



Title	Fluxless soldering under a formic acid atmosphere using Sn-3.0Ag-0.5Cu solder
Author(s)	何, 思亮
Citation	大阪大学, 2020, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/76572
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 (Siliang He)	
Title	Fluxless soldering under a formic acid atmosphere using Sn-3.0Ag-0.5Cu solder (Sn-3.0Ag-0.5Cuはんだを用いたギ酸雰囲気中のフラックスレスはんだ付)
<p>Abstract of Thesis</p> <p>A reliable fluxless soldering process with Sn-3.0Ag-0.5Cu (SAC305) solder under a formic acid (FA) atmosphere for electronic packaging was achieved. Attempts were made to realize the utilization of FA atmosphere for the fluxless soldering process. The wetting behaviors, the interfacial reactions between SAC305 solders and different substrates, and the reliability of solder bumps after fluxless soldering were revealed in this thesis. Additionally, soldering by rosin mildly activated (RMA) flux was performed for comparison with FA soldering.</p> <p>In Chapter 1, a brief introduction of electronic packaging, lead-free soldering process, the role of flux in soldering were given. Various fluxless soldering technologies were reviewed to leading the motivation of this thesis.</p> <p>In Chapter 2, the effects of heating processes on the wetting behavior of Sn-Ag-Cu solder on a Cu pad under a FA atmosphere were observed in situ. Under the same heating conditions, the contact angle of the FA solder was similar to that of the RMA solder, whereas the spreading rate was much lower. The effect of formic acid on the interfacial reaction between the solder and Cu substrate was also confirmed. The FA atmosphere barely changes the interfacial reaction between the Cu substrate and SAC305 solder. However, some pores were observed at the interface in the FA solders.</p> <p>In Chapter 3, the effect of pores at the interface between the solder and Cu (discovered in Chapter 2) on the impact strength of the solder bumps with the FA or the RMA soldering was investigated. Also, the effect of thermal aging at 150 ° C on those impact strengths was performed to evaluate their long-term reliability. The FA solder bumps have impact strengths similar to the RMA solder bumps. In FA solder bumps, the failure occurred predominantly in the bulk solder and partly inside the intermetallic compound (IMC) layer. In RMA solder bumps, however, the fracture occurred predominantly inside the IMC layer and partly in the bulk solder. After 1008 h thermal aging, the fracture occurred inside the IMC in both cases.</p> <p>In Chapter 4, the thermal effect on Sn steaming phenomenon (confirmed in Chapter 2) on Cu pads under the FA atmosphere with a series peak temperature and different holding times were investigated. Based on the results, the heating time within 60 s is suggested for fluxless soldering under the FA atmosphere.</p> <p>In Chapter 5, an ENIG substrate was prepared to improve the wettability of the FA soldering. The soldering wettability, interfacial reaction, and the impact strengths of solder bumps before and after the thermal aging were examined. A 10% greater in spreading area was conducted by FA soldering than by the RMA soldering although their interfacial reactions were very similar. This was caused by the solder spreading on an IMC formed by the reaction of Sn residues to the ENIG substrate via Sn formate steaming before the solder ball melted during FA soldering. This was due to the solder spreading on an IMC formed by the reaction of Sn residues to the ENIG substrate via Sn formate steaming before the solder ball melted during FA soldering. Moreover, the impact strength of FA solder bumps was approximately equal to that of RMA solder bumps.</p> <p>In Chapter 6, the summary of the study was given. Also, the environmental assessment on fluxless soldering process was presented. Finally, the plan of the future work was given.</p> <p>The findings in this study indicate that the flux soldering can be potentially replaced with the FA soldering for environmental protection in electronic packaging.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (何 思 亮)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教 授	西川 宏 (接合科学研究所)
	副 査	教 授	桐原 聡秀 (接合科学研究所)
	副 査	准教授	牟田 浩明

論文審査の結果の要旨

本論文では、ギ酸雰囲気によるフラックスの代替を目指し、はんだの濡れ性およびはんだと基板の界面反応に及ぼすギ酸雰囲気の影響を明確にするとともに、ギ酸雰囲気中で形成したはんだバンプの接合強度及び長期信頼性について評価した。本論文は以下の6つの章で構成されている。

第1章では、本論文の研究背景、特に電子実装分野におけるはんだ付プロセスの背景およびはんだ付プロセスにおけるフラックスの役割、更にはこれまでに提案されているフラックスレスはんだ付プロセスの利点と欠点を整理するとともに、研究目的について説明した。

第2章では、ギ酸雰囲気中でのCu基板上のSn-Ag-Cuはんだの濡れ広がり挙動に対する加熱プロセスの影響を接触角及び広がり速度で評価した。結果として、加熱プロセスによりわずかな差は見られたが、ギ酸を用いたプロセスとフラックスを用いたプロセスの接触角に明らかな差は見られなかった。一方で、フラックスを用いたはんだ付でのはんだ広がり速度はギ酸雰囲気中でのはんだ広がり速度よりはるかに速かった。はんだとCu基板の界面反応にもギ酸の影響を確認した。具体的には、ギ酸とフラックスを用いた両者とも、界面には一様な金属間化合物の形成が見られたが、ギ酸雰囲気中では界面付近に反応の際の気体発生が原因とみられるポアの形成が確認できた。

第3章では、はんだバンプの衝撃強度に対するポアの影響を高速せん断試験により調査した。結果として、同じ加熱プロセスを用いた場合、ギ酸雰囲気を用いたプロセスとフラックスを用いたプロセスのはんだ付後の衝撃強度はほぼ同一であった。いずれの場合も、ほぼ同様に時効時間の増加とともに衝撃強度が減少しており、150℃のオイルバスで時効処理した場合には、ギ酸雰囲気を用いたプロセスとフラックスを用いたプロセスのはんだバンプの衝撃強度に明らかな差が認められなかった。

第4章では、ギ酸雰囲気中で加熱した際のSnの付着 (Sn Steaming) 現象に対する加熱プロセスの影響を調査した。結果として、温度の保持時間を短くすることで、Cu基板上に付着するSnの量が少なくなり、Sn Steaming現象が改善できた。

第5章では、ギ酸雰囲気中で加熱した際のCu基板上のはんだ広がり速度およびポア形成を改善するため、無電解Ni/Au (ENIG) 基板を使用し、基板の影響を評価した。結果として、ギ酸雰囲気を用いたプロセスでも、Cu基板に比べて、ENIG基板を用いることで、十分な濡れ性及び衝撃強度が得られることを示した。

第6章では、前述の結果を総括し、環境評価も含め、結論を示した。

以上のように、本論文の結果に基づき、環境・エネルギー工学、特に環境保護のための有害物代替プロセスに寄与するところが多い。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。