Abstract

This thesis describes the design considerations to make adaptation between thin disc laser made from Nd:YVO_4 crystal and a CNC machine, and to optimize the laser's properties like the output power and output energy. This work is divided into two parts:

First, the simulation work, where in this part many properties and their effects on disc laser operation were tested, such as the effect of the pumping power, disc thickness, disc diameter and number of discs on the output power. Also the relation between the diameter and thickness of the disc was investigated to avoid the mechanical stress in the disc, and to find the effect on disc diameter and the number of discs together on the output power, addition compare the behavior of the effects of those properties were compared between different crystals. The simulation work was carried out by using MATLAB program.

Second, the experimental work, which includes redesigning and fabricate each part of the thin disc laser setup to make it compact in size include the holders for the end of the optical fiber, focused lens, beam splitter, mirrors, disc crystal, output coupler and the output beam lens, also to modify the design of the thin disc laser and CNC machine to make the adaptation possible by designing and fabricate the base of the laser head setup and joint with z-axis of the CNC machine, to test the effect of input current and pulse frequency on the output energy at pulse operation mode, and to test the effect of the input current on the output power at CW mode operation.

The theoretical work results indicated that the output power increases with increasing the disc diameter, disc thickness, number of discs and pumping power. The effect of increasing disc dimensions like diameter, thickness and discs number or even pumping power was higher in Nd:YAG and Nd:GGG than disc crystal made from Nd:YVO_4.

The results of the experimental work showed success in operating the disc laser head with CNC machine at deferent speeds (2.7, 1.6, 0.7, 0.61, 0.33, 0.29) mm/s and no mechanical vibrations or stresses occurred when the laser head adapted on the CNC structure, also it is found that at pulse mode, the output energy increased linearly with input current increasing and decreased with pulse frequency increasing. The threshold current increased with pulse frequency increasing. The maximum output energy from the thin disc laser was 0.98 μJ at frequency 1.3 kHz, and minimum threshold current was 0.49 A at pulse frequency 1.3 kHz. For CW mode the maximum output power from disc laser was 22 mW.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and
Scientific Research
Baghdad University
Institute of Laser for Postgraduate Studies

Design Considerations for Disc Laser adaptation to CNC Machine

A Thesis
Submitted to the Institute of Laser for
Postgraduate Studies
University of Baghdad
In Partial Fulfillment of the Requirements
For the Degree of Master of Science
In Laser / Mechanical Engineering

By

Yousif Harbe Abdul-Al-Ameer Al-Asadi

April 2009

جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد
معهد الليزر للدراسات العليا

الإعتبارات التصميمية لتكيّف الليزر القرصي الى ماكنة تحكم رقمي مبرمج

رسالة مقدمة
الى معهد الليزر للدراسات العليا / جامعة بغداد
كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير علوم في
الليزر / الهندسة الميكانيكية

من قبل
يوسف حربي عبدالامير الاسدي

ربيع الآخر 1430 هـ **نيســان**

2009 م

خلاصة البحث

هذا البحث يصف الاعتبارات التصميمية لجعل ملائمة بين ليزر قرصي مصنوع من بلورة $Nd:YVO_4$ وماكنة تحكم رقمي مبرمج، وكذلك تحسين خواص الليزر مثلاً القدرة الخارجة والطاقة الخارجة. هذا العمل ينقسم الى جزئين:

الجزء الاول هو المحاكاة، حيث في هذا الجزء العديد من الخواص وتأثيراتها على عمل الليزر القرصي قد اختبرت، مثلاً اختبار تأثير القدرة المظخخة، سُمك القرص، قطر القرص وعدد الأقراص على القوة الخارجة وكذلك ايجاد شكل العلاقة بين قطر القرص وسمكه لتفادي الاجهادات الميكانيكية على القرص، وكذلك تأثير قطر القرص وعدد الاقراص مجتمعاً على القوة الخارجة، كذلك مقارنة سلوك تأثير تلك الخواص على عدة انواع من البلورات. عملت المحاكات بواسطة برنامج MATLAB .

الجزء الثاني وهو العمل التجريبي، والذي يتضمن اعادة تصميم وصناعة اجزاء منظومة الليزر القرصي لجعل حجمة مضغوط وتتضمن الحوامل الخاصة بكل جزء من المنظومة وكذلك تعديل تصميم الليزر القرصي وماكنة التحكم الرقمي المبرمج لجعلهما مناسبين للملائمة بينهما وذلك عن طريق تصميم وصناعة قاعدة لمنظومة الليزر القرصي وربطها بالمحور Z لماكنة التحكم الرقمي، اختبار تأثير التيار الداخل وتردد النبضة على الطاقة الخارجة في حالة العمل بالنمط النبضي، واختبار تأثير التيار الداخل على القوة الخارجة في حالة العمل بالنمط المستمر.

ان نتائج الجزء النظري قد اظهرت زيادة القدرة الخارجة مع زيادة كل من قطر القرص، سمك القرص، وطاقة الضخ. ان تأثير زيادة ابعاد القرص او طاقة الضخ تكون اعلى في البلورة المصنوعة من Nd:YAG و Nd:GGG اكثر من البلورة المصنوعة من Nd:YVO4 .

اما نتائج الجزء التجريبي فقد اظهرت النجاح بتشغيل الليزر القرصي مع ماكنة التحكم الرقمي عند مختلف السرع (2.7,1.6,0.7,0.61,0.33,0.29) ملم/ ثا ولم تظهر اي اجهادات ميكانيكية عند وضع الليزر على هيكل الماكنة انه عند العمل بالنمط النبضي ان الطاقة الخارجة تزداد خطياً مع زيادة التيار الداخل وتقل مع زيادة التردد النبضي وان حد العتبة للتيار الداخل يزداد بزيادة التردد النبضي ، وان اقصى طاقة خارجة من الليزر القرصي هي 0.98 µJ عند التردد 1.3 كيلوهرتز ، واقل حد عتبة للتيار الداخل هو 0.49 امبير عند التردد 1.3 كيلو هرتز

اما بالنسبة الى العمل بالطور المستمر فان حد العتبة للتيار الداخل فيساوي 0.49 امبير لليزر الثنائي ويساوي 1 امبير لليزر القرصي، اقصى قوة خارجة من الليزر الثنائي 0.99 واط عند تيار دخول 2 امبير ، واقصى قوة خارجة من الليزر القرصي 22 ملي واط عند تيار دخول 2 امبير.