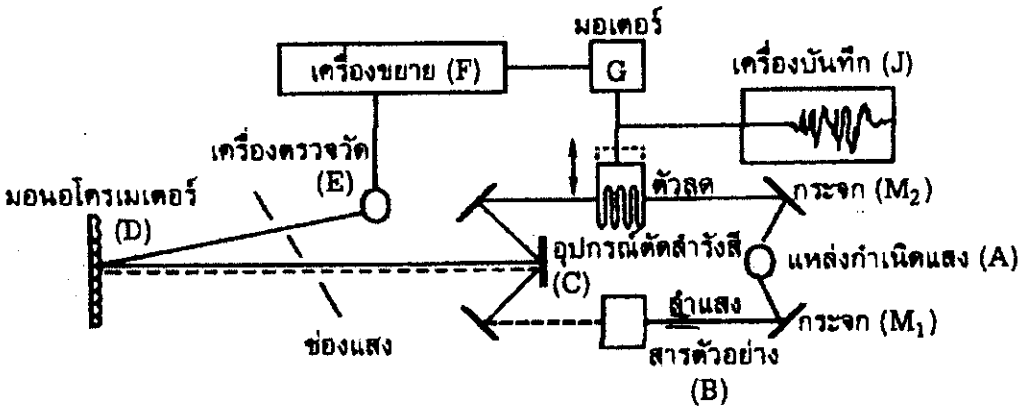
ภาคผนวก ค

เครื่องอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

เครื่องมือที่ใช้ในปัจจุบันเป็นชนิดที่ใช้ลำรังสีคู่ (double beam spectrophotometer) ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ แหล่งกำเนิดรังสี มอนอโครเมเตอร์ และเครื่องตรวจวัดพร้อมเครื่องบันทึก ซึ่งแสดงได้ตามภาพประกอบที่ 40



ภาพประกอบที่ 40 เครื่อง IR สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ชนิดลำแสงคู่

1. แหล่งกำเนิดรังสี

แหล่งกำเนิดรังสีมักทำด้วยวัสดุประเภทต่าง ๆ ซึ่งใช้ไฟฟ้าเผาให้ร้อนถึง 1,000-1,800 °C แหล่งกำเนิดรังสีที่นิยมใช้ได้แก่ โกลบาร์ (globar) และเส้นใยแนนสต์ (nernst filament) โกลบาร์เป็นท่อนซิลิกอนคาร์ไบด์ (silicon carbide) ขนาดเล็ก ส่วนเส้นใยแนนสต์เป็นออกไซด์ผสมของเซอร์โคเนียม (zirconium) ธอเรียม (thorium) และซีเรียม (cerium) โกลบารีให้พลังงานในการแผ่รังสีสูงสุดที่ 5,500-5,000 ซม$^{-1}$ และลดลงด้วยแฟกเตอร์ 600 เมื่อเข้าใกล้ย่าน 600 ซม$^{-1}$ ในขณะที่เส้นใยแนนสต์ให้พลังงานการแผ่รังสีสูงสุดที่ 7,100 และลดลงด้วยแฟกเตอร์ 100 เมื่อเข้าใกล้เลขคลื่นต่ำลง เนื่องจากรังสีที่ออกจากแหล่งกำเนิดเหล่านี้มีความเข้มที่ต่างกันในพิสัยเลขคลื่นที่สนใจ จึงต้องมีช่องเล็กยาว (slit) ควบคุมการเปิดและปิดที่สอดคล้องกับการสแกนผ่านเลขคลื่นแต่ละค่า โดยที่รังสีจากแหล่งกำเนิดถูกแยกเป็นสองลำโดยกระจก M_1 แ ละ M_2 ล ำรังสีทั้งสองจะผ่านเข้าไปในเซลล์ตัวอย่างและเซลล์สารอ้างอิง

2. มอนอโครเมเตอร์

มอนอโครเมเตอร์อาจเป็นปรซึมหรือเกตติง (grating) แต่ปัจจุบันนิยมใช้เกรตติงมากกว่าเนื่องจากเกรตติงให้กำลังแยก (resolution) ที่ดีกว่าปริซึมที่เลขคลื่นสูง ปริซึมที่ใช้โดยทั่วไปเป็นเกลือโซเดียมคลอไรด์ซึ่งดูดกลืนรังสีที่เลขคลื่นต่ำกว่า 625 ซม$^{-1}$ ดังนั้นในช่วงเลขคลื่นดังกล่าวต้องใช้เกลือแฮไลด์อื่น ๆ เช่น ซีเซียมไอโอไดน์ (CsI) หรือของผสมระหว่างธอเรียมโบรไมด์ (ThBr) และธอเรียมไอโอไดน์ (ThI) แทน

3. เครื่องตรวจวัด

เครื่องมือปัจจุบันใช้เครื่องตรวจวัดแบบเทอร์มอคัปเปิล (thermocouple detector) ซึ่งประกอบด้วยลวดโลหะที่ต่างกัน 2 เส้น ปลายทั้งสองของลวดเหล่านี้ถูกต่อเข้าด้วยกัน รังสีที่กระทบจะทำให้จุดต่อด้านหนึ่งร้อนขึ้นความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างจุดต่อทั้งสองจะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านลวด ปริมาณของกระแสนี้แปรผันตามความเข้มของรังสีที่ตกบนเทอร์มอคัปเปิล

4. หลักการทำงานของเครื่อง

การทำงานของเครื่องนี้สามารถอธิบายได้ตามภาพประกอบที่ 1ข เครื่องมือนี้วัดความแตกต่างของความเข้มระหว่างรังสี ซึ่งออกจากเซลล์สารตัวอย่างและเซลล์สารอ้างอิงที่แต่ละเลขคลื่น โดยที่รังสีจากแหล่งกำเนิด A ถูกแยกออกเป็น 2 ลำที่มีความเข้มเท่ากัน โดยลำรังสีลำหนึ่งผ่านเข้าสู่เซลล์สารตัวอย่างขณะที่ลำที่เหลือผ่านเข้าสู่เซลล์สารอ้างอิง ต่อจากนั้นลำแสงทั้งสองผ่านอุปกรณ์ตัดแสง (chopper, C) ซึ่งเป็นกระจก 2 เสี้ยวที่หมุนด้วยความเร็วประมาณ 10 รอบต่อวินาที อุปกรณ์นี้ทำให้ลำรังสีที่ผ่านออกมาจากสารตัวอย่างและสารอ้างอิงผ่านไปยังมอนอโครเมเตอร์สลับกันในเส้นทางเดียวกันแต่ต่างเวลากัน ลำรังสีที่เลขคลื่นแต่ละค่าถูกส่งไปที่เทอร์มอคัปเปิลเมื่อเกรตติงหมุนอย่างช้า ๆ เทอร์มอคัปเปิลจะเปลี่ยนพลังงาน IR ที่อยู่ในรูปความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

เมื่อสารดูดกลืนรังสีที่เลขคลื่นค่าหนึ่ง เครื่องตรวจวัดรับรังสีที่มีความเข้มสูงจากเซลล์อ้างอิงสลับกับรังสีที่มีความเข้มต่ำจากเซลล์สารตัวอย่างซึ่งนำไปสู่การไหลของกระแสจากเทอร์มอคัปเปิลไปยังเครื่องขยาย (amplifier, F) และปรากฏเป็นสัญญาณที่มีแอมพิจูด (amplitude) เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความแตกต่างของความเข้มของลำรังสีทั้งสองนี้ แต่ถ้าสารตัวอย่างไม่มีการดูดกลืนรังสีลำแสงที่ออกจากเซลล์สารตัวอย่างและเซลล์สารอ้างอิงจะมีความเข้มเท่ากัน เครื่องมืออยู่ในสภาวะนี้ เรียกว่า optical null จึงให้สัญญาณเป็นเส้นตรง เครื่องขยายส่งสัญญาณที่ได้รับการขยายแล้วไปยังเซอร์วอมอเตอร์ (servomotor, G) ทำให้มอเตอร์เคลื่อนที่โดยมอเตอร์นี้จะผลักดันตัวลด (attenuator) ไปยังลำแสงที่ออกจากสารอ้างอิงเพื่อลดความเข้มของลำรังสีจากสารอ้างอิงจนกระทั่งเครื่องตรวจวัดได้รับรังสีที่มีความเข้มเท่ากันจากลำรังสีจากสารตัวอย่างและสารอ้างอิง

เครื่องมือจะอยู่ในสภาพ optically null อีกครั้งการเคลื่อนที่ของตัวลดนี้ทำให้ปรากฏแถบดูดกลืนขึ้นบนสเปกตรัม เนื่องจากตัวลดตัวลดต่อเข้ากับปากกาของเครื่องบันทึก (J) สเปกตรัมที่ได้เป็นกราฟซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทรานส์มิทแทนซ์กับความยาวคลื่นและเลขคลื่น