

การหาปริมาณสิ่งเจือปนบางชนิดในสารประกอบแทนทาลัมความบริสุทธิ์สูง โดยวิธี  
แอกติเวชันด้วยนิวตรอนพลังงาน 14 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์จากเครื่องกำเนิดนิวตรอน



นาย จารุเดช วาควิไล

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

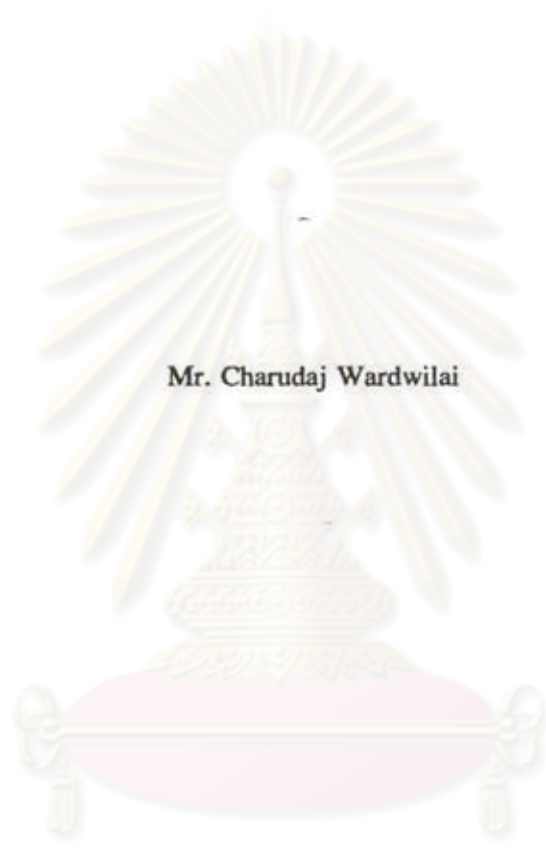
พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-536-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 16893992

DETERMINATION OF SOME IMPURITIES IN HIGH PURITY TANTALUM  
COMPOUNDS BY ACTIVATION WITH 14 MeV NEUTRONS  
FROM A NEUTRON GENERATOR



Mr. Charudaj Wardwilai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering

Department of Neuclear Technology  
Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-633-536-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การหาปริมาณสิ่งเจือปนบางชนิดในสารประกอบแทนทาลัมความบริสุทธิ์สูง  
โดยวิธีแอกติเวชันด้วยนิวตรอนพลังงาน 14 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์จากเครื่อง  
กำเนิดนิวตรอน

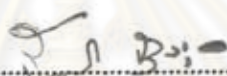
โดย นาย จารุเดช วาควิไล

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

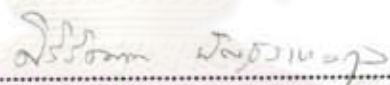
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์

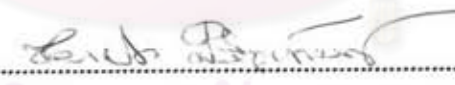


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( รองศาสตราจารย์ คร. สันติ ดุงสุวรรณ )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล )

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์ )

  
.....กรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว )

  
.....กรรมการ  
( อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์ )

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



จารย์เตย วาดวิไล : การหาปริมาณสิ่งเจือปนบางชนิดในสารประกอบแทนทาลัมความบริสุทธิ์สูงโดยแอกติเวชันด้วยนิวตรอนพลังงาน 14 เมกะอีเล็กตรอนโวลต์ จากเครื่องกำเนิดนิวตรอน (DERTERMINATION OF SOME IMPURITIES IN HIGH PURITY TANTALUM COMPOUNDS BY ACTIVATION WITH 14 MeV NEUTRONS FROM A NEUTRON GENERATOR) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ชัชวาท ศิริอุบลรัตน์, 55 หน้า ISBN 974-633-536-7

ได้ทำการหาปริมาณสิ่งเจือปนบางชนิดในสารประกอบแทนทาลัม โดยวิธีแอกติเวชันด้วยนิวตรอนพลังงาน 14 เมกะอีเล็กตรอนโวลต์จากเครื่องกำเนิดนิวตรอน โดยนำตัวอย่างแทนทาลัม ที่เป็นทั้ง โลหะและ สารประกอบฟลูออไรด์เข้าอบรังสีนาน 30 นาที ด้วยเครื่องกำเนิดนิวตรอนแบบเปิด และวัดรังสีแกมมาที่เกิดขึ้นด้วยหัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมความบริสุทธิ์สูง พบว่าสารตัวอย่างที่เป็นโลหะแทนทาลัมมีธาตุที่เจือปนอยู่ 6 ธาตุคือ เหล็ก อะลูมิเนียม ซิลิกอน โปแทสเซียม ไนโอเบียม และทังสเตน ซึ่งพบว่ามีปริมาณเท่ากับ  $1307.94 \pm 81.16$ ,  $292.84 \pm 8.03$ ,  $157.48 \pm 14.53$ ,  $1225 \pm 134$ ,  $191.14 \pm 13.83$  และ  $44280 \pm 66.5$  ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนสารตัวอย่างที่เป็นสารประกอบฟลูออไรด์ พบว่ามีธาตุเจือปนอยู่ 3 ชนิดคือ อะลูมิเนียม ไนโอเบียม และทังสเตน ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ  $1015 \pm 77.254$ ,  $91 \pm 15.97$  และ  $46800 \pm 681$  ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ สำหรับค่าขีดจำกัดการวัด (detection limits) ของธาตุทั้ง 6 ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 79, 55, 126, 2526, 19 และ 13269 ไมโครกรัม โดยวัดรังสีนาน 3600 วินาที สำหรับเหล็กและอะลูมิเนียม 150 วินาที สำหรับซิลิกอน 600 วินาที สำหรับโปแทสเซียม และ 72,000 วินาที สำหรับไนโอเบียมและทังสเตน

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า การวิเคราะห์โดยวิธีแอกติเวชันด้วยนิวตรอนพลังงานสูงจากเครื่องกำเนิดนิวตรอน สามารถเลือกปฏิกิริยานิวเคลียร์สำหรับวิเคราะห์ได้หลายปฏิกิริยา และสามารถวิเคราะห์สิ่งเจือปนบางชนิดใน ตัวอย่างแทนทาลัมความบริสุทธิ์สูงได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... วิศวกรรมเทคโนโลยี  
สาขาวิชา..... วิศวกรรมเทคโนโลยี  
ปีการศึกษา 2538.....

ลายมือชื่อผู้ผลิต.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่เรีกนาร่วม.....

## C518114 : MAJOR NEUCLEAR TECHNOLOGY

KEY WORD: TANTALUM / IMPURITIES / FAST NEUTRON / ACTIVATION ANALYSIS

CHARUDAJ WARDWILAI : DETERMINATION OF SOME IMPURITIES IN HIGH PURITY TANTALUM COMPOUNDS BY ACTIVATION WITH 14 MeV NEUTRONS FROM A NEUTRON GENERATOR. THESIS ADVISOR : ASS.T. PROF. CHYAGRIT SIRIUPATHUM, 55 pp. ISBN 974-633-586-7

Determination of some impurities in high purity tantalum compounds by activation with 14 MeV neutrons from a neutron generator was conducted. The tantalum samples : a metallic tantalum powder and a fluoride compound, were activate for 30 minites by unsealed type neutron generator. The induced gamma rays were detected by a hyperpure germanium detector. There were 6 trace elements found in the metal powder sample, namely : iron, aluminium, silicon, postassium, niobium and tungsten. The contents were found to be  $1307.94 \pm 81.16$ ,  $292.84 \pm 8.03$ ,  $157.48 \pm 14.53$ ,  $1225 \pm 134$ ,  $191.14 \pm 13.38$  and  $44280 \pm 665$  ug/g respectively. In the fluoride compound sample, there were 3 trace elements : aluminium, niobium and tungsten. The contents were found to be  $1015 \pm 77$ ,  $254.91 \pm 15.97$  and  $46800 \pm 682$  ug/g, respectively. The detection limits of all elements, were found to be 79, 55, 126, 2526, 19 and 13296 ug, using counting time for iron and aluminium of 3600 seconds, 150-seconds for silicon, 600 seconds for potassium, 72,000 seconds for niobium and tungsten.

It was concluded that fast neutron activation analysis by 14 MeV neutron could be applied for detection of some trace elements in high purity tantalum samples by using proper nuclear reactions.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... วิศวกรรมเทคโนโลยี

สาขาวิชา..... วิศวกรรมเทคโนโลยี

ปีการศึกษา..... 2538

ลายมือชื่อนิสิต..... *Charudaj Wardwilai*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *Chyagrit Siriupathum*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... -



## กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์ อาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางและสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ และขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว และอาจารย์อรรถพร ภัทรสุมันต์ ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการข้อมูล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัชยะที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการทำงานของเครื่องกำเนิดนิวตรอน

ขอขอบคุณอาจารย์ที่โครงการวิจัยนิวตรอนพลังงานสูง ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมสร สิงขรัตน์ ซึ่งเป็นผู้ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องกำเนิดนิวตรอน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิวัฒน์ ศิยาสุทรานนท์ ที่ให้คำแนะนำ และใช้เครื่องมือวัดรังสี และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในโครงการฯทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณ เพื่อนๆและน้องๆที่ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ที่ให้กำลังใจและช่วยในงานพิมพ์วิทยานิพนธ์

สุดท้ายข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณต่อ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ซึ่งให้กำลังใจและสนับสนุนในทุกๆด้านตลอดมา

คุณยิวทฤษฎีทรพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎี.....	5
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีวิจัย.....	21
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	26
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	44
เอกสารอ้างอิง.....	47
ภาคผนวก ก. ....	49
ภาคผนวก ข. ....	50
ประวัติผู้เขียน.....	53

ศูนย์วิทย์ทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดของแร่และปริมาณแทนทาลัมในแร่.....	6
ตารางที่ 2.2 แสดงไอโซโทปของแทนทาลัม.....	8
ตารางที่ 2.3 แสดงความต้านทานการกัดกร่อนของแทนทาลัม.....	11
ตารางที่ 2.4 แสดงคุณสมบัติต่างๆของแทนทาลัม.....	12
ตารางที่ 2.5 แสดงข้อกำหนดของปริมาณสิ่งเจือปนในแทนทาลัม.....	13
ตารางที่ 4.1 แสดงประสิทธิภาพการวัดรังสีแกมมาที่พลังงานต่างๆ.....	26
ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการอาบรังสีผงโลหะแทนทาลัม นาน 10 นาที.....	27
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการอาบรังสีสารประกอบฟลูออไรด์ ของแทนทาลัมนาน 10 นาที.....	28
ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการอาบรังสีผงโลหะแทนทาลัม นาน 30 นาที.....	28
ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการอาบรังสีสารประกอบฟลูออไรด์ ของแทนทาลัมนาน 30 นาที.....	30
ตารางที่ 4.6 แสดงชนิดและปริมาณของธาตุที่พบในสารตัวอย่างผงโลหะแทนทาลัม.....	32
ตารางที่ 4.7 แสดงชนิดและปริมาณของธาตุที่พบในสารตัวอย่างสารประกอบฟลูออไรด์ของ แทนทาลัม.....	32
ตารางที่ 4.8 ค่าขีดจำกัดการวัดที่ได้จากการคำนวณของธาตุต่างๆในสารตัวอย่าง.....	33

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงบริเวณที่พบสายแร่แทนทาลัมในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้.....	7
รูปที่ 2.2 แสดงกระบวนการผลิตแทนทาลัม.....	10
รูปที่ 2.3 การนำแทนทาลัมไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ.....	14
รูปที่ 3.1 แสดงแผ่นพลาสติกที่ใช้วางตัวอย่างเพื่อเอกซเรย์.....	22
รูปที่ 3.2 แสดงเครื่องประมวลผลที่มี Canberra S100 MCA Card บรรจุอยู่ พร้อมเครื่องแสดงผล.....	22
รูปที่ 3.3 แสดงหัววัดรังสีแกมมาชนิดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง.....	23
รูปที่ 3.4 แสดงอุปกรณ์วัดรังสีที่ต่อจากหัววัดรังสี.....	23
รูปที่ 3.5 แสดงการวางสารตัวอย่างและแผ่นอะลูมิเนียมที่ใช้เป็น flux monitor.....	25
รูปที่ 3.6 แสดงการวางแผ่น sample holder เพื่อนำตัวอย่างเข้าอบรังสี.....	25
รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานรังสีแกมมากับประสิทธิภาพการวัดรังสี.....	33
รูปที่ 4.2 แสดงสเปกตรัมของอะลูมิเนียมที่เป็น flux monitor.....	34
รูปที่ 4.3 แสดงสเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการอบรังสีผงโลหะแทนทาลัมนาน 10 นาที... 35	35
รูปที่ 4.4 แสดงสเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการอบรังสีสารประกอบฟลูออไรด์ของแทนทาลัมนาน 10 นาที.....	36
รูปที่ 4.5 แสดงสเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการอบรังสีผงโลหะแทนทาลัมนาน 30 นาที.... 37	37
รูปที่ 4.6 แสดงสเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการอบรังสีผงโลหะแทนทาลัมนาน 30 นาทีหลังการสลายตัว 24 ชั่วโมง.....	38
รูปที่ 4.7 แสดงสเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการอบรังสีผงโลหะแทนทาลัมนาน 30 นาทีหลังการสลายตัว 3 วัน.....	39
รูปที่ 4.8 แสดงสเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการอบรังสีสารประกอบฟลูออไรด์ของแทนทาลัมนาน 30 นาที.....	40
รูปที่ 4.9 แสดงสเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการอบรังสีสารประกอบฟลูออไรด์ของแทนทาลัมนาน 30 นาทีหลังการสลายตัว 24 ชั่วโมง.....	41

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ 4.10 แสดงสเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการอาบรังสีสารประกอบฟลูออไรด์ของ  
 แทนทาลัมนาน 30 นาทีหลังการสลายตัว 3 วัน..... 42



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย