

ภาคผนวก (ก)



ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการรวม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
 Scientific Equipment Center, Prince of Songkla University
 Central Academic Administrator Bld. Hat-Yai Campus, Songkhla 90110 Tel.(074)226904-7 Fax.(074)212813

F-RES-003/UT ฉบับที่ 2 บังคับใช้ 01/02/44

เลขที่ 1872/45 หน้า 1/1

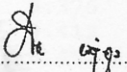
รายงานผลการวิเคราะห์

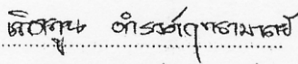
ผู้ขอใช้บริการ : เจษฎา คำทอง
 หมายเลข F-RES-002 : 2862/45
 เครื่องมือวิเคราะห์ : Laser Particle Size Analyzer (COULTER LS230)
 เทคนิคการวิเคราะห์ : การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคด้วยลำแสงเลเซอร์
 ผู้วิเคราะห์ : นายสุธี ผดุงกุล
 วันที่รับตัวอย่าง : 7 ตุลาคม 2545
 วันที่รายงานผล : 10 ตุลาคม 2545
 รายละเอียดตัวอย่าง : สาร PZT จำนวน 1 ตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ :

สาร PZT	ขนาดอนุภาคของตัวอย่าง 2.920 ถึง 63.41 ไมครอน			
	Volume (%)	Mean (µm)	S.D. (µm)	Mode (µm)
การวัดครั้งที่ 1 Pzt.S01	100	13.94	7.131	11.29
การวัดครั้งที่ 2 Pzt.S02	100	13.03	7.293	11.29
การวัดครั้งที่ 3 Pzt.S05	100	13.66	8.672	11.29

* มีเอกสารแนบจำนวน 1 ชุด


 (นายสุธี ผดุงกุล)
 ผู้วิเคราะห์


 (เกิดทูน ดำรงค์ฤทธิรามกุล)
 ผู้ตรวจสอบ

หมายเหตุ ผลการวิเคราะห์นี้ได้มาจากการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ส่งมาวิเคราะห์เท่านั้น ไม่สามารถรับประกันตัวอย่างประเภทเดียวกันที่มีให้นำมาวิเคราะห์ และข้อมูลดิบที่ได้จากการวิเคราะห์จะจัดเก็บอย่างน้อย 1 เดือน



LS Particle Size Analyzer

Volume Statistics (Arithmetic) Pzt.\$01

Calculations from 0.375 _m to 2,000 _m

Volume:	100%		
Mean:	12.94 _m	S.D.:	7.131 _m
Median:	11.29 _m	C.V.:	55.1%
Mode:	11.29 _m		

Volume Statistics (Arithmetic) Pzt.\$02

Calculations from 0.375 _m to 2,000 _m

Volume:	100%		
Mean:	13.03 _m	S.D.:	7.293 _m
Median:	11.24 _m	C.V.:	56.0%
Mode:	11.29 _m		

Volume Statistics (Arithmetic) Pzt.\$05

Calculations from 0.375 _m to 2,000 _m

Volume:	100%		
Mean:	13.66 _m	S.D.:	8.672 _m
Median:	11.23 _m	C.V.:	63.5%
Mode:	11.29 _m		

Volume %	Pzt.\$01 Particle Diameter _m <	Pzt.\$02 Particle Diameter _m <	Pzt.\$05 Particle Diameter _m <
10	6.220	6.209	6.140
25	8.192	8.159	8.088
50	11.29	11.24	11.23
75	15.41	15.42	15.75
90	20.92	21.70	24.75

Channel Number	Particle Diameter (Lower) _m	Pzt.\$01 Diff. Volume %	Pzt.\$02 Diff. Volume %	Pzt.\$05 Diff. Volume %
1	0.375	0	0	0
2	0.412	0	0	0
3	0.452	0	0	0
4	0.496	0	0	0
5	0.545	0	0	0
6	0.598	0	0	0
7	0.656	0	0	0
8	0.721	0	0	0
9	0.791	0	0	0
10	0.868	0	0	0
11	0.953	0	0	0
12	1.047	0	0	0
13	1.149	0	0	0
14	1.261	0	0	0



LS Particle Size Analyzer

Channel Number	Particle Diameter (Lower) —m	Pzt.\$01 Diff. Volume %	Pzt.\$02 Diff. Volume %	Pzt.\$05 Diff. Volume %
15	1.384	0	0	0
16	1.520	0	0	0
17	1.668	0	0	0
18	1.832	0	0	0
19	2.011	0	0	0
20	2.207	0	0	0
21	2.423	0	0	0
22	2.660	0	0	0
23	2.920	0.0021	0.0019	0.0026
24	3.205	0.033	0.031	0.038
25	3.519	0.19	0.19	0.22
26	3.863	0.57	0.56	0.62
27	4.240	1.15	1.14	1.23
28	4.655	1.80	1.82	1.91
29	5.110	2.52	2.55	2.65
30	5.610	3.31	3.35	3.44
31	6.158	4.16	4.23	4.30
32	6.760	5.03	5.10	5.14
33	7.421	5.86	5.93	5.93
34	8.147	6.60	6.67	6.61
35	8.943	7.23	7.28	7.15
36	9.818	7.70	7.71	7.51
37	10.78	7.93	7.89	7.61
38	11.83	7.88	7.78	7.41
39	12.99	7.47	7.31	6.87
40	14.26	6.75	6.54	6.04
41	15.65	5.73	5.48	4.99
42	17.18	4.53	4.28	3.88
43	18.86	3.30	3.10	2.88
44	20.71	2.25	2.16	2.10
45	22.73	1.53	1.57	1.62
46	24.95	1.16	1.31	1.41
47	27.39	1.06	1.29	1.39
48	30.07	1.09	1.34	1.47
49	33.01	1.11	1.31	1.52
50	36.24	0.98	1.08	1.45
51	39.78	0.66	0.67	1.20
52	43.67	0.31	0.27	0.82
53	47.94	0.081	0.054	0.42
54	52.62	0.0098	0.0042	0.14
55	57.77	0.00017	0	0.022
56	63.41	0	0	0.0012
57	69.61	0	0	0
58	76.42	0	0	0
59	83.89	0	0	0
60	92.09	0	0	0
61	101.1	0	0	0
62	111.0	0	0	0
63	121.8	0	0	0
64	133.7	0	0	0
65	146.8	0	0	0
66	161.2	0	0	0
67	176.9	0	0	0
68	194.2	0	0	0
69	213.2	0	0	0
70	234.0	0	0	0
71	256.9	0	0	0



LS Particle Size Analyzer

Channel Number	Particle Diameter (Lower) _m	Pzt.\$01 Diff. Volume %	Pzt.\$02 Diff. Volume %	Pzt.\$05 Diff. Volume %
72	282.1	0	0	0
73	309.6	0	0	0
74	339.9	0	0	0
75	373.1	0	0	0
76	409.6	0	0	0
77	449.7	0	0	0
78	493.6	0	0	0
79	541.9	0	0	0
80	594.8	0	0	0
81	653.0	0	0	0
82	716.8	0	0	0
83	786.9	0	0	0
84	863.9	0	0	0
85	948.3	0	0	0
86	1,041	0	0	0
87	1,143	0	0	0
88	1,255	0	0	0
89	1,377	0	0	0
90	1,512	0	0	0
91	1,660	0	0	0
92	1,822	0	0	0
	2,000			

33-0784		Wavelength= 1.5405									
Pb(Zr _{0.52} Ti _{0.48})O ₃		d Å	Int	h	k	l	d Å	Int	h	k	l
Lead Zirconium Titanium Oxide		4.14600	9	0	0	1	1.22000	2	3	1	1
		4.03600	12	1	0	0	1.14000	4	2	0	3
		2.89000	100	1	0	1	1.13000	4	3	0	12
		2.85000	100	1	1	0	1.12000	4	3	2	0
		2.35100	15	1	1	1	1.10000	15	1	2	3
Rad.: CuKα λ: 1.5418 Filter: Ni BetaM d-sp: Diffractometer		2.07300	9	0	0	2	1.09000	15	3	1	2
Cut off: Int: Diffract. I/Cor:.		2.01800	16	2	0	0	1.08000	15	3	2	1
Ref. Kakegawa, K. et al., Solid State Commun., 24, 769 (1977)		1.84400	5	1	0	2	1.03660	<1	0	0	4
		1.81000	6	2	0	1	1.00910	<1	4	0	0
		1.81000	6	2	1	0	1.00400	<1	1	0	4
		1.71600	5				.992800	<1	2	2	3
Sys.: Tetragonal S.G.:		1.67700	12	1	1	2	.985100	1	3	2	2
a: 4.036 b: c: 4.146 A: C: 1.0273		1.65500	24	2	1	1	.974300	2	1	1	4
α: β: γ: Z: 1 mp:		1.44600	9	0	2	2	.964100	2	3	0	3
Ref. Ibid.		1.42700	5	2	2	0	.953000	4	4	1	1
		1.38200	2	0	0	3	.951000	4	3	3	0
		1.36100	6	2	1	2	.937700	1	1	3	3
		1.35000	6	2	2	1	.927300	<1	3	3	1
		1.35000	6	3	0	0	.922100	2	2	0	4
Dx: 8.006 Dm: SS/FOM ₃ (-15(.060, 34)		1.30800	6	1	0	3	.907000	6	4	0	2
		1.28000	9	3	0	1	.903000	6	4	2	0
Color: Light yellow		1.28000	9	3	1	0	.899000	6	1	2	4
No composition fluctuation. Silicon used as an internal stand. Mwt: 325.62. Volume(CD): 67.54.		1.24400	2	1	1	3	.885000	1	4	1	2

d Å	Int	h	k	l
.882000	1	4	2	1
.869900	3	2	3	3
.864700	2	3	3	2
.838700	1	2	2	4
.829000	5	0	0	5
.828000	5	4	2	2
.821200	2	3	0	4

©1996 JCPDS-International Centre for Diffraction Data. All rights reserved.

File: C:\APDW\DATA\3017-1.DI

11-dec-1999 15:37

Scientific Equipment Center

Prince of Songkla University

D I F F I L E :

Sample identification: PZT 1200C

DI file name: 3017-1.DI

Input file name: 3017-1

Start angle [$^{\circ}2\theta$]: 5.025End angle [$^{\circ}2\theta$]: 89.975Start d-value [\AA]: 20.40458End d-value [\AA]: 1.26527

Maximum number of counts: 231

Anode material: Co

a1 Wavelength [\AA]: 1.78897a2 Wavelength [\AA]: 1.79285

Intensities for FIXED slit

Peak positions defined by: Minimum of 2nd derivative of peak

Minimum peak tip width: 0.00

Maximum peak tip width: 1.00

Maximum peak base width: 2.00

Minimum significance: 0.75

Number of peaks: 16

D I F F R A C T I O N L I N E S :

Angle [$^{\circ}2\theta$]	d-value a1 [\AA]	d-value a2 [\AA]	T.width [$^{\circ}2\theta$]	Height [counts]	Backgr. [counts]	Rel.int. [%]	Signific
6.695	15.31867	15.35193	1.000	14	27	5.9	1.57
8.970	11.43867	11.46351	0.250	21	27	9.2	0.76
24.965	4.13841	4.14740	0.200	25	6	10.8	0.85
25.625	4.03354	4.04230	0.200	45	6	19.4	1.01
36.080	2.88840	2.89467	0.200	231	4	100.0	3.04
36.610	2.84799	2.85417	0.150	86	4	37.4	3.52
44.815	2.34654	2.35164	0.200	50	3	21.8	1.36
51.095	2.07412	2.07862	0.250	18	3	7.6	0.97
52.765	2.01296	2.01733	0.250	36	3	15.6	1.35
58.060	1.84328	1.84728	0.400	13	3	5.6	0.94
59.435	1.80440	1.80831	0.700	8	2	3.6	1.69
64.545	1.67523	1.67887	0.300	26	3	11.3	0.88

File: C:\APDW\DATA\3017-1.DI

11-dec-1999 15:37

Scientific Equipment Center

Prince of Songkla University

Angle [$^{\circ}2\theta$]	d-value a1 [\AA]	d-value a2 [\AA]	T.width [$^{\circ}2\theta$]	Height [counts]	Backgr. [counts]	Rel.int. [%]	Signific
65.520	1.65302	1.65661	0.200	50	3	21.8	0.76
76.610	1.44307	1.44620	0.300	12	2	5.0	1.27
77.790	1.42457	1.42767	0.400	8	2	3.6	0.86
86.635	1.30383	1.30666	0.600	5	3	2.1	1.33

File: C:\APDW\DATA\3017-3.DI

11-dec-1999 15:42

Scientific Equipment Center

Prince of Songkla University

D I F F I L E :

Sample identification: PZT 1250C

DI file name: 3017-3.DI
Input file name: 3017-3Start angle [$^{\circ}2\theta$]: 5.025
End angle [$^{\circ}2\theta$]: 89.975
Start d-value [\AA]: 20.40458
End d-value [\AA]: 1.26527
Maximum number of counts: 237Anode material: Co
a1 Wavelength [\AA]: 1.78897
a2 Wavelength [\AA]: 1.79285

Intensities for FIXED slit

Peak positions defined by: Minimum of 2nd derivative of peak
Minimum peak tip width: 0.00
Maximum peak tip width: 1.00
Maximum peak base width: 2.00
Minimum significance: 0.75
Number of peaks: 18

D I F F R A C T I O N L I N E S :

Angle [$^{\circ}2\theta$]	d-value a1 [\AA]	d-value a2 [\AA]	T.width [$^{\circ}2\theta$]	Height [counts]	Backgr. [counts]	Rel.int. [%]	Signific
6.770	15.14916	15.18206	0.600	17	29	7.1	1.89
24.970	4.13760	4.14658	0.150	29	6	12.3	1.27
25.635	4.03199	4.04075	0.150	59	6	25.0	0.77
32.555	3.19128	3.19821	0.150	14	3	6.1	1.26
36.085	2.88801	2.89429	0.200	237	4	100.0	3.22
36.595	2.84911	2.85530	0.150	100	4	42.2	5.22
44.810	2.34679	2.35189	0.200	40	2	16.7	1.00
51.185	2.07072	2.07521	0.400	20	2	8.5	1.56
52.730	2.01420	2.01858	0.200	58	2	24.4	1.15
58.080	1.84270	1.84670	0.300	12	3	4.9	1.27
59.495	1.80274	1.80666	0.300	12	3	5.2	1.21
64.475	1.67685	1.68049	0.250	22	3	9.3	1.06

File: C:\APDW\DATA\3017-3.DI

11-dec-1999 15:42

Scientific Equipment Center

Prince of Songkla University

Angle [$^{\circ}2\theta$]	d-value a1 [\AA]	d-value a2 [\AA]	T.width [$^{\circ}2\theta$]	Height [counts]	Backgr. [counts]	Rel.int. [%]	Signific
65.485	1.65380	1.65739	0.200	49	2	20.7	0.98
69.360	1.57205	1.57546	0.150	6	2	2.4	0.90
76.450	1.44563	1.44876	0.300	15	2	6.4	1.45
77.885	1.42311	1.42620	0.400	7	2	3.1	0.86
86.410	1.30656	1.30939	0.500	8	2	3.3	1.35
89.045	1.27566	1.27844	0.400	14	2	6.1	1.03

File: C:\APDW\DATA\3017-2.DI

11-dec-1999 15:39

Scientific Equipment Center

Prince of Songkla University

D I F F R A C T I O N L I N E S :

Sample identification: PZT 1285C

DI file name: 3017-2.DI

Input file name: 3017-2

Start angle [$^{\circ}2\theta$]: 5.025End angle [$^{\circ}2\theta$]: 89.975Start d-value [\AA]: 20.40458End d-value [\AA]: 1.26527

Maximum number of counts: 188

Anode material: Co

a1 Wavelength [\AA]: 1.78897a2 Wavelength [\AA]: 1.79285

Intensities for FIXED slit

Peak positions defined by: Minimum of 2nd derivative of peak

Minimum peak tip width: 0.00

Maximum peak tip width: 1.00

Maximum peak base width: 2.00

Minimum significance: 0.75

Number of peaks: 16

D I F F R A C T I O N L I N E S :

Angle [$^{\circ}2\theta$]	d-value a1 [\AA]	d-value a2 [\AA]	T.width [$^{\circ}2\theta$]	Height [counts]	Backgr. [counts]	Rel.int. [%]	Signific
6.775	15.13799	15.17086	0.800	12	28	6.2	1.11
24.940	4.14250	4.15149	0.150	20	5	10.8	0.89
25.665	4.02736	4.03610	0.200	35	5	18.5	1.24
36.075	2.88879	2.89506	0.250	188	4	100.0	4.27
36.595	2.84911	2.85530	0.150	90	4	48.1	0.80
44.780	2.34828	2.35338	0.200	56	2	30.0	1.26
51.205	2.06996	2.07446	0.200	24	2	12.8	0.86
52.710	2.01491	2.01929	0.200	55	2	29.2	1.66
58.150	1.84067	1.84467	0.400	10	3	5.1	0.78
59.420	1.80481	1.80873	0.400	8	3	4.2	1.23
64.580	1.67442	1.67805	0.250	28	3	15.0	1.34
65.565	1.65201	1.65560	0.150	49	3	26.1	1.68

File: C:\APDW\DATA\3017-2.DI

11-dec-1999 15:39

Scientific Equipment Center

Prince of Songkla University

Angle [$^{\circ}2\theta$]	d-value a1 [\AA]	d-value a2 [\AA]	T.width [$^{\circ}2\theta$]	Height [counts]	Backgr. [counts]	Rel.int. [%]	Signific
76.430	1.44595	1.44909	0.300	15	3	8.1	1.50
82.360	1.35851	1.36146	0.800	5	2	2.6	0.92
86.520	1.30522	1.30806	0.300	7	2	3.6	1.00
89.050	1.27561	1.27838	0.400	9	2	4.8	0.92

ภาคผนวก (ค)

PHYSICAL PROPERTIES	PKI402	ค่าคำนวณ	หมายเหตุ
Density ($\times 10^3 \text{ Kg/m}^3$)	7.6		
Curie Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	350		
Mechanical Q_M (-)	500		
Maximum Operating Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	150		
ELECTRICAL PROPERTIES @ 25$^{\circ}\text{C}$			
Dielectric Constant @ 1 KHz (-)	1250		
Dissipation Factor @ 1 KHz (%)	0.5		
Planar Coupling Factor k_p (-)	0.52	0.51	สมการ (2.17)
Transverse Coupling factor k_{31} (-)	0.33	0.30	สมการ (2.18)
Longitudinal Coupling Factor k_{33} (-)	0.67		
Transverse Charge Coefficient d_{31} ($\times 10^{-12} \text{ m/V}$)	-120	-105	สมการ (2.22)
Longitudinal Charge Coefficient d_{33} ($\times 10^{-12} \text{ m/V}$)	275		
Shear Charge Coefficient d_{15} ($\times 10^{-12} \text{ m/V}$)	480		
Transverse Voltage Coefficient g_{31} ($\times 10^{-3} \text{ V m/N}$)	-10.8	-9.5	สมการ (2.23)
Longitudinal Charge Coefficient g_{33} ($\times 10^{-3} \text{ V m/N}$)	24.9		
Shear Charge Coefficient g_{15} ($\times 10^{-3} \text{ V m/N}$)	43.4		
MECHANICAL PROPERTIES @ 25$^{\circ}\text{C}$			
Young's Modulus ($\times 10^{10} \text{ N/m}^2$)	7.6		
Poisson's Ratio (-)	0.31		
Elastic Compliance s_{11}^E ($\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{N}$)	11.5	11.1	สมการ (2.19)
Elastic Compliance s_{33}^E ($\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{N}$)	15.0		