

JEITA

電子情報技術産業協会技術レポート

Technical Report of Japan Electronics and Information Technology Industries Association

JEITA ETR-7035

低温実装におけるSnウィスカの発生の 調査研究の中間報告

Interim report of survey and evaluation
of Sn whisker growth on low-temperature soldering

2021年6月制定

作 成

実装技術標準化専門委員会

Technical Standardization Committee on Surface Mounting Technology

発 行

一般社団法人 電子情報技術産業協会

Japan Electronics and Information Technology Industries Association

In case of a disagreement between the translation and the original version of the standard or technical report in Japanese, the original version will prevail.

© JEITA :2021 - Copyright - all reserved

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means without permission in writing from the publisher.

目 次

	ページ
まえがき	
1 はじめに	2
2 Sn ウィスカとは	2
3 第一次実験	6
3.1 第一次 Sn ウィスカ実験の概要	6
3.2 実験条件	6
3.3 実験結果	8
3.3.1 概要	8
3.3.2 実装状態	8
3.3.3 Sn ウィスカの発生状況	10
3.3.4 Sn ウィスカの発生個所及び形状	16
3.3.5 統計的処理を行った場合の Sn ウィスカの発生状況	18
3.3.6 室温放置実験による Sn ウィスカの FIB 断面	20
4 第二次実験	22
4.1 第二次 Sn ウィスカ実験の概要	22
4.2 実験条件	28
4.3 実験結果	28
4.3.1 Sn ウィスカの発生状況	28
4.3.2 室温放置実験による Sn ウィスカの発生率及び最大長さへのはんだ種の影響	38
4.3.3 室温放置実験による Sn ウィスカの発生率及び最大長さへのフラックス除去の影響	38
4.3.4 室温放置実験による Sn ウィスカの発生率及び最大長さへの リフローピーク温度並びにリフロー前熱処理の影響	40
4.3.5 室温放置実験による Sn ウィスカの発生率と最大長さへの In 含有量の影響	44
4.3.6 高温高湿度実験による Sn ウィスカの発生率及び最大長さへのはんだ種の影響	44
4.3.7 低温はんだ材の種類と Sn ウィスカの発生状況との関係	46
4.3.8 高温高湿度実験による Sn ウィスカの発生率及び最大長さへのフラックス残渣の影響	52
4.3.9 高温高湿度実験による Sn ウィスカの発生率及び最大長さへの リフローピーク温度及びリフロー前熱処理の影響	52
4.3.10 室温放置実験による一次実験と二次実験の比較	56
4.4 室温放置実験による Sn ウィスカ最大長さの経時変化	60
4.5 外部電極の形状の影響	60
5 まとめ	62
6 参考文献	64
7 報告書作成委員	68

Forward

This technical report has been prepared by whisker and JISSO material study group, technical standardization committee on surface mount technology, Japan Electronics and Information Technology Industries Association (**JEITA**).

This technical report, conforming to the style defined in **JEITA TSC-16**, is an individual standard.

This technical report is a publication protected by copyright law and no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means without permission in writing from the publisher. Attention is called to the possibility that some of the elements of **JEITA** technical report may be the subject of patent rights, including patent, utility model, and design registration. **JEITA** shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

まえがき

この技術レポートは、一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA) の実装技術標準化専門委員会のウィスカ及び実装材料研究会が作成したものである。

この技術レポートは、**JEITA TSC-16** (電子情報技術産業協会規格類の作成基準) の様式によって作成した技術レポートである。

この技術レポートは、著作権法によって保護されている著作物であるため、許可なくこの規格の一部又は全てを複製・転載することを禁止する。

この技術レポートは、この技術レポートの一部が、工業所有権 (特許権, 実用新案権, 意匠権など) に抵触する可能性に関係なく制定されている。一般社団法人 電子情報技術産業協会は、このような工業所有権に係る確認について、責任はもたない。

Interim report of survey and evaluation of Sn whisker growth on low-temperature soldering

1 Introduction

The **RoHS** (Restriction of Hazardous Substances) Directive [1] came into effect on July 1, 2006, prohibiting lead to electronic devices in Europe. In the electronic component assembly industry, finish plating of external electrodes and lead in solder alloys have been targeted, and Sn-Pb plating and Sn-Pb eutectic solder have been made lead-free. In Japan, the Japan Electronics Information Technology Industries Association (**JEITA**) and other organizations have combined lead-free plating with Sn-3.0Ag-0.5Cu (SAC305) solder [2] for practical soldering. Soldering (JISSO) technology has been established.

One of the issues facing this activity was the heat resistor of electronic components against rising soldering temperatures and Sn whiskers. For the problem of electronic parts with solder heat resistor issues, Sn-Ag-In type solder [3], Sn-Zn-Bi type solder [4], Sn- which can be soldered at a lower temperature than SAC305 solder. Bi symbiotic [5] solder was developed. With regard to Sn whiskers, which is one of the problems in lead-free plating, many studies have established mitigation and test methods [6] [7] [8].

However, for example, although the growth of Sn whiskers has been confirmed in soldered products with low-temperature solder [9] [10] [11], the problem is that the evidence of Sn whiskers mitigation is not sufficient. Due to the rapid pace of mobile devices, the distance between wirings on boards and electronic components are becoming smaller [12].

Furthermore, some electronic components used in new applications such as IoT and wearables have the problem of soldering heat resistor. At the same time, attention is being paid to the fact that the use of energy by high-temperature soldering affects the problem of carbon dioxide emissions. From this, it is expected that the low temperature soldering process will be expanded.

For this reason, in 2016, a study group was established as a committee of **JEITA's** Standardization Subcommittee on Surface Mount Technology to evaluate the growth and mitigation of Sn whiskers in low-temperature solder. The results of the Primary and Secondary experiments are described as an interim report of Sn whisker research on low-temperature soldered products in this study group.

2 Sn whisker

Sn whiskers are fibrous Sn single crystals with a diameter of several microns grown from Sn or Sn alloys. The characteristics of Sn whiskers are that some of them reach several millimeters, that they are single crystals with few defects and that they are as strong as pure iron in room temperature, and that they do not burn out to about 10 mA [13]. For this reason, in electronic devices, functional recovery from a short circuit caused by a Sn screw becomes a problem. The driving force of the whiskers is the compressive stress in the Sn plating layer. At Sn, which has a melting point of 231.9 °C, Sn atoms move due to stress differences even in room temperature.

電子情報技術産業協会技術レポート

低温実装における Sn ウィスカの発生の
調査研究の中間報告

Interim report of survey and evaluation of Sn whisker growth on low-temperature soldering

1 はじめに

2006年7月1日に RoHS (Restriction of Hazardous Substances) 指令[1]が発効し、ヨーロッパにおいて電子機器への鉛の使用が禁止された。実装業界の世界においては、外部電極の仕上げめっき及びはんだ合金の中に用いていた鉛が対象となり、Sn-Pb めっき及び Sn-Pb 共晶はんだの鉛フリー化が進められた。これに対し我が国では一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA : Japan Electronics Information Technology Industries Association) が中心となり、鉛フリーめっきと Sn-3.0Ag-0.5Cu (SAC305) はんだ[2]との組合せで実用的な実装技術を確立した。この取組みにおいて特に障害となったのが、実装温度の 245 °C への上昇に対する電子部品のはんだ耐熱性対応、接合部などにおける熱疲労特性の低下及び Sn ウィスカの発生であった。実装温度に関しては、はんだ耐熱性の低い電子部品及び基板に対して、SAC305 はんだよりも低温で実装可能な Sn-Ag-In 系はんだ[3]、Sn-Zn-Bi 系はんだ[4]、Sn-Bi 共晶[5]はんだなどが開発された。接続部の熱疲労特性に関してはいまだ十分ではなく、温度変化が激しい航空宇宙用には Sn-Pb 共晶はんだが用いられている。純 Sn めっき上での Sn ウィスカの発生に関しては多くの研究によって抑制策が確立され、安全性の確認が可能な試験方法を規定することで品質が担保された[6] [7] [8]。ただし、特異な実装状況下では Sn ウィスカの発生が報告されており、その発生メカニズムは十分に解明されたとは言いがたい。SAC305 はんだ以外のはんだにおいては、Sn ウィスカ抑制の証例が十分とは言えず、例えば、低温はんだでの実装品では Sn ウィスカの発生が確認されている[9] [10] [11]。一方、一般的な市場の現状は、スマートフォンなどのモバイル機器の急速な普及及び自動運転車に向けた自動車の電子化が進み、これに伴う電子機器の小形化・省電力化への要求がさらに高まっている。基板上的配線間の距離が小さくなるほか、電子部品の小形化は留まるところを知らず、電子部品においては既に電極間距離が 100 μm の部品寸法 0201 (0.25 mm \times 0.125 mm) が実用化され、さらなる小形化が進められている。これらは、Sn ウィスカの発生による短絡リスクの増加要因となっている[12]。また、IoT 用に急増するセンサの中には、耐熱性の低い電子部品、基板、例えば、ウェアラブル用などが増加し、実装による二酸化炭素排出問題への取組み要求への対応も含め低温実装の用途拡大が予想されている。このため、2016年に JEITA の実装技術標準化専門委員会の傘下にウィスカ試験方法研究会 (以下、本研究会という。) を設置し、低温実装での Sn ウィスカの発生状況の評価を行ってきた。

本研究会における低温実装品での Sn ウィスカの評価として、これらの Sn ウィスカ実験方法を低温はんだ実装品に対して2回実施した結果を、中間報告として試験ごとに、**箇条 2**～**箇条 5**に記載する。

2 Sn ウィスカとは

Sn ウィスカとは、Sn 又は Sn 合金から成長した直径数ミクロンのファイバー状の Sn 単結晶を指す。Sn ウィスカの特徴は、数ミリに達するものがあること、欠陥の少ない単結晶であり室温では純鉄並みの強度を有すること、そして 10 mA 程度まで焼損しないことである[13]。このため、弱電系の電子機器では Sn ウィスカによる短絡からの機能回復が困難である。ウィスカの駆動力は、Sn めっき層における圧縮応力である。融点が 231.9 °C である Sn では、室温でも応力差によって Sn 原子が移動する。