

E0 ポリマープラズモニック位相変調器アレーを用いた光ビーム走査素子

Optical Beam-steering Device Using by EO-Polymer Plasmonic Phase-Modulator Arrays

金沢大学理工, 小川 嵩史, 日端 恭佑, 重吉 友悦, ○桑村 有司

Kanazawa Univ., Takafumi Ogawa, Kyosuke Hibata, Tomoetsu Shigeyoshi, ○Yuji Kuwamura

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

1. はじめに

電気信号により、光出射角を走査できる高速かつ小型の光ビームステアリング素子の開発が望まれている。我々は、電気光学有機ポリマー・プラズモニック位相変調器をN本並べたフェーズドアレー導波路を利用した光ビームステアリング素子を提案している¹⁾。本素子では光出射角が±40度以上大きく電圧可変できる特徴など、設計した素子特性について報告する。

2. 光走査素子の構造と原理

Fig.1 に提案する光走査素子構造を示す。中央の四角の黒破線で囲んだ領域が Ag/EO ポリマー(屈折率 1.6)/Ag のプラズモニック位相変調器である。光走査素子は、この変調器を横方向へ N 本並べたアレー導波路で構成する。N 本の変調器電極 Ag-Ag 間に電圧を印加して EO ポリマーの屈折率を変化させることにより、アレー導波路出力端での光の等位相面を青色で示したように直線的に調整する。1 番目と N 番目の導波路全間隔幅 W の出力端での光位相差を $\Delta\Phi$ とすると、アレー導波路からの光出射方向の中心角 θ は、 $\theta \approx \sin^{-1}(\lambda\Delta\Phi / (2\pi W)) \cdots (1)$ となる。 λ は光波長である。例として $\lambda=1.55\mu\text{m}$, $W=2.6\mu\text{m}$, $\Delta\Phi=2\pi$ の場合、 $\theta \approx 36$ 度となる。 θ を大きく可変するには W 幅を狭くすることが有効である。本構造で θ を大きくできる理由は、プラズモニック導波路を利用しているため隣接する導波路間隔 Ag 幅 $d_{\text{Ag}} \approx 100\text{nm}$ 程度まで近づけても隣接する伝搬モード間の結合が無く各導波路内の伝搬モードの位相を独立に制御できるからである。

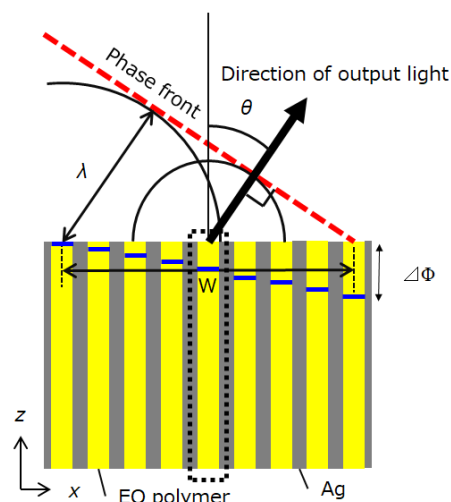


Fig.1 Structure of proposed optical steering device

3. 数値計算結果と素子特性

Ag(125nm)/EO ポリマー(200nm)/Ag(125nm)のN=9 本のアレー導波路($W=2.6\mu\text{m}$)からの光出射角 θ を 2 次元の FDTD 法を用いた数値計算から見積もった結果を Fig.2 中に ■ 印で示した。波長 $\lambda=1.55\mu\text{m}$ 、導波路長 $L=36[\mu\text{m}]$ であり、EO 有機ポリマーのポッケルス係数 r_{33} は 100pm/V を仮定した。横軸は、9 番目の変調器に印加した電圧 V_D であり、1 番目～9 番目の変調器には、それぞれ $-V_D, -(3/4)V_D, -(2/4)V_D, \dots, (2/4)V_D, (3/4)V_D, V_D$ を印加する。 $V_D=+21\text{V}$ 時に光出射角 θ が約 37 度右側に曲がることを確認できた。この条件での出射光の電界分布パターン²⁾の計算例を挿入図で示した。出射光は、光強度分布の半値全幅として約 26 度の広がり角があった。なお、 $V_D=-21\text{V}$ 印加の場合、37 度左方向に曲げることができ、全角で 80 度以上の光出射角の走査が可能である。Fig.2 中の青実線は近似式(1)による結果である。一方、アレー導波路に入射した光電力の 45% 以上は出力しており、アレー導波路での光損失は、-3.4dB 程度であった。EO 有機ポリマー・プラズモニック位相変調器では EO ポリマー幅 d_{EOP} を 50～200nm とすれば導波路長 10～40 μm の素子構造で、導波路損約 3dB、出力端で π 位相変化できる素子が設計可能となるため、小型で高速(数百 GHz 以上)かつ低消費電力の性能が期待できる。

参考文献 1) 桑村、信学ソ大、C-4-5、秋 2017

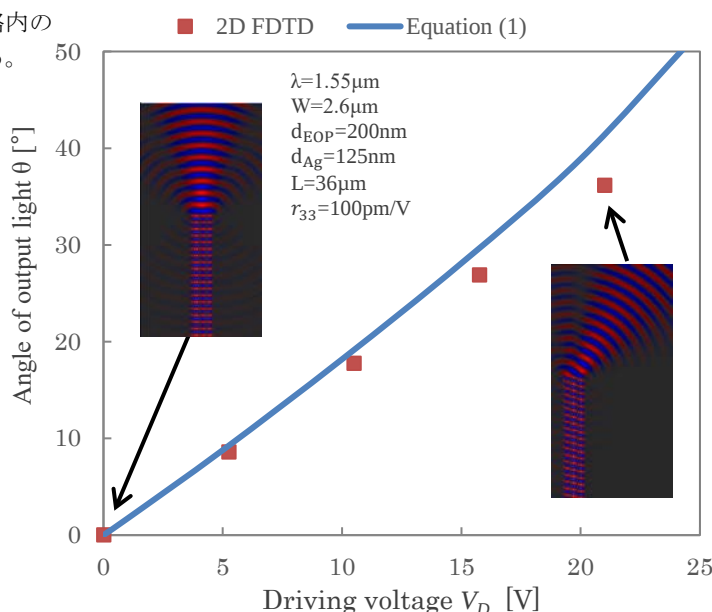


Fig.2 Angle of output light versus drive voltage