# บทที่ 5
# สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

Kerr effect ที่เกิดขึ้นในของเหลวชนิดต่างๆ เป็นปรากฏการณ์ที่เปลี่ยนแปลงโพลาไรเซชันของแสงในของเหลวที่ถูกกระทำจากสนามไฟฟ้าภายนอก สามารถศึกษาปรากฏการณ์นี้ได้โดยจัดตั้งชุดการทดลองที่เรียกว่า electro-optic shutter ซึ่งประกอบไปด้วย โพลาไรเซอร์ เซลบรรจุของเหลวตัวอย่างหรือ Kerr cell และแอนาไรเซอร์ โดยจัดให้โพลาไรเซชันของแสงตกกระทบทำมุมประมาณ 45 องศากับทิศทางของสนามไฟฟ้า ส่วนหัววัดใช้โฟโตไดโอดที่มี Rise time เท่ากับ 3.5 ไมโครวินาที โดยการให้ความต่างศักย์เป็นช่วงสั้นๆและวัดความเข้มแสง ทำให้ได้รูปแบบการตอบสนองต่อสนามไฟฟ้าซึ่งแสดงในลักษณะของความเข้มแสงที่เปลี่ยนไปเทียบกับเวลา จากความเข้มแสงที่วัดได้ ทำให้ทราบค่าของความต่างศักย์ขีดเริ่ม เฟสที่เปลี่ยนไปพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของค่าความต่างศักย์ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง จากความชันของกราฟสามารถหาความต่างศักย์ที่ทำให้เกิด First transmission intensity $V_m$ ได้ และความต่างศักย์ดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับค่า Kerr constant โดยพบว่าของเหลวตัวอย่างใดที่มีค่า Kerr constant มากของเหลวนั้นจะมี $V_m$ ที่น้อยกว่าของเหลวที่มีค่า Kerr constant ที่น้อยกว่าและสามารถหา Birefringence ที่ความต่างศักย์ค่าต่างๆจากค่า Kerr constant ดังกล่าว Birefringence ทำให้ทราบถึงค่า Extraordinary index Ordinary index Extraordinary velocity และ Ordinary velocity ของ E-ray และ O-ray ตามลำดับ และพบว่าเมื่อความต่างศักย์เพิ่มขึ้นนั้น Extraordinary index จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วยในขณะที่ Ordinary index นั้นมีค่าลดลง หรือกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าเมื่อเพิ่มความต่างศักย์ Extraordinary velocity จะมีค่าลดลงแต่ Ordinary velocity เพิ่มขึ้นจึงทำให้อธิบายการเคลื่อนที่ของ E-ray และ O-ray ได้

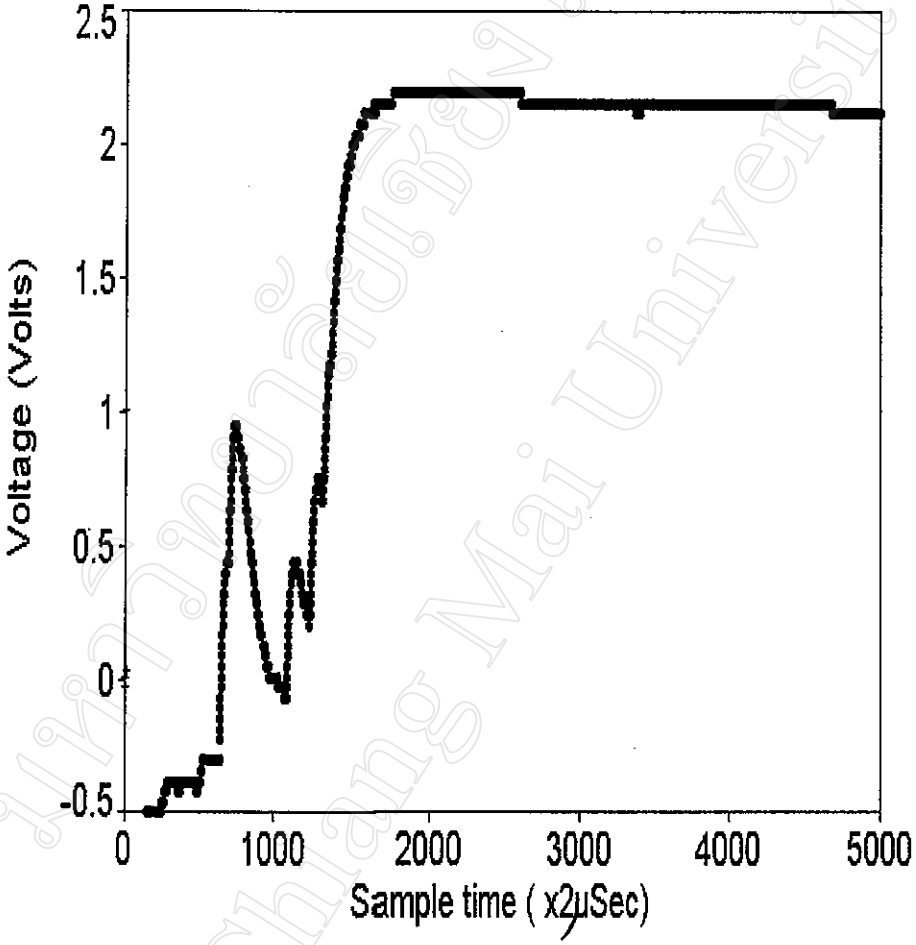
การเพิ่มขึ้นของความต่างศักย์ทำให้ O-ray เดินทางด้วยความเร็วที่มากกว่า E-ray ซึ่งรังสีทั้งสองนั้นเดินทางในแนวเส้นตรงเดียวกัน ในขณะที่ความเร็วของ O-ray กำลังเพิ่มขึ้นนั้นความเร็วของ E-ray ก็กำลังลดลงเทียบกับความต่างศักย์ที่เพิ่มขึ้น จากค่าความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วทั้งสองกับความต่างศักย์กำลังสองพบว่า อัตราการลดลงของความเร็วของ E-ray นั้น มีค่าประมาณสองเท่าของอัตราการเพิ่มขึ้นของความเร็วของ O-ray โดยอาศัยคณิตศาสตร์แคลคูลัสทำให้สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วของรังสีทั้งสองได้

ค่าของ Extraordinary index $n_e$ และ Ordinary index $n_o$ ดังแสดงในตาราง 4.3 ถึง 4.7 นั้น เป็นค่าดัชนีหักเหที่มีความละเอียดถึงเก้าตำแหน่งในขณะที่การอ่านค่าต่างๆที่เกี่ยวข้องในการทดลองมีนัยสำคัญ 3-4 ตำแหน่งจากการทำงานของวงจร 8-bit ADC จะเห็นว่าตำแหน่งที่หกถึงตำแหน่งที่เก้าแสดงผลอันเกิดจาก Birefringence ที่เกิดขึ้น และมีแนวโน้มชัดเจนที่จะเปลี่ยนแปลงไปพร้อมกับความต่างศักย์ ซึ่งในของเหลวตัวอย่างทุกชนิดจะพบว่า $n_e$ มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ $n_o$ มีค่าลดลงในขณะที่ความต่างศักย์มีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับ Extraordinary velocity $v_e$ และ Ordinary velocity $v_o$ นั้น จะมีนัยสำคัญของตำแหน่งของทศนิยมที่สอดคล้องกันกับ $n_e$ และ $n_o$ เนื่องมาจากความสัมพันธ์ดังสมการที่ (4.4) และ (4.5) ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ที่จะใช้การวัด Birefringence ประยุกต์ใช้กับการวัดค่า $n$ ที่เปลี่ยนแปลงน้อย ๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความต่างศักย์ที่ให้กับเซลบรรจุของเหลวตัวอย่างกับเวลาซึ่งมีช่วงเวลาในการให้ความต่างศักย์ 10 มิลลิวินาที โดยใช้ 600 V-AC Magnetic contactor เป็นระบบสวิทช์จะแสดงดังรูป 5.1 ในการตรวจสอบการทำงานของ Contactor ดังกล่าวจะใช้ไฟแรงดันต่ำเพียงเพื่อสาธิตการทำงานของหน้าสัมผัสของ Contactor เท่านั้น

การเกิดประกาย (Spark) ของระบบสวิทช์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงขนาด 15 กิโลโวลต์ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน (Noise) กับระบบวัดความเข้มแสงและทำให้สัญญาณที่วัดได้ไม่ใช่สัญญาณของความเข้มแสงที่ต้องการ เพื่อแก้ปัญหานี้ จึงต้องแยกระบบวัดความเข้มแสงไปไว้ในอีกห้องหนึ่ง และทำการเชื่อมต่อกล่องโลหะที่มี Spark gap อยู่ภายในเข้ากับ Ground ของห้องทดลอง ทำให้สัญญาณรบกวนดังกล่าวนั้นหายไป

ของเหลวตัวอย่างบางชนิดเช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์ และอะซีโตน เป็นต้น ให้ฟองอากาศออกมา ในขณะที่ให้ความต่างศักย์เข้าไป ฟองอากาศจะทำให้เกิดสัญญาณที่บดบังสัญญาณความเข้มแสงที่ต้องการวัด การแก้ปัญหานี้ทำได้โดยเปลี่ยนช่วงเวลาของความต่างศักย์ที่ให้กับของเหลวตัวอย่างให้มีค่าเหมาะสมที่จะไม่ให้ของเหลวทั้งสองให้ฟองอากาศออกมา และมีช่วงเวลานานเพียงพอที่สัญญาณความเข้มแสงจาก Kerr effect จะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ จากการทดลองได้ช่วงเวลาของความต่างศักย์ที่ให้กับคาร์บอนไดซัลไฟด์และอะซีโตน มีค่าประมาณ 36 ไมโครวินาทีและ 2 ไมโครวินาทีตามลำดับ ทั้งนี้การปรับเปลี่ยนช่วงเวลาดังกล่าวสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนค่าความต้านทาน R ของระบบสวิทช์ไฟฟ้าแรงสูงที่คร่อมเซลบรรจุของเหลวตัวอย่างให้มีค่าที่เหมาะสม จากการทดลอง ค่าความต้านทาน R สำหรับคาร์บอนไดซัลไฟด์และอะซีโตน มีค่าเท่ากับ 10 กิโลโอห์มและ 470 โอห์ม ตามลำดับ




รูป 5.1 แสดงความสัมพันธ์ของความต่างศักย์ที่ให้กับเซลบรรจุของเหลวตัวอย่างกับเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University