

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ปัจจุบันนาโนเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างมากในการพัฒนาเทคโนโลยี ไม่ว่าจะเป็นด้านพลังงาน ด้านอิเล็กทรอนิกส์ ด้านการแพทย์ ตลอดจนทางด้านวัสดุศาสตร์ต่าง ๆ ทำให้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มีขนาดเล็กลง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และวัสดุนาโนที่ได้รับความนิยมอย่างมากที่สุดก็คือ ท่อนาโนคาร์บอน (Carbon nanotubes) ซึ่งค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1191 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น ชื่อ สุมิโอะ อิิจิมะ (Sumio Iijima)⁽¹⁾ เหตุที่ได้รับความนิยมก็เนื่องจากท่อนาโนคาร์บอนสามารถปรับเปลี่ยนสมบัติทางไฟฟ้าได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่พบว่าผนังของท่อนาโนคาร์บอนสามารถกักเก็บก๊าซไฮโดรเจนได้ และยังสามารถจับเกาะโมเลกุลชนิดอื่นได้ การยึดเกาะของโมเลกุลที่ผนังของท่อจะทำให้สมบัติทางไฟฟ้าของท่อนาโนคาร์บอนเปลี่ยนไป ด้วยเหตุนี้ท่อนาโนคาร์บอนจึงมีความสามารถในการเป็นตัวตรวจวัด (Sensor) ได้ โดยสามารถตรวจจับโมเลกุลได้แม้จะมีเพียงแค่โมเลกุลเดียว เช่น มีความไวในการตรวจหากลิ่นได้ดี

สำหรับหัวตรวจวัดก๊าซ (Gas Sensor) ที่ประดิษฐ์จากท่อนาโนคาร์บอนนั้นได้มีวิจัยและพัฒนา ดังนี้

ในปี ค.ศ. 2001 O.K Varghese และคณะ⁽²⁾ ได้ทำตัวตรวจวัดก๊าซจากท่อนาโนคาร์บอนผนังหลายชั้น (Multi-wall carbon nanotubes) พบว่ามีการตอบสนองต่อความชื้นของอากาศ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

ในปี ค.ศ. 2002 K.G. Ong และคณะ⁽³⁾ ประดิษฐ์หัวตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซออกซิเจน (O₂) และก๊าซแอมโมเนีย (NH₃) โดยโครงสร้างของหัวตรวจวัดก๊าซจะทำงานเป็นชั้นๆ ใช้ท่อนาโนคาร์บอนผนังหลายชั้นผสมกับซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO₂) เคลือบลงบนอินเตอร์ดิจิตอลคาปาซิเตอร์ (interdigital capacitor) และมีซิลิคอนไดออกไซด์ เป็นฉนวนบางๆ กันด้วย

ในปี ค.ศ. 2003 S. Chopra และคณะ⁽⁴⁾ ประดิษฐ์หัวตรวจวัดก๊าซโดยการเคลือบท่อนาโนคาร์บอนบนแผ่น circular disk resonator เพื่อศึกษาสมบัติการตอบสนองของหัวตรวจวัดจากการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่เรโซแนนซ์ (resonant frequency) เมื่อหัวตรวจวัดสัมผัสก๊าซ ซึ่งค่าความถี่ที่ได้จะนำไปคำนวณหาค่าคงที่ของฉนวน (dielectric constant) ก๊าซที่ใช้ทดสอบได้แก่ แอมโมเนีย (NH₃), คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ฮีเลียม (He), ออกซิเจน (O₂) และอาร์กอน (Ar) หัวตรวจวัดพบ

ว่า หัวตรวจวัดมีการตอบสนองของก๊าซแต่ละชนิดแตกต่างกัน และสามารถตอบสนองต่อก๊าซที่มีความเข้มข้นต่ำ

ในปี ค.ศ 2003 S.I. Moon และคณะ⁽⁵⁾ ทำการประดิษฐ์หัวตรวจวัดก๊าซแอมโมเนียจากท่อนาโนคาร์บอนผนังหลายชั้น โดยใช้เทคโนโลยีเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาค (Micro-electromechanical systems, MEMS) ทำโครงสร้างของหัวตรวจวัด ทดสอบหัวตรวจวัดกับแอมโมเนียที่อุณหภูมิห้อง โดยวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไป

ในปี ค.ศ 2003 C. Cantalini และคณะ⁽⁶⁾ ได้ประดิษฐ์หัวตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จากท่อนาโนคาร์บอนแบบฟิล์มบาง ทำการทดสอบก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส ซึ่งค่าความต้านทานไฟฟ้าของหัวตรวจวัดมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม นอกจากนี้ได้นำไปทดสอบกับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) แอมโมเนีย (NH_3) และเอทานอล (ethanol) พบว่ามีผลต่อทำให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าของหัวตรวจวัดเพิ่มขึ้น

ในปี ค.ศ 2003 B. Philip และคณะ⁽⁷⁾ ออกแบบและพัฒนาฟิล์มบางที่ผสมระหว่าง PMMA (polymethylmethacrylate) กับท่อนาโนคาร์บอนผนังหลายชั้น และท่อนาโนคาร์บอนผนังหลายชั้นที่ถูกปรับปรุงพื้นผิว(surface-modified multiwalled carbon nanotubes, f-CNTs) นำไปทำตัวตรวจวัดก๊าซ ซึ่งพบว่า f-CNTs /PMMA มีการตอบสนองต่อ ไดคลอโรมีเทน(dichloromethane), คลอโรฟอร์ม(chloroform), อะซีโตน(acetone), เมทานอล(methanol) ได้ดีกว่า CNTs /PMMA

ในปี ค.ศ 2003 S. Santucci และคณะ⁽⁸⁾ ศึกษาทฤษฎีและทดลองเกี่ยวกับท่อนาโนคาร์บอนในการดูดซับ(absorption)ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์(NO_2) และ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นหัวตรวจวัดก๊าซ เคลือบท่อนาโนคาร์บอนเป็นฟิล์มบางบน $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Si}$ ซึ่งทำหน้าที่เป็นแผ่นรองรับ(substrate) โดยวิธี plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD) และใช้ แพททินัม(Pt) เป็นขั้วไฟฟ้า

ในปี ค.ศ 2004 S.M. Cho และคณะ⁽⁹⁾ ประดิษฐ์หัวตรวจวัดก๊าซจากฟิล์มคอมโพสิตระหว่างพอลิเมอร์ชนิด Ethyl Cellulose(EC) กับท่อนาโนคาร์บอนผนังชั้นเดียว(Single wall carbon nanotubes) โดยผสม Ethyl Cellulose กับท่อนาโนคาร์บอนในคลอโรฟอร์ม(chloroform) และ poly(p-phenylenevinylene-co-2,5-dioctoxy-m-phenylenevinylene:PmPV) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวประสานจะได้สารแขวนลอยแล้วเคลือบสารดังกล่าวลงบนแก้วซึ่งมีทองเป็นขั้วไฟฟ้า(electrode) ให้มีสมบัติการตอบสนองต่อสารประกอบประเภทสารอินทรีย์ที่ระเหยง่าย ได้แก่ เอทานอล(ethanol) เบนซีน(benzene)

ในปี ค.ศ 2004 F. Villalpando-Paez และคณะ⁽¹⁰⁾ ประดิษฐ์ CN_x nanotube film สำหรับตรวจวัดก๊าซพิษที่มีความเข้มข้นต่ำและไอของสารอินทรีย์

ในปี ค.ศ 2005 B. Zhang และคณะ⁽¹¹⁾ ประดิษฐ์วัสดุคอมโพสิตพอลิเมอร์นำไฟฟ้าซึ่งผสมระหว่างพอลิสไตรีน(polystyrene, PS) กับท่อนาโนคาร์บอนแบบหลายชั้น (multiwalled carbon nanotubes, MWCNT) พบว่าปริมาณของสารละลาย PS ที่ผสมเข้าไปที่อยู่ในช่วง 5 – 15 wt% มีการตอบสนองได้ดีต่อสารประกอบอินทรีย์, แอลกอฮอล์ (alcohol), เบนซีน (Benzene), เอทิลอะซิเตต (ethyl acetate), อะซิโตน (acetone), คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (carbon tetrachloride), คลอโรฟอร์ม (chloroform), ไดเอทิลอีเทอร์ (diethyl ether)

ในปี ค.ศ 2005 W.S. Cho และคณะ⁽¹²⁾ ได้ประดิษฐ์หัวตรวจวัดก๊าซโดยนำไดอะแฟรมไมโคร-แมทชีน (micromachined diaphragm), ฮีตเตอร์ (Heater), ฟิล์มของท่อนาโนคาร์บอนผนังหลายชั้น, ชั้นของฉนวน และอิเล็กโทรด (electrodes) วางซ้อนกันเป็นชั้นตามลำดับ ซึ่งพบว่าหัวตรวจวัดก๊าซนี้มีการตอบสนองต่อก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (N_2O) ที่อุณหภูมิห้อง

สำหรับห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ประยุกต์ได้ทำการศึกษา วิจัยและทดลองเกี่ยวกับการทำหัวตรวจวัดเอทานอลจากท่อนาโนคาร์บอน ดังนี้

ในปี ค.ศ 2005 นายมิชัย เทพนรัตน์ และคณะ⁽¹³⁾ ทำหัวตรวจวัดเอทานอลจากวัสดุคอมโพสิตท่อนาโนคาร์บอน (Carbon nanotubes Composite) แบบฟิล์มหนา

1.2 ท่อนาโนคาร์บอน (Carbon nanotubes)

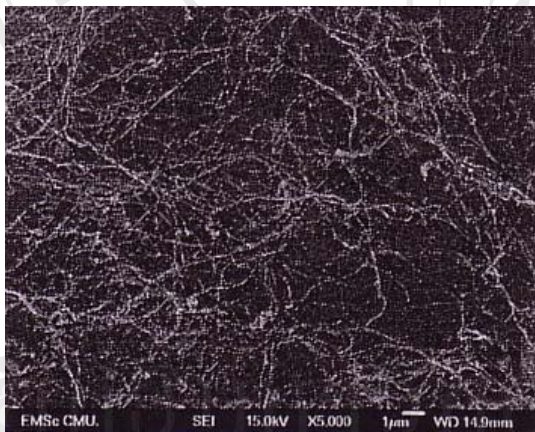
ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่อนาโนคาร์บอนของ Nanomaterials Research Unit มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเป็นท่อนาโนคาร์บอนผนังหลายชั้น (Multi-walled Carbon nanotubes) ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของท่อนาโนคาร์บอนจะมีอัตราส่วนขององค์ประกอบคือ คาร์บอน และเหล็ก ดังตารางที่ 1.1 ท่อนาโนคาร์บอนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 39 นาโนเมตร มีความยาว 10-70 ไมโครเมตร มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99 โดยอะตอม ดังตารางที่ 1.2 และมีสมบัติทางไฟฟ้าแบบระบบสารกึ่งตัว⁽¹⁾ ท่อนาโนคาร์บอนมีรูปร่างดังรูปที่ 1.1 ซึ่งเป็นภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy : SEM)

ตารางที่ 1.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของท่อนาโนคาร์บอน

Element	Weight %	Atomic%
C	97.35	99.42
Fe	2.65	0.58
Totals	100.00	100.00

ตารางที่ 1.2 สมบัติทางกายภาพบางประการของท่อนาโนคาร์บอน

Average diameter (Mean)	39 nm
Length	10-70 μm
Purity (Atomic %)	99+%



(ก)



(ข)

รูปที่ 1.1 (ก)ภาพถ่าย SEM ของท่อนาโนคาร์บอนกำลังขยาย 5,000 เท่า

(ข) กำลังขยาย 50,000 เท่า

1.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอลกอฮอล์

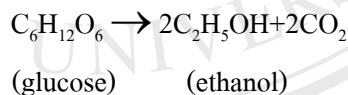
แอลกอฮอล์เป็นสารอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ต่อกับหมู่อัลคิล (R) สูตรโดยทั่วไปของแอลกอฮอล์คือ R-OH เมื่อ R คือ หมู่อัลคิลหรือ C_nH_{2n+1} เมื่อ $n=1,2,3,..$ สามารถในการละลายน้ำถ้าเป็นโมเลกุลเล็กละลายน้ำได้ดี โมเลกุลที่มี C มากขึ้นการละลายน้ำจะลดลง มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเป็นพันธะไฮโดรเจนและแรงแวนเดอร์วาลส์เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดอินทรีย์จะให้สารพวกเอสเทอร์

แอลกอฮอล์มีหลายชนิด แต่สิ่งที่ชาวบ้านทั่วไปรู้จักในนามแอลกอฮอล์นั้น นักเคมีเรียกมันว่า ethyl alcohol หรือ ethanol ซึ่งสามารถพบได้ในส้มและมะเขือเทศ แอลกอฮอล์ชนิดนี้เป็นแอลกอฮอล์ชนิดที่ดื่มได้ แต่แอลกอฮอล์ชนิด methanol ถ้าถูกบริโภคเข้าร่างกายจะทำให้ตาบอด ส่วน ethylene glycol นั้นเป็นแอลกอฮอล์ที่สามารถทำให้น้ำไม่แข็งตัวและ isopropanol เป็นแอลกอฮอล์ที่ใช้ทำความสะอาดผิว

ในการทดลองครั้งนี้ใช้เอทานอลทดสอบคุณสมบัติของหัวตรวจวัด ดังนั้นจะกล่าวถึงเฉพาะรายละเอียดของเอทานอลดังนี้

เอทานอล (Ethanol)⁽¹⁴⁾

เอทานอลหรือ Ethyl alcohol มีสูตรทางเคมี คือ C_2H_5OH เกิดจากกระบวนการหมักแป้งหรือน้ำตาลโดยใช้ยีสต์ ดังสมการ



เอทานอล มีลักษณะเป็นของเหลวเช่นเดียวกับเมทานอลสามารถระเหยได้ง่าย มีจุดเดือดอยู่ที่ $78^\circ C$ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเมื่อคนพูดถึงแอลกอฮอล์ส่วนมากแล้วจะหมายถึงเอทานอล เป็นแอลกอฮอล์ที่สามารถบริโภคได้ โดยผสมอยู่ในเครื่องดื่มประเภทสุรา แต่การที่จะดื่มเอทานอลที่บริสุทธิ์เพียงอย่างเดียว นั้น ไม่สามารถดื่มได้เพราะรสชาติแรงบาดคอ จึงต้องมีส่วนผสมเพื่อให้รสชาติดีขึ้น เราเรียกส่วนผสมนั้นว่า คอนเจนิเออร์ (congener)

แอลกอฮอล์ที่คนบริโภคเข้าไปนั้น ประมาณร้อยละ 90 จะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็ว โดยลำไส้เล็กส่วนต้น และภายในเวลา 30-90 นาที ระดับแอลกอฮอล์ในเลือดจะขึ้นสูงสุด แอลกอฮอล์จะกระจายในร่างกายได้อย่างรวดเร็ว ผลที่เห็นได้อย่างชัดเจนลำดับแรกคือ มีฤทธิ์ต่อสมองในระยะแรกจะทำให้ผู้ดื่มเกิดความรู้สึกกระปรี้กระเปร่า ตึกคะนอง แต่ในขณะเดียวกันก็เริ่ม

มีผลต่อการตัดสินใจ การพูด ความว่องไวในการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อจะช้าลง ทำให้มีผลต่อการขับพิษยาพิษ และเมื่อระดับของแอลกอฮอล์เพิ่มสูงขึ้นอีกจะทำให้สูญเสียด้านการทรงตัว การมองเห็น สมาธิความจำ และอาจรุนแรงถึงขั้นหมดสติได้ ดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 แสดงปริมาณของแอลกอฮอล์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีผลต่อร่างกายและจิตใจ

ความเข้มข้นของ แอลกอฮอล์ในเลือด (mg/ 100 ml)	ผลที่เกิดขึ้นต่อร่างกายและจิตใจ
20 – 30	ไม่ปรากฏอาการผิดปกติใดๆ นอกจากผู้ดื่มมีอาการแฉะใส่วางเพิ่ม ขึ้น
50 – 60	เกิดความรู้สึกผ่อนคลายทางอารมณ์ ประสาทและกล้ามเนื้อทำงานช้าลง ระยะเวลาในการตอบสนองยาวขึ้นทำให้การตัดสินใจช้าลง ความ สามารถในการขับพิษยาพิษลดลง ตามกฎหมายประเทศไทยเป็น ระดับความเข้มข้นที่ถือว่าผู้ขับขี่อยู่ในอาการมึนเมา
80 – 100	เริ่มเสียการทรงตัว พูดไม่ชัด มองเห็นไม่ชัดเจน มีปัญหาเกี่ยวกับการ ได้ยิน กล้ามเนื้อทำงานไม่ประสานกันเกิดความยุ่งยากในการขับ พิษยาพิษ
110 – 120	ความสามารถทางความคิด การตัดสินใจ และการใช้วิจารณญาณเสื่อม ลงอย่างเห็นได้ชัด
140 – 150	ความสามารถในการควบคุมร่างกายและจิตใจลดลง มีอุปสรรคในการ ใช้มือ แขน และขา มองเห็นภาพเคลื่อนไหวไม่ชัดเจน
200	สูญเสียการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ จิตใจสับสนมาก
300	มีอาการมึนเมาอย่างหนัก มึนงง ไม่รู้เรื่อง สติสัมปชัญญะลดลงมาก
400	สลบ หมดสติ ไม่รู้สึกตัว
500	สลบลึก
600	ตายเนื่องจากการหายใจล้มเหลว

จากตารางแสดงปริมาณแอลกอฮอล์ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่มีผลต่อร่างกายและจิตใจ นั้น พบว่าทำให้เกิดผลกระทบต่อส่วนต่างๆ ของร่างกาย และถ้าหากในร่างกายมีปริมาณ แอลกอฮอล์มากแล้ว จะมีผลต่อการขับขี้เยี่ยวยานพาหนะซึ่งจะทำให้เกิดอุบัติเหตุทางจราจรขึ้น ในปัจจุบันนี้รัฐบาลได้ทำการรณรงค์เมาไม่ขับมากขึ้นเพื่อลดอุบัติเหตุในชีวิตและทรัพย์สินของ ผู้ขับขี้เยี่ยวยานพาหนะมากขึ้น จึงมีความสัมพันธ์ของการระมัดระวังการดื่มสุราในปริมาณ แอลกอฮอล์ต่างๆ ในตารางที่ 1.4 เพื่อเป็นการเล็งเห็นความสำคัญของการลดโอกาสที่จะเกิด อุบัติเหตุจราจรได้

ตารางที่ 1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดและ โอกาสเกิด อุบัติเหตุจราจร

ปริมาณ แอลกอฮอล์ ในเลือด (mg%)	สมรรถภาพในการขับขี้ยานพาหนะ	โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุ
20	มีผลเพียงเล็กน้อย เฉพาะบางคน	ใกล้เคียงกับคนที่ไม่ดื่มสุรา
50	มีผลทำให้ความสามารถในการขับขี้ยานพาหนะลดลงเฉลี่ย 8% เป็นระดับที่นักวิจัยทั่วไปยอมรับว่าเป็นอันตรายต่อการขับขี้ยานพาหนะ	โอกาสเกิดอุบัติเหตุจะเป็น 2 เท่าของคนที่ไม่ดื่มสุรา
80	สมรรถภาพลดลงโดยเฉลี่ย 12% มีผลต่อคนขับขี้ยานพาหนะทุกคน และระดับนี้ใช้เป็นกฎหมายควบคุมในหลายประเทศไทยด้วย	โอกาสเกิดอุบัติเหตุจะเป็น 3 เท่าของคนที่ไม่ดื่มสุรา
100	สมรรถภาพลดลงโดยเฉลี่ย 15% การขับขี้ยานพาหนะจะแย่ลงอย่างรวดเร็วเมื่อถึงระดับนี้	โอกาสเกิดอุบัติเหตุจะเป็น 6 เท่าของคนที่ไม่ดื่มสุรา
150	สมรรถภาพลดลงโดยเฉลี่ย 33%	โอกาสเกิดอุบัติเหตุจะเป็น 40 เท่าของคนที่ไม่ดื่มสุรา
มากกว่า 200	สมรรถภาพลดลงเป็นสัดส่วนกับระดับแอลกอฮอล์ในเลือด	ไม่สามารถวัดได้ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมการทดลองได้ แต่โอกาสในการเกิดอุบัติเหตุสูงมาก

1.4 คุณสมบัติของหัวตรวจวัดก๊าซ⁽¹⁵⁾

คุณสมบัติของหัวตรวจวัดก๊าซ(Gas Sensor) ออกเป็น 5 อย่างที่สำคัญคือ

1. ความไวของการตอบสนอง(Response) คือ ความสามารถในการตอบสนองอย่างรวดเร็วในทันที เมื่อก๊าซที่เราทำการวัดมาสัมผัสกับหัวตรวจวัดก๊าซ คุณสมบัติข้อนี้มีความสำคัญมากสำหรับหัวตรวจวัดก๊าซ
2. ความไวในการวัด(Sensitivity) คือ ความสามารถของหัวตรวจวัดที่จะบอกความแตกต่างของปริมาณก๊าซที่จะทำการวัด
3. ความจำเพาะ(Selectivity) คือ ความสามารถในการแยกแยะความแตกต่างระหว่างก๊าซที่เราต้องการวัดกับก๊าซที่เราไม่ได้ต้องการวัด กล่าวคือหัวตรวจวัดก๊าซชนิดหนึ่งควรมีความสามารถในการตอบสนองต่อก๊าซชนิดหนึ่งชนิดเดียวที่เราต้องการวัด ไม่ควรที่จะตอบสนองต่อก๊าซชนิดอื่น เพราะจะทำให้สัญญาณรบกวนการวัดได้ สำหรับหัวตรวจวัดก๊าซที่ดีต้องมีความจำเพาะสูง
4. ความเสถียรภาพ(Stability) คือ ผลในการวัดไม่คงที่ ไม่เสื่อมสภาพเร็วในการใช้งาน เพื่อให้หัวตรวจวัดก๊าซสามารถใช้วัดได้อย่างต่อเนื่องและแม่นยำ
5. พิสัยการวัด(Dynamic Range) คือ ช่วงกว้างของการวัดของหัวตรวจวัดก๊าซ โดยหัวตรวจวัดก๊าซบางตัวสามารถใช้วัดก๊าซปริมาณตั้งแต่ 100 – 1000 ppm แต่บางตัวใช้วัดในช่วง 10 – 50 ppm

1.5 ชนิดของหัวตรวจวัดก๊าซ⁽¹⁵⁾

หัวตรวจวัดก๊าซแบ่งตามลักษณะการทำงานเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. Gas Adsorption Gas Sensor หัวตรวจวัดกลุ่มนี้ทำงานโดยวัดความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อมีโมเลกุลของก๊าซถูกดูดซับเข้าไปบนผิวของวัสดุที่ใช้ทำหัวตรวจวัด ซึ่งเมื่อผิววัสดุที่ใช้ทำหัวตรวจวัดถูกดูดซับโมเลกุลของก๊าซเข้าไปที่ผิวก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง surface potential ทำให้เกิดการนำไฟฟ้า และเกิดการเปลี่ยนแปลงมวล ทำให้น้ำหนักของวัสดุเปลี่ยนแปลงไป เป็นผลให้ความถี่เรโซแนนซ์ของระบบนี้เปลี่ยนแปลงไป
2. Gas Reaction Gas Sensor หัวตรวจวัดแบบนี้ทำการวัดผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อก๊าซที่ต้องการวัดเกิดปฏิกิริยา เช่น การจัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของเซรามิกส์ที่มีตัวกระตุ้นปฏิกิริยาอยู่ เมื่อเซรามิกส์สัมผัสกับก๊าซที่เผาไหม้

3. Selective Membrane Gas Sensor ซึ่งทำงานโดยใช้ประโยชน์ของ Sensing membrane ที่ยอมให้ก๊าซบางชนิดเท่านั้นผ่านเข้าไปได้ เมื่อก๊าซซึมผ่านเข้าไปที่แผ่น membrane ก็จะทำให้แผ่นดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไป เราจึงวัดปริมาณการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหากเปลี่ยนแปลงมากก็แสดงว่ามีก๊าซมาก

นอกจากนี้ยังสามารถแบ่ง Gas Sensor ชนิดต่างๆ ออกเป็น Gas Sensor ชนิดย่อยๆ ได้ ดังตารางที่ 1.5

ตารางที่ 1.5 ประเภทและหลักการของการวัดก๊าซ รวมถึงวัสดุที่ใช้

Type	Classification	Phenomena	Materials	Gases
Gas Absorption	Semiconductor	Surface Conductivity	SnO ₂ , ZnO y-Fe ₂ O ₃ , V ₂ O ₅	LPG, CO alcohol
		Bulk Conductivity	TiO ₂ , CoO, MgO- CoO	O ₂
	Surface potential	Surface potential	Pd-gate FET, Ag ₂ O, Pd-TiO ₂	H ₂ , CO
	Humidity	Conductivity	Ni _{1-x} Fe ₂ +z, ZnO, MgCrO ₂ , Al ₂ O ₃	H ₂ O
	Other	Piezoelectric	Polyimide 111 quartz oscillator	H ₂ S, NH ₃
Gas reaction	Catalytic combustion	combustion heat	Pt wire, Pt, Pd+Al ₂ O ₃	flamable gases
	Potentiostatic	electrolytic current	gas electrode	CO, NO NO ₂ , S ₂
	Gaivanic celi	celi current	noble cathode (Pt, Au) & base anode (Pb)	O ₂
	Others	fluorescence	Pyrene+silicaone membrane	

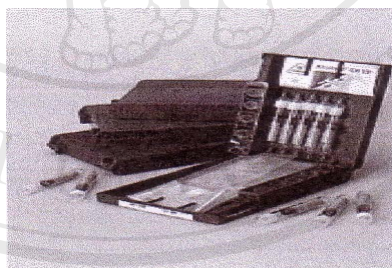
ตารางที่ 1.5(ต่อ)

Type	Classification	Phenomena	Materials	Gases
Selective membrane	Solid electrolyte	EMP	ZrO ₂ -CaO, ThO ₂ -Y ₂ O ₃ PbCl ₂ , PbBr ₂ , K ₂ SO ₄	O ₂

1.6 ชนิดของหัวตรวจวัดแอลกอฮอล์ในลมหายใจ

หัวตรวจวัดที่ใช้ในการวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ มีด้วยกัน 4 แบบคือ

1. แบบ Calorimeter ใช้หลักการเปลี่ยนสีของ Potassium Dichromate จากสีเหลือง ถ้าได้รับไอของแอลกอฮอล์ จะเปลี่ยนเป็นสีเขียว เป็นหัววัดที่มีราคาถูก มีความจำเพาะต่ำ (คือมีความไวต่อก๊าซหลายชนิด) สามารถใช้ได้เพียงครั้งเดียว ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 หัวตรวจวัดแอลกอฮอล์แบบ Calorimeter

2. แบบ Semiconductor โดยใช้หลักการไอของแอลกอฮอล์ไปจับ Semi-conductor ทำให้ความต้านทานเปลี่ยนแปลง เป็นหัววัดที่มีราคาถูก และมีความจำเพาะต่ำเช่นเดียวกับชนิด Calorimeter แต่มีอายุการใช้งานนานกว่า ดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 หัวตรวจวัดแอลกอฮอล์แบบ Semiconductor

3. แบบ Fuel cell เป็นแบบเซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Fuel cell) เมื่อไอของแอลกอฮอล์ถูกดูดซับโดย cell จะทำให้เกิดปฏิกิริยากลายเป็นกรดอะเซติกและเกิดกระแสไฟฟ้าซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณแอลกอฮอล์ มีความจำเพาะต่อการวัด Ethyl alcohol ดี เครื่องมีขนาดเล็กพกพาได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 หัวตรวจวัดแอลกอฮอล์แบบ Fuel cell

4. แบบ Infrared Absorption อาศัยหลักการที่แสง Infrared จะถูกดูดซับมากน้อยเท่าใด ขึ้นกับระดับความเข้มข้นของไอแอลกอฮอล์ มีความจำเพาะต่อการวัด Ethyl alcohol ดี เครื่องมีขนาดใหญ่ราคาสูงเหมาะใช้สำหรับใช้ประจำที่ ดังแสดงในรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 หัวตรวจวัดแอลกอฮอล์แบบ Infrared Absorption

1.7 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อประดิษฐ์หัวตรวจวัดไอเอทานอลจากท่อนาโนคาร์บอน และศึกษาสภาพไวนในการตอบสนองต่อไอเอทานอลของหัวตรวจวัด