

ドーパント分布の光制御技術を活用した ZnO 空間光変調器による 屈折率変調に関する検証

Modulation characteristics of refractive index by ZnO-SLM based on optical control of dopant distribution

○中島 俊亮¹, 堅直也¹, 川添 忠², 野村 航³, 大津 元一^{2,4}

(1. 九大シス情, 2. NPEO, 3. 九大LP分シ, 4. 東大工)

°Shunsuke Nakashima¹, Naoya Tate¹, Tadashi Kawazoe², Wataru Nomura³, Motoichi Ohtsu^{2,4}

(1. Kyushu Univ., 2.NPEO, 3. Kyushu Univ. LP, 4. Univ. Tokyo)

E-mail: nakashi@npip.ed.kyushu-u.ac.jp

これまでの我々の研究グループでは、酸化亜鉛(ZnO)単結晶に対して、独自のドーパント打ち込み条件およびアニール手法を適用することにより、既存の磁気光学効果と比べて数十倍の位相変調効果を実証している[1]。このとき、アニール時には電圧印加に伴うジュール熱によるアニール処理を施しつつ、連続光を照射し窒素ドーパントをラジカル化させることで、ZnOの一部がZnNに積極的に置換され磁化率の向上が見込まれている[2]。この結果、デバイス表面への電流注入効果により発生する磁場と物質との相互作用に基づく特有の屈折率変化が生じる。我々は、Figs.1(a)(b)に示すように、透過型のZnOデバイス[3]を用いて、この屈折率変調に関する性能検証を行っている。本発表では屈折率変調の評価を行い、本デバイスの動作原理を実証したので、これについて述べる。

今回窒素イオンを密度 10^{19} cm^{-2} 程度で注入したZnO単結晶に対し、波長405nmのレーザー光をパワー密度 1 W/cm^2 で照射しつつ、電圧10Vを16時間印加することでアニール処理を施した。その後、Fig.1(a)に示すデバイス構造に基づき、2つの表面電極間に電流0mAから40mAの鋸波変調条件で入力光に対する屈折率変調効果を検証した。今回の検証では、Fig.1(b)の赤枠で示したアニール済素子と青枠で示した非アニール素子を用いて得られたそれぞれの出力光分布の動画データから、屈折率変化に伴う光線シフト量を導出し、比較した(Fig.1(c))。用いたデバイスにおいては1素子あたり4つの表面電極が配置されており、用いる電極対に応じて4方向へ光線がシフトされる。

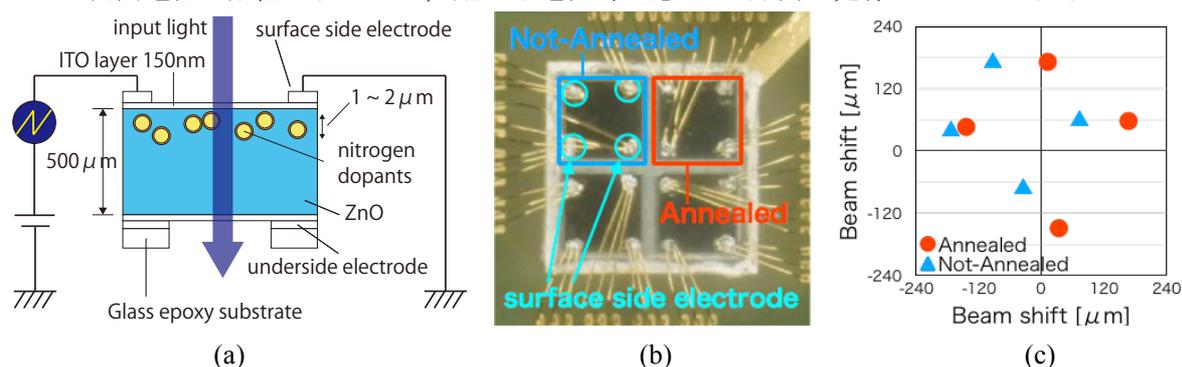


Fig.1: (a) Schematic image of developed ZnO-SLM. (b) Appearance of four ZnO-SLMs. (c) Maximum beam shifts to four directions.

得られた結果からわかるように、アニールの結果として、屈折率分布すなわちドーパント分布の均質化と、光線シフト量の増加すなわちZnNへの置換による磁化率の向上の実証に成功した。

本研究で得られた成果は、(公財)村田学術振興財団研究助成および九州大学教育研究プログラム・研究拠点形成プロジェクトの支援によるものです。

[1] N. Tate, et al., Scientific Reports, Vol. 5, 12762 (2015). [2] T. Kawazoe, et al., Appl. Phys. A, Vol. 121, 1409-1415 (2015). [3] N. Tate, et al., The 22nd International Display Workshops, PRJ3-1 (2015).