

薄膜ニオブ酸リチウム基板を用いたプラズモニック垂直入射光変調器の提案

Proposal of Surface-Normal Plasmonic Optical Modulator on Lithium Niobate Thin Film Substrate

東大院・工¹, 浜松ホトニクス(株)² ○(M1)宮野 広基¹, (M2)相馬 豪¹,

(D)福井 太一郎¹, 野本 佳朗², 種村 拓夫¹, 中野 義昭¹

The Univ. of Tokyo.¹, Hamamatsu Photonics K. K.², ○Hiroki Miyano¹, Go Soma¹,

Taichiro Fukui¹, Yoshiro Nomoto², Takuo Tanemura¹, Yoshiaki Nakano¹

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

1. 背景

将来の高密度光インターコネクト、センシング、光演算等の応用に向けて、高速に動作し、大規模並列化が可能な垂直入射型光変調器が求められている[1]。このような要求に応える素子として、金属と電気光学ポリマー材料を組み合わせたプラズモニック垂直入射型光変調器が報告されている[2-4]。今回、電気光学材料としてニオブ酸リチウム (LN: lithium niobate) 薄膜基板[5]を用いたプラズモニック垂直入射型光変調器を新たに提案し、その性能を検証したので報告する。

2. 提案素子の概要

提案構造を Fig. 1 に示す。下面金ミラー上に LN 薄膜を形成した基板を用い、その上面にサブ波長周期の金格子構造を作製する。素子に垂直に入射された TM 光は、金格子の周期に応じて決まる波長において、金属-誘電体-金属 (MIM: metal-insulator-metal) 共振器モードに高効率に結合し、金属により吸収されるため、反射スペクトルにおいてディップが生じる。上下の金電極に電圧を印加することで電気光学効果を介して LN 層の屈折率を変調し、共振波長をシフトさせることで反射率の変調を行う。

3. 結果

2次元有限差分時間領域 (FDTD) 法により、提案素子の反射特性を計算した。

Z-cut の LN 膜の厚みを 500 nm、上下の金電極の厚みを 100 nm、格子幅と周期の比を 0.825 とし、格子周期を変えたときの TM 光の反射スペクトルの計算結果を Fig. 2 に示す。格子周期が波長以下となるサブ波長領域において、回折が抑圧され、MIM モードによる鋭い共振が得られることが分かる。

一例として、格子周期を 710 nm のときの変調結果を Fig. 3 に示す。例えば、波長 1569 nm において、±10 V の電圧で挿入損失 3.6 dB、消光比 4.6 dB の強度変調が得られる。LN 材料の高速変調特性、及び、紫外域から遠赤外域に至る広透過帯域特性を用いることで広範な分野への応用が期待される。

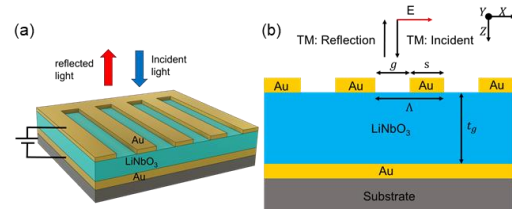


Fig. 1. (a) Schematic of proposed device structure. (b) Cross-sectional view of the structure

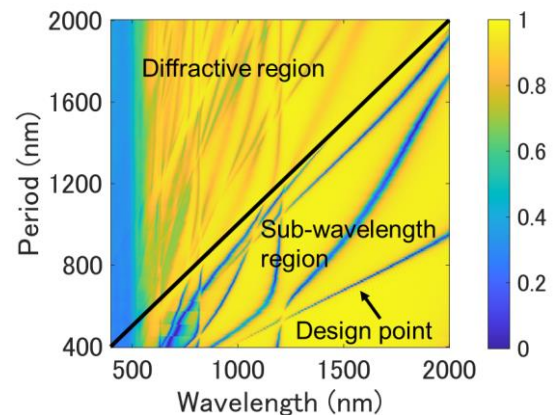


Fig. 2. Simulated reflection spectrum of TM light as a function of grating period. The ratio of grating width and the period is fixed to 0.825. The thickness of LN film is set to 500 nm.

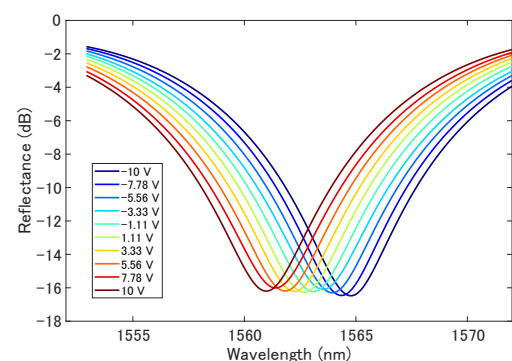


Fig. 3. Modulated reflectance spectrum of TM light under an applied voltage from -10 V to +10 V. Grating period, width, and the LN film thickness are set to 710 nm, 586 nm, and 500 nm, respectively.

参考文献

- [1] U. Koch *et al.*, *J. Lightw. Tech.* **37**, 1484 (2019).
- [2] M. Ayata *et al.*, *Science*. **358**, 630 (2017).
- [3] J. Zhang *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **113**, 231102 (2018).
- [4] J. Zhang *et al.*, *Opt. Express* **25**, 30304 (2017).
- [5] G. Poberaj *et al.*, *Las. Photon. Rev.* **6**, 488 (2012).