

自己相似光導波路アレイにおける光局在の実証

Demonstration of localized light propagation in self-similar waveguide arrays

東北大院工[○](M2)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

近接配列した光導波路間での光波のクロストークの抑制は、マルチコア光ファイバの空間多重度向上等のために極めて重要であり、そのための光局在構造の研究が広く行われている。最近、最も強く光局在を誘起する構造として自己相似 (Self-similar; SS) 光導波路アレイ[1]が提案された。我々はこれまでに、SS 光導波路アレイにおいて光が局在伝搬することを、Si 導波路アレイの電磁界解析により示した[2]。今回、Si 光導波路アレイを試作し、光局在伝搬を確認したので報告する。

Fig. 1 (a)に試作した SS 光導波路アレイの模式図を示す。導波路コアは Si, クラッドは SiO₂, 導波路本数は 64, コア高さは 220 nm である。各導波路のコア幅は、各導波路の伝搬定数が自己相似的[1]となるように Fig. 1 (b)のように設計した。ここで自己相似的な伝搬定数パターンとは、いくつかの周期的なパターンを重ね合わせることによって得られるものである[1]。導波路間ギャップは、導波路間の光結合定数が一定となるよう Fig. 1 (c)のとおり調整した。比較対象として Fig. 1 (b), (c)の黒い点で示す設計の均一光導波路アレイを用意した。導波路長さは、SS 導波路アレイでは 1500 μm , 均一導波路アレイでは 300 μm とした。ここで、導波路アレイに外部から光波を入出力するためのファンイン・アウト部については、クロストークが生じないように注意して設計した。

Fig. 2 に実験結果を示す。均一導波路アレイについて、32 番目の導波路に光を入力したところ、出力光は黒い点で示すように拡散した。このデータは、伝搬定数と導波路間結合定数から得られる量子ウォーク伝搬 (黒い破線) で説明できる。一方、SS 光導波路アレイについて、1 番目 (青), 32 番目 (赤), 49 番目 (緑) の 3 つの導波路に光を入力したところ、いずれにおいても光波は入力導波路に留まったまま出力された。さらなる実験の結果、64 本の光導波路アレイのすべてにおいて局在伝搬を確認した。この光局在現象は、Tight-binding モードの分岐、結合モードの局在などで説明される。

以上、我々は Si 光導波路アレイを用い、SS 光導波路アレイにおける光局在伝搬の実証に初めて成功した。同時に、大規模な近接光導波路アレイの全ての導波路における光局在伝搬を、我々の知る限り初めて実現した。

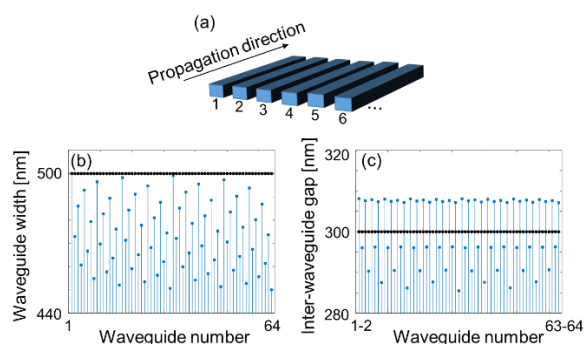


Fig. 1: (a) Schematic of a Si waveguide array. (b) Waveguide width and (c) inter-waveguide gap of a self-similar waveguide array (blue) and a uniform waveguide array (black).

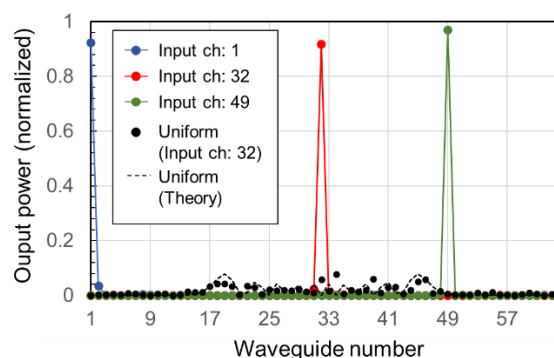


Fig. 2: Output power distribution from the self-similar waveguide array (for three input ports) and the uniform waveguide array for one input port.

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

[2] 菊地 涼他, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-PA6-5, (2019).