บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การทำให้เกิดรอยรังสีบนแผ่นฟิล์ม

ในการศึกษาการทำให้เกิดรอยรังสีบนแผ่นฟิล์มพอลีคาร์บอเนตหนา 670 μm ด้วยวิธีการใช้เทคนิคทางนิวเคลียร์โดยการใช้แหล่งกำเนิดรังสี ^{241}Am ที่เป็นจุด จะทำให้เกิดรอยรังสีที่ชัดเจนเมื่อนำไปกัดขยายรอยด้วยกระบวนการทางเคมีรอยที่ได้จะมีความลึกและเห็นได้ชัดเจนเมื่อนำมาส่องดูกับกล้องจุลทรรศน์ชนิดธรรมดา แต่การใช้แหล่งกำเนิดรังสีที่เป็นจุดจะมีข้อเสียอยู่ที่ว่าจะเกิดรอยตรง ๆ เฉพาะบริเวณที่เป็นแหล่งกำเนิดเท่านั้น ส่วนบริเวณข้าง ๆ ของแหล่งกำเนิดมักจะเป็นรอยที่เฉียงเสียเป็นส่วนใหญ่ ส่วนการทำให้เกิดรอยโดยใช้แผ่นคอนเวอร์เตอร์นิวตรอนจะได้รอยที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอกว่าแหล่งกำเนิดที่เป็นจุด รอยที่ได้เมื่อนำไปกัดขยายรอยด้วยกระบวนการทางเคมีแล้วจะได้รอยที่มีความคมชัดเจนน้อยกว่าแหล่งกำเนิดแบบจุด เมื่อนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดธรรมดาเหมือนกันแต่ส่วนดีของการทำให้เกิดรอยโดยคอนเวอร์เตอร์นิวตรอนนี้จะได้ขนาดของแผ่นฟิล์มที่ใหญ่มากขึ้นและสามารถนำไปกัดรอยเพื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติของการไหลผ่านของน้ำได้

ในการใช้แผ่นคอนเวอร์เตอร์นิวตรอนที่ทำให้เกิดรังสีบนแผ่นฟิล์มพอลีคาร์บอเนตนั้นถ้ามีการอาบรังสีนานเกิน 2 ชั่วโมง จะได้รอยที่จะซ้อนทับกันมากขึ้นจึงไม่ควรที่จะอาบรังสีนานเกินกว่านี้ และถ้านำแผ่นโพลีคาร์บอร์เนตที่อาบนานเกิน 2 ชั่วโมงไปกัดขยายรอยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นที่ 6.25 N ณ อุณหภูมิ 85° C จะทำให้แผ่นฟิล์มยุ่ยหรือขาด

5.2 การควบคุมความหนาแน่นของรอย

จากการศึกษาความหนาแน่นของรอยอนุภาคที่พุ่งผ่านต่อหน่วยพื้นที่โดยใช้แผ่นพอลีคาร์บอเนตหนา 670 μm พบว่าถ้าใช้เวลาในการระดมยิงด้วยรังสีนานจำนวนรอยของรังสีต่อพื้นที่จะเพิ่มขึ้นจนถึงเวลาหนึ่ง รอยของอนุภาคจะมีการซ้อนทับกันมากขึ้น ซึ่งถ้านำไปกัดรอยจะได้ขนาดของรอยอนุภาคจำนวนหนึ่งที่มีขนาดของรอยโตกว่าจำนวนรอยโดยรวม ซึ่งเวลาใช้ในการระดมยิง

ด้วยอนุภาคแอลฟาที่เกิดจากปฏิกิริยาของแผ่นคอนเวอร์เตอร์นิวตรอนที่น่าจะนำมาใช้ศึกษาในการทำเมมเบรนอยู่ในช่วงเวลา 30 นาที ถึง 120 นาที ซึ่งเวลาในช่วงนี้จำนวนรอยเริ่มต้นจะอยู่ที่ 1845 $\pm$ 43 รอยต่อตารางมิลลิเมตร ถึง 3458 $\pm$ 59 รอยต่อตารางมิลลิเมตร เมื่อนำไปกัดรอยจะได้รอยที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอและรอยที่เกิดขึ้นก็มีขนาดของรอยที่สม่ำเสมอเช่นกัน

แต่ถ้าใช้เวลาในการระดมยิงด้วยอนุภาคเกิน 120 นาที เช่น 240 นาที และ 360 นาที จะได้จำนวนรอยเริ่มต้น คือ 5416 $\pm$ 74 รอยต่อตารางมิลลิเมตร และ 9113 $\pm$ 95 รอยต่อตารางมิลลิเมตรตามลำดับ เมื่อนำไปกัดรอยจะได้เมมเบรนที่มีรอยใหญ่ซึ่งเกิดจากการแนวทางของอนุภาคที่ซ้อนทับกันเอง และเมมเบรนดังกล่าวนี้จะฉีกขาดได้ง่ายเมื่อเทียบกับเมมเบรนที่ใช้เวลาตั้งแต่ 30 นาที ถึง 120 นาที

ตาราง 6 เวลาในการระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟากับจำนวนรอยเริ่มต้น

เวลาในการระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟา (นาที)	จำนวนรอยเริ่มต้น (รอย/ตารางมิลลิเมตร)	ค่าความผิดพลาด (รอย/ตารางมิลลิเมตร)
30	1845	43
60	2628	51
120	3458	59
240	5416	74
360	9113	95

5.3 อัตราการกัดขยายรอยด้วยสารเคมี

งานวิจัยนี้พบว่าเวลาในการกัดขยายรอยแผ่นพอลีคาร์บอเนตหนา 6 μm ที่ระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟาจากปฏิกิริยา (n , α) ของแผ่นคอนเวอร์เตอร์นิวตรอน แล้วนำแนวทางของอนุภาคไปขยายต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 6.25 N อุณหภูมิ 85^{o}C จะใช้เวลาในการกัดขยายรอย 5 นาที , 10 นาที ,15 นาที , 20 นาที ถ้าเป็นแผ่นพอลีคาร์บอเนตที่รับรังสีแอลฟาจากแหล่งกำเนิดแบบจุด หลังจากกัดขยายรอยนาน 15 นาที , 20 นาที และ 25 นาที จะทำให้แผ่นพอลีคาร์บอเนตเปื่อยยุ่ยและฉีกขาดไม่สามารถนำมาทำเมมเบรนได้

ส่วนแผ่นพอลีคาร์บอเนตหนา 6 μm ที่ใช้กับแผ่นนิวตรอนคอนเวอร์เตอร์พบว่าถ้าใช้เวลาในการกัดขยายรอย 5 นาที อุณหภูมิ 85^{o}C ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

6.25 N จะได้เส้นผ่าศูนย์กลางของรูอนุภาค 0.42 μm สำหรับแผ่นฟิล์พอลีคาร์บอเนตที่ใช้เวลาในการกัดขยายรอยนาน 10 นาที จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางของรูอนุภาคประมาณ 0.5 - 0.7 μm และแผ่นฟิล์มพอลีคาร์บอเนตที่ใช้เวลาในการกัดขยายรอยนาน 15 นาที จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางของรูอนุภาคประมาณ 1 – 1.5 μm

อย่างไรก็ตามในการกัดขยายรอยอนุภาคนี้ขณะที่กัดรอยต้องขึงให้แผ่นโพลีคาร์บอร์เนตมีความตึงอยู่เสมอเพื่อให้สารเคมีกัดรอยได้อย่างทั่วถึงแต่ก็ไม่ควรจะตึงเกินเพราะจะทำให้แผ่นพอลีคาร์บอเนตฉีกขาดขณะที่กัดรอย

ส่วนขนาดของรอยจะใหญ่หรือจะเล็กก็ขึ้นอยู่กับเวลาของการกัดรอยซึ่งช่วงเวลาที่เหมาะสมที่จะกัดรอยเพื่อให้แนวทางของอนุภาคบนแผ่นพอลีคาร์บอเนตเป็นเมมเบรนในพวกไมโครฟิวเตรชัน (MF) ควรใช้เวลาในการกัดรอย 5 – 15 นาที ที่อุณหภูมิ 85°C ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N

5.4 การวัดฟลักซ์ของน้ำ

งานวิจัยนี้พบว่าฟลักซ์ของน้ำ (Water Flux) ของเมมเบรนที่ผลิตขึ้นเองโดยใช้เวลาในการระดมยิงด้วยอนุภาค นาน 120 นาที กัดรอยนาน 5 นาที และ 25 นาที จะมีฟลักซ์ของน้ำมากขึ้นเมื่อเพิ่มความดัน โดยฟลักซ์ของน้ำในช่วงแรกที่ความดัน 0 – 20 kPa ฟลักซ์ของน้ำจะเพิ่มขึ้นทั้งสองตัว เมื่อให้ความดันเพิ่มขึ้นในช่วง 20 – 30 kPa ฟลักซ์ของน้ำของเมมเบรนที่กัดรอยนาน 5 นาที จะลดลง และเมื่อเพิ่มความดันขึ้นไปอีกในช่วง 30 – 40 kPa ฟลักซ์ของน้ำจะเพิ่มขึ้นไปอีก เมมเบรนที่ใช้เวลาในการกัดขยายรอยนาน 25 นาที จะมีฟลักซ์ของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างคงสม่ำเสมอ ส่วนเมมเบรนที่ใช้เวลาในการกัดขยายรอยนาน 5 นาที ฟลักซ์ของน้ำก็เพิ่มขึ้นอีกครั้ง

ส่วนฟลักซ์ของน้ำที่มีขายในเชิงพาณิชย์ (บริษัท STRUCTURE PROBE.INC) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเมมเบรน 0.2 μm เมื่อนำมาเทียบกับฟลักซ์ของน้ำของเมมเบรนที่ผลิตขึ้นเองตัวที่ใช้เวลาในการระดมยิงด้วยอนุภาค 120 นาที กับขยายรอยด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 6.25 N นาน 25 นาทีนั้น จะได้ฟลักซ์ของน้ำที่มีระดับการไหลผ่านของน้ำใกล้เคียงกัน โดยที่ความดัน 10 – 20 kPa ฟลักซ์ของน้ำจะใกล้เคียงกันมาก แต่เมื่อความดันเพิ่มขึ้นอัตราการไหลผ่านของเมมเบรนตัวที่ผลิตขึ้นเองจะต่ำกว่า แต่ลักษณะของความชันของกราฟจะคล้ายๆกัน

ส่วนฟลักซ์ของน้ำตัวที่ใช้เวลาในการระดมยิงด้วยอนุภาคนาน 30 นาที และกัดรอยที่เวลา 5 นาที และ 15 นาที จะได้ฟลักซ์ของน้ำออกมามีความแตกต่างกันมากเมมเบรนที่ใช้เวลาในการ

กัดรอยนานกว่าจะให้ฟลักซ์ของน้ำออกมาสม่ำเสมอกว่าตัวที่กัดรอยด้วยเวลาที่น้อยกว่า แต่ถ้านำเมมเบรนมาวัดฟลักซ์ของน้ำด้านหน้าและด้านหลัง จะได้ฟลักซ์ของน้ำด้านหน้าดีกว่าด้านหลัง