หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันการค้นคว้าและวิจัยเทคโนโลยีต่าง ๆ ทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า มีแนวโน้มไปในทางการประดิษฐ์อุปกรณ์เพื่อนำมาทำหน้าที่ทดแทนอวัยวะของมนุษย์โดยเฉพาะประสาทสัมผัสทั้งห้า ตัวอย่างเช่น กล้องตรวจจับภาพ ไมโครโฟน และเทอร์โมคัปเปิล เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อทำหน้าที่ทดแทนการมอง ได้ยิน และสัมผัส ตามลำดับ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ทดแทนประสาทสัมผัสทั้งสามนี้สามารถประดิษฐ์และพัฒนาได้ง่าย เนื่องจากเป็นการตรวจวัดปริมาณทางกายภาพ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปอย่างมาก ส่วนอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อทำหน้าที่ทดแทนประสาทสัมผัสทางรสและกลิ่น เช่น อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซ เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณทางเคมี นั้นประดิษฐ์ได้ยากกว่า จึงส่งผลให้การพัฒนาเป็นไปได้ช้า

อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิด โดยในงานวิจัยนี้ได้สนใจในการประดิษฐ์หัววัดก๊าซที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ (semiconductor gas sensors) หัววัดก๊าซนี้ได้มีการนำไปใช้ในงานต่าง ๆ มากมาย เช่น การใช้หัววัดก๊าซสำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อม (Y. Ishiguro และคณะ, 1994; P.H. Wieser, 1989) การพัฒนาหัววัดไฟฟ้าเคมีแบบฟิล์มหนาสำหรับตรวจวัดความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพแวดล้อมในทะเล (M.R. Creasey และ M.S. Varney, 1994) อุปกรณ์เตือนคาร์บอนมอนอกไซด์สำหรับบุคคลในเหมือง (Joseph E. Chilton และ Clarence R. Carpenter, 1989) หัวตรวจวัดสำหรับวัดการเผาไหม้ในสภาพไร้ออกซิเจน (J.H. Visser และคณะ, 1991) การพัฒนาแนวใหม่และการประยุกต์ใช้ของหัววัดก๊าซ (S. Matsuura, 1992) นอกจากนี้ยังได้มีการนำหัววัดก๊าซไปใช้ในงานอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมน้ำหอม อุตสาหกรรมอาหาร งานทางด้านการแพทย์ และการประยุกต์ใช้ในบ้านเรือน (L. Hozer, 1994)

หัววัดก๊าซมีอยู่หลายชนิด ตัวอย่างเช่น หัววัดก๊าซแบบไฟเบอร์ออพติค (fiber-optic sensors) หัววัดก๊าซแบบเพียโซอิเล็กทริค (piezoelectric sensors) หัววัดก๊าซแบบ SAW (surface acoutic wave sensors) เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้คือ หัววัดก๊าซที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ โดยเฉพาะจากสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น เช่น ดีบุกออกไซด์ (SnO_2) สังกะสีออกไซด์ (ZnO) ทิทาเนียมออกไซด์ (TiO_2) และเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) กระบวนการผลิตหัววัดก๊าซที่ใช้กันอย่างกว้างขวางมี 3 วิธีคือ

1. เทคนิคฟิล์มบาง ได้แก่
   - sputtering method
   - CVD method
2. เทคนิคฟิล์มหนา
   - dipping
   - screen printing
   - painting
3. เทคนิคการเผา (sintering) หรือ เซรามิค (ceramic)

กระบวนการดังกล่าวได้มีผู้วิจัยศึกษาความแตกต่างของหัววัดก๊าซจากเทคนิคต่างกัน เช่น ในบทความเรื่องข้อเปรียบเทียบของหัววัดก๊าซเซรามิค หัววัดก๊าซฟิล์มหนา และหัววัดก๊าซฟิล์มบาง ที่ใช้วัสดุดีบุกออกไซด์ (K.D. Schierbaum และคณะ, 1992) กล่าวว่า หัววัดก๊าซเซรามิกและหัววัดก๊าซฟิล์มหนามีการนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางกว่าหัววัดก๊าซฟิล์มบาง อย่างไรก็ตามกระบวนการตอบสนองทางจลศาสตร์ยังไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน

หัววัดก๊าซที่มีจำหน่ายอยู่มีขีดความสามารถและข้อจำกัดในการใช้งานต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ หัววัดก๊าซตอบสนองต่อก๊าซชนิดอื่นที่ไม่ต้องการวัดด้วย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประดิษฐ์และพัฒนาหัววัดก๊าซขึ้นเอง โดยในขั้นต้นได้ศึกษาลักษณะสมบัติที่จำเป็นของหัววัดก๊าซ (L.Hozer, 1994:160-161) ซึ่งมีดังนี้คือ

1. ความไว (sensitivity) ควรมีค่าสูงเพียงพอ
2. ความจำเพาะ (selectivity) หัววัดก๊าซควรจะต้องมีความสามารถในการเลือกวัดอย่างจำเพาะต่อก๊าซชนิดหนึ่งเท่านั้น
3. การวัดซ้ำได้ (reproducibility) หัววัดก๊าซควรจะแสดงค่าเท่ากันเมื่อทำการวัดซ้ำ

4. ความมีเสถียรภาพ (stability)

5. การตอบสนอง (response) ที่เร็ว โดยทั่วไปควรจะน้อยกว่า 1 นาที

6. ขนาด (size) ที่เล็ก

7. ความปลอดภัยในการทำงาน (safety of operation) โดยเฉพาะเมื่อทำงานในที่ที่มีก๊าซติดไฟหรือระเบิดได้ง่าย

8. การสิ้นเปลืองกำลังงานต่ำ (low power consumption) โดยปกติควรอยู่ระหว่าง 0.5-1 วัตต์

9. มีค่าการเปลี่ยนแปลงแบบเชิงเส้น (linear variation) ซึ่งทำให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่จำเป็นสามารถอยู่ในรูปแบบที่ง่าย

10. ราคาถูก (low costs)

ในการประดิษฐ์หัววัดก๊าซนี้ ลักษณะสมบัติของหัววัดก๊าซที่สำคัญมากและค่อนข้างยากในการปรับปรุง คือ ความไวและความจำเพาะต่อชนิดของก๊าซ การปรับปรุงความไวในการตอบสนองของหัววัดก๊าซมีอยู่หลายวิธี วิธีหนึ่งที่นิยมใช้กัน คือ การควบคุมขนาดของอนุภาคของสารที่ใช้ทำหัววัดก๊าซ ได้มีผู้วิจัยศึกษาการปรับปรุงความไวด้วยวิธีดังกล่าว เช่น R.Lalauze และคณะ(1992) ได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการเผาดีบุกไฮดรอกไซด์ที่มีต่อการกระจายขนาดของอนุภาคดีบุกออกไซด์ที่ได้ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างความไวในการตอบสนองต่อก๊าซและอุณหภูมิการทำงานของหัววัดก๊าซด้วยเงื่อนไขอุณหภูมิการเผาต่าง ๆ ในการใช้งานหลายประเภทต้องการความจำเพาะในการตอบสนองของหัววัดก๊าซ วิธีที่ใช้ในการปรับปรุงความจำเพาะมีอยู่หลายวิธี เช่น S.Roy Morrison(1991) ได้กล่าวถึง การใช้ตัวกรองทำหน้าที่กรองก๊าซบางชนิดที่ไม่ต้องการวัดออก ให้เหลือเฉพาะก๊าซที่ต้องการวัดไปสัมผัสกับหัววัดก๊าซ นอกจากเทคนิคดังกล่าวแล้วยังมีอีกวิธีซึ่งเป็นที่นิยม คือ การเติมสารดัดแปลง (modified substance) ลงไปผสมกับวัตถุดิบตั้งต้น ซึ่งได้มีผู้วิจัยศึกษาผลของการเติมสารดัดแปลงกันอย่างมากมาย เช่น N.Yamazoe และคณะ(1983) ได้ศึกษาผลกระทบของการเติมสารดัดแปลงต่อหัววัดก๊าซสารกึ่งตัวนำ และ Hae-Won Cheong และคณะ(1991); G. S. V. Coles และG. Williams ได้กล่าวถึงหลักการเติมสารดัดแปลงในหัววัดก๊าซสารกึ่งตัวนำดีบุกออกไซด์

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการวิจัยและประดิษฐ์หัววัดก๊าซที่ทำขึ้นจากสารกึ่งตัวนำดีบุกออกไซด์และทิทาเนียมออกไซด์ โดยทำในลักษณะฟิล์มหนา ซึ่งข้อดีของการทำหัววัดก๊าซในลักษณะฟิล์มหนา คือ สามารถผลิตในเชิงอุตสาหกรรมได้ง่าย ในงานวิจัยทั่วไป ได้มีการศึกษาถึงผลของการเติมสารดัดแปลงจำพวกโลหะผสมในดีบุกออกไซด์ แต่ยังไม่มีผู้ที่ทำวิจัยศึกษาผลการผสมทิทาเนียม

ออกไซด์กับดีบุกออกไซด์ ซึ่งทิทาเนียมออกไซด์ก็เป็นสารกึ่งตัวนำที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการประดิษฐ์หัววัดก๊าซเช่นเดียวกับดีบุกออกไซด์ ดังนั้น ในวิทยานิพนธ์นี้จะทำการศึกษาผลของการผสมทิทาเนียมออกไซด์กับดีบุกออกไซด์ในอัตราส่วนที่ต่าง ๆ กัน โดยทิทาเนียมออกไซด์และดีบุกออกไซด์ที่ใช้ในการผสมจะถูกเลือกจากเงื่อนไขอุณหภูมิการเผาที่ให้ค่าความไวในการตอบสนองสูงสุดของแต่ละสารตามลำดับ ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้จะมุ่งเน้นหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผสมระหว่างดีบุกออกไซด์และทิทาเนียมออกไซด์ที่จะให้ค่าความไวในการตอบสนองก๊าซสูงสุด

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาหลักการและเทคโนโลยีของหัววัดก๊าซ
2. ประดิษฐ์หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์ และชนิดทิทาเนียมออกไซด์
3. ประดิษฐ์หัววัดก๊าซผสมชนิดดีบุกออกไซด์-ทิทาเนียมออกไซด์
4. ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อความไวและความจำเพาะในการตอบสนองของหัววัดก๊าซ
5. พัฒนาประสิทธิภาพของหัววัดก๊าซทางด้านความไว และความจำเพาะต่อชนิดก๊าซ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

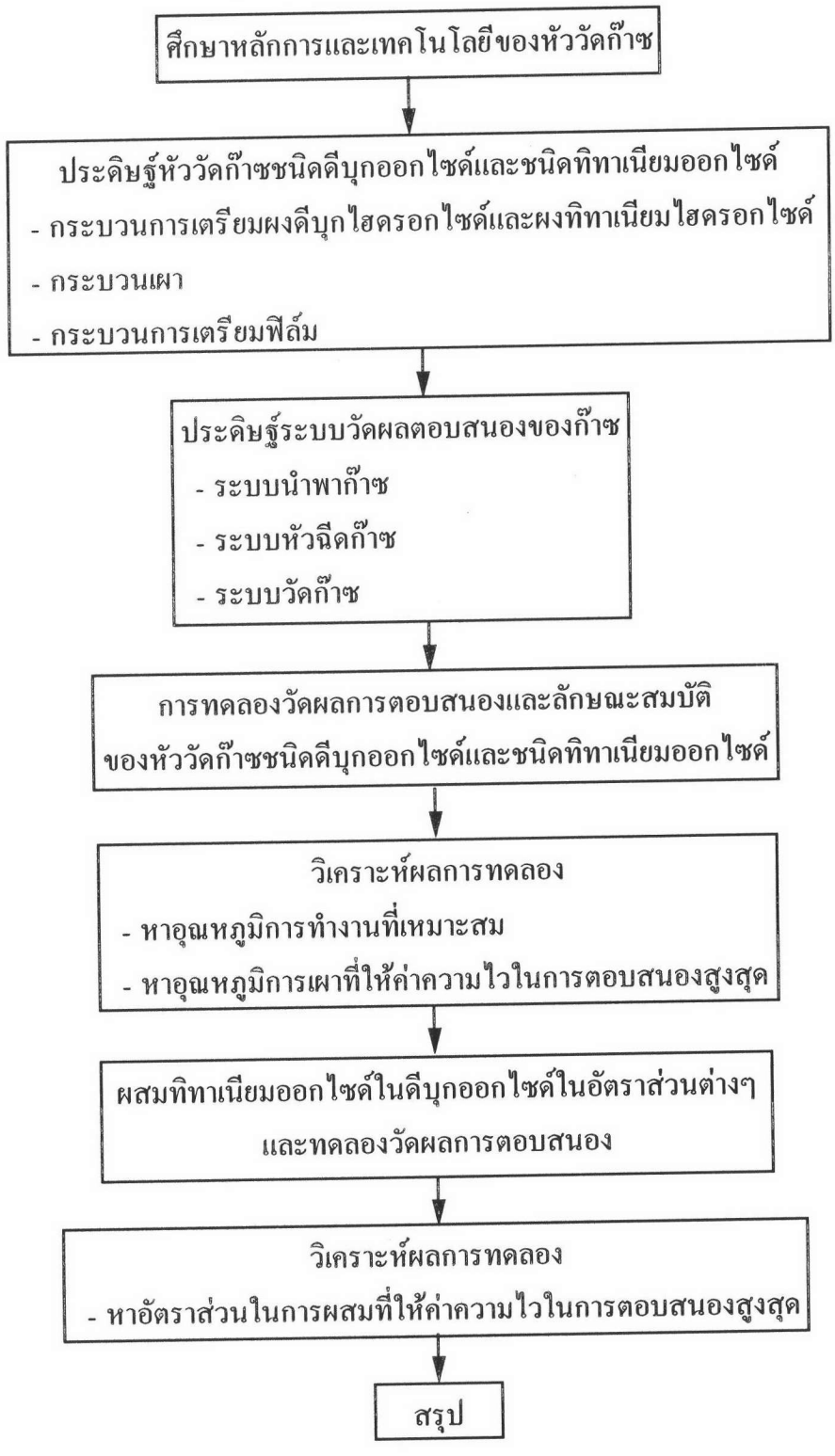
1. เป็นพื้นฐานของการประดิษฐ์หัววัดก๊าซชนิดอื่น ๆ
2. หัววัดก๊าซที่มีขีดความสามารถในการตอบสนองสูงขึ้น
3. หัววัดก๊าซที่มีความจำเพาะในการใช้งาน
4. สามารถนำหัววัดก๊าซไปใช้เป็นอุปกรณ์เตือนภัยที่เกิดขึ้นต่อมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประดิษฐ์หัววัดก๊าซโดยอาศัยวัสดุสารกึ่งตัวนำดีบุกออกไซด์-ทิทาเนียมออกไซด์
2. หาเงื่อนไขอุณหภูมิการเผาที่เหมาะสม ที่ให้ค่าความไวในการตอบสนองสูงสุด
3. หาเงื่อนไขอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผสมทิทาเนียมออกไซด์ในดีบุกออกไซด์เพื่อที่ให้ได้ค่าความไวในการตอบสนองสูงสุด
4. หาอุณหภูมิการทำงานที่เหมาะสมของหัววัดก๊าซที่ประดิษฐ์ขึ้น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากขอบเขตของการวิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการวิจัยได้ในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แผนภูมิขอบเขตงานวิจัย