

การศึกษาอีกเพนาในโนเมี่ยนไทรอาเซียนค์
ໂກຍວິທີເລື່ອງເນັນຮັງສີເອກົງ



นางสาว เสาวพิม
ເຈົ້າທີ່ກຳນົດ

006237

ວິທານິພັນນີ້ເປັນສ່ວນໜຶ່ງຂອງການສຶກສາການຫຼັກສູງປະລຸງປາວິທາຄາສົກຮນທຳນັນທຶກ
ແຜນກວິชาຟິລິກສ

ນັ້ນທີ່ວິທາລັບ ຈຸ່າລັງກຽມທ້າວິທາລັບ

ພ.ກ. 2520

A STUDY OF PENTANIOMIUM TRIARSENIDE CRYSTAL
BY X-RAY DIFFRACTION

Miss Soawanee Loahalidanond

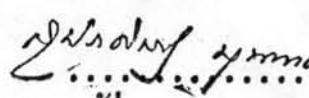
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Physics
Graduate School
Chulalongkorn University

1977

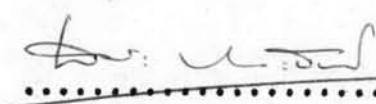
หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาผลเพนทานิโอลเบนซิไทริลวีโน้บีน รังสีเอ็กซ์
โดย	นางสาว เสาวณีย์ เจ้าหลิikanท์
แผนกวิชา	พิสิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศรีนวล ถนนกุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุญาตให้นับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาด้านบัณฑิต

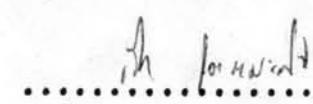
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 รักษาการแทนคณิตบัณฑิตวิทยาลัย

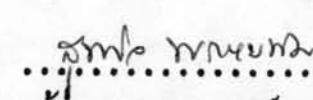
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

 ประธานกรรมการ

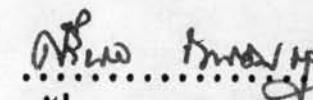
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พันะ ภะนันท์)

 กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เล็ก อุคคามะศิลป์)

 กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุพนิจ พราหมณ์)

 กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศรีนวล ถนนกุล)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวขอวิทยานิพนธ์

การศึกษาลักษณะในโอลิมปิกวิธีเลี้ยง
แบบรังสีเอ็กซ์

ชื่อนิสิต

นางสาว เสาวณีย์ เจ้าหลักานันท์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศรีนวล ถนนกุล

แผนกวิชา

พลังส์

ปีการศึกษา

2520

บหคคบด



ผลลัพธ์ของการศึกษาในโอลิมปิกวิธีเลี้ยงแบบรังสีเอ็กซ์ในระบบอัตโนมัติ มีผลลัพธ์สูงมาก สำหรับผู้ที่เป็น Prema ความหนาแน่นที่ได้จากการทดสอบและการคำนวณมีค่า $8.32 \pm .01$ กรัม/ซม.² และ 8.42 กรัม/ซม.² ตามลำดับ ในหนึ่งหน่วยเชือกของผลลัพธ์ประกอบด้วยในโอลิมปิก 40 อะ托อมและอาร์เซนิค 24 อะ托อม โดยสร้างขึ้นจากผลลัพธ์เดียวโดยใช้เทคนิคของฟิล์มช้องและวัดความเข้มของจุดสะท้อนโดยการเปรียบเทียบกับสเกลที่ทำขึ้น ทำแห่งนั้นในโอลิมปิกและอาร์เซนิคหาได้จากการทำแพทเทอร์สันฟังชันและการสังเคราะห์เรียร์ พบว่าทุกการทำแห่งอยู่ที่ทำแห่งที่เดียวกัน $a = 26.074$ (1) อัตโนมัติ การปรับโครงสร้างของผลลัพธ์ให้ได้แก่การถอดส่องน้อยที่สุด โดยใช้แมทริกเต็มในการคำนวณ และได้ค่า $R = 0.0925$ โดยใช้จุดสะท้อน 257 จุด ค่าคงที่ของหน่วยเลขที่คำนวณได้จากการถ่ายภาพผลลัพธ์คือ

$$a = 26.074 (1) \text{ อัตโนมัติ}$$

$$b = 3.570 (1) \text{ อัตโนมัติ}$$

$$c = 11.788 (1) \text{ อัตโนมัติ}$$

อะ托อมของในโอลิมปิกและอาร์เซนิคในผลลัพธ์ของการศึกษาในโอลิมปิกวิธีเลี้ยง ที่เป็นปริศนาสามเหลี่ยมโดยมีในโอลิมปิกวิธีเลี้ยงอยู่ที่มุมของปริศนาและอาร์เซนิคอยู่ภายในปริศนาและมี

ในโวเบี้ยมสีก 1 ถึง 3 อะกอม อัญญาณอกหน้าสีเหลี่ยมของปริชิม

อะตอนข้างเคียงของในโวเบี้ยมเรียงตัวเป็นปริชิมห้าเหลี่ยม และปริชิมสี่เหลี่ยม
โดยมีอะตอนอีก 1 อะตอนอยู่ที่หน้าดิ่งแต่ละหน้าของปริชิม จำนวนโกรกในชั้นของในโว
เบี้ยม มีค่าตั้งแต่ 14 - 16

อะตอนข้างเคียงของอาร์เซนิก เรียงตัวเป็นปริชิมสี่เหลี่ยม และปริชิมสามเหลี่ยม
จำนวนโกรกในชั้นของอาร์เซนิกมีค่าตั้งแต่ 7 - 9

Thesis Title A Study of Pentaniobium Triarsenide Crystal
 by X-ray Diffraction

Name Miss Soawanee Laohali danond

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Srinuan Thanomkul

Department Physics

Academic Year 1977

ABSTRACT

The crystal of Pentaniobium Triarsenide belongs to orthorhombic system with space group Pnma, the observed and calculated densities are $8.32 \pm .01 \text{ gm/cm}^3$ and 8.42 gm/cm^3 respectively. The unit cell contains 40 niobium atoms and 24 arsenic atoms. The structure was determined by single crystal method using multiple films technique and the intensities were visually estimated. The atomic positions of niobium atoms and arsenic atoms were solved by using Patterson function and Fourier synthesis. All atoms occupy special positions 4c. The refinement of the structure using the full-matrix least - squares program, yield the final R value of 0.0925 for 257 reflections. The accurate unit cell constants determined by Powder diffraction technique, are

$$\begin{aligned}a &= 26.074 (1) \text{ \AA} \\b &= 3.570 (1) \text{ \AA} \\c &= 11.788 (1) \text{ \AA}\end{aligned}$$

The niobium and arsenic atoms in Nb_5As_3 form triangular prisms with niobium atoms at the corners of the prisms. The arsenic atoms are situated in the prisms with one to three additional niobium atoms outside the quadrilateral faces of the prisms.

The neighbour atoms of niobium atoms form slightly-distorted pentagonal and tetragonal prisms with one additional atom at each vertical face of the prisms. The coordination numbers of niobium atoms are 14 - 16.

The neighbour atoms of arsenic atoms form slightly distorted tetragonal and trigonal prisms. The coordination numbers of arsenic atoms are 7 - 9.



ກົດກົມປະກາດ

ວິທຍານິພນໍ້ສໍາເລັດຈຶດໄດ້ຄວຍຄວາມກຽມຂອງ ພ.ຄ.ຮ. ຜຣິນວຸດ ດນອມກຸດ ຂຶ່ງ
ເປັນອາຈາຍໆທີ່ປ່ອງປາທີ່ໄກ້ໃຫ້ແນະນໍາ ແລະ ຄວາມຊ່ວຍເຫຼືອເປັນອ່າຍັງຄືທຸລອຄມາ ຈຶ່ງຂອງການ
ຂອບພະຄຸມໄວ້ ແລ້ວ ທີ່ນີ້ ໃນການວິຈັດຄົງນີ້ ພ. ຄ. ພັນະ ກວະນັນທີ ແລະ ພ. ສູພານີຈ
ພຣາມທັກ ໄກສູມາໃຫ້ແນະນໍາແລະ ຄວາມຊ່ວຍເຫຼືອເກີ່ມກັນການໃຫ້ເກົ່າງມື່ອໃນທອງປົງປົງທີ່
ກາຮັກສີເອັກຫຼັກ ແລະ ການໃຫ້ໂປຣແກຣມໃນກາຮັກວິທະຍາໂຄຮງສ່ວນຂອງຜົລິກ ນອກຈາກນີ້ ພ.
ສົມພາບ ທະບານຍັງ ຜູ້ວ່ານວຍກາຮັກວິທະຍາໂຄຮງສ່ວນຂອງຜົລິກ ໄກສູມາໃຫ້ແນະນໍາແລື້ອ່າຍັງຄືໃນ
ກາຮັກເກົ່າງມື່ອໃນການວິຈັດຄົງນີ້ ຜູ້ເຂົ້າໃຈຈຶ່ງຂອງການຂອບພະຄຸມອາຈາຍໆ
ທຸກທານ

ຂອບພະຄຸມ ພ.ຈ. ຮູນຄົກວິສີ່ ແລະ ພ.ຈ. ລົມິງກາ ແ່າງສັດບັນເຄມີ ມහາວິທະຍາລັບອຸພໍາຕະກ
ປະເທດສີເກີນ ທີ່ກຽມໄທຜົລິກຂອງສາරປະກອນ Nb5 A₂₃ ແລະ ໂປຣແກຣມຄອມພິວເຕອີ່ທີ່
ໃຫ້ໃນການວິຈັດຄົງນີ້

ນອກຈາກນີ້ຂອບພະຄຸມແພນກວິชาທີສີກໍ ຄະວິທະຍາສາສົກ ທີ່ເປັນຜູ້ໃຫ້ໃຈ່
ໃນກາຮັກວິທະຍາຄອມພິວເຕອີ່ທັງໝົດ

ເສາວົມຍີ ເລາທີການທີ່

สารบัญ

หนา

บทคดีกฎหมายไทย	๔
บทคดีกฎหมายอังกฤษ	๘
กิจกรรมน้ำราก	๑๐
รายการตารางประชุม	๑๖
รายการญูปประชุม	๒๓
บทที่	
1. บทนำ	1
2. หุ้นส่วนเบื้องต้นในการหาโครงสร้างผลึก	5
3. แพทเทอร์สันฟังชัน	14
4. การทดลองและการหาโครงสร้างของผลึก	55
5. สรุปผลการวิจัย	114
เอกสารอ้างอิง	123
ภาคผนวก	125
ประวัติผู้เขียน	130



รายการตารางประกอบ

ตาราง	หน้า
3-1 แสดงทำแหน่งอะคอมในสเปชของผลึกและทำแหน่งพีกใน แพทเทอร์สันสเปช	47
4-1 แสดงทำแหน่งของชาากันเลเบอร์ไลน์สำหรับการถ่ายภาพ ไวส์เซนเบอร์ก	57
4-2 แสดงเงื่อนไขการเกิดขุยสะท้อนของผลึก Nb_5As_3 . .	67
4-3 แสดงค่า $N(Z)$ ตามหดยืด	68
4-4 แสดงค่า $N(Z)$ ของผลึก Nb_5As_3 ในช่วง $\sin \theta$ ทาง ๆ	70
4-5 แสดงทำแหน่ง, มุมและค่านิมิลเดอร์ของเส้นสะท้อนจาก ชิ้นก้อน	74
4-6 แสดงค่า $(S - S_0)$ obs และ $\theta/(S - S_0)$ obs ของชิ้นก้อน	75
4-7 แสดงค่า hkl , $(\sin^2 \theta)$ obs และ $(\sin^2 \theta)$ cal ของเส้นสะท้อน	78
4-8 แสดงค่าของ T ที่มุมทาง ๆ	85
4-9 แสดงค่าของ $\ln \frac{I_{rel}}{f_{obj}^2}$ ที่ $\sin \theta$ ทาง ๆ . .	92
4-10 แสดงระยะระหว่างอะคอมในทำแหน่งพีก 4e	94
4-11 แสดงทำแหน่งของ Nb และทำแหน่งพีกในแผนภาพแพท เทอร์สัน	96

รายการญี่ปุ่นประกอบ

ญี่ปุ่น

หน้า

2-1	แสดงการเรียงตัวของจุดแลบทิสใน 2 มิติ	5
2-2	แสดงทิศทางของรังสีเอ็กซ์เลี้ยวเบนผ่านจุดแลบทิส A และ B .	6
2-3	แสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ตามเงื่อนไขของล่าวอี	8
2-4ก	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวคเตอร์ s กับรูปแบบ $hk\bar{l}$	9
2-4ช	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวคเตอร์ s , s_0 และ s	9
2-5ก	แสดงรูปแบบทั่วไปที่เกิดจากการเรียงตัวของจุดแลบทิส ในแลบทิสปกติของผลิก	11
2-5ช	แสดงจุดรีซิเพרוอเกิลแลบทิสใช้แทนรูปแบบ $hk\bar{l}$. . .	11
2-6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดรีซิเพרוอเกิลแลบทิส $hk\bar{l}$ และ รูปแบบ $hk\bar{l}$.	12
2-7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรีซิเพרוอเกิลแลบทิสและกฎของ แมรอกก์ .	13
2-8	แสดงการเกิดจุดสะท้อนในภาพถ่ายโรเทชัน	15
2-9	แสดงลักษณะของกล้องไวนิลเซ็นเบอร์ก	19
2-10	แสดงการเกิดจุดสะท้อนและทำแหน่งของจุดสะท้อนบนฟิล์ม	20
2-11	แสดงลักษณะของเซ็นทรัลแลบทิสและนันเซ็นทรัลแลบทิสไลน์	21
2-12	แสดงการเกิดเซ็นทรัลแลบทิสไลน์	23
2-13ก	แสดงมุมระหว่างแกนของรีซิเพרוอเกิลแลบทิส a^* และ c^*	24

2-13	แสดงการเกิดขึ้นหัวลแลทิสไลน์ a° และ c° และ มุม β°	24
2-14	แสดงลักษณะของนันเข็นหัวลแลทิสไลน์	25
2-15	แสดงลำดับการเกิดนันเข็นหัวลแลทิสไลน์	26
2-16	แสดงยานบอคของภารถายภาพไวส์เข็นเบอร์ก	27
2-17	แสดงมุม α และ γ ของการถ่ายภาพไวส์เข็น เบอร์กเมื่อรังสีเอ็กซ์เบนไปจากแนวตั้งจากกัมพลิก . .	28
2-18	แสดงการจัดกัมพลีเบอร์ไลน์เพื่อถ่ายภาพไวส์เข็นเบอร์ก ของเลเบอร์ไลน์ที่ n	30
2-19	แสดงคำสครัคเจอร์แฟคเทอร์ที่เกิดจากคลื่นกระเจิงจาก อะคอม	31
2-20	แสดงทำแนงอะคอม, ระยะระหว่างรูปแบบและผลทาง ของอะคอม	31
2-21	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง F_{hkl} และ $F_{\bar{h}\bar{k}\bar{l}}$.	33
2-22	แสดงความหนาแนนของอีเลคตรอนที่ทำแนงทาง π . .	37
3-1	แสดงความหนาแนนของอีเลคตรอนที่ทำแนง x และ $x + u$	42
3-2	แสดงอะคอม 2 อะคอมอยู่หางกันเป็นระยะ ($F_2 - F_1$) ในแพทเทอร์สันสเปส	45
3-3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทำแนงอะคอมในแพทเทอร์สัน สเปสกับในสเปสของผลิก	47

ชุดที่	หน้า	
4-1	แสดงการติดตั้งผลึกเกี่ยวนหัวโภนิโอมิเทอร์	55
4-2	ภาพถ่ายการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์แบบօอสซิลเดชันและ ไวส์เซนเบอร์ก	60
4-3	แสดงรีซิเพโรอคิลแลทิสของจุดสะท้อนใน $h01$, $h11$, $h21$, $h31$, และ hko	62
4-4	แสดงกราฟของ $N(z)$ และ z ตามทฤษฎี .	68
4-5	แสดงการແນ່ງຂວາງຂອງ $ F_0 ^2$ ຂອງຈຸດສະຫຼຸບໃນ $h01$ ສໍາරັບທຳ $N(z)$ test	71
4-6	ເປີຍນິຍົມຕາ $N(z)$ ຈາກກາຮັດລອງແລະທѹໝື .	72
4-7	ภาพถ่ายພລິຟັງຂອງ Nb_5As_3	75
4-8	แสดงຄວາມສົ່ມພັນຂະໜາງ $(S - S_0)$ obs. และ $\theta / (S - S_0)$ obs.	77
4-9	แสดงกรາฟຂອງ $\frac{1}{\lambda}$ และສ່າງເພື່ອແກ້ຄວາມຝຶກພລາຍຂອງ ຄວາມເຂັມ	81
4-10	แสดงຄວາມເຂັມຂອງຮັງສີເອັກຊ່າເນື້ອທິກະບົນແລະເລື່ອງເບັນ ຈາກພົົກ	83
4-11	แสดงຮະບະຂອງຮັງສີເອັກຊ່າເນື້ອທິກະບົນແລະເລື່ອງເບັນຈາກ ພົົກ	83
4-12	แสดงกรາฟຂອງ $\ln \frac{f_{rel}}{f_{obj}^2}$ กິນ $\sin^2 \theta / \lambda^2$ ຄວາມທѹໝື	89

4-13	แสงคงการแบ่งช่วงของ $ F_0 ^2$ ของจุดสังเกตใน hol สำหรับทำ Wilson plot	90
4-14	แสงคงค่า f^2 ของ Nb และ As ที่ $\sin\theta/\lambda$ ทาง ๆ	91
4-15	แสงคงกราฟนี้ให้จากการทำ Wilson plot เพื่อหาค่า B	93
4-16	แสงคงแผนภาพแพทเทอร์สันที่ P (uow) และ P($u\bar{w}$) ของผลึก Nb_5As_3	98
4-17	แสงคงค่า P ที่ระบบทาง ๆ ของ Nb_1	102
4-18	แสงคงโครงสร้างของผลึก Nb_5As_3 ที่นายลงความแกน b	107
4-19	แสงคงการเรียงตัวของปริซึมสามเหลี่ยมในโครงสร้างของ ผลึก Nb_5As_3	108
4-20	แสงคงการเรียงตัวของอะตอมข้างเคียงของ Nb . . .	109
4-21	แสงคงการเรียงตัวของอะตอมข้างเคียงของ AS . . .	109