

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4577974号
(P4577974)

(45) 発行日 平成22年11月10日(2010.11.10)

(24) 登録日 平成22年9月3日(2010.9.3)

(51) Int.Cl.

F I

H05K 3/34 (2006.01)

H05K 3/34 506A

B23K 1/00 (2006.01)

H05K 3/34 506D

B23K 1/08 (2006.01)

B23K 1/00 330E

B23K 31/02 (2006.01)

B23K 1/08 320Z

B23K 31/02 310H

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-332749 (P2000-332749)
 (22) 出願日 平成12年10月31日(2000.10.31)
 (65) 公開番号 特開2002-141656 (P2002-141656A)
 (43) 公開日 平成14年5月17日(2002.5.17)
 審査請求日 平成19年9月18日(2007.9.18)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100062144
 弁理士 青山 稔
 (74) 代理人 100083356
 弁理士 柴田 康夫
 (74) 代理人 100100158
 弁理士 鮫島 睦
 (74) 代理人 100132252
 弁理士 吉田 環
 (72) 発明者 川島 泰司
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フローはんだ付け方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

はんだ材料を用いて電子部品を基板に実装するフローはんだ付け方法であって、溶融した鉛フリーはんだ材料を基板に供給した後、10～100 / 秒の冷却速度で基板の温度が低下するように、基板全体を冷却すると共に、基板に配置された電子部品の一部に対してそのはんだ付け部を、基板と並進する冷却手段を用いて冷却することを特徴とする方法

【請求項 2】

はんだ材料を用いて電子部品を基板に実装するフローはんだ付け装置であって、基板の下面に溶融したはんだ材料を噴流の形態で接触させることによって基板にはんだ材料を供給するはんだ材料供給手段と、

はんだ材料供給手段によりはんだ材料が供給された基板を、10～100 / 秒の冷却速度で基板の温度が低下するように、少なくとも部分的に冷却する冷却手段とを備え、

冷却手段を2つまたはそれ以上備え、1つの冷却手段は基板全体を冷却するための手段であり、少なくとも1つの別の冷却手段は、基板を局所的に冷却するための手段であり、

基板を局所的に冷却する冷却手段が、基板と並進しながら基板を冷却するように、基板の搬送方向に沿ってスライド移動可能に構成される装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、はんだ材料を用いて電子部品などを基板に実装するためのフローはんだ付け方法およびそのための装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来、電子回路基板の製造において、電子部品などを基板に接合する1つの方法として、溶融したはんだ材料を噴流の形態で用いるフローはんだ付け方法が知られている。このフローはんだ付け方法は、一般的に、基板にフラックスを塗布するフラックス塗布工程、基板を予め加熱するプリヒート工程、ならびに基板をはんだ材料から成る噴流に接触させて基板にはんだ材料を供給するはんだ材料供給工程を含む。以下、従来の一般的なフローはんだ付け方法について、図面を参照しながら説明する。図4は、従来のフローはんだ付け装置の概略断面図である。図5(a)および(b)は、図4のフローはんだ付け装置を用いるフローはんだ付け方法を説明する、基板に設けられたスルーホール近傍の拡大図であり、図5(a)は、スルーホールがはんだ材料からなる噴流の上方に位置するときの図であり、図5(b)は、溶融したはんだ材料が基板に付着した状態を示す図である。

10

【0003】

まず、既知の方法によってスルーホール挿入部品などの電子部品が所定の位置に適切に配置されたプリント基板などの基板に、フラックス供給手段(図示せず)を用いてフラックスを供給し、基板の下面にフラックスを塗布する。フラックスは、通常、ロジン(樹脂成分)などの活性成分およびイソプロピルアルコールなどの溶剤を含み、このようなフラックスを基板に塗布するフラックス塗布工程は、基板に形成されたランド(即ち、はんだ材料が供給されるべき部分)に不可避免的に形成される酸化膜(自然酸化膜)を除去して、ランド表面でののはんだ材料の濡れ広がりを良好にする目的で行われる。フラックス供給手段には、霧状のフラックスを基板に吹き付けるスプレーフラクサーや、泡状のフラックスを基板と接触させる発泡フラクサーなどを用い得る。このようなフラックス供給手段は、フローはんだ付け装置とは別個に構成されていても、あるいはフローはんだ付け装置60の内部に一体的に組み込まれて構成されていてもよい。

20

【0004】

図4のフローはんだ付け装置60に、上記のようにしてフラックスが塗布された基板71(電子部品等は図示せず)を入口部61から供給する。基板71は、装置60の内部を(図4に点線にて示す搬送ラインに沿って)、矢印62の方向に一定速度で機械的に搬送される。基板71の搬送は、より詳細には、基板71の搬送方向に平行な両端部にて保持する搬送爪(図示せず)を矢印62の搬送方向に機械的に移動させることにより行われる。尚、基板71が搬送ライン(図中に点線にて示す)に沿って矢印62の方向に搬送される空間のうち、プリヒート工程が実施されるプリヒーター63の上方に位置する空間を予熱空間と呼び、はんだ材料供給工程が実施されるはんだ材料供給手段66の上方に位置する空間をはんだ材料供給空間と呼ぶものとする。

30

【0005】

このようにして装置60の内部を入口部61から出口部69へ向けて搬送される基板71は、まず、予熱空間において遠赤外線ヒーターなどの、基板71の下方に位置するプリヒーター63により加熱される。この加熱によるプリヒート工程は、基板71へのはんだ材料64の供給に先立って、基板71を予め加熱して基板の上下方向における温度勾配を減少させて基板本体の温度を上昇させるため、上記のフラックス塗布工程により基板71に塗布されたフラックスのうち不要な溶剤成分を気化させるため、ならびにぬれ時間の短縮のために行われるものである。プリヒーター63は、一般的には、基板71の搬送ラインの下方に配置されており、続くはんだ材料供給工程においてははんだ材料が供給される側と同じ側、即ち基板71の下側から基板71を加熱する。

40

【0006】

続いて、基板71は、予め加熱により溶融させたはんだ材料64が入ったはんだ槽65などを含むはんだ材料供給手段66の上方のはんだ材料供給空間に搬送され、はんだ材料6

50

4 から成る 1 次噴流 6 7 および 2 次噴流 6 8 と基板 7 1 の下面側にて接触して、はんだ材料 6 4 が基板 7 1 に供給される。このとき、噴流の形態で供給されたはんだ材料 6 4 は、図 5 (a) に示すように、基板 7 1 に形成されたスルーホール 7 2 の内壁と、基板 7 1 の上面側からスルーホールに挿入されているスルーホール挿入部品 7 3 のリード 7 4 との間の環状空間を、基板 7 1 の下面側から毛管現象によって濡れ上がり、最終的には、図 5 (b) に示すような形状を有して基板 7 1 に付着する。その後、基板 7 1 に供給されて付着したはんだ材料 6 4 は温度低下により凝固して、該はんだ材料からなるフィレット 7 8 を形成する。

【 0 0 0 7 】

このはんだ材料供給工程（またはフローはんだ付け工程）において、1 次噴流 6 7 は、基板 7 1 に設けられたスルーホール 7 2 の壁面ならびに該スルーホール 7 2 を取り囲む基板 7 1 の上面および下面領域に形成されたランド 7 5（および電子部品のリード 7 4）の表面をはんだ材料で十分に濡らすためのものであり、これが不十分であると、スルーホール 7 2 とリード 7 4 との間の環状空間をはんだ材料が十分濡れ上がらず、いわゆる「赤目」などの問題が生じる。また、2 次噴流 6 8 は、はんだレジストで覆われた領域に付着したはんだ材料を除去し、フィレットの形を整えるためのものであり、これが不十分であると、はんだ材料がランド間にまたがって残留・固化して、いわゆる「ブリッジ」を形成したり（このブリッジは電子回路のショートを招くので望ましくない）、角状の突起を形成したりするので望ましくない。

【 0 0 0 8 】

このようにして得られた基板 7 1 は、その後、出口部 6 9 から取り出され、これにより、フローはんだ付け方法によって電子部品が基板 7 1 にはんだ付けされた電子回路基板が作製される。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

以上のようにして作製される電子回路基板においては、従来、S n および P b を主要構成成分とする S n - P b 系のはんだ材料、特に S n - P b 共晶はんだ材料が一般的に用いられている。しかし、S n - P b 系はんだ材料に含まれる鉛は、不適切な廃棄物処理により環境汚染を招く可能性があるため、鉛を含有するはんだ材料の代替として、鉛を含まないはんだ材料、いわゆる「鉛フリーはんだ材料」が工業規模で使用され始めている。

【 0 0 1 0 】

上述のようなはんだ材料からなるフィレット 7 8 は、電子回路基板の高い信頼性を得るために、電子部品のリード 7 4 と基板のランド 7 5 との間において十分に高い接合強度が要求されるが、上記のような従来のフローはんだ付け方法において、S n - P b 系のはんだ材料に代えて鉛フリーのはんだ材料を用いて電子回路基板を作製すると、ランド 7 5 の表面に濡れ広がった熔融状態のはんだ材料 6 4 が凝固する際に、図 6（これは、図 5 (b) の点線にて囲まれる領域 X の拡大図である。）に示すように、はんだ材料からなるフィレット 7 8 の外周縁部 8 1 が、ランド 7 5 の外周縁部 8 3 から離れて、フィレット 7 8 およびランド 7 5 の界面での部分的な剥離が起こり得る。

【 0 0 1 1 】

このような、フィレット 7 8 のランド 7 5 からの剥離現象は一般に「リフトオフ」と呼ばれ、リフトオフの発生は、ランド 7 5 とはんだ材料からなるフィレット 7 8（または単にはんだ材料とも言う）との間の接合が不十分になり、その結果、リード 7 4 とランド 7 5 との間で高い接合強度が得られないという難点がある。このようなリフトオフは、S n - P b 系はんだ材料を用いる場合にはほとんど起こらなかったが、鉛フリーはんだ材料を用いる場合に頻繁に起こるという問題がある。特に、S n および B i を含む鉛フリーはんだ材料（例えば、S n - A g - B i 系材料）を用いる場合や、S n - P b めっきが施されたリードを接合するために鉛フリーはんだ材料を用いる場合などにリフトオフが顕著に発生する。

【 0 0 1 2 】

以上のように、単に Sn - Pb 系はんだ材料を鉛フリーはんだ材料に代えて、従来の方法および装置を用いてフローはんだ付けを行うと、Sn - Pb 系はんだ材料の場合には殆ど問題にならなかったリフトオフの発生が無視できない程度に増加するという問題があり、鉛フリーはんだ材料を用いる場合に従来のフローはんだ付け方法および装置をそのまま利用することは適当でない。

【0013】

本発明は上記の従来の課題を解決すべくなされたものであり、本発明の目的は、はんだ材料を用いて電子部品を基板に実装するためのフローはんだ付け方法であって、はんだ材料として鉛フリーはんだ材料を用いる場合に適した方法および該方法を実施するための装置を提供することにある。

10

【0014】

【課題を解決するための手段】

リフトオフの発生要因については、一般的に、フローはんだ付けに用いるはんだ材料が溶融状態から凝固する際に、元の（供給時の）はんだ材料と組成の異なる、より低融点の合金成分（供給されたはんだ材料自身に含まれる金属材料および／またははんだ材料中に溶け出し得る金属材料（例えばリードのめっきなど）に起因する合金成分）がフィレットとランドとの界面近傍に集まって凝固することによると考えられている。例えば、本出願人による特願 2000 - 71637 号および特願 2000 - 71635 号を参照されたい。

【0015】

本発明者らの更なる研究の結果、以下のようにしてリフトオフが発生することが明らかになった。図 5 (b) に示すように基板 71 に付着してランド 75 上で濡れ広がって、上下の円錐台部分がこれらの間の環状体部分で接続された形状を有する溶融状態のはんだ材料 64 は、まず、円錐台部分のうち、ランド 75 と接触している外周縁部（図 6 の外周縁部 81 に相当する部分）から凝固し始め、該外周縁部から円錐台部分の表面に沿って、リード 74 と接触している先端部分（図 6 の先端部分 82 に相当する部分）にまで次第に凝固する。これにより、はんだ材料 64 の露出表面は全て凝固するが、その内部ではまだ溶融状態を維持している。次いで、はんだ材料 64 の内部（バルク）の温度分布に従って、円錐台部分の先端部分から基板 71 の主面に向かって凝固が進行する。このとき、上記のような低融点合金成分は、まだ凝固していない溶融状態のはんだ材料部分へより多く分配される（または偏析する）ため、凝固の進行と共に低融点合金成分が移動して濃縮される。やがて、ランド 75 とはんだ材料 64 との界面にまで凝固が進行し、はんだ材料 64 が完全に凝固して、はんだ材料 64 からなるフィレット 78 を形成する。この結果、最も凝固が遅いランド 75 とフィレット 78（はんだ材料 64）との界面に低融点合金成分 88 が集まるが、凝固の進行と共に、フィレット 78 の先端部分 82 が凝固により固定（または拘束）された状態ではんだ材料 64 が凝固収縮することによって、矢印 86 で示す方向に張力が生じ、また、基板 71 が熱収縮することによって、矢印 87 で示す方向（基板 71 の厚さ方向の中央に向かう方向）に張力が生じる。上記のようにしてランド 75 とフィレット 78 との界面近傍に濃縮された脆弱な低融点合金成分 88 は、これら張力に耐えきれず、ランド 75 の外周縁部 83 から界面剥離が起こると考えられる。

20

30

【0016】

以上のように、鉛フリーはんだ材料を用いてフローはんだ付けを行う際に発生するリフトオフの発生は、基板に供給されて付着した溶融状態のはんだ材料が凝固する際に、元のはんだ材料に対して組成の異なる、より低融点の合金成分が偏析し、フィレットとランドとの界面近傍に濃縮されて析出することに起因する。このような低融点合金成分の偏析は、凝固し始めたはんだ材料部分に存在する低融点合金成分が、まだ凝固していない溶融状態のはんだ材料部分へと移動することによるため、はんだ材料の凝固速度を上昇させることによって、低融点合金成分の移動を抑制し、フィレットとランドとの界面近傍に濃縮される低融点合金成分の量を減少させて（即ち、低融点合金成分の偏析を緩和して）、これによりリフトオフの発生率を減少させることが可能になると考えられる。このような知見に基づいて、本発明者らは、溶融状態のはんだ材料が基板に供給されてから完全に凝固する

40

50

までに要する時間を短縮化するように、はんだ材料供給後に基板を、より詳細には基板に供給されたはんだ材料を積極的に冷却する方法およびそのための装置を得るに至った。このようなフローはんだ付け方法および/または装置によれば、鉛フリーはんだ材料を用いる場合のリフトオフの発生率を低減することが可能となった。具体的には、本発明により以下のようなフローはんだ付け方法および装置が提供される。

【0017】

本発明の1つの要旨においては、はんだ材料を用いて電子部品を基板に実装するフローはんだ付け方法であって、溶融したはんだ材料を基板に供給した後、10～100 /秒、好ましくは30～100 /秒、より好ましくは40～80 /秒の冷却速度で基板の温度が低下するように、積極的に基板を少なくとも部分的（または局所的）に冷却すること

10

【0018】

本発明の別の要旨によれば、はんだ材料を用いて電子部品を基板に実装するフローはんだ付け装置であって：基板の下面に溶融したはんだ材料を噴流の形態で接触させることによって基板にはんだ材料を供給するはんだ材料供給手段と；はんだ材料供給手段によりはんだ材料が供給された基板を、10～100 /秒、好ましくは30～100 /秒、より好ましくは40～80 /秒の冷却速度で基板の温度が低下するように、少なくとも部分的（または局所的）に冷却する冷却手段とを備える装置が提供される。

【0019】

従来、基板の下面に溶融したはんだ材料を噴流の形態で接触させることによって基板にはんだ材料を供給した後、基板を積極的に冷却することなく単に放冷していた。このような従来の方法/装置では、基板の冷却速度は、概して約3～8 /秒であり、鉛フリーはんだ材料を用いる場合に低融点合金成分の偏析を助長し、リフトオフの発生を招いていた。これに対して、本発明の上記方法および/または装置では、溶融したはんだ材料を基板に供給した後、10～100 /秒、好ましくは30～100 /秒、より好ましくは40～80 /秒の冷却速度で基板の温度が低下するように、基板を積極的に冷却しているので、溶融状態のはんだ材料が基板に供給されて付着してから、完全に凝固するまでに要する時間を短縮化できるので、特にはんだ材料として鉛フリーはんだ材料を用いる場合に、低融点合金成分の偏析を従来よりも緩和し、リフトオフの発生率を効果的に低減することが可能となる。

20

30

【0020】

従って、本発明の方法および装置はいずれも、はんだ材料として、例えば、Sn-Cu系、Sn-Ag-Cu系、Sn-Ag系、Sn-Ag-Bi系、およびSn-Ag-Bi-Cu系などの鉛フリーはんだ材料を使用する場合に特に適するが、本発明はこれに限定されず、Sn-Pb系はんだ材料などの鉛を含むはんだ材料を使用してもよい。

【0021】

尚、本明細書を通じて、「基板の温度」とは、特にことわりのない限り、基板の上面の温度、より詳細には基板の上面側に位置するランド表面の温度を言い、例えば基板の上面側に位置するランドに熱電対を接触させ（例えば貼り付けて）、この熱電対から得られるデータをペンレコーダで記録することによって測定できる。また、「冷却速度」とは、溶融状態のはんだ材料が付着した基板の冷却を開始する時から、はんだ材料の凝固が完全に終了する時までの平均冷却速度を言うものとし、上記のようにして測定された基板の温度の測定データに基づいて得ることができる。具体的には、平均冷却速度は、冷却手段によって液体または気体などの冷却流体が供給されて基板が冷却され始める時から、基板の温度が150 に達する時までの基板の温度の測定データに基づいて得られ得る。ここで、150 の温度は、はんだ材料中に存在し得る低融点合金成分のうち、最も融点が高いSn-Pb共晶合金の融点（183 ）よりも低く、この150 の温度では、はんだ材料の凝固は完全に終了していると見なされる。

40

【0022】

本発明の好ましい態様においては、基板を冷却するための冷却手段として、液体を基板に

50

向けて噴射する手段を用いることができ、これにより10～100 /秒という冷却速度を得ることができる。このような冷却速度は、常套の方法で気体を基板に吹き付けるガス冷却のみによって得られる冷却速度よりも概して大きく、ガス冷却手段のみを用いて10～100 /秒の冷却速度を達成することは容易ではない。しかし、上記のような液体冷却手段を用いれば、基板に向かって供給され、基板（特に基板に供給されたはんだ材料）に付着した液体の気化熱を利用することができるので、10～100 /秒の冷却速度を得ることが可能となる。但し、本発明は液体冷却手段を用いるものに限定されることなく、10～100 /秒の冷却速度を得ることができる限り、気体冷却手段（例えばファンなど）を単独で用いて、あるいはその他の手段を用いてもよいことが理解されるべきである。

10

【0023】

液体を基板に向かって噴射する液体冷却手段としては、具体的には、霧状の液体を基板に向かって噴出する（あるいは霧状の液体が分散した空間を形成する）液体冷却手段（例えばスプレーなど）、および柱状の液体（液滴が線状に集まって一体を成したもののまたは噴流）を基板に向けて吐出する液体冷却手段（例えばノズル、ウォーターガンなど）のいずれか一方を用いることができ、また、これらの双方を併用することがより好ましい。霧状の液体は、必ずしも基板に向かって噴出されなくともよく、例えば、霧状の液体が分散した空間に基板を通過させるようにしてもよい。液体冷却手段（例えばスプレーなど）液体冷却手段により基板に向かって噴射する液体には、代替フロン系の溶剤（例えばハイドロフルオロカーボン（HFC-134a））や、低残渣タイプのフラックス（例えばイソプロピルアルコールを溶剤とする、固形成分5%以下のもの）などを使用し得る。この液体は常温であってよいが、好ましくは50～100 である。

20

【0024】

本発明の更に好ましい態様においては、上記のような液体冷却手段に加えて、気体を基板に吹き付けるガス冷却手段（例えばファンなど）を用いる。液体冷却手段とガス冷却手段を併用することによって、液体冷却手段単独で基板を冷却する場合よりも更に大きな冷却手段を得ることが可能となり、リフトオフの発生率を更に低減し得る。

【0025】

ガス冷却手段により基板に吹き付ける気体には、例えば、空気または窒素ガスなどを用い得るが、窒素ガスが好ましい。窒素ガスは、基板に形成されたランドおよび/またははんだ材料の酸化を招くことがなく、はんだ材料の濡れ性を更に向上させることができるという利点を有する。この気体は常温であってよいが、0～20 の低温の気体であることが好ましく、例えばスポットクーラーなどにより所定の温度に冷却した気体をファンなどを用いて基板に吹き付けることができる。

30

【0026】

尚、上記のような液体冷却手段およびガス冷却手段は、基板の上面側および下面側のいずれから基板を冷却するものであってもよいが、Su-Cu系、Su-Ag-Cu系材料の場合にはリフトオフが基板の上面側で発生するため上面側から冷却することが好ましく、また、基板が搬送される搬送ラインの上面側および下面側に冷却手段を設けて、基板の上面側および下面側の双方から基板を冷却することがより好ましい。

40

【0027】

上記のような液体冷却手段およびガス冷却手段はいずれも、基板全体を冷却するものであっても、基板を局所的に（または基板の一部を）冷却するものであってもよいが、2つまたはそれ以上の冷却手段を用いて、1つの冷却手段により基板全体を冷却すると共に、少なくとも1つの別の冷却手段により基板を局所的に冷却することがより好ましい。例えば、霧状の液体を基板に向かって噴霧する液体冷却手段により基板全体を冷却すると共に、柱状の液体を基板に向かって吐出する液体冷却手段により基板を局所的に冷却するようにしてもよい。また、気体を基板に吹き付けるガス冷却手段により基板全体を冷却すると共に、柱状の液体を基板に向かって吐出する液体冷却手段により基板を局所的に冷却するようにしてもよい。

50

【0028】

ここで、「基板を局部的に冷却する」とは、基板に付着したはんだ材料が露出している基板の箇所を狙って（またはこれに向けて）、霧状の液体、柱状の液体または気体などの冷却用の流体を供給して、露出したはんだ材料を冷却することを意味するが、必ずしも露出しているはんだ材料の全てを冷却しなくてよい。リフトオフの発生率は、基板に実装する電子部品の種類によって（より詳細にはランドおよび／またはリードなどの形状によって）異なることが解っているので、例えば、リフトオフの発生率の高い電子部品の接合部（はんだ材料）の露出部分を狙って冷却することによって、リフトオフの発生を効率よく防止することができる。

【0029】

上述のような基板を局部的に冷却する冷却手段は、所定の位置に固定されていてよいが、基板と並進しながら基板を冷却するように、基板の搬送方向に沿ってスライド移動可能に構成されることが好ましい。固定された局部的な冷却手段のみを用いる場合には、その冷却手段から吐出される柱状の液体が搬送ラインを横切る位置を基板の所定の箇所（即ち、冷却対象のはんだ材料）が通過する間だけ該所定の箇所が冷却されるため冷却時間が短く、また、はんだ材料供給空間にある熔融状態のはんだ材料からの熱的影響を受けて比較的高温となっている冷却空間の雰囲気ガスに曝されるため、冷却が十分に得られない場合があり得る。これに対して、搬送方向にスライド移動可能な冷却手段を用いる場合には、基板と並進しながら基板を冷却するので、基板の所定の箇所を他の箇所よりも長時間に亘って冷却することが可能となり、これにより、周辺の冷却していない雰囲気ガスの熱による冷却効率の低下を低減することができ、基板の所定の箇所を十分に冷却できるという効果が得られる。特に、基板の所定の箇所がはんだ噴流から離れる位置から、所定の箇所が目的の温度に達して冷却が終了する位置までに亘って基板と並進しながら基板を冷却することが好ましい。

【0030】

本発明の更に好ましい態様においては、冷却手段を用いて基板を冷却する冷却空間と、はんだ材料が基板に供給されるはんだ材料供給空間（これは、はんだ材料供給手段の上方に位置する）とを熱的に遮断する遮断手段、例えばエアカーテンおよび／または仕切り（ゴム製シートなど）を用いてこれら空間を仕切ることが好ましい。はんだ材料供給空間の雰囲気ガスは、高温の熔融状態のはんだ材料により温度が上昇しているが、冷却空間の雰囲気ガスは、基板を冷却するために、より低温であるほうがよい。そこで、上記のようにエアカーテンや仕切りなどの遮断手段を用いてはんだ材料供給空間の雰囲気ガスから冷却空間の雰囲気ガスを熱的に遮断することによって、装置全体の熱効率を向上させることができるという効果が得られる。

【0031】

本発明に利用可能な基板には、例えば、紙フェノール系材料、ガラスエポキシ系材料、ポリイミドフィルム系材料、およびセラミック系材料などからなる基板が用いられ得る。また、基板に接合される電子部品は、挿入部品（例えば半導体、コンデンサ、抵抗、コイル、コネクタなど）および／または基板の裏面に配置される表面実装部品（例えば半導体、コンデンサ、抵抗、コイルなど）であってよい。しかし、これらは単なる例示にすぎず、本発明はこれに限定されるものではない。

【0032】

本発明のフローはんだ付け方法はフラックス供給手段を用いるフラックス塗布工程を含み、また、本発明のフローはんだ付け装置はフラックス供給手段を含むことが好ましい。このようなフラックス供給手段としては、泡状のフラックスを基板と接触させる発泡式のフラックス供給手段（例えば発泡フラクサー）、ならびに霧状のフラックスを基板に吹き付けるスプレー式のフラックス供給手段（例えばスプレーフラクサー）を単独で、あるいは組み合わせて用い得る。このフラックス供給手段は、フローはんだ付け装置に一体的に組み込まれて構成されていても、フローはんだ付け装置と別個に構成されていてもよい。

【0033】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の種々の実施形態について図面を参照しながら説明するが、従来のフローはんだ付け方法および装置と異なる点を中心に説明するものとする。

【0034】**(実施形態1)**

図1に示す本実施形態のフローはんだ付け装置20は、図4を参照して説明した従来のフローはんだ付け装置60と同様の構成を有するが、基板11が搬送ライン(図中に点線で示す)に沿って矢印2の方向に搬送される空間のうち、はんだ材料供給手段6の上方のはんだ材料供給空間に対して、搬送方向2に下流に位置する冷却空間に基板11が搬送されたときに、基板11を冷却するように、冷却空間の上下に各々配置された冷却手段12aおよび12bを更に備える点で従来のものと相違する。本実施形態においては、液体冷却手段12aおよび12bはいずれも、霧状の液体を基板全体に向けて噴霧して基板全体を冷却する手段である。以下、このようなフローはんだ付け装置20を用いて、電子部品を基板に実装するフローはんだ付け方法について説明する。

10

【0035】

まず、従来と同様に、電子部品が所定の位置に適切に配置された基板の下面に、例えば発泡式またはスプレー式のフラクサーを用いてフラックス(図示せず)を塗布し、この基板11(図1中、電子部品等は図示せず)を入口部1から装置20に供給し、入口部1から出口部9に向かう搬送ライン(図1に点線で示す)に沿って矢印2の方向に機械的に搬送する。尚、上記フラクサーはフローはんだ付け装置20の内部に一体的に構成されてい

20

【0036】

その後、基板11がプリヒーター3の上方の予熱空間に搬送されると、プリヒート工程として、基板11の下方に位置するプリヒーター3により、従来と同様にして基板11を約100～130℃に予め(またははんだ材料供給に先立って)加熱する。このようにして予熱された基板11は、続いて、図1に示すはんだ材料供給手段6の上方のはんだ材料供給空間に搬送され、従来と同様にしてはんだ材料供給工程が実施される。具体的には、基板11の下面に、はんだ槽5内の溶融したはんだ材料4を1次噴流7および2次噴流8の形態で順次接触させることによって、はんだ材料4が基板11に供給されて付着する。このとき、基板11に供給される溶融状態のはんだ材料4は、例えば約245～260℃であり、1次噴流7および2次噴流8と接触しているときの基板11の上面側の温度は、溶融状態のはんだ材料4の温度よりも5～15℃低い温度、例えば約235～255℃である(尚このとき、基板11の下面側の温度は、溶融状態のはんだ材料4の温度と実質的に等しい)。

30

【0037】

次いで、基板11がはんだ材料供給空間の下流の冷却空間に搬送されると、冷却手段12aおよび12bを用いて、基板11の各々上面側および下面側から基板11に向けて霧状の液体(またはミスト)を噴出して基板11の全体を冷却する。このとき、基板の冷却を開始する時からはんだ材料が完全に凝固する時までの平均冷却速度(本実施形態においては、基板の搬送ラインに対して上下に対称に配置された冷却手段12aおよび12bから液体が噴出されて基板が冷却され始める時から、基板の温度が150℃に達する時までの平均冷却速度とする)を、10～100℃/秒、好ましくは30～100℃/秒、より好ましくは40～80℃/秒とすることができる。

40

【0038】

その後、冷却工程を経た基板11が出口部9から取り出され、これにより、フローはんだ付け方法によって電子部品が基板11に実装された電子回路基板が得られる。

【0039】

本実施形態によれば、溶融したはんだ材料を基板に供給した後、10～100℃/秒、好

50

ましくは30～100 / 秒、より好ましくは40～80 / 秒の冷却速度で基板の温度が低下するように基板を積極的に冷却するので、溶融状態のはんだ材料が基板に供給されてから、完全に凝固するまでに要する時間を短縮化できる。従って、特にはんだ材料として鉛フリーはんだ材料を用いる場合に、リフトオフの発生率を効果的に低減することが可能となる。

【0040】

尚、本実施形態においては、基板を冷却するために、基板の上面側および下面側の双方に各々1つずつ配置された2つの冷却手段を用いるものとしたが、冷却手段の配置および数などはこれに限定されない。例えば、上面側または下面側のいずれか一方にのみ冷却手段を1つまたは2つ以上配置してもよく、また、上面側および下面側の双方に冷却手段を配置する場合であっても、上面側に配置される冷却手段の数と、下面側に配置される冷却手段の数を同じにしても、違えてもよい。更にまた、本実施形態では冷却手段として液体冷却手段のみを用いるようにしたが、液体冷却手段とガス冷却手段とを組み合わせる用いることが更に好ましい。

10

【0041】

また、本実施形態においては、2つの冷却手段とも基板全体を冷却するものとしたが、いずれか一方または双方を実施形態2にて後述するような基板を局所的に冷却する手段としてもよく、あるいは、基板を局所的に冷却する手段を基板の上面側および下面側のいずれかまたは双方に追加してもよい。特に、冷却手段として基板を局所的に冷却する手段を用いる場合には、基板と並進しながら基板を冷却するように、(図1の紙面内で)基板の搬送方向に沿ってスライド移動可能に構成された手段を用いて、基板の所定の箇所を、他の箇所よりも長時間に亘って冷却するようにしてもよい。

20

【0042】

(改変例)

本改変例のフローはんだ付け装置は、図1を参照して説明した上記実施形態のフローはんだ付け装置20に、図2に示すようにエアカーテン形成手段14を追加して設けたものである(図2においても、図1および図2と同様の部材には同様の参照番号を付し、基板11の電子部品等は図示しないものとしている)。本改変例においても、このようなフローはんだ付け装置を用いて、上記実施形態とほぼ同様にしてフラックス塗布工程、プリヒート工程、およびはんだ材料供給工程を含むフローはんだ付け方法が実施され得るが、エアカーテン形成手段14を用いることにより以下のような相違がある。

30

【0043】

エアカーテン形成手段14は、搬送空間のうち、はんだ材料供給手段6の上方に位置するはんだ材料供給空間の雰囲気ガスと、基板の搬送方向2においてはんだ材料供給空間よりも下流にある冷却空間の雰囲気ガスとを熱的に遮断する遮断手段として機能するエアカーテン16を提供するものである。このエアカーテン形成手段14には、例えば、適切な大きさおよび形状を有するスリット(または穴)が設けられたパイプなどの内孔に気体(好ましくは窒素ガス)を流し、搬送方向2に搬送される基板の搬送ライン(図2にて点線で示す)を横切るように気体をパイプのスリットから流出させて、エアカーテン16を形成している。ここで、エアカーテン16を形成する気体の温度は特に限定されない。

40

【0044】

通常、はんだ材料供給空間の雰囲気ガスは、プリヒート工程において使用されるプリヒーターおよびはんだ材料供給工程において使用される高温のはんだ材料4によって加熱されている。一方、搬送方向2において、はんだ材料供給空間よりも下流にある冷却空間の雰囲気ガスは、はんだ材料4などからの熱的影響が少なく、また、基板11を冷却するために、概してはんだ材料供給空間の雰囲気ガスよりも低温の液体や気体などが供給されているので、はんだ材料供給空間の雰囲気ガスよりも温度が低い。従って、はんだ材料供給空間の雰囲気ガスと、冷却空間の雰囲気ガスとの温度差により装置全体の熱効率が低くなる。しかし、本実施形態のように、はんだ材料供給空間の雰囲気ガスと冷却空間の雰囲気ガスとの間にエアカーテン16を設けることによって、上記実施形態と同様の効果が得られ

50

ることに加えて、上記実施形態の装置よりも熱効率を向上させることが可能となる。

【0045】

上記のようなエアカーテン16などの遮断手段は、はんだ材料供給空間において、はんだ材料から成る2次噴流8と接触していた基板11が2次噴流8から離れる位置より下流であればよいが、好ましくは該遮断手段が2次噴流8の外形（または表面）に影響を及ぼさない位置に設けることが好ましい。遮断手段は、例えば、はんだ槽5の下流側端部付近の上方に位置する基板の搬送空間を横切って設けることができる。

【0046】

尚、本改変例では、遮断手段としてエアカーテンのみを用いるものについて説明したが、特に、エアカーテンとして高温（例えば200～400）の気体を用いる場合には、冷却空間の雰囲気ガスの温度を低下させないように、冷却空間とエアカーテンの間に（図2では冷却手段12aおよび12bとエアカーテン16との間に）、例えばゴム製シートなどの仕切り（図示せず）を設けることが好ましい。このようなシートには、適当な間隔および長さで、基板に近い側からスリットが入っていることが好ましい。また、エアカーテンに代えて、このようなシートを単独で用いるようにしても、はんだ材料供給空間の雰囲気ガスと冷却空間の雰囲気ガスとの間の熱損失を低減して、上記実施形態の装置よりも熱効率を向上させるという効果を奏し得る。

【0047】

（実施形態2）

本実施形態のフローはんだ付け装置は、図1を参照して上述した実施形態1のフローはんだ付け装置の冷却手段を変更したものであり、その他の部材については実施形態1と同様である。以下、実施形態1と異なる点を中心に説明する。

【0048】

実施形態1においては、液体を基板に向かって噴射する液体冷却手段として、霧状の液体を基板に向けて噴出して基板全体を冷却する液体冷却手段12aおよび12b（図1）を用いるものとしたが、本実施形態ではこれらに代えて、柱状の液体を基板に向けて吐出して基板を局部的に冷却する液体冷却手段を用いることとした。この液体冷却手段は、冷却用の液体32を収容する液体加圧タンク33と、外部から液体加圧タンク33に供給されるエアの圧力を調節する圧力調節弁31と、チューブ34およびディスペンサバルブ35を介して液体加圧タンク33に接続されたノズル36とを含む。ノズル36には、0.1～0.3mmの穴径を有するものを使用でき、ディスペンサバルブ35の開閉により、ノズル36からの液体の吐出が制御される。

【0049】

上記のような液体冷却手段を用いて、電子部品37から引き出されたリード38と基板11のスルーホールとの間の環状空間を満たして付着したはんだ材料39に向けて（図中に点線矢印にて示す方向に）、ノズル36から液体を吐出することによって、はんだ材料39に液体が付着してこのはんだ材料39を冷却することができる。尚、基板11の所定の箇所に対する液体の吐出方向は特に限定されず、吐出された液体は任意の角度で基板の所定の箇所に付着してよい。

【0050】

以上のように、本実施形態によれば、基板の所定の箇所、即ち冷却対象のはんだ材料のみを狙って冷却することができる。また、このような冷却手段を用いるフローはんだ付け方法および装置によれば、基板とノズルとの間の距離が100mm程度離れている場合でも、基板の所定の箇所に必要量の液体を確実に付着させることができる。更に、搬送ライン上を通過する基板の有無を検出するようにセンサを設け、このセンサと連動させてディスペンサバルブ36の開閉を制御することもでき、このような場合には、必要なときにのみ液体を吐出させることが可能となる。また、本実施形態の液体冷却手段を基板の搬送方向に沿ってスライド移動可能に構成し、基板と並進しながら基板を冷却して、基板の所定の箇所を、他の箇所よりも長時間に亘って冷却するようにしてもよい。

【0051】

以上、本発明の実施形態および改変例について上述したが、本発明を逸脱しない範囲でその他の種々の改変がなされ得ることが当業者に容易に理解されよう。

【 0 0 5 2 】

【発明の効果】

本発明によれば、はんだ材料を用いて電子部品を基板に実装するためのフローはんだ付け方法であって、はんだ材料として鉛フリーはんだ材料を用いる場合に適した方法および該方法を実施するための装置が提供される。このようなフローはんだ付け方法および装置は、溶融したはんだ材料を基板に供給した後、基板を積極的に冷却しているため、溶融状態のはんだ材料が基板に付着してから完全に凝固するまでに要する時間を短縮化でき、よって、はんだ材料として鉛フリーはんだ材料を用いる場合のリフトオフの発生率を効果的に低減することが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の 1 つの実施形態におけるフローはんだ付け装置の概略断面図である。

【図 2】 図 1 の実施形態の改変例における、フローはんだ付け装置の概略部分断面図である。

【図 3】 本発明のもう 1 つの実施形態におけるフローはんだ付け装置の部分概略図である。

【図 4】 従来のフローはんだ付け装置の概略断面図である。

【図 5】 図 4 のフローはんだ付け装置を用いるフローはんだ付け方法を説明する、基板に設けられたスルーホール近傍の拡大図であり、図 5 (a) は、スルーホールがはんだ材料からなる噴流の上方に位置するときの図であり、図 5 (b) は、溶融したはんだ材料が基板に付着した状態を示す図である。

20

【図 6】 図 5 (b) の領域 X の拡大図である。

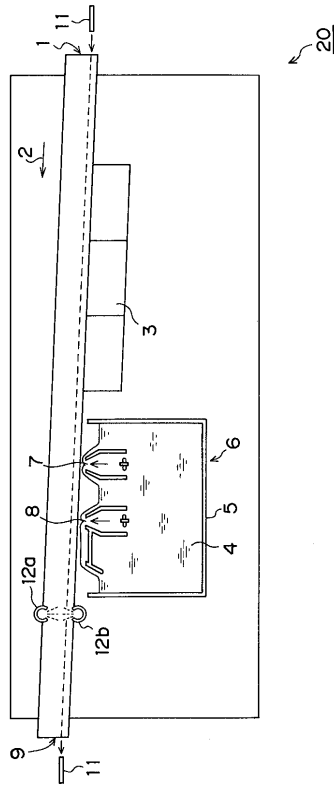
【符号の説明】

- 1 入口部
- 2 矢印（搬送方向）
- 3 プリヒーター
- 4 はんだ材料
- 5 はんだ槽
- 6 はんだ材料供給手段
- 7 1 次噴流
- 8 2 次噴流
- 9 出口部
- 1 1 基板
- 1 2 a、1 2 b 冷却手段
- 1 4 パイプ（エアカーテン形成手段）
- 1 6 エアカーテン
- 2 0 フローはんだ付け装置
- 3 1 圧力調節バルブ
- 3 2 液体
- 3 3 液体加圧タンク
- 3 4 チューブ
- 3 5 ディスペンサバルブ
- 3 6 ノズル
- 3 7 電子部品
- 3 8 リード
- 3 9 はんだ材料（フィレット）

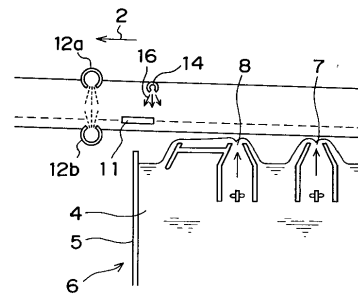
30

40

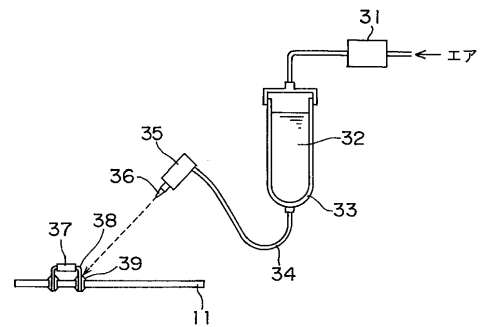
【図 1】



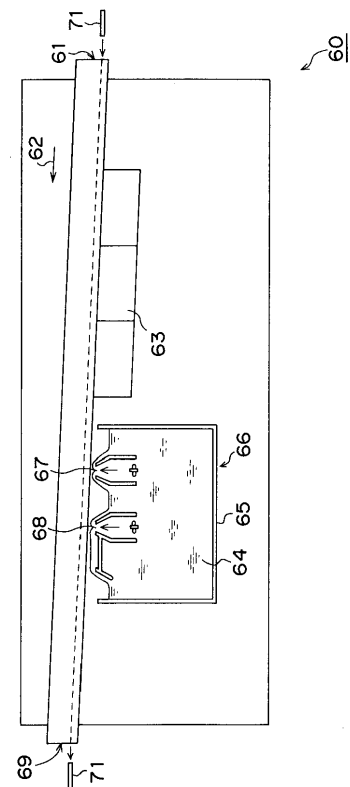
【図 2】



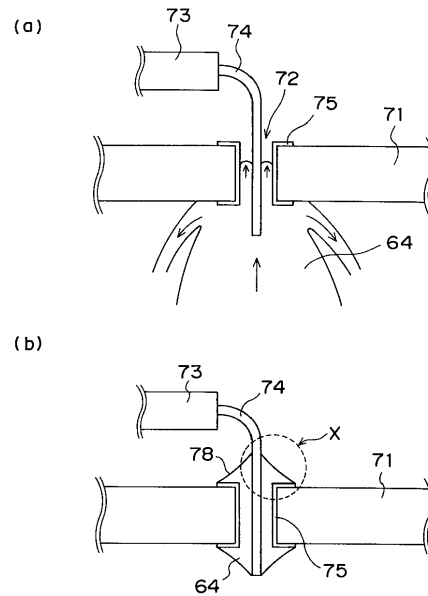
【図 3】



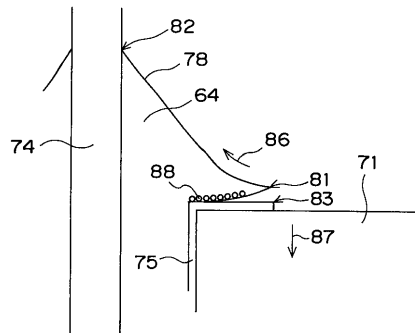
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 末次 憲一郎
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 日比野 俊治
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 高野 宏明
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 田中 正人
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 椋島 祥之
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 前田 幸男
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 中田 幹也
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

審査官 柳本 陽征

- (56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 4 4 1 0 8 (J P , A)
特開平 1 1 - 3 5 4 9 1 9 (J P , A)
特開平 8 - 1 5 0 4 9 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H05K 3/34
B23K 1/00
B23K 1/08
B23K 31/02