

平成22年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「鉛フリー溶ダペーストのぬれ性  
評価装置の研究開発」

研究開発成果等報告書

平成23年3月

委託者 関東経済産業局

受託者 特定非営利活動法人

ものづくり支援機構

## 目 次

|              |                                 |           |
|--------------|---------------------------------|-----------|
| <b>第 1 章</b> | <b>研究開発の概要</b>                  | <b>1</b>  |
| 1-1          | 研究開発の背景・研究目的及び目標                | 1         |
| 1-2          | 研究体制（研究組織・管理体制・研究者氏名・協力者）       | 6         |
| 1-3          | 成果概要                            | 12        |
| 1-4          | 当該プロジェクト連絡窓口                    | 14        |
| <b>第 2 章</b> | <b>鉛フリー溶ダペーストのぬれ性評価装置の研究開発</b>  | <b>15</b> |
| 2-1          | 加熱装置部および加熱制御部（ぬれ性評価装置）の研究       | 15        |
| 2-2          | 加熱チャンバの冷却時間の改善研究                | 16        |
| 2-3          | 原価低減                            | 17        |
| <b>第 3 章</b> | <b>ぬれ性試験ソフトウェアの研究開発</b>         | <b>18</b> |
| 3-1          | 溶融開始時刻 $t_0$ の改善研究              | 18        |
| 3-2          | ぬれ終了時刻 $t_2$ の改善研究              | 18        |
| <b>第 4 章</b> | <b>ぬれ性評価方法の研究開発</b>             | <b>19</b> |
| 4-1          | 溶ダペーストの印刷形状と印刷量の最適化の研究          | 19        |
| 4-2          | 金属組成は同一でフラックスが異なる溶ダペーストのぬれ性比較試験 | 22        |
| 4-3          | 長期間室温放置によるぬれ性劣化状態の変化に関する研究      | 23        |
| 4-4          | 金属組成が異なる溶ダペーストのぬれ性比較試験          | 23        |
| <b>第 5 章</b> | <b>全体総括</b>                     | <b>25</b> |
| 5-1          | 総合研究開発成果                        | 25        |
| 5-2          | 研究開発後の課題・事業化展開                  | 26        |

# 第 1 章 研究開発の概要

## 1-1. 研究開発の背景・研究目的及び目標

### 1-1-1 研究開発の背景

当該研究開発における高度化目標は「鉛フリーソルダーリング技術の信頼性向上」である。地球規模の環境保全の立場から発せられた欧州の RoHS 規制により、人体に有害な鉛をソルダペーストの金属から除去する鉛フリー化に対応しつつ、従来の鉛入りはんだと同等の接続信頼性が求められているが、鉛フリーソルダペーストは鉛入りはんだと比較してぬれ性が著しく劣り、電子部品の小型化および高密度実装による部品間の狭ピッチ化と相まって、ぬれ性の悪さが実装不良発生の大きな要因となり、歩留まりの低下、すなわち製造コストのアップと電子製品の接続信頼性の低下を招き、電子製品の低価格化と高接続信頼性を阻害している。

鉛フリーソルダペーストは、高温系、中高温系、中温系、中低温系、低温系の 5 種類に分類され、合計 21 種類の合金組成が JIS Z3282 鉛フリーはんだに規定されているが、ソルダペーストに要求される性能項目の中、未接続および接続不十分などの実装不良と最も関連性が高いぬれ性については、実用的であって定量的な評価が求められている。

ソルダペーストは金属組成が同一であっても、フラックスの組成によってぬれ性が著しく異なることが知られているが、フラックスの組成は、はんだメーカーの最も重要な技術的ノウハウであるため、それぞれのメーカーで異なる組成のフラックスが製作されており、その組成内容はブラックボックスとして開示されていない。

従って、携帯電話、ノート型パーソナルコンピュータおよびゲーム機などの携帯型電子機器の川下製造業者では金属組成が同一であっても、メーカーが異なるペーストのぬれ性を定量的に比較評価することが求められており、更に、現在、主に実用化されている Sn96.5Ag3Cu0.5 組成ペーストとの互換性の確認などから、他の異なる金属組成のソルダペーストとの比較評価が望まれている。

また、ソルダペーストは冷蔵保存されていてもフラックスの化学反応が進行して組成が変化するため、有効期限の 6 ヶ月以内であっても使用直前にぬれ性を定量的に評価することが求められている。

これらの問題を解決するために、実際のリフロー実装と近似の方法であって、ぬれ性

試験結果とリフロー実装におけるソルダリング状況の相関が明確となる実用的且つ信頼性の高い鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価装置の開発が求められている。

### 1-1-2 研究開発の目的及び目標

本研究開発は、電子部品を鉛フリーソルダペーストで表面実装する際と同様のプロファイルによって加熱し、ソルダペースト溶融時に電子部品が鉛直方向に対して変位する現象を捉えて、このときの変位量を非接触のレーザ変位計を用いて時間の関数として連続的に記録、描画し、溶融開始（固相線温度）を起点とした所定の測定点までの時間によってソルダペーストのぬれ性を評価するものである。実際のリフロー実装と近似の方法であって、かつ非接触で測定することにより高感度なソルダペーストのぬれ性評価を可能とし、電子部品に対する鉛フリーソルダペーストのぬれ性を実用的、高精度、かつ定量的に評価することによって、リフロー実装における最適実装条件の決定を迅速化してソルダリング技術を向上させ、携帯電話、ノート型PCなどの電子製品の実装の接続信頼性向上と原価削減を実現することが可能な鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価装置の開発を目的とする。

鉛フリーソルダペーストのぬれ性試験装置の研究開発の具体的目標と実施結果を以下に示す。

#### 1) 加熱装置部および加熱制御部の研究開発目標と実施結果

当該研究における加熱装置部の開発では、加熱源の最適配置の研究、および加熱源から輻射される赤外線の影響を効率的に使用する最適構造の研究によって試験片を均一に加熱する加熱装置（加熱炉）の最適構造を得ることを目標とする。

また、加熱制御部では、複数回の加熱試験によって得られた複数のデータに基づいてソルダペーストのぬれ性を評価するが、加熱再現性が不安定であると試験結果の信頼性が低下するという問題がある。そこで、同一の加熱プロファイルによる複数回の繰り返し加熱試験に対して、温度制御性能を $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内、繰り返し再現性を $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内の加熱再現性に優れた加熱制御装置の開発研究を目標とする。

当該研究における加熱炉の研究では、加熱源として赤外線ヒータの採用を決定し、赤外線ヒータの最適本数と配置の研究、および加熱源から輻射される赤外線の反射を効率的に使用する加熱炉の構造と加熱炉内部の表面処理の研究によって

試験片を均一に加熱する加熱炉の開発目標を達成した。

加熱制御部の研究では、設定加熱プロファイルに対する高精度な温度制御および高い加熱再現性を実現するために、加熱源として決定した AC100V 用赤外線ヒータを駆動する電力量、すなわち発光熱量の制御方法として PID（比例、積分、微分）制御を採用し、さらに高精度な電力量の制御が可能な位相制御を採用して、これらを組み合わせることにより、設定温度に対して高い精度の追従性と、高い再現性を有する加熱制御を実現し、温度制御性能を $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内、繰り返し再現性を $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内の加熱再現性に優れた加熱制御部の目標を達成した。

## 2) レーザ発光部およびレーザ受光部（変位量計測部）の研究開発目標と実施結果

当該研究の変位量計測部の開発では、発光に微小径のレーザを用いて鉛直方向から試験片に照射するレーザ発光部と、この照射した反射レーザ光を CCD 等の受光素子によって受光するレーザ受光部を備え、受光した反射レーザ光の CCD 面上の中心からの位置情報を試験片の鉛直方向の変位量に変換して出力する変位量計測部であって、ソルダペーストの金属粒径が約  $30\ \mu\text{m}$   $\phi$  であるため、鉛直方向変位量の計測精度分解能を 1/10 の  $3\ \mu\text{m}$  とした、高温下において計測可能な非接触型の変位量計測部の開発を目標とする。

当該研究における変位量計測部の研究では、要素技術を有するメーカーとの共同開発により、高温下における鉛直方向の変位量の測定分解能が  $3\ \mu\text{m}$  のレーザ変位量計測部の開発を達成した。

## 3) ぬれ性試験方法の研究開発目標と実施結果

プリント配線板に鉛フリーソルダペーストを印刷して、試験片をマウントし、所定の加熱プロファイルによって加熱する。溶融温度に達するとソルダペーストが溶融を開始して印刷形状が崩れるために試験片は鉛直下方向に沈み込む（第 1 ステップ）。次に、ソルダペーストの金属部の溶融が終了して水滴状の液相となると、溶融金属の表面張力によって試料は鉛直上方向に浮き上がり（第 2 ステップ）、次いで、ソルダペーストが部品側面にぬれ始めると試料は鉛直下方向に沈み込み（第 3 ステップ）、ぬれの進行と共に、さらに下方向に変位し、遂にはプリント配

線板の表面まで沈み込んで停止する（第4ステップ）。

このようなステップからなる鉛直方向の変位量を時間の関数として描画すると、描画グラフからぬれ性が判定できると確認されているが、ぬれ性判定を定量化するためには、①プリント配線板（PWB）の材質、形状、ランド形状、②ソルダペーストの印刷形状、印刷量、③標準試験片の形状、④試験片のマウント方法、⑤最適加熱プロファイルの決定などの試験条件が重要な影響を与えることが判明しており、当該研究では、これらの条件の決定と詳細な試験手順の決定、および得られた試験結果からぬれ性を判定するぬれ性評価方法の開発を目標とする。

また、得られた変位量曲線からぬれ性を判定する方法については規格化審議団体である（社）日本溶接協会および（社）電子情報技術産業協会に提案して鉛フリーソルダペーストのぬれ性試験方法の標準化を目標とする。

当該研究におけるぬれ性評価方法の研究では、前項の項目毎に実施結果を述べる。

- ①プリント配線板（PWB）の材質、形状、ランド形状の研究では、銅基板 5×5×1 mm t が最適との結果が得られた。
- ②ソルダペーストの印刷形状、印刷量の研究では X 型 120 μm t が最適との研究結果が得られた。
- ③標準試験片（銅個片）の形状の研究では、3×3×1 mm t が最適との結果が得られた。
- ④試験片のマウント方法の研究では、印刷高さが 120 μm のとき、装着高さは 90 μm が最適との研究結果が得られた。
- ⑤最適加熱プロファイルの決定研究では、金属組成に合わせた推奨加熱プロファイルが最適との研究結果が得られた。

また、得られた変位量曲線からぬれ性を判定する方法については、ソルダペーストの金属組成によって物理的に決定される溶融開始温度（固相線温度）に達した時刻を時間の基準点としたぬれ時間 t1、t2 と、銅個片の降下速度によってぬれ性を 0.1sec 単位で判定可能との研究成果が得られ、規格化審議団体である（社）日本溶接協会および（社）電子情報技術産業協会に対して既に提案しており、標準化を目標に活動中である。

#### 4) ぬれ性試験ソフトウェアの研究開発目標と実施結果

鉛フリーソルダペーストは加熱が開始されても溶融開始温度（金属の固相線温度）まで印刷形状を保持しなければならないが、固相線温度に達する以前に印刷形状が崩れる、いわゆる加熱による印刷ダレが発生した場合は、試験を無効とする試験の成否を判定する。また、「ぬれ」、「不ぬれ」の判定、および「ぬれ」と判定した場合は、変位量データの処理分解能を 1  $\mu\text{m}$ 、温度データ処理の分解能を 0.1 $^{\circ}\text{C}$ 、時間データ処理の分解能を 0.1sec とした変位量データに基づいてぬれ性の優劣を判定するぬれ性評価ソフトウェアの研究開発を目標とする。

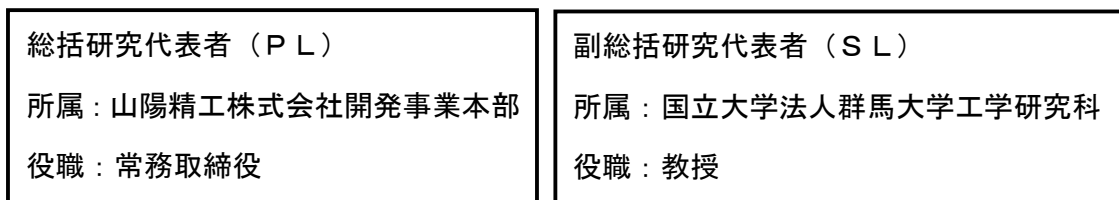
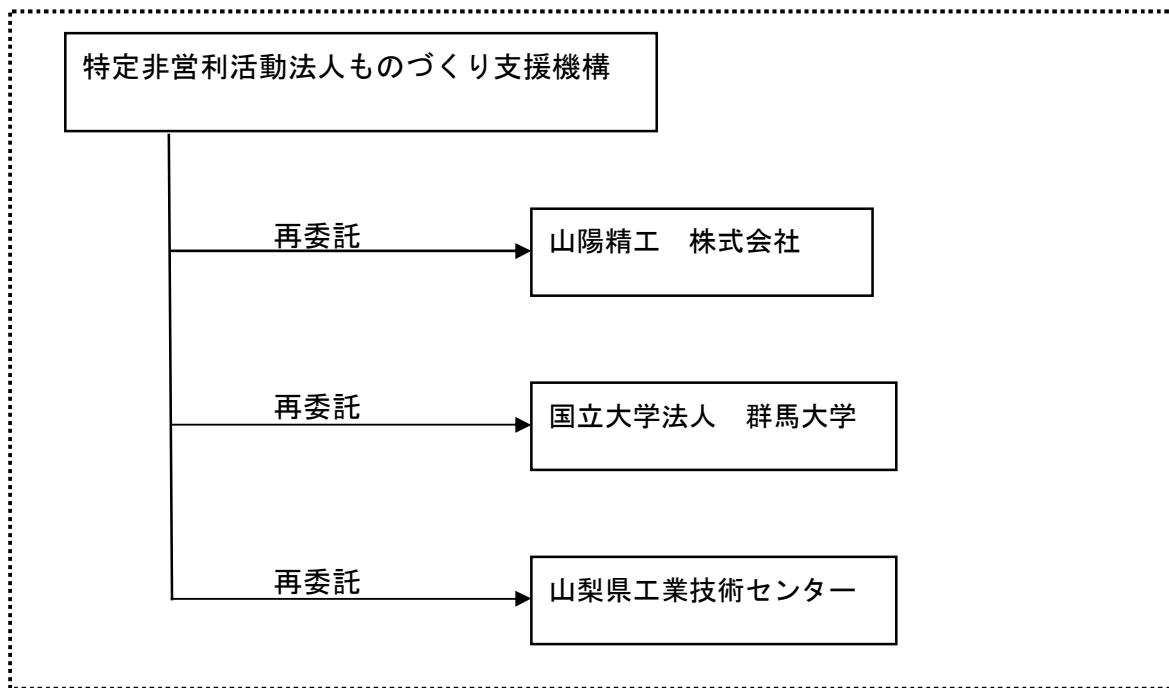
当該研究におけるぬれ性評価ソフトウェア開発では、加熱開始から加熱プロファイル終了までの全試験期間において、試料温度と試料の変位量を時間の関数として描画表示するとともに、加熱開始から溶融点温度に達するまでの期間の変位量データによって、加熱による印刷ダレの有無を判定して試験の有効または無効を判定し、さらに溶融点温度の変位量を基準とした加熱終了までの変位量を拡大して描画表示し、所定の時間内にぬれ現象が終了したか否かによって、「ぬれ」、「不ぬれ」を判定するとともに、「ぬれ」と判定した場合は、ぬれ性の優劣をぬれ時間  $t_1$ 、 $t_2$  および降下速度を演算して、数値表示するぬれ性評価ソフトウェアの開発目標を達成した。

また、変位量データ処理の分解能を 1  $\mu\text{m}$ 、温度データ処理の分解能を 0.1 $^{\circ}\text{C}$ 、時間データ処理の分解能を 0.1sec とする開発目標を達成した。

## 1-2. 研究体制

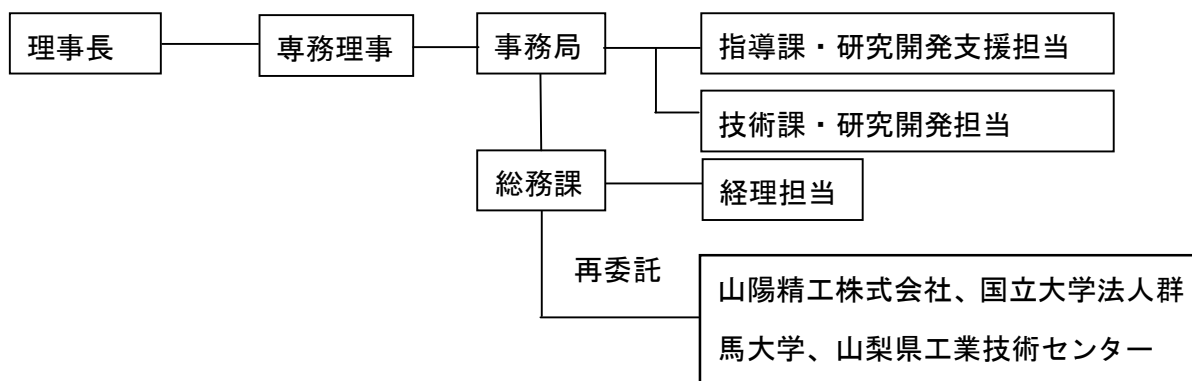
### (1) 研究組織及び管理体制

#### 1) 研究組織（全体）



#### 2) 管理体制

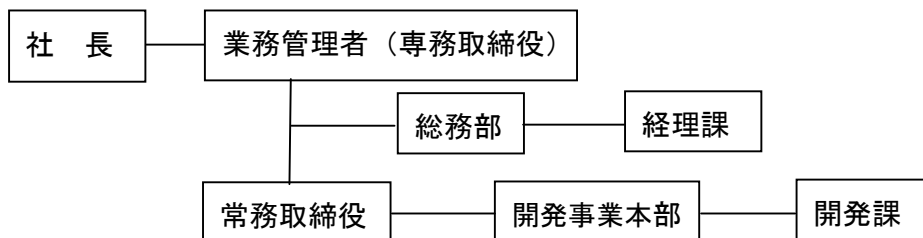
##### ①プロジェクト事業管理者 [特定非営利活動法人ものづくり支援機構]



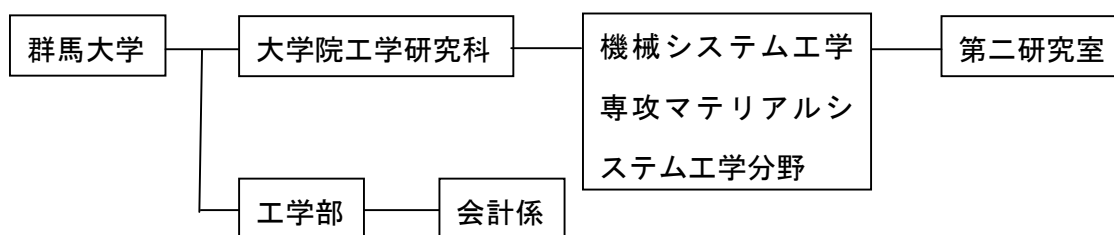


②（再委託先）

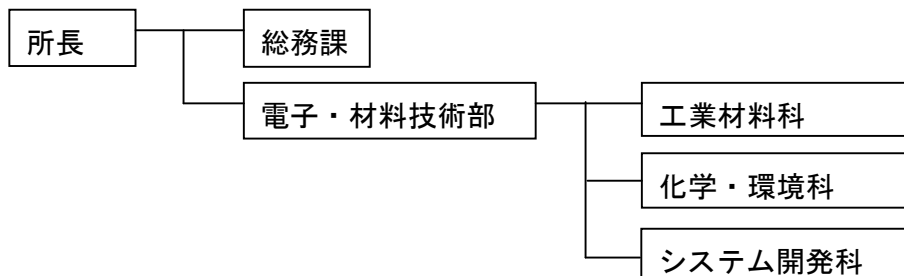
山陽精工 株式会社



国立大学法人 群馬大学



山梨県工業技術センター



(2) 研究員及びプロジェクト管理員（役職, 業務内容別担当）

【事業管理者】 特定非営利活動法人ものづくり支援機構

管理員（プロジェクト管理員）

| 氏名    | 所属・役職    | 実施内容（番号）    |
|-------|----------|-------------|
| 安留 勝敏 | 理事（研究総括） | ・業務の運営・管理 ④ |
| 羽田 功一 | 事務局長     | ・業務の運営・管理 ④ |
| 清水けい子 | 総務課長     | ・業務の運営・管理 ④ |
| 荒井 哲司 | 技術課長     | ・業務の運営・管理 ④ |

【再委託先】

山陽精工 株式会社

| 氏名    | 所属・役職     | 実施内容（番号）  |
|-------|-----------|---|
| 平本 清  | 常務取締役     | ・鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価装置の研究開発 ①<br>・標準試験片の研究開発 ②<br>・鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価方法の研究開発 ③ |
| 西室 将  | 開発事業本部係長  | ・鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価装置の研究開発 ①<br>・鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価方法の研究開発 ③                  |
| 吉川 智章 | 開発事業本部研究員 | ・鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価装置の研究開発 ①<br>・鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価方法の研究開発 ③                  |
| 阪本 滋  | 開発事業本部研究員 | ・鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価装置の研究開発 ①   |

国立大学法人 群馬大学

| 氏名    | 所属・役職      | 実施内容（番号）                                     |
|-------|------------|--|
| 荘司 郁夫 | 大学院工学研究科教授 | ・標準試験片の研究開発 ②<br>・鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価方法の研究開発 ③ |
| 小山 真司 | 大学院工学研究科助教 | ・標準試験片の研究開発 ②<br>・鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価方法の研究開発 ③ |

山梨県工業技術センター

| 氏 名   | 所属・役職                  | 実施内容（番号）  |
|-------|------------------------|---|
| 平川 寛之 | 電子・材料技術部<br>システム開発科研究員 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛フリーソルダペーストの<u>ぬれ性</u>評価装置の研究開発 ①</li> <li>・標準試験片の研究開発 ②</li> <li>・鉛フリーソルダペーストの<u>ぬれ性</u>評価方法の研究開発 ③</li> </ul> |
| 宮本 博永 | 電子・材料技術部システム開発科研究員     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛フリーソルダペーストの<u>ぬれ性</u>評価装置の研究開発 ①</li> <li>・標準試験片の研究開発 ②</li> <li>・鉛フリーソルダペーストの<u>ぬれ性</u>評価方法の研究開発 ③</li> </ul> |
| 清水 章良 | 電子・材料技術部システム開発科研究員     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛フリーソルダペーストの<u>ぬれ性</u>評価装置の研究開発 ①</li> <li>・標準試験片の研究開発 ②</li> <li>・鉛フリーソルダペーストの<u>ぬれ性</u>評価方法の研究開発 ③</li> </ul> |
| 宮川 和幸 | 電子・材料技術部化学・環境科研究員      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛フリーソルダペーストの<u>ぬれ性</u>評価装置の研究開発 ①</li> <li>・標準試験片の研究開発 ②</li> <li>・鉛フリーソルダペーストの<u>ぬれ性</u>評価方法の研究開発 ③</li> </ul> |
| 勝又 信行 | 電子・材料技術部工業材料科研究員       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛フリーソルダペーストの<u>ぬれ性</u>評価装置の研究開発 ①</li> <li>・標準試験片の研究開発 ②</li> <li>・鉛フリーソルダペーストの<u>ぬれ性</u>評価方法の研究開発 ③</li> </ul> |

(3) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

(事業管理者)

特定非営利活動法人ものづくり支援機構

(経理担当者) 総務課 課長 清水 けい子  
(業務管理者) 事務局長 羽田 功一

(再委託先)

山陽精工 株式会社

(経理担当者) 総務部経理課 経理担当 中村 久江  
(業務管理者) 専務取締役 白川 太

国立大学法人 群馬大学

(経理担当者) 工学部会計係 会計係長 鈴木 伸一  
(業務管理者) 大学院工学研究科 研究科長 板橋 英之

山梨県工業技術センター

(経理担当者) 総務課 主査 中村 直樹  
(業務管理者) 電子・材料技術部 部長 斉藤 修

(4) 他からの指導・協力者名及び指導・協力事項

・委員会構成

開発委員会

| 氏名    | 所属・役職  | 備考       |
|-------|--|----------|
| 平本 清  | 山陽精工 株式会社 常務取締役  | 総括研究代表者  |
| 荘司 郁夫 | 国立大学法人 群馬大学大学院工学研究科<br>機械システム工学専攻マテリアルシステム<br>工学分野 第二研究室教授 | 副総括研究代表者 |
| 小山 真司 | 国立大学法人 群馬大学大学院工学研究科  | 委員       |

|       |                                   |        |
|-------|-----------------------------------|--------|
|       | 機械システム工学専攻 助教                     |        |
| 西室 将  | 山陽精工 株式会社 開発事業本部係長                | 委      |
| 吉川 智章 | 山陽精工 株式会社 開発事業本部研究員               | 委      |
| 阪本 滋  | 山陽精工 株式会社 開発事業本部研究員               | 委      |
| 平川 寛之 | 山梨県工業技術センター電子・材料技術部<br>システム開発科研究員 |        |
| 宮本 博永 | 山梨県工業技術センター電子・材料技術部<br>システム開発科研究員 |        |
| 清水 章良 | 山梨県工業技術センター電子・材料技術部<br>システム開発科研究員 |        |
| 宮川 和幸 | 山梨県工業技術センター電子・材料技術部<br>化学・環境科研究員  |        |
| 勝又 信行 | 山梨県工業技術センター電子・材料技術部<br>工業材料科研究員   |        |
| 荒金 秀幸 | ソニー株式会社技術標準室マネジャー                 | アドバイザー |
| 小川 博文 | 独立行政法人産業技術総合研究所<br>産学官連携推進部 総括主幹  | アドバイザー |
| 安田 清和 | 国立大学法人名古屋大学大学院工学研究科<br>講師         | アドバイザー |
| 安留 勝敏 | 特定非営利活動法人 ものづくり支援機構<br>理事（研究総括）   | 業務管理者  |
| 羽田 功一 | 特定非営利活動法人 ものづくり支援機構<br>事務局長       | 業務管理者  |
| 清水けい子 | 特定非営利活動法人 ものづくり支援機構<br>総務課長       | 業務管理者  |
| 荒井 哲司 | 特定非営利活動法人 ものづくり支援機構<br>技術開発課長     | 業務管理者  |

アドバイザー（任意）

| 機関名又は氏名             | 所在地又は住所   | ①代表者役職・氏名、<br>②連絡先担当者<br>③電話番号                                 |
|---------------------|---|--|
| ソニー株式会社             | 〒141-0001<br>東京都品川区北品川 5-1-2                    | ①会長<br>ハワード・ストリンガー<br>②荒金 秀幸<br>(技術標準室マネージャー)<br>③03-5448-2317 |
| 独立行政法人<br>産業技術総合研究所 | 〒101-0021<br>東京都千代田区外神田 1-18-13<br>秋葉原ダイビル 10 階 | ①理事長 野間口 有<br>②小川 博文<br>(産学官連携推進部 総括主幹)<br>③03-5298-4718       |

### 1-3. 成果概要

当該研究開発事業においては、超小型化に移行する電子部品等に対する鉛フリーソルダペーストのぬれ性を実用的、高精度、かつ定量的に評価し、評価結果をリフロー実装における実装条件に組み込むことにより実装の最適化を図り、実装不良の低減化と接続信頼性を向上させ、携帯電話、ノート型 PC などの移動体通信機器のコスト削減と高接続信頼性を実現するため、非接触により高感度な測定が可能なレーザ変位計測を用いたぬれ性評価装置の開発を目指して、以下の項目について研究開発を実施し、成果が得られた。

#### 1) 加熱装置部および加熱制御部（ぬれ性評価装置）の研究開発成果概要

当該研究における加熱装置部の研究では、加熱源として採用した赤外線ヒータの最適本数とヒータ配置の研究、および加熱源から輻射される赤外線の反射を効率的に使用する加熱炉の構造と反射効率を高める加熱炉内部の表面処理の研究によって、試験片を均一に加熱する加熱炉の開発目標を達成した。

加熱制御部の研究では、設定加熱プロファイルに対する高精度な温度制御および高い加熱再現性を実現するために、赤外線ヒータの発光熱量の制御方法として

PID（比例、積分、微分）制御と商用周波数の位相制御を組み合わせることによって、設定温度に対して高い精度の追従性と、高い再現性を有する加熱制御を実現し、温度制御性能を $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内、繰り返し加熱再現性を $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内の性能を有する優れた加熱制御部の開発を達成する成果が得られた。

## 2) レーザ発光部およびレーザ受光部（変位量計測部）の研究開発成果概要

変位量計測部の研究では、要素技術を有するメーカーとの共同研究開発により、高温下における鉛直方向の変位量の測定分解能が $3\ \mu\text{m}$ の性能を有するレーザ変位量計測部の開発を達成する成果が得られた。

## 3) ぬれ性試験方法の研究開発成果概要

当該研究におけるぬれ性評価方法の研究では、プリント配線板（PWB）の材質、形状、ランド形状の研究では、銅基板 $5\times 5\times 1\ \text{mm t}$ が最適との結果が得られ、また、溶ダペーストの印刷形状、印刷量の研究ではX型 $120\ \mu\text{m t}$ が最適との研究結果が得られた。

さらに、標準試験片（銅個片）の形状の研究では、 $3\times 3\times 1\ \text{mm t}$ が最適との結果が得られ、標準試験片のマウント方法の研究では、印刷高さが $120\ \mu\text{m}$ のとき、装着高さは $90\ \mu\text{m}$ が最適との研究結果が得られた。

また、最適加熱プロファイルの決定研究では、金属組成に合わせた推奨加熱プロファイルが最適との研究結果が得られた。

さらに、得られた変位量曲線からぬれ性を判定する方法については、鉛フリー溶ダペーストの金属組成によって物理的に決定される溶融開始温度（固相線温度）に達した時刻を時間の基準点としたぬれ時間  $t_1$ 、 $t_2$  と、銅個片の降下速度によってぬれ性の判定が可能との研究成果が得られた。

これらのぬれ性評価方法の成果に基づいて実施した、溶ダペーストの経年変化によるぬれ性劣化状態の評価試験では、室温放置 500 日におよぶ継続試験によってぬれ性の劣化を判定する研究目標を達成し、また、同一金属組成でフラックスが異なる溶ダペーストのぬれ性比較試験では、微小なぬれ性の差を評価する研究目標を達成し、規格化審議団体である（社）日本溶接協会および（社）電子情報技術産業協会に対

して提案中であり、標準化を目標に活動中である。

#### 4) ぬれ性試験ソフトウェアの研究開発成果概要

ぬれ性評価ソフトウェアの研究開発では、加熱開始から溶融点温度に達するまでの期間の変位量データによって、試験の有効または無効を判定し、また溶融点温度の変位量を基準とした加熱終了までの変位量の値によって、「ぬれ」、「不ぬれ」を判定する。

「ぬれ」と判定した場合は、ぬれ時間  $t_1$ 、 $t_2$  および降下速度を演算して、ぬれ性の優劣を数値表示するぬれ性評価ソフトウェアを開発する成果が得られた。

さらに、これらのデータ処理において、変位量データ処理の分解能を  $1\mu\text{m}$ 、温度データ処理の分解能を  $0.1^\circ\text{C}$ 、時間データ処理の分解能を  $0.1\text{sec}$  とするぬれ性試験ソフトウェアを開発する成果が得られた。

また、ぬれ開始時刻の決定精度を  $10\text{msec}$  以内とするぬれ性試験ソフトウェア開発、およびぬれ終了時刻  $t_2$  の決定精度を  $10\text{msec}$  以内とする高精度なぬれ性試験ソフトウェアを開発する成果が得られ、これによって当該ぬれ性評価試験の結果精度を向上させる成果が得られた。

#### 1-4. 当該プロジェクト連絡窓口

| 連絡先・連絡担当者                             | 住 所  |
|---------------------------------------|--|
| 山陽精工株式会社<br>常務取締役 平本 清                | 〒192-0045 東京都八王子市大和田町 5-27-10<br>電話番号 042-660-1670 |
| 国立大学法人群馬大学<br>教授 荘司 郁夫                | 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1丁目 5-1<br>電話番号 0277-30-1544   |
| 山梨県工業技術センター<br>研究員 平川 寛之              | 〒400-0055 山梨県甲府市大津町 2094<br>電話番号 055-243-6111      |
| 特定非営利活動法人 ものづくり<br>支援機構<br>事務局長 羽田 功一 | 〒403-0004 山梨県富士吉田市下吉田 757<br>電話番号 0555-23-4780     |



## 第2章 鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価装置の研究開発

### 2-1. 加熱装置部および加熱制御部（ぬれ性評価装置）の研究

平成20年度の加熱装置部の研究では、加熱源である赤外線ヒータの最適本数とヒータ配置の研究、および加熱源から輻射される赤外線の反射を効率的に使用する加熱炉の構造と反射効率を高める加熱炉内部の表面処理の研究によって、試験片を均一に加熱する加熱炉の開発を実施した。また、加熱制御部の研究では、前記ヒータを制御して、設定加熱プロファイルに対する試料の温度制御性能が $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内、繰り返し加熱再現性が $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内の優れた性能の電気的ハードウェアとソフトウェアを搭載した加熱制御部を開発した。図2-1-1の加熱温度制御結果と、図2-1-2の加熱再現性結果に示す性能が得られ、研究目標を達成した。

本研究によって開発した加熱装置部および加熱制御部を搭載したぬれ性評価装置の一号機ES-1の外形図を図2-1-3に示し、外観を図2-1-4に示す。

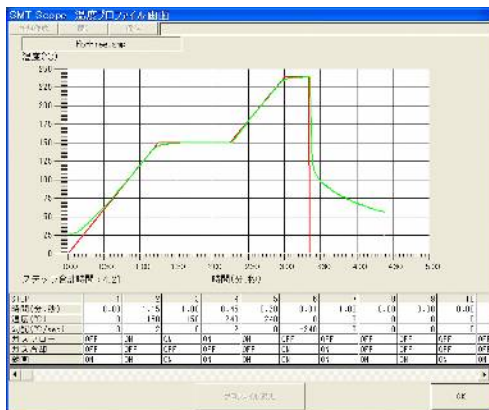


図 2-1-1 加熱温度制御結果

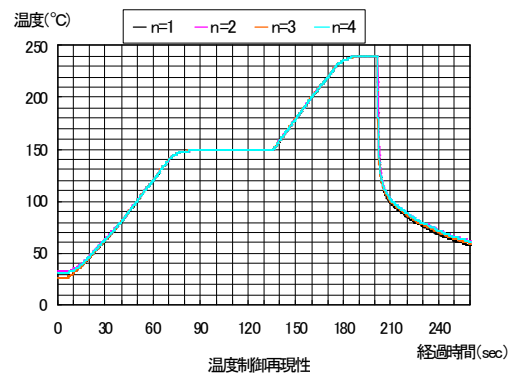


図 2-1-2 加熱再現性結果

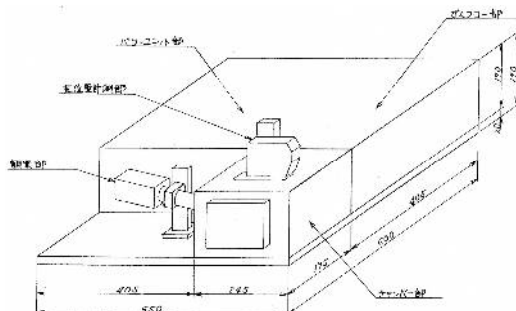


図 2-1-3 ぬれ性評価装置外形図



図 2-1-4 ぬれ性評価装置外観

平成 21 年度と 22 年度は、商品化を目差してぬれ性評価装置全体の小型軽量化および原価低減を目標として取組み、加工部品の再設計によって部品の小型化を図ると共に、制御部の部品配置の全面的な見直し改善設計によって、容積は平成 21 年度に 18.2%減、平成 22 年度は更に 11%減を達成し、重量は平成 21 年度に 27.5%減、平成 22 年度は更に 13%減を達成した。

平成 21 年度に製作した 2 号機 CS-1 と、平成 22 年度に製作した 3 号機 CS-2 の外観を図 2-1-5 に示す。



図 2-1-5 2 号機と 3 号機の外観

## 2-2. 加熱チャンバの冷却時間の改善研究

平成 21 年度に製作した装置 CS-1 では 350℃から常温℃までの冷却時間が 20 分以上であったが、これを 15 分以内とすることを目標に改善研究を実施した。

加熱チャンバは、3 つの流路に常温空気を流して冷却しているが、この中、チャンバ外壁流路の冷却速度が加熱チャンバの冷却速度の高速化を阻害していることが判明したため、CAE ソフトを使用してチャンバ外壁の最適冷却流路の配置設計研究を実施した。

図 2-2-1 は改善設計前の冷却用常温空気の流路と、流路に流れる空気量の状態を示す。

図中の濃い部分は流量が多く、薄い部分は少ない状態を示し、流路が少なく、且つ、流量が少ない下部の冷却が不十分であったことが判明した。

図 2-2-2 は、冷却不足の箇所を改善し、最も効率良く、且つ均一に冷却する最終形を示す。

本 CAE ソフトを使用して得られた冷却流路データに基づいて、加熱チャンバを製作し、製作後に冷却性能の確認評価を実施した。

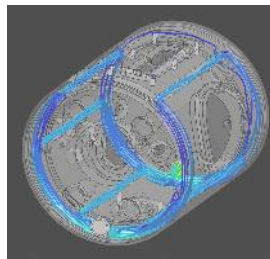


図 2-2-1 改善前

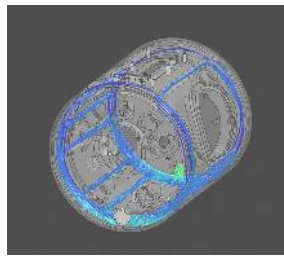


図 2-2-2 改善後

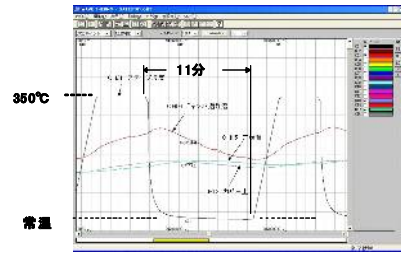


図 2-2-3 冷却時間評価結果

研究の目標は 350℃から常温までの冷却時間 15 分以内であったが、11 分の結果が得られ、目標を十分に達成することができた（図 2-2-3）。

### 2-3. 原価低減

平成 22 年度の原価低減目標は、前年度の総合的原価を 20%削減とし、機構関係の VA/VE による改善設計によって加工品原価の低減、及び購入部品である機構部品と電気部品の低価格品の再選択によって原価低減を目差した。

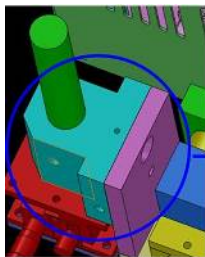


図 2-3-1 改善前

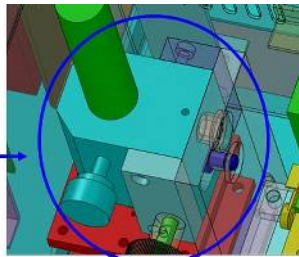


図 2-3-2 改善後

図 2-3-1、図 2-3-2 は VA/VE による改善設計の例であり、変位計取付部の複雑な形状の切削加工部品を 2~3 ピースの簡単な形状の部品に分割する構造の改善によって、総合的に加工部品の原価を低減した。

これらの VA/VE によって、総合的原価を 20%削減する目標を達成した。

鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価装置の研究では、装置全体の小型軽量化、加熱チャンバの冷却時間の短縮及び原価低減の目標に対して、それぞれの目標を達成することができ、装置として販売可能なレベルに達したと考える。

### 第3章 ぬれ性試験ソフトウェアの研究開発

ぬれ性試験結果の標準偏差を小さくするため、ソフトウェアによるデータの取り込み方法によって溶融開始時刻  $t_0$  の確定方法、およびぬれ終了時刻  $t_2$  の確定方法を改善した。

#### 3-1. 溶融開始時刻 $t_0$ の改善研究

溶融開始時刻  $t_0$  はぬれ時間  $t_1, t_2$  を決定する際の起点であり、ぬれ性を評価する場合、最も重要な基準点である。鉛フリー溶ダペーストが溶融を開始する温度、例えば、 $217^{\circ}\text{C}$ （固相線温度）をぬれ性評価の起点としており、加熱温度が  $217^{\circ}\text{C}$  に達した時刻を溶融開始時刻  $t_0$  (0sec) とした。

従って、 $217^{\circ}\text{C}$ を正確に検出する必要があり、温度データの読取り分解能を当初の  $1.0^{\circ}\text{C}$  から  $0.1^{\circ}\text{C}$ とし、さらに読取り速度（サンプリングタイム）を  $250\text{msec}$ （図 3-1-1）から  $50\text{msec}$ （図 3-1-2）に改善した。



図 3-1-1 1.0°Cサンプリング



図 3-1-2 0.1°Cサンプリング

#### 3-2. ぬれ終了時刻 $t_2$ の改善研究

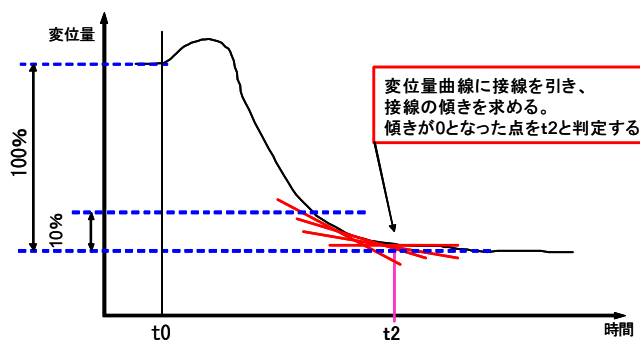


図 3-2-1 ぬれ終了時刻  $t_2$  の判定改善

全変位量を 100%とした場合、下部 10%の範囲において、変位量データ 5 点毎に直線補間演算を行ない、得られた直線の傾きが「0」となった点をぬれ終了時刻  $t_2$  とするソフトウェア演算の改善を行った（図 3-2-1）。

## 第4章 ぬれ性評価方法の研究開発

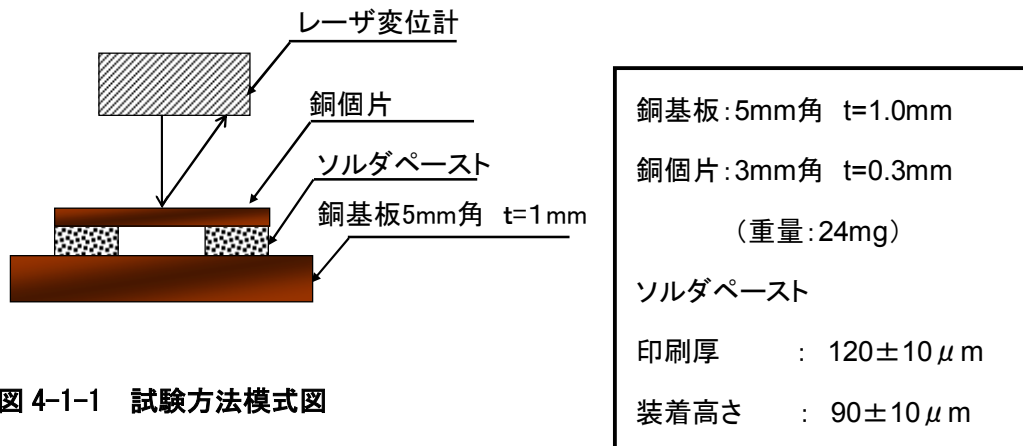
ぬれ性評価方法の研究開発は、産学官連携の主たる課題であり、最終研究目標を、①ソルダペーストの経時変化によるぬれ性の劣化評価、②金属組成は同一で、フラックスが異なるソルダペーストのぬれ性の比較評価、③金属組成が異なるソルダペーストのぬれ性の比較評価とした。

### 4-1. ソルダペーストの印刷形状と印刷量の最適化の研究

銅基板と銅個片を標準試験片とし、ソルダペーストの最適な印刷形状と印刷量を決定する研究を実施した。

#### 1) 試験方法及び試料と前処理

試験方法を図 4-1-1 に示す。銅基板と銅個片の形状及びソルダペーストの印刷厚さと銅個片の装着高さは下記の値が最適との結論を平成 21 年度の研究によって得た。



銅基板と銅個片の材質は JIS C1020-R-H とし、使用前に JIS Z3284 附属書 4 に記載の酸洗いをを行う。

#### 2) 鉛フリーソルダペーストの印刷形状と印刷量の研究

ソルダペースト溶融時に発生するボイドが抜けやすい方法として、印刷形状を X 型と丸 5 個型とし、また、ソルダペーストの体積 0.47mm<sup>3</sup> を基準 (100%) として、体積比 80%、60%、40% の印刷マスクを製作し、最適印刷形状と最適印刷量の研究を実施した。

ソルダペーストの印刷例を図 4-1-2 と図 4-1-3 に示す。銅基板 (5×5×1mm) にソルダペーストを印刷して、分解能が 1 μm のレーザー変位計によって印刷厚さを計測し、許容

値  $120\ \mu\text{m} \pm 10\ \mu\text{m}$  であることと、銅個片の装着高さが  $90 \pm 10\ \mu\text{m}$  であることを確認した。



図 4-1-2 X型印刷例



図 4-1-3 丸5個型印刷例

### 3) 加熱温度プロファイル

加熱温度プロファイルは、Sn96.5Ag3Cu0.5鉛フリーソルダペーストにおいて標準的に使用される最高温度が  $240^\circ\text{C}$  の加熱温度プロファイルとした (図 4-1-4)。



図 4-1-4 加熱温度プロファイル

### 4) めれ性試験結果

図 4-1-5 にX型、図 4-1-6 に丸5個型の全めれ性試験結果を示し、めれ性試験の総合結果を表 4-1-1、表 4-1-2 に示す。また、図 4-1-7 に試験終了後の銅基板と銅個片の外観を示す。

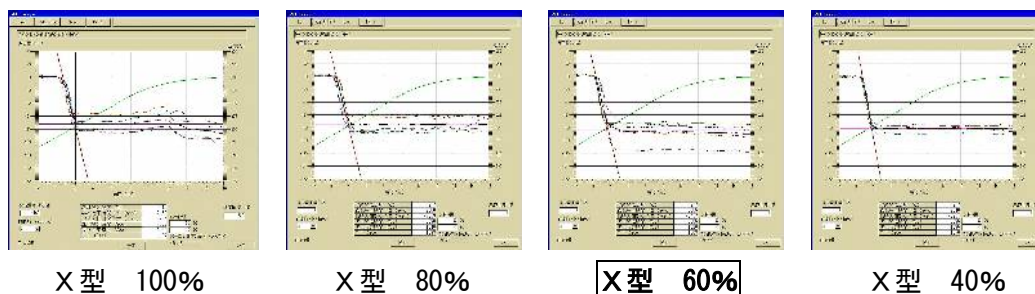


図 5-1-5 X型印刷形状の全試験変位グラフ

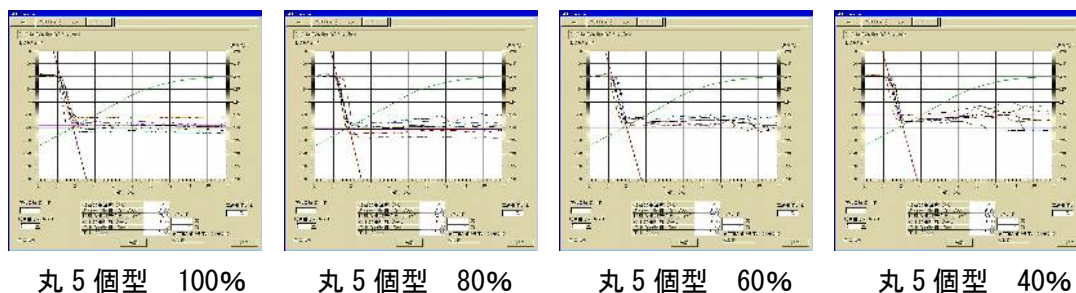


図 4-1-6 丸5型印刷形状の全試験変位グラフ

表 4-1-1 X型ソルダペースト印刷形状総合結果

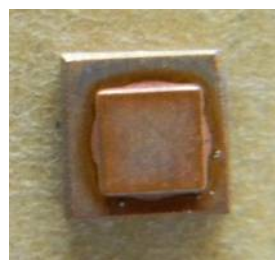
| マスク形状   | X型      |      |      |       | 平均値  | 標準偏差 |      |
|---------|---------|------|------|-------|------|------|------|
| ペースト印刷量 | 100%    | 80%  | 60%  | 40%   |      |      |      |
| 平均値     | t1(sec) | 2.01 | 1.78 | 1.88  | 1.78 | 1.86 | 0.11 |
|         | t2(sec) | 2.79 | 2.46 | 2.69  | 2.69 | 2.66 | 0.14 |
| 標準偏差    | t1      | 0.27 | 0.16 | 0.12  | 0.25 | 0.20 |      |
|         | t2      | 0.25 | 0.42 | 0.38  | 0.29 | 0.34 |      |
| 備考(補正数) | NG①     | ①    |      | ②、NG① |      |      |      |

表 4-1-2 丸5個型ソルダペースト印刷形状総合結果

| マスク形状   | 丸5個型    |      |      |      | 平均値  | 標準偏差 |      |
|---------|---------|------|------|------|------|------|------|
| ペースト印刷量 | 100%    | 80%  | 60%  | 40%  |      |      |      |
| 平均値     | t1(sec) | 2.13 | 1.81 | 1.72 | 1.88 | 1.89 | 0.18 |
|         | t2(sec) | 2.69 | 2.23 | 2.43 | 3.07 | 2.61 | 0.36 |
| 標準偏差    | t1      | 0.14 | 0.17 | 0.17 | 0.1  | 0.15 |      |
|         | t2      | 0.25 | 0.27 | 0.29 | 0.55 | 0.34 |      |
| 備考(補正数) | ② ②     | ④    | ②    | ②    |      |      |      |



X型



丸5個型

図 4-1-7 試験終了後の銅基板と銅個片の外観

## 5) まとめ

X型 60%の試験条件が、ボイドの影響を抑止した安定した試験であって、標準偏差も小さいという結果が得られた。従って、銅基板と銅個片を用いたぬれ性試験における印刷形状と印刷量の最適化の本研究では、印刷形状がX型であって、印刷量が60%の試験条件が最適という結果が得られた。

## 4-2. 金属組成は同一でフラックスが異なるソルダペーストのぬれ性比較試験

1) 試験方法 : 前記「4-1. ソルダペーストの印刷形状と印刷量の最適化の研究」で得られた結果の方法とした。

2) 試料(ソルダペースト)の種類 : 金属組成が Sn96.5Ag3Cu0.5 (固相線温度: 217°C 液相線温度: 219°C) の①A ②B ③C ④Fの4種類とした。

### 3) ぬれ性試験結果

全試験の変位量グラフを図 4-2-1 から図 4-2-4 に示し、ぬれ性試験の総合結果を表 4-2-1 に示す。

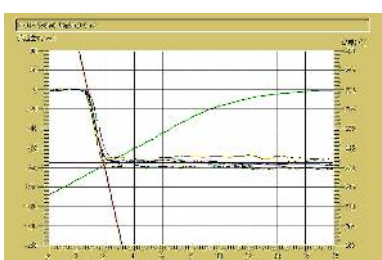


図 4-2-1 ①ソルダペーストA

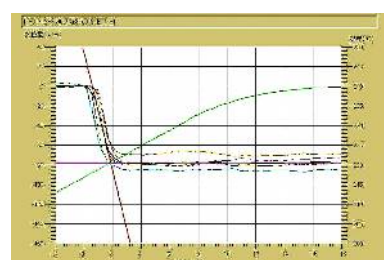


図 4-2-2 ②ソルダペーストB

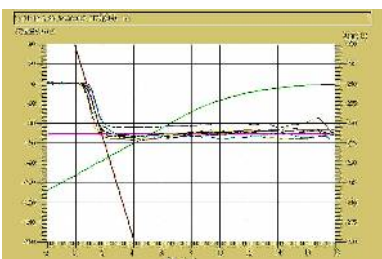


図 4-2-3 ③ソルダペーストC

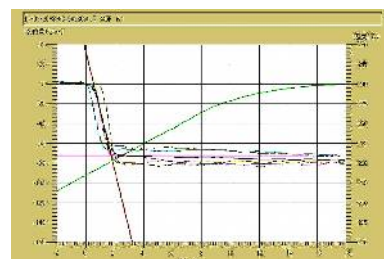


図 4-2-4 ④ソルダペーストF

表 4-2-1

| ソルダペースト |              | ソルダペーストA<br>Sn96.5Ag3Cu0.5<br>(K2-V) | ソルダペーストB<br>Sn96.5Ag3Cu0.5<br>(ET7) | ソルダペーストC<br>Sn96.5Ag3Cu0.5<br>(ET7微粉) | ソルダペーストF<br>Sn96.5Ag3Cu0.5<br>(345F) |
|---------|--------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 平均値     | t1(sec)      | 2.11                                 | 1.94                                | 1.99                                  | 1.85                                 |
|         | t2(sec)      | 2.76                                 | 3.23                                | 2.97                                  | 2.48                                 |
|         | 降下速度(μm/sec) | 61                                   | 72                                  | 51                                    | 67                                   |
| 標準偏差    | t1(sec)      | 0.10                                 | 0.29                                | 0.22                                  | 0.28                                 |
|         | t2(sec)      | 0.41                                 | 0.40                                | 0.34                                  | 0.35                                 |
|         | 降下速度(μm/sec) | 2.97                                 | 5.68                                | 4.44                                  | 13.09                                |

### 4) まとめ

金属組成は同一で、フラックスが異なるソルダペーストのぬれ性を評価した結果、微小ではあるがぬれ性の差が得られた。Sn96.5Ag3Cu0.5 は、最も汎用的に使用されている金属組成であり、実用化されてから既に 10 年近くなるため、はんだメーカー各社のフラックスに対する研究が進み、ぬれ性に関する差が小さくなったと考える。



### 4-3. 長期間室温放置によるぬれ性劣化状態の変化に関する研究

1) 試験方法 : 前記「4-1. ソルダペーストの印刷形状と印刷量の最適化の研究」で得られた結果の方法とした。また、フラックス成分の劣化挙動を調べるため、熱分析装置を用いて示差走査熱量測定を行った。

2) 試料(ソルダペースト)の種類 : ①Sn96.5Ag3Cu0.5 ②Sn88Ag3.5In8Bi0.5

3) ぬれ性試験結果 : 室温放置経過日数におけるぬれ時間  $t_1$  の試験結果グラフを図 4-3-1 と図 4-3-2 に示す。

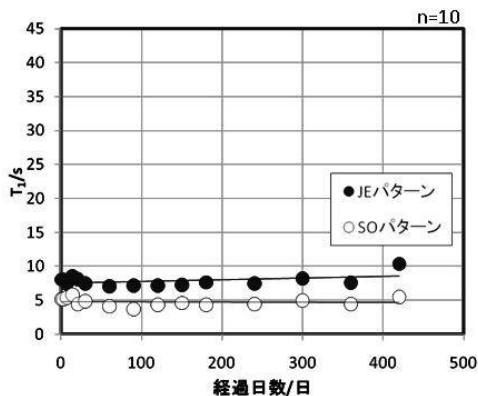


図 4-3-1 Sn96.5Ag3Cu0.5

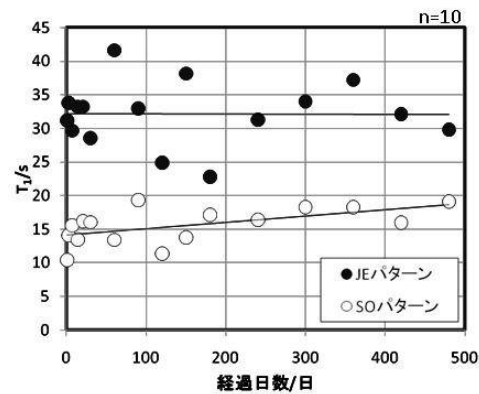


図 4-3-2 Sn88Ag3.5In8Bi0.5

#### 4) まとめ

室温放置したソルダペーストの劣化挙動を熱分析装置によって示差走査熱量測定を行ったが、2種のソルダペーストともに熱的特性の変化は認められるが、Sn96.5Ag3Cu0.5 ソルダペーストは約500日経過後もぬれ時間  $t_1$  に変化は認められなかった。一方、Sn88Ag3.5In8Bi0.5 ソルダペーストを用いた場合は約400日経過後にぬれ時間  $t_1$  がわずかに増加する傾向が認められた。

フラックス成分の劣化と吸熱及び放熱結果の相関については更なる解明が必要と考え、補完研究を予定している。また、他の金属組成が異なるソルダペーストの室温放置による劣化状態の確認は補完研究として継続試験を予定している。

### 4-4. 金属組成が異なるソルダペーストのぬれ性比較試験

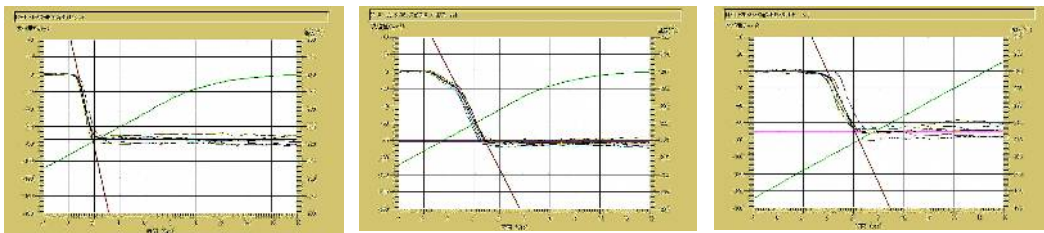
1) 試験方法 : 前記「4-1. ソルダペーストの印刷形状と印刷量の最適化の研究」で得られた結果の方法とした。

2) 試料(ソルダペースト)の種類

- ①Sn96.5Ag3Cu0.5（固相線温度：217℃、液相線温度：219℃）
- ②Sn98.3Ag1Cu0.7（固相線温度：217℃、液相線温度：219℃）
- ③Sn88Ag3.5In8Bi0.5（固相線温度：197℃、液相線温度：208℃）の三種類とした。

### 3) めれ性試験結果

全試験の変位置量グラフを図4-4-1に示し、めれ性試験の総合結果を表4-4-1に示す。  
また、試験結果比較グラフを図4-4-2に示す。



① Sn96.5Ag3Cu0.5      ② Sn98.3Ag1Cu0.7      ③ Sn88Ag3.5In8Bi0.5

図4-4-1 全試験変位置量グラフ

表4-4-1 めれ性試験総合結果

| ソルダペースト |              | ソルダペーストA<br>Sn96.5Ag3Cu0.5<br>(K2-V) | ソルダペーストD<br>Sn98.3Ag1Cu0.7<br>(SG70) | ソルダペーストE<br>Sn88Ag3.5In8Bi0.5<br>(INJ7) |
|---------|--------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 平均値     | t1(sec)      | 2.11                                 | 5.12                                 | 6.16                                    |
|         | t2(sec)      | 2.76                                 | 5.71                                 | 7.16                                    |
|         | 降下速度(μm/sec) | 61                                   | 30                                   | 37                                      |
| 標準偏差    | t1(sec)      | 0.10                                 | 0.38                                 | 0.44                                    |
|         | t2(sec)      | 0.41                                 | 0.53                                 | 0.59                                    |
|         | 降下速度(μm/sec) | 2.97                                 | 2.70                                 | 6.50                                    |

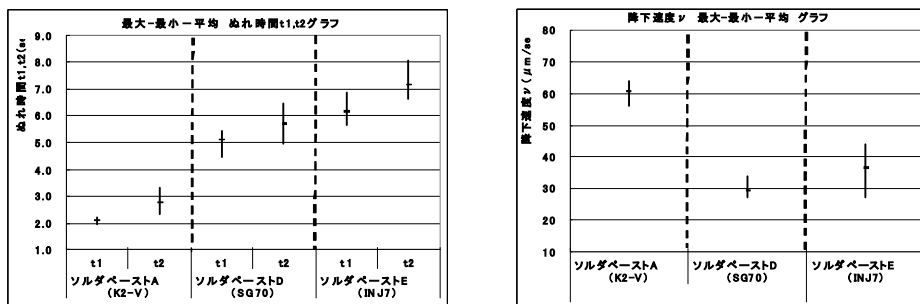


図4-4-2 試験結果比較グラフ

### 4) まとめ

金属組成が異なるソルダペーストのめれ性比較では、めれ時間 t1、t2によって大きな差が確認できた。また、標準偏差も小さく、安定した試験結果であると考え。さらに、金属組成が異なる本試験では、降下速度もめれ性を評価する際の要素となる。考える。

## 第5章 全体総括

### 5-1. 総合研究開発成果

鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価装置の研究開発では、平成20年度は基本性能を優先し、設定加熱プロファイルに対する試料の温度制御性能が $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内、繰り返し加熱再現性が $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内の優れた性能の加熱装置部と加熱制御部、および $3\ \mu\text{m}$ の測定精度を有する変位量計測部を備えた装置の開発を目標とし、これを達成する成果が得られた。

また、平成21年度と平成22年度は、冷却性能の向上、操作性の向上、小型軽量化および原価低減による製品化を目指した鉛フリーソルダペーストのぬれ性評価装置の研究開発を行った。平成21年度の冷却性能の改善では、 $100^{\circ}\text{C}$ から $30^{\circ}\text{C}$ までの冷却時間を15分とする目標に対して、6分26秒に短縮する成果が得られたが、委員会において更なる短縮が必要との提案があり、平成22年度は $350^{\circ}\text{C}$ から常温までの冷却時間(20分以上)を15分以内とすることを目標とし、11分に短縮して、4試験/時間とする製品化目標を達成する成果が得られた。

さらに、小型軽量化では、平成21年度は一次試作に対して容積重量ともに20%減の目標に対して、容積18.2%減、重量27.5%減を達成し、平成22年度は、容積重量ともに更に10%減の目標に対して、容積11%減、重量13%減を達成して、最終重量を25.5 kgとし、一人で可搬可能な容積と重量を目差した製品化目標を達成する成果が得られた。

また、原価低減化では、平成21年度は20%減の目標に対して、電気回路の内製化による購入部品原価の低減によって22%減を達成し、平成22年度は更に20%減の目標に対して、VA/VEによる機械加工品の改善設計と、購入部品における低価格品の再選択によって22%減を達成し、製品販売価格を500万円以下とする成果が得られ、当該研究開発における評価装置の研究開発の最終目標を達成する成果が得られた。

標準試験片の研究開発では、鉛フリーソルダペーストのぬれ性を高感度、高精度に検出可能な標準試験片の研究開発を目標として、平成21年度は複数の形状の標準試験片を研究したが、平成22年度はU字型標準試験片および銅基板と銅個片によって構成する標準試験片の2種類に絞り込んで研究し、最終的には、規格化審議委員会の意見も取り入れて銅基板と銅個片とした。この標準試験片における最も高感度、高精度にぬれ性を検出できる $5\times 5\times 1\ \text{mm t}$ の銅基板と $3\times 3\times 0.3\ \text{mm t}$ の銅個片を確立する成果が得られた。

ぬれ性評価方法の研究開発では、確立した標準試験片を用いて、安定した試験結果が得られる最適なソルダペーストの印刷形状及び印刷量を決定する研究目標に対して、印刷形状をX型と丸5個型の2種類として、それぞれの形状に対してソルダペースト印刷量を100%（基本量）、80%、60%、40%の4段階として実施した試験研究の結果、X型60%が最適であるという結果となり、最適な印刷形状及び印刷量を決定する成果が得られた。

以上の成果に基づいて、ソルダペーストの経年変化によるぬれ性劣化状態の評価を行う試験については、500日におよぶ継続試験研究の結果、室温放置による経年変化によってぬれ性の劣化が確認でき、本試験方法によって評価可能という成果が得られ、目標を達成することができた。さらに、同一金属組成でフラックスが異なるソルダペーストのぬれ性比較試験の研究では、微小なぬれ性の差を比較評価が可能という結果が得られて、本試験方法の有効性が確認できた。これらの結果から、ぬれ性評価方法における当該研究の最終目標は達成できたと考える。

## 5-2. 研究開発後の課題・事業化展開

当該研究では、銅個片と銅基板の表面を JIS 規定の酸洗浄方法によって清浄化した後に標準試験片として使用するが、清浄化後に、改めて定量的な酸化処理を行うことにより、更に感度が高まる傾向が掴めたので、この高感度化を課題とする。

具体的には、酸洗浄による清浄化後に銅基板と銅個片を空気雰囲気中において、所定の温度で所定時間加熱して、銅表面に酸化膜を生成させる方法であり、ぬれ性評価時の感度が最も高くなる酸化膜生成条件の加熱温度と加熱時間の研究を行う。

また、高感度化の結果が得られたところで、長期間の室温放置におけるフラックス成分の劣化試験及び同一金属組成でフラックスが異なるソルダペーストのぬれ性比較試験については更に試験データを積み重ねて、より明確にする研究を行う。さらに、金属組成が異なる鉛フリーソルダペーストのぬれ性比較の明確化についても追加試験を予定している。

また、既にこれまでの研究成果である鉛フリーソルダペーストのぬれ性試験方法と試験データを規格化審議委員会に提出し、本試験方法の有効性について理解頂く活動をしているが、さらに規格化審議を要請するなど協力に推進し、本研究の規格化を実現することが今後の課題である。

事業化展開としては、当該鉛フリーソルダペーストのぬれ性試験装置の性能及び販売価

格は本研究によって製品化レベルに達したと考えるが、第一期計画として 2011 年 9 月までに実用機の設計を行ない、2012 年 3 月までに実用機の生産を開始し、2012 年 4 月から国内を中心とした本格的な販売を開始する。

当該製品が目指す市場は表面実装技術を用いるエレクトロニクス製造分野である。

国内の事業化展開としては、大手 9 社に代表される電気メーカーの場合、それぞれの工場単位でニーズがあるため、工場単位での営業活動を展開するとともに、この大手電気メーカーに部品を納入しているチップ部品、IC、LED、コネクタ、コンデンサー、はんだ等の各メーカーなどを対象に市場開拓を行うとともに、山陽精工(株)が加入している(社)電子情報技術産業協会、(社)日本溶接協会、(社)エレクトロニクス実装学会、(社)日本プリント配線板協会、(社)日本電子材料研究協会、および(財)科学技術連盟(日本信頼性学会)における論文発表、および技術セミナーにおける講演活動によって市場認知度を高めることにより普及の体制を整える。

また、毎年 1 月と 6 月に開催されるインターネプコンおよび実装プロテックをはじめとする関連展示会への出展によって一層の市場開拓に努める。

これらの事業化展開によって、第一期計画として販売開始の 2012 年度から 3 年後の 2014 年 3 月までに合計 150 台の国内中心の販売を目標とする。

また、海外市場の販売戦略としては、第二期計画として、2015 年 4 月から海外輸出を軌道にのせるために、既に出展実績がある上海インターネプコンなどアジアの展示会に出展し、日系海外進出企業および欧米の海外進出企業に対して、積極的な市場開拓を行う。この場合、山陽精工(株)の主力製品である鉛フリー観察装置「SMT シリーズ」で既に代理店契約を締結しており、販売実績がある中国、韓国、台湾、マレーシアなどの海外代理店の販売網を活用する。

さらに、欧米諸国に販売網を持つ日系商社を介して欧米企業に対しても積極的な営業展開を図り、販売開始 5 年後の 2016 年度までには合計 500 台、金額ベースで 25 億円の販売を目標とする。

知的財産戦略としては、既に、国際出願(PCT 出願)まで完了しており、海外輸出の事業化推進に遅れることなく国際特許の出願を行う。

リサイクル適正

A

この印刷物は、印刷用の紙へ