

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5692170号
(P5692170)

(45) 発行日 平成27年4月1日(2015.4.1)

(24) 登録日 平成27年2月13日(2015.2.13)

(51) Int.Cl.	F 1
B23K 1/08	(2006.01) B 23 K 1/08 310
H05K 3/34	(2006.01) H 05 K 3/34 505 A
B23K 31/02	(2006.01) B 23 K 31/02 310 B
B23K 1/20	(2006.01) B 23 K 1/20 F
B23K 103/08	(2006.01) B 23 K 103/08

請求項の数 5 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2012-132094 (P2012-132094)
 (22) 出願日 平成24年6月11日 (2012.6.11)
 (65) 公開番号 特開2013-255924 (P2013-255924A)
 (43) 公開日 平成25年12月26日 (2013.12.26)
 審査請求日 平成26年12月10日 (2014.12.10)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000199197
 千住金属工業株式会社
 東京都足立区千住橋戸町23番地
 (74) 代理人 110001209
 特許業務法人山口国際特許事務所
 (72) 発明者 佐藤 勇
 東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内
 (72) 発明者 渡辺 光司
 東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内
 (72) 発明者 菊池 康太
 東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】溶融はんだ薄膜被覆装置、薄膜はんだ被覆部材及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の温度に加熱された溶融はんだで洗浄後の母材を被覆した後、当該母材を冷却することにより薄膜はんだ被覆部材を製造する溶融はんだ薄膜被覆装置であって、

不活性雰囲気で前記母材を浸漬してはんだを被覆するための溶融はんだが収容されるはんだ槽と、

当該はんだ槽の上部を覆うとともに前記母材の前記はんだ槽への入口部及びはんだ槽からの出口部を有する蓋部と、

当該蓋部の前記はんだ槽側に当該蓋部と一体的に設けられ前記蓋部の入口部よりはんだ槽側に搬送され出口部よりはんだ槽側より搬送されるように前記母材をUターンさせるためのローラーを軸支する軸受け部材と、

前記蓋部に対して前記軸受け部材と相対する側に設けられ、前記蓋部及び軸受け部材を一体的にスライド可能とするための縦長部材と、

母材を投入する側を上流側、母材を排出する側を下流側としたとき、前記はんだ槽に搬送される前記母材に所定のテンションを加えるため当該はんだ槽の上流側に設けられた第1搬送部と、

テンションが加えられた前記母材を前記はんだ槽から所定の速度で引き上げながら搬送するための当該はんだ槽の下流側に設けられた第2搬送部と、

前記第2搬送部によって前記はんだ槽から引き上げられた直後の前記母材に、前記溶融はんだの組成に対応した溶融温度以上に設定された温度及び所定の流量の熱ガスを吹き付

ける吹付部と、

前記熱ガスの温度及び流量を制御することによって前記母材から溶融はんだを削ぎ落として、当該母材に被覆された膜厚を制御する制御部とを備える溶融はんだ薄膜被覆装置。

【請求項 2】

前記制御部によって膜厚が制御された前記母材を冷却する冷却部を有する請求項 1 に記載の溶融はんだ薄膜被覆装置。

【請求項 3】

前記熱ガスには、不活性ガスが使用される請求項 1 に記載の溶融はんだ薄膜被覆装置。

【請求項 4】

母材と、

この母材を被覆する溶融はんだからなる被覆層とを備えた薄膜はんだ被覆部材であって、

所定の温度に加熱された溶融はんだが不活性雰囲気中のはんだ槽内に収容されこのはんだ槽内に所定のテンションが加えられた状態で、はんだ槽の上部を覆う蓋部に一体的に設けられ前記母材をUターンさせるためのローラーを軸支する軸受け部材及び縦長部材を介して洗浄後の母材が所定速度で搬送されることで、前記母材が溶融はんだ槽中に浸漬されるとともに、前記はんだ槽より引き上げられた直後の前記母材に、前記溶融はんだの組成に対応した溶融温度以上に設定された温度及び所定の流量となされた熱ガスを吹き付けて前記母材から溶融はんだを削ぎ落とすことで、前記被覆層が所定の膜厚となされた薄膜はんだ被覆部材。

10

20

【請求項 5】

所定の温度に加熱された溶融はんだで洗浄後の母材を被覆し、その後、当該母材を冷却することにより薄膜はんだ被覆部材を製造する方法であって、

前記溶融はんだが収容された不活性雰囲気中のはんだ槽内に、所定のテンションが加えられた母材を、所定の速度で搬送して、はんだ槽の上部を覆う蓋部に一体的に設けられ前記母材をUターンさせるためのローラーを軸支する軸受け部材及び縦長部材を介して浸漬する工程と、

前記はんだ槽内に浸漬された前記母材を当該はんだ槽から引き上げる工程と、
引き上げ直後の前記母材に、前記溶融はんだの組成に対応した溶融温度以上に設定された温度及び所定の流量となるように制御された熱ガスを吹き付けて当該母材から溶融はんだを削ぎ落とすことにより、前記薄膜はんだ被覆部材への溶融はんだの膜厚を制御する工程とを有する薄膜はんだ被覆部材の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱ガスブローにより余分な溶融はんだを削ぎ落として薄膜はんだメッキを母材に施すことにより、薄膜はんだ被覆部材を製造するシステムに適用可能な溶融はんだ薄膜被覆装置、当該装置から得られる薄膜はんだ被覆部材及びその製造方法に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

従来から、高い周波数で動作する電子回路において、基板上に実装された電子部品同士、電子回路同士の電磁波の干渉防止、外部への電磁気の影響を遮断し、誤動作を防止するためにシールドケースが用いられている（EMI防止機能）。また、電子機器内において、プリント基板を支持するフレームが用いられている。

40

【0003】

シールドケースには、一般的には銅部材が用いられるが、耐磁性、耐防錆、耐酸化性、耐熱膨張性、加工性等から洋白材（Cu-Zn-Ni / C7521R, C7701R等）や、ステンレス、その他、鉄にニッケル及びコバルトを配合した合金であるコバール（Kovar / Kov - H ; Fe - Ni - Co等）の金属部材（以下で母材という）が使用される

50

場合もある。

【0004】

ケース素材やフレーム素材等としての母材は、所定の幅及び長尺状を有しており、ロール(帯)状にリール等に巻かれて流通される場合が多い。ロール状に巻かれた母材は自動加工機にセットされ、リール等から母材が繰り出され、当該母材を所定の形状に打ち抜いたり、折り曲げ加工が施されてシールドケースやフレームが形成されている。

【0005】

ところで、シールドケースやフレームは、電子機器の小型化、軽量化及び電子回路の高密度実装の要求に伴って、素材段階の母材にはんだを被覆(コーティング)する方法(以下、はんだコート方法という)が採られている。これらの母材において、仕上げ加工性は、洋白材がやや難しく、コバールは易しい。はんだぬれ性は、洋白材がやや易しく、コバールが難しいことが知られている。

【0006】

はんだをプリント基板に被着する方法に関して、例えば、フリップチップ部品、BGA等の微小電子部品や微小QFPを搭載するプリント基板のランドに一定量のはんだを付着させるコート方法であって、プリント基板のランド以外にレジストを被着した後、プリント基板を溶融はんだ中に浸漬するとともに、溶融はんだに超音波を付加してランドにはんだを付着させるコート方法が知られている(特許文献1参照)。

【0007】

また、プリント基板のランドや電子部品のリード等に予めはんだ、メッキを施しておくはんだコート方法であって、超音波を付加した噴流溶融はんだ中にプリント基板や電子部品等のワークを浸漬した後、当該ワークを超音波ホーンに対して横方向に移動させたり、超音波ホーンに対して前後方向に移動させたりして、ワークを溶融はんだ槽から引き上げるようにしたはんだコート方法が開示されている(特許文献2参照)。

【0008】

電子回路基板又は電子部品の微小面積の電極パッド又は狭ピッチのリード表面に錫又ははんだプリコート被膜を形成する方法であって、溶融はんだ槽から引き上げる際、加熱した有機脂肪酸溶液を吹付けて余剰に付着したはんだ被膜を吹き落すようにしたはんだプリコート皮膜の形成方法及びその装置が開示されている(特許文献3)。さらに、長尺のはんだ付け材料に溶融はんだメッキを施してなるコーティング材料の開示がある(特許文献4参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平09-214115号公報

【特許文献2】特開平10-178265号公報

【特許文献3】特開2011-228608号公報

【特許文献4】特開平11-300471号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ところで、特許文献1及び2に見られるようなはんだコート方法や、特許文献3に見られるようなプリコート皮膜の形成方法等の従来例に係るはんだをコートする方法によれば、フリップチップ部品、BGA等の微小電子部品や微小QFPを搭載するプリント基板のランドに一定量のはんだを付着させたり、プリント基板のランドや電子部品のリード等に予めはんだメッキを施しておくはんだコート方法の開示はあるが、所定の幅及び長尺状を有した母材に薄膜はんだメッキを施すものではない。さらに、はんだメッキという観点だけに着目したとしても、次のような問題がある。

【0011】

特許文献1及び2に見られるようなはんだコート方法や、特許文献3、4に見られるよ

10

20

30

40

50

うなプリコート皮膜の形成方法やコーティング材において、母材に被着されるはんだの膜厚を制御することについては何等の開示が無い。

【0012】

本発明者の実験によれば、搬送速度を例えば1m/minに設定して、凝固後のはんだ層の膜厚を測定したところ、片面7μm以下とならなかった。従って、シールドケースやフレーム等を備えた電子機器の小型化、軽量化及び電子回路の高密度実装の要求に対して、膜厚の薄いはんだ層を有した薄膜はんだコート部材の提供が実現できていないというのが現状である。

【0013】

因みに、電気メッキや無電解メッキ等によれば、母材に数ミクロン単位に薄くメッキを行うことができるがメッキ時間が長い。溶融はんだメッキによれば、電気メッキや無電解メッキに比べてメッキ時間が短いが、母材に薄くメッキを行うことができないという問題がある。

【0014】

そこで、本発明はこのような課題を解決したものであって、母材へ被覆される溶融はんだの膜厚を均一かつ数μm単位に制御できるようにすると共に、従来方式に比べて膜厚の薄い薄膜はんだメッキを実現できるようにした溶融はんだ薄膜被覆装置、薄膜はんだ被覆部材及びその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上述の課題を解決するために、請求項1に記載の溶融はんだ薄膜被覆装置は、所定の温度に加熱された溶融はんだで洗浄後の母材を被覆した後、当該母材を冷却することにより薄膜はんだ被覆部材を製造する溶融はんだ薄膜被覆装置であって、不活性雰囲気で前記母材を浸漬してはんだを被覆するための溶融はんだが収容されるはんだ槽と、当該はんだ槽の上部を覆うとともに前記母材の前記はんだ槽への入口部及びはんだ槽からの出口部を有する蓋部と、当該蓋部の前記はんだ槽側に当該蓋部と一体的に設けられ前記蓋部の入口部よりはんだ槽側に搬送され出口部よりはんだ槽側より搬送されるように前記母材をUターンさせるためのローラーを軸支する軸受け部材と、前記蓋部に対して前記軸受け部材と相対する側に設けられ、前記蓋部及び軸受け部材を一体的にスライド可能とするための縦長部材と、母材を投入する側を上流側、母材を排出する側を下流側としたとき、前記はんだ槽に搬送される前記母材に所定のテンションを加えるため当該はんだ槽の上流側に設けられた第1搬送部と、テンションが加えられた前記母材を前記はんだ槽から所定の速度で引き上げながら搬送するための当該はんだ槽の下流側に設けられた第2搬送部と、前記第2搬送部によって前記はんだ槽から引き上げられた直後の前記母材に、前記溶融はんだの組成に対応した溶融温度以上に設定された温度及び所定の流量の熱ガスを吹き付ける吹付部と、前記熱ガスの温度及び流量を制御することによって前記母材から溶融はんだを削ぎ落として、当該母材に被覆された膜厚を制御する制御部とを備えるものである。

【0016】

本発明に係る溶融はんだ薄膜被覆装置によれば、溶融はんだの組成に対応した母材から余分な溶融はんだを削ぎ落とすことができる所以、母材へ被覆される溶融はんだの膜厚を均一かつ数μm単位に制御できるようになる。

【0018】

請求項2に記載の溶融はんだ薄膜被覆装置は、請求項1において、前記制御部によって膜厚が制御された前記母材を冷却する冷却部を有するものである。

【0019】

請求項4に記載の溶融はんだ薄膜被覆装置は、請求項1において、前記熱ガスには、不活性ガスが使用されるものである。

【0021】

請求項4に記載の薄膜はんだ被覆部材は、母材と、この母材を被覆する溶融はんだからなる被覆層とを備えた薄膜はんだ被覆部材であって、所定の温度に加熱された溶融はんだ

10

20

30

40

50

が不活性雰囲気中のはんだ槽内に収容されこのはんだ槽内に所定のテンションが加えられた状態で、はんだ槽の上部を覆う蓋部に一体的に設けられ前記母材をUターンさせるためのローラーを軸支する軸受け部材及び縦長部材を介して洗浄後の母材が所定速度で搬送されることで、前記母材が溶融はんだ槽中に浸漬されるとともに、前記はんだ槽より引き上げられた直後の前記母材に、前記溶融はんだの組成に対応した溶融温度以上に設定された温度及び所定の流量となされた熱ガスを吹き付けて前記母材から溶融はんだを削ぎ落とすことで、前記被覆層が所定の膜厚となされたものである。

【0022】

請求項5に記載の薄膜はんだ被覆部材の製造方法は、所定の温度に加熱された溶融はんだで洗浄後の母材を被覆し、その後、当該母材を冷却することにより薄膜はんだ被覆部材を製造する方法であって、前記溶融はんだが収容された不活性雰囲気中のはんだ槽内に、所定のテンションが加えられた母材を、所定の速度で搬送して、はんだ槽の上部を覆う蓋部に一体的に設けられ前記母材をUターンさせるためのローラーを軸支する軸受け部材及び縦長部材を介して浸漬する工程と、前記はんだ槽内に浸漬された前記母材を当該はんだ槽から引き上げる工程と、引き上げ直後の前記母材に、前記溶融はんだの組成に対応した溶融温度以上に設定された温度及び所定の流量となるように制御された熱ガスを吹き付けて当該母材から溶融はんだを削ぎ落とすことにより、前記薄膜はんだ被覆部材への溶融はんだの膜厚を制御する工程とを有するものである。

【発明の効果】

【0023】

本発明に係る溶融はんだ薄膜被覆装置によれば、溶融はんだ槽から引き上げられた母材に溶融はんだの組成に対応した溶融温度以上の温度及び所定の流量の熱ガスを吹き付ける吹付部を備えるものである。

【0024】

この構成によって、母材から余分な溶融はんだを削ぎ落とすことができるので、母材へ被覆される溶融はんだの膜厚を均一かつ数 μm 単位に制御できるようになる。これにより、従来方式に比べて膜厚の薄い薄膜はんだメッキを実現できるようになる。

【0025】

本発明に係る薄膜はんだ被覆部材及びその製造方法によれば、従来方式に比べて膜厚の薄いはんだ層を有した薄膜はんだ被覆部材を製造できるようになる。これにより、携帯電話機や、ゲーム機等の電子回路のシールドケース等の素材を提供できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明に係る実施形態としての薄膜はんだ被覆部材製造システム#1の構成例を示す断面図である。

【図2】吹付部19におけるガスノズル91, 92の配置例を示す斜視図である。

【図3】ガスノズル91, 92による熱ガスブロー時の機能例を示す正面図である。

【図4】溶融はんだ薄膜被覆装置100の制御系の構成例を示すブロック図である。

【図5】多元系はんだ組成に対応した熱ガスブロー時の温度値及び流量値の格納例を示す表図である。

【図6】薄膜はんだ被覆部材10の構成例を示す断面図である。

【図7】(A)～(C)は、薄膜はんだ被覆部材10の形成例(その1)を示す工程図である。

【図8】(A)及び(B)は、薄膜はんだ被覆部材10の形成例(その2)を示す工程図である。

【図9】薄膜はんだ被覆部材10の形成例(その3)を示す工程図である。

【図10】(A)及び(B)は、熱ガスブロー有無における薄膜はんだ被覆部材10の表面観察例を示す写真線画図である。

【図11】(A)及び(B)は、熱ガスブロー有無における薄膜はんだ被覆部材10の断面観察例を示す写真線画図である。

10

20

30

40

50

【図12】(A)は熱ガスブロー無しにおける薄膜はんだ被覆部材30の断面の画像例を示す写真図及び、(B)～(I)はその元素マッピング画像例を示す写真線画図である。

【図13】(A)は、熱ガスブロー無しにおける薄膜はんだ被覆部材30の断面の画像例を示す写真線画図及び(B)は、その点分析例を示す表図である。

【図14】(A)は熱ガスブロー有りにおける薄膜はんだ被覆部材10の断面の画像例を示す写真線画図及び、(B)～(I)はその元素マッピング画像例を示す写真線画図である。

【図15】(A)は、熱ガスブロー有りにおける薄膜はんだ被覆部材10の断面の画像例を示す写真線画図及び(B)は、その点分析例を示す表図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0027】

以下、図面を参照しながら、本発明に係る実施の形態としての溶融はんだ薄膜被覆装置、薄膜はんだ被覆部材及びその製造方法について説明する。図1に示す薄膜はんだ被覆部材製造システム#1は、薄膜はんだ被覆部材10を製造するシステムであり、洗浄槽11、乾燥部12、第1搬送部13及び溶融はんだ薄膜被覆装置100を備えている。以下で、母材の一例となる条部材31を投入する側(部材供給側)を上流側としたとき、条部材31が流れて行く(進行する)方向を下流側という。

【0028】

条部材31は図示しない部材供給部を構成する、例えば、巻付用のリール等にロール状に巻かれている。条部材31は所定の幅を有し、かつ、長尺状を有した銅部材、洋白や、コバール部材等から構成される。本例においては、母材として長尺のコバール部材を用いた。

20

【0029】

図1において、洗浄槽11は部材供給部の下流側に設けられ、洗浄槽11には洗浄用の液体11aが収容されている。洗浄用の液体11aにはイソプロピルアルコール(IPA)等が使用される。洗浄槽11の下流側には乾燥部12が設けられる。乾燥部12にはブロアーが使用される。乾燥部12の下流側には第1搬送部13が設けられる。第1搬送部13には制動用のローラー部材が使用される。制動用のローラー部材は、例えば、通常の従動ローラーに比べて上・下ローラーのニップ部位の圧着力が高めに設定されている。

【0030】

30

後述する第2搬送部23に設けられた駆動式のローラー部材で条部材31を搬送するとともに、この第1搬送部13の制動用のローラー部材で、条部材31に所定のテンションを付与し、所定の速度で条部材が搬送されるようになされている。この目的のために第1搬送部13の制動用のローラー部材に駆動用のモーターを設けても良いし、駆動用のモーターは設けずに第2搬送部23に設けられた駆動式のローラー部材に対して従動するようにも良い。本例の場合には、第1搬送部13の制動用のローラー部材は、従動するものとして説明する。

【0031】

<溶融はんだ薄膜被覆装置100の構成例>

図1に示した第1搬送部13の下流側には溶融はんだ薄膜被覆装置100が配置されている。溶融はんだ薄膜被覆装置100は、洗浄後の条部材31を取り込み、所定の温度に加熱された多元系の溶融はんだ7(溶融はんだ)で条部材31を被覆し、その膜厚を制御した後に、当該条部材31を冷却した薄膜はんだ被覆部材10を排出するものである。

40

【0032】

溶融はんだ薄膜被覆装置100は箱体を成す本体部101を有しており、本体部101はその天板部位の所定の位置に開口部104を有している。この開口部104を境にして左側と右側とに搬送路が分かれている。当該本体部101の内部の左側面(上流側)には搬入口102が設けられ、その右側面(下流側)には搬出口103を備えている。

【0033】

開口部104を境にした本体部101の内・外部にかけて、部品取付用の縦長部材14

50

が設けられている。縦長部材 14 には従動式の搬送ローラー 46 及びガイド用の 2 つの突起部 42, 43 や、図示しないスライド部材等を有している。搬送ローラー 46 は縦長部材 14 の斜め右上方に取り付けられる。

【 0034 】

縦長部材 14 の左側の本体部 101 の背面側には 2 個の従動式の搬送ローラー 44, 45 が取り付けられ、その右側の背面側にも、2 個の従動式の搬送ローラー 47, 48 が取り付けられている。本体部 101 の内部には、予備加熱部 15、チャンバー 16、はんだ槽 17、吹付部 19、冷却部 20 及び制御部 50 が設けられている。

【 0035 】

予備加熱部 15 は搬入口 102 の下流側であって、2 個の搬送ローラー 44, 45 の間に設けられている。予備加熱部 15 にはエアーヒーターが使用される。搬送ローラー 45 の下流側にはチャンバー 16 及びはんだ槽 17 が配置されている。

【 0036 】

はんだ槽 17 には溶融はんだの一例を構成する多元系はんだ組成の溶融はんだ 7 が収容されている。溶融はんだ 7 には、例えば、鉛 (Pb)、銀 (Ag)、ビスマス (Bi)、インジウム (In)、錫 (Sn) から成る五元系はんだ組成 (Pb - 0.5Ag - 3Bi - 2In - 4Sn : はんだ # 6064 (千住金属工業社製)) が使用される。溶融はんだ 7 の溶融温度は 295 度である。

【 0037 】

はんだ槽 17 の上部を覆うようにチャンバー 16 が取り付けられ、チャンバー 16 内には窒素 (N2) ガス等の不活性ガスが充満されている。この例で、チャンバー 16 の上部には蓋部 60 が設けられており、蓋部 60 には 2 つの開口部 61, 62 が設けられ、条部材 31 に対して、開口部 61 ははんだ槽 17 への入口部、開口部 62 ははんだ槽 17 からの出口部を構成する。

【 0038 】

はんだ槽 17 内には従動式の搬送ローラー 41 が設けられる。搬送ローラー 41 は本体部 101 の前後で軸受け部材 65 に軸支されている。軸受け部材 65 は蓋部 60 に一体的に取り付けられており、さらに上下方向にスライド自在に縦長部材 14 に支持されている。すなわち、縦長部材 14 、蓋部 60 及び軸受け部材 65 は、一体的に上下方向にスライド可能となっている。

【 0039 】

搬送ローラー 41 には、はんだ食われを防止するために、カーボン (炭素) ローラーが使用される。上述の条部材 31 は開口部 61 から搬送ローラー 41 で U ターンし、開口部 62 に至る。なお、チャンバー 16 の内側面に図示しない超音波ホーンを取り付けても良い。超音波ホーンを用いると母材のはんだ付け部に付着している酸化膜や汚れを強力な振動で剥がし取り、はんだを金属的に付着させることができる。

【 0040 】

チャンバー 16 の上部には吹付部 19 が取り付けられている。吹付部 19 には熱ガスを出射する広角平口のエアーナイフ又はガスノズル 91, 92 (図 2 参照) が使用される。熱ガスには、窒素等の不活性ガスが使用される。

【 0041 】

吹付部 19 の上部側には冷却部 20 が設けられている。この例で、冷却部 20 は第 1 ファン 21 及び第 2 ファン 22 を有している。第 1 ファン 21 は、縦長部材 14 の下方付近に設けられる。第 2 ファン 22 は本体部 101 の上部側に露出した縦長部材 14 の上方部位に取り付けられる。第 1 ファン 21 及び第 2 ファン 22 には冷却用のプロペラ式や、シロッコ式等の送風機が使用される。

【 0042 】

この例で、搬送ローラー 47 と搬送ローラー 48 との間であって、本体部 101 の内部の天板部位から懸垂する形態で第 2 搬送部 23 が設けられる。第 2 搬送部 23 には駆動式のローラー部材が使用される。ローラー部材には図示しないモーターが係合される。

10

20

30

40

50

【0043】

条部材31の経路は開口部104から搬送ローラー46でUターンし、開口部104を再度通過して搬送ローラー47に至る。上述の5個の搬送ローラー44, 45, 46, 47, 48には金属ローラーや、耐熱性のゴムローラー、樹脂ローラー等の従動式のローラー部材が使用される。

【0044】

上述の本体部101の所定の位置には制御部50が設けられる。制御部50には予備加熱部15や、はんだ槽17、吹付部19、第1ファン21、第2ファン22、第2搬送部23等が接続される。装置外部の乾燥部12の制御及び第1搬送部13が駆動用のモーターを備え、このモーターの制御をする必要がある場合、制御部50には、当該乾燥部12及び第1搬送部13を駆動するモーター等が接続される。本例の場合は、第1搬送部13は従動ローラーの場合であり、以下、制御部50が乾燥部12を含めてこれらを一括制御する場合について説明する。

【0045】

ここで、図2及び図3を参照して、吹付部19におけるガスノズル91, 92の配置例及びそれらの機能例について説明する。図2に示す吹付部19には1組のガスノズル91, 92が設けられる。各々のガスノズル91, 92は広角平口を有しており、膜厚制御時、熱ガスブローによりはんだ槽17で被膜した条部材31から余剰の被膜した溶融はんだ7を削ぎ落すようになされる(図3参照)。ガスノズル91, 92には、例えば、ステンレス製のフラットノズル(シルベント社製のSilvent971)が使用される。

【0046】

ガスノズル91は、ノズル本体部901及び導管93を有している。ノズル本体部901の一端は広角平口部903となされている。広角平口部903の開口幅は、本例の場合、条部材31の幅にほぼ等しい長さに設定されている。ノズル本体部901の他端には導管93が接続され、当該導管93にはN2ガスが導かれる。導管93には図4に示すヒーター95が取り付けられ、N2ガスの温度は、溶融はんだ7の溶融温度以上に設定される。本例の場合、はんだの溶融温度は295度であるから、温度300程度に加熱するようになされる。導管93には、図4に示す流量調整バルブ97を介してN2ポンベ99等が接続される。

【0047】

ガスノズル92は、ノズル本体部902及び導管94を有している。ノズル本体部902の一端はガスノズル91と同様にして広角平口部904となされている。広角平口部904の開口幅は、本例の場合、条部材31の幅にほぼ等しい長さに設定されている。ノズル本体部902の他端には導管94が接続され、当該導管94には同様にしてN2ガスが導かれる。導管94には同様にしてヒーター96が取り付けられ、N2ガスを温度300程度に加熱する。導管94は、流量調整バルブ98を介してN2ポンベ99に接続される。上述のように広角平口部903, 904の開口幅は、本例の場合、条部材31の幅にほぼ等しい長さに設定したが、必要に応じて、開口幅は設定できるものである。

【0048】

ガスノズル91, 92の広角平口部903, 904の吹き出し温度(先端温度)は、溶融はんだの溶融温度以上に設定される。上述の例で、300程度に維持される。本例の場合、ガスノズル91は、その広角平口部903が条部材31の搬送面に平行となるように配置され、ガスノズル92も、その広角平口部904が条部材31の搬送面に平行となるように配置される。この平行配置は熱ガスを条部材31の搬送面に均等に吹き付けるためである。

【0049】

図3において、白抜き矢印は所定の搬送速度で移動する条部材31の搬送方向である。図3に示す吹付部19によれば、ガスノズル91が条部材31の左側に配置され、水平線Lhに対して角度+__(時計回りプラス基準)だけ傾けた状態で、図示しない固定部材に取り付けられる。ガスノズル92は条部材31の右側に配置され、反対に水平線Lhに対

10

20

30

40

50

して角度 - (同基準)だけ傾けた状態で、図示しない固定部材に取り付けられる。

【0050】

ガスノズル91は、図示しない流量調整バルブ97, 98によって調整された熱ガスを条部材31の左側面に向けて吹き出すようになされる。ガスノズル92は流量調整バルブ97, 98によって調整された熱ガスを条部材31の右側面に向けて吹き出すようになされる。これにより、所定の搬送速度で搬送される条部材31の左・右側の両面から熱ガスプロー(条部材31の両面プロー)により、はんだ槽17から引き上げ直後の余分な溶融はんだ7を削ぎ落とすことができる。従って、片面2μm~5μmレベルから更に薄膜化に向けた、薄膜はんだ溶融メッキ制御を実現できるようになる。

【0051】

なお、上述のように広角平口部903, 904の開口幅は、本例の場合、条部材31の幅にほぼ等しい長さに設定したが、必要に応じて、設定できるものである。また、ガスノズル91, 92の配置は、本例では条部材31の搬送面に平行となるように配置したが、条部材31に対して所定の角度を持って配置しても良いし、また、条部材31に対する熱ガスの吹き付け角度()は必要に応じて可変させても良い。

【0052】

続いて、図4及び図5を参照して、溶融はんだ薄膜被覆装置100の制御系の構成例について説明する。図4に示す溶融はんだ薄膜被覆装置100によれば、制御部50には、予備加熱部15や、はんだ槽17、吹付部19、第1ファン21、第2ファン22、第2搬送部23等の他に、乾燥部12、操作部24及びモニタ28が接続されている。

【0053】

制御部50は、システム全体を制御するために、例えば、ROM51(Read Only Memory)、RAM52(Random Access Memory)、中央演算装置(Central Processing Unit:以下CPU53という)及びメモリ部54を有している。ROM51には、例えば、薄膜はんだ被覆部材製造システム#1の全体を制御するためのシステムプログラムDpが格納されている。

【0054】

制御部50は、操作部24の起動操作により、ROM51に記憶されているシステムプログラムDpを読み出してRAM52に展開し、ここに展開されたシステムプログラムDpに従って、薄膜はんだ被覆部材製造システム#1を起動する。制御部50にはインフリッヂ工業製のDFC-100L型のコントローラが使用される。

【0055】

操作部24は図示しないテンキーやタッチパネル等のキー入力部を有している。操作部24は、薄膜はんだ被覆部材10の膜厚制御時、多元系はんだ組成に対応した膜厚制御条件等を設定する際に操作される。薄膜はんだ被覆部材10の膜厚制御条件には、溶融はんだ7の溶融温度、熱ガスの流量や温度等が含まれる。

【0056】

例えば、五元系はんだ組成の#6064はんだに対応した条部材31の予熱温度、溶融はんだ7の溶融温度、N2ガスの流量値及び熱ガスの温度値等を設定する操作がなされる。操作部24で操作設定された膜厚制御条件は操作データD24として制御部50に出力される。この例で、操作部24で設定された多元系はんだの組成に対応した膜厚制御条件を示す操作データD24がCPU53を介してRAM52等に記憶される。

【0057】

モニタ28は液晶表示装置(LCD)から構成され、表示データD28に基づいて多元系はんだの組成に対応し膜厚制御条件等をモニタ28に表示する。表示データD28は、膜厚制御時、多元系はんだ組成に対応したN2ガスの流量値や、熱ガスの温度値を表示するためのデータであり、制御部50からモニタ28へ出力される。上述のメモリ部54には薄膜はんだ被覆部材10の膜厚制御に必要な多元系はんだ組成の溶融はんだ7に対応した制御データD54が格納されている。図5に示す表図によれば、メモリ部54には条部材31への溶融はんだ7の目標の膜厚 t [μm]、吹付部19における熱ガス、例えば、

10

20

30

40

50

N2ガスの流量Q [N L / min]、熱ガスの温度T [] 等の記述欄が設けられている。

【 0 0 5 8 】

目標の膜厚 $t = 1.5 \sim 2.0$ [μm] に対してN2ガスの流量値Q 1 及び熱ガスの温度値T 1 が記述される。目標の膜厚 $t = 1.0 \sim 1.5$ [μm] に対してN2ガスの流量値Q 2 及び熱ガスの温度値T 2 が記述される。目標の膜厚 $t = 0.5 \sim 1.0$ [μm] に対してN2ガスの流量値Q 3 及び熱ガスの温度値T 3 が記述される。目標の膜厚 $t = 0.0 \sim 0.5$ [μm] に対してN2ガスの流量値Q 4 及び熱ガスの温度値T 4 が記述される。メモリ部5 4 に記述される流量値Q 1 や、熱ガスの温度値T 1 等は、実験で確かめた経験値が記述される。

【 0 0 5 9 】

例えば、条部材3 1 が銅部材でその搬送速度が3 m / minで、多元系はんだ組成の溶融はんだ7に、五元系はんだ組成 (Pb - 0.5 Ag - 3 Bi - 2 In - 4 Sn) のはんだ # 6 0 6 4 を使用した場合、その溶融温度が295 度、目標の膜厚 $t = 1.5 \sim 2.0$ [μm] に対してN2ガスの流量値Q 1 = 60 N L / min及び、熱ガスの温度値T 1 = 300 が記述される。

【 0 0 6 0 】

この例では、目標の膜厚 t [μm] に対応するN2ガスの流量Q [N L / min] や、熱ガスの温度T [] 等は、制御データD 54としてメモリ部5 4 から読み出し可能となっている。溶融はんだ7の目標の膜厚 t [μm] は操作部2 4 を介して制御部5 0 に設定される。制御部5 0 は、溶融はんだ7の組成に対応した熱ガスの温度T 及びN2の流量Qを吹付部1 9 に設定し、条部材3 1 から溶融はんだ7を削ぎ落とすことにより、当該条部材3 1 への溶融はんだ7の膜厚を制御するようになされる。

【 0 0 6 1 】

制御部5 0 の内部のメモリ容量が不足する場合は、外部記憶装置を接続して目標の膜厚 t に対するN2ガスの流量値及び熱ガスの温度値等を測定し、測定途中のデータを記憶するようにしてもよい。外部記憶装置には(株)キーエンス製のGR - 3500型のデータロガーが使用される。

【 0 0 6 2 】

制御部5 0 は、操作データD 2 4 に基づくフィードフォワード制御により膜厚制御を実行する。例えば、条部材3 1 への溶融はんだ7の目標の膜厚 t [μm] をアドレスにして、溶融はんだ7の組成に対応した熱ガスの温度T 及び流量Qを示す制御データD 5 4 をメモリ部5 4 から読み出す。制御部5 0 は、例えば、溶融はんだ7として五元系の溶融はんだ7 (# 6 0 6 4 はんだ)の材料名をヘッダ情報として記述し、制御データD 5 4 をヘッダ情報に付加したデータストリーム形式の吹付制御データD 1 9 を熱ガス調整部9 0 に設定する。

【 0 0 6 3 】

例えば非接触型の測定機器を利用して、リアルタイムに条部材3 1 への溶融はんだ7の被覆量(膜厚量)を検知できるのであれば、条部材3 1 への溶融はんだ7の被覆量検知に基づくフィードバック制御により膜厚制御を実行してもよい。フィードバック制御によれば、条部材3 1 への溶融はんだ7の膜厚が多い場合は、熱ガスの温度T 及びN2の流量Qをいずれも高く設定して条部材3 1 から削ぎ落とす溶融はんだ7を多くする。反対に、条部材3 1 への溶融はんだ7の膜厚が少ない場合は、熱ガスの温度T 及びN2の流量Qをいずれも低く設定して条部材3 1 から削ぎ落とす溶融はんだ7を少なくする。

【 0 0 6 4 】

上述の制御部5 0 は表示データD 2 8 に基づいてモニタ2 8 を表示制御したり、操作部2 4 から操作データD 2 4 を入力して、乾燥部1 2 や予備加熱部1 5 、はんだ槽1 7 、第1ファン2 1 、第2ファン2 2 、第2搬送部2 3 、熱ガス調整部9 0 等の入出力を制御する。

【 0 0 6 5 】

乾燥部1 2 は、制御部5 0 からプロアー制御信号S 1 2 を入力し、プロアー制御信号S

10

20

30

40

50

12に基づいて洗浄後の条部材31にエアーを吹き付けて乾燥する。プロアー制御信号S12は乾燥部12に装備された、図示しないプロアーを駆動する信号であり、制御部50から乾燥部12へ出力される。

【0066】

第2搬送部23は、条部材搬送時、制御部50からローラー駆動信号S23を入力し、ローラー駆動信号S23に基づいて従動する第1搬送部13との協働により条部材31に所定のテンションを維持しながら、当該条部材31を溶融はんだ薄膜被覆装置100に送出する。ローラー駆動信号S23は第2搬送部23に装備された、図示しない駆動ローラーを回転するためのモーターを駆動する信号であり、制御部50から第2搬送部23へ出力される。

10

【0067】

予備加熱部15は、制御部50からヒーター駆動信号S15を入力し、ヒーター駆動信号S15に基づいて洗浄後の条部材31に熱風を吹き付けて加熱する。ヒーター駆動信号S15は予備加熱部15に装備された図示しないエアーヒーターを駆動する信号であり、制御部50から予備加熱部15へ出力される。

【0068】

はんだ槽17は、制御部50からはんだ槽制御信号S17を入力し、はんだ槽制御信号S17に基づいて多元系組成のはんだ(#6064等)を加熱し、溶融温度273~295程度の溶融はんだ7とする。はんだ槽制御信号S17ははんだ槽17に装備された、図示しないヒーターを駆動する信号であり、制御部50からはんだ槽17へ出力される。

20

【0069】

吹付部19は、ガスノズル91, 92の他に熱ガス調整部90、ヒーター95, 96、流量調整バルブ97, 98及びN2ポンベ99を有している。流量調整バルブ97, 98にはN2ポンベ99が接続され、N2ガスをガスノズル91, 92に供給する。この例では、溶融はんだの溶融温度がガスノズル91, 92の先端の温度を溶融はんだの溶融温度が273~295であるときには300とするために、ガスノズル91, 92のノズル本体の温度、及び、ヒーター95, 96の発熱温度が決定される。

【0070】

熱ガス調整部90は、膜厚制御時、制御部50から吹付制御データD19を入力し、はんだ槽17から引き上げられた直後の条部材31に吹付制御データD19に基づいて熱ガスを吹き付けるようになされる。吹付制御データD19には、流量調整バルブ97, 98を回転するための図示しないモーターを駆動するデータや、N2ガスを加熱するためのヒーター95, 96を駆動するデータ等が含まれる。吹付制御データD19は制御部50から熱ガス調整部90へ出力される。熱ガス調整部90は、吹付制御データD19をデコードしてヒーター駆動信号S95, S96及びバルブ調整信号S97, S98を発生する。

30

【0071】

ヒーター95は熱ガス調整部90からヒーター駆動信号S95を入力し、ヒーター駆動信号S95に基づく目標温度(300)となるように導管93(図2, 3参照)を介してN2ガスを加熱する。ヒーター96は熱ガス調整部90からヒーター駆動信号S96を入力し、ヒーター駆動信号S96に基づく目標温度となるように導管94(図2, 3参照)を介してN2ガスを加熱する。

40

【0072】

流量調整バルブ97は熱ガス調整部90からバルブ調整信号S97を入力し、バルブ調整信号S97に基づく目標の流量値となるようにN2ガスの流量Qを調整する。流量調整バルブ98は熱ガス調整部90からバルブ調整信号S98を入力し、バルブ調整信号S98に基づく目標の流量値となるようにN2ガスの流量Qを調整する。

【0073】

第1ファン21は、条部材搬送時、制御部50からファン制御信号S21を入力し、ファン制御信号S21に基づいて膜厚調整後の条部材31の一方の側に、本体部101の内部(内部温度)のエアーを送風して当該条部材31を冷却する。ファン制御信号S21は

50

第1ファン21に装備された図示しないモーターを駆動する信号であり、制御部50から第1ファン21へ出力される。

【0074】

第2ファン22は、条部材搬送時、制御部50からファン制御信号S22を入力し、ファン制御信号S22に基づいて膜厚調整後の条部材31の他方の側に、本体部101の上部(室温)のエアーを送風して当該条部材31を冷却する。ファン制御信号S22は第2ファン22に装備された図示しないモーターを駆動する信号であり、制御部50から第2ファン22へ出力される。これらにより、溶融はんだ薄膜被覆装置100の制御系を構成する。

【0075】

<薄膜はんだ被覆部材10の構成例>

続いて、図6を参照して、薄膜はんだ被覆部材10の構成例について説明する。図6に示す薄膜はんだ被覆部材10は、所定の厚みtの条部材31と、その条部材31の表裏を被覆する膜厚tのはんだ層7'を備えている。

【0076】

はんだ層7'は薄膜はんだ被覆部材製造システム#1において、溶融はんだ7の膜厚が制御されて成るものであって、所定の温度(295)に加熱された溶融はんだ7が収容され、当該溶融はんだ7を収容したはんだ槽17内に条部材31が浸漬され、はんだ槽17内に浸漬された条部材31を、はんだ槽17から引き上げられ、引き上げ直後の条部材31に、溶融はんだ7の組成に対応した溶融温度以上の温度T及び所定の流量QNL/minの熱ガスを吹き付けられて当該条部材31から溶融はんだ7を削ぎ落とされることにより条部材31の表裏に残留したものである。

【0077】

<薄膜はんだ被覆部材10の製造方法>

続いて、図7～図9を参照して、図6に示した薄膜はんだ被覆部材10の形成例(その1～5)について説明する。この例では、図1～図5に示した薄膜はんだ被覆部材製造システム#1を利用して273～295程度の温度に加熱された、五元系はんだ組成の溶融はんだ7(#6064はんだ)で条部材31を被覆し、その後、膜厚制御した後、当該条部材31を冷却することにより、薄膜はんだ被覆部材10を製造する場合を前提とする。

【0078】

まず、図7の(A)において、薄膜はんだ被覆部材10の母材となる条部材31を準備する。条部材31には、長尺状のコバール(KOV-H:Fe-Ni-Co)部材をロール状に巻いたものを準備する。コバール部材は、金属の中で熱膨張率が常温付近で低く、硬質ガラスに近いので、硬質ガラスの封着や、ICリードフレームに適用して好適である。

【0079】

条部材31が準備できたら、薄膜はんだ被覆部材製造システム#1に条部材31をセットする。この例では、最初に手作業で、図示しない部材供給部から条部材31を繰り出して洗浄槽11に導き、図7の(B)において条部材31を洗浄可能な状態にセットする。その後、条部材31の先端部を乾燥部12及び、第1搬送部13を経由して、溶融はんだ薄膜被覆装置100の内部へ導く。

【0080】

この例では、溶融はんだ薄膜被覆装置100内において、はんだ槽17からガスノズル91, 92へ向けて条部材31を垂直(鉛直)方向に取り出すために、更に、手作業で、搬入口102から本体部101の内部に導いた条部材31を搬送ローラー44、予備加熱部15、搬送ローラー45、突起部42、はんだ槽17内の搬送ローラー41、縦長部材14の突起部43、搬送ローラー46、本体部101の内部の搬送ローラー47、第2搬送部23及び搬送ローラー48に至り搬出口103から排出するようにセットする。

【0081】

10

20

30

40

50

このとき、搬送ローラー41の軸受け部材65を縦長部材14に収納する形態（スライド部材に沿って）で、チャンバー16上部の蓋部60と共に引き上げ、はんだ槽17内から搬送ローラー41を上部へ露出する。そして、条部材31の先端部（往路）を蓋部60の開口部61に通し、その後、当該条部材31の先端部を搬送ローラー41に巻き付ける。そして、条部材31の先端部（復路）を開口部62に通す。

【0082】

その後、縦長部材14から軸受け部材65をスライドさせて降下させ、はんだ槽17の内部に搬送ローラー41に巻き付けた状態の条部材31を埋没させる。これにより、搬送ローラー41に巻き付けられた条部材31を垂直（鉛直）方向に取り出せるようになる。なお、薄膜はんだ被覆部材製造システム#1における自動化の前処理が完了するが、最初の数mは、はんだ層の無い条部材31がそのまま排出される。

10

【0083】

作業者は、操作部24を操作して自動運転を行うためのデータを設定する。例えば、熱ガス調整部90には、制御部50から吹付制御データD19が設定される。吹付制御データD19は五元系はんだ組成の溶融はんだ7（#6064はんだ）に対応した熱ガスの温度値T1=300、及び、流量値Q1=60NL/minを吹付部19に設定するためのデータである。

【0084】

第2搬送部23には搬送速度=3m/minで条部材31を搬送するためのローラー駆動信号S23が設定される。はんだ槽17には溶融温度=295ではんだを溶融するためのはんだ槽制御信号S17が設定される。

20

【0085】

そして、操作部24を操作して薄膜はんだ被覆部材製造システム#1を起動すると、図7の（B）に示した洗浄槽11では洗浄用の液体11aによって条部材31の表裏や側面が洗浄される。その後、図7の（C）において、洗浄後の条部材31を乾燥する。このとき、乾燥部12はプロアーチ制御信号S12を入力し、プロアーチ制御信号S12に基づいて工場内のエアーを取り込み、洗浄後の条部材31の表裏や側面等に残留した洗浄用の液体を吹き飛ばして排気する。

【0086】

第1搬送部13ではローラー制動信号S13を入力し乾燥後の条部材31を溶融はんだ薄膜被覆装置100内へ搬入する際に、ローラー制動信号S13に基づいてテンション（張力）を掛けるためにその搬送負荷を重くする。また、第2搬送部23では第1搬送部13によってテンションが掛けられた状態の条部材31を引っ張るように、設定された搬送速度で移動（搬送）する。第2搬送部23はローラー駆動信号S23に基づいて搬送速度=3[m/min]程度で条部材31を搬送する。

30

【0087】

次に、図8の（A）において、乾燥後の条部材31を予備加熱する。このとき、予備加熱部15はヒーター駆動信号S15を入力し、本体部101の内部に搬入された条部材31にヒーター駆動信号S15に基づく熱（温）風を加えて、残存アルコール成分を除去すると共に、条部材31自体の温度を高める（予備加熱する）。

40

【0088】

更に、図8の（B）において、溶融はんだ7が収容されたはんだ槽17に予備加熱後の条部材31を浸漬する。もちろん、チャンバー16内にはN2ガスが充満され、チャンバー16内がN2ガス雰囲気になれる。はんだ槽17は、はんだ槽制御信号S17を入力し、はんだ槽制御信号S17に基づいてはんだ槽17の溶融はんだ7の溶融温度を295に保持する。はんだ槽17の内部の搬送ローラー41では条部材31の搬送方向が下方から上方向へ反時計回りにUターンされる。

【0089】

また、はんだ槽17上のチャンバー16内のN2ガス雰囲気において、第2搬送部23がローラー駆動信号S23に基づいて連続して駆動されていることで、はんだ槽17から

50

条部材 3 1 が引き上げられる。その際に、第 1 搬送部 1 3 と第 2 搬送部 2 3 との間において、第 1 搬送部 1 3 が条部材 3 1 の搬送方向に対して制動を加え、第 2 搬送部 2 3 が条部材 3 1 を引っ張ることで、条部材 3 1 にテンションが加わった状態となされる。

【 0 0 9 0 】

次に、図 9において、引き上げ直後の条部材 3 1 に、溶融はんだ 7 の組成に対応した溶融温度以上の温度 T 及び所定の流量 Q の熱ガスを吹き付けて条部材 3 1 から溶融はんだ 7 を削ぎ落として、薄膜はんだ被覆部材 1 0 への溶融はんだ 7 の膜厚を制御する。この膜厚制御によれば、制御部 5 0 が熱ガス調整部 9 0 に吹付制御データ $D 1 9$ を出力して、溶融はんだ 7 の組成に対応した熱ガスの温度値 $T 1 = 3 0 0$ 、及び、流量値 $Q 1 = 6 0 \text{ N L} / \text{min}$ に設定し、条部材 3 1 から溶融はんだ 7 を削ぎ落とすようにガスノズル 9 1 , 9 2 を制御する。 10

【 0 0 9 1 】

ガスノズル 9 1 , 9 2 では、はんだ槽 1 7 から引き上げられた直後の条部材 3 1 に、五元系の溶融はんだ 7 (# 6 0 6 4 はんだ) の組成に対応した溶融温度以上の温度値 $T 1 = 3 0 0$ 、及び、所定の流量値 $Q 1 = 6 0 \text{ N L} / \text{min}$ の熱ガスを吹き付ける。これにより、当該条部材 3 1 への溶融はんだ 7 の膜厚が制御され、膜厚数 μm のはんだ層 7 ' で条部材 3 1 が被覆される。この膜厚数 μm のはんだ層 7 ' で被覆された条部材 3 1 は薄膜はんだ被覆部材 1 0 となる。

【 0 0 9 2 】

次に、薄膜はんだ被覆部材 1 0 (条部材 3 1) の一方の側 (片面) を冷却する。このとき、第 1 ファン 2 1 は、はんだ層 7 ' が被覆された条部材 3 1 に、ファン制御信号 $S 2 1$ に基づいて本体部 1 0 1 内のエアーを吹き付けて冷却する。そして、片面冷却後の薄膜はんだ被覆部材 1 0 の他方の側 (両面) を冷却する。このとき、薄膜はんだ被覆部材 1 0 は一旦、本体部 1 0 1 の上部に導かれ、第 2 ファン 2 2 は、片面冷却後の薄膜はんだ被覆部材 1 0 に、ファン制御信号 $S 2 1$ に基づいて本体部 1 0 1 の上部のエアーを吹き付けて冷却する。 20

【 0 0 9 3 】

このとき、搬送ローラー 4 6 は、薄膜はんだ被覆部材 1 0 の搬送方向を上方向から下方向へ時計回りに U ターンする。この U ターン搬送によって、両面冷却後の薄膜はんだ被覆部材 1 0 が、再び、本体部 1 0 1 の内部に取り込まれる。本体部 1 0 1 の内部では、薄膜はんだ被覆部材 1 0 が搬送ローラー 4 7 、第 2 搬送部 2 3 及び搬送ローラー 4 8 に至り、搬出口 1 0 3 から排出される。排出された薄膜はんだ被覆部材 1 0 は、例えば、空のリール等に巻き付けられる。これにより、図 6 に示した長尺状の薄膜はんだ被覆部材 1 0 を得ることができる。 30

【 0 0 9 4 】

続いて、図 1 0 及び図 1 1 を参照して、熱ガスブロー有無における薄膜はんだ被覆部材 1 0 , 3 0 の表面やその断面等の画像を比較しながら、五元系はんだ組成のはんだ層 7 ' (# 6 0 6 4 はんだ) の被覆状態例について説明をする。まず、図 1 0 の (A) 及び (B) を参照しながら、熱ガスブロー有無における薄膜はんだ被覆部材 1 0 , 3 0 の表面の状態例について説明する。薄膜はんだ被覆部材 1 0 , 3 0 は、本発明に係る薄膜はんだ被覆部材製造システム # 1 を使用して得たものである。 40

【 0 0 9 5 】

図 1 0 の (A) に示す写真図によれば、熱ガスブロー無しの場合であって、膜厚 3 0 μm のはんだ層 7 ' を有した薄膜はんだ被覆部材 3 0 の表面画像が得られた。その観察には表面分析機器 (SEM) を使用した。薄膜はんだ被覆部材 3 0 の表面画像は、倍率 5 0 倍 (以下で $\times 5 0$ と記述する) 、1 0 0 倍 ($\times 1 0 0$) 、5 0 0 倍 ($\times 5 0 0$) に拡大した 3 種類である。

【 0 0 9 6 】

図 1 0 の (B) に示す写真図によれば、熱ガスブロー有りの場合であって、上述の表面分析機器を使用して、膜厚 2 μm 以下のはんだ層 7 ' を有した薄膜はんだ被覆部材 1 0 を 50

観察し、その表面画像を得た。薄膜はんだ被覆部材10の表面画像も、倍率50倍($\times 50$)、100倍($\times 100$)、500倍($\times 500$)に拡大した3種類である。

【0097】

ここで熱ガスプローブ無し(30 μm 厚)の薄膜はんだ被覆部材30と、熱ガスプローブ有り(2 μm 以下厚)の薄膜はんだ被覆部材10とを比較すると、倍率50倍及び100倍の表面画像では、相違点が見られないが、倍率500倍の表面画像から明確なように、熱ガスプローブ有りの薄膜はんだ被覆部材10の表面状態は、凹凸が少なくなり平滑になっていることが確認できた。

【0098】

次に、図11の(A)及び(B)を参照して、熱ガスプローブ有無における薄膜はんだ被覆部材10, 30の断面の状態例について説明する。図11の(A)に示す写真図によれば、熱ガスプローブ無しの場合の薄膜はんだ被覆部材30の断面画像が得られた。その観察には上述の表面分析機器の断面撮像機能を利用した。薄膜はんだ被覆部材30の断面画像は、倍率900倍($\times 900$)、3000倍($\times 3000$)に拡大した2種類である。倍率900倍の断面画像から膜厚30 μm のはんだ層7'が確認できる。

10

【0099】

図11の(B)に示す写真図によれば、上述の表面分析機器を使用して熱ガスプローブ有りの場合の薄膜はんだ被覆部材10を観察し、その断面画像を得た。薄膜はんだ被覆部材10の断面画像も、倍率900倍($\times 900$)、3000倍($\times 3000$)に拡大した2種類である。倍率900倍の断面画像から膜厚2 μm 以下のはんだ層7'を確認できた。

20

【0100】

ここで熱ガスプローブ無し(30 μm 厚)の薄膜はんだ被覆部材30と、熱ガスプローブ有り(2 μm 以下厚)の薄膜はんだ被覆部材10とを比較すると、倍率900倍の断面画像において、薄膜はんだ被覆部材30では、10 μm 単位のスケール表示を基準にして、その約3倍の膜厚30 μm のはんだ層7'が確認できる。これに対して、薄膜はんだ被覆部材10によれば、10 μm 単位のスケール表示の1/5程度、すなわち、2 μm 以下のはんだ層7'が被着しているのが確認できる。

【0101】

また、倍率3000倍の断面画像では薄膜はんだ被覆部材30のはんだ層7'が視野から外れているが薄膜はんだ被覆部材10によれば、1 μm 単位のスケール表示からも明らかのように、その2倍程度の2 μm 以下のはんだ層7'が被着しているのが確認できた。

30

【0102】

次に、図12～図15を参照して、熱ガスプローブ有無における薄膜はんだ被覆部材10, 30の元素マッピング(Elemental mapping)画像やその点分析表を比較しながら、五元系はんだ組成のはんだ層7'(#6064はんだ)の元素分析結果を説明する。この元素マッピング画像はX線を用いた元素分析の一方法において、特定のエネルギーのX線の計数率を信号として電子プローブを走査することで各点からのX線放出量の違いを画像化したものである。

【0103】

例えば、試料上に電子ビームを二次元走査しながら各元素毎に固有のX線の強度を測定し、その強度に応じた輝度変調を、走査信号と同期させてモニタ上に表示させることにより、二次元の元素分布像を得る手法である(エネルギー分散型X線分光分析: Energy Dispersive X-ray Spectroscopy; EDS)。

40

【0104】

図12の(A)に示す電子顕微鏡画像は、熱ガスプローブ無しの場合であって、膜厚30 μm のはんだ層7'を有した薄膜はんだ被覆部材30の倍率5000倍の断面の画像である。図12の(B)～(I)に示す各々の元素マッピング画像は、熱ガスプローブ無しの場合であって、薄膜はんだ被覆部材30を構成する、鉄(Fe)の特性X線を示すK_a1線の画像、コバルト(Co)の特性X線を示すK_a1線の画像、ニッケル(Ni)の特性X線を示すK_a1線の画像、錫(Sn)の特性X線を示すL_a1線の画像、鉛(Pb)の特

50

性X線を示すMa1線の画像、ビスマス(Bi)の特性X線を示すMa1線の画像、インジウム(In)の特性X線を示すLa1線の画像、及び、銀(Ag)の特性X線を示すLa1線の画像である。

【0105】

ここで、Sn系合金にBiを添加したはんだは、従来から極めて広範囲な融点を持つはんだ合金が作成されることから、熱ガスプローブ無しの場合と、熱ガスプローブ有りの場合の両者についてBiの濃化について説明する。ここにBiの濃化とは、はんだ層7'が凝縮する際に融液部分にBiが集中して濃くなる現象をいう。Biの濃化の有無は、例えば、濃度10.0を基準にして検証する。Biの濃度が10.0を越える場合は濃化有りとし、Biの濃度が10.0未満である場合は濃化無しと判定する場合を例に採る。

10

【0106】

図12の(F)に示したPbのMa1線の画像及び、図12の(G)に示したBiのMa1線の画像によれば、ほぼ同等な元素マッピング画像が得られている(Biの濃度がPbの濃度とあたかも同程度に検出されて見える)。しかし、これはPbとBiのエネルギーのピークが近いためである。そこで、図13の(A)及び(B)に示す点分析において、Bi濃度の検証を行った。

【0107】

図13の(A)に示す電子顕微鏡画像において、熱ガスプローブ無しの場合のはんだ層7'に3点(スペクトル1～スペクトル3)、そのはんだ層7'と条部材31との境界部分に1点(スペクトル4)、条部材31に2点(スペクトル5、スペクトル6)の合計6点の位置に存在する元素Fe、Co、Ni、Ag、In、Sn、Pb、Biの割合(トータル=100、例えば、百分率%)を分析した。

20

【0108】

図13の(B)に示す表図によれば、横軸に元素Fe、Co、Ni、Ag、In、Sn、Pb、Biが記述され、縦軸にスペクトル1～6が記述されている。スペクトル1には、Fe、Co、Ni及びAgの各々=0.00、In=2.90、Sn=85.14、Pb=11.96及び、Bi=0.00が記述され、スペクトル2には、Fe、Co、Ni及びAgの各々=0.00、In=2.83、Sn=2.47、Pb=94.70及びBi=0.00が記述され、スペクトル3には、Fe、Co、Ni及びAgの各々=0.00、In=2.58、Sn=2.64、Pb=93.19及びBi=0.00が記述されている。

30

【0109】

スペクトル4には、Fe=2.49、Co=0.00、Ni=18.12、Ag=0.00、In=2.06、Sn=30.91、Pb=46.42及び、Bi=0.00が記述されている。スペクトル5には、Fe=3.87、Co=0.00、Ni=96.13、Ag、In、Sn、Pb及びBiの各々=0.00が記述され、スペクトル6には、Fe=52.96、Co=17.16、Ni=29.88、Ag、In、Sn、Pb及びBiの各々=0.00が記述されている。

【0110】

点分析の結果から元素マッピング画像で見られるような、はんだ層7'の中でBi濃化は見られないことがこの表図が示している。本発明のように熱ガスプローブ有りの場合でも、はんだ層7'の中でBi濃化は見られないことが確認された。以下で、熱ガスプローブ有りの場合における薄膜はんだ被覆部材10の元素マッピング画像やその点分析表を記載する。

40

【0111】

図14の(A)に示す電子顕微鏡画像は、熱ガスプローブ有りの場合であって、膜厚2μm以下のはんだ層7'を有した薄膜はんだ被覆部材10の倍率5000倍の断面の画像である。この画像によれば、熱ガスプローブ無しの場合に比べて、下地処理のNi-Snメッキが溶融はんだ7(#6064はんだ)へ拡散していることが確認された。これは、溶融はんだ7が熱ガスプローブ処理で高温(300)に曝されたことにより、NiやSn等の

50

拡散が進行したと考えられる。

【0112】

図14の(B)～(I)に示す各々の元素マッピング画像は、熱ガスブロー有りの場合であって、薄膜はんだ被覆部材10を構成する、FeのKa1線の画像、CoのKa1線の画像、NiのKa1線の画像、SnのLa1線の画像、PbのMa1線の画像、BiのMa1線の画像、InのLa1線の画像、及び、AgのLa1線の画像である。

【0113】

ここでも、図14の(F)に示したPbのMa1線の画像及び、図14の(G)に示したBiのMa1線の画像によれば、ほぼ同等な元素マッピング画像が得られている。しかし、これもPbとBiのエネルギーのピークが近いためである。そこで、図15の(A)及び(B)に示す点分析において、Bi濃度の検証を行った。

10

【0114】

図15の(A)に示す電子顕微鏡画像において、熱ガスブロー有りの場合のはんだ層7'に4点(スペクトル2～スペクトル5)の位置に存在する元素Ag、In、Sn、Pb、Biの割合(トータル=100、例えば、百分率%)を分析した。

【0115】

図15の(B)に示す表図によれば、横軸に元素Ag、In、Sn、Pb、Biが記述され、縦軸にスペクトル2～5が記述されている。スペクトル2には、Ag=0.00、In=2.74、Sn=4.24、Pb=93.02及びBi=0.00が記述され、スペクトル3には、Ag=0.00、In=2.64、Sn=3.50、Pb=87.58及びBi=3.90が記述されている。

20

【0116】

スペクトル4には、Ag=0.00、In=2.40、Sn=3.48、Pb=94.12及び、Bi=0.00が記述され、スペクトル5には、Ag=0.00、In=2.59、Sn=5.14、Pb=92.27、Bi=0.00が記述されている。上述の点分析の結果から、本発明のように熱ガスブロー有りの場合でも、はんだ層7'の中でBi濃化は見られないことが確認された。

【0117】

このように実施形態としての溶融はんだ薄膜被覆装置100によれば、はんだ槽17から引き上げられた条部材31に、例えば、五元系はんだ組成(Pb-0.5Ag-3Bi-2In-4Sn)に対応した温度値T1=300及び流量値Q1=60NL/minのN2ガスを吹き付ける吹付部19を備えるものである。

30

【0118】

この構成によって、五元系はんだ組成に対応した条部材31から余分な溶融はんだ7を削ぎ落とすことができるので、条部材31へ被覆される溶融はんだ7の膜厚を均一かつ2μm厚以下に制御できるようになった。これにより、従来方式に比べて膜厚の極めて薄い薄膜はんだメッキを実現できるようになった。しかも、生産タクトタイムの短縮、及び、生産トータルコストの低減を図ることができた。電気メッキや無電解メッキ等に依存することなく、短時間に母材に数ミクロン単位に薄く溶融はんだメッキを行うことができるようになった。

40

【0119】

また、実施形態としての薄膜はんだ被覆部材10及びその製造方法によれば、溶融はんだ7が収容されたはんだ槽17から引き上げ直後の条部材31に、溶融はんだ7(#6064はんだ)の組成に対応した溶融温度以上の温度値T1=300、及び、所定の流量値Q1=60NL/minのN2ガスを吹き付けて当該条部材31から溶融はんだ7を削ぎ落とすことにより、薄膜はんだ被覆部材10への溶融はんだ7の膜厚を制御するようになされる。

【0120】

この構成によって、従来方式に比べてコート面の安定性及び平坦性に優れた膜厚の薄いはんだ層7'を有した薄膜はんだ被覆部材10を製造できるようになった。これにより、

50

携帯電話機や、ゲーム機等の電子回路のシールドケース用の素材を再現性良く製造できるようになる。

【0121】

なお、溶融はんだ7については、#6064はんだの場合について説明したが、これに限られることはなく、五元系のPb-1Ag-8Bi-1In-4Sn、溶融温度250～297の#6038はんだ（千住金属工業社製）や、二元系のSn-5Sb、溶融温度240～243のM10はんだ（千住金属工業社製）や、三元系のSn-3Ag-0.5Cu、溶融温度217～220のM705はんだ（千住金属工業社製）等においても、本発明を適用できることは言うまでもない。

【0122】

また、ガスノズル91, 92の配設位置とチャンバー16の上部位置との間に、ホッパーや、ドレイン等のような構造物を設け、削ぎ落とされた溶融はんだ7の飛沫成分（飛沫物）を当該ホッパー等で回収し、当該構造物から延在するはんだ搬送路で積極的に、当該飛沫物をはんだ槽17に導く（戻す）ようにしてもよい。構造物を十分な温度に維持しておくことで、飛沫物の凝固が抑えられる。

【0123】

更に、N2ガス等による熱風は、溶融はんだ7の削ぎ落とし効果のみならず、エーカーテンの効果を有している。熱風により削ぎ落とされた飛沫物がエーカーテン機能によってガスノズル91, 92よりも上部へ飛散する事態を防止できるようになる。

【0124】

なお、はんだ槽として、噴流用のノズルを設け、当該ノズルより溶融はんだが噴流する形式のはんだ槽を用いても良い。この場合、はんだ表面に出来るはんだ酸化物、いわゆるドロス発生が抑制される効果がある。なお、溶融はんだ噴流熱風には不活性ガスに代えて通常のエアーを使用してもよい。この場合、飛沫物（酸化物）がはんだ槽17に落下しても、酸化物ははんだ槽17の溶融はんだ7の表面に漂い、溶融はんだ7と混ざることがなく、本体部101に酸化物が付着した場合であっても、ガスノズル91, 92で容易に落とすことができる。

【産業上の利用可能性】

【0125】

本発明は、熱ガスブローにより余分な溶融はんだを削ぎ落として薄膜はんだメッキを母材に施すことにより、薄膜はんだ被覆部材を製造するシステムに適用して極めて好適である。

【符号の説明】

【0126】

#1 薄膜はんだ被覆部材製造システム

1 条部材（母材）

7 溶融はんだ

7' はんだ層

10 薄膜はんだ被覆部材

11 洗浄槽

12 乾燥部

13 第1搬送部

14 縦長部材

15 予備加熱部

16 チャンバー

17 はんだ槽

19 吹付部

20 冷却部

21 第1ファン

22 第2ファン

10

20

30

40

50

2 3 第2搬送部

4 1 , 4 4 , 4 5 ~ 4 8 搬送ローラー

4 2 , 4 3 突起部

6 5 軸受け部材

7 1 噴流ノズル

9 0 熱ガス調整部

9 1 , 9 2 ガスノズル

9 3 , 9 4 導管

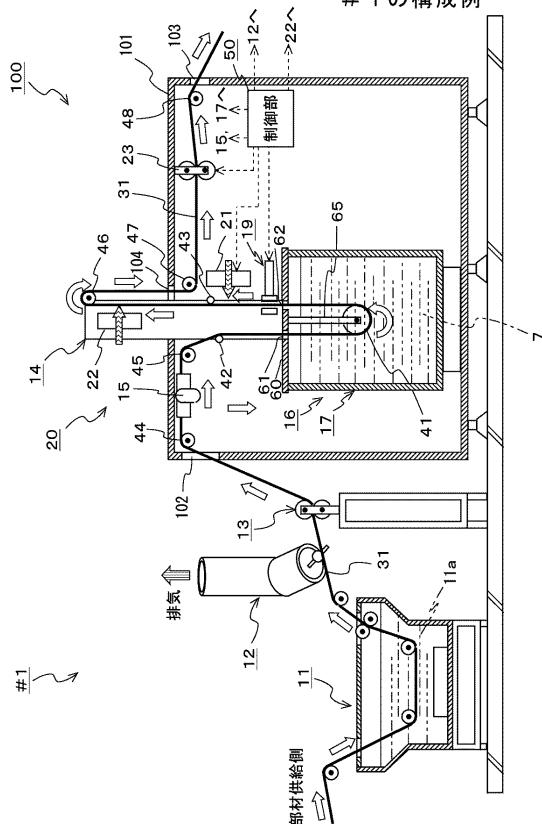
9 5 , 9 6 ヒーター

9 7 , 9 8 流量調整バルブ

1 0 0 溶融はんだ薄膜被覆装置

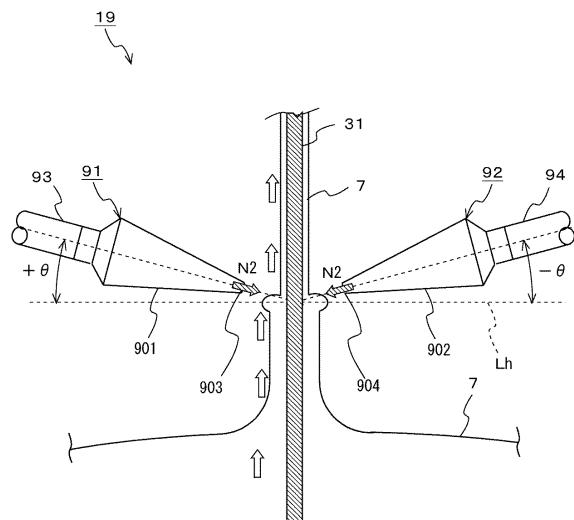
10

【図1】

実施形態としての薄膜はんだ被覆部材製造システム
#1の構成例

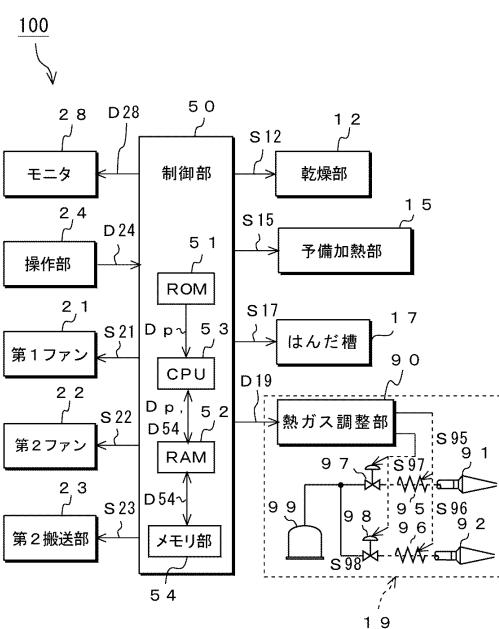
【図3】

熱ガスブローによる削ぎ落とし例



【図4】

溶融はんだ薄膜被覆装置100の制御系の構成例



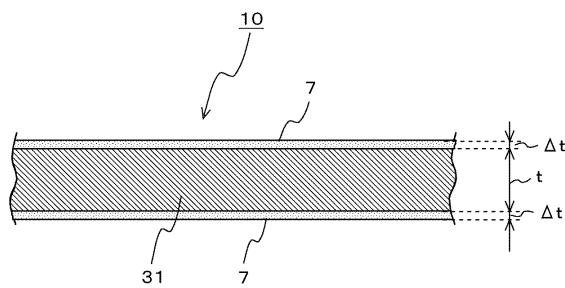
【図5】

熱ガスブロー時の温度及び流量の設定例

多元系はんだ組成の溶融はんだ		
目標の膜厚 Δt [μm]	N2ガスの流量 Q [NL/min]	熱ガスの温度 T [°C]
1.5~2.0	Q1	T1
1.0~1.5	Q2	T2
0.5~1.0	Q3	T3
0.0~0.5	Q4	T4

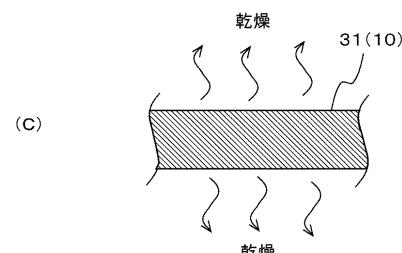
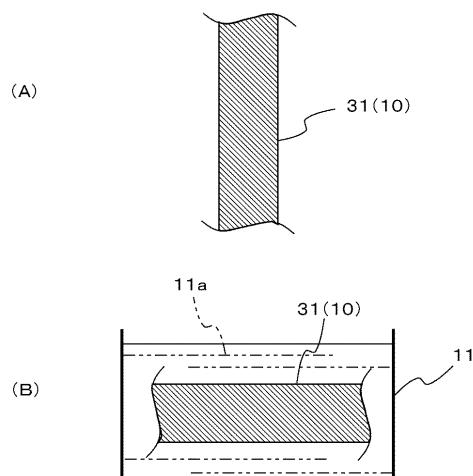
【図6】

薄膜はんだ被覆部材10の構成例



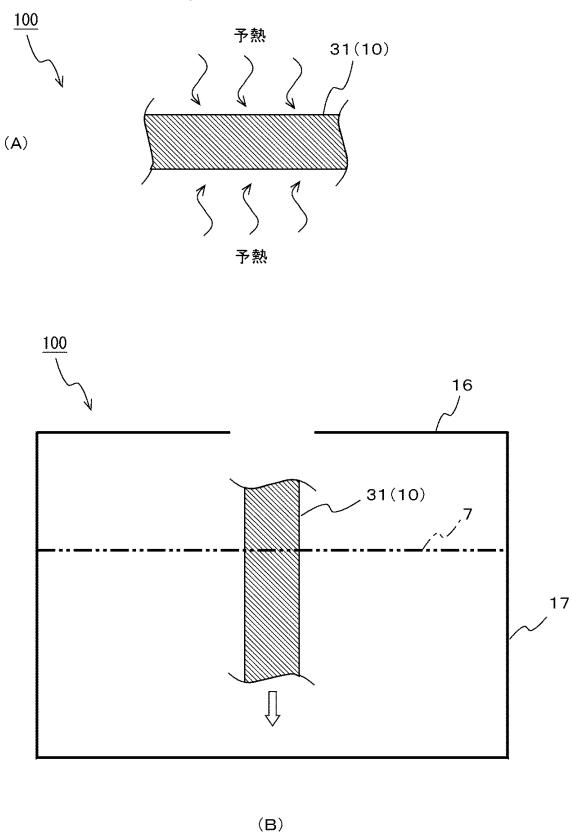
【図7】

薄膜はんだ被覆部材10の形成例（その1）



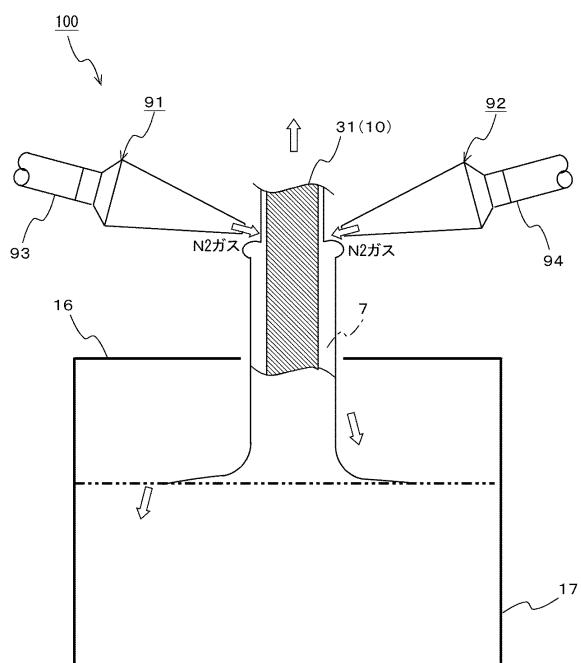
【図8】

薄膜はんだ被覆部材10の形成例（その2）



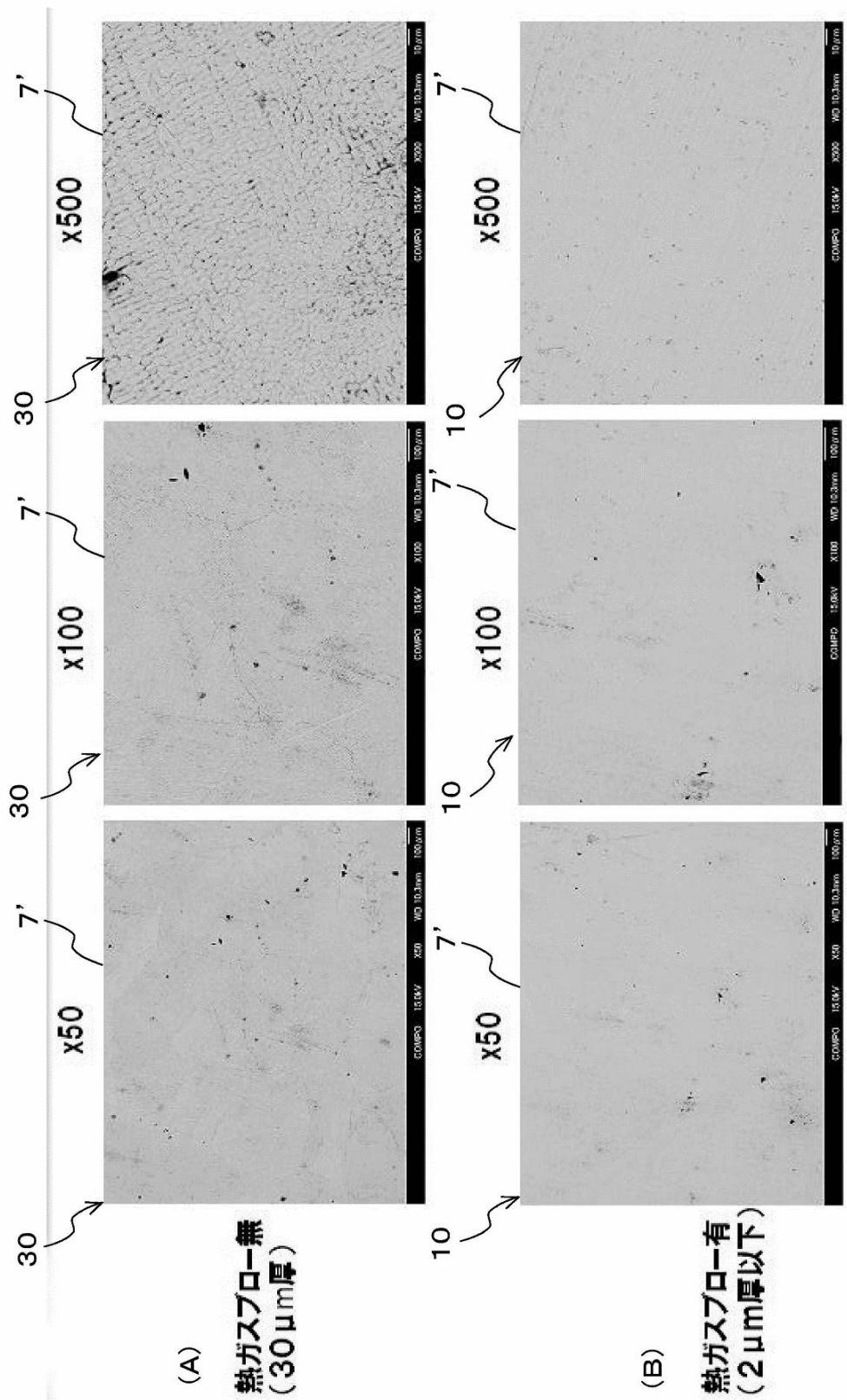
【図9】

薄膜はんだ被覆部材10の形成例（その3）



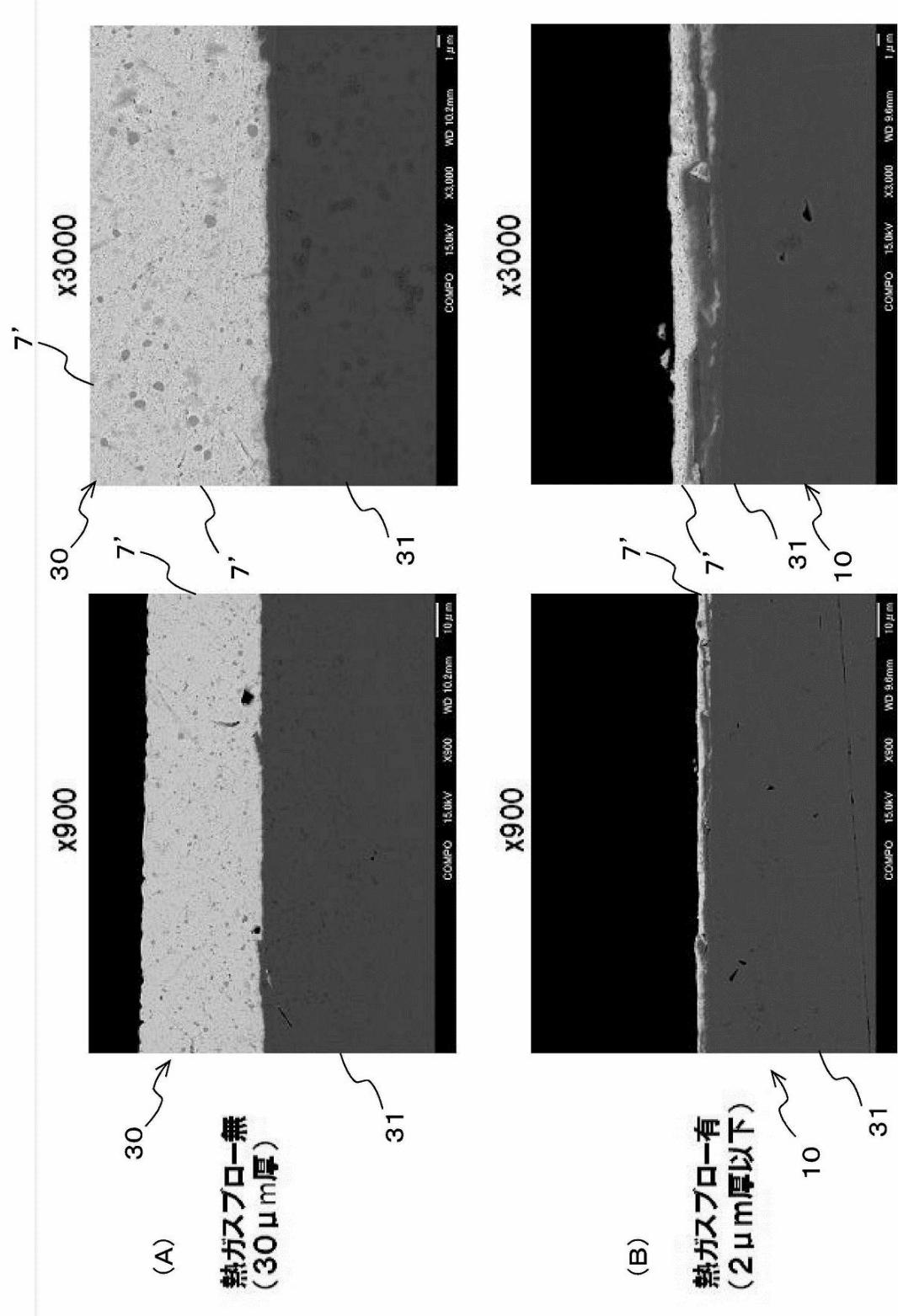
【図10】

薄膜はんだ被覆部材10, 30の表面の観察例



【図 11】

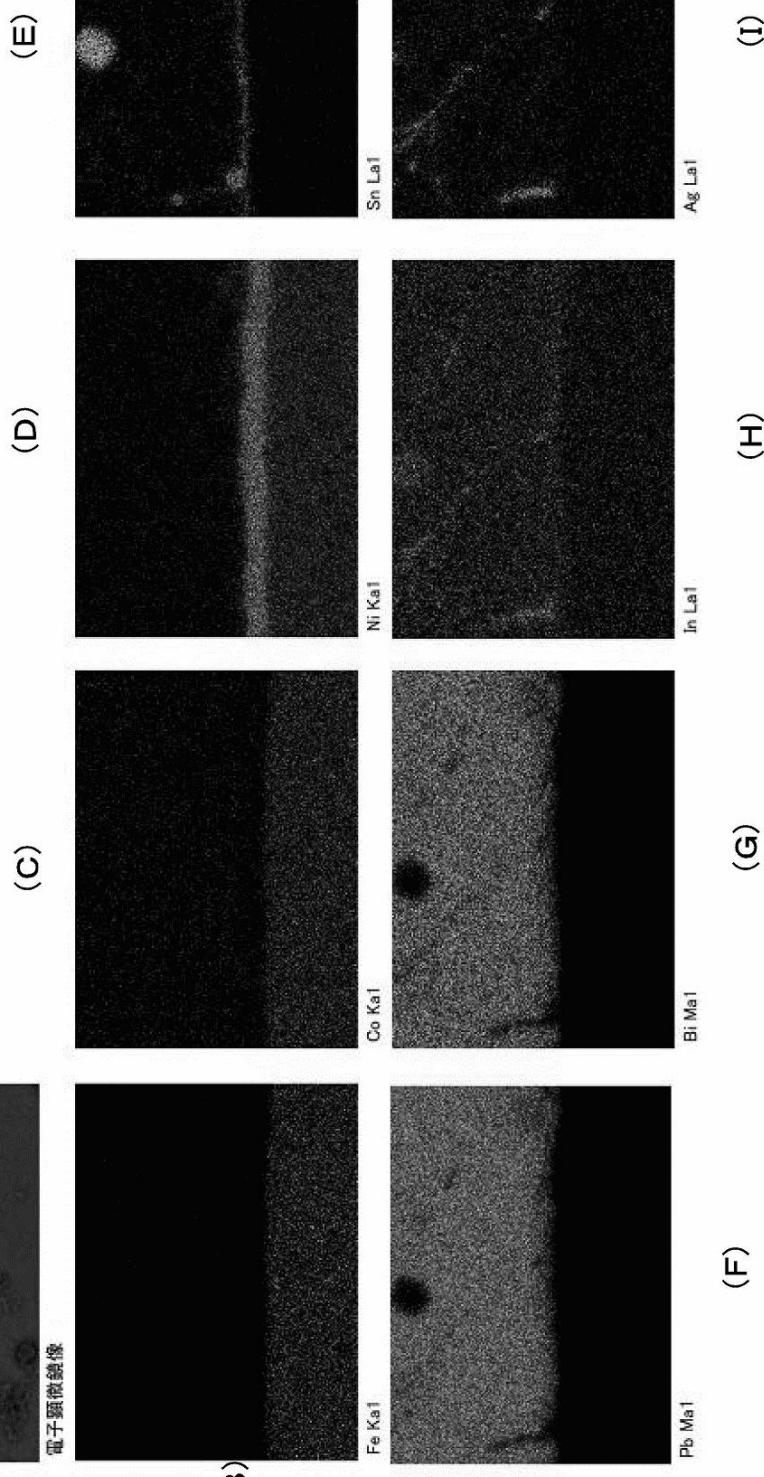
薄膜はんだ被覆部材 10, 30 の断面の観察例



【図 12】

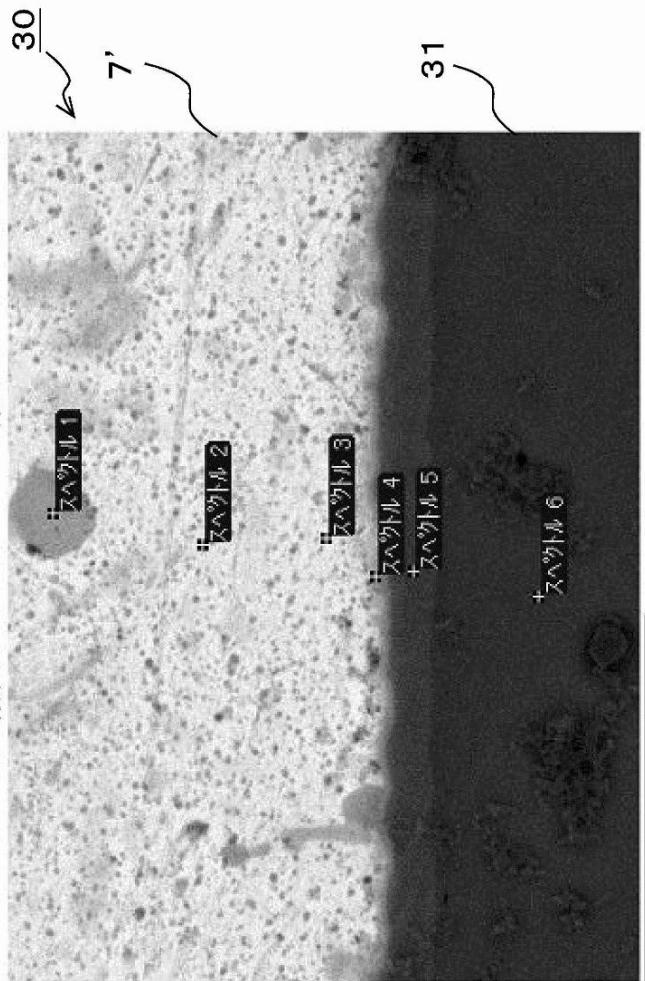
(A) 薄膜はんだ被覆部材 30 の断面の観察例
 30
 7'
 31
 電子顕微鏡像

(B)



【図13】

薄膜はんだ被覆部材30の断面の観察例及び点分析例
熱ガスプローブなし



(A)

電子顕微鏡像 1

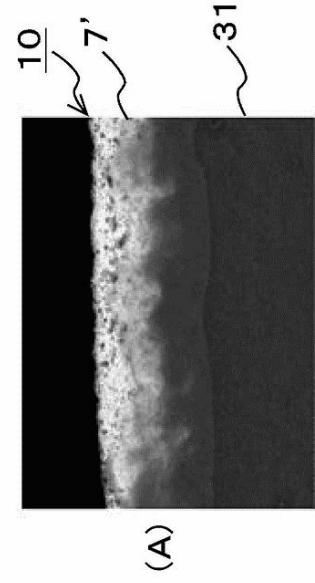
分析点	電子顕微鏡像 1					
	Fe	Co	Ni	Ag	In	Sn
分析点 1	0.00	0.00	0.00	0.00	2.90	85.14
分析点 2	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83	2.47
分析点 3	1.58	0.00	0.00	0.00	2.58	2.64
分析点 4	2.49	0.00	18.12	0.00	2.06	30.91
分析点 5	3.87	0.00	96.13	0.00	0.00	0.00
分析点 6	52.96	17.16	29.88	0.00	0.00	0.00

(B)

【図14】

薄膜はんだ被覆部材10の断面の観察例

熱ガスプローチ

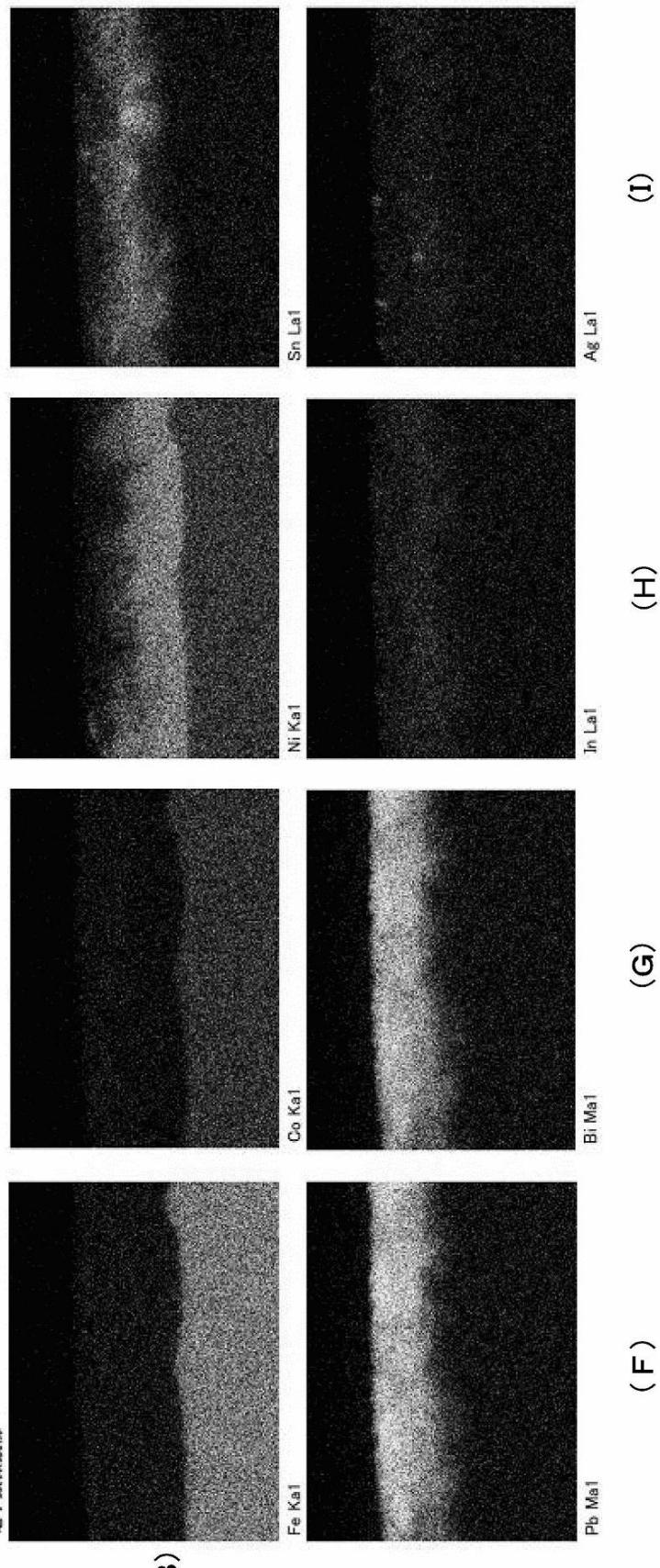


(E)

(D)

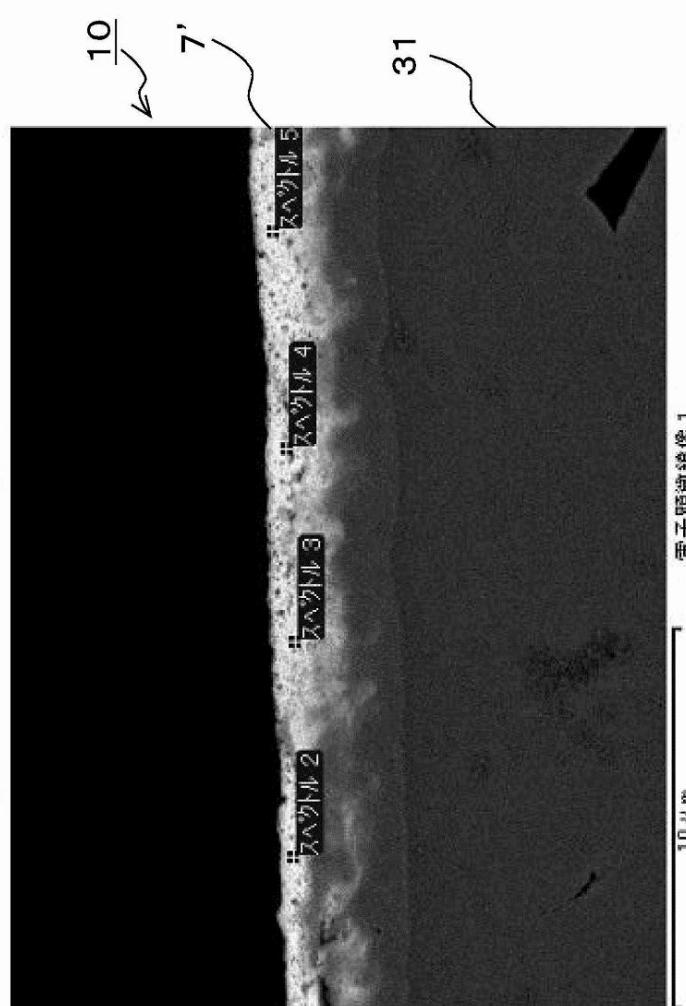
(C)

(E)



【図15】

薄膜はんだ被覆部材10の断面の観察例及び点分析例
熱ガスブロー有り



31

R&G

R&G

R&G

R&G

10

7'

Al	Ag	In	Sn	Pb	Bi	未定
Al 2	0.00	2.74	4.24	93.02	0.00	100.00
Al 3	0.00	2.64	3.50	87.58	3.90	100.00
Al 4	0.00	2.40	3.48	94.12	0.00	100.00
Al 5	0.00	2.59	5.14	92.27	0.00	100.00

(B)

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 道雄
東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内

(72)発明者 亀田 直人
東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内

(72)発明者 中村 秀樹
東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内

審査官 大内 俊彦

(56)参考文献 特開平05-106006 (JP, A)
特開平06-248408 (JP, A)
米国特許第3607366 (US, A)
米国特許第3499418 (US, A)
特開平04-308071 (JP, A)
特開2000-087204 (JP, A)
特開2002-184240 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 23 K	1 / 08, 1 / 20, 31 / 02
H 05 K	3 / 34
C 23 C	2 / 08