

บทที่ 6

ผลการทดสอบและวิจารณ์

การทดสอบคุณสมบัติของตัววัดรังสีอัลฟาที่สร้างขึ้นทั้ง 3 ตัวอย่างนั้น กำหนดให้ตัววัดฯ ที่สร้างขึ้นจากแวนผลึกซิลิกอนชนิดพีที่มีความต้านทานจำเพาะ 147 โอห์ม-ซม. และติดตั้งบนฐาน TO-5 เป็นตัววัดฯ ที่ 1 แวนผลึกที่มีความต้านทานจำเพาะ 7500 โอห์ม-ซม. และติดตั้งบนฐาน TO-5 เป็นตัววัดฯ ที่ 2 แวนผลึกที่มีความต้านทานจำเพาะ 7500 โอห์ม-ซม. และสร้าง package ห่อหุ้มเป็นตัววัดฯ ที่ 3 รายละเอียดของผลการทดสอบมีดังต่อไปนี้

6.1 ผลการทดสอบทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพของตัววัดฯ ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 6.1

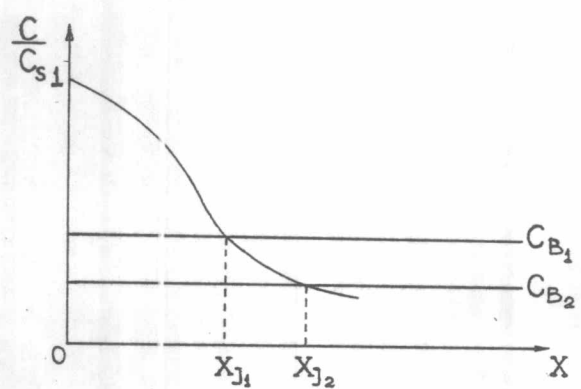
ตารางที่ 6.1 คุณสมบัติทางกายภาพของแวนผลึกก่อนและหลังการแพร์ซิมฟอสฟอรัส

ค่าที่วัด	ก่อนการแพร์ซิม			หลังการแพร์ซิม		
	ตัววัดฯที่1	ตัววัดฯที่2	ตัววัดฯที่3	ตัววัดฯที่1	ตัววัดฯที่2	ตัววัดฯที่3
พื้นที่ทั้งหมด (ตร.ซม.)	0.170	0.347	4.335	0.170	0.347	4.335
พื้นที่รับรังสี (ตร.ซม.)	0.170	0.347	4.335	0.170	0.347	1.538
ความต้านทานจำเพาะ (โอห์ม-ซม.)	147	7500	7500	$9.79 \cdot 10^{-4}$	$1.48 \cdot 10^{-3}$	$1.60 \cdot 10^{-3}$
ความเข้มข้นของพาหะบนผิว (ซม. ⁻³)	$9 \cdot 10^{13}$ *	$1.8 \cdot 10^{12}$ *	$1.8 \cdot 10^{12}$ *	$1.6 \cdot 10^{20}$ *	$1.1 \cdot 10^{20}$ *	$1.1 \cdot 10^{20}$ *
ชนิดของพาหะบนผิว	พี	พี	พี	เอ็น	เอ็น	เอ็น
ความลึกของหัวต่อพี-เอ็น (ไมครอน)	0.00	0.00	0.00	0.32	0.80	0.80

* ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข.

จากตารางที่ 6.1 จะเห็นว่าความต้านทานจำเพาะหลังการแพร่ซึมฟอสฟอรัสของตัววัดที่ 1 มีค่าเท่ากับ 9.79×10^{-4} โอห์ม-ซม. ซึ่งน้อยกว่าของตัววัดที่ 2 และ 3 ที่มีค่าเท่ากับ 1.48×10^{-3} และ 1.60×10^{-3} โอห์ม-ซม. ตามลำดับ เมื่อแปลงค่าความต้านทานจำเพาะไปเป็นค่าความเข้มข้นของพาหะบนผิว (ดูภาคผนวก ข.) ปรากฏว่าตัววัดที่ 1 มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 1.6×10^{20} ซม.⁻³ และมากกว่าของตัววัดที่ 2 และ 3 ซึ่งมีค่าประมาณเท่ากับ 1.1×10^{20} ซม.⁻³ อยู่เล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับค่าโซลิด-โซลูบิลิตี (solid solubility) ของฟอสฟอรัสในผลึกซิลิกอน ซึ่งมีค่าประมาณ 2×10^{20} ซม.⁻³ ที่อุณหภูมิ 800 °C (10) ปรากฏว่า การแพร่ซึมสารเจือปนด้วยวิธีการทา (paint-on) นี้เป็นแบบความเข้มข้นสูง (heavily doped) กล่าวคือ อะตอมของสารเจือปนจะอยู่อย่างหนาแน่นบนผิวแวนผลึก ทั้งนี้เป็นเพราะว่าสารกำเนิดถูกเคลือบติดกับผิวของผลึกซิลิกอนก่อนที่จะทำการแพร่ซึมสารเจือปน

เมื่อพิจารณาความลึกของหัวต่อพี-เอ็น จะเห็นว่าตัววัดที่ 1 มีค่าแตกต่างจากตัววัดที่ 2 และ 3 มากพอสมควร ทั้งนี้เพราะแวนผลึกซิลิกอนมีค่าความต้านทานจำเพาะก่อนการแพร่ซึมต่างกันมากนั่นเอง (ตัววัดที่ 2 และ 3 มีค่าเท่ากัน) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของพาหะก่อนการแพร่ซึมกับความลึกของหัวต่อพี-เอ็น หลังการแพร่ซึม (10)

จะเห็นว่าแวนผลึกที่มีความเข้มข้นของพาหะบนผิวหลังการแพร่ซึม เท่ากันแต่มีความเข้มข้นของพาหะก่อนการแพร่ซึมไม่เท่ากันย่อมมีผลทำให้ความลึกของหัวต่อไม่เท่ากันด้วย เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบ ตัววัดที่ 1 2 และ 3 มีความเข้มข้นของพาหะบนผิวใกล้เคียงกัน (ตัววัดที่ 2 และ 3 ประมาณว่าเท่ากัน) แต่ตัววัดที่ 1 มีความเข้มข้นของพาหะก่อนการแพร่ซึมเท่ากับ 9×10^{13} ซม.⁻³ (C_{B1})

ซึ่งมากกว่าตัววัดที่ 2 และ 3 ที่มีค่าเท่ากับ $1.8 \times 10^{12} \text{ ซม.}^{-3} (C_{B2})$ ดังนั้นความลึกของหัวต่อของตัววัดที่ 1 จึงดีเกินกว่าตัววัดที่ 2 และ 3 กล่าวคือ ตัววัดที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.32 ไมครอน (x_{j1}) ในขณะที่ตัววัดที่ 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 0.8 ไมครอน (x_{j2})

6.2 ผลการทดสอบทางไฟฟ้า

ลักษณะสมบัติของกระแส-แรงดันของตัววัดทั้ง 3 ตัวอย่างได้แสดงไว้ในภาคผนวก ง ซึ่งทำให้ทราบคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สำคัญๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.2

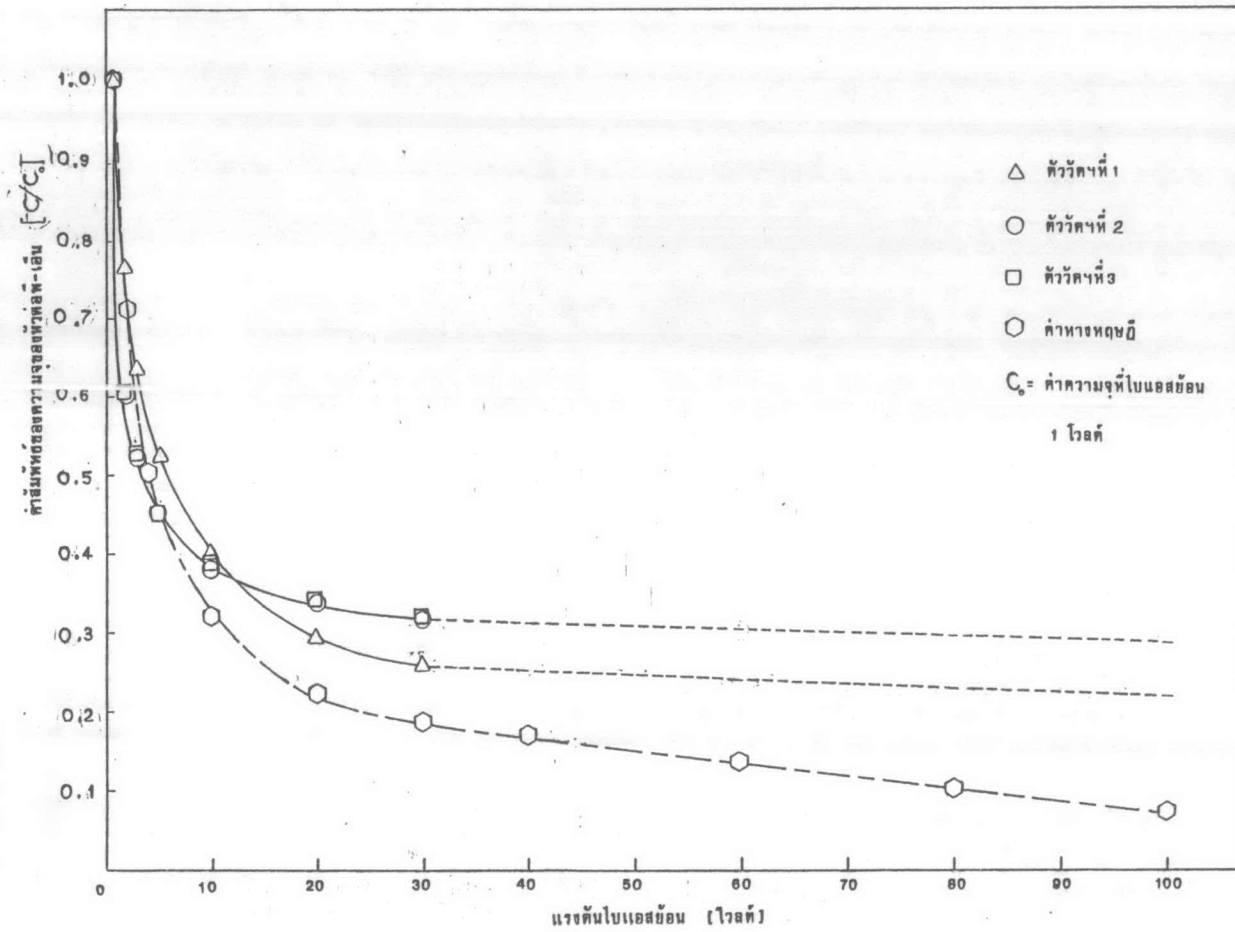
ตารางที่ 6.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัววัด ชนิดหัวต่อพี-เอ็นทั้ง 3 ตัวอย่าง

ค่าที่วัด	ตัววัดที่ 1	ตัววัดที่ 2	ตัววัดที่ 3
แรงดัน cut-in (โวลต์)	0.44	0.43	0.26
แรงดันพังทลาย (โวลต์)	108	135	25
กระแสย้อนกลับ (ไมโครแอมป์ ต่อ ตร.ซม.)	280 ที่ 20 V	46 ที่ 20 V	2000 ที่ 20 V
ความจุของหัวต่อ (pF ต่อตร.ซม.)	776 ที่ 20 V	192 ที่ 70 V	253 ที่ 20 V

ค่าความจุของหัวต่อพี-เอ็นหามาจากการป้อนแรงดันไบแอสย้อนให้กับตัววัด เนื่องจากค่าความจุของหัวต่อเปลี่ยนแปลงตามค่าแรงดันไบแอสย้อน (ดูสมการที่ 2.38) ดังนั้นจึงป้อนแรงดันไบแอสย้อนด้วยค่าต่างๆกัน แล้วหาค่าที่เหมาะสมที่ทำให้ตัววัดมีความสามารถในการแยกพลังงาน (energy resolution) ที่ที่สุด (FWHM มีค่าน้อยที่สุด) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุของหัวต่อของตัววัดทั้ง 3 ตัวอย่างกับค่าแรงดันไบแอสย้อนได้แสดงไว้ในรูปที่ 6.2

สำหรับค่าความจุของหัวต่อที่ทำให้ตัววัดมีความสามารถในการแยกพลังงานที่ดีที่สุด (ดูหัวข้อที่ 6.3) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.2 จะเห็นว่าสำหรับตัววัดที่ 1 แรงดันไบแอสย้อนที่ให้ค่าความจุที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 20 โวลต์ ตัววัดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 70 โวลต์ และตัววัดที่ 3 มีค่าเท่ากับ 20 โวลต์ตามลำดับ

จากตารางที่ 6.2 แรงดัน cut-in ของตัววัดที่ 1 และ 2 มีค่าใกล้เคียงกันมากคือ



รูปที่ 6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความจุของหัวต่อพี-เอ็นของตัวเรียงสัณฐานที่สร้างขึ้นทั้ง 3 ตัวอย่างกับแรงดันไบแอสย้อน

0.44 และ 0.43 โวลต์ ตามลำดับ แต่สำหรับตัววัดที่ 3 มีค่าแตกต่างออกไปอย่างเห็นได้ชัดคือ 0.26 โวลต์ ที่เป็นเช่นนี้สามารถอธิบายได้ว่าเป็นปัญหาเรื่องผิวสัมผัส เพราะว่าตัววัดที่ 3 ถูกหุ้มด้วย package ที่ทำจากทองแดง (ดังรูปที่ 5.10) แต่ตัววัดที่ 1 และ 2 ติดอยู่บนฐาน TO-5 ที่ฉาบด้วยทองคำ (ดังรูปที่ 5.9) ดังนั้นผิวสัมผัสระหว่างแวนผลึกซิลิกอนกับโลหะจึงต่างกันเพราะเป็นโลหะคนละชนิด มีผลทำให้แรงดัน cut-in แตกต่างกันด้วย.

การทดสอบค่ากระแสย้อนกลับได้กระทำที่ค่าแรงดันไบแอสย้อนเท่ากับ 20 โวลต์ ปรากฏว่าสำหรับตัววัดที่ 1 และ 2 มีค่าความหนาแน่นกระแสย้อนกลับเท่ากับ 280 และ 46 ไมโครแอมป์ต่อตร.ซม. ตามลำดับ ซึ่งนับว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับตัววัดที่ 3 ที่มีค่าความหนาแน่นของกระแสย้อนกลับเท่ากับ 2000 ไมโครแอมป์ต่อตร.ซม. การที่ความหนาแน่นของกระแสย้อนกลับของตัววัดที่ 3 มีค่ามากก็เนื่องจากว่ามีกระแสบางส่วนรั่วไหลสู่ package แต่ยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด.

แรงดันพังทลายเป็นคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สำคัญค่าหนึ่ง สามารถบ่งบอกถึงขีดความสามารถของตัววัดที่ถูกนำไปใช้งาน ทั้งนี้เพราะความกว้างของเขตปลอดภัยซึ่งเป็นพื้นที่การทำงานของตัววัดเปลี่ยนแปลงตามแรงดันไบแอสย้อน และค่าแรงดันไบแอสย้อนจะต้องไม่เกินแรงดันพังทลาย การใช้แวนผลึกที่มีค่าความต้านทานจำเพาะสูงขึ้น มีผลทำให้แรงดันพังทลายมีค่าสูงขึ้นด้วย ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 6.2 ว่า ตัววัดที่ 2 ซึ่งมีความต้านทานจำเพาะ 7500 โอห์ม-ซม. มีค่าแรงดันพังทลายเท่ากับ 135 โวลต์ ค่าแรงดันพังทลายนี้สูงกว่าตัววัดที่ 1 ซึ่งมีความต้านทานจำเพาะ 147 โอห์ม-ซม. และมีค่าแรงดันพังทลายเท่ากับ 108 โวลต์ อย่างไรก็ตามในกรณีของตัววัดที่ 3 จะเห็นว่าแรงดันพังทลายมีค่าต่ำมากเพียง 25 โวลต์ เท่านั้นทั้งๆที่ใช้แวนผลึกซิลิกอนที่มีค่าความต้านทานจำเพาะ 7500 โอห์ม-ซม. ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากมีกระแสรั่วไหลสู่ package ทำให้แรงดันพังทลายมีค่าต่ำลง

การทดสอบค่าความจุของหัวต่อสัมผัสกับค่าแรงดันไบแอสย้อนของตัววัดทั้ง 3 ตัวอย่างในรูปที่ 6.2 นั้นได้เปรียบผลที่ได้กับค่าความจุทางทฤษฎี (สมการที่ 2.38) ปรากฏว่าผลของตัววัดทั้งสามใกล้เคียงกับที่คาดไว้ทางทฤษฎี ด้วยเหตุนี้จึงสามารถวิเคราะห์ได้ว่าหัวต่อพี-เอ็นมีลักษณะเป็นแบบ abrupt คือ $N_D \gg N_A$ (ดูสมการที่ 2.29 ถึง 2.38) เมื่อพิจารณาค่าความจุที่ทำให้ตัววัดทั้งสามมีความสามารถในการแยกพลังงานดีที่สุด จะเห็นว่า ค่าความจุของตัววัดแต่ละตัวมีค่าไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความกว้างของเขตปลอดภัยที่เหมาะสมเพื่อที่จะให้ noise เข้ามารบกวนน้อยที่สุด.

6.3 ผลการทดสอบทางรังสี

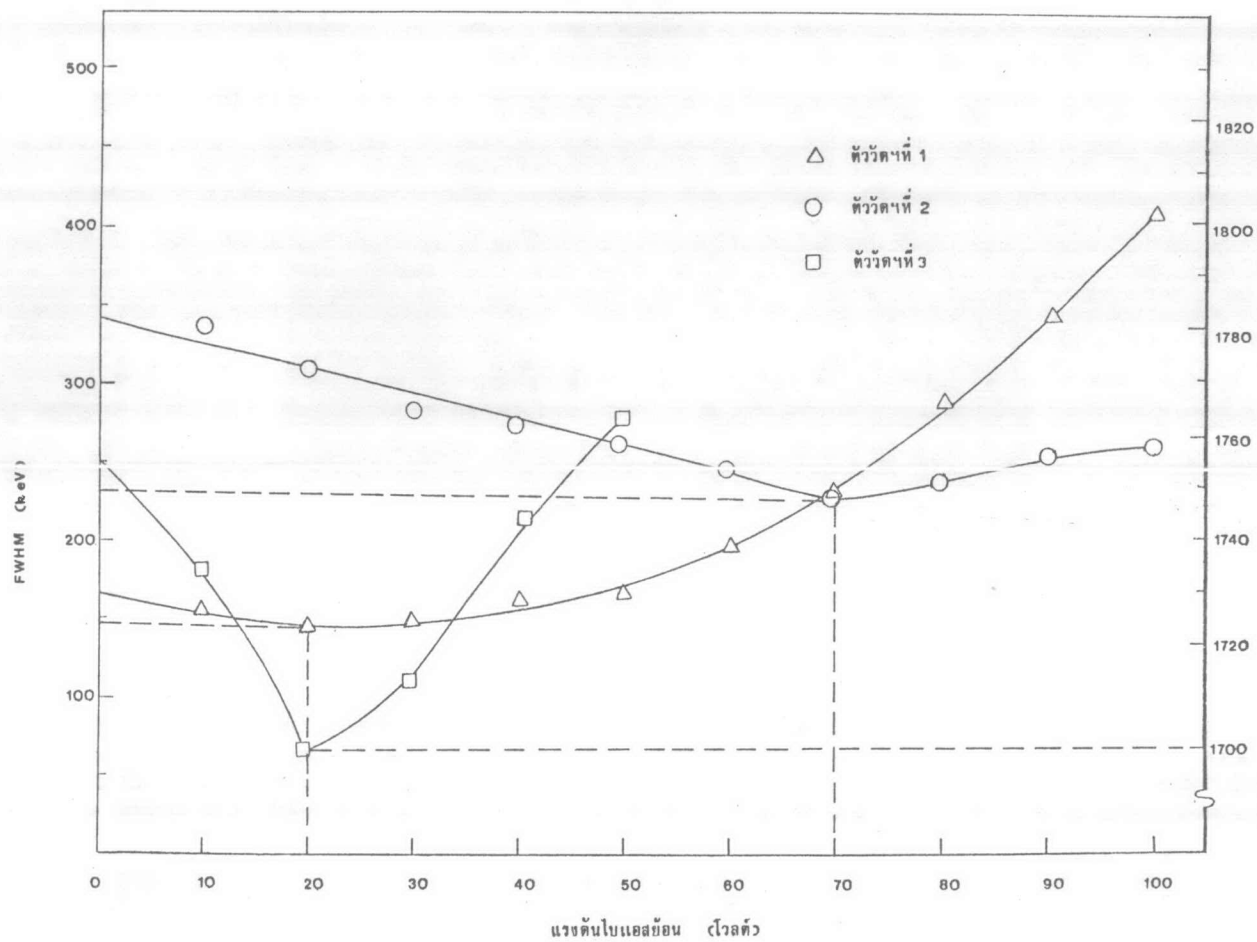
การทดสอบได้ใช้แหล่งกำเนิดรังสี 2 ชนิดคือ อเมอริเซียม (Am-241) และ เรเดียม (Ra-226) ซึ่งอยู่ในลักษณะของแหล่งกำเนิดที่เป็นจุด (point source) ตัววัดฯ และแหล่งกำเนิดรังสีอยู่ห่างกัน 1 ซม. ผลการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

- การกำหนดค่า FWHM และหาค่าแรงดันไบแอสยอนที่เหมาะสม
- ผลตอบสนองทางรังสีที่มีต่อ อเมอริเซียมและ เรเดียม

6.3.1 การกำหนดค่า FWHM และหาค่าแรงดันไบแอสยอนที่เหมาะสม

ในการทดสอบต้องป้อนแรงดันไบแอสยอนด้วยค่าต่างๆกันให้กับตัววัดฯ ทั้งนี้เพราะผลตอบสนองทางรังสีมีการเปลี่ยนแปลงตามความกว้างของเขตปลอดพาหะซึ่งแปรผันตามแรงดันไบแอสยอน เนื่องจากสเปกตรัมของอเมอริเซียมมีเพียงยอดเดียวที่พลังงาน 5.476 MeV⁽²¹⁾ จึงเลือกใช้เป็นตัวทดสอบเพื่อหาค่า full width at half maximum (FWHM) สัมพันธ์กับค่าแรงดันไบแอสยอน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง) แล้วเลือกค่าแรงดันไบแอสยอนที่ให้ค่า FWHM ที่น้อยที่สุด เพื่อนำไปหาค่าความจุของหัวต่อและความกว้างของเขตปลอดพาหะที่ทำให้ตัววัดมีความสามารถในการแยกพลังงานที่ดีที่สุดต่อไป รูปที่ 6.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง FWHM ของตัววัดทั้ง 3 ตัวอยู่กับค่าแรงดันไบแอสยอน

จะเห็นว่าตัววัดฯ ที่ 1 ต้องป้อนแรงดันไบแอสยอนมีค่าเท่ากับ 20 โวลต์ จึงจะทำให้ FWHM มีค่าน้อยที่สุด ดังนั้นในการนำตัววัดฯ ที่ 1 ไปใช้งานจึงเลือกใช้แรงดันไบแอสยอนค่านี้ ในทำนองเดียวกันสำหรับตัววัดฯ ที่ 2 และ 3 ก็ต้องป้อนแรงดันไบแอสยอนมีค่าเท่ากับ 70 และ 20 โวลต์ตามลำดับ



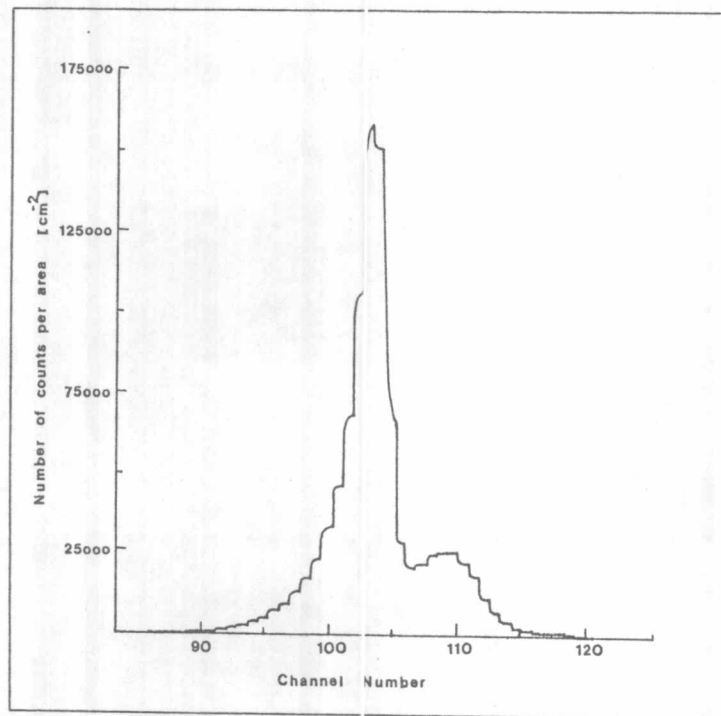
รูปที่ 6.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง FWHM ของตัววัดรังสีอัลฟาที่สร้างขึ้นทั้ง 3 ตัวอย่างกับแรงดันไบแอสกัก
กับรังสีเอมเมอร์เซียน

6.3.2 ผลตอบสนองทางรังสีที่มีต่อเมอริเชียมและเรเดียม

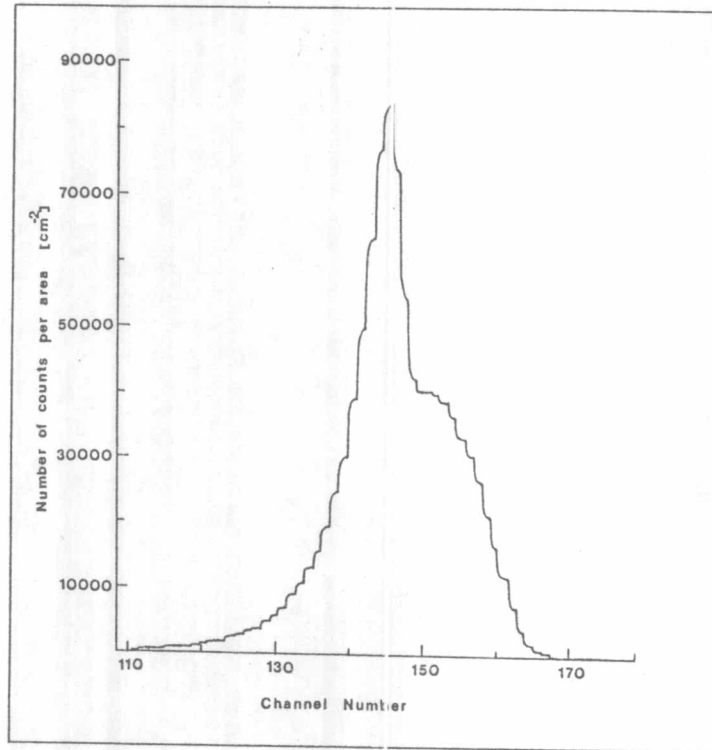
เมื่อทราบค่าแรงดันไบแอสยอนที่เหมาะสม ซึ่ง มีผลทำให้ตัววัดฯ แต่ละตัวมีความสามารถในการแยกพลังงานที่ดีที่สุดแล้ว ต่อจากนั้นก็นำตัววัดฯ มาทดสอบกับรังสีอเมอริเชียมและเรเดียมที่ค่าแรงดันไบแอสยอนนั้น ๆ เพื่อดูผลตอบสนองทางรังสีของตัววัดฯ ทั้ง 3 ตัวอย่างว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร และแตกต่างกันเพียงใดพร้อมทั้งเปรียบเทียบกับตัววัดฯ ที่สั่งซื้อจากต่างประเทศซึ่งรายละเอียดได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค รายละเอียดของผลตอบสนองทางรังสีแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

ก. ผลตอบสนองต่อรังสีอเมอริเชียม

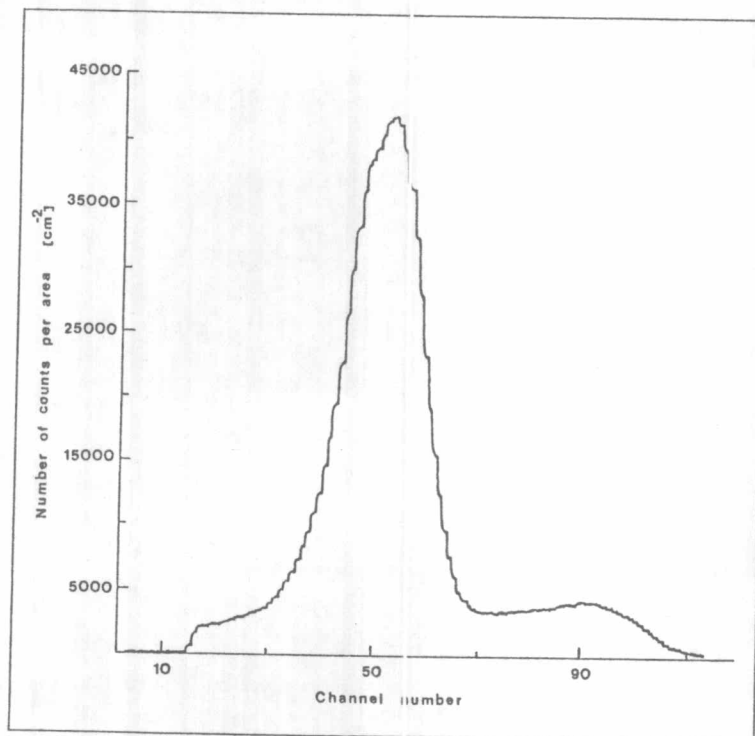
โดยการป้อนแรงดันไบแอสยอน 20 70 และ 20 โวลต์ ให้กับตัววัดฯ ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับแล้วทดสอบกับรังสีอเมอริเชียม ผลจากการทดสอบจะได้สเปกตรัมของรังสีอเมอริเชียมอันเป็นผลตอบสนองทางรังสีของตัววัดฯ ทั้ง 3 ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 6.4 ถึง 6.6



รูปที่ 6.4 ผลตอบสนองทางรังสีของตัววัดฯ ที่ 1 ที่มีต่อรังสีอเมอริเชียม



รูปที่ 6.5 ผลตอบสนองทางรังสีของตัววัดฯ ที่ 2 ที่มีต่อรังสีคอสมอริเซียม



รูปที่ 6.6 ผลตอบสนองทางรังสีของตัววัดฯ ที่ 3 ที่มีต่อรังสีคอสมอริเซียม

ค่า FWHM และความกว้างของเขตปลอดพาหะที่เหมาะสมซึ่งคำนวณมาจากค่าความจุของหัวต่อ โดยใช้สมการที่ (2.37) (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ง) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 คุณสมบัติทางรังสีของตัววัดชนิดหัวต่อพี-เอ็น ทั้ง 3 ตัวอย่าง โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีออร์เธียม

ค่าที่วัด	ตัววัดฯ ที่ 1	ตัววัดฯ ที่ 2	ตัววัดฯ ที่ 3
แรงดันไบแอสย้อน (โวลต์)	20	70	20
จำนวนนับปริมาณรังสีต่อ ตร.ซม.	157194	84014	42474
FWHM (keV)	145	226	1703
ความกว้างของเขตปลอดพาหะ (ไมครอน)	12	48.5	36.8

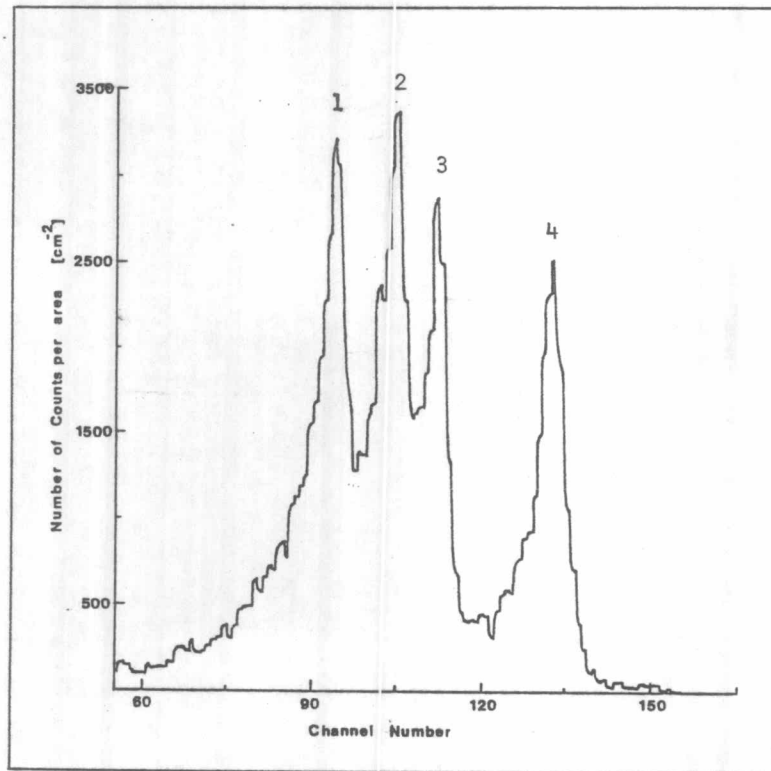
จากรูปที่ 6.4 ถึง 6.6 เมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ ผ.13 (ในภาคผนวก ค.) จะเห็นว่าลักษณะของสเปกตรัมใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะตัววัดฯ ที่ 1 (รูปที่ 6.4) และตัววัดฯ ที่ 2 (รูปที่ 6.5) สามารถเห็นได้ชัดเจน ส่วนตัววัดฯ ที่ 3 (รูปที่ 6.6) ลักษณะรูปร่างของสเปกตรัมผิดเพี้ยนไปเล็กน้อย เมื่อพิจารณาค่า FWHM ของตัววัดฯ ทุกตัว (ตารางที่ 6.3 และ ผ.1) จะสังเกตได้ว่าตัววัดฯ ที่ 1 มีค่า FWHM น้อยที่สุด นั่นหมายถึงมีความสามารถในการแยกพลังงานดีที่สุดในตัวอย่างก็ตามต่องานถึงพื้นที่รับรังสีของตัววัดฯ และพลังงานของรังสีที่ใช้ทดสอบด้วย กล่าวคือพื้นที่รับรังสียิ่งมาก ความไม่สม่ำเสมอของพาหะบนผิวก็มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากและปริมาณ noise ก็มากขึ้นด้วย ทำให้ประสิทธิภาพในการรวบรวมเก็บประจุลดลง ความสามารถในการแยกพลังงานก็จะลดลงตามไปด้วย พลังงานของรังสีก็มีส่วนสำคัญที่ทำให้ความสามารถในการแยกพลังงานเปลี่ยนไป ตัววัดฯ ที่มีความสามารถในการแยกพลังงานดีที่พลังงานค่าหนึ่งอาจจะไม่ดีสำหรับพลังงานอีกค่าหนึ่ง

สำหรับจำนวนนับปริมาณรังสีของตัววัดฯ แต่ละตัวคิดเป็นต่อ ตร.ซม. ทั้งนี้เพราะพื้นที่รับรังสีไม่เท่ากัน จะเห็นว่าจำนวนนับต่อ ตร.ซม. ของตัววัดฯ ที่ 1 มีค่ามากที่สุด ในขณะที่ความกว้างของเขตปลอดพาหะ มีค่าน้อยที่สุด แสดงว่าความกว้างของเขตปลอดพาหะไม่จำเป็นต้องมีค่ามากที่สุด แต่ต้องมีค่าที่เหมาะสมเพื่อให้ noise มีค่าไม่มากเกินไป แล้วจะทำให้การวัดเป็นไปอย่างมี

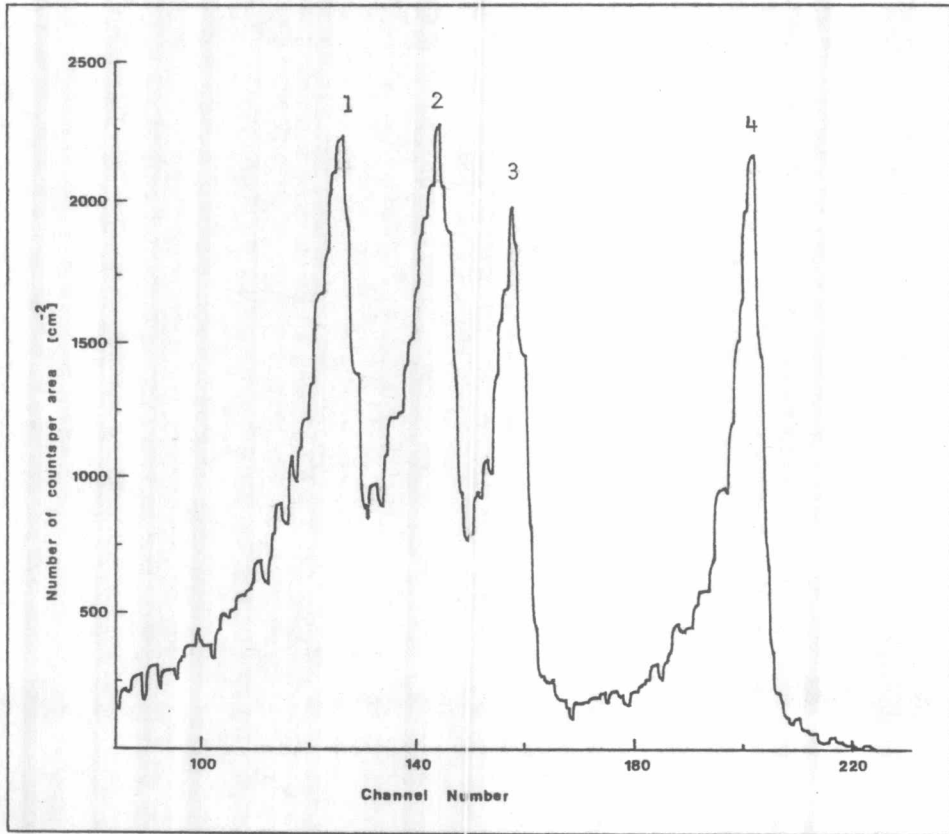
ประสิทธิภาพ นอกจากนี้ขนาดของพื้นที่รับรังสีก็ยังมีผลต่อจำนวนนับต่อ ตร.ซม. ด้วย สังเกตได้จากตัววัดฯ ที่ 1 มีพื้นที่น้อยกว่า และมีจำนวนนับต่อ ตร.ซม. มากกว่าตัววัดฯ ที่ 2 ในทำนองเดียวกันกับตัววัดฯ ที่ 2 มีพื้นที่น้อยกว่า และมีจำนวนนับต่อ ตร.ซม. มากกว่าตัววัดฯ ที่ 3 ซึ่งเมื่อเทียบกับตัววัดฯ จากต่างประเทศที่มีพื้นที่รับรังสีมากที่สุด จะเห็นว่ามีจำนวนนับต่อ ตร.ซม. น้อยที่สุด

ข. ผลตอบสนองต่อรังสีเรเดียม

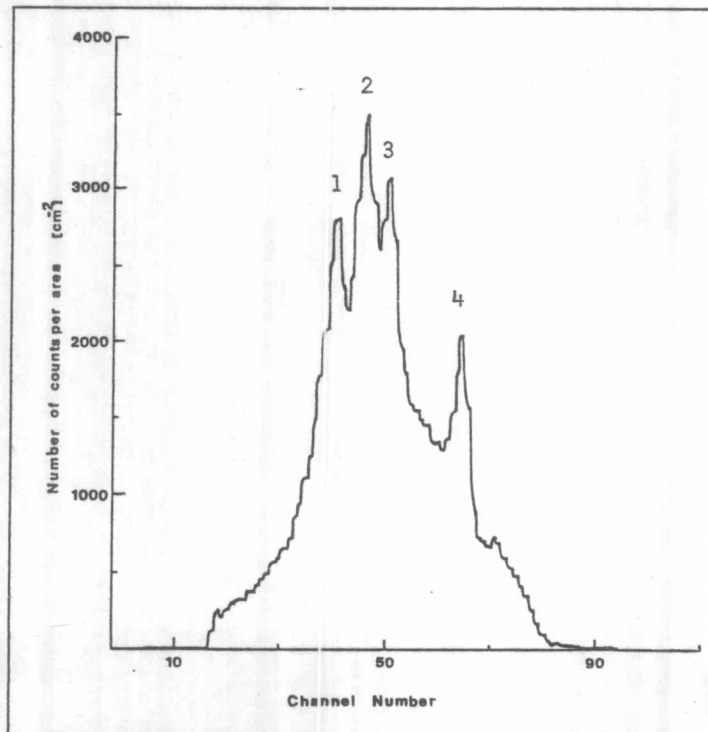
โดยการป้อนแรงดันไบแอสยอนเหมือนกับข้อ(ก.) แล้วทดสอบกับรังสีเรเดียม ผลจากการทดสอบจะได้สเปกตรัมของรังสีเรเดียมดังแสดงในรูปที่ 6.7 ถึง 6.9 ส่วนรายละเอียดได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.4



รูปที่ 6.7 ผลตอบสนองทางรังสีของตัววัดฯ ที่ 1 ที่มีต่อรังสีเรเดียม



รูปที่ 6.8 ผลตอบสนองทางรังสีของตัววัดฯ ที่ 2 ที่มีต่อรังสีเรเดียม



รูปที่ 6.9 ผลตอบสนองทางรังสีของตัววัดฯ ที่ 3 ที่มีต่อรังสีเรเดียม

ตารางที่ 6.4 ค่าจำนวนนับปริมาณรังสีต่อ ตร.ซม. ของตัววัดฯ ทั้ง 3 ตัวอย่างโดยใช้
แหล่งกำเนิดรังสีเรเดียม

ตัววัดฯ ที่	แรงดันไบแอสย้อน (โวลต์)	จำนวนนับปริมาณรังสีต่อ ตร.ซม.			
		ยอดที่ 1 4.78 MeV	ยอดที่ 2 5.30 MeV	ยอดที่ 3 6.00 MeV	ยอดที่ 4 7.69 MeV
1	20	3176	3329	2829	2470
2	70	2245	2294	1925	2006
3	20	2832	3514	3097	2070

จากรูปที่ 6.7 ถึง 6.9 เมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ ๖.14 (ในภาคผนวก ค.) จะเห็นว่าลักษณะของสเปกตรัมใกล้เคียงกัน โดยมียอดต่าง ๆ ครบทั้ง 4 ยอด (พลังงานของแต่ละยอดได้แสดงไว้ในรูป) สำหรับกรณีนี้ไม่สามารถหาค่า FWHM ที่แน่นอนได้ เนื่องจากสเปกตรัมมีถึง 4 ยอดและอยู่ในลักษณะเหลื่อมล้ำกัน แต่อย่างไรก็ตามยังพอที่จะสังเกตได้ว่า ตัววัดฯ ที่ 2 (รูปที่ 6.8) มีความสามารถในการแยกดีที่สุดใน กล่าวคือสามารถแยกรายละเอียดต่าง ๆ ให้เห็นอย่างชัดเจนที่สุด รองลงมาคือตัววัดฯ ที่ 1 (รูปที่ 6.7) ซึ่งมีความสามารถในการแยกพลังงานที่ดีเช่นกัน ส่วนตัววัดฯ ที่ 3 (รูปที่ 6.9) มีความสามารถในการแยกพลังงานที่ไม่ค่อยดีนัก แม้ว่าจะให้สเปกตรัมครบทั้ง 4 ยอดแต่แยกออกมาไม่ค่อยชัดเจนเมื่อเทียบกับตัววัดฯ จากต่างประเทศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่รับรังสีและผิวสัมผัสระหว่างตัววัดฯ กับ package ด้วย (ทำด้วยทองแดง)

เมื่อพิจารณาจำนวนนับปริมาณรังสีต่อ ตร.ซม. ตัววัดฯ ที่ 1 มีค่ามากกว่าตัววัดฯ ที่ 2 และตัววัดฯ จากต่างประเทศทั้ง 4 ยอด แต่เมื่อเทียบกับตัววัดฯ ที่ 3 แล้วปรากฏว่า ยอดที่ 1 และ 4 ของตัววัดฯ ที่ 1 มีค่ามากกว่า ส่วนยอดที่ 2 และ 3 มีค่าน้อยกว่า สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องมาจากค่าจำนวนนับที่ได้จากการทดสอบรวมจำนวนนับที่เป็น noise เข้าไปด้วย ถ้าหากว่า noise มีจำนวนมากกว่าก็ย่อมมีผลทำให้จำนวนนับต่อ ตร.ซม. ที่วัดได้มีจำนวนมากกว่าตามไปด้วย ดังนั้นจึงไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่า ตัววัดฯ ที่ 1 มีจำนวนนับต่อ ตร.ซม. ที่แท้จริง (ไม่รวมจำนวนนับที่เกิดจาก noise) มากกว่าตัววัดฯ ที่ 2 3 และตัววัดฯ จากต่างประเทศจริงหรือเปล่า ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่รับรังสีและ noise ที่เกิดขึ้นด้วย

เนื่องจากผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่า จำนวนนับปริมาณรังสีต่อ ตร.ซม. ไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับความสามารถในการแยกพลังงานของตัววัดฯ เลม ดูได้จากตัววัดฯ ที่ 3 ที่มีความสามารถในการแยกพลังงานน้อยที่สุด แต่สามารถให้จำนวนนับต่อ ตร.ซม. ทั้ง 4 ยอด มีค่ามากกว่าของตัววัดฯ ที่ 2 ที่มีความสามารถในการแยกพลังงานดีที่สุด

จากการทดสอบผลตอบสนองทางรังสีของตัววัดฯ รังสีอัลฟาที่สร้างขึ้นนี้ พอจะสรุปได้ว่าตัววัดฯ แต่ละตัวเหมาะสำหรับใช้ตรวจวัดรังสีอัลฟาแต่ละชนิด ดังจะเห็นได้จากตัววัดฯ ที่ 1 เหมาะสำหรับใช้ตรวจวัดรังสีเมอริเซียม เพราะมีความสามารถในการแยกพลังงานดีที่สุด (FWHM น้อยที่สุด) และจำนวนนับปริมาณรังสีต่อ ตร.ซม. มากที่สุดด้วย ในขณะที่ตัววัดฯ ที่ 2 เหมาะสำหรับใช้ตรวจวัดรังสีเรเดียม เพราะมีความสามารถในการแยกพลังงานดีที่สุดแม้ว่าจำนวนนับปริมาณรังสีต่อ ตร.ซม. มีค่าน้อยกว่าตัววัดฯ ที่ 1 และ 3 ก็ตาม ทั้งนี้เพราะรังสีเรเดียมมีสเปกตรัมถึง 4 ยอด จึงสนใจการแยกพลังงานแต่ละยอดมากกว่า ด้วยคุณสมบัติอันนี้ตัววัดฯ ที่ 2 จึงเหมาะสำหรับใช้ตรวจวัดรังสีอัลฟาชนิดอื่น ๆ ที่มีสเปกตรัมมากกว่า 1 ยอด และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพลังงานของแต่ละยอดมีค่าใกล้เคียงกันมาก