

วิทยาลัยบูรพา มหาวิทยาลัยบูรพา
ด.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

โครงสร้างและสมบัติทางแสงของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบด้วยเทคนิคโซลเจล

เพ็ญผกา พึ่งพา

๗๕๖๐๔๑๐๔๗

๒๔ ก.ค. ๒๕๕๗

340271

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

พฤศจิกายน ๒๕๕๖

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ เพ็ญผกา พึ่งพา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
(ดร.ธนัสถา รัตนะ) อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ วิทิตอนันต์) อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(ดร.วิเชียร ศิริพรหม) ประธาน

.....
(ดร.ธนัสถา รัตนะ) กรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ วิทิตอนันต์) กรรมการ

.....
(ดร.อดิสร บุรณางค์) กรรมการ

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์) คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

วันที่ 11 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2556

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยความช่วยเหลือและกรุณาจากผู้เกี่ยวข้องหลายท่าน ผู้วิจัยขอพระขอบคุณ ดร.ชนัดดา รัตนะ ที่ให้ความกรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ วิทิตอนันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ ดร.วิเชียร ศิริพรม ประธานกรรมการสอบ และขอขอบพระคุณ ดร.อดิสร บุรณวงศ์ ตัวแทนฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ที่สนับสนุนทุนการศึกษา และทุนวิจัยตลอดหลักสูตร

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคลากรของ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีสุญญากาศและฟิล์มบาง (VTTF) ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา ห้องปฏิบัติการวิจัยพลาสมาสำหรับวิทยาศาสตร์พื้นผิว (PSS) ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ (ThEP) สำหรับให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือในการทำวิจัยด้วยดี คุณภานิณี สหยา สำหรับการประสานงานต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจ ทั้งทางด้านร่างกาย และจิตใจให้กับข้าพเจ้าตลอด รวมทั้งท่านอื่น ๆ ที่มีได้เอย่ยนามในที่นี้ ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือ ซึ่งมีส่วนทำให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแด่เวทีแห่งการเรียนรู้ บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

เพ็ญผกา พิงพา

53990183: สาขาวิชา: ฟิสิกส์ศึกษา; วท.ม. (ฟิสิกส์ศึกษา)

คำสำคัญ: ฟิล์มบาง/ ไททาเนียมไดออกไซด์/ โซลเจล/ สมบัติทางแสง

เพื่อเผยแพร่งานวิจัย: โครงสร้างและสมบัติทางแสงของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบด้วยเทคนิคโซลเจล (STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTY OF TITANIUM DIOXIDE THIN FILMS DEPOSITED BY SOL-GEL TECHNIQUE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ธนัสดา รัตนะ, Ph.D., นิรันดร์ วิทิตอนันต์, Ph.D. 69 หน้า. ปี พ.ศ. 2556.

ฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ที่เคลือบบนกระจกสไลด์ที่มีความหนาต่าง ๆ ด้วยวิธีโซลเจลแบบจุ่มเคลือบ โดยศึกษาลักษณะโครงสร้างผลึก ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และสมบัติทางแสงของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม และเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์พบโครงสร้างผลึกไททาเนียมไดออกไซด์เฟสอนาเทส ระนาบ (101) สำหรับฟิล์มที่มีความหนามากกว่า 160 nm ในส่วนค่าแถบช่องว่างพลังงานของฟิล์มที่ได้มีค่าในช่วง 2.90 - 3.20 eV โดยค่าแถบช่องว่างพลังงานมีค่าลดลงเมื่อความหนาของฟิล์มมีค่าเพิ่มขึ้น

53990183: MAJOR: PHYSICS EDUCATION; M.Sc. (PHYSICS EDUCATION)

KEYWORDS: THIN FILMS/ TITANIUM DIOXIDE/ SOL-GEL/ OPTICAL PROPERTIES

PENPAKA PUENGPA: STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTY OF
TITANIUM DIOXIDE THIN FILMS DEPOSITED BY SOL-GEL TECHNIQUE. ADVISORY
COMMITTEE: TANATTHA RATTANA, Ph.D., NIRUN WITIT-ANUN, Ph.D. 69 P. 2013.

Titanium dioxide (TiO_2) thin films of different thickness were deposited on glass slide by sol-gel dip coating method. The structural, morphology and optical characterization were carried out by X-ray diffraction, atomic force microscopy and spectrophotometer, respectively. The XRD results indicated the presence of the anatase phase TiO_2 in (101) plane for the films thicker than 160 nm. The optical band gap of as-deposited film was in the range of 2.90 - 3.20 eV. The optical band gap increased with the increase of the film thickness.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
กระบวนการโซลเจล.....	4
การเตรียมฟิล์มบางด้วยการจุ่มเคลือบ.....	7
ไททาเนียมไดออกไซด์.....	9
การหาลักษณะเฉพาะของฟิล์มบาง.....	15
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	24
กรอบแนวคิดของงานวิจัย.....	24
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	25
แนวทางการศึกษา.....	28
แนวทางการทดลอง.....	29
การวิเคราะห์ฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์.....	32

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

4 ผลการวิจัย.....	33
ผลของอัตราเร็วในการจุ่มเคลือบ.....	39
ผลของจำนวนชั้นในการจุ่มเคลือบ.....	36
โครงสร้างผลึกของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์.....	39
ลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์.....	40
สมบัติทางแสงของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์.....	42
5 อภิปรายและสรุปผล	44
อภิปราย	44
สรุปผล.....	46
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก.....	51
ภาคผนวก ก การคำนวณหาขนาดผลึก.....	52
ภาคผนวก ข ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่	55
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	69

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของเทคนิคโซลเจล.....	7
4-1 ลักษณะของพื้นผิวฟิล์มที่ความเร็วต่าง ๆ จากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง.....	34
4-2 ความหนาของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ที่อัตราเร็วต่าง ๆ.....	35
4-3 ความหนาของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ที่จำนวนชั้นในการจุ่มเคลือบ ต่าง ๆ.....	36
4-4 ลักษณะของพื้นผิวฟิล์มที่ความหนาต่าง ๆ ของฟิล์มบางไททาเนียมได ออกไซด์จากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง.....	38
4-5 ค่าแถบช่องว่างพลังงานของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ ที่ความหนาต่าง ๆ	43

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 กระบวนการโซลเจลของโลหะออกไซด์ระดับนาโน	5
2-2 การจุ่มเคลือบแบบกะ.....	8
2-3 การจุ่มเคลือบแบบต่อเนื่อง	8
2-4 เฟสของไททานเนียมไดออกไซด์	10
2-5 ข้อมูลการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของผลึกไททานเนียมไดออกไซด์ในเฟสอนาเทส.....	11
2-6 ข้อมูลการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของผลึกไททานเนียมไดออกไซด์ในเฟสรูไทล์.....	12
2-7 ผลที่ได้จากการกระตุ้นอนุภาคไททานเนียมไดออกไซด์ด้วย แสงอัลตราไวโอเลตและกระบวนการสลายสารประกอบอินทรีย์ บนไททานเนียมไดออกไซด์ที่ถูกกระตุ้น	14
2-8 แบบจำลองการเรียงตัวของอะตอม.....	16
2-9 ความเข้มของพิกที่แสดงถึงระนาบผลึกของวัสดุในตำแหน่งที่มีการสะท้อนรังสี....	17
2-10 องค์ประกอบหลักของเครื่องมือ Scanning Probe Microscope	18
2-11 ลักษณะของแรงกระทำระหว่างอะตอมที่เกิดขึ้นในระยะห่างระหว่างวัตถุต่าง ๆ ...	19
2-12 ลักษณะการสั่นของกานที่มีเข้มนิด	20
3-1 กรอบแนวความคิดของการวิจัย	25
3-2 เครื่อง X-Ray Diffractometer (XRD).....	26
3-3 เครื่อง Atomic Force Microscope (AFM).....	27
3-4 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์.....	27
3-5 การล้างวัสดุรองรับ	29
3-6 การหาอัตราเร็วที่เหมาะสมในการจุ่มเคลือบฟิล์มบางไททานเนียมไดออกไซด์.....	30
3-7 การศึกษาผลของความหนาในการจุ่มเคลือบฟิล์มบางไททานเนียมไดออกไซด์.....	31
3-8 การวิเคราะห์ฟิล์มบางไททานเนียมไดออกไซด์	32
4-1 ลักษณะของฟิล์มบางไททานเนียมไดออกไซด์ที่อัตราเร็วต่าง ๆ	33
4-2 ลักษณะของฟิล์มบางไททานเนียมไดออกไซด์ที่จำนวนชั้น ในการจุ่มเคลือบ 1 ชั้น 2 ชั้น และ 3 ชั้น.....	36
4-3 ผลการวิเคราะห์ฟิล์มบางไททานเนียมไดออกไซด์ด้วยเทคนิค XRD ที่ความหนาต่าง ๆ	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-4 สภาพพื้นผิวและภาพ 3 มิติ ของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ ที่ความหนาต่าง ๆ	41
4-5 เปอร์เซ็นต์การส่งผ่านแสงของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ ที่ความหนาต่าง ๆ	42

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University