

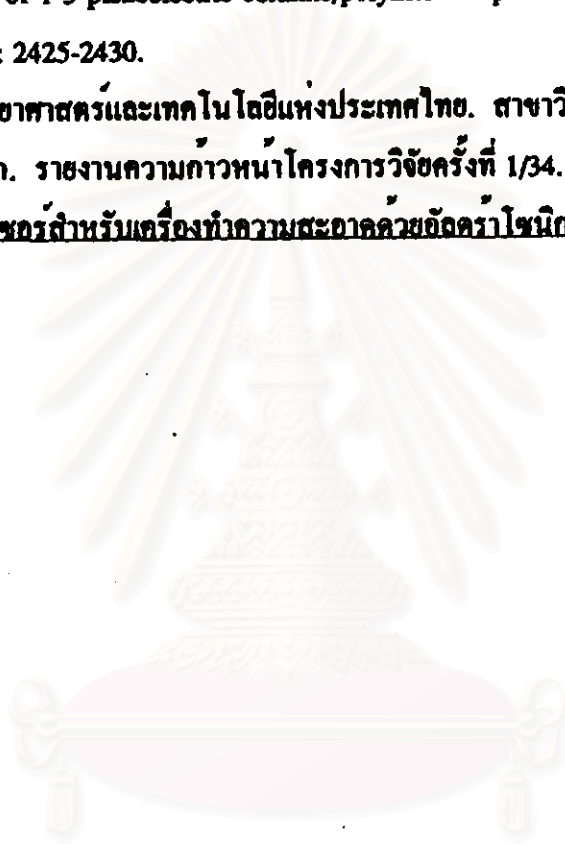
รายการอ้างอิง

1. Moulson, A.J. ; and Herbert, J.M. Electroceramics. Cambridge : University Press, 1990.
2. Buchanan, R.C. Ceramic Materials for Electronics: Processing, Properties, and Applications. Marcel Dekker, 1986.
3. Ikeda, T. Fundamentals of piezoelectricity. New York : Oxford University Press, 1990.
4. Callister, W.D. Jr. Materials Science and Engineering. Singapore : John Wiley & Sons, 1985.
5. Jaffe, B. ; Cook, W.R. Jr. ; and Jaffe, H. Piezoelectric Ceramics. London : Academic Press, 1971.
6. Kakegawa, K. ; Mohri, J. ; Takahashi, T. ; Yamamura, H. ; and Shirasaki, S.
A compositional fluctuation and properties of $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$. Solid state comm. 24 (1977) : 769-772.
7. Kakegawa, K. ; Mohri, J. ; Shirasaki, H. ; and Takahashi, K. Sluggish transition between tetragonal and rhombohedral phases of $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ prepared by application of electric field. J. Am. Cer. Soc. 65 (1982) : 515-519.
8. Kulcsar, F. Electromechanical properties of Lead titanate zirconate ceramics with Lead partially replaced by Calcium or Strontium. J. Am. Cer. Soc. 42 (1959) : 49-51.
9. Lal, R. ; Krishnan, R. ; and Ramakrishnan, P. Transition between tetragonal and rhombohedral phases of PZT ceramics prepared from spray-dried powders. Br. Ceram. Trans. J. 98 (1988) : 99-102.
10. Mishra, S.K. ; Pandey, D. ; and Singh, A.P. Effect of phase coexistence at morphotropic phase boundary on the properties of $\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ ceramics. Appl. Phys. Lett. 69 (1996) : 1707-1709.
11. Kulcsar, F. Electromechanical properties of Lead titanate zirconate ceramics modified with certain three- or five- valent additions. J. Am. Cer. Soc. 42 (1959) : 343-349.

12. Okada, N. ; Ishikawa, K. ; Nomura, T. ; Murakami, K. ; Fukuoka, S. ; Nishino, N. ;
and Kihara, U. Low hysteresis actuator of alkoxide-prepared $\text{Pb}_{0.96}\text{Sr}_{0.04}(\text{Zr}_{0.51}\text{Ti}_{0.49})\text{O}_3$.
Jap. J. Appl. Phys. 30 (1991) : 2267-2270.
13. Sugano, S. ; Yoshimoto, T. ; and Nagai, A. The effect of Nb(V) addition on the
properties of PZT prepared by an alkoxide process. Applications of ferroelectrics
1990. *IEEE 7th international symposium on published (1991)* : 584-587.
14. Thomson, J. Jr. Chemical preparation of PLZT powder from aqueous nitrate solutions.
Am. Cer. Soc. Bull. 43 (1974) : 421-424.
15. Tunkasiri, T. Properties of PZT ceramics prepared from aqueous solutions.
Smart mater. struct. 3 (1994) 243-247.
16. Yamamoto, T. Optimum preparation methods for piezoelectric ceramics and their
evaluation. *Cer. Bull.* 71 (1992) : 978-985.
17. Chiang, SS. ; Nishioka, M. ; Fulrath, R.M. ; and Pask, A.J. Effect of processing on
microstructure and properties of PZT ceramics. *Cer. Bull.* 60 (1981) : 484-489.
18. Dih, J.J. ; and Fulrath, R.M. Sintering of Sc-modified Lead zirconate titanate.
J. Am. Cer. Soc. 60 (1977) : 92-93.
19. Haertling, G.H. Hot-pressed Lead zirconate - Lead titanate containing Bismuth.
Cer. Bull. 43 (1964) : 875-879.
20. Lucuta, P.G.R. ; Constantinesou, FL. ; and Barb, D. Structural dependence on
sintering temperature of Lead zirconate-titanate solid solutions. *J. Am. Cer. Soc.*
68 (1985) : 533-536.
21. Okazaki K. ; and Nagata, K. Effects of grain size and porosity on electrical
and optical properties of PLZT ceramics. *J. Am. Cer. Soc.* 56 (1973) : 82-86.
22. Mishra, S.K. ; and Pandey, D. Effect of particle size an the ferroelectric behavior
of tetragonal and rhombohedral of $\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ ceramics and powders.
J. Phys. D. : Condens. Matter. 7 (1995) : 9287-9303.
23. Heywang, W. ; and Thomann, H. Tailoring of piezoelectric ceramics. *Ann. Rev.*
of Mater. Sci. 14 (1984) : 27-47.
24. Vemtron limited. *Five modern piezoelectric ceramics.* 1976.

25. Wang, X. ; Lu, P. ; Shen, D. ; Zue, W. ; and Zhao, M. The mechanism of low temperature sintering PZT ceramics with additives of $\text{Li}_2\text{O-Bi}_2\text{O}_3\text{-CdO}$. ISAF'92 Proceedings of the eighth IEEE international symposium on applications of ferroelectrics. (1992) : 585-587.
26. Zhilun, G. ; Longtu, L. ; Suhua, G. ; and Xiaowe, Z. Low-temperature sintering of Lead-based piezoelectric ceramic. J. Am. Cer. Soc. 72 (1989) : 486-491.
27. Tontrakoon, J. The fabrication and properties of 1-3 piezoelectric-polymer composites. Ph.D. Thesis, School of materials, University of Leeds, June 1993.
28. Newnham, R.E. ; Skinner, D.P. ; and Cross, L.E. Connectivity and piezoelectric-pyroelectric composites. Mat. Res. Bull. 13 (1978) : 525-536.
29. Lubitz, K. ; Wolff, A. and ; Preu, G. Microstructure technology. IEEE 1993 Ultrasonics symposium proceedings. 1 (1993) : 515-524.
30. Gururaja, T.R. Piezoelectrics for medical ultrasonic imaging. Am Cer. Soc. Bull. 73 (1994) : 50-55.
31. Smith, W.A. The role of piezocomposites in ultrasonic transducers. IEEE 1989 Ultrasonic symposium proceedings. 2 (1989) : 755-766.
32. Klicker, K.A. ; Biggers, J.V. ; and Newnham, R.E., Composites of PZT and Epoxy for hydrostatic transducer applications. J. Am. Cer. Soc. 64 (1981) : 5-9.
33. Safari, A. ; Halliyal, A. ; Bowen, L.J. ; and Newnham, R.E. Flexible composite transducers. J. Am. Cer. Soc. 65 (1982) : 207-209.
34. Waller, D. ; Lqbal, T. ; and Safari, A. Poling of Lead zirconate titanate ceramics and flexible piezoelectric composites by the corona discharge technique. J. Am. Cer. Soc. 72 (1989) : 322-325.
35. Creedon, M.J. ; and Schulze, W.A. Axially distorted 3-3 piezoelectric composites for hydrophone applications. Ferroelectrics. 153 (1994) : 333-339.
36. Gentilman, R.L. Ferroic materials : Design, preparation and characteristics. Ceramic transactions. 43 (1994) : 239.
37. Janas, V.F. ; and Safari, A. Overview of fine-scale piezoelectric ceramic/polymer composite processing. J. Am. Cer. Soc. 78 (1995) : 2945-2955.

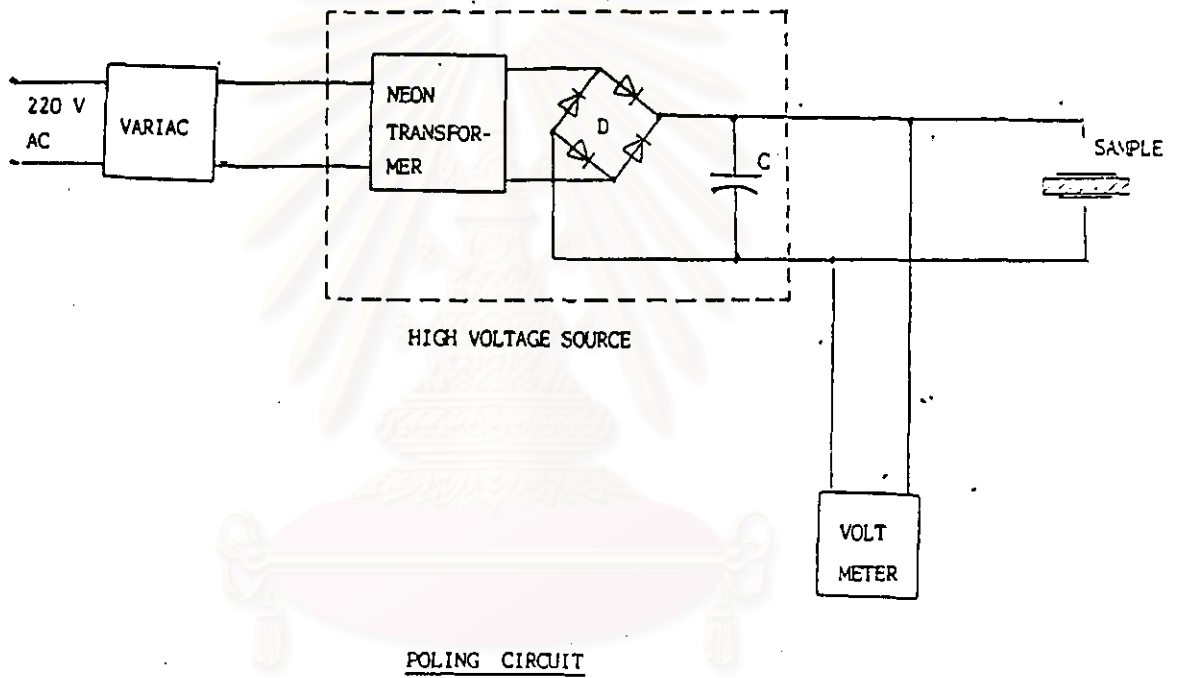
38. Hossack, J.A. ; Auld, B.A. ; Batha, H.D. ; and McAvoy, B.R. Techniques for suppressing spurious resonant modes in 1:3 composite transducers. *Ultrasonics symposium*. 1 (1991) : 651-655.
39. Janas, V.F. ; McNulty, T.F. ; Walker, F.R. ; Schaeffer, R.P. ; and Safari, A. Processing of 1-3 piezoelectric ceramic/polymer composites. *J. Am. Cer. Soc.* 78 (1995) : 2425-2430.
40. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. สาขาวิจัยอุตสาหกรรมโลหะและเซรามิก. รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยครั้งที่ 1/34. โครงการพัฒนาสารทราวด์ควอเตอร์สำหรับเครื่องทำความสะอาดด้วยอัลตราโซนิก. มกราคม 2535.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. วงจรสำหรับการโพล



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข. การมาตรฐานและข้อมูลผลวิเคราะห์ XRD

การดั่งล่างแสดงการมาตรฐานของสาร PbO, ZrO₂, TiO₂, SrCO₃, Bi₂O₃ และ

Pb(Zr_{0.52}, Ti_{0.48})O₃ ตามลำดับ

***** JCPDS POWDER DATA INFORMATION *****

JCPDS CARD NO.= 38 - 1477

FORMULA = PbO

QLMARK= X SBF = 4

NAME = LEAD OXIDE / MASSICOT

I/Ic=

3 STRONG LINES (1) 3.069 100 (2) 2.946 24 (3) 2.745 23

D-I PAIR NUMBER= 37

	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I
(1)	5.897	4	4.017	1	3.069	100	2.946	24	2.745	23
(6)	2.489	1	2.377	17	2.279	1	2.204	1	2.008	13
(11)	1.964	2	1.850	12	1.796	13	1.748	1	1.723	16
(16)	1.640	15	1.598	1	1.534	11	1.514	1	1.473	12
(21)	1.408	1	1.373	1	1.363	1	1.352	1	1.326	1
(25)	1.298	2	1.289	3	1.252	2	1.244	2	1.203	4
(31)	1.188	2	1.174	3	1.139	2	1.120	2	1.102	3
(36)	1.090	1	1.063	1						

***** END OF INFORMATION *****

***** JCPDS POWDER DATA INFORMATION *****

JCPDS CARD NO.= 36 - 420

FORMULA = ZrO2

QLMARK= X SBF = 4

NAME = ZIRCONIUM OXIDE / BADDELEYITE, SYN

I/Ic=

3 STRONG LINES (1) 3.164 100 (2) 2.840 64 (3) 2.620 22

D-I PAIR NUMBER= 45

	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I
(1)	5.081	8	3.694	18	3.638	12	3.164	100	2.840	64
(6)	2.820	22	2.806	12	2.540	14	2.497	3	2.342	1
(11)	2.332	5	2.283	1	2.213	12	2.191	6	2.180	5
(16)	2.019	7	1.991	6	1.860	3	1.848	16	1.819	18
(21)	1.803	12	1.783	4	1.693	11	1.677	1	1.660	9
(26)	1.657	12	1.651	10	1.648	5	1.643	7	1.610	7
(31)	1.592	4	1.582	4	1.548	8	1.539	8	1.509	6
(36)	1.496	7	1.477	8	1.452	2	1.448	3	1.434	1
(41)	1.426	3	1.420	7	1.416	4	1.381	2	1.349	1

***** END OF INFORMATION *****

***** JCPDS POWDER DATA INFORMATION *****

JCPDS CARD NO.= 21 - 1272

FORMULA = TiO2

QLMARK= X SBF = 4

NAME = TITANIUM OXIDE / ANATASE, SYN

I/Ic=

3 STRONG LINES (1) 3.520 100 (2) 1.892 35 (3) 2.378 20

D-I PAIR NUMBER= 39

	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I
(1)	3.520	100	2.431	10	2.378	20	2.332	10	1.892	35
(6)	1.700	20	1.667	20	1.493	4	1.481	14	1.364	6
(11)	1.358	6	1.280	2	1.265	10	1.251	4	1.189	2
(16)	1.178	2	1.167	6	1.161	4	1.060	2	1.052	4
(21)	1.044	4	1.018	2	1.007	2	0.997	2	0.956	4
(26)	0.946	4	0.925	2	0.919	2	0.914	2	0.897	4
(31)	0.839	2	0.832	2	0.879	2	0.846	2	0.831	2
(36)	0.827	4	0.810	2	0.797	4	0.795	2		

***** END OF INFORMATION *****

***** JCPDS POWDER DATA INFORMATION *****

JCPDS CARD NO.= 5 - 418

FORMULA = SrCO3

QLMARK= X SBF = 4

NAME = STRONTIUM CARBONATE / STRONTIANITE, SYN

I/Ic=

3 STRONG LINES (1) 3.535 100 (2) 3.450 70 (3) 2.053 50

D-I PAIR NUMBER= 43

	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I
(1)	4.369	14	4.207	6	3.535	100	3.450	70	3.014	22
(6)	2.860	5	2.839	20	2.596	12	2.555	23	2.481	36
(11)	2.458	40	2.451	33	2.265	5	2.183	16	2.104	7
(16)	2.053	50	1.986	26	1.949	21	1.905	35	1.851	3
(21)	1.825	31	1.813	16	1.802	4	1.769	7	1.725	5
(26)	1.668	3	1.624	4	1.608	13	1.598	3	1.568	13
(31)	1.545	11	1.507	3	1.478	6	1.460	4	1.455	9
(36)	1.429	6	1.425	7	1.412	5	1.402	4	1.310	10
(41)	1.298	4	1.284	13	1.277	4				

***** END OF INFORMATION *****

***** JCPDS POWDER DATA INFORMATION *****

JCPDS CARD NO.= 27 - 52

FORMULA = Bi2O3

QLMARK= C SBF =

NAME = BISMUTH OXIDE

I/Ic=

3 STRONG LINES (1) 3.191 100 (2) 2.763 38 (3) 1.954 38

D-I PAIR NUMBER= 18

	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I
(1)	3.907	1	3.191	100	2.763	38	1.954	38	1.666	34
(6)	1.595	8	1.381	4	1.268	10	1.235	8	1.128	7
(11)	1.063	7	0.977	2	0.934	7	0.921	4	0.874	4
(16)	0.843	3	0.833	3	0.798	1				

***** END OF INFORMATION *****

***** JCPDS POWDER DATA INFORMATION *****

JCPDS CARD NO. # 33 - 784

FORMULA = Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O₃

GLMARK= SBF =

NAME = LEAD ZIRCONIUM TITANIUM OXIDE

I/Ic=

3 STRONG LINES (1) 2.891 100 (2) 2.850 100 (3) 1.655 24

D-I PAIR NUMBER: 49

	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I
(1)	4.147	9	4.037	12	2.891	100	2.850	100	2.351	15
(6)	2.079	9	2.018	16	1.844	5	1.810	6	1.716	5
(11)	1.677	12	1.655	24	1.446	9	1.427	5	1.382	2
(16)	1.561	6	1.550	6	1.303	6	1.240	9	1.244	2
(21)	1.220	2	1.140	4	1.120	4	1.120	4	1.100	15
(26)	1.096	1	1.086	15	1.027	1	1.008	1	1.004	1
(31)	0.993	1	0.985	1	0.974	2	0.964	2	0.953	4
(36)	0.951	4	0.936	1	0.927	1	0.922	2	0.907	6
(41)	0.903	6	0.899	6	0.885	1	0.882	1	0.870	3
(46)	0.865	2	0.850	1	0.820	1				

***** END OF INFORMATION *****

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลข้างล่างแสดงข้อมูลผลการวิเคราะห์เฟสของสารตั้งต้น สารผสมสูตร PZT หลังเผาเคลือบที่อุณหภูมิที่อุณหภูมิต่างๆ สาร PZT หลังเผาซินเทอร์ที่อุณหภูมิต่างๆ และ สาร PSZT สูตรต่างๆ หลังเผาซินเทอร์

2θ	d (Å)	hkl	2θ	d (Å)	hkl	2θ	d (Å)	hkl
55.939	1.6424	1	59.958	1.5415	14	55.027	1.6674	18
53.011	1.7259	9	57.194	1.6092	9	53.835	1.7014	16
50.680	1.7997	2	55.461	1.6554	15	47.984	1.8944	28
49.162	1.8517	3	54.106	1.6936	13	37.690	2.3847	21
48.512	1.8750	1	51.289	1.7798	8	25.228	3.5271	100
46.072	1.9684	6	50.097	1.8193	27			
44.988	2.0133	3	49.284	1.8474	19			TiO ₂
37.724	2.3826	2	45.492	1.9922	8			
35.556	2.5227	3	44.841	2.0195	8			
32.466	2.7554	2	41.320	2.1832	8			
31.707	2.8196	1	40.724	2.2137	15			
30.189	2.9579	100	38.557	2.3330	6			
28.942	3.0824	17	35.252	2.5438	16			
			34.222	2.6179	29			
	PbO		31.459	2.8413	67			
			28.154	3.1669	100			
			24.036	3.6992	17			
				ZrO ₂				

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2θ	d (Å)	hkl	2θ	d (Å)	hkl
58.874	1.5673	4	55.830	1.6453	10
57.275	1.6072	4	54.692	1.6768	19
49.951	1.8249	20	52.957	1.7276	6
47.627	1.9077	19	52.306	1.7475	13
46.625	1.9464	9	48.349	1.8809	6
45.514	1.9913	10	47.482	1.9132	7
44.565	2.0314	4	46.235	1.9619	21
44.023	2.0552	33	36.911	2.4332	8
41.313	2.1835	8	35.339	2.5377	7
36.408	2.4656	28	35.013	2.5605	9
36.191	2.4799	30	33.170	2.6985	25
35.134	2.5520	10	27.316	3.2621	100
34.430	2.6026	4	26.828	3.3203	10
31.422	2.8446	8	21.624	4.1062	6
29.552	3.0202	13			
25.676	3.4665	38			
25.107	3.5438	100			
20.284	4.3744	3			

Bi₂O₃

SrCO₃

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเผาแคลไซน์สาร PZT

2 θ	d (Å)	I/I ₁	2 θ	d (Å)	I/I ₁
59.801	1.5452	9	34.144	2.6238	4
57.200	1.6091	4	32.545	2.7489	6
55.926	1.6427	4	32.247	2.7736	7
54.626	1.6787	5	32.085	2.7873	8
53.082	1.7238	9	31.732	2.8174	21
50.020	1.8219	4	31.407	2.8458	20
49.207	1.8501	6	30.459	2.9322	5
48.530	1.8743	14	30.242	2.9528	100
46.119	1.9665	8	28.996	3.0768	25
45.414	1.9954	4	28.535	3.1254	33
44.981	2.0136	5	28.129	3.1636	20
39.156	2.2987	6	25.203	3.5306	4
35.661	2.5155	41	22.602	3.9306	5

650 °C

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2θ	d (Å)	I/I	2θ	d (Å)	I/I	2θ	d (Å)	I/I
55.649	1.6502	11	55.493	1.6545	12	55.114	1.6650	15
55.215	1.6621	10	55.249	1.6612	12	50.156	1.8173	3
54.890	1.6712	16	54.897	1.6710	14	49.722	1.8321	5
50.229	1.8148	3	44.304	2.0428	9	44.818	2.0205	8
49.850	1.8277	4	38.289	2.3487	17	44.520	2.0333	9
49.633	1.8352	5	30.947	2.8871	100	44.276	2.0440	11
44.945	2.0151	9	21.979	4.0406	10	38.235	2.3519	18
44.375	2.0397	7	21.708	4.0904	15	30.893	2.8921	100
44.077	2.0528	10				21.881	4.0955	17
43.617	2.0734	7						
38.197	2.3542	16						
30.880	2.8932	100						
21.937	4.0483	11						
21.611	4.1085	14						

800 °C

900 °C

700 °C

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเผาซินเทอร์สาร PZT

Sinter

1120			1200			1230		
f14		f13						f13
2(f)	d (A)	1/11	2θ	d (A)	1/11	2θ	d (A)	1/11
55.351	1.6584	21	55.351	1.6584	22	55.459	1.6554	19
54.609	1.6735	17	54.755	1.6750	15	54.999	1.6682	7
50.283	1.8130	4	50.121	1.8185	4	54.673	1.6773	21
49.958	1.8240	5	49.497	1.8399	6	54.240	1.6897	4
49.714	1.8324	6	44.701	2.0256	14	50.473	1.8066	4
49.362	1.8446	7	43.752	2.0673	10	50.175	1.8166	4
44.728	2.0244	12	38.197	2.3542	20	49.335	1.8456	11
44.050	2.0540	8	30.907	2.8908	100	44.863	2.0186	14
43.752	2.0673	11	21.774	4.0782	11	44.403	2.0385	3
38.197	2.3542	20	21.476	4.1341	15	43.996	2.0564	3
30.880	2.8932	100				43.617	2.0734	15
21.449	4.1393	18				38.224	2.3526	20
						31.232	2.8614	26
						30.825	2.8982	100
						21.910	4.0533	8
						21.340	4.1601	21

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเติมสตรอนเชียม

PSZT

0.02			0.04			0.06		
2θ	d (Å)	I/I ₁	2θ	d (Å)	I/I ₁	2θ	d (Å)	I/I ₁
55.396	1.6571	23	55.541	1.6532	24	55.721	1.6482	26
54.665	1.6776	17	54.619	1.6789	28	54.963	1.6692	25
49.382	1.8440	10	49.308	1.8465	16	49.626	1.8355	10
44.695	2.0258	16	44.836	2.0198	18	45.047	2.0108	21
43.638	2.0724	13	43.562	2.0758	27	43.855	2.0627	20
38.219	2.3528	20	38.224	2.3526	22	38.436	2.3400	26
31.148	2.8689	36	31.259	2.8590	32	31.446	2.8424	35
30.850	2.8960	100	30.853	2.8957	100	31.040	2.8787	100
21.855	4.0632	10	21.720	4.0882	14	22.072	4.0238	11
21.368	4.1548	19	21.368	4.1548	26	21.530	4.1238	14

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

0.08			0.10		
2θ	d (Å)	I/I ₁	2θ	d (Å)	I/I ₁
55.459	1.6554	25	55.812	1.6458	26
54.999	1.6682	8	55.053	1.6667	16
54.783	1.6743	24	49.741	1.8315	8
50.473	1.8066	3	45.107	2.0082	20
50.175	1.8166	3	43.915	2.0600	14
49.470	1.8409	9	38.441	2.3398	27
44.809	2.0209	16	31.422	2.8446	40
43.752	2.0673	21	31.015	2.8809	100
38.224	2.3526	24	22.045	4.0287	11
31.205	2.8638	32	21.476	4.1341	13
30.880	2.8932	100			
21.882	4.0582	7			
21.395	4.1496	17			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค. ข้อมูลและการคำนวณ lattice parameters และความหนาแน่นทางทฤษฎี

ค่า Lattice parameters ของสารเซรามิกคำนวณจากโครงสร้างผลึกรูปเตตระโกนอลเนื่องจาก XRD pattern แสดงแฉกการพิกของระนาบ (200) (ที่มุม 2θ ประมาณ 45°) และระนาบ (002) (ที่มุม 2θ ประมาณ 43°) ค่า a, c คำนวณจากสมการ

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2 + k^2}{a^2} + \frac{l^2}{c^2}$$

ที่มุม 2θ ประมาณ 45°

$$\frac{1}{d_{200}^2} = \frac{2^2 + 0^2}{a^2} + \frac{0^2}{c^2} = \frac{4}{a^2}$$

$$\therefore a = 2 * d_{200} \text{ \AA}$$

ที่มุม 2θ ประมาณ 43°

$$\frac{1}{d_{002}^2} = \frac{0^2 + 0^2}{a^2} + \frac{2^2}{c^2} = \frac{4}{c^2}$$

$$\therefore c = 2 * d_{002} \text{ \AA}$$

ตารางข้างล่างแสดงข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ lattice parameters (ค่า d_{200} และ d_{002}) พร้อมทั้งค่า lattice parameters (a, c และสัดส่วนค่า c/a) และความหนาแน่นทางทฤษฎี (คำนวณจากสมการในหัวข้อที่ 3.5.3) ของเซรามิกสูตรต่างๆ

ตารางที่ ๑.1 ค่า lattice parameters และความหนาแน่นทางทฤษฎีของเซรามิก

สูตร	M (g)	อุณหภูมิ (°C)	d_{200} (°A)	d_{002} (°A)	a (°A)	c (°A)	c/a	V (°A) ³	ความหนาแน่นทางทฤษฎี (g/cm ³)
PZT	325.9730	1120	2.0244	2.0673	4.0488	4.1346	1.0212	67.7776	7.9891
PZT	325.9730	1200	2.0256	2.0673	4.0512	4.1346	1.0206	67.8580	7.9797
PZT	325.9730	1280	2.0186	2.0734	4.0372	4.1468	1.0271	67.5886	8.0115
PSZT(2)	323.5814	1280	2.0258	2.0724	4.0516	4.1448	1.0230	68.0388	7.9001
PSZT(4)	321.1898	1280	2.0198	2.0758	4.0396	4.1516	1.0277	67.7473	7.8754
PSZT(6)	318.7982	1280	2.0108	2.0627	4.0216	4.1254	1.0258	66.7212	7.9370
PSZT(8)	316.4066	1280	2.0209	2.0673	4.0418	4.1346	1.0230	67.5434	7.7815
PSZT(10)	314.0150	1280	2.0082	2.0600	4.0164	4.1200	1.0258	66.4617	7.8484

ประวัติผู้วิจัย



นายวิมุทธ์ หวานวาริ สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขา
ฟิสิกส์ ในเดือนมีนาคม 2538 จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และได้เข้าศึกษาในระดับ
ปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีเซรามิก ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัยในเดือนพฤษภาคม 2538



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย