บทที่ 7

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

การทดลองสร้างตัววัดรังสีอัลฟ่าแบบสารกึ่งตัวนำชนิดหัวต่อพี-เอ็นปรากฏว่าประสบผลสำเร็จเป็นที่น่าพอใจ สามารถนำไปตัววัดฯ ไปใช้งานได้ การสร้างหัวต่อพี-เอ็นใช้วิธีการแพร่ซึมสารเจือปนชนิดเอ็นลงบนแว่นผลึกซิลิกอนชนิดพี โดยอาศัยขบวนการแบบทาสารเจือปน แว่นผลึกที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกเป็นแว่นผลึกซิลิกอนชนิดพีที่มีความต้านทานจำเพาะ 147 โอห์ม-ซม. และมีความหนา 280 ไมครอน กลุ่มสองเป็นแว่นผลึกซิลิกอนชนิดพีที่มีความต้านทานจำเพาะ 7500 โอห์ม-ซม และมีความหนา 240 ไมครอน สารเจือปนชนิดเอ็นคือ ฟอสฟอรัส ได้มาจากแหล่งกำเนิดที่เป็นของเหลวซึ่งเป็นสารผสมระหว่าง P_2O_5 กับ $C_2H_6O_2$ (ethylene glycol) ในอัตราส่วน 2 มิลลิลิตรต่อ 10 มิลลิลิตรโดยปริมาตร เตาแพร่ซึมที่ใช้เป็นเตาที่สร้างขึ้นเองในห้องปฏิบัติการ อุณหภูมิของการแพร่ซึมเท่ากับ 800 °C

หลังจากที่ผ่านกรรมวิธีการแพร่ซึมแล้ว นำตัววัดฯ ไปทำความสะอาดและสร้าง package เพื่อเตรียมทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ การทดสอบแบ่งออกเป็น 3 กรณีคือ ทดสอบทางกายภาพ ทดสอบทางไฟฟ้า และทดสอบทางรังสี ในการทดสอบทางรังสีนั้นแหล่งกำเนิดรังสีคือ อเมอริเซียม (Am-241) และเรเดียม (Ra-226) สำหรับการสร้าง package ได้ออกแบบเป็น 2 ลักษณะคือ แบบฐาน TO-5 และแบบรูปทรงกระบอก

การทดสอบได้เลือกตัววัดฯ ขึ้นมา 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัววัดฯ ที่ 1 เป็นตัววัดฯ ที่สร้างขึ้นจากแว่นผลึกฯ 147 โอห์ม-ซม. และมี package แบบฐาน TO-5 ตัววัดฯ ที่ 2 เป็นตัววัดฯ ที่สร้างขึ้นจากแว่นผลึกฯ 7500 โอห์ม-ซม. และมี package แบบฐาน TO-5 ส่วนตัววัดฯ ที่ 3 เป็นตัววัดฯ ที่สร้างขึ้นจากแว่นผลึกฯ 7500 โอห์ม-ซม. และมี package แบบรูปทรงกระบอก การทดสอบปรากฏว่าตัววัดฯ ที่สร้างขึ้นมีคุณสมบัติดังนี้

คุณสมบัติของตัววัดรังสีอัลฟ่า	ตัววัดฯ ที่ 1	ตัววัดฯ ที่ 2	ตัววัดฯ ที่ 3
1. ความต้านทานจำเพาะของแว่นผลึกก่อนการแพร่ซึม (โอห์ม-ซม.)	147	7500	7500
2. ความลึกของหัวต่อพี-เอ็น (ไมครอน)	0.32	0.8	0.8
3. กระแสย้อนกลับที่แรงดันไบแอสย้อน 20 โวลต์ (ไมโครแอมป์ต่อ ตร.ซม.)	280	46	2000
4. แรงดันพังทลาย (โวลต์)	108	135	25
5. แรงดันไบแอสย้อนเมื่อใช้งาน (โวลต์)	20	70	20
6. ความจุของหัวต่อพี-เอ็น (pF ต่อ ตร.ซม.)	776	192	253
7. ความกว้างของเขตปลอดพาหะ (ไมครอน)	12	48.5	36.8
8. FWHM (ทดสอบกับรังสีอเมอริเซียม,keV)	145	226	1703
9. วัดรังสีอัลฟ่าในช่วงพลังงาน (MeV)	4-8	4-8	4-8

จะเห็นว่าตัววัดฯ ที่สร้างขึ้นจากแว่นผลึกฯ 147 โอห์ม-ซม. (ตัววัดฯ ที่ 1) เหมาะสำหรับใช้เป็นตัวตรวจวัดรังสีอเมอริเซียม เพราะให้ค่า FWHM น้อยที่สุดเท่ากับ 145 keV ในขณะที่ตัววัดฯ ที่สร้างขึ้นจากแว่นผลึกฯ 7500 โอห์ม-ซม. (ตัววัดฯ ที่ 2) เหมาะสำหรับใช้เป็นตัวตรวจวัดรังสีเรเดียม เพราะสามารถแยกพลังงานรังสีออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน ส่วนตัววัดฯ ที่สร้างขึ้นจากแว่นผลึกฯ 7500 โอห์ม-ซม. และมี package แบบรูปทรงกระบอก (ตัววัดฯ ที่ 3) จะให้ผลตอบสนองทางรังสีที่ไม่ค่อยดีนัก ทั้งนี้เนื่องจากมีกระแสบางส่วนรั่วไหลสู่ package ได้ มีผลทำให้กระแสย้อนกลับมีค่าสูงขึ้นและแรงดันพังทลายมีค่าต่ำลง อย่างไรก็ตามจากปัญหาที่เกิดขึ้นจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงกรรมวิธีการสร้าง package ให้เหมาะสมกว่านี้ เพื่อให้ได้ตัววัดฯ ที่มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

งานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นการสร้างตัววัดฯ ขั้นพื้นฐาน อันจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ตัววัดฯ ที่มีคุณภาพดีขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายอย่างดังที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น นอกจากนี้การผลิตตัววัดฯ ขึ้นใช้เองภายในประเทศยังเป็นการทดแทนตัววัดฯ ที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศด้วยราคาแพงอีกด้วย

7.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยจะเห็นว่า ตัววัดรังสีอัลฟ่าที่สร้างขึ้นนี้เป็นแบบขั้นพื้นฐาน จึงควรมีการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องบางประการ เพื่อให้ได้ตัววัดฯ เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขมีดังนี้

ก. ปรับปรุงขบวนการสร้างให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ตัววัดฯ ที่มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น และได้ผลการทดลองออกมาอย่างสม่ำเสมอ รายละเอียดของการปรับปรุงขบวนสร้างได้แก่

- ความสม่ำเสมอของอุณหภูมิเตา ทั้งนี้เพื่อให้การแพร่ซึมเป็นไปด้วยความสม่ำเสมอ
- ทดลองผสม P_2O_5 กับ $C_2H_6O_2$ (ethylene glycol) ด้วยอัตราส่วนต่าง ๆ กัน เพื่อหาค่าที่ดีที่สุด
- กรรมวิธีการสร้างควรให้สะอาดขึ้น เพื่อให้กระแสรั่วไหลมีค่าน้อย และแรงดันดังทลายมีค่าสูง
- กำจัดคราบสกปรกบนผิวของตัววัดฯ ให้ลดน้อยลงไป เพื่อให้ได้พื้นที่รับรังสีมากที่สุด

ข. กรรมวิธีการสร้าง package ควรปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน และให้ตัววัดฯ มีประสิทธิภาพมากขึ้น