



**Q-SWITCH PULSE Nd:YAG LASER**

**SUPASIL PHOUNGPUNG**

อภิรักษ์นพนาถ

จาก

.....บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.....

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT**

**OF THE REQUIREMENTS FOR**

**THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE**

**(PHYSICS)**

**FACULTY OF GRADUATE STUDIES**

**MAHIDOL UNIVERSITY**

**2001**

**ISBN 974 - 04 - 0600 - 9**

**COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

TH  
S959D  
1001

4037838 SCPY / M : MAJOR : PHYSICS ; M.Sc. (PHYSICS)  
KEY WORDS : Cr<sup>4+</sup>YAG / Nd:YAG / PASSIVE Q - SWITCH / ACTIVE Q  
- SWITCH

SUPASIL PHOUNGPHUNG : Q - SWITCH PULSE Nd:YAG LASER.  
THESIS ADVISOR: KWAN ARAYATHANITKUL, Ph.D., RATCHAPAK  
CHITAREE, Ph.D., PICHET LIMSUWAN, Ph.D. 121 p. ISBN 974-04-0600-9

A flashlamp pumped Nd:YAG laser is a commonly used solid state laser in both research and industry. The objectives of this research are: 1) to study the characteristics and properties of a pulse Nd:YAG laser, 2) to study the effect of an active and passive Q-switch. Photons from a flashlamp excited Nd<sup>3+</sup> in YAG from <sup>4</sup>I<sub>3/2</sub> to <sup>4</sup>I<sub>11/2</sub>. The laser then emitted light at 1064 nm. The laser pulsewidth could be shortened using a Q-switch.

The research was constructed using an Nd:YAG laser system. A Q-switch was placed between the laser medium and the back mirror. The pulsewidth of the laser was measured using a high speed silicon detector and digitizing oscilloscope. The input energy of the laser was measured using a fixed pulsewidth flashlamp controller.

An Nd:YAG laser without a Q-switch had a maximum efficiency of 1.24%. Maximum power was 7,700 watts. The horizontal beam divergence was 1.00 - 1.55 milliradian and the vertical beam divergence was 0.50 - 0.67 milliradian. The pulsewidth of the laser depended on input energy and varied from 80 μs to 234 μs. The angular tolerance of the front mirror was 0.07 degrees. The characteristics of the Nd:YAG laser in Q-switch mode depended on the type of Q-switch. The first type of Q-switch used was Cr<sup>4+</sup>:YAG. The laser had a maximum efficiency of 0.74%. The pulsewidth of the laser was constant at 192 ns independent of input energy and the maximum power was 7.08 Megawatts. The second type of Q-switch used was an electro-optics device. The laser had a maximum efficiency of 0.65%. The pulsewidth of the laser was constant at 25 ns independent of input energy. The maximum power was 80.08 Megawatts.

The research found that the pulsewidth of the Nd:YAG laser without a Q-switch depended on input energy. The pulsewidth of the Nd:YAG laser using a Cr<sup>4+</sup>:YAG was constant at 192 nanoseconds and the pulsewidth of the Nd:YAG laser using an electro-optics Q-switch device was constant at 25 nanoseconds.

4037838 SCPY / M : สาขาวิชา : ฟิสิกส์ ; วท.ม.(ฟิสิกส์)

ศุภศิลป์ เฟื่องฟูง : นิโอดีเมียมแฉกเลเซอร์แบบคิวสวิตซ์พัลส์ (Q-SWITCH PULSE Nd:YAG LASER) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ขวัญ อารยะธนิตกุล, Ph.D., รัชภาคย์ จิตต์อารี, Ph.D., พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ, Ph.D., 121 หน้า. ISBN 974 – 04 – 0600 – 9

นิโอดีเมียมแฉกเลเซอร์ที่ใช้กันในปัจจุบันนี้เป็นแบบที่ใช้หลอดแฟลชเป็นตัวกระตุ้น ซึ่งใช้งานกันมากทั้งในการวิจัยและอุตสาหกรรม วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้ประกอบด้วย 1) ศึกษาคุณลักษณะและคุณสมบัติของนิโอดีเมียมแฉกเลเซอร์แบบพัลส์ 2) ศึกษาผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้คิวสวิตซ์แบบพาสซีฟและแอคทีฟ เมื่อให้พลังงานไฟฟ้าแก่หลอดแฟลช โฟตอนจากหลอดแฟลชจะกระตุ้น  $Nd^{3+}$  ใน YAG จากชั้น  $^4I_{3/2}$  ไปยังชั้นพลังงาน  $^4I_{11/2}$  ซึ่งจะได้เลเซอร์ออกมาที่ความยาวคลื่น 1,064 นาโนเมตร และพัลส์ของเลเซอร์จะแคบเมื่อมีการใช้คิวสวิตซ์

ในการทดลองนี้ได้จัดสร้างระบบนิโอดีเมียมแฉกเลเซอร์โดยวางคิวสวิตซ์ไว้ระหว่างสารเลเซอร์และกระจกหลัง พัลส์ของเลเซอร์สามารถวัดได้โดยใช้ high speed silicon detector และ พลังงานที่ให้แก่เลเซอร์สามารถวัดได้โดยใช้ fixed pulsewidth flashlamp controller

ระบบนิโอดีเมียมแฉกเลเซอร์เมื่อไม่ใช้คิวสวิตซ์จะได้ประสิทธิภาพเท่ากับ 1.24% และกำลังมากที่สุดเท่ากับ 7,700 วัตต์ ค่าบีมไคเวอร์เจนท์ในแนวนอนมีค่าตั้งแต่ 1.00 – 1.55 มิลลิเรเดียน และบีมไคเวอร์เจนท์ในแนวตั้งมีค่าตั้งแต่ 0.50 – 0.67 มิลลิเรเดียน ค่าความกว้างของพัลส์เมื่อระบบเลเซอร์ไม่ใช้คิวสวิตซ์ขึ้นอยู่กับค่าพลังงานที่ให้แก่เลเซอร์ซึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงจาก 80 ไมโครวินาที ถึง 234 ไมโครวินาที และค่ามุมของกระจกหน้าเท่ากับ 0.07 องศาจะให้พลังงานมากที่สุด คุณลักษณะของเลเซอร์เมื่อใช้คิวสวิตซ์ขึ้นอยู่กับชนิดของคิวสวิตซ์ที่ใช้ โดยที่ชนิดแรกคือ  $Cr^{4+}$ :YAG ซึ่งจะให้ประสิทธิภาพของเลเซอร์มากที่สุดเท่ากับ 0.74% ค่าความกว้างของพัลส์มีค่าคงที่ซึ่งเท่ากับ 192 นาโนวินาที และพลังงานมากที่สุดเท่ากับ 7.08 เมกกะวัตต์ ชนิดที่สองใช้ electro – optics ซึ่งจะให้ประสิทธิภาพเท่ากับ 0.65% ค่าความกว้างของพัลส์มีค่าคงที่ซึ่งเท่ากับ 25 นาโนวินาที และ พลังงานมากที่สุดเท่ากับ 80.08 เมกกะวัตต์

สรุปได้ว่าเมื่อไม่ใช้คิวสวิตซ์ค่าความกว้างของพัลส์ขึ้นกับค่าพลังงานที่ให้แก่เลเซอร์ แต่เมื่อใช้คิวสวิตซ์ค่าความกว้างของพัลส์ไม่ขึ้นกับค่าพลังงานที่ให้แก่เลเซอร์