

点接触する楔型 2 次元導波路の表面プラズモンによる 電場増強の理論的解析

Analysis of Electric Field Enhancement by the Surface Plasmon Polaritons of Two-dimensional Touching Wedge Waveguides

東北大院工¹, 日大工² ○(M2) 榎山大輔¹, 神馬洋司², 宮崎博司¹

Tohoku Univ.¹, Nihon Univ.² ○(M2) Daisuke Momiyama¹, Yoji Jimba², Hiroshi Miyazaki¹

E-mail: momiyama@olive.apph.tohoku.ac.jp

金属・誘電体界面に強く局在する表面プラズモンポラリトン(SPP)を利用すれば著しい電場増強が得られるため、多種多様なプラズモニクナノ構造が提案されている[1]。しかし、電場増強の分析手法は主に FDTD 等の数値シミュレーションに限られており、解析的に求められる例は極めて少ない。その点、最近提案された、変換光学の一種である等角写像を用いて線接触の平行金属円柱や三日月形状の金属円柱の SPP を扱う方法は、近接場近似(準静的近似)の範囲ではあるが、電場分布や吸収断面積等を解析的に求められる点で注目値する[2,3]。

本研究では、図 1 (a)のように xz 面内に無限に広い金属スラブ(厚さ d_2, d_4)と真空(厚さ d_1, d_3)を y 軸方向に周期配列した系(全周期 $d=d_1+d_2+d_3+d_4$)を、等角写像 $z'=a \exp(2\pi z/d)$ ($z=x+iy$)によって変換する事で、図 1(b)のように点接触する楔型 2 次元導波路での SPP による電場分布を求める。ここで、楔や楔間の角度は $2\pi d_i/d$ で与えられる。金属を Ag[4]とした時の、真空中の双極子光源によって誘起される結合・反結合モードの SPP の分散関係を図 2 に示す。各々の楔の角度や楔間の角度によって分散関係が変化する様子が見て取れる。講演では、接触点近傍の電場分布を解析的に求めた結果を報告し、有限要素法による数値シミュレーションと比較して議論する。

謝辞：銀の誘電率については物材機構の宮崎英樹博士にご協力いただきました。

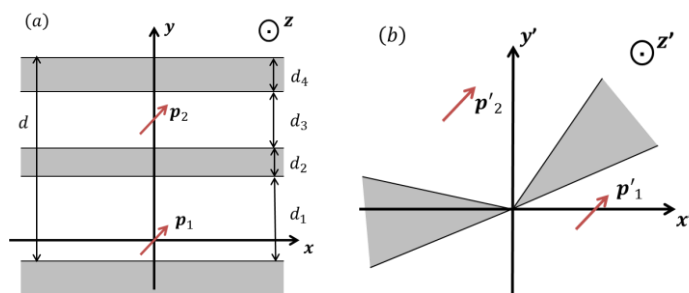


Fig.1: Schematic of the coordinate transformation.

(a) Periodic metallic thin films and dipole arrays P_1, P_2 .

(b) Metallic wedge waveguide mapped conformally from (a) by $z'=a \exp(2\pi z/d)$.

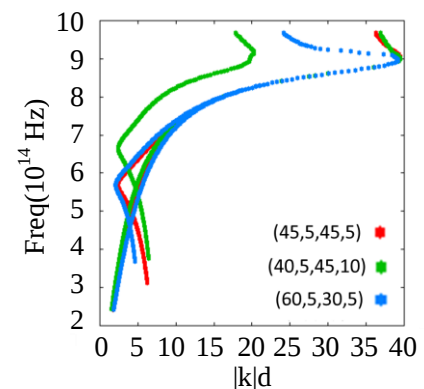


Fig.2: Dispersions of SPP as a function of $|k|d$.

Numbers in the inset show the thickness fraction of vacuum and metallic films.

- [1] D. K. Gramotnev, and S. I. Bozhevolnyi, Nat. Photonics, 4, 83(2010)
- [2] D. Y. Lei, A. Aubry, S. A. Maier, and J. B. Pendry, New Jour. Phys. 12, 093030(2010)
- [3] Y. Luo, J. B. Pendry, and A. Aubry, Nano Lett. 10, 4186(2010)
- [4] A. D. Rakic, A. B. Djuricic, J. M. Elazar, and M. L. Majewski, Appl. Opt. 37, 5271(1998)