

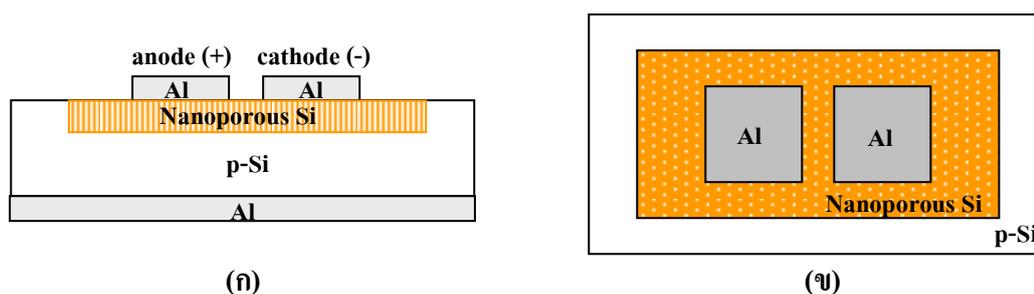
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

นาโนนาโนพอร์สซิลิคอน (nanoporous silicon หรือ Nanoporous Si) คือเนื้อซิลิคอนที่มีลักษณะเป็นรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมาก ซึ่งเป็นวัสดุที่ถูกค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1956 ในขณะที่ทำการทดลองการกัดทางไฟฟ้าเคมีของแผ่นซิลิคอน ในสารละลายกรดไฮโดรฟลูออริกโดย Uhlir [1] จนมาถึงปี ค.ศ. 1990 ได้มีการรายงานการค้นพบสมบัติเปล่งแสง ณ ที่อุณหภูมิห้องของนาโนนาโนพอร์สซิลิคอนเป็นครั้งแรกโดย Canham [2] ซึ่งการค้นพบคุณสมบัติเปล่งแสงของนาโนนาโนพอร์สซิลิคอนนี้ ได้ทำให้เกิดแนวความคิดและความเป็นไปได้ที่จะนำเอานาโนนาโนพอร์สซิลิคอนมาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุพื้นฐานในการสร้างเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการสร้างชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอนค่อนข้างจะง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน และสามารถเข้ากันได้กับกระบวนการสร้างวงจรรวม (Integrated Circuits : ICs) มาตรฐาน ซึ่งในปัจจุบันนี้ได้มีการค้นคว้าและวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อศึกษานาโนนาโนพอร์สซิลิคอนและนำไปประยุกต์ใช้งานวิจัยต่างๆ มากมาย ยกตัวอย่างเช่น ใช้ในงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ไอโซเลชัน (electronic isolation) [3,4] โดยมีการนำเอาชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอนมาใช้งานสร้างเป็นฉนวนในงานวิจัยทางด้านซิลิคอนบนฉนวน (Silicon-On-Insulator : SOI) นอกจากนี้ยังใช้เป็นชั้นลดการสะท้อนแสงสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิคอน [5] และยังสามารถใช้เป็นตัวตรวจจับไอสารอินทรีย์ [6] ได้อีกด้วย

โครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์ในงานวิจัยนี้ได้มีความคิดที่จะนำชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอนมาประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์ [10] เนื่องจากชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอนนั้นสร้างในเนื้อซิลิคอนจึงสร้างเป็นวงจรรวมได้ง่าย สามารถสร้างให้มีขนาดเล็ก ทำให้ผลิตได้เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ราคาต่ออุปกรณ์ถูก กระบวนการสร้างชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอนทำได้ง่าย และสามารถทำการสร้างในห้องปฏิบัติการสารกึ่งตัวนำของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้ ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์ในงานวิจัยนี้เป็นโครงสร้างแบบง่าย คือมีชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอน และขั้วลุ่มิเนียมอยู่บนชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอน แสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 โครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์โดยใช้ชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอน(ก) ภาพตัดขวาง (ข) ภาพด้านบน

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนด้วยวิธีการแอโนไดซ์เซชัน
2. เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นสารละลายกรดไฮโดรฟลูออริก เวลา และความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่มีต่อการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนด้วยวิธีแอโนไดซ์เซชัน
3. เพื่อศึกษากระบวนการสร้างอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์โดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน
4. เพื่อศึกษาผลของเวลาและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนต่อลักษณะสมบัติกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของการตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์
5. เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นไอระเหยของสารอินทรีย์ เปอร์เซ็นต์ไอระเหยของสารอินทรีย์ ต่อกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์โดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน

1.3 สมมุติฐานของงานวิจัย

สมมุติฐานของงานวิจัยนี้ คือ ชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนที่สร้างด้วยวิธีการแอโนไดซ์เซชันสามารถควบคุม ความเข้มข้นสารละลายกรดไฮโดรฟลูออริก เวลา และความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในการสร้างเพื่อให้ได้ชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนที่มีความสม่ำเสมอ จากนั้นนำชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนที่ได้มาศึกษาถึงสมบัติในการตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์โดยใช้พื้นผิวที่มีลักษณะเป็นรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมากของนาโนพอร์สซิลิคอนเป็นบริเวณที่ใช้ในการตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์ [11-13] เมื่อโมเลกุลของไอระเหยของสารอินทรีย์มารวมตัวกันในรูพรุนของนาโนพอร์สซิลิคอนก็จะส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความนำไฟฟ้าบริเวณผิวของชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน และด้วยคุณสมบัตินี้เองจึงได้นำชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนมาสร้างเป็นอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์

1.4 ทฤษฎีของงานวิจัย

จากสมมติฐานที่กล่าวข้างต้น ชั้นนาโนพอร์สซิลิโคนสามารถตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์ได้โดยใช้หลักการที่พื้นผิวที่เป็นรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมากสามารถดูดซับโมเลกุลไอระเหยของสารอินทรีย์ได้ดีและมีพื้นที่ผิวในการดูดซับมากกว่าพื้นผิวที่เป็นพื้นราบเรียบ เมื่อมีการไหลของไอระเหยของสารอินทรีย์ผ่านมาบริเวณชั้นนาโนพอร์สซิลิโคน โมเลกุลไอระเหยของสารอินทรีย์ที่เข้ามาในบริเวณรูพรุนของชั้นนาโนพอร์สซิลิโคนจะจับตัวกับผนังของรูพรุน เมื่อโมเลกุลไอระเหยของสารอินทรีย์เข้ามารวมตัวกันภายในรูพรุนเป็นจำนวนมากขึ้นก็จะทำให้เกิดสถานะผิวเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้บริเวณผิวของชั้นนาโนพอร์สซิลิโคนสามารถนำไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น [14, 15] ซึ่งจากหลักการนี้เอง ชั้นนาโนพอร์สซิลิโคนจึงเป็นวัสดุที่น่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์

1.5 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตอยู่ที่การสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิโคนด้วยวิธีการแอโนไดซ์เซชัน โดยคำนึงถึงผลของความเข้มข้นสารละลายกรดไฮโดรฟลูออริก เวลา และความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิโคน เพื่อให้ได้ชั้นนาโนพอร์สซิลิโคนที่มีความสม่ำเสมอและเหมาะสมที่จะนำมาสร้างเป็นอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์ โดยจะทำการศึกษาการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิโคนที่เวลาและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในการสร้างต่างๆ กัน เพื่อทำการศึกษาดังโครงสร้างของชั้นนาโนพอร์สซิลิโคนที่เปลี่ยนแปลงไป ต่อมาก็ทำการศึกษาดังการตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์ของชั้นนาโนพอร์สซิลิโคน และศึกษาถึงผลของเวลาและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิโคนที่มีผลต่อการตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์ พร้อมทั้งศึกษาถึงความเข้มข้นไอระเหยของสารอินทรีย์ เปรอร์เซ็นต์ไอระเหยของสารอินทรีย์ ที่มีผลต่อกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์โดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิโคน

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

1. ศึกษาทฤษฎีนาโนพอร์สซิลิโคน
2. ศึกษากระบวนการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิโคนด้วยวิธีการแอโนไดซ์เซชัน
3. ศึกษาผลของความเข้มข้นสารละลายกรดไฮโดรฟลูออริก เวลา และความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่มีต่อโครงสร้างของชั้นนาโนพอร์สซิลิโคนด้วยวิธีแอโนไดซ์เซชัน
4. ศึกษากระบวนการสร้างอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์โดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิโคน

5. ศึกษาลักษณะสมบัติกระแสไฟฟ้าต่อการตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์ของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์โดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน

6. ศึกษาผลของเวลาและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนต่อลักษณะสมบัติกระแสไฟฟ้าในการตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์

7. ศึกษาผลของความเข้มข้นไอระเหยของสารอินทรีย์ เปรอร์เซ็นต์ไอระเหยของสารอินทรีย์ต่อกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์โดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน

โดยเนื้อหาในรายงานเล่มนี้จะแบ่งเป็น 6 บท โดยมีรายละเอียด ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ เป็นการกล่าวถึง ความเป็นมาของนาโนพอร์สซิลิคอน และความสำคัญของงานวิจัยที่ได้ศึกษา หัวข้อถัดมา คือ วัตถุประสงค์ที่ได้ทำการศึกษาอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์โดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน สมมติฐาน และแนวความคิดที่ใช้ในงานวิจัย ส่วนสุดท้ายคือ ขอบเขตของงานวิจัยในครั้งนี้

บทที่ 2 นาโนพอร์สซิลิคอน เป็นการกล่าวถึง ทฤษฎีเกี่ยวกับนาโนพอร์สซิลิคอน เทคนิคการสร้างนาโนพอร์สซิลิคอน โดยเน้นไปที่วิธีการกัดทางไฟฟ้าเคมี กลไกในการเกิดนาโนพอร์สซิลิคอน และความพรุนของนาโนพอร์สซิลิคอน

บทที่ 3 หลักการตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์ของชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน เป็นการกล่าวถึง นิยามเซนเซอร์ หลักการตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์ และหลักการตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์ของชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน

บทที่ 4 กระบวนการสร้างและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด เป็นการกล่าวถึง กระบวนการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน อุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์โดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน เทคนิคที่ใช้ในการหาค่าความพรุน เครื่องมือในการวิเคราะห์พื้นผิว และเครื่องมือในการวัดผลของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง เป็นการกล่าวถึงผลการทดลองเกี่ยวกับการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนด้วยวิธีการแอนโนไดเซชัน และผลการทดลองลักษณะสมบัติกระแสไฟฟ้าต่อการตรวจจับไอระเหยของสารอินทรีย์ของชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง เป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดลอง โดยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยที่ได้ทำ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป