでは入射光が同一導波路内にとどまった状態で伝搬していることがわかる。ここでは64本の導波路のうち一つの導波路に光を入射した場合のみを示したが、すべての導波路で同様の局在伝搬が起ることを確認した。このことは、フラクタル導波路の結合（固有）モードが各導波路に局在することから説明される。なお、ここでは導波路が1次元方向に並んだ構造について議論したが、2次元の場合についても容易に拡張が可能である。

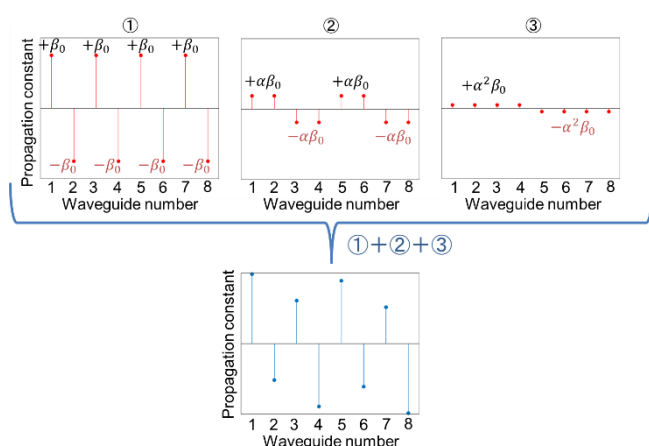


Fig. 1: Fractal waveguide array (shown for 8 waveguides)

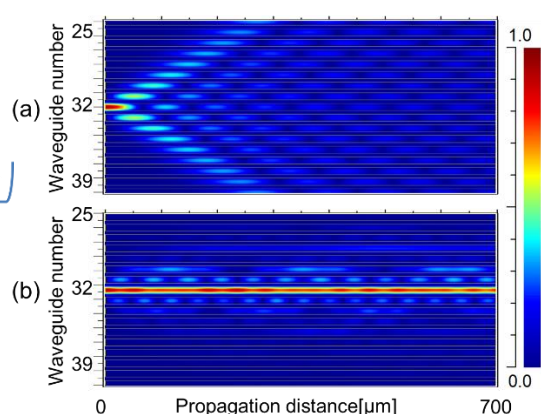


Fig. 2: Light propagation in (a) a uniform waveguide array (waveguide width: 500 nm) and (b) a fractal waveguide array (waveguide widths are varied between 459 and 500 nm).

[1] J. Guglielmon and M. C. Rechtsman, Phys. Rev. A **99**, 063807 (2019).