เครื่องที่ 5

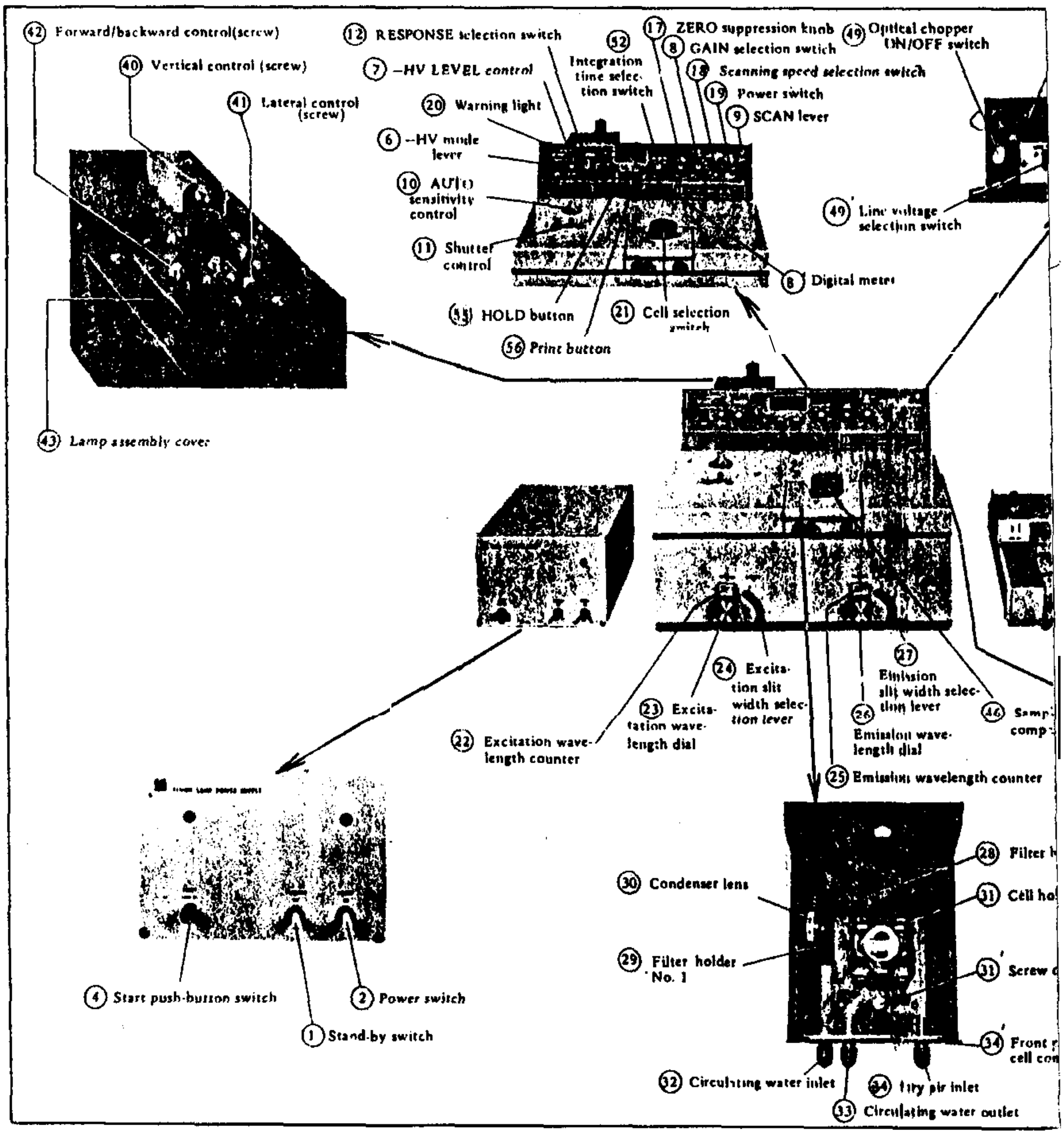
ชิมาดซึ สเปกโทรฟลูออโรมิเตอร์ อาร์ เอฟ 510

Shimadzu Spectrofluorometer R F 510

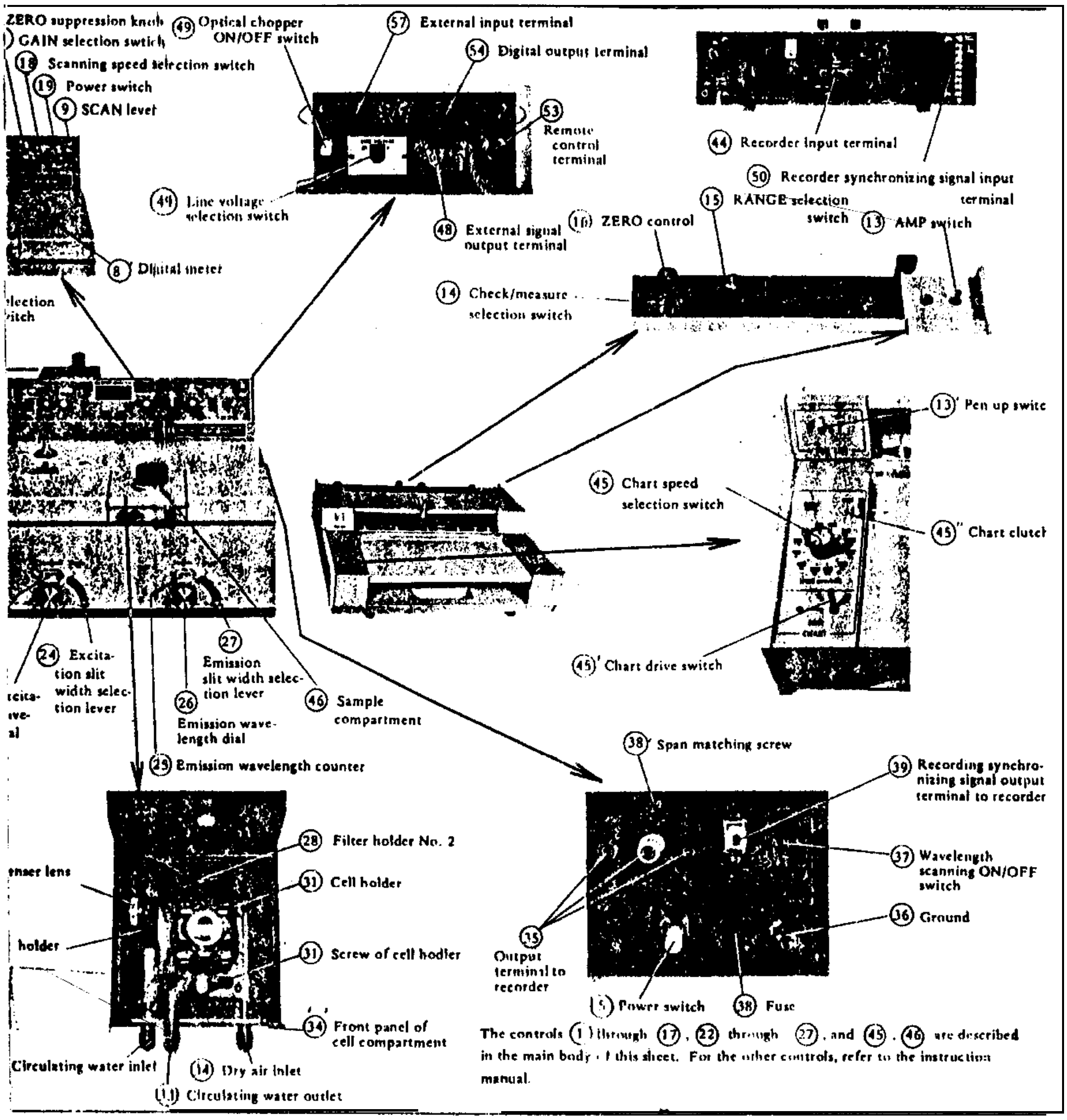
สเปซิฟิเกชัน

โมดที่ใช้วัด	ลำแสงเดี่ยว, แหล่งกำเนิดแสง, ที่ควบคุมความต่างศักย์ของไดโนดและที่ปรับอัตโนมัติให้เป็นศูนย์
ช่วงความยาวคลื่น	200 ถึง 1,000 นาโนเมตร
การวัดในช่วงความยาวคลื่น	220 ถึง 750 นาโนเมตร ใช้หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ R 446, 220 ถึง 900 นาโนเมตร ใช้หลอดโฟโตมัลติ-พลายเออร์ R 928 220 ถึง 700 นาโนเมตร ใช้หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ R 452 **หมายเหตุ** เมื่อใช้หลอดซีนอนที่ไม่ให้โอโซน การวัดในช่วงความยาวคลื่น 240 ถึง 700 นาโนเมตร ให้ใช้หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ R 452
ตัวทำแสงเอกรงค์ที่ใช้กระตุ้น (Excitation Monochromator)	**ครอส เซอร์นี-เทอร์เนอร์** ช่วงความยาวคลื่น อันดับศูนย์ 200 ถึง 1,000 นาโนเมตร ความแม่นของความยาวคลื่น ± 1 นาโนเมตร วัตถุที่ใช้เลี้ยวเบนแสงเกรตติงสะท้อนแสงที่เจาะเป็นร่อง ๆ 600 ร่องต่อมิลลิเมตร 1 ร่องห่าง 300 นาโนเมตร ช่อง (Aperture) F/3 แถบกว้าง เลือกได้ 3 ค่า 3, 10 และของสเปกตรา 20 นาโนเมตร

ตัวทำแสงเอกรงค์ที่ปล่อยออกมา (Emission Monochromator)	ครอส-เซอร์นี่ เทอร์เนอร์ ช่วงความยาวคลื่น อันดับศูนย์ 200 ถึง 1,000 นาโนเมตร ความแม่นของความยาวคลื่น ± 1 นาโนเมตร ช่อง F/2.9 แถบกว้าง เลือกได้ 3 ค่า 5, 10 และของสเปกตรา 40 นาโนเมตร
ที่เลือกสภาพ	เลือกได้ 7 ค่า แฟกเตอร์ของสภาพ x 1, 2, 5, 10, 20, 50 และ 100 ที่ปรับละเอียดอยู่ในช่วง x 1 ถึง x 3
ความสามารถในการวัด	วัดสารละลายควินินซัลเฟตได้ถึง 0.003 ส่วนในพันล้านส่วน โดยมีสัญญาณต่อการรบกวนเท่ากับ 2 โดยใช้ตัวทำแสงเอกรงค์ที่ใช้กระตุ้น 10 และตัวทำแสงเอกรงค์ที่ปล่อย 40 นาโนเมตร
แหล่งกำเนิดแสง	หลอดซีนอน 150 วัตต์
อัตราเร็วในการเปลี่ยนความยาวคลื่น	เลือกได้ 2 ค่า 60 และ 120 นาโนเมตรต่อนาที ที่ความถี่ 60 เฮิรตซ์หรือ 50 และ 100 นาโนเมตรต่อนาทีที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์
ที่ใส่สารตัวอย่าง	มีที่ใส่เซลล์ได้ 4 เซลล์ ภายในนี้มีอุณหภูมิคงที่
สัญญาณ	สัญญาณที่ออกมาเป็นแบบตัวเลข 4 หลัก มีวงจรรวมสัญญาณทำหน้าที่ให้ค่าที่อ่านได้เสถียร ช่วงเวลาที่ทำการรวมสัญญาณเลือกได้ 3 ค่า 0.2, 1 และ 2 วินาที
ความต่างศักย์	ไฟฟ้ากระแสสลับ 100, 117, 220, 240 โวลต์ (ปรับสวิตช์ด้านหลังให้ตรงกับความต่างศักย์ที่ต้องการ) 50/60 เฮิรตซ์ กำลังที่ต้องให้กับเครื่องอาร์ เอฟ 510 500 วัตต์ (รวมแหล่งกำเนิดแสงหลอดซีนอน)
มิติ	อาร์ เอฟ 50×69×35 เซนติเมตร (กว้าง×ยาว×สูง) แหล่งที่ให้กำลังแก่หลอดซีนอน 22.5×35×17 เซนติเมตร (กว้าง×ยาว×สูง)
น้ำหนัก	อาร์ เอฟ 510 55 กิโลกรัม แหล่งให้กำลังแก่หลอดซีนอน 12 กิโลกรัม



รูป 5-1 *ปุ่มบังคับเครื่องขีมาคขีสเปกโทรฟลูออโรมิเตอร์ อาร์เอฟ 510*



The controls (1) through (17), (22) through (27), and (45), (46) are described in the main body of this sheet. For the other controls, refer to the instruction manual.

ปุ่มบังคับ

แหล่งให้กระแสไฟฟ้าคงที่แก่หลอดซีนอน

1. เปิดสวิตซ์กำลัง (power) 2

2. เปิดสวิตซ์สแตนบาย 1 พัดลมจะติดและทำหน้าที่ระบายความร้อนให้แก่หลอดซีนอน

3. สวิตซ์จุดหลอดซีนอน 4. เมื่อปิดสวิตซ์นี้หลอดจะทำงาน ถ้าหลอดไม่ติดแต่มีเสียงดัง ให้ปิดสวิตซ์สแตนบาย 1 ปิดสวิตซ์กำลัง 2 ตรวจดูว่าขั้วหลอดถูกหรือไม่ ถ้าใช้หลอดเกิน 600 ชั่วโมงให้เปลี่ยนใหม่

เครื่องอาร์เอฟ 510

5 สวิตซ์ควบคุมการทำงานของเครื่อง เมื่อเปิดสวิตซ์กำลังของเครื่อง 5 หลอดไฟด้านบนขวาของหน้าปัดจะติด

6 ที่ปรับความต่างศักย์แรงสูง ให้ตั้ง 6 ไว้ที่แมนนัวล์ เมื่อใช้โมดแบบลำแสงเดี่ยว โมดนี้เป็นที่ปรับความเข้มแหล่งกำเนิดแสง โมดนี้ใช้เมื่อต้องการปรับแหล่งกำหนดแสง และวัดแสงที่ส่งออกจากเซลล์ ถ้าตั้งไว้ที่อัตโนมัติที่ปรับแหล่งกำเนิดแสงจะทำงานเอง ความเข้มแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่เปลี่ยนไปจะถูกแก้ไขโดยอัตโนมัติ โดยการเปลี่ยนสภาพไวของหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์

7 ที่ควบคุมความต่างศักย์แรงสูง ใช้ปุ่ม 7 ปรับสภาพไวโดยการเปลี่ยนความต่างศักย์ที่ให้แก่หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ ปุ่ม 7 ใช้ปรับเมื่อปุ่ม 6 อยู่ที่ตำแหน่งแมนนัวล์

8 สวิตซ์เลือกเกน ปุ่ม 8 วงนอก เป็นปุ่มปรับหยาบ มี 7 ขั้น "X 1", "X 2", "X 5", "X 10", "X 20", "X 50" และ "X 100" วงในเป็นปุ่มปรับละเอียด แปรค่าได้จาก "X 1" เมื่อหมุนทวนเข็มนาฬิกาสุดและมีค่า "X 3" เมื่อหมุนตามเข็มนาฬิกาสุด เกนของเครื่องเป็นผลคูณของค่าปุ่มปรับหยาบคูณกับปุ่มปรับละเอียด

8 หน้าปัด บอกความเข้มของฟลูออเรสเซนซ์

9 ปุ่มปรับสแกน เมื่อปรับ 9 ให้อยู่ตรงกลางหยุดสแกน ตำแหน่งบนเอกไซเตชันจะสแกนความยาวคลื่นกระตุ้นจากค่าความยาวคลื่นมากไปยังความยาวคลื่นน้อย ตำแหน่งล่างเปล่ง (ปล่อย) จะสแกนความยาวคลื่นเปล่ง (ปล่อย) จากความยาวคลื่นมากไปยังความยาวคลื่นน้อย

10 ปุ่มปรับสภาพไวอัตโนมัติ ปุ่ม 10 ใช้เลือกสภาพไวหรือโมดของความต่างศักย์แรงสูงอยู่ที่อัตโนมัติ สภาพไวของหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ที่ใช้วัดเปลี่ยนไปเมื่อเปลี่ยนสภาพต่างศักย์ที่ให้แก่หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ โดยการปรับความเข้มแสงที่ชนหลอดโฟโตมัลติ-พลายเออร์ การวัดแบบนี้ให้ปรับสภาพไวโดยใช้ปุ่มปรับเกน 8

11 ปุ่มชัตเตอร์ ถ้าปุ่ม 11 อยู่ตำแหน่งด้านซ้าย "ปิด" ชัตเตอร์จะปิดแสงที่ได้จากตัวทำแสงเอกรงค์กระตุ้น และชัตเตอร์นี้จะปิดแสงที่ออกจากตัวทำแสงเอกรงค์เปล่ง ถ้าปุ่ม 11 อยู่ตำแหน่งด้านขวา "เปิด" แสงออกจากตัวทำแสงเอกรงค์กระตุ้นผ่านเข้าสู่สารละลายตัวอย่าง ขณะเดียวกันแสงนี้ผ่านเข้าสู่ตัวทำแสงเอกรงค์เปล่ง และออกจากตัวทำแสงเอกรงค์เปล่ง

12 สวิตช์ปรับการตอบสนอง สวิตช์ 12 มี 3 ขั้น เอฟ (เร็ว) เอม (ปานกลาง) และเอส (ช้า) การวัดแบบธรรมดาใช้เอม เมื่อใช้เอส สเปกตรัมที่ได้ไม่มีการรบกวน ถ้าใช้เครื่องบันทึกต้องปรับอัตราการสแกน 18 เป็น 50 นาโนเมตรต่อนาที

เครื่อง อาร์เอฟ 510

17 ปุ่มปรับศูนย์ ปุ่ม 17 ใช้เลื่อนเส้นที่ฐานของฟลูออเรสเซนซ์ของตัวทำละลายหรือแสงที่ถูกกระเจิงให้เป็นศูนย์ เมื่อต้องขยายส่วนใดส่วนหนึ่งของสเปกตรัมให้ใช้ปุ่ม 17 ปรับส่วนที่ต้องการให้เป็นศูนย์และขยายช่องนี้โดยเพิ่มสภาพไวโดยใช้ปุ่มสภาพไวของเครื่องบันทึกเพิ่มสภาพไว

18 สวิตช์เลือกอัตราเร็วการสแกนเปลี่ยนความยาวคลื่น ปุ่ม 18 มีให้เลือก 2 ขั้น 50 และ 100 นาโนเมตรต่อนาที

19 หลอดไฟแสดงว่าเครื่องทำงาน หลอดไฟนี้ 19 จะติดเมื่อเปิดสวิตช์ 5

20 หลอดไฟสัญญาณเตือน หลอดไฟนี้ 20 จะติดเมื่อให้ความต่างศักย์แก่หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์เกิน 950 โวลต์ เครื่องมือนี้ความต่างศักย์ที่ให้แก่หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ห้ามเกิน 1,100 โวลต์

ข้อควรระวัง : การวัดขณะที่มีไฟสัญญาณเตือนไม่ควรทำ ให้ปรับสวิตช์เกนจนกระทั่งไฟสัญญาณเตือนดับ

21 ที่ปรับเลือกเซลล์ ใช้ที่ปรับเลือกตำแหน่งเซลล์ให้ตรงกับเซลล์ที่ต้องการ

ข้อควรระวัง: ที่ใส่เซลล์ตั้งไว้ให้หมุนเซลล์ได้ 270 องศา หยุดผ่านน้ำเมื่อต้องการเลื่อนตำแหน่งของที่ใส่เซลล์

22 ตัวเลขความยาวคลื่นกระตุ้น ตัวเลขนี้ 22 บอกคลื่นที่ออกจากตัวทำแสงเอกรงค์ที่ใช้กระตุ้นว่ามีความยาวคลื่นเท่าใด ความยาวคลื่นนี้มีหน่วยเป็นนาโนเมตร เมื่อสแกนแบบอัตโนมัติ (เปลี่ยนความยาวคลื่นแบบอัตโนมัติ) การสแกนหยุดเมื่อความยาวคลื่นต่ำกว่า 200 นาโนเมตร

23 ปุ่มปรับความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้น ปุ่มนี้ 23 ใช้ปรับความยาวคลื่นตามที่ต้องการ

24 ที่เลือกความกว้างช่องเล็กยาวที่กระตุ้น ปุ่มนี้ 24 ใช้เลือกแถบกว้างของตัวทำแสงเอกรงค์กระตุ้นเป็น 3 ชั้น 3, 10 และ 20 นาโนเมตร

25 ตัวเลขบอกความยาวคลื่นตัวทำแสงเอกรงค์เปล่งที่ปล่อยออกมา

26 ปุ่มปรับความยาวคลื่นที่ปล่อยออกมา

27 ที่เลือกความกว้างช่องเล็กยาวออกที่ปล่อยออกมา ปุ่มนี้ 27 ใช้เลือกแถบกว้างของตัวทำแสงเอกรงค์เปล่งเป็น 3 ชั้น 5, 10 และ 40 นาโนเมตร

46 ที่ใส่สารตัวอย่าง

52 สวิตช์เลือกเวลาในการอินทิเกรต วงจรอินทิเกรตทำหน้าที่รวมช่วงสัญญาณก่อนส่งออกมาเป็นตัวเลขเพื่อทำให้ค่าที่อ่านตัวเลขแม่น เวลาที่ใช้ในการรวมสัญญาณมี 3 ชั้น 0.2, 1 และ 2 วินาที

55 ปุ่มที่ต้องการให้ตัวเลขอยู่นิ่ง เมื่อกดปุ่มนี้ตัวเลขบนหน้าปัดจะนิ่ง

56 ปุ่มพิมพ์ กดปุ่มนี้เมื่อต้องการพิมพ์สัญญาณโดยต่อเครื่องพิมพ์สัญญาณกับเครื่องอาร์-เอฟ 510

ช่องใส่สารตัวอย่าง

28 ที่ใส่ฟิลเตอร์เลข 2 ฟิลเตอร์ที่ใส่ในช่องนี้ ทำหน้าที่ตัดแสงที่เกิดจากการกระเจิงและแสงที่เกิดจากการเลี้ยวเบนอันดับสองออก

29 ที่ใส่ฟิลเตอร์เลข 1 ฟิลเตอร์ที่ใส่ในช่องนี้ ทำหน้าที่ตัดแสงที่เกิดจากการเลี้ยวเบนอันดับสองออก

30 เลนส์รวมแสง ถอดออกได้พร้อมกับที่จับเลนส์เมื่ออยู่ในตำแหน่งปกติเลนส์นี้อยู่ในช่องใส่สาร **เมื่ออยู่ที่ตำแหน่ง "นอร์แมล" วัดได้โดยใช้เซลล์ใส่สารตัวอย่าง ถ้าเลนส์นี้อยู่**ในตำแหน่งไมโครเลนส์นี้จะทำหน้าที่รวมแสง ให้แสงเข้าสู่เซ็ลล์ขนาดเล็กไมโครหรือเซลล์ลิควิดโครมาโทรกราฟี

31 ที่ใส่เซลล์ เซลล์ที่ใส่ในช่องต้องหันหน้าเซลล์ที่มีเครื่องหมายเข้าหาลำแสง

31 สกรูยึดที่ใส่เซลล์

32 ท่อที่ให้น้ำเข้าไปทำให้อุณหภูมิในเซลล์คงที่

33 ท่อที่ให้น้ำออกจากเซลล์ที่ควบคุมอุณหภูมิ

ข้อควรระวัง: ห้ามต่อท่อน้ำผิดทาง มิฉะนั้นการควบคุมอุณหภูมิทำไม่ได้

34 ท่อให้อากาศแห้งเข้า ผิวเซลล์อาจมีอาการขุ่นหรือเป็นฝ้าขณะวิเคราะห์ที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อไม่ให้ผิวเซลล์ขุ่นให้ผ่านอากาศแห้งเข้าสู่ช่องนี้ อากาศแห้งนี้จะออกทางช่องว่างของที่ใส่สารตัวอย่าง

34′ แผงหน้าของที่ใส่สารตัวอย่าง

ด้านขวาของเครื่อง อาร์เอฟ 510

35 ที่เสียบสัญญาณกับเครื่องบันทึก สัญญาณที่ออกจากเครื่องเข้าสู่เครื่องบันทึกเพื่อบันทึกสเปกตรัม ปุ่ม แดง ขวา และดำ เป็นสายบวก สายลบ และสายดิน ตามลำดับ ขณะที่เครื่องบันทึกอยู่ที่โมดเช็ค ปรับเข็มของเครื่องบันทึกให้เป็นศูนย์โดยใช้ปุ่มปรับศูนย์ ถ้าเครื่องบันทึกมีปุ่มอยู่ที่โมดการวัด (เมเชอร์) ปุ่มปรับศูนย์ปรับเข็มไม่ได้ ให้เปลี่ยนสายลบสลับกับสายดิน

36 ปุ่มสายดินต่อกับสายดินของเครื่องบันทึก ไม่จำเป็นต้องต่อสายดิน ถ้าปลั๊กของเครื่องสเปกโทรมิเตอร์และสายไฟกำลังมีสายดิน

37 สวิตช์อัตราการสแกน เมื่ออยู่ตำแหน่งเปิดการสแกนความยาวคลื่นทำได้โดย**ปรับปุ่ม 9 ไปยัง "กระตุ้น" หรือ "เปล่ง" ถ้าอยู่ที่ตำแหน่งปิดจะไม่มีการสแกนความยาวคลื่น**ยาวคลื่น

38 ฟิวส์ ใช้ 2 แอมแปร์เมื่อต้องการใช้ความต่างศักย์ 110, 117 โวลต์

ใช้ 1 แอมแปร์เมื่อต้องการใช้ความต่างศักย์ 220, 240 โวลต์

38 สกรูปรับการสแกน สกรูนี้ใช้ปรับระยะห่างของการทำงานของเครื่องบันทึก ให้พอเหมาะกับเข็มวัด ปรับระยะห่างของเครื่องบันทึกให้ได้ 100 หน่วยเมื่ออ่านเข็มได้ 100 หน่วย

39 ที่ต่อสัญญาณซินครอไนซ์ที่ออกจากเครื่องกับเครื่องบันทึก ต่อสายสัญญาณนี้เข้ากับที่รับสัญญาณซินครอไนซ์ของเครื่องบันทึก

ที่ใส่หลอด

40 ปุ่มบังคับในแนวดิ่ง ใช้ปรับตำแหน่งหลอดซีนอนในแนวดิ่งโดยการหมุนด้วยสกรูแบบฟิลิปส์ หมุนตามเข็มนาฬิกาหลอดจะเลื่อนขึ้น

41 ปุ่มบังคับด้านข้าง ใช้ปรับตำแหน่งหลอดซีนอนด้านข้างโดยหมุนสกรูหกเหลี่ยม หมุนตามเข็มนาฬิกาจะเลื่อนหลอดไปทางขวา

42 ปุ่มบังคับไปข้างหน้าและข้างหลัง ใช้ปรับตำแหน่งของหลอดไปข้างหน้าและข้างหลังให้ตรงตามความยาวคลื่น เนื่องจากการใช้เลนส์รวมแสง ตามธรรมดาตำแหน่งข้างหน้าและข้างหลังจะปรับในช่วงแสงอัลตราไวโอเลต เพราะการวิเคราะห์ใช้แสงช่วงนี้ แต่ถ้าการวิเคราะห์ทำในช่วงใกล้กับช่วงแสงวิสิเบิล ก็ให้ปรับตำแหน่งใหม่ให้ความเข้มของแสงที่ใช้กระตุ้นในช่วงนี้สูงสุด

43 ฝาปิดหลอด

ด้านหลังของเครื่อง อาร์เอฟ 510

48 ที่เสียบให้สัญญาณออกภายนอก

49 สวิตช์ปิดเปิดให้ช๊อพเพอร์ตัดแสง การวัดตามปกติให้เปิดสวิตช์นี้ ถ้าปิดสวิตช์นี้ช๊อพเพอร์จะหยุดทำงานและไม่ให้สัญญาณออกมา เมื่อต้องการวัดฟอสฟอเรสเซนซ์ให้ปิดสวิตช์นี้

49 สวิตช์เลือกความต่างศักย์ที่ต้องการใช้

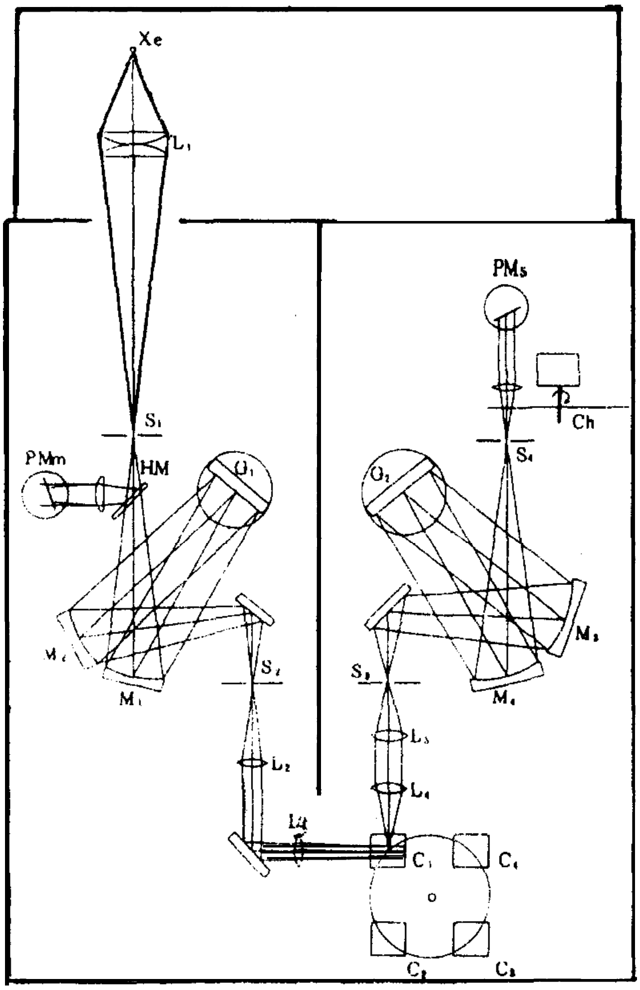
53 ที่เสียบสายสัญญาณบังคับการทำงานของเครื่องจากภายนอก ใช้เสียบต่อกับเครื่องพิมพ์ที่ต้องการสั่งงานและกดโฮลด์เมื่อสั่งให้เครื่องทำงาน

54 ที่เสียบสายสัญญาณให้สัญญาณจากตัวเลขออก ใช้เสียบต่อกับเครื่องพิมพ์เพื่อพิมพ์สัญญาณตัวเลขและเครื่องรับคำสั่งจากเครื่องพิมพ์ให้อ่านตัวเลขนี้บนหน้าปัด

57 ที่เสียบสัญญาณเข้าจากภายนอกเมื่อต้องการเปลี่ยนเซลล์อัตโนมัติ เสียบปุ่มนี้กับสายสัญญาณจากเครื่องพิมพ์ เพื่อพิมพ์เลขสารตัวอย่างและค่าที่วัดได้

ลักษณะของเครื่อง อาร์เอฟ 510

ระบบแสง



รูป 5-2 *ระบบทางเดินแสงสเปกโทรฟลูออโรมิเตอร์ อาร์เอฟ 510*

รูป 5-2 ระบบแสงของเครื่องอาร์เอฟ 510 ลำแสงที่ออกจากหลอดซีนอนผ่านเลนส์ L_1 ซึ่งทำหน้าที่รวมแสงเข้า S_1 ของตัวทำแสงเอกรงค์ที่ใช้กระตุ้นลำแสงที่เข้าสู่ช่องเล็กยาวเข้าจะถูกทำให้อยู่ในแนวขนานด้วยกระจกเงาโค้ง M_1 แล้วตกสู่เกรตติงแบบสะท้อนแสง เกรตติง G_1 ทำหน้าที่เลี้ยวเบนแสง ได้ลำแสงที่มีความยาวคลื่นเดียวผ่านสู่กระจกเงาโค้ง M_2 และทำหน้าที่โฟกัสสู่ช่องเล็กยาวออก S_2 ของตัวทำแสงเอกรงค์ที่ใช้กระตุ้น ระบบแสงช่วงนี้เรียก ครอสเซอร์นีเทอร์เนอร์ (Cross Czerny Turner) เลขเอฟมีค่า 3 ความกว้างช่องเล็กยาวมีให้เลือก 3, 10

และ 20 นาโนเมตร เมื่อหมุนปุ่มปรับความยาวคลื่นเปลี่ยนมุมเกรตติงของตัวทำแสงเอกรงค์ที่ใช้กระตุ้นจะได้ความยาวคลื่นตามต้องการ

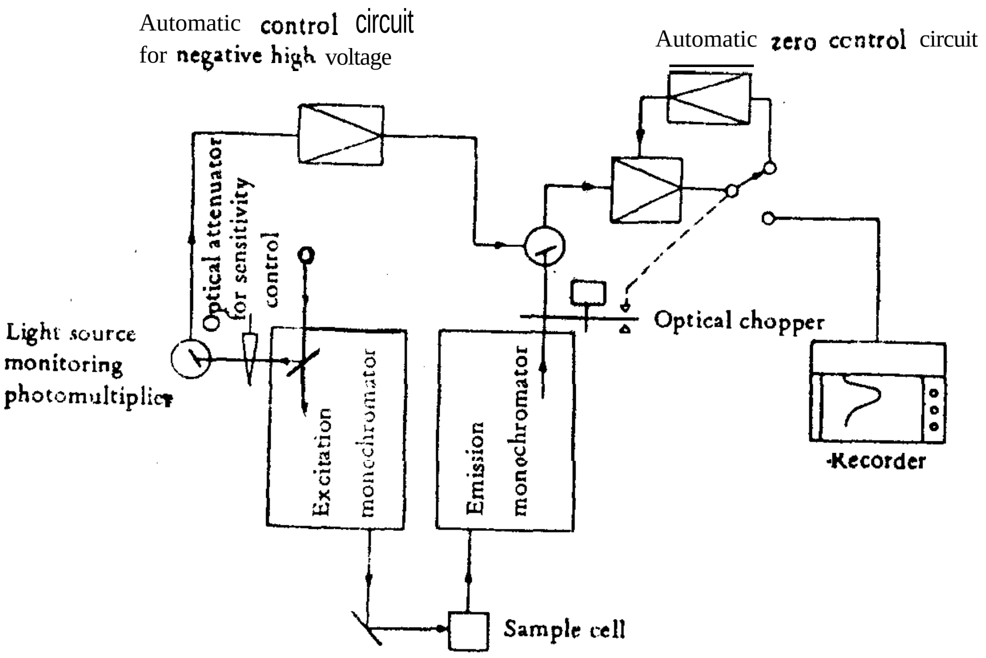
แสงที่มีความยาวคลื่นเดียวที่ออกจากตัวทำแสงเอกรงค์ ที่ใช้กระตุ้นผ่านเข้าสู่เลนส์รวมแสง L_2 และ L_3 แล้วเข้าชนเซลล์ใส่สารตัวอย่างในแนวขนานด้านกว้าง 1 ด้าน ยาว 6 มิลลิเมตร

ความเข้มฟลูออเรสเซนซ์เปลี่ยนเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน การวิเคราะห์ที่ต้องการผลแม่นมากจึงต้องควบคุมอุณหภูมิของสารตัวอย่าง ความเข้มแสงฟลูออเรนเซนซ์ที่ออกจากที่ใส่เซลล์ C_1 ถูกรวมแสงโดยเลนส์ L_4 และ L_5 แล้วเข้าสู่ช่องเล็กยาวเข้า S_3 ของตัวทำแสงเอกรงค์ที่ปล่อยออกมา

ความเข้มแสงฟลูออเรสเซนซ์ผ่านออกจากช่องเล็กยาวออก S_4 ถูกตัดด้วยช๊อพเพอร์ผ่านเข้าสู่หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์เพื่อเปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ตัวทำแสงเอกรงค์ที่ปล่อยออกมาเป็น ครอสเซอร์นีทอร์เนอร์ เลขเอฟมีค่า 9 ความกว้างช่องเล็กยาวปรับได้ 3 ค่า 5, 10 และ 40 นาโนเมตร

ระบบวัด

สัญญาณที่ออกจากเครื่องแปรโดยตรงกับความเข้มของแหล่งกำเนิดแสงที่เปลี่ยนไป เครื่องอาร์เอฟ 510 ใช้แหล่งกำเนิดแสงที่ทำงานคล้ายกับระบบลำแสงคู่ โดยมีหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ซึ่งทำหน้าที่ชดเชยความเข้มของแหล่งกำเนิดแสง ที่เปลี่ยนไปทำให้การวิเคราะห์แม่น สัญญาณที่ได้ออกมามีขนาดสม่ำเสมอ เมื่อเปิดเครื่องทิ้งไว้นาน 3 นาทีก็ทำการวิเคราะห์ได้ ดังนั้น การวิเคราะห์ทำได้เลยแม้ว่าความเข้มแหล่งกำเนิดแสงไม่เสถียร วิธีการนี้ช่วยยืดอายุหลอดซีนอน เครื่องนี้มีช๊อพเพอร์ทำหน้าที่ตัดลำแสงด้วยความถี่ 120 เฮิรตซ์ จากความถี่ของแหล่งกำเนิดแสงที่ให้วงจรปรับอัตโนมัติประจำ โดยมีค่าเป็นศูนย์แต่ละครั้งที่ลำแสงถูกตัด ดังนั้นการปรับศูนย์จึงทำโดยอัตโนมัติ 120 ครั้งต่อนาที เครื่องมือนี้จึงแก้โดยใช้เส้นที่ฐานโดยไม่ปรับศูนย์ทำให้การวิเคราะห์สะดวกขึ้น



รูป 5-3 *ระบบวัดแสงของเครื่อง อาร์เอฟ 510*

การวัด

วิธีการควบคุมการใช้เครื่องในหัวข้อนี้เหมือนกับวิธีการใช้เครื่อง ก่อนใช้เครื่องควรศึกษารายละเอียดการวัดก่อน

ตรวจสอบก่อนเสียบปลั๊ก

เสียบปลั๊กกำลังกระแสสลับหลังจากตรวจสอบขั้นตอนต่อไปนี้

1. กำลังของหลอดซีนอน

   สวิตซ์สแตนบาย 1 ปิด "ออฟ"

   สวิตซ์กำลัง 2 ปิด "ออฟ"

2. ตัวเครื่องอาร์เอฟ

   สวิตซ์กำลัง 5 ปิด "ออฟ"

   ที่ปรับความต่างศักย์แรงสูง โมดเอชวี 6 "แมนนัวล์"

ปุ่มปรับความต่างศักย์แรงสูง 7 ทวนเข็มนาฬิกาจนสุด

สวิตซ์เลือกเกน 8 ปุ่มหยาบ ทวนเข็มนาฬิกาสุด

สวิตซ์เลือกเกน 8 ปุ่มละเอียด ทวนเข็มนาฬิกาจนสุด

ปุ่มปรับสเกน 9 อยู่ตำแหน่งตรงกลาง

ปุ่มปรับสภาพไวอัตโนมัติ 10 อยู่ที่ตัวเลขมากกว่า 3

ปุ่มปรับชัตเตอร์ 11 ปิด "ออฟ"

สวิตซ์เลือกการตอบสนอง 12 "เอม"

3. เครื่องบันทึก รุ่น TR-250-IP

"สวิตซ์" กำลัง 1 "ออฟ"

ปากกาอยู่ที่ตำแหน่ง "อัพ"

สวิตซ์เลือก ซี เอ แอล ซี เอส เค เอม อี เอ เอส เป็น "ซี เอส เค"

สวิตซ์เลือกช่วง 19 "10"

การเปิดเครื่องมือ

กำลังที่ให้กับหลอดซีนอน ให้เริ่มต้นดังนี้

1. เปิดสวิตซ์ 2

2. เปิดสวิตซ์สแตนบาย 1 พัดลมระบายความร้อนให้แก่แหล่งจัดหากำลังเริ่มทำงานเพื่อที่จะป้อนกำลังให้หลอด

3. กดปุ่ม 4 หลอดซีนอนติด

4. การปิดหลอดซีนอนให้ลดศักย์แรงสูงบนเครื่องอาร์เอฟ 510 ไปที่แมนนัวล์และปิดสวิตซ์ 1 รอสักครู่ให้หลอดเย็น ปิดสวิตซ์ 2

ถ้ากดปุ่ม 4 แล้ว หลอดไม่ติดพร้อมกับมีเสียงดังเล็กน้อยให้ทำการตรวจสอบดังนี้ ปิดสวิตซ์ 1 และ 2 ถอดปลั๊กแหล่งจัดหากำลังของหลอดซีนอน ถอดหลอดและตรวจดูว่าขั้วหลอดแน่นหรือไม่ แล้วเปิดใหม่ ถ้าหลอดไม่ติดให้แจ้งบริษัทที่รับซ่อม

เครื่องบันทึกจากตอนเครื่องบันทึก ถ้าไม่มีเครื่องบันทึกให้ทำตามข้อ 8

5. เปิดเครื่องบันทึก สวิตซ์ 1

6. ปรับปุ่มบังคับซีโร 9 จนเข็มชี้ที่ศูนย์

7. ปรับปุ่ม 10 ไปยัง เอม อี เอ เอส ของเครื่องอาร์เอฟ

8. เปิดสวิตซ์เครื่อง 5

9. ปรับปุ่มปรับตัวเลขให้เป็นศูนย์ 17 จนอ่านตัวเลขได้ศูนย์ ถ้าใช้เครื่องบันทึกก็ให้เครื่องบันทึกอ่านศูนย์โดยปรับปุ่ม 9

การปรับแหล่งกำเนิดแสง

การปรับแหล่งกำเนิดแสงเพื่อให้เครื่องมือทำงานได้ดีที่สุด การวิเคราะห์ฟลูออเรสเซนซ์แสงอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 400 นาโนเมตรนิยมใช้กระตุ้นสารตัวอย่าง ดังนั้นจึงปรับแหล่งกำเนิดแสงในช่วงแสงยูวี

การปรับละเอียดให้ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ใส่น้ำปราศจากไอออนหรือน้ำประปาลงในเซลล์ ตรวจดูว่าไม่มีฟองอากาศ ใส่เซลล์ลงในที่ใส่เซลล์ 46 ตรงมุมในซ้าย ปิดฝา

2. ปรับสวิตช์เลือกเกน เป็น “X 100”

3. ปรับปุ่มซีโร 17 ให้ตัวเลขอ่านได้ศูนย์หรือเครื่องบันทึกเข็มชี้ศูนย์ขณะที่ควบคุมชัตเตอร์อยู่ที่ปิด “โคส”

4. ตั้งความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้น 23 จนอ่านตัวเลขได้ 350 นาโนเมตร

5. ตั้งความยาวคลื่นที่ส่งออกมา 26 จนอ่านตัวเลขได้ 395 นาโนเมตร

6. ตั้งความกว้างช่องเล็กยาวของแสงที่ใช้กระตุ้น 24 และความกว้างช่องเล็กยาวของแสงที่ส่งออกมา 27 เป็น 10 นาโนเมตร

7. ปรับที่ควบคุมชัตเตอร์ 11 เป็นเปิด “โอเพน”

8. หมุนที่ควบคุมความต่างศักย์ 7 ไปตามเข็มนาฬิกาปรับจนตัวเลขบนหน้าปัดอ่านได้ 50.0 หน่วย

9. ปรับปุ่มปรับหลอดด้านข้าง 41 จนอ่านค่าตัวเลขบนหน้าปัดสูงสุด ถ้าตัวเลขบนหน้าปัดเกิน 1,999 ให้หมุนปุ่มปรับความต่างศักย์ 7 ทวนเข็มนาฬิกาแล้วปรับปุ่มปรับหลอดด้านข้างจนอ่านตัวเลขได้สูงสุด

10. ปรับปุ่มปรับหลอดแนวดิ่ง 40 จนอ่านตัวเลขได้สูงสุด

11. สุดท้าย ให้ปรับปุ่มปรับหลอดด้านหน้าและด้านหลัง 42 จนอ่านตัวเลขได้สูงสุด

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือ

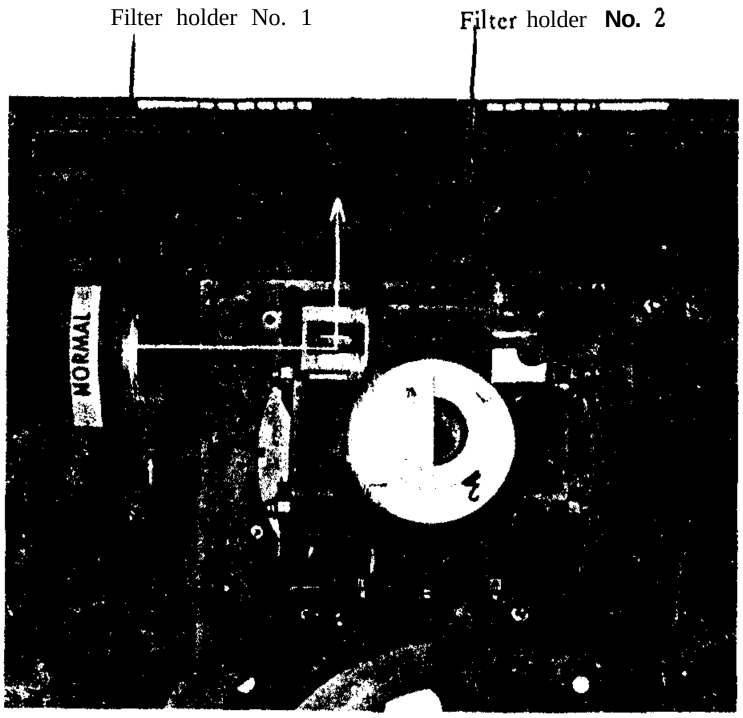
หลอดซีนอน

แหล่งกำเนิดแสงได้จากหลอดซีนอน 150 วัตต์ มีสองแบบ แบบธรรมดาและแบบที่ไม่ให้โอโซน โอโซนที่เกิดจากหลอดมีอันตรายต่อร่างกายมากจึงจำเป็นต้องทำลายแก๊สที่เกิดจากหลอดแบบธรรมดาโดยไล่แก๊สที่ออกจากหลอด หลอดแบบธรรมดาให้ช่วงความยาวคลื่นจาก 220 นาโนเมตรเป็นต้นไป ส่วนหลอดที่ไม่ให้แก๊สโอโซนให้ช่วงความยาวคลื่นจาก 240 นาโนเมตรเป็นต้นไป ราคาและอายุการใช้งานเท่ากัน

ฟิลเตอร์แบบคัพออฟตัดคลื่นที่เกิดจากการกระจายอันดับสอง

ฟิลเตอร์ด้านเอกไซเทชัน

ตัวทำแสงเอกรงค์ที่ใช้กระตุ้นเป็นแบบเกรตติงแบบสะท้อนแสง ให้แสงที่มีความยาวคลื่นที่ต้องการผ่านออกมากับคลื่นที่เกิดจากการเลี้ยวเบนอันดับสอง ความยาวคลื่นแสงที่เกิดจากการเลี้ยวเบนอันดับสองที่ออกมาเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นที่ต้องการ เมื่อใช้หลอดซีนอนแบบธรรมดา การแทรกสอดของคลื่นอันดับสองเกิดเมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดแสงมีความยาวคลื่นมากกว่า 440 นาโนเมตร ดังนั้น แสงที่ใช้กระตุ้นที่มีค่ามากกว่า 440 นาโนเมตรจำเป็นต้องตัดการแทรกสอดเนื่องจากการเลี้ยวเบนอันดับสองโดยใช้ฟิลเตอร์ชนิดคัทออฟใส่ในที่ฟิลเตอร์เลข 1 ปกติใช้แผ่นแก้วเป็นคัพออฟฟิลเตอร์เพื่อจัดการเลี้ยวเบนของคลื่นอันดับสอง แผ่นแก้วทำหน้าที่ตัดแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า 350 นาโนเมตร



รูป 5-4 ที่ใส่ฟิลเตอร์

ฟิลเตอร์เปล่ง

ตัวทำแสงเอกรงค์ที่เปล่งแสงเป็นแบบเกรตติง ความยาวคลื่นที่เกิดจากการเลี้ยวเบนอันดับสองผ่านออกมากับความยาวคลื่นตามต้องการ ความยาวคลื่นอันดับสองนี้มีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นที่ต้องการ เช่น ความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้นมีค่า 300 นาโนเมตร และความยาวคลื่นเปล่งที่ออกมา 600 นาโนเมตร แสงที่ใช้กระตุ้นที่ถูกกระเจิงออกมาและมีค่า 300 นาโนเมตร จะผ่านออกมาจากตัวทำแสงเอกรงค์ที่เปล่งแสง กรณีเช่นนี้ทำให้พบสเปกตรัมเปล่งที่ 600 นาโนเมตร ไม่ได้จากการเปล่งอย่างเดียว พีคนี้จะทำให้การทำปริมาณและคุณภาพวิเคราะห์ไม่แม่นที่ 600 นาโนเมตร เพื่อตัดปัญหานี้ ต้องใช้ คัท-ออฟฟิลเตอร์ ตัดแสงที่ความยาวคลื่นต่ำกว่า 300 นาโนเมตรออก และยอมให้แสงที่ความยาวคลื่นมากกว่า 300 นาโนเมตรผ่าน โดยการใส่ฟิลเตอร์นี้ลงในที่ใส่ฟิลเตอร์ เลข 2

แสงที่เกิดจากการเลี้ยวเบนอันดับที่สองที่ปรากฏที่ความยาวคลื่นที่เปล่งออกมา จะมีความยาวคลื่นเป็นสองเท่าของความยาวคลื่นในการกระตุ้นสาร ดังนั้นพีคของคลื่นที่เกิดจากการเลี้ยวเบนอันดับสองจะปรากฏร่วมกับสเปกตรัมเปล่ง จึงต้องใช้ฟิลเตอร์ชนิดคัทออฟช่วย

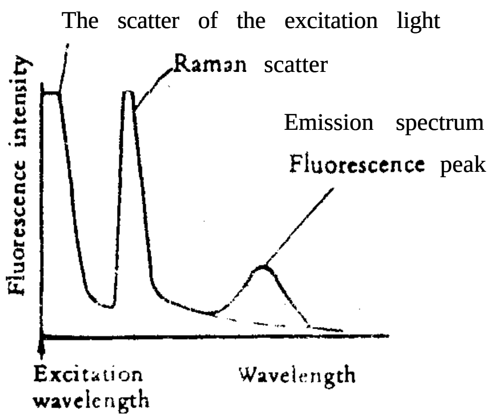
การใช้ฟิลเตอร์

สเปกตรัม	ฟิลเตอร์กระตุ้น	ฟิลเตอร์เปล่ง
สเปกตรัมกระตุ้น	กระตุ้นที่ความยาวคลื่นที่มากกว่า 440 นาโนเมตร ใช้แผ่นแก้วเป็นฟิลเตอร์	ความยาวคลื่นที่ปล่อยที่ยาวกว่า 440 นาโนเมตร ให้ใช้ฟิลเตอร์ที่เหมาะสม ปกติใช้แผ่นแก้ว
สเปกตรัมเปล่ง	ความยาวคลื่น กระตุ้นยาวกว่า 440 นาโนเมตร ให้ใช้ฟิลเตอร์ตัดคลื่นที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า 440 นาโนเมตร ทางด้านการกระตุ้น	ไม่ต้องใช้ฟิลเตอร์ถ้าสองเท่าของความยาวคลื่นที่กระตุ้นที่ออกมามีค่ามากกว่าความยาวคลื่นของพีคเปล่ง ถ้าไม่เป็นเช่นนี้ให้ใช้ฟิลเตอร์ ตัดคลื่นที่ใช้กระตุ้น และให้คลื่นที่เปล่งออกมา
การวิเคราะห์ปริมาณ	ความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้นที่ยาวว่า 440 นาโนเมตร ควรใส่แผ่นแก้วหนา 2 มิลลิเมตร ทำหน้าที่ตัดแสงอัลตราไวโอ-เลต ทางด้านกระตุ้น	ถ้าพีคฟลูออเรสเซนซ์ปรากฏที่ความยาวคลื่นสองเท่าของความยาวคลื่น กระตุ้น ให้ใช้ฟิลเตอร์ที่เหมาะสมใส่ทางด้านเปล่งแสง เพื่อตัดคลื่นที่เกิดจากการเลี้ยวเบนของคลื่นกระตุ้น

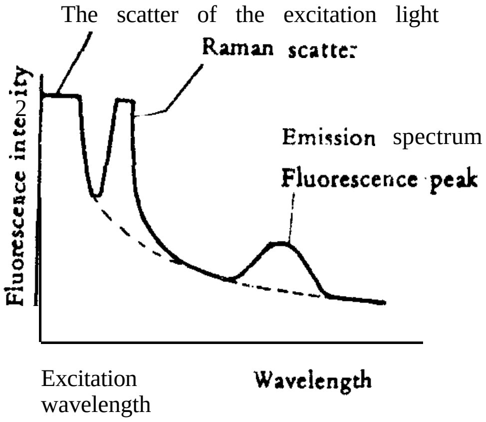
ถ้าใช้หลอดธรรมดาใช้ตารางข้างบนได้เลย ถ้าใช้หลอดที่ไม่ให้โอโซนออกมาให้เปลี่ยนความยาวคลื่น จาก 440 เป็น 480 นาโนเมตร

การใส่ฟิลเตอร์เพื่อเอาคลื่นที่กระเจิงที่มีความเข้มมากออก

สารตัวอย่างโปร่งแสงกระเจิงคลื่นที่ใช้กระตุ้นได้ดี โดยเฉพาะการวัดที่มีสภาพไวสูง เส้นที่ฐาน (เบสไลน์) จึงมีค่าสูงดังรูป 5-5 (ข)

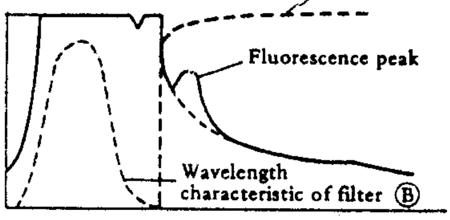


รูป 5-5 *(ก) สเปกตรัมเปล่งที่มีคลื่นที่ถูกกระเจิงน้อย*



รูป 5-5 *(ข) สเปกตรัมเปล่งที่มีคลื่นที่ถูกกระเจิงมาก*

ในกรณีนี้ขีดจำกัดในการวัดแคบ พีคฟลูออเรสเซนซ์อยู่บนไหล่ของคลื่นที่ถูกกระเจิง จึงต้องใช้คัทออฟฟิลเตอร์เพื่อป้องกันไม่ให้คลื่นที่ถูกกระเจิงออกจากตัวทำแสงเอกรงค์



รูป 5-6 *ใส่ฟิลเตอร์เพื่อตัดคลื่นที่ถูกกระเจิง*

เปล่ง ดังรูป 5-6 โดยใส่ฟิลเตอร์ A ลงในช่องใส่ฟิลเตอร์เลข 2 ตอนหน้าของตัวทำแสงเอกรงค์ที่กระตุ้น หรือใส่ฟิลเตอร์ B ลงในช่องทางออกของตัวทำแสงเอกรงค์กระตุ้น ถ้าต้องการผลวิเคราะห์ที่ดีควรใส่ฟิลเตอร์ทั้ง A และ B

ข้อควรระวังการเปลี่ยนสภาพไวขณะทำการปรับศูนย์

การใช้สารละลายอ้างอิงปรับศูนย์เพื่อบอกว่า ความเข้มฟลูออเรสเซนซ์ที่วัดได้เป็นของสารตัวอย่างเพียงอย่างเดียว

เมื่อใช้สารละลายอ้างอิงปรับให้อ่านความเข้มฟลูออเรสเซนซ์เป็นศูนย์โดยเลือกสภาพไวค่าใดค่าหนึ่ง เมื่อเปลี่ยนสภาพไวโดยการเปลี่ยนเกนหรือปุ่มบังคับสภาพไว ความเข้มฟลูออเรสเซนซ์ของสารละลายอ้างอิงจะเปลี่ยนไปจากศูนย์ ต้องหาแฟกเตอร์ของเกนที่เปลี่ยนไป แฟกเตอร์นี้หาจากการวัดสารละลายอ้างอิงใหม่และจดค่าที่เปลี่ยนไปจากศูนย์เมื่อเปลี่ยนสภาพไว

ถ้าใช้เครื่องบันทึกการเปลี่ยนสภาพไวของเครื่องบันทึกไม่มีผลต่อการเปลี่ยนค่าศูนย์ที่อ่านได้จากสารละลายอ้างอิง ความเข้มจริงหาได้จากค่าที่อ่านได้หารด้วยแฟกเตอร์สภาพไว

แสงไฟที่เตือน

แสงไฟที่เตือนจะสว่างขึ้นเมื่อหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ได้รับความต่างศักย์แรงสูงเป็นลบเกิน 950 โวลต์ หลอดนี้ไม่เสียเมื่อมีแสงเตือนเพราะความต่างศักย์ที่หลอดได้รับจะไม่เกิน 1,100 โวลต์ เมื่อเปิดชัตเตอร์แสงไฟที่เตือนสว่าง ต้องระวังไม่เปิดช่องใส่สารตัวอย่างเพื่อลดแสงจากภายนอกเข้าสู่หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ การแก้ไขให้หมุนปุ่มปรับสภาพไวเป็นแบบอัตโนมัติและเลื่อนสวิตซ์เกนเพื่อให้ไฟที่เตือนดับ

ข้อควรระวังในการวิเคราะห์

ตัวทำละลายระดับขั้นธรรมดาไม่เหมาะในการวิเคราะห์สารที่มีสภาพไวสูง เพราะตัวทำละลายนี้ยังคงให้พีคฟลูออเรสเซนซ์ที่มีขนาดเล็ก ตัวทำละลายที่ใช้ต้องบริสุทธิ์ เพื่อไม่ให้เกิดพีคฟลูออเรสเซนซ์

เซลล์

เซลล์ที่ใช้ในการวัดต้องทำจากควอร์ตซ์ และควอร์ตซ์บางชนิดให้แสงฟลู-ออเรสเซนซ์ ทำให้ขีดจำกัดในการตรวจหาเพิ่มขึ้นที่ใกล้ ๆ กับความยาวคลื่นของเซลล์ที่ให้ค่าฟลูออเรสเซนซ์

เซลล์ควอร์ตซ์ที่ใช้จึงต้องไม่ให้ค่าฟลูออเรสเซนซ์เพื่อทำให้การวิเคราะห์แม่นยิ่งขึ้น

การจับเซลล์

สารละลายที่ใส่ลงไปในเซลล์ไม่ควรเกิน 70 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันไม่ให้สารละลายหกลดผิวเซลล์และหกเปื้อนมือผู้วิเคราะห์ การเช็ดสารละลายที่หกเปื้อนผิวเซลล์ให้ใช้กระดาษทิชชูที่ไม่มีสารให้ฟลูออเรสเซนซ์ การวิเคราะห์ที่ต้องการสภาพไวสูงต้องระวังไม่ให้เซลล์ที่ใช้ชื้น เพราะทำให้ค่าฟลูออเรสเซนซ์ที่วัดได้ผิดไปมาก เซลล์ที่ใช้ราคาแพงมาก เวลาใช้วัดต้องระวังให้ดี

หมายเหตุ : การวิเคราะห์ที่ใกล้กับค่าขีดจำกัดในการตรวจหา ห้ามเปลี่ยนเซลล์ตำแหน่งเซลล์ (ด้านเซลล์ที่แสงชน)

แสงรามันที่ถูกกระเจิง

เมื่อวัดสารตัวอย่างโดยใช้เครื่องวัดและปรับให้สภาพไวสูง ตัวทำละลายอาจทำให้เกิดการกระเจิงของรามัน การเกิดการกระเจิงของรามันทำให้ขีดจำกัดในการตรวจหาเพิ่มขึ้น แสงที่เกิดจากการกระเจิงนี้เกิดจากการสั่นของโมเลกุลของตัวทำละลาย และปรากฏที่ความยาวคลื่นสูงกว่าความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้น 30 ถึง 50 นาโนเมตร ความกว้างของเส้นนี้มีค่าเท่ากับผลรวมของความกว้างเส้นของคลื่นกระตุ้นกับแถบความกว้างของตัวทำแสงเอกรงค์ที่ปล่อย การเปลี่ยนไปของความยาวคลื่นกระตุ้นมีผลให้การกระเจิงของรามันเปลี่ยนไปทางเดียวกัน

แต่พีคของฟลูออเรสเซนซ์ไม่เปลี่ยน การแก้ผลเนื่องจากการกระเจิงของรามันทับกับสเปกตรัม ทำได้โดยการเปลี่ยนความยาวคลื่น กระตุ้นไปจากที่เดิมเล็กน้อย มิฉะนั้นสภาพไวในการตรวจหาจะลดลง

ตาราง 5-1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นกระตุ้น และความยาวคลื่นของพีคที่เกิดจากการกระเจิงแบบรามัน

ตัวทำละลาย \ ความยาวคลื่นกระตุ้น (นาโนเมตร)	248	314	365	405	436
น้ำ	271	350	416	469	511
เอทานอล	267	344	409	459	500
ไซโคลเฮกเซน	267	344	408	450	499
คาร์บอนเททราคลอไรด์		320	375	418	450
คลอโรฟอร์ม		346	410	491	502

การแก้สภาพไว (กับพีคที่เกิดการกระเจิงแบบรามัน)

ประสิทธิภาพในการกระเจิงแบบรามันมีค่าคงที่ การใช้แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐานในการแก้สภาพไวเนื่องจากการกระเจิงนิยมใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.05 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรเป็นตัวทำละลายแล้วปรับสวิตช์เกนของเครื่องมือเป็น "X 100" ปรับความกว้างช่องเล็กยาวทั้งสองเป็น 10 นาโนเมตร ปรับความยาวคลื่นกระตุ้นสารตัวอย่างตามที่ต้องการ (เช่น 350 นาโนเมตร) และปรับความต่างศักย์ที่ให้กับหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์โดยปุ่มปรับสภาพไวอัตโนมัติ 10 จนค่าที่อ่านได้ตรงกับค่าของพีคที่ให้การกระเจิงแบบรามัน (เช่น 379 นาโนเมตร) การปรับนี้ต้องการให้สภาพไวของเครื่องมือมีค่าคงที่ เมื่อปรับเสร็จแล้วให้ลดสภาพไวโดยใช้สวิตช์เลือก "เกน"

อีกวิธีการแก้สภาพไวโดยใช้พีคฟลูออเรสเซนซ์พีคของสารตัวอย่างของแข็งหรือควินิน-ซัลเฟต

การเลือกความกว้างช่องเล็กยาว

แถบความกว้างตัวทำแสงเอกรงค์กระตุ้น มี 3 ขั้น 3, 10 และ 20 นาโนเมตร แถบความกว้างตัวทำแสงเอกรงค์เปล่ง มี 3 ขั้น 5, 10 และ 40 นาโนเมตร แถบกว้างที่เลือกใช้วัดสารตัวอย่างควรเลือกให้เหมาะสม

แถบกว้างของการกระตุ้น (นาโนเมตร)	แถบกว้างของการเปล่ง (นาโนเมตร)	ลักษณะที่ใช้วัด
10	10	วัดสารตามปกติ
3	10 หรือ 40	1. เพื่อลดอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเนื่องจากแสง 2. วัดสเปกตรัมกระตุ้นด้วยการแยกที่ดี
10 หรือ 20	5	วัดสเปกตรัมเปล่งที่ต้องการการแยกที่ดี
5	5	1. การวัดโดยวิธีเส้นที่ฐาน (Base Line) 2. ความยาวคลื่นของพีคของฟลูออเรสเซนซ์อยู่ระหว่างความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้นและความยาวคลื่นของเส้นรามัน
10 หรือ 20	40	เมื่อต้องการสภาพไวสูง วัดโดยใช้ความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้น และความยาวคลื่นที่เปล่งออกมาห่างกันมากกว่า 60 นาโนเมตร สภาพไวของการเปล่งที่วัดได้สูงกว่าการวัดการเปล่งที่ความกว้าง 10 นาโนเมตร ถึง 16 เท่า แถบกว้างที่ใช้กระตุ้น 20 นาโนเมตร สภาพไวที่ความยาวคลื่นนี้สูงกว่าที่ความกว้าง 10 นาโนเมตร ถึง 4 เท่า

การป้องกันการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเนื่องจากแสง

สารตัวอย่างบางชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเมื่อถูกแสง ทำให้คุณสมบัติทางฟลูออเรสเซนซ์ที่วัดได้เปลี่ยนไป การป้องกันการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทำได้โดยลดปริมาณแสงที่ให้ชนสารให้เหลือเท่าที่พอใช้ แสงฟลูออเรสเซนซ์ที่เกิดขึ้นออกมาได้มากที่สุด เมื่อความกว้างของความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้น 3 นาโนเมตร ความเข้มแสงจะลดลงเหลือเพียงเศษ 1 ส่วน 10 ของความกว้าง 10 นาโนเมตร

การใช้สวิตช์เลือก การตอบสนอง

ปกติ การวัดจะตั้งสวิตช์ "การตอบสนอง" ไว้ที่ตำแหน่งเอม (ขนาดกลาง)

1. เมื่อต้องการวัดความยาวคลื่นของพีคฟลูออเรสเซนซ์ โดยใช้การเปลี่ยนความยาวคลื่น **โดยใช้มือปรับ ต้องตั้งสวิตช์ปรับการตอบสนอง** (12) **ไว้ที่** เอฟ (เร็ว)

2. เมื่อต้องการบันทึกสเปกตรัมจากเครื่องบันทึก ตั้งสวิตช์ "การตอบสนอง" ดังนี้

ก. เมื่อบันทึกข้อมูลอย่างเร็ว ตั้งสวิตช์ไว้ที่ เอฟ (เร็ว) โดยใช้อัตราเร็วในการสแกน 100 นาโนเมตรต่อนาที

ข. เมื่อมีสัญญาณรบกวน ตั้งสวิตช์ไปที่ เอส (ช้า) โดยใช้อัตราเร็วในการสแกน 50 นาโนเมตรต่อนาที

ข้อควรระวัง : สวิตช์ที่ตำแหน่ง เอส (ช้า) และใช้อัตราเร็วในการสแกนความยาวคลื่น 100 นาโนเมตรต่อนาที พีคที่ได้จะกว้างหรือเปลี่ยนไปจากตำแหน่งเดิม 2 ถึง 3 นาโนเมตร พีคที่มีขนาดเล็กหรือไหล่พีคจะหายไป ดังนั้นจึงห้ามตั้งแบบนี้

วิธีลากเส้นที่ฐาน (Base line)

การหาปริมาณสารตัวอย่างทำได้ยาก ดังนั้นควรใช้วิธีลากเส้นที่ฐาน วิธีนี้ใช้ได้ดีเมื่อสารตัวอย่างและตัวทำละลายให้ฟลูออเรสเซนซ์ พีคของสารตัวอย่างอยู่บนเส้นที่ฐานที่ลาดเอียง ความลาดเอียงของเส้นที่ฐานเนื่องจากตัวทำละลายมีค่าคงที่ ส่วนความสูงพีคฟลูออเรสเซนซ์เนื่องจากสารตัวอย่างเปลี่ยนไปเมื่อเปลี่ยนปริมาณ เส้นที่ฐานเปลี่ยนไปจึงลบล้างกันได้ วิธีนี้ใช้วิเคราะห์ความเข้มของพีคฟลูออเรสเซนซ์ โดยการดัดแปลง

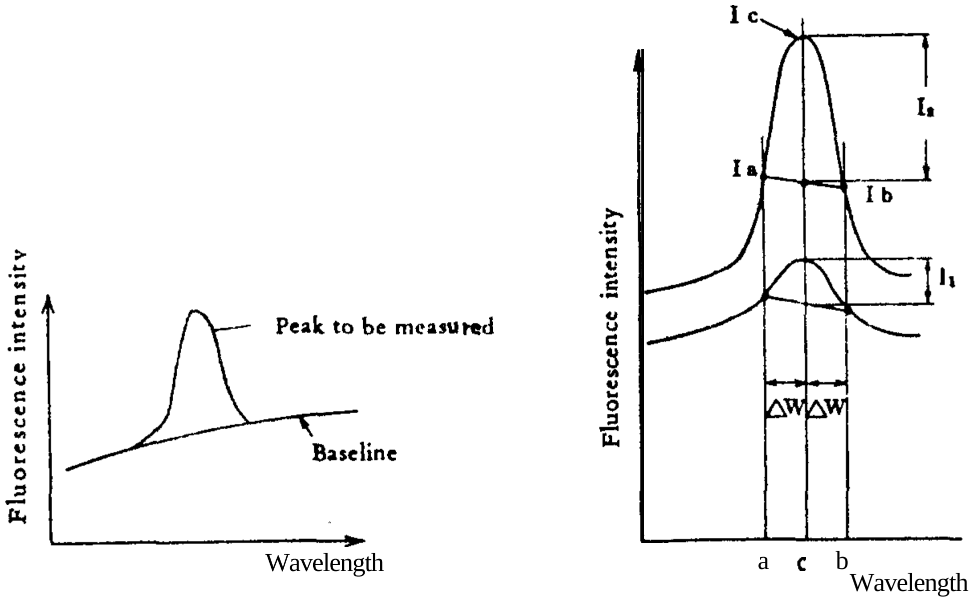
$$I = I_c - \frac{1}{2}(I_a + I_b)$$

I ความเข้มของพีคที่มีการดัดแปลง

I_c ความเข้มของพีคเดิม

I_a และ I_b ความเข้มของฟลูออเรสเซนซ์ที่ความยาวคลื่นต่างกัน $\pm \Delta W$ นาโนเมตร เทียบกับความยาวคลื่นของพีค

การวิเคราะห์ปริมาณจากฟลูออเรสเซนซ์ที่เปล่งทำได้จากการลากเคอร์ฟมาตรฐาน เพื่อหา I ดังรูป 5-6 B เป็นค่า I_2 เมื่อใช้ ΔW 5 นาโนเมตร วิธีนี้ให้ค่าถูกต้องพอควร



รูป 5-7 *(ก), (ข)*

การวิเคราะห์ปริมาณทำได้จากการสร้างเคอร์ฟมาตรฐาน โดยใช้หลักการดัดแปลงความเข้มพีค ค่า I ที่ดัดแปลงในรูป B คือ I_2 เมื่อใช้ ΔW มีค่า 5 นาโนเมตร และแถบความกว้างของตัวทำแสงเอกรงค์เปล่งเป็น 10 นาโนเมตร วิธีนี้จะทำให้การวิเคราะห์แม่นยิ่งขึ้น เช่น เบนซ์ไพรีน วิเคราะห์จากวิธีเส้นที่ฐาน โดยการสแกนตัวทำแสงเอกรงค์กระตุ้น การใช้แถบกว้าง 3 นาโนเมตรดีกว่า 10 นาโนเมตร

วิธีการใช้เครื่องสเปกโทรฟลูออโรมิเตอร์ รุ่น อาร์เอฟ 510

ตอนที่หนึ่ง การตรวจสอบขั้นต้น

(แหล่งจัดหากำลังให้กับหลอดซีนอน)

1. ปิดสวิตช์สแตนบาย 1
2. ปิดสวิตช์กำลัง 2

   (เครื่องสเปกโทรฟลูออโรมิเตอร์)
3. ปิดสวิตช์เครื่องที่อยู่ทางด้านหน้าปัดข้างขวา 5
4. ปรับปุ่มปรับความต่างศักย์แรงสูง 6 ให้ปุ่มบังคับอยู่ที่ "แมนนัวล์"
5. หมุนปุ่มบังคับความต่างศักย์แรงสูง 7 บนแผงหน้าปัดไปทวนเข็มนาฬิกาจนสุด
6. ปรับสวิตช์เลือก "เกน" 8 บนแผงหน้าปัดไปที่ "X 1" และหมุนปุ่มปรับละเอียดไปทวนเข็มนาฬิกาจนสุด
7. ปรับปุ่มสแกน 9 บนแผงหน้าปัดไปที่ตำแหน่ง "ตรงกลาง"
8. ปรับสวิตช์ที่ควบคุมสภาพไวอัตโนมัติ 10 โดยหมุนตามเข็มนาฬิกาจนกระทั่งอ่านตัวเลขได้ "9.0"
9. ปรับชัตเตอร์ 11 ไปที่ "โคส"
10. ปรับสวิตช์เลือกการตอบสนอง 12 บนแผงหน้าปัดไปที่ "เอม"
11. ปรับเวลาที่ใช้ในการรวมสัญญาณเป็น 0.2 วินาที
12. ปิดสวิตช์เครื่องขยายเครื่องบันทึก 1 "ออฟ"
13. ยกปากกาขึ้นโดยปรับปุ่มยกปากกาขึ้น "อัพ"
14. ปรับสวิตช์ที่เลือกตรวจสอบและวัด 10 ไปที่ตรวจสอบ "ซีเอชเค"
15. ปรับสวิตช์เลือกช่วง 19 ไปที่ "X 10"
16. ปิดสวิตช์ที่ขับเคลื่อนกระดาษกราฟ 16
17. ปรับปุ่มบังคับกระดาษกราฟ 21 เป็น "ฟรี"

ตอนที่สอง การเปิดเครื่องมือ

(แหล่งจัดหากำลังให้กับหลอดซีนอน)

1. เปิดสวิตช์หลอดซีนอน 2
2. เปิดสวิตช์สแตนบาย 1

3. กดปุ่มของสวิตช์ 4*

(หน้าปัดเครื่องบันทึก)

4. เปิดสวิตช์เครื่องบันทึก 1**

5. ปรับกระดาษกราฟให้เป็นศูนย์ โดยใช้ปุ่มปรับ 9 ให้เป็นศูนย์

6. ปรับสวิตช์เลือกของเครื่องบันทึก 10 ไปที่วัด "เอมอีเอเอส"

(หน้าปัดเครื่องอาร์เอฟ 510 ด้านขวา)

7. เปิดสวิตช์เครื่อง 5

8. ปรับปุ่มปรับศูนย์ 17 จนกระทั่งตัวเลขของเข็มวัดหรือเครื่องบันทึกชี้ที่ศูนย์

* หลอดอาจจะไม่ติดพร้อมกับมีเสียงดังเมื่อกดปุ่ม 4 ให้กดปุ่มออก และตรวจสอบดูว่า ต่อสายไฟเข้าขั้วถูกต้องหรือไม่ ให้ดูตามวิธีใช้เครื่องมือ

** เลือกความเร็วของกระดาษกราฟจาก 10 ถึง 60 มิลลิเมตรต่อนาที (50 เฮิรตซ์) ถ้าต่อกับที่บังคับภายนอกให้ปิดสวิตช์ขับเคลื่อนกระดาษ 16

ตอนที่สาม การวัด

(ที่ใส่สารตัวอย่างด้านหน้า)

ก. การทำปริมาณวิเคราะห์ โดยใช้ความยาวคลื่นกระตุ้น และทราบความยาวคลื่นเปล่ง และการสร้างกราฟมาตรฐาน

1. ใส่สารละลายตัวอย่างที่ต้องการวัดโดยใส่สารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำสุดลงไปสูง 70 เปอร์เซ็นต์ ของเซลล์ใส่สารตัวอย่าง แล้วให้ลำแสงผ่านสารละลายในแนวราบตอนบนทางด้านซ้ายของที่ใส่สารตัวอย่าง ปิดฝาช่องใส่สารตัวอย่าง

2. ปรับปุ่มความยาวคลื่นกระตุ้น 23 และความยาวคลื่นเปล่ง 26 โดยดูตัวเลขความยาวคลื่นบนหน้าปัด 22 และ 25

3. ปรับความกว้างของช่องเล็กยาวโดยที่เลือกความกว้างช่องเล็กยาว 24 และ 27 ปกติใช้ความกว้างช่องเล็กยาว 10 นาโนเมตร

4. ปรับสวิตช์เลือก "เกน" 8 ไปที่หยาบเป็น "X 100"

5. ปรับชัตเตอร์ 11 ไปเป็น "เปิด"

6. หมุนปุ่มปรับความต่างศักย์แรงสูง 7 ตามเข็มนาฬิกา จนอ่านตัวเลขบนหน้าปัดอ่านได้ประมาณ 50.0

7. ปรับปุ่มบังคับความต่างศักย์แรงสูง 6 เป็น "โมดออโต" ปรับปุ่มบังคับสภาพไว 10 จนตัวเลขบนหน้าปัดอ่านได้ใกล้ ๆ กับ 50.0 ถ้าต้องการเพิ่มสภาพไวให้หมุนทวนเข็มนาฬิกา

8. ปรับสวิตช์ 52 ที่ต้องการเลือกเวลาในการอ่านสัญญาณเป็น 1 หรือ 2 วินาที

9. วัดสารละลายอ้างอิง และสารละลายตัวอย่าง โดยวัดจากสารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยไปมาก

10. ปรับ "เกน" เป็น "X 100" ถึง "X 1" ขณะที่ทำการวิเคราะห์ ถ้าสารละลายตัวอย่างที่จะวัดต่อไปความเข้มข้นสูง ตัวเลขที่อ่านบนหน้าปัดจะออกนอกสเกล แม้ว่าปรับ "เกน" เป็น "X 1" แล้ว ให้หมุนปุ่มปรับสภาพไวอัตโนมัติตามเข็มนาฬิกา เพื่อลดค่าที่อ่านได้ลงเศษ 1 ส่วน 10

ข. การทำคุณภาพวิเคราะห์ (ไม่ทราบความยาวคลื่นกระตุ้นและเปล่ง) ให้เริ่มต่อจากข้อ 8 ของตอนที่ 2

1. ใส่สารละลายตัวอย่าง
2. ปรับปุ่มความยาวคลื่นกระตุ้น จนอ่านตัวเลขบนหน้าปัดได้ 300 นาโนเมตร หรือใช้ 375 นาโนเมตร
3. ปรับความกว้างของช่องเล็กยาวทั้งสองเป็น 10 นาโนเมตร
4. ปรับ "เกน" เป็น "X 100"
5. ปรับปุ่มบังคับความต่างศักย์แรงสูง 6 เป็น "ออโต"
6. ปรับชัตเตอร์เป็น "เปิด"
7. หมุนปุ่มบังคับสภาพไว 10 ทวนเข็มนาฬิกา และปรับให้เป็น 9.5
8. ค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับความยาวคลื่นของตัวทำแสงเอกรงค์เปล่งจากความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร ไปยังความยาวคลื่นต่ำ ขณะหมุนปุ่มนี้ให้สังเกตตัวเลขบนหน้าปัด ซึ่งเป็นพีคของฟลูออเรสเซนซ์ และเลือกความยาวคลื่นที่ให้พีคสูงสุด
9. ค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับความยาวคลื่นของตัวทำแสงเอกรงค์กระตุ้น จากความยาวคลื่น 300 หรือ 375 นาโนเมตร ไปยังความยาวคลื่นต่ำ ขณะหมุนปุ่มปรับความยาวคลื่นนี้ให้สังเกตดูตัวเลขบนหน้าปัดที่ให้ค่าสูงสุด ตรงกับความยาวคลื่นค่าใดถ้าตัวเลขที่อ่านได้อยู่นอกสเกลให้ปรับสภาพไวเพื่อไม่ให้ตัวเลขอยู่นอกสเกล
10. บันทึกค่าความเข้มของฟลูออเรสเซนซ์บนหน้าปัดไว้ขณะเปลี่ยนความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้น แล้วพล็อตค่าเหล่านี้กับความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้นจะได้สเปกตรัมการกระตุ้น

1. เมื่อใช้เครื่องบันทึกเขียนกราฟ ปรับความยาวคลื่นด้านตัวทำแสงเอกรงค์เปล่งไว้ที่ความยาวคลื่นที่ให้ความเข้มฟลูออเรสเซนซ์สูงสุด (จากข้อ 8) ตั้งความยาวคลื่นของตัวทำแสงเอกรงค์กระตุ้นไว้ที่ 375 นาโนเมตร ปรับความเร็วกระดาษกราฟตามต้องการ แล้วกดปุ่มสแกน 9 ไปยัง "อีเอกซ์" จะได้สเปกตรัมกระตุ้นโดยอัตโนมัติ จากกราฟคำนวณความยาวคลื่นกระตุ้น ตั้งความยาวคลื่นนี้ทางด้านตัวทำแสงเอกรงค์กระตุ้น ตั้งความยาวคลื่นตัวทำแสงเอกรงค์เปล่งไว้ที่ 550 นาโนเมตร (มากกว่าหรือน้อยกว่านี้แล้วแต่ความเหมาะสม) กดปุ่มสแกน 9 ไปยัง "อีเอม" จะได้สเปกตรัมเปล่งโดยอัตโนมัติ (ถ้าพล็อตด้วยอัตราเร็ว 100 นาโนเมตรต่อนาที ให้ตั้งสวิตช์การตอบสนอง (12) ไว้ที่ "เอฟ" ถ้าพล็อตด้วยอัตราเร็ว 50 นาโนเมตร ต่อวินาทีตั้งไว้ที่ "เอส"

ข้อควรระวังในการวัด

1. ปุ่มปรับ "ศูนย์ (ซีโร)" 17 ใช้วัดสารละลายอ้างอิงโดยปรับให้ตัวเลขบนหน้าปัดเป็นศูนย์ หรือจากเครื่องบันทึกให้เป็นศูนย์ เมื่อเปลี่ยนสวิตช์ปรับ "เกน" หรือปุ่มบังคับสภาพไว "ออโต" แล้ววัดสารละลายอ้างอิง ตัวเลขที่อ่านได้จะเบี่ยงเบนไปจากศูนย์ เมื่อเลื่อนปุ่มปรับ "เกน" ขณะวัดสารละลายตัวอย่าง ให้วัดสารละลายอ้างอิงทุกครั้ง และจดค่าที่อ่านได้จากการเปลี่ยน "เกน" แต่ละค่าไว้

2. การวิเคราะห์ที่ต้องการผลละเอียดมาก ให้ใช้เซลล์เพียงเซลล์เดียว เพราะแต่ละเซลล์ให้แสงอัลตราไวโอเลตผ่านได้มากน้อยต่างกัน

3. ความเข้มแสงฟลูออเรสเซนซ์ที่วัดได้จะเปลี่ยนไป ± 1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งเซลล์ ดังนั้น ควรวางเซลล์ที่ตำแหน่งเดิมสำหรับการวิเคราะห์ที่ต้องการผลแม่น

4. ค่าฟลูออเรสเซนซ์เปลี่ยนไปหลายเปอร์เซ็นต์เมื่อผิวเซลล์ที่ใส่สารด้านนอกเปียก ดังนั้น จึงใส่สารละลายให้สูงเพียง 70 เปอร์เซ็นต์ของความสูงของเซลล์ เพื่อกันสารละลายหกขณะวัด

ตอนที่สี่ การตรวจสอบสภาพไว "ต่อจากข้อ ๑ ของตอนที่สอง"

1. **ให้ใส่น้ำบริสุทธิ์ (น้ำปราศจากไอออน) ลงในเซลล์ฟลูออเรสเซนซ์ ใส่เซลล์นี้ลงในช่องในสุดด้านซ้าย และปิดฝาคลุมที่ใส่เซลล์**

2. ปรับสวิตช์เลือก "เกน" 8 ไปที่ "X 100"

3. ปรับปุ่มชัตเตอร์ 11 ไปตำแหน่งปิด ปรับปุ่มปรับศูนย์ 17 ให้เลขบนหน้าปัดอ่านศูนย์

4. ปรับความยาวคลื่นกระตุ้น 23 จนอ่านตัวเลขบนหน้าปัดเป็น 350 นาโนเมตร

5. ปรับความยาวคลื่นเปล่ง 26 จนอ่านตัวเลขบนหน้าปัด 25 เป็น 395 นาโนเมตร

6. **ตั้งความกว้างของช่องเล็กยาว 24 และ 27 เป็น 10 นาโนเมตร**

7. ปรับปุ่มชัตเตอร์ 11 ไปตำแหน่งเปิด

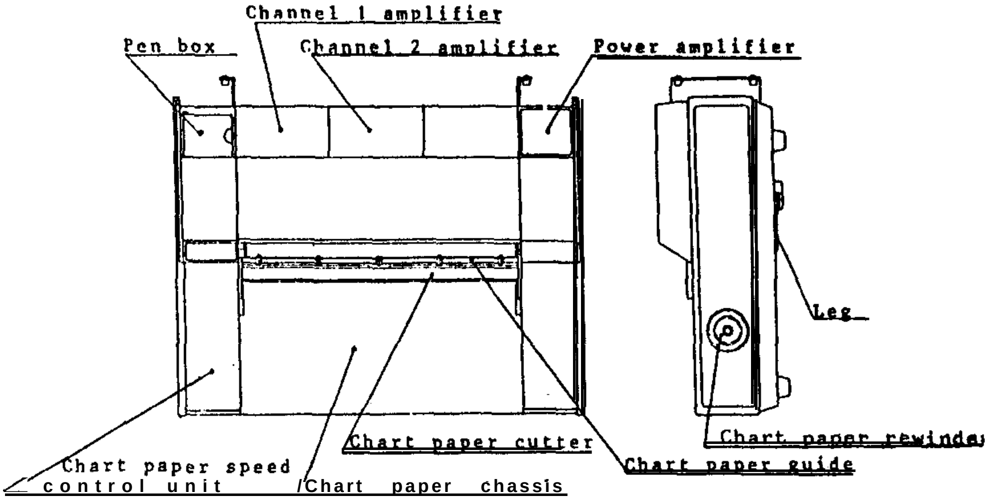
8. หมุนที่ปรับความต่างศักย์แรงสูง 7 ไปตามเข็มนาฬิกาจนสุด สังเกตดูว่าตัวเลขอ่านออกนอกสเกลหรือไม่ ปรับสวิตช์เลือก "เกน" 8 ไปที่ "X 50" และตรวจสอบตัวเลข ถ้า**มีตัวเลขบนหน้าปัดมากกว่า 600 หน่วย สภาพไวดีแล้ว ถ้าตัวเลขต่ำกว่า 600 ให้ปรับตำแหน่ง**ของหลอดซีนอนตามวิธีการปรับหลอดในหนังสือคู่มือ

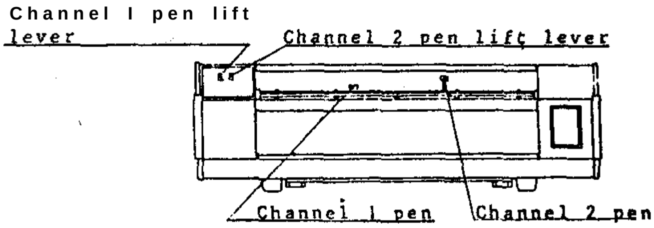
เครื่องบันทึก รุ่นทีอาร์-250-1 พี

สเปซิฟิเคชัน

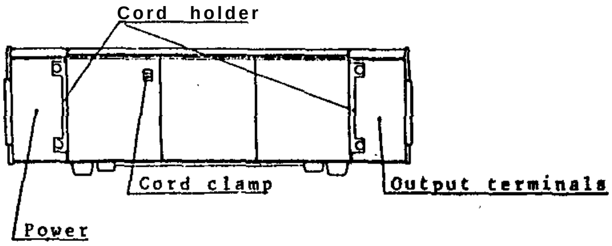
ช่อง	ระบบปากกาเดียว
วิธีการบันทึก	ปรับเส้นให้สมดุลโดยอัตโนมัติ
ช่วงการวัด	1, 2, 5, 10, 20, 50 มิลลิโวลต์ 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 และ 200 โวลต์ (ปรับได้ 17 ช่วง) ขึ้นกับความกว้างของแอมปลิจูด
สัญญาณเข้าได้สูงสุด	1-50 มิลลิโวลต์ ภายใน 30 โวลต์ 100-200 มิลลิโวลต์ภายใน 200 โวลต์
ความต้านทานของสัญญาณที่เข้ามา	คงที่ 1 เมกะโอห์ม
ระบบสัญญาณที่เข้ามา	แบบลอย
ความแม่น	± 0.15 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 2-50 มิลลิโวลต์ที่ 23 องศาเซลเซียส ± 0.2 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 0.1-200 โวลต์ที่ 23 องศาเซลเซียส

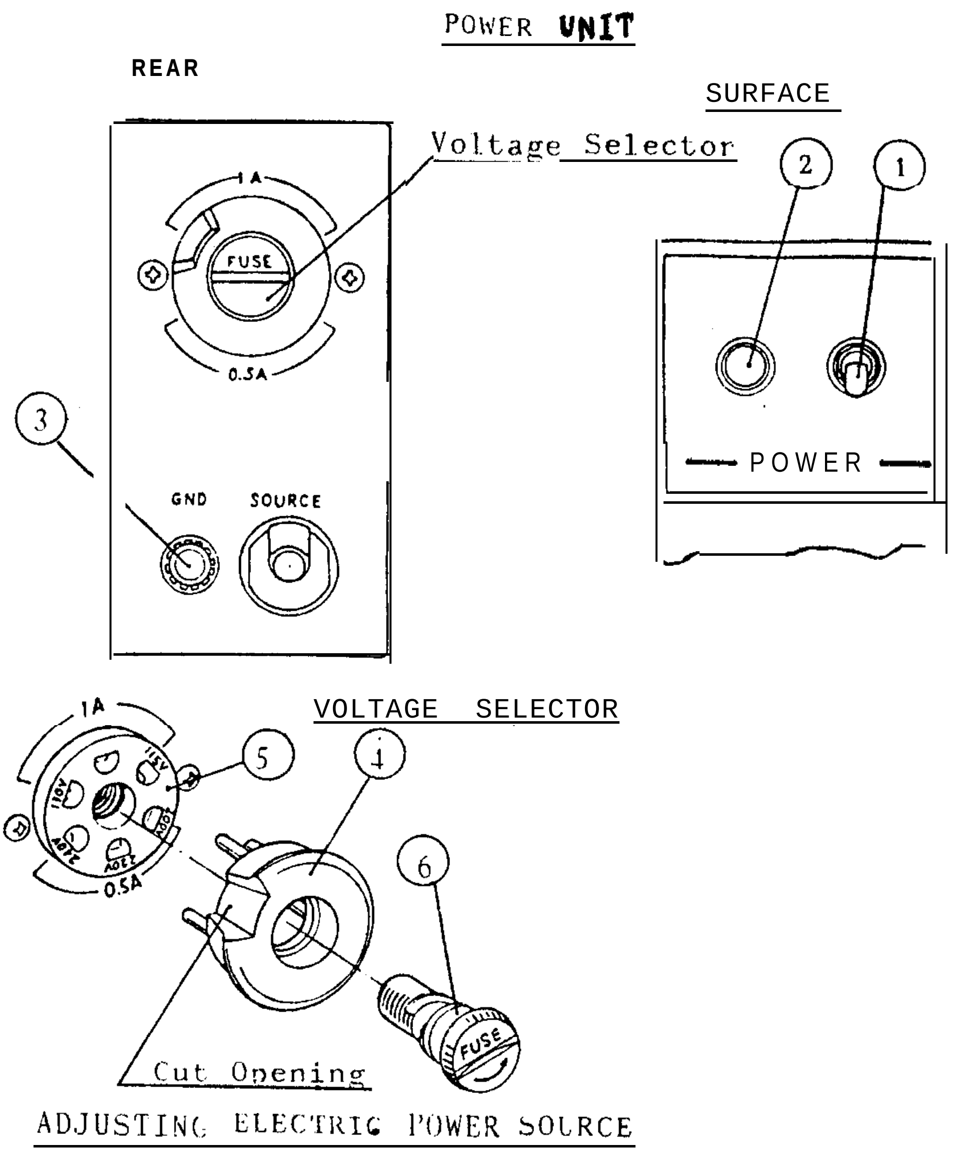
บวกและลบ	เปลี่ยนบวกและลบโดยใช้สวิตซ์
ความเร็วของปากกา	มากกว่า 750 มิลลิเมตรต่อวินาที
ช่วงการปรับศูนย์	ใช้สวิตซ์เช็คปรับศูนย์
ความเร็วของกระดาษกราฟที่บันทึก	10, 15, 20, 30, 40, 60 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง เซนติเมตรต่อชั่วโมง มิลลิเมตรต่อนาที และเซนติเมตรต่อนาที
เสียงสัญญาณเตือน	เมื่อกระดาษกราฟหมด ม้วนกระดาษและปากกาจะหยุดอัตโนมัติพร้อมกับมีเสียงออดกับแสงสัญญาณเตือน
กระดาษกราฟ	กว้าง 250 มิลลิเมตร ยาว 20 เมตร
ปากกาที่ใช้บันทึก	ปากกาปลายแหลมหมึกสีแดง
การบันทึกข้อมูล	3.5±1 การวัด 0.2 ถึง 0.4 วินาที
ระบบตัดการรบกวน	CMRR-DC 160 เดซิเบลล์ AC (50/60 เฮิรตซ์) 169 เดซิเบล miniumun ต่ำสุด
ช่วงอุณหภูมิ	0 ถึง 45 องศาเซลเซียส ความชื้น 45 ถึง 85 เปอร์เซ็นต์
ความต่างศักย์	กระแสสลับ 110/115/220/240 โวลต์ 50/60 เฮิรตซ์
มิติ	43.0×35.4×12.3 เซนติเมตร (กว้าง×ยาว×สูง)
น้ำหนัก	7 กิโลกรัม


Channel 1 amplifier
Pen box
Channel 2 amplifier
Power amplifier
Leg
Chart paper rewinder
Chart paper cutter
Chart paper guide
Chart paper speed control unit
Chart paper chassis


Channel I pen lift lever
Channel 2 pen lift lever
Channel 1 pen
Channel 2 pen

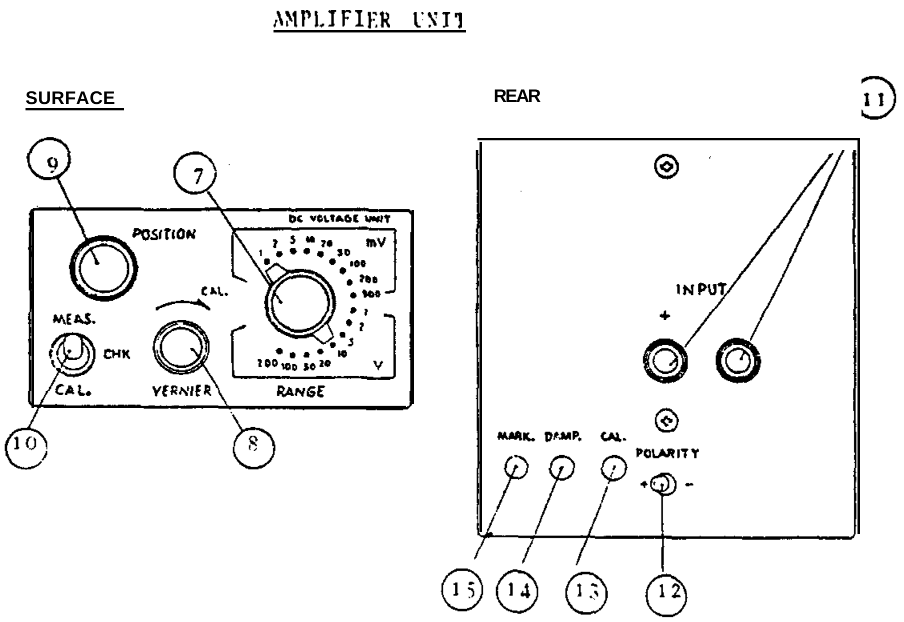
REAR


Cord holder
Cord clamp
Output terminals
Power



รูป 5-8 *เครื่องบันทึกด้านหน้าและหลัง*

1. **สวิตช์กำลัง**
2. **หลอดไฟของสวิตช์กำลัง**
3. ที่ต่อสายดิน
4. ปลั๊กที่ใช้เสียบเพื่อเลือกความต่างศักย์
5. เต้าที่ใช้เลือกความต่างศักย์
6. ฝาคลอบปิดฟิวส์



รูป 5-9 *ชุดเครื่องขยาย*

7. สวิตช์เปลี่ยนช่วงการวัด
8. สวิตช์ย่อยที่ใช้วัด
9. ปุ่มปรับจุดศูนย์

ตามเข็มนาฬิกา	เปลี่ยนไปทางขวา
ทวนเข็มนาฬิกา	เปลี่ยนไปทางซ้าย

10. สวิตช์ใช้ตรวจสอบจุดศูนย์

"ซีเอชเค"	ตรวจสอบจุดศูนย์
"เอมอีเอเอส"	วัดสัญญาณที่เข้ามา
"ซีเอแอล"	ใช้ปรับระยะห่างโดยเพิ่ม ± 1 มิลลิโวลต์

11. ที่เสียบสัญญาณเข้า

ความต่างศักย์บวกต่อกับ + ... ปากกาจะเลื่อนไปด้านซ้าย

ต่ออิมพีแดนซ์ (ความต้านทานเชิงซ้อน) ที่มีค่ามากเข้ากับปลาย "+"

ต่ออิมพีแดนซ์ที่มีค่าน้อยเข้ากับปลาย "−"

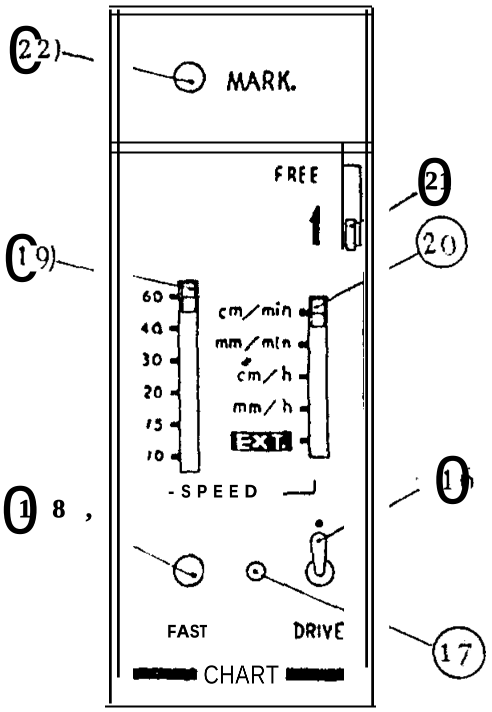
12. สวิตช์เปลี่ยนขั้ว +, −

"+" ความต่างศักย์บวกต่อกับปลาย "+" ปากกาจะเลื่อนไปทางขวา

"−" ความต่างศักย์บวกต่อกับปลาย "+" ปากกาจะเลื่อนไปทางซ้าย

13. การปรับระยะห่างมากสุดของความต่างศักย์ที่ใช้ในการวัด การปรับนี้เพื่อทำให้การวัดถูกต้อง

CHART PAPER SPEED CONTROL UNIT



รูป 5-10 *ชุดควบคุมความเร็วกระดาษกราฟ*

14. การปรับแดมปิง (การหน่วง)

ตามเข็มนาฬิกา	ระดับแดมปิงสูง
ทวนเข็มนาฬิกา	ระดับแดมปิงต่ำ

15. การปรับช่วงของปากกาที่วัด

ตามเข็มนาฬิกา	ช่วงของปากกากว้างมากขึ้น
ทวนเข็มนาฬิกา	ช่วงของปากกาแคบเข้า

16. สวิตช์ควบคุมการขับเคลื่อนของกระดาษกราฟ
17. หลอดไฟสำหรับสวิตช์ควบคุมการขับเคลื่อนของกระดาษกราฟ
18. สวิตช์ให้กระดาษกราฟเคลื่อนที่เร็ว

สวิตช์นี้ไม่ขึ้นกับสวิตช์ควบคุมการขับเคลื่อนของกระดาษกราฟ 16 สวิตช์นี้เลือกความเร็วของกระดาษกราฟ 19 และ 20 กระดาษกราฟเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 60 เซนติเมตรต่อนาที

19. สวิตช์เปลี่ยนความเร็วของกระดาษกราฟ
20. สวิตช์เปลี่ยนหน่วยความเร็วของกระดาษกราฟ
21. ปุ่มบังคับการทำงานของกระดาษกราฟ
22. กดปุ่มนี้เพื่อทำตำหนิบนกระดาษกราฟ

การติดตั้ง

1. ปรับสวิตช์และที่บังคับดังต่อไปนี้

กำลังสวิตช์ 1	"ออฟ"
สวิตช์ควบคุมการเคลื่อนที่ของกระดาษกราฟ 16	"ออฟ"
สวิตช์ควบคุมการเปลี่ยนความเร็วของกระดาษกราฟ 19	ตามที่ต้องการ
สวิตช์ควบคุมหน่วยความเร็วของกระดาษกราฟ 20	ตามที่ต้องการ
ที่บังคับการทำงานของปากกา 21 ...	ยกขึ้น
สวิตช์ใช้ตรวจสอบจุดศูนย์ 10	ซีเอชเค
สวิตช์ควบคุมการเปลี่ยนช่วงการวัด 7	ตามที่ต้องการ

สวิตช์สำหรับเปลี่ยนขั้ว +, − 12

ความต่างศักย์บวก .....+

ความต่างศักย์ลบ .....−

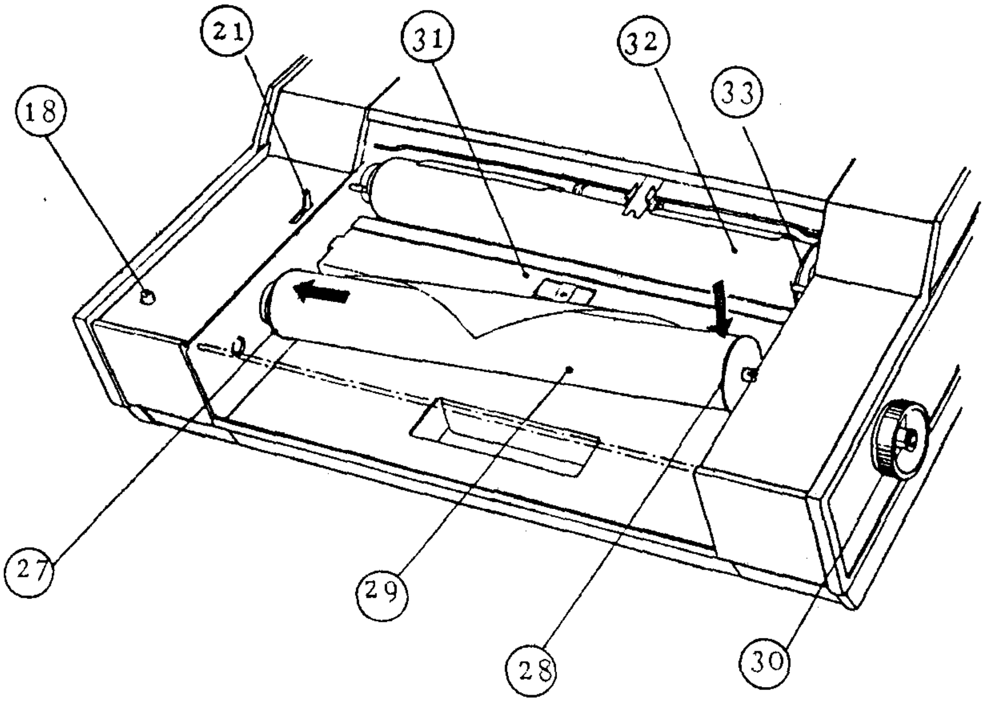
2. ต่อสายดินกับที่ต่อสายดิน 3
3. ต่อสายไฟเข้าเครื่องเข้ากับปลั๊กไฟ
4. ใส่กระดาษกราฟเข้าในที่ใส่กระดาษกราฟ
5. ใส่ปากกาบันทึกสัญญาณกับที่ใส่ปากกา
6. ต่อสายสัญญาณเข้าจากเครื่องอาร์เอฟ 510 เข้ากับที่เสียบให้สัญญาณเข้า 11
7. **หมุนสวิตช์กำลัง 1 เป็น "เปิด"**
8. วางปากกาบันทึกสัญญาณ 35 ลงบนกระดาษกราฟโดยใช้ที่บังคับยกปากกา

21

9. ปรับปากกาให้ชี้ที่ศูนย์ โดยใช้ปุ่มปรับศูนย์ 9
10. กดสวิตช์บังคับให้กระดาษเคลื่อน 16 เป็น "เปิด"
11. ปรับสวิตช์เพื่อตรวจสอบจุดศูนย์ 10 ไปที่ "เอมอีเอเอส"

* ถ้าต้องการบันทึกข้อมูลให้ถูกต้อง ให้เปิดเครื่องทิ้งไว้ก่อนใช้งาน 30 นาที

ที่ปรับการเคลื่อนที่ของกระดาษ



รูป 5-10 *ที่ปรับการเคลื่อนที่ของกระดาษกราฟ*

18. สวิตช์ใช้เลื่อนกระดาษอย่างเร็ว

21. ที่บังคับให้กระดาษกราฟเคลื่อนแบบอิสระ

27. ที่ยึดกระดาษกราฟ (เคลื่อนที่ได้)

28. ที่ยึดกระดาษกราฟ (เคลื่อนที่ไม่ได้)

29. กระดาษกราฟ

30. ที่หมุนกระดาษกราฟ

31. แผ่นบอกตำแหน่ง

32. ที่ขับเคลื่อนรูปทรงกระบอก

33. ปลายของที่ขับเคลื่อนทรงกระบอก

ที่ปรับกระดาษกราฟ

1. เปิดฝาที่ปิดเครื่องบันทึก

2. จับที่ยึดกระดาษกราฟ 28 ไปทางขวามือของม้วนกระดาษกราฟ และจับที่ยึดกระดาษกราฟ 27 อีกด้านหนึ่ง

3. จับที่ยึดกระดาษกราฟ 27 ไว้ทางด้านซ้าย และที่ยึดกระดาษกราฟ 28 ทางด้านขวาลงในช่อง แล้วกดที่ยึด 27 ลงไปในช่องด้านซ้าย

4. ตรวจดูว่าบ่าของที่ยึด 28 ลงไปในช่อง ของที่หมุนกระดาษกราฟ โดยการหมุนปุ่มปรับกระดาษ 30 หรือกระดาษกราฟ 29

5. หมุนสวิตช์ที่ใช้เลื่อนกระดาษอย่างเร็ว 18 เป็นออน หรือหมุนที่ขับเคลื่อน (drive drum)

เอกสารอ้างอิง

Recorder Model Tr - 250 - IP Instruction Manual, Tokyo Rikakikai Co., LTD. Tokyo, Japan.