

表面プラズモン共鳴を利用した透過型の液晶光双安定素子

Transmissive Liquid Crystal Optical Bistable Device at Surface Plasmon Resonance Condition

東工大院総理工¹ ° ファン テイン タイン¹、藤村隆史¹、梶川 浩太郎¹Int. Grad. Sci. & Eng., Tokyo Inst. Tech.¹, °Pham Tien Thanh¹, Ryuji Fujimura¹, Kotaro Kajikawa¹

E-mail: kajikawa@ep.titech.ac.jp

光双安定性素子は一つの入力に対して2つの安定状態を持つ素子であり、光演算処理や光画像処理などへの応用が期待されている。われわれはこれまでに金属-誘電体-金属 (MIM) 構造における疑似SPRを利用した反射型液晶光双安定素子を提案しており、本デバイスが極めて低い入射光強度 ($1\text{mW}/\text{mm}^2$ 以下) で動作することを報告している [1]。今回われわれは、光双安定性を示す透過型のMIM液晶素子を実現し、さらに本デバイスの応答速度について検討したので報告する。

本実験で作製した透過型光双安定素子の構造をFig.1に示した。MIM構造は、金 20nm、PMMA 329nm、金 30nmからなり、液晶層は、適切にラビングを施してツイストネマチック配向とした。入射した光双安定の測定には波長 1064nmのNd:YAGレーザー (パルス幅 20nm、繰り返し周波数 100kHz) を用いている。Fig.2は透過型の光双安定性を示した図である。このデバイスの動作原理は次のように理解される。デバイスへの入射光強度を上げていくと、MIMでわずかに吸収された光によってデバイス温度が上昇し、液晶の相転移温度まで達すると液晶層から等方相へと相転移する。このとき、相転移後に疑似プラズモン共鳴を起こす適切な入射角度と偏光でレーザー光を入射していると、共鳴によって透過光強度は上昇し、かつ光吸収量も増大してさらに温度が上昇する。これにより、転移後に光強度を低下させても同じ

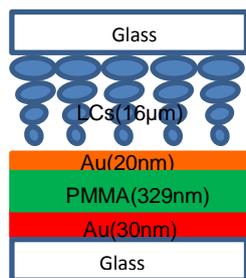


Fig.1. Device configuration

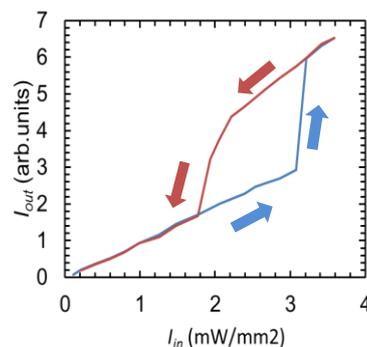


Fig.2. Transmission type optical bistability

経路はたどらず図のような光双安定が実現する。今回の実験では光双安定性 (相転移) を引き起こすのに必要な励起光の光強度 I_{in} は $3.07\text{mW}/\text{mm}^2$ であった。

作製した光双安定素子の応答速度の測定を行った。励起光の光強度は $15.9\text{mW}/\text{mm}^2$ である。本デバイスの時間応答プロファイルを図.3に示す。得られた応答時間は約100msと見積もられた。一方で一次元の熱伝導方程式を完全陰解法を用いて解くことによりMIM液晶セルの温度分布を見積もった。計算によって得られた応答時間は約200msであり、実験結果とおおむね一致する結果を得ることができた。

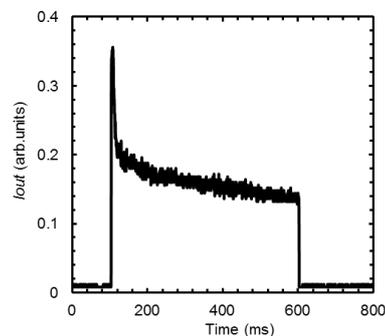


Fig.3. Response of the bistable device

参考文献

[1]:Thanh PT *et al* Appl. Phys. Express 6 (2013) 011701