

หลอดเลเซอร์

ศรีสัชชา เรืองเพชร

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

คำสำคัญ : เลเซอร์, คลื่นแสง

เลเซอร์คืออะไร

ลำแสงเลเซอร์คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่แคบๆ (คลื่นแสงที่มีความถี่ค่าเดียว) หรืออาจกล่าวได้ว่า “ลำแสงเลเซอร์เป็นแสงบริสุทธิ์ที่สุด เท่าที่นักวิทยาศาสตร์จะผลิตขึ้นมาได้” การผลิตแสงเลเซอร์เกิดขึ้นจากกระบวนการทางฟิสิกส์ที่มีชื่อว่า “Light Amplification by Stimulated Emission Radiation” เรียกย่อว่า LASER ซึ่งมีความหมายคือ การเพิ่มปริมาณคลื่นแสงโดยการกระตุ้นให้ปลดปล่อยคลื่นแสงออกมา

เลเซอร์ ในทางฟิสิกส์ คือ อุปกรณ์ที่ให้กำเนิดลำแสง ที่มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่รวมกันระหว่างกลศาสตร์ควอนตัมกับอุณหพลศาสตร์ ซึ่งพลังงานแสงเลเซอร์ สามารถมีคุณสมบัติได้หลากหลายขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการออกแบบ

การค้นพบ

การค้นพบลำแสงเลเซอร์ (Laser Beam) เกิดขึ้นในปี ค.ศ.1954 โดย ซี.เอช.ทาวน์ส (C.H. Townes) ได้เสนอเป็นหลักการหรือทฤษฎีเกี่ยวกับลำแสงเลเซอร์เอาไว้ ซึ่งผลงานในครั้งนั้นทำให้เขาได้รับการประกาศเกียรติคุณให้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ในปี ค.ศ.1964 หลักการของ ซี.เอช.ทาวน์ส (C.H. Townes) ก่อให้เกิดแรงผลักดันให้มีการศึกษาและสานต่อเรื่องเทคโนโลยีเลเซอร์จนมีวิวัฒนาการที่ก้าวหน้ามาเป็นลำดับ โดยในเดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ.1960 ที่โอดอร์ ไมแมน (Theodore Maiman) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับลำแสงเลเซอร์ขึ้นที่สถาบันวิจัย ฮิวจ์ (Hughes Research Laboratories) เขาได้นำหลักการของ ซี.เอช.ทาวน์ส มาประดิษฐ์เลเซอร์เครื่องแรกของโลกขึ้นโดยเป็นเลเซอร์ทำจากทับทิม (Ruby Laser) และในปีเดียวกันนั้นเองจาแวน (Javan) ก็ได้ประดิษฐ์เลเซอร์ที่ทำจากก๊าซฮีเลียม-นีออน (Helium-Neon Laser) ได้เป็นผลสำเร็จ จากนั้นเทคโนโลยีเลเซอร์ก็พัฒนาต่อไปอย่างต่อเนื่อง มีการผลิตเลเซอร์ชนิดต่างๆ ออกมามากมาย ซึ่งมีทั้งที่ทำจาก ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ และสารกึ่งตัวนำ

ชนิดของเลเซอร์

สามารถแบ่งชนิดของเลเซอร์ตามลักษณะของตัวกลางเลเซอร์ได้ดังนี้

เลเซอร์ก๊าซ (Gas Laser) สารตัวกลางเลเซอร์มีลักษณะเป็นก๊าซ เช่น เลเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide Laser), เลเซอร์อาร์กอน (Argon Laser), เลเซอร์ซีนอน (Xenon Laser), เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน

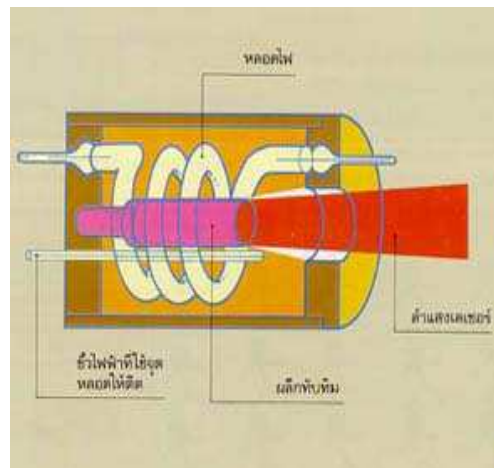
เลเซอร์ของแข็ง (Solid State Laser) ใช้สารตัวกลางเลเซอร์ที่เป็นแท่งผลึกแข็ง เช่น เลเซอร์นีโอดีเมียมแย็ก (Nd:YAG Laser), เลเซอร์ทับทิม

เลเซอร์ของเหลว (Dye Laser) สารตัวกลางมีลักษณะเป็นของเหลว เช่น เลเซอร์โรดามีน 6 จี (Rhodamin 6G Laser)

เลเซอร์สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Laser) เป็นเลเซอร์ที่ใช้สารตัวกลางเลเซอร์เป็นสารกึ่งตัวนำ เช่น เลเซอร์ไดโอด (Diode Laser) ชนิดต่าง ๆ

โครงสร้างและส่วนประกอบของเลเซอร์

เลเซอร์ทึบทิมเป็นเลเซอร์ชนิดแรกที่ถูกสร้างขึ้น โดย ทีโอดอร์ ไนแมน ในปี ค.ศ. 1960 เป็นเลเซอร์ชนิดของแข็ง (ภาพที่ 1.ก) มีลักษณะที่สำคัญคือ ตัวกลางเลเซอร์ที่ใช้จะเป็นแท่งผลึกของฉนวนซึ่งทำหน้าที่เป็นโฮสต์ (host) และมีการฉาบ (dope) โครเมียม (Chromium; Cr) (เป็น impurity) เข้าไป ทำให้บางครั้งนิยมเรียกว่า เลเซอร์โดพอินซูเลเตอร์ (Doped Insulator Laser) และมีตัวอย่างเลเซอร์หลักๆ 2 ชนิดที่ใช้เทคนิคนี้คือ เลเซอร์ทึบทิม และ เลเซอร์นีโอติเมียมเย็ก สารตัวกลางเลเซอร์คือโครเมียมชนิดไตรวาเลนซ์: อะลูมิเนียมออกไซด์ (Trivalent Chromium; Cr^{3+} : Aluminium Oxide; Al_2O_3) เป็นการฉาบโครเมียมชนิดไตรวาเลนซ์ลงไปบนอะลูมิเนียมออกไซด์ ซึ่งคือทึบทิมสังเคราะห์นั่นเอง ในภาพที่ 3.ข แสดงโครงสร้างของเลเซอร์ทึบทิมในการปั๊มพลังงานต้องใช้วิธีการทางแสงคือใช้หลอดไฟซีนอน (Xenon) หรือหลอดไฟฉาย โดยมีตัวสะท้อนแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการปั๊มพลังงาน ตัวสะท้อนแสงนี้มีลักษณะเป็นกระบอกที่มีทังสเตน (Tungsten; W) พื้นที่ทำหน้าตัดเป็นรูปวงรี และมีการวางหลอดไฟและตัวกลางเลเซอร์ไว้ที่ตำแหน่งของจุดโฟกัสของวงรี



(ก) ที่มา: <http://www.sc.mahidol.ac.th>

(ข) ที่มา: <http://dekphysics.com>

ภาพที่ 1 (ก) แสดงเลเซอร์ทึบทิมเครื่องแรก (ข) ลักษณะโครงสร้างของเลเซอร์ทึบทิม

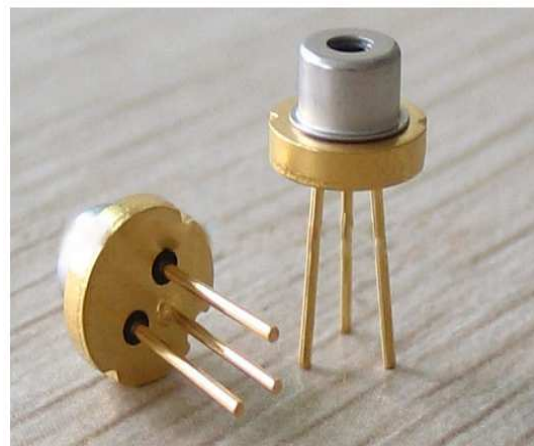
แหล่งกำเนิดลำแสงเลเซอร์

แหล่งกำเนิดลำแสงเลเซอร์เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีคุณสมบัติเด่น คือ เป็นคลื่นแสงที่มีระเบียบ มีลักษณะเป็นลำแสง ความเข้มแสงสูง จึงมีศักยภาพในการประยุกต์ในงานด้านต่างๆ เช่นในด้านอุตสาหกรรม เลเซอร์ที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิด ได้แก่ เลเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide Laser), เลเซอร์สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Laser), ฯลฯ แต่ละชนิดมีรายละเอียดดังนี้

เลเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ (ภาพที่ 2.ก) เป็นเลเซอร์ชนิดก๊าซ ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซฮีเลียม ในอัตราส่วนประมาณ 1:1:10 เพื่อช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพของเลเซอร์ เลเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์โดยทั่วไปจะมีกำลังเฉลี่ยประมาณ 10-2,000 วัตต์ ถ้าประยุกต์ใช้ในทางการตัด

กระดาษหรือผ้า หรือในงานแกะสลักพลาสติกและไม้ จะใช้กำลังอยู่ที่ประมาณ 10-50 วัตต์ แต่ถ้าใช้ในการตัดหรือเจาะโลหะหรือวัสดุที่มีความแข็งสูงมาก ต้องใช้กำลังอยู่ที่ประมาณ 100 วัตต์ ขึ้นไป ทำให้เลเซอร์ชนิดนี้ไม่เหมาะในการนำมาประยุกต์ใช้ในงานการแกะสลักหรือเจาะวัสดุที่มีความแข็งสูง โดยส่วนใหญ่แล้วมักใช้กับวัสดุจำพวกอโลหะ เนื่องจากระบบคาร์บอนไดออกไซด์แบบชนิดที่มีกำลังสูงจะมีขนาดใหญ่ และมีอุปกรณ์เสริมต่อพ่วง เช่น ถังก๊าซ ป้อนสุญญากาศ และอุปกรณ์ควบคุมความดัน รวมถึงแหล่งจ่ายกำลังแรงดันสูงประมาณ 10-25 กิโลโวลต์

เลเซอร์สารกึ่งตัวนำ เลเซอร์ชนิดนี้คือเลเซอร์ไดโอด ชนิดต่างๆ (ภาพที่ 2.ข) เป็นเลเซอร์ที่ใช้สารกึ่งตัวนำเป็นตัวกลาง และเป็นเลเซอร์ที่มีจำนวนมากที่สุด มีลักษณะคล้ายกับ แอลอีดี (light emitting diode ; LED) แต่มีลักษณะพิเศษบางประการ ทำให้แสงที่ออกมาเป็นเลเซอร์ โดย แสงในเลเซอร์ชนิดนี้เกิดจากการรวมตัว (recombination) ของอิเล็กตรอน (Electron) กับ "หลุม" (hole) ที่บริเวณรอยต่อ พี-เอ็น (P-N Junction) ของสารกึ่งตัวนำ เช่น แกลเลียมอาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide; GaAs), แกลเลียมฟอสไฟต์ (Gallium Phosphide; GaP) และแกลเลียมอะลูมิเนียมอาร์เซไนด์ (Gallium Aluminium Arsenide; GaAlAs) ความยาวคลื่นของแสงขึ้นกับชนิดของสารกึ่งตัวนำที่ใช้เป็นตัวกลาง โดยความยาวคลื่นหลัก ๆ คือ 650, 770, 809, 1100 และ 1500 นาโนเมตร



(ก) ที่มา: <http://lasercutstore.blogspot.com> (ข) ที่มา: <http://th.aliexpress.com>
ภาพที่ 2 แสดงหลอดเลเซอร์ (ก) เลเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์, (ข) เลเซอร์ไดโอด

ประโยชน์ของเลเซอร์

เลเซอร์นำมาประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ มากมาย เช่น ทางด้านการแพทย์, ทางด้านอุตสาหกรรม, การวิจัยทางวิทยาศาสตร์, และด้านอื่นๆ

การใช้เลเซอร์ทางการแพทย์ เลเซอร์ถูกนำมาใช้ในการผ่าตัดและรักษาทางการแพทย์และจักษุแพทย์ เช่น การผ่าตัดที่มีขนาดเล็ก การผ่าตัดต้อ เป็นต้น เลเซอร์ที่ใช้ได้แก่ เลเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ เลเซอร์อาร์กอน

การใช้เลเซอร์ด้านสื่อสารโทรคมนาคม เลเซอร์ไดโอดถูกนำมาใช้เป็นตัวส่งสัญญาณผ่านเส้นใยแก้วนำแสง เพื่อใช้ถ่ายทอดสัญญาณโทรศัพท์ โทรทัศน์ ข้อมูลคอมพิวเตอร์ อย่างกว้างขวาง สื่อสารโทรคมนาคมด้วยแสงเลเซอร์นี้มีจุดเด่นที่จะไม่มีสัญญาณรบกวนเพราะเป็นคลื่นแสง มีความจุข้อมูลสูงมาก เพราะมีความถี่สูงกว่าคลื่นวิทยุ ทำให้เส้นใยแก้วนำแสงเส้นหนึ่งสามารถจุคู่สายโทรศัพท์ได้เป็นจำนวนมาก

การใช้เลเซอร์ในการวัด เลเซอร์มีค่าความยาวคลื่นคงที่และเป็นลำแสงขนานจึงถูกนำมาใช้เป็นมาตรฐานการวัดที่ละเอียดแม่นยำ เช่น การวัดขนาดของสิ่งของการวัดระยะทางทั้งใกล้และไกลโดยอาศัยหลักการของการสอดแทรก เช่น อินเทอเฟอโรเมตรี (Interferometry) หลักการสะท้อนของคลื่นแสงที่เป็นพัลส์ (Pulse) และหลักการเกิดการเคลื่อนของเฟส (Phase) ของคลื่นแสงที่ถูกโมดูเลต (Modulated) แล้ว

การใช้เลเซอร์ในอุปกรณ์สำนักงานและใช้ในบ้าน เลเซอร์ไดโอดเป็นเลเซอร์ที่มีขนาดเล็กจิวไม่กินไฟ จึงเหมาะนำมาประยุกต์กับอุปกรณ์สำนักงานและใช้ในบ้าน ได้แก่ การใช้เลเซอร์เป็นเลเซอร์พอยน์เตอร์ (Pointer Laser) ใช้ในเครื่องฉายเอกสาร และเครื่องพิมพ์เอกสารแบบเลเซอร์พริ้นเตอร์ (Laser printer) ใช้ในเครื่องเสียงคอมแพคดิสก์ (Compact disc) ใช้ในเครื่องวีดีโอเลเซอร์ดิสก์ (Video disc) ฯลฯ

การใช้เลเซอร์ในงานด้านนิทรรศการ แสงเลเซอร์มีลักษณะเด่น คือ มีลำแสงที่ระยิบระยับเนื่องจากการเกิดการสอดแทรกของแสงเลเซอร์เมื่อฉายกระทบฝุ่นละอองในอากาศที่แขวนลอยทำให้การแสดงนิทรรศการมีชีวิตชีวาเราจึงเห็นการนำเลเซอร์ไปใช้ในงานโฆษณา งานแสดงละคร งานบนเวทีคอนเสิร์ต เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] เรื่องของเลเซอร์&ชนิดของเลเซอร์. [ออนไลน์]. 2556 [เข้าถึงเมื่อ 23 มิถุนายน 2557]. เข้าถึงได้จาก : <http://dekphysics.com/forum/index.php?topic=16.0>
- [2] ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเลเซอร์. [ออนไลน์]. 2556 [เข้าถึงเมื่อ 23 มิถุนายน 2557]. เข้าถึงได้จาก : http://www.sc.mahidol.ac.th/scpy/Optics/basic_laser3.htm
- [3] หลอดเลเซอร์. [ออนไลน์]. 2556 [เข้าถึงเมื่อ 30 มิถุนายน 2557]. เข้าถึงได้จาก : <http://lasercutstore.blogspot.com>
- [4] เลเซอร์. [ออนไลน์]. 2556 [เข้าถึงเมื่อ 30 มิถุนายน 2557]. เข้าถึงได้จาก : <http://th.wikipedia.org>

โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

โทร. 0 2201 7245

E-mail : srisuchana@dss.go.th

กันยายน 2557