

อิทธิพลของโครงสร้างฐานวิทยา นาโนทินไดออกไซด์ ที่มีต่อคุณสมบัติการตอบสนอง

ของแก๊สสถานะแวดล้อม

วัชร นากล้ำ

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาวัสดุศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ธันวาคม 2556

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

อิทธิพลของโครงสร้างสัณฐานวิทยา นาโนทินได ออกไซด์ ที่มีต่อคุณสมบัติการตอบสนอง  
ของแก๊สสถานะแวดล้อม

วัชรวิ นากกล้า

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวัสดุศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ธันวาคม 2556

Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

อิทธิพลของโครงสร้างสัณฐานวิทยา นาโนทินไดออกไซด์ที่มีต่อคุณสมบัติ  
การตอบสนองของแก๊สสถานะแวดล้อม

วัชรী นากล่า

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวัสดุศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อ. นวรัตน์ วิเศษสุวรรณกร ..... ประธานกรรมการ

ดร. อนุรัตน์ พิเศษสุวรรณกร

..... กรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร. พิเศษสุวรรณกร สิมหังใจ

..... กรรมการ

อาจารย์ ดร. นิตดา เวชชากุล

..... กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยกานต์ เลี้ยวหิรัญ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยกานต์ เลี้ยวหิรัญ

16 ธันวาคม 2556

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี เนื่องด้วยได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยกานต์ เดียวหิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์นี้ ผู้ที่คอยให้ความรู้ และให้คำปรึกษา ตั้งแต่วิธีการทดลอง จนถึงการศึกษาตรวจสอบสมบัติของวัสดุ รวมถึงช่วยตรวจทานแก้ไขจน รายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.อนูรัตน์ วิศิษฐ์สรอรรถ เป็นอย่างสูงที่กรุณามาเป็นกรรมการการสอบ วิทยานิพนธ์นี้ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆในงานวิจัยและให้ความรู้เกี่ยวกับการทดสอบก๊าซ สอนควบคุม และให้ใช้ระบบทดสอบก๊าซ ขอขอบคุณ คุณศิษย์ยุทธ โภคารัตน์กุล ซึ่งเป็นผู้ดูแล และ ให้คำแนะนำเรื่องการทำงาน ให้ความช่วยเหลือ ขณะทำการทดสอบก๊าซ และขอขอบคุณทางศูนย์ เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ที่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือ และ อุปกรณ์

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พิศิษฐ์ สิงห์ใจ เป็นอย่างสูงที่กรุณาเป็นกรรมการ การสอบวิทยานิพนธ์นี้และให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนเอื้อเฟื้อเครื่องมือต่างๆของห้องปฏิบัติการ วัสดุนาโน จนทำให้การทำวิจัยนี้ลุล่วงได้ดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ดร. นัดดา เวชชากุล เป็นอย่างสูงที่กรุณาเป็นกรรมการการสอบ วิทยานิพนธ์นี้ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆในงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณพี่ๆในหน่วยวิจัยนาโนทุกคนที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำ คำปรึกษาเป็นอย่างดี ในการทำงานวิจัยนี้ รวมถึงเพื่อนๆวัสดุศาสตร์ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ

และท้ายที่สุดนี้หากมีข้อบกพร่องประการใด ก็ขออภัยไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์นี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจต่อไป