Republic of Yemen

Sana'a University

Faculty of Science

Physics Department

Study of the Structural and Mechanical properties of (81Sn –x Cu –(19-x) In) % alloys with x =1, 2, 3, 4, 5.

دراسة الخصائص التركيبية والميكانيكية لسبيكة (81 قصدير – x نحاس – (19-x) اندیوم) %عندما (x=1, 2, 3, 4, and 5).

By: Reema Mohammed Hamood AL-Hdhrmi

التخصص: **علم المواد - Solid State**

المشرف الرئيس

أ. أ. د. عبد الحكيم الحمادي

أستاذ علم المواد المشارك

جامعة صنعاء – اليمن

Main Supervisor

Dr. Abdulhakim AL-Hammadi

Associate Prof. of Solid State – Sana'a University - Yemen

المشرف المساعد

أ. أ. د. ابراهيم لقمان

أستاذ الفيزياء المشارك

جامعة صنعاء – اليمن

Co. Supervisor

Dr. Ibrahim Ghalib H. Logman

Associate Prof. of Physics – Sana'a University - Yemen

Abstract

In this work, ternary alloys of (81Sn – xCu - (x-19) In) wt.% with x=1, 2, 3, 4, 5 wt.% have been prepared then their structural, mechanical and thermal properties have been studied. The five specimens were prepared from high purity elements (Sn-Cu-In) using the melting technique. The results showed that the structural properties strongly changes with Cu additions, XRD pattern shows the formation of single phase of hexagonal and it was observed that the Cu additions introduces a new peak representing (111) plane in the ternary compositions with best intensity I_0, this plane appears in the face center cubic construction of the pure copper. In addition, the X- ray and the bulk densities were calculated and found to be in the range (7.2 – 7.6 gcm^{-3}) which is acceptable since the reference composition is (7.18 gcm^{-3}). It was found that the average crystallite size is varying in the range (24 – 47) nm.

The effect of adding Cu in the five compositions of (81Sn-xCu-(19-x) In) % with x=1, 2, 3, 4, and 5 on the mechanical properties has been studied too. The creep of the ternary alloys was examined at different temperatures (25, 50, and 80℃) under three different loads (2.5, 6.3 and 11.4 MPa). It was found that the creep rate of the ternary alloys is increasing with the increasing of Cu –content in all the samples at different temperatures and loads. The mean values of the stress exponent were found to be in the range of (1.85-3.42) as well as the activation energies varies in the range (0.48-5.33) eV for all alloys under the different loads. In addition to that, the thermal properties of that ternary alloys have been studied. It has been found that the melting points decreases for the Cu concentrations 1, 3, 5 wt.%. It has been found that the measured pasty range ($T_{end} - T_{onset}$) decreased from 14.399℃ for (81Sn-1Cu-18In) wt.%, to 6.713℃ for the (81Sn-5Cu-14In) % alloy.

الملخص

البحث في علم المواد ذو تاريخ طويل، فقد استخدم الرصاص على نطاق واسع في العديد من التطبيقات، ونظرًا لدرجة حرارة الانصهار المنخفضة، والتكلفة المنخفضة، والقدرة الجيدة على التلدين، فقد فضلت سبائك رصاص – قصدير كسبائك لحام في الإنتاج الصناعي، لا سيما في قطاع الإلكترونيات. ومع ذلك، ونظرًا للتأثيرات السلبية للرصاص على البيئة وصحة الإنسان، فقد تزايدت الدراسات حول سبائك اللحام الخالية من الرصاص، ولا يزال الموضوع مهمًا حتى اليوم. علاوة على ذلك، حظرت قوانين الحماية في عدة دول مثل (RoHS) في الاتحاد الاوروبي استخدام سبائك اللحام المحتوية على الرصاص في تصنيع المنتجات الإلكترونية.

تم في هذا البحث تحضير ومن ثم دراسة الخصائص التركيبية للسبائك الثلاثية (81 قصدير – x نحاس – (x-19) انديوم) % حيث تم إضافة النحاس بخمسة تراكيز مختلفة (1،2،3،4،5) %، وقد حضرت العينات الخمس من عناصر عالية النقاوة (Sn-Cu-In) باستخدام تقنية الصهر. أظهرت النتائج ان الخصائص التركيبية تغيرت مع إضافات النحاس، حيث أظهر نمط حيود الأشعة السينية تشكل طور وحيد ذا شكل سداسي ولوحظ أن إضافات النحاس تظهر قمة جديدة تمثل المستوى (111) في التراكيب الثلاثية، ويمتلك اعلى شدةI_o وهذا المستوى يظهر في التركيب المكعب المتمركز الوجه للنحاس النقي .بالإضافة إلى ذلك، وجد أن كثافة الأشعة السينية والكثافة الظاهرية تقع ضمن نطاق (7.2 - 7.6 جم/ سم^3) وهي نتيجة مقبولة مقارنة مع القيمة المرجعية (7.18 جم/سم ^{3})، كما وجد ان قيم متوسط الحجم الحبيبي متفاوتة ضمن النطاق (24-47) نانومتر.

تم أيضاً دراسة تأثير وجود النحاس في سبيكة (81 قصدير – x نحاس – (x-19) انديوم) % بخمسة تراكيز مختلفة (1،2،3،4،5) % على الخواص الميكانيكية للسبائك حيث تم فحص خاصية الزحف لتلك السبائك الثلاثية عند درجات حرارة مختلفة (25، 50، و80 درجة مئوية) وثلاثة أحمال مختلفة (2.5، 6.3، و11.4 ميجا باسكال). ووجد أن معدل الزحف يتزايد مع زيادة نسبة النحاس لجميع العينات عند مختلف درجات الحرارة ومختلف الاحمال، كما وجد ان القيم المتوسطة لأس الضغط تقع في النطاق (1.85-3.42) وكذلك وجد ان قيم طاقات التنشيط تقع في النطاق (0.48-5.33) فولت لجميع السبائك تحت تلك الأحمال المختلفة.

بالإضافة الى ذلك تم دراسة الخواص الحرارية ووجد ان نقاط انصهار السبائك ذات تراكيز النحاس (1، 3، 5) ٪ تنخفض مع زيادة تركيز النحاس. كما وجد أن النطاق $(T_{end} - T_{onset})$ انخفض من 14.399 °C للسبيكة (81 قصدير – 1 نحاس – 18 انديوم) % إلى 6.713 °C للسبيكة (81 قصدير – 5 نحاس – 14 انديوم) %.