

## グレーティング構造を用いたプラズモニック導波路の設計 ～ 表面プラズモンのモード特性検証 ～

### Design of Plasmonic Waveguides Using Grating Structures ～ Verification of Characteristics of Surface Plasmon Modes ～

○浜島功<sup>1</sup>, 呉迪<sup>2</sup>, 岸本誠也<sup>3</sup>, 井上修一郎<sup>4</sup>, 大貫進一郎<sup>3</sup>

\*Kou Hamashima<sup>1</sup>, Di Wu<sup>2</sup>, Seiya Kishimoto<sup>3</sup>, Shuichiro Inoue<sup>3</sup>, Shinichiro Ohnuki<sup>3</sup>

Abstract: Surface plasmons along the interface between metal and dielectric have been attracting attention for high efficiency and miniaturization of optical devices. The authors are examining grating structures to excite surface plasmons efficiently. Depending on their structure, it is possible to control the short-range modes with the optical confinement effect and the long-range modes with the characteristic of low propagation loss. In this report, the plasmon mode and its propagation efficiency are verified for a thin metal waveguide using a grating structure. In order to verify the plasmon modes, we show the surface plasmon distribution of the thin metal waveguide as the propagation part. Each mode characteristic is clarified by calculating propagation efficiency.

金属と誘電体の界面に沿った表面プラズモン<sup>[1]</sup>を用いた光学デバイスが、高効率化と小型化のために注目を集めている。著者らは、効率的に表面プラズモンを励起するためのグレーティング構造を検討している<sup>[2,3,4]</sup>。グレーティング構造は、製造が容易であり、入力光と出力光を基盤上部から検出できるといった利点がある。また表面プラズモンを励起する際、伝搬部の構造により光閉じ込め効果がある短距離モードと伝搬損失が少ない特徴がある長距離モードを制御できる。これらの用途はデバイス設計の目的により変化し、伝搬部形状に伴うプラズモンモードについて検証する必要がある。

本報告では、グレーティング構造を用いた薄い金属導波路についてプラズモンモードとその伝搬効率を検証する。励振部はグレーティング構造であり、効率的な構造を設計し、高強度な表面プラズモンを励起できることを確認する。またプラズモンモードについて検証するため、伝搬部である薄い金属導波路の表面プラズモン分布を示す。さらに伝搬効率を算出することでそれぞれのモード特性を明らかにする。解析手法には周波数領域の Maxwell 方程式を扱う FDFD (Finite-Difference Frequency-Domain) 法<sup>[5]</sup>を用いる。導波路構造でのプラズモンモードを検証するためには定常状態での界分布が重要であり、定常状態を高速に解くことができる FDFD 法に優位性がある。

謝辞

この研究の一部は、科研費基板(C)17K06401, 及び日本大学理工学部プロジェクト研究助成金の援助を受けて行われた。

参考文献

- [1] S. Bozhevolnyi, "Plasmonic nano guides and circuits," Jenny Stanford Publishing, NY, USA, 2009.
- [2] 浜島功, 呉迪, 岸本誠也, 井上修一郎, 大貫進一郎, グレーティング構造を用いた長距離伝搬プラズモン解析の基礎検証, 2019年電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-15-23, 2019
- [3] M. Miyata, J. Takahara, "Excitation control of long-range surface plasmons by two incident beams" April 2012, Vol. 20, No. 9, Optics Express, 9493.
- [4] M. G. Nielsen, J. C. Weeber, K. Hassan, "Grating Couplers for Fiber-to-Fiber Characterizations of Stand-Alone Dielectric Loaded Surface Plasmon Waveguide Components," Journal of lightwave technology, Vol. 30, No. 19, October 1, 2012.
- [5] Di. Wu, R. Ohnishi, R. Uemura, T. Yamaguchi, and S. Ohnuki, "Finite-Difference Complex Frequency Domain Method for Optical and Plasmonic Analysis," IEEE Photonics Technology Letters, vol. 30, No. 11, pp.10241027 June 1, 2018.