

プラズモニック光フェーズドアレーを用いた集光レンズ効果の3次元計算

3D Simulation of Focusing Lens Effect using Plasmonic Optical Phased Array

金沢大理工 〇熊井光, 熊澤真裕, 桑村有司

Kanazawa Univ., 〇Hikaru Kumai, Masahiro Kumazawa, Yuji Kuwamura

E-mail: kuwamura@ec.t.kanazawa-u.ac.jp

はじめに: 我々は、電気光学ポリマー(EOP)を利用したプラズモニック光フェーズドアレー(POPA)を提案し、波長 $1.55 \mu\text{m}$ で100度以上にわたる光偏向走査や集光レンズ効果の2次元シミュレーションを行った。今回は、POPAを用いた集光レンズ特性についての3次元FDTDシミュレーション結果を報告する。

計算モデルと動作: 図1(a)(b)に、計算に用いた素子構造を示す。図1(a)に示すように $z < 0$ 領域は位相変調器を32本並べたPOPA、 $z > 0$ の領域は平面スラブ導波路とし、POPA端は $z = 0$ にある。(b)図は(a)内の z 軸上の $y-z$ 断面構造で、変調器は y 方向に Ag/EOP(厚さ 100 nm)/Ag, 平面導波路は Ag/屈折率 $n = 2$ の材料(100 nm)/水構造を仮定した。(b)図には平面導波路中の伝搬モードの電界 E_y 分布を示したが、水領域にエバネッセント波として $2 \mu\text{m}$ 程度の大きな振幅で染み出していることが確認できる。この研究は、光ピンセットとして、水中にある微粒子などを光焦点位置に集めて所望の位置に自由に自在に移動させる応用などを想定している。図1(a)中の赤色破線で示したように POPA 出力端での光の等位相面を半径 f の円弧形状に調整すると、出力光の大部分は平面導波路に結合し、円弧の中心に集光する。さらに円弧の半径 f や偏向方向を電圧で制御することにより光の焦点位置を自在に動かすことができる。

計算結果: POPA による上記の集光レンズ特性を確かめるため、3D-FDTD 法によりシミュレーションを行った。結果を図2(a)(b)(c)に示す。図2(a)は、図1(a)において焦点位置 $f = 5 \mu\text{m}$ となるように調整した時の電界 $E_y(x, 0, z)$ 分布で、座標 $(0, 0, 5)$ に光が集中していることが確認できた。図2(b)は、(a)図の $x = 0$ 断面($y-z$ 座標)の電界 E_y 分布を表している。EOP から出力された光は、平面スラブ導波路の導波路内に結合しており、上側への放射成分は僅かであった。青色で示されている焦点位置近傍の水領域に光電力が約 60% 集められていることが確認できた。図2(c)は、座標位置 $x = 10 \mu\text{m}$, $z = 5 \mu\text{m}$ に光が集中するように調整した例で、電圧制御により目標とした座標に光を集めることを確認できた。

参考文献 1)桑村他 信学技報 LQE2019(2019-05)pp.1-4 2)桑村他 応用物理学会 2020 春季 13p-PA2-3

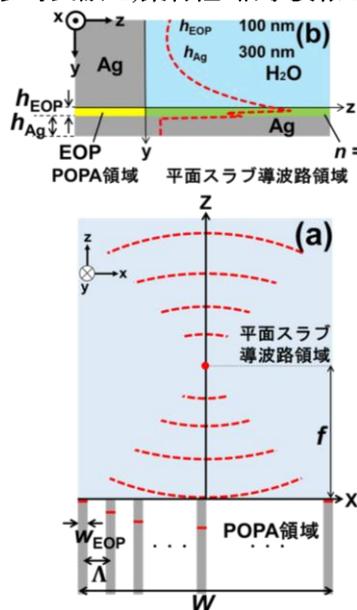


図1. (a)(b)素子構造

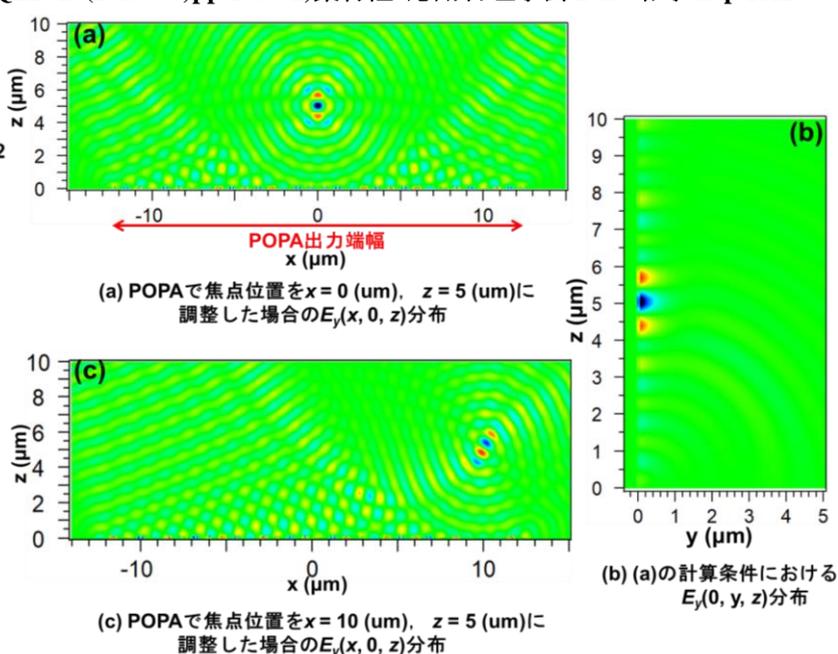


図2. (a)(b)(c)シミュレーション結果: E_y 分布