หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเตรียมแกรฟีนที่ถูกดัดแปลงและโครงสร้างไฮบริดของแกรฟีนและท่อนาโนคาร์บอนเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สและอุปกรณ์ตรวจจับแสง

ผู้เขียน นายรังสรรค์ ปัญญาทิพย์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)

อาจารย์ที่ปรึกษา อ. ดร. สุเมธ สกุลเสริมสุข

บทคัดย่อ

แกรฟีนมีค่าความหนาแน่นของพาหะประจุ ค่าการเคลื่อนที่ของพาหะที่สูง และมีสัญญาณรบกวนที่ต่ำ สมบัติเหล่านี้ทำให้แกรฟีนมีความเหมาะสมในการที่จะเป็นวัสดุหลักสำหรับใช้เป็นอุปกรณ์ตัวจับในระดับนาโน แต่แกรฟีนมีความเฉื่อยทางเคมีและไม่มีช่องว่างพลังงาน ทำให้ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นตัวตรวจจับแก๊สหรืออุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ การปรับปรุงหรือดัดแปลงแกรฟีนจึงเป็นวิธีการที่เปลี่ยนสมบัติทางอิเล็กทรอนิคส์ของแกรฟีนโดยตรง ในที่นี้จะใช้สองกระบวนการในการดัดแปลงแกรฟีน คือ วิธีที่หนึ่ง การเจือไนโตรเจนเข้าไปในแกรฟีน ซึ่งจะสร้างช่องว่างพลังงานในแกรฟีน วิธีที่สอง ใช้การฉายเลเซอร์เพื่อสร้างจุดบกพร่องในแกรฟีนเพื่อทำให้แกรฟีนทำปฏิกิริยากับโมเลกุลแก๊สได้มากขึ้น ในโครงงานนี้ เราใช้การเจือไนโตรเจนโดยการอบอ่อนแกรฟีนในบรรยากาศของแอมโมเนียและใช้เลเซอร์จากเครื่อง LightScribe ในการดัดแปลงทั้งโครงสร้างและสมบัติทางอิเล็กทรอนิคส์ โครงงานวิจัยนี้จะแบ่งเป็นสองส่วนคือ (1) การนำแกรฟีนที่ถูกดัดแปลงไปสร้างวัสดุฐานสำหรับตรวจจับแก๊สแอมโมเนียสำหรับคนเมาที่ขับยานพาหนะ และ (2) การนำแกรฟีนร่วมกับท่อนาโนคาร์บอนไปสร้างวัสดุฐานในการตรวจจับย่านแสงอินฟาเรดสำหรับนำไปใช้เป็นกล้องส่องกลางคืน

ในส่วนแรก เรารายงานผลการตอบสนองของแกรฟีนและแกรฟีนเจือด้วยไนโตรเจนต่อแก๊สเอทานอลที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิแตกต่างกัน แกรฟีนถูกสังเคราะห์โดยวิธีการตกตะกอนสะสมไอเคมีโดยใช้แผ่นทองแดงบางเป็นวัสดุฐาน หลังจากนั้นแกรฟีนจะถูกย้ายไปยังแผ่นกระจกสไลด์โดยวิธีการกัดทางเคมี แกรฟีนจะถูกเจือไนโตรเจนโดยการอบอ่อนในบรรยากาศของแอมโมเนีย ผลการทดลองแสดงว่า การตอบสนองของแกรฟีนและแกรฟีนเจือไนโตรเจนจะขึ้นกับอุณหภูมิ แต่ไม่ขึ้นกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความเข้มข้นของแก๊ส ค่าการตอบสนองมีค่าต่ำราว 1 การตอบสนองของแกรฟีนต่อแก๊สแอมโมเนียจะเพิ่มขึ้น 1.2% จากที่อุณหภูมิ 25 °C ไปจนถึง 150 °C แต่แกรฟีนเจือไนโตรเจนจะมีค่าการตอบสนองลดลง 2% เราเสนอว่าออกซิเจนโมเลกุลที่เกาะอยู่ที่ผิวของแกรฟีนเป็นตัวการสำคัญสำหรับการตอบสนองต่อแก๊สเอทานอล ในส่วนที่สอง เราสร้างโครงสร้างไฮบริดระหว่างแกรฟีนกับท่อนาโนคาร์บอนและสาธิตการตรวจจับแสงเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่น 780 นาโนเมตร วัดค่าการตอบสนองและค่าการตรวจจับได้เท่ากับ 83.2 μA/W และ 1.55×10^{8} cmHz$^{1/2}$/W ตามลำดับ ค่าการตอบสนองมีค่าที่ต่ำ คาดว่าเนื่องมาจากระยะห่างระหว่างขั้วอิเล็กโทรดในระดับมิลลิเมตรทำให้อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นไปถึงขั้วอิเล็กโทรดได้น้อย และการสัมผัสระหว่างแกรฟีนกับท่อนาโนคาร์บอนยังไม่ดีพอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title	Preparation of Modified Graphene and Hybrid Graphene/Carbon Nanotube for Gas Sensor and Photodetector Devices
Author	Mr. Rangsan Panyathip
Degree	Master of Science (Materials Science)
Advisor	Dr. Sumet Sakulsermsuk

Abstract

Graphene has high carrier concentration, high electron mobility and low-noise electronic characteristics. Those properties make graphene a natural candidate for nanoscale detector devices. However, graphene is chemically inert and has no band gap, which is not suitable for use as gas sensors or semiconductors devices. Modifying graphene is a direct approach to alter its electronic properties more favorable to detectors. Two methods were used to modify graphene that is nitrogen doping into graphene and exposing graphene to lasers. Nitrogen doping in graphene can create a band gap in its electronic structure. Structural defects can be introduced by exposing graphene with a laser. These induced defects can react with particular gas species, such as ammonia, which are useful to increase nitrogen doping yields. In this work, we employed nitrogen doping and laser from LightScribe to modify the structure and electronic of graphene. The thesis was divided into two parts, i.e. modified graphene used to fabricate (1) ethanol detectors for drunk vehicle drivers and (2) infrared photodetectors for night vision cameras.

In the first part, we report the sensitivity of graphene and N-doped graphene to ethanol vapor as gas sensors with varying the concentration of ethanol and temperature of graphene. Graphene was synthesized by chemical vapor deposition on copper foils and then was transferred to glass slides by chemical etching. N-doped graphene was conducted by annealing graphene in an ammonia atmosphere. Dependence of the sensitivity of graphene and N-doped graphene was found. However, the level of the sensitivity is low about 1. The sensitivity of graphene increases with temperature from

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

25 ˚C to 150 ˚C up to 1.2%, but that of N-doped graphene decreases down to 2%. We propose that adsorbed oxygen molecules on graphene play a key role for sensing ethanol vapors.

In the second part, we fabricate the hybrid structure of carbon nanotube and graphene and demonstrate detecting 780 nm infrared laser by using this hybrid structure. Responsivity and detectivity were measured to be 83.2 μA/W and 1.55×10^{8} $cmHz^{1/2}/W$, respectively. The very low level of responsivity would cause by the millimeter scale of distance between the electrodes resulting to fewer charge carriers reaching the electrodes. Also, the graphene and carbon nanotube may be not perfectly in contact.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved