

金属領域を持つファイバ形偏光子の伝搬特性

Propagation Characteristics of Fiber Polarizer with Metal Areas

○井上 直季¹, 古川 慎一², 亀田和則³

*Naoki Inoue¹, Shinichi Furukawa², Kazunori Kameda³

Abstract : Fiber polarizers are investigated as components of optical communication systems and optical fiber sensors. As a typical structure, fiber polarizers with D-shaped cross section polished from the cladding to near the core has been studied. This structure is absorbed one linearly polarized wave by providing a metal or graphene layer on the polished surface. In this study, we analyze propagation characteristics of fiber polarizers with circular metal regions on the side of a core. Multipole method which is suitable for structures with circular regions in the fiber cross section is used as an analysis method, and circular regions (core and metal region) are arbitrarily arranged without using the symmetry. As useful characteristics, attenuation characteristics for two linearly polarized waves of fiber polarizers are numerically computed when the structural parameters, the number of metal regions, and the type of metal are changed.

光通信システムや光ファイバセンサの構成部品として、ファイバ形偏光子の研究が行われている^{[1]–[5]}。偏光子は、一般的に直交する2つの直線偏波の一方を減衰(吸収)させもう一方のみを伝搬させる素子である。ファイバ形は、SMF (Single Mode Fiber) のシステムで利用しやすいことから様々な構造が提案されている。代表的な構造としては、ファイバのクラッドからコア付近まで研磨したD型の断面を持つ場合が検討されている。この構造では、研磨した面に金属^[2]やグラフェン^{[4][5]}の層を設けることによって、一方の直線偏波を吸収させている。

本研究では、コアの側面に円形金属領域を配置したファイバ形偏光子(図1参照)の伝搬特性について検討を行った。解析には、ファイバの断面に円形領域を有する構造に適している多重極法^{[6][7]}を用いる。多重極法は、構造の対称性を用いず、円形領域(コアと金属領域)を任意に配置するものとする。

コアの誘電率を ϵ_1 、クラッドの誘電率を ϵ_c 、金属領域の誘電率は複素誘電率で $\tilde{\epsilon}_i$ ($i=2\sim N$, 図1は $N=6$ の場合)、コアの半径は a_1 、金属領域の半径は a_i 、コアと金属領域の間隔を d とする。具体的には、構造パラメータ

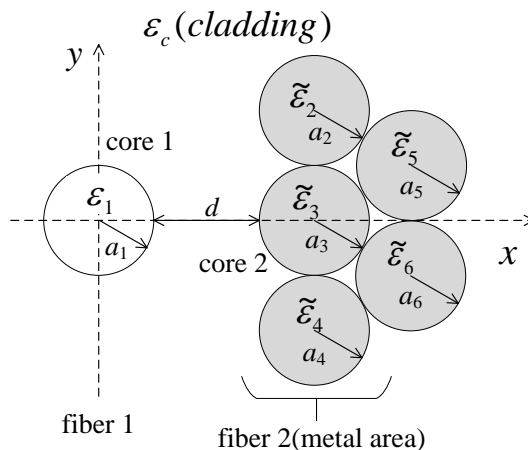


Figure1 An example of polarization splitter

(ϵ_1, a_i, d) と金属領域の数 N 及び金属の種類 $\tilde{\epsilon}$ を変化させて、偏光子の2つの直線偏波に対する減衰特性について解析する。

参考文献

[1] T.Hosaka,K.Okamoto, and J.Noda : “Single-mode Fiber-type Polarizer” , IEEE Journal of Quantum electronics, Vol.QE-18, No.10, pp.1569-1572, (1982).
 [2] C.Y.H.Tsao, D.N.Payne, and L.Li : “Modal propagation characteristics of radially stratified and D-shaped metallic optical fibers” , Applied optics, Vol.28, No.3, pp.588-594, (1989).
 [3] S.C.Lee and J.Chen : “New metal-clad fiber polarizer” , Applied optics, Vol.28, No.3, pp.2667-2668, (1989).
 [4] C.Guan, S.Li, Y.Shen, T.Yuan, J.Yang, and L.Yuan : ”Graphene-Coated Surface Core Fiber Polarizer”, Journal of lightwave technology, Vol.33, No2, pp.349-353, (2015).
 [5] R.Chu, C.Guan, J. Yang, Z.Zhu, P.Li, J.Shi, P.Tian, L.Yuan, and G.Brambilla: “High extinction ratio D-shaped fiber polarizers coated by a double graphene/PMMA stack” , Optics Express, Vol.25, No12, pp.13278-13285, (2017).
 [6] Z.Zhu and T. G.Brown : “Multipole analysis of hole-assisted optical fibers” , optics communication, Vol.206, pp.333-339, (2002).
 [7] 須田翔太・金井・古川・亀田 : 「複数のコアを持つ光導波路の伝送特性」, 信学技報, EMT2015-81, pp.223-226, (2015).