

บรรณานุกรม

1. Miwa, H. Mizukoshi, T. and Shimizu, M. " A beta Backscatter Gauge for the Continuous Measurment of Zinc Coating on Steel. " Radiosotope Instruments in Industry and Geophysics. Vol.1, IAEA(STI/PUB/112), 1966.
2. ถังชัย สมิตร, นเรศร์ จันทน์ขาว และสวัญย์ ปณณชัยยะ. เครื่องวัดความหนาของโลหะชุบ. หน่วยปฏิบัติการวิจัย การประยุกต์เทคนิคนิวเคลียร์ในงานอุตสาหกรรม และพัฒนาแห่งทรัพยากรธรรมชาติ ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523. (งานวิจัยหมายเลข NTIA-002)
3. นเรศร์ จันทน์ขาว. " เทคนิคนิวเคลียร์แบบประหยัดสำหรับการหาปริมาณแก๊สในดี " วารสารวิศวกรรมศาสตร์, 7 (ธันวาคม 2532 - พฤษภาคม 2533) : 73-76.
4. Knoll, Glenn F. Radiation Detection and Measurment. New York : John Wiley, 1979.
5. Gardner, Robin P. and Ely, Ralph L. Jr. Radiosotope Measurement Applications in Engineering. New York , Reinhold Publishing, 1976.
6. Tsoulfanidis, Nicholas. Measurement and Detection of Radiation. New York : Mcgraw-Hill, 1983.
7. Tait, W.H. Radiation Detection. London: Butterworth and Co(Publishers), 1980.
8. ISO. Reference Beta Radiations for Calibrations Dosemeters and Doseratmeters and for Determining Their Response as A Function of Beta Radiation Energy. (Draft International Standard ISO/DIS 6980), International Organization fur Standization, 1983.
9. Clayton, C.G. and Cameron, J.F. " A Review of the Desige and Application of Radioisotope Instruments in Industry. " Radioisotope Instruments in Industry and Geophysics. Vol.1, IAEA(STI/PUB/112), 1966.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

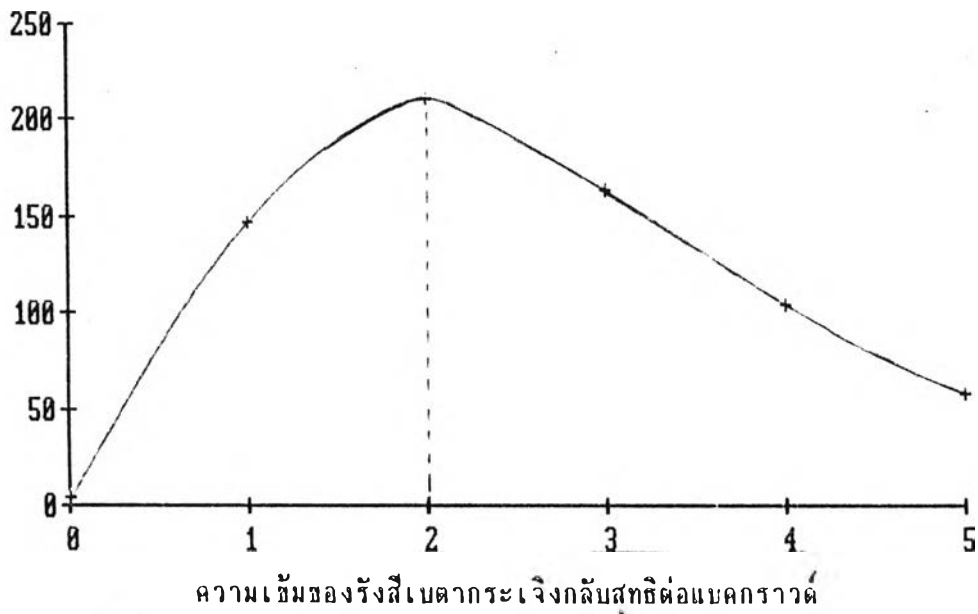
การหาระยะที่เหมาะสมของตัวอย่างจากต้นกำเนิดรังสี

ในการวิจัยที่ผ่านมาได้เลือกใช้ระยะระหว่างผิวหน้าของตัวอย่างถึงผิวหน้าของต้นกำเนิดรังสีสตรอนเชียม-90/อิตเทรียม-90 แบบวงแหวนเท่ากับ 2 มิลลิเมตร เนื่องจากผลการวัดความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับจากตัวอย่างต่อบัคกราวด์ที่ระยะนี้มีค่าสูงสุด ดังผลการวัดรังสีในตารางที่ ก.1 และกราฟในรูปที่ ก.1

ตารางที่ ก. 1 ความเข้มรังสีเบตากระเจิงจากตัวอย่างต่อบัค ที่ระยะห่างต่าง ๆ กัน

ระยะของผิวหน้าตัวอย่างจากต้นกำเนิดรังสี(มม.)	ความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับ(ต่อ60วินาที)	แบคกราวด์(ต่อ 60 วินาที)	ความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับสุทธิต่อบัคกราวด์
0	3209	1013	3.115
1	164397	1122	146.498
2	267214	1274	209.775
3	303590	1867	162.679
4	290998	2823	103.078
5	221034	3833	57.668

ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีถึงผิวตัวอย่าง (มม.)



รูปที่ 1. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเบตาจากแร่เจิงกลับจากตัวอย่างดีบุก ที่ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีต่าง ๆ กัน

ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างการคำนวณเกี่ยวกับรังสีเบตาและการกระเจิงกลับของรังสีเบตา

ข. 1 การหาพิสัยสูงสุดของรังสีเบตา

จากสมการที่ (2.7) เมื่อ $E_{max} < 2.5 \text{ MeV}$

$$R_{max} \cdot \rho = 0412 E_{max}^{(1.265 - 0.0054 \ln E_{max})}$$

สำหรับ Sr-90/y-90 $E_{max} = 2.28 \text{ MeV}$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } R_{max} \cdot \rho &= (0412) 2.28^{(1.265 - 0.0054 \ln 2.28)} \text{ g/cm}^2 \\ &= 1.095 \text{ g/cm}^2 \\ &= 1095 \text{ mg/cm}^2 \end{aligned}$$

เมื่อตัวกลางเป็นอะลูมิเนียม ($\rho_{Al} = \text{g/cm}^3$)

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } R_{max} &= \frac{1.095}{2.69} = 0.407 \text{ cm} \end{aligned}$$

นั่นคืออะลูมิเนียมหนา 1095 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรหรือ 0.407 เซนติเมตร สามารถกั้นรังสีเบตาพลังงาน 2.28 MeV จากต้นกำเนิดรังสีสตรอนเชียม -90/อิตเทรียม-90 ได้หมด

ข. 2 การคำนวณอัตราส่วนจำนวนนับรังสีโดยใช้ Tittle's Formuler

จาก Tittle's formuler saturation backscatter coefficient (G)

มีความสัมพันธ์กับเลขอะตอมของตัวอย่าง ดังนี้

$$G = 1 - e^{-Z/A_0}$$

อัตราส่วนของค่า G มีค่าเท่ากับอัตราส่วนของจำนวนนับรังสีเมื่อตัวอย่างมีความหนาแน่นมากกว่าความหนาวิกฤต (Critical thickness) เช่นในกรณีของตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ มีค่าความหนาแน่นมากกว่า 250 มิลลิลิตรต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งให้ความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับสูงสุด กรณีที่ตัวอย่างเป็น ตะกั่ว ($Z = 82$) และดีบุก ($Z = 50$) อัตราส่วนของจำนวนนับรังสี จะมีค่าเท่ากับ $G(\text{Pb})/G(\text{Sn}) = (1 - e^{-82/40}) / (1 - e^{-50/40}) = 1.22112$ หมายความว่า จำนวนนับรังสีเบตากระเจิงกลับจากตัวอย่างตะกั่วจะมีค่าเป็น 1.22112 เท่าของตัวอย่างดีบุก

ในกรณีที่ตัวอย่างประกอบด้วยธาตุหลายธาตุ เช่นตะกั่วบัตกรีที่ใช้ในการวิจัยนี้ ค่าเลขอะตอมของตัวอย่างสามารถคำนวณได้ โดยใช้สมการที่ (2.14) ในกรณีของตะกั่วบัตกรีซึ่งประกอบด้วยดีบุกกับตะกั่วจะได้

$$Z_{\text{eff}} = \frac{\frac{W_{\text{Sn}} Z_{\text{Sn}}^2}{A_{\text{Sn}}} + \frac{W_{\text{Pb}} Z_{\text{Pb}}^2}{A_{\text{Pb}}}}{\frac{W_{\text{Sn}} Z_{\text{Sn}}}{A_{\text{Sn}}} + \frac{W_{\text{Pb}} Z_{\text{Pb}}}{A_{\text{Pb}}}}$$

$$= \frac{\frac{W_{\text{Sn}} (50)^2}{(118.69)} + \frac{W_{\text{Pb}} (80)^2}{(207.10)}}{\frac{W_{\text{Sn}} (50)}{(118.69)} + \frac{W_{\text{Pb}} (82)}{(207.19)}}$$

กรณีที่ตะกั่วบัตกรีมีส่วนผสมเป็นดีบุก 60% ตะกั่ว 40% จะได้

$$Z_{\text{eff}} = \frac{\frac{0.60 (50)^2}{(118.69)} + \frac{0.40 (82)^2}{(207.19)}}{\frac{0.60 (50)}{(118.69)} + \frac{0.40 (82)}{(207.19)}}$$

$$= 62.32$$

๓.3 การคำนวณหาส่วนผสมของตัวอย่างจากกราฟเปรียบเทียบการกระเจิงกลับของรังสีเบตา

ในการวิจัยในหัวข้อที่ 4.5 เป็นการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีเบตา กระเจิงกลับ กับ เปอร์เซนต์ตะกั่วในตัวอย่างตะกั่วบดกรี้สำหรับเบตาในการนับรังสี 12000 วินาที จากกราฟในรูปที่ 4.5 ได้ความสัมพันธ์ดังนี้ คือ

$$y = 101950.53459 + 1072.13640 x - 0.51700x^2 \quad (๓.3)$$

เมื่อ y คือ จำนวนนับรังสี ต่อ 12000 วินาที

x คือ เปอร์เซนต์ของตะกั่ว

จากตัวอย่างที่ 13 B ในตารางที่ 4.7 มีผลการนับรังสี 3 ครั้ง โดยเลื่อนตัวอย่าง ทุกครั้งเพื่อเปลี่ยนตำแหน่งวัดรังสีได้ผลการนับรังสีเป็น 216616, 216197 และ 218228 ต่อ 12000 วินาที

$$\begin{aligned} \text{ค่าเฉลี่ย ในการนับรังสี} &= (216616 + 216197 + 218228) / 3 \\ &= 217013.66 \text{ ต่อ } 12000 \text{ วินาที} \end{aligned}$$

นำค่าที่ได้ไปแก้ Coincidence loss และลบแบบคกราวด์

$$\begin{aligned} \text{resolving time ของหัววัด GM} &= 216081 \text{ ไมโครวินาที} \\ \text{แบบคกราวด์} &= 70276 \text{ ต่อ } 12000 \text{ วินาที} \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยจำนวนนับรังสีสุทธิ

$$\begin{aligned} &= \frac{217013.66}{1 - (217013.66)(216081 \times 10^{-6})} - \frac{70276}{1 - (70276)(211081 \times 10^{-6})} \\ &= \frac{217013.66}{12000} - \frac{70276}{12000} \\ &= 147499.9 \end{aligned}$$

นำเบตาจำนวนนับรังสีสุทธิไปแทนค่าในสมการข้างบน จะโดย

$$147499.9 = 101950.53459 + 1072.13640 x - 0.51700x^2$$

$$\text{ได้ } x = 43.392744$$

$$\text{นั่นคือหา } \% \text{ Pb ได้ } = 43.39 \%$$

$$\% \text{ Sn } = 100 - 43.39 = 56.61 \%$$

ค่าความแปรปรวนในการหาปริมาณตะกั่ว และดีบุก จากการนับรังสี 3 ครั้งหาได้จาก การนำผลการนับรังสีแต่ละครั้งไปคำนวณแก้ค่า Coincidence loss และหักแบกกราวด์ แล้วนำไปแทนในสมการเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ตะกั่ว ในทำนองเดียวกับการใช้ค่าเฉลี่ยซึ่งจะได้เปอร์เซ็นต์ของตะกั่ว 3 ค่า คือ 43.0 , 42.59 และ 44.59 %

ภาคผนวก ค.

การตรวจสอบความเที่ยงตรงของการนับรังสีเบตากระเจิงกลับ

ค. 1 การวัดรังสีเบตากระเจิงกลับจากตัวอย่างดีบุกและตะกั่ว

จากการทดลองวัดรังสีเบตากระเจิงกลับจากตัวอย่างดีบุกที่มีความบริสุทธิ์ 99.9 % และตะกั่วที่มีความบริสุทธิ์ 99.99 % เป็นเวลา 12000 วินาที และใช้แผ่นกรองรังสีหนา 540 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรตามเงื่อนไขที่ใช้ในการหาปริมาณตะกั่วและดีบุกในตะกั่วบัดกรี เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง ได้ทำการนับรังสีดีบุก 12 ครั้ง และตะกั่ว 8 ครั้ง โดยไม่มีการเลื่อนตัวอย่าง พบว่ามีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนนับรังสีเท่ากับ 0.41% ตามลำดับ ซึ่งนับว่ามีความเที่ยงตรงสูง

ตารางที่ ค 1.1 ผลการนับรังสีเบตาและเจิงกลับจากดีบุก 12 ครั้ง โดยไม่เลื่อนตัวอย่าง

จำนวนนับรังสีต่อ 12000 วินาทีต่อครั้ง (ดีบุก 99.9 %)			
100808	101583	101757	100701
101880	102135	101368	101262
101525	101262	101328	101238
เฉลี่ย = 101404 ± 0.41 %			

ตารางที่ ค 2.2 ผลการนับรังสีเบตากระเจิงกลับจากตะกั่ว 8 ครั้งโดยไม่เลื่อนตัวอย่าง

จำนวนนับรังสีต่อ 12000 วินาทีต่อครั้ง (ตะกั่ว 99.9 %)			
203214	202766	202722	203599
203220	203281	202653	203980
เฉลี่ย = 203179 \pm 0.23 %			

ค.2 การวัดรังสีเบตากระเจิงกลับจากตัวอย่างตะกั่วบัตกรีชุด B

ผลการวัดรังสีเบตากระเจิงกลับจากตัวอย่างตะกั่วบัตกรีชุด B จำนวน 16 ตัวอย่างเป็นเวลานาน 12000 วินาที และใช้แผ่นกรองรังสีหนา 540 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยวัดรังสีตัวอย่างละ 3 ครั้ง ต่างตำแหน่งกันบนตัวอย่างชิ้นหนึ่งๆ เกือบทั้งหมดมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 0.5 % ดังแสดงในตารางที่ ค.3 ตัวอย่างที่ได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเกิน 0.5 % คาดว่าอาจมีสาเหตุมาจากความไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และความไม่เรียบของผิวโดยเฉพาะตัวอย่าง 14B และจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้เมื่อนำไปอ่านจากกราฟปรับเทียบในสมการ (ข.3) จะได้ปริมาณตะกั่วแตกต่างกันอยู่ในช่วงไม่เกิน $\pm 1\%$ ยกเว้นตัวอย่างที่ 14B ดังแสดงในตารางที่ ค.4

ตารางที่ ค.3 ผลการนับรังสีเบตากระเจิงกลับจากตัวอย่างตะกั่วบัดกรีชนิด B จำนวน 16 ตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกับต่อ 12000 วินาที			
	ตำแหน่งที่1	ตำแหน่งที่2	ตำแหน่งที่3	เฉลี่ย
1B	203994	202890	204160	203681+ 0.34%
2B	213674	213745	204160	213546 + 0.13%
3B	210792	209843	213220	210444 + 0.25%
4B	211437	211984	210696	211470 + 0.24%
5B	214851	213152	210989	213517 + 0.56%
6B	218169	216804	212549	217488 + 0.31%
7B	215611	214292	217492	215081 + 0.32%
8B	215813	217476	215340	216379 + 0.44%
9B	214678	214177	215847	215106 + 0.56%
10B	2169270	217124	216468	216894 + 0.25%
11B	217363	217705	217288	217588 + 0.09%
12B	218479	218117	218165	218254 + 0.09 %
13B	216616	216197	218228	217014 + 0.49 %
14B	215414	211521	214791	213909 + 0.98 %
15B	242033	224285	243639	242842 + 0.33 %
16B	2429681	2441963	243044	243306 + 0.32 %

- หมายเหตุ 1. ค่าเบคกราวด์ 70276 ต่อ 12000 วินาที
2. ความแปรปรวนของการวัดอยู่ระหว่าง 0.09 % ถึง 0.98%
3. 8B(0.44%), 13B(0.49%) , 5B(0.56%) , 9B(0.56%) ระบุขนาดฟิวเอียง

ตารางที่ ค.4 จำนวนนับรังสีเบตากระเจิงกลับสุทธิของตัวอย่างชุด B กับปริมาณตะกั่วที่หาได้ จากการวัดรังสี 3 ครั้ง

ตัวอย่าง	ความเข้มรังสีเบตากระเจิงกลับสุทธิ*			ปริมาณตะกั่ว (%Pb)			ปริมาณตะกั่วเฉลี่ย(%Pb) ($\bar{x} \pm \sigma$)
	ตำแหน่งที่1	ตำแหน่งที่2	ตำแหน่งที่3	ตำแหน่งที่1	ตำแหน่งที่2	ตำแหน่งที่3	
1B	134381	133269	134548	30.703023	29.634760	30.863553	30.400445 + 0.55
2B	144134	144206	143677	40.121478	40.191340	39.678168	39.996995 + 0.23
3B	141230	140274	141133	37.307812	36.383282	37.213966	36.968353 + 0.42
4B	141880	142431	141429	37.936905	38.470492	37.500369	37.969255 + 0.40
5B	145320	143608	143001	41.272873	39.611252	39.022778	39.968967 + 9.95
6B	148664	147289	147987	44.526493	43.187366	43.862060	43.858639 + 0.55
7B	146086	144757	145813	42.017230	40.726134	41.751880	41.498414 + 0.56
8B	146290	147966	146324	42.215560	43.846478	42.248619	42.770219 + 0.76
9B	145141	144642	146950	41.099010	40.613522	42.857488	41.52334 + 0.96
10B	146750	147611	147776	42.662920	43.500803	43.661454	43.275059 + 0.44
11B	147852	148197	148182	43.375459	44.071474	44.063681	43.956871 + 0.16
12B	148977	148612	148660	44.831580	44.475817	44.522595	44.609997 + 0.16
13B	147099	146677	148724	43.002465	42.591913	44.584969	43.393115 + 0.86
14B	147888	141965	145260	41.824771	38.019200	41.214591	40.352854 + 1.67
15B	172727	173557	174348	68.261357	69.090424	69.881196	69.077659 + 0.66
16B	173381	174406	173747	68.914562	70.439424	69.280310	69.544765 + 0.65

* แก้ coincidence loss และลบแบคกราวด์แล้ว

ภาคผนวก ง

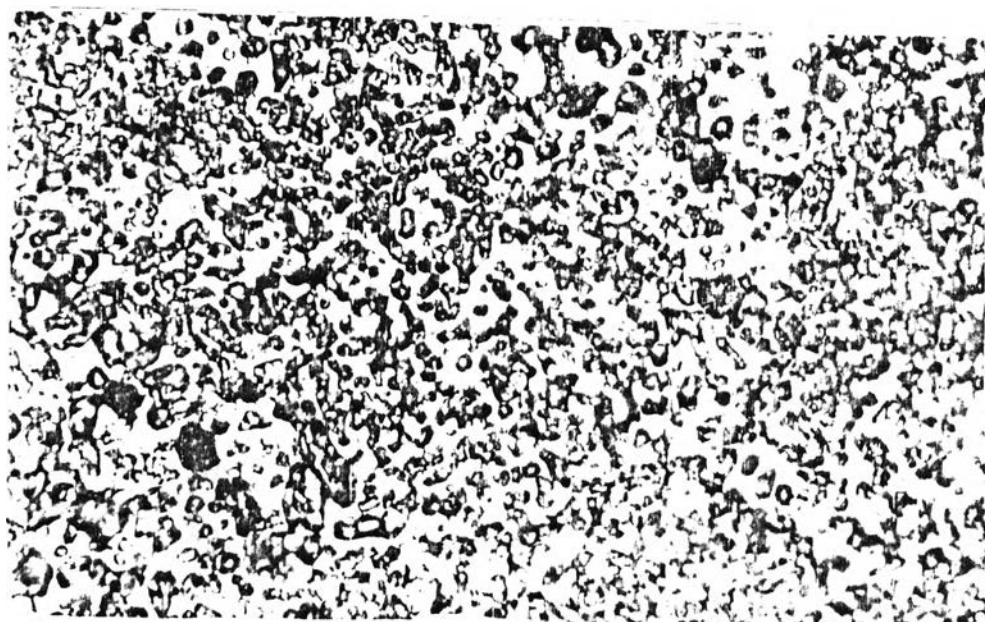
ภาพถ่ายโครงสร้างโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก สัดส่วนต่างๆ เพื่อ ดูขนาด การผสม
เป็นเนื้อเดียวกันและสิ่งเจือปน



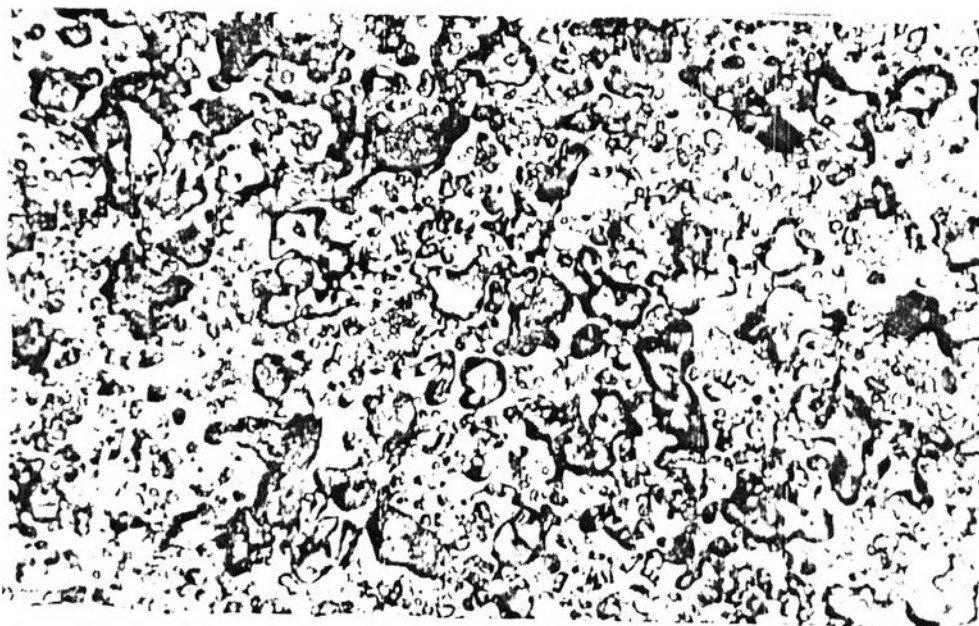
รูปที่ ข.1 ดีบุก 99% , กำลังขยาย 200 เท่า



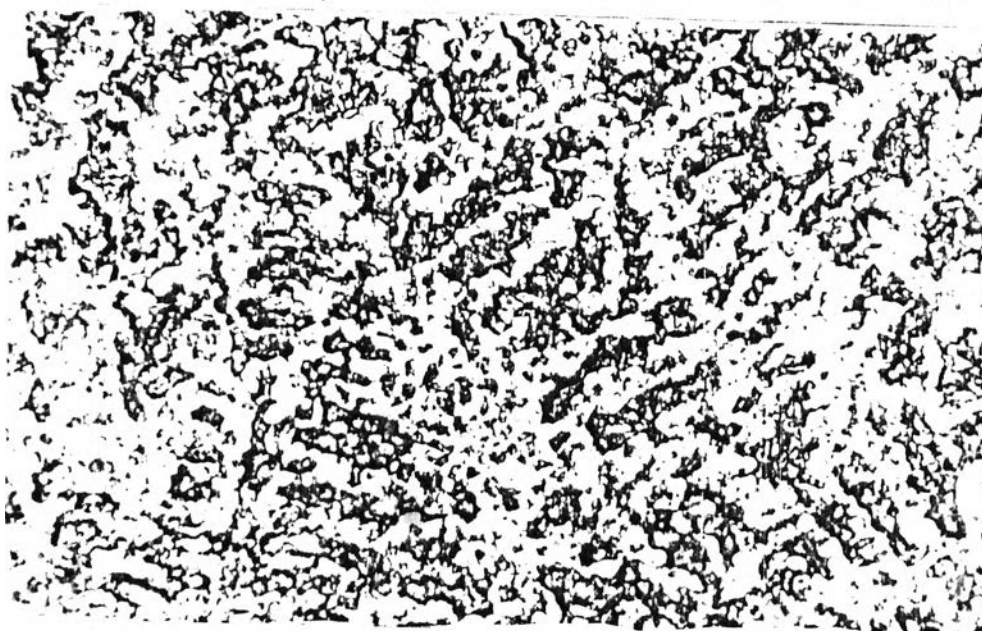
รูปที่ ข.2 โลหะผสมดับก 63% - ตะกั่ว 37 % กำลังขยาย 200 เท่า



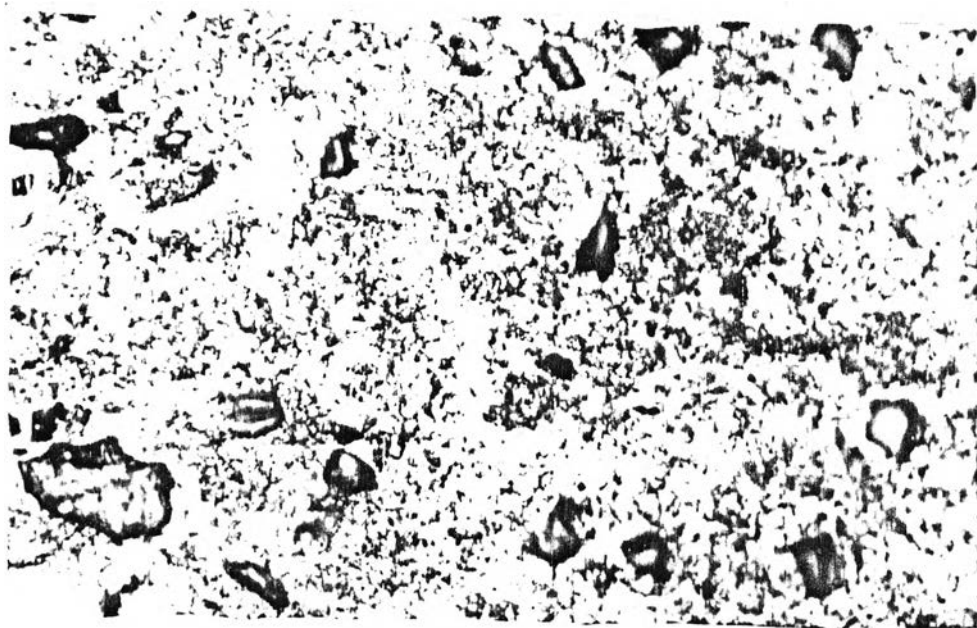
รูปที่ ข.3 โลหะผสมดับก 60% - ตะกั่ว 40 % กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ ๓.๔ โลหะผสมดีบุก 49 % - ตะกั่ว 51% , กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ ๓.๕ โลหะผสมดีบุก 40% - ตะกั่ว 60% , กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ ๓.6 โลหะผสมดีบุก 99.99% , กำลังขยาย 200 เท่า

ภาคผนวก จ

QQS-571B Federal Specification

Composition	Tin %	Lead %	Anti-mony %	Bismuth max. %	Silver %	Copper, max. %	Iron, max. %	Zinc, max. %	Aluminum, max. %	Arsenic, max. %	Cadmium, max. %	Total of all others, max. %	Approximate melting range °C	
													Solidus	Liquidus
Sn96	Remainder	0.10, max.	—	—	3.6 to 4.4	0.20	—	0.005	—	0.05	0.005	—	221	221
Sn70	69.5 to 71.5	Remainder	0.20 to 0.50	0.25	0.015	0.08	0.02	0.005	0.005	0.03	0.001	0.08	183	193
Sn63	62.5 to 63.5	Remainder	0.20 to 0.50	0.25	0.015	0.08	0.02	0.005	0.005	0.03	0.001	0.08	183	183
Sn62	61.5 to 62.5	Remainder	0.20 to 0.50	0.25	1.75 to 2.25	0.08	0.02	0.005	0.005	0.03	0.001	0.08	179	179
Sn60	59.5 to 61.5	Remainder	0.20 to 0.50	0.25	0.015	0.08	0.02	0.005	0.005	0.03	0.001	0.08	183	191
Sn50	49.5 to 51.5	Remainder	0.20 to 0.50	0.25	0.015	0.08	0.02	0.005	0.005	0.025	0.001	0.08	183	216
Sn40	39.5 to 41.5	Remainder	0.20 to 0.50	0.25	0.015	0.08	0.02	0.005	0.005	0.02	0.001	0.08	183	238
Sn35	34.5 to 36.5	Remainder	1.6 to 2.0	0.25	0.015	0.08	0.02	0.005	0.005	0.02	0.001	0.08	185	247
Sn30	29.5 to 31.5	Remainder	1.4 to 1.8	0.25	0.015	0.08	0.02	0.005	0.005	0.02	0.001	0.08	185	250
Sn20	19.5 to 21.5	Remainder	0.80 to 1.2	0.25	0.015	0.08	0.02	0.005	0.005	0.02	0.001	0.08	184	270
Sn10	9.0 to 11.0	Remainder	0.20 max.	0.03	1.7 to 2.4	0.08	—	0.005	0.005	0.02	0.001	0.10	268	290
Sn5	4.5 to 5.5	Remainder	0.50 max.	0.25	0.015	0.08	0.02	0.005	0.005	0.02	0.001	0.08	308	312
Sb5	94.0 min.	0.20 max.	4.0 to 6.0	—	0.015	0.08	0.08	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	235	240
Pb80	Remainder	78.5 to 80.5	0.20 to 0.50	0.25	0.015	0.08	0.02	0.005	0.005	0.02	0.001	0.08	183	277
Pb70	Remainder	68.5 to 70.5	0.20 to 0.50	0.25	0.015	0.08	0.02	0.005	0.005	0.02	0.001	0.08	183	254
Pb65	Remainder	63.5 to 65.5	0.20 to 0.50	0.25	0.015	0.08	0.02	0.005	0.005	0.02	0.001	0.08	183	216
Ag1.5	0.75 to 1.25	Remainder	0.40 max.	0.25	1.3 to 1.7	0.30	0.02	0.005	0.005	0.02	0.001	0.08	309	309
Ag2.5	0.25 max.	Remainder	0.40 max.	0.25	2.3 to 2.7	0.30	0.02	0.005	0.005	0.02	0.001	0.03	301	304
Ag5.5	0.25 max.	Remainder	0.40 max.	0.25	5.0 to 6.0	0.30	0.02	0.005	0.005	0.02	0.001	0.03	304	380



JIS Class of Solder, Grade and Symbol

Class of solder	Grade	Symbol	Class of solder	Reference value		
				Solidus temperature (°C)	Liquidus temperature (°C)	Specific gravity
95 Sn	S	—	95 Sn	Approx. 183	Approx. 224	Approx. 7.4
	A B	H 95 A H 95 B				
63 Sn	S	H 63 S	63 Sn	Approx. 183	Approx. 181	Approx. 8.4
	A B	H 63 A H 63 B				
60 Sn	S	H 60 S	60 Sn	Approx. 183	Approx. 190	Approx. 8.5
	A B	H 60 A H 60 B				
55 Sn	S	H 55 S	55 Sn	Approx. 183	Approx. 203	Approx. 8.7
	A B	H 55 A H 55 B				
50 Sn	S	H 50 S	50 Sn	Approx. 183	Approx. 215	Approx. 8.9
	A B	H 50 A H 50 B				
45 Sn	S	H 45 S	45 Sn	Approx. 183	Approx. 227	Approx. 9.1
	A B	H 45 A H 45 B				
40 Sn	S	H 40 S	40 Sn	Approx. 183	Approx. 238	Approx. 9.3
	A B	H 40 A H 40 B				
35 Sn	S	—	35 Sn	Approx. 183	Approx. 248	Approx. 9.5
	A B	H 35 A H 35 B				
30 Sn	S	—	30 Sn	Approx. 183	Approx. 258	Approx. 9.7
	A B	H 30 A H 30 B				
20 Sn	S	—	20 Sn	Approx. 183	Approx. 279	Approx. 10.2
	A B	H 20 A H 20 B				

JIS Chemical Composition of Grade A

Table 2

Symbol	Chemical composition %								
	Sn	Pb	Impurity						As
			Sb	Cu	Bi	Zn	Fe	Al	
H 95 A	94 — 96	Residual							
H 63 A	62 — 64								
H 60 A	59 — 61								
H 55 A	54 — 56								
H 50 A	49 — 51								
H 45 A	44 — 46								
H 40 A	39 — 41		0.30	0.05	0.05	0.003	0.03	0.00	0.03
H 35 A	34 — 36		max	max	max	max	max	max	max
H 30 A	29 — 31								
H 20 A	19 — 21								

	Alloy composition %							Mechanical properties				Elongation %	Brinell hardness	Specific gravity	General Notes		
	Sn	Pb	Bi	In	Sb	Cd	Ag	Metal temp °F		Tensile strength						Shear strength ^a	
								Solidus	Liquidus	lb/in ²	kg/cm ²					lb/in ²	kg/cm ²
1	42.0	--	58.0	--	--	--	--	--	281	8000	56.2	500 ^b	3.51 ^b	200.0	22.0	8.72	Expands to 0.0007 in/in, then shrinks to 0.0005 in/in
2	63.0	37.0	--	--	--	--	--	--	361	7700	54.1	5400	38.0	28-30 ^c	17.0	8.46	Used where pasty range is intolerable
3	70.0	30.0	--	--	--	--	--	361	367	7800	54.8	5000	35.2	20.0	17.0	8.17	Good pre-tinning alloy
4	60.0	40.0	--	--	--	--	--	361	370	7600	53.4	5600	39.4	27-40 ^c	16.0	8.52	Good electrical grade solder
5	50.0	47.0	--	--	3.0	--	--	365	399	8400	59.1	6850	48.2	29.0	15.6	8.75	Similar to 50-50 Pb-Sn, resists creep well
6	50.0	50.0	--	--	--	--	--	361	417	6700	43.6	5700	34.2	28-30 ^c	17.0	8.46	Common purpose solder
7	--	--	--	--	--	--	--	--	450	8900	62.7	4600	32.3	73.0	40.0	10.38	High-temp electrical solder for instruments
8	40.0	60.0	--	--	--	--	--	361	460	5400	38.0	4800	33.7	39-115 ^c	12.0	9.28	Inexpensive utility solder
9	95.0	--	--	--	5.0	--	--	452	464	5900	41.5	6000	42.2	38.0	13.1	7.20	Lead-free, used in food equipment
10	95.0	--	--	--	--	5.0	--	430	473	8000	56.2	NA	NA	30.0	13.7 ^f	NA	High-temp, electrical solder
11	20.0	80.0	--	--	--	--	--	361	531	4800	33.7	4200	29.5	22.0	11.0	10.04	Cheap solder for body work and plumbing
12	--	97.5	--	--	--	2.5	--	--	579	4400	31.0	2900	20.1	42.0	Too soft	NA	Purch solder, poor corrosion resistance
13	1.0	97.5	--	--	--	1.5	--	--	588	4420	31.1	NA	NA	23.0	9.5	11.28	Poor corrosion resistance

a Ultimate stress alloy alone, except as noted

b Recommended working stress in joint

c Ultimate stress in joint

d Modified Brinell hardness, using 100 kg load, 1/2 min.

e Depends on specimen preparation.

f Vickers pyramid diamond.

NA = Not available.



บริษัท ไทยสมอลต์สเมลติงแอนด์รีไฟนิง จำกัด
Thailand Smelting and Refining Co., Ltd.

73

Head Office :
10 Soonthornkosa Road, Klongtoey,
Bangkok 10110, C.P.O. Box 345 Bangkok 10501
Tel : (662) 249-0491 Cable : Shell Bangkok
Telex : 87324 Shell TH
Fax : (662) 249-8335

Plant :
Sakdidej Road, P.O Box 2 Phuket, Thailand
Tel : (6676) 391-111
Cable : THAIREFCO PHUKET
Telex : 69520 TSR TH
Fax : (6676) 391-121

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Material : Tin Ingot

Date .. AUGUST 7/1991 ..

Lot No.	390			
Sn	99.919			
Pb	.036			
As	.015			
Bi	.006			
Cu	.006			
Fe	.005			
Ni	.003			
Co	<.001			
Ag	<.001			
Sb	.005			
Zn	<.001			
Cd	<.001			
Al	<.001			
Weight, Kgs.	13,000			

All concentrations are expressed in % (m/m)

< = Less than

We hereby certify that the product is complying to the specifications of BS 3252 : 1986
and ASTM B339-86


Laboratory Manager



บริษัท โลกกีโปรดักส์ จำกัด
KOKI PRODUCTS CO., LTD.



TIS. 365-2532
TIS. 688-2530

1545 หมู่ 9 ซอยนารายณ์ 2 ถนนเทพารักษ์ ต.สำโรงเหนือ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ

1545 Moo9 Soi Narai 2 Teparak Rd., North Samrong
Ampur Muang Samutprakarn Thailand.

☎ 394-5566, 394-5986-7

REPORT OF ANALYSIS

LOT 130834

REPORT NO: 213/91

DATE : AUGUST 13, 1991

SAMPLE DESCRIPTION : SOLDER BAR 63% TEST METHOD : ATOMIC ABSORPTION

ELEMENT

COMPOSITION % BY WEIGHT

TIN	63.0
LEAD	BALANCE
ARSENIC	0.0142
BISMUTH	0.0089
COPPER	0.0015
IRON	0.0068
SILVER	0.0019
ANTIMONY	0.0085
ZINC	0.0009
ALUMINIUM	0.0006

dh

Q.C INSPECTOR



บริษัท โกลิโปรดักส์ จำกัด
KOKI PRODUCTS CO., LTD.



TIS. 365-2532
TIS. 688-2530

1545 หมู่ 9 ซอยนารายณ์ 2 ถนนเทพารักษ์ ต.ตำโง่งเหนือ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ

1545 Moo9 Soi Narai 2 Tearak Rd., North Samrong
Ampur Muang Samutprakarn Thailand.

☎ 394-5566, 394-5986-7

REPORT OF ANALYSIS

LOT 130834

REPORT NO: 213/91

DATE : AUGUST 13, 1991

SAMPLE DESCRIPTION : SOLDER BAR 60% TEST METHOD : ATOMIC ABSORPTION

ELEMENT

COMPOSITION % BY WEIGHT

TIN	60.0
LEAD	BALANCE
ARSENIC	0.0145
BISMUTH	0.0091
COPPER	0.0016
IRON	0.0078
SILVER	0.0017
ANTIMONY	0.0093
ZINC	0.0009
ALUMINIUM	0.0008

OK

Q.C INSPECTOR



บริษัท โคกิโปรดักส์ จำกัด
KOKI PRODUCTS CO., LTD.



TIS. 365-2532
TIS. 688-2530

1545 หมู่ 9 ซอยนารายณ์ 2 ถนนเทพารักษ์ จ.ท่าเรือเหนือ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ
1545 Moo9 Soi Narai 2 Tearak Rd., North Samrong
Ampur Muang Samutprakarn Thailand.
☎ 394-5566, 394-5986-7

REPORT OF ANALYSIS

LOT 130834

REPORT NO: 213/91-2

DATE : AUGUST 13, 1991

SAMPLE DESCRIPTION : SOLDER BAR 50% TEST METHOD : ATOMIC ABSORPTION

<u>ELEMENT</u>	<u>COMPOSITION % BY WEIGHT</u>
TIN	50.0
LEAD	BALANCE
ARSENIC	0.0162
BISMUTH	0.0094
COPPER	0.0017
IRON	0.0087
SILVER	0.0019
ANTIMONY	0.0092
ZINC	0.0009
ALUMINIUM	0.0007

dl

Q.C INSPECTOR



บริษัท โคกิโปรดักส์ จำกัด
KOKI PRODUCTS CO., LTD.



TIS. 365-2532
TIS. 688-2530

1545 หมู่ 9 ซอยนารายณ์ 2 ถนนเทพารักษ์ ต.ท่าโรงเหนือ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ
1545 Moo9 Soi Narai 2 Tearak Rd., North Samrong
Ampur Muang Samutprakarn Thailand.
☎ 394-5566, 394-5986-7

REPORT OF ANALYSIS

LOT 130834

REPORT NO: 213/91-1

DATE : AUGUST 13, 1991

SAMPLE DESCRIPTION : SOLDER BAR 40%

TEST METHOD : ATOMIC ABSORPTION

ELEMENT

COMPOSITION % BY WEIGHT

TIN	40.0
LEAD	BALANCE
ARSENIC	0.0172
BISMUTH	0.0099
COPPER	0.0019
IRON	0.0093
SILVER	0.0019
ANTIMONY	0.0097
ZINC	0.0009
ALUMINIUM	0.0008

Q.C. Inspector Signature

Q.C INSPECTOR



LEAD 99-97

SPECIFICATION

B.H.A.S. Specification:		%
Lead	(Pb)	99.97 min.
Copper	(Cu)	0.001 max.
Antimony	(Sb)	0.001 max.
Bismuth	(Bi)	0.029 max.
Zinc	(Zn)	0.001 max.
Silver	(Ag)	0.001 max.
Tin	(Sn)	0.001 max.
Arsenic	(As)	0.001 max.
Cadmium	(Cd)	0.001 max.
Iron	(Fe)	0.001 max.
Sulphur	(S)	0.001 max.
Nickel and Cobalt (Ni, Co)		0.001 max.

STANDARDS

This grade of lead complies with the chemical composition requirements of the following national standards:—

Australian	A.S. 1812-1975 (9995)
American	(A.S.T.M.) B.29-79 Corroding Lead
American	(Federal) QQ-L-171C Grade A
German	DIN 1719 Commercially pure
Japanese	JIS H2105 (1955) Class 2
Indian	IS 27-1965 (99.94)
Russian	GOST 3778-56 S2

AVAILABLE FORMS

Ingot: Mass — 24.5 kg nominal
Dimensions — 560 mm x 80 mm x 70 mm high (See Product Dimension Sheet)
Blocks: Mass — 920 kg nominal
Dimensions — 597 mm x 597 mm x 299 mm high (See Product Dimension Sheet)

SHIPPING PACK

Strapped Bundle	42 ingots
Mass	1030 kg nominal
Dimensions	See Product Dimension Sheet
Blocks	1 block
Mass	920 kg nominal
Dimension	See Product Dimension Sheet

SALES

B.H.A.S. or nearest agent. (See section Metal Supply and Sales).

บริษัท ง่วนเส็งโลหะกิจ จำกัด
 NGUAN SENG LOHAKIT CO., LTD
 372 หมู่ 8 ซอย ลุขสวัสดิ์ 20 ต. ลุขสวัสดิ์ บางคูเวียง กทม. 10140
 TEL 4276470 4271627

ถึง: บ. ซุปเปอร์คาร์แก๊ส จก

ใบแจ้งแสดงส่วนผสมทางเคมี และ คุณสมบัติ ของ ทองเหลือง (Free cutting brass)

ส่วนผสมทางเคมี

ทองแดง (Cu) = 57-61%

เหล็ก (Fe) + ดีบุก (Sn) = 1.2 Max

ตะกั่ว (Pb) = 1.8-3.7%

สังกะสี (Zn) = 2.0-3.0% (optional)

ความแข็งแรงดึง (Tensile Strength kg/mm²)

34 mm

ความโต (Diameter)

6-75 mm

Hardness test (HV values)

90-145

KIND OF ALLOY

C 3604 (JIS)

Designation

C3604BD-F

Temper Grade

F

MAKER.....

DATE.....

黃銅片 (Brass & Coil)

本公司 編號 Our stock No.	質別 Quality grading	化學成份 (%) Chemical ingredients (%)				拉伸試驗 Test results			硬度試驗 Hardness test	
		Cu	Pb	FE	Zn	厚度 (mm) Thickness	抗拉強度 (kg/mm ²) Tensile strength (kg/mm ²)	伸長率 (%) Expansion rate (%)	HV	HV _{0.05}
BSR, C2600 (C2600R)	0				餘		28以上 28 up	40以上 40 up	90以下	Below 90
	¼H	68.5	0.07	0.05		0.15	33~42 33-42	35以上 35 up	90	110
	½H		以下	以下	量		36~45 36-45	28以上 28 up	110	135
	H	71.5			Residual volume	3.0	42~55 42-55		135	160
	EH						53以上 53 up		160以上	160 up
BSR, A C2680 (C2680R)	0				餘		28以上 28 up	40以上 40 up	90以下	Below 90
	¼H	64.0	0.07	0.05		0.15	33~42 33-42	35以上 35 up	90	110
	½H		以下	以下	量		36~45 36-45	28以上 28 up	110	135
	H	68.0			Residual volume	3.0	42~55 42-55		135	160
	EH						53以上 53 up		160以上	160 up
BSR, C2801 (C2801R)	0				餘		33以上 33 up	35以上 35 up	95以下	Below 95
	¼H	59.0	0.10	0.07		0.3	36~45 36-45	25以上 25 up	90	145
	½H		以下	以下	量				15 up	160
	H	62.0			Residual volume	3	48以上 48 up		130以上	130 up
	EH						50以上 50 up			

產品特
性及用
途

延展性良好、衝製加工性良好、電鍍性良好。供製作彈殼、汽車散熱器、燈具、扣件、篩板、衛生器材、端子、電子零件及黃銅工藝品等之產品之材料。

Product
characteristics
and usages:

Excellent quality for expansion, most suitable for press processing and plating; outstanding materials for production of shells of bullet, radiator for automobiles, lamp sets, fasteners, screen plate, sanitation products, electronic elements, and brass handicraft items.

銅磷片 (Copper Sheet & Coil)

本公司 編號 Our stock	質別 Quality grading	化學成份		Sn+P+Cu	拉伸試驗			Test results	
		Sn	P		厚度 (mm) Thickness	抗拉強度 (kg/mm ²) Tensile strength (kg/mm ²)	伸長率 % Expansion rate %		
PBP, C5101	0					30以上 30UP	38以上 38UP		
	¼H			99.5以上		35以上 35UP	25以上 25UP		
	½H	3.5-5	0.03-0.35		0.3~5	40以上 40UP	15以上 15UP		
	H			99.5UP		50以上 50UP	7以上 7UP		
	EH					55以上 55UP	4以上 4UP		
PBP, C5191	0					32以上 32UP	42以上 42UP		
	¼H			99.5以上		40以上 40UP	35以上 35UP		
	½H	5.5-7.0	0.03-0.35		0.3~5	50以上 50UP	20以上 20UP		
	H			99.5UP		60以上 60UP	8以上 8UP		
	EH					65以上 65UP	5以上 5UP		
PBP, C5212	0					35以上 35UP	45以上 45UP		
	¼H			99.5以上		40以上 40UP	40以上 40UP		
	½H	7.0-9.0	0.03-0.35		0.3~5	50以上 50UP	30以上 30UP		
	H			99.5UP		65以上 65UP	8以上 8UP		
	EH					70以上 70UP	5以上 5UP		

產品特
性及用
途

延展性良好、彈性佳、耐蝕、耐疲勞。適於彈簧材料、電器用彈簧開關、連接器膜片、風箱、熔線夾、滑動片、電子零件、軸承等產品之材料及自動沖床之磷青銅製品材料。

Products
characteristics
and
usages:

Excellent quality for expansion, high flexibility, resistance against corrosion and fatigue. Springs, spring for switches for electric products, connectors, thin plates, wind bellow, clamps for melting operation, sliding plate, electronic elements, and bearing, as material for automatic press.

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย