

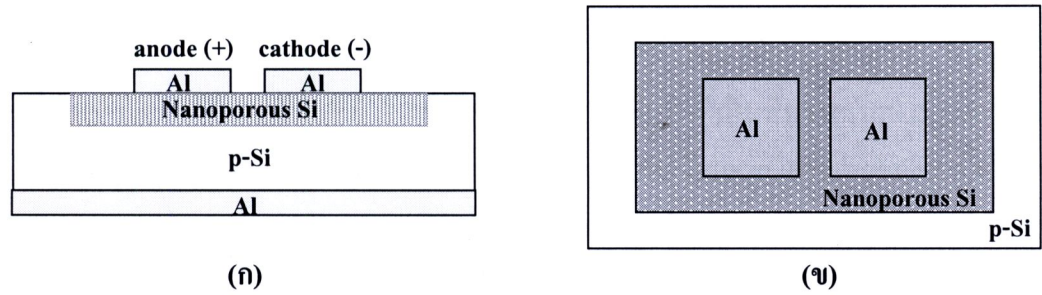
บทที่ 1

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 ซึ่งในปัจจุบันนี้ได้มีการค้นคว้าและวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อศึกษานาโนนาโนพอร์สซิลิคอนและนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยต่างๆ มากมาย ยกตัวอย่างเช่น ใช้ในงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ไอโซเลชัน (electronic isolation) [3,4] โดยมีการนำเอาชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอนมาใช้งานสร้างเป็นฉนวนในงานวิจัยทางด้านซิลิคอนบนฉนวน (Silicon-On-Insulator : SOI) นอกจากนี้ยังใช้เป็นชั้นลดการสะท้อนแสงสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิคอน [5] และยังสามารถใช้เป็นตัวตรวจจับไอสารอินทรีย์ [6] ได้อีกด้วย

โครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมีในงานวิจัยนี้ได้มีความคิดที่จะนำชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอนมาประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมี [10] เนื่องจากชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอนนั้นสร้างในเนื้อซิลิคอนจึงสร้างเป็นวงจรรวมได้ง่าย สามารถสร้างให้มีขนาดเล็ก ทำให้ผลิตได้เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ราคาต่ออุปกรณ์ถูก กระบวนการสร้างชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอนทำได้ง่าย และสามารถทำการสร้างในห้องปฏิบัติการสารกึ่งตัวนำของ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้ ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมีในงานวิจัยนี้เป็นโครงสร้างแบบง่าย คือมีชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอน และขั้วลุ่มิเนียมอยู่บนชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอน แสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 โครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมีโดยใช้ชั้นนาโนนาโนพอร์สซิลิคอน
(ก) ภาพตัดขวาง (ข) ภาพด้านบน

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนด้วยวิธีการแอโนไดซ์เซชัน
2. เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นสารละลายกรดไฮโดรฟลูออริก เวลา และความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่มีต่อการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนด้วยวิธีแอโนไดซ์เซชัน
3. เพื่อศึกษากระบวนการสร้างอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมีโดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน
4. เพื่อศึกษาผลของเวลาและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนต่อลักษณะสมบัติกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของการตรวจจับไอระเหยของสารเคมี
5. เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นไอระเหยของสารเคมี เบอร์เซนต์ไอระเหยของสารเคมี ต่อกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมีโดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน

1.3 สมมติฐานของงานวิจัย

สมมติฐานของงานวิจัยนี้ คือ ชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนที่สร้างด้วยวิธีการแอโนไดซ์เซชันสามารถควบคุม ความเข้มข้นสารละลายกรดไฮโดรฟลูออริก เวลา และความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในการสร้างเพื่อให้ได้ชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนที่มีความสม่ำเสมอ จากนั้นนำชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนที่ได้มาศึกษาถึงสมบัติในการตรวจจับไอระเหยของสารเคมีโดยใช้พื้นผิวที่มีลักษณะเป็นรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมากของนาโนพอร์สซิลิคอนเป็นบริเวณที่ใช้ในการตรวจจับไอระเหยของสารเคมี [11-13] เมื่อโมเลกุลของไอระเหยของสารเคมีมารวมตัวกันในรูพรุนของนาโนพอร์สซิลิคอนก็จะส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความนำไฟฟ้าบริเวณผิวของชั้นนาโนพอร์สซิลิคอน และด้วยคุณสมบัตินี้เองจึงได้นำชั้นนาโนพอร์สซิลิคอนมาสร้างเป็นอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมี

1.4 ทฤษฎีของงานวิจัย

จากสมมติฐานที่กล่าวข้างต้น ชั้นนาโนพอร์สซิลิกอนสามารถตรวจจับไอระเหยของสารเคมีได้โดยใช้หลักการที่พื้นผิวที่เป็นรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมากสามารถดูดซับโมเลกุลไอระเหยของสารเคมีได้ดีและมีพื้นที่ผิวในการดูดซับมากกว่าพื้นผิวที่เป็นพื้นราบเรียบ เมื่อมีการไหลของไอระเหยของสารเคมีผ่านมาบริเวณชั้นนาโนพอร์สซิลิกอน โมเลกุลไอระเหยของสารเคมีที่เข้ามาในบริเวณรูพรุนของชั้นนาโนพอร์สซิลิกอนจะจับตัวกับผนังของรูพรุน เมื่อโมเลกุลไอระเหยของสารเคมีเข้ามารวมตัวกันภายในรูพรุนเป็นจำนวนเพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้เกิดสถานะผิวเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้บริเวณผิวของชั้นนาโนพอร์สซิลิกอนสามารถนำไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น [14, 15] ซึ่งจากหลักการนี้เอง ชั้นนาโนพอร์สซิลิกอนจึงเป็นวัสดุที่น่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจจับไอระเหยของสารเคมี

1.5 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตอยู่ที่การสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิกอนด้วยวิธีการแอโนไดซ์เซชัน โดยคำนึงถึงผลของความเข้มข้นสารละลายกรดไฮโดรฟลูออริก เวลา และความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิกอน เพื่อให้ได้ชั้นนาโนพอร์สซิลิกอนที่มีความสม่ำเสมอและเหมาะสมที่จะนำมาสร้างเป็นอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมี โดยจะทำการศึกษาการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิกอนที่เวลาและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในการสร้างต่างๆ กัน เพื่อทำการศึกษาดังโครงสร้างของชั้นนาโนพอร์สซิลิกอนที่เปลี่ยนแปลงไป ต่อมาก็ทำการศึกษาถึงการตรวจจับไอระเหยของสารเคมีของชั้นนาโนพอร์สซิลิกอน และศึกษาถึงผลของเวลาและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิกอนที่มีผลต่อการตรวจจับไอระเหยของสารเคมี พร้อมทั้งศึกษาถึงความเข้มข้นไอระเหยของสารเคมี เปอร์เซ็นต์ไอระเหยของสารเคมี ที่มีผลต่อกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมีโดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิกอน

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

1. ศึกษาทฤษฎีนาโนพอร์สซิลิกอน
2. ศึกษากระบวนการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิกอนด้วยวิธีการแอโนไดซ์เซชัน
3. ศึกษาผลของความเข้มข้นสารละลายกรดไฮโดรฟลูออริก เวลา และความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่มีต่อโครงสร้างของชั้นนาโนพอร์สซิลิกอนด้วยวิธีแอโนไดซ์เซชัน
4. ศึกษากระบวนการสร้างอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมีโดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิกอน

5. ศึกษาลักษณะสมบัติกระแสไฟฟ้าต่อการตรวจจับไอระเหยของสารเคมีของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมีโดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิกอน

6. ศึกษาผลของเวลาและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิกอนต่อลักษณะสมบัติกระแสไฟฟ้าในการตรวจจับไอระเหยของสารเคมี

7. ศึกษาผลของความเข้มข้นไอระเหยของสารเคมี เบอร์เซนต์ไอระเหยของสารเคมี ต่อกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมีโดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิกอน

โดยเนื้อหาในรายงานเล่มนี้จะแบ่งเป็น 6 บท โดยมีรายละเอียด ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ เป็นการกล่าวถึง ความเป็นมาของนาโนพอร์สซิลิกอน และความสำคัญของงานวิจัยที่ได้ศึกษา หัวข้อถัดมา คือ วัตถุประสงค์ที่ได้ทำการศึกษาอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมีโดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิกอน สมมติฐาน และแนวความคิดที่ใช้ในงานวิจัย ส่วนสุดท้ายคือขอบเขตของงานวิจัยในครั้งนี้

บทที่ 2 นาโนพอร์สซิลิกอน เป็นการกล่าวถึง ทฤษฎีเกี่ยวกับนาโนพอร์สซิลิกอน เทคนิคการสร้างนาโนพอร์สซิลิกอน โดยเน้นไปที่วิธีการกัดทางไฟฟ้าเคมี กลไกในการเกิดนาโนพอร์สซิลิกอน และความพรุนของนาโนพอร์สซิลิกอน

บทที่ 3 หลักการตรวจจับไอระเหยของสารเคมีของชั้นนาโนพอร์สซิลิกอน เป็นการกล่าวถึง นิยามเซนเซอร์ หลักการตรวจจับไอระเหยของสารเคมี และหลักการตรวจจับไอระเหยของสารเคมีของชั้นนาโนพอร์สซิลิกอน

บทที่ 4 กระบวนการสร้างและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด เป็นการกล่าวถึง กระบวนการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิกอน อุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมีโดยใช้ชั้นนาโนพอร์สซิลิกอน เทคนิคที่ใช้ในการหาค่าความพรุน เครื่องมือในการวิเคราะห์พื้นผิว และเครื่องมือในการวัดผลของอุปกรณ์ตรวจจับไอระเหยของสารเคมี

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง เป็นการกล่าวถึงผลการทดลองเกี่ยวกับการสร้างชั้นนาโนพอร์สซิลิกอนด้วยวิธีการแอโนไดเซชัน และผลการทดลองลักษณะสมบัติกระแสไฟฟ้าต่อการตรวจจับไอระเหยของสารเคมีของชั้นนาโนพอร์สซิลิกอน

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง เป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดลอง โดยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยที่ได้ทำ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป