รายการอ้างอิง

1. Richard V. Carrano, Improving your silver casting, "The Santa Fe Symposium On Jewelry Manufacturing Technology", 1997, p.339.
2. Aldo M. Reti, Understanding sterling silver, "The Santa Fe Symposium On Jewelry Manufacturing Technology", 1997, pp.162-163.
3. J.J. Moore, "Chemical metallurgy", Buttrworth Heinemann, 1990, p.85.
4. มอก.๒๑-๒๕๑๕ (UDC671.11), "สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม", 2415.
5. Aldo M. Reti, Understanding sterling silver, "The Santa Fe Symposium On Jewelry Manufacturing Technology", 1997, p.339.
6. Robert B. Ross, 1992, "Metallic materials specification handbook", 4th ed., CHAPMAN & HALL, London, pp. 80, 94, 284, 286.
7. D.P. Agarwal and G. Raykhtsaum, Color technology for jewelry alloy applications, "The Santa Fe Symposium On Jewelry Manufacturing Technology", 1988, pp. 229-234.
8. D.P. Agarwal and G. Raykhtsaum, Tarnish behavior of low carat jewelry alloys quantitative analysis, "The Santa Fe Symposium On Jewelry Manufacturing Technology, 1989, pp. 115-116.
9. A.J. Sedriks, "Corrosion of Stainless Steel", Second Edition, New York, John Wiley & Sons, 1996.
10. American Society of Testing and Materials, "Annual Book of ASTM Standard", Vol 03.02, ASTM G 5-94, 1994, p.49.
11. Christopher M.A. Brett and Ana Maria Oliveira Brett, "Electrochemistry principles, method, and applications", United Kingdom, Oxford Science, 1993, p.23.
12. Douglas A. Skoog, Donald M. West and F. James Holler, "Foundamental of analytical chemistry", Seventh Edition, United State of America, Saunders College Publishing, 1996, pp.388-389.
13. Allison Butts,1967, "Silver economics, metallurgy, and use", Lehigh University, Pennsylvania, p.249.
14. Allison Butts,1967, "Silver economics, metallurgy, and use", Lehigh University, Pennsylvania, p.266.

15. Allison Butts,1967, "Silver economics, metallurgy, and use", Lehigh University, Pennsylvania, p.245.

16. ASM Handbook, "Alloy phase diagrams", Vol.3, ASM International, 1992, p. 26-27

17. ASM Handbook, "Alloy phase diagrams", Vol.3, ASM International, 1992, pp. 3-5.

18. ASM Handbook, "Alloy phase diagrams", Vol.3, ASM International, 1992, p. 8-11

19. Allison Butts,1967, "Silver economics, metallurgy, and use", Lehigh University, Pennsylvania, p.251.

20. Allison Butts,1967, "Silver economics, metallurgy, and use", Lehigh University, Pennsylvania, p.429.

21. American Society of Testing and Materials, "Annual Book of ASTM Standard" Vol03.01, ASTM E 92-82, 1992, pp. 206-214.

22. American Society for Testing and Materials, 1996, "Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials", Annual Book of ASTM Standards, Vol.03.01, Designation E 8M - 96, pp.76-96.

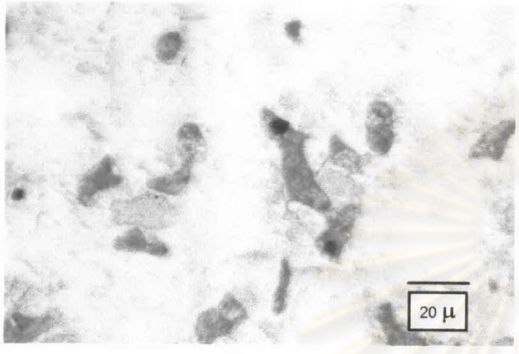
23. T.K. Vaidyanathan and A. Prasad, Corrosion and Tarnish of Ag-In and Ag-In-Pd Alloys, "Proceedings of the 4th International Precious Metals Institute Conference", Pergammon Press, 1980, pp. 293-299.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

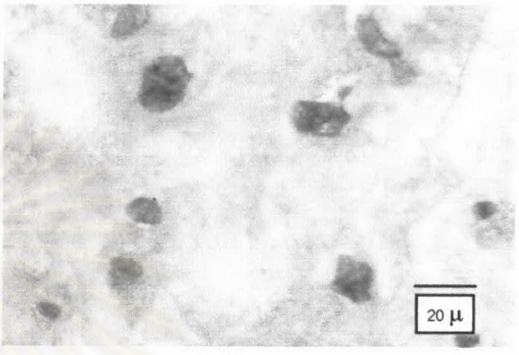
ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

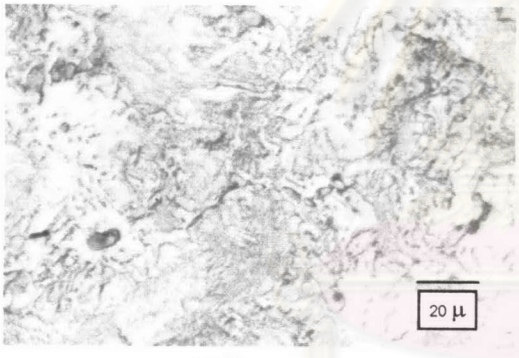
ภาคผนวก ก
โครงสร้างจุลภาคของโลหะผสมเงิน 92.5% - ทองแดง – แคลเซียม – ซิลิคอน ในสภาพหล่อขึ้นรูป



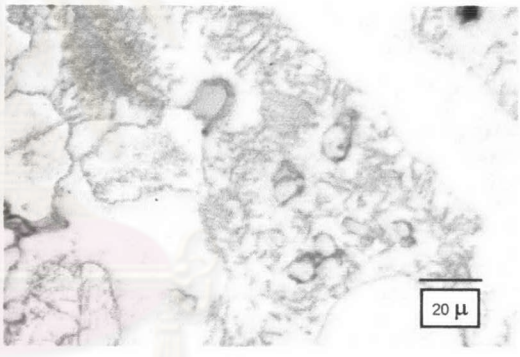
ก-1



ก-2



ก-3



ก-4

รูปที่ ก ภาพแสดงโครงสร้างจุลภาคของโลหะผสมเงิน 92.5% - ทองแดง – แคลเซียม – ซิลิคอน ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แสดงกำลังขยาย 500 เท่า

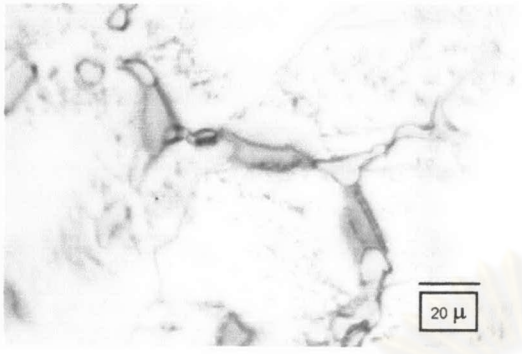
ก-1 โลหะผสมชุดที่ 1 : 7.46%Cu – balance of Ag

ก-2 โลหะผสมชุดที่ 2 : 7.12%Cu – 0.012%Ca – balance of Ag

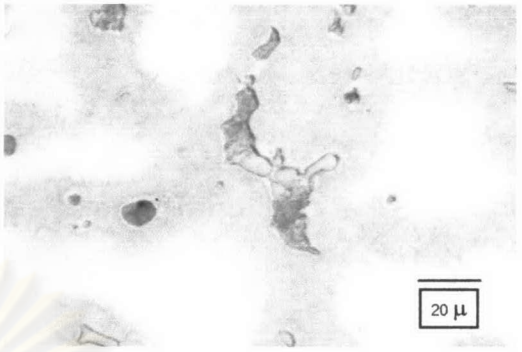
ก-3 โลหะผสมชุดที่ 3 : 7.06%Cu – 0.025%Ca - balance of Ag

ก-4 โลหะผสมชุดที่ 4 : 7.19%Cu – 0.063%Ca - balance of Ag

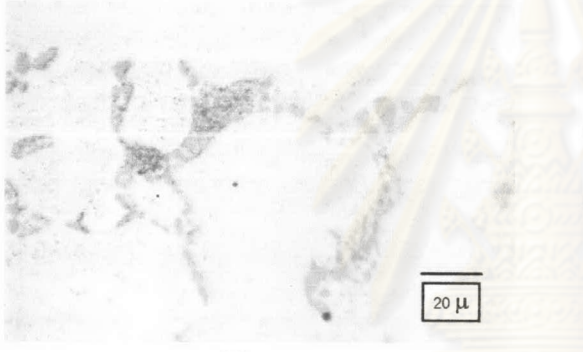
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



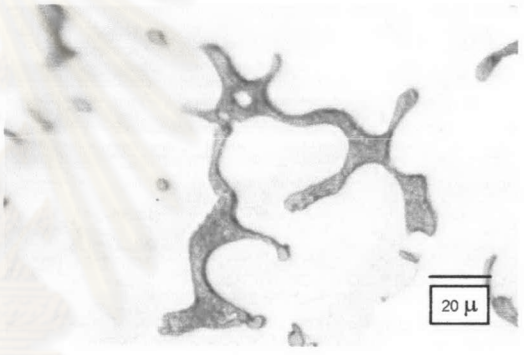
ก-5



ก-6



ก-7



ก-8

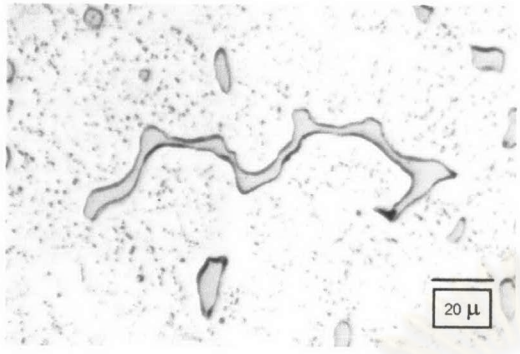
รูปที่ ก (ต่อ) ภาพแสดงโครงสร้างจุลภาคของโลหะผสมเงิน 92.5% - ทองแดง – แคลเซียม – ซิลิคอน ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แสดงกำลังขยาย 500 เท่า

ก-5 โลหะผสมชุดที่ 5 : 7.3%Cu – 0.09%Ca - balance of Ag

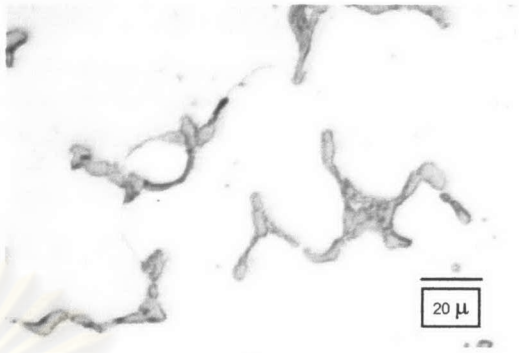
ก-6 โลหะผสมชุดที่ 6 : 7.38%Cu – 0.014%Si – balance of Ag

ก-7 โลหะผสมชุดที่ 7 : 7.44%Cu – 0.05%Si - balance of Ag

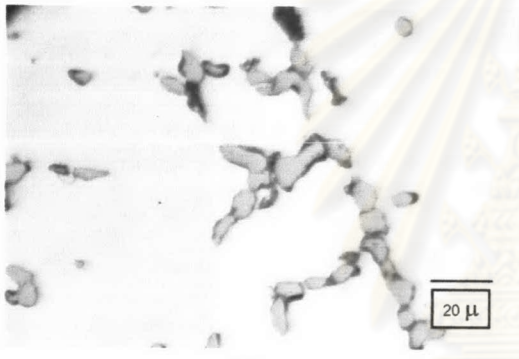
ก-8 โลหะผสมชุดที่ 8 : 7.4%Cu – 0.08%Si - balance of Ag



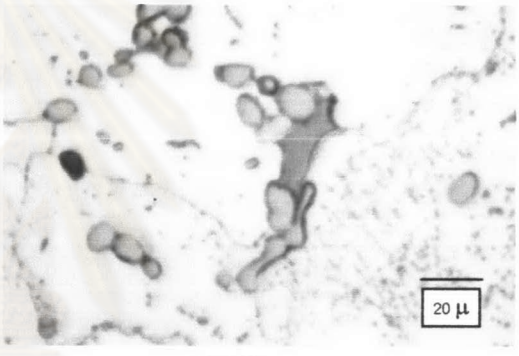
ก-9



ก-10



ก-11



ก-12

รูปที่ ก (ต่อ) ภาพแสดงโครงสร้างจุลภาคของโลหะผสมเงิน 92.5% - ทองแดง – แคลเซียม – ซิลิคอน ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แสดงกำลังขยาย 500 เท่า

ก-9 โลหะผสมชุดที่ 9 : 6.42%Cu – 0.165%Si - balance of Ag

ก-10 โลหะผสมชุดที่ 10 : 7.37%Cu – 0.015%Ca – 0.06%Si – balance of Ag

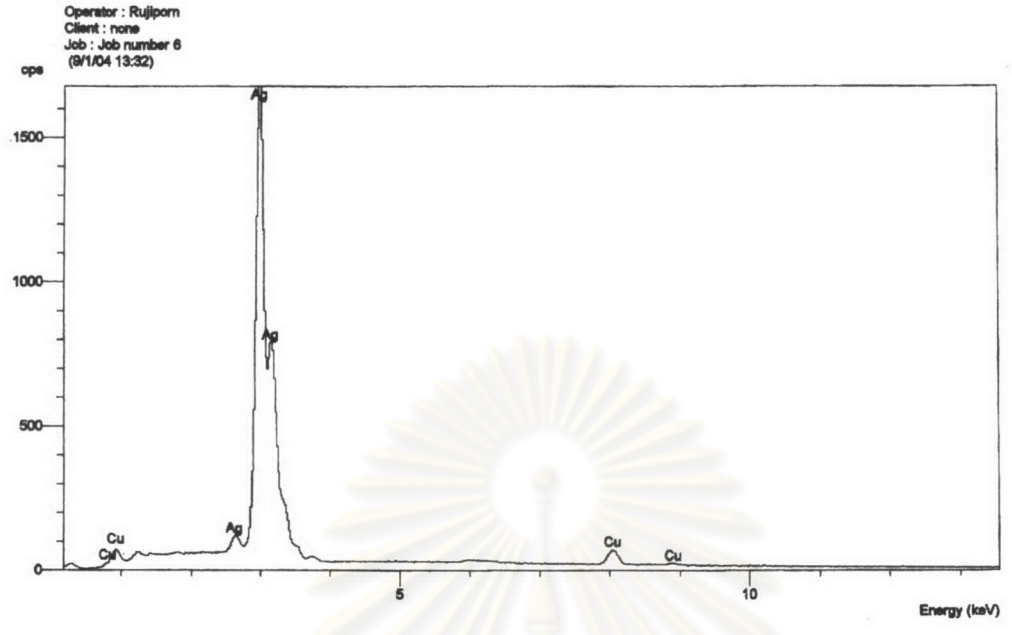
ก-11 โลหะผสมชุดที่ 11 : 7.35%Cu – 0.038%Ca – 0.062%Si - balance of Ag

ก-12 โลหะผสมชุดที่ 12 : 7.32%Cu – 0.102%Ca – 0.068%Si - balance of Ag

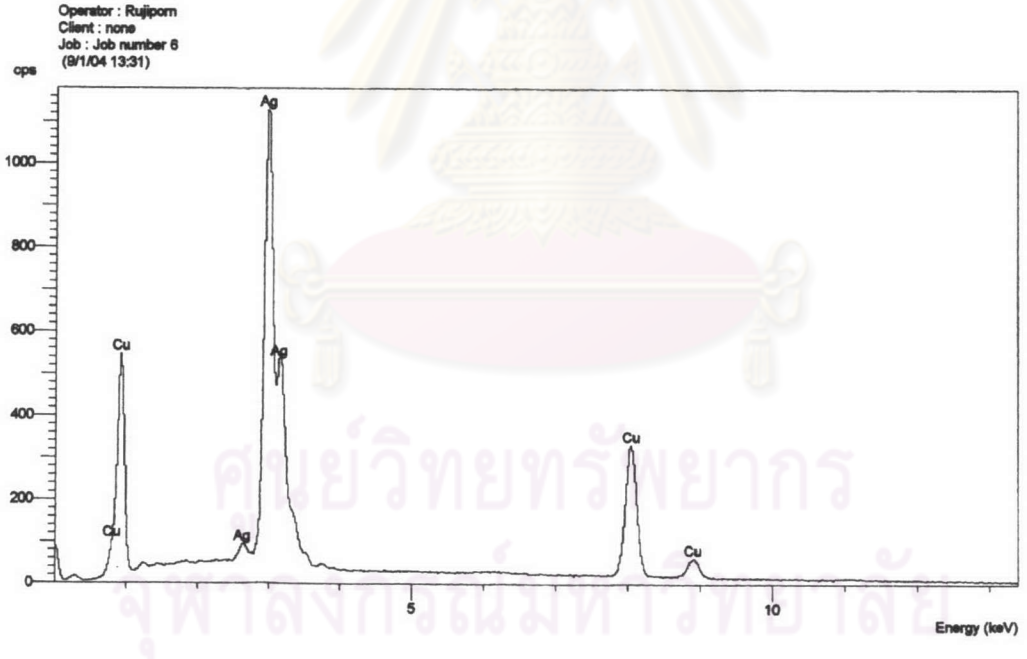
ภาคผนวก ข

ตาราง ข แสดงปริมาณธาตุผสมในโครงสร้างของโลหะผสมเงิน 92.5% - ทองแดง – แคลเซียม – ซิลิคอน ตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกวาด (SEM)

Sample	Chemical Composition of Samples				Chemical Composition from EDX* (wt.%)															
					Matrix				Eutectic				β Phase				Ag – Cu - Ca Phase			
	Ag	Cu	Ca	Si	Ag	Cu	Ca	Si	Ag	Cu	Ca	Si	Ag	Cu	Ca	Si	Ag	Cu	Ca	Si
1	92.340	7.660	-	-	94.36	5.64	-	-	64.59	35.41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	92.874	7.114	0.012	-	94.71	5.27	0.02	-	23.09	76.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	92.913	7.062	0.025	-	96.27	3.66	0.02	-	-	-	-	-	5.62	94.38	-	-	88.11	6.57	5.32	-
4	92.740	7.197	0.063	-	94.94	4.98	0.08	-	-	-	-	-	36.62	63.37	0.01	-	87.6	6.82	5.58	-
5	92.610	7.300	0.090	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	92.601	7.385	-	0.014	95.68	4.32	-	-	-	-	-	-	7.42	92.18	-	0.4	-	-	-	-
7	92.510	7.440	-	0.050	94.08	5.92	-	-	-	-	-	-	31.79	66.37	-	1.83	-	-	-	-
8	92.520	7.400	-	0.080	95.53	4.47	-	-	-	-	-	-	12.77	84.7	-	2.53	-	-	-	-
9	93.418	6.417	-	0.165	95.92	4.02	-	0.06	-	-	-	-	1.86	92.83	-	5.31	-	-	-	-
10	92.559	7.366	0.015	0.060	95.21	4.69	0.06	0.05	-	-	-	-	3.58	93.22	-	3.2	-	-	-	-
11	92.554	7.346	0.038	0.062	95.36	4.51	0.09	0.04	-	-	-	-	5.54	91.11	-	3.35	80.93	5.23	0.07	-
12	92.508	7.322	0.102	0.068	95.79	4.03	0.09	0.09	-	-	-	-	3.24	94.04	-	2.72	86.88	6.95	6.1	0.07



ข1-1



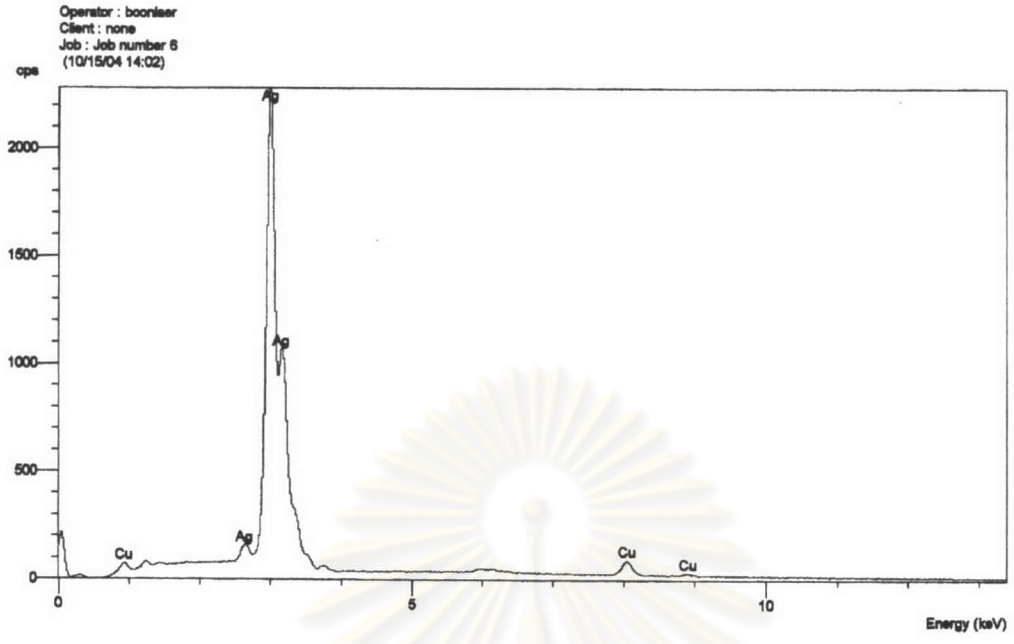
ข1-2

รูปที่ ข1 กราฟแสดงผลจากการตรวจสอบปริมาณธาตุผสมในโครงสร้างของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่ไม่มีแคลเซียมและซิลิคอนผสม ด้วย EDX

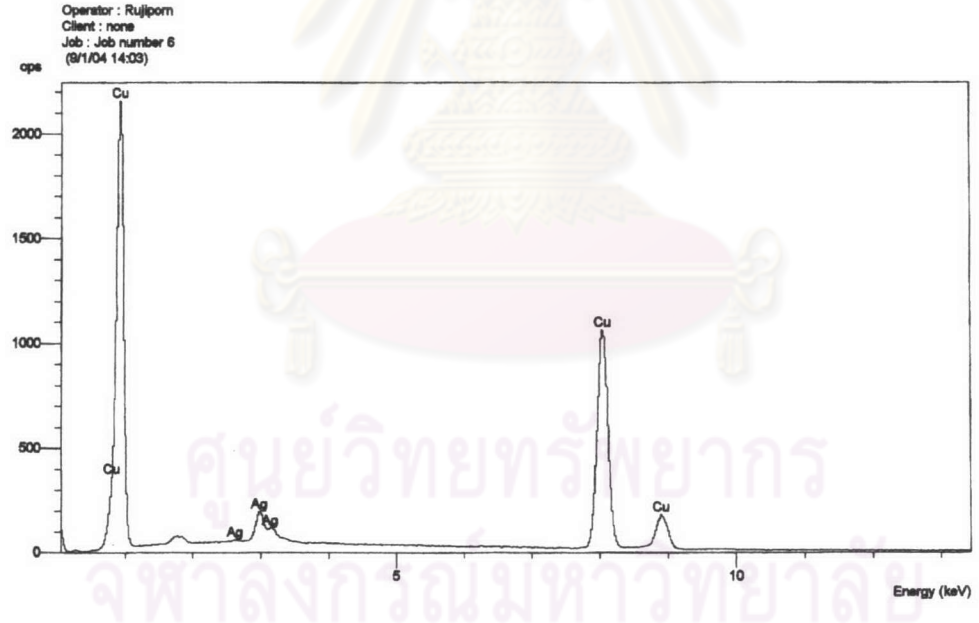
ข1-1 บริเวณโครงสร้างเนื้อพื้น : 94.36%Ag : 5.64%Cu

ข1-2 บริเวณโครงสร้างยูเทคติค : 64.59%Ag : 35.41%Cu

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข2-1



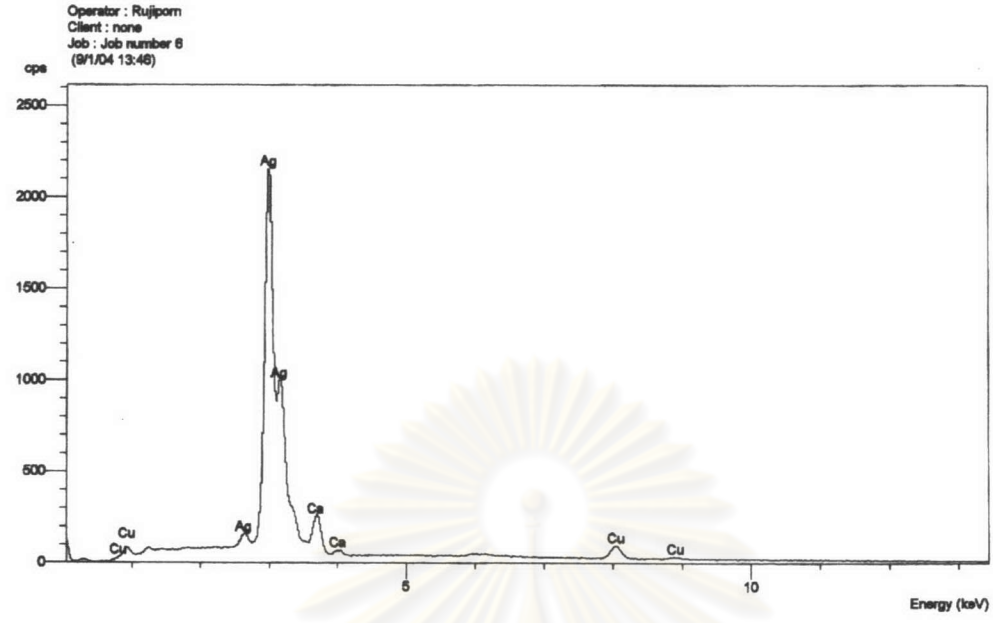
ข2-2

รูปที่ ข2 กราฟแสดงผลจากการตรวจสอบปริมาณธาตุผสมในโครงสร้างของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่ผสมแคลเซียม ด้วย EDX

ข2-1 บริเวณโครงสร้างเนื้อพื้น : 96.27%Ag : 3.66%Cu : 0.02%Ca

ข2-2 บริเวณเฟส β : 5.62%Ag : 94.38%Cu

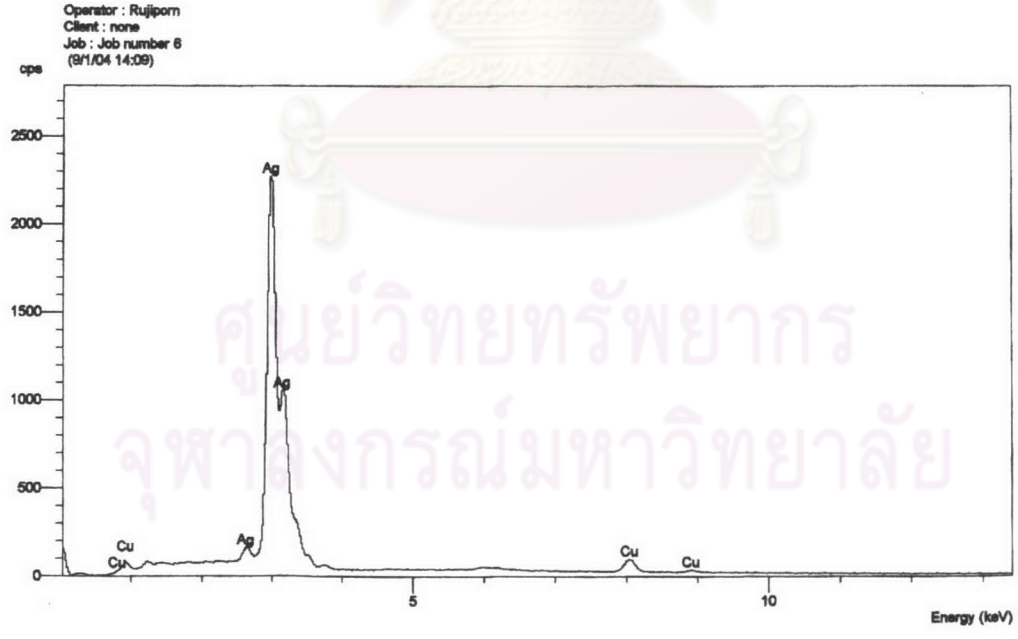
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข2-3

รูปที่ ข2 (ต่อ) กราฟแสดงผลจากการตรวจสอบปริมาณธาตุผสมในโครงสร้างของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่ผสมแคลเซียม ด้วย EDX

ข2-3 บริเวณเฟส Ag-Cu-Ca : 88.11%Ag : 6.57%Cu : 5.32%Ca

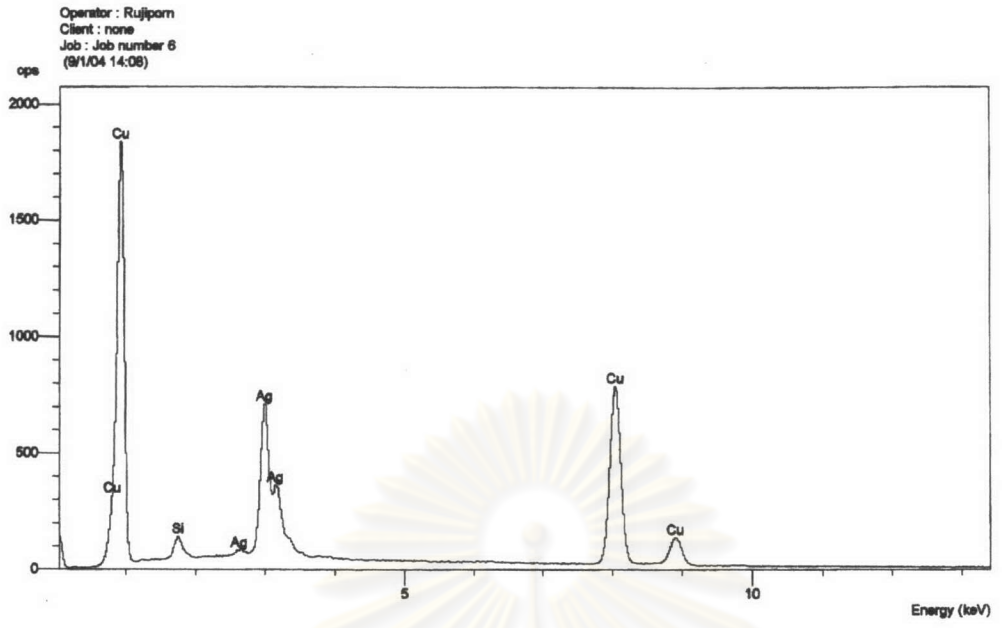


ข3-1

รูปที่ ข3 กราฟแสดงผลจากการตรวจสอบปริมาณธาตุผสมในโครงสร้างของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่ผสมซิลิคอน ด้วย EDX

ข3-1 บริเวณโครงสร้างเนื้อพื้น : 94.08%Ag : 5.92%Cu

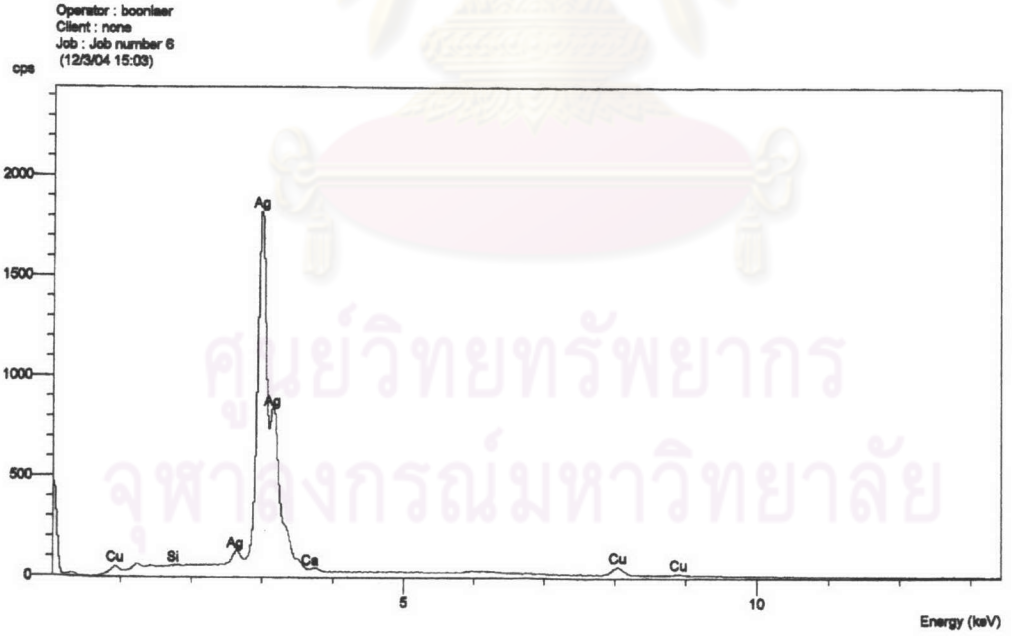
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข3-2

รูปที่ ข3 (ต่อ) กราฟแสดงผลจากการตรวจสอบปริมาณธาตุผสมในโครงสร้างของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่ผสมซิลิคอน ด้วย EDX

ข3-2 บริเวณโครงสร้างเนื้อพื้น : 94.08%Ag : 5.92%Cu

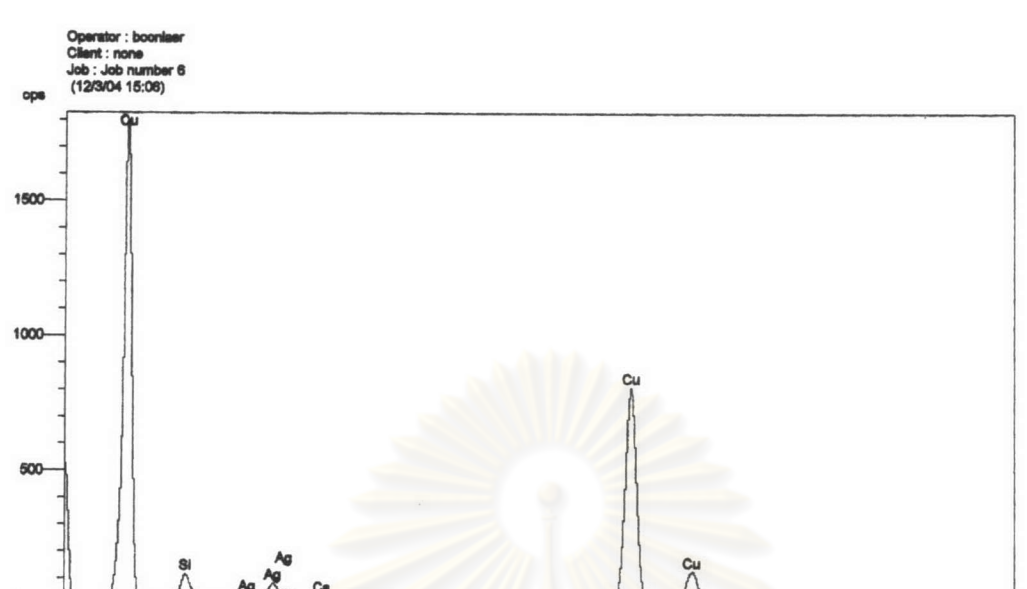


ข4

รูปที่ ข4 กราฟแสดงผลจากการตรวจสอบปริมาณธาตุผสมในโครงสร้างของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่ผสมแคลเซียมและซิลิคอน ด้วย EDX

ข4-1 บริเวณโครงสร้างเนื้อพื้น: 95.79%Ag : 4.03%Cu : 0.09%Ca : 0.09%Si

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข4-2

ข4.3

รูปที่ ข4 (ต่อ) กราฟแสดงผลจากการตรวจสอบปริมาณธาตุผสมในโครงสร้างของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่ผสมแคลเซียมและซิลิคอน ด้วย EDX

ข4-2 บริเวณเฟส β : 3.24%Ag : 94.04%Cu : 2.72%Si

ข4-3 บริเวณเฟส Ag-Cu-Ca : 86.88%Ag : 6.95%Cu : 6.1%Ca

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ผลการทดสอบสมบัติทางกลของโลหะผสมเงิน 92.5% - ทองแดง – แคลเซียม – ซิลิคอน

ตาราง ค ความยาวเส้นทแยงมุม 2 ด้าน (d_1 และ d_2) และความแข็งแบบวิกเกอร์ (Vickers hardness; HV) ของโลหะผสมเงิน 92.5% - ทองแดง – แคลเซียม – ซิลิคอน

ส่วนผสมทางเคมี (wt.%)	ครั้งที่ทดสอบ	d_1 (mm)	d_2 (mm)	ค่าความแข็งวิกเกอร์ (HV)	ค่าความแข็งเฉลี่ย (HV)
ชุดที่ 1 7.46%Cu – Ag	1	168.0	168.0	65.7	65.4
	2	166.5	171.0	65.1	
	3	168.7	167.9	65.5	
	4	168.3	169.1	65.1	
	5	169.2	167.1	65.6	
ชุดที่ 2 7.12%Cu-0.012%Ca-Ag	1	168.0	166.9	66.1	65.8
	2	169.8	169.4	64.5	
	3	167.1	167.0	66.4	
	4	169.6	167.9	65.2	
	5	164.2	168.9	66.9	
ชุดที่ 3 7.06%Cu-0.025%Ca-Ag	1	175.1	173.2	61.1	62.4
	2	171.2	175.0	63.2	
	3	171.4	171.3	63.1	
	4	173.5	172.7	61.9	
	5	176.3	167.5	62.8	
ชุดที่ 4 7.19%Cu-0.063%Ca-Ag	1	182.6	178.1	57.0	56.1
	2	184.9	187.7	53.4	
	3	182.6	178.1	57.0	
	4	177.3	180.4	58.0	
	5	184.8	181.9	55.2	
ชุดที่ 5 7.3%Cu-0.09%Ca-Ag	1	177.1	182.3	57.4	55.1
	2	185.5	182.6	54.7	
	3	185.4	181.6	55.1	
	4	185.0	186.2	53.8	
	5	184.5	184.6	54.4	

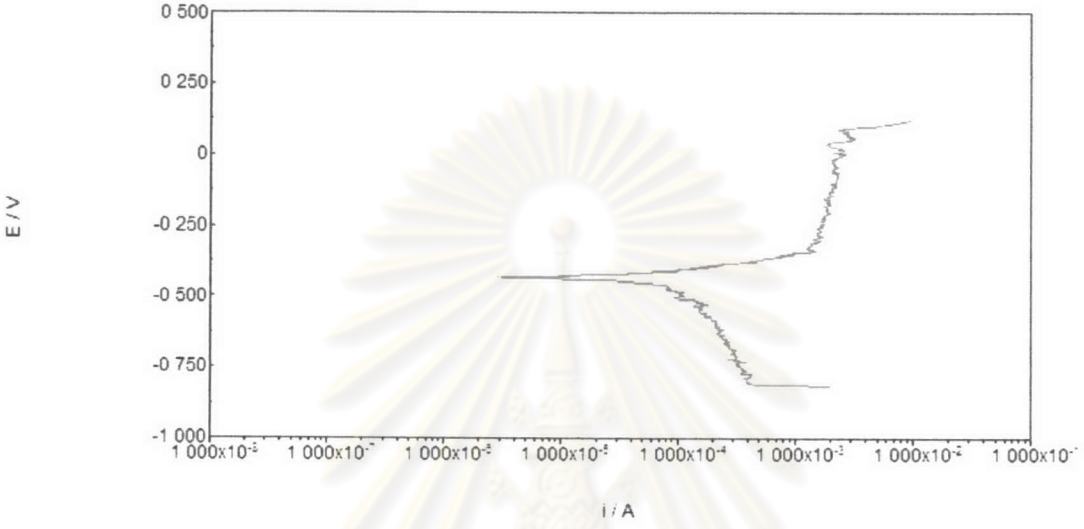
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนผสมทางเคมี (wt.%)	ครั้งที่ทดสอบ	d_1 (mm)	d_2 (mm)	ค่าความแข็งวิกเกอร์ (HV)	ค่าความแข็งเฉลี่ย (HV)
ชุดที่ 6 7.38%Cu-0.014%Si-Ag	1	170.8	172.4	63.0	60.9
	2	175.9	179.6	58.7	
	3	175.3	179.9	58.8	
	4	174.4	174.4	61.0	
	5	172.8	170.9	62.8	
ชุดที่ 7 7.44%Cu-0.05%Si-Ag	1	187.1	189.0	52.4	54.2
	2	185.8	186.7	53.5	
	3	189.9	178.4	54.7	
	4	175.5	186.3	56.6	
	5	184.0	187.0	53.9	
ชุดที่ 8 7.4%Cu-0.08%Si-Ag	1	185.2	183.6	54.5	53.2
	2	193.1	186.3	51.5	
	3	187.1	179.2	55.3	
	4	186.8	189.9	52.3	
	5	191.6	184.8	52.4	
ชุดที่ 9 7.36%Cu-0.165%Si-Ag	1	188.8	188.7	52.0	53.4
	2	180.2	187.6	54.8	
	3	187.4	186.9	52.9	
	4	185.1	187.9	53.3	
	5	182.9	188.2	53.9	
ชุดที่ 10 7.37%Cu-0.015%Ca-0.06%Si-Ag	1	188.8	188.7	52.0	53.5
	2	188.0	189.1	52.2	
	3	188.3	183.0	54.1	
	4	180.2	187.6	54.8	
	5	185.6	184.4	54.2	
ชุดที่ 11 7.35%Cu-0.038%Ca-0.062%Si-Ag	1	192.2	182.7	52.8	52.2
	2	183.1	188.6	53.7	
	3	193.1	186.3	51.5	
	4	187.9	192.3	51.3	
	5	189.9	189.2	51.7	
ชุดที่ 12 7.32%Cu-0.102%Ca-0.068%Si-Ag	1	192.7	196.9	48.9	50.5
	2	196.9	197.0	48.6	
	3	191.6	184.8	52.4	
	4	190.3	193.9	50.2	
	5	186.8	189.9	52.3	

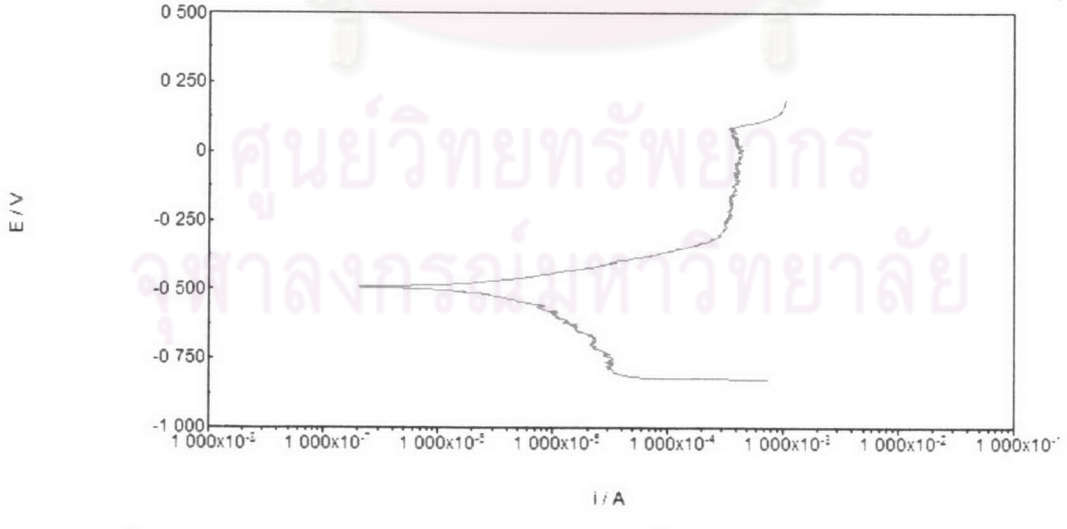
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

เส้นโพราไรเซชันที่ได้จากการทดสอบการกัดกร่อนของโลหะเงินผสม 92.5% - ทองแดง – แคลเซียม – ซิลิคอน โดยเทคนิคทางเคมีไฟฟ้า

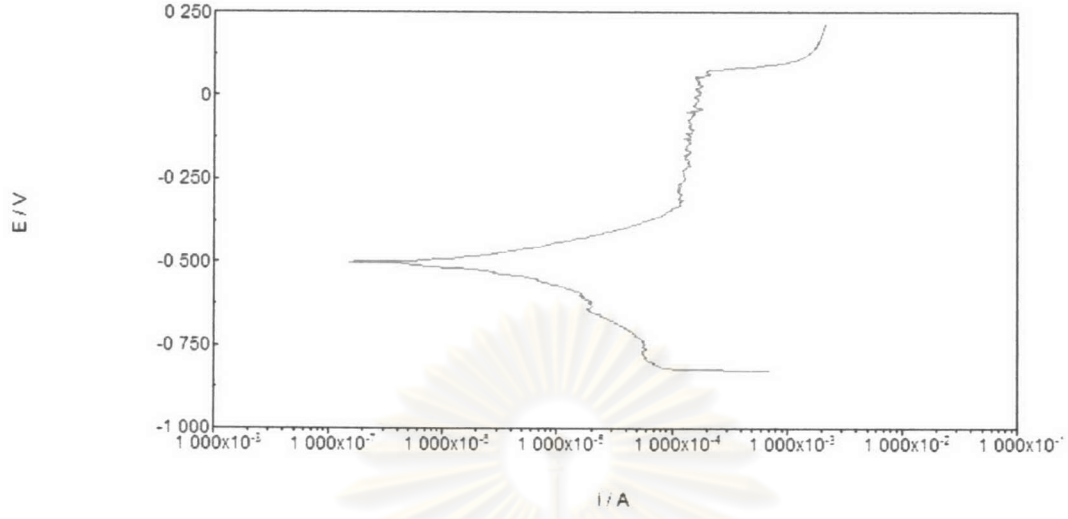


รูปที่ ง1-1 เส้นโพราไรเซชันของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่ไม่มีแคลเซียมและซิลิคอนผสม ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

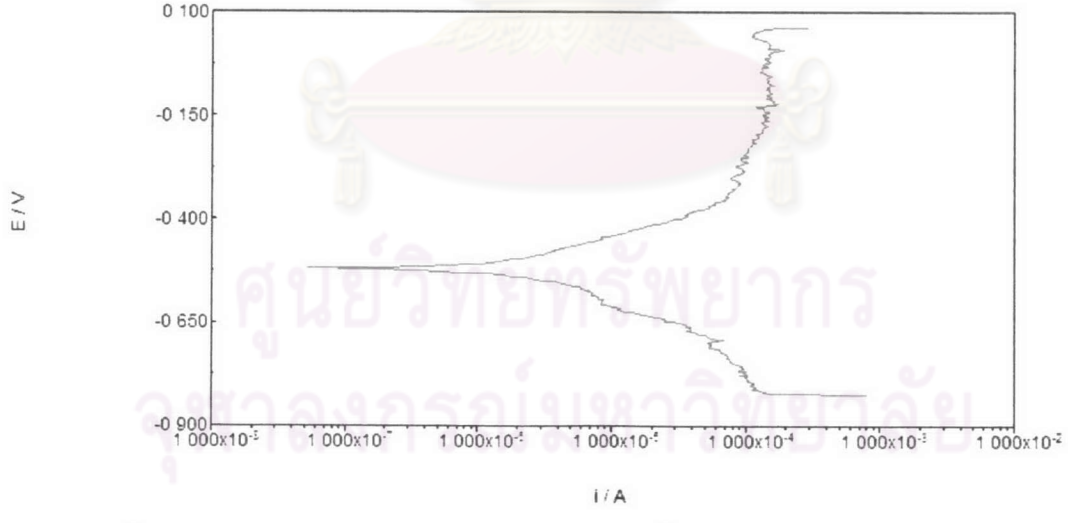


รูปที่ ง1-2 เส้นโพราไรเซชันของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่มีปริมาณแคลเซียม 0.012 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

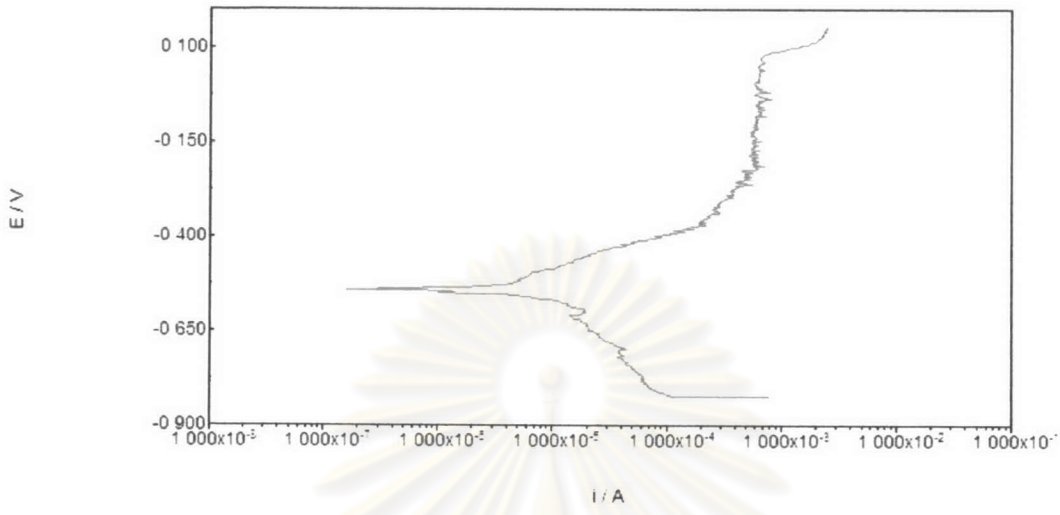


รูปที่ ง1-3 เส้นโพราไรเซชันของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่มีปริมาณแคลเซียม 0.025 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

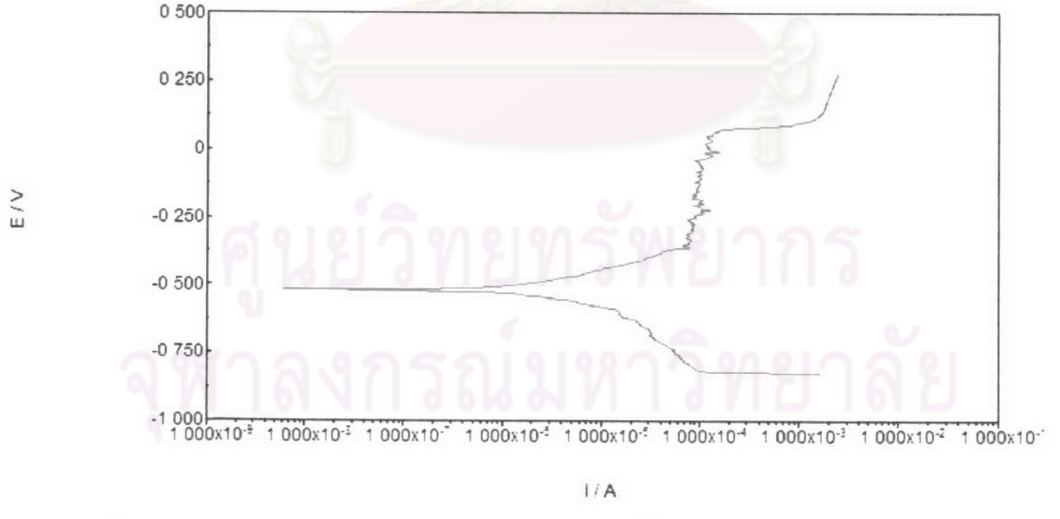


รูปที่ ง1-4 เส้นโพราไรเซชันของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่มีปริมาณแคลเซียม 0.063 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

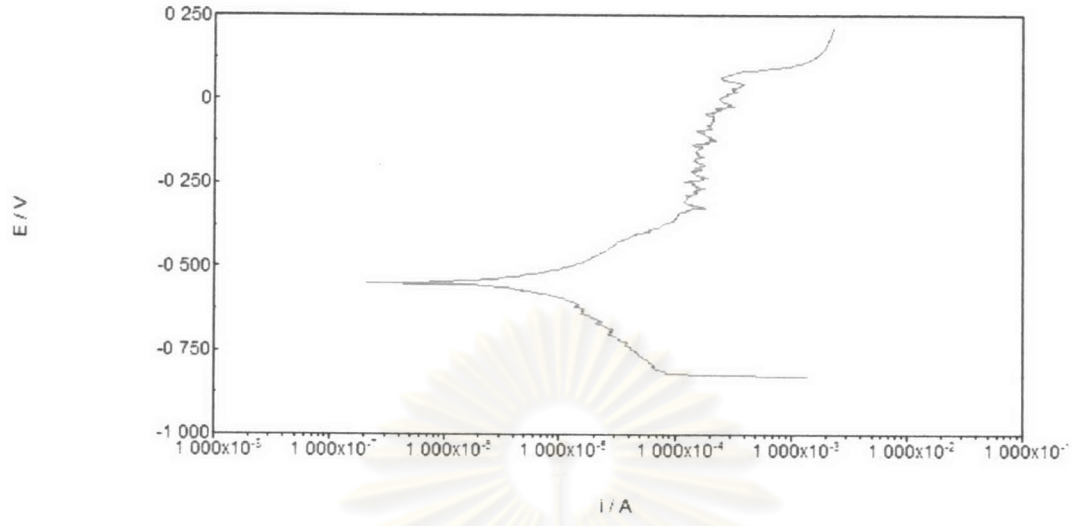


รูปที่ ง1-5 เส้นโพราไรเซชันของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่มีปริมาณแคลเซียม 0.09 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

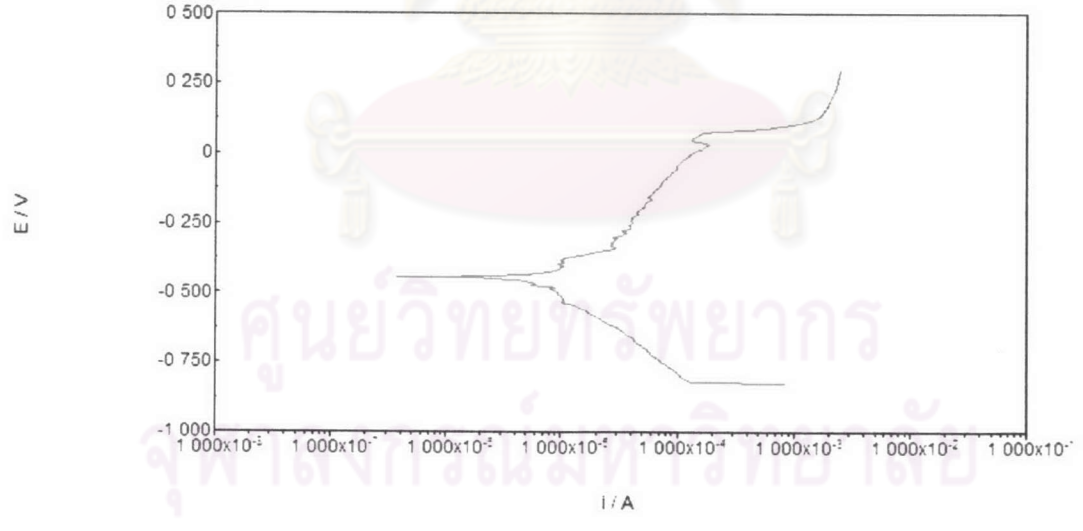


รูปที่ ง1-6 เส้นโพราไรเซชันของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่มีปริมาณซิลิคอน 0.014 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

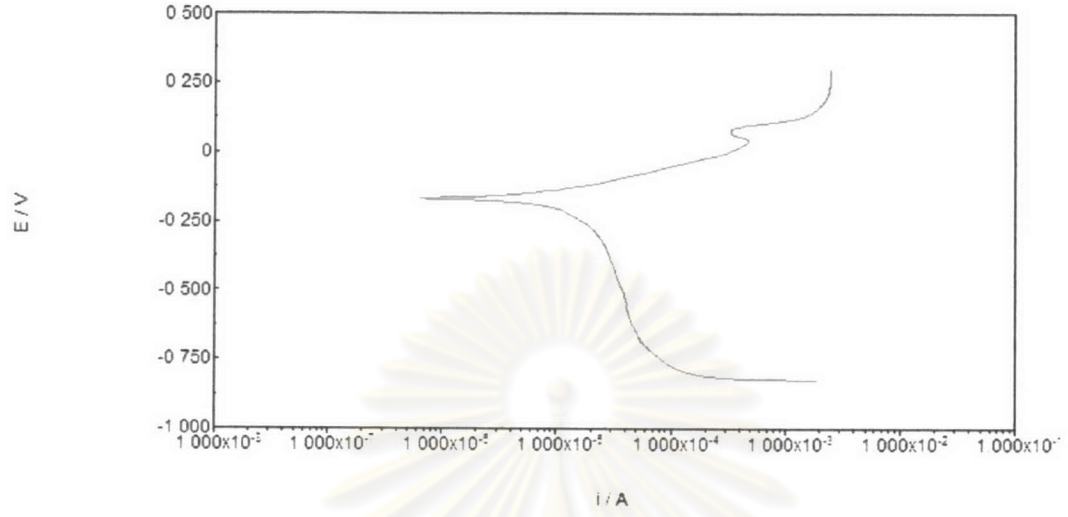


รูปที่ ง1-7 เส้นโพราไรเซชันของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่มีปริมาณซิลิคอน 0.05 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

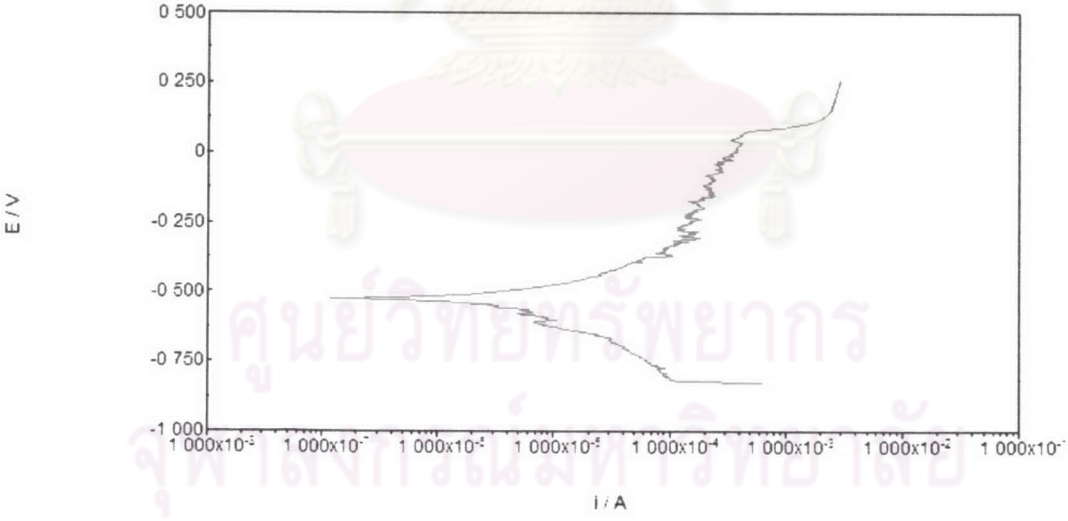


รูปที่ ง1-8 เส้นโพราไรเซชันของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่มีปริมาณซิลิคอน 0.08 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

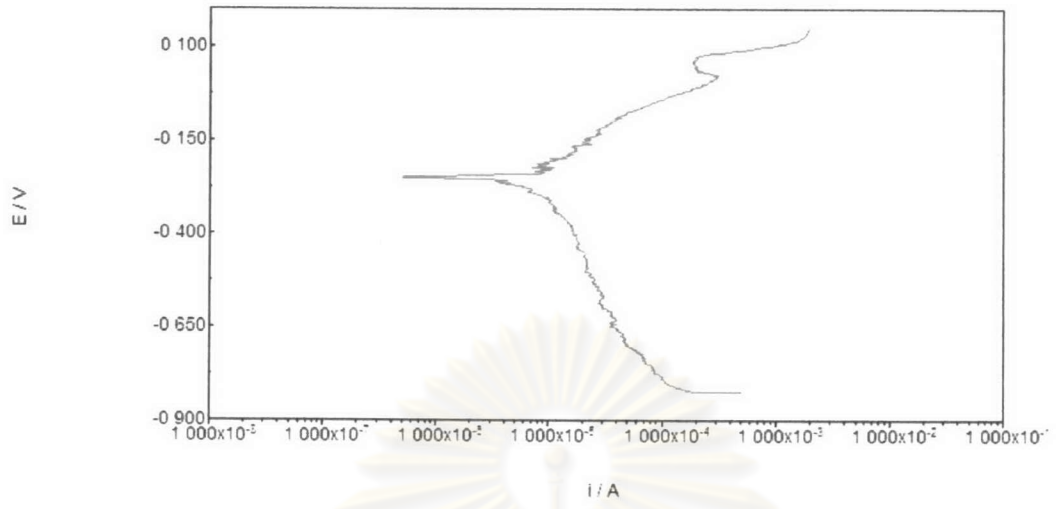


รูปที่ ง1-9 เส้นโพราไรเซชันของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่มีปริมาณซิลิคอน 0.165 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

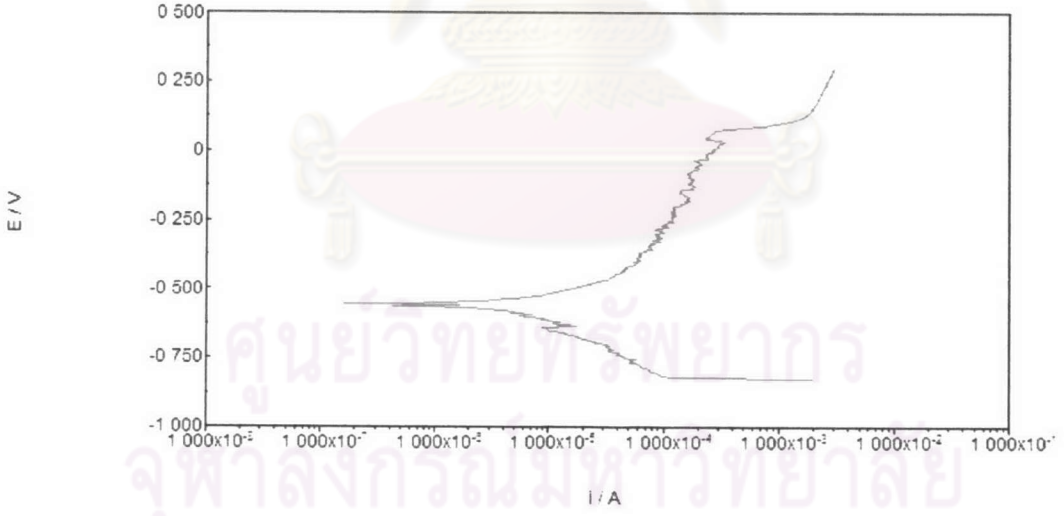


รูปที่ ง1-10 เส้นโพราไรเซชันของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่มีปริมาณแคลเซียม 0.015 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และซิลิคอน 0.060 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง1-11 เส้นโพราไรเซชันของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่มีปริมาณแคลเซียม 0.038 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และซิลิคอน 0.062 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส



รูปที่ ง1-12 เส้นโพราไรเซชันของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่มีปริมาณแคลเซียม 0.102 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และซิลิคอน 0.068 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

0° o C'a 0° o Si	0.012° o C'a 0° o Si	0.025° o C'a 0° o Si	0.063° o C'a 0° o Si	0.090° o C'a 0° o Si	0° o C'a 0.014° o Si
0° o C'a 0.050° o Si	0° o C'a 0.080° o Si	0° o C'a 0.165° o Si	0.015° o C'a 0.060° o Si	0.038° o C'a 0.062° o Si	0.102° o C'a 0.068° o Si

รูปที่ ง2 ภาพแสดงชิ้นงานโลหะผสมเงิน 92.5% - ทองแดง – แคลเซียม – ซิลิคอน หลังการทดสอบความต้านทานการกัดกร่อนโดยเทคนิคเคมีไฟฟ้าในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อิ่มตัวด้วยก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

รายงานผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของโลหะผสมเงิน 92.5% - ทองแดง – แคลเซียม – ซิลิคอน ด้วยวิธีทดสอบ Inductively Coupled Plasma (ICP)

สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (สวอ)
The Gem and Jewelry Institute of Thailand (GIT)
อาคารวิจัยและตรวจสอบอัญมณี ในบริเวณคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
Gemmological Research and Testing Building in Faculty of Science, Chulalongkorn University, Phyathai Road, Patumwan, Bangkok 10330, THAILAND
Tel: (66 2) 218-5470-3, 652-5252 ext. 25 Fax: (66 2) 218-5474, 652-5256 Website: www.git.or.th E-mail: jewelry@git.or.th

รายงานผลการวิเคราะห์ / Assay Report

เลขที่ / No SI0412-001-1

วันที่รับของ 26/11/04 **วันที่วิเคราะห์** 3/12/04

ลักษณะของวัตถุ / Specimen characteristic Silver Alloy

น้ำหนัก / Weight

รายละเอียด / Description Code 1

วิธีการวิเคราะห์ / Method of Assaying

○ XRF ◉ ICP

ผลการวิเคราะห์ / Result

ธาตุ / element	ร้อยละ / percent	หมายเหตุ / Remark
Cu (Copper)	7.46	
Ag (Silver)	92.54	

(จักรพันธ์ สุวรรณวิจิตร)
ผู้ตรวจสอบ / Assayer

หมายเหตุ : การตรวจความบริสุทธิ์โดยวิธี XRF รับรองความถูกต้องในระดับผิวที่มีความลึกไม่เกิน 100 ไมครอนเท่านั้น
Remark : Assaying by XRF can guarantee the accuracy through a surface layer up to 100 microns only.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (สวอ)
The Gem and Jewelry Institute of Thailand (GIT)
อาคารวิจัยและตรวจสอบอัญมณี ในคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
Gemmological Research and Testing Building in Faculty of Science, Chulalongkorn University, Phyathai Road, Patumwan, Bangkok 10330, THAILAND
Tel: (66 2) 218-5470-3, 652-5252 ext. 25 Fax: (66 2) 218-5474, 652-5256 Website: www.git.or.th E-mail: jewelry@git.or.th

รายงานผลการวิเคราะห์ / Assay Report

เลขที่ / No SI0412-002-2

วันที่รับของ 26/11/04 **วันที่วิเคราะห์** 3/12/04

ลักษณะของวัตถุ / Specimen characteristic Silver Alloy

น้ำหนัก / Weight

รายละเอียด / Description Code 2

วิธีการวิเคราะห์ / Method of Assaying

○ XRF ◉ ICP

ผลการวิเคราะห์ / Result

ธาตุ / element	ร้อยละ / percent	หมายเหตุ / Remark
Cu (Copper)	7.12	
Ca (Calcium)	0.012	
Ag (Silver)	92.86	

(จักรพันธ์ สุวรรณวิจิตร)
ผู้ตรวจสอบ / Assayer

หมายเหตุ : การตรวจความบริสุทธิ์โดยวิธี XRF รับรองความถูกต้องในระดับผิวที่มีความลึกไม่เกิน 100 ไมครอนเท่านั้น
Remark : Assaying by XRF can guarantee the accuracy through a surface layer up to 100 microns only.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (สวอ)
The Gem and Jewelry Institute of Thailand (GIT)
อาคารวิจัยและตรวจสอบอัญมณี ในบริเวณคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
Gemmological Research and Testing Building in Faculty of Science, Chulalongkorn University, Phyathai Road, Patumwan, Bangkok 10330, THAILAND
Tel: (66 2) 218-5470-3, 652-5252 ext. 25 Fax: (66 2) 218-5474, 652-5256 Website: www.git.or.th E-mail: jewelry@git.or.th

รายงานผลการวิเคราะห์ / Assay Report

เลขที่ / No SI0412-005-5

วันที่รับของ 26/11/04 วันที่วิเคราะห์ 3/12/04

ลักษณะของวัตถุ / Specimen characteristic Silver Alloy

น้ำหนัก / Weight

รายละเอียด / Description Code 4

วิธีการวิเคราะห์ / Method of Assaying

○ XRF ◉ ICP

ผลการวิเคราะห์ / Result

ธาตุ / element	ร้อยละ / percent	หมายเหตุ / Remark
Cu (Copper)	7.19	
Ca (Calcium)	0.063	
Ag (Silver)	92.74	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(จักรพันธ์ สุวรรณวิจิตร)
ผู้ตรวจสอบ / Assayer

หมายเหตุ : การตรวจความบริสุทธิ์โดยวิธี XRF รับรองความถูกต้องในระดับผิวที่มีความลึกไม่เกิน 100 ไมครอนเท่านั้น
Remark : Assaying by XRF can guarantee the accuracy through a surface layer up to 100 microns only.

สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (สวอ)
The Gem and Jewelry Institute of Thailand (GIT)
อาคารวิจัยและตรวจสอบอัญมณี ในบริเวณคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
Gemmological Research and Testing Building in Faculty of Science, Chulalongkorn University, Phyathai Road, Patumwan, Bangkok 10330, THAILAND
Tel: (66 2) 218-5470-3, 652-5252 ext. 25 Fax: (66 2) 218-5474, 652-5256 Website: www.git.or.th E-mail: jewelry@git.or.th

รายงานผลการวิเคราะห์ / Assay Report

เลขที่ / No SI0412-008-8

วันที่รับของ 26/11/04 วันที่วิเคราะห์ 3/12/04

ลักษณะของวัตถุ / Specimen characteristic Silver Alloy

น้ำหนัก / Weight

รายละเอียด / Description Code 5

วิธีการวิเคราะห์ / Method of Assaying

○ XRF ◉ ICP

ผลการวิเคราะห์ / Result

ธาตุ / element	ร้อยละ / percent	หมายเหตุ / Remark
Cu (Copper)	7.30	
Ca (Calcium)	0.090	
Ag (Silver)	92.61	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(จักรพันธ์ สุวรรณวิจิตร)
ผู้ตรวจสอบ / Assayer

หมายเหตุ : การตรวจความบริสุทธิ์โดยวิธี XRF รับรองความถูกต้องในระดับผิวที่มีความลึกไม่เกิน 100 ไมครอนเท่านั้น
Remark : Assaying by XRF can guarantee the accuracy through a surface layer up to 100 microns only.

สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (สวอ)
The Gem and Jewelry Institute of Thailand (GIT)
อาคารวิจัยและตรวจสอบอัญมณี ในบริเวณคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
Gemmological Research and Testing Building in Faculty of Science, Chulalongkorn University, Phyathai Road, Patumwan, Bangkok 10330, THAILAND
Tel: (66 2) 218-5470-3, 652-5252 ext. 25 Fax: (66 2) 218-5474, 652-5256 Website: www.git.or.th E-mail: jewelry@git.or.th

รายงานผลการวิเคราะห์ / Assay Report

เลขที่ / No SI0412-003-3

วันที่รับของ 26/11/04 **วันที่วิเคราะห์** 3/12/04

ลักษณะของวัตถุ / Specimen characteristic Silver Alloy

น้ำหนัก / Weight

รายละเอียด / Description Code 6

วิธีการวิเคราะห์ / Method of Assaying

○ XRF ◉ ICP

ผลการวิเคราะห์ / Result

ธาตุ / element	ร้อยละ / percent	หมายเหตุ / Remark
Cu (Copper)	7.38	
Si (Silicon)	0.014	
Ag (Silver)	92.60	

(จักรพันธ์ สุวรรณวิจิตร)
ผู้ตรวจสอบ / Assayer

หมายเหตุ : การตรวจความบริสุทธิ์โดยวิธี XRF รับรองความถูกต้องในระดับผิวที่มีความลึกไม่เกิน 100 ไมครอนเท่านั้น
Remark : Assaying by XRF can guarantee the accuracy through a surface layer up to 100 microns only.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (สวอ)
The Gem and Jewelry Institute of Thailand (GIT)
อาคารวิจัยและตรวจสอบอัญมณี ในบริเวณคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
Gemmological Research and Testing Building in Faculty of Science, Chulalongkorn University, Phyathai Road, Patumwan, Bangkok 10330, THAILAND
Tel: (66 2) 218-5470-3, 652-5252 ext. 25 Fax: (66 2) 218-5474, 652-5256 Website: www.git.or.th E-mail: jewelry@git.or.th

รายงานผลการวิเคราะห์ / Assay Report

เลขที่ / No SI0412-007-7

วันที่รับของ 26/11/04 **วันที่วิเคราะห์** 3/12/04

ลักษณะของวัตถุ / Specimen characteristic Silver Alloy

น้ำหนัก / Weight

รายละเอียด / Description Code 8

วิธีการวิเคราะห์ / Method of Assaying

○ XRF ◉ ICP

ผลการวิเคราะห์ / Result

ธาตุ / element	ร้อยละ / percent	หมายเหตุ / Remark
Cu (Copper)	7.40	
Si (Silicon)	0.080	
Ag (Silver)	92.52	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(จักรพันธ์ สุวรรณวิจิตร)
ผู้ตรวจสอบ / Assayer

หมายเหตุ : การตรวจความบริสุทธิ์โดยวิธี XRF รับรองความถูกต้องในระดับผิวที่มีความลึกไม่เกิน 100 ไมครอนเท่านั้น
Remark : Assaying by XRF can guarantee the accuracy through a surface layer up to 100 microns only.

สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (สวอ)
The Gem and Jewelry Institute of Thailand (GIT)
อาคารวิจัยและตรวจสอบอัญมณี ในบริเวณคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
Gemmological Research and Testing Building in Faculty of Science, Chulalongkorn University, Phyathai Road, Patumwan, Bangkok 10330, THAILAND
Tel: (66 2) 218-5470-3, 652-5252 ext. 25 Fax: (66 2) 218-5474, 652-5256 Website: www.git.or.th E-mail: jewelry@git.or.th

รายงานผลการวิเคราะห์ / Assay Report

เลขที่ / No SI0412-010-10

วันที่รับของ 26/11/04 วันที่วิเคราะห์ 3/12/04

ลักษณะของวัตถุ / Specimen characteristic Silver Alloy

น้ำหนัก / Weight

รายละเอียด / Description Code 10

วิธีการวิเคราะห์ / Method of Assaying

○ XRF ◉ ICP

ผลการวิเคราะห์ / Result

ธาตุ / element	ร้อยละ / percent	หมายเหตุ / Remark
Cu (Copper)	7.37	
Si (Silicon)	0.060	
Ca (Calcium)	0.015	
Ag (Silver)	92.55	

(จักรพันธ์ สุวรรณวิจิตร)
ผู้ตรวจสอบ / Assayer

หมายเหตุ : การตรวจความบริสุทธิ์โดยวิธี XRF รับรองความถูกต้องในระดับผิวที่มีความลึกไม่เกิน 100 ไมครอนเท่านั้น
Remark : Assaying by XRF can guarantee the accuracy through a surface layer up to 100 microns only.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (สวอ)
The Gem and Jewelry Institute of Thailand (GIT)
อาคารวิจัยและตรวจสอบอัญมณี ในคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
Gemmological Research and Testing Building in Faculty of Science, Chulalongkorn University, Phyathai Road, Patumwan, Bangkok 10330, THAILAND
Tel: (66 2) 218-5470-3, 652-5252 ext. 25 Fax: (66 2) 218-5474, 652-5256 Website: www.git.or.th E-mail: jewelry@git.or.th

รายงานผลการวิเคราะห์ / Assay Report

เลขที่ / No SI0412-012-12

วันที่รับของ 26/11/04 วันที่วิเคราะห์ 3/12/04

ลักษณะของวัตถุ / Specimen characteristic Silver Alloy

น้ำหนัก / Weight

รายละเอียด / Description Code 12

วิธีการวิเคราะห์ / Method of Assaying

○ XRF ◉ ICP

ผลการวิเคราะห์ / Result

ธาตุ / element	ร้อยละ / percent	หมายเหตุ / Remark
Cu (Copper)	7.32	
Si (Silicon)	0.068	
Ca (Calcium)	0.102	
Ag (Silver)	92.51	

(จักรพันธ์ สุวรรณวิจิตร)
ผู้ตรวจสอบ / Assayer

หมายเหตุ : การตรวจความบริสุทธิ์โดยวิธี XRF รับรองความถูกต้องในระดับผิวที่มีความลึกไม่เกิน 100 ไมครอนเท่านั้น
Remark : Assaying by XRF can guarantee the accuracy through a surface layer up to 100 microns only.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวสันต์ คูรัตนเวช เกิดเมื่อวันที่ 4 เมษายน พ.ศ.2521 ที่จังหวัดจันทบุรี จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เมื่อปีการศึกษา 2543 หลังจากจบการศึกษาแล้วได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2544

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย