

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ดีบุก (Sn) ซึ่งเป็นส่วนประกอบพื้นฐานของโลหะผสมพิวเตอร์ และจะทำการเติม ทองแดง (Cu) และพลวง (Sb) ลงไปในสัดส่วนต่างๆ ตารางที่ 3.1 แสดงจุดหลอมเหลว และความแข็งของธาตุแต่ละชนิดที่ใช้เป็นส่วนผสมของพิวเตอร์

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของดีบุก (Sn) ทองแดง (Cu) และพลวง (Sb)

ธาตุ	จุดหลอมเหลว (°C)	ความแข็ง (kg/mm ²)
ดีบุก (Sn)	231.97	7 - 9
ทองแดง (Cu)	1084	77 - 99
พลวง (Sb)	630.63	50 - 69

3.2 การออกแบบการทดลองด้วย Design Expert Software

- 1) เลือกการทดลองแบบ Mixture D-optimal Design ใน Design Expert Software Version 8.0.4 เนื่องจากการทดลองที่มีข้อจำกัดของแต่ละธาตุ และเมื่อปริมาณส่วนผสมตัวใดตัวหนึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลง จะทำให้ปริมาณส่วนประกอบที่เหลือเกิดการเปลี่ยนแปลงด้วย
- 2) กำหนดจำนวนธาตุ ผลรวมของแต่ละส่วนผสม หน่วยของปริมาณธาตุ และขอบเขตของธาตุในการทดลอง ในการกำหนดขอบเขตของแต่ละธาตุจะพิจารณาจากปริมาณส่วนผสมของแต่ละธาตุในโลหะผสมพิวเตอร์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน และตามมาตรฐาน ASTM โดยมีการกำหนดค่าขอบเขตดังนี้ ดีบุก (Sn) 89-100 % ทองแดง (Cu) 0-3 % และพลวง (Sb) 0-8 % โดยมีผลรวมของส่วนผสมทั้งหมด คือ 100 %
- 3) กำหนดจุด (Candidate Points) ที่จะทำการทดลอง โดยโปรแกรม Design Expert จะทำการแนะนำส่วนผสมในการทดลองให้จากทฤษฎีการเลือกจุดในการทดลอง และจากจุดที่เกิดการทดสอบบ่อยๆ ซึ่งในการศึกษานี้ได้เลือกใช้ทุกจุดในการทดลองตามที่โปรแกรม Design Expert แนะนำให้ ทั้งหมด 16 การทดลอง
- 4) เลือกจำนวนผลตอบสนอง (Response) ที่ต้องการศึกษา ทำการกำหนดชื่อ และหน่วยของผลตอบสนองที่สนใจ สำหรับการทดสอบความแข็ง คือ Hardness มีหน่วยเป็น HV
- 5) โปรแกรม Design Expert จะทำการออกแบบส่วนผสมในการทดลองให้ ว่าควรมีจำนวนการทดลองเท่าไร และในแต่ละการทดลองควรใช้ส่วนผสมใด สำหรับในงานวิจัยนี้มีจำนวนการทดลองทั้งหมด 16 การทดลองดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 จุดการทดลอง (Candidate Point) ของแต่ละการทดลอง

No.	wt%Sn	wt%Cu	wt%Sb
1	92	0	8
2	97	3	0
3	98.5	1.5	0
4	97	3	0
5	100	0	0
6	89	3	8
7	92	0	8
8	90.5	1.5	8
9	97.33	0	2.67
10	94.5	1.5	4
11	93	3	4
12	93	3	4
13	92.5	1.5	6
14	89	3	8
15	95.75	2.25	2
16	100	0	0

3.3 ขั้นตอนทดสอบ

ในการเตรียมชิ้นงานทดสอบ จะทำการหลอมส่วนผสมต่างๆตามที่ได้ออกแบบส่วนผสมไว้ในเบ้าหลอมกราฟไฟต์ แล้วเทลงในแม่พิมพ์ที่ทำมาจากทองแดง และปล่อยให้เย็นตัวในอากาศลงสู่อุณหภูมิห้อง จากนั้นทำการตรวจสอบส่วนผสมของชิ้นงานทดสอบด้วยวิธี Spark-OES โดยใช้ Spectrometer ยี่ห้อ Spectro รุ่น Spectro lab M-8

3.4 การทดสอบความแข็งและโครงสร้างจุลภาค

ทำการทดสอบความแข็งของชิ้นงานทดสอบด้วยวิธี Vickers Micro Hardness โดยเครื่อง Hardness Testing Machine ยี่ห้อ Mitutoyo รุ่น HM-113 ดังแสดงในภาพที่ 3.1 ซึ่งเป็นการวัดความแข็งโดยใช้หัวกดเพชรที่มีลักษณะเป็นพีระมิดฐานสี่เหลี่ยม ปลายหัวกดทำมุม 136 องศา กดลงบนชิ้นงานด้วยแรงขนาด 0.025 kgf เป็นเวลา 10 วินาที รอยกดที่เกิดขึ้นจะเป็นรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังแสดงในภาพที่ 3.2 โดยในการวัดค่าความแข็งนี้จะทำการวัด 3 ครั้งต่อ 1 ชิ้นงาน แล้วหาค่าเฉลี่ยของความแข็งออกมา



ภาพที่ 3.1 เครื่องทดสอบความแข็ง



ภาพที่ 3.2 ลักษณะของรอยกด

ในการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานทดสอบ จะทำการกัดชิ้นงานด้วยด้วยสารละลาย HCl ผสมกับ Ethanol แล้วส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสงเพื่อศึกษาลักษณะของโครงสร้างจุลภาค