

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4073183号
(P4073183)

(45) 発行日 平成20年4月9日(2008.4.9)

(24) 登録日 平成20年2月1日(2008.2.1)

(51) Int.Cl.	F I		
H05K 3/34	(2006.01)	H05K 3/34	508A
B23K 1/00	(2006.01)	H05K 3/34	506B
B23K 31/02	(2006.01)	H05K 3/34	512C
B23K 35/26	(2006.01)	B23K 1/00	330E
		B23K 31/02	310H

請求項の数 7 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-233627 (P2001-233627)
 (22) 出願日 平成13年8月1日(2001.8.1)
 (65) 公開番号 特開2003-46229 (P2003-46229A)
 (43) 公開日 平成15年2月14日(2003.2.14)
 審査請求日 平成17年2月9日(2005.2.9)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (74) 代理人 100068504
 弁理士 小川 勝男
 (74) 代理人 100086656
 弁理士 田中 恭助
 (74) 代理人 100094352
 弁理士 佐々木 孝
 (72) 発明者 中塚 哲也
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
 株式会社日立製作所 生産技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 Pbフリーはんだを用いた混載実装方法及び実装品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

表面実装部品を回路基板の上面にPbフリーはんだペーストを用いてはんだ付けを行うリフローはんだ付け工程と、

挿入実装部品のリード若しくは端子を前記回路基板に穿設されたスルーホールに上面側から挿入する挿入工程と、

該挿入工程で挿入実装部品のリード若しくは端子をスルーホールに挿入した後、前記回路基板にフラックスを塗布するフラックス塗布工程と、

該フラックス塗布工程で回路基板にフラックスを塗布後、該回路基板の下面を予備加熱する予備加熱工程と、

該予備加熱工程で下面を予備加熱された回路基板の上面を第一の温度で冷却して回路基板の下面にPbフリーはんだの噴流を当て、挿入実装部品のリード若しくは端子を回路基板にフローはんだ付けを行うフローはんだ付け工程と、

該フローはんだ付け工程でのはんだ付け後に、前記回路基板の下面を前記第一の温度より低い第二の温度で冷却し、更に前記回路基板の上面を加熱したあと前記第二の温度で冷却する基板温度調節工程とを有することを特徴とするPbフリーはんだを用いた混載実装方法。

【請求項2】

前記フローはんだ付け工程において、前記回路基板の上面を冷却する第一の温度は、20 ~ 50 の範囲内であることを特徴とする請求項1記載のPbフリーはんだを用いた

混載実装方法。

【請求項3】

前記フローはんだ付け工程において、前記回路基板の下面に当てるPbフリーはんだの噴流の温度が170～260の範囲内であることを特徴とする請求項1記載のPbフリーはんだを用いた混載実装方法。

【請求項4】

前記フローはんだ付け工程において、前記Pbフリーはんだは、Sn-Cu系、Sn-Ag系、Sn-Zn系、Sn-Ag-Cu系、Sn-Zn-Cu系、Sn-Ag-Bi系若しくはSn-Zn-Bi系の共晶組成または該共晶組成に近い組成であることを特徴とする請求項1乃至3の何れか一つに記載のPbフリーはんだを用いた混載実装方法。

10

【請求項5】

前記リフローはんだ付け工程において、前記Pbフリーはんだペーストのはんだ合金は、Sn-Cu系、Sn-Ag系、Sn-Zn系、Sn-Ag-Cu系、Sn-Zn-Cu系、Sn-Ag-Bi系若しくはSn-Zn-Bi系であることを特徴とする請求項1乃至3の何れか一つに記載のPbフリーはんだを用いた混載実装方法。

【請求項6】

前記リフローはんだ付け工程において、前記Pbフリーはんだペーストのはんだ合金は、Sn-(1～4)Ag-(0～8)Bi-(0～1)Cu(単位：質量%)であることを特徴とする請求項1乃至3の何れか一つに記載のPbフリーはんだを用いた混載実装方法。

20

【請求項7】

請求項1乃至6の何れか一つに記載されたPbフリーはんだを用いた混載実装方法を用いて表面実装部品及び挿入実装部品を回路基板に実装して構成したことを特徴とする実装品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、毒性の少ないPbフリーはんだ合金を用いた混載実装方法とそのはんだ付け装置、及びこれを用いた実装構造体に関するものである。このPbフリーはんだ合金は、有機基板等の回路基板への電子部品の接続に適用でき、220付近ではんだ付けに用いられているSn-37Pb(単位：質量%)はんだの代替品である。

30

【0002】

【従来の技術】

従来の電化製品の有機基板等の回路基板へのはんだ付け方法としては、回路基板に熱風を吹き付け、電極に印刷されたはんだペーストを溶融させて表面実装部品のはんだ付けを行うリフローはんだ付け工程と、溶融したはんだの噴流を回路基板に接触させて挿入実装部品やチップ部品などの一部の表面実装部品のはんだ付けを行うフローはんだ付け工程とによって構成されている。

【0003】

そして、このはんだ付け方法のことを混載実装方法と称する。

40

【0004】

ところで、この混載実装方法におけるリフローはんだ付け工程において用いられるはんだペーストおよびフローはんだ付け工程において用いられる溶融したはんだの噴流ともに、毒性の少ないPbフリーはんだ合金を使用するという要求が生じてきている。

【0005】

このPbフリーはんだを用いた実装方法に関する従来技術としては、特開平10-166178号公報(従来技術1)、特開平11-179586号公報(従来技術2)、特開平11-221694号公報(従来技術3)、特開平11-354919号公報(従来技術4)、特開2001-168519号公報(従来技術5)、および特開2001-36233号公報(従来技術6)などが知られている。

50

【0006】

従来技術1には、Pbフリーはんだとして、Sn-Ag-Bi系はんだ、或いはSn-Ag-Bi-Cu系はんだ合金が記載されている。従来技術2には、Pbフリーはんだとして有力なSn-Ag-Bi系はんだを、表面にSn-Bi系層を施した電極と接続することが記載されている。従来技術3には、電子部品を、有機基板の第1面および第2面からなる両面の各々に、Snを主成分とし、Biを0~65質量%、Agを0.5~4.0質量%、Cu若しくは/及びInを合計0~3.0質量%含有するPbフリーはんだによってリフローはんだ付けすることが記載されている。従来技術4には、Biを含有するPbフリーはんだを用いて電子部品と回路基板とを接続する方法において、はんだを約10~20 /sの冷却速度で冷却することが記載されている。従来技術5には、基板のA面でリフローはんだ付けによって電子部品を表面接続実装し、ついで基板のB面でフローはんだ付けにより、A面側から挿入した電子部品のリードを電極にフローはんだ付けして接続実装する方法において、A面側でリフローはんだ付けに用いるはんだを、Sn-(1.5~3.5wt%)Ag-(0.2~0.8wt%)Cu-(0~4wt%)In-(0~2wt%)Biの組成で構成されるPbフリーはんだであり、B面側でフローはんだ付けに用いるはんだを、Sn-(0~3.5wt%)Ag-(0.2~0.8wt%)Cuの組成で構成されるPbフリーはんだであることが記載されている。従来技術6には、フローはんだ付けを従来のSn-37Pbよりも高融点の共晶組成のPbフリーはんだを用いて行う際、部品本体と基板との間に熱伝導材料を設けることにより、はんだ付け後の基板冷却時に有機基板と電子部品本体との間の温度差が大きくなるようにすることが記載されている。

10

20

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

混載実装方法において、従来技術6に記載されているように、回路基板の下面に溶融したはんだの噴流を接触させてはんだ付けを行うフローはんだ付けの際、従来のSn-37Pb(単位:質量%)の融点183よりも高融点の共晶組成、あるいはそれに近い組成のPbフリーはんだを用いて、従来よりも高温で行う場合が考えられた。

【0008】

しかしながら、上記従来技術1~6の何れにおいても、以下の点が考慮されていなかった。

30

【0009】

即ち、混載実装方法において、回路基板のはんだ付け時間を短縮するために予備加熱を急速に行ったりするときには、また、電極のめっき等にPb等、接続後の接続部のはんだ組成を共晶組成から大きく逸脱させる成分が多量に含まれているときには、以下の3種類のはんだ付け欠陥が起こす可能性があった。

【0010】

まず、第1番目には、挿入実装型部品を回路基板にフローはんだ付けを行う際、各挿入実装型部品の持つ熱容量の大きさの違いが原因で、該挿入実装型の部品接続部のはんだが基板上の電極から剥がれるリフトオフという現象が発生する。

【0011】

第2番目には、既に接続が完了している表面実装部品接続部のはんだ再溶融が起き、このはんだ再溶融が表面実装部品の剥がれを引き起こすことになる。

40

【0012】

第3番目には、既に接続が完了している表面実装部品の持つ熱容量の大きさが原因で、フローはんだ付け後の基板冷却の際、接続部のはんだにおいて基板に近い側における低融点の成分が偏析を起こし、はんだ接続時だけでなく接続後の信頼性すら著しく低下させることになる。

【0013】

また、基板のはんだ付け時間短縮のため、予備加熱を急速に行う際、以上の3つのはんだ付け欠陥が起きやすくなる。

50

【 0 0 1 4 】

さらに、従来のフローはんだ付け工程では、はんだ付け条件の変更は、流れている基板が完全に搬出された後でなければならず、特に多品種少量生産を行う場合には多くの時間のロスが発生することになる。

【 0 0 1 5 】

本発明の目的は、上記課題を解決すべく、はんだのPbフリー化に伴い発生するはんだ付け欠陥を防止でき、しかも表面実装部品との接続強度の高信頼性を維持できるようにしたPbフリーはんだを用いた混載実装方法を提供することにある。

【 0 0 1 6 】

また、本発明の他の目的は、多品種少量生産に伴う基板生産時間のロスを低減することができるようにしたPbフリーはんだを用いた混載実装方法およびフローはんだ付け装置を提供することにある。

【 0 0 1 7 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、表面実装部品を回路基板の上面あるいは下面にPbフリーはんだペーストを用いてはんだ付けを行うリフローはんだ付け工程と、挿入実装部品のリード若しくは端子を前記回路基板に穿設されたスルーホールに上面側から挿入する挿入工程と、該挿入工程で挿入実装部品のリード若しくは端子をスルーホールに挿入した後、前記回路基板にフラックスを塗布するフラックス塗布工程と、該フラックス塗布工程で回路基板にフラックスを塗布後、該回路基板の下面を予備加熱する予備加熱工程と、該予備加熱工程で下面を予備加熱された回路基板の上面を冷却して回路基板の下面にPbフリーはんだの噴流を当て、挿入実装部品のリード若しくは端子を回路基板にフローはんだ付けを行うフローはんだ付け工程と、該フローはんだ付け工程ではんだ付け直後に、前記回路基板の上面を冷却若しくは加熱し、更に前記回路基板の下面を冷却する基板両面温度調節工程とを有することを特徴とするPbフリーはんだを用いた混載実装方法である。

【 0 0 1 8 】

また、本発明は、表面実装部品を回路基板の上面あるいは下面にPbフリーはんだペーストを用いてはんだ付けを行うリフローはんだ付け工程と、挿入実装部品のリード若しくは端子を前記回路基板に穿設されたスルーホールに上面側から挿入する挿入工程と、前記回路基板にAl等の金属製の反り防止治具を取り付ける反り防止治具取り付け工程と、前記挿入工程で挿入実装部品のリード若しくは端子をスルーホールに挿入した後、前記回路基板にフラックスを塗布するフラックス塗布工程と、該フラックス塗布工程で回路基板にフラックスを塗布後、該回路基板の下面を予備加熱する予備加熱工程と、該予備加熱工程で下面を予備加熱された回路基板の上面を加熱して回路基板の下面にPbフリーはんだの噴流を当て、挿入実装部品のリード若しくは端子を回路基板にフローはんだ付けを行うフローはんだ付け工程と、該フローはんだ付け工程ではんだ付け直後に、前記回路基板の上面を冷却若しくは加熱し、更に前記回路基板の下面を冷却する基板両面温度調節工程とを有することを特徴とするPbフリーはんだを用いた混載実装方法である。

【 0 0 1 9 】

また、本発明は、前記Pbフリーはんだを用いた混載実装方法において、更に、前記フラックス塗布工程前に、回路基板の下面に表面実装部品が先付けされた部分にカバーを取り付ける工程を有することを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

また、本発明は、前記フローはんだ付け工程において、Pbフリーはんだは、Sn-Cu系、Sn-Ag系、Sn-Zn系、Sn-Ag-Cu系、Sn-Zn-Cu系、Sn-Ag-Bi系若しくはSn-Zn-Bi系の共晶組成または該共晶組成に近い組成であることを特徴とする。特に、Sn-3Ag-xBi-0.5Cu(0<x<4,単位;質量%)は、Sn-Ag-Cu系の共晶組成または共晶組成に近い組成であり、しかも従来のSn-37Pbの融点183よりも高融点であり、極限条件でも接続の高信頼性を有して

10

20

30

40

50

使用可能である。また、 $S n - 0.8 A g - 57 B i$ は、共晶組成または共晶組成に近い組成であり、使用温度が限定されて使用される場合には、接続の高信頼性を有して使用可能である。

【0021】

また、本発明は、前記リフローはんだ付け工程において、Pbフリーはんだペーストのはんだ合金は、 $S n - C u$ 系、 $S n - A g$ 系、 $S n - Z n$ 系、 $S n - A g - C u$ 系、 $S n - Z n - C u$ 系、 $S n - Z n - B i$ 系若しくは $S n - A g - B i$ 系、好ましくは $S n - (1 \sim 4) A g - (0 \sim 8) B i - (0 \sim 1) C u$ (単位;質量%)であることを特徴とする。

【0022】

また、本発明は、前記フローはんだ付け工程において、回路基板の上面の冷却は、50以下の窒素等の流体を吹き付けて行うことを特徴とする。

【0023】

また、本発明は、前記フローはんだ付け工程において、回路基板の下面に当てるPbフリーはんだの噴流の温度が170 ~ 260 の範囲内であることを特徴とする。

【0024】

また、本発明は、前記フローはんだ付け工程において、回路基板の上面を、100以上に加熱することを特徴とする。

【0025】

また、本発明は、前記フローはんだ付け工程において、回路基板の上面の加熱は、100以上の窒素等の流体を吹き付けて行うことを特徴とする。

【0026】

ここで、回路基板の上面温度や回路基板の上面の加熱に使用する窒素等の流体の温度を100以上としたのは、Pbフリーはんだと電極めっきの組み合わせによって、はんだ接続部内に構成される低融点相の偏析を制御するのに効果のある最低温度が100だからである。

【0027】

また、本発明は、前記Pbフリーはんだを用いた混載実装方法を用いて表面実装部品及び挿入実装部品を回路基板に実装して構成したことを特徴とする実装品である。

【0028】

以上説明したように、前記構成によれば、183よりも高融点の共晶組成、あるいはそれに近い組成のPbフリーはんだを用いてフローはんだ付けを高温で行う際、基板のはんだ付け時間短縮のため、予備加熱を急速に行うとき、あるいは、電極のめっき等にPb等、接続後の接続部のはんだ組成を共晶組成から大きく逸脱させる成分が多量に含まれているとき、挿入実装部品接続部のリフトオフ、表面実装部品接続部のはんだの再溶融、及び該はんだ中の低融点成分の偏析によって引き起こされる表面実装部品の剥がれを起りにくくすることが可能となる。

【0029】

また、本発明は、Pbフリーはんだペーストを用いてリフローはんだ付けされた対象回路基板を搬入する搬入部と、該搬入部で搬入された対象回路基板にフラックスを塗布するフラックス塗布部と、該フラックス塗布部で対象回路基板にフラックスを塗布後、該対象回路基板の下面を予備加熱する予備加熱部と、該予備加熱部で下面を予備加熱された対象回路基板の上面を冷却して対象回路基板の下面にPbフリーはんだの噴流を当ててフローはんだ付けを行うフローはんだ付け部と、該フローはんだ付け部でのはんだ付け直後に、前記対象回路基板の上面を冷却若しくは加熱し、更に前記対象回路基板の下面を冷却する基板両面温度調節部とを備えた往路と、前記フローはんだ付けされた対象回路基板を前記往路の基板両面温度調節部から前記搬入部の近傍まで戻す復路とを備えたことを特徴とするフローはんだ付け装置である。

【0030】

また、本発明は、Pbフリーはんだペーストを用いてリフローはんだ付けされた対象回路

10

20

30

40

50

基板を搬入する搬入部と、該搬入部で搬入された対象回路基板にフラックスを塗布するフラックス塗布部と、該フラックス塗布部で対象回路基板にフラックスを塗布後、該対象回路基板の下面を予備加熱する予備加熱部と、該予備加熱部で下面を予備加熱された対象回路基板の上面を冷却または前記対象回路基板に反りを防止する治具を取り付けた状態で対象回路基板の上面を加熱して対象回路基板の下面にPbフリーはんだの噴流を当ててフローはんだ付けを行うフローはんだ付け部と、該フローはんだ付け部ではんだ付け直後に、前記対象回路基板の上面を冷却若しくは加熱し、更に前記対象回路基板の下面を冷却する基板両面温度調節部とを備え、前記対象回路基板が、前記搬入部、前記フラックス塗布部、前記予備加熱部、前記フローはんだ付け部、および前記基板両面温度調節部を経て、再び前記搬入部に戻り、前記対象回路基板の移動経路が平面内、あるいは空間内を一巡する

10

ように構成することを特徴とするフローはんだ付け装置である。
また、本発明は、前記フローはんだ付け装置の予備加熱部において、前記対象回路基板を停止させた状態も含めて予備加熱するように構成したことを特徴とする。

【0031】

また、本発明は、さらに、前記予備加熱部における前記対象回路基板を停止させる停止時間データを格納する制御メモリと、該制御メモリに格納された停止時間データの間前記予備加熱部において前記対象回路基板を停止させるように制御を行う制御装置とを備えたことを特徴とする。

【0032】

また、本発明は、予備加熱部からフローはんだ付け部を経由して基板両面温度調節部に至るまで回路基板を取り付けた基板ホルダーを搬送する基板ホルダー搬送コンベアを有し、該基板ホルダー搬送コンベアの入口および出口に回路基板を取り付けた基板ホルダーを停留できるステーションを設け、前記基板ホルダーが前記入口を出発してからフローはんだ付けが完了するまで、回路基板を搬送する最適なコンベア速度を設定でき、しかも最適な予備加熱時間も設定できるように構成し、更に、最適なコンベア搬送速度、および最適な予備加熱時間が異なる回路基板を1つの装置内で連続的にフローはんだ付け可能にしたことにある。

20

【0033】

また、本発明は、回路基板を搬送する搬送用コンベアを、はんだ付けに関与する部分とフラックス塗布やそれ以外の部分に分割し、各コンベアを独立制御することにより、特に多品種少量生産を行う場合の、フローはんだ付け条件変更により回路基板の生産を中断させなければならない時間を低減することが可能となる。

30

【0034】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について、詳細に説明する。

【0035】

本発明は、図1に示すように、表面実装部品2、4を有機基板等の回路基板1の上面101あるいは下面102にPbフリーのはんだペースト11を用いてはんだ付けを行い、その後、回路基板1の上面側よりスルーホールなどに、挿入実装部品5のリード12を挿入し、その後、必要に応じて回路基板1の下面102に表面実装部品が先付けされた部分にカバー(図示せず)を取り付け、回路基板1にフラックスを塗布し、その後、回路基板1の下面102からPbフリーの溶融はんだ噴流3によってフローはんだ付けする混載実装において、フローはんだ付けする際、回路基板1へのはんだ付け時間を短縮するために、まず回路基板1の下面102をシーズヒーターなどの予備加熱装置22で予備加熱を行い、その後、回路基板1の上面101を基板冷却装置6で冷却した状態で、回路基板1の下面102からPbフリーの溶融はんだ噴流3によってフローはんだ付けを行い、はんだ付け直後に回路基板1の両面を冷却するものである。

40

【0036】

基板冷却装置6としては、例えば、20 ~ 50 程度(常温25 に近い温度)の範囲内の窒素を0.3 m³/分程度の流量で吹き付ける装置で構成される。また、はんだ付け

50

直後における回路基板 1 の両面の冷却は、基板両面温度制御部 24 で例えば 5 ~ 20 程度（常温 25 より 15 程度低めの温度）の範囲内の窒素をそれぞれの流量（基板下面に 0.3 m³/分程度、基板上面に 0.1 m³/分程度）で 1 分間程度吹き付けて行われる。このように、回路基板 1 の上面 101 を基板冷却装置 6 で冷却した状態で、フローはんだ付けをすることによって、表面実装部品 2、4 の接続部においてははんだペースト 11 の再溶融によって剥がれが生じるのを防止することが可能となる。

【0037】

また、本発明は、図 2 に示すように、表面実装部品 2、4 を有機基板等の回路基板 1 の上面 101 あるいは下面 102 に Pb フリーのはんだペースト 11 を用いてはんだ付けを行い、その後、回路基板 1 の上面側よりスルーホールなどに、挿入実装部品 5 のリード 12 を挿入し、その後、必要に応じて回路基板 1 の下面 102 に表面実装部品が先付けされた部分にカバー（図示せず）を取り付け、回路基板 1 にフラックスを塗布し、その後、回路基板 1 の下面 102 から Pb フリーの溶融はんだ噴流 3 によってフローはんだ付けする混載実装において、フローはんだ付けする際、回路基板 1 に Al 等の金属製の反り防止治具 8 を取り付け、次に回路基板 1 へのはんだ付け時間を短縮するために、回路基板 1 の下面 102 をシーズヒーターなどの予備加熱装置 22 で予備加熱を行い、その後、回路基板 1 の上面を基板加熱装置 7 で加熱した状態で、回路基板 1 の下面 102 から Pb フリーの溶融はんだ噴流 3 によってフローはんだ付けを行い、はんだ付け直後に回路基板 1 の両面を冷却するものである。なお、回路基板 1 の下面 102 は、Pb フリーの溶融はんだ噴流 3 によって加熱された状態にあるため、はんだ付け直後、上面 101 を冷却すると下面と上面との間に大きく温度勾配が生じるので、上面 101 については少し加熱してから冷却してもよい。その結果、挿入実装部品 5 の接続部のリフトオフを防止することが可能となる。

【0038】

上記基板加熱装置 7 としては、150 ~ 200 程度の範囲内（回路基板 1 の上面のピーク温度 180 程度に近い温度）の窒素を 0.2 m³/分程度の流量で吹き付ける装置で構成される。また、はんだ付け直後における回路基板 1 の両面の冷却は、基板両面温度制御部 24 で例えば 5 ~ 20 程度（常温 25 より 15 程度低めの温度）の範囲内の窒素をそれぞれの流量（基板下面に 0.3 m³/分、基板上面に 0.1 m³/分）で 1 分間程度吹き付けて行われる。このように、回路基板 1 に反り防止治具 8 を取り付け、その後、回路基板 1 の上面を基板加熱装置 7 で加熱した状態で、フローはんだ付けを行うことにより、はんだペースト 11 中の低融点成分の偏析によって引き起こされる表面実装部品 2、4 の剥がれを防止することが可能となる。

【0039】

なお、リフロー用のはんだペースト 11 のはんだ合金組成としては、Sn - Cu 系、Sn - Ag 系、Sn - Zn 系、Sn - Ag - Cu 系、Sn - Zn - Cu 系、Sn - Zn - Bi 系若しくは Sn - Ag - Bi 系、好ましくは Sn - (1 ~ 4) Ag - (0 ~ 8) Bi - (0 ~ 1) Cu（単位；質量％）の組成を用いる。この組成において、硬くて脆い Bi の含有量を例えば 4 質量％以下に減少させることによって、QFP - LSI 等の表面実装部品 2 の接続強度を増大させて、しかも表面実装部品 2 の剥がれを防止することも可能となる。この組成において、逆に、Bi の含有量を例えば 4 質量％よりも増大させると、はんだペーストとしての融点を下げることができ、耐熱性で劣る表面実装部品 2 に適合させることが可能となる。

【0040】

フロー用の溶融はんだ噴流 3 の組成としては、Sn - Cu 系、Sn - Ag 系、Sn - Zn 系、Sn - Ag - Cu 系、Sn - Zn - Cu 系、Sn - Zn - Bi 系若しくは Sn - Ag - Bi 系の共晶組成若しくは共晶組成に近いのものを用いる。特に、Sn - Ag - Cu 系としては、従来の Sn - 37Pb の融点 183 よりも高融点である Sn - 3Ag - xBi - 0.5Cu（0 < x < 4、単位：質量％）の組成を用いて、極限条件でも接続の高信頼性を有して使用可能である。また、Sn - Ag - Bi 系としては、使用温度が限定され

る場合に、 $\text{Sn} - 0.8\text{Ag} - 57\text{Bi}$ の組成を用いて、接続の高信頼性を有して使用可能である。

【0041】

[第1の実施の形態]

第1の実施の形態は、回路基板1の下面102について最高出力9kWのシーズヒーターのみを使用した予備加熱を行い、その後、図1に示す如く、回路基板1の上面101を基板冷却装置6で冷却した状態で、回路基板1の下面102からPbフリーの溶融はんだ噴流3によってフローはんだ付けを行い、はんだ付け直後に回路基板1の両面を冷却するものである。

【0042】

まず、回路基板1としては、一般的に幅広く使用されている厚さ1.6mm、縦350mm、横350mm、基板面銅箔厚さ18 μm 、内径1mm、Cuパッド径1.6mm、密度0.7個/ cm^2 のスルーホールを有するガラスエポキシ基板1aを用いた。

【0043】

表面実装部品2としては、リードピッチ0.5mm、リード幅0.2mm、 $\text{Sn} - 10\text{mass}\% \text{Pb}$ めっきを施された208本の42アロイ製リードを持った32mm角QFP-LSI2aを用いた。

【0044】

そして、ガラスエポキシ基板1aの上面に、32mm角QFP-LSI2aを、組成が $\text{Sn} - 3\text{Ag} - x\text{Bi} - 0.5\text{Cu}$ ($0 < x < 8$, 単位: 質量%)の9種類のはんだペースト(次の表1に詳細を示す)11によりリフローはんだ付けを行った。

【0045】

【表1】

表 1

Bi含有量(質量%)	はんだ組成(質量%)	固相線(°C)	液相線(°C)
0	Sn-3Ag-0.5Cu	220	220
1	Sn-3Ag-1Bi-0.5Cu	215	218
2	Sn-3Ag-2Bi-0.5Cu	210	215
3	Sn-3Ag-3Bi-0.5Cu	206	215
4	Sn-3Ag-4Bi-0.5Cu	202	214
5	Sn-3Ag-5Bi-0.5Cu	197	214
6	Sn-3Ag-6Bi-0.5Cu	192	213
7	Sn-3Ag-7Bi-0.5Cu	187	212
8	Sn-3Ag-8Bi-0.5Cu	182	211

そして、この基板サンプルのQFP-LSI2aが4個接続されている方の基板1aの上面側より、基板のスルーホール(図示せず)に、 $\text{Sn} - 10\text{mass}\% \text{Pb}$ めっきを施された0.5mm角の端子(リード)11aを持つ2.54mmピッチ6端子コネクタ(リフトオフが生じやすい挿入実装部品5を選んだ)5aを6個挿入した。

【0046】

次に、全行程が1.2m/分の一本のコンベアでつながれており、コンベアの一端に基板搬入口、他端に基板搬出口のある総コンベア長4.2mのフローはんだ付け装置を使用して、まず、QFP-LSI2aが接続されていない方の回路基板1aの下面102に最高出力9kWのシーズヒーターのみを使用した基板予備加熱部12で予備加熱を行い、1分で25の回路基板1aの下面102の温度を、最高部118、最低部100にした。

【0047】

そして、共晶組成に近い $\text{Sn} - 3\text{Ag} - 0.5\text{Cu}$ (単位: 質量%) や $\text{Sn} - 0.8\text{Ag} - 57\text{Bi}$ (単位: 質量%) のはんだの噴流 3 a を基板 1 a の下面 1 0 2 に当てて、6 端子コネクタ 5 a のはんだ付けを行った。但し、この際、フローはんだ槽 (図示せず) の溶融はんだの温度が 170 ~ 260 となるようにフローはんだ槽の温度を数条件に固定した。

【0048】

共晶組成に近い $\text{Sn} - 3\text{Ag} - 0.5\text{Cu}$ (単位: 質量%) のはんだの場合は、融点が 220 程度であるため、溶融はんだの温度としては 240 ~ 250 程度にする必要がある。また、共晶組成に近い $\text{Sn} - 0.8\text{Ag} - 57\text{Bi}$ (単位: 質量%) のはんだの場合は、融点が 137 程度であるため、溶融はんだの温度としては、170 ~ 200 程度にする必要がある。

10

【0049】

また、これ以外に、フローはんだ槽の温度をこの条件にした状態で、今度ははんだ付けの間、回路基板 1 a の上面 1 0 1 に、図 1 に示すように基板冷却装置 6 により 20 ~ 50 程度の窒素を $0.3\text{m}^3/\text{分}$ 程度の流量で吹き付けて冷却を行って基板サンプルを作製した。このように、20 ~ 50 程度の窒素を吹き付けて、回路基板 1 a の上面 1 0 1 を、積極的に冷却することによって、回路基板 1 a の下面 1 0 2 と上面 1 0 1 との間に大きな温度勾配を生じるようにすることによって、はんだペースト 1 1 において Bi の含有量を 4 質量% 以下にした場合、フローはんだ付けする溶融はんだの温度を拡張することが可能となる。

20

【0050】

そして、はんだ付け直後に、基板両面温度制御部 2 4 で基板下面に $0.3\text{m}^3/\text{分}$ の流量で、基板上面に $0.1\text{m}^3/\text{分}$ の流量で、5 ~ 20 程度の窒素を 1 分間吹き付けて基板 1 a の両面を冷却した。

【0051】

以上説明した各サンプルにおいて、QFP - LSI 2 a の接続部に破断がおきているかを観察した。図 3 は、基板 1 a の上面 1 0 1 を基板冷却装置 6 で冷却した場合の実験結果を示し、図 4 は、冷却を行わない場合の実験結果を示す。各図とも、横軸にフローはんだ槽の溶融はんだの温度を、縦軸に QFP - LSI の接続に使用したはんだの Bi 含有量を取り、破断が起きなかった条件を印で、破断が起きた条件を x 印で示した。また、各図の中の実線は、破断が起きる条件と起きない条件の境界と考えられる線である。なお、図 3 の実験結果を図 4 の実験結果と比較するために、図 3 の中に図 4 の境界を点線で示した。

30

【0052】

図 3 に示す如く、基板 1 a の上面 1 0 1 を冷却した実験結果によれば、QFP - LSI 2 a の接続に使用したはんだペースト 1 1 の Bi 含有量が 4 質量% 以下のときには、通常のフローはんだ付け時より、接続部の破断が起き始める溶融はんだの許容温度範囲を、拡張できることがわかった。

【0053】

即ち、回路基板 1 a の上面 1 0 1 を 20 ~ 50 程度に冷却することにより、はんだペースト 1 1 の Bi 含有量が 2 質量% の場合には、フローはんだ槽の溶融はんだの温度を融点 220 よりも 20 程度高い 240 まで拡張でき、はんだペースト 1 1 の Bi 含有量が 1 質量% の場合には、フローはんだ槽の溶融はんだの温度を融点 220 よりも 35 程度高い 255 程度まで拡張でき、QFP - LSI 2 a の接続部 (リフローはんだ) に破断が生じないフローはんだ槽の溶融はんだの温度の設定・制御が容易となる。また、はんだペースト 1 1 の硬くて脆い Bi の含有量を 2 質量% 以下に低減することができるので、融点は表 1 に示すように多少増大するが、QFP - LSI 等の表面実装部品 2 の接続強度を増大させて、しかも表面実装部品 2 の剥がれを防止することも可能となる。

40

【0054】

そして、フローはんだ付けにおける各工程の所要時間は、基板 1 a の装置への搬入作業が 30 秒、フラックス塗布時間が 1 分、予備加熱時間が 1 分、はんだ付け時間が 30 秒、基

50

板両面温度制御時間が1分、基板1aの装置からの搬出作業が30秒であり、1枚の基板1aに着目すれば、はんだ付けに必要な時間は合計5分30秒であった。

【0055】

[第2の実施の形態]

第2の実施の形態は、図2に示すように、回路基板1に反り防止治具8を取り付け、次に、回路基板1の下面102について予備加熱を行い、その後、回路基板1の上面を基板加熱装置7で加熱した状態で、回路基板1の下面102からPbフリーの溶融はんだ噴流3bによってフローはんだ付けを行い、はんだ付け直後に回路基板1の両面を冷却するものである。このように、回路基板1にA1等の金属製の反り防止治具8を取り付けて回路基板1に反りが発生しないようにすることによって、フローはんだ付け時に、リフローはんだ付けされた部分11を溶融させても表面実装部品2を回路基板1の面に留めて冷却することによって再度凝固させて高信頼度で接続させることを可能にした。

10

【0056】

回路基板1としては、上記第1の実施の形態のガラスエポキシ基板1aを用いた。また、表面実装部品2としては、上記第1の実施の形態のQFP-LSI2aを用いた。

【0057】

そして、ガラスエポキシ基板1aの上面に、上記第1の実施の形態と同様に、32mm角QFP-LSI2aを、組成がSn-3Ag-xBi-0.5Cu(0x8,単位:質量%)の9種類のはんだペースト(上記表1に詳細を示す)11によりリフローはんだ付けを行った。

20

【0058】

そして、6個の6端子コネクタ5aを、上記第1の実施の形態と同様に、基板サンプルのQFP-LSI2aが4個接続されている方の基板1aの上面側より、基板1aのスルーホール(図示せず)に挿入した。

【0059】

次に、回路基板1の反りを防止するためのA1等の金属製の反り防止治具8を、上記基板サンプルに取り付けた。反り防止治具8は、図2に示すように、矩形形状の回路基板1の4辺の内3辺を固定する部分8aと、該回路基板1の中央部に開けられた穴(図示せず)に挿入されて回路基板1の上下動を防止するピン部8bとで構成される。

30

【0060】

このように、回路基板1に反り防止治具8を取り付けたことによって、フローはんだ付け時に、リフローはんだ付けされた部分11を溶融させても表面実装部品2を回路基板1の面に留めて冷却することによって再度凝固させて高信頼度で接続させることを可能にした。

【0061】

そして、全行程が1.2m/分の一本のコンベアでつながれており、コンベアの一端に基板搬入口、他端に基板搬出口のある総コンベア長4.2mのフローはんだ付け装置を使用して、QFP-LSI2aが接続されていない方の基板1aの下面102に、最高出力9kWのシーズヒーターのみを使用した予備加熱を行い、1分で25の基板下面の温度を、最高部119、最低部102にした。

40

【0062】

そして、基板1aの下面102に、組成がSn-3Ag-xBi-0.5Cu(0x4,単位:質量%)の5種類のはんだ(表1に詳細を示す)の噴流3bを当て、6端子コネクタ5aのはんだ付けを行った。但し、この際、QFP-LSI2aが接続されている方の基板上面101におけるピーク温度が180となるようにフローはんだ槽の温度を固定した。

【0063】

また、これ以外に、フローはんだ槽の温度をこの条件にした状態で、今度ははんだ付けの間、基板1aの上面101に、図2に示すように基板加熱装置7により150~200程度の範囲内の窒素を0.2m³/分程度の流量で吹き付けて加熱を行って基板サンプ

50

ルを作製した。なお、このとき、QFP-LSI2aが接続されている方の基板上面101の温度が、QFP-LSIパッケージ表面温度よりも30以上高くないようにした。

【0064】

そして、はんだ付け直後に、基板両面温度制御部24で基板下面に0.3m³/分程度、基板上面に0.1m³/分程度の流量で、5～20程度の窒素を1分間程度吹き付けて回路基板1aの両面を冷却した。

【0065】

以上説明した各サンプルにおいて、QFP-LSI2aの接続部に破断がおきているかを観察した。また、破断が起きていない場合もリードの45°ピール試験を行い、強度が著しく低下しているものは破断しているものとみなした。

10

【0066】

表2および表3には、基板1aの上面101に、基板加熱装置7により高温の窒素を吹き付けて加熱をした場合の試験結果を示す。

【0067】

【表2】

表 2

Bi含有量(質量%)	45°ピール強度(N)	判定
0	7.5	○
1	7.2	○
2	7.3	○
3	6.5	○
4	6.9	○
5	6.3	○
6	6.7	○
7	6.2	○
8	2.9	×

20

30

【表3】

表 3

Bi含有量(質量%)	リフト	引け巣	判定
0	○	○	○
1	○	○	○
2	○	○	○
3	○	○	○
4	×	×	×

40

表4および表5には、基板1aの上面101に高温の窒素を吹き付けない場合の試験結果を示す。

【0068】

【表4】

表 4

Bi 含有量(質量%)	45°ヒール強度(N)	判定
0	7.5	○
1	7.2	○
2	7.3	○
3	6.5	○
4	6.9	○
5	3.2	×
6	2.7	×
7	2.9	×
8	2.9	×

10

【表 5】

表 5

Bi 含有量(質量%)	リフトオフ	引け巣	判定
0	○	○	○
1	○	○	○
2	○	×	×
3	×	×	×
4	×	×	×

20

高温の窒素を吹き付けない表 4 および表 5 の試験結果によると、QFP - LSI 2 a の接続に使用できるはんだペースト 1 1 の Bi 含有量上限が 4 質量%となり、また、6 端子コネクタ 5 a の接続に使用できるフローはんだの Bi 含有量上限が 1 質量%となることがわかり、この上限を超えると QFP - LSI 2 a の接続部の破断や、コネクタ 5 a の接続部のリフトオフや引け巣が発生することがわかった。

30

【0069】

ところが、高温の窒素を吹き付けて基板 1 a の上面 1 0 1 を加熱することにより、表 2 および表 3 の試験結果に示す如く、QFP - LSI 2 a の接続に使用できるはんだペースト 1 1 の Bi 含有量上限が 7 質量%となり、また、6 端子コネクタ 5 a の接続に使用できるフローはんだの Bi 含有量上限が 3 質量%となることから、通常のフローはんだ付け時よりも使用できるはんだの組成範囲 (Bi 含有量の上限) を拡張できることがわかった。このように、回路基板 1 a に反り防止治具 8 を取り付けて回路基板 1 a の上面 1 0 1 を加熱したことにより、表面実装部品 2 を接続するはんだペースト 1 1 の組成として Bi の含有量の上限を 7 質量%と増やして融点を下げることが可能にし、その結果、耐熱性の低い表面実装部品 2 を Pbフリーでリフローはんだ付けすることが可能となる。また、フローはんだについても、Bi の含有量を多少増やすことを可能にして共晶組成に近いものにする

40

【0070】

そして、フローはんだ付けにおける各工程の所要時間は、基板 1 a の装置への搬入作業が 30 秒、フラックス塗布時間が 1 分、予備加熱時間が 1 分、はんだ付け時間が 30 秒、基板両面温度制御時間が 1 分、基板 1 a の装置からの搬出作業が 30 秒であり、1 枚の基板 1 a に着目すれば、はんだ付けに必要な時間は合計 5 分 30 秒であった。

【0071】

50

[第 3 の実施の形態]

第 3 の実施の形態は、回路基板 1 の下面 1 0 2 について最高出力 9 k W のシーズヒーターとファンを併用した急速予備加熱を行って、基板下面の温度を、約 3 0 秒で最高部 1 2 0 、最低部 1 0 7 にし、その後は図 2 に示す如く、第 1 の実施の形態と同様に、回路基板 1 の上面 1 0 1 を基板冷却装置 6 で冷却した状態で、回路基板 1 の下面 1 0 2 から P b フリーの溶融はんだ噴流 3 によってフローはんだ付けを行い、はんだ付け直後に回路基板 1 の両面を冷却するものである。

【 0 0 7 2 】

即ち、第 3 の実施の形態は、全行程が 1 . 2 m / 分の一本のコンベアでつながれており、コンベアの一端に基板搬入口、他端に基板搬出口のある総コンベア長 4 . 2 m のフローはんだ付け装置を使用して、Q F P - L S I 2 a が接続されていない方の基板 1 a の下面 1 0 2 に最高出力 9 k W のシーズヒーターとファンを併用した急速予備加熱を行い、回路基板の下面の温度を、約 3 0 秒で、最高部 1 2 0 、最低部 1 0 7 にした。

10

【 0 0 7 3 】

そして、回路基板の下面に、共晶組成に近い S n - 3 A g - 0 . 5 C u や S n - 0 . 8 A g - 5 7 B i (単位 : 質量 %) はんだの噴流 3 a を当て、6 端子コネクタ 5 a のはんだ付けを行った。但し、この際、フローはんだ槽の溶融はんだの温度が 1 7 0 ~ 2 6 0 となるようにフローはんだ槽の温度を数条件に固定した。また、これ以外に、フローはんだ槽の温度をこの条件にした状態で、今度ははんだ付けの間、基板上面に 2 0 ~ 5 0 程度の窒素を 0 . 3 m³ / 分の流量で吹き付けて冷却を行った基板サンプルを作製した。

20

【 0 0 7 4 】

そして、はんだ付け直後に、基板両面温度制御部で基板下面に 0 . 3 m³ / 分、基板上面に 0 . 1 m³ / 分の流量で 5 ~ 2 0 の窒素を 1 分間程度吹き付けた。

【 0 0 7 5 】

以上説明した各サンプルにおいて、Q F P - L S I の接続部に破断がおきているかを観察した。図 5 は、急速予備加熱を行ない、その後基板 1 a の上面 1 0 1 を基板冷却装置 6 で冷却した状態でフローはんだ付けした場合の実験結果を示し、図 6 は、急速予備加熱を行ない、その後冷却を行わない場合の実験結果を示す。各図とも、横軸にフローはんだ槽の溶融はんだの温度を、縦軸に Q F P - L S I の接続に使用したはんだの B i 含有量を取り、破断が起きなかった条件を印で、破断が起きた条件を x 印で示した。また、各図の中の実線は、破断が起きる条件と起きない条件の境界と考えられる線である。なお、図 5 の実験結果を図 6 の実験結果と比較するために、図 5 の中に図 6 の境界を点線で示した。

30

【 0 0 7 6 】

図 5 に示す如く、急速予備加熱を行ない、その後基板 1 a の上面 1 0 1 を冷却した実験結果によれば、Q F P - L S I 2 a の接続に使用したはんだペースト 1 1 の B i 含有量が 2 . 5 質量 % 以下のときには、通常のフローはんだ付け時より、接続部の破断が起き始める溶融はんだの許容温度範囲を、拡張できることがわかった。

【 0 0 7 7 】

即ち、回路基板 1 a の上面 1 0 1 を冷却することにより、B i 含有量が 1 質量 % の場合には溶融はんだの温度を 2 5 0 程度まで拡張でき、Q F P - L S I 2 a の接続部(リフローはんだ)に破断が生じないフローはんだ槽の溶融はんだの温度の設定・制御が容易となる。はんだペースト 1 1 の組成として、B i 含有量が 2 . 5 質量 % 以下のときには、フローはんだ槽の溶融はんだの温度の設定・制御が容易な範囲において、急速予備加熱をすることが可能である。

40

【 0 0 7 8 】

そして、フローはんだ付けにおける各工程の所要時間は、基板 1 a の装置への搬入作業が 3 0 秒、フラックス塗布時間が 1 分、急速予備加熱時間が 3 0 秒、はんだ付け時間が 3 0 秒、基板両面温度制御時間が 1 分、基板 1 a の装置からの搬出作業が 3 0 秒であり、1 枚の基板に着目すれば、はんだ付けに必要な時間は合計 5 分であった。

【 0 0 7 9 】

50

[第 4 の実施の形態]

第 4 の実施の形態は、図 2 に示すように、回路基板 1 に反り防止治具 8 を取り付け、次に、回路基板 1 の下面 1 0 2 について最高出力 9 k W のシーズヒーターとファンを併用した急速予備加熱を行って、基板下面の温度を、約 3 0 秒で、最高部 1 1 7 、最低部 1 0 9 にし、その後、第 2 の実施の形態と同様に、回路基板 1 の上面を基板加熱装置 7 で加熱した状態で、回路基板 1 の下面 1 0 2 から P b フリーの溶融はんだ噴流 3 b によってフローはんだ付けを行い、はんだ付け直後に回路基板 1 の両面を冷却するものである。

【 0 0 8 0 】

そして、全行程が 1 . 2 m / 分の一本のコンベアでつながれており、コンベアの一端に基板搬入口、他端に基板搬出口のある総コンベア長 4 . 2 m のフローはんだ付け装置を使用して、Q F P - L S I 2 a が接続されていない方の回路基板 1 a の下面 1 0 2 に対して最高出力 9 k W のシーズヒーターとファンを併用した急速予備加熱を行い、基板下面の温度を、約最高部 1 1 7 、最低部 1 0 9 にした。そして、基板下面に組成が S n - 3 A g - x B i - 0 . 5 C u (0 < x < 4 , 単位 : 質量 %) の 5 種類のはんだ (前述の表 1 に詳細を示す) の噴流 3 b を当て、6 端子コネクタ 5 a のはんだ付けを行った。但し、この際、Q F P - L S I が接続されている方の基板上面ピーク温度が 1 8 0 となるようにフローはんだ槽の温度を固定した。

10

【 0 0 8 1 】

また、これ以外に、フローはんだ槽の温度をこの条件にした状態で、今度ははんだ付けの間、基板上面に流量 0 . 2 m³ / 分の 1 5 0 ~ 2 0 0 の窒素を吹き付けて加熱した基板サンプルを作製した。

20

【 0 0 8 2 】

また、このとき、いかなるときも Q F P - L S I が接続されている方の基板上面が Q F P - L S I パッケージ表面温度よりも 3 0 以上高くないようにした。

【 0 0 8 3 】

そして、はんだ付け直後に、基板両面温度制御部 2 4 で基板下面に 0 . 3 m³ / 分、基板上面に 0 . 1 m³ / 分の流量で 5 ~ 2 0 の窒素を 1 分間程度吹き付けた。

【 0 0 8 4 】

以上説明した各サンプルにおいて、Q F P - L S I 2 a の接続部に破断がおきているかを観察した。また、破断が起きていない場合もリードの 4 5 ° ピール試験を行い、強度が著しく低下しているものは破断しているものとみなした。

30

【 0 0 8 5 】

表 6 および表 7 には、回路基板 1 a に反り防止治具 8 を取り付け、回路基板 1 a の下面 1 0 2 について急速予備加熱を行い、その後回路基板 1 a の上面 1 0 1 に高温の窒素の吹き付けてフローはんだ付けを行ったものの試験結果を示す。

【 0 0 8 6 】

【 表 6 】

表 6

Bi含有量(質量%)	45°ヒール強度(N)	判定
0	7.4	○
1	7.1	○
2	7.3	○
3	6.6	○
4	7.2	○
5	6.4	○
6	6.2	○
7	2.9	×
8	3.5	×

10

【表7】

表 7

Bi含有量(質量%)	リフト材	引け巣	判定
0	○	○	○
1	○	○	○
2	○	○	○
3	○	○	○
4	×	×	×

20

表8および表9には、回路基板1aに反り防止治具8を取り付け、回路基板1aの下面102について急速予備加熱を行い、その後回路基板1aの上面101に高温の窒素の吹き付けを行わずにフローはんだ付けを行ったものの試験結果を示す。

30

【0087】

【表8】

表 8

Bi含有量(質量%)	45°ヒール強度(N)	判定
0	7.1	○
1	7.2	○
2	6.4	○
3	2.9	×
4	3.2	×
5	3.0	×
6	2.7	×
7	2.9	×
8	2.6	×

40

【表9】

表 9

Bi 含有量(質量%)	リフトオフ	引け巣	判定
0	○	○	○
1	○	○	○
2	×	×	×
3	×	×	×
4	×	×	×

10

この表 8 および表 9 の試験結果によると、QFP - LSI の接続に使用できるはんだの Bi 含有量上限が 2 質量% となり、また、6 端子コネクタの接続に使用できるはんだの Bi 含有量上限が 1 質量% となることがわかり、この上限を超えると、QFP - LSI の接続部の破断や、コネクタの接続部のリフトオフや引け巣が発生することがわかった。

【0088】

ところが、上記表 6 および表 7 に示すように、接続部の破断が起き始める溶融はんだの温度が高温の窒素を吹き付けることにより、QFP - LSI の接続に使用するはんだの Bi 含有量の上限が 6 質量% となり、また、6 端子コネクタの接続に使用できるはんだの Bi 含有量の上限が 3 質量% となることから、通常のフローはんだ付け時よりも使用できるはんだの組成範囲を拡張できることがわかった。

20

【0089】

即ち、急速予備加熱をしたとしても、はんだペースト 11 の組成として、Bi 含有量の上限が 6 質量% の融点が高いものも使用可能である。また、急速予備加熱をしたとしても、フローはんだについても、Bi の含有量を多少増やすことを可能にして共晶組成に近いものにすることが可能となる。

【0090】

そして、フローはんだ付けにおける各工程の所要時間は、回路基板の装置への搬入作業が 30 秒、フラックス塗布時間が 1 分、予備加熱時間が 30 秒、はんだ付け時間が 30 秒、基板両面温度制御時間が 1 分、回路基板の装置からの搬出作業が 30 秒であり、1 枚の回路基板 1a に着目すれば、はんだ付けに必要な時間は合計 5 分であった。

30

【0091】

以上説明した第 3 および第 4 の実施の形態によれば、高出力のヒータによる回路基板のフローはんだ付け面の急速予備加熱が可能となり、予備加熱に要する時間を短縮して生産性を向上することが可能となる。

【0092】

次に、本発明に係る Pb フリーはんだを用いたフローはんだ付け装置若しくはシステムの実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0093】

図 7 は、上下に平行に配置された 2 本のコンベアを使用して回路基板 1 を往復移動させることにより、基板搬入と基板搬出が同じ位置 18 で一人の作業員で行えるフローはんだ付け装置において、予備加熱工程の長さを 0.6 m とし、予備加熱部（図示せず）上で回路基板 1 をコンベアから浮かせて基板をコンベアの動きとは無関係に 30 秒停止させる構造を付加させた第 1 の実施例を示す正面図である。これにより、回路基板 1 の下面 102 の全ての場所は、予備加熱部上において、移動中と停止中とを併せて合計 60 秒予備加熱されていることになる。

40

【0094】

このフローはんだ付け装置は、表面実装部品 2、4 がリフローはんだ付けされ、挿入実装部品 5 が挿入された回路基板 1 を、上部においてエレベータ付き小コンベア 27 からエレベータ付き小コンベア 25 へと搬送する往路コンベアと、該往路コンベアから逆走コンベ

50

ア 26 に移し変える下降エレベータ付き小コンベア 25 と、該小コンベア 25 から移し変えられた回路基板を戻す逆走コンベア(復路コンベア)(上部往路コンベアに平行で進行方向が逆方向で上部往路コンベアの真下に存在) 26 と、戻された回路基板を上昇させて基板搬入口 18 に戻す上昇エレベータ付き小コンベア 27 とで構成される。なお、この小コンベア 27 は、新たな回路基板を基板搬入口 18 からフラクサへ搬送するコンベアとなる。

【 0 0 9 5 】

そして、往路コンベアは、基板搬入口 18 からフラクサへ搬送する(搬送距離 0.3 m)小コンベア部 19 と、上記回路基板 1 の下面 102 にフラックスを塗布する搬送部(搬送距離 1 m) 20 と、予備加熱する搬送部(搬送距離 1.2 m) 22 と、フローはんだ付けする搬送部(搬送距離 0.6 m) 23 と、基板両面温度制御を行う搬送部(搬送距離 1 m) 24 とから構成される。

10

【 0 0 9 6 】

ところで、フラックス塗布工程 20 a、予備加熱工程 22 a、フローはんだ付け工程 23 a、及び基板両面温度制御工程 24 a を含む全長 3.8 m の上部大コンベア 20 ~ 24 の搬送速度は 1.2 m / 分、下降エレベータ付き小コンベア(長さ 0.6 m) 25 の搬送速度は 1.2 m / 分、逆走コンベア(復路コンベア) 26 の搬送速度は 1.2 m / 分、上昇エレベータ付き小コンベア(長さ 0.6 m) 27 の搬送速度は 1.2 m / 分である。

【 0 0 9 7 】

また、P b フリーはんだを用いたフローはんだ付け対象物、予備加熱条件およびフローはんだ付け条件は、第 1 の実施の形態と同様にした。

20

【 0 0 9 8 】

そして、フローはんだ付けにおける各工程の所要時間は、回路基板の装置への搬入作業時間が 30 秒、
 (2) 上昇エレベータ付き小コンベア 27 によるフラクサへの移動時間が 15 秒、
 (3) フラックス塗布時間が 50 秒、
 (4) 予備加熱時間が 60 秒、
 (5) フローはんだ付け時間が 30 秒、
 (6) 基板両面温度制御時間が 50 秒、
 (7) 下降エレベータ付き小コンベアでの移動時間が 15 秒、
 (8) 下降エレベータ 25 による搬送時間が 60 秒、
 (9) 下降エレベータ付き小コンベアによる逆走コンベアへの移動時間が 15 秒、
 (10) 逆走コンベア 26 による搬送時間が 190 秒、
 (11) 上昇エレベータ付き小コンベア 27 での移動時間が 15 秒、
 (12) 上昇エレベータ 27 による基板搬送時間が 60 秒、
 (13) 回路基板 1 の装置からの搬出作業が 30 秒
 であり、1 枚の回路基板に着目すれば、はんだ付けに必要な時間は合計 10 分 20 秒であった。

30

【 0 0 9 9 】

図 8 は、4 本のコンベアを使用して回路基板が長方形の経路により装置内を循環することにより、基板搬入と基板搬出が同じ位置で一人の作業で行えるフローはんだ付け装置において、予備加熱工程の長さを 0.6 m とし、予備加熱部(図示せず)上で回路基板 1 をコンベアから浮かせて基板をコンベアの動きとは無関係に 30 秒停止させる構造を付加させ、さらに、搬送時間短縮をはかるため、はんだ付けに直接関与しないコンベアを高速で独立運転させることにした第 2 の実施例を示す平面斜視図である。

40

【 0 1 0 0 】

このフローはんだ付け装置は、表面実装部品 2、4 がリフローはんだ付けされ、挿入実装部品 5 が挿入された回路基板 1 を、基板搬入部からフラクサへ搬送する搬送部(搬送距離 0.3 m) 19 と、フラックス塗布搬送部(搬送距離 1 m) 20 と、はんだ付けに関与しない搬送部(搬送距離 0.3 m) 21 と、エレベータ付きサイド搬送部 28 と、予備加熱

50

搬送部（搬送距離 0.6 m）22 と、フローはんだ付け搬送部（搬送距離 0.6 m）23 と、基板両面温度制御搬送部（搬送距離 1 m）24 と、エレベータ付きサイド搬送部 29 と、基板搬送部 18 に戻すはんだ付けに関与しない搬送部（搬送距離 0.6 m）19 とから構成される。図 1 及び図 2 に示す如く、フローはんだ付け搬送部、即ちフローはんだ槽が設置されたフローはんだ付け部 23 は、基板ホルダー位置検出によりはんだ付け完了が検出できる機構を備えて構成される。

【0101】

エレベータ付きサイド搬送部 28 は、小コンベア搬送部（搬送距離 0.3 m）28a と、下降小コンベア部 28b と、下部搬送コンベア部（搬送距離 1.2 m）28c と、上昇小コンベア部 28d と、小コンベア搬送部（搬送距離 0.3 m）28e とから構成される。

10

【0102】

エレベータ付きサイド搬送部 29 も、小コンベア搬送部（搬送距離 0.3 m）29a と、下降小コンベア部 29b と、下部搬送コンベア部（搬送距離 1.2 m）29c と、上昇小コンベア部 29d と、小コンベア搬送部（搬送距離 0.3 m）29e とから構成される。

【0103】

なお、はんだ付けに関与しない基板搬送（搬送距離 0.6 m）、基板搬入部からフラクサへの基板搬送 19a、フラックス塗布工程 20a、はんだ付けに関与しない基板搬送 21a から成る全長 2.2 m のコンベアの搬送速度は 1.2 m / 分、予備加熱工程 22a、フローはんだ付け工程 23a、基板両面温度制御工程 24a から成る全長 2.2 m のコンベアの搬送速度は 1.2 m / 分、2 本の下降エレベータ付き小コンベアは長さ 0.6 m、搬送速度は 1.2 m / 分とした。2 本の上昇エレベータ付き小コンベアは長さ 0.6 m、搬送速度は 1.2 m / 分、はんだ付けに関与しない 2 本の下部基板搬送コンベアの搬送速度は高速化を行い、1.2 m / 分とした。

20

【0104】

また、予備加熱は、QFP - LSI が接続されていない方の基板下面に最高出力 4.5 kW のシーズヒーターによる加熱とし、回路基板の下面の温度を、約 1 分で、最高部 121、最低部 107 にした。

【0105】

そして、フローはんだ付け条件は、第 1 の実施の形態と同様にして、基板サンプルを作製した。

30

【0106】

そして、フローはんだ付けにおける各工程の所要時間は、

- (1) 基板搬入部での基板の搬入作業が 30 秒、
- (2) フラクサへの移動時間が 15 秒、
- (3) フラックス塗布時間が 50 秒、
- (4) はんだ付けに関与しない基板搬送時間が 15 秒、
- (5) 下降エレベータ付き小コンベアへの移動時間が 15 秒、
- (6) 下降エレベータによる搬送時間が 10 秒、
- (7) 下部基板搬送コンベアによる基板搬送と上昇エレベータへの移動時間が 6 秒、
- (8) 上昇エレベータによる搬送時間が 10 秒、
- (9) 上昇エレベータ付き小コンベアから予備加熱部への移動時間が 15 秒、
- (10) 予備加熱時間が 60 秒、
- (11) フローはんだ付け時間が 30 秒、
- (12) 基板両面温度制御時間が 50 秒、
- (13) 下降エレベータ付き小コンベアへの移動時間が 15 秒、
- (14) 下降エレベータによる搬送時間が 10 秒、
- (15) 下部基板搬送コンベアによる基板搬送と上昇エレベータへの移動時間が 6 秒、
- (16) 上昇エレベータによる搬送時間が 10 秒、
- (17) 上昇エレベータ付き小コンベア上の移動時間が 15 秒、
- (18) 基板搬入部への基板搬送時間が 30 秒、

40

50

(19) 基板搬入部での基板の搬出作業が30秒、
であり、1枚の基板に着目すれば、はんだ付けに必要な時間は合計7分32秒であった。

【0107】

図9は、4本のコンベアを使用して回路基板が長形状の経路により装置内を循環することにより、基板搬入と基板搬出が同じ位置で一人の作業者で行えるフローはんだ付け装置において、下記機能を付加させた第3の実施例を示す平面斜視図である。

(a) 予備加熱工程については、第2の実施例と同様とする。

(b) 搬送時間の短縮をはかるため、はんだ付けに直接関与しない2本の下部搬送コンベア28c、29cを高速(12m/分)で運転する。

(c) 2本の下部搬送コンベア以外のコンベアの搬送速度を0.5~2.0m/分の変速式とし、基板搬入時に搬送速度をあらかじめ入力できるようにする。

(d) 搬送基板サイズを最大360×360mm、最小100×100mmに限定し、この範囲内のあらゆるサイズの回路基板1を取り付けるための可動式基板固定具(図示せず)を備え、フローはんだ付け時の熱影響による基板の反りを防止するため、基板中央部にあらかじめ設けた開口部より回路基板1を上下からホールドするピン(図示せず)を有する、サイズ550×550mmの基板ホルダー(図示せず)を4個作製し、装置内では4個の基板ホルダーを介して回路基板1を搬送することとする。また、4個の基板ホルダーは、図9の中に白丸で示された位置、

A：基板搬入部

C：予備加熱工程22aの直前の上昇エレベータ付き小コンベア28dの上

E：基板両面温度制御工程24aの直後の下降エレベータ付き小コンベア29bの上

F：基板搬入部30の直前の上昇エレベータ付き小コンベア29dの上

の4カ所のステーションに配置し、その位置から4個の基板ホルダーを循環させる。

【0108】

また、基板ホルダーが基板搬入部Aに到達したとき、(はんだ付けの完了した回路基板が存在する場合は、まず回路基板の取り外しを行い)新たな回路基板の搬入を行う。

【0109】

さらに、

B：フラックス塗布工程20aの直後の下降エレベータ付き小コンベア28bの上

D：予備加熱部22a

もステーションとし、4個の基板ホルダーが合計6個のステーション間を移動する際、隣接する2個のステーション間のコンベア上に基板ホルダーが2個以上存在しないようにする。これは基板ホルダーの動きを1つずつ独立制御し、装置内での衝突を防止するためである。

【0110】

このために、6個のそれぞれのステーションを基板搬入部を起点とし、ここから基板ホルダーが通過する順に、A、B、C、D、E、Fと名付けることにする。

【0111】

すなわち、

A：基板搬入部

B：フラックス塗布工程直後の下降エレベータ付き小コンベアの上

C：予備加熱工程直前の上昇エレベータ付き小コンベアの上

D：予備加熱部

E：基板両面温度制御工程直後の下降エレベータ付き小コンベアの上

F：基板搬入部直前の上昇エレベータ付き小コンベアの上

とする。

【0112】

次に、上記フローはんだ付け装置において、コンベア独立制御を行う制御装置30には、複数のデータ格納部を有する制御メモリ31を備えられる。

【0113】

10

20

30

40

50

なお、それぞれのデータ格納部には、各回路基板 1 の予備加熱部 2 2 での最適停止時間 T と、フローはんだ付け時の最適基板搬送速度 V が格納されている。

【 0 1 1 4 】

例えば、予備加熱部 2 2 での最適停止時間 T と、フローはんだ付け時の最適基板搬送速度 V がそれぞれ異なる回路基板 X, Y を連続的に本フローはんだ付け装置に搬入し、運転する場合を考える。いま、回路基板 ((予備加熱部での最適停止時間, フローはんだ付け時の最適基板搬送速度) = (T_x, V_x)) X を基板搬入部 (ステーション A) の基板ホルダーにセットし、(T_x, V_x) を制御装置 3 0 に対して入力後、スタートボタン (図示せず) を押して制御装置 3 0 内に設けられたコンピュータ 3 2 の制御の基に、基板ホルダー搬送をスタートさせる。

10

【 0 1 1 5 】

このとき、基板ホルダーは、ステーション B に向かって搬送される。次に、回路基板 X がステーション B を出発したのを検出器 (図示せず) で検出後、基板搬入部 (ステーション A) に向かって次の基板ホルダーが搬送されるようになっている。

【 0 1 1 6 】

そして、回路基板 X がステーション C を出発したときをもって、次の回路基板 Y がステーション B を通過できるように制御される。次に、回路基板 X が予備加熱部 (ステーション D) 2 2 で T_x の間停止して予備加熱がなされる。このとき回路基板 X の基板データ (T_x, V_x) はデータ格納部に存在する。よって、予備加熱部 2 2 から基板両面温度制御部 2 4 までのコンベアは搬送速度 V_x で動いている。 T_x の時間が経過すると、回路基板 X がはんだ付け最適搬送速度 V_x で搬送されはじめる。

20

【 0 1 1 7 】

そして、回路基板 X がフローはんだ付け部 2 3 を通過したことを検出器にて検出した後、次の回路基板 Y の基板データ (T_y, V_y) はデータ格納部に収められ、次の回路基板 Y はステーション C を出発し、最適の予備加熱、はんだ付けが行われるようになる。それ以降も同様の手順にて基板ホルダーを搬送していく。

【 0 1 1 8 】

そして、1 枚目の回路基板 X がステーション E に到着したが、その前の基板ホルダーがステーション F を出発できず、2 枚目の回路基板 Y がステーション D を出発してしまっている場合が状況によっては起こりうる。この場合、2 枚目の回路基板 Y のフローはんだ付け部 2 3 を通過したことを検出器にて検出した直後、予備加熱部 2 2 から基板両面温度制御部 2 4 までのコンベアを停止し、基板ホルダーの衝突を防止できるようにしている。それ以降も同様の手順にて基板ホルダーを搬送していく。

30

【 0 1 1 9 】

そして、その後、1 枚目の回路基板 X は前方のステーションに基板ホルダーが存在しないことを確認後、ステーション F を通り、ステーション A に戻ることになる。

【 0 1 2 0 】

2 枚目以降も前方のステーションに基板ホルダーが存在しないことを確認後、同様の手順にて移動していく。

【 0 1 2 1 】

なお、入力したデータは、

$$(T_x, V_x) = (30 \text{ 秒}, 1.2 \text{ m / 分})$$

$$(T_y, V_y) = (5 \text{ 秒}, 1.5 \text{ m / 分})$$

また、はんだ付けが完了した基板を搬送してきた基板ホルダーが基板搬入部 1 9 に到着した場合、基板搬出を 30 秒で行い、次の基板搬入とデータ入力を合計 30 秒で行った直後、スタートボタンを押した。

40

【 0 1 2 2 】

次に、1 枚目に基板 X を装置に搬入してから 2 枚目以降の基板搬入開始時刻、基板搬出終了時刻を調べた結果を示す。

【 0 1 2 3 】

50

その結果、基板の搬入開始は、

- 1 枚目（基板 X）：0 分 0 0 秒後
- 2 枚目（基板 Y）：1 分 1 5 秒後
- 3 枚目（基板 X）：2 分 5 0 秒後
- 4 枚目（基板 Y）：4 分 2 5 秒後
- 5 枚目（基板 X）：7 分 2 2 秒後
- 6 枚目（基板 Y）：8 分 3 7 秒後

基板の搬出終了は、

- 1 枚目（基板 X）：6 分 5 2 秒後
- 2 枚目（基板 Y）：8 分 3 7 秒後
- 3 枚目（基板 X）：1 0 分 2 2 秒後
- 4 枚目（基板 Y）：1 2 分 0 7 秒後
- 5 枚目（基板 X）：1 3 分 5 2 秒後
- 6 枚目（基板 Y）：1 5 分 3 7 秒後

となり、あらかじめ必要な条件を入力しておけば、通常基板予備加熱に必要な熱量、はんだ付け時の基板搬送速度、基板サイズがそれぞれ異なる基板を連続的に生産することが可能となり、1 分 4 5 秒ごとに 1 枚の基板が生産可能であることになる。

【0124】

また、本実施例によれば、予備加熱用ヒータの出力安定化に必要な時間、いわゆる段取り替えロス時間の無いはんだ付けが可能となり、基板生産スピードを向上させることができる。

【0125】

【発明の効果】

本発明によれば、Pbフリーはんだを用いた混載実装方法において、はんだの Pbフリー化に伴い発生するはんだ付け欠陥を防止して挿入実装部品はもとより、表面実装部品についても高信頼性を維持して接続できる効果を奏する。

【0126】

また、本発明によれば、Pbフリーはんだを用いた混載実装方法において、フローはんだ付けの際、溶融はんだの噴流の温度許容範囲を高温側へ拡張することができるので温度のコントロールがしやすくなる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る Pbフリーはんだを用いた混載実装方法の第1および第3の実施の形態を説明するための図である。

【図2】本発明に係る Pbフリーはんだを用いた混載実装方法の第2および第4の実施の形態を説明するための図である。

【図3】本発明に係る第1の実施の形態（予備加熱を行った後、混載実装基板にフローはんだ付けを行う際、QFP-LSI接続側基板面を冷却する場合）における QFP-LSI接続部破断条件を示した図である。

【図4】本発明に係る第1の実施の形態の比較例（予備加熱を行った後、混載実装基板にフローはんだ付けを行う場合）における QFP-LSI接続部破断条件を示した図である。

【図5】本発明に係る第3の実施の形態（急速予備加熱を行った後、混載実装基板にフローはんだ付けを行う際、QFP-LSI接続側基板面を冷却する場合）における QFP-LSI接続部破断条件を示した図である。

【図6】本発明に係る第3の実施の形態の比較例（急速予備加熱を行った後、混載実装基板にフローはんだ付けを行う場合）における QFP-LSI接続部破断条件を示した図である。

【図7】本発明に係る Pbフリーはんだを用いたフローはんだ付け装置の第1の実施例を示した正面図である。

【図8】本発明に係る Pbフリーはんだを用いたフローはんだ付け装置の第2の実施例を

10

20

30

40

50

示した平面斜視概略図である。

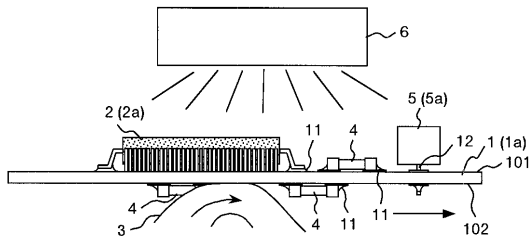
【図9】本発明に係るPbフリーはんだを用いたフローはんだ付け装置の第3の実施例を示した平面斜視概略図である。

【符号の説明】

1、1 a ... 回路基板 (ガラスエポキシ基板)、2、2 a ... 表面実装部品 (Q F P - L S I)、3 ... 溶融はんだ噴流、4、4 a ... 表面実装部品 (チップ部品)、5、5 a ... 挿入実装部品 (6 端子コネクタ)、6 ... 基板冷却装置、7 ... 基板加熱装置、8 ... 反り防止治具、1 8 ... 基板搬入口、1 9 ... 小コンベア部、2 0 ... フラックス塗布搬送部、2 0 a ... フラックス塗布工程、2 1 ... はんだ付けに関与しない搬送部、2 2 ... 予備加熱搬送部、2 2 a ... 予備加熱工程、2 3 ... フローはんだ付け搬送部、2 3 a ... フローはんだ付け工程、2 4 ... 基板両面温度制御搬送部、2 5 ... 下降エレベータ付き小コンベア、2 6 ... 逆走コンベア (往路コンベア)、2 7 ... エレベータ付き小コンベア、2 8、2 9 ... エレベータ付きサイド搬送部、2 8 c、2 9 c ... 下部搬送コンベア部。

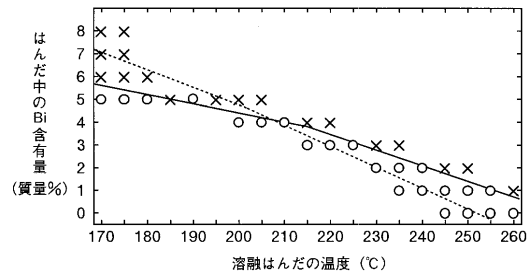
【図1】

図 1



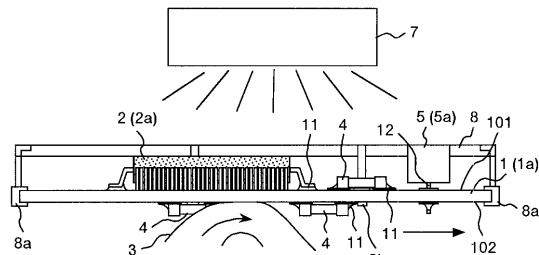
【図3】

図 3



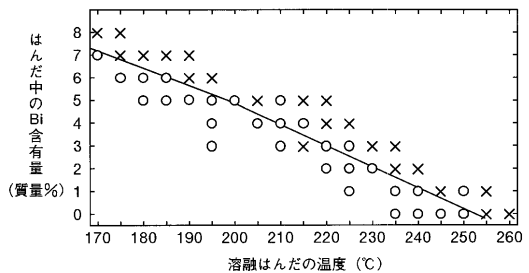
【図2】

図 2



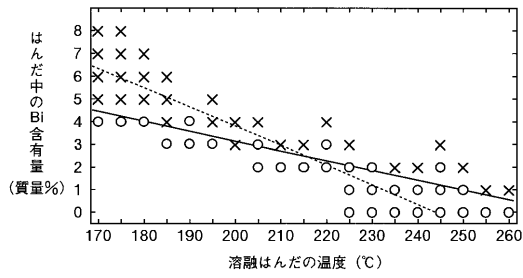
【図4】

図 4



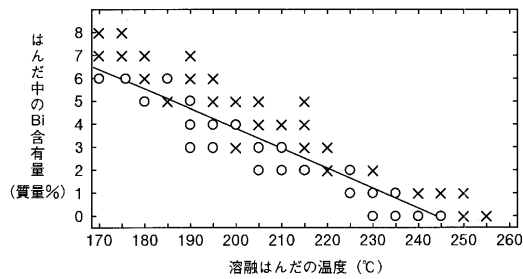
【図5】

図 5



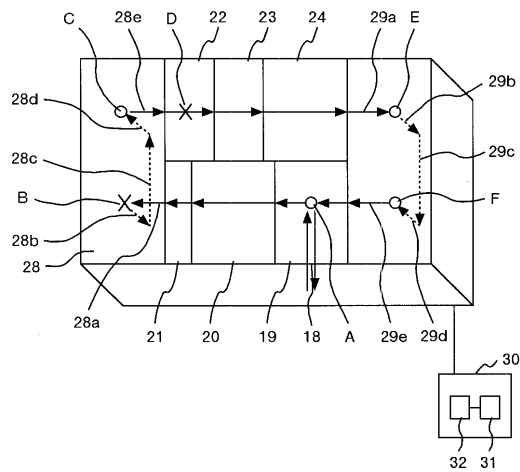
【図6】

図 6



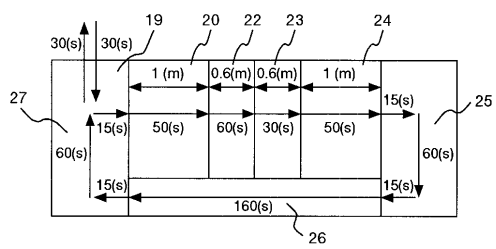
【図9】

図 9



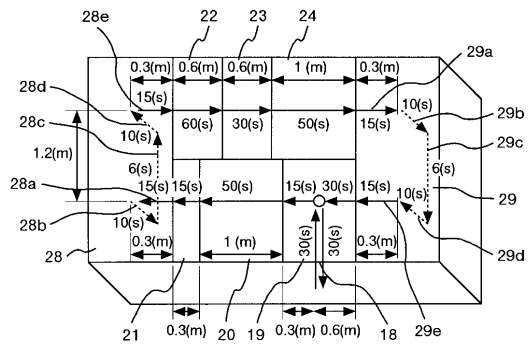
【図7】

図 7



【図8】

図 8



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 3 K 35/26 3 1 0 A

(72)発明者 岡本 正英
神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所 生産技術研究所内

(72)発明者 大村 智之
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 2 1 6 番地 株式会社日立製作所 通信事業部内

審査官 柳本 陽征

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 1 4 4 4 2 4 (J P , A)
特開平 4 - 1 5 1 8 9 7 (J P , A)
特開平 4 - 1 5 8 9 7 7 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 6 8 5 1 9 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 3 4 9 4 2 8 (J P , A)
特開平 9 - 3 2 7 7 9 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H05K 3/34
B23K 1/00
B23K 31/02
B23K 35/26