

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการวิจัยนี้ได้แบ่งการทดลองเป็น 2 ตอน ตามรายละเอียดในบทที่ 3 ซึ่งภายหลังทดลองเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของสารตัวอย่างแต่ละตัวแล้ว ได้นำข้อมูลมาประมวลผลและเขียนกราฟด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการใช้โปรแกรม LOTUS 1-2-3 ซึ่งได้ผลการทดลองดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลองตอนที่ 1 ศึกษาสมบัติทางไฟฟ้าของสารตัวอย่างชุดที่ NO.1 - NO.10 ที่เผาซินเตอร์ โดยเงื่อนไขต่าง ๆ ในอากาศ แล้วเขียนกราฟ สภาพต้านทานไฟฟ้า (ρ) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ดังรูปที่ 4.1 - 4.18 และกราฟของ loss factor ณ อุณหภูมิต่าง ๆ และความถี่ต่าง ๆ ได้ดังรูปที่ 4.19 - 4.57 ส่วนค่าอื่น ๆ เช่น ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแรงสูง (ρ_{max}), ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำสุด (ρ_{min}), ค่าความชันของกราฟ \log ของสภาพต้านทานไฟฟ้ากับส่วนกลับของอุณหภูมิ (ค่า B) และค่า loss factor สูงสุด แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

4.2 ผลการทดลองตอนที่ 2 ศึกษาสมบัติทางไฟฟ้าของสารตัวอย่างชุดที่ NO.2 และ ชุดที่ NO.5-NO.10 ที่เผาซินเตอร์ครั้งเดียวที่ $1,400^{\circ}\text{C}$ นาน 3 ชั่วโมง ในบรรยากาศไนโตรเจน และที่เผาซินเตอร์ครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ $1,200^{\circ}\text{C}$ นาน 3 ชั่วโมง แล้วเผาซินเตอร์ครั้งที่สองที่ $1,400^{\circ}\text{C}$ นาน 3 ชั่วโมง ในบรรยากาศไนโตรเจน นำข้อมูลมาเขียนกราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.58 - 4.65 และกราฟ loss factor ของสารตัวอย่างที่อุณหภูมิต่าง ๆ และที่ความถี่ต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.66 - 4.88 สำหรับค่าอื่น ๆ เช่น ค่า B, ค่า ρ_{max} , ค่า ρ_{min} และค่า $[\tan\delta]_{max,R}$ แสดงไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า slope ของกราฟ log resistivity กับ $1/T$ (ค่า B) , ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุด (ρ_{max}) , ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำสุด (ρ_{min}) และค่า loss factor สูงสุดที่อุณหภูมิห้อง $[\epsilon \tan \delta]_{max,R}$ ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่เผาขึ้นเตอร์ในอากาศที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาขึ้นเตอร์ครั้งที่สองที่ 1400°C 3 hr ในอากาศ

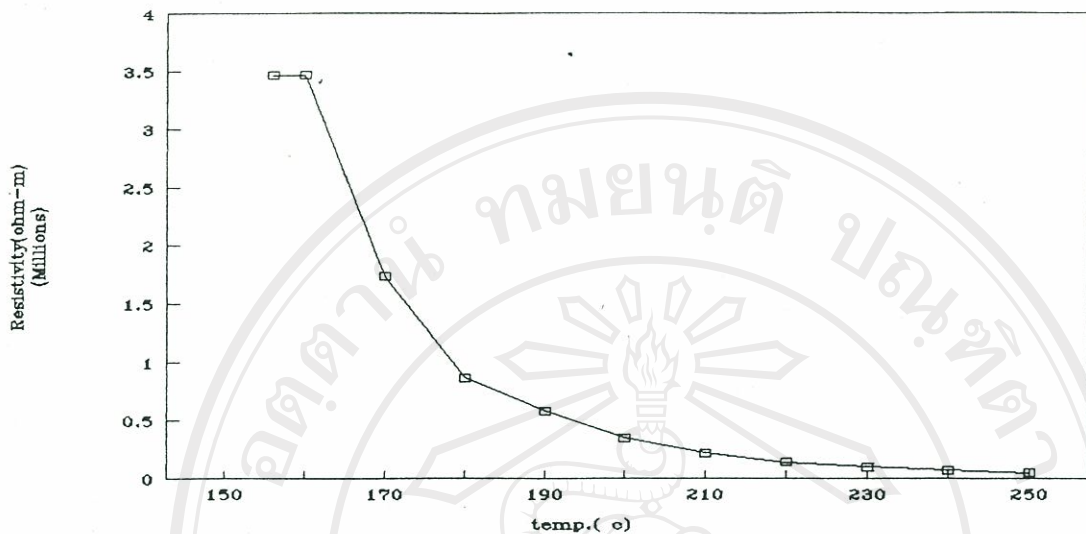
สารชุดที่	เงื่อนไขของการเผาขึ้นเตอร์		ลักษณะ curve	ค่า B ($^{\circ}\text{K}$)	ρ_{max} (ohm-m)	ρ_{min} (ohm-m)	$[\epsilon \tan \delta]_{max,R}$
	เผาครั้งที่หนึ่ง	เผาครั้งที่สอง					
NO.1	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	NTC	4596	3.47×10^6	4.75×10^4	1.25×10^3
NO.2	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	-	-	-	-	-
NO.3	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	-	-	-	-	-
NO.4	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	-	-	-	-	-
NO.5	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	-	-	-	-	-
NO.6	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	NTC	4826	4.37×10^6	3.36×10^5	6.18×10^1
NO.7	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	NTC	5397	5.62×10^6	1.12×10^6	3.18×10^1
NO.8	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	NTC	5453	6.62×10^6	4.57×10^4	2.10×10^3
NO.9	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	NTC	5911	9.17×10^6	3.28×10^5	1.70×10^3
NO.10	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	NTC	7782	4.36×10^6	1.45×10^6	1.43×10^2

หมายเหตุ เครื่องหมาย - แสดงถึงไม่สามารถวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของสารตัวอย่างที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้

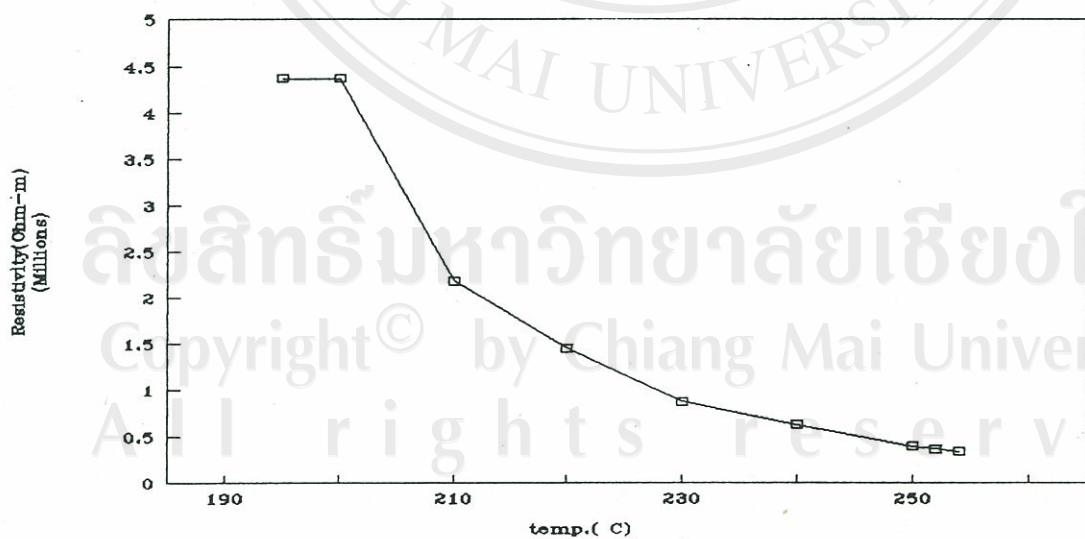
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า slope ของกราฟ log resistivity กับ $1/T$ (ค่า B), ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุด (ρ_{max}), ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำสุด (ρ_{min}) และค่า lossfactor สูงสุด ที่อุณหภูมิห้อง $[\epsilon \tan \delta]_{max, R}$ ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่เผาขึ้นเตอร์ ในอากาศ ด้วยเงื่อนไขการขึ้นเตอร์ต่าง ๆ

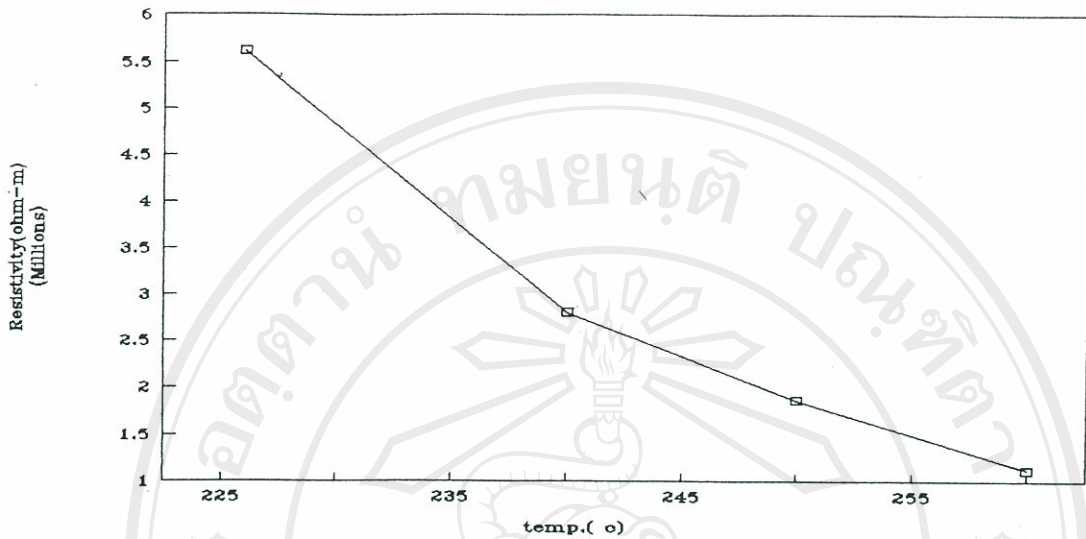
สารชุดที่	เงื่อนไขของการเผาขึ้นเตอร์		ลักษณะ curve	ค่า B ($^{\circ}K$)	ρ_{max} (ohm-m)	ρ_{min} (ohm-m)	$[\epsilon \tan \delta]_{max, R}$
	เผาครั้งที่หนึ่ง	เผาครั้งที่สอง					
NO.1	1200 $^{\circ}C$ 3 hr	1300 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-
NO.1	1300 $^{\circ}C$ 3 hr	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	NTC	3872	4.03×10^6	6.60×10^4	-
NO.1	1200 $^{\circ}C$ 3 hr	1500 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-
NO.2	1000 $^{\circ}C$ 3 hr	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-
NO.2	1300 $^{\circ}C$ 3 hr	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-
NO.2	1200 $^{\circ}C$ 3 hr	1300 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-
NO.3	1200 $^{\circ}C$ 3 hr	1300 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-
NO.3	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-
NO.4	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-	-
NO.4	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-
NO.5	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-	-
NO.5	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-
NO.5	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	1500 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-
NO.6	1200 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-	-
NO.6	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	-	NTC	3852	3.97×10^3	1.59×10^2	5.66×10^1
NO.6	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	NTC	4454	4.38×10^6	8.43×10^4	1.32×10^2
NO.6	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	1500 $^{\circ}C$ 3 hr	NTC	4477	3.47×10^6	9.91×10^4	1.78×10^2
NO.7	1200 $^{\circ}C$ 3 hr	-	-	-	-	-	-
NO.7	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	-	NTC	5126	4.01×10^6	3.34×10^5	6.74×10^1
NO.8	1200 $^{\circ}C$ 3 hr	-	NTC	5460	3.89×10^6	2.43×10^5	2.46×10^2
NO.8	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	-	NTC	6591	3.36×10^6	3.26×10^4	5.70×10^2
NO.9	1200 $^{\circ}C$ 3 hr	-	NTC	5782	4.53×10^6	7.19×10^4	8.85×10^2
NO.9	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	-	NTC	6342	3.28×10^6	1.64×10^5	1.34
NO.10	1200 $^{\circ}C$ 3 hr	-	NTC	5889	3.23×10^6	1.08×10^6	7.25×10^5
NO.10	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	-	NTC	3369	2.43×10^6	1.01×10^5	2.46×10^3
NO.10	1400 $^{\circ}C$ 3 hr	1200 $^{\circ}C$ 3 hr	NTC	5093	5.64×10^6	9.40×10^5	7.48×10^1



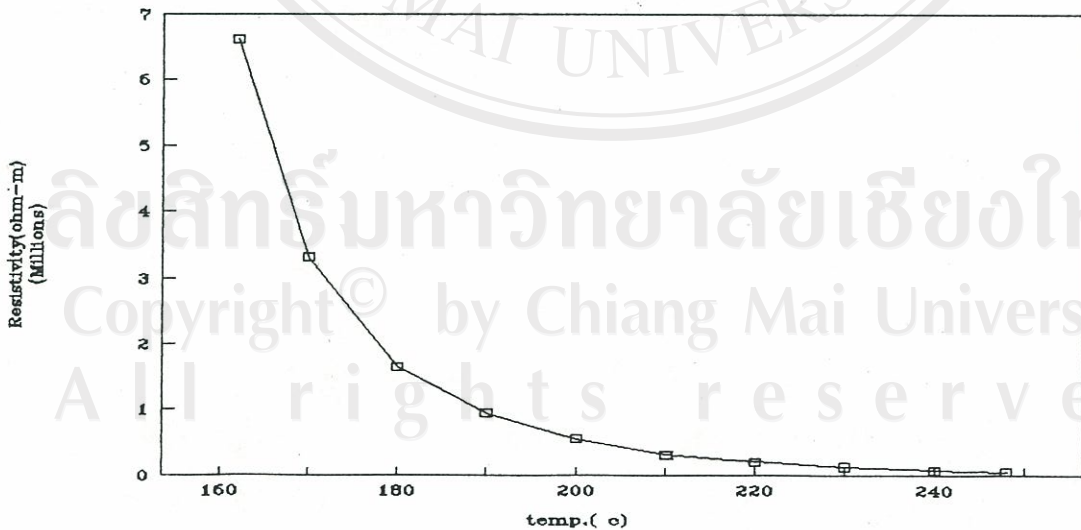
รูปที่ 4.1 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0.5:1 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400°C 3 hr



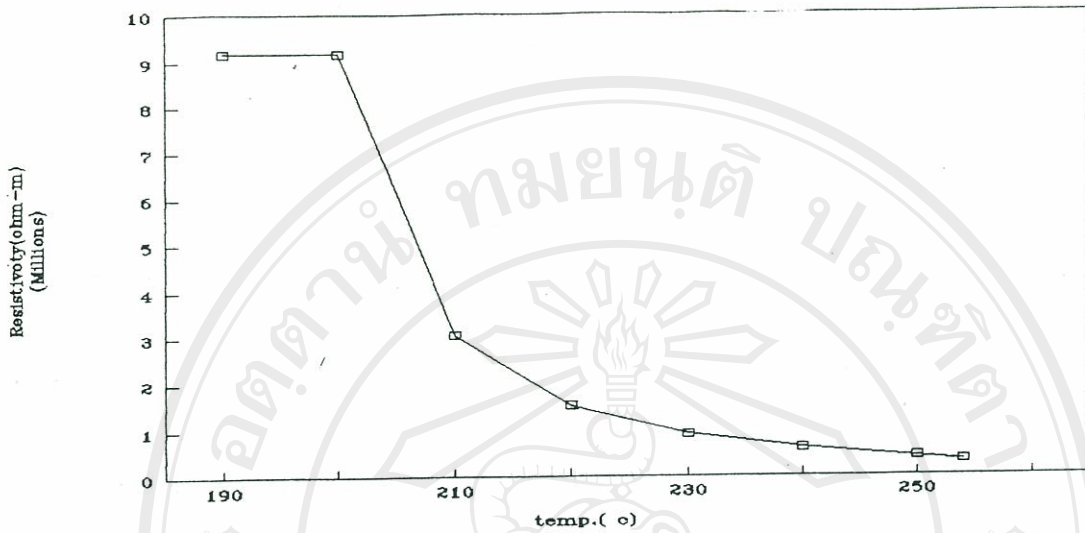
รูปที่ 4.2 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400°C 3 hr



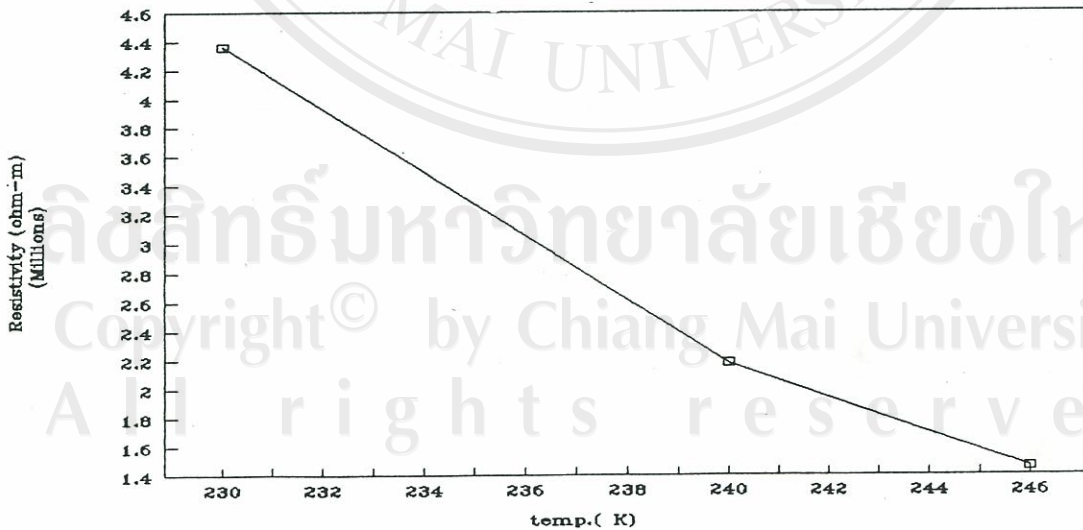
รูปที่ 4.3 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งแรกที่อุณหภูมิในอากาศที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400°C 3 hr



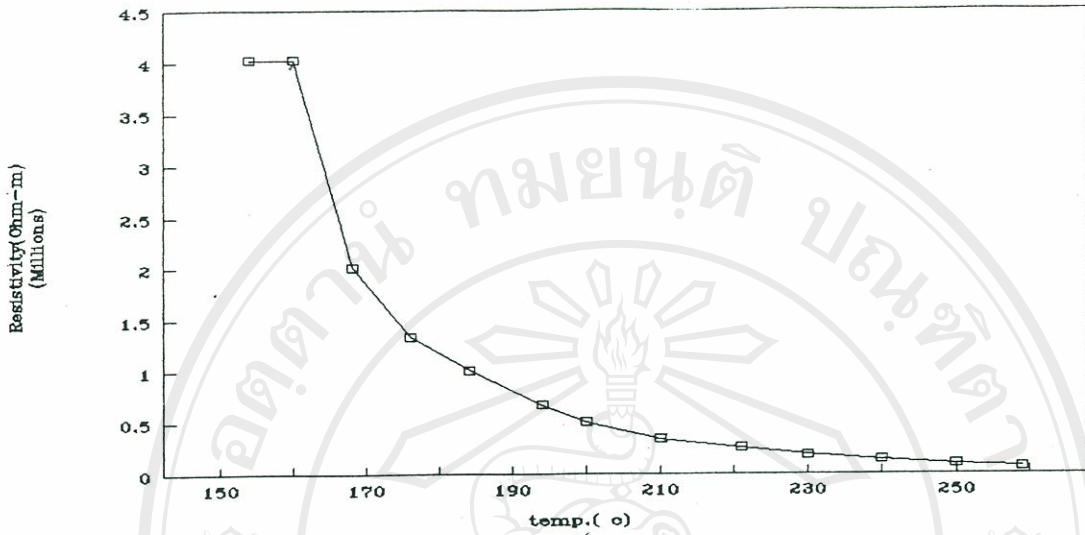
รูปที่ 4.4 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.1 โมล เผาครั้งแรกที่อุณหภูมิในอากาศที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400°C 3 hr



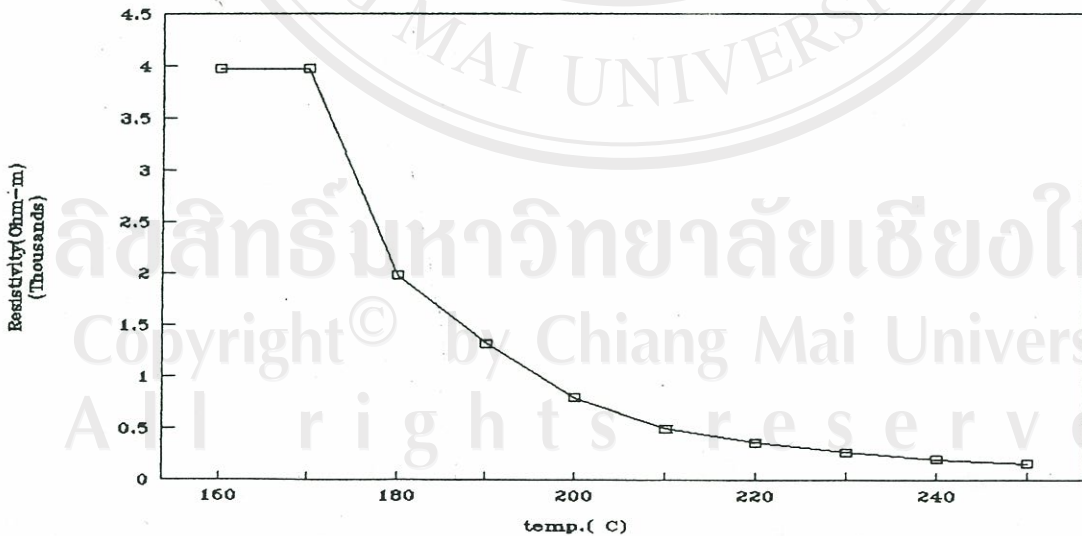
รูปที่ 4.5 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.3 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400°C 3 hr



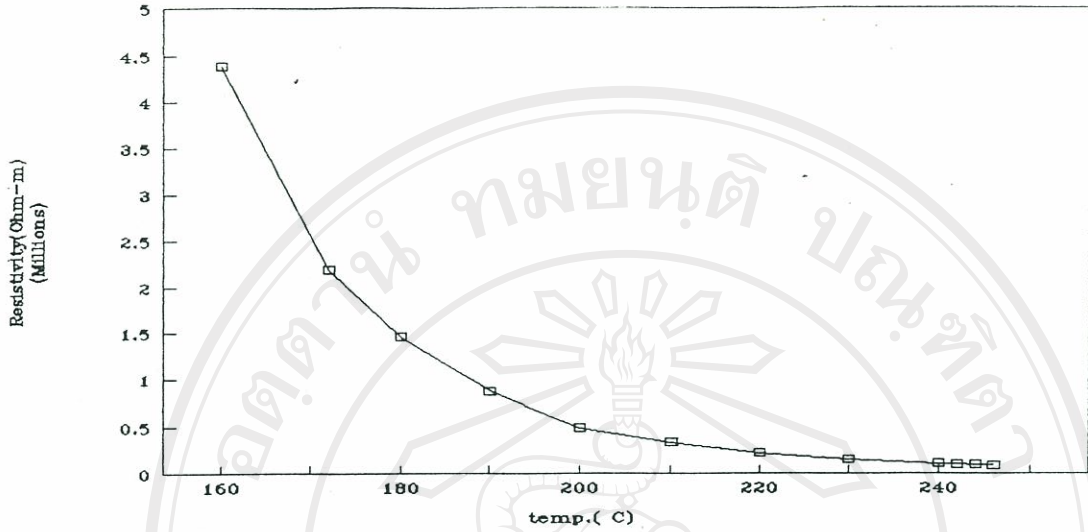
รูปที่ 4.6 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.6 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400°C 3 hr



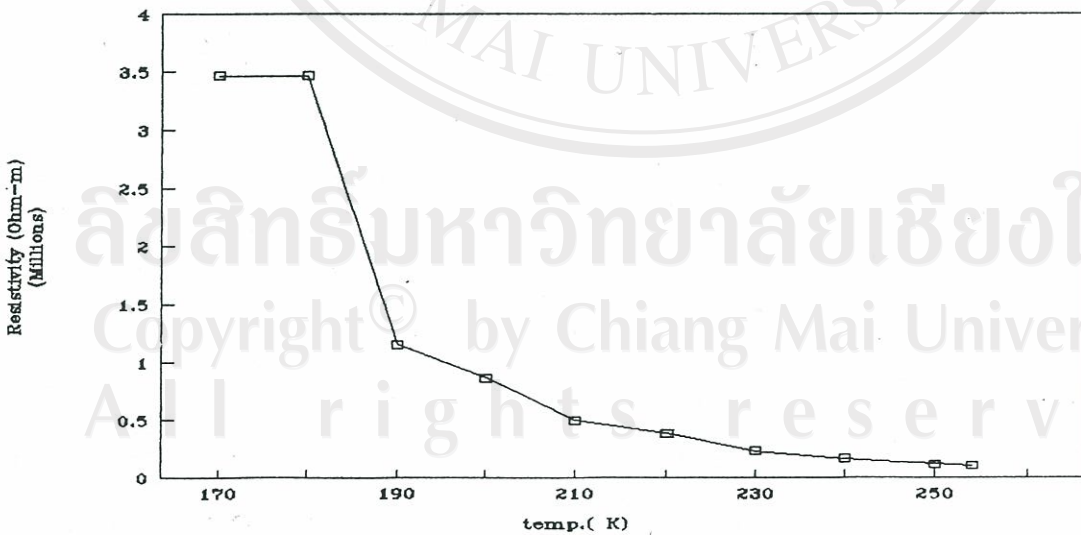
รูปที่ 4.7 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0.5:1 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1300°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400°C 3 hr



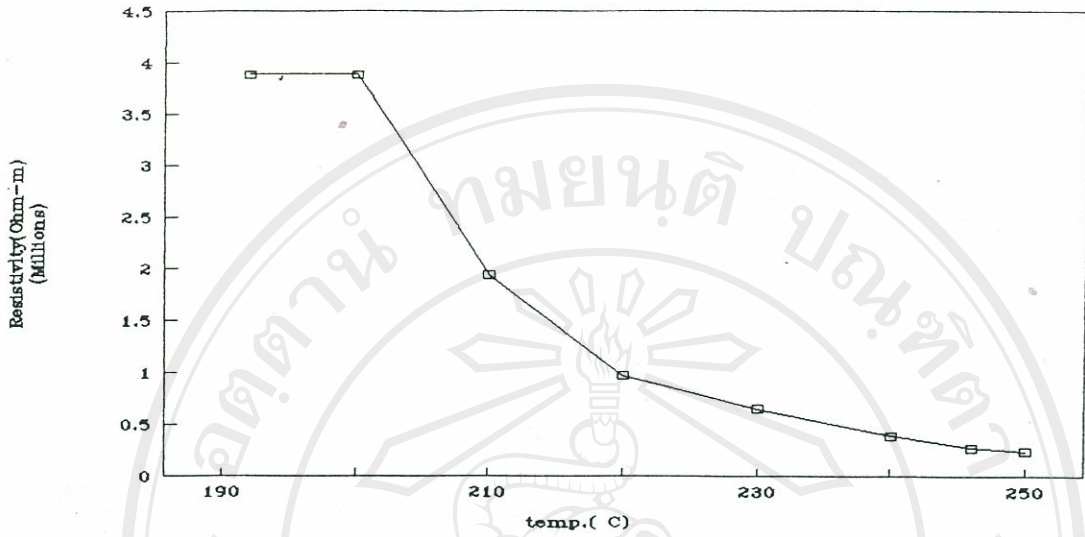
รูปที่ 4.8 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400°C 3 hr



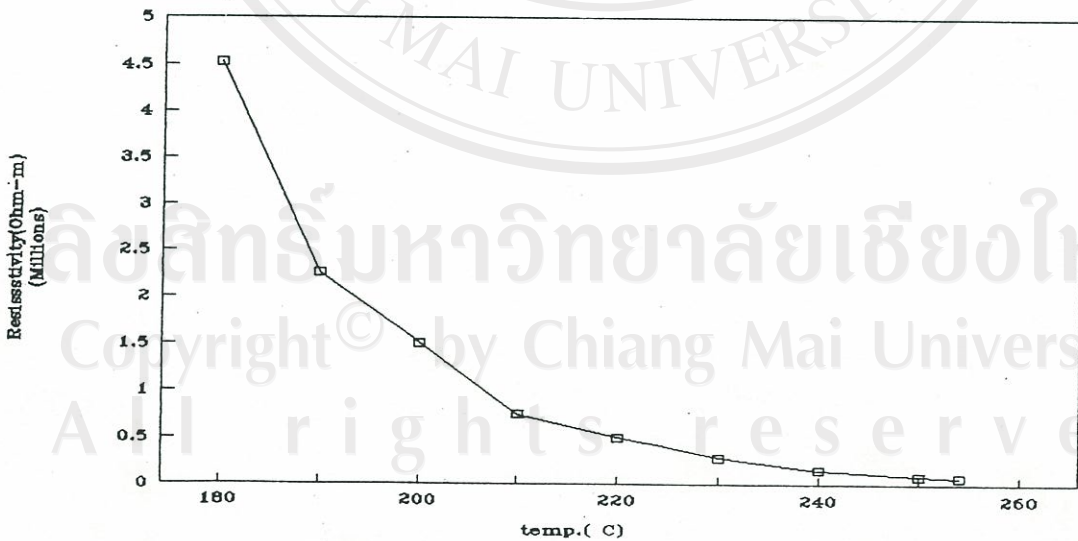
รูปที่ 4.9 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งแรกหนึ่งในอากาศที่ 1400°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400°C 3 hr



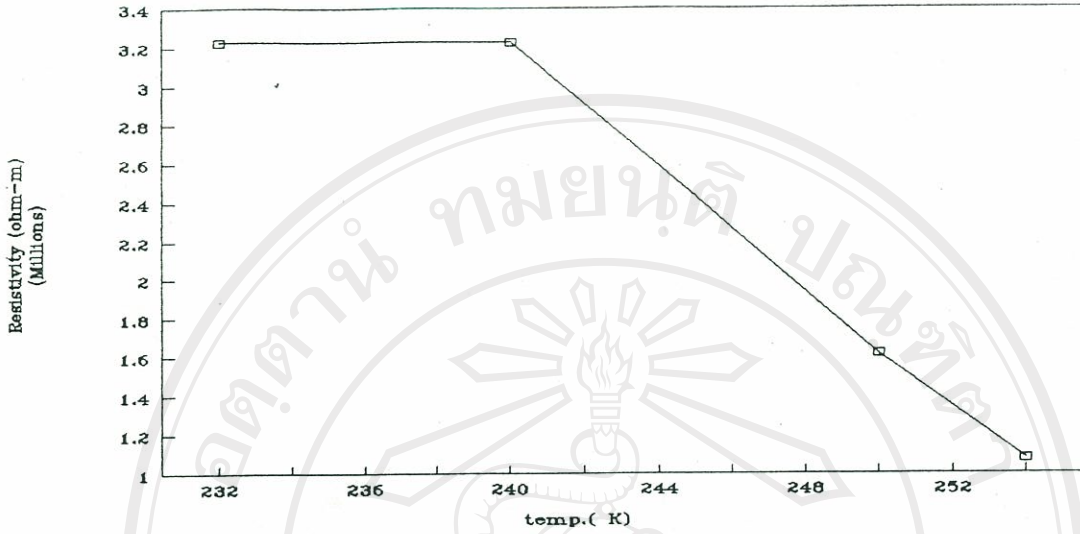
รูปที่ 4.10 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งแรกหนึ่งในอากาศที่ 1400°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1500°C 3 hr



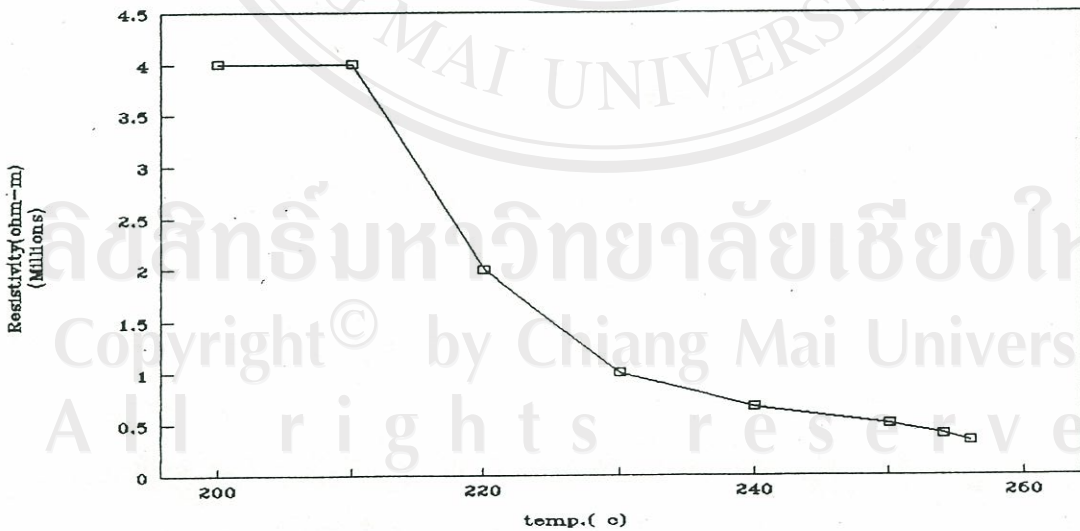
รูปที่ 4.11 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.1 โมล เผาครั้งแรกในอากาศที่ 1200°C 3 hr



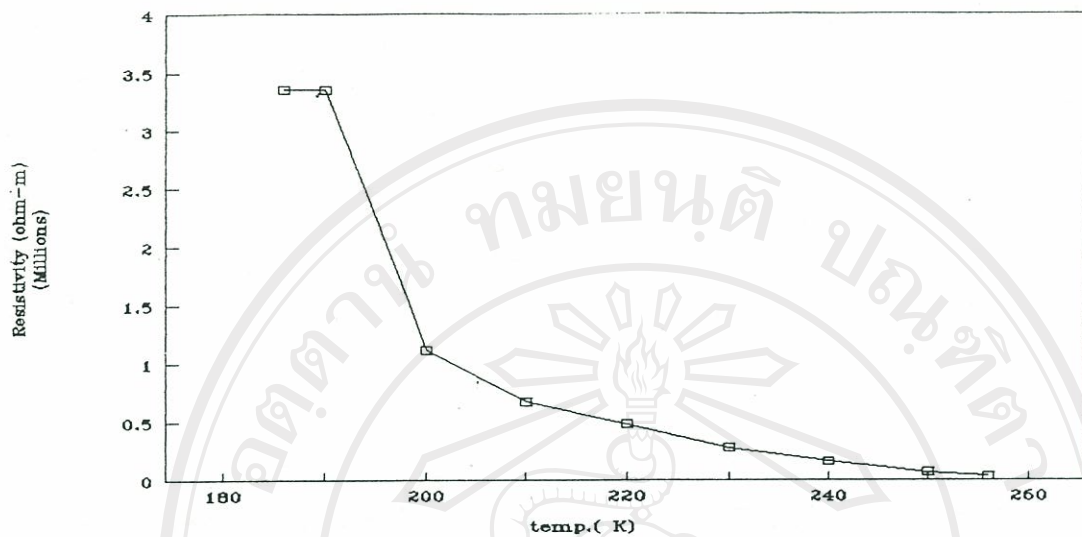
รูปที่ 4.12 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.3 โมล เผาครั้งแรกในอากาศที่ 1200°C 3 hr



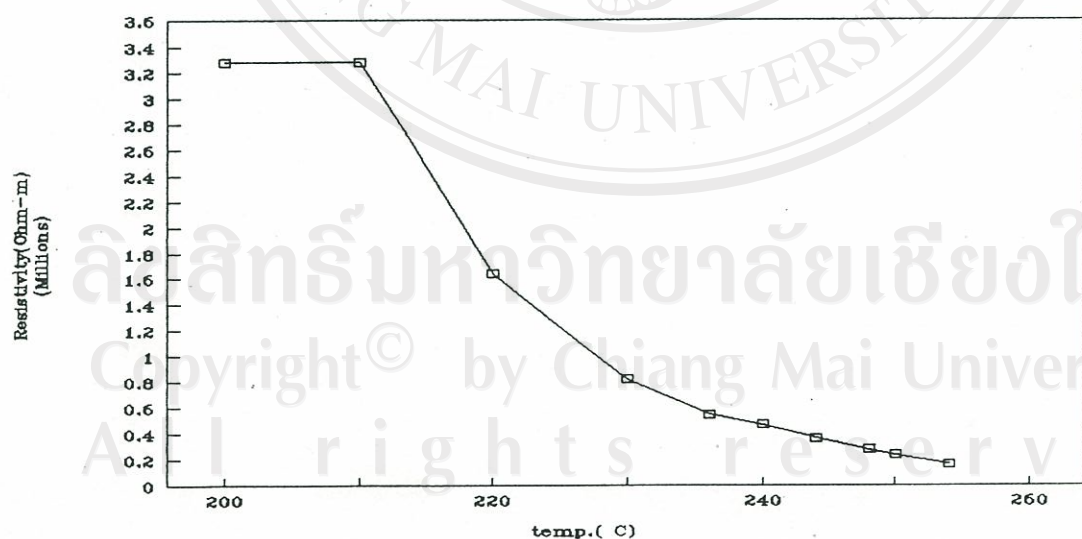
รูปที่ 4.13 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.6 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1200°C 3 hr



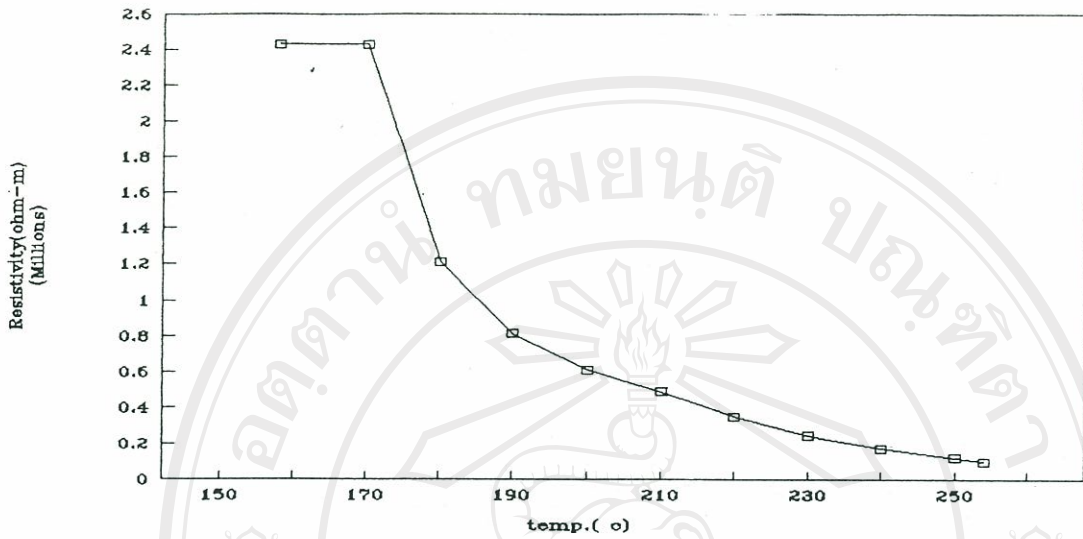
รูปที่ 4.14 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400°C 3 hr



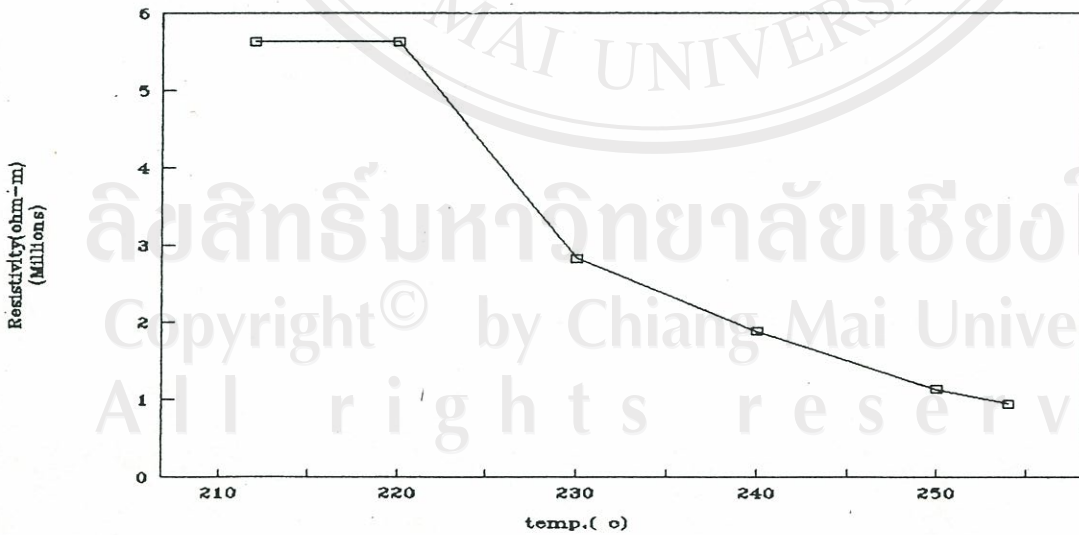
รูปที่ 4.15 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.1 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400°C 3 hr



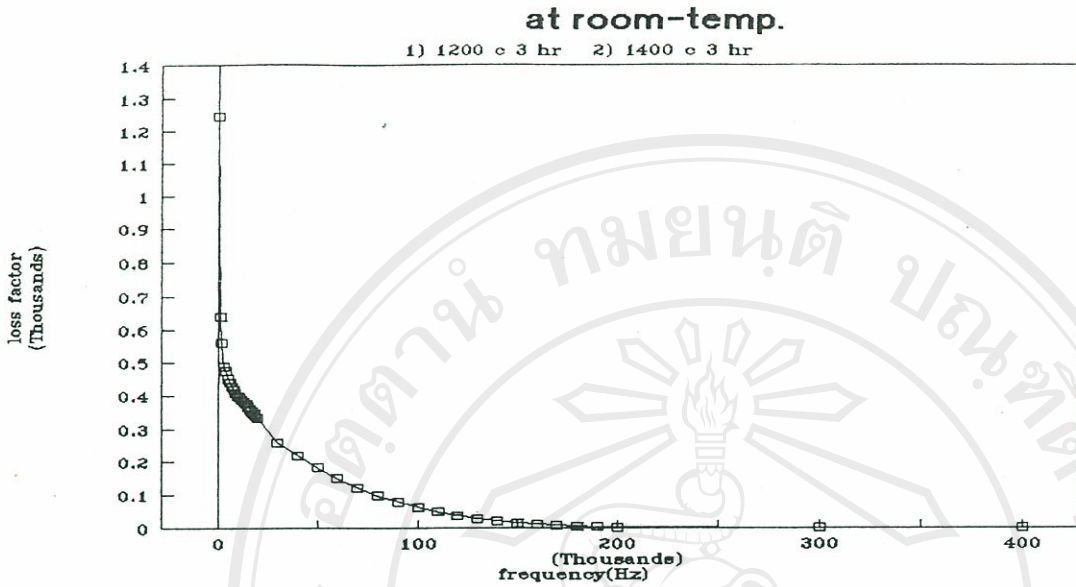
รูปที่ 4.16 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.3 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400°C 3 hr



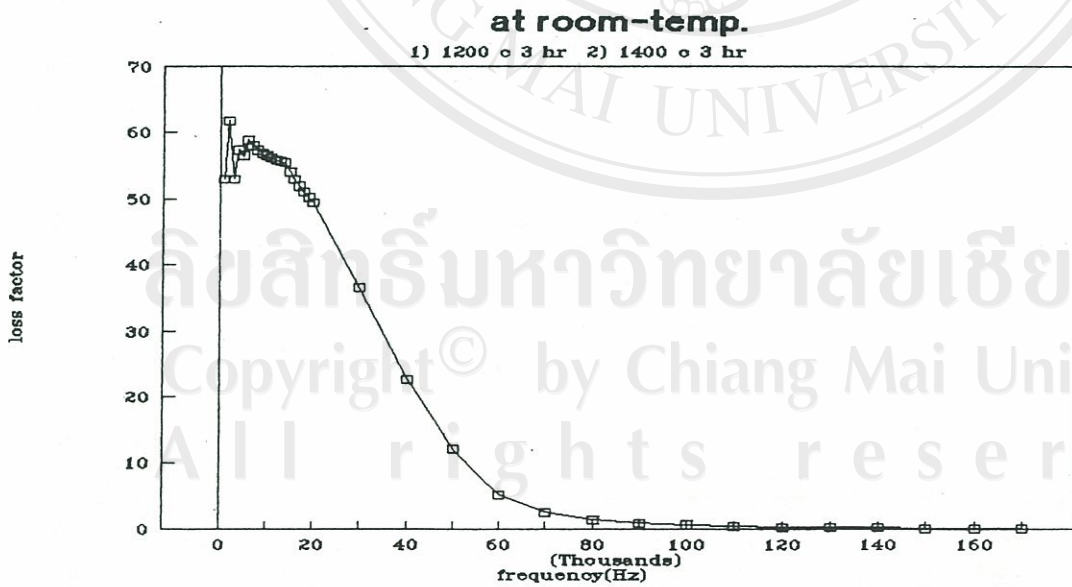
รูปที่ 4.17 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.6 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400°C 3 hr



รูปที่ 4.18 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.6 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1400°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1200°C 3 hr



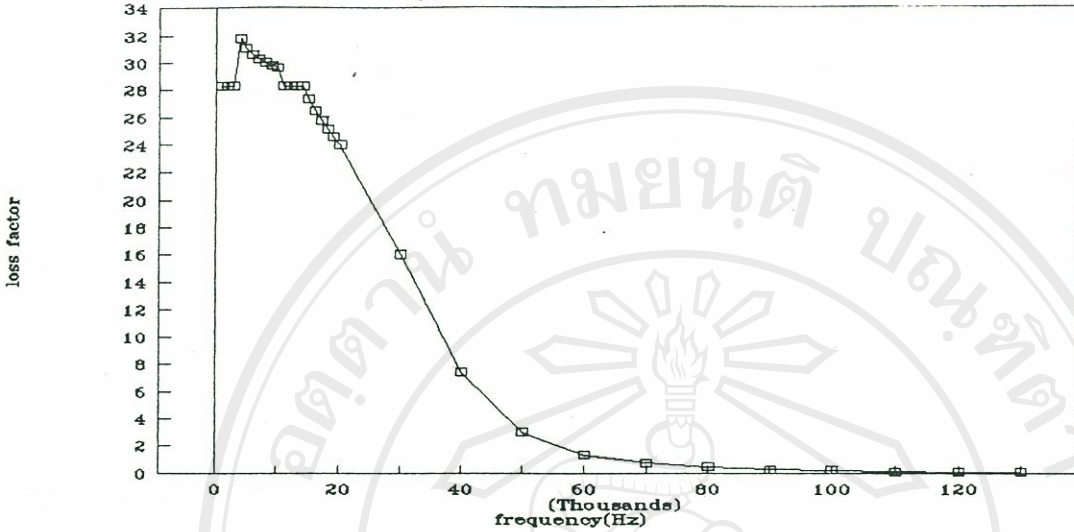
รูปที่ 4.19 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3 : \text{TiO}_2 : \text{ZrO}_2 : \text{SrO}$ เป็น 1:1:0.5:1 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °C 3 hr



รูปที่ 4.20 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3 : \text{TiO}_2 : \text{ZrO}_2 : \text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °C 3 hr

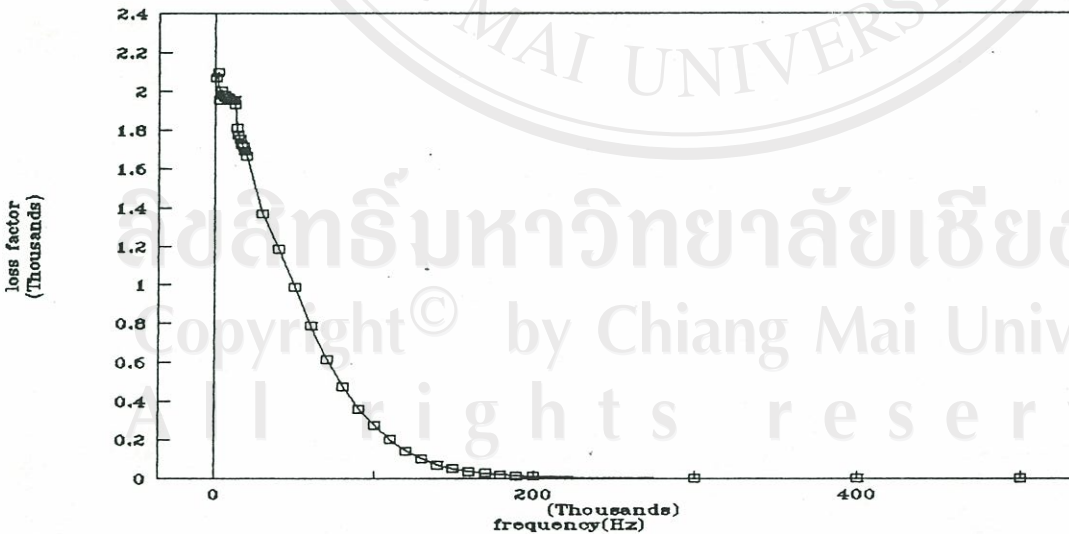
at room-temperature

1) 1200 ° 3 hr 2) 1400 ° 3 hr

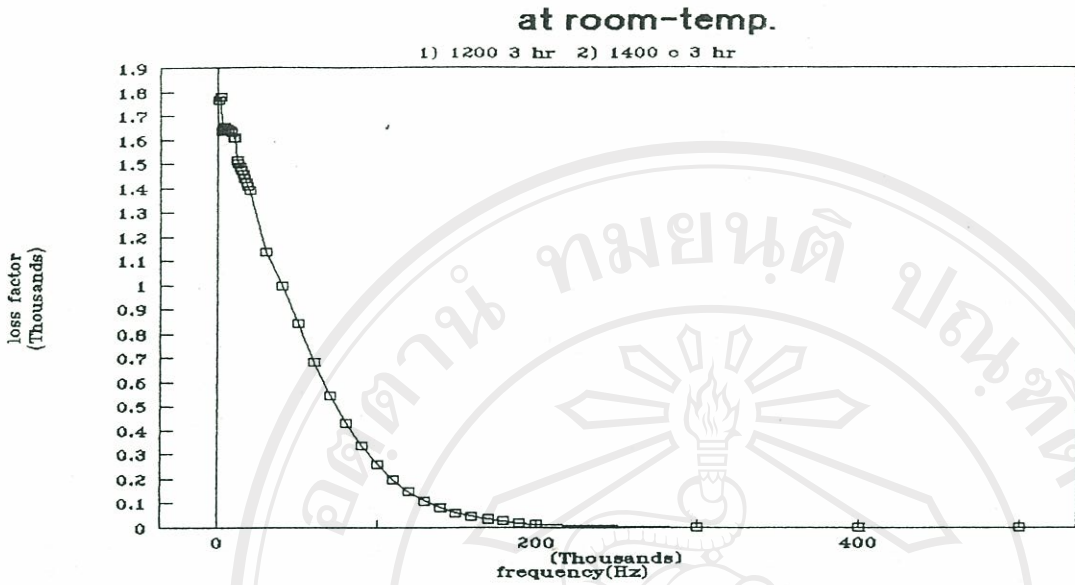


รูปที่ 4.21 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ $1200\text{ }^{\circ}C$ 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ $1400\text{ }^{\circ}C$ 3 hr

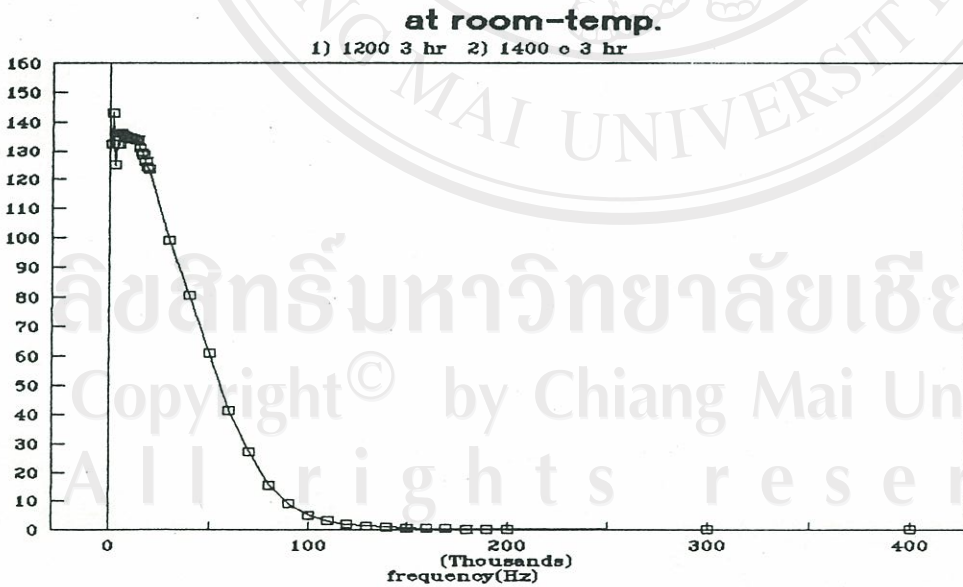
at room-temp.



รูปที่ 4.22 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:0:0.1 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ $1200\text{ }^{\circ}C$ 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ $1400\text{ }^{\circ}C$ 3 hr



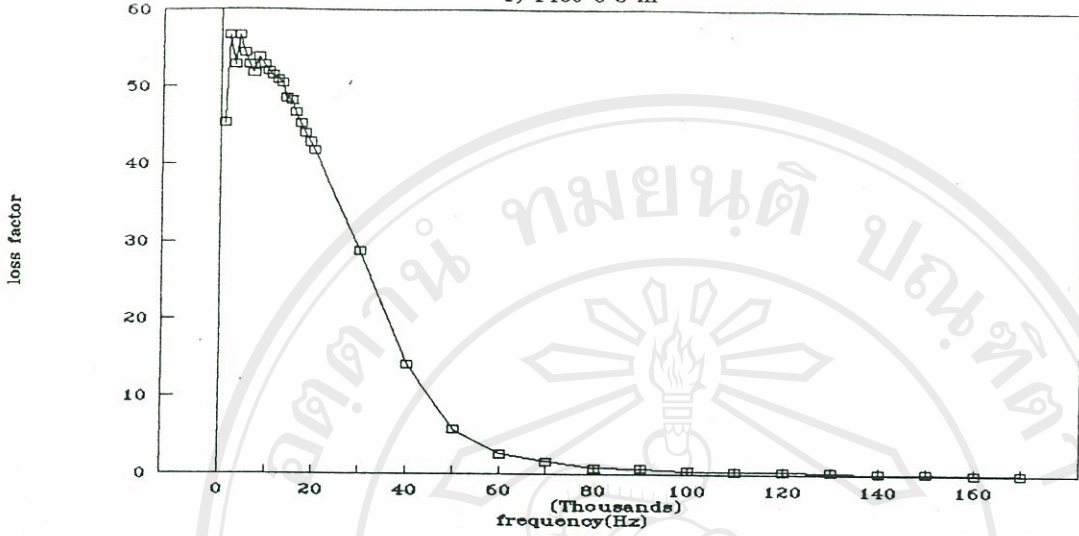
รูปที่ 4.23 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:0:0.3 โมล เผาครั้งแรกที่หนึ่งในอากาศที่ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °C 3 hr



รูปที่ 4.24 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:0:0.6 โมล เผาครั้งแรกที่หนึ่งในอากาศที่ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °C 3 hr

at room-temp.

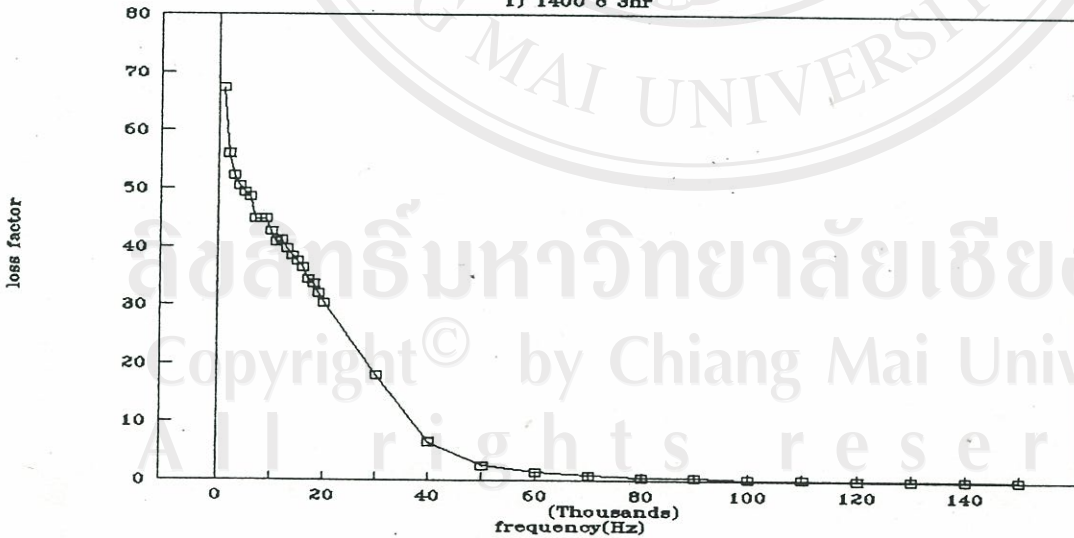
1) 1400 °C 3 hr



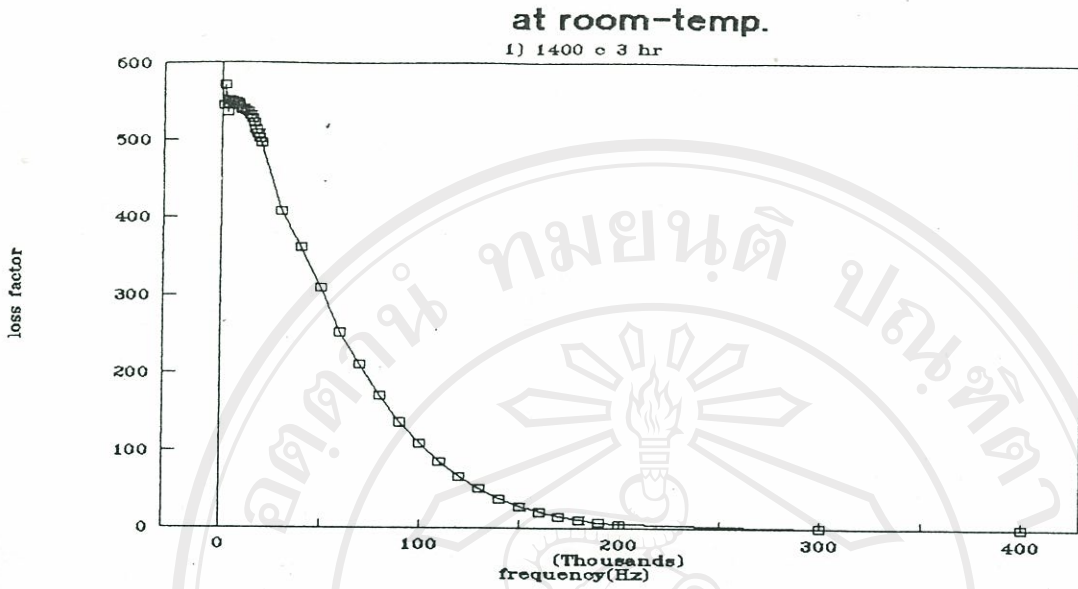
รูปที่ 4.25 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400 °C 3 hr

at room-temperature

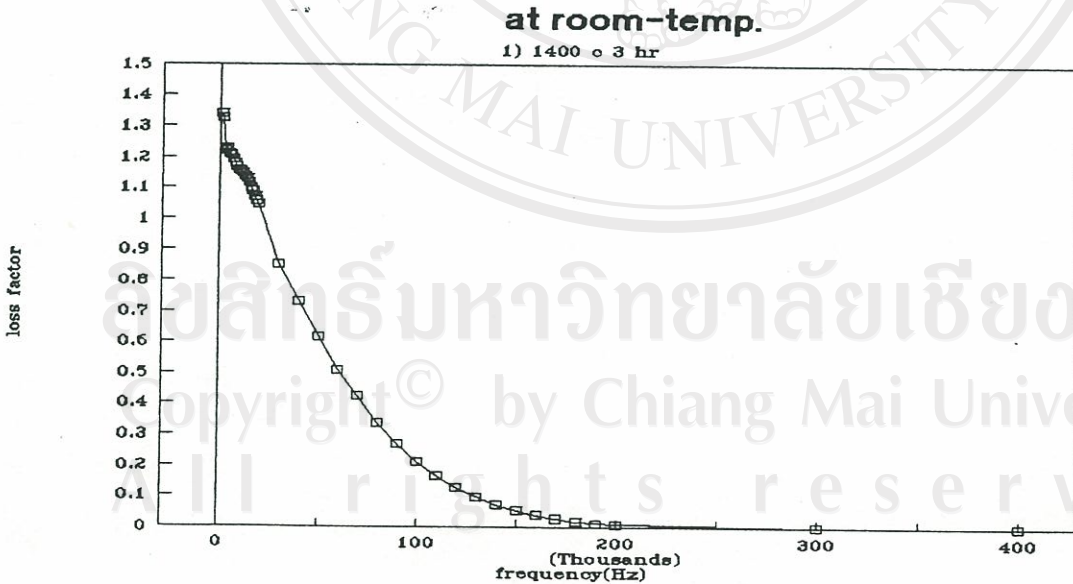
1) 1400 °C 3hr



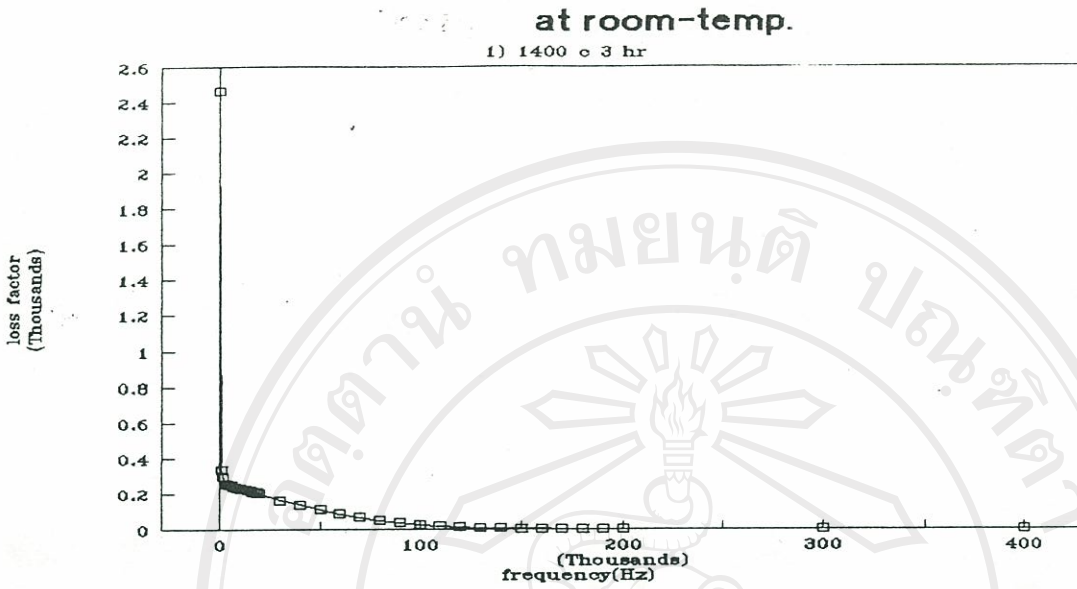
รูปที่ 4.26 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400 °C 3 hr



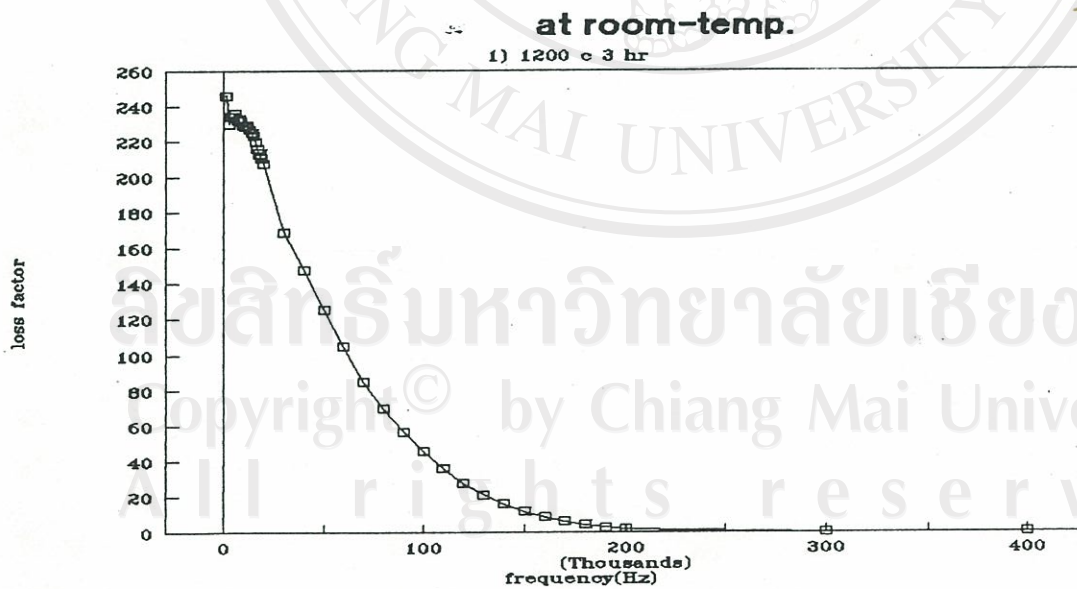
รูปที่ 4.27 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.1 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400 °C 3 hr



รูปที่ 4.28 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.3 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400 °C 3 hr



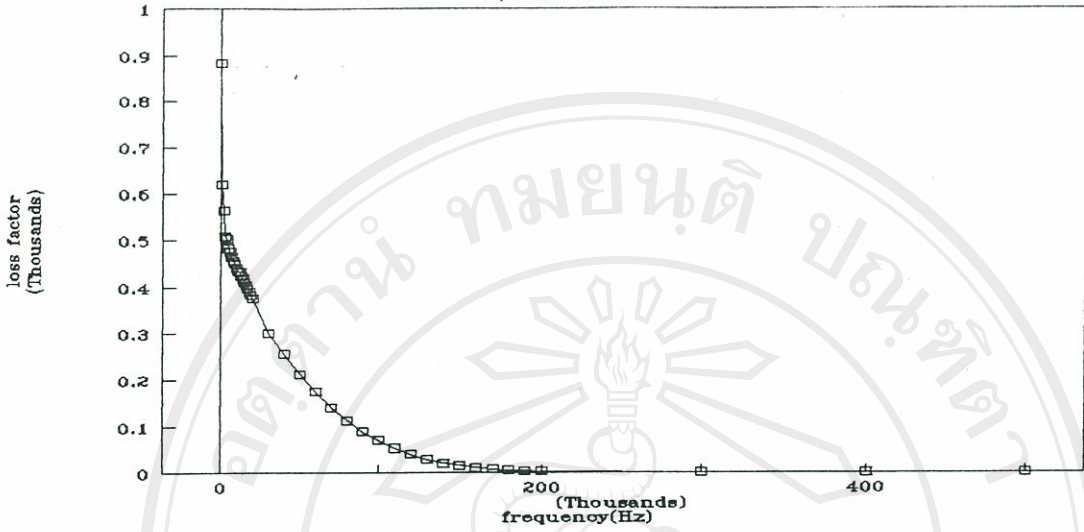
รูปที่ 4.29 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:0:0.6 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400 °c 3 hr



รูปที่ 4.30 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:0:0.1 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1200 °c 3 hr

at room-temp.

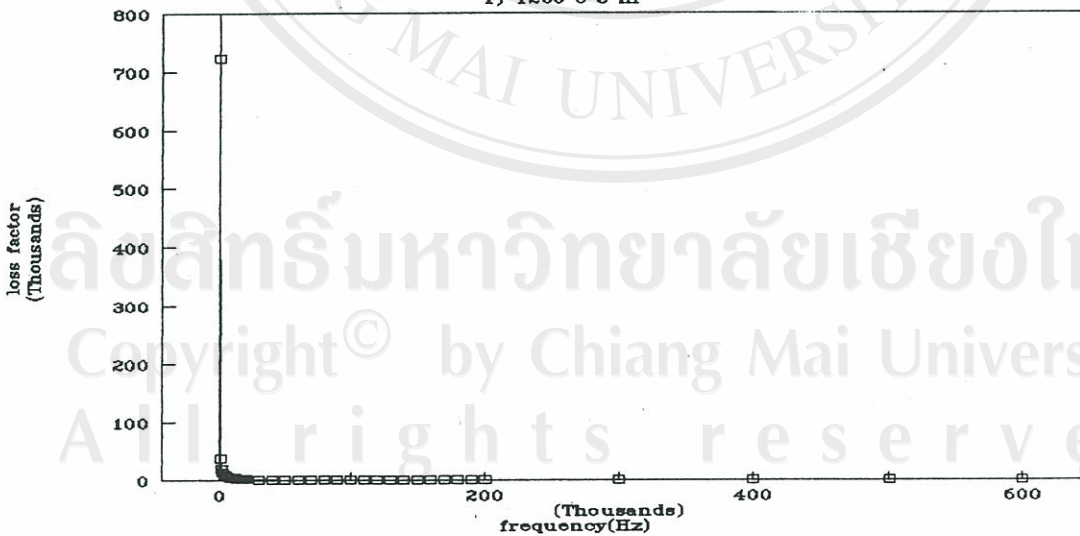
1) 1200 ° 3 hr



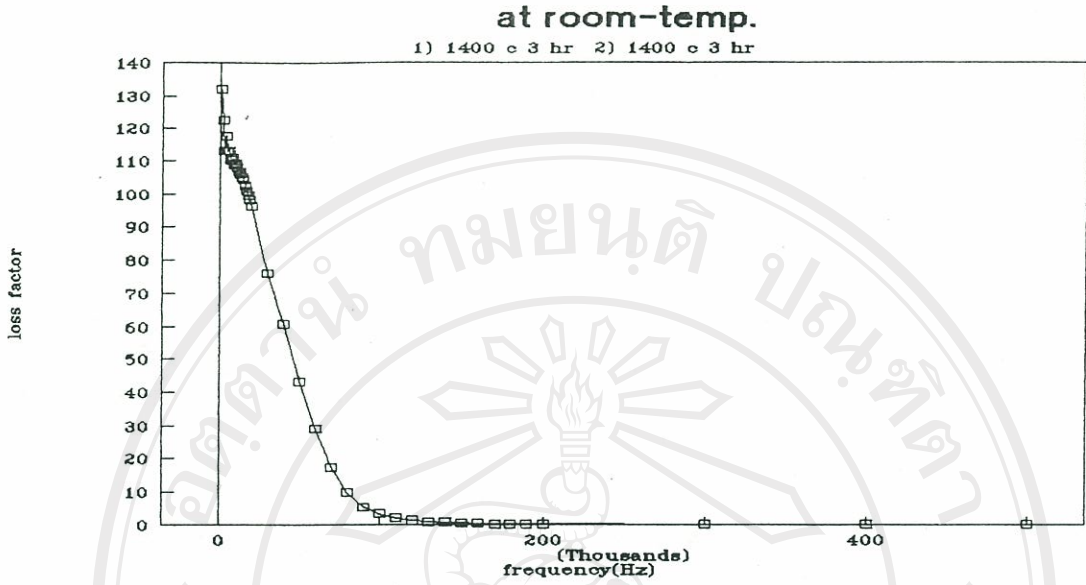
รูปที่ 4.31 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:0:0.3 โมล เผาครั้งแรกในอากาศที่ 1200 °C 3 hr

at room-temp.

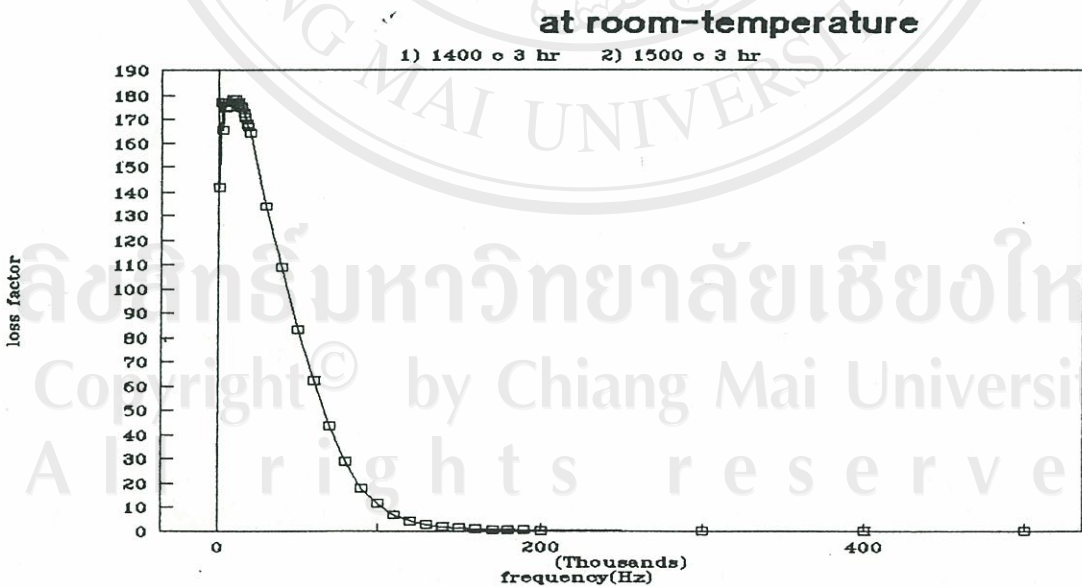
1) 1200 ° 3 hr



รูปที่ 4.32 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:0:0.6 โมล เผาครั้งแรกในอากาศที่ 1200 °C 3 hr



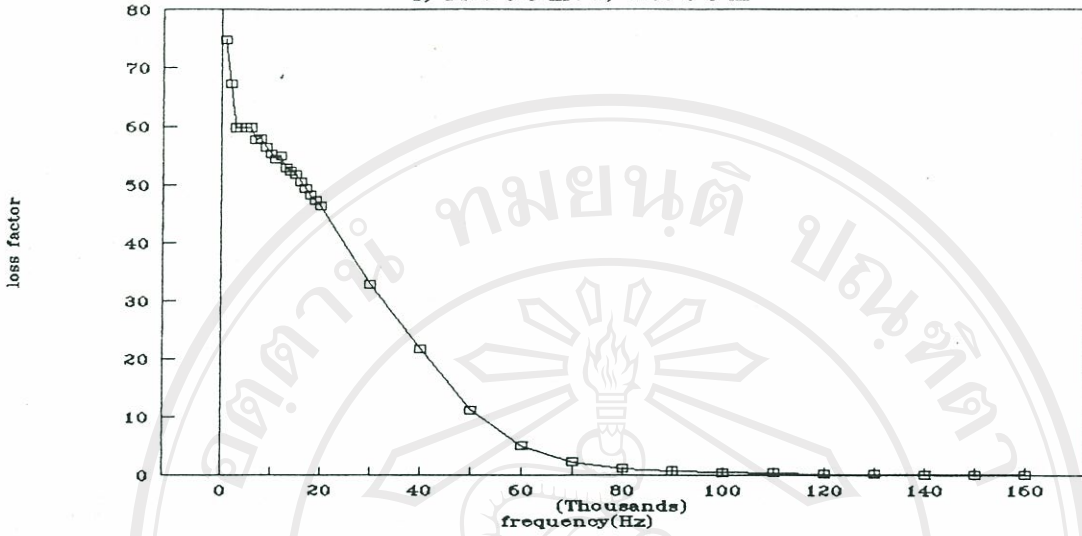
รูปที่ 4.33 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ $1400\text{ }^{\circ}C$ 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ $1400\text{ }^{\circ}C$ 3 hr



รูปที่ 4.34 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ $1400\text{ }^{\circ}C$ 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ $1500\text{ }^{\circ}C$ 3 hr

at room-temperature

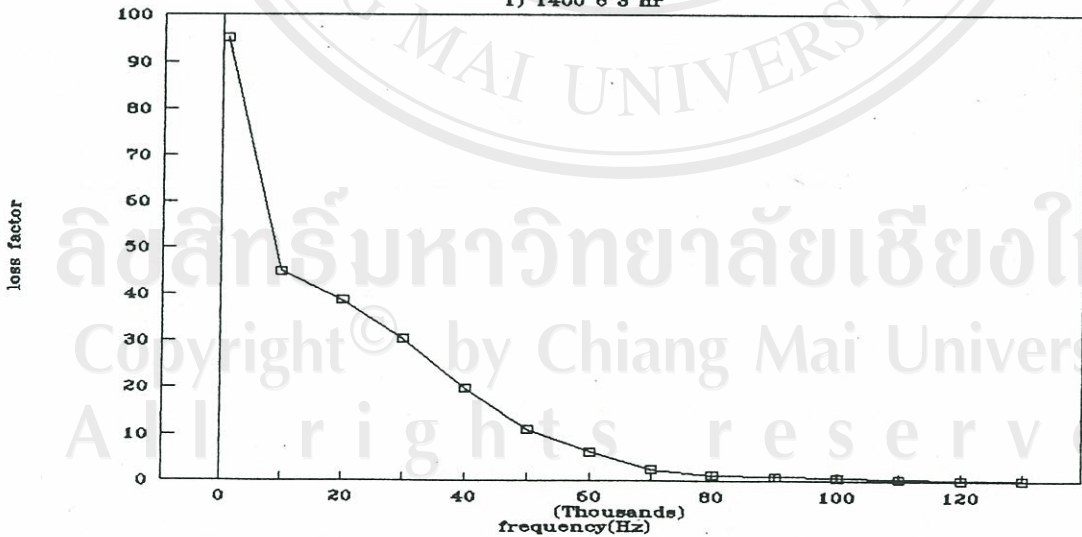
1) 1400 °C 3 hr. 2) 1200 °C 3 hr



รูปที่ 4.35 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.6 โมล เผาครั้งแรกในอากาศที่ 1400 °C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1200 °C 3 hr

at temp. = 90 °C

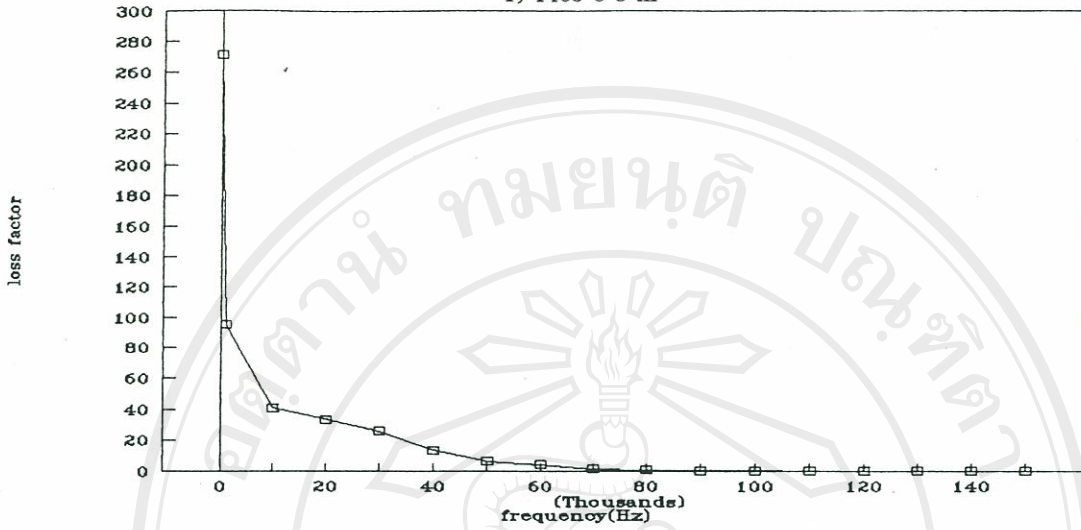
1) 1400 °C 3 hr



รูปที่ 4.36 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิ 90 °C ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งแรกในอากาศที่ 1400 °C 3 hr

at temp. = 180 c

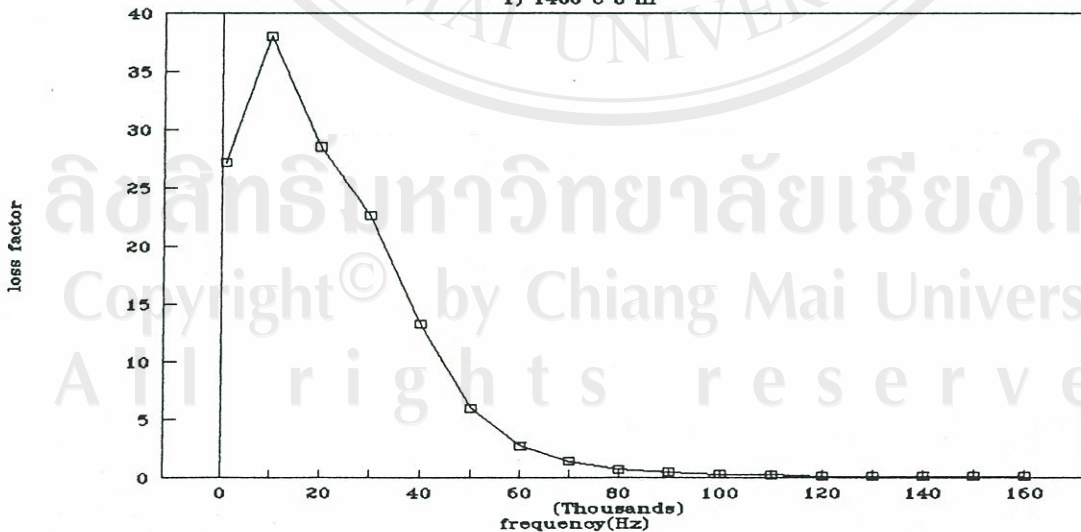
1) 1400 ° c 3 hr



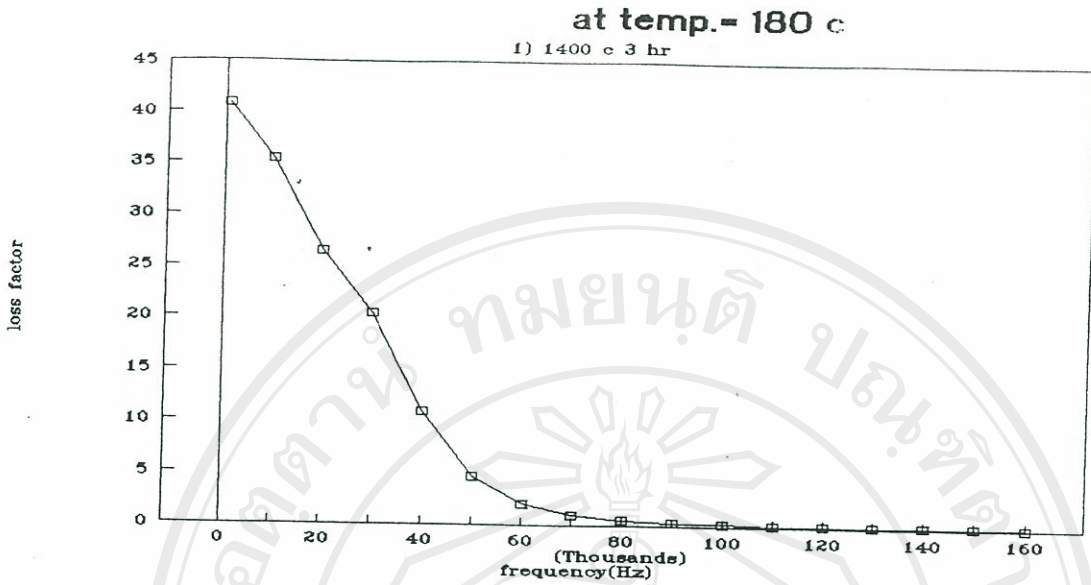
รูปที่ 4.37 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิ 180 °c ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400 °c 3 hr

at temp. = 90 c

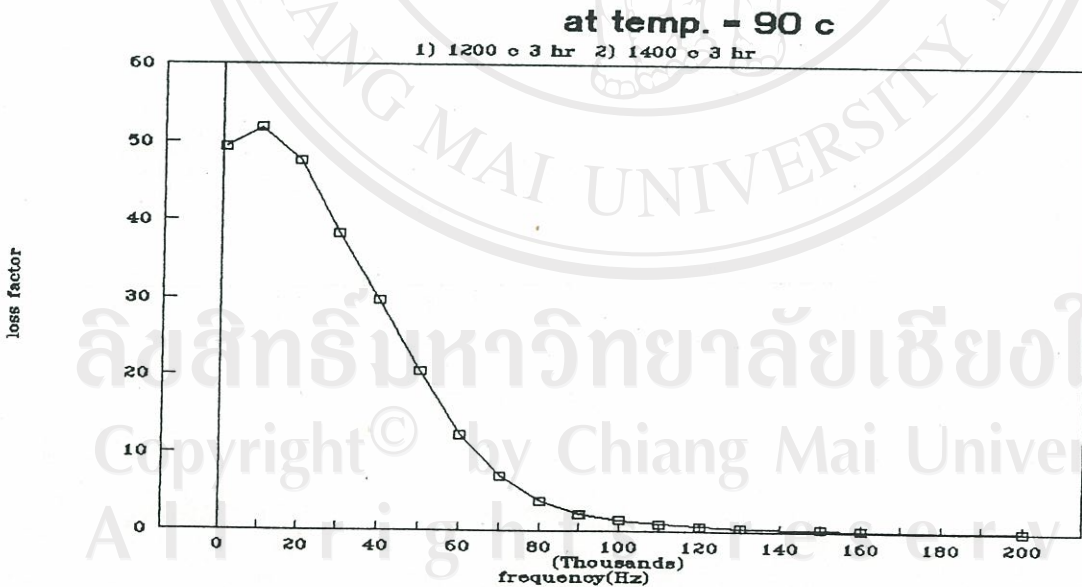
1) 1400 ° c 3 hr



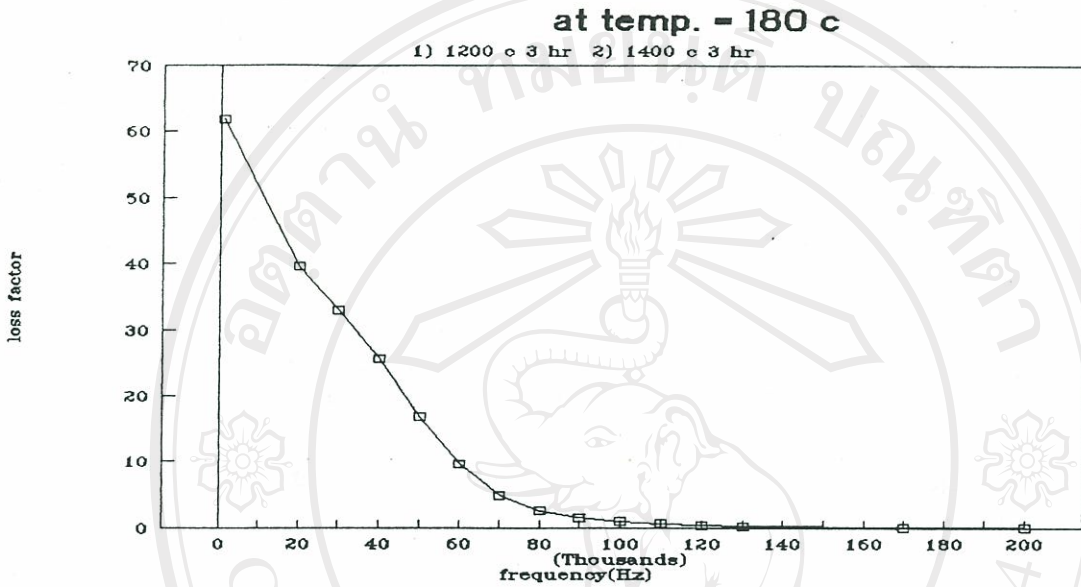
รูปที่ 4.38 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิ 90 °c ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400 °c 3 hr



รูปที่ 4.39 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิ 180 °c ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งแรกในอากาศที่ 1400 °c 3 hr

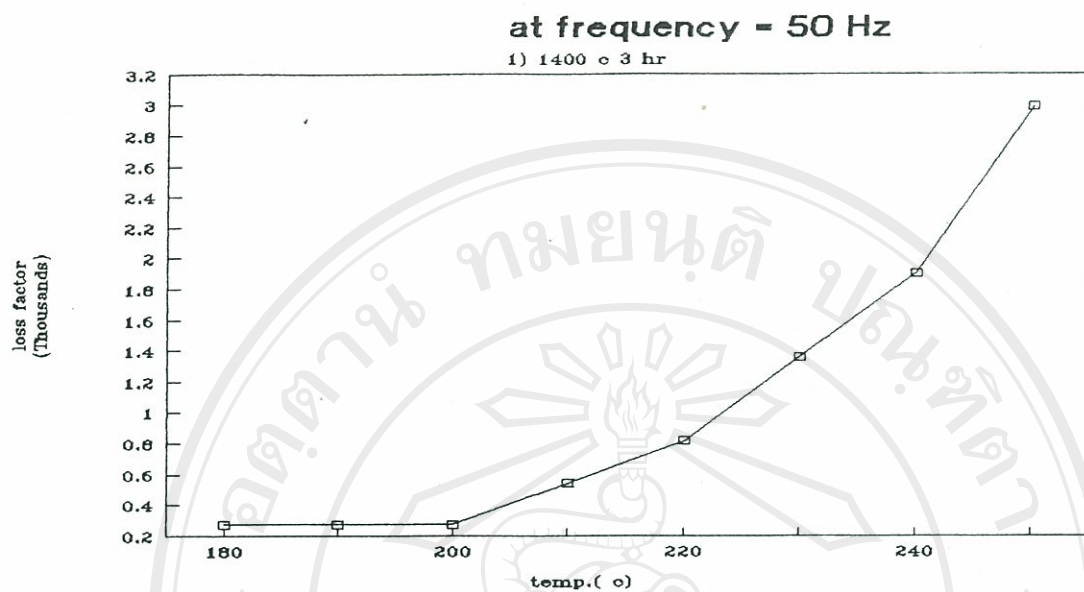


รูปที่ 4.40 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิ 90 °c ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 : SrO$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งแรกในอากาศที่ 1200 °c 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °c 3 hr

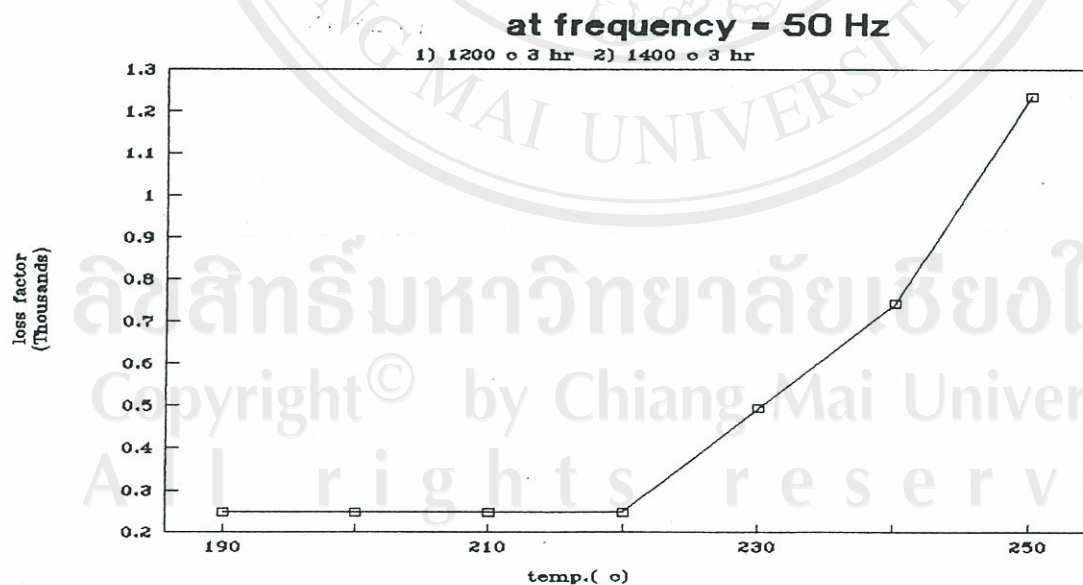


รูปที่ 4.41 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิ 180 °c ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งแรกที่อุณหภูมิในอากาศที่ 1200 °c 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °c 3 hr

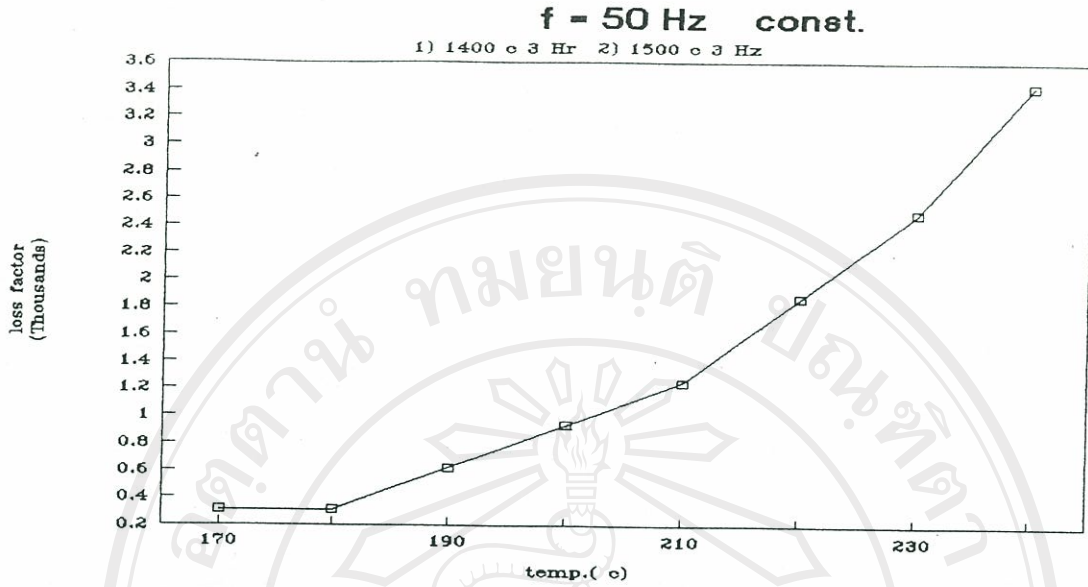
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



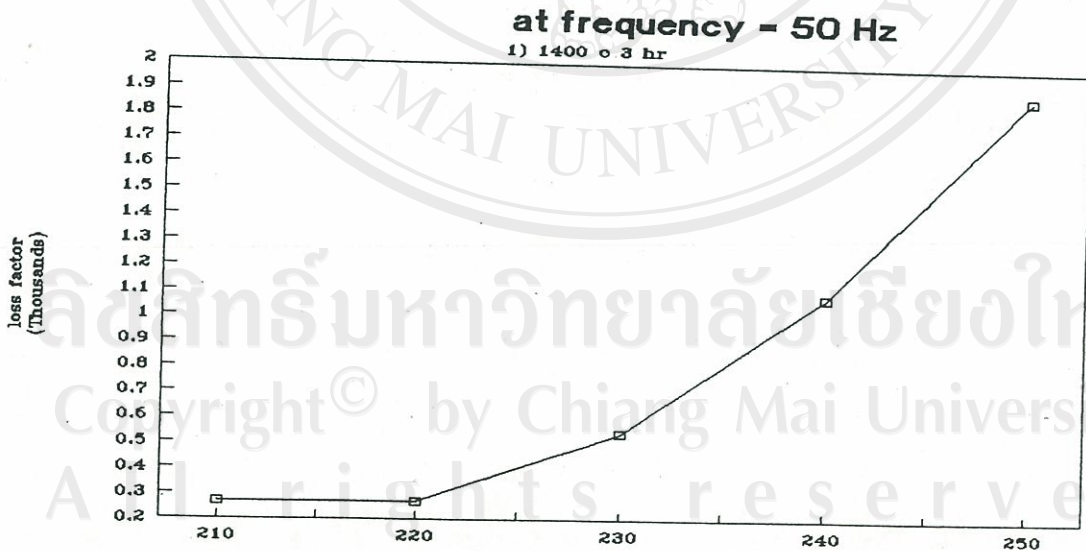
รูปที่ 4.42 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่ 50 Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งเดียวใน อากาศที่ 1400 °C 3hr



รูปที่ 4.43 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่ 50 Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งที่หนึ่งใน อากาศที่ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °C 3hr



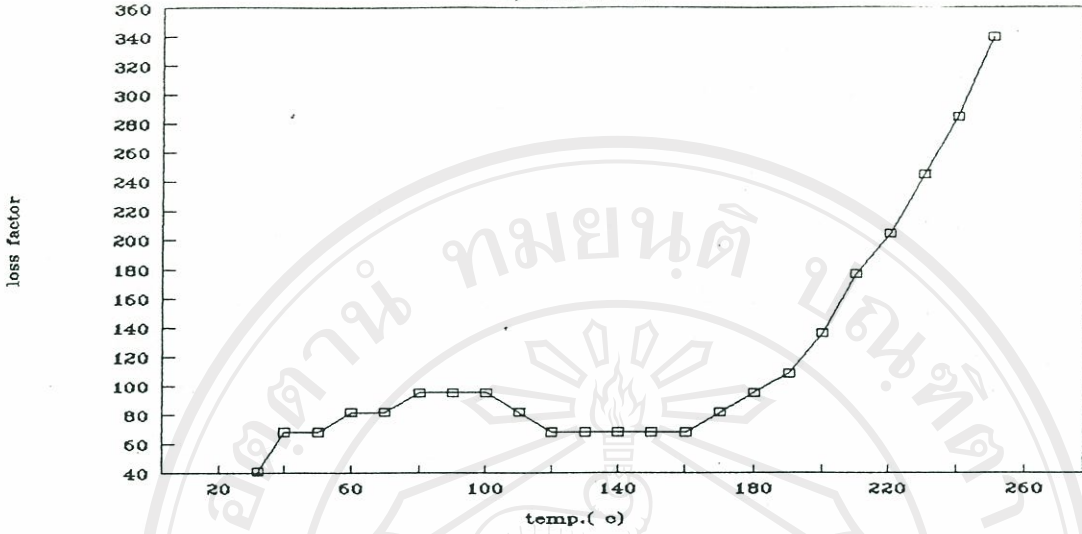
รูปที่ 4.44 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 50 Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งแรกหนึ่งในอากาศที่ 1400 °C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1500 °C 3hr



รูปที่ 4.45 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 50 Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งแรกเดียวในอากาศที่ 1400 °C 3hr

at frequency = 1K Hz

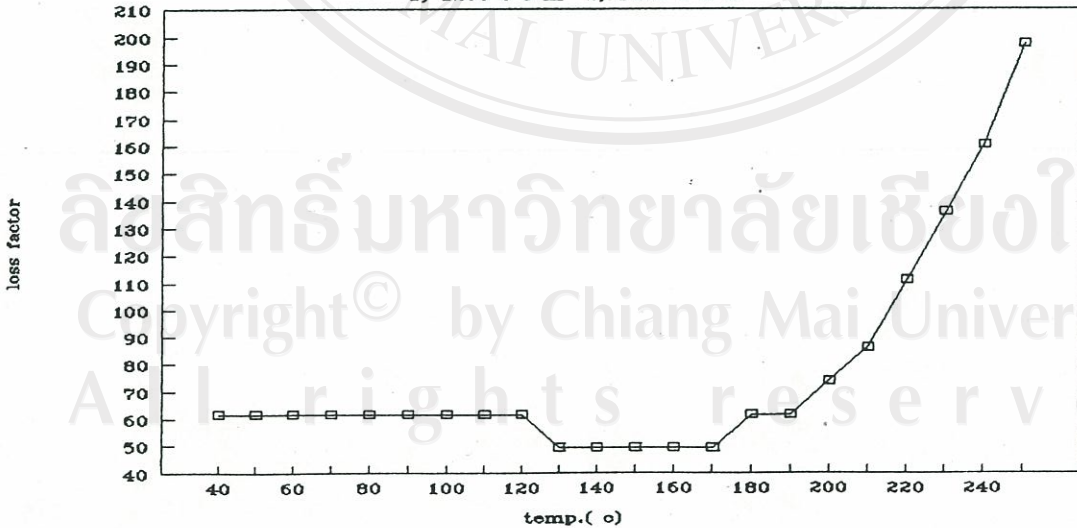
1) 1400 ° 3 hr



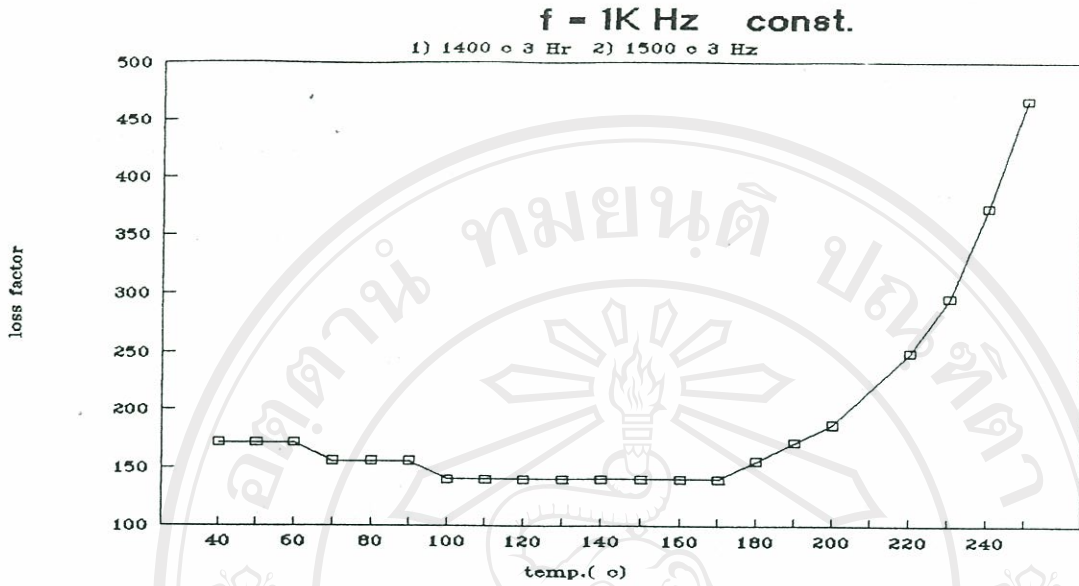
รูปที่ 4.46 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 1K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งแรกเดียวใน อากาศที่ 1400 °C 3hr

at frequency = 1K Hz

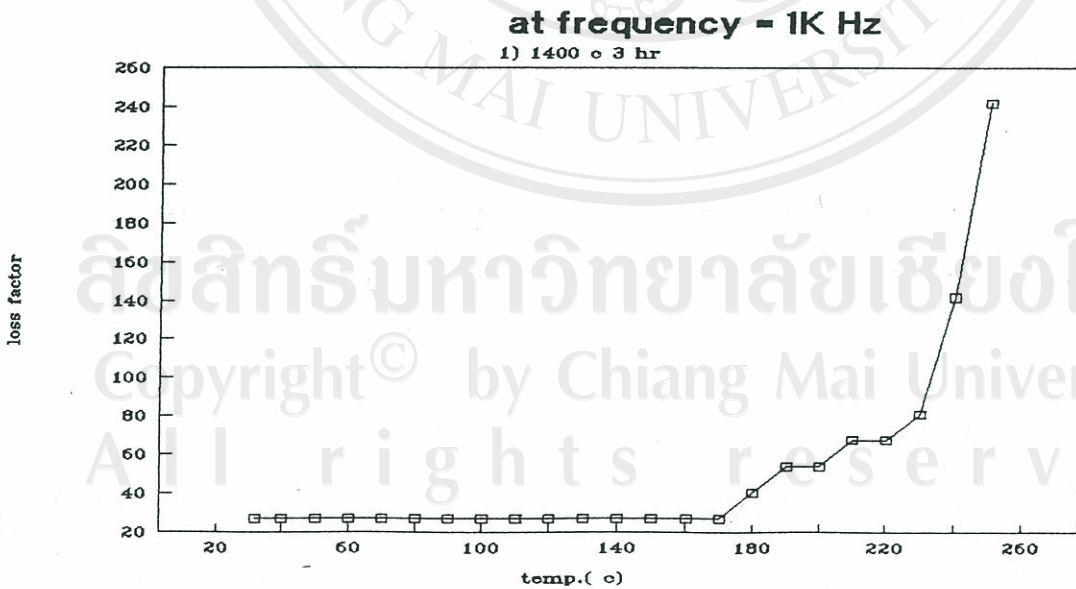
1) 1200 ° 3 hr 2) 1400 ° 3 hr



รูปที่ 4.47 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 1K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งที่หนึ่งใน อากาศที่ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °C 3hr



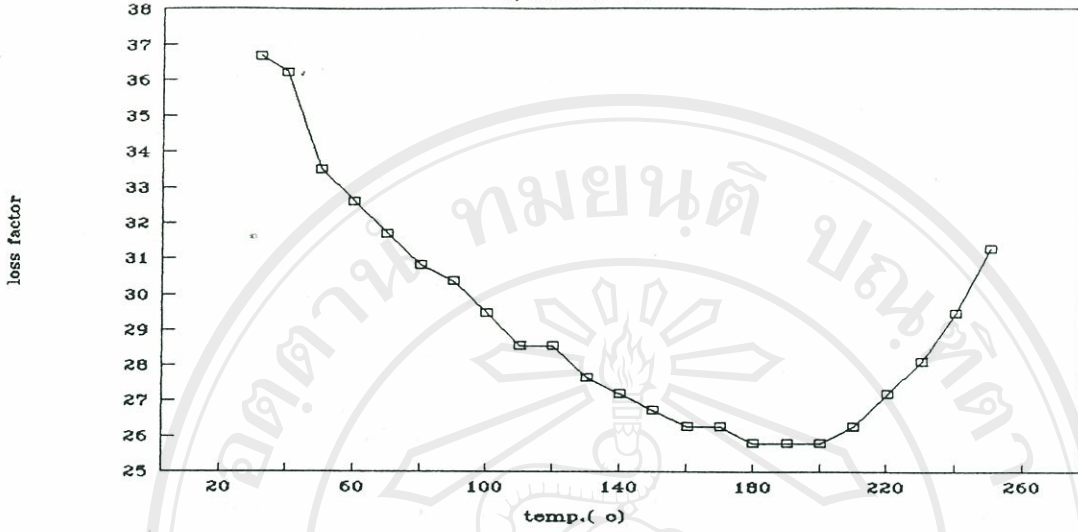
รูปที่ 4.48 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 1K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1400 °C 3hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1500 °C 3 hr



รูปที่ 4.49 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 1K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400 °C 3hr

at frequency = 30K Hz

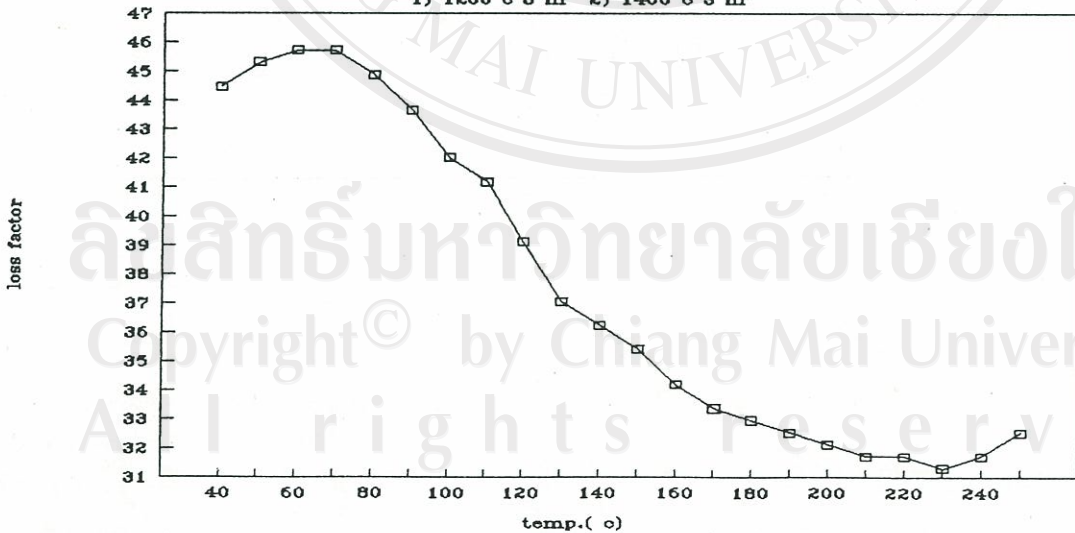
1) 1400 °c 3 hr



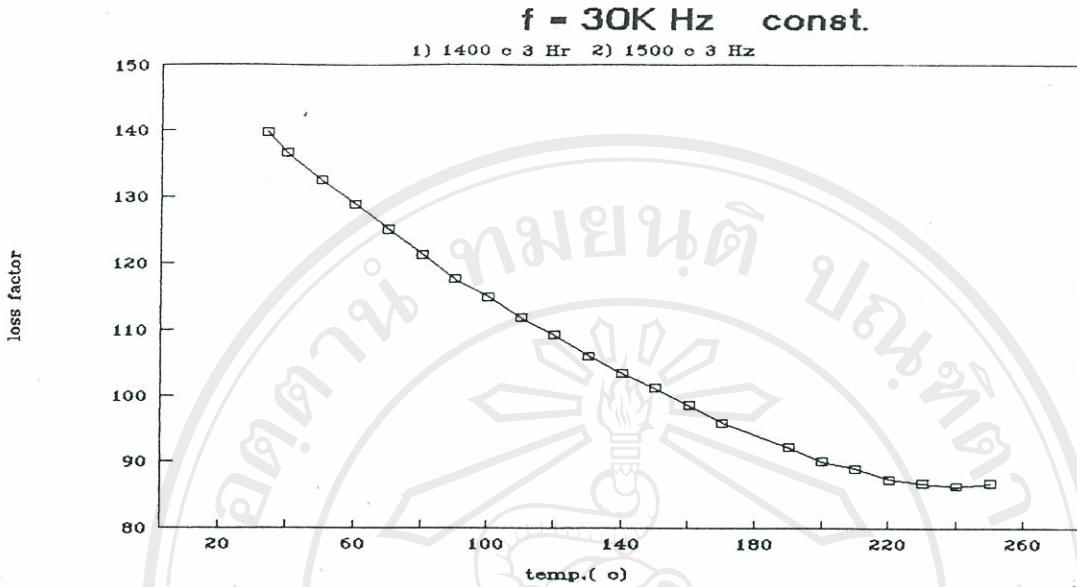
รูปที่ 4.50 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 30K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งแรกในอากาศที่ 1400 °c 3hr

at frequency = 30K Hz

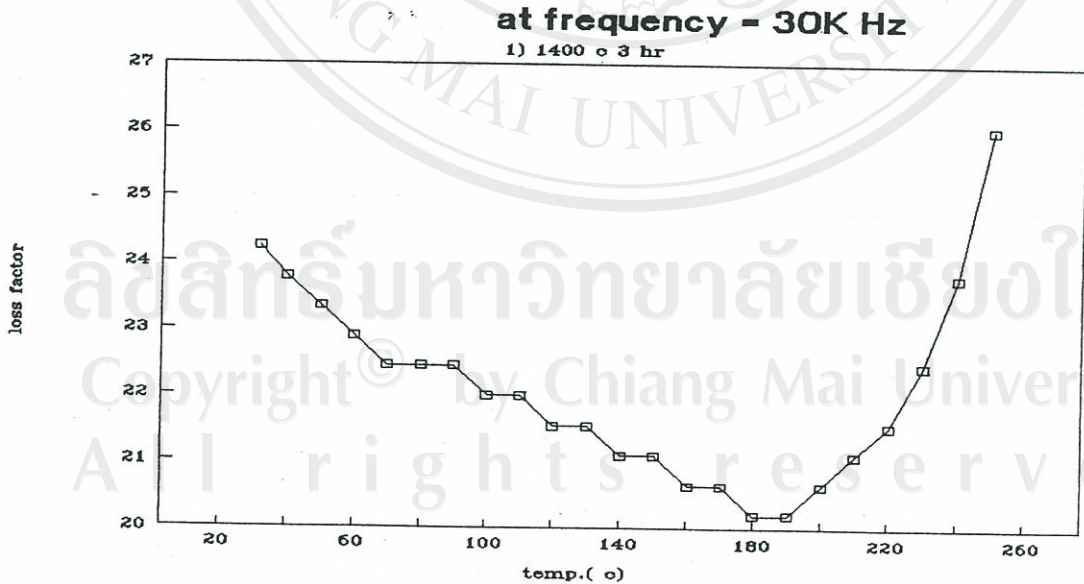
1) 1200 °c 3 hr 2) 1400 °c 3 hr



รูปที่ 4.51 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 30K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1200 °c 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °c 3hr



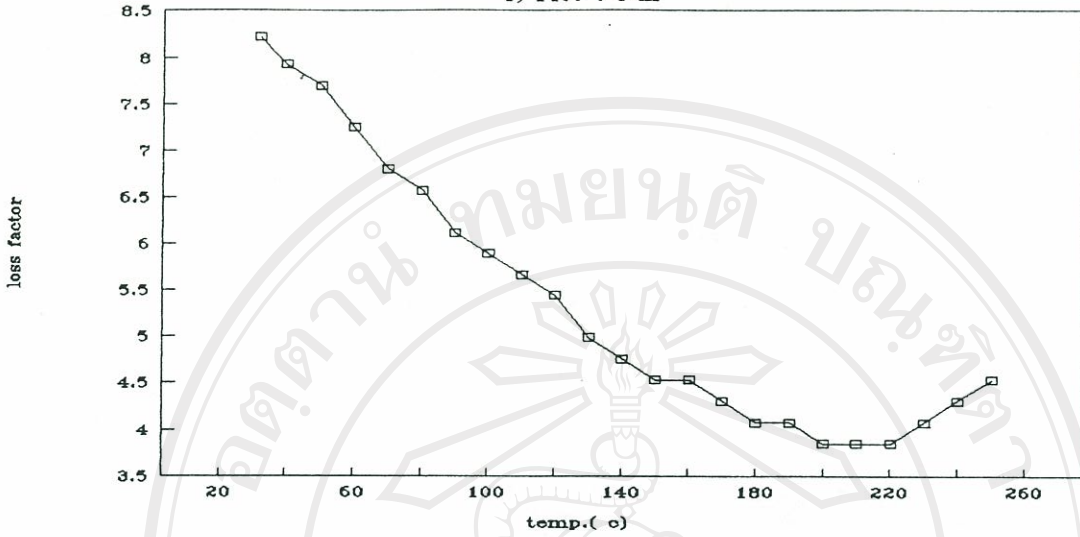
รูปที่ 4.52 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 30K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1400 °C 3hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1500 °C 3 hr



รูปที่ 4.53 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 30K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400 °C 3hr

at frequency - 60K Hz

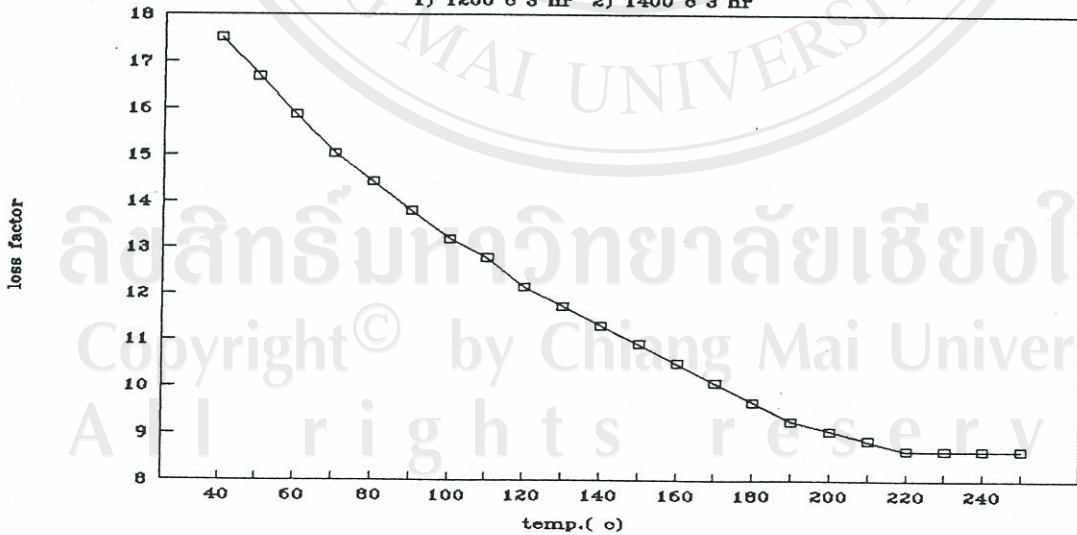
1) 1400 °c 3 hr



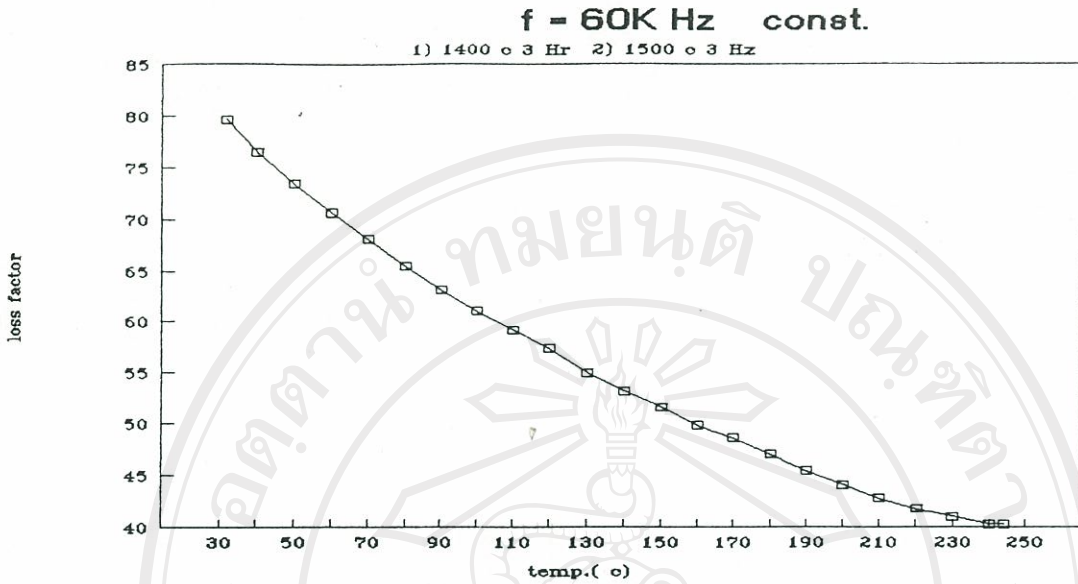
รูปที่ 4.54 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่ที่ 60K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งแรกใน อากาศที่ 1400 °c 3hr

at frequency - 60K Hz

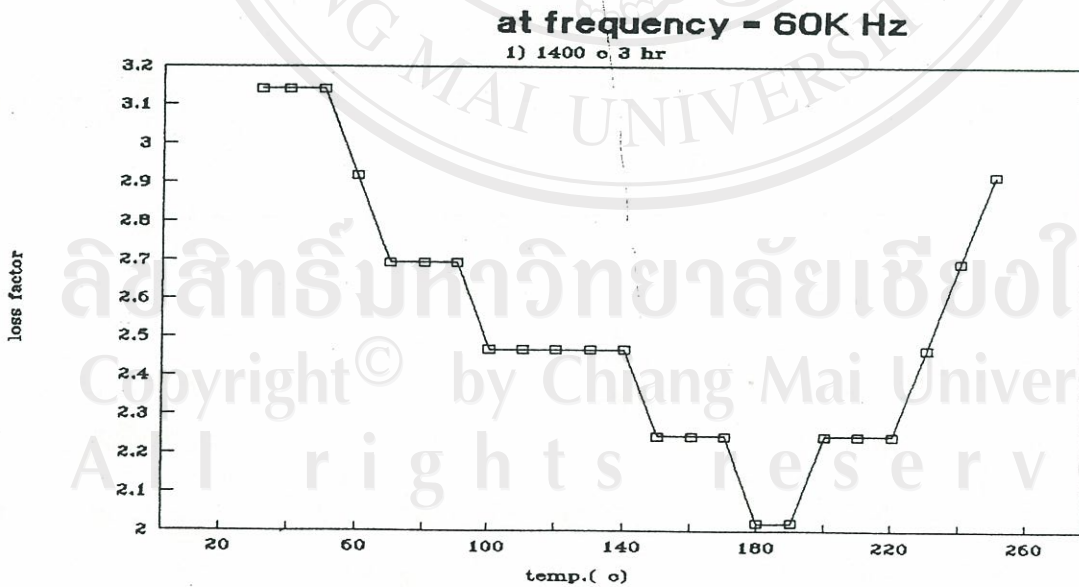
1) 1200 °c 3 hr 2) 1400 °c 3 hr



รูปที่ 4.55 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่ที่ 60 Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งที่หนึ่งใน อากาศที่ 1200 °c 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °c 3hr



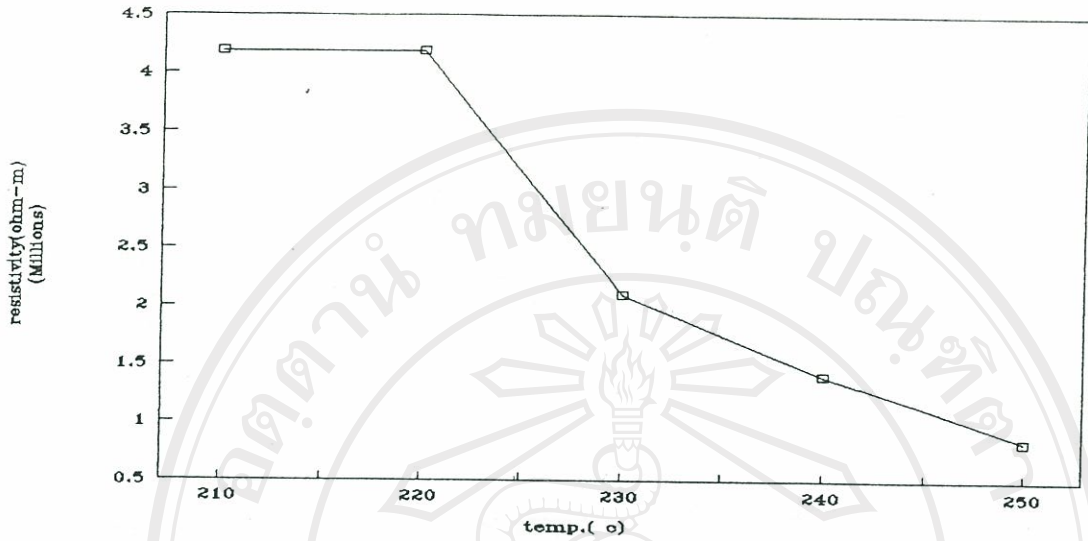
รูปที่ 4.56 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 60K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:1.5 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1400 °C 3hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °C 3 hr



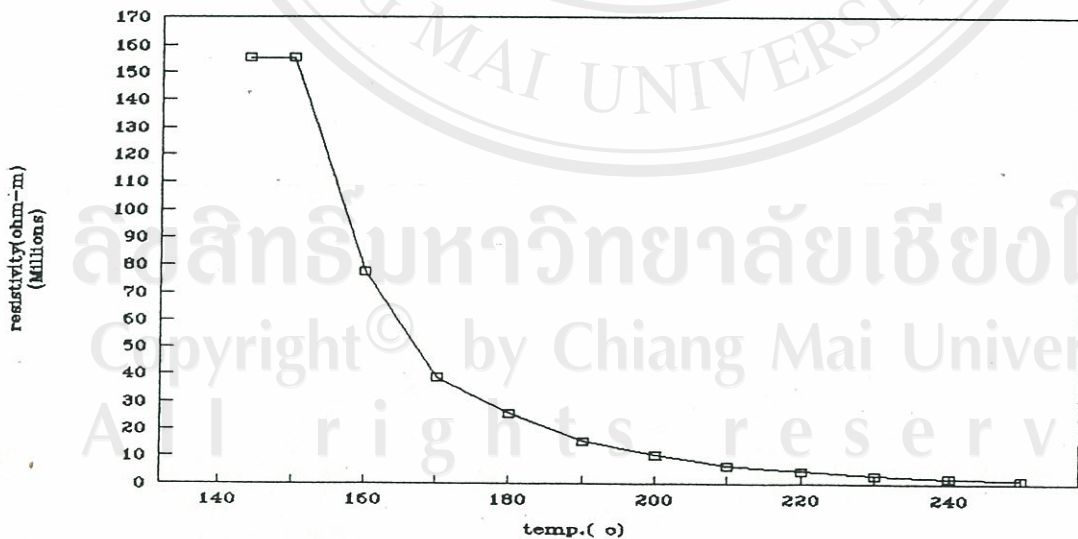
รูปที่ 4.57 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 60K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400 °C 3 hr

ตารางที่ 4.3 แสดงค่า B, ค่า p_{max} , ค่า p_{min} , และค่า $[\epsilon_{tan\delta}]_{max,R}$ ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-ZR-Sr ที่เผาขึ้นเตอร์ไนบรียากาศไนโตรเจน

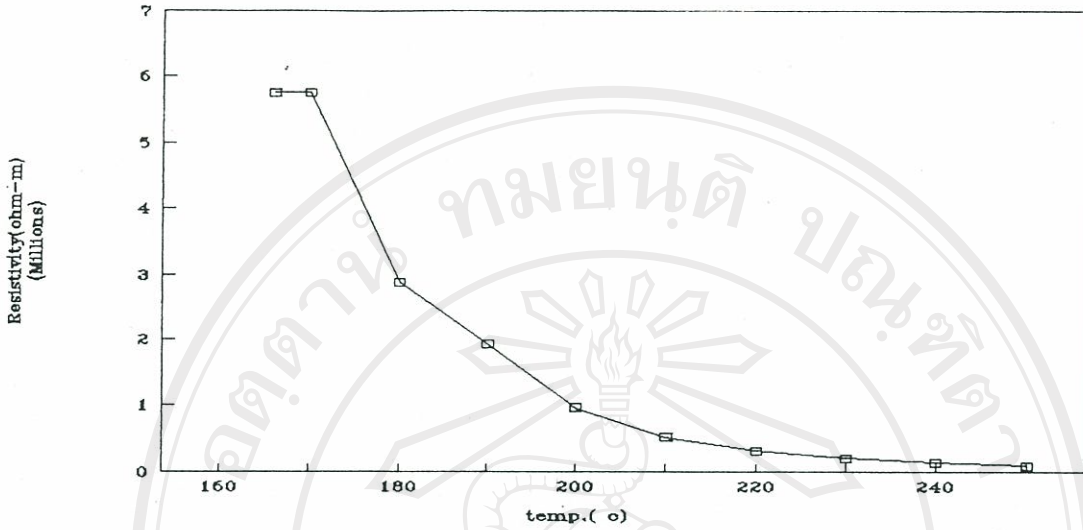
สารชุดที่	เงื่อนไขของการเผาขึ้นเตอร์		ลักษณะ curve	ค่า B (°K)	p_{max} (ohm-m)	p_{min} (ohm-m)	$[\epsilon_{tan\delta}]_{max,R}$
	เผาครั้งที่หนึ่ง	เผาครั้งที่สอง					
NO.5	1400°C 3 hr	-	-	-	-	-	-
NO.2	1400°C 3 hr	-	-	-	-	-	-
NO.6	1400°C 3 hr	-	-	-	-	-	-
NO.7	1400°C 3 hr	-	NTC	4718	4.19×10^6	8.38×10^5	5.15×10^1
NO.8	1400°C 3 hr	-	NTC	4362	1.55×10^8	1.39×10^6	7.63×10^2
NO.9	1400°C 3 hr	-	NTC	5157	5.76×10^6	9.00×10^4	1.71×10^3
NO.10	1400°C 3 hr	-	NTC	5575	2.25×10^6	2.19×10^4	3.00×10^2
NO.6	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	-	-	-	-	-
NO.7	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	NTC	4632	3.78×10^6	1.31×10^5	3.71×10^3
NO.8	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	NTC	5039	5.41×10^6	3.92×10^4	1.87×10^3
NO.9	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	NTC	4939	5.00×10^6	1.09×10^5	1.73×10^3
NO.10	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	NTC	5281	4.80×10^6	1.04×10^5	1.35×10^3



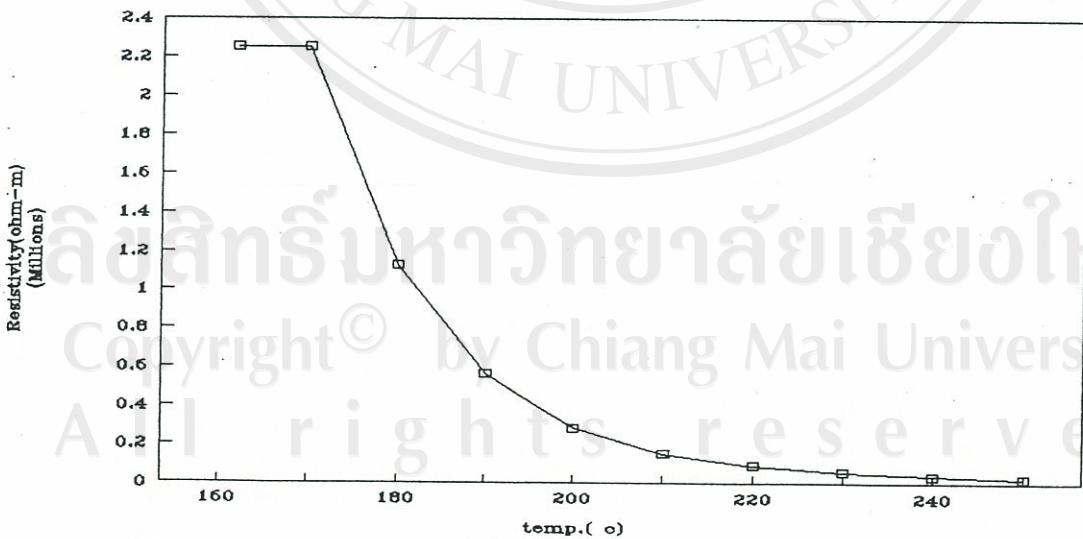
รูปที่ 4.58 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr



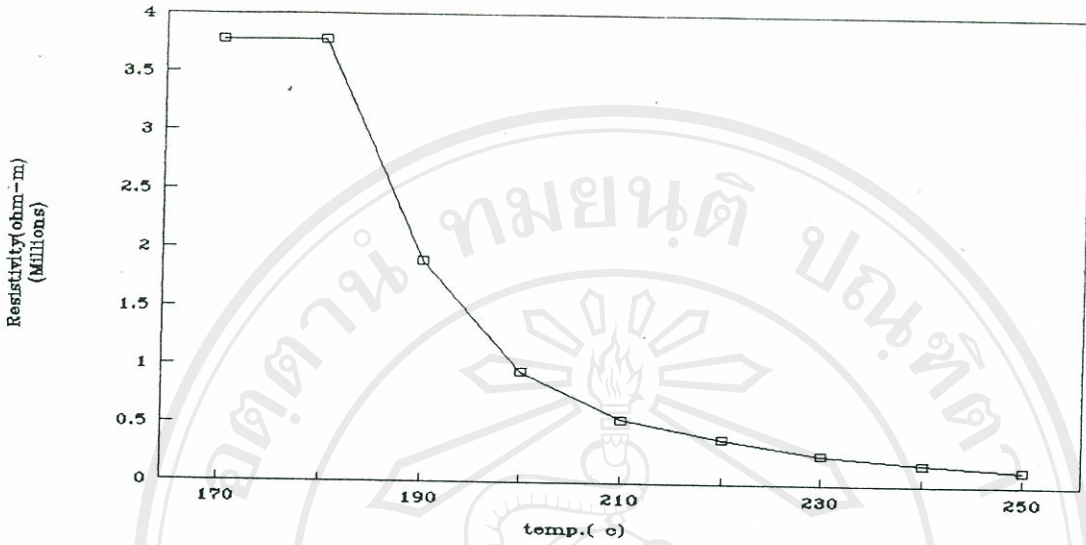
รูปที่ 4.59 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.1 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr



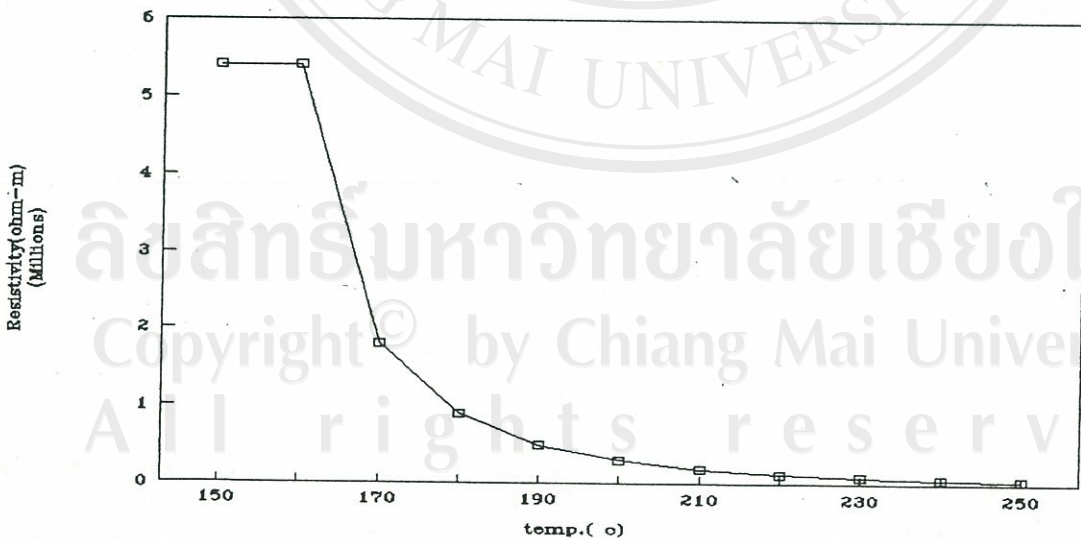
รูปที่ 4.60 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.3 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr



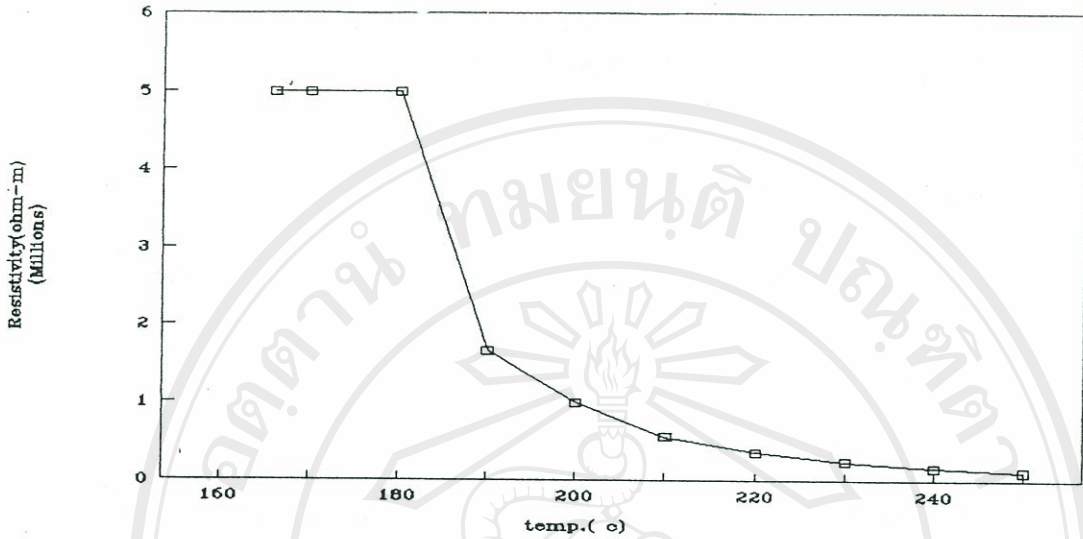
รูปที่ 4.61 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.6 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr



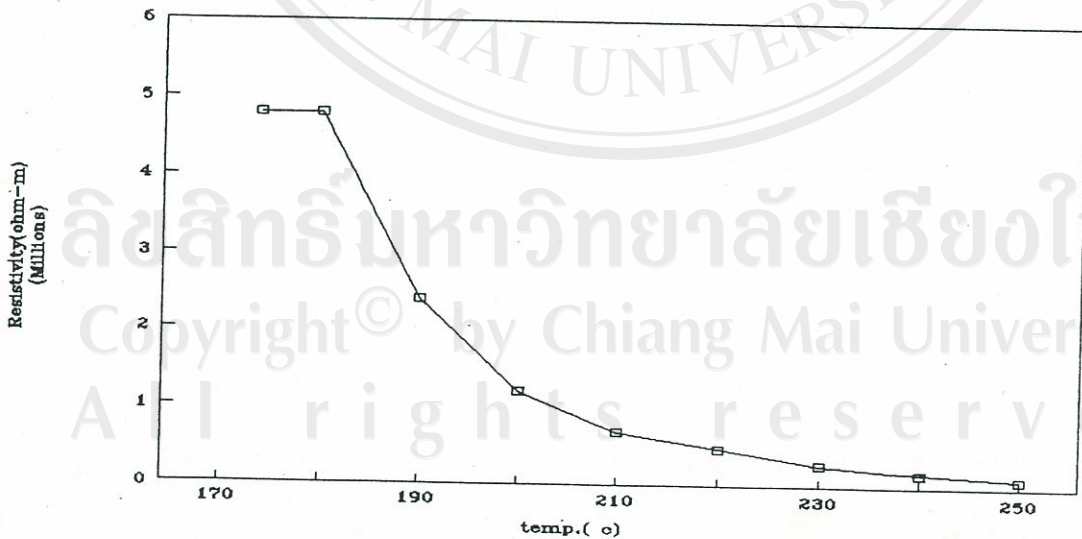
รูปที่ 4.62 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr



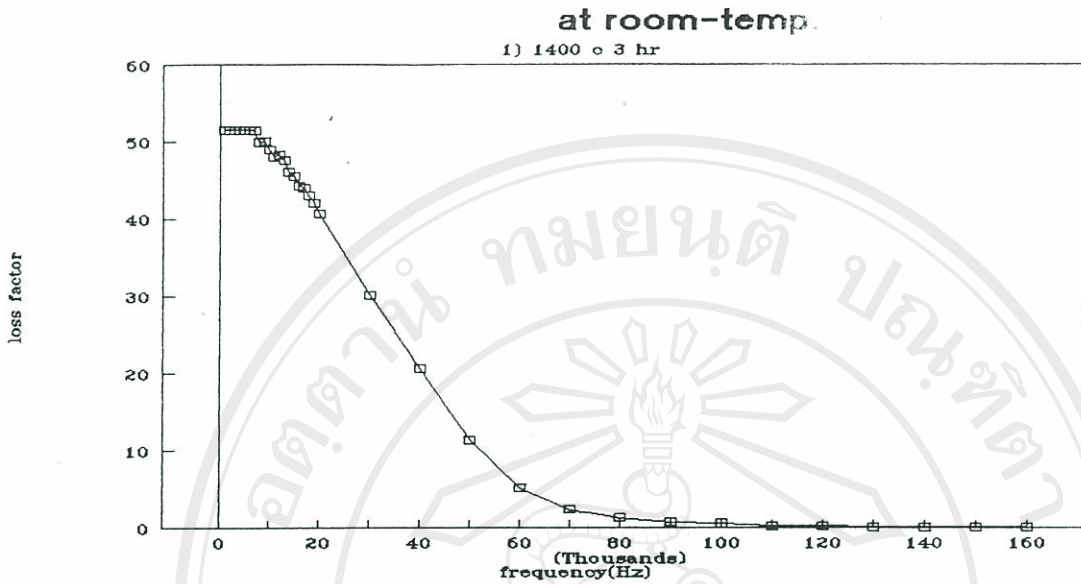
รูปที่ 4.63 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.1 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr



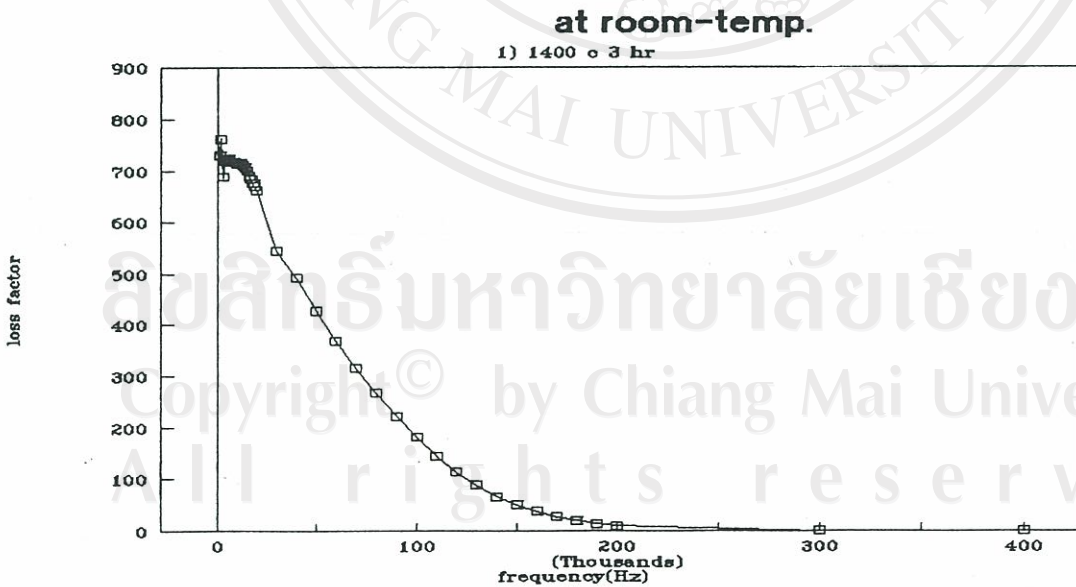
รูปที่ 4.64 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.3 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr



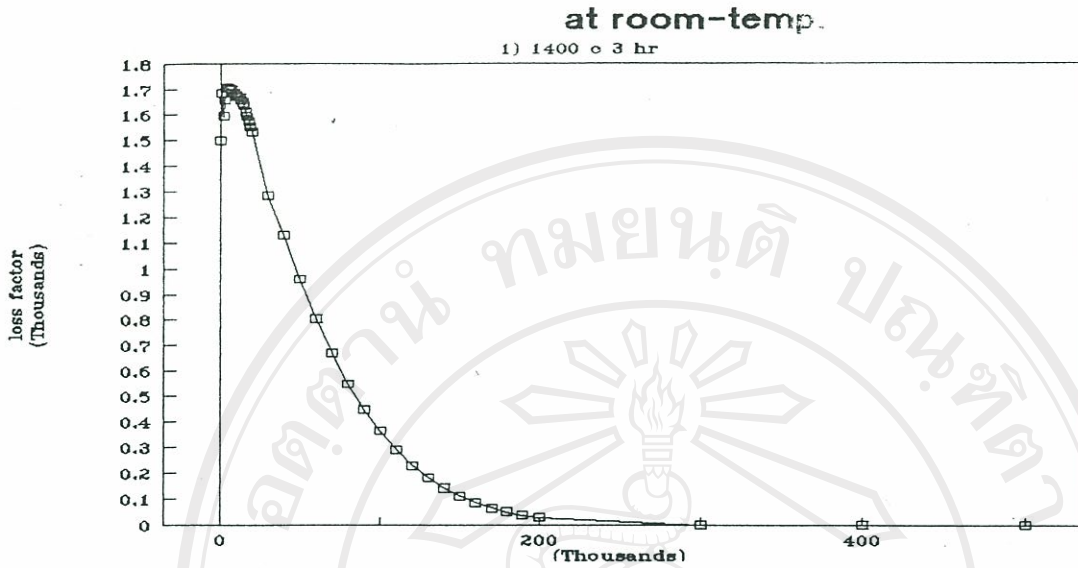
รูปที่ 4.65 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.6 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr



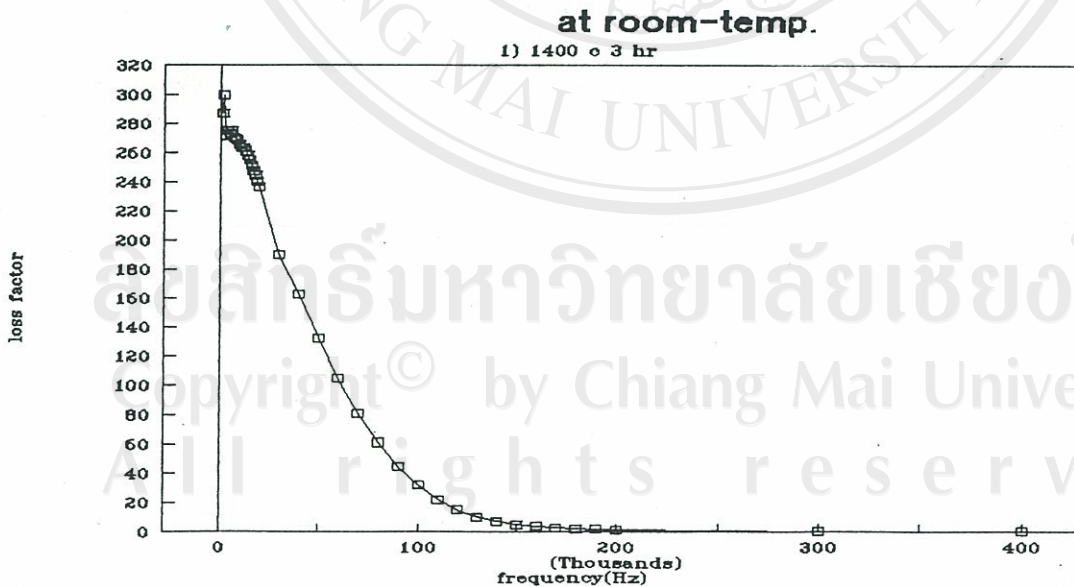
รูปที่ 4.66 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr



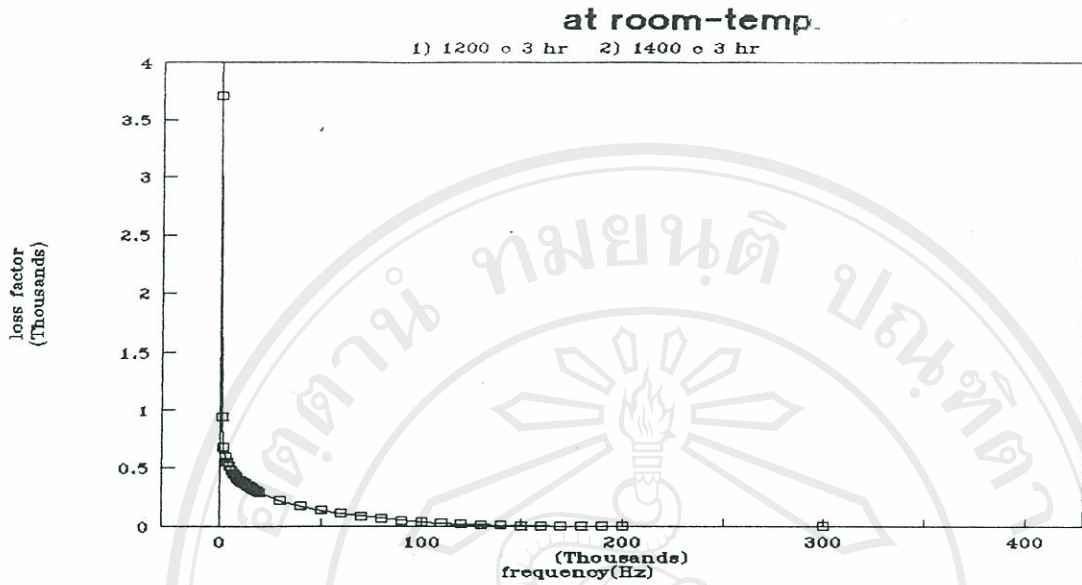
รูปที่ 4.67 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.1 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr



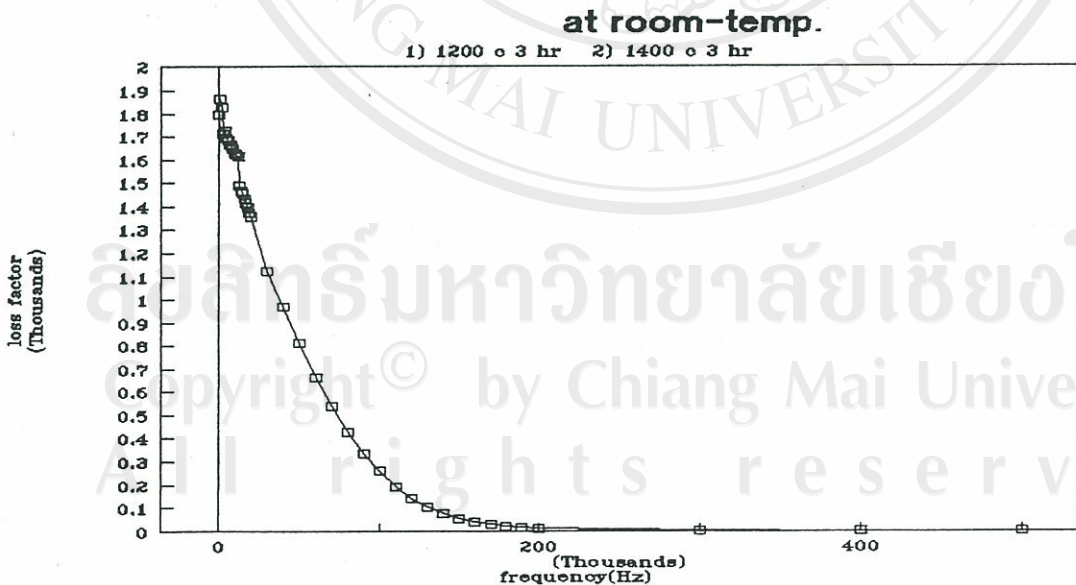
รูปที่ 4.68 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.3 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400 °C 3 hr



รูปที่ 4.69 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.6 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400 °C 3 hr



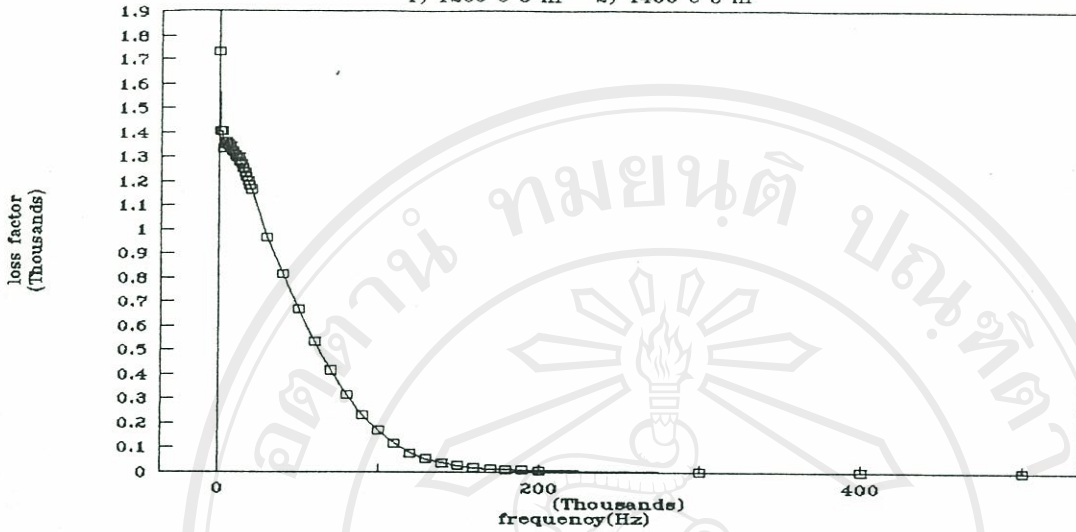
รูปที่ 4.70 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งแรกหนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ 3 hr



รูปที่ 4.71 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.1 โมล เผาครั้งแรกหนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ 3 hr

at room-temp.

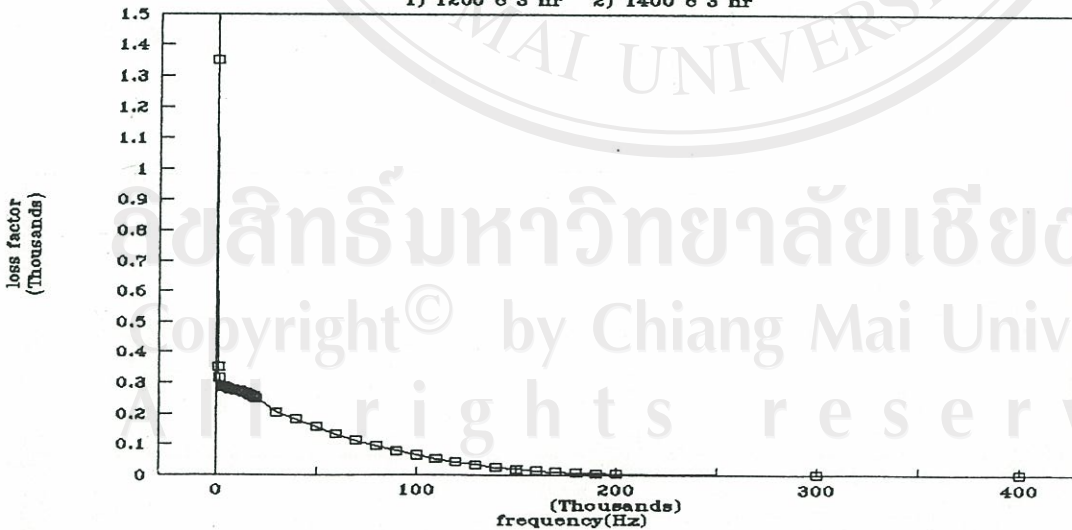
1) 1200 °C 3 hr 2) 1400 °C 3 hr



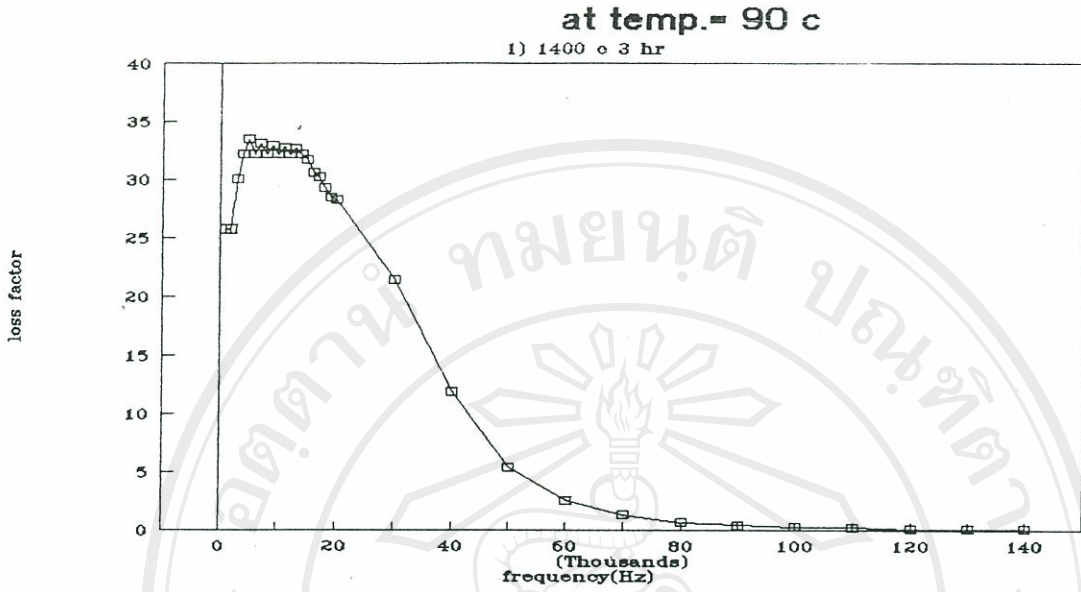
รูปที่ 4.72 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.3 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr

at room-temp.

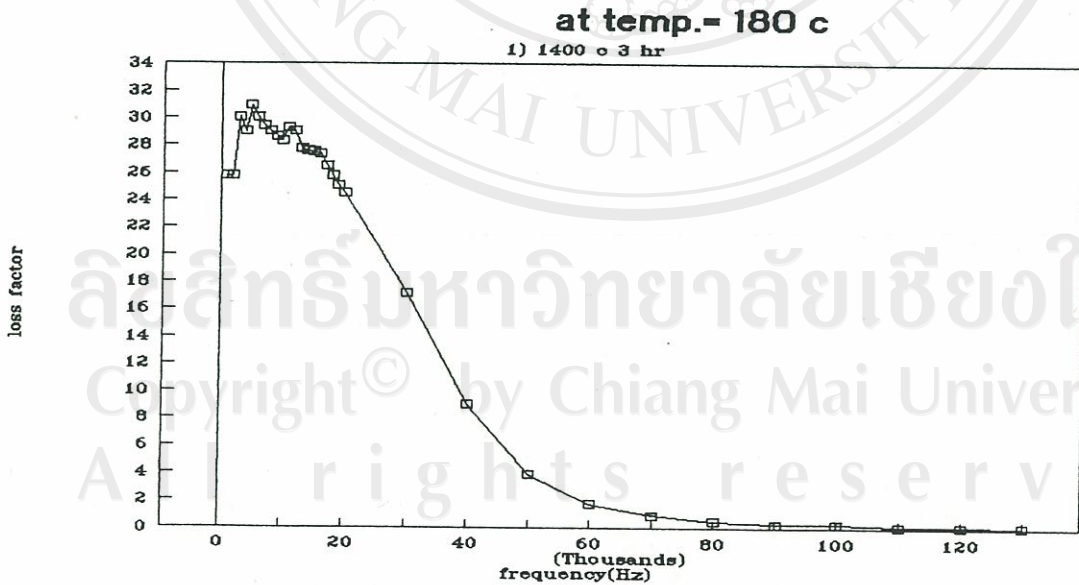
1) 1200 °C 3 hr 2) 1400 °C 3 hr



รูปที่ 4.73 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ ณ อุณหภูมิห้องของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.6 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr



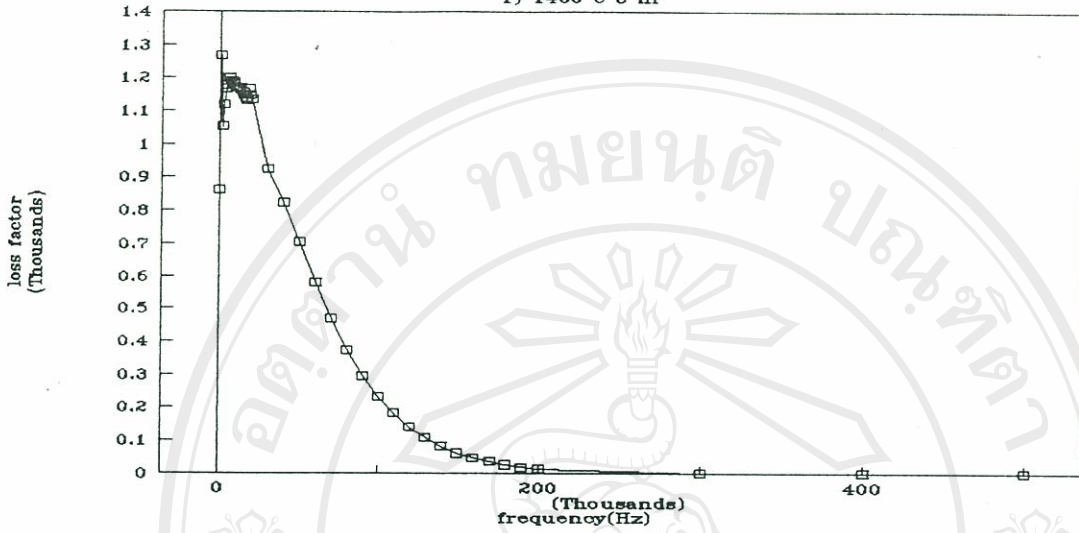
รูปที่ 4.74 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ อุณหภูมิ 90 °c ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400 °c 3 hr



รูปที่ 4.75 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ อุณหภูมิ 180 °c ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400 °c 3 hr

at temp. = 90 °C

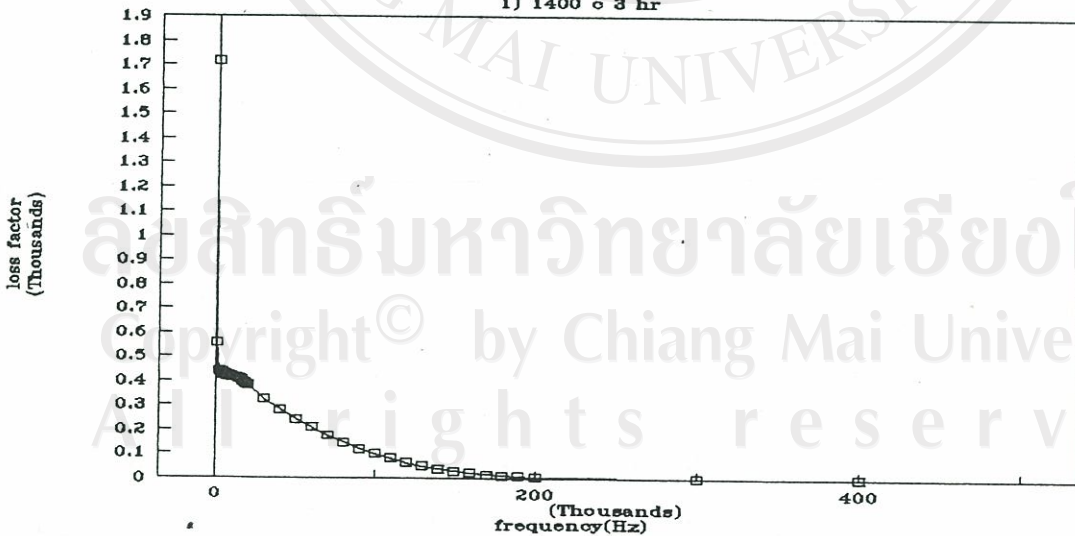
1) 1400 °C 3 hr



รูปที่ 4.76 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ อุณหภูมิ 90 °C ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.1 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400 °C 3 hr

at temp. = 180 °C

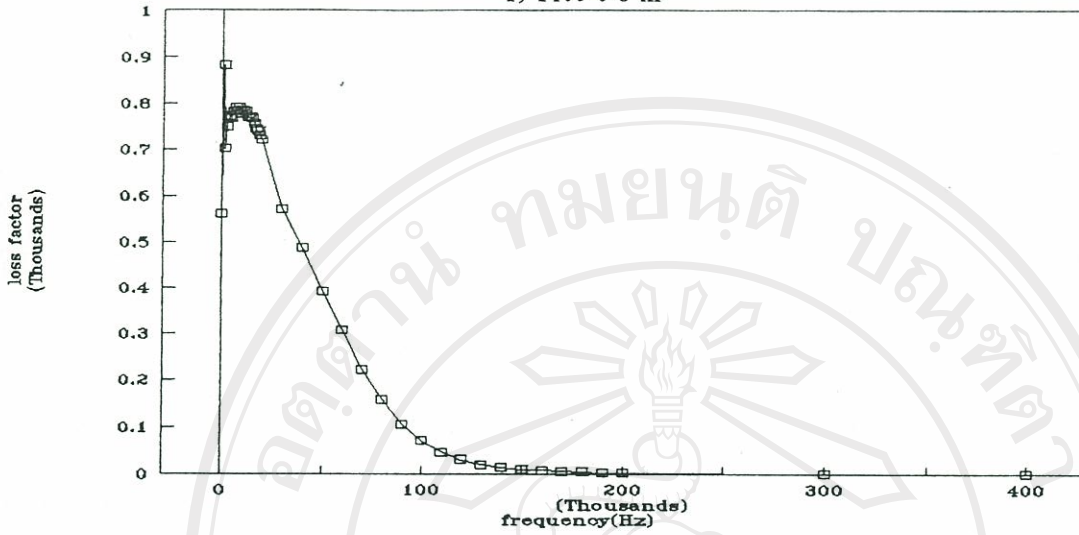
1) 1400 °C 3 hr



รูปที่ 4.77 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ อุณหภูมิ 180 °C ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:0:0.1 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400 °C 3 hr

at temp.- 90 c

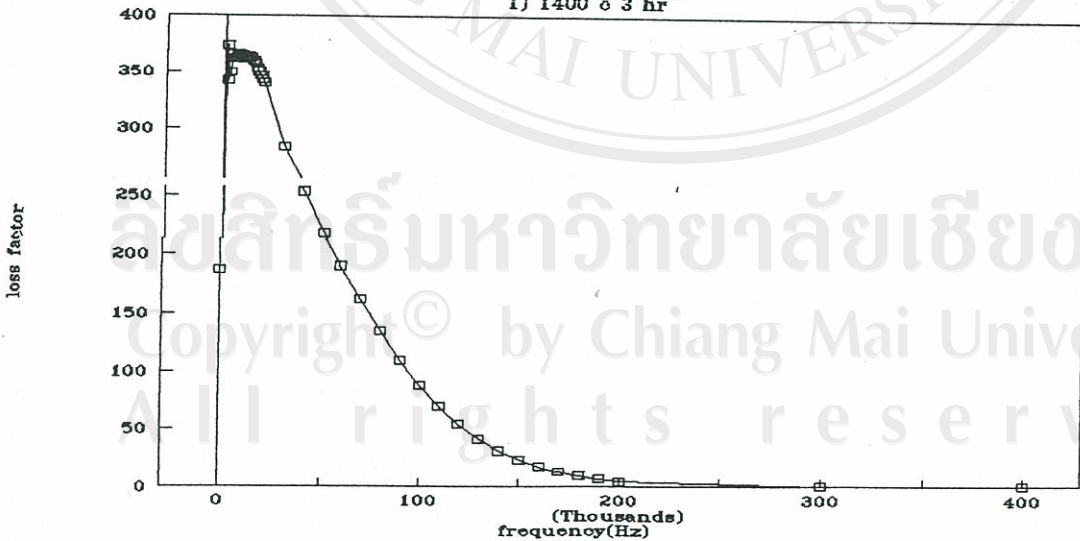
1) 1400 ° 3 hr



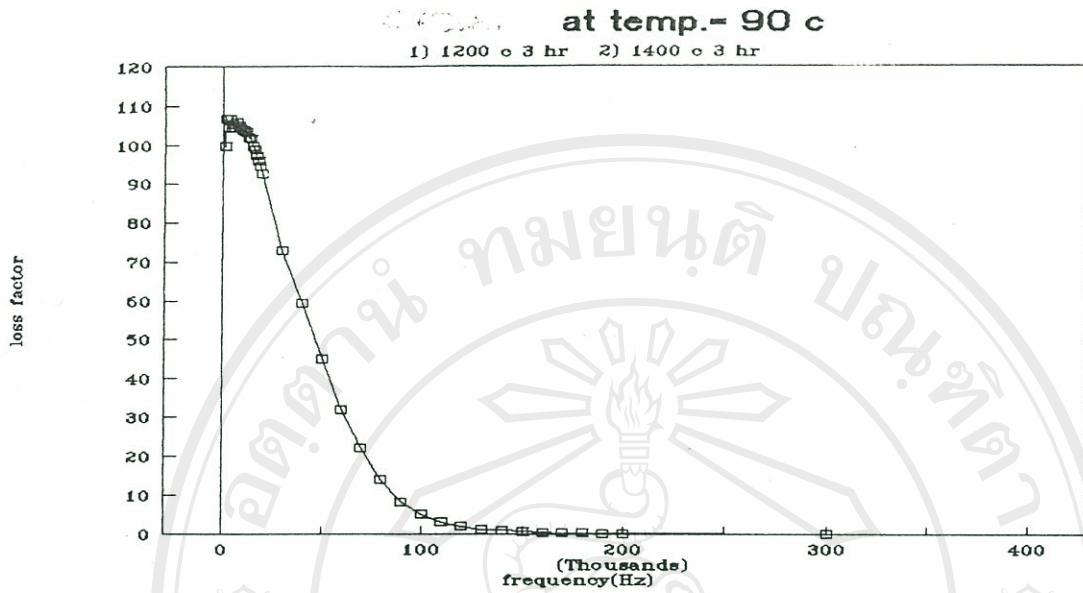
รูปที่ 4.78 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ อุณหภูมิ 90 °c ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน BaCO₃:TiO₂:ZrO₂:SrO เป็น 1:1:0:0.3 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400 °c 3 hr

at temp.- 180 c

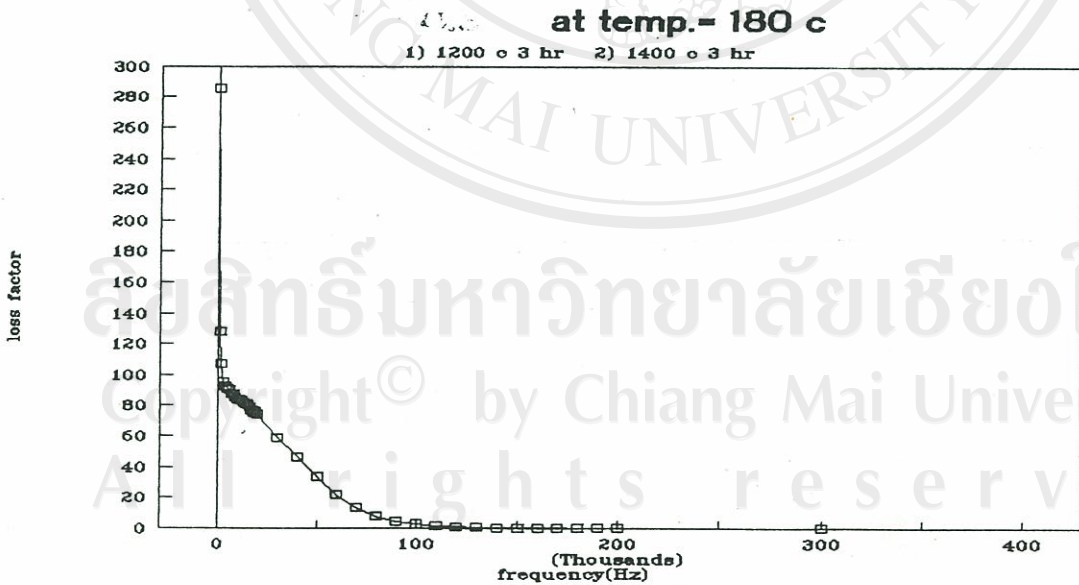
1) 1400 ° 3 hr



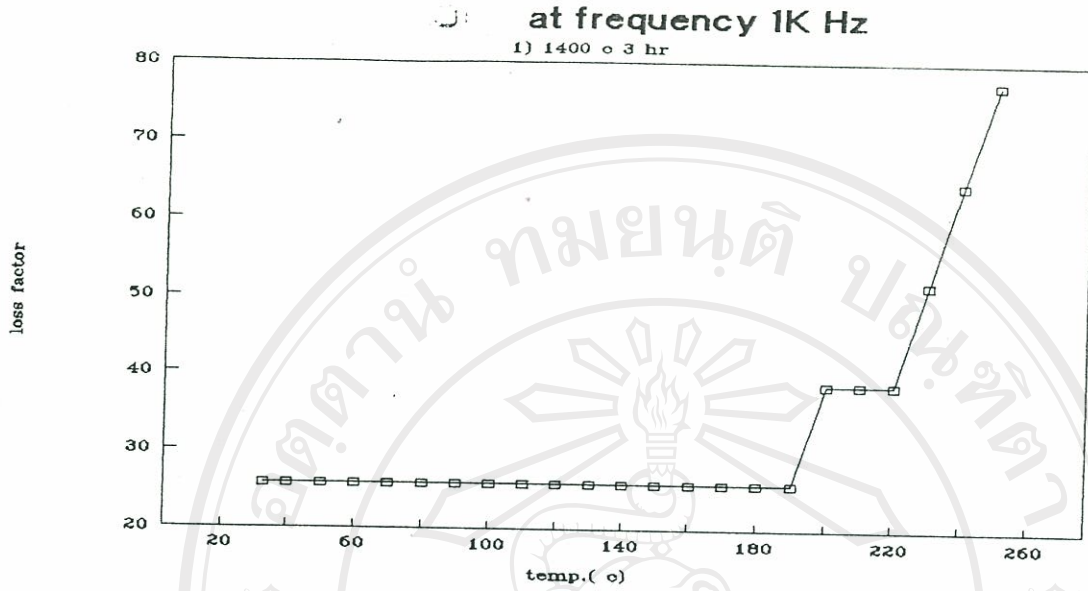
รูปที่ 4.79 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ อุณหภูมิ 180 °c ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน BaCO₃:TiO₂:ZrO₂:SrO เป็น 1:1:0:0.3 โมล เผาครั้งเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400 °c 3 hr



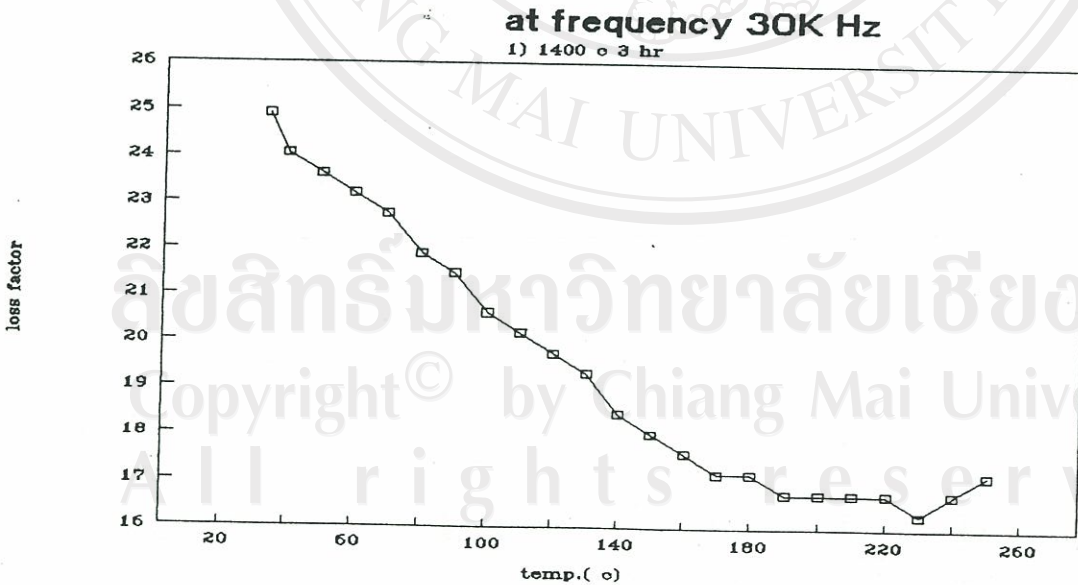
รูปที่ 4.80 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ อุณหภูมิ 90 °C ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400 °C 3 hr .



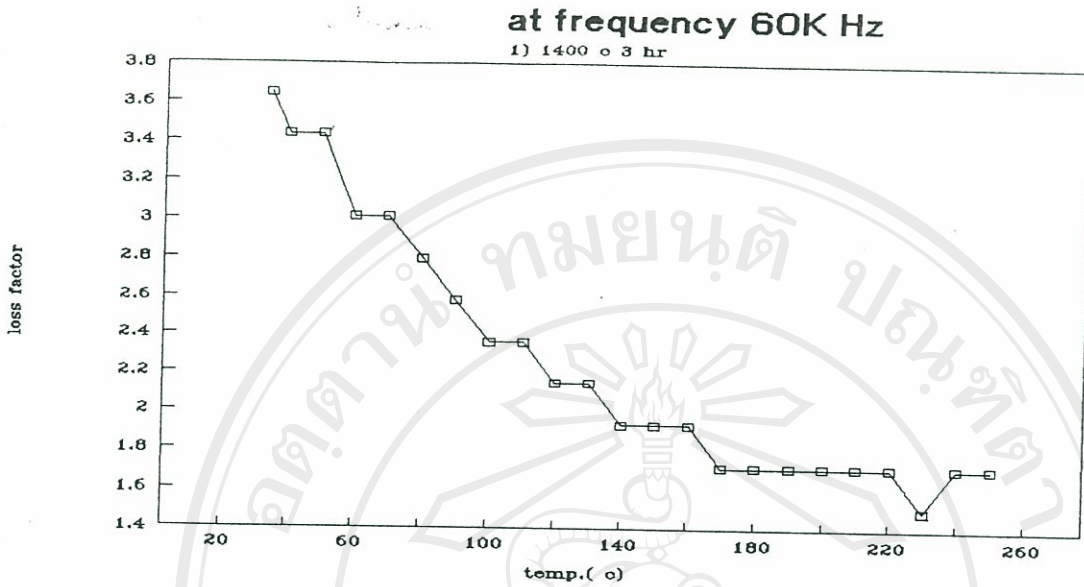
รูปที่ 4.81 กราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่างๆ อุณหภูมิ 180 °C ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400 °C 3 hr .



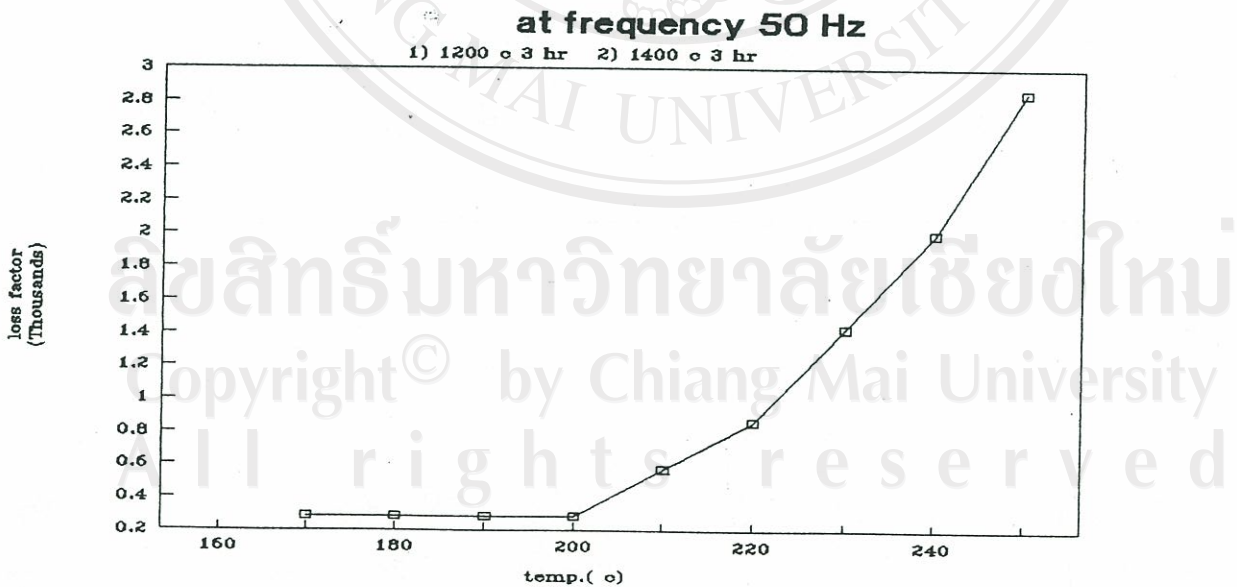
รูปที่ 4.82 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 1K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งเดียวในบรียากาศไนโตรเจนที่ 1400 °C 3hr



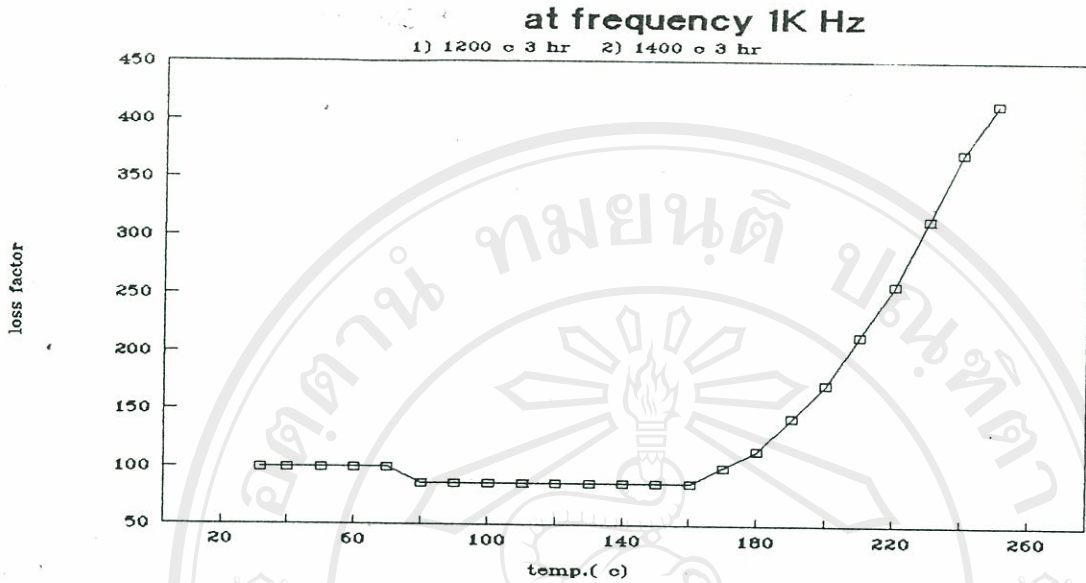
รูปที่ 4.83 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 30K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งเดียวในบรียากาศไนโตรเจนที่ 1400 °C 3hr



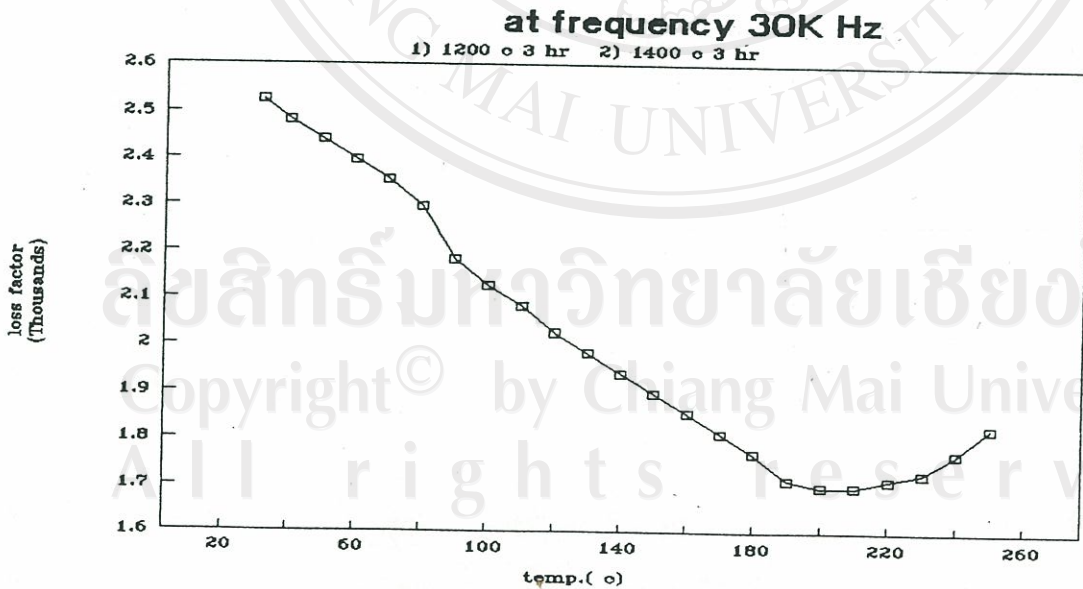
รูปที่ 4.84 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่ที่ 60K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งแรกที่ 1400 °C 3hr



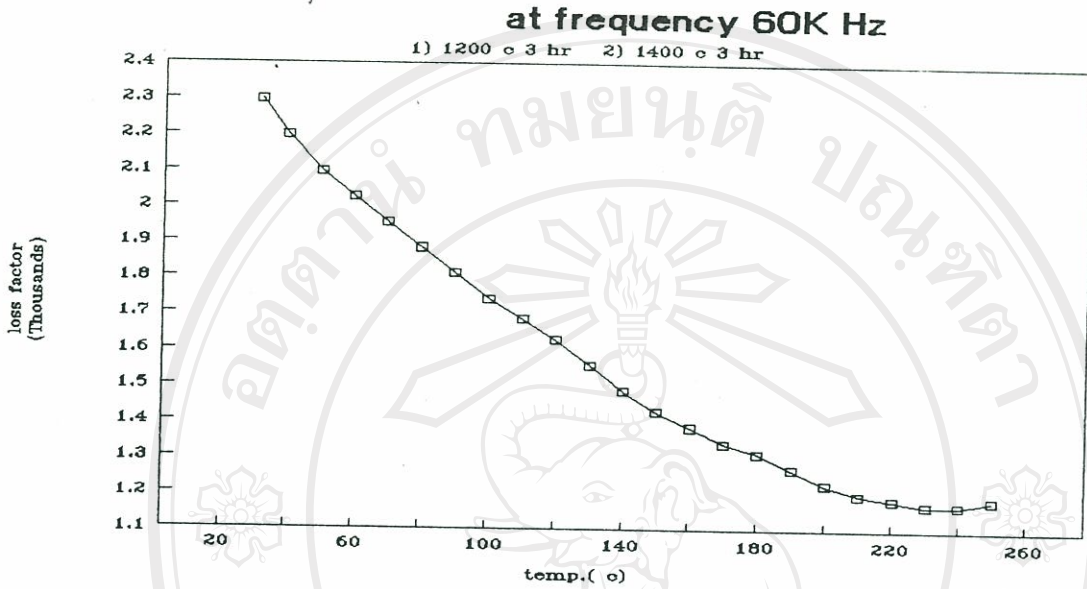
รูปที่ 4.85 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่ที่ 50 Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งแรกที่ 1200 °C 3hr แล้วเผาครั้งที่สองที่ 1400 °C 3 hr



รูปที่ 4.86 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 1K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200°C 3hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr

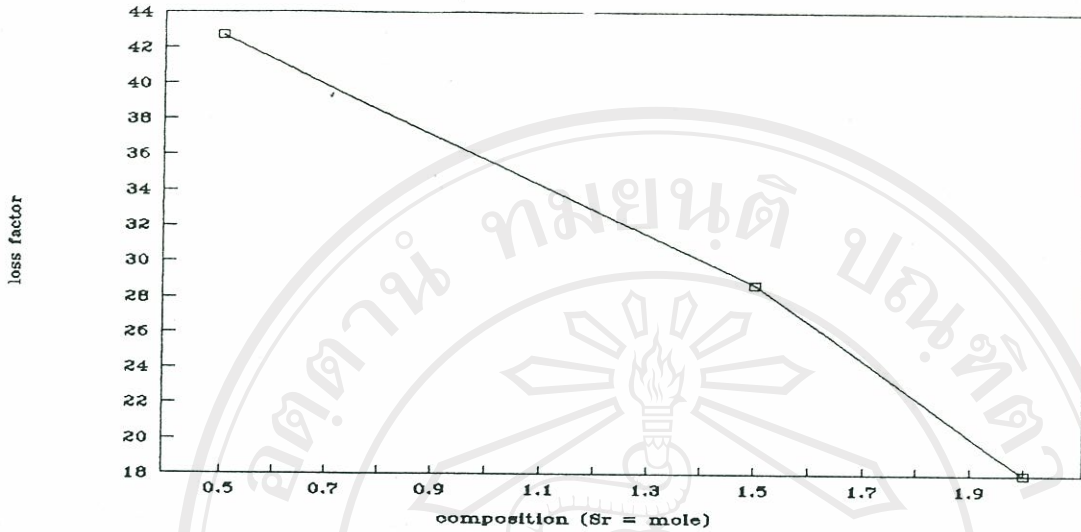


รูปที่ 4.87 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 30K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200°C 3hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr

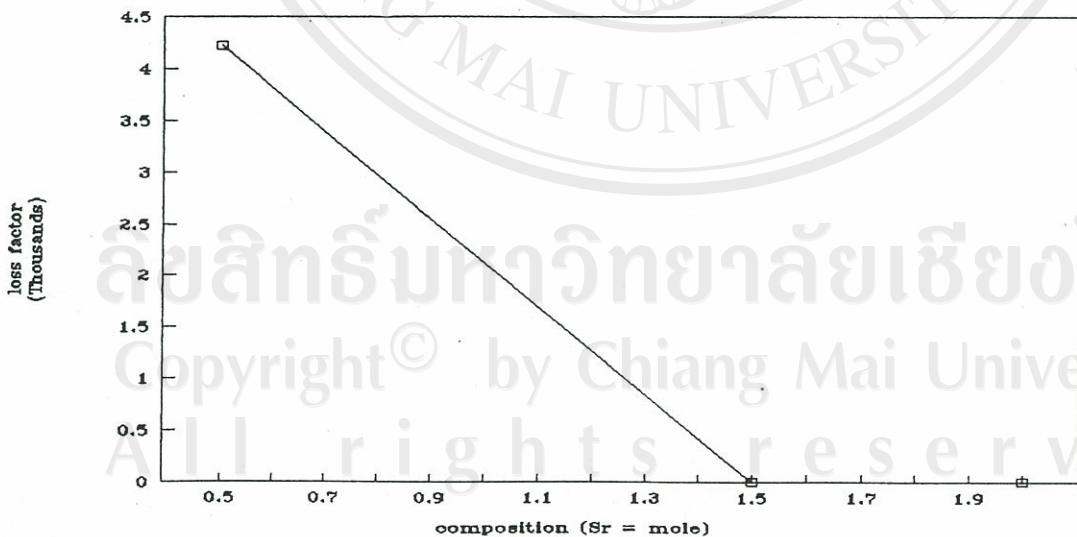


รูปที่ 4.88 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ อุณหภูมิ ที่ความถี่คงที่ 60K Hz ของสารเซรามิก ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน $\text{BaCO}_3:\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SrO}$ เป็น 1:1:1:2 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200 °c 3hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400 °c 3 hr

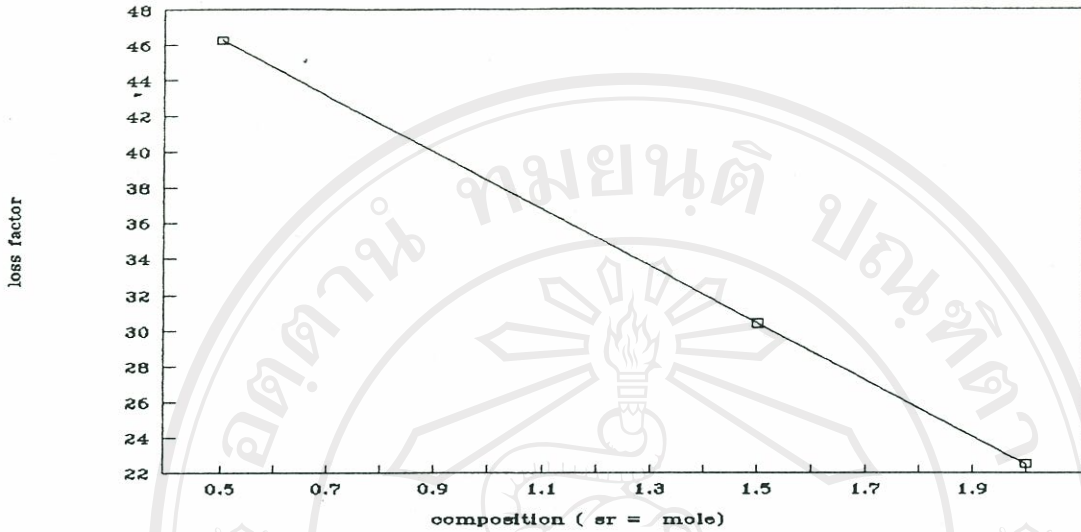
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



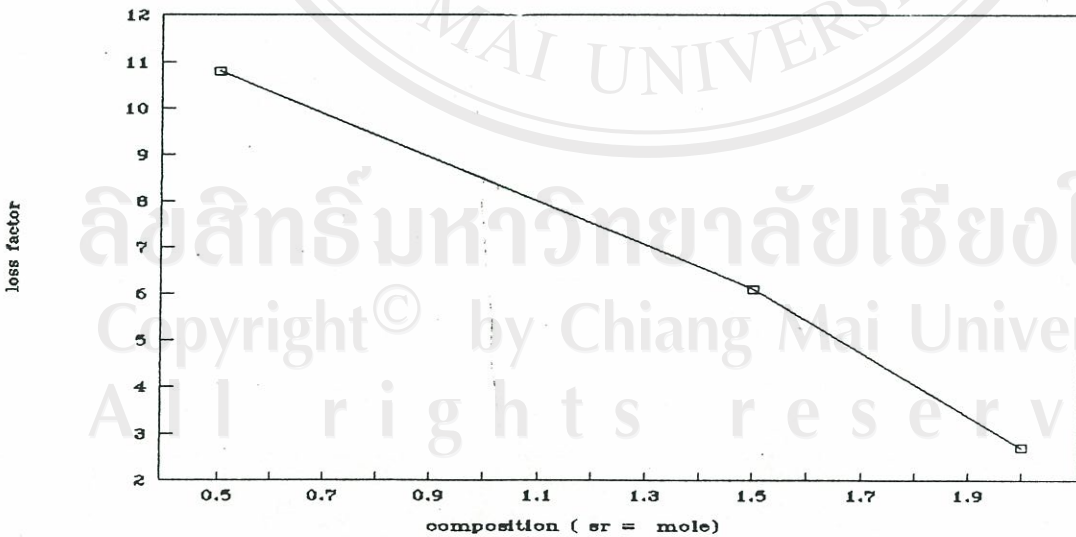
รูปที่ 4.89 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ จำนวนโมลของ SrO ที่อุณหภูมิห้องและความถี่ 30K Hz ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่ประกอบด้วย BaCO_3 , TiO_2 และ ZrO_2 อย่างละ 1 โมล แต่ SrO มีจำนวนโมล 0.5-2 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400°C 3 hr



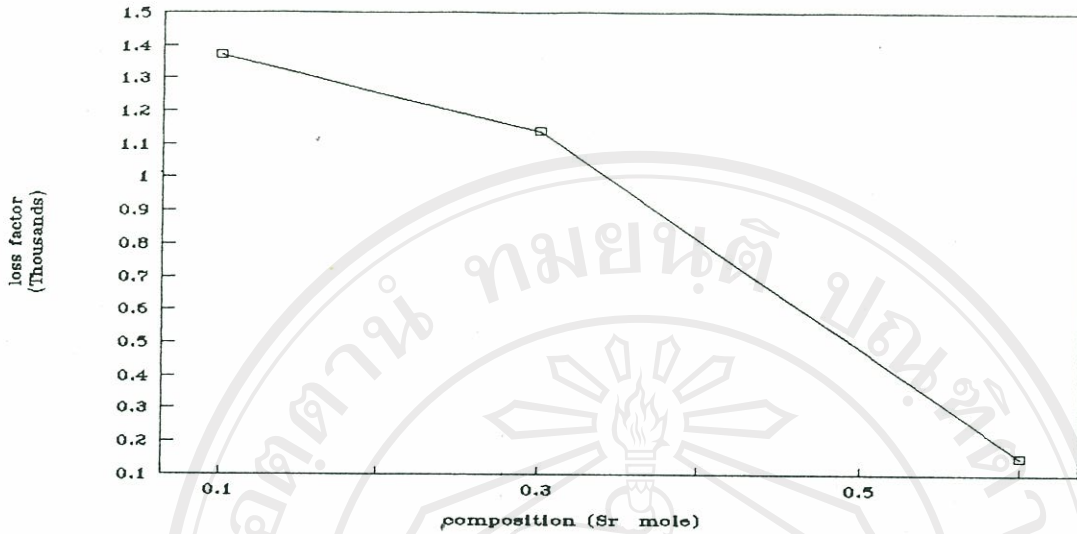
รูปที่ 4.90 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ จำนวนโมลของ SrO ที่อุณหภูมิห้องและความถี่ 60K Hz ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่ประกอบด้วย BaCO_3 , TiO_2 และ ZrO_2 อย่างละ 1 โมล แต่ SrO มีจำนวนโมล 0.5-2 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400°C 3 hr



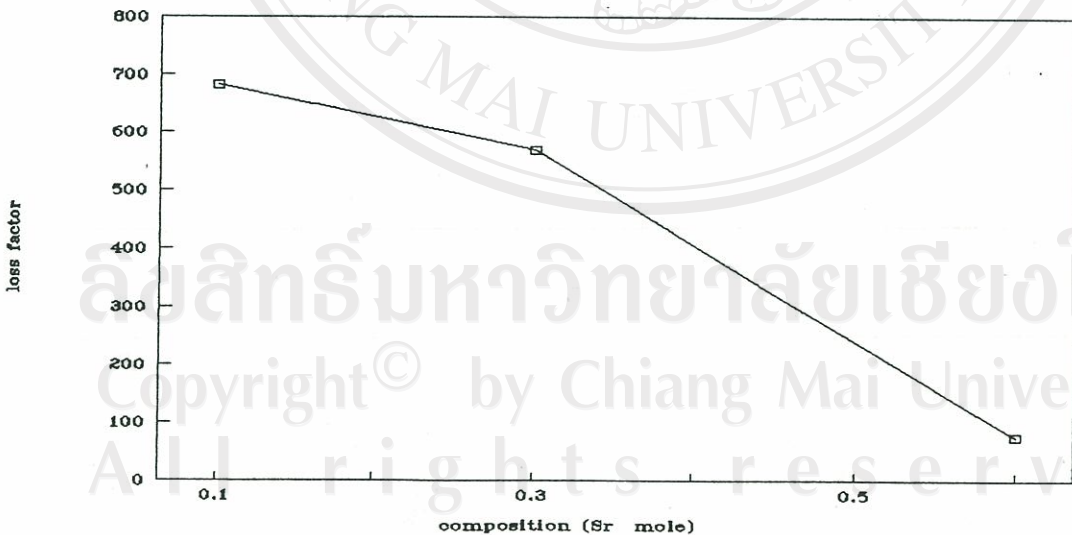
รูปที่ 4.91 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ จำนวนโมลของ SrO ที่อุณหภูมิคงที่ 90°C และความถี่คงที่ 30K Hz ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่ประกอบด้วย BaCO_3 , TiO_2 และ ZrO_2 อย่างละ 1 โมล แต่ SrO มีจำนวนโมล 0.5-2 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400°C 3 hr



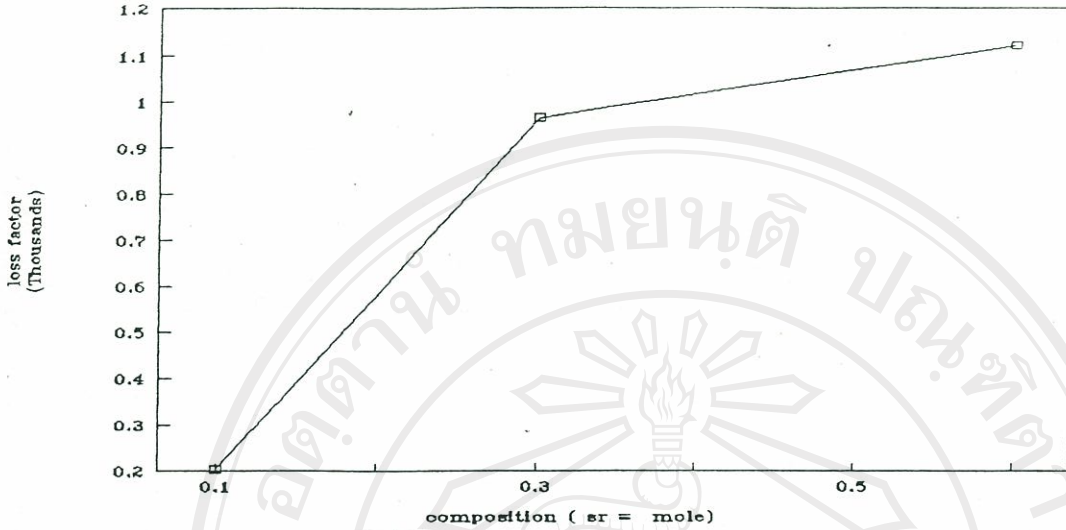
รูปที่ 4.92 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ จำนวนโมลของ SrO ที่อุณหภูมิ 90°C และความถี่คงที่ 60K Hz ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่ประกอบด้วย BaCO_3 , TiO_2 และ ZrO_2 อย่างละ 1 โมล แต่ SrO มีจำนวนโมล 0.5-2 โมล เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400°C 3 hr



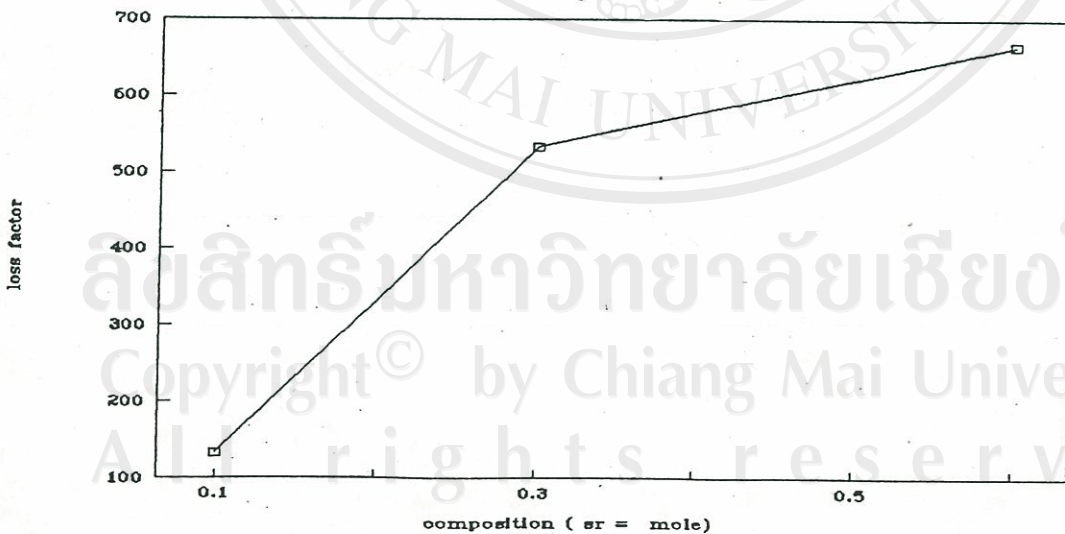
รูปที่ 4.93 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ จำนวนโมลของ SrO ที่อุณหภูมิห้องและความถี่คงที่ 30K Hz ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่ประกอบด้วย BaCO_3 และ TiO_2 อย่างละ 1 โมล แต่ ZrO_2 ไม่มี ส่วน SrO มีจำนวนโมล 0.1-0.6 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400°C 3 hr



รูปที่ 4.94 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ จำนวนโมลของ SrO ที่อุณหภูมิห้องและความถี่คงที่ 60K Hz ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่ประกอบด้วย BaCO_3 และ TiO_2 อย่างละ 1 โมล แต่ ZrO_2 ไม่มี ส่วน SrO มีจำนวนโมล 0.1-0.6 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400°C 3 hr



รูปที่ 4.95 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ จำนวนโมลของ SrO ที่อุณหภูมิห้องและความถี่คงที่ 30K Hz ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่ประกอบด้วย BaCO_3 และ TiO_2 อย่างละ 1 โมล แต่ ZrO_2 ไม่มี ส่วน SrO มีจำนวนโมล 0.1-0.6 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr



รูปที่ 4.96 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับ จำนวนโมลของ SrO ที่อุณหภูมิห้องและความถี่คงที่ 60K Hz ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่ประกอบด้วย BaCO_3 และ TiO_2 อย่างละ 1 โมล แต่ ZrO_2 ไม่มี ส่วน SrO มีจำนวนโมล 0.1-0.6 โมล เผาครั้งที่หนึ่งในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr

วิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1

1. ผลของอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่สามารถวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของสารตัวอย่างได้ พิจารณาจากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่า สารตัวอย่างชุดที่ NO.1-NO.10 ที่เผาซินเตอร์ในอากาศภายใต้เงื่อนไขที่เหมือนกัน คือ เผาซินเตอร์ครั้งที่หนึ่งที่อุณหภูมิ 1200°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และเผาซินเตอร์ครั้งที่สองที่อุณหภูมิ 1400°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เหมือนกันทุกชุด ผลในการวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของสารตัวอย่างนั้น สารชุดที่ No.2-NO.5 (ซึ่งล้วนแต่เป็นสารตัวอย่างชุดที่มีจำนวน โมลของ ZrO_2 เท่ากับหรือมากกว่าจำนวนโมลของ SrO) ไม่สามารถที่จะวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของสารตัวอย่างได้ ทั้งนี้อาจจะเพราะสารตัวอย่างที่ได้มีสภาพเป็นฉนวนหรือมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้ามากเกินไปจนขีดความจำกัดของเครื่องมืออุปกรณ์ที่จะใช้วัดได้ ส่วนสารชุดที่ NO.1 และชุดที่ NO.6 - NO.10 (เป็นสารตัวอย่างที่มีจำนวน โมลของ ZrO_2 น้อยกว่าจำนวน โมลของ SrO) สามารถวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ และผลที่ได้สารตัวอย่างแต่ละชุดจะแสดง NTC effect ทั้งหมด ดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 - 4.6 นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณาจากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.7-4.18 แม้จะมีเงื่อนไขในการเผาซินเตอร์ต่าง ๆ กันออกไป ก็มีเพียงสารชุดที่ NO.1 และชุดที่ NO.6-NO.10 เท่านั้นที่สามารถวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ ดังนั้นสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr จะแสดงคุณสมบัติ NTC effect ได้เมื่อมีอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อจำนวนโมลของ BaCO_3 และ TiO_2 คงที่ต่างเท่ากับ 1 แล้วจำนวนโมลของ ZrO_2 จะต้องไม่น้อยกว่าจำนวนโมลของ SrO

2. ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการซินเตอร์ พิจารณาจากตารางที่ 4.1 และที่ 4.2 จะเห็นว่าสารชุดที่ NO.1 ที่สามารถวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ จะเป็นสารตัวอย่างชุดที่ NO.1 ที่เผาซินเตอร์ครั้งที่หนึ่งที่ 1200°C นาน 3 ชั่วโมง แล้วเผาซินเตอร์ครั้งที่สองที่ 1400°C นาน 3 ชั่วโมง และสารตัวอย่างที่เผาครั้งที่หนึ่งที่ 1300°C นาน 3 ชั่วโมง แล้วเผาครั้งที่สองที่ 1400°C นาน 3 ชั่วโมง เท่านั้น ส่วนสารตัวอย่างชุดที่ NO.1 ที่เผาด้วยเงื่อนไขอื่นไม่สามารถที่จะวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ เช่น สารตัวอย่างชุดที่ NO.1 ที่เผาซินเตอร์ครั้งที่หนึ่งที่ 1200°C 3 ชั่วโมง แล้วเผาซินเตอร์ครั้งที่สองที่ 1300°C 3 ชั่วโมง และสารตัวอย่างที่เผาซินเตอร์ครั้งที่หนึ่งที่ 1200°C 3 ชั่วโมง แล้วเผาซินเตอร์ครั้งที่สองที่ 1500°C 3 ชั่วโมง นอกจากนี้หากพิจารณาสารชุดที่ NO.6 และสารชุดที่ NO.7 ที่เผาซินเตอร์ครั้งเดียวที่ 1200°C 3 ชั่วโมง กับเผาซินเตอร์ครั้งเดียวที่ 1400°C 3 ชั่วโมง ทั้งสองชุดสาร ตามตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าการเผาซินเตอร์ที่ 1200°C 3 ชั่วโมง ของทั้งสารตัวอย่างชุดที่ NO.6 และ NO.7 ไม่สามารถวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ แต่สารชุดที่ NO.6 และ NO.7 ที่เผาครั้ง

เดี่ยวที่ 1400°C 3 ชั่วโมง สามารถวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ ดังนั้นอุณหภูมิ 1400°C น่าจะเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเผาขึ้นเตอร์สสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่จะให้ได้สารตัวอย่างที่แสดงคุณสมบัติ NTC effect ได้

3. ผลของการเพิ่มจำนวนโมลของ SrO ในสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr โดยที่จำนวนโมลของสารองค์ประกอบ BaCO_3 , TiO_2 และ ZrO_2 ที่คงที่ต่อค่า slope ของกราฟ $\log \text{ resistivity}$ กับ $1/T$ (ค่า B) ของสารตัวอย่าง พิจารณาจากตารางที่ 4.1 สารชุดที่ NO.6 เผาขึ้นเตอร์ครั้งแรกที่อุณหภูมิ 1200°C 3 ชั่วโมง แล้วเผาขึ้นเตอร์ครั้งที่สองที่อุณหภูมิ 1400°C 3 ชั่วโมงมีค่า B เท่ากับ 4826°K ส่วนสารชุดที่ NO.7 ที่เผาขึ้นเตอร์ในเงื่อนไขที่เหมือนกัน มีค่า B เท่ากับ 5397°K และสารชุดที่ NO.8, NO.9 และ NO.10 ที่เผาขึ้นเตอร์ด้วยเงื่อนไขเหมือนกันคือ เผาขึ้นเตอร์ครั้งแรกที่อุณหภูมิ 1200°C 3 ชั่วโมงแล้วเผาขึ้นเตอร์ครั้งที่สองที่อุณหภูมิ 1400°C 3 ชั่วโมงมีค่า B เท่ากับ 5453°K , 5911°K และ 7782°K ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่า เมื่อสารองค์ประกอบ BaCO_3 , TiO_2 , และ ZrO_2 คงที่ แต่เพิ่มจำนวนโมลของ SrO ในสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr จะทำให้ค่า B ของสารตัวอย่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4. ผลของการเพิ่มจำนวนโมลของ SrO ในสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr โดยที่จำนวนโมลของสารองค์ประกอบ BaCO_3 , TiO_2 และ ZrO_2 คงที่ ต่อค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของสารตัวอย่าง พิจารณาจากตารางที่ 4.1 และ 4.2 จะเห็นว่าสารตัวอย่างส่วนใหญ่ทุกเม็ดจะมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุดอยู่ใน order 10^6 ohm-m เช่น สารชุดที่ NO.6, NO.7, NO.8 NO.9 และ NO.10 ที่ต่างเผาขึ้นเตอร์ครั้งที่หนึ่ง ที่อุณหภูมิ 1200°C 3 ชั่วโมง แล้วเผาขึ้นเตอร์ครั้งที่สองที่อุณหภูมิ 1400°C 3 ชั่วโมง เหมือนกันหมด จะได้ค่าสภาพต้านทานสูงสุดเท่ากับ 4.37×10^6 , 5.62×10^6 , 6.62×10^6 , 9.17×10^6 และ 4.36×10^6 ohm-m ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาช่วงกว้างของผลต่างระหว่างค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุดกับต่ำสุดแล้ว จากตารางที่ 4.1 สารชุดที่ NO.8 มี $p_{\max} = 6.62 \times 10^6$ และ $p_{\min} = 4.57 \times 10^4$ ohm-m, NO.9 มี $p_{\max} = 9.17 \times 10^6$ และ $p_{\min} = 3.28 \times 10^5$ ohm-m และ NO.10 มี $p_{\max} = 4.36 \times 10^6$ และ $p_{\min} = 1.45 \times 10^6$ ohm-m โดยที่สารตัวอย่างทั้ง 3 ชุด ที่กล่าวนั้นเผาขึ้นเตอร์ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน คือ เผาขึ้นเตอร์ครั้งที่หนึ่งที่ 1200°C 3 ชั่วโมง แล้วเผาขึ้นเตอร์ครั้งที่สองที่อุณหภูมิ 1400°C 3 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่า สารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีองค์ประกอบ BaCO_3 , TiO_2 และ ZrO_2 ต่างมีจำนวนโมลคงที่ ส่วน SrO มีจำนวนโมลเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ผลจะทำให้สารตัวอย่างที่ได้ มีช่วงกว้างของผลต่างระหว่างค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุดกับค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำสุดแคบเข้า

5. พิจารณาจากตารางที่ 4.1-4.2 สารตัวอย่างมีค่า loss factor ที่อุณหภูมิห้อง อยู่ในช่วง order 10^{-10} และจากกราฟค่า loss factor ที่ความถี่ต่าง ๆ เมื่ออุณหภูมิของสารคงที่ ดังรูปที่ 4.19 - 4.41 จะเห็นว่า ค่า loss factor ของสารตัวอย่างจะลดลง เมื่อความถี่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับสมการที่ 2.30 (ค่า loss factor เป็นปฏิภาคผกผันกับความถี่) นั้นหมายความว่า ค่า loss factor ของสารตัวอย่างจะขึ้นกับความถี่

6. พิจารณารูปที่ 4.42 - 4.44 เป็นกราฟแสดงค่า loss factor กับอุณหภูมิของสารตัวอย่างชุดที่ NO.6 เมื่อความถี่คงที่ 50 Hz ภายใต้เงื่อนไขการเผาที่ต่างกันไป จะเห็นว่า จากกราฟจะเริ่มอ่านค่า loss factor ของสารได้ที่อุณหภูมิในช่วง $170-190^{\circ}\text{C}$ และค่า loss factor จะคงที่จนถึงอุณหภูมิจุดหนึ่งแล้วค่า loss factor จะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิแบบ exponential (ในการวิจัยอุณหภูมิสูงสุดของสารตัวอย่างวัดได้ที่ 250°C) และจากรูปที่ 4.45 สำหรับสารตัวอย่างชุดที่ NO.7 ที่เผาครั้งเดียวในอากาศที่ 1400°C 3 hr ที่ความถี่ 50 Hz จะเริ่มอ่านค่า loss factor ของสารได้ที่อุณหภูมิ 210°C และคงที่จนถึงอุณหภูมิ 220°C แล้วหลังจากนั้นค่า loss factor จะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิแบบ exponential

ส่วนที่ความถี่ 1 kHz สำหรับสารตัวอย่างชุดที่ NO.6 จะอ่านค่า loss factor ได้ที่อุณหภูมิต่ำลง เริ่มประมาณที่อุณหภูมิ 40°C และจะมีค่า loss factor ค่อนข้างจะคงที่จนถึงอุณหภูมิประมาณ $160^{\circ}\text{C} - 170^{\circ}\text{C}$ แล้วหลังจากนั้นค่า loss factor จะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิแบบ exponential ดังรูปที่ 4.46 - 4.48

7. พิจารณารูปที่ 4.50 - 4.57 กราฟแสดงค่า loss factor กับอุณหภูมิต่าง ๆ ที่ความถี่คงที่ 30 kHz หรือ 60 kHz การเปลี่ยนแปลงค่า loss factor ของสารตัวอย่างชุดที่ NO.6 และ NO.7 ที่เผาครั้งเดียวที่อุณหภูมิครั้งเดียวที่อุณหภูมิ 1400°C 3 hr จะมี 2 ช่วง คือ ช่วงแรกตั้งแต่อุณหภูมิ 30°C จะมีค่า loss factor ลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น จนถึงอุณหภูมิ $180^{\circ} - 190^{\circ}\text{C}$ ช่วงที่สอง หลังจากนั้นค่า loss factor จะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 4.50, 4.53, 4.54 และ 4.57

สำหรับสารตัวอย่างชุดที่ NO.6 ที่เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400°C 3 hr ที่ความถี่ 30 kHz หรือ 60 kHz สารตัวอย่างจะมีค่า loss factor ลดลงเมื่ออุณหภูมิของสารเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 4.51 และรูปที่ 4.55 นอกจากนี้พิจารณา รูปที่ 4.52 และรูปที่ 4.56 แล้ว สารตัวอย่างชุดที่ NO.6 ที่เผาครั้งที่หนึ่งในอากาศที่ 1400°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1500°C 3 hr ก็มีค่า loss factor ลดลงเมื่ออุณหภูมิของสารเพิ่มขึ้น

8. ผลของจำนวนโมล SrO ต่อค่า loss factor ของสารตัวอย่างในสารเซรามิกส์ ระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่เผาซินเตอร์ในอากาศ พิจารณาจากรูปที่ 4.89 - 4.92 เป็นกราฟแสดงค่า loss factor กับจำนวนโมลของ SrO ในสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่ประกอบ

ด้วย BaCO_3 , TiO_2 และ ZrO_2 คงที่อย่างละ 1 โมล และเปลี่ยนแปลง SrO ตั้งแต่ 0.5-2.0 โมล ซึ่งจะเห็นว่ากราฟส่วนใหญ่ค่า loss factor มีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนโมลของ SrO เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพิจารณาเพิ่มเติมได้จากรูปที่ 4.93 - 4.94 ซึ่งจะพบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนโมลของ SrO ในสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่เผาขึ้นเตอร้ในอากาศ จะทำให้ค่า loss factor ของสารตัวอย่างมีแนวโน้มลดลง

วิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 2

1. จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.58 - 4.65 จะเห็นว่าสารตัวอย่างชุดที่ NO.7-NO.10 ที่เผาขึ้นเตอร้ในบรรยากาศไนโตรเจน จะวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ และแสดงคุณสมบัติ NTC effect และโดยส่วนใหญ่จะให้ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุดอยู่ใน order 10^6 ohm-m แต่สารชุดที่ NO.2, NO.5 และชุดที่ NO.6 ที่เผาขึ้นเตอร้ในบรรยากาศไนโตรเจน ไม่สามารถวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ สำหรับสารชุดที่ NO.2 และ NO.5 ที่ผ่านการเผาขึ้นเตอร้ในอากาศก็ไม่สามารถวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ แต่สารชุดที่ NO.6 และชุดที่ NO.7-NO.10 ที่เผาในอากาศจะวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้และแสดงคุณสมบัติ NTC effect แสดงว่าสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วน BaCO_3 : TiO_2 : ZrO_2 :SrO เป็น 1:1:1:1.5 โมล (สารตัวอย่างชุดที่ NO.6) เมื่อผ่านการเผาขึ้นเตอร้ในบรรยากาศไนโตรเจน จะมีความเป็นฉนวน หรือสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงกว่าเผาในอากาศ

2. ผลของกาชไนโตรเจนต่อคุณสมบัติ NTC effect ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr เมื่อพิจารณารูปที่ 4.62 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของสารชุดที่ NO.7 ที่เผาขึ้นเตอร้ครั้งแรกในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr เทียบกับรูปที่ 4.3 กราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของสารชุดที่ NO.7 ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิเดียวกัน แต่เผาในอากาศจะเห็นว่าสารชุดที่ NO.7 ที่ผ่านการเผาในบรรยากาศไนโตรเจน จะเริ่มวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าได้ที่อุณหภูมิ 170°C แต่ที่ผ่านการเผาในอากาศเริ่มวัดได้ที่อุณหภูมิ 226°C นอกจากนี้ยังพิจารณาเทียบกันได้อีกจากสารตัวอย่างชุดอื่น ๆ ที่มีการเผาที่อุณหภูมิเดียวกัน เช่น รูปที่ 4.63 กับรูปที่ 4.4, รูปที่ 4.64 กับรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.65 กับรูปที่ 4.6 จะพบว่า สารตัวอย่างที่ผ่านการเผาในบรรยากาศไนโตรเจน มีแนวโน้มนำไฟฟ้าได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า และที่อุณหภูมิเท่ากันจะมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่า สารตัวอย่างที่ผ่านการเผาในอากาศ จึงกล่าวได้ว่าสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่เผาในบรรยากาศไนโตรเจน จะแสดงคุณสมบัติ NTC effect ได้ดีกว่าสารที่ผ่านการเผาในอากาศ

3. พิจารณารูปที่ 4.58 กับรูปที่ 4.62 เป็นกราฟค่าสภาพต้านทานไฟฟ้ากับอุณหภูมิของสารตัวอย่างชุดที่ NO.7 ที่เผาในบรรยากาศไนโตรเจน แต่เงื่อนไขการเผาที่อุณหภูมิต่างกัน

จะพบว่า ทอณหภูมิเท่ากัน สารชุดที่ NO.7 ที่เผาครั้งแรกในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C จะมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่ต่ำกว่าสารชุดที่ NO.7 ที่เผาครั้งแรกเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr นอกจากนี้ยังพิจารณาเพิ่มเติมได้อีกจากรูปที่ 4.59 กับรูปที่ 4.63 สำหรับสารชุดที่ NO.8, รูปที่ 4.60 กับรูปที่ 4.64 สำหรับสารชุดที่ NO.9 และจากรูปที่ 4.61 กับรูปที่ 4.65 สำหรับสารชุดที่ NO.10 ก็จะทำให้ผลในลักษณะเดียวกัน ดังนั้นสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่ผ่านการเผาครั้งแรกในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr จะมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่าสารที่ผ่านการเผาครั้งแรกเดียวในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 1400°C 3 hr

4. ผลของการเพิ่มจำนวนโมล SrO ในสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่เผาซินเตอร์ในบรรยากาศไนโตรเจน โดยที่ BaCO_3 , TiO_2 และ ZrO_2 คงที่ ต่อค่า B ของสารตัวอย่าง พิจารณาจากตารางที่ 4.3 สารชุดที่ NO.8, NO.9 และ NO.10 ซึ่งต่างเผาซินเตอร์ครั้งแรกเดียวที่ 1400°C 3 ชั่วโมง เหมือนกัน มีค่า B เท่ากับ 4362°K , 5157°K และ 5575°K ตามลำดับ นอกจากนี้พิจารณาสารชุดที่ 8 ที่เผาซินเตอร์ครั้งที่หนึ่ง 1200°C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองที่ 1400°C 3 hr มีค่า B เท่ากับ 5039°K ส่วนสารตัวอย่างชุดที่ NO.10 ที่เผาภายใต้เงื่อนไขเดียวกันมีค่า B เท่ากับ 5281°K ซึ่งจะเห็นว่าในการเพิ่มจำนวนโมลของ SrO ในสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่เผาในบรรยากาศไนโตรเจนจะมีผลต่อค่า B ทำให้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เหมือนกันกับการเผาในอากาศ แต่ถ้าเปรียบเทียบค่า B ของสารตัวอย่างที่เผาในบรรยากาศไนโตรเจนกับเผาในอากาศแล้ว การเผาในบรรยากาศไนโตรเจน จะให้ค่า B ที่น้อยกว่าเผาในอากาศ เช่น จากตารางที่ 4.1 กับ 4.3 ดูสารที่มีเงื่อนไขของการเผาซินเตอร์เผาครั้งที่หนึ่ง 1200°C 3 ชั่วโมง แล้วเผาครั้งที่สองที่ 1400°C 3 ชั่วโมง นำมาเขียนเป็นตารางเปรียบเทียบค่า B ได้ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงค่า B ของสารตัวอย่างที่เผาในอากาศและในบรรยากาศไนโตรเจน

สารชุดที่	เงื่อนไขของการเผาซินเตอร์		ค่า B ($^{\circ}\text{K}$)	
	เผาครั้งที่หนึ่ง	เผาครั้งที่สอง	เผาในอากาศ	เผาในบรรยากาศ N_2
NO.7	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	5397	4632
NO.8	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	5453	5039
NO.9	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	5911	4939
NO.10	1200°C 3 hr	1400°C 3 hr	7782	5281

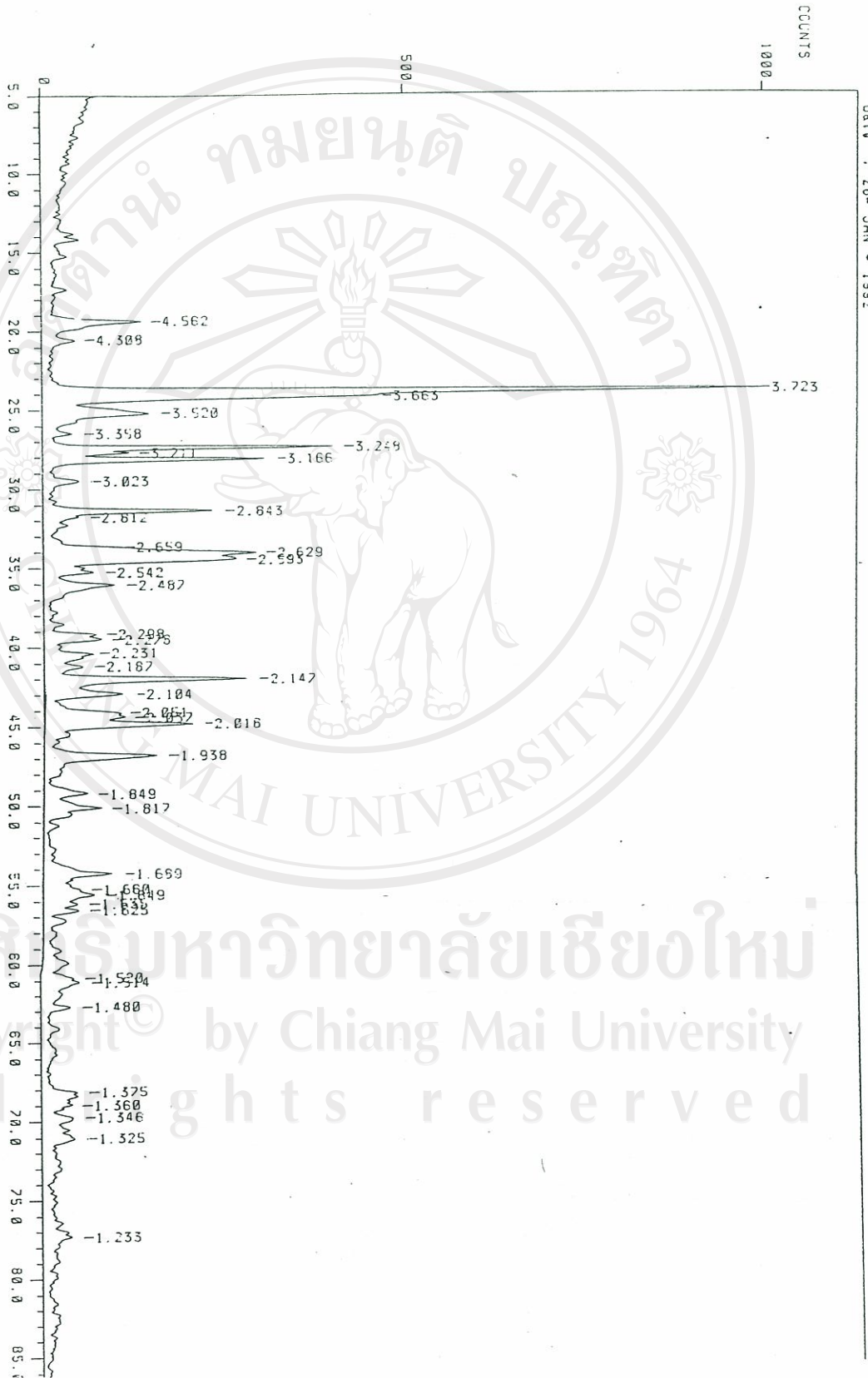
นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณาเปรียบเทียบจากตารางที่ 4.2 กับ 4.3 ได้อีก ดังนั้น การเผาสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ในอากาศหรือในบรรยากาศไนโตรเจน เมื่อจำนวนโมลของ SrO เพิ่มขึ้น แต่จำนวนโมลสารอื่นคงที่ จะทำให้ค่า B มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่การเผาในบรรยากาศไนโตรเจนจะให้ค่า B ที่มีค่าน้อยกว่า การเผาในอากาศ

5. ผลของจะนวนโมล SrO ที่เพิ่มขึ้นในสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่เผาซินเตอร์ในบรรยากาศไนโตรเจนต่อค่า loss factor ของสารพิจารณาจากรูปที่ 4.95 - 4.96 จะพบว่า เมื่อจำนวนโมลของ SrO เพิ่มขึ้นค่า loss factor ของสารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่เผาซินเตอร์ในบรรยากาศไนโตรเจนจะมีค่า loss factor เพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนโมลของ SrO เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 ผลการวิเคราะห์สารประกอบที่เกิดขึ้นในสารตัวอย่างก่อนและหลังเผาสารประกอบระบบ Ba-Ti-Zr-Sr แสดงไว้ในรูปที่ 4.97 - 4.104

รูปที่ 4.97 แสดง diffraction pattern ของสารประกอบระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่อุณหภูมิ 4.97 ก่อนเผา



File : SSI.SM
Date : 26-JAN - 1992

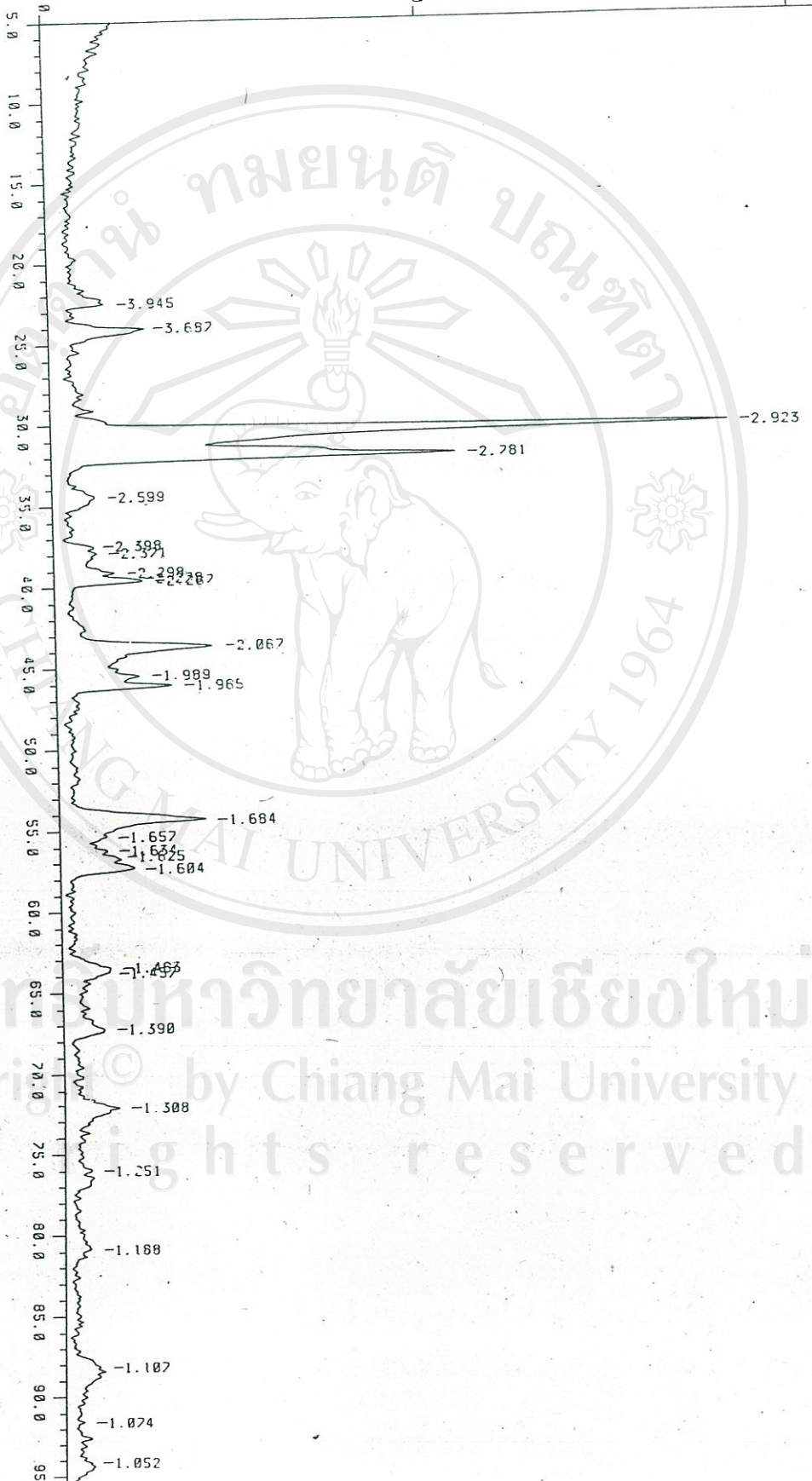
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

COUNTS

700

350

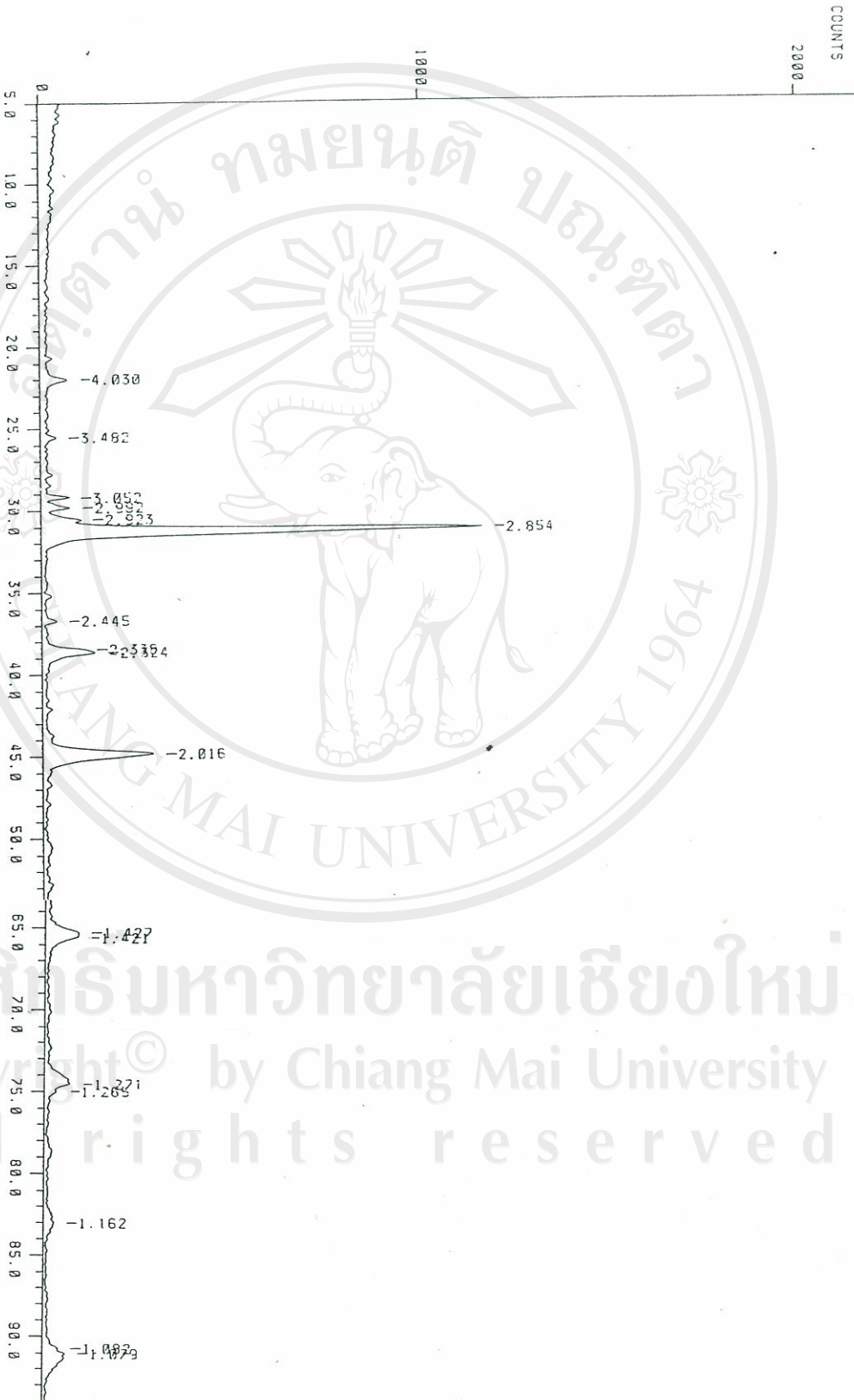
File : S92.5M
Date : 26-JAN-1992



รูปที่ 4.98 แสดง diffraction pattern ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ชุดที่ NO. 1 หลังเผาครั้งแรกในอากาศที่ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งสองในอากาศที่ 1300 °C

3 hr

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

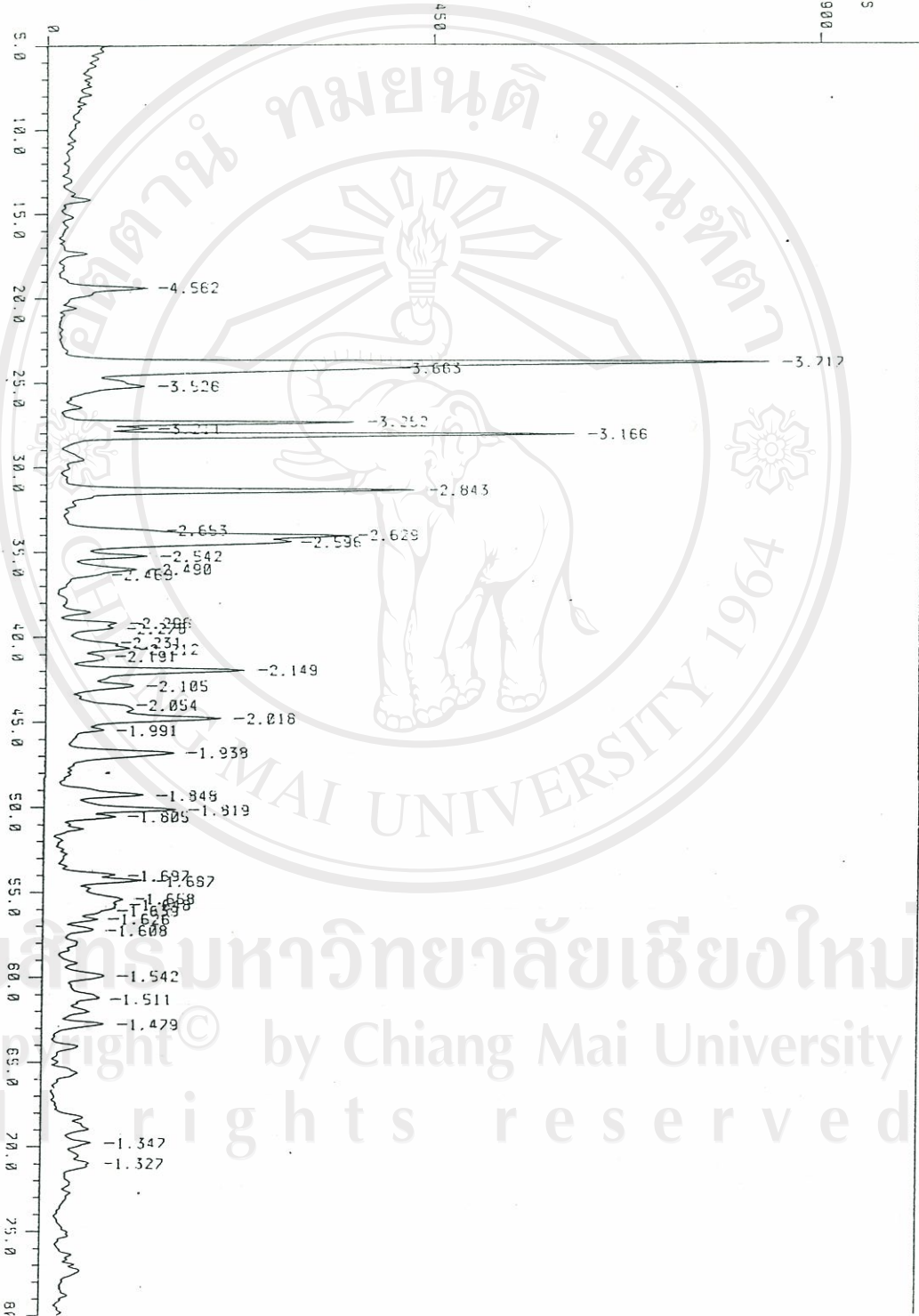


รูปที่ 4.99 แสดง diffraction pattern ของสารในระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ชุดที่ NO. 1 หลังเผาครั้งแรกในอากาศที่ 1200 °C 3 hr และเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °C 3 hr

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

COUNTS

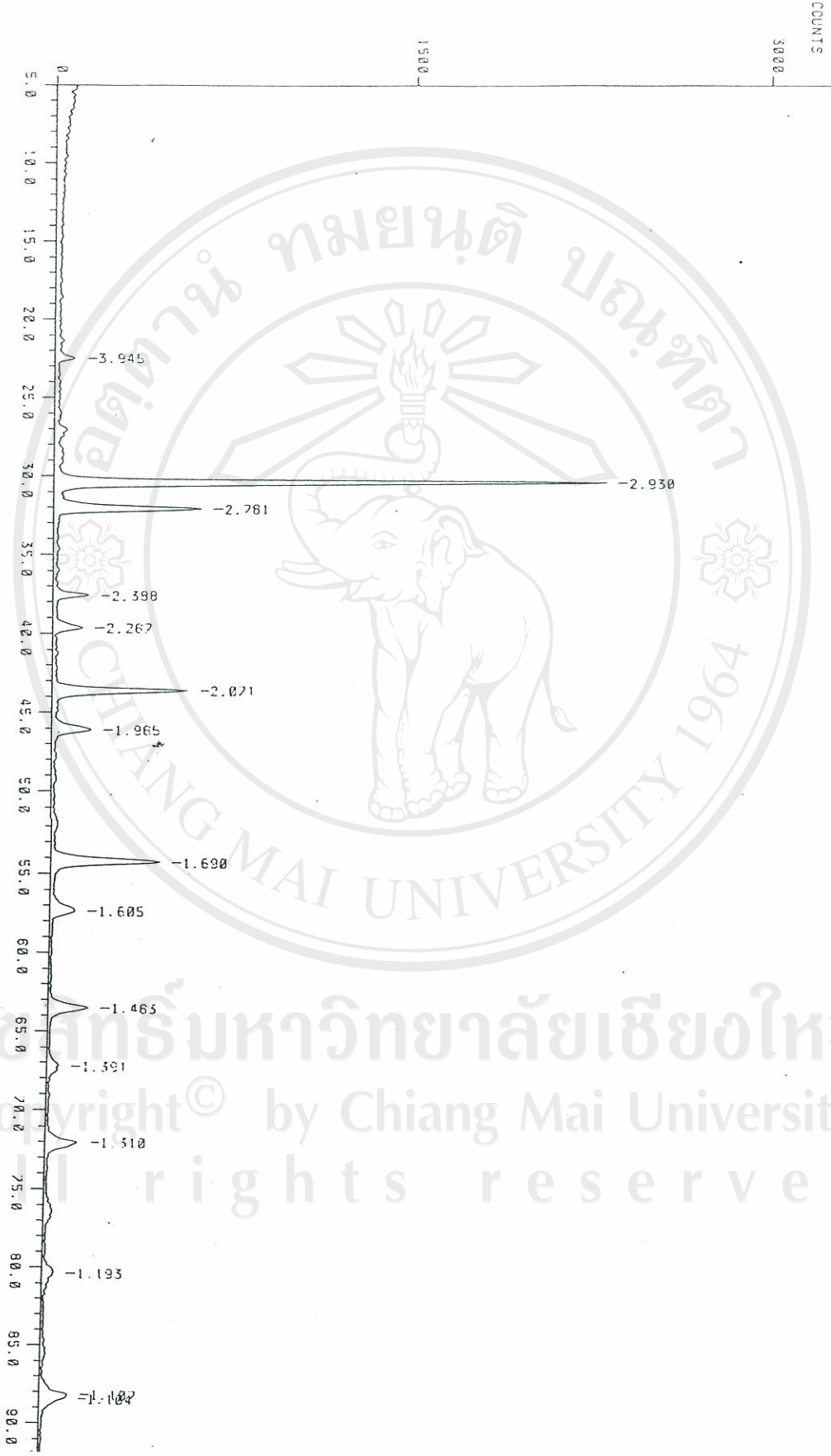
File : SSS.SM
Date : 22-JAN-1992



รูปที่ 4.100 แสดง diffraction pattern ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ชุดที่ NO. 2 ก่อนเผา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

File : SSE.SM
Date : 27 JAN - 1992



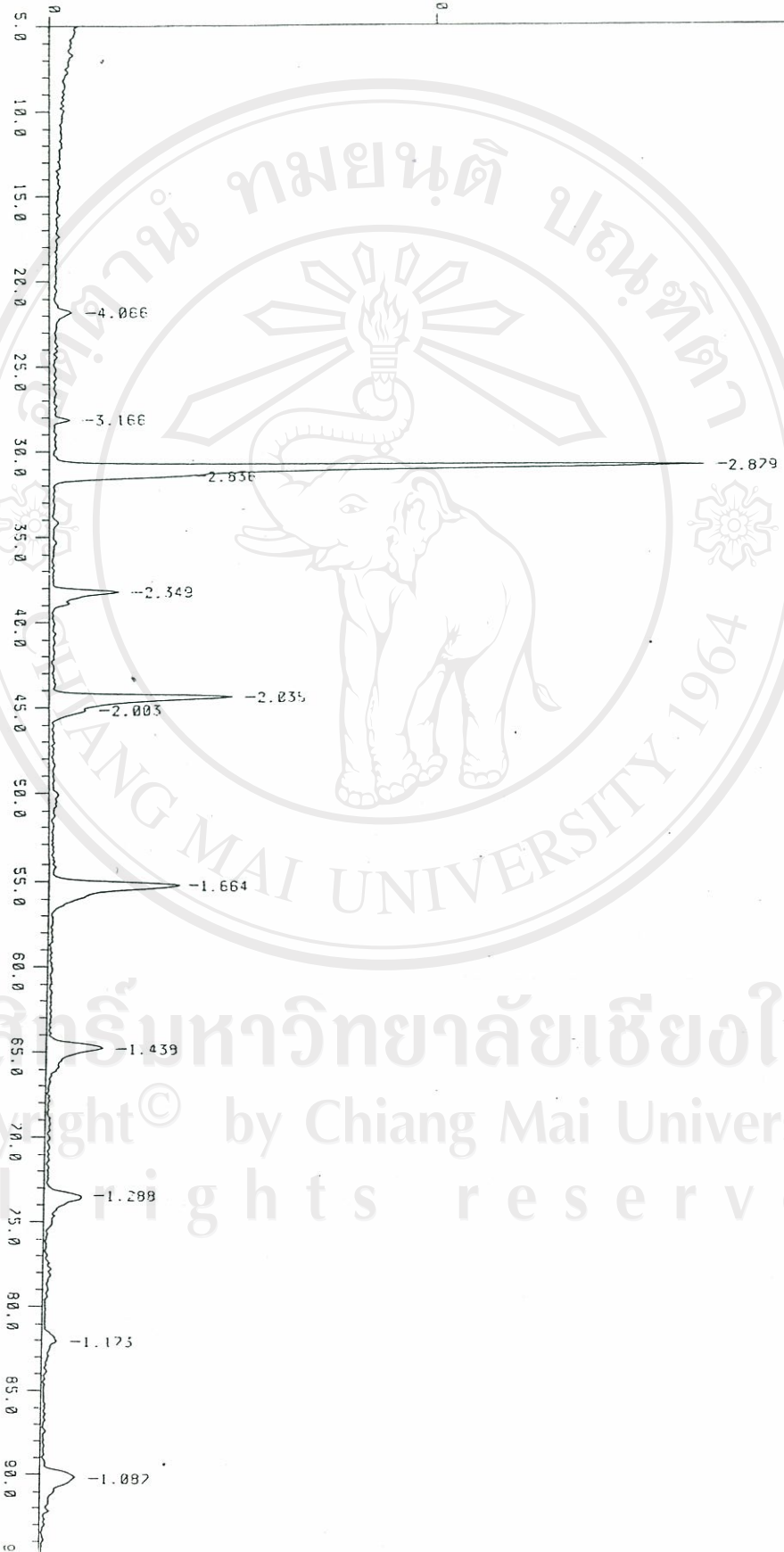
รูปที่ 4.101 แสดง diffraction pattern ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่ที่ NO.2 หลังเผาที่ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1300 °C

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

COUNTS

2000

1000



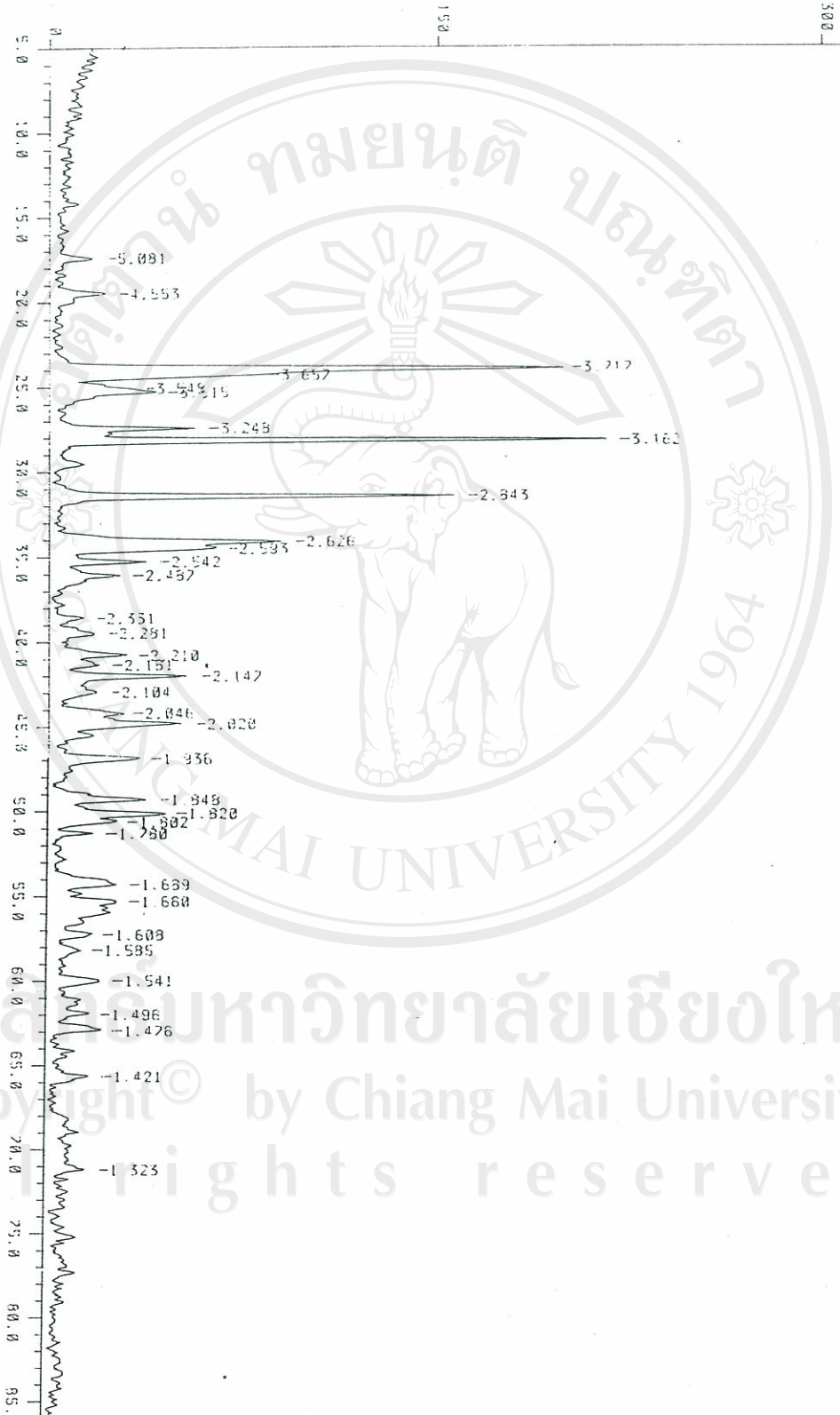
รูปที่ 4.102 แสดง diffraction pattern ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่

NO.2 หลังเผาครั้งแรกในอากาศที่ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งสองในอากาศที่ 1400 °C

3 hr

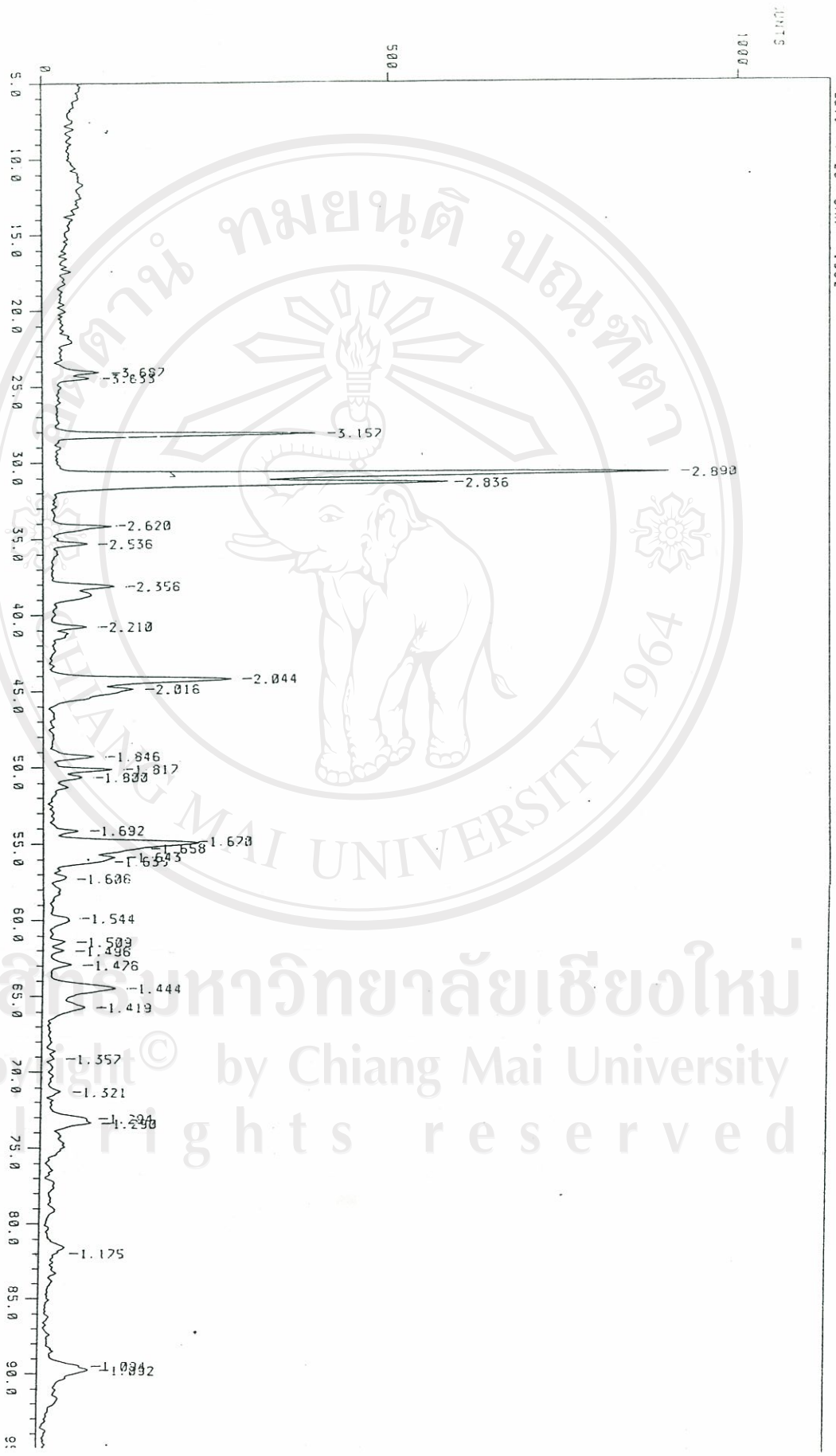
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

COUNTS



รูปที่ 4.103 แสดง diffraction pattern ของสารสังเคราะห์กลุ่ม Ba-Ti-Zr-Sr ชุดที่ NO. 4 ก้อนที่ ๗

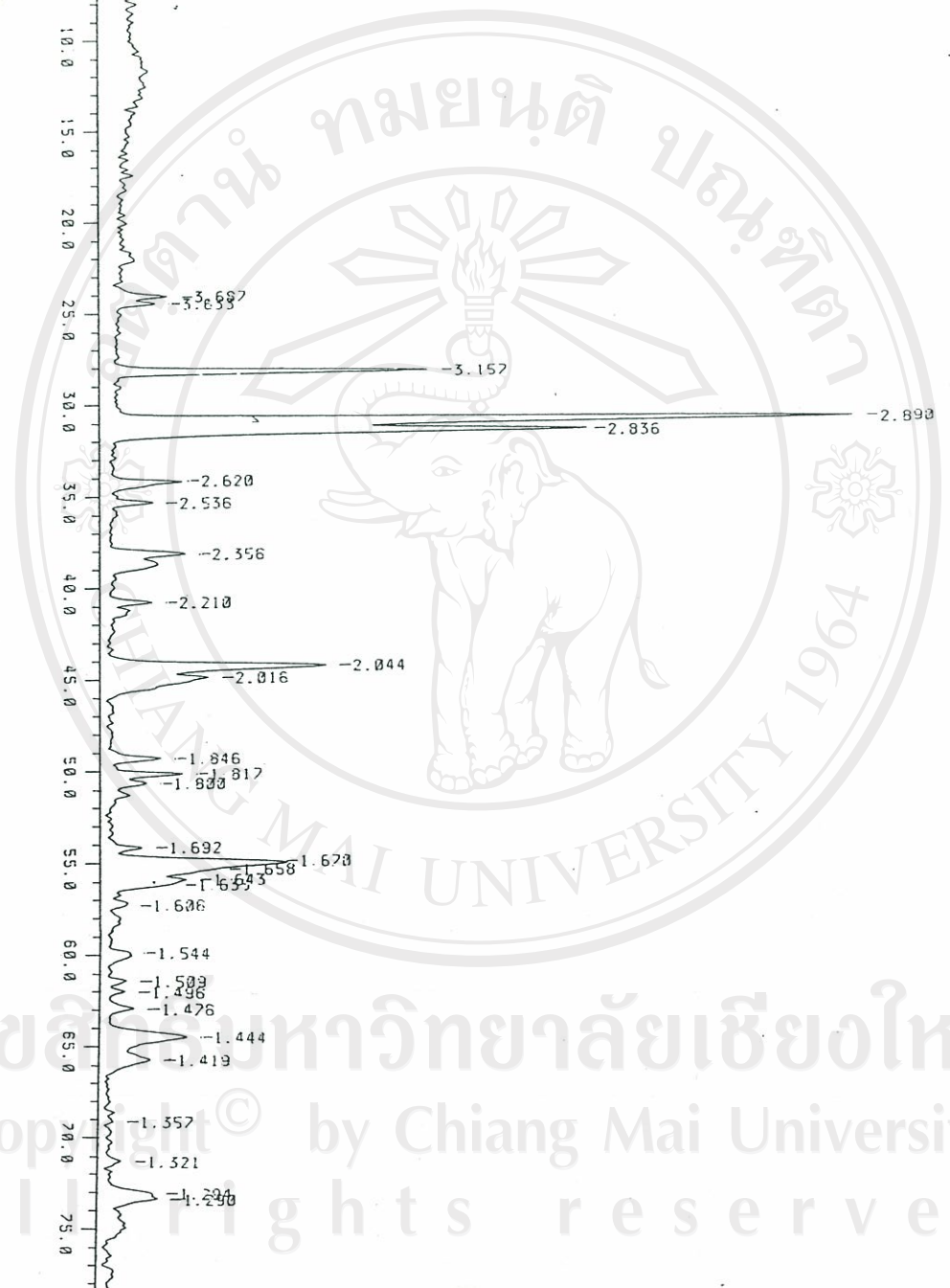
ลิขสิทธิ์โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.104 แสดง diffraction pattern ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่อุณหภูมิ

NO.4 หลังเผาครั้งแรกที่อุณหภูมิ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งสองที่อุณหภูมิ 1400 °C

3 hr



มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมของสารตัวอย่างก่อนและหลังเผาสารประกอบระบบ Ba-Ti-Zr-Sr แสดงไว้ในรูปที่ 4.105 - 4.112

รูปที่ 4.105 แสดง spectrum ของสารประกอบ Ba-Ti-Zr-Sr ชุดที่ NO.1 ก่อนเผา

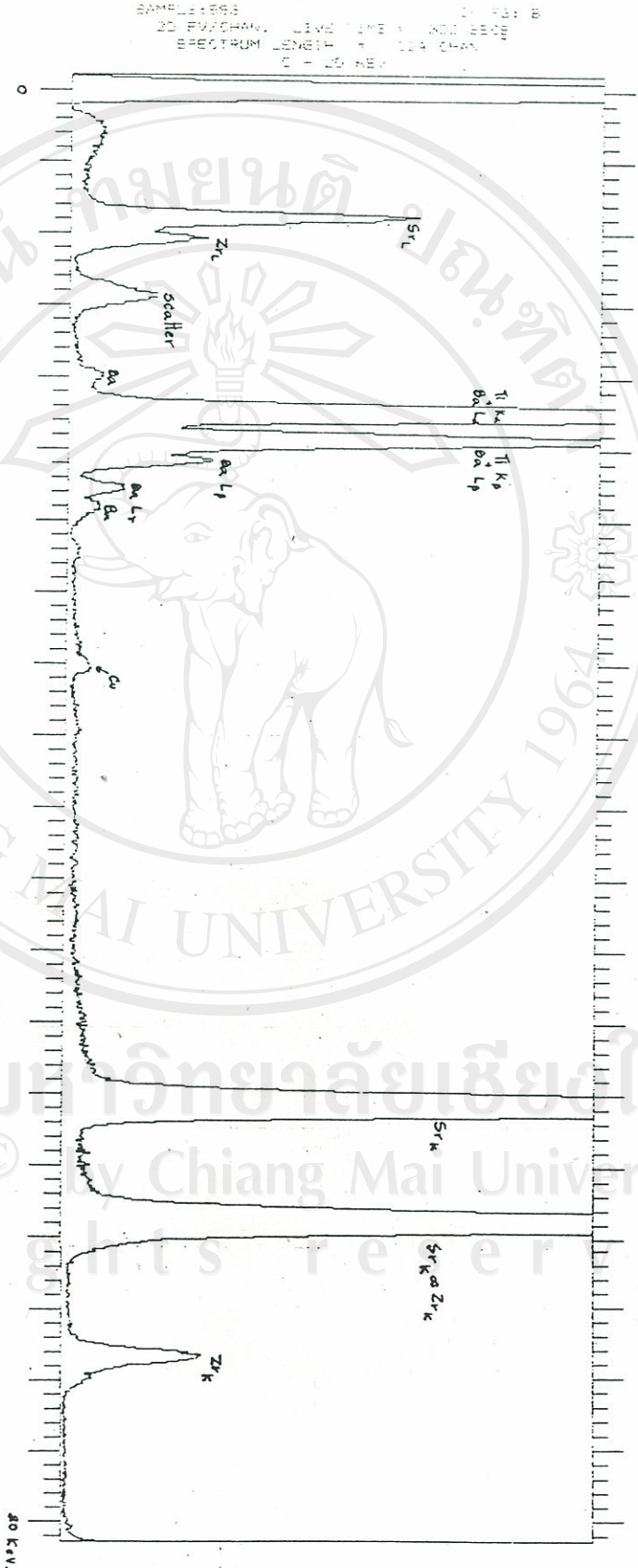


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.106 แสดง spectrum ของสารเซรามิกแบบ Ba-Ti-Zr-Sr ชุดที่ NO.1 หลังเผา
ครั้งที่หนึ่ง ในอากาศที่ 1200 ° c 3 hr แล้วเผาครั้งที่สอง ในอากาศที่ 1300 ° c 3 hr

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © Chiang Mai University
All rights reserved



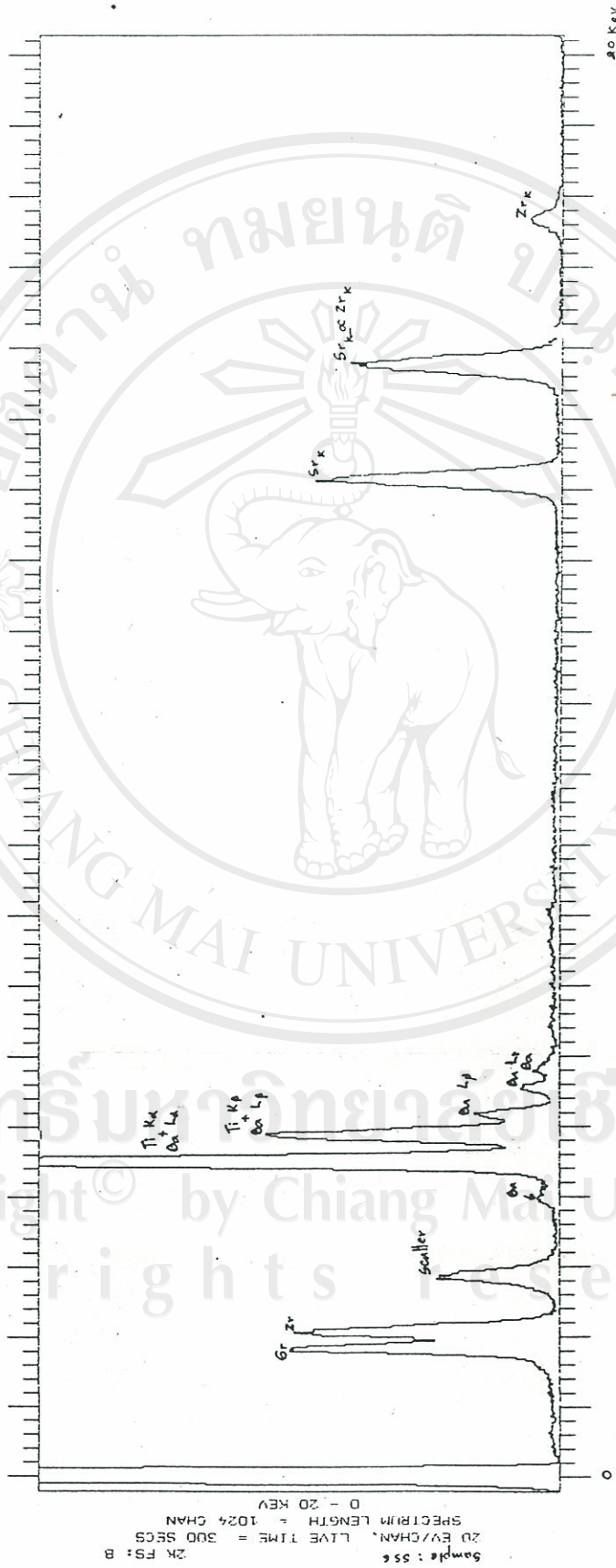
รูปที่ 4.107 แสดง spectrum ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr ชุดที่ NO.1 หลังเผา
 ขึ้นที่ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °C 3 hr
 ครั้งหนึ่งในอากาศที่ 1200 °C 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °C 3 hr

ลิขสิทธิ์ © Chiang Mai University
 All rights reserved



รูปที่ 4.108 แสดง spectrum ของสารเซรามิกแบบ Ba-Ti-Zr-Sr ชุดที่ NO.2 ก่อนเผา

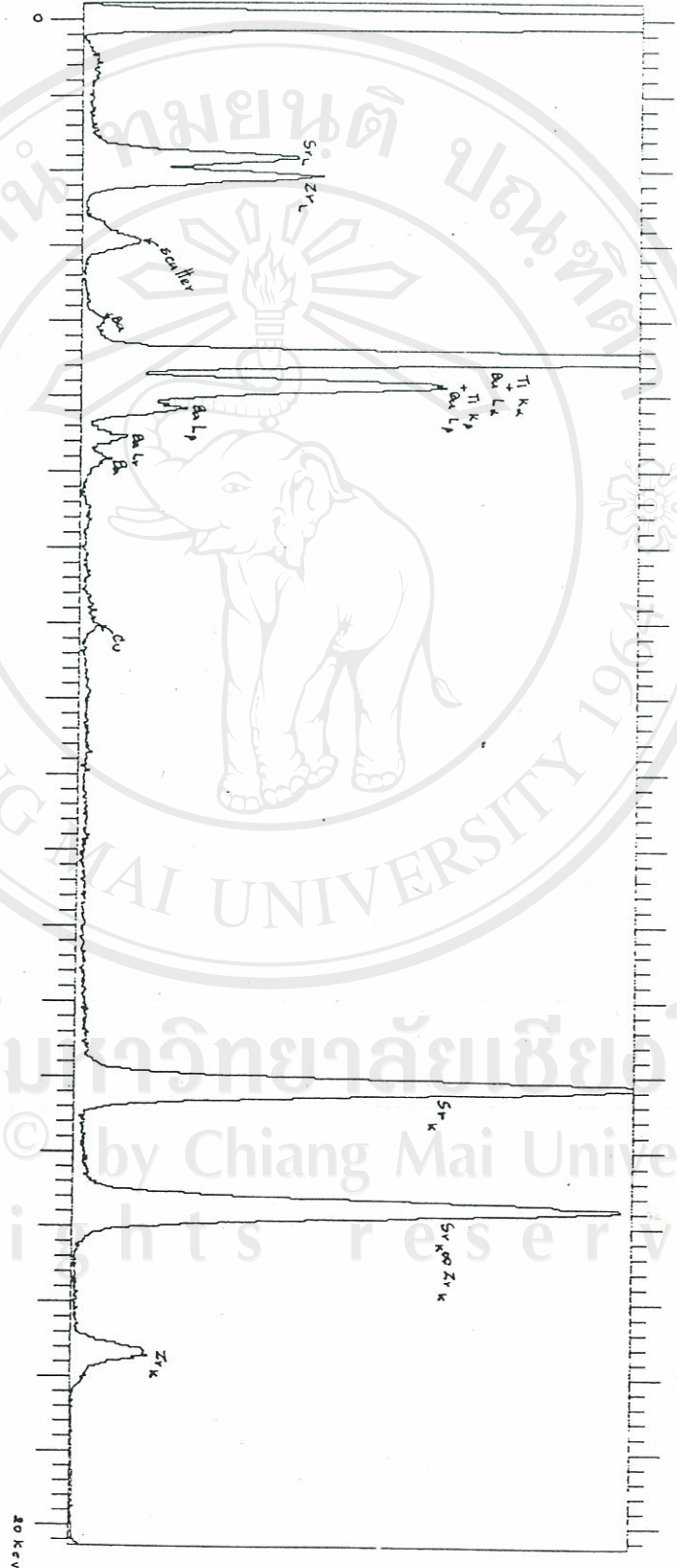
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved



รูปที่ 4.109 แสดง spectrum ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ชุดที่ NO.2 หลังเผา
 ที่ 1200 ° c 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1300 ° c 3 hr

ลิขสิทธิ์ในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

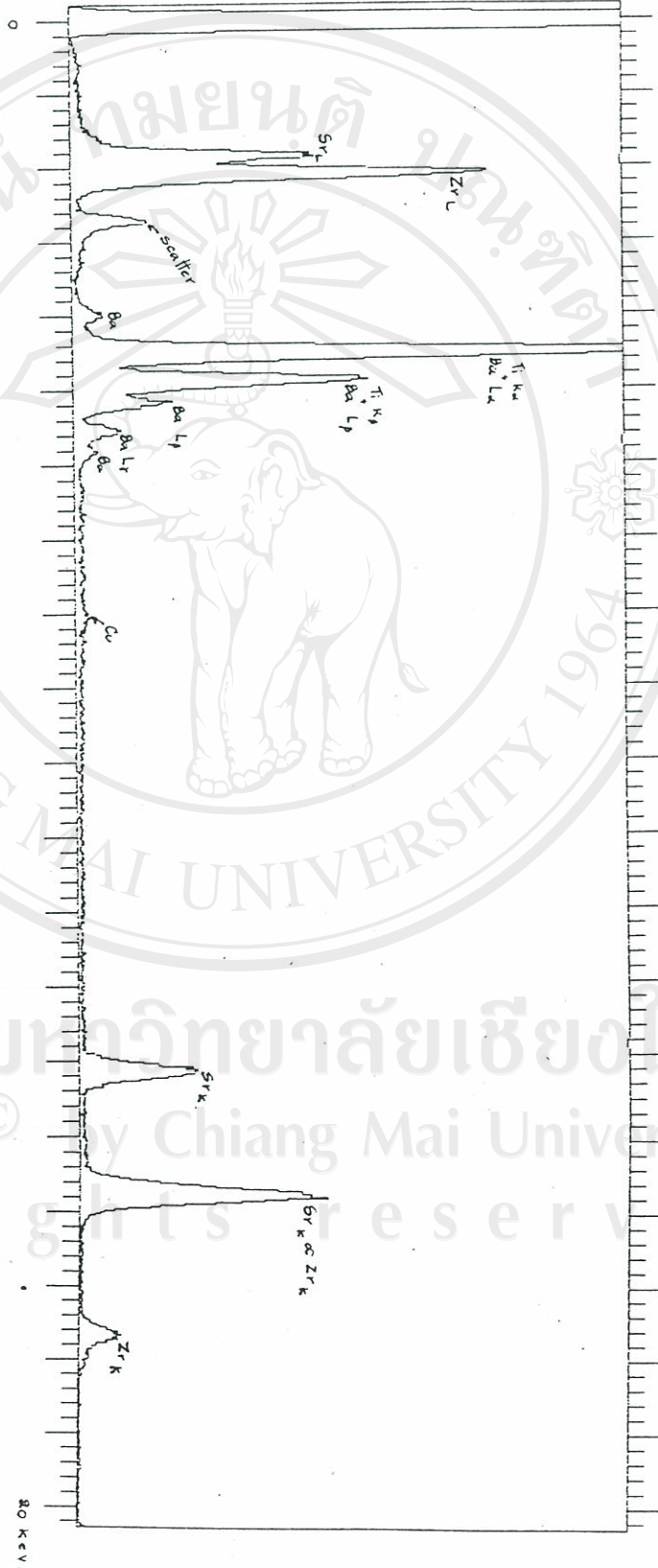
SAMPLE:SS7 2K RS: B
 20 EV/CHAN, LIVE TIME = 300 SECS
 SPECTRUM LENGTH = 1024 CHAN
 0 - 20 KEV



รูปที่ 4.110 แสดง spectrum ของสารเชิงระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ชุดที่ NO.2 หลังเผา
 ครึ่งหนึ่ง ในอากาศที่ 1200 °C 3 hr และเผาครึ่งสองในอากาศที่ 1400 °C 3 hr

ลิขสิทธิ์ในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

SAMPLE:SS9 ZR FS: B
20 EV/CHAN. LIVE TIME = 300 SECS
SPECTRUM LENGTH = 1024 CHAN
G - 20 KEV



รูปที่ 4.111 แสดง spectrum ของสารประกอบ Ba-Ti-Zr-Sr ชุดที่ NO.4 ก่อนเผา

ลิขสิทธิ์ของวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

SAMPLE:SS10
20 EV/CHAN. LIVE TIME = 300 SECS
SPECTRUM LENGTH = 1024 CHAN
0 - 20 KEV



รูปที่ 4.112 แสดง spectrum ของสารเชิงรวม Ba-Ti-Zr-Sr ชุดที่ NO.4 หลังเผา
ครั้งแรกในอากาศที่ 1200 °c 3 hr แล้วเผาครั้งที่สองในอากาศที่ 1400 °c 3 hr

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved