

University of Mosul
College of Education
for Pure Sciences



Investigation of The Nonlinear Optical Properties of Zinc Oxide Thin Film

Tharaa Jirjees Polus Sony

M.Sc. Thesis

Physics

Supervised by

Lecturer

Dr. Thoalfiqar Ali Zaker

2021 (A.D.)

1442 (A.H.)

Abstract

In this study, the widely known Z-scan technique was employed to measure the nonlinearities of the Zinc Oxide thin film with thickness of 425 nm. The measurements were made only for the third-order nonlinear optical properties. The magnitude and signs for both the nonlinear absorption (NLA) coefficient, nonlinear refraction (NLR) index, and the real and the imaginary part of the third-order nonlinear optical susceptibility have been studied and measured depending on the three main effects which include the power, the polarization, and the frequency.

A laser diode with wavelength of 650 nm and maximum power of 3mW was used as the light source. In the power measurements, the nonlinearities study was made at low laser intensities ranging from (1.9, 2.2, 2.5 mW), with a CW laser beam. The nonlinearities of the thin film exhibit a self-focusing process and the two-photon absorption processes, which are indicating a positive sign for both NLA and NLR indices.

In addition to that, for the frequency measurements, a study for the sample nonlinearities were made at different frequencies starting from (1, 15, 40, 100 KHz). For the frequencies at (1, 15 KHz), a self-focusing process rises which leads to change in the nonlinear refractive (NLR) index with a positive sign, while for frequencies at (40, 100 KHz) a self-defocusing process rises which leads to change the NLR index with a negative sign. Furthermore, the nonlinear absorption (NLA) coefficient exhibits a positive value due to the two-photon absorption process.

Finally, two-photon absorption process occur when the changing of the polarization state with the fixed frequency and power. Indicating a positive sign for NLA coefficient in both P- and S-polarization. Furthermore, the NLR index exhibits a positive and a negative sign at S- and P-polarization respectively.

الملخص

في هذه الدراسة تم استخدام تقنية المسح على المحور (Z-scan) لقياس الخواص البصرية اللاخطية لرقاقة أكسيد زنك (425 nm). القياسات تمت فقط بدراسة الخواص البصرية اللاخطية من الرتبة الثالثة للمادة. تم إيجاد قيم وإشارة كل من معاملات الامتصاص والانكسار اللاخطيين مع الجزئين الحقيقي والخيالي لقابلية المادة اللاخطية، بالاعتماد على ثلاث معاملات رئيسية تؤثر بدورها على لا خطية المواد. هذه المعاملات تشمل تأثيرات القدرة، التردد والاستقطاب.

المصدر الضوئي المستخدم هو عبارة عن ليزر دايود ذي طول موجي (650 nm) وأعلى طاقة قدرها (3 mW). في تأثير القدرة على الخواص اللاخطية، تم دراسة هذه الخواص لمدى طاقات واطئة للغاية (1.9, 2.2, 2.5 mW) لليزر مستمر الموجة. الخواص اللاخطية لرقاقة أكسيد الزنك تضمنت عمليات التركيز البؤري (self-focusing) والامتصاص ثنائية الفوتون (TPA)، مشيرة الى قيم موجبة لكل من معاملات الامتصاص (NLA) والانكسار (NLR) اللاخطيين.

بالإضافة الى دراسة اللاخطية لرقاقة أكسيد الزنك عند تغير معامل التردد عند المدى (1, 15, 40, 100 KHz)، فالقياسات تضمنت التغير من عملية التركيز البؤري (self-focusing) بإشارة موجبة عند الترددات الأقل الى عملية عدم التركيز البؤري (self-defocusing) بإشارة سالبة لمعامل الانكسار الغير الخطي عند الترددات الأعلى. بالإضافة لذلك فان معامل الامتصاص اللاخطي يظهر بإشارة موجبة نتيجة عملية الامتصاص ثنائية الفوتون.

بالنسبة لتأثير تغير عامل الاستقطاب على لا خطية المواد، فتمت الدراسة عند حالتين رئيسيتين للاستقطاب وهي الاستقطاب الافقي والاستقطاب العمودي. عند كل حالة تم تغير الاستقطاب بدرجات مختلفة للحصول على القياسات عند كل من الاستقطاب الخطي، البيضوي والدائري. معامل الامتصاص

اللاخطي ظهر بإشارة موجبة عند كل من الاستقطاب الافقي والاستقطاب العمودي. في حين معامل الانكسار اللاخطي فتغيرت اشارته من الموجبة الى السالبة عند تغير الاستقطاب من العمودي الى الافقي، على التوالي.



جامعة الموصل

كلية التربية للعلوم الصرفة

دراسة الخصائص البصرية اللاخطية لغشاء أكسيد الزنك الرقيق

ثراء جرجيس بولص سوني

رسالة ماجستير

الفيزياء

بإشراف

المدرس

الدكتور ذو الفقار علي زكر