

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

สมบัติไฮโดรฟิลิกของฟิล์มบางไททานเนียมไดออกไซด์ที่เตรียมด้วยวิธีโซลเจล

กวิศรา ศรีศักดิ์

23 ก.ย. 2557

343344

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กรกฎาคม 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ กวิสรา ศรีศักดิ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.อดิศร บุรณวงศ์)

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ดร.วิเชียร ศิริพรหม)

..... กรรมการ
(ดร.อดิศร บุรณวงศ์)

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

..... กรรมการ
(ดร.ธนัสถา รัตน์ชะ)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกวิฐ ศรีสุข)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2557

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยความช่วยเหลือและความกรุณาจากผู้เกี่ยวข้องหลายท่าน ผู้วิจัยขอพระขอบคุณ ดร.อดิศร นูรณรงค์ ที่ให้ความกรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ วิทิตอนันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ ดร.วิเชียร ศิริพรหม ประชานกรรมการสอบ และ ขอขอบคุณ ดร.ชนัสตา รัตนะ ตัวแทนฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณบุคลากรของ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีสุญญากาศและฟิล์มบาง (VTTF) ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา ห้องปฏิบัติการวิจัยพลาสมาสำหรับวิทยาศาสตร์พื้นผิว (PSS) ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ (ThEP) สำหรับให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือในการทำวิจัยด้วยดี คุณภาวิณี สหายา สำหรับการประสานงานต่าง ๆ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ท่านผู้อำนวยการ ท่านรองผู้อำนวยการ และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือ ซึ่งมีส่วน ทำให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษา และทุนวิจัยตลอดหลักสูตร

ผู้วิจัยขอขอบคุณ นางเพ็ญผกา พิงพา ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจ ทั้งทางด้านร่างกาย และจิตใจให้กับข้าพเจ้าตลอด ซึ่งมีส่วนทำให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ขอขอบคุณ พ่อ แม่ ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจ ทั้งทางด้านร่างกาย และจิตใจให้กับข้าพเจ้าตลอด รวมทั้งท่านอื่น ๆ ที่มีได้เอยนามในที่นี้ ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือ ซึ่งมีส่วน ทำให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบเป็นกตัญญูคุณที่แด่บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนกระทั่งทุกวันนี้

กวิสร่า ศรีศักดิ์

53990185: สาขาวิชา: ฟิสิกส์ศึกษา; วท.ม. (ฟิสิกส์ศึกษา)

คำสำคัญ: फिल्मบาง/ไททาเนียมไดออกไซด์/โซลเจล/สมบัติไฮโดรฟิลิก

กวิสรา ศรีศักดิ์: สมบัติไฮโดรฟิลิกของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์

ที่เคลือบด้วยวิธีโซลเจล (HYDROPHILIC PROPERTY OF TITANIUM DIOXIDE THIN FILMS PREPARED BY SOL-GEL METHOD) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: อติสร บุรณวงศ์, Ph.D., นิรันดร์ วัฒนอนันต์, Ph.D. 69 หน้า. ปี พ.ศ. 2557.

ฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) เคลือบบนกระจกสไลด์ ด้วยวิธีจุ่มเคลือบของโซลเจล เพื่อศึกษาผลของจำนวนชั้นฟิล์มต่อโครงสร้างและสมบัติไฮโดรฟิลิก โดยสมบัติของฟิล์มที่เคลือบ ได้แก่ โครงสร้างผลึก ลักษณะพื้นผิว ความหนาและความหยาบผิว ตรวจสอบด้วยเทคนิค XRD และ AFM ตามลำดับ สมบัติไฮโดรฟิลิกประเมินจากมุมสัมผัสของฟิล์มที่เคลือบได้ ผลการศึกษาพบว่า โครงสร้างผลึก ลักษณะพื้นผิว ความหนาและความหยาบผิว แปรตามจำนวนชั้นของฟิล์ม โดยฟิล์มที่เคลือบได้มีโครงสร้างผลึกแบบอนาเทส ระนาบ (101) และ (200) ความหนาฟิล์มมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 81.5 nm เป็น 211.5 nm เมื่อจำนวนชั้นฟิล์มเพิ่มขึ้น ขนาดของผลึกมีค่าในช่วง 32 - 37 nm ทั้งนี้มุมสัมผัสของฟิล์มที่เคลือบได้ มีค่าลดลงตามเวลาที่ฟิล์มรับแสงอัลตราไวโอเลต โดยสมบัติไฮโดรฟิลิกของฟิล์มที่เคลือบได้แปรตามจำนวนชั้นของฟิล์ม

53990185: MAJOR: PHYSICS EDUCATION; M.Sc. (PHYSICS EDUCATION)

KEYWORDS: THIN FILMS/ TITANIUM DIOXIDE/ SOL-GEL/ HYDROPHILIC

KAWISARA SRISAKDA: HYDROPHILIC PROPERTY OF TITANIUM DIOXIDE
THIN FILMS PREPARED BY SOL-GEL METHOD. ADVISORY COMMITTEE:
TANATTHA RAJTANA, Ph.D., NIRUN WITTANUN, Ph.D. 69 P. 2014.

Titanium dioxide (TiO_2) thin films were deposited on glass slide by sol-gel dip coating method. The effect of film layers on structure and hydrophilic property has been investigated. The properties of the as-deposited films such as crystal structure, surface morphology, thickness and roughness were characterized by XRD and AFM technique, respectively. The hydrophilic property of the as-deposited films was evaluated by contact angle. The results show that, crystal structure, surface morphology, thickness and roughness varied with film layers. The crystal structure of the as-deposited films was anatase phase with (101) and (200) plane. The film's thickness increased from 81.5 nm to 211.5 nm with increasing of film layer, crystal size varied in range of 32-37 nm. The contact angle of as-deposited film decreased with increasing UV expose time, the hydrophilic property of films varied with film layer.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ณ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
ไททานเนียมไดออกไซด์	5
กระบวนการโซลเจล	11
การเตรียมเคลือบฟิล์มบางด้วยวิธีโซลเจล	14
การเตรียมเคลือบฟิล์มบางด้วยเทคนิคจุ่มเคลือบ	16
การหาลักษณะเฉพาะของฟิล์มบาง	18
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	30
การเตรียมวัสดุรองรับสำหรับการเคลือบฟิล์ม	34
การเคลือบฟิล์มบางด้วยวิธีโซลเจล	35
การศึกษาลักษณะเฉพาะของฟิล์มบางไททานเนียมไดออกไซด์	36
การศึกษาสสมบัติไฮโดรฟิลิกของฟิล์มบางไททานเนียมไดออกไซด์	37
แนวทางการทดลอง	38

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลและอภิปรายผลการวิจัย.....	40
ผลของอัตราเร็วในการจุ่มเคลือบ	40
ผลของจำนวนชั้นของฟิล์มต่อลักษณะทางกายภาพ.....	43
ผลของจำนวนชั้นของฟิล์มต่อโครงสร้างผลึก	45
ผลของจำนวนชั้นของฟิล์มต่อลักษณะพื้นผิว ความหนาและความหนาผิว.....	47
ผลของจำนวนชั้นของฟิล์มต่อสมบัติไฮโดรฟิลิก	49
5 สรุปผลการทดลอง.....	54
บรรณานุกรม.....	55
ภาคผนวก.....	58
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	69

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของเทคนิค โซลเจล	14
4-1 ลักษณะของพื้นผิวฟิล์มที่ได้ เมื่อแปรค่าอัตราเร็วในการจุ่มเคลือบ.....	41
4-2 ความหนาของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ เมื่อแปรค่าอัตราเร็วในการจุ่มเคลือบ	42
4-3 ลักษณะของพื้นผิวฟิล์มที่ได้ เมื่อแปรจำนวนชั้นของฟิล์ม.....	44
4-4 ขนาดผลึกและค่าคงที่แสดงทิศของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์เมื่อแปรจำนวนชั้นของฟิล์ม	46
4-5 ความหนาของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ เมื่อแปรจำนวนชั้นของฟิล์ม.....	48
4-6 ขนาดของเกรน และความหยาบผิว ของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์เมื่อแปรจำนวนชั้นของฟิล์ม	48
4-7 ค่ามุมสัมผัสที่เวลาฉายรังแสงอัลตราไวโอเลตต่าง ๆ ของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์เมื่อแปรจำนวนชั้นของฟิล์ม.....	50
4-8 ลักษณะของหยดน้ำบนผิวฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์จำนวน 1 ชั้นเมื่อแปรค่าเวลาในการฉายรังแสงอัลตราไวโอเลต.....	51
4-9 ลักษณะของหยดน้ำบนผิวฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์จำนวน 2 ชั้นเมื่อแปรค่าเวลาในการฉายรังแสงอัลตราไวโอเลต.....	52
4-10 ลักษณะของหยดน้ำบนผิวฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์จำนวน 3 ชั้นเมื่อแปรค่าเวลาในการฉายรังแสงอัลตราไวโอเลต.....	53

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 เฟสของไททานเนียมไดออกไซด์ (a) = เฟสรูไทล์ (b) = เฟสอนาเทส (c) = เฟสbrookite	6
2-2 ข้อมูลการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของผลึกไททานเนียมไดออกไซด์เฟสอนาเทส	7
2-3 ข้อมูลการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของผลึกไททานเนียมไดออกไซด์เฟสรูไทล์	8
2-4 กลไกการเกิดโฟโตคะตะไลซิสของไททานเนียมไดออกไซด์	10
2-5 กระบวนการโซลเจลของโลหะออกไซด์ระดับนาโน	12
2-6 แผนภาพแสดงขั้นตอนของวิธีโซลเจล	15
2-7 การจุ่มเคลือบแบบกะ	16
2-8 การจุ่มเคลือบแบบต่อเนื่อง	17
2-9 แบบจำลองการเรียงตัวของอะตอม	19
2-10 ความเข้มของฟลักที่แสดงถึงระนาบผลึกของวัสดุในตำแหน่งที่มีการสะท้อนรังสี ...	20
2-11 องค์ประกอบหลักของเครื่องมือ Scanning Probe Microscope	21
2-12 ลักษณะของแรงกระทำระหว่างอะตอมที่เกิดขึ้นในระยะห่างระหว่างวัตถุต่าง ๆ ...	22
2-13 ลักษณะการสั่นของกานที่มีเข็มวัด	23
2-14 สภาพขอบน้ำของกระจกที่เคลือบด้วยฟิล์มไททานเนียมไดออกไซด์ก่อน (ซ้าย) และหลังสัมผัสแสง UV (ขวา)	25
2-15 สมบัติป้องกันฝ้าของกระจกส่องหน้าที่ไม่เคลือบด้วยไททานเนียมไดออกไซด์ (ซ้าย) ผ่านการเคลือบด้วยไททานเนียมไดออกไซด์ (ขวา)	26
2-16 การเปรียบเทียบความสามารถในการมองเห็นของกระจกมองข้างรถยนต์ (a) เคลือบด้วยฟิล์ม SiO ₂ /TiO ₂ (b) แบบทั่วไป	27
3-1 เครื่องเคลือบฟิล์มบางแบบจุ่มเคลือบ	31
3-2 เตาอบฟิล์ม	31
3-3 เครื่อง X-Ray Diffractometer (XRD)	32
3-4 เครื่อง Atomic Force Microscope (AFM)	32
3-5 เครื่อง Optical Microscope	32
3-6 เครื่อง Roughness Tester	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-7 ชุดทดสอบสมบัติไฮโดรฟิสิกส์ของวัสดุ	
(a) เครื่องวัดคุณสมบัติ (b) ชุดฉายแสงอัลตราไวโอเล็ต	33
3-8 การล้างวัสดุรองรับ	34
4-1 ลักษณะของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ เมื่อแปรค่าอัตราเร็ว ในการจุ่มเคลือบ	40
4-2 ลักษณะของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ เมื่อแปรจำนวนชั้นของฟิล์ม	43
4-3 รูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ ด้วยเทคนิค XRD เมื่อแปรจำนวนชั้นของฟิล์ม	45
4-4 ลักษณะพื้นผิวแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ เมื่อแปรจำนวนชั้นในการจุ่มเคลือบ จากเทคนิค AFM	
(a) ฟิล์มจุ่มเคลือบ 1 ชั้น (b) ฟิล์มจุ่มเคลือบ 2 ชั้น (c) ฟิล์มจุ่มเคลือบ 3 ชั้น	47
4-5 มุมสัมผัสของหยดน้ำบนฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ เมื่อแปรจำนวนชั้นของฟิล์ม	50