

### รายการอ้างอิง

1. Dona, J.M., " Chemical Bath Deposition of CdS Thin Films, " J.Electrochem.Soc. 139, pp. 2810 - 2814, 1992.
2. Schock, H.W., "Solar Cells Based on  $\text{CuInSe}_2$  and Related Compounds : Recent Progress in Europe," Solar Energy Materials and Solar Cells. 34, pp. 19 - 26, 1994.
3. Stolt, L., and Hedstrom, "ZnO/CdS/CuInSe<sub>2</sub> Thin - Film Solar Cells with Improved Performance," J.Appl.Phys.Lett. 62, pp.597, 1993.
4. Richard, J., Fundamentals of Solid State Physis. pp. 30 - 57, John Wiley & Sons, New York, 1988.
5. Charles, K., Introduction to Solid State Physics. pp. 1 - 35, John Wiley & Sons, New York, 1971.
6. Poerschke, R., and O. Madelung, Data in Science and Technology Semiconductors other than Group IV Elenments and iii-V Compounds. pp. 28 - 112, Springer, Germany, 1992.
7. Sze, S.M., Physics of Semiconductor Devices. pp. 9 - 16, John Wiley & Sons, New york, 1981.
8. Crawford, W., An Introduction to Semiconductors. pp. 13 - 23, John Wiley & Sons, New-york, 1981.
9. Dekker, A.J., Solid State Physics. pp. 8 - 10, Prentice - Hall, New york, 1957.
10. Ohring, M., The Materials science of Thin Films. pp. 2 - 8, Academic Press, United Kingdom, 1992.
11. Cullity, B.D., Element of x - ray Diffraction. pp. 1 - 176, Addison - Wesley, Massachusetts, 1978.
12. Abelas, F., Optical Properties of Solids. pp. 23 - 40, North - Holland, London, 1972.
13. Johnson, E.J., Semiconductors and Semimetals, pp. 153 - 194, Acdemic Press, New York, 1967.

14. Greenaway, D.L., and G. Harbeke, Optical Properties and Band Structure of Semiconductor, pp. 5 - 33, Pergamon Press, 1988.
15. Smith, R.A., Semiconductors, pp. 74 - 96, Cambridge University Press, London, 1979.
16. Sze S.M., Physics of Semiconductor Devices, pp. 16 - 27, John Wiley & Sons, New York, 2nd ed., 1981
17. Singh, J., Semiconductor optoelectronics, pp. 95 - 98, McGraw - Hill, New York, 1995.
18. Ohring, M., The Materials science of Thin Films, pp. 451 - 455, Academic Press, United Kingdom, 1992.
19. Bube, R.H., Electrons in Solids, pp. 172 - 174, Academic Press, United Kingdom, 1992.
20. Runyan, W.R., Semiconductor Measurements and Instrumentation, pp. 67 - 91, McGraw-Hill, Bombay, New York, 1975.
21. Nair, P.K., and L.E. Samsore, " A Critical Discussion of The Very High Photoconductivity in Chemically Deposited Cadmium Sulfide Thin Films," Solar Energy Matter, pp. 211 - 227, 1987.
22. Chu, T.L., Chu, Shirley S., and C.Q., Wu; " Solution - Grown Cadmium Sulfide Films for Photovaltic Devices, " J.Electrochem.Soc., 139, pp. 2443 - 2446, 1992.
23. Pandya, D.K., and K.L. Chopra, " Growth Kinetics and Polymorphism of Chemically Deposited CdS Films," J.Electrochem.Soc., 127, pp. 943 - 948, 1980.
24. Nair, M.T.S., and P.K. Nair, " Conversion of Chemically Deposited Photosensitive CdS Thin Films to n-type by Air Annealing and Ion Exchange Reaction," J.Appl.Phys., 75, 1994.
25. Pliskin, W.A. and S.J. Zanin, in L.I. Maissel and R. Glang, Handbook of Thin Film Techology, pp. 11.1 - 11.54, McGraw-Hill, New York, 1970.
26. Runyan, W.R., Semiconductor Measurements and Tnstrumentation, pp. 175 - 178, McGraw-Hill, Bombay, New York, 1975.
27. Danaher, W.J., Lyons, L.E. and G.C. Morris, "Some properties of Thin Films of Chemically Deposited Cadmium Sulfide," Solar Energy Materials, 12, pp. 137 - 148, 1985.
28. Uda, H., Ikegami, S. and H. Sonomura, " Structural and Electrical Properties of Chemical Solution Deposited CdS Films for Solar Cells," Jpn.J.Appl.Phys., pp 30 - 33, 1990.

29. Dieter, K.S., Semiconductor Material and Device Characterization, pp. 14 , John Wiley & Sons, New York, 1990.
30. สุกคณศ ตุงคะสมิต, " ลักษณะเฉพาะทางไฟฟ้าของรอยต่ออวิวิพพันธ์ของเซลล์แสงอาทิตย์ CuInSe<sub>2</sub>/CdS ชนิดฟิล์มบาง", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ บัณฑิตมหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2538
31. Chatraphorn, S., Yoodee, K., Rattanathampan, K., Wongshaiboon, S., Songpongs, P., Burinbrakhon, T., Wongmaneeod, S., Chityuttakan, C., Tungasmita, S., Tangjuank, S., Saengkaew, N., and Sayawong, K., " The CuInSe<sub>2</sub> Based Solar Cell Program at Semiconductor Phsics Research Laboratory (SPRL) ", Proceeding 2nd Japan-Thailand Joint Seminar on Photovoltaics., pp.32 - 36, 1996

## ภาคผนวก

### การสร้างเครื่องมือการเตรียมฟิล์มบาง CdS โดยวิธีการเคลือบด้วยการอาบสารเคมี

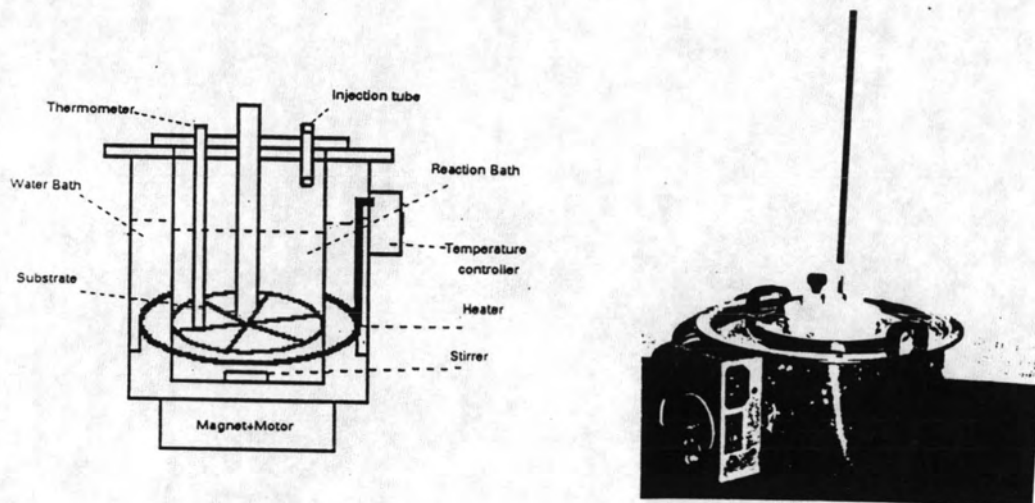
#### อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือประกอบด้วย

1. หม้ออลูมิเนียมพร้อมฝา
2. บีกเกอร์ขนาด 600 cm<sup>3</sup>
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. Teflon
5. เครื่องควบคุมอุณหภูมิ
6. Heater
7. Magnetic stirrer

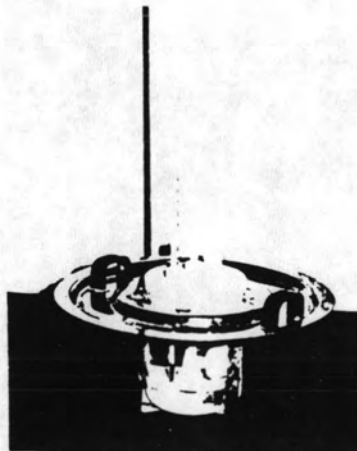
#### วิธีการสร้าง

จากรูปที่ 1ก เป็นชุดเครื่องมือที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยภาชนะที่ใส่ Water Bath ใช้หม้ออลูมิเนียม ซึ่งภายในจะมีหลอด Heater เป็นตัวทำให้เกิดความร้อนยึดเกาะกับตัวหม้อด้านใน และเชื่อมต่อกับเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ( วงจรแสดงในรูปที่ 2 ) ที่ยึดอยู่ทางด้านข้างของหม้ออลูมิเนียม ส่วน Reaction Bath ใช้บีกเกอร์ขนาด 600 cm<sup>3</sup> ตัวบีกเกอร์จะยึดเกาะกับฝาของหม้อ ฝาหม้อเจาะเป็นรูให้พอดีกับบีกเกอร์ขนาด 600 cm<sup>3</sup> แล้วใช้แผ่นอลูมิเนียมเป็นตัวฐานรองบีกเกอร์และยึดเกาะกับฝ้าหม้อดังรูปที่ 1 ข ส่วนฐานวางแผ่นรองรับ ( substrate ) ทำจาก Teflon ตัดเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.5 cm และกรีดให้เป็นร่อง 6 ร่อง ลึกประมาณ 1.5 mm กว้าง 1.5 mm ยาว 1.5 cm สำหรับใช้วางแผ่นรองรับกระจก วางได้ 6 ชิ้น ฐานวางแผ่นรองรับยึดเกาะด้วยแกน Teflon และยึดเกาะกับฝ้าของบีกเกอร์ที่ทำจาก Teflon โดยฝ้า Teflon เจาะรูไว้ 2 รู เพื่อไว้เสียบเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิของ Reaction Bath และอีก 1 รู ไว้สำหรับเติมสารเคมี และภายในบีกเกอร์ของ Reaction Bath มี Stirrer ทำจากแท่งแม่เหล็กสำหรับไว้กวนสารเคมีให้รวมตัวกัน ซึ่งจะทำงานสัมพันธ์กับเครื่องกวนโดยอาศัยอำนาจ

แม่เหล็กไฟฟ้า โดยเครื่องกวน (Magnetic stirrer) จะวางอยู่ใต้หม้อออลูมิเนียม

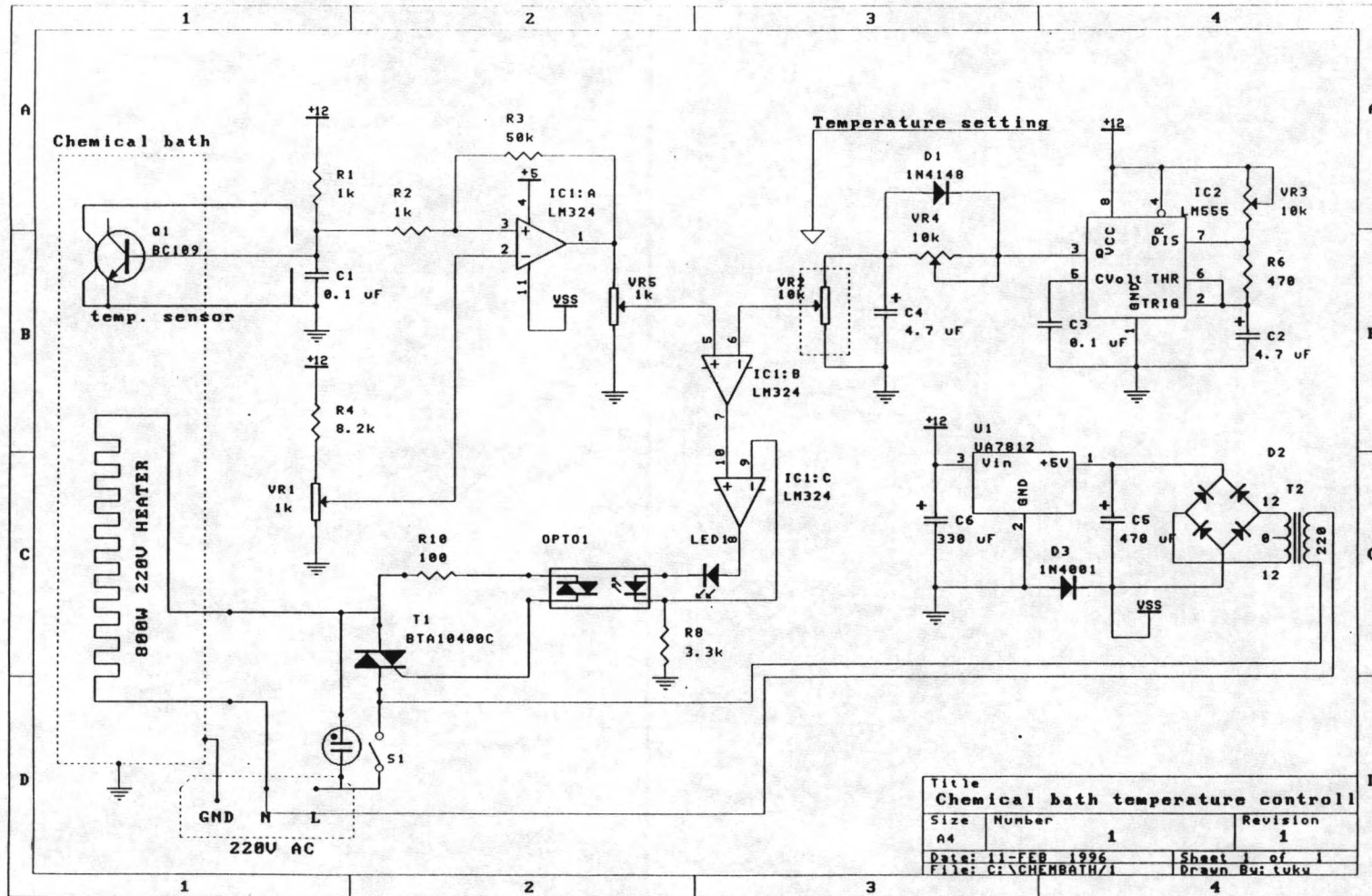


ก



ข

รูปที่ 1 แสดงภาพชุดเครื่องมือการเตรียมฟิล์มบาง CdS  
โดยวิธี CBD



รูปที่ 2 แสดงวงจรควบคุมอุณหภูมิ

## ประวัติผู้เขียน

นายสิงหนเดช แดงจวง เกิดเมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2509 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก เมื่อปี พ.ศ. 2530 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปัจจุบันรับราชการตำแหน่งอาจารย์ สังกัดกรมสามัญศึกษา

