



เอกสารอ้างอิง

1. มานัส มงคลสุข. "การหาโครงสร้างของผลึก $Ta_5 Ni_4 P_4$ โดยการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์"
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2523.
2. วิรุฬห์ สายคณิต, ลูพนิศ พรหมทัต, ขจรยศ อยู่ดี, ภิญโญ เจริญกุล, รุ่งศรี กฤตยาภิรม,
พยงค์ ศันศิริ, วิจิตร เล็งหะพันธุ์, สัมพงศ์ ลัตราภรณ์, อ่ำไพ พงษธา อาชเบจอนสัน,
กฤษณต์ รัตนธรรมพันธ์, จงอร พิธานนท์, อัจฉรา ปรชชาวุฒิ และ พัฒนะ ภาวะนันท์
"การศึกษาผลึกกิ่งตัวนำซาลโคไฟไรท์ชนิดโลหะผสมเพื่อใช้ในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์"
วิทยาคำศัพท์ ปีที่ 34 ฉบับที่ 11, 2523.
3. อิน กุ์ววรรณ. ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 2 หน้า 233-241, ซีเอ็ดบุ๊คเซ็น,
2521.
4. สุรวิทย์ กองสำลันะ คณิตศาสตร์ขั้นสูง หน้า 279-297, ไทยวัฒนาพานิช, 2520.
5. Azároff, L.V. Element of X-Ray Crystallography. PP. 137-144, 333-
350, McGraw-Hill, New York, 1968.
6. Azároff, L. V. and Buerger, M. J. The Powder Method. pp. 240-242,
McGraw-Hill, New York, 1958.
7. Brebrick, R. F. "Composition Stability Limits for the Rocksalt-
Structure Phase $(Pb_{1-y} Sn_y)_{1-x} Te_x$ from Parameter Measurements"
J. Phys. Chem. Solids 32 (1971) : 551-562.
8. Buerger, M. J. X-Ray Crystallography. pp. 293-295, John Wiley &
Sons, New York, 1966.

9. Cullity, B. D. Elements of X-Ray Diffraction. 2nd ed., pp. 7 ; 107-110 ; 120-135, Addison-Wesley, Massachusetts, 1978.
10. Dionne, G. and Woolley, J. C. "Crystal Growth and Isothermal Annealing of $Pb_{1-x}Sn_xTe$ Alloys" J. Electrochem. Soc. 119 (6) (1972) : 784-788.
11. International Tables for X-Ray Crystallography. Vol. I, 1952 Vol III, 1962. Vol IV, 1974 Kynoch Press, Birmingham.
12. Jeffery, J. W. Methods in X-Ray Crystallography. pp. 199-201, Academic Press, London & New York, 1971.
13. Jenkins, R. and de Vries, J L. An Introduction to X-Ray Diffractometry. Copyright N.V. Philips Gloeilampenfabrieken-Eindhoven-Holland., PP.25
14. Mazelsky, R. ; Lubell, M.S. and Kramer, W. E. "Phase Studies of the Group IV-A Tellurides" The Journal of Chemical Physics 37(1) (1962) : 45-47
15. Nuffield, E. W. X-Ray diffraction Methods. pp. 296-299, John Willey & Sons, New York, 1966.
16. Pearson, W. B. A Handbook of Lattice Spacings and Structure of Metals and Alloys, pp. 680, 807-808, 862-863, Pergamon Press, London, 1964.
17. Stout, G. H. and Jensen, L. H. X-Ray Structure Determination. pp. 195-196 ; 385-392 ; 454-457, Macmillan Limited, London 1968.
18. Woolfson, M. M. An Introduction to X-Ray Crystallography. pp. 175-181, Cambridge University Press, London, 1970.
19. Woolley, J.C. and Nikolic, P. "Some Properties of GeTe-PbTe Alloys" Journal of the Electrochemical Society. 112 (1) (1965) : 82-84.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

แสดง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั้งหมดที่ใช้ในงานวิจัยนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรม	การทำงาน	ข้อมูลขาเข้า	ข้อมูลขาออก
CSPHGUHA	คำนวณ θ , d โดยใช้โพลิโนเมียลกำลังสองน้อยที่สุด ทำการปรับเส้นโค้ง K หรือแก้ค่าของ $S-S_0$	ตำแหน่งเส้นรังสีตกกระทบและ ตำแหน่งเส้นเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ ของลำแรกที่ทดลองและของลำ มาตรฐาน	θ , d และ $\sin^2\theta_0$
CSPHCENE	ปรับค่าหน่วยเซลล์โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และ/หรือ คำนวณ $\sin^2\theta_c$ ในช่วงมุมของแบรกก์ที่ต้องการ	หน่วยเซลล์ประมาณ $h k l$ $\sin^2\theta_0$	หน่วยเซลล์ละเอียด, $h k l$, $\sin^2\theta_0$, $\sin^2\theta_c$ และ $\sin^2\theta_c$ ของทุกค่า $h k l$ ที่สั่งให้คำนวณ
CSPHABSW	สำหรับแก้ค่าความเข้มของจุดสะท้อนรังสีเกิดโดยแก้ค่า แฟคเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่แฟคเตอร์การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์, แฟคเตอร์ลอเรนทซ์ และโพลาไรเซชัน	ข้อมูลความเข้มที่วัดได้แฟคเตอร์ การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์	แฟคเตอร์โครงสร้างรังสีเกิด
CSPHFOUR	คำนวณการสังเคราะห์ฟูเรียร์ ทำแผนภาพต่าง ๆ เป็นต้น ว่า E-MAPS, PATTERSON-MAPS, F_0 -MAPS, F_c -MAPS และ ΔF -MAPS	ข้อมูลขาออกของโปรแกรม CSPHABSW บนเทปแม่เหล็ก	แผนภาพแหวงเทอรัลสัมแผนภาพความ หนาแน่นอิเล็กตรอน

โปรแกรม	การทำงาน	ข้อมูลขาเข้า	ข้อมูลขาออก
CSPHLSQ	<p>ปรับโครงสร้างของผลึกโดยวิธีกำลังส่องน้อยที่สุด โดยใช้เมตริกแบบครบถ้วน ปรับแพคเตอร์โครงสร้าง สังเกต, แพคเตอร์อุณหภูมิ, ตำแหน่งอะตอม</p>	<p>ข้อมูลขาออกของ โปรแกรม CSPHABSW บนเทป แม่เหล็ก</p>	<p>แสดงพารามิเตอร์ที่ปรับแล้วและ F_o, F_c</p>
CSPHDIST	<p>คำนวณความยาวบอนด์ และมุมระหว่างบอนด์โดยอาศัย ค่าหน่วยเซลล์และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ หน่วยเซลล์</p>	<p>พารามิเตอร์ของอะตอมที่ปรับแล้ว จากโปรแกรม CSPHLSQ</p>	<p>ความยาวบอนด์ และมุมระหว่างบอนด์</p>



ภาคผนวก ข

แสดงหมู่สัมมาตราบำบัดที่ใช้ในงานวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Fm3m
O_h⁵

No. 225

F 4/m $\bar{3}$ 2/m

m 3 m Cubic

Origin at centre (m3m)

Number of positions,
Wyckoff notation,
and point symmetry

Co-ordinates of equivalent positions

Conditions limiting
possible reflections

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

General:

$hkl: h+k, k+l, (l+h)=2n$
 $hhl: (l+h=2n); C$
 $okl: (k, l=2n); C$

192	<i>l</i>	1	$x, y, z;$	$z, x, y;$	$y, z, x;$	$x, z, y;$	$y, x, z;$	$z, y, x;$
			$x, \bar{y}, \bar{z};$	$z, \bar{x}, \bar{y};$	$y, \bar{z}, \bar{x};$	$x, \bar{z}, \bar{y};$	$y, \bar{x}, \bar{z};$	$z, \bar{y}, \bar{x};$
			$\bar{x}, y, \bar{z};$	$\bar{z}, x, \bar{y};$	$\bar{y}, z, \bar{x};$	$\bar{x}, z, \bar{y};$	$\bar{y}, x, \bar{z};$	$\bar{z}, \bar{y}, \bar{x};$
			$\bar{x}, \bar{y}, z;$	$\bar{z}, \bar{x}, y;$	$\bar{y}, \bar{z}, x;$	$\bar{x}, \bar{z}, y;$	$\bar{y}, \bar{x}, z;$	$\bar{z}, \bar{y}, x;$
			$\bar{x}, \bar{y}, \bar{z};$	$\bar{z}, \bar{x}, \bar{y};$	$\bar{y}, \bar{z}, \bar{x};$	$\bar{x}, \bar{z}, \bar{y};$	$\bar{y}, \bar{x}, \bar{z};$	$\bar{z}, \bar{y}, \bar{x};$
			$\bar{x}, y, z;$	$\bar{z}, x, y;$	$\bar{y}, z, x;$	$\bar{x}, z, y;$	$\bar{y}, x, z;$	$\bar{z}, \bar{y}, x;$
			$x, \bar{y}, z;$	$z, \bar{x}, \bar{y};$	$y, \bar{z}, x;$	$x, \bar{z}, y;$	$y, \bar{x}, z;$	$z, \bar{y}, x;$
			$x, y, \bar{z};$	$z, x, \bar{y};$	$y, z, \bar{x};$	$x, z, \bar{y};$	$y, x, \bar{z};$	$z, y, \bar{x};$

Special: as above, plus

96	<i>k</i>	<i>m</i>	$x, x, z;$	$z, x, x;$	$x, z, x;$	$\bar{x}, \bar{x}, \bar{z};$	$\bar{z}, \bar{x}, \bar{x};$	$\bar{x}, \bar{z}, \bar{x};$
			$x, \bar{x}, \bar{z};$	$z, \bar{x}, \bar{x};$	$x, \bar{z}, \bar{x};$	$\bar{x}, x, z;$	$\bar{z}, x, x;$	$\bar{x}, z, x;$
			$\bar{x}, x, \bar{z};$	$\bar{z}, x, \bar{x};$	$\bar{x}, z, \bar{x};$	$x, \bar{x}, z;$	$z, \bar{x}, x;$	$x, \bar{z}, x;$
			$\bar{x}, \bar{x}, z;$	$\bar{z}, \bar{x}, x;$	$\bar{x}, \bar{z}, x;$	$x, x, \bar{z};$	$z, x, \bar{x};$	$x, z, \bar{x};$

96	<i>j</i>	<i>m</i>	$0, y, z;$	$z, 0, y;$	$y, z, 0;$	$0, z, y;$	$y, 0, z;$	$z, y, 0;$
			$0, \bar{y}, \bar{z};$	$\bar{z}, 0, \bar{y};$	$\bar{y}, \bar{z}, 0;$	$0, \bar{z}, \bar{y};$	$\bar{y}, 0, \bar{z};$	$\bar{z}, \bar{y}, 0;$
			$0, y, \bar{z};$	$\bar{z}, 0, y;$	$y, \bar{z}, 0;$	$0, \bar{z}, y;$	$y, 0, \bar{z};$	$\bar{z}, y, 0;$
			$0, \bar{y}, z;$	$z, 0, \bar{y};$	$\bar{y}, z, 0;$	$0, z, \bar{y};$	$\bar{y}, 0, z;$	$z, \bar{y}, 0;$

no extra conditions

48	<i>i</i>	<i>mnm</i>	$\frac{1}{2}, x, x;$	$x, \frac{1}{2}, x;$	$x, x, \frac{1}{2};$	$\frac{1}{2}, x, \bar{x};$	$\bar{x}, \frac{1}{2}, x;$	$x, \bar{x}, \frac{1}{2};$
			$\frac{1}{2}, \bar{x}, \bar{x};$	$\bar{x}, \frac{1}{2}, \bar{x};$	$\bar{x}, \bar{x}, \frac{1}{2};$	$\frac{1}{2}, \bar{x}, x;$	$x, \frac{1}{2}, \bar{x};$	$\bar{x}, x, \frac{1}{2};$

48	<i>h</i>	<i>mni</i>	$0, x, x;$	$x, 0, x;$	$x, x, 0;$	$0, x, \bar{x};$	$\bar{x}, 0, x;$	$x, \bar{x}, 0;$
			$0, \bar{x}, \bar{x};$	$\bar{x}, 0, \bar{x};$	$\bar{x}, \bar{x}, 0;$	$0, \bar{x}, x;$	$x, 0, \bar{x};$	$\bar{x}, x, 0;$

48	<i>g</i>	<i>mni</i>	$x, \frac{1}{4}, \frac{1}{4};$	$\frac{1}{4}, x, \frac{1}{4};$	$\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, x;$	$x, \frac{1}{4}, \frac{3}{4};$	$\frac{3}{4}, x, \frac{1}{4};$	$\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, x;$
			$\bar{x}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4};$	$\frac{1}{4}, \bar{x}, \frac{1}{4};$	$\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \bar{x};$	$\bar{x}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4};$	$\frac{3}{4}, \bar{x}, \frac{1}{4};$	$\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \bar{x};$

$hkl: h, (k, l)=2n$

32	<i>f</i>	<i>3m</i>	$x, x, x;$	$x, \bar{x}, \bar{x};$	$\bar{x}, x, \bar{x};$	$\bar{x}, \bar{x}, x;$
			$\bar{x}, \bar{x}, \bar{x};$	$\bar{x}, x, x;$	$x, \bar{x}, x;$	$x, x, \bar{x};$

no extra conditions

24	<i>e</i>	<i>4mm</i>	$x, 0, 0;$	$0, x, 0;$	$0, 0, x;$	$\bar{x}, 0, 0;$	$0, \bar{x}, 0;$	$0, 0, \bar{x};$
----	----------	------------	------------	------------	------------	------------------	------------------	------------------

24	<i>d</i>	<i>mmm</i>	$0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2};$	$\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2};$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0;$	$0, \frac{1}{2}, \frac{3}{2};$	$\frac{3}{2}, 0, \frac{1}{2};$	$\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, 0;$
----	----------	------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

$hkl: h, (k, l)=2n$

8	<i>c</i>	<i>$\bar{4}3m$</i>	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2};$	$\frac{3}{2}, \frac{3}{2}, \frac{3}{2};$
---	----------	-------------------------------	--	--

4	<i>b</i>	<i>m3m</i>	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2};$
---	----------	------------	--

no extra conditions

4	<i>a</i>	<i>m3m</i>	$0, 0, 0;$
---	----------	------------	------------



ภาคผนวก ค

แสดงแฟคเตอร์พหุคูณของระบบสมมาตรคิวบิก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Cubic									
Laue group	$h00$ C	$\{hh0\}$ C	$\left\{ \begin{matrix} hhh \\ \bar{h}hh \\ h\bar{h}h \\ hhh \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} hk0 \\ \bar{h}k0 \end{matrix} \right\}$ C		$\left\{ \begin{matrix} hhl \\ \bar{h}hl \\ h\bar{h}l \\ hhl \end{matrix} \right\}$ C		$\left\{ \begin{matrix} hkl \\ \bar{h}kl \\ h\bar{k}l \\ hkl \end{matrix} \right\}$ C	
				$(h > k)$	$(h < k)$	$(h > l)$	$(h < l)$	$(h > k > l)$	$(h < k < l)$
$m\bar{3}$	6	12	8	12	12	24	24	24	24
$m\bar{3}m$	6	12	8	24		24	24	48	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายอำพล เจริญพัฒนไพศาล เกิดวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2498
ที่กรุงเทพมหานคร ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาฟิสิกส์) จากมหาวิทยาลัย
รามคำแหง เมื่อปีการศึกษา 2520 ในระหว่างการศึกษาได้รับทุนจากโครงการผลิต
และพัฒนาอาจารย์ในปีการศึกษา 2522-2523



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย