

เอกสารอ้างอิง

1. L.R. Testardi, J.H. Wernick, W.A. Royer, Solid State Commun 15,1(1974).
2. J.G. Bednorz, K.A. Müller, Zeitschrift for Physik 64,189(1986).
3. M.K. Wu, J.B. Ashburn, C.J. Torng, P.H. Hor, R.L. Meng, L. Gao, Z.J. Huang, Y.Q. Wang and C.W. Chu, Phys. Rev. Lett. 58,908(1987).
4. C. Michel, M. Hervien, M.M. Borel, A. Gardin, F. Deslandes, J. Provost and B. Raveau, Z.Phys B68, 421(1987).
5. H. Maeda, Y. Tanaka, N. Fukutomi and T. Asano, Jpn. J. Appl. Phys. 27,209(1988).
6. M.J. Tarascon, Y. Le Page, P. Barboux, B.G. Bagley, L.H. Greene, W.R. Mokinon, G.W. Hull, M. Giroud and D.M. Hwang, Phys.Rev. B 37, 9382(1988).
7. R.M. Hazen, C.T. Prewitt, R.G. Angle, N.L. Roy, L.W. Finger, C.G. Hadidiacos, D.R. Veblen, P.L. Heaneyt, P.H. Hor, R.L. Meng, Y.Y. Sun, X.Q. Wang, Y.Y. Xua, Z.J. Huang, L. Gar, J. Behtdd and C.W. Chu, Phys.Rev.Lett. 60, 1174(1988).
8. H.W. Zandbergen, Y.K. Huang, M.J.V. Menken, J.N. Li, K. Kadowadi, A.A. Menovsky, G. van Tendeloo and S. Amolinckx, Nature 322, 620(1988).
9. M.J. Tarascon, W.R. Mo Kinnon, P. Barboux, D.M. Hwang, B.G. Bagley, L.H. Greene, G.W. Hull, Y. Le Page, N. Stoffel and M. Giroud, Phys.Rev.B 38, 8885(1988).
10. A. Dwivedi and A. N. Cormack, **Superconductivity and Applications**, Plenum Press, New York, pp.425-440(1990).
11. A.M. Hermann, Z.Z. Cheu, Z.Z. Vier, S. Sehultz and S.B. Oseroff, Phys.Rev.B 37, 9742(1988).
12. M.R. Chandrachood, I.S. Mulla and A.P.B. Sinha, Appl. Phys. Lett. 55, 1472(1989).
13. R.L. Meng, L.Beauvais, X.N. Zhang, Z.J. Huang, Y.Y. Xue and C.W. Chu, Physica C 216, 21(1993), Proc. 1st Int. Symp. on Superconductivity, Tokyo, Springer - Verlag pp.233(1988).
14. S. Nomura, T. Yamashita, H. Yoshino and K. Ando.
15. T. Shishido, D. Shindo, K. Ukei, T. Sasaki, N. Toyota and T. Fukada, Jpn. J. Appl. Phys. 28, 791(1989).
16. W. Futo, S. Kishida, H. Tokutaka, M. Chihaya, K. Nishimori and N. Ishihara, Proc. 3rd Int. Symp. on Superconductivity, Tokyo, Springer - Verlag p.781(1990).

17. S. Kishida, H. Tokutaka, M. Katayama, M. Chihaya, H. Imao, K. Nishimori and N. Ishihara, *Physica C* **190**, 110(1991).
18. S. Kishida, H. Tokutaka, M. Kutayama, M. Chihaya, K. Nishimori and N. Ishihara, *Physica C* **185-189**, 443(1991).
19. S. Kishida, H. Tokutaka, M. Takayama, M. Chihaya, K. Nishimori and N. Ishihara, Proc. 4th Int. Symp. on Superconductivity, Tokyo, Springer - Verlag p.477(1991).
20. M. Katayama, S. Kishida, H. Tokutaka, K. Nishimori, N. Ishihara and T. Yumoto, Proc. 5th Int. Symp. on Superconductivity, Tokyo, Springer - Verlag p.477(1992).
21. S. Kishida, S. Nakashima, T. Yumoto, H. Tokutaka and K. Fujimaura, *Phys. Stat. Sol (a)* **151**, 17(1995).
22. Charles Kittel, **Introduction to Solid State Physics**, 7th, edition, John Wiley and Sons, New York, pp.156-161, pp.199-221, pp.354-355(1996).
23. D. Turnbull, **McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology**, McGraw-Hill Inc, New York, pp.432(1987).
24. H. S. Lipson, **Crystals and X-rays**, Wykeham Publication, London, pp.29(1970).
25. B. H. Flomers and E. Mendoza, **Properties of Matter**, John Willey and Sons, New York, pp.232-233(1970).
26. C. N. R. Rao and K. J. Rao, **Phase Transitions in Solid**, McGraw-Hill Inc, U.S.A., pp.81-91(1978).
27. A. Oota and T. Horio, *J. Appl. Phys.* 71(12), 5997(1992).
28. S. Martin, A. T. Fiory, R. M. Fleming, L. F. Schneemeyer and J. V. Waszozak, *Phys. Rev. Lett.* **60**, 2194(1988).

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ผ.1 - ผ.3 แสดง ASTM card ของสาร $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$, $\text{Bi}_{1.9}\text{Pb}_{0.13}\text{Sr}_{1.98}\text{Ca}_{1.98}\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ และ $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuO}_x$ ตามลำดับ (ข้อมูลจากศูนย์เครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)

ตารางที่ ผ.1 ASTM card ของสาร $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$

41-317											I			
Bi2 Sr2 Ca Cu2 O8+x														
Bismuth Strontium Calcium Copper Oxide														
Hanawalt 3.25/X 2.89/8 2.71/7 3.59/4 2.03/3 3.86/3 1.91/3 3.09/3 2.57/3 2.55/														
Lambda 1.5409														
Sys. Orthorhombic														
SG PS														
a 5.410 b 5.410 c 30.84														
α β γ														
A 0.1754 C 0.1754 Z														
Dx Dm V 902.63														
F(N) 5.2 M(20) 7.7 I/Ic														
d-sp Guinier														
Int Diffractometer														
Total d's 50														
Color Black														
Temp														
Reduced cell														
a 5.410														
b 5.410														
c 30.840														
α 90.00														
β 90.00														
γ 90.00														
Crystal data														
a 5.410														
b 30.840														
c 5.410														
α 90.00														
β 90.00														
γ 90.00														
Optical:														
Comments: Lattice parameters are given for the orthorhombic, pseudotetragonal subcell. The phase contains a supercell incommensurate in b and commensurate in c, with reciprocal lattice vector, q^* , given by $q^* = \delta b^* - c^*$. Supercell powder reflections are indexed by including the fourth index delta. Solid state reaction of oxides at 880 C for 5 days. 890 C β Superlattice reflections. 1 Calculated reflections.														
PRR: JCPDS Grant-in-Aid Report; ; 1990; West, A., University of Aberdeen, Old Aberdeen, Scotland.														
UCR: Supercond. Sci. Technol.; 2 140; 1989; Namgung, C., Irvine, J., Lachowski, E., West, A.														
OPR:														

ตารางที่ ๗.2 ASTM card ของสาร $\text{Bi}_{1.9}\text{Pb}_{0.13}\text{Sr}_{1.98}\text{Ca}_{1.98}\text{Cu}_3\text{O}_{10}$

41-374

C

Bi1.9 Pb0.13 Sr1.98 Ca1.98 Cu3 O10 Calcium Copper Strontium Bismuth Lead Oxide Hanawalt 3.71/X 18.6/8 2.65/7 3.10/6 3.09/5 2.81/4 3.40/4 2.53/3 1.91/3 1.55/															
Lambda 1.5418 Sys. Orthorhombic SG Bmb PS oC? a 5.4101 b 5.4101 c 37.1293 α β γ A 0.1457 C 0.1457 Z Dx 1.570 Dm V 1086.74 F(N) 925.7 M(20) 999.9 I/Ic d-sp Calculated spacings Int Diffractometer Total d's 58 Color Black Temp			d	Int	h	k	l	d	Int	h	k	l			
			18.56	75	0	0	2	2.805	38	1	1	9			
			9.282	4	0	0	4	2.705	23	2	0	0			
			6.188	1	0	0	6	2.705	23	0	2	0			
			4.641	12	0	0	8	2.676	4	2	0	2			
			3.805	3	1	1	1	2.676	4	0	2	2			
			3.712	100	0	0	10	2.652	65	0	0	14			
			3.654	4	1	1	3	2.531	33	1	1	11			
			3.400	35	1	1	5	2.337	1	2	0	8			
			3.102	61	1	1	7	2.337	1	2	0	8			
			3.094	46	0	0	12	2.288	4	1	1	13			
Reduced cell	d	Int	h	k	l	d	Int	h	k	l	d	Int	h	k	l
a 5.410															
b 5.410	2.078	2	1	1	15	1.694	1	3	1	3	1.530	1	0	2	20
c 18.761	2.062	6	0	0	18	1.667	3	1	3	5	1.526	4	3	1	11
α 90.00	2.036	10	2	0	12	1.667	3	3	1	5	1.526	4	1	3	11
β 98.29	2.036	10	0	2	12	1.640	1	2	0	18	1.428	4	0	0	26
γ 90.00	1.912	31	2	2	0	1.640	1	0	2	18	1.407	1	1	3	15
	1.902	1	2	2	2	1.628	8	3	1	7	1.407	1	3	3	15
Crystal data	1.896	12	1	1	17	1.628	8	1	3	7	1.402	1	2	2	18
a 5.410	1.893	5	2	0	14	1.627	4	2	2	12	1.384	1	1	1	25
b 37.129	1.893	5	0	2	14	1.604	2	1	1	21	1.352	5	4	0	0
c 5.410	1.856	11	0	0	20	1.580	5	1	3	9	1.352	5	0	4	0
α 90.00	1.768	2	2	2	8	1.580	5	3	1	9					
β 90.00	1.740	22	1	1	19	1.551	9	2	2	14					
γ 90.00	1.700	7	2	2	10	1.547	28	0	0	24					
	1.694	1	1	3	3	1.530	1	2	0	20					
Optical: Comments: Reflections calculated from cell parameters given in reference. Pattern is from highly oriented sample, plane parallel to 001. [PR.; Jpn. J. Appl. Phys. Part 2; 28L1163; 1989; Sasakura, H., Minamigawa, S., Nakahigashi, K., Kogachi, M., Nakanishi, S., Fukuoka, N., Yoshikawa, M., Noguchi, S., Okuda, K., Yanase, A.]. [CO.; Private Communication; ; ; Nakahigashi, K., Japan.]															
PRR: Private Communication; ; 1990; Nakahigashi, K., Sasakura, H., University of Osaka Prefecture, Osaka, Japan.															
UCR:															
OPR:															

ตารางที่ ผ.3 ASTM card ของ $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuO}_x$

39-283

I

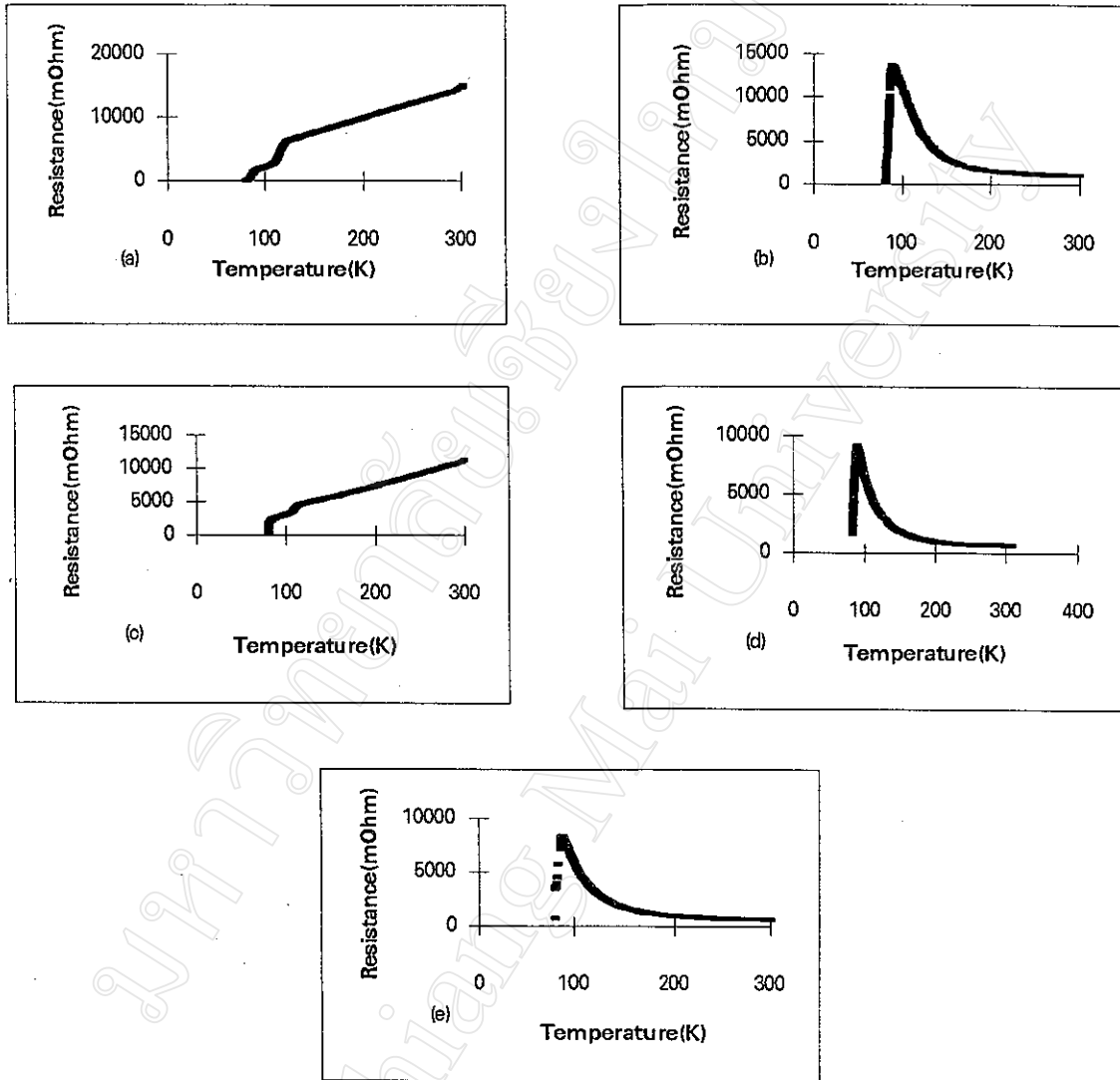
Bi ₂ Sr ₂ Cu Ox Copper Strontium Bismuth Oxide															
Hanawalt 3.01/X 2.69/7 3.45/6 2.02/4 1.90/3 1.61/3 3.08/3 1.93/3 4.10/2 1.69/															
Lambda 1.5405			d	Int	h	k	l	d	Int	h	k	l			
Sys. Orthorhombic															
SG A PS			12.37	6	0	0	2	2.580	3	1	1	7			
a 5.371 b 5.372 c 24.59			5.240	5	0	1	1	2.461	3	0	2	4			
α β γ			4.096	17	0	0	6	2.461	3	2	0	4			
			3.752	2	1	1	1	2.437	4	0	1	9			
A 0.2185 C 0.2184 Z			3.447	64	1	1	3	2.242	4	0	2	6			
Dx Dm V 709.50			3.076	26	0	0	8	2.242	4	2	0	6			
F(N) 9.8 M(20) 9.3 I/Ic			3.007	100	1	1	5	2.023	40	0	2	8			
d-sp Not given			2.940	2	0	1	7	2.023	40	2	0	8			
Int Diffractometer			2.685	68	0	2	0	1.925	25	1	1	11			
Total d's 33			2.685	68	2	0	0	1.899	32	2	2	0			
Color															
Temp															
Reduced cell	d	Int	h	k	l	d	Int	h	k	l	d	Int	h	k	l
a 5.372															
b 5.371	1.811	5	2	2	4										
c 12.585	1.811	5	0	2	10										
α 90.00	1.692	15	1	3	1										
β 102.32	1.692	15	1	1	13										
γ 90.00	1.662	12	1	3	3										
	1.662	12	3	1	3										
Crystal data	1.617	12	2	2	8										
a 5.372	1.606	28	1	3	5										
b 24.590	1.606	28	3	1	5										
c 5.371	1.535	11	0	0	16										
α 90.00	1.529	8	1	3	7										
β 90.00	1.529	8	3	1	7										
γ 90.00	1.504	8	2	2	10										
Optical:															
Comments: Superconductivity in the BiSrCuO system. For the formula, x=6+delta.															
PRR: Private Communication; ; 1988; Michel, C., de la Matiere et du Rayonnement, Caen, France.															
UCR: Z. Phys. B: Condens. Matter Quanta; 68 421; 1987; Michel, C., Hervieu, M., Borel, M., Grandin, A., Deslandes, F., Provost, J., Raveau, B.															
OPR:															

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ผ.4 แสดงอุณหภูมิวิกฤตของผลึกเชิงเดี่ยวที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วนของสารเคมีเริ่มต้นต่าง ๆ กัน โดยทำการวัดในแต่ละอัตราส่วนอย่างละ 5 ตัวอย่าง

อัตราส่วนของสารเคมีเริ่มต้น Bi:Sr:Ca:Cu	T_c onset (K)	T_c zero (K)
2:2:1:2	86.9*, 84.8, 80.2, 84.8, 85	78.1*
2.25:2:1:2	82.1, 82.4, 80.6, 82.5, 82.1	-
2.25:2:1:1.5	88.3*, 82.3**, 81.8, 83.9, 83.3	82.5*, 78**
2:2:1:1.5	91.1*, 80.4, 89.9, 89.2, 80.1	82.2*
2:2.25:1:2	78.3, 78.1, 78, 78, 78	-
2:2.5:1:2	85.3, 83.6, 85.1, 83.4, 78.2	-

*, ** เป็นผลึกเชิงเดี่ยวที่สามารถหาอุณหภูมิวิกฤต (T_c zero) ได้



รูปที่ 1 อุณหภูมิวิกฤตของผลึกเชิงเดี่ยวที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วนของสารเคมีเริ่มต้น

Bi:Sr:Ca:Cu = 2:2:1:2 จากผลึกเชิงเดี่ยว 5 ตัวอย่าง

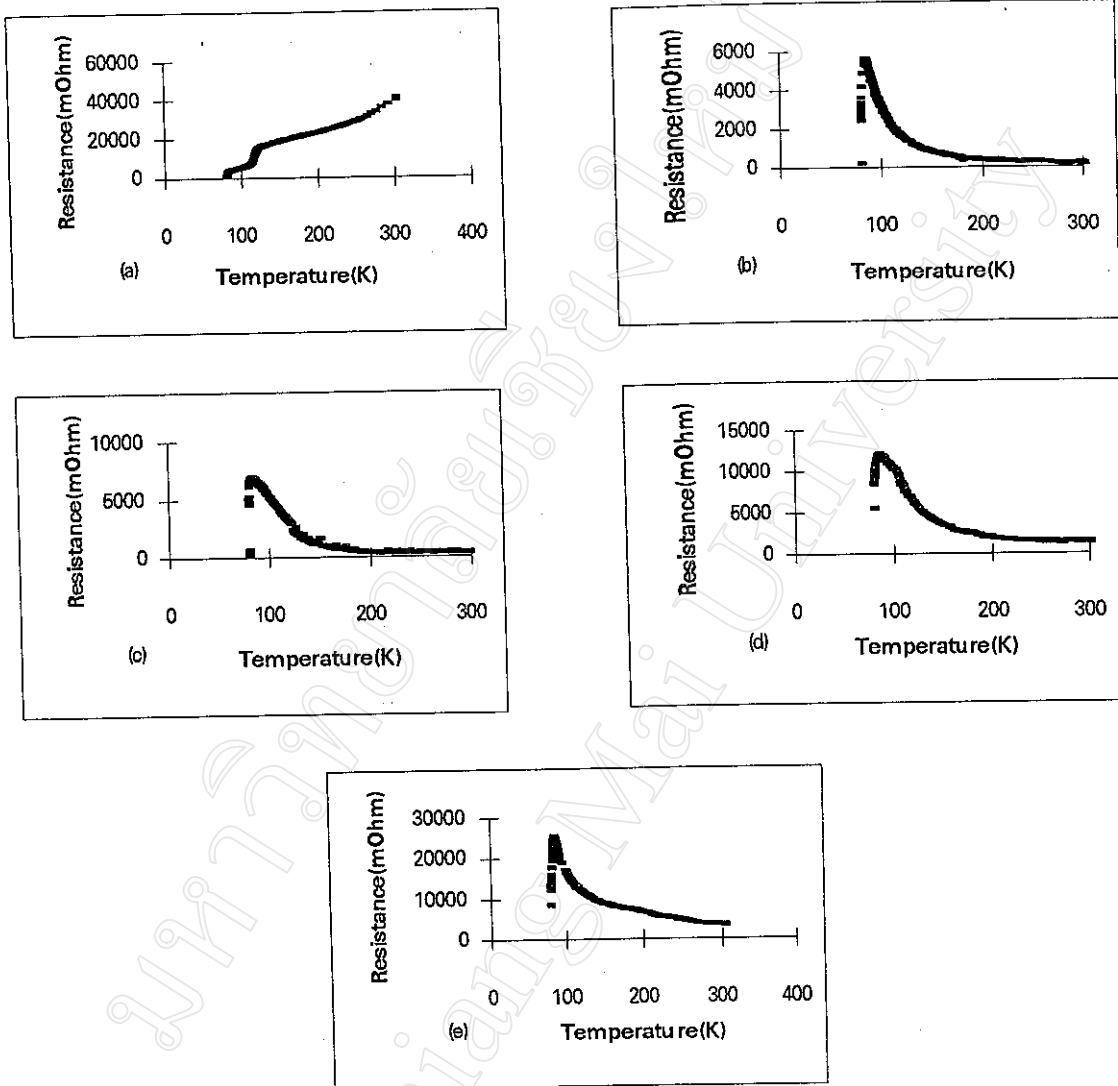
(a) T_c onset = 86.9 K , T_c zero = 78.1 K

(b) T_c onset = 84.8 K

(c) T_c onset = 80.2 K

(d) T_c onset = 84.8 K

(e) T_c onset = 85 K



รูปที่ 2 อุณหภูมิวิกฤตของผลึกเชิงเดี่ยวที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วนของสารเคมีเริ่มต้น

Bi: Sr: Ca: Cu = 2.25: 2: 1: 2 จากผลึกเชิงเดี่ยว 5 ตัวอย่าง

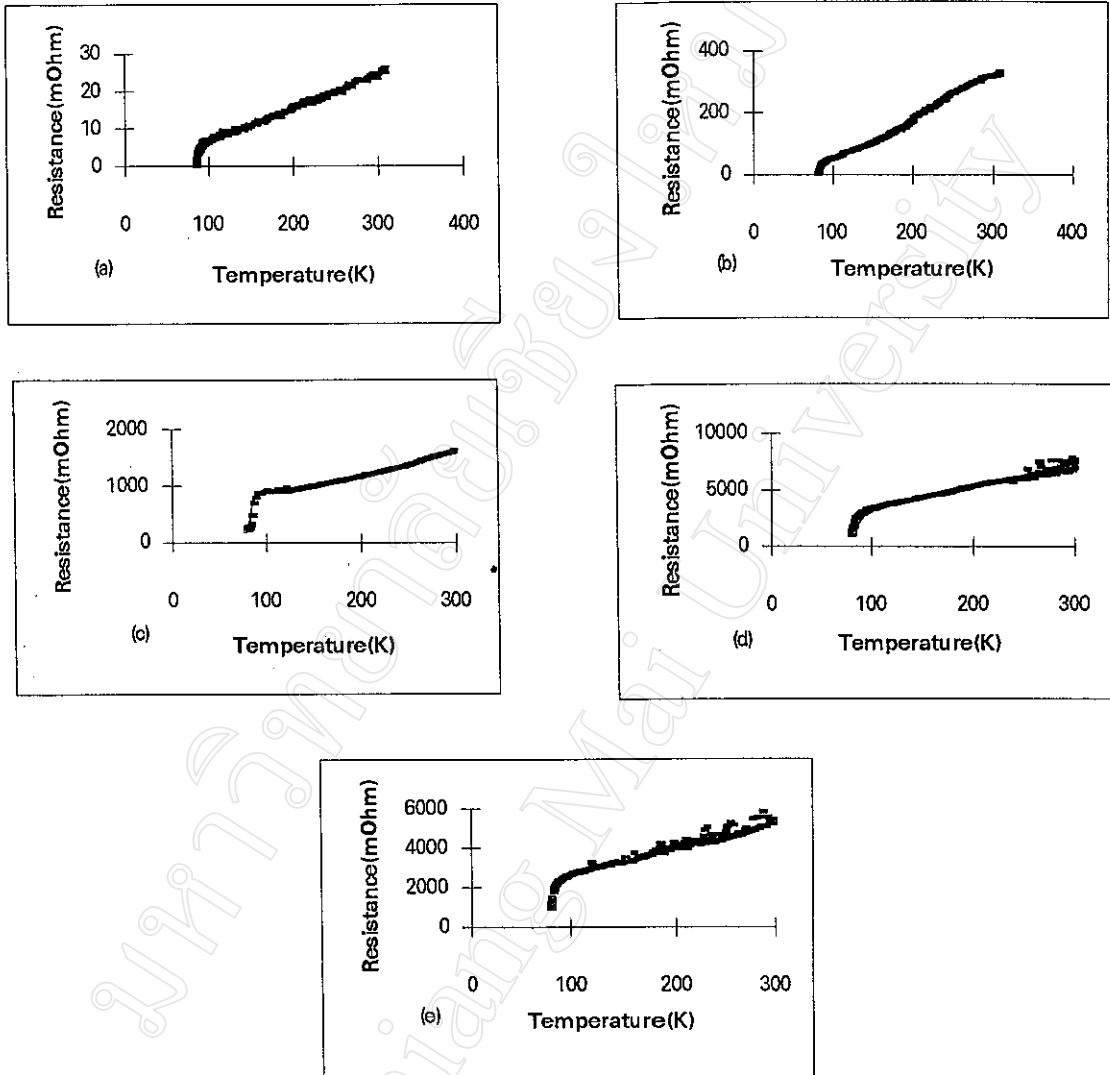
(a) T_C onset = 82.1 K

(b) T_C onset = 82.4 K

(c) T_C onset = 80.6 K

(d) T_C onset = 82.5 K

(e) T_C onset = 82.1 K



รูปที่ 3 อุณหภูมิวิกฤตของผลึกเชิงเดี่ยวที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วนของสารเคมีเริ่มต้น

Bi:Sr:Ca:Cu = 2.25:2:1:1.5 จากผลึกเชิงเดี่ยว 5 ตัวอย่าง

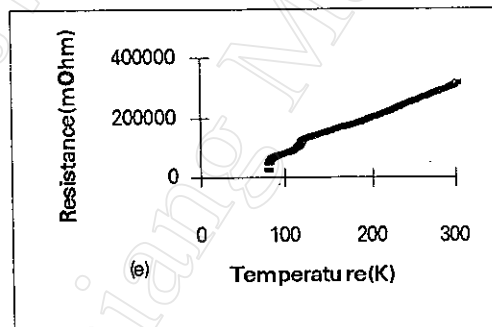
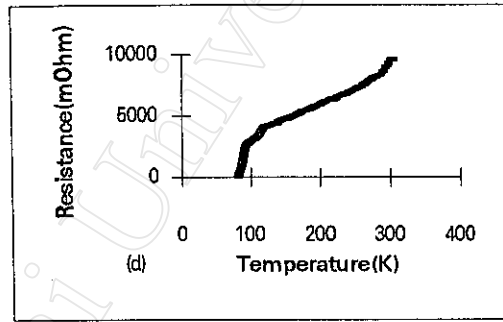
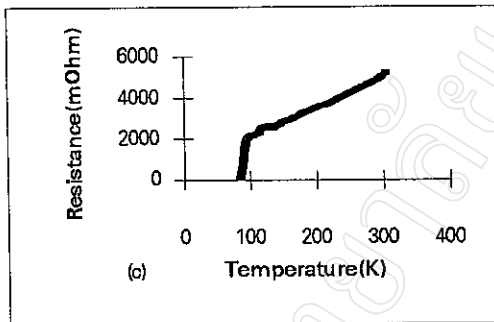
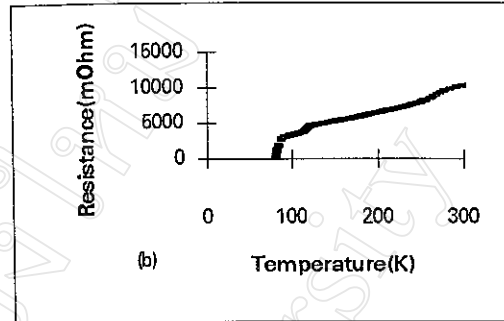
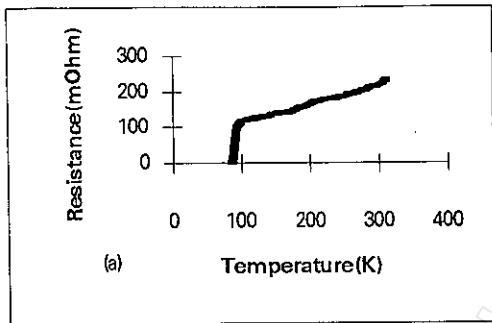
(a) T_C onset = 88.3 K , T_C zero = 82.5 K

(b) T_C onset = 82.3 K , T_C zero = 78 K

(c) T_C onset = 81.8 K

(d) T_C onset = 83.9 K

(e) T_C onset = 83.3 K



รูปที่ 4 อุณหภูมิวิกฤตของผลึกเชิงเดี่ยวที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วนของสารเคมีเริ่มต้น

Bi:Sr:Ca:Cu = 2:2:1:1.5 จากผลึกเชิงเดี่ยว 5 ตัวอย่าง

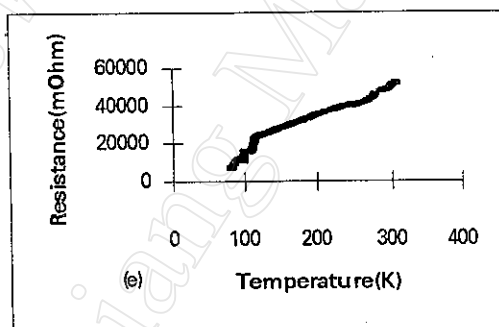
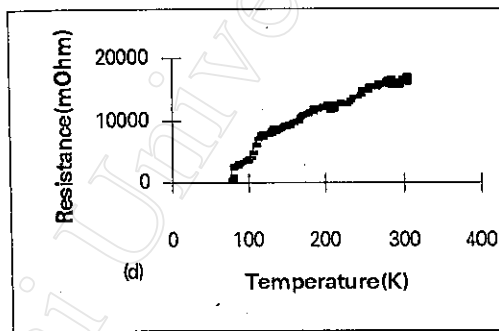
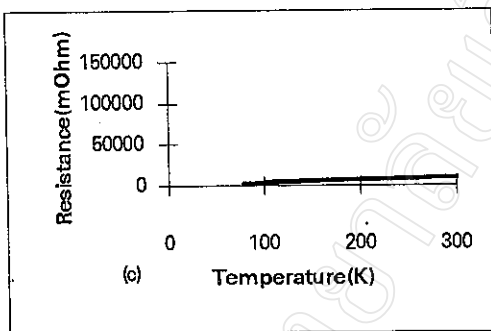
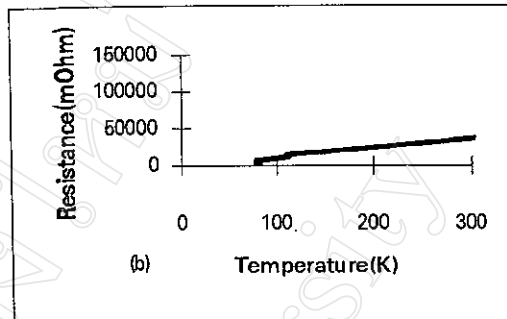
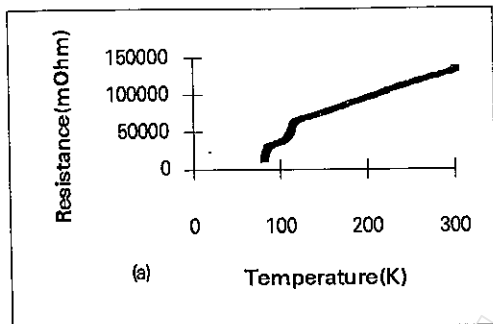
(a) T_C onset = 91.1 K , T_C zero = 82.2 K

(b) T_C onset = 80.4 K

(c) T_C onset = 89.9 K

(d) T_C onset = 89.2 K

(e) T_C onset = 80.1 K



รูปที่ 5 อุณหภูมิวิกฤตของผลึกเชิงเดี่ยวที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วนของสารเคมีเริ่มต้น

Bi:Sr:Ca:Cu = 2:2.25:1:2 จากผลึกเชิงเดี่ยว 5 ตัวอย่าง

(a) T_C onset = 78.3 K

(b) T_C onset = 78.1 K

(c) T_C onset = 78 K

(d) T_C onset = 78 K

(e) T_C onset = 78 K