Thesis Title Improvement of Mechanical Properties of Carbon Nanotubes, Silicon Carbide Nanowires and Epoxy Resin Nanocomposites

Author Miss Haruthai Longkullabutra

Degree Doctor of Philosophy (Materials Science)

Thesis Advisory Committee
Asst. Prof. Dr. Wim Nhuapeng Advisor
Dr. Wandee Thamjaree Co-advisor
Assoc. Prof. Dr. Pisith Singjai Co-advisor

ABSTRACT

This research comprised of two major parts, those being carbon nanotubes (CNTs) and silicon carbide nanowires (SiCNWs) synthesis and fabrication of composite materials between CNTs/SiCNWs/epoxy resin. CNTs and SiCNWs were synthesized by chemical vapor deposition (CVD) in which considerably high-quantities and low-cost rout. The SiCNWs were employed to produce a small diameter, homogeneous and high quality. To find the optimum condition, the synthesis conditions were varied by temperatures and catalysts. The nickel oxide (Ni_2O_3), iron oxide (Fe_2O_3), silicon powder and carbon powder were used as the catalysts, silicon and carbon sources, respectively. The synthesis was started from

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

varying temperatures from 1,200°C to 1,400°C for 1 h with/without vacuum pump - assisted systems. Phase evolution, chemical composition and microstructure of SiCNWs were investigated by X–ray diffractometry (XRD), Energy Dispersive Spectroscopy (EDS), Scanning electron microscopy (SEM) and Transmission electron microscopy (TEM), respectively. The results revealed that SiCNWs were successfully synthesized by CVD method in which the optimum condition is reaction temperature at 1,350°C using nickel oxide as catalyst reacted in vacuum pump - assisted system which shows the average size of about 55 nm and the length up to several microns. The spectrum agreeing well with diffraction peaks of cubic β-SiC, suggested that the XRD results are in good agreement with the SEM and TEM characterizations.

For composite fabrication, the combination of CNTs/SiCNWs/epoxy resin composites were prepared using CNTs and SiCNWs as the fillers which are dispersion phase and epoxy resin as the matrix material. The nanocomposite materials were fabricated based on ultrasonic mixing and casting technique. The physical and mechanical properties such as density, tensile strength, compressive strength, impact strength and wear resistance of all nanocomposites samples were investigated. Moreover, the morphologies of them were examined by SEM. The mechanical properties of nanocomposites increased when compared to the neat epoxy resin. The microstructure revealed that the dispersion phases were unwell/well dispersed within the epoxy resin matrix.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงสมบัติเชิงกลของวัสดุผสมระดับนาโนของท่อนาโนคาร์บอน เส้นลวดนาโนซิลิกอนคาร์ไบด์ และอีพอกซีเรซิน	
ผู้เขียน	นางสาว หฤทัย ล่องกุลบุตร	
ปริญญา	วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)	
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. วิม เหนือเพ็ง	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
	ดร. วันดี ธรรมจารีย์	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
	รศ.ดร. พิศิษฐ์ สิงห์ใจ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

สำหรับงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ การสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอนและเส้นลวดนาโนซิลิกอนคาร์ไบด์ จากนั้นเตรียมวัสดุผสมระหว่างท่อนาโนคาร์บอน/เส้นลวดนาโนซิลิกอนคาร์ไบด์/อีพอกซีเรซิน โดยใช้วิธีการตกสะสมไอสารเคมี (Chemical Vapor Deposition, CVD) ในการสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอนและเส้นลวดนาโนซิลิกอนคาร์ไบด์ ซึ่งเป็นวิธีที่ให้ปริมาณมากในขณะที่ใช้ต้นทุนต่ำเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ โดยปรับเปลี่ยนอุณหภูมิและคะตะลิสต์ในการสังเคราะห์เส้นลวดนาซิลิกอนคาร์ไบด์เพื่อให้ได้เงื่อนไขที่เหมาะสมมากที่สุด ซึ่งนิกเกิลออกไซด์และเหล็กออกไซด์ที่ถูกนำมาใช้เป็นคะตะลิสต์และอุณหภูมิที่ใช้ในการสังเคราะห์อยู่ในช่วง 1,200-1,400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงในภาวะที่มี/ไม่มีปั๊มสูญญากาศเป็นตัวช่วย จากนั้นศึกษาองค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีการกระจายพลังงานของรังสีเอ็กซ์ (EDX) และโครงสร้างจุลภาคของเส้นลวดนาโนซิลิกอนคาร์ไบด์ที่สังเคราะห์ได้ด้วยวิธีการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD), จุลทรรศนศาสตร์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) และจุลทรรศนศาสตร์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (TEM) ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์พบว่า เส้นลวดนาโนซิลิกอนคาร์ไบด์ที่สังเคราะห์ในระบบที่มีปั๊มสูญญากาศเป็นตัวช่วย ที่อุณหภูมิ 1,350 องศาเซลเซียส โดยใช้นิกเกิล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกไซด์เป็นคะตะลิสต์ มีคุณภาพมากที่สุด โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 55 นาโนเมตร ผลการวิเคราะห์ XRD พบว่าเส้นลวดนาโนซิลิกอนคาร์ไบด์มีโครงสร้างเป็นคิวบิค (β-SiC) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วย SEM และ TEM

สำหรับการเตรียมวัสดุผสม ท่อนาโนคาร์บอนและเส้นลวดนาโนซิลิกอนคาร์ไบด์ ถูกใช้เป็นตัวเติม (filler) และอีพอกซีเรซินเป็นเมทริกซ์ โดยวิธีการผสมด้วยการสั่น (ultrasonic mixing) และขึ้นรูปด้วยเทคนิคการหล่อแบบ (casting technique) จากนั้นนำตัวอย่างชิ้นงานไปหาสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล เช่น ความหนาแน่น ความต้านทานแรงดึง ความทนแรงอัด การทนแรงกระแทก และการทนต่อการสึกหรอ ซึ่งพบว่าสมบัติเชิงกลของวัสดุผสมดีขึ้น นอกจากนี้ยังได้ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของวัสดุผสมที่เตรียมได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบการกระจายตัวของเส้นลวดนาโนซิลิกอนคาร์ไบด์ในเมทริกซ์ดีกว่าท่อนาโนคาร์บอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved