

บทที่3

วิธีการทดลอง

3.1 หลักการและการออกแบบสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

ส่วนประกอบของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย

- ชุดระบบแสง

ก. สลิตเดี่ยว ทำขึ้นเองจากการใช้ใบมีดโกนฟันสีดำหั่นด้านคมเข้าหากัน

และคาดติดแผ่นพลาสติกทึบแสงปรับแต่งระยะห่างให้พอดี สามารถบันทึกแสงได้โดย CCD และวัดหาความกว้างของช่องสลิตจากการเลี้ยวเบนของแสงเลเซอร์ ความยาวคลื่น 632.8 นาโนเมตร ได้ความกว้างของช่องสลิต เท่ากับ 290 ไมโครเมตร และ 107 ไมโครเมตร

ข. เกรตติง ใช้ ชนิดสะท้อน ของ Edmund Scientific ชนิด 600 เส้น/มม. ตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวกที่ 1

ค. เลนส์นูน ใช้สำหรับการสร้างภาพของสลิต ให้ตกบน CCD เป็น เลนส์นูน ความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตรที่มีอยู่ทั่วไปในห้องปฏิบัติการแสง

ง. ตัวหรีแสง (Diaphragm) ใช้สำหรับปรับความเข้มแสงให้พอเหมาะสำหรับการบันทึกความเข้มแสงของ CCD

- ชุดบันทึกความเข้มแสงและระบบควบคุม

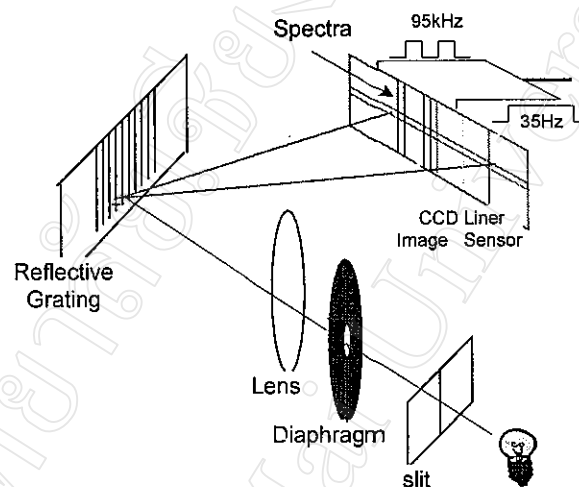
ชุดบันทึกความเข้มแสงและระบบควบคุม ใช้ CCD Image Sensor รุ่น ILX511 ของ Sony เป็น CCD – Array 2048 pixel ขนาด pixel 14 x 200 ไมโครเมตร รายละเอียดแสดงในภาคผนวกที่ 2 การทำงานของ CCD-Image Sensor ใช้วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาความถี่ 95 KHz และ 35 Hz ในการควบคุม

- ชุดประมวลผลและแสดงผล

วงจรแปลงสัญญาณอะนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิทัล เพื่อส่งข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้ ADC 0820 แบบ 8 บิต ดังรายละเอียดแสดงในภาคผนวกที่ 3 การส่งข้อมูลให้ส่งผ่าน 8255 Programmable Interface Adapter ดังรายละเอียดแสดงในภาคผนวกที่ 4

3.1.1 ชุดระบบแสง

ในการแยกสเปกตรัมของแสงนั้นใช้เกรตติง เป็นอุปกรณ์ในการแยกสเปกตรัมของแสงต่างๆ ที่นำมาทดลอง โดยที่เกรตติงที่นำมาใช้งานนั้น เป็นเกรตติงชนิดสะท้อนแสง (Plane Reflection Gratings) ของบริษัท Edmand Scientific มีขนาด 2×2 นิ้ว จำนวนร่อง เท่ากับ 600 เส้นต่อมิลลิเมตร Blaze wave length เท่ากับ 500 นาโนเมตร โดยที่มีการจัดอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.1

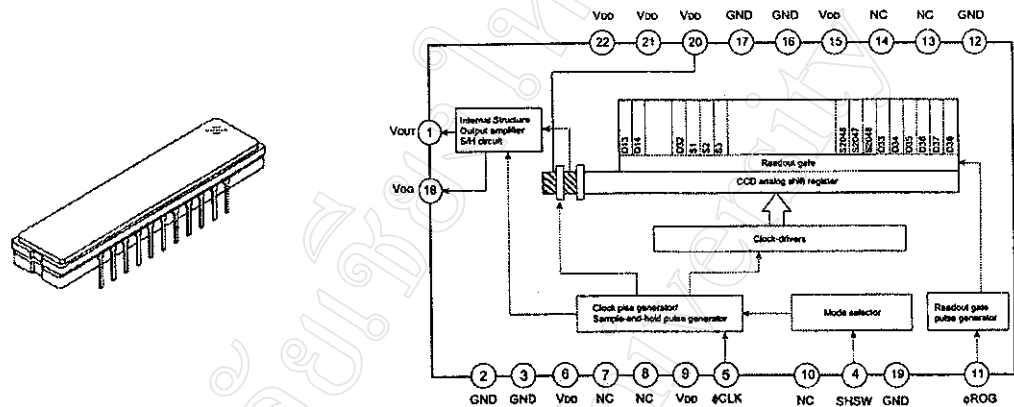


รูปที่ 3.1 แสดงระบบแสงที่ใช้ในชุดทดลอง

ในส่วนของชุดแยกสเปกตรัมนั้น ใช้สลิตที่มีขนาด 107 ไมโครเมตรและ 290 ไมโครเมตร เพื่อแทนตำแหน่งของวัตถุ โดยมีตัวหริ่งแสง เป็นตัวช่วยลดความเข้มของแสงเมื่อมีแสงมากเกินไป ใช้เลนส์นูน ขนาดความยาวโฟกัสเท่ากับ 10 ซม. เพื่อที่จะสร้างภาพของช่องสลิต ให้ไปตกลงบนเกรตติง เพื่อทำการแยกสเปกตรัมของแสง โดยที่เส้นสเปกตรัม ที่เกิดขึ้นนั้นจะตกลงบนเซ็นเซอร์ ซึ่งเป็น CCD Linear image sensor ของบริษัท Sony รุ่น ILX511 เพื่อใช้ในการบอกตำแหน่งและความเข้มของเส้นสเปกตรัม

3.1.2 ชุดรับแสง (Sensor)

ในการตรวจวัดความเข้มของเส้นสเปกตรัมและตำแหน่งของเส้นสเปกตรัม ใช้ CCD Linear Image Sensor ของบริษัท Sony รุ่น ILX511 รายละเอียดดังรูปที่ 3.2

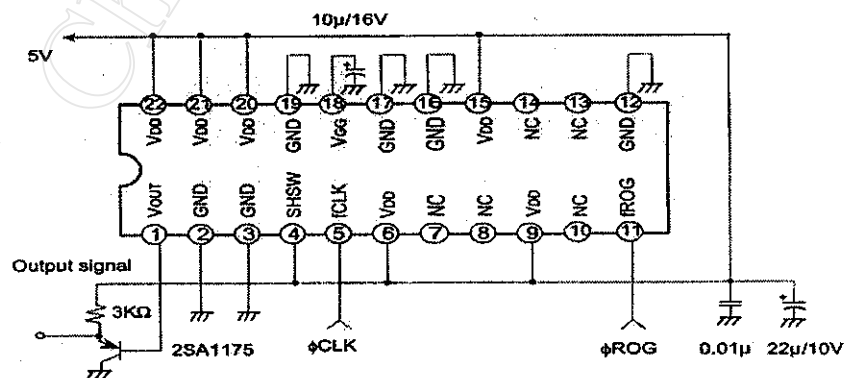


รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างภายนอก และโครงสร้างภายใน ของ ILX511

มีสมบัติดังนี้คือ

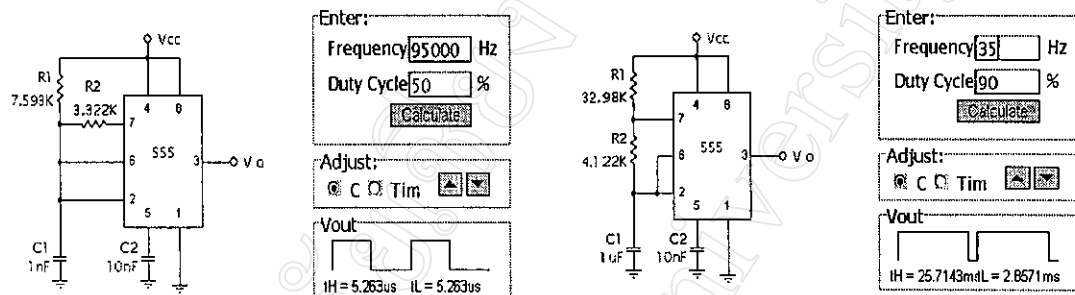
- มีจำนวนตัวรับแสง 2048 pixels
- ขนาดของ pixels กว้าง 14 ไมโครเมตร ยาว 200 ไมโครเมตร
- แต่ละ pixels อยู่ห่างกัน 14 ไมโครเมตร

โดยมีระบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงวงจรควบคุมการทำงานของ ILX511

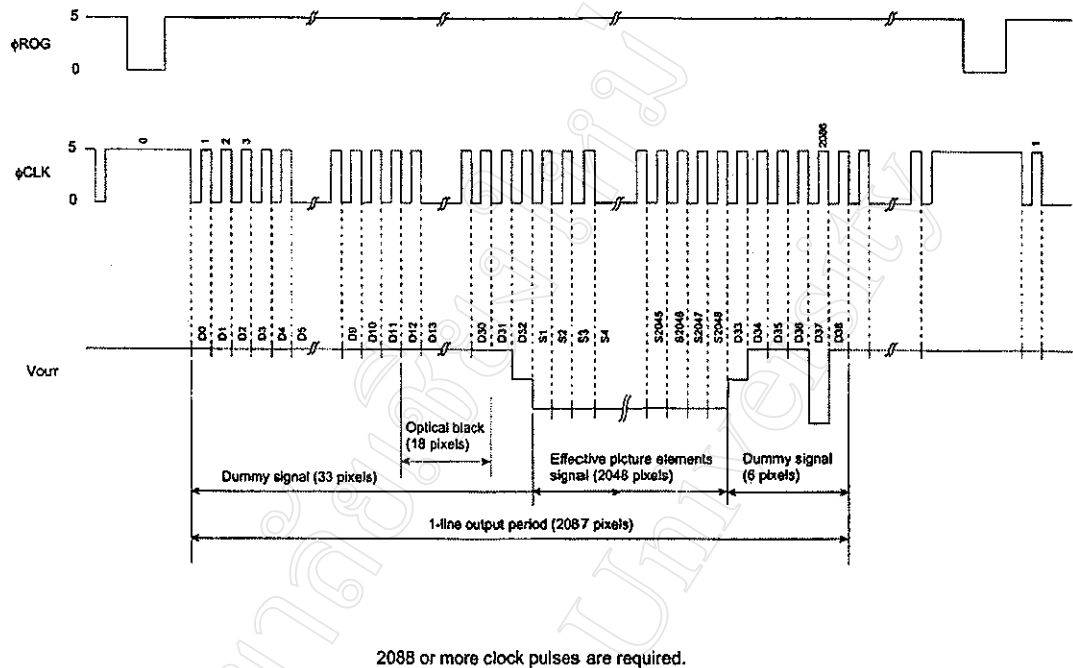
โดยใช้สัญญาณนาฬิกา 2 ชุดจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ดังแสดงในรูปที่ 3.4 ในการทำให้เซ็นเซอร์ทำงาน โดยที่ ชุดที่ 1 ขนาดความถี่ 95 kHz Duty Circle 49.8% $t_h = 5.199 \mu s$ $t_l = 5.32 \mu s$ และชุดที่ 2 ขนาดความถี่ 35 Hz Duty Circle 90.2% $t_h = 256.46 ms$ $t_l = 27.73 ms$



รูปที่ 3.4 แสดงสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ควบคุมการทำงานของ ILX511

เมื่อต่อสัญญาณนาฬิกาเข้าที่ขา Clk(5) ขนาดความถี่ 95 kHz และต่อสัญญาณนาฬิกาเข้าที่ขา Rog(11) ขนาดความถี่ 35 Hz เซ็นเซอร์จะให้สัญญาณเอาต์พุต ก็ต่อเมื่อสัญญาณที่ขา Rog มีสถานะเป็น High และสัญญาณ Clk เป็น High ด้วย ดังนั้นสัญญาณเอาต์พุตจะมีความถี่เท่ากับสัญญาณ Clk เมื่อ pixels ใดก็ตามที่ได้รับแสงจะทำให้ pixels นั้นมีศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในด้านลบ เอาต์พุตที่แสดงออกมาจะแสดงสัญญาณของศักย์ไฟฟ้าของแต่ละpixels

รูปที่ 3.5 แสดงสัญญาณนาฬิกาที่ควบคุมการทำงาน และสัญญาณ เอาต์พุต

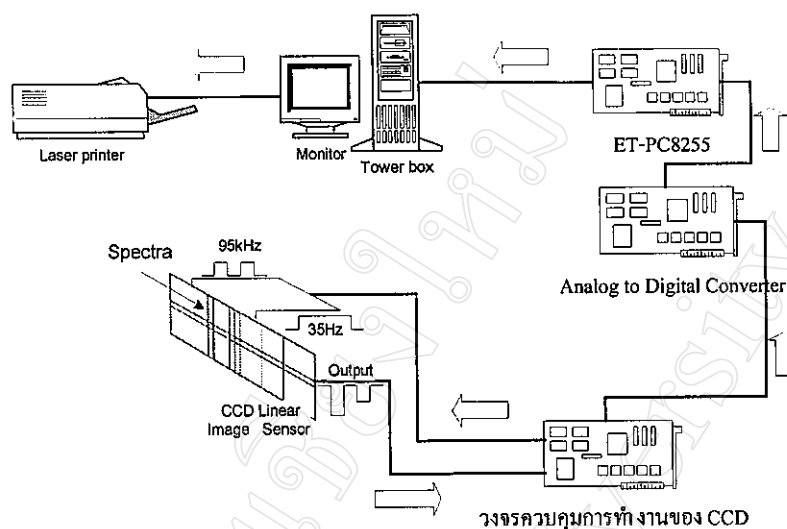


รูปที่ 3.5 แสดงสัญญาณนาฬิกาที่ควบคุมการทำงาน และสัญญาณ เอาท์พุต

3.1.3 ชุดประมวลผลและแสดงผล

เพื่อให้สามารถแสดงข้อมูลที่ได้จาก CCD ในคอมพิวเตอร์ได้ เมื่อสัญญาณเอาท์พุตของเซ็นเซอร์ ถูกปล่อยออกมาแล้ว สัญญาณเอาท์พุตของเซ็นเซอร์ จะถูกส่งมายังวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิทัล โดยผ่านตัว IC เบอร์ ADC0820 ซึ่งเป็นตัวแปลงสัญญาณ เมื่อสัญญาณของเอาท์พุตได้ถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล แล้วจะถูกส่งผ่านเข้าสู่คอมพิวเตอร์ โดยการเชื่อมต่อผ่านการ์ด ET-PC 8255 โดยสัญญาณดิจิทัลจาก IC ADC0820 จะเข้ามาที่ IC 8255 ที่พอร์ต A ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นอินพุตพอร์ต คอมพิวเตอร์จะทำการอ่านค่าสัญญาณครั้งละ 8 บิต โดยการทำงานทุกอย่างจะถูกควบคุมโดยซอฟต์แวร์

เมื่อคอมพิวเตอร์อ่านค่าได้แล้วก็จะทำการเก็บค่ามาประมวลผล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงผลเป็นกราฟ ตำแหน่งและความเข้ม เพื่อที่จะนำไปสู่การหาความยาวคลื่นต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงชุดประมวลผลและแสดงผล

ในการทดลองใช้การติดตั้งระบบการทดลองดังแสดงในรูปที่ 3.7 โดยใช้หลอดตัวอย่างต่างๆดังต่อไปนี้คือ

1. Cd Spectral Lamp 0.9 A Type 93107E Made in Holland บริษัท Phillips
2. Ne Spectral Lamp 0.9 A Type 93099E Made in Belgium บริษัท Phillips
3. Hg Spectral Lamp 0.9 A Type 93136E Made in Holland บริษัท Phillips
4. HgCdZn Spectral Lamp 0.9 A Type 93145E Made in Belgium บริษัท Phillips

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 จัดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดดังรายละเอียดในรูปที่ 3.7

เมื่อระบบการทำงานทั้งหมดทำงานได้อย่างถูกต้อง ให้เส้นสเปกตรัมตกในตำแหน่งที่ต้องการพอดี โดยใช้ ฮีเลียมนีออนเลเซอร์ เป็นตัวช่วยในการจัดตั้งระบบทางแสง ในการบันทึกข้อมูล ใช้ซอฟต์แวร์ ที่เขียนขึ้นเองโดยใช้ภาษา Q-Basic ในการอ่านข้อมูล และประมวลผล รายละเอียดโปรแกรมดังแสดงในภาคผนวกที่ 5

3.2.2 ทำการทดลองซ้ำสำหรับสลิทที่มีขนาดต่างกันคือ 290 ไมโครเมตร และ 107 ไมโครเมตร โดยค่าความกว้างของสลิท ที่ทำขึ้นเอง หาได้จากการใช้ฮีเลียมนีออนเลเซอร์ สร้างรูปแบบการเลี้ยวเบนโดยใช้ระยะห่างของฉากและ สลิทเดี่ยวเท่ากับ 615.5 เซนติเมตร ได้ค่าความกว้างของช่องสลิทเท่ากับ 290 ไมโครเมตร และ 107 ไมโครเมตร

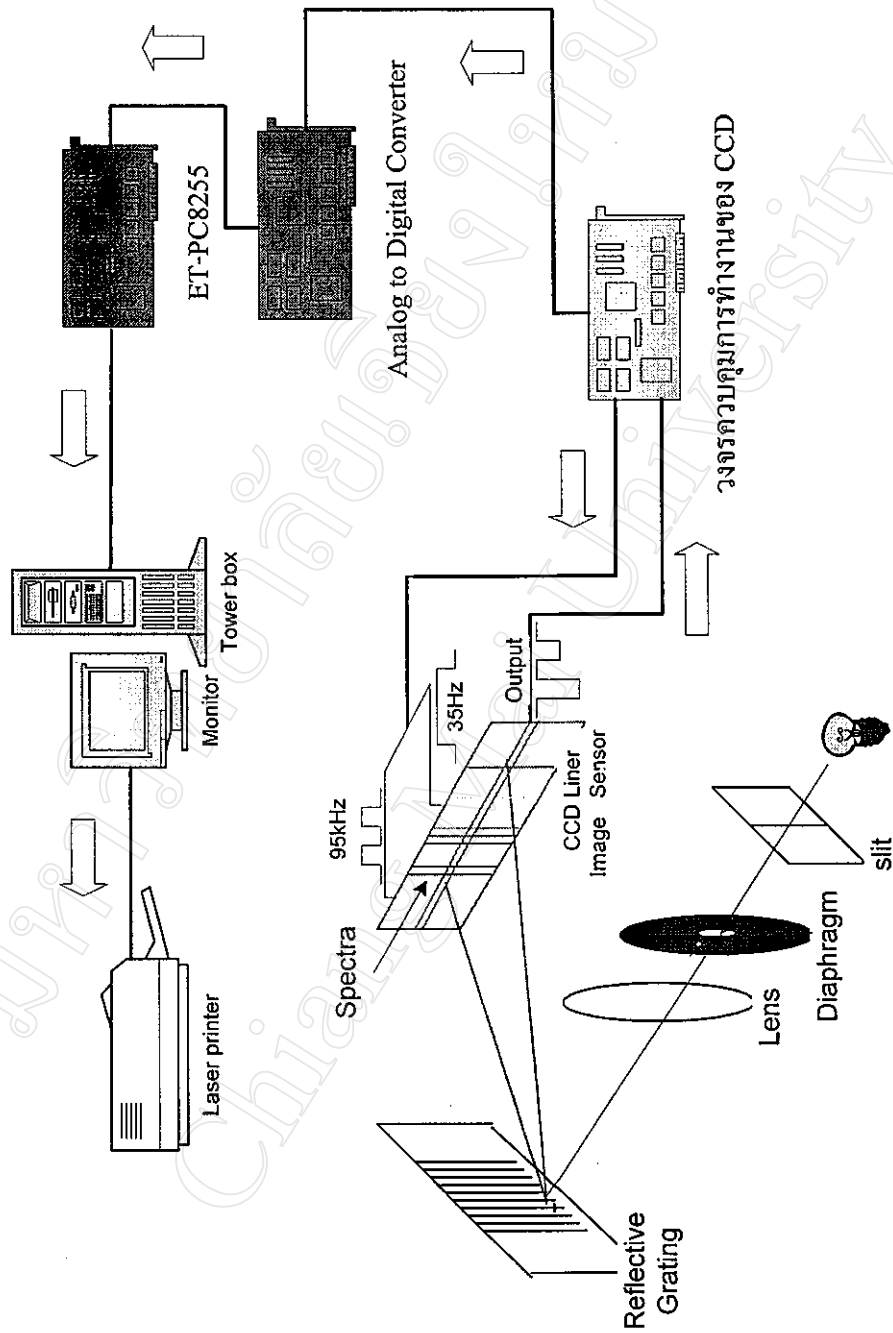
3.2.3 ทดลองหาสเปกตรัมของการดูดกลืนแสงจากตัวอย่างแผ่นพลาสติกสี โดยการให้แสงขาวเป็นต้นกำเนิดแสงดังนี้

3.2.3.1 บันทึกสเปกตรัมดังรายละเอียดตามข้อ 3.2.1

3.2.3.2 บันทึกสเปกตรัมโดยใช้แผ่นพลาสติกสีกั้นทางเดินของแสงหน้าช่องสลิต

3.2.3.3 นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 3.2.3.2 เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากข้อ 3.2.3.1 แล้ว

ลปด้วย 1



รูปที่ 3.7 แสดงองค์ประกอบทั้งหมดของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์