

เอกสารอ้างอิง

1. วิรุฬห์ สายคณิต, สุพนิช พรานมทัต, ขจรยศ อยู่ดี, ภูษโณ เจริญกุล, รุ่งตรี กฤตยาภิรม, พยงค์ ตันศิริ, วิจิตร เล็งหะพันธ์, สมพงษ์ ฉัตรภากรณ์, อำไพ พงษ์ชา อาชเบจอนสัน, กิรณันต์ รัตนธรรมพันธ์, จงอร พีรานนท์, อัจฉรา ปรีชาวุฒิ, พัฒนะ ภาชนะพันธ์, "การศึกษาผลึกกึ่งตัวนำซาลโคไพไรต์ชนิดโลหะผสมเพื่อใช้ในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์" วารสารวิทยาศาสตร์, 34 (11), 932-948, 2523.
2. Shay, J. L., and J. H. Wernick, Ternary Chalcopyrite Semiconductors, pp. 1-15, Pergamon Press, London, 1975.
3. Stout, G. H., and L. H. Jensen, X-ray Structure Determination, pp. 38-39, 195-263, 369-398, Macmillan, New York, London, 1968.
4. Azaroff, L. V., Elements of X-ray Crystallography, pp. 2-51, McGraw-Hill, New York, 1968.
5. กำชัย ตรีชัยรัตน์, "การศึกษาโลหะผสมกึ่งตัวนำ $AgIn_{0.8}Ga_{0.2}Te_{2(1-z)}Se_{2z}$ โดยวิธีเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.
6. ทบวงมหาวิทยาลัย, เคมี เล่ม 1, หน้า 94-145, สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2526.
7. จันทิรา ชัยมงคล, อนินทรีย์เคมี, หน้า 42-99, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2525.
8. Jaffe, J. E., and A. Zunger, "Theory of the band-gap anomaly in ABC_2 Chalcopyrite Semiconductor," Phys. Rev. B., 29 (4), 1882-1906, 1984.

9. Abrahams, S. C., and J. L. Bernstein, "Piezoelectric Nonlinear Optic CuGaS_2 and CuInS_2 Crystal Structure: Sublattice Distortion in $\text{A}^{\text{I}}\text{B}^{\text{III}}\text{C}_2^{\text{VI}}$ and $\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{IV}}\text{C}_2^{\text{V}}$ Type Chalcopyrite," J. Chem. Phys., 59 (10), 5415-5422, 1973.
10. Klug, H. P., and L. E. Alexander, X-ray Diffraction Procedures, p. 58, John Wiley & Sons, Inc, New York, London, 1970.
11. Buerger, M. J., X-ray Crystallography, 29-58, 92-98, John Wiley & Sons, Inc, New York, London, 1966.
12. D' Eye, R. W. M., and E. Wait, X-ray Powder Photography in Inorganic Chemistry, pp. 70-99, Butterworths Scientific Publication, London, 1960.
13. Hägg, G., and N. O. Ersson, An Easily Adjustable Guinier Camera of High Precession, pp. 1-10, Uppsala University Institute of Chemistry, Sweden, n.d.
14. Uppsala University Institute of Chemistry, "An Introduction to the Determination of Accurate Data with Read from Diffractograms Obtained By the Guinier-Hägg Type Camera XDC-700," Uppsala, Sweden, 1975.
15. Deslattes, R. D., and A. Henins, "X-ray to Visible Wavelength Ratios," Phys. Rev. Lett., 31, 972-975, 1973.

16. Lundgren, J. O., A Series of Crystallographic Programs for the IBM 3031-004 System at the Computer Service Centre, Chulalongkorn University, pp. 1-46, Chulalongkorn University, 1984.
17. Johansson, R. D., T. Palm, and P. E. Werner, "An Automatic Microdensitometer for X-ray Powder Diffraction Photographs," J. Phys. E: Sci. Instrum., Vol. 13, 1289-1291, 1980.
18. Nuffield, E. W., X-ray Diffraction Method, pp. 296-341, McGraw-Hill, New York, 1968.
19. Jeffery, J. W., Method in X-ray Crystallographic, pp. 190-201, Academic Press, London & New York, 1971.
20. Ersson, N. O., An Interactive Computer Program for Guinier Film Data, pp. 1-7, Uppsala, 1984.
21. Buerger, M. J., Crystal-Structure Analysis, pp. 204-206, John Wiley & Sons, New York, 1967.
22. Macgillavry, C. H., G. D. Rieck, and K. Lonsdale, International Tables for X-ray Crystallography, Vol. III, Kynoch Press, Birmingham, England, 1962.
23. Norman, F. M. Henry, and K. Lonsdale, International Tables for X-ray Crystallography, Vol. I, Kynoch Press, Birmingham, England, 1965.
24. Sas, W. H., and P. M. de Wolff, "intensity Corrections for the Guinier Camera," Acta Cryst. 21, 826-827, 1966.

25. Malmros and Werner, "Automatic Densitometer Measurements of Powder Diffraction Photographs," Acta Chem. Scand., 27, 493-502, 1973.
26. Jenkins, R., and J. L. de Vries, An Introduction to X-ray Powder Diffractometer, pp. 1-41, N. V. Philips Gloeilampenfabrieken-Eindhoven-Holland, Netherlands, n.d.
27. Kindle, K. H., Analytic Geometry, pp. 115-122, McGraw-Hill, USA., 1950.
28. บัญชา ธนบุญสมบัติ, "โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณข้อมูลรูปทรงและวาดภาพผลึก," โครงการงานปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
29. Buerger, M. J., Vector Space and Its Application in Crystal Structure Investigation, pp. 1-180, John Wiley & Sons, New York, 1967.
30. ธงชัย พันธุ์เมธาฤทธิ, "ค่าคงที่โครงผลึกและช่องว่างแถบพลังงานของโลหะผสมกึ่งตัวนำ $\text{AgGaTe}_2(1-z)\text{Se}_{2z}$," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
31. Phillips, J. L., "Electronegativity and Tetragonal Distortions in $\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{IV}}\text{C}_2^{\text{V}}$ Semiconductors," J. Phys. Chem. Solids., 35, 1205-1209, 1974.
32. Benoit, P., P. Charpin, R. Lesueur, and C. Djega-Mariadassou, "Crystal Structure of Chalcopyrite AgInSe_2 ," Jpn. J. Appl. Phys. Suppl. 19-3, 19, 85-88, 1980.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การประมวลผลด้วยโปรแกรมของระบบฟิล์มสแกนเนอร์ (20)

โปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลของระบบฟิล์มสแกนเนอร์เขียนในภาษา BASIC II ข้อมูลทรานสมิซชันที่ผ่านเครื่องเปลี่ยนสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิทัลแล้ว จะส่งเข้าเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผล เนื่องจากเครื่องวัดฟิล์มสามารถวัดแยกข้อมูลบนฟิล์มใน 1 มม. ได้ 25 ค่าและขนาดของฟิล์มก็เนียร์ - เฮกซ์ที่ใหญ่สุดมีขนาด 25 x 180 มม. ดังนั้นความยาวของข้อมูลที่เก็บไว้ในไมโครคอมพิวเตอร์เท่ากับ $180 \times 25 = 4500$ ค่า ฟิล์มจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 มม./วินาที เพราะฉะนั้นใน 1 วินาทีข้อมูลทรานสมิซชันจะถูกวัด 50 ค่าหรือมีความถี่ 50 ค่า/วินาที การสแกนครั้งแรกเป็นการสแกนเพื่อเลื่อนฟิล์มเข้าข้างในจนสุดด้วยการขยายต่ำสุด ข้อมูลทรานสมิซชันจะถูกแสดงบนจอภาพและบอกค่าทรานสมิซชันสูงสุดที่ได้ซึ่งจะใช้ตั้ง (set) การขยายที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการวัดต่อไป โดยสามารถตั้งได้ 8 ระดับเพื่อให้ได้ค่าแฟกเตอร์การขยาย (amplification factor) ในช่วง $1 - 128(2^0 - 2^7)$ เครื่องเปลี่ยนสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิทัลให้ผลออก 12 บิต ดังนั้นสามารถตั้งการขยายให้ได้ค่าข้อมูลทรานสมิซชันสูงสุดในช่วง 2048 - 4095 เมื่อระดับการขยายที่เหมาะสมถูกคำนวณและกำหนดตั้งขึ้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเริ่มทำการสแกนฟิล์มเพื่อเก็บข้อมูลทรานสมิซชัน โดยฟิล์มจะเคลื่อนที่ย้อนกลับในทิศทางตรงกันข้ามกับครั้งแรกจนกลับมาอยู่ตำแหน่งตั้งต้น ข้อมูลทรานสมิซชันที่วัดในครั้งหลังนี้จะถูกเก็บไว้ในหน่วยจานแม่เหล็ก DR:1 กำหนดชื่อเป็น TRM - FILE ใช้แอเรย์อินทิเจอร์ (integer array) เป็นที่เก็บข้อมูล เป็นอันสิ้นสุดการทำงานของเครื่องวัดฟิล์ม ในช่วงนี้เราสามารถถอดฟิล์มออกจากเครื่องวัดฟิล์มได้ เพื่อให้ผู้ใช้ที่เกิดความสงสัยหรือไม่แน่ใจสามารถตรวจสอบตำแหน่งเส้นเลี้ยวเบนจากฟิล์มกับข้อมูลที่แสดงทางจอภาพที่จะใช้ในการประมวลผลขั้นต่อไป

การทำงานในขั้นต่อไปคือการนำข้อมูลใน TRM - FILE มาประมวลผล เพื่อคำนวณหาค่าความเข้ม ณ จุดต่อจุดที่สอดคล้องกันกับข้อมูลใน TRM - FILE ปริมาณที่น่าสนใจและเกี่ยวข้องกับเส้นการเลี้ยวเบนแต่ละเส้นคือ ค่าความเข้มและมุม

ของการเลี้ยวเบน ในการคำนวณมุมเลี้ยวเบนเราจะสมมติว่าตำแหน่งบนฟิล์ม (มุมเลี้ยวเบน) จะแปรโดยตรงกับเลขที่ช่องของแอเรียข้อมูล TRM - FILE โดยปกติเส้นปฐมภูมิจะคมและเล็ก ตำแหน่งของเส้นปฐมภูมิจะสัมพันธ์กับจำนวนช่องที่สแกนผ่าน ตำแหน่งของเส้นปฐมภูมิจะนิยามว่า คือจุดกึ่งกลางระหว่างจุด 2 ข้างของพีค ซึ่งมีค่า 50 % ของพีค ส่วนพีคของการเลี้ยวเบนแทนด้วยค่าต่ำสุดต่าง ๆ ในแอเรียข้อมูล ระยะ d ซึ่งเป็นระยะห่างของเส้นเลี้ยวเบนใด ๆ บนฟิล์มวัดจากเส้นปฐมภูมิ จะหาได้จากสมการ

$$d = a + bn \quad (1)$$

เมื่อ a = ค่าคงที่ ขึ้นกับตำแหน่งในแอเรียของพีคปฐมภูมิ

n = เลขที่ช่องของแอเรียที่สอดคล้องกับเลขที่ช่องแถบบนฟิล์ม

b = ค่าคงที่ของความชัน ขึ้นกับความกว้างของช่องแถบที่สแกน

สำหรับ Line Scanner LS - 18 จะมีค่าเท่ากับ 0.04 มม./ช่อง ส่วนการแปลงค่าแอเรียทรานสมิชชัน (transmission array) ไปเป็นค่าแอเรียความเข้ม (intensity array) ทำได้โดยใช้สูตร

$$I_o = \ln \left\{ \frac{T_B}{T_o} \right\} \quad (2)$$

เมื่อ I_o = ความเข้มรังสีเกิด

T_B = ค่าทรานสมิชชันภูมิหลังที่ได้จากการคำนวณ (calculated background transmission)

T_o = ค่าทรานสมิชชันที่ได้จากการวัดหรือค่าทรานสมิชชันรังสีเกิด (observe transmission)

ในกรณีที่มีความดำของฟิล์มไม่เป็นแบบเชิงเส้น (non - linear blackening)

เราสามารถแก้ไขโดยใช้สูตร

$$I_c = I_o (1 + I_o c) \quad (3)$$

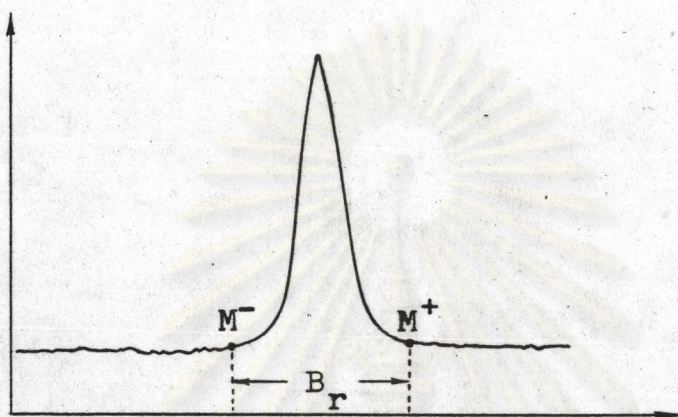
โดยที่ $c = 0.4$

เวอร์เนอร์และมาร์มรอส (Werner and Malmros) ได้อธิบายวิธีการหาค่า T_B โดยทำการแบ่งแอเรียทรานสมิชชันซึ่งตัดช่วงต้นและท้ายที่ไม่มีเส้นการเลี้ยวเบนแล้วออกเป็น 38 ส่วนให้แต่ละส่วนมีความยาวเท่า ๆ กัน ในแต่ละส่วนจะคำนวณหาตำแหน่งที่มีค่าทรานสมิชชันสูงสุด ตำแหน่งเหล่านี้ (วัดในเทอมของช่องที่สแกนซึ่งก็คือตำแหน่งของแอเรีย) ร่วมกับข้อมูลของจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายจะให้ค่าทรานสมิชชันสูงสุด 40 ค่า นั่นคือให้ข้อมูลเป็น 2 แอเรียแต่ละแอเรียยาว 40 ค่า ดังนั้นค่าภูมิหลัง T_B ที่จุดใด ๆ ที่เลือก สามารถที่จะคำนวณโดยวิธีอินเทอโพลेशनเชิงเส้น (linear interpolation) โดยทั่วไปวิธีนี้ใช้ได้แค่สำหรับฟิล์มที่มีเส้นซ้อนเหลื่อมกันอยู่เป็นบริเวณกว้างความผิดพลาดจะเกิดขึ้น ดังนั้นผู้ใช้สามารถที่จะตรวจสอบจากกราฟที่แสดงค่าข้อมูลทรานสมิชชันและข้อมูลภูมิหลัง (background data) อีกทั้งสามารถที่จะกำหนดตำแหน่งของค่าภูมิหลังที่ดีกว่าได้ แต่ลักษณะดังกล่าวมักจะเกิดขึ้นไม่บ่อยนัก

เมื่อข้อมูลภูมิหลังได้ถูกกำหนดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลความเข้มของแต่ละช่องแถบจะถูกคำนวณตามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นและจะเก็บไว้ในหน่วยจานแม่เหล็ก DR:1 เรียกข้อมูลนี้ว่า INT-FILE INT-FILE สามารถบรรจุข้อมูลได้ 3000 อินทิเจอร์ โดยจะเป็นข้อมูลความเข้ม, ค่าคงที่ a, b รหัสข้อมูลและค่าคงที่ของกล้องที่ใช้ ข้อมูลใน INT - FILE มีความสำคัญมาก เพราะการคำนวณทุกครั้งในขั้นต่อไปจะใช้ข้อมูลจาก INT - FILE ทั้งสิ้น ดังนั้นในขณะนี้ข้อมูลใน TRM - FILE ผู้ใช้จะส่งลบออกก็ได้หรือสั่งให้เก็บไว้ก็ได้เนื่องจากไม่มีความสำคัญแล้ว

การประมวลผลในขั้นต่อไป ซึ่งขั้นตอนนี้จะใช้เวลามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ 2 ขั้นตอนแรกที่ได้กล่าวมาแล้ว ส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลในขั้นนี้มีชื่อว่า SCANTOP ซึ่งเป็นการหาตำแหน่งพิกของเส้นเลี้ยวเบน, ขยายภาพพิกบนจอ, แก้ไข (editing) พิก, หาเส้นอ้างอิงซิลิกอน, คำนวณความเข้มของพิกและบันทึกผลที่ได้ลงใน RES - FILE เก็บไว้ในหน่วยจานแม่เหล็ก DR:1 เพื่อเป็นข้อมูลขาเข้าสำหรับโปรแกรม SCANRES ซึ่งจะคำนวณแก้ความคลาดเคลื่อนของฟิล์มเชิงระบบโดยใช้เส้นอ้างอิงซิลิกอน หรือใช้ข้อมูล RES - FILE คำนวณโดยโปรแกรม GUNE

รายละเอียดในการทำงานของ SCANTOP เริ่มจากการวิเคราะห์หาฟีด โดยใช้แบบจำลองของเส้นเลี้ยวเบนดังนี้ สมมติว่ามีฟีดที่กำลังพิจารณาอยู่ที่ฟีดหนึ่งซึ่งมีความเข้มสูงสุดอยู่ภายในช่วงแคบ ๆ โดยที่ความชันของฟีดทั้งสองด้านมีค่าก้อย ๆ ลดลงจนกระทั่งถึงจุดต่ำสุด M^+ และ M^- ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงรูปฟีดที่ใช้เป็นแบบจำลองของเส้นเลี้ยวเบน

B_r เป็นระยะระหว่าง M^+ และ M^- โดยทั่วไปจะตั้งค่า B_r ไว้ที่ $B_r = 7$

I_{min} เป็นระดับความเข้มต่ำสุดที่ตั้งขึ้นเพื่อที่ว่าความเข้มอินทิเกรตที่วัดได้ของแต่ละเส้นเลี้ยวเบน จะต้องมีย่าน I_{min} ขึ้นไปจึงจะทำการวัด โดยความเข้มอินทิเกรตหาได้จากสูตร

$$I_s = \sum_{M^-}^{M^+} I(n) \quad (4)$$

เมื่อ I_s = ค่าความเข้มอินทิเกรต (integrated intensity)

$I(n)$ = ค่าความเข้มสังเกตของช่องที่ n

โดยปกติค่าที่เหมาะสมคือ $I_{min} = 25$ แต่สำหรับฟิล์มที่เส้นเลี้ยวเบนจาง ๆ อาจใช้ค่า $I_{min} = 10$ ก็ได้ ในขณะที่ทำการหาตำแหน่งฟีด บนจอจะแสดงกราฟฟีดของเส้นเลี้ยวเบนแต่ละเส้นที่ละเอียด คิดเป็นระยะ 28.8 มม. บนฟิล์มที่แสดงออกมาบนจอในเวลาเดียวกันและจะมีจุดเรืองแสงชี้ตำแหน่งฟีดที่กำลังจะวัดตั้งแต่ฟีดแรกจนถึงฟีดสุดท้ายที่ละเอียด กราฟที่แสดงค่าความเข้มจะถูกวาดขึ้นพร้อมทั้งแสดงตำแหน่งที่เป็นจริง

ของเส้นการเลี้ยวเบนและความสูงของพีค ผู้ใช้สามารถทำการตรวจสอบและปรับตำแหน่งให้เหมาะสมได้ โดยอาศัยคำสั่งโต้ตอบที่มีให้เลือกคือ "ยอมรับ ตัดทิ้งหรือต้องการขยายภาพพีค" เมื่อใดทำการพิจารณาพีคหรือขยายและแก้ไขจนพอใจแล้วก็ตอบใช้คำสั่ง "ยอมรับ" ตำแหน่ง, ความเข้มและความกว้าง (width) ของแต่ละพีค(หรือแต่ละเส้นเลี้ยวเบน)จะถูกคำนวณ ในการคำนวณหาตำแหน่งจะทำได้ 2 วิธีวิธีแรกคือโพรไฟล์ฟิตติง (profile fitting method) โดยถือเสมือนว่าค่า $\log I$ มีการแจกแจงโพรไฟล์แบบเกาส์เซียนพาราโบลา (parabola gaussian profile distribution) และจำกัดใช้ข้อมูลจำนวนน้อยใกล้เคียง ๆ กับพีคเท่านั้นคือใช้ข้อมูลที่มีค่าความเข้มมากกว่า 30 % ของความเข้มพีค ถ้าได้ค่าความเชื่อมั่น (R) ไม่ดีหรือค่าจุดยอดพาราโบลา (parabola vertex) อยู่นอกช่วงของพีค เราก็จะใช้วิธีที่สองคือการกำหนดตำแหน่งของพีค โดยการใส่ค่าความเข้มที่ได้จากการสังเกต 5 จุด อันได้แก่จุดที่มีค่าความเข้มสูงสุดและอีก 2 จุดสองข้างที่อยู่ใกล้เคียงและโดยการใช้น้ำหนักต่างกัน เชียนกราฟให้เป็นพาราโบลา ตำแหน่งของจุดยอดจะให้เป็นที่ตำแหน่งของพีค

ส่วนรายละเอียดของการหาเส้นอ้างอิงซิลิกอนได้ทำไปพร้อม ๆ กันด้วย นั่นคือในขณะที่อยู่ในขั้นตอนของการวิเคราะห์หาพีคนั้น เมื่อพบตำแหน่งของเส้นเลี้ยวเบนที่ปรากฏบนจอมีค่าใกล้เคียงหรือเป็นเส้นของซิลิกอนซึ่งใช้เป็นเส้นอ้างอิงมาตรฐานจริง ๆ จะมีการถามปรากฏตามผู้ช่วยว่าเป็นเส้นของซิลิกอนหรือไม่ ถ้าผู้ใช้ตอบ "yes" ตำแหน่งของเส้นแรกที่ตอบรับนี้จะถือเป็นเส้นเทียบมาตรฐาน (calibration line) เส้นแรก ซึ่งจะใช้คำนวณเพื่อหาตำแหน่งในการใช้ตรวจสอบเส้นซิลิกอนอื่น ๆ ต่อไปและจะมีการคำนวณหาตำแหน่งใหม่ทุกครั้ง เมื่อมีเส้นซิลิกอนใหม่ที่ยอมรับและให้เครื่องหมาย "*" ไว้ สำหรับเส้นมาตรฐานเหล่านี้เก็บรวมอยู่ในข้อมูลเส้นเลี้ยวเบนก่อนแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ เก็บอยู่ในหน่วยจานแม่เหล็ก DR:1 เรียกข้อมูลนี้ว่า "RES - FILE หรือ RESULT FILE" ส่วนโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ควบคุมการทำงานของไลน์สแกนเนอร์และประมวลผลทั้งหมดอยู่ในหน่วยจานแม่เหล็ก DR:0

ภาคผนวก ข

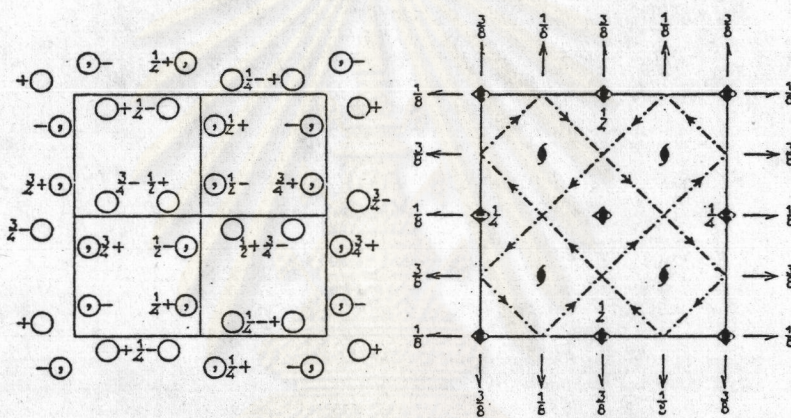
แสดงหมู่สมมาตรสามมิติที่ใช้ในการทดลองนี้

$I\bar{4}2d$
 D_{2d}^{12}

No. 122

$I\bar{4}2d$

$\bar{4}2m$ Tetragonal



Origin at $\bar{4}$

Number of positions,
Wyckoff notation,
and point symmetry

Co-ordinates of equivalent positions

Conditions limiting
possible reflections

$(0,0,0; \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})+$

General:

- $hkl: h+k+l=2n$
- $Ok: (k+l=2n)$
- $hhl: (l=2n); 2h+l=4n$
- $h00: (h=2n)$
- $hh0: (h=2n)$

Special: as above, plus
no extra conditions

16	<i>e</i>	1	$x, y, z; \bar{x}, \frac{1}{2}+y, \frac{1}{2}-z;$ $\bar{x}, \bar{y}, z; x, \frac{1}{2}-y, \frac{1}{2}-z;$ $\bar{y}, x, \bar{z}; y, \frac{1}{2}+x, \frac{1}{2}+z;$ $y, \bar{x}, \bar{z}; \bar{y}, \frac{1}{2}-x, \frac{1}{2}+z.$
8	<i>d</i>	2	$x, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}; \bar{x}, \frac{3}{4}, \frac{1}{8}; \frac{3}{4}, x, \frac{1}{8}; \frac{1}{4}, \bar{x}, \frac{3}{8}.$
8	<i>c</i>	2	$0, 0, z; 0, 0, \bar{z}; 0, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}+z; 0, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}-z.$
4	<i>b</i>	$\bar{4}$	$0, 0, \frac{1}{2}; 0, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}.$
4	<i>a</i>	$\bar{4}$	$0, 0, 0; 0, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}.$

$hkl: 2k+l=2n+1$ or $4n$

ภาคผนวก ก

แสดงแฟกเตอร์พหุคูณของระบบผลึกเตตระโกนัล

Tetragonal	Laue group	$4/m$	4	4	8	4	4	4	8	8	16
		$4/mmm$	4	4	8	4	4	4	8	8	16
			$h00$ $0k0$	$00l$	$h\bar{k}l$ $\left\{ \begin{matrix} h0l \\ \bar{h}0l \\ 0hl \\ 0\bar{h}l \end{matrix} \right\}$	$hk0$ $k\bar{h}0$	$h\bar{k}0$ $k\bar{h}0$	$h00$ $\bar{h}00$	$h\bar{h}l$ $\left\{ \begin{matrix} hhl \\ \bar{h}hl \\ h\bar{h}l \\ hhl \end{matrix} \right\}$	$l\bar{h}l$ $\left\{ \begin{matrix} hkl \\ h\bar{k}l \\ khl \\ k\bar{h}l \end{matrix} \right\}$	$l\bar{h}l$ or k $\left\{ \begin{matrix} h\bar{k}l \\ hkl \\ khl \\ k\bar{h}l \end{matrix} \right\}$

ประวัติผู้เขียน

นายสุน จ้างประยูร เกิดเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2499
ที่กรุงเทพมหานคร ได้รับปริญญาการศึกษาบัณฑิต (วิชาเอกฟิสิกส์)
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตปทุมวัน เมื่อปีการศึกษา 2521



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย