20p-F8-1

プラズモニック InP 導波路デバイスのための 金属グレーティングカプラの設計

Design of metallic grating coupler for plasmonic InP waveguide devices

東大院工 ⁰野尻 悠平, 種村 拓夫, 中野 義昭

Graduate School of Eng., Univ. of Tokyo, [°]Yuhei Nojiri, Takuo Tanemura, and Yoshiaki Nakano

E-mail: nojiri@hotaka.t.u-tokyo.ac.jp

1. 背景

超小型かつ低消費電力の光集積回路を可能に する技術として、クラッド層に金属を用いた MIM (metal-insulator-metal) 導波路型光素子が注 目され、近年活発に研究されている。これまでに、 超小型レーザや光変調器などが報告されている 一方で[1,2]、これらの微小素子を従来の光導波路 と低損失に結合することが課題になっている。

著者らは、数μm幅のInP/InGaAsPリッジ導波路 と幅100nm程度のMIM 導波路とを低損失かつコ ンパクトに結合することを目的として、金属グレ ーティング構造[3,4] を導波路デバイスに埋め込 んだ光カプラの開発に取り組んでいる。今回、そ の設計指針と数値計算結果を報告する。

2. カプラの構造と設計指針

提案するカプラの構造を図1に示す。 InP/InGaAsPリッジ導波路から入射した光は,金 属グレーティングによって散乱し,表面プラズモ ンポラリトン(SPP: surface plasmon polariton)波と して金属界面を伝搬する[3,4]。グレーティング構 造を最適化することで,効率良く中央に集光し, 幅100nmのMIM導波路に結合する。

計算は、z方向の有効屈折率を用いて全素子を2次元構造として近似し、2次元FDTD(finitedifference time-domain)法を用いた。初めに、溝の 最適形状を求めるために、単一の溝に波長 1.55 μ mの平面波を入射したときのSPP発生効 率を計算し、溝の幅Wと深さDを決定した。次に、 溝を周期的に合計2N個配置し、MIM導波路への 結合効率が最大になるように、グレーティング周 期Gと第一グレーティング位置aを求めた。

3. シミュレーション結果

溝の幅Wと深さDを変えたときの溝単体による SPP発生効率を図2 に示す。図より、W = 100 nm, D=80 nm (図中A点)、もしくは、W = 520 nm, D = 100 nm (同B点) のときに溝内部で共振が起こり、 効率良くSPPが発生することが分かる。次に、W =100 nm, D=80 nm (A点), G = 370 nm, N = 12、お よび、W=520 nm, D= 100 nm (B点), G=820 nm, N=5の溝を配置した場合のMIM 導波路出力にお ける透過率を図3にそれぞれ示す。縦軸は、グレ ーティングが存在しない場合の透過率に対して 規格化している。図より、どちらの場合も、a= 250 nmとしたときに中央においてSPPが強め合い, MIM 導波路への結合効率が2.9倍以上向上することが分かる。今回は同一の溝を周期的に配置したが,溝の構造と間隔を非周期的に変化させることで,結合効率のさらなる改善が期待される。



図1. MIM 導波路と InP リッジ導波路を結合するための 導波路型金属グレーティングカプラ.(a)模式図. (b)MIM 導波路部の断面図.(b)カプラ部の上面図.



図 2. 単一の溝によって発生する SPP 強度の計算結果.



図 3. MIM 導波路出力における透過率の数値計算結果.

参考文献

- [1] M. T. Hill, et al., Nature Photonics 1(2007) 589.
- [2] S. Zhu, et al., Opt. Express 21 (2013) 8320.
- [3] T. Ishii, et al., Jap. J. Appl. Phys., 12 (2005) 366.
- [4] H.J. Lezec, et al., Science, **297** (2002) 820.