



Title	Improving the mechanical properties of the In52Sn48 alloy by adding third elements
Author(s)	Han Le, Duy
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/88045
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (HAN LE DUY)	
Title	Improving the mechanical properties of the In52Sn48 alloy by adding third elements (第三元素添加による In52Sn48 合金の機械的特性向上に関する研究)
<p>Abstract of Thesis</p> <p>In recent years, flexible electronics has received tremendous attention due to its excellent flexibility and stretchability while maintaining electrical properties. The heat stabilized PEN/PET are mostly used as substrate materials for flexible electronics owing to their outstanding advantages such as low cost, transparent almost like glass, less water absorption, and competitive mechanical properties. However, the low-melting temperature of heat stabilized PET/PEN do not endure the conventional solders temperatures. Therefore, adhesives or low-temperature solders must be considered for attaching components. Among of low temperature alloys, the In52Sn48 alloy has very low melting temperature, high ductility, and low electrical resistivity is one of good candidates for joining material of flexible electronics. However, phase coarsening and low tensile strength are disadvantages of this alloy. This study was therefore focused on solving and overcoming the limitations of the eutectic In52Sn48 alloy.</p> <p>In chapter 1, brief introduction of flexible electronic devices, interconnection technologies in flexible electronic device, Pb-free alloys and low-temperature alloys were given. Reliability concerns of eutectic In52Sn48 alloy were discussed and designed solutions to address these concerns were proposed.</p> <p>In chapter 2, the effects of Ag addition to the eutectic In52Sn48 alloy were studied. Microstructure refinement mechanism, mechanical properties of new alloy were investigated. The fracture surface of tensile test samples was examined.</p> <p>In chapter 3, the effects of Cu addition to the eutectic In52Sn48 alloy were studied. Microstructure refinement in relationship with mechanical properties of new alloy were investigated and discussed. The fracture surface of tensile test samples was also examined.</p> <p>In chapter 4, The new developed alloys in chapter 3 were selected to make alloy joint on Cu substrate. Wettability of new alloy on Cu substrate was investigated. The microstructure evolution, interfacial reaction and shear strength alloy joints were investigated and discussed.</p> <p>In chapter 5, The new alloy bars in chapter 3 and the alloy joints in chapter 4 were conducted isothermal aging to examine the reliability of new alloys and alloy joints. For alloys, the microstructure changes after thermal aging were studied, and the mechanical properties were also investigated. For the alloy joints, the microstructure evolution, interfacial reaction, and shear strength alloy joints were investigated.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名 (HAN LE DUY)	
	(職) 氏名
論文審査担当者	主査 教授 西川 宏 副査 教授 福本 信次 副査 准教授 岩田 剛治

論文審査の結果の要旨

近年、優れた柔軟性と伸縮性を備えたデバイスの実現を目指して、フレキシブルエレクトロニクスに大きな注目が集まっている。そこで用いられる熱安定化 PEN/PET 基板は、低コスト、高透過性、低吸水性、良好な機械的特性といった優れた特性を示す反面、耐熱性が低いため、低融点でかつ機械的特性に優れたはんだの開発が望まれていた。低融点はんだ合金の中でも特に融点が低く、かつ高延性で低電気抵抗率を有する In52Sn48 共晶合金は有望な候補材の一つであるが、組織の粗大化の抑制と強度の向上が大きな課題であった。本研究では、上記合金の機械的特性の向上を目的として、第三元素の添加した新たな合金組成を提案し、これが金属組織ならびに機械的特性に及ぼす影響を明らかにしている。得られた知見の詳細は以下のとおりである。

第 1 章では、フレキシブルエレクトロニクスとそのはんだ付技術、ならびに低融点はんだ合金を中心とした鉛フリーはんだに関する近年のトレンドとその課題について概説している。

第 2 章では、In52Sn48 共晶合金に第三元素として Ag を添加した新たな合金を提案している。ここでは、提案した合金組成によって得られる組織の微細化のメカニズムと、それが機械的特性に及ぼす影響を明らかにしている。加えて、引張試験における破面観察を通じて、破壊形態についても詳述している。

第 3 章では、In52Sn48 共晶合金に第三元素として Cu を添加した新たな合金を提案している。ここでは、提案した合金組成が組織の微細化に有効であることを実証するとともに、それが機械的特性に及ぼす影響を明らかにしている。加えて、引張試験における破面観察を通じて、破壊形態について詳述している。

第 4 章では、第 3 章の結果に基づいて選定した合金組成を用いて、Cu 基板に対するはんだ付性を明らかにしている。ぬれ性、金属組織、界面反応挙動、および継手強度の観点から、本研究で得た合金組成の有効性を実証している。

第 5 章では、高温環境下における信頼性を明らかにしている。高温環境下における、本研究で得られた合金とそれを用いた接合継手の組織変化と機械的特性に及ぼす影響を明らかにしている。

以上のように、本論文は、低融点はんだ合金として期待される In52Sn48 共晶合金に第三元素として Ag あるいは Cu を添加することにより、組織の微細化とそれに伴う機械的特性の向上を実現するとともに、その発現機構を詳細に明らかにしているものである。このことは、本研究で提案された合金組成の有用性を示すとともに、低融点はんだの応用展開の拡大が期待できる重要な知見を与えており、今後のエレクトロニクス実装材料の展開に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。