บทที่ 1

บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมา

ปัจจุบันการวิเคราะห์ลมหายใจเป็นสิ่งที่สำคัญมากขึ้นเพราะสามารถทำได้เร็วขึ้นมากและมีความปลอดภัยในการตรวจวัดมากกว่าวิธีการทั่วไป การวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยที่มีอยู่ในลมหายใจหายใจโดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์ไอระเหยหรือไอระเหยตัวรับรู้และการเทียบเคียงข้อมูลทางการแพทย์ประมาณ 3,000 ประเภทของสารอินทรีย์ระเหยได้ถูกพบในลมหายใจของมนุษย์โดยใช้ไอระเหยโครมาโทกราฟีและ 200 ประเภทของสารอินทรีย์ระเหยได้เหล่านี้ได้รับการเชื่อมโยงกับโรคต่างๆรวมทั้งโรคพิษสุราเรื้อรัง มะเร็งปอด โรคมะเร็งเต้านมและโรคเบาหวานได้ [1] VOCs บางอย่าง เช่น โทลูอีน เบนซีน อะซิทิลดีไฮด์ เอทานอลและอะซิโตน [2—9] ยังมีอันตรายเพราะพวกมันไม่เพียงแต่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม แต่ยังโดยตรงเสื่อมสภาพสุขภาพของมนุษย์ [10—13] โดยเฉพาะอย่างยิ่งไอระเหยเอทานอลซึ่งถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในเครื่องดื่มลดสติมนุษย์และกลายเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดอุบัติเหตุทางรถ ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญในสังคม กฎหมายเมาแล้วขับภายใต้การควบคุมตามกฎหมายในหลายประเทศซึ่งกำหนดขีด จำกัด ที่อนุญาตให้มีความเข้มข้นเอทานอลในเลือดสำหรับคนขับคือร้อยละ 0.05—0.08 สอดคล้องกับ 130—208 ppm ในลมหายใจของมนุษย์ [11] ดังนั้นการวิเคราะห์ลมหายใจที่สามารถตรวจสอบความเข้มข้นของเอทานอลตั้งแต่ 20—800 ppm ที่จำเป็นสำหรับการควบคุมการขับขี่ที่มีประสิทธิภาพในด้านการเมาแล้วขับ [12]

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวตัวรับรู้นั้น นับว่ามีบทบาทที่สำคัญมากในปัจจุบันมากไปกว่านั้น การพัฒนาทางด้านวัสดุนาโนมาใช้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ในการผลิตเพื่อตรวจสอบความไวของไอระเหยชนิดต่าง ๆ นั้น นับได้ว่า มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน โดยมีการพัฒนารูปแบบของการสังเคราะห์อนุภาคนาโนโดยวิธีการต่าง ๆ มากมาย ซึ่งแต่ละวิธีนั้นก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป วัสดุที่มักจะสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อนำไปใช้เป็นตัวตัวรับรู้นั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้วัสดุสารกึ่งตัวนำ เนื่องจากสารกึ่งตัวนำเป็นวัสดุที่มีสมบัติเป็นสื่อไฟฟ้ากึ่งระหว่างโลหะกับอโลหะ โดยที่ความเป็นตัวนำไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ซึ่งโลหะออกไซด์จะมีพฤติกรรมเหมือนสารกึ่งตัวนำแบบปกติจะมีแถบพลังงานที่กว้างกว่า จำเป็นต้องให้อุณหภูมิกับสารกึ่งตัวนำของโลหะออกไซด์สูงถึง 100—600 องศาเซลเซียส เพื่อให้โลหะออกไซด์พวกนี้นำไฟฟ้าได้ ดังนั้น การวัดการนำไฟฟ้าจะทำให้ทราบความเข้มข้นของไอระเหยได้ ลักษณะการตอบสนองของตัวรับรู้ต่อชนิดของไอระเหยนั้นจะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบวัสดุที่ใช้ประดิษฐ์และอุณหภูมิของการทำงาน โลหะออกไซด์นิยมนำมาทำเป็นตัวตรวจจับสารพิษหรือไอระเหย ซึ่งจะมีสภาพความนำไฟฟ้าต่ำในอากาศแต่จะมีสภาพนำไฟฟ้าที่สูงขึ้นเมื่อมีไอระเหยอื่น ในประเทศญี่ปุ่นมีการบังคับให้ติดตั้งเครื่องตรวจวัดไอระเหยในทุกบ้าน [13] เพื่อเตือนการรั่วของไอระเหยซึ่งนำไปสู่การระเบิดได้ ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มมีการใช้เครื่องตรวจวัดไอระเหยมากขึ้นโดยเฉพาะเมื่อมีถังไอระเหยถูกเก็บไว้ในเรือ เครื่องตรวจวัดไอระเหยจะใช้ในการควบคุมพัดลมระบายอากาศโดยการตอบสนองต่อควันในบริเวณทำอาหาร ที่จอดรถ ห้องปฏิบัติการหรือที่อื่น ๆ ในทางอุตสาหกรรม เครื่องตรวจวัดไอระเหยสามารถใช้ติดตามความเข้มข้นของไอระเหยคาร์บอนมอนอกไซด์ แอมโมเนีย ไอของสารทำละลายไอระเหยไฮโดรคาร์บอนและอื่น ๆ ได้และเนื่องจากทางภาคอุตสาหกรรมได้หันมาให้ความสนใจกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น รวมทั้งเรื่องของความปลอดภัยในกระบวนการทางอุตสาหกรรมจะทำให้การใช้งานของเครื่องตรวจวัดไอระเหยมีความต้องการมากขึ้นเป็นทวีคูณ

อินเดียมดีบุกออกไซด์ (ITO) ส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย มีความโปร่งใสและมีการศึกษาอย่างกว้างขวางสำหรับการใช้งานการตรวจวัดไอระเหยเนื่องจากการการตอบสนองที่มีความเสถียรในความหลากหลายของไอระเหยและค่าการนำไฟฟ้าที่ดี อย่างไรก็ตามมีการตอบสนองต่อไอระเหยที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับตัวรับรู้ออกไซด์โลหะอื่น ๆ ดังนั้น การพัฒนาโครงสร้างของตัวรับรู้ให้มีสมบัติการตอบสนอง ค่าการตรวจวัดไอระเหย ความเสถียรของตัวรับรู้ที่สูงขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและสารเคมี โดยมีการขึ้นรูปของตัวรับรู้ให้มีโครงสร้างเป็นวัสดุผสมด้วยการผสมวัสดุกราฟีนที่มีโครงสร้างตาข่ายสองมิติ มีความน่าสนใจมากในด้านการตรวจจับไอระเหยเพราะมีพื้นที่ผิวจำเพาะที่มีขนาดใหญ่ ค่าการนำความร้อนสูงและคุณสมบัติที่โดดเด่นทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ [14—22] การส่งผ่านอิเล็กตรอนผ่านกราฟีนมีรายงานว่าขึ้นอยู่กับการให้และรับอิเล็กตรอนโมเลกุลที่ดูดซับบนพื้นผิวกราฟีน

สำหรับการริเริ่มงานวิจัยครั้งนี้ ต้องการมุ่งเน้นการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานในการตรวจวัดไอระเหยเอทานอล แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์และแก๊สมีเทนของวัสดุนาโนคอมโพสิตระหว่างกราฟีนที่สังเคราะห์โดยวิธีการลอกผิวทางไฟฟ้าเคมีและอนุภาคนาโนทินไดออกไซด์เจือด้วยอินเดียมที่สังเคราะห์โดยวิธีเฟลมสเปรย์ไพโรลิซิส ซึ่งเชื่อได้ว่าจะเป็นวัสดุที่มีค่าความไวต่อการตอบสนองไอระเหยที่ดีขึ้น มีเวลาการตอบสนองและเวลาการคืนตัวที่ดีขึ้นและช่วยลดอุณหภูมิในการทดสอบให้สามารถทดสอบที่อุณหภูมิต่ำได้ ท้ายสุดเชื่อว่าสามารถก่อให้เกิดการตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการระดับนานาชาติที่มีค่าดัชนีผลกระทบสูงสุดในกลุ่มวิจัยทางด้านตัวรับรู้ได้อย่างแน่นอนจึงเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่มาและความสำคัญของการพัฒนาวัสดุเพื่อใช้ในการประยุกต์ใช้งานทางด้านตัวรับรู้ทางเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อทำการเตรียมอนุภาคนาโนทินไดออกไซด์เจือด้วยอินเดียมที่สังเคราะห์ด้วยวิธีเฟลมสเปรย์ไพโรลิซิส

1.2.2 เพื่อทำการเตรียมกราฟีนด้วยวิธีลอกผิวทางไฟฟ้าเคมี

1.2.3 เพื่อทำการเตรียมฟิล์มตอบสนองโดยวิธีสปินโคตติงของวัสดุผสมระหว่างอนุภาคนาโนทินไดออกไซด์ที่เจือด้วยอินเดียมและโหลดด้วยกราฟีน

1.2.4 เพื่อศึกษาลักษณะเฉพาะ สัณฐานวิทยาของอนุภาคนาโน กราฟีนและฟิล์มตอบสนอง โดยเทคนิคชั้นสูง ได้แก่ การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านชนิดความละเอียดสูง เทคนิครามาน เทคนิคการปลดปล่อยอิเล็กตรอนด้วยรังสีเอกซ์ และการกระจายตัวของพลังงานรังสีเอกซ์

1.2.5 เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านตัวรับรู้ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการตอบสนองต่อไอระเหยสภาวะแวดล้อมของฟิล์มตัวรับรู้ ที่ประดิษฐ์จากอนุภาคนาโนทินไดออกไซด์เจือด้วยอินเดียมและวัสดุผสมระหว่างอนุภาคนาโนกับกราฟีน

1.2.6 สามารถไปประยุกต์เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดไอระเหยสภาวะแวดล้อมเพื่อประยุกต์ใช้ในเชิงอุตสาหกรรมและเชิงพาณิชย์ต่อไปในอนาคตได้

1.3 ระเบียบวิธีวิจัย

ทำการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล ผลงานวิจัยที่มีมาก่อน จัดเตรียมและวางแผนการทดลองเพื่อทำการสังเคราะห์ฟิล์มตอบสนองของวัสดุกราฟีนผสมกับอนุภาคนาโนทินไดออกไซด์ที่เจือด้วยอินเดียมเพื่อใช้เป็นวัสดุหลักในการประดิษฐ์เป็นตัวรับรู้ที่มีการตอบสนองต่อไอระเหยพิษได้สูง อีกทั้งยังทำการหาลักษณะเฉพาะทางกายภาพของฟิล์มตอบสนองของวัสดุคอมโพสิตกราฟีนโดยเทคนิคการวิเคราะห์ชั้นสูงทั้งหมด เช่น การวิเคราะห์โครงผลึกโดยวิธีการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์, การวิเคราะห์สัณฐานวิทยาและขนาดอนุภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน รวมถึงการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของธาตุที่ทำการสังเคราะห์โดยการวิเคราะห์แบบเส้นสเปกตรัมและการวิเคราะห์การเกิดออกซิเดชันของสารประกอบออกไซด์โดยเทคนิคการปลดปล่อยพลังงานโฟตอนของรังสีเอกซ์ หลังจากประดิษฐ์ตัวรับรู้แล้วจะนำตัวรับรู้ที่เตรียมได้มาทดสอบไอระเหยชนิดต่าง ๆเช่น เอทานอล ไฮโดรเจนซัลไฟด์และมีเทน ที่ความเข้มข้นไอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระเหยและอุณหภูมิการทดสอบที่แตกต่างกัน ภายหลังการทดสอบจะมีการวิเคราะห์ทั้งในส่วนของสัณฐานวิทยาโดยนำตัวรับรู้ที่ได้รับการทดสอบกับไอระเหยสภาวะแวดล้อมแต่ละชนิด มาทำการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ชั้นสูง ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของธาตุที่ทำการสังเคราะห์โดยการวิเคราะห์แบบเส้นสเปกตรัม ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจวัดไอระเหยกับผลงานวิจัยที่มีมาก่อน เพื่อศึกษาถึงข้อดีของตัวรับรู้ฟิล์มตอบสนองของวัสดุคอมโพสิตกราฟีนกับอนุภาคนาโนทินไดออกไซด์ที่เจือด้วยอินเดียมและจะมีการพัฒนาองค์ความรู้ ตัวรับรู้จากวัสดุฟิล์มตอบสนองของวัสดุคอมโพสิตกราฟีนให้สามารถประยุกต์ใช้ในเชิงอุตสาหกรรมและเชิงพาณิชย์ต่อไป

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา เชิงทฤษฎีและ/หรือเชิงประยุกต์

1.4.1 สามารถพัฒนาและปรับปรุงการประดิษฐ์วัสดุกราฟีนคอมโพสิตกับอนุภาคนาโนทินไดออกไซด์ที่เจือด้วยอินเดียมซึ่งจะเป็นวัสดุที่สำคัญในการผลิตตัวรับรู้เพื่อตรวจจับไอระเหยสภาวะแวดล้อมในธรรมชาติ ที่มีคุณภาพโดยวิธีการที่นับได้ว่าเป็นนวัตกรรมใหม่และสามารถผลิตวัสดุนาโนที่มีขนาดที่เล็กมากการกระจายตัวสูงและมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.2 สามารถผลิตตัวรับรู้จากฟิล์มตอบสนองโครงสร้างนาโนของกราฟีนคอมโพสิตกับอนุภาคนาโนทินออกไซด์ที่เจือด้วยอินเดียมที่มีความไวและการตอบสนองที่เร็วที่สุดต่อไอระเหยสภาวะแวดล้อม ความจำเพาะและความเข้มข้นต่ำสุดของไอระเหยที่สามารถวัดได้รวมถึงค่าปัจจัยทางด้านเวลาที่สำคัญในการตอบสนองของตัวรับรู้ที่เร็วมากในระดับวินาที

1.4.3 สามารถพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ในการประดิษฐ์ตัวรับรู้ที่มีคุณภาพ อธิบายกลไกการเกิดปฏิกิริยาเฉพาะไอระเหยสภาวะแวดล้อมได้ รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาสภาวะแวดล้อมที่เป็นมลพิษจากไอระเหยเหล่านี้เพื่อเป็นข้อมูลในการประดิษฐ์ตัวรับรู้ที่ให้ประโยชน์และสอดคล้องกับระบบปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยที่เจือปนในอากาศจริง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved