การหาปริมาณโลหะผสมสองธาตุบางชนิดด้วยเทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีเบตา

นายเดวิช บรรเทา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-778-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018601
1171194167

DETERMINATION OF SOME BINARY ALLOY COMPOSITIONS USING BETA BACKSCATTERING TECHNIQUE

Mr. Davich Banthao

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

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-778-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การหาปริมาณโลหะผสมสองธาตุบางชนิดด้วยเทคนิค การกระเจิงกลับของรังสีเบตา
โดย	นายเดวิช บรรเทา
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เดวิช บรรเทา : การหาปริมาณโลหะผสมสองธาตุบางชนิดด้วยเทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีเบตา (DETERMINATION OF SOME BINARY ALLOY COMPOSITIONS USING BETA BACKSCATTERING TECHNIQUE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.นเรศร์ จันทน์ขาว, 81 หน้า, ISBN 974-581-778-3.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการใช้เทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีเบตาในการหาส่วนผสมของโลหะผสมสองธาตุ ได้เลือกใช้ต้นกำเนิดรังสีเบตาพลังงานสูงคือ สตรอนเชียม -90/อิตเทรียม-90 เพื่อให้ ได้ความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับสูงและเพื่อลดความแปรปรวนของผลการวัดเกี่ยวกับความไม่เรียบของผิวตัวอย่าง จากผลการวิจัยพบว่าความหนาของตัวอย่างประมาณ 250 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป จะให้ความเข้มรังสีเบตากระเจิงกลับอิ่มตัว เมื่อทดลองใช้เทคนิคนี้กับตัวอย่างโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุกที่ได้จากโรงงานผลิตพบว่า ความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณตะกั่วในตัวอย่าง และยังได้พบว่าเมื่อใส่แผ่นอะลูมิเนียมสำหรับกรองรังสีเบตาไว้หน้าหัววัดไกเกอร์-มูลเลอร์ทำให้ความไวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จากการหาปริมาณตะกั่วในตัวอย่างโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก 22 ตัวอย่าง พบว่าได้ผลใกล้เคียงกับผลที่ได้จากวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ วิธีอะตอมมิกแอบซอร์บชัน และวิธีหาความถ่วงจำเพาะ โดยพบว่าความเที่ยงตรงของวิธีนี้มีค่าประมาณ $\pm$0.5% ในขณะที่ความแม่นยำขึ้นอยู่กับตัวอย่างมาตรฐานที่ใช้ในการปรับเทียบและความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C017243 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY
KEY WORD : BINARY ALLOYS/BETA RAYS/BETA BACKSCATTER
DAVICH BANTHAO : DETERMINATION OF SOME BINARY ALLOY COMPOSTITIONS USING BETA BACKSCATTERING TECHNIQUE. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. NARES CHANKOW, M. Eng. 81 pp. ISBN-974-581-778-3

The purpose of this research was to investigate the use of beta backscattering technique for determining elemental composition of binary alloys. A high energy beta source, Sr-90/Y-90, was selected to be used in this research so as to obtain high percentage of beta backscattered intensity and to miminize the uncertainty due to sample surface roughness. It was found that the sample thickness from about 250 mg/cm^2 would give the saturation backscattered intensity. The technique was tested with lead-tin alloy samples from factories and it was found that the beta backscattered intensity increased with increasing lead content in the sample. It was also found that the sensitivity can be improved significantly by placing an aluminum filter in front of the GM tube. Lead contents in 22 lead-tin alloy samples obtained from this technique were in good agreement with those obtained from the XRF, the atomic absorption and the specific gravity methods. The precision of this technique were found to be about $\pm$0.5% while the accuracy depended upon the standards used for calibration and the homogeneity of the samples.

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัทไทยมัลติคอล์ จำกัด บริษัทโคกิโปรดัคซ์ จำกัด บริษัทง่วนเส็งโลหะกิจ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สำหรับตัวอย่างและข้อมูล ร้าน นิว. เค. ซี. การช่าง ที่ช่วยเหลือในการเตรียมตัวอย่าง หน่วยปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีนิวเคลียร์ประยุกต์ ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุเคราะห์เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำปรึกษาในทุก ๆ ด้าน ให้วิทยานิพนธ์นี้ลุล่วงไปด้วยดี และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อมร เพชรสม ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างและข้อมูล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....จ
กิตติกรรมประกาศ .....ฉ
สารบัญภาพ.....ฌ
สารบัญตาราง.....ฑ

บทที่

1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตการวิจัย 2
1.4 ขั้นตอนการวิจัย 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 การศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2 รังสีเบตาและเทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีเบตา.....5
2.1 รังสีเบตา 5
2.2 เทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีเบตา 12

3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย.....22
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 22
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย 25

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

4 ผลการวิจัย.....31

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับ กับความหนาของอลูมิเนียม 31

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับ กับเลขอะตอมของธาตุต่าง ๆ 33

4.3 ผลการหาพิสัยสูงสุดและพลังงานสูงสุดของรังสีเบตากระเจิงกลับ จากตะกั่วและดีบุก.....35

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับ กับส่วนผสมตะกั่ว-ดีบุก เมื่อใช้แผ่นกรองรังสีความหนาต่าง ๆ กัน.....38

4.5 กราฟปรับเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับ กับผสมตะกั่วและดีบุก เมื่อใช้แผ่นกรองรังสีความหนาประมาณ 540 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร 41

4.6 ผลการหาปริมาณโลหะตะกั่ว – ดีบุกในตัวอย่างชุด A ซึ่งหาโดยวิธีการกระเจิงกลับของรังสีเบตา การเรืองรังสีเอกซ์ และอะตอมมิกแอบซอร์บชัน 44

4.7 ผลการหาปริมาณโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก ในตัวอย่างชุด B ซึ่งหาโดยวิธีการกระเจิงกลับของรังสีเบตา วิธีการเรืองรังสีเอกซ์และวิธีหาความถ่วงจำเพาะ..... 45

4.8 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับ กับส่วนผสมของทองเหลือง.....47

5 บทสรุป วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ.....48

5.1 ข้อสรุป และวิจารณ์ 48

5.2 ข้อเสนอแนะ 52

บรรณานุกรม 53

ภาคผนวก.....54

ภาคผนวก ก 54

ภาคผนวก ข 57

ภาคผนวก ค 61

ภาคผนวก ง 65

ภาคผนวก จ 69

ประวัติผู้เขียน.....81

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 ค่าเฉลี่ยของ Excitation and Ionization Potential ของตัวกลางบางชนิด 9

2.2 ต้นกำเนิดรังสีเบตาบางชนิดที่ใช้สำหรับเทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีเบตา 14

2.3 ค่า saturation backscatter coefficient (G) สำหรับธาตุที่มีเลขอะตอม 1-100 (คำนวณจาก Tittle's formular) 17

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับกับความหนาของอะลูมิเนียม.....32

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับกับเลขอะตอมของธาตุต่าง ๆ 34

4.3 ความเข้มรังสีเบตากระเจิงกลับจากดีบุก ตะกั่วเมื่อใช้แผ่นกรองรังสีความหนาต่างๆ.....36

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับกับส่วนผสมตะกั่ว-ดีบุกเมื่อใช้แผ่นกรองรังสีความหนาต่าง ๆ กัน 39

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับจากส่วนผสมตะกั่ว-ดีบุก เมื่อใช้แผ่นกรองรังสีความหนาประมาณ 540 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร 42

4.6 ปริมาณโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก ในตัวอย่างชุด A ซึ่งหาโดยวิธีการกระเจิงกลับของรังสีเบตา วิธีการเรืองรังสีเอกซ์และวิธีอะตอมมิกแอบซอร์บชัน 44

4.7 ปริมาณโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก ในตัวอย่างชุด B ซึ่งหาโดยวิธีการกระเจิงกลับของรังสีเบตาวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ และวิธีหาความถ่วงจำเพาะ.....46

4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับกับส่วนผสมของทองเหลือง.....47

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่

2.1 ตัวอย่างแผนผังการสลายตัวและสเปคตรัมรังสีเบตาของคลอรีน-36.....6
2.2 การสูญเสียพลังงานจำเพาะของอนุภาคเบตาและอิเลกตรอนที่พลังงานต่างๆ....9
2.3 กราฟแสดงการลดทอนความเข้มของรังสีเบตาเมื่อผ่านตัวกลางความหนาต่างๆ.10
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างพิสัยสูงสุดของรังสีเบตาและอิเลกตรอนกับพลังงาน
ในวัสดุทุกชนิด(ยกเว้นไฮโดรเจนกับธาตุหนัก).....11
2.5 แผนภาพแสดงการกระเจิงกลับของรังสีเบตา.....13
2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับ
กับความหนาของวัตถุตัวอย่าง.....16
2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความเข้มสูงสุดของรังสีเบตากระเจิงกลับ
กับเลขอะตอม.....16
2.8 อิทธิพลของเลขอะตอมต่อการเลื่อนของสเปคตรัมพลังงานของรังสีเบตา
กระเจิงกลับ (Tl-204) 21
3.1 แผนผังการจัดอุปกรณ์วัดรังสีเบตากระเจิงกลับ 23
3.2 ภาพการจัดอุปกรณ์วัดรังสีเบตากระเจิงกลับ 24
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับ
กับความหนาของอะลูมิเนียม 33
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับ
กับเลขอะตอมของธาตุต่าง ๆ 34
4.3 การหาพิสัยสูงสุดและพลังงานสูงสุดของรังสีเบตากระเจิงกลับ
จากตะกั่วและดีบุก 37
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับกับส่วนผสม
ตะกั่ว-ดีบุก เมื่อใช้แผ่นกรองรังสีความหนาต่าง ๆ กัน 40
4.5 กราฟปรับเทียบความสัมพันธ์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตา
กระเจิงกลับกับส่วนผสมตะกั่ว-ดีบุก เมื่อใช้แผ่นกรองรังสีความหนา
ประมาณ 540 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร 42