

สมบัติเชิงกลของวัสดุผสมเส้นใยไฟเบอร์กลาส-ท่อนาโนคาร์บอน

อีพ็อกซีเรซิน

พงศธร กองแก้ว

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาวัสดุศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กุมภาพันธ์ 2554

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

สมบัติเชิงกลของวัสดุผสมเส้นใยไฟเบอร์กลาส-ท่อนาโนคาร์บอน-อีพ็อกซีเรซิน

พงศธร กองแก้ว

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวัสดุศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กุมภาพันธ์ 2554

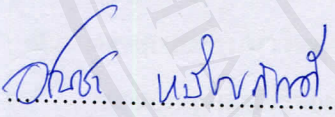
สมบัติเชิงกลของวัสดุผสมเส้นใยไฟเบอร์กลาส-ท่อนาโนคาร์บอน-อีพ็อกซีเรซิน

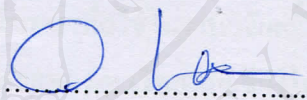
พงศธร กองแก้ว

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวัสดุศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

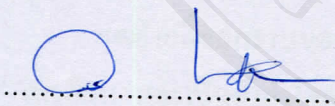
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

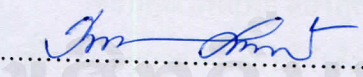
.....

อาจารย์ ดร.อนชา มั่นรักดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิม เหนือเพ็ง

.....กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิม เหนือเพ็ง

.....กรรมการ

อาจารย์ ดร.วันดี ชรรมาจริ

9 กุมภาพันธ์ 2554

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิม เหนือเพ็ง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ และเสนอแนะในการทำวิจัย ตลอดจนตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (The Thailand Research Fund, TRF) ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือค่าใช้จ่ายในด้านสารเคมี วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ต้องใช้ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อโนชา หมั่นภักดี และอาจารย์ ดร.วันดี ธรรมจารี ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ตามลำดับ และตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้ความรู้ ให้คำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณหน่วยวิจัยวัสดุผสมและวัสดุผสมนาโนเสริมแรง ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่เอื้อเฟื้อท่อนาโนคาร์บอน เพื่อใช้ในการงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศน์ศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ พ่อ แม่ ที่ให้ชีวิต การเลี้ยงดูด้วยความรัก ตลอดจนโอกาสในการศึกษา และเป็นกำลังใจเสมอมา กราบขอบพระคุณคุณยาย และญาติพี่น้องทุกคนที่ช่วยส่งแรงใจมาให้ผู้เขียน และขอขอบใจน้องชายที่คอยช่วยเหลือและอยู่เคียงข้างกันตลอดเวลา

ขอบคุณพี่หุทัย ล่องกุลบุตร พี่ราชานุสรณ์ รุ่งเต่า และเพื่อนๆ พี่ๆ สาขาวัสดุศาสตร์ทุกท่าน ที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่คอยให้กำลังใจ และคำแนะนำ คำปรึกษาอันเป็นประโยชน์แก่ผู้เขียนมาโดยตลอด

ท้ายสุดนี้ หากมีสิ่งใดขาดตกบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขออภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่องและความผิดพลาดนั้น และผู้เขียนหวังว่าวิทยานิพนธ์นี้คงมีประโยชน์บ้างไม่มากก็น้อย สำหรับผู้ที่สนใจ