

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: RSA5980020

ชื่อโครงการ: การสร้างคลังข้อมูลวัสดุเชิงประกอบระดับนาโนเมตรพอลิไดแอเซทิลีน/สารประกอบซิงก์ที่สามารถควบคุมพฤติกรรมการเปลี่ยนสีและมีสมบัติฟลูออเรสเซนส์ที่ดีสำหรับเทคโนโลยีการตรวจวัด

ชื่อนักวิจัย: รองศาสตราจารย์ ดร.นิตานาถ ไตรผล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: Nisanart.t@chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 3 ปี ตั้งแต่วันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ.2559 ถึงวันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ.2562

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการตอบสนองโดยการเปลี่ยนสีแบบผันกลับได้ที่สภาวะอุณหภูมิต่ำของวัสดุเชิงประกอบระดับนาโนเมตรพอลิไดแอเซทิลีน/ซิงก์ (II) ไอออน/ซิงก์ออกไซด์ โดยได้ทำการเตรียมวัสดุเชิงประกอบจากมอนอเมอร์ 7 ชนิดที่มีความยาวสายโซ่อัลคิลที่แตกต่างกัน เมื่อความยาวของสายโซ่อัลคิลส่วนหางลดลงจาก 12 เป็น 6 หน่วยเมทิลีน จะทำให้อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนสีของวัสดุเชิงประกอบลดลงจาก 90 เป็น 30 องศาเซลเซียส สำหรับการเปลี่ยนแปลงความยาวสายโซ่อัลคิลที่ตำแหน่งถัดจากส่วนหัวของพอลิไดแอเซทิลีน จะทำให้อุณหภูมิการเปลี่ยนสีเปลี่ยนแปลงอย่างไม่เป็นระบบ ซึ่งจากการตรวจสอบด้วยเทคนิคต่าง ๆ พบว่า การเปลี่ยนแปลงมุมภายในโครงสร้างสองชั้นของ

พอลิไดแอเซทิลีน การเปลี่ยนแปลงของอันตรกิริยา และการจัดเรียงตัวของสายโซ่หลักขึ้นอยู่กับความยาวสายโซ่อัลคิลภายในโมเลกุล นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาถึงผลของระยะเวลาในการฉายแสงเพื่อให้เกิดพอลิเมอร์ไรเซชันระหว่างกระบวนการเตรียมสาร ทำให้ควบคุมอุณหภูมิการเปลี่ยนสีของวัสดุเชิงประกอบได้อย่างละเอียดมากขึ้นจากการปรับเปลี่ยนความยาวของสายโซ่หลัก โดยสามารถเตรียมวัสดุเปลี่ยนสีแบบผันกลับได้ต่ออุณหภูมิที่มีค่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสีในช่วง 10-90 องศาเซลเซียส รวมถึงศึกษาการควบคุมการจัดเรียงตัวของพอลิเมอร์บนอนุภาคซิงก์ออกไซด์ โดยทำการปรับค่าความเป็นกรดเบสในกระบวนการเตรียมสาร ซึ่งเป็นการควบคุมประจุที่พื้นผิวของอนุภาคซิงก์ออกไซด์และการแตกตัวของหมู่คาร์บอกซิลิกที่ส่วนหัวของพอลิไดแอเซทิลีน ทำให้ได้ปริมาณของวัสดุเชิงประกอบที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อทำการเตรียมในสภาวะเบส และสามารถทำการควบคุมสมบัติการเปลี่ยนสีต่ออุณหภูมิและสารเคมีได้ด้วย ซึ่งเป็นการขยายขอบเขตการใช้งานด้านการตรวจวัดของวัสดุชนิดนี้

เมื่อทำการปรับเปลี่ยนชนิดของมอนอเมอร์ให้ส่วนหัวมีหมู่เบนโซอิกเพิ่มเข้ามา คือ 3-(pentacos-10,12-dienamido) benzoic acid (PCDA-mBzA) และทำการเตรียมวัสดุเชิงประกอบระดับนาโนเมตร poly(PCDA-mBzA)/ซิงก์ (II) ไออออกไซด์/ซิงก์ออกไซด์ โดยใช้ปริมาณซิงก์ออกไซด์ตั้งแต่ 5-20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักมอนอเมอร์ พบว่าวัสดุเชิงประกอบมีอุณหภูมิการเปลี่ยนสีลดลงเป็น 80 70 และ 60 องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับ poly(PCDA-mBzA) ที่เกิดการเปลี่ยนสีที่ 90 องศาเซลเซียส โดยยังคงแสดงสมบัติการเปลี่ยนสีต่ออุณหภูมิแบบผันกลับได้ นอกจากนี้การเติมซิงก์ออกไซด์ยังเพิ่มความไวในการตอบสนองต่อสารเคมีประเภทสารช่วยกระจายตัวชนิดประจุบวกและตัวทำละลายอินทรีย์ วัสดุเชิง

ประกอบที่เตรียมได้นี้สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลาย เช่น วัสดุตรวจวัดโดยการเปลี่ยนสี บ่ายฉลาด
หมึกพิมพ์/สี ที่เปลี่ยนสีได้เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น

คำหลัก: พอลิไดแอเซทีลีน, การเปลี่ยนสีด้วยความร้อนแบบผันกลับได้, วัสดุเชิงประกอบระดับนาโน
เมตร, ความยาวสายโซ่อัลคิล, เซนเซอร์ตรวจวัดสารเคมี

Abstract

Project Code: RSA5980020

Project Title: Creating a library of polydiacetylene/zinc compound nanocomposites with controllable color-transition behaviors and improved fluorescent property for sensing technologies

Investigator: Associate Prof. Dr.Nisanart Traiphol

E-mail Address: Nisanart.t@chula.ac.th

Project Period: 3 Years From 16 June 2016 to 15 June 2019

A series of reversible thermochromic polydiacetylene/zinc(II) ion/zinc oxide (PDA/Zn²⁺/ZnO) nanocomposites has been prepared using 7 types of diacetylene monomer. The shortening of PDA alkyl tail from 12 to 6 methylene units systematically decreases color-transition temperature (T_{CT}) from 90 to 30 °C. The shortening of alkyl segment adjacent to PDA headgroup causes unpredictable changes of T_{CT} . Examination by various techniques reveal that variation of molecular tilting angle within the bilayer structure of PDA, change of local interactions and backbone conformation within the nanocomposites depend on the length of alkyl segment. In addition, effects of polymerization time during material preparation are studied. Fine-tuning of the T_{CT} of PDA/Zn²⁺/ZnO nanocomposites is achieved by altering backbone chain length. Reversible thermochromic materials with T_{CT} ranging from 10 °C to 90 °C can be produced. Self-assembling of PDA on ZnO nanoparticles is also

investigated. By adjusting pH during material preparation, ZnO surface charge and dissociation of carboxylic at PDA headgroup can be altered. An increase of the nanocomposite amount after photopolymerization is observed when preparing in basic conditions. Thermochromism and chemical responses of the nanocomposites can also be controlled. This can extend working ranges of the material in sensing applications.

Next, 3-(pentacosyl-10,12-diamido) benzoic acid (PCDA-mBzA) monomer is used to prepare poly(PCDA-mBzA)/Zn²⁺/ZnO nanocomposites using 5, 10 and 20 wt.% of ZnO nanoparticles. It is found that T_{CT} of the nanocomposites decreases to about 80, 70 and 60 °C, respectively, comparing to 90 °C of poly(PCDA-mBzA). The reversible thermochromism still remains. Moreover, adding ZnO increase sensitivity to chemicals i.e., cationic surfactant and organic solvent. These nanocomposite materials can be utilized in various applications such as colorimetric sensors, smart labels, thermochromic inks/paints that change color in the hot, cold or ambient conditions.

Keywords: Polydiacetylene, Reversible Thermochromism, Nanocomposites,

Alkyl chain length, Chemical sensor