

เอกสารอ้างอิง

1. Roy C. Bastien, Redding, and Richard J. Scheuerman, U.S. Patent 346 3574 (1969).
2. A. Thetford, (1969) "A method of designing three –layer anti-reflection coatings", *Optica acta*, 16(1), 37-43.
3. Umicore Materials AG. 2010. "Coating Materials." [Online]. Available <http://www.thinfilmpproducts.umicore.com> (20 August 2010).
4. CVI Melles Griot. 2009. "Optical Coatings" [Online]. Available <http://www.cvimellesgriot.com> (22 August 2010).
5. พิมพ์ใจ แสงสว่าง, การสังเคราะห์เส้นใยนาโนชนิดลูกบิดจากแท่งแกรไฟต์ผสมอะลูมิเนียมออกไซด์โดยเทคนิคการให้ความร้อนด้วยกระแสไฟฟ้า, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.
6. "ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี", [Online], available : www.dmsh.moph.go.th/webroot/SamutSongkhram/km-nano.htm (30 March 2011)
7. P. Pook, J. Owens, "Introduction to nanotechnology", New Jersey : A John Wiley&Sons, Inc. New Jersey, 2003.
8. "Engineering and Design-Thermal Spraying: New Construction and Maintenance", [Online], available : www.usace.army.mil/inet/usace-docs/eng-manuals/em1110-2-3401/toc.htm (30 March 2011)
9. "Physical vapor deposition (PVD): SPUTTER DEPOSITION", [Online], available : [http://ocw.mit.edu/.../6-152JFall2003/ACFC59BA-7FCA-48FB-9BE9-3B12F2735E39/0/lecture 16a.pdf](http://ocw.mit.edu/.../6-152JFall2003/ACFC59BA-7FCA-48FB-9BE9-3B12F2735E39/0/lecture%2016a.pdf) (29 March 2011)
10. L. Kouwenhoven, D. Austing, S. Tarucha, "Few-electron quantum dots", *rep. Prpg. Phys*, **64**:701-736, (2001).



11. D. Fujita, T. Kumakura, "Reproduction fabrication of metallic silver nanostructures on a Si(111)-(7×7) surface by tip-material transfer of a scanning tunneling microscope", *Appl Phys letters*, **64**:2329-2331, (2003).
12. S. Facsko, T. Dekorsy, C. Trappe, H. Kerz, "self-organized quantum dot formation by ion sputtering", *Microelectronic Engineering*, **53**:245-248, (2000).
13. Z.W. Zhao, B.K. Tay, L. Huang, S.P. Lau, J.X. Gao, "Influenced of thermal annealing on optical properties and structure of aluminium oxide thin films by filtered cathodic vacuum arc", *Optical Materials*, **27**: 465-469, (2004).
14. Naoko Yamaguchi, Kiyoharu Tadanaga, Atsunori Matsuda, Tsutomu Minami, Masahiro Tatsumisago, "Antireflective properties of flowerlike alumina thin films on soda-lime silica glass substrates prepared by the sol-gel method with hot water treatment", *Thin Solid Films*, **515**: 3914-3917, (2007).
15. T.Kumpika, W. Thongsuwan, P.Singjai, "Optical and electrical properties of ZnO nanoparticle thin films deposited on quartz by sparking process", *Thin Solid Films*, **516**: 5640-5644, (2008).
16. W. Thongsuwan, T. Kumpika, P.Singjai, "Photocatalytic property of colloidal TiO₂ nanoparticles prepared by sparking process", *Current Applied Physics*, **8**:563-568, (2008).
17. "interference in a quarter-wave anti-reflection coating" [Online], available :
http://en.wikipedia.org/wiki/Anti-reflective_coating
18. T. Intrator, "P-24-Plasma Physics", 1-52, (2004).

19. Guanglei Tian, Lei Dong, Chaoyang Wei, Jainbing Huang, Hongbo He, Jianda Shao, "Investigation on microstructure and optical properties of titanium dioxide coatings annealed at various temperature", *Optical Materials*, **28**: 1058-1063, (2006).
20. D.M. Mukhamedshina, N.B. Beisenkhanov, K.A. Mit, I.V. Valitova, V.A. Botvin, "Investigation of properties of thin oxide films SnO_x annealed in various atmosphere", *Thin Solid Films*, **495**: 316-320, (2006).
21. V. Senthilkumar, P. Vickraman, "Annealing temperature dependent on structural, optical and electrical properties of indium oxide thin films deposited by electron beam evaporation method", *Current Applied Physics*, **10**: 880-885, (2010).
22. Y.L. Wang, M.C. Li, L.C. Zhao, "The effects of vacuum annealing on the structure of VO_2 thin films", *Surface & Coatings Technology*, **201**: 6772-6776, (2007).
23. การะเกด แก้วใหญ่, การปลูกวิสเกอร์ YBCO จากสารตั้งต้นที่เจือแคลเซียมและเทลลูเรียม, วิทยาศาสตร์มหบัณฑิต, สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.
24. "alumina slab (001) – top view " [online], available :
http://www.theochem.unito.it/crystal_tuto/mssc2008_cd/tutorials/surfaces/surfaces_tut.html
25. วีระเดช ทองสุวรรณ, การเตรียมฟิล์มบางของจุนาโนของโลหะบางชนิดด้วยเทคนิคการสปาร์กภายใต้การควบคุมบรรยากาศและสมบัติการเปียกน้ำของฟิล์มบาง, วิทยาศาสตร์มหบัณฑิต, สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2548.
26. ศิวัตม์ พลอินทร์, สมบัติโฟโตแคทาไลติกของฟิล์มบางอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เตรียมโดยกระบวนการสปาร์ก, วิทยาศาสตร์มหบัณฑิต, สาขาวิชาฟิสิกส์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2553.

27. "*Tin Dioxide*" [Online], available : http://en.wikipedia.org/wiki/Tin_dioxide

28. "*Aluminium*" [Online], available : <http://en.wikipedia.org/wiki/Aluminium>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตาราง ก.1 ค่าการส่งผ่านแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ไม่ผ่านการอบอ่อน

Wavelength (nm)	Glass	un-annealed				
		1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
800	72	68	71	70	69	69
790	72	68	71	70	69	69
780	73	68	71	70	69	69
770	73	69	72	71	69	69
760	73	69	72	71	70	70
750	74	70	72	72	70	70
740	75	71	73	72	71	71
730	75	71	74	73	72	72
720	75	71	74	73	72	72
710	74	70	73	72	71	71
700	73	69	71	71	69	70
690	71	67	69	68	67	68
680	71	66	69	68	67	68
670	71	67	69	68	67	67
660	71	67	69	69	67	68
650	71	67	70	69	67	68
640	72	68	70	69	68	68
630	72	67	70	70	68	68
620	72	68	70	69	68	69
610	72	68	70	69	68	68
600	72	68	70	70	68	69
590	73	68	70	69	68	69
580	73	69	71	70	69	70
570	74	69	72	71	70	70
560	75	70	72	71	70	71
550	75	71	73	72	70	72
540	76	71	73	73	71	72
530	75	71	73	73	71	73
520	74	69	71	71	69	70
510	73	69	69	69	68	69

Wavelength (nm)	un-annealed					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
500	72	67	69	69	67	69
490	72	68	69	69	68	69
480	73	69	70	69	68	70
470	72	68	69	69	67	69
460	71	66	67	67	65	67
450	71	66	67	67	65	67
440	71	65	66	66	65	66
430	71	65	67	66	65	67
420	71	66	67	67	65	67
410	72	66	67	67	66	67
400	73	67	67	68	66	69
390	73	67	67	68	66	69
380	72	66	66	67	65	68
370	71	65	65	65	64	66
360	69	65	64	65	63	66
350	67	61	60	61	59	62
340	60	55	54	55	53	56
330	47	42	41	41	40	43
320	29	22	22	22	21	23
310	11	5	5	5	5	6
300	2	0	0	0	0	0

ตาราง ก.2 ค่าการส่งผ่านแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการอบอ่อนที่ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

Wavelength (nm)	annealed at 450 °c - 5 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5times
800	72	67	72	68	67	65
790	72	67	72	68	67	64
780	73	67	72	69	67	64
770	73	68	72	69	67	64
760	73	68	73	69	67	65
750	74	68	73	70	68	65
740	75	69	74	70	68	66
730	75	70	75	71	69	66
720	75	70	76	72	69	67
710	74	69	74	71	68	66
700	73	67	72	69	66	64
690	71	66	70	67	65	62
680	71	65	70	67	64	61
670	71	65	70	67	64	62
660	71	66	70	67	65	62
650	71	66	70	67	65	62
640	72	66	70	68	65	62
630	72	66	71	68	65	62
620	72	66	71	68	65	62
610	72	67	71	68	65	62
600	72	67	71	68	65	62
590	73	67	71	69	66	62
580	73	67	72	69	66	62
570	74	68	73	70	67	63
560	75	68	73	70	67	63
550	75	69	74	72	68	63
540	76	69	74	71	68	63
530	75	70	74	72	68	64
520	74	68	73	70	66	62
510	73	67	71	69	65	60

ต่อ →

Wavelength (nm)	annealed at 450 °c - 5 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5times
500	72	66	70	68	65	60
490	72	67	71	69	65	60
480	73	67	71	69	65	60
470	72	66	70	68	64	59
460	71	65	69	67	63	58
450	71	64	69	66	63	58
440	71	64	68	67	63	57
430	71	65	68	67	63	57
420	71	65	69	67	63	58
410	72	65	69	67	63	58
400	73	66	70	68	64	58
390	73	67	70	68	64	58
380	72	66	69	68	63	57
370	71	64	68	67	62	56
360	69	64	67	66	61	56
350	67	61	65	64	59	53
340	60	57	60	59	54	49
330	47	46	49	48	44	40
320	29	28	30	29	26	24
310	11	9	10	10	9	8
300	2	1	1	1	1	1

ตาราง ก.3 ค่าการส่งผ่านแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการอบอ่อนที่ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

Wavelength (nm)	annealed at 450°C - 6 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
800	72	55	72	71	67	69
790	72	56	72	71	67	68
780	73	56	72	71	67	69
770	73	56	72	71	68	69
760	73	56	72	71	68	69
750	74	57	73	72	69	70
740	75	58	74	73	70	71
730	75	58	74	73	70	71
720	75	58	75	73	70	72
710	74	57	74	73	69	71
700	73	56	72	71	67	69
690	71	55	70	69	66	67
680	71	55	70	69	65	67
670	71	55	70	68	65	67
660	71	56	71	69	66	68
650	71	55	70	69	66	67
640	72	55	71	69	66	68
630	72	56	71	69	66	68
620	72	56	70	69	66	68
610	72	56	71	69	66	68
600	72	56	71	69	66	68
590	73	57	71	70	67	68
580	73	57	72	71	67	69
570	74	57	73	71	68	70
560	75	58	73	71	68	70
550	75	58	74	72	69	70
540	76	58	74	72	69	71
530	75	60	75	73	69	71
520	74	58	72	71	67	69
510	73	56	71	69	66	68

Wavelength (nm)	annealed at 450°C - 6 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
500	72	56	70	69	66	67
490	72	57	71	69	66	67
480	73	57	71	70	66	68
470	72	56	71	69	66	67
460	71	55	69	68	64	65
450	71	55	68	67	64	65
440	71	55	68	67	63	65
430	71	56	69	67	64	66
420	71	56	69	68	64	66
410	72	56	69	68	64	66
400	73	57	70	69	65	67
390	73	59	70	69	65	67
380	72	57	69	68	64	66
370	71	56	68	67	63	65
360	69	56	67	67	62	65
350	67	54	65	64	59	62
340	60	50	60	59	55	58
330	47	41	48	48	45	48
320	29	25	30	29	28	30
310	11	9	10	10	10	11
300	2	1	1	1	1	1

ตาราง ก.4 ค่าการส่งผ่านแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการอบอ่อนที่ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง

Wavelength (nm)	annealed at 450°C - 7 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
800	72	69	73	70	69	68
790	72	69	73	70	69	68
780	73	69	73	70	69	68
770	73	70	74	70	69	68
760	73	70	74	71	70	68
750	74	70	75	71	70	69
740	75	71	75	72	71	70
730	75	72	76	72	72	70
720	75	72	77	73	72	71
710	74	71	75	71	71	69
700	73	69	74	70	69	68
690	71	68	72	68	68	66
680	71	67	71	68	67	66
670	71	67	71	68	67	66
660	71	68	72	69	69	66
650	71	68	72	68	68	67
640	72	68	72	69	68	67
630	72	69	72	69	69	67
620	72	69	72	69	68	67
610	72	69	72	69	69	67
600	72	69	73	69	69	67
590	73	69	73	69	69	68
580	73	70	73	70	69	67
570	74	71	74	71	70	69
560	75	71	75	71	70	69
550	75	72	76	72	71	70
540	76	72	76	72	72	70
530	75	73	76	73	72	71
520	74	71	74	70	70	69
510	73	69	73	69	69	67

Wavelength (nm)	annealed at 450°C - 7 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
500	72	69	72	69	69	67
490	72	69	73	69	69	67
480	73	69	73	69	69	67
470	72	69	73	69	68	67
460	71	67	71	67	67	65
450	71	67	71	67	66	65
440	71	67	70	67	66	64
430	71	67	70	67	66	65
420	71	67	71	68	67	66
410	72	68	72	68	67	66
400	73	69	73	69	68	67
390	73	70	73	69	68	67
380	72	69	72	68	68	66
370	71	68	71	67	67	65
360	69	67	70	66	66	64
350	67	64	68	64	64	61
340	60	60	63	59	59	57
330	47	48	51	48	48	46
320	29	30	31	29	29	29
310	11	10	11	10	10	10
300	2	1	1	1	1	1



ตาราง ก.5 ค่าการส่งผ่านแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการอบอ่อนที่ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

Wavelength (nm)	annealed at 550°C - 5 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
800	72	78	80	78	78	78
790	72	78	80	78	78	78
780	73	78	80	78	78	78
770	73	79	81	78	78	78
760	73	79	81	79	78	79
750	74	79	82	79	79	79
740	75	80	83	80	80	80
730	75	81	83	80	80	81
720	75	81	84	81	81	81
710	74	80	83	80	80	80
700	73	78	80	78	77	78
690	71	76	78	76	76	76
680	71	76	78	75	75	76
670	71	75	78	75	75	76
660	71	76	78	76	75	76
650	71	76	78	76	76	76
640	72	76	79	76	76	76
630	72	77	79	76	76	76
620	72	77	79	76	76	77
610	72	77	79	76	76	77
600	72	77	79	76	76	77
590	73	77	80	76	76	77
580	73	78	80	77	77	78
570	74	78	81	77	78	79
560	75	79	81	78	78	79
550	75	80	82	78	79	80
540	76	80	82	79	79	80
530	75	80	82	79	79	81
520	74	78	80	77	77	78
510	73	76	79	75	75	77

Wavelength (nm)	annealed at 550°C - 5 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
500	72	76	78	75	75	76
490	72	76	79	75	75	77
480	73	77	79	75	75	77
470	72	76	78	74	74	76
460	71	75	77	73	73	75
450	71	74	76	72	72	74
440	71	74	76	72	72	74
430	71	74	76	72	73	75
420	71	74	76	72	73	75
410	72	75	77	73	73	75
400	73	76	78	73	74	76
390	73	76	78	74	74	76
380	72	75	77	72	73	75
370	71	75	76	71	72	75
360	69	73	75	70	71	73
350	67	71	72	68	68	71
340	60	66	67	63	63	65
330	47	54	55	51	52	53
320	29	33	34	32	32	33
310	11	12	12	11	11	11
300	2	1	1	1	1	1

ตาราง ก.6 ค่าการส่งผ่านแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการอบอ่อนที่ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

Wavelength (nm)	annealed at 550°C - 6 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
800	72	79	81	79	76	77
790	72	79	81	79	75	77
780	73	79	82	79	76	78
770	73	80	82	79	76	78
760	73	80	82	80	76	78
750	74	81	83	80	77	79
740	75	81	83	81	78	79
730	75	82	84	81	79	80
720	75	82	85	82	79	81
710	74	81	84	81	78	80
700	73	79	81	78	76	78
690	71	77	79	77	74	76
680	71	76	79	76	73	75
670	71	77	79	76	73	75
660	71	77	79	76	74	75
650	71	77	79	76	74	76
640	72	77	80	77	74	76
630	72	78	80	77	74	76
620	72	78	80	77	74	76
610	72	78	80	77	75	76
600	72	78	80	77	74	76
590	73	78	80	77	75	77
580	73	79	81	78	75	77
570	74	79	82	78	76	78
560	75	80	82	79	77	79
550	75	81	83	80	78	79
540	76	81	83	80	78	79
530	75	81	83	80	78	80
520	74	79	81	78	76	78
510	73	78	80	77	74	76

ต่อ →

Wavelength (nm)	annealed at 550°C - 6 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
500	72	77	79	76	74	76
490	72	78	79	76	74	76
480	73	78	80	76	75	76
470	72	77	79	76	74	76
460	71	76	78	74	72	75
450	71	75	77	74	72	74
440	71	75	77	73	72	74
430	71	75	77	73	72	74
420	71	76	78	74	73	75
410	72	77	78	74	73	75
400	73	77	79	75	74	76
390	73	77	79	75	74	76
380	72	76	78	74	73	75
370	71	76	77	73	73	74
360	69	75	76	72	72	73
350	67	73	74	69	69	71
340	60	67	68	64	64	66
330	47	55	56	53	53	54
320	29	34	35	32	32	33
310	11	12	12	11	11	12
300	2	1	1	1	1	1



ตาราง ก.7 ค่าการส่งผ่านแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการอบอ่อนที่ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง

Wavelength (nm)	annealed at 550°C - 7 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
800	72	77	80	79	79	79
790	72	77	80	79	79	79
780	73	77	80	80	79	79
770	73	78	80	80	79	79
760	73	77	81	80	80	80
750	74	78	81	81	80	80
740	75	79	82	81	81	81
730	75	80	83	82	82	82
720	75	80	83	82	82	82
710	74	79	82	82	81	81
700	73	77	80	79	79	79
690	71	75	78	78	77	77
680	71	74	77	77	76	76
670	71	74	77	77	76	76
660	71	75	78	77	77	77
650	71	75	78	77	77	77
640	72	75	78	78	77	77
630	72	75	78	78	77	77
620	72	76	79	78	77	78
610	72	76	79	78	78	78
600	72	76	79	78	78	78
590	73	76	79	79	78	78
580	73	77	80	79	78	79
570	74	77	80	80	79	80
560	75	78	81	81	80	80
550	75	79	82	81	81	81
540	76	79	82	82	81	82
530	75	79	82	82	81	81
520	74	77	80	80	79	79
510	73	76	79	79	78	78

Wavelength (nm)	annealed at 550°C - 7 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
500	72	75	78	78	77	78
490	72	76	78	78	77	78
480	73	76	79	79	78	78
470	72	75	79	78	77	77
460	71	74	77	77	76	76
450	71	73	76	76	75	75
440	71	73	76	76	75	75
430	71	73	77	76	75	75
420	71	74	77	77	75	76
410	72	75	78	77	76	77
400	73	75	78	78	77	78
390	73	75	79	78	77	78
380	72	74	78	77	76	77
370	71	74	77	77	75	76
360	69	73	76	76	74	75
350	67	70	73	74	72	72
340	60	65	68	69	67	67
330	47	54	56	57	55	55
320	29	34	34	36	35	34
310	11	12	12	13	12	11
300	2	1	1	2	2	1

ภาคผนวก ข

ตาราง ข.1 ค่าการสะท้อนแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ไม่ผ่านการอบอ่อน

Wavelength (nm)	un-annealed					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
800	8	8	5	4	3	8
790	8	8	5	4	3	9
780	8	8	6	4	3	9
770	8	9	6	5	4	9
760	8	9	6	5	4	9
750	9	9	7	5	4	9
740	9	9	7	5	4	9
730	9	9	7	5	4	9
720	9	9	7	5	4	9
710	9	9	7	5	5	9
700	8	9	8	5	5	9
690	8	9	8	6	5	9
680	7	9	8	6	5	9
670	7	10	8	6	5	9
660	8	10	9	6	6	9
650	8	10	9	6	6	9
640	8	10	9	6	6	9
630	8	10	9	6	6	9
620	8	10	10	6	6	9
610	8	10	10	6	6	9
600	8	10	10	6	7	9
590	8	10	10	6	7	9
580	8	11	11	7	7	9
570	8	11	11	7	7	9
560	8	11	11	7	8	8
550	9	11	12	7	8	8
540	9	11	12	7	8	8
530	9	11	12	7	8	8
520	8	11	12	7	8	8
510	8	11	12	7	8	8

Wavelength (nm)	un-annealed					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
500	8	11	13	7	9	7
490	8	11	13	7	9	7
480	8	12	13	7	9	7
470	7	12	13	7	9	7
460	7	12	14	7	9	6
450	7	12	14	7	10	6
440	7	12	14	7	10	6
430	7	13	15	7	10	6
420	7	13	15	7	10	5
410	7	13	16	7	10	5
400	7	13	16	7	11	5
390	7	14	16	6	11	4
380	7	14	17	6	11	4
370	7	14	18	6	11	3
360	7	15	19	5	10	2
350	6	16	20	4	8	0
340	6	18	22	2	6	-1
330	5	20	25	0	2	-2
320	5	23	29	-2	0	-1
310	4	26	32	-2	-2	1
300	4	28	34	-2	-3	3

ตาราง ข.2 ค่าการสะท้อนแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการอบอ่อนที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

Wavelength (nm)	annealed at 450°C - 5 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
800	8	8	5	4	3	8
790	8	12	18	22	25	19
780	8	12	18	22	25	18
770	8	12	19	22	25	19
760	8	13	19	22	25	19
750	9	13	19	22	25	19
740	9	13	20	22	25	19
730	9	14	20	22	25	19
720	9	14	20	22	25	19
710	9	14	21	22	25	19
700	8	14	21	22	25	19
690	8	15	21	22	25	19
680	7	15	22	22	26	19
670	7	14	22	22	26	19
660	8	15	22	22	26	19
650	8	15	23	22	26	19
640	8	16	23	22	26	19
630	8	16	23	22	26	19
620	8	16	24	22	27	19
610	8	16	24	22	27	19
600	8	17	25	22	27	19
590	8	17	25	21	27	19
580	8	17	26	21	27	19
570	8	18	26	21	28	19
560	8	18	26	21	28	19
550	9	18	27	21	28	19
540	9	18	28	21	29	19
530	9	19	28	21	29	19
520	8	19	29	21	29	19
510	8	20	29	21	30	19

ต่อ →

Wavelength (nm)	annealed at 450°C - 5 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
500	8	20	30	20	30	19
490	8	20	30	20	30	18
480	8	20	31	20	30	18
470	7	21	31	20	30	18
460	7	21	32	19	31	18
450	7	22	33	19	31	18
440	7	22	33	19	32	17
430	7	23	34	19	32	17
420	7	23	35	18	32	17
410	7	24	36	18	33	17
400	7	25	37	18	33	16
390	7	25	37	17	34	16
380	7	26	38	17	35	15
370	7	27	39	16	35	15
360	7	28	40	14	35	13
350	6	29	42	13	36	11
340	6	32	45	11	38	8
330	5	36	50	10	42	5
320	5	41	55	11	46	4
310	4	47	60	12	50	3
300	4	50	64	13	54	4

ตาราง ข.3 ค่าการสะท้อนแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการอบอ่อนที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

Wavelength (nm)	annealed at 450°C - 6 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
800	8	8	5	4	3	8
790	8	18	12	18	18	17
780	8	18	12	18	18	17
770	8	18	12	19	18	17
760	8	19	13	18	18	17
750	9	19	13	18	19	17
740	9	19	13	18	19	18
730	9	19	14	18	19	18
720	9	19	14	18	19	18
710	9	19	14	18	19	18
700	8	20	14	18	20	18
690	8	20	15	18	20	19
680	7	20	15	18	20	19
670	7	20	15	18	20	19
660	8	20	15	18	21	19
650	8	21	16	18	21	20
640	8	21	16	18	21	20
630	8	21	16	18	21	20
620	8	21	16	18	22	20
610	8	21	17	18	22	20
600	8	22	17	18	22	21
590	8	22	17	18	23	21
580	8	22	17	19	23	21
570	8	22	18	19	23	21
560	8	22	18	19	24	22
550	9	23	18	19	24	22
540	9	23	19	19	24	22
530	9	23	19	19	25	22
520	8	23	19	20	25	23
510	8	24	19	20	26	23

ต่อ →



Wavelength (nm)	annealed at 450°C - 6 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
500	8	24	20	20	26	23
490	8	24	20	20	26	23
480	8	24	20	21	27	24
470	7	25	21	21	27	24
460	7	25	21	21	28	24
450	7	25	21	22	28	25
440	7	26	22	22	29	25
430	7	26	22	23	30	26
420	7	26	23	23	30	26
410	7	27	23	24	31	27
400	7	27	24	25	32	28
390	7	28	24	25	33	28
380	7	28	25	26	33	29
370	7	29	25	27	34	29
360	7	29	26	27	35	30
350	6	30	27	28	36	30
340	6	32	30	31	38	32
330	5	36	35	35	41	35
320	5	41	40	40	45	40
310	4	46	46	45	50	44
300	4	50	50	49	54	49

ตาราง ข.4 ค่าการสะท้อนแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการอบอ่อนที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง

Wavelength (nm)	annealed at 450°C - 7 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
800	8	8	5	4	3	8
790	8	21	14	27	22	17
780	8	21	14	27	21	17
770	8	21	14	28	22	17
760	8	21	14	28	22	18
750	9	21	15	28	22	18
740	9	22	15	28	22	18
730	9	22	15	28	22	18
720	9	22	15	28	22	19
710	9	23	15	28	23	19
700	8	23	15	28	23	19
690	8	23	15	28	23	19
680	7	23	15	28	23	19
670	7	23	16	28	23	19
660	8	24	16	28	23	20
650	8	24	16	29	23	20
640	8	24	16	29	24	20
630	8	24	16	29	24	20
620	8	24	16	29	24	20
610	8	25	17	29	24	21
600	8	25	17	29	25	21
590	8	25	17	30	25	21
580	8	25	17	30	25	21
570	8	25	17	30	25	21
560	8	26	18	30	26	22
550	9	26	18	30	26	22
540	9	26	18	31	26	22
530	9	27	18	31	27	22
520	8	27	18	31	27	22
510	8	27	18	31	27	22

ต่อ →

Wavelength (nm)	annealed at 450°C - 7 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
500	8	27	19	32	28	22
490	8	28	19	32	28	22
480	8	28	19	32	28	22
470	7	28	19	32	29	22
460	7	29	19	33	29	22
450	7	29	20	33	30	23
440	7	29	20	33	30	23
430	7	30	20	34	31	23
420	7	30	21	34	31	23
410	7	30	21	35	32	23
400	7	31	22	35	33	24
390	7	31	22	36	34	24
380	7	32	23	36	34	24
370	7	32	23	36	35	24
360	7	32	23	37	36	24
350	6	33	24	37	37	25
340	6	35	26	38	38	27
330	5	38	30	40	41	31
320	5	43	35	42	45	36
310	4	47	40	46	49	41
300	4	50	44	49	53	45

ตาราง ข.5 ค่าการสะท้อนแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการอบอ่อนที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

Wavelength (nm)	annealed at 550°C - 5 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
800	8	8	5	4	3	8
790	8	4	43	15	20	16
780	8	5	44	15	20	16
770	8	5	45	15	20	16
760	8	5	45	15	20	16
750	9	5	46	15	20	16
740	9	6	46	16	20	16
730	9	6	47	16	20	16
720	9	6	47	16	20	16
710	9	6	48	16	20	16
700	8	6	48	16	20	17
690	8	6	49	17	20	17
680	7	7	49	17	20	17
670	7	7	50	17	20	17
660	8	7	51	18	20	17
650	8	7	51	18	20	17
640	8	8	52	18	20	17
630	8	8	53	18	20	17
620	8	8	53	19	20	17
610	8	8	54	19	21	18
600	8	8	55	20	21	18
590	8	9	55	20	21	18
580	8	9	56	21	21	18
570	8	9	57	21	21	18
560	8	10	58	22	21	19
550	9	10	58	22	21	19
540	9	10	59	23	22	19
530	9	10	60	23	22	19
520	8	10	61	24	22	19
510	8	11	61	25	22	20

ต่อ →

Wavelength (nm)	annealed at 550°C - 5 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
500	8	11	62	25	22	20
490	8	11	63	26	23	20
480	8	11	64	27	23	20
470	7	12	65	28	23	20
460	7	12	66	29	24	21
450	7	12	67	30	24	21
440	7	13	68	31	24	21
430	7	13	69	32	25	22
420	7	13	70	33	25	22
410	7	13	71	34	26	23
400	7	14	72	35	26	23
390	7	14	74	37	27	24
380	7	14	75	38	27	24
370	7	14	76	40	28	25
360	7	14	78	41	28	25
350	6	14	80	43	29	26
340	6	16	83	46	30	28
330	5	19	86	50	33	31
320	5	24	90	55	38	35
310	4	29	92	59	42	40
300	4	33	94	64	46	44



ตาราง ข.6 ค่าการสะท้อนแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการอบอ่อนที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

Wavelength (nm)	annealed at 550°C - 6 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
800	8	8	5	4	3	8
790	8	21	15	13	20	16
780	8	21	15	14	20	15
770	8	21	15	14	20	16
760	8	21	15	14	20	16
750	9	21	15	14	20	15
740	9	22	15	14	20	15
730	9	22	16	15	20	16
720	9	22	15	15	21	15
710	9	22	15	15	21	15
700	8	23	16	15	21	16
690	8	23	16	15	21	16
680	7	23	16	15	21	16
670	7	23	16	15	21	16
660	8	23	17	15	21	16
650	8	24	17	15	21	16
640	8	24	17	15	21	16
630	8	24	17	15	21	15
620	8	24	17	15	21	15
610	8	24	17	15	22	15
600	8	25	18	15	22	15
590	8	25	18	15	22	15
580	8	25	18	15	22	16
570	8	25	18	16	22	16
560	8	26	18	16	22	16
550	9	26	18	15	22	16
540	9	26	18	15	22	16
530	9	27	18	15	22	16
520	8	27	18	15	22	16
510	8	27	19	15	22	16

Wavelength (nm)	annealed at 550°C - 6 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
500	8	27	19	15	22	16
490	8	27	19	15	22	16
480	8	28	19	15	22	16
470	7	28	19	15	22	16
460	7	28	19	15	22	16
450	7	28	19	14	22	16
440	7	29	19	14	21	16
430	7	29	20	14	21	16
420	7	29	20	14	21	16
410	7	29	20	14	21	16
400	7	30	20	14	21	16
390	7	30	21	14	20	16
380	7	30	21	14	20	16
370	7	30	21	14	19	16
360	7	30	21	14	18	16
350	6	30	21	13	16	16
340	6	31	22	14	14	17
330	5	34	24	16	12	20
320	5	37	28	20	11	25
310	4	40	32	24	11	29
300	4	43	35	27	12	33

ตาราง ข.7 ค่าการสะท้อนแสงของฟิล์มบางนาโนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการอบอ่อนที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง

Wavelength (nm)	annealed at 550°C - 7 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
800	8	8	5	4	3	8
790	8	2	2	10	13	11
780	8	2	2	10	14	11
770	8	2	2	10	14	11
760	8	3	3	10	14	11
750	9	3	3	10	14	11
740	9	3	3	11	14	12
730	9	3	3	11	15	12
720	9	2	3	11	15	12
710	9	2	3	11	15	12
700	8	3	3	11	15	11
690	8	3	3	11	16	11
680	7	3	3	11	16	12
670	7	3	3	11	16	11
660	8	3	4	11	16	12
650	8	3	4	11	16	12
640	8	3	4	11	16	12
630	8	3	4	11	16	11
620	8	3	4	11	17	11
610	8	3	4	12	17	11
600	8	3	4	12	17	11
590	8	3	4	12	17	11
580	8	3	4	12	17	11
570	8	3	4	12	18	11
560	8	3	4	12	18	11
550	9	3	4	12	18	11
540	9	3	4	12	18	11
530	9	3	4	12	18	11
520	8	3	4	12	19	11
510	8	3	4	12	19	10

ต่อ →

Wavelength (nm)	annealed at 550°C - 7 h					
	Glass	1 time	2 times	3 times	4 times	5 times
500	8	3	4	13	19	10
490	8	3	4	13	19	10
480	8	3	4	13	19	10
470	7	3	4	13	19	10
460	7	3	4	13	19	10
450	7	2	4	13	19	10
440	7	2	4	13	20	10
430	7	2	4	14	20	10
420	7	2	4	14	20	10
410	7	2	4	14	20	10
400	7	2	4	15	20	9
390	7	2	4	15	21	9
380	7	1	4	15	21	9
370	7	1	3	15	20	9
360	7	0	3	15	20	9
350	6	-2	2	16	19	8
340	6	-3	3	17	17	9
330	5	-2	5	21	17	12
320	5	0	9	26	17	16
310	4	2	14	31	18	20
300	4	5	18	36	19	24

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นางสาวกัลยกร คำนวนผล

วัน เดือน ปีเกิด

9 พฤศจิกายน 2526

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2544

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนลำปางกัลยาณี

ปีการศึกษา 2549

สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



