

有機・プラズモニックフェーズドアレーを利用した 動的光ビーム形状・走査制御の検討

Consideration of Dynamic Optical Beam Shape and Scanning Control

Using by Organic/ Plasmonic Phased Array

金沢大学理工, °桑村 有司, 日端 恭佑, 小川 嵩史

Kanazawa Univ., °Yuji Kuwamura, Kyosuke Hibata, Takafumi Ogawa

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

光素子から出射される光の偏向角や焦点距離を印加電圧により可変走査できる高速かつ小型の光ビーム走査素子が開発できれば便利である。本報告では、電気光学有機ポリマー（又は液晶）・プラズモニックフェーズドアレーを利用した動的光ビーム形状・走査制御について検討したので報告する。Fig.1 にプラズモニックフェーズドアレー素子の基本構成を示す。Ag/EO ポリマー(屈折率 $n_{pol} = 1.6$ 、幅 d_{pol})/Ag の位相変調器をピッチ Λ の間隔で横方向に N 本並べてアレー導波路を構成する。位相変調器の出力端での光位相を $-\pi \sim +\pi$ rad の範囲で電圧可変できると、アレー素子出力端での電磁界の等位相面の形状を自由に制御することが可能となり、偏向角 θ の拡大に加え、出射端中央からの距離 f に光を集光するレンズ効果も電圧可変制御でき、更なる光ビーム走査の機能性を向上させることが可能となる。今回は、光集積回路への応用することを想定し、光出力側は等価屈折率 n_{eff} のスラブ導波路を仮定した。出射光の偏向角 θ は、隣接する各変調器出力端での位相差 $\Delta\phi$ が一定とすると、 $\theta = \text{Arcsin}(\lambda\Delta\phi / (n_{eff}\Lambda 2\pi)) \dots (1)$ で与えられる。ここで λ は真空中での波長である。上記の動作を確認するため、波長 $\lambda = 1.55\mu\text{m}$ 、 $n_{eff} = 1.6$ においてポリマー幅 $d_{pol} = 200\text{nm}$ 、ピッチ $\Lambda = 600\text{nm}$ 、 $N = 16$ 本並べたアレー幅 $9.6\mu\text{m}$ 素子からの出力放射パターンを 2 次元 FDTD 法により計算した。集光レンズ機能を加えるため、各変調器出力端での相対位相 $\phi(x) = \arg[H^1(\sqrt{x^2 + f^2} 2\pi n_{eff} / \lambda)]$ だけ変化するように各変調器に印加する電圧を追加調整した。ここで、 H^1 は 2 次元空間でのグリーン関数である第 1 種のハンケル関数、 x は各変調器の中心位置、 f は出射端中央からの焦点距離である。Fig.2(a)には電圧印加していない時の磁界放射パターン分布、Fig.2 (b)~(d)には焦点距離 $f = 15\mu\text{m}$ でかつ $\Delta\phi = 0$ 、 $3\pi/10$ 、 $3\pi/5$ rad の条件で各変調器素子に電圧を加えた時の磁界放射パターン分布を示す。アレー出力端は $z = 5\mu\text{m}$ の位置にあるが、電圧印加時の出射光はほぼ $f = 15\mu\text{m}$ の位置で集光していることが確認でき、偏向角 θ も式(1)で求まる値にほぼ一致した。 参考文献 1)小川、日端、桑村、応物、17p-A402-5、春 2018

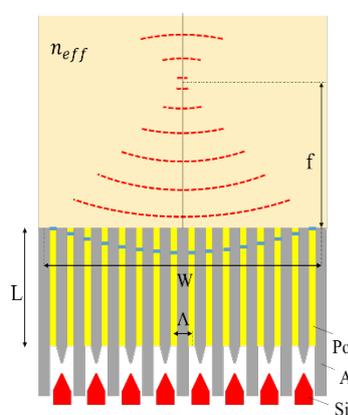


Fig. 1 Structure of plasmonic phased-array

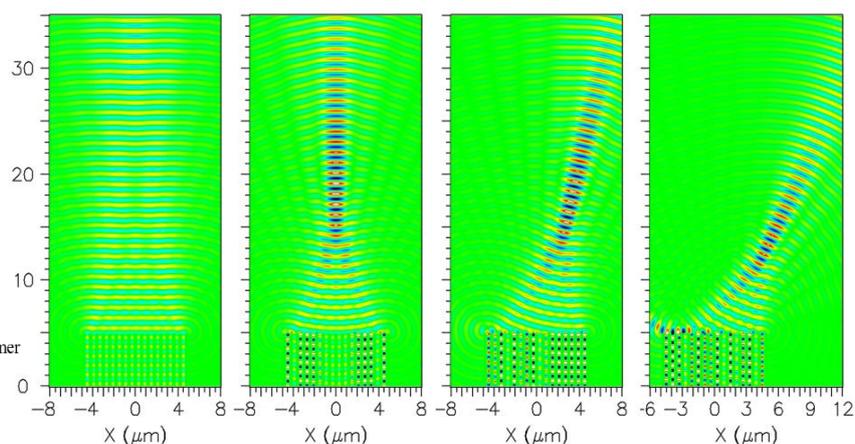


Fig. 2 Distribution of radiation pattern of magnetic field

(a) No. voltage (b) $\Delta\phi = 0$ (c) $\Delta\phi = 3\pi/10$ (d) $\Delta\phi = 3\pi/5$