

การเตรียมผิวพ่นเคลือบด้วยความร้อนเหล็กกล้าไร้สนิมที่  
เสริมแรงด้วยโครงสร้างนาโนต่างชนิด



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เมษายน 2552

การเตรียมผิวพ่นเคลือบด้วยความร้อนเหล็กกล้าไร้สนิมที่  
เสริมแรงด้วยโครงสร้างนาโนต่างชนิด

ดวงหทัย แก้วใส

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวัสดุศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เมษายน 2552



การเตรียมพิมพ์เคลื่อนด้วยความร้อนเหล็กกล้าไร้สนิม  
ที่เสริมแรงด้วยโครงสร้างนาโนต่างชนิด

ตรงหน้า แก้วใส

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวัสดุศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย วิโรจน์ปิ่นแก้ว

กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาวดี เขียวศิริสมบุญ

กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนุชา วัชรภาสกร

กรรมการ

ดร. ปณิตดา นิรนาทล้ำพงศ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

24 เมษายน 2552

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร. สุกานดา เจียรศิริสมบุญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร. ปนัดดา นิรนาทล้ำพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นักวิจัยศูนย์โลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ผู้ให้ความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือ ตลอดจนกรุณาตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่อง ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. สิทธิชัย วิโรจน์ปฐมภัก เป็นอย่างสูงที่กรุณามาเป็นประธานกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์นี้ และ ผศ.ดร. อนุชา วัชรภาสกร เป็นอย่างสูงที่กรุณาเป็นกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์นี้ ให้คำแนะนำ และชี้แนะให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ขึ้น

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย (TGIST) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สัญญารับทุนเลขที่ TGIST 01-50-033 ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยและค่าใช้จ่ายส่วนตัวในระหว่างการทำวิจัย และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) หน่วยวิจัยนาโนวัสดุ ศูนย์พันเคลือบด้วยความร้อน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับสถานที่ วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือในการดำเนินงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. พิเศษฐ์ สิงห์ใจ ที่กรุณาให้ใช้สถานที่ วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือในการดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณ คุณบุษบง กันทะลือ คุณมงคล กองทุ่งมน และคุณธวัชชัย สาคร สำหรับการให้ความรู้ และให้บริการการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ณ ศูนย์จุลทรรศน์ศาสตร์อิเล็กตรอน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ขอขอบคุณอาจารย์แมน ต้อยแพ้ว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา คุณนุชจิรา ดีแจ่ม คุณบุปผชาติ ต่อบุญสูง คุณสุภาพร ดาวทอง คุณกุหลาบ คำมา และพี่ๆ เพื่อนๆ ที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว ที่มอบความรัก ความอบอุ่น การสนับสนุน ตลอดจนให้กำลังใจและให้คำปรึกษาผู้เขียนมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้หากมีความผิดพลาดประการใดในการเขียน ผู้เขียนขอภัยในข้อบกพร่องและความผิดพลาดนั้น และหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ไม่มากนักน้อยสำหรับผู้สนใจต่อไป

ดวงหทัย แก้วใส