

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก

ตารางที่ ผ-1 แสดงค่าไดอิเล็กตริกและค่า Loss tangent เปรียบเทียบกันระหว่างเม็ดสารเซรามิกส์ PZT (52/48) ที่เตรียมจาก Titanium (iv) propoxide, Tetraisopropyl orthotitanate และฟิล์ม PZT ความหนา $4.5 \mu\text{m}$ ที่ความถี่ช่วง 100 Hz ถึง 20 Hz

f(Hz)	ϵ_1	$\tan\delta_1$	ϵ_2	$\tan\delta_2$	ϵ_3	$\tan\delta_3$
100	2668.663	0.91	1002.972	0.19	881.220	1.34
200	22125.975	0.73	946.040	0.16	799.368	0.81
300	4898.785	0.64	921.814	0.14	774.692	0.67
400	1764.460	0.58	91.508	0.11	745.697	0.59
500	1674.910	0.53	901.221	0.10	721.123	0.54
600	1608.163	0.49	894.761	0.09	700.488	0.50
700	1557.998	0.47	890.319	0.08	685.267	0.48
800	1516.955	0.46	886.685	0.07	673.907	0.46
900	1482.959	0.43	884.263	0.07	660.845	0.44
1k	1454.767	0.41	881.436	0.06	654.340	0.43
2k	1300.543	0.31	867.668	0.04	580.797	0.42
3k	1230.064	0.27	861.167	0.04	542.323	0.41
4k	1188.191	0.24	857.331	0.03	519.884	0.42
5k	1160.083	0.21	854.666	0.03	494.802	0.45
6k	1138.483	0.20	852.607	0.03	474.396	0.47
7k	1121.941	0.19	850.750	0.02	452.922	0.49
8k	1108.426	0.18	849.538	0.02	434.117	0.51
9k	1097.439	0.17	848.408	0.02	413.330	0.53
10k	1088.070	0.16	847.358	0.02	399.430	0.55
20k	1039.564	0.12	842.069	0.02	288.327	1.36

เมื่อ ϵ_1 และ $\tan\delta_1$ เป็นค่าคงที่ไดอิเล็กตริกและค่า Loss tangent ของเม็ดเซรามิกส์ PZT ซึ่งใช้ Tetraisopropyl orthotitanate เป็นตัวให้ TiO_2

ϵ_2 และ $\tan\delta_2$ เป็นค่าคงที่ไดอิเล็กตริกและค่า Loss tangent ของเม็ดเซรามิกส์ PZT ซึ่งใช้ Titanium (iv) isopropoxide เป็นตัวให้ TiO_2

ϵ_3 และ $\tan\delta_3$ เป็นค่าคงที่ไดอิเล็กตริกและค่า Loss tangent ของฟิล์มเซรามิกส์ PZT ความหนา $4.5 \mu\text{m}$

โปรแกรมการคำนวณเพื่อทำ interpolate ข้อมูลสำหรับคำนวณหาขนาดผลึกของ
ผงเคลือบ โดยใช้วิธี Pseudo-voigt 5 parameters ในโปรแกรม Sigma Plot 4.0

สมการหลักในการคำนวณเพื่อ Fit curve แบบ Nonlinear regression

$$y = y_0 + a \left[c \frac{1}{1 + \left(\frac{x - x_0}{b} \right)^2} + (1 - c) e^{-0.5 \left(\frac{x - x_0}{b} \right)^2} \right] \quad (\text{ผ.1})$$

Pseudo-Voigt 5 parameters

nonlinear regression

```
[Variables]
x = col(1)
y = col(2)
'Automatic Initial Parameter Estimate Functions
xatymmin(q,r)=xatymax(q,max(r)-r)
yatxmax(q,r)=xatymax(r,q)
yatxmin(q,r)=xatymax(r,max(q)-q)
yzero(q,r)=(yatxmin(q,r)+yatxmax(q,r))/2
peaksign(q,r)=if(total(r-yzero(q,r))>0, 1, -1)
[Parameters]
a=if(peaksign(x,y)>0, max(y)-yzero(x,y), min(y)-yzero(x,y)) "Auto
b=fwhm(x,abs(y-yzero(x,y)))/2 "Auto
c=0.5 "Auto
x0=if(peaksign(x,y)>0, xatymax(x,y), xatymmin(x,y)) "Auto
y0=yzero(x,y) "Auto
[Equations]
f=y0+a*(c*(1/(1+((x-x0)/b)^2)))+(1-c)*exp(-0.5*((x-x0)/b)^2)
fit f to y
[Constraints]
b>0
c>0
c<1
[Options]
tolerance=0.000100
stepsize=100
iterations=100
```

โปรแกรมการคำนวณเพื่อทำ interpolate ข้อมูลสำหรับคำนวณหาขนาดผลึกของฟิล์ม
เซรามิกส์ โดยใช้วิธี Modified Gaussian, 5 parameters ในโปรแกรม Sigma Plot 4.0

สมการหลักในการคำนวณเพื่อ Fit curve แบบ Nonlinear regression

$$y = y_0 + ae^{\left[-0.5 \left(\frac{|x - x_0|}{b} \right)^c \right]} \quad (\text{ผ.2})$$

Modified Gaussian 5 parameters

Nonlinear Regression

```
[Variables]
x = col(1)
y = col(2)
'Automatic Initial Parameter Estimate Functions
xatymmin(q,r)=xatymax(q,max(r)-r)
yatxmax(q,r)=xatymax(r,q)
yatxmin(q,r)=xatymax(r,max(q)-q)
yzero(q,r)=(yatxmin(q,r)+yatxmax(q,r))/2
peaksign(q,r)=if(total(r-yzero(q,r))>0, 1, -1)
[Parameters]
a=if(peaksign(x,y)>0, max(y)-yzero(x,y), min(y)-yzero(x,y)) "Auto
b=fwhm(x,abs(y-yzero(x,y)))/2.2 "Auto
c=1.5 "Auto
x0=if(peaksign(x,y)>0, xatymax(x,y), xatymmin(x,y)) "Auto
y0=yzero(x,y) "Auto
[Equations]
f=y0+a*exp(-0.5*abs((x-x0)/b)^c)
fit f to y
[Constraints]
b>0
c>1
[Options]
tolerance=0.000100
stepsize=100
iterations=100
```

ประวัติการศึกษา

ชื่อ	นางสาว นฤพร วณิชสอน
ภูมิลำเนา	จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2532 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2536
ประวัติการทำงาน	นักวิทยาศาสตร์ งานบริการและทดสอบ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา 2537- 2539