

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第6144495号  
(P6144495)

(45) 発行日 平成29年6月7日(2017.6.7)

(24) 登録日 平成29年5月19日(2017.5.19)

(51) Int.Cl.	F I
H05K 3/34 (2006.01)	H05K 3/34 507K
B23K 1/00 (2006.01)	B23K 1/00 A
B23K 1/008 (2006.01)	B23K 1/008 B
B23K 3/04 (2006.01)	B23K 3/04 Y
B23K 101/42 (2006.01)	H05K 3/34 507J
請求項の数 6 (全 30 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2013-11040 (P2013-11040)	(73) 特許権者	000103976
(22) 出願日	平成25年1月24日 (2013.1.24)		オリジン電気株式会社
(65) 公開番号	特開2014-143304 (P2014-143304A)		埼玉県さいたま市桜区栄和3丁目3番27号
(43) 公開日	平成26年8月7日 (2014.8.7)	(74) 代理人	100097320
審査請求日	平成27年6月26日 (2015.6.26)		弁理士 宮川 貞二
前置審査		(74) 代理人	100131820
			弁理士 金井 俊幸
		(72) 発明者	松田 純
			東京都豊島区高田1丁目18番1号 オリジン電気株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 隆之
			東京都豊島区高田1丁目18番1号 オリジン電気株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 加熱接合装置及び加熱接合製品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加熱接合する対象物と、前記対象物よりも熱容量が大きいバッファーク部と、を収容する真空チャンバと；

前記真空チャンバ内に収容した前記対象物に接触して配置された前記バッファーク部を加熱するヒータであって、前記バッファーク部を熱放射によって加熱する複数の熱放射ヒータと；

前記ヒータで加熱されたバッファーク部の熱を排熱する、平板に形成されたクシ歯形状に設けられた冷却器であって、前記平板の上端面が前記バッファーク部に接触する接触面を形成し、前記クシ歯が前記複数の熱放射ヒータの間に配置される冷却器と；

前記バッファーク部を介して加熱された対象物の温度を検出する対象物温度センサーと；

加熱された前記対象物を前記対象物温度センサーで検出した温度が前記加熱接合に適した所定の目標温度になるように、前記真空チャンバの内部が真空の状況下において前記冷却器による前記バッファーク部からの排熱を調節することにより、前記対象物の温度を制御する制御装置とを備え；

前記冷却器は、前記熱放射ヒータに対して相対移動が可能に設けられた冷却ブロックと、前記冷却ブロックを前記バッファーク部に対して前記クシ歯が複数の前記熱放射ヒータの間から突出し前記バッファーク部に当接して前記バッファーク部を前記熱放射ヒータから遠ざけるように近接をし及び離間をするように相対的に駆動する駆動装置とを有し；

前記制御装置は、前記冷却ブロックの近接と離間を調節することにより前記対象物の温

度を制御するように構成された；

加熱接合装置。

【請求項 2】

前記バッファ部を温度を検出するバッファ温度センサーと；

前記真空チャンバ内の真空を真空破壊する真空破壊装置とを更に備え；

前記制御装置は、前記対象物温度センサーの第 1 の検出温度と前記バッファ温度センサーの第 2 の検出温度との間の温度差が所定の温度差の範囲内となったとき、前記真空破壊装置を操作して前記真空チャンバ内の真空を真空破壊するように構成され；

前記所定の温度差は、前記真空チャンバ内が真空破壊されて前記対象物の温度が上昇しても前記対象物が熱破壊されない温度差である；

10

請求項 1 に記載の加熱接合装置。

【請求項 3】

前記制御装置は、前記対象物温度センサーで検出した前記対象物の温度が前記加熱接合する接合材の融点以上である条件で前記真空チャンバ内の真空を真空破壊した後に、前記対象物の温度を前記接合材の融点より低い温度に下げようように制御するように構成された、

請求項 2 に記載の加熱接合装置。

【請求項 4】

前記真空チャンバ内を真空に排気する真空ポンプを更に備え；

前記制御装置は前記真空ポンプによる排気と前記真空破壊装置による真空破壊とを更に組み合わせて調節することで、前記バッファ部から前記対象物への熱伝達を調節して前記対象物の温度を前記所定の目標温度になるように制御するように構成された；

20

請求項 2 又は請求項 3 に記載の加熱接合装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の加熱接合装置に、前記加熱接合する対象物を前記バッファ部と接触させて配置して装填するステップと；

前記加熱接合装置を用いて前記対象物を加熱接合するステップとを備える；

加熱接合製品の製造方法。

【請求項 6】

加熱接合する対象物と、前記対象物よりも熱容量が大きいバッファ部とを、前記対象物と前記バッファ部を接触させて配置して、真空下に置くステップと；

30

前記真空下に置いた前記バッファ部を複数の熱放射ヒータによる熱放射によって加熱する加熱ステップと；

前記加熱されたバッファ部の熱を、前記真空下に置いたまま、前記複数の熱放射ヒータの間に配置されたクシ歯形状に設けられた冷却ブロックと、前記冷却ブロックを前記バッファ部に対して前記クシ歯が複数の前記熱放射ヒータの間から突出し前記バッファ部に当接して前記バッファ部を前記熱放射ヒータから遠ざけるように近接をし及び離間をするように相対的に駆動する駆動装置と、を有する冷却器による熱伝導で排熱する排熱ステップと；

前記バッファ部を介して加熱された対象物の温度を検出する温度検出ステップと；

40

前記検出した前記対象物の温度に基づいて、前記対象物の温度が加熱接合に適した所定の目標温度になるように、前記排熱ステップの排熱を調節して、前記対象物の温度を制御する制御ステップとを備える；

加熱接合製品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、加熱接合装置及び加熱接合製品の製造方法に関し、より詳細には、ワーク（電子部品、基板等及び接合材を含んで構成される加熱接合の対象物）を加熱及び冷却して加熱接合する加熱接合装置及び加熱接合製品の製造方法に関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、還元性のカルボン酸蒸気で満たした開閉可能なチャンバ内に、加熱手段を具える熱板が設けられた加熱接合装置としての半田付け装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。熱板の基板を乗せる部分は平坦に設けられ、熱板にはその温度を検出する温度検出器が附設される。加熱手段は検出された熱板の温度に基づいて熱板の温度を制御するように構成される。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開平11 233934号公報（例えば、請求項1、請求項7参照）

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、従来の加熱接合装置では、チャンバ内を真空にして半田付け等の加熱接合を行う場合に、熱板に載置されたワークが過熱されることがあった。ワークは加熱接合の対象物として熱に弱い、半導体装置、電子部品等のようなものを含む。そのため、対象物を適切に加熱接合するための所定の目標温度を超える過熱によりワークを熱破壊してしまうことがあった。このようなワークの熱破壊を避けるため、従来の加熱接合装置では、真空中で加熱接合を行う際に、緩やかに長時間をかけてワークを加熱することが避けられなかった。このため、ワークの加熱接合に要するサイクルタイムが長いものとなっていた。

## 【0005】

本発明はこれらの課題に鑑みてなされたものであり、真空中で加熱接合を行う際に、加熱接合する対象物の温度を加熱接合に適した所定の目標温度から大きくオーバーシュートさせることなく、対象物の温度を従来の装置及び方法よりも短時間で所定の目標温度とすることができる優れた加熱接合装置及び加熱接合製品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】

## 【0006】

上記の課題を解決するために、本発明の第1の態様に係る加熱接合装置は、例えば、図1に示す加熱接合装置100であって、加熱接合する対象物1とバッファ部5を収容する真空チャンバ10と；真空チャンバ10内に収容した対象物1に接触して配置されたバッファ部5を加熱するヒータ20と；ヒータ20で加熱されたバッファ部5の熱を排熱する冷却器30と；バッファ部5を介して加熱された対象物1の温度を検出する対象物温度センサー40と；検出した対象物1の温度 $T_D$ （図4（A）参照）に基づいて、対象物1の温度 $T_D$ が加熱接合に適した所定の目標温度 $T_T$ （図4（A）参照）になるように、冷却器30によるバッファ部5からの排熱を調節することにより、制御する制御装置50とを備える。

## 【0007】

このように構成するとき、真空中でオーバーシュート傾向を有するヒータによる対象物の加熱をその蓄熱が調節されるバッファ部から対象物に伝熱して行うことができる。このため、雰囲気への熱拡散が期待できない真空中で対象物がヒータで直接加熱されることによって対象物が過熱されて熱破壊してしまうことを防止することができる。また、ヒータで直接加熱されたバッファ部の熱を冷却器で排熱する調節を行うことにより、対象物の温度制御を行うことができる。バッファ部の熱を「排熱する」とは、バッファ部の温度の保持又は変動に拘わらず、バッファ部から熱を奪うことをいい、バッファ部の温度の低下を伴ってバッファ部を冷却することを含む概念である。

## 【0008】

真空中の加熱では雰囲気への熱拡散が生じない。このため、ヒータから直接加熱された

10

20

30

40

50

バッファ部に入熱された熱の一部はバッファ部に蓄熱され、残りの熱は対象物へ伝熱されて対象物に蓄熱される。このとき、対象物と接触しているバッファ部の温度を対象物の温度から独立したより高い温度とすることで、対象物の温度を従来の装置よりも急速に昇温することができる。また、バッファ部の温度を冷却器で調節することで、対象物の温度を所定の目標温度に制御することができる。このため、対象物の温度を上げるときには、バッファ部の蓄熱を大きくしてバッファ部の温度を高くすることにより、対象物の温度を従来の装置よりも急速に昇温することができ、且つ、対象物の温度が所定の制御目標温度に近づいたときには、冷却器をバッファ部に接触させることでバッファ部の熱を排熱し、対象物の温度をオーバーシュートさせることなく所定の目標温度に制御することができる。

10

#### 【0009】

ここで、真空中でのバッファ部から対象物への熱伝達では、両者の間に真空が介在することによってその熱伝達（熱伝達の割合、熱伝達率（熱伝達係数））が予測不可能に変動する。この場合にも、対象物の温度を検出して対象物の温度が所定の目標温度になるようにバッファ部からの排熱を調節することで、この熱伝達の変動を対象物の温度制御に反映して正確な対象物の温度制御を行うことができる。このように正確な制御を行うことができるから、従来の装置の制御に起因する誤差のために対象物の温度上昇率（温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）/時間（秒））に上限を課していた従来の装置よりも大きな温度上昇率で対象物の加熱接合を行うことができる。また、従来の装置のように、対象物の温度制御のために、バッファ部の加熱温度が対象物の制御目標温度以下の温度に制限されてしまうことがなく、

20

#### 【0010】

また、本発明の第2の態様に係る加熱接合装置は、本発明の第1の態様に係る加熱接合装置において、例えば、図1に示す加熱接合装置100のように、ヒータ20はバッファ部5を熱放射によって加熱する熱放射ヒータ20aで構成され；冷却器30は冷却ブロック30aと、冷却ブロック30aをバッファ部5に対して近接及び離間をするように相対的に駆動する駆動装置30bとを有し；制御装置50は、冷却ブロック30aの近接と離間を調節することにより対象物1の温度を制御するように構成される。

30

#### 【0011】

このように構成するとき、熱放射ヒータは、バッファ部との間に介在する真空に阻害されることなく真空中においても好適にバッファ部を加熱することができる。また、制御装置は、検出した対象物の温度に基づいて、バッファ部と冷却ブロックとの間の相互間距離（その接触又は非接触）を調節してバッファ部からの排熱を効率良く調節することができる。このため、従来の装置よりも短時間で加熱接合を行うことができる。

40

#### 【0012】

また、本発明の第3の態様に係る加熱接合装置は、本発明の第1の態様に係る加熱接合装置において、例えば、図6に示す加熱接合装置200のように、バッファ部は、対象物1を載置する載置台5bとして構成され、ヒータ20b及び冷却器30cは載置台5bの内部に設けられる。

#### 【0013】

このように構成するとき、載置台の内部に設けられたヒータ及び冷却器はバッファ部としての載置台を介して載置台に載置された加熱接合の対象物を加熱及び冷却することができる。このため、真空中で加熱接合を行う際に、加熱接合する対象物の温度を加熱接合

50

に適した所定の目標温度から大きくオーバーシュートさせることなく、対象物の温度を従来の装置よりも短時間で所定の目標温度とすることができる優れた加熱接合装置を提供することができる。

【0014】

また、本発明の第4の態様に係る加熱接合装置は、本発明の第1乃至第3の態様のいずれか一の態様に係る加熱接合装置において、例えば、図1に示す加熱接合装置100のように、バッファ部5の温度 $T_B$ （図4（A）参照）を検出するバッファ温度センサー60と；真空チャンバ10内の真空を真空破壊する真空破壊装置70とを更に備え；制御装置50は、対象物温度センサー40の第1の検出温度 $T_D$ （図4（A）参照）とバッファ温度センサー60の第2の検出温度 $T_B$ との間の温度差が所定の温度差 $T_O$ （図4（A）参照）の範囲内となったとき、真空破壊装置70を操作して真空チャンバ10内の真空を真空破壊B（図4（A）参照）するように構成される。

10

【0015】

このように構成するとき、加熱接合する対象物の温度とバッファ部の温度との間の温度差が所定の温度差の範囲内となったときに真空チャンバ内の真空を真空破壊するように制御することができる。真空チャンバ内の真空が真空破壊される際には、加熱接合の対象物とバッファ部との間の雰囲気を経た熱伝達が回復する。対象物とバッファ部との間の温度差が所定の温度差の範囲内となったときに真空破壊することにより、高温のバッファ部から対象物への急激な熱伝達が生じて対象物が熱破壊してしまうことを防止することができる。また、加熱接合の対象物を熱破壊してしまうことがない範囲内の可能な限り早い時点で真空チャンバ内の真空を真空破壊することができる。このため、加熱接合の対象物及びバッファ部から雰囲気（対流）への熱伝達（熱拡散）を可能な限り早期に回復して対象物を効率良く冷却することができる。このため、対象物の過熱を防ぐことができると共に、従来の装置よりも加熱接合のサイクルタイムを更に短縮することができる。

20

【0016】

また、本発明の第5の態様に係る加熱接合装置は、本発明の第4の態様に係る加熱接合装置において、例えば、図1に示す加熱接合装置100のように、制御装置50は、真空チャンバ10内の真空を真空破壊B（図4（A）参照）した後に、対象物1の温度を接合材の融点 $T_m$ （図4（A）参照）より低い温度に下げないように制御するように構成される。

30

【0017】

このように構成するとき、真空チャンバ内の真空を真空破壊した後に接合材の温度が融点よりも低くなるように制御することができる。即ち、制御装置は対象物の温度が接合材の融点以上の温度であるときに真空破壊を行う。このとき、融点以上の温度に加熱された溶融状態の接合部内で、真空中ではその内部の残圧により拡大した拡大状態にあるポイドを真空破壊された圧力下で再び圧縮された縮小状態に圧縮することができる。また、接合部内のポイドを圧縮状態に圧縮した後に、接合材の温度を融点よりも低い固化温度まで冷却して接合材を固化することができる。このため、接合部内のポイドの影響を抑制して、より信頼性の高い加熱接合を行うことができる。

【0018】

また、本発明の第6の態様に係る加熱接合装置は、本発明の第4又は第5の態様に係る加熱接合装置において、例えば、図1に示す加熱接合装置100のように、真空チャンバ10内を真空に排気する真空ポンプ80を更に備え；制御装置50は真空ポンプ80による排気と真空破壊装置70による真空破壊とを更に組み合わせて調節することで、バッファ部5から対象物1への熱伝達を調節して対象物1が所定の目標温度 $T_T$ （図4（A）参照）になるように制御するように構成される。

40

【0019】

このように構成するとき、真空チャンバ内の真空度（真空の圧力）を調節することで、バッファ部から対象物への熱伝達の割合（熱伝達率（熱伝達係数））を調節して対象物の温度が所定の目標温度になるように制御することができる。この場合には、更に多くの

50

調節手段を用いて加熱接合する対象物の温度を制御することができるから、対象物の温度を更に自在に効率良く制御することができる。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の第 7 の態様に係る加熱接合製品の製造方法は、例えば、図 7（及び適宜図 1 を参照）に示すように、本発明の第 1 乃至第 6 の態様のいずれか一の態様に係る加熱接合装置 1 0 0 に加熱接合する対象物 1 をバッファ部 5 と接触させて配置して装填するステップ M 1 と；加熱接合装置 1 0 0 を用いて対象物 1 を加熱接合するステップ M 2 とを備える。

【 0 0 2 1 】

このように構成するとき、真空中で加熱接合を行う際に、加熱接合する対象物の温度を加熱接合に適した所定の目標温度から大きくオーバーシュートさせることなく、対象物の温度を従来の方法よりも短時間で所定の目標温度とすることができるから、高い生産性をもって加熱接合製品を製造することができる。

【 0 0 2 2 】

また、本発明の第 8 の態様に係る加熱接合製品の製造方法は、例えば、図 7（及び適宜図 1 及び図 4 を参照）に示すように、加熱接合する対象物 1 とバッファ部 5 を、対象物 1 とバッファ部 5 を接触させて配置して、真空下に置くステップ M 1 a と；真空下に置いたバッファ部 5 を加熱する加熱ステップ M 2 a と；加熱されたバッファ部 5 の熱を排熱する排熱ステップ M 2 b と；バッファ部 5 を介して加熱された対象物 1 の温度  $T_D$  を検出する温度検出ステップ M 2 c と；検出した対象物 1 の温度  $T_D$  に基づいて、対象物 1 の温度  $T_D$  が加熱接合に適した所定の目標温度  $T_T$  になるように、冷却ステップ M 2 b の排熱を調節して、対象物 1 の温度  $T_D$  を制御する制御ステップ M 2 d とを備える。

【 0 0 2 3 】

このように構成するとき、真空中で加熱接合を行う際に、加熱接合する対象物の温度を加熱接合に適した所定の目標温度から大きくオーバーシュートさせることなく、対象物の温度を従来の方法よりも短時間で所定の目標温度とすることができるから、高い生産性をもって加熱接合製品を製造することができる。

【発明の効果】

【 0 0 2 4 】

本発明による加熱接合装置及び加熱接合製品の製造方法によれば、真空中で加熱接合を行う際に、加熱接合する対象物の温度を加熱接合に適した所定の目標温度から大きくオーバーシュートさせることなく、対象物の温度を従来の装置及び方法よりも短時間で所定の目標温度とすることができる優れた加熱接合装置及び加熱接合製品の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る加熱接合装置としての半田付け装置の例を示す正面断面図である。（A）は、冷却ブロックをバッファ部から離間させてバッファ部を熱放射ヒータで加熱する状態を示す図であり、（B）は、冷却ブロックをバッファ部に当接させてバッファ部の熱を冷却ブロックで排熱する状態を示す図である。

【図 2】図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る半田付け装置の例を示す側面部分断面図である。第 1 の実施の形態の半田付け装置を側面より見ると共に、その真空チャンバの隔壁の一部を切断して内部を示す部分断面図である。

【図 3】図 3 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る半田付け装置が備える制御装置の構成を示すブロック図である。（A）は制御装置が有する各機能部を示すブロック図であり、（B）は制御装置の制御部が有する各機能部を更に詳細に示すブロック図である。

【図 4】図 4 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る半田付け装置の温度制御の例を示す図である。（A）は、半田の熔融温度よりも僅かに低い第 1 の加熱目標温度までバッファ部を加熱した後に均熱化のための伝熱待機時間を設ける場合の温度制御の例を示し、（B）は、伝熱待機時間を設けない場合の温度制御の例を示す。

10

20

30

40

50

【図５】図５は、本発明の第２の実施の形態に係る加熱接合装置としての半田付け装置の例を示す正面断面図である。（Ａ）は、冷却ブロックをバッファ部から離間させてバッファ部を熱放射ヒータで加熱する状態を示す図であり、（Ｂ）は、冷却ブロックをバッファ部に当接させてバッファ部の熱を冷却ブロックで排熱する状態を示す図である。

【図６】図６は、本発明の第３の実施の形態に係る加熱接合装置としての半田付け装置の例を示す正面断面図である。

【図７】図７は、本発明の第４の実施の形態に係る加熱接合製品としての半田付け製品の製造方法の例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００２６】

10

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。なお、各図において互いに同一又は相当する部材には同一あるいは類似の符号を付し、重複した説明は省略する。

【００２７】

本願発明において、「加熱接合」は広く接合材を加熱及び冷却してワークを接合することをいうが、典型的には接合材を加熱溶融及び冷却固化してワークを接合することをいう。加熱接合には、例えば、金属接合材を用いた蝋付け、半田付け、樹脂接合材又はガラス接合材を用いた溶着、接着、溶接等が含まれる。以下の実施の形態では、加熱接合装置の例として、蝋付けのうち、軟蝋といわれている半田を接合材とした半田付けを行う半田付け装置の例を挙げて説明する。

【００２８】

20

図１を参照して、本発明の第１の実施の形態に係る加熱接合装置としての半田付け装置１００を説明する。例示の半田付け装置１００による加熱状態を示す図１（Ａ）を主に参照し、排熱状態（冷却状態）を示す図１（Ｂ）を適宜併せて参照するものとする。また、半田付け装置１００の温度制御及び減圧制御に関する説明については図４に示す半田付け装置１００の作動状態を示すグラフを適宜併せて参照するものとする。半田付け装置１００は半田付けする対象物（ワーク）１を収容する空間を真空に減圧する真空チャンバ１０を備え、対象物１を真空中で半田付けする真空半田付け装置である。真空中で半田付けを行う場合には、半田の表面に酸化膜が形成されることを防ぐことができる。このため、酸化膜に半田付けを阻害されることがなく、固着強度が高く電氣的導通性に優れた信頼性の高い半田付けを行うことができる。

30

【００２９】

また、真空中で半田付けする場合には、半田に酸化膜の形成を防止するための還元剤としてのフラックスを添加しなくてもよい。また、対象物１に残留して電氣的導通を阻害する可能性があるフラックスを半田付け後に洗浄して除去するフラックス除去工程を省くことができる。更に、真空中で半田付けを行う半田付け装置１００は、水素ガス、蟻酸ガス等の還元ガス雰囲気中で半田付けを行う従来の半田付け装置（例えば、特許文献１、請求項１参照）と比較して、真空チャンバ１０を還元ガスで満たさなくてもよい。特に、その取り扱いに注意が必要な可燃性の水素ガスを還元ガスとして用いることなく半田付けを行うことができる。このため、半田付け装置１００は、信頼性の高い半田付けを効率良くかつ容易に行うことができるという利点を有する。

40

【００３０】

図１は、半田付け装置１００を紙面奥側から紙面手前側へ向かう半田付けの対象物１の搬送ラインの搬送方向から見る正面断面図である。真空チャンバ１０の隔壁は、後に詳述する対象物温度センサー４０及びバッファ温度センサー６０の熱検出部が設けられる位置で切断してその断面が示されている。真空チャンバ１０の排気口１４には真空チャンバ１０の内部（以下、適宜「チャンバ内部」という）の空気を排気する真空ポンプ８０が接続されている。真空ポンプ８０はチャンバ内部の空気を真空チャンバ１０の外部に排気することで、チャンバ内部を真空（大気圧よりも低い圧力）乃至高真空に自在に減圧することができる。真空ポンプ８０は、例えば、チャンバ内部を約７乃至１３３Pa程度（約５０乃至１０００mTorr程度）の中真空とすることができる。チャンバ内部の圧力はチ

50

チャンバ内部に圧力検出部を有するように設けられた圧力計 8 1 で検出することができる。チャンバ内部の圧力の値は、後に詳述する半田付け装置 1 0 0 の作動を一元的に制御する制御装置 5 0 ( 図 3 参照 ) に伝達されて真空ポンプ 8 0 の駆動調節に用いられる。また、排気口 1 4 は制御装置 5 0 の制御指令に従って開閉可能に設けられ、真空ポンプ 8 0 の駆動時には開放され、駆動時以外には閉鎖されるように操作される。

#### 【 0 0 3 1 】

真空チャンバ 1 0 が有する複数の隔壁の内、対象物 1 の搬送ラインと交差する 1 対の隔壁には、後に詳述する真空破壊装置 7 0 としてのゲートバルブ 7 0 a ( 図 2 参照 ) が設けられる。ゲートバルブ 7 0 a は、対象物 1 を搬送ラインに沿ってチャンバ内部に供給するために、また、対象物 1 をチャンバ内部から搬出するために開閉可能に設けられる。ゲートバルブ 7 0 a は連結されたエアシリンダ ( 不図示 ) で駆動されて鉛直方向にスライド開閉される。また、ゲートバルブ 7 0 a は、ゲートバルブ 7 0 a が閉じられたときにチャンバ内部を真空に減圧することができるようにチャンバ内部を気密に閉鎖可能に設けられる。ゲートバルブ 7 0 a は、後に詳述する制御装置 5 0 ( 図 3 参照 ) によって操作及び調節される。このため、制御装置 5 0 は、真空チャンバ 1 0 の密閉 ( 閉鎖 ) とチャンバ内部の真空の真空破壊 ( 圧力回復 ) とを自在に選択可能に操作及び調節することができる。

#### 【 0 0 3 2 】

チャンバ内部と外気とを隔離する真空チャンバ 1 0 が有する隔壁は、断熱性に優れたステンレス鋼で設けられる。このため、熱処理が行われるチャンバ内部を外気から断熱して対象物 1 を効率良く半田付けすることができる。また、真空チャンバ 1 0 の複数の隔壁には、透明な耐熱ガラス製の視認窓 1 2 が設けられる。このため、半田付け装置 1 0 0 の作動中も、装置の作動状況及び対象物 1 の半田付けの状況を目視して確認することができる。

#### 【 0 0 3 3 】

半田付けの対象物 1 は、載置台 5 としての載置搬送台 5 a の上に載置される。載置搬送台 5 a は金属製の平板で設けられる。対象物 1 が載置された載置搬送台 5 a は半田付け装置 1 0 0 が備える複数の搬送ローラ 1 1 上に載置される。複数の搬送ローラ 1 1 は、半田付け装置 1 0 0 内で対象物 1 の搬送ラインを形成する。載置搬送台 5 a は高い熱伝導率を有する銅で設けられる。この場合には、後に詳述するように載置搬送台 5 a を介して熱処理される対象物 1 を効率良く加熱及び冷却することができる。なお、高い熱伝導率を有する限り、載置搬送台 5 a を銅合金等の他の金属材料で設けるものとしてもよい。本実施の形態では、載置搬送台 5 a には複数 ( 例示として 2 列 3 行 6 個 ( 図 2 に示す側面図を併せて参照のこと ) ) の半田付けの対象物 1 が並べて載置される。この場合には、複数の対象物 1 を同時に熱処理して効率良く半田付けすることができる。半田付け装置 1 0 0 の搬送ラインを形成する複数の搬送ローラ 1 1 は、載置搬送台 5 a を載置して回転することで対象物 1 を図示の半田付け位置 ( 加熱 / 冷却処理位置 ) まで送り込んで半田付け装置 1 0 0 に装填する。

#### 【 0 0 3 4 】

半田付けの対象物 1 は典型的には電子部品 2 と基板 3 とを含む。また、対象物 1 の半田付けは、典型的には基板 3 の上にフィルム半田 ( クリーム半田であってもよい ) 等の半田を載置し、この半田の上に更に電子部品 2 を載置した状態で対象物 1 を加熱及び冷却して行う。半田付け装置 1 0 0 による半田付けでは、真空中で半田の熔融温度 ( 融点 )  $T_m$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) ( 例えば、摂氏 3 0 0 度 ) 以上の温度に半田を加熱して熔融した後に、冷却して再び半田を固化することで電子部品 2 と基板 3 とを半田接合部 4 で接合する。電子部品 2 は、半導体パッケージの他、表面実装型のチップ抵抗器、チップコンデンサ等の、半田付けして基板 3 に固着 / 導通される電子部品の全般をいう。

#### 【 0 0 3 5 】

本実施の形態の半田付け装置 1 0 0 はヒータ 2 0 としての複数の熱放射ヒータ 2 0 a を備える。熱放射ヒータ 2 0 a は、円形断面を有する直線形状 ( 円筒棒形状 ) ( 図 2 に示す側面図を併せて参照のこと ) に設けられる。本実施の形態では、熱放射ヒータ 2 0 a は半

10

20

30

40

50



田付けの対象物 1 を直接加熱するのではなく、バッファ部としての載置台 5 である載置搬送台 5 a を加熱するように設けられる。ここで、バッファ部は熱放射ヒータ 20 a による対象物 1 の加熱において熱緩衝部として機能する。バッファ部は典型的には半田付けの対象物よりも大きな熱容量を有し、ヒータと対象物との間に介在する。一方、バッファ部の熱容量が大きいためにヒータによる加熱を停止した後でも、余熱により対象物を加熱してしまう。本実施の形態では、冷却器 30 を備えることによりそれを防止することができる。このようにして、バッファ部は熱に弱い半田付けの対象物を過熱による熱破壊から保護することができる。

#### 【0036】

また、バッファ部はヒータによる加熱を時間的及び空間的に均熱化して対象物に伝熱することができる。このため、バッファ部を介して加熱する場合には、対象物の不均一な加熱による熱変形（熱反り）を防止することができる。対象物に接触させて配置したバッファ部を介して対象物を加熱することにより対象物の熱変形を防ぐことができる。即ち、対象物とバッファ部との良好な接触状態を維持することができる。

#### 【0037】

熱放射ヒータ 20 a は、ハロゲンヒータで設けられる。熱放射ヒータ 20 a は、タングステン製の熱放射フィラメントで設けられた熱放射部を、石英ガラスで設けられた熱放射部密閉管で覆って設けられる。また、熱放射部密閉管内には不活性ガス（例えば、窒素、アルゴン等）とハロゲンガス（例えば、ヨウ素、臭素等）とが封入される。熱放射ヒータ 20 a をハロゲンヒータで設ける場合には、ハロゲンとタングステンとの間のハロゲンサイクルによって熱放射ヒータ 20 a は急速な昇降温に耐えることができる。このため、通電後数秒でタングステンフィラメント（熱放射部）の温度を摂氏 2700 度を超える高温とすることができる。このため、熱放射ヒータ 20 a は高温となった熱放射部からの熱放射によって対面する載置搬送台 5 a を急速に加熱することができる。また、熱放射ヒータ 20 a はハロゲンサイクルによってタングステンフィラメントの寿命を十分に長く保つことができる。このため、載置搬送台 5 a の急速な加熱が可能であると共に経済生産性の高い優れた熱放射ヒータ 20 a を実現することができる。

#### 【0038】

熱放射ヒータ 20 a の熱放射による加熱は真空中でも真空によって阻害されることがない。このため、熱放射ヒータ 20 a は、載置搬送台 5 a から離間して固定された熱放射ヒータ 20 a の加熱位置から載置搬送台 5 a を効率良く加熱することができる。ハロゲンヒータで設けられた熱放射ヒータ 20 a の熱放射は、近赤外線波長領域（約 0.75  $\mu\text{m}$  乃至約 4  $\mu\text{m}$ ）から遠赤外線波長領域（約 4  $\mu\text{m}$  乃至約 1 mm）までの広い波長領域の赤外線放射を含む。載置搬送台 5 a は熱放射ヒータ 20 a からの熱放射によって加熱され、載置搬送台 5 a に載置された対象物 1 は載置搬送台 5 a からの熱伝達によって間接的に加熱される。

#### 【0039】

加熱された対象物 1 の温度が所定の制御目標温度  $T_{T2}$ （図 4（A）参照）に到達したときに対象物 1 の加熱が達成される。所定の制御目標温度  $T_{T2}$  は確実な半田付けのために半田の溶融温度（融点） $T_m$ （図 4（A）参照）よりも僅かに高く（例えば、摂氏 25 度だけ高く）設定される。熱放射ヒータ 20 a は、対象物 1 が熱破壊してしまうことのない加熱温度の範囲内で、半田の溶融温度（融点） $T_m$  に応じて、対象物 1 の半田接合部 4 を、例えば、摂氏 220 度乃至摂氏 400 度までに加熱することができる。例示の半田付け装置 100 は、鉛成分の多い半田を用いた半田接合部 4 を半田付けするために、半田接合部 4 の加熱温度（電子部品 2 の制御目標温度  $T_{T2}$ ）を、例えば摂氏 325 度とすることができる。熱放射ヒータ 20 a による載置搬送台 5 a の加熱の制御の詳細については後に詳述する。

#### 【0040】

半田付け装置 100 は前述の熱放射ヒータ 20 a で加熱された載置搬送台 5 a を冷却する冷却器 30 を備える。本実施の形態の熱放射ヒータ 20 a 及び冷却器 30 は、同一の真

10

20

30

40

50

空チャンバ 10 内に設けられる。このように設けると、対象物 1（及び載置搬送台 5 a）を移動させることなく、同一の真空チャンバ 10 内で同一の装填位置に配置された対象物 1 を連続して加熱及び冷却して熱処理することができる。この場合には、対象物 1 を加熱接合としての半田付けをするために要する処理時間を大幅に短縮することができる。

#### 【0041】

冷却器 30 は、冷却ブロック 30 a と、冷却ブロック 30 a を駆動する駆動装置としてのエアシリンダ 30 b とを有する。冷却ブロック 30 a は複数のガイドポスト 15 に支持されて載置搬送台 5 a に対して近接及び離間をするようにエアシリンダ 30 b によって駆動される。冷却ブロック 30 a の内部には冷却ブロック 30 a を冷却する冷却剤としての冷却水を流通させる冷却剤流通回路 30 c（図 1（B）参照）が設けられる。他の冷却剤を用いる場合と比較して、水を用いる場合には、水の利用及び廃棄を容易に行うことができる。冷却剤流通回路 30 c 内を流通する冷却水は圧送ポンプを有する冷却剤供給装置 90（図 1（B）参照）によって供給される。また、冷却剤流通回路 30 c 内を循環する冷却水が冷却ブロック 30 a から奪った熱は冷却剤供給装置 90 が有する放熱板から大気中へ放熱される。なお、冷却ブロック 30 a を冷却するための冷却剤は、冷却水その他、任意の液体又は気体を用いることができる。例えば蒸発潜熱により冷却する冷媒を直接用いてもよい。また、冷却水は冷却剤流通回路 30 c 内を繰り返し循環されることなく、単に冷却剤流通回路 30 c 内を一巡だけ循環されてそのまま廃棄されるものとしてもよい。この場合には、半田付け装置 100 をより容易に設けることができる。冷却剤供給装置 90 を用いた冷却器 30 の冷却の調節については後に詳述する。

#### 【0042】

冷却ブロック 30 a は高い熱伝導率を有する銅で設けることができる。この場合には、載置搬送台 5 a の熱を冷却ブロック 30 a で効率良く排熱することができる。なお、冷却ブロック 30 a を銅合金等の他の高い熱伝導率を有する金属材料で設けるものとしてもよい。冷却ブロック 30 a は冷却ブロック 30 a の基部に設けられた嵌合溝（不図示）内に冷却板としての銅板を嵌め込んで（嵌合して）設けるものとしてもよいし、あるいは、一塊の銅製のブロックから複数の冷却板及び冷却基部を深溝加工により一体として削り出して設けるものとしてもよい。

#### 【0043】

冷却ブロック 30 a は典型的には熱放射ヒータ 20 a に隣接して配置される。このように設けると、熱放射ヒータ 20 a が加熱した載置搬送台 5 a の被加熱部位の近傍に冷却ブロック 30 a が当接して載置搬送台 5 a の熱を効率良く排熱することができる。また、冷却ブロック 30 a の両端にはガイドピン 31 が設けられる。このように設ける場合には、冷却ブロック 30 a が駆動される際に、ガイドピン 31 が載置搬送台 5 a に設けられた対応する位置決め穴内に嵌入することで載置搬送台 5 a を移動して位置調整することができる。このため、冷却ブロック 30 a の冷却板と載置搬送台 5 a とを相対的に位置決めすることができる。これにより、冷却板は載置搬送台 5 a の被加熱部位に対して正確に位置合わせされて載置搬送台 5 a の所定の冷却領域に当接することができるから、載置搬送台 5 a の熱を効率良く排熱することができる。また、このようにガイドピン 31 で位置決めする場合には、冷却ブロック 30 a が載置搬送台 5 a に当接することに起因して載置搬送台 5 a 及び対象物 1 が所定の配置位置から位置ずれしてしまうことを防止することができる。このため、後に詳述する半田付け装置 100 が備える対象物温度センサー 40 及びバッファ温度センサー 60 は、所定の位置に正しく配置された半田付けの対象物 1 及び載置搬送台 5 a の温度を正確に検出することができる。

#### 【0044】

冷却ブロック 30 a は、前述の通り複数の配置された熱放射ヒータ 20 a の間に配置することができるようにクシ歯形状に設けられる。冷却ブロック 30 a のクシ歯の各々は、所定の厚さを有する平板に形成され、厚さ方向が水平方向に向くように配置される。言い換えれば表面と裏面が水平方向に向いて配置される。この平板は表面と裏面に直交する一つの端面が水平に配置され、冷却ブロック 30 a の上端面（接触面）を形成する。上端面

の反対側の下端（面）は、その内部に冷却剤流通回路 30c（図 1（B）参照）が設けられた冷却ブロック 30a の基部に一体的に接続される。所定の厚さは、半田付けの対象物 1 のサイズに応じて適切に定める。適切なクシ歯の厚さは、例えば、複数が配置された熱放射ヒータ 20a の配置間隔の 0.2 倍乃至 0.6 倍とする。好ましくは 0.3 倍乃至 0.5 倍とするといふ。

#### 【0045】

冷却ブロック 30a による対象物 1 の温度調整は、熱放射ヒータ 20a による加熱と同様に、載置搬送台 5a を介して間接的に行われる。この場合には、冷却ブロック 30a による対象物 1 の温度調整が載置搬送台 5a で時間的及び空間的に均熱化されて行われる。このように、載置搬送台 5a を介して対象物 1 を温度調整する場合には、バッファ部としての載置搬送台 5a を設けない場合と比較して、対象物 1 を均一に温度調整することができる。

10

#### 【0046】

冷却ブロック 30a は、載置搬送台 5a に当接（接触）したときに熱伝達により載置搬送台 5b の熱を排熱する。冷却ブロック 30a を駆動する駆動装置 30b は、冷却ブロック 30a の載置搬送台 5a に対する近接及び離間を調節する。駆動装置 30b は、後に詳述する制御装置 50 が有するバッファ温度調節部 55c-1（図 3（B）参照）の制御指令に基づいて駆動される。このため、制御装置 50 は、熱放射ヒータ 20a で加熱された載置搬送台 5a に対する冷却ブロック 30a の近接及び離間を調節することができる。即ち、ヒータで加熱されたバッファ部に対する冷却ブロックの近接及び離間を調節することができる。ここで「近接及び離間を調節する」とは「近接して接触すること及び離間して距離をとること」、また「バッファ部と冷却ブロックとの距離を調節すること」を含む概念である。典型的には、冷却ブロックは、バッファ部に接触する接触位置とバッファ部から離間する離間位置との 2 つの位置のいずれかの位置に駆動され、この接触位置に留まる時間と離間位置に留まる時間とを調節することで、後に詳述するように半田付けする対象物の温度を制御することができる。

20

#### 【0047】

冷却ブロック 30a は、熱放射ヒータ 20a が載置搬送台 5a を加熱することで対象物 1 を加熱する際には、載置搬送台 5a から離間した離間位置（図 1（A）参照）で待機する。一方で、載置搬送台 5a を介して対象物 1 を冷却する際には、後に詳述する制御装置 50 の指令によって、載置搬送台 5a に当接する当接位置（図 1（B）参照）まで載置搬送台 5a の下面に対して垂直方向に駆動される。熱放射ヒータ 20a 及び冷却ブロック 30a は、対象物 1 及び載置搬送台 5a に共に対向し、隣接して設けられるが、対象物 1 及び載置搬送台 5a までの各々の距離は独立して異なる距離をとることができるように設けられる。即ち、熱放射ヒータ 20a と冷却ブロック 30a とは、相対移動が可能に設けられ、両者は一体として固定されていない。また、前述のように、冷却ブロック 30a は上面がクシ歯形状に設けられるため、駆動装置 30b によって駆動されて冷却ブロック 30a が載置搬送台 5a に向かって移動する際にも、複数の熱放射ヒータ 20a と干渉し合うことがない。冷却ブロック 30a のクシ歯は複数の熱放射ヒータ 20a の間から突出して載置搬送台 5a に当接する（図 1（B）参照）。

30

40

#### 【0048】

このように設ける場合には、冷却ブロック 30a の高さ（クシ歯部分の長さ）を所定の高さに設けることにより、対象物 1 を冷却する際に、載置搬送台 5a と熱放射ヒータ 20a との間隔を所定の間隔として離間することができる。熱放射ヒータ 20a は、載置搬送台 5a に対して所定の距離間隔だけ離間して加熱を行うように、前述の通り、固定されて配置される（図 1（A）参照）。この加熱を行う離間距離は、熱放射ヒータ 20a の熱放射が適度に拡散して載置搬送台 5a の下面の全面を様にカバーして加熱することができる距離間隔に設けられる。このため、この加熱位置（離間距離）では最も効率良く対象物 1 を加熱することができる。一方で、冷却の際には、載置搬送台 5a は、この加熱位置（熱放射ヒータ 20a からの最適な離間距離）から冷却ブロック 30a によって移動される

50

ように設けられる。例えば、図 1 ( B ) に示すように、載置搬送台 5 a は熱放射ヒータ 2 0 a から遠ざけられる。また、熱放射ヒータ 2 0 a は冷却ブロック 3 0 a のクシ歯の根元部分に位置することとなって、その熱放射の拡散がクシ歯によって遮られる。後に詳述するように、熱放射ヒータ 2 0 a は通電加熱を停止した後も余熱によって載置搬送台 5 a の加熱を継続する傾向を有する。この場合にも、冷却ブロック 3 0 a のクシ歯は載置搬送台 5 a を熱放射ヒータ 2 0 a の最適な加熱間隔から移動することができると共に、熱放射ヒータ 2 0 a の熱放射の拡散を最小限に抑えることができる。このため、熱放射ヒータ 2 0 a による載置搬送台 5 a の加熱効率を低下させて載置搬送台 5 a 及び対象物 1 の冷却効率を高めることができる。

【 0 0 4 9 】

10

半田付け装置 1 0 0 では、冷却ブロック 3 0 a が載置搬送台 5 a に最も密接に接触するときに、図 1 ( B ) に示すように、冷却ブロック 3 0 a が載置搬送台 5 a を搬送ローラ 1 1 から完全に持ち上げる。このとき、対象物 1 と載置搬送台 5 a との重量によって、冷却ブロック 3 0 a と載置搬送台 5 a との間の最も密着した接触状態が得られる。即ち、冷却ブロックがバッファ部に接触する接触位置である。冷却ブロック 3 0 a による載置搬送台 5 a からの排熱 ( 冷却 ) の制御の詳細については後に詳述する。

【 0 0 5 0 】

熱伝達を阻害する真空中で半田付けを行う真空半田付け装置は特有の技術的課題を有する。本願発明者は、次のような現象が半田付けの対象物の過熱の主な原因であることを見出した。( 1 ) 真空中では対象物の自然冷却 ( 対象物から対流する雰囲気への熱伝達 ) が期待できない。( 2 ) 対象物と接触する載置台等のバッファ部が一度熱せられてしまうと、その蓄熱された熱により、ヒータを OFF にした後も、対象物が熱伝達又は熱放射により継続的に熱せられてしまう。( 3 ) バッファ部と対象物との間に少なくとも部分的に真空が介在することとなって熱伝達が阻害される。真空中では、真空による熱伝達の低下 ( 阻害 ) により、バッファ部の加熱状態と対象物の加熱状態との間に差異が生じる。したがって、対象物が半田付けされる目標温度まで加熱された後もまだバッファ部が高すぎる温度に維持されていることがある。特にサイクルタイムを短縮するために、加熱を急いだときにこの現象は顕著である。その熱が、バッファ部と対象物との間の熱放射及び両者の間の接触部を通す熱伝達による伝熱によって結局対象物に伝わってしまう。そのような伝熱により、対象物の温度が半田付けに適した目標温度からオーバーシュート ( 過熱 ) してしまうことがある。

20

30

【 0 0 5 1 】

更に、本願発明者は、真空チャンバ内の真空が真空破壊される際に、半田付けの対象物と対象物に接触する載置台等のバッファ部との間に雰囲気中介した熱伝達が急速に回復することに起因して対象物が過熱されてしまうことがあることを見出した。これは、まず、真空中で対象物とバッファ部との間の熱伝達が低下した状態でバッファ部が加熱されることによって対象物の温度とバッファ部の温度との間に大きな温度差が生じることに起因する。続いて、対象物とバッファ部とが温度差を有する状態で、真空破壊が行われることによって雰囲気による熱伝達が回復される。すると、対象物が高温のバッファ部によって急激に加熱される。この加熱により対象物が過熱されることとなる。このように、真空によって断熱された状態で高温に加熱されたバッファ部に蓄えられた熱が、真空破壊によって急激に対象物に流れ込むことで、対象物が過熱されてしまうこととなる。このように、真空中で半田付けする際に、バッファ部と対象物との間に大きな温度差が生じるために対象物の過熱が引き起こされることは従来知られていなかった。

40

【 0 0 5 2 】

一方で、真空破壊は、加熱された対象物及びバッファ部から対流する大気等の雰囲気への放熱 ( 熱拡散 ) を回復して対象物の冷却に寄与する。このため、前述の真空破壊による対象物の過熱が生じることのない条件の範囲内において、可能な限り早い段階で真空破壊を行う場合には、対象物の過熱を防止しながらより短時間で対象物を冷却することができる。これら本願発明者による真空半田付け装置における重要な発見に基づいて、本願に

50

係る半田付け装置は構成されている。

【 0 0 5 3 】

半田付け装置 1 0 0 は、半田付けする対象物 1 の温度  $T_D$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) を検出する対象物温度センサー 4 0 を備える。対象物温度センサー 4 0 は、真空中においても真空中に阻害されることなく対象物 1 の温度 ( 熱放射温度 )  $T_D$  を検出することができる放射温度計で設けられる。対象物温度センサー 4 0 は、半田付けの対象物 1 を構成する電子部品 2、基板 3、半田接合部 4 の内で最も熱に弱い電子部品 2 の温度  $T_D$  を検出して制御装置 5 0 に伝達する。対象物 1 を構成する複数の構成要素の中で最も熱に弱い電子部品 2 の温度  $T_D$  を検出して温度制御を行う場合には、最も安全に対象物 1 の過熱を防止することができる。

10

【 0 0 5 4 】

本実施の形態の対象物温度センサー 4 0 は、載置搬送台 5 a に載置された複数 ( 6 個 ) の半田付けの対象物 1 の内で最も熱に弱い一の対象物 1 のみの温度を検出して熱処理の温度制御を行うように設けられている。即ち、最も熱に弱い 1 つの対象物 1 ( 電子部品 2 ) の温度のみを検出して 6 つの対象物 1 を半田付けする半田付け装置 1 0 0 の全体の温度制御を行うように設けている。このように設ける場合には、他の複数 ( 5 個 ) の比較的熱に強い半田付けの対象物 1 ( 電子部品 2 ) の温度の検出を省略することができる。このため、半田付け装置 1 0 0 を容易に設けることができる。

【 0 0 5 5 】

半田付け装置 1 0 0 は、対象物温度センサー 4 0 が検出した対象物 1 の温度  $T_D$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) に基づいて、熱放射ヒータ 2 0 a による加熱及び冷却ブロック 3 0 a による排熱 ( 冷却 ) を調節して対象物 1 の温度  $T_D$  を制御する制御装置 5 0 を備える。制御装置 5 0 は外部からプログラム可能に設けられた制御コンピュータである。

20

【 0 0 5 6 】

ここで、図 3 を参照して制御装置 5 0 を説明する。図 3 ( A ) は制御装置 5 0 が有する各機能部を示すブロック図であり、図 3 ( B ) は制御装置 5 0 の制御部 5 5 が有する各機能部を更に詳細に示すブロック図である。制御装置 5 0 は半田付け装置 1 0 0 の作動を一元的に統括して制御することができるように設けられる。制御装置 5 0 は制御装置 5 0 が行う制御及び操作を統括する制御部 5 5 とその情報処理を行う中央演算装置 5 1 を有する。また、制御装置 5 0 は半田付け装置 1 0 0 の各作動部を各々操作する複数の操作部 ( 例

30

【 0 0 5 7 】

図 3 ( B ) を参照して、制御装置 5 0 が有する制御部 5 5 を説明する。制御部 5 5 は半田付け装置 1 0 0 の温度制御のための制御目標値を予め記憶しておく設定値記憶部 5 5 a を有する。制御目標値は、例えば、第 1 の制御目標温度  $T_{T1}$ 、第 2 の制御目標温度  $T_{T2}$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) 等の温度目標値である。設定値記憶部 5 5 a には、半田付け装置 1 0 0 の各作動部の操作に用いるための駆動設定値 ( 例えば、所定の駆動量、駆動速度等 ) も予め記録される。設定値記憶部 5 5 a は典型的には情報記憶回路 ( メモリ ) で設けられる。制御部 5 5 は設定値記憶部 5 5 a に予め記録された制御目標値及び駆動設定値を随時参照する。制御部 5 5 は参照した制御目標値を制御部 5 5 が有する対象物温度制御部 5 5 c の制御目標値として設定する。また、制御部 5 5 は参照した駆動設定値を制御部 5 5 が有する減圧操作部 5 5 b 及び真空破壊操作部 5 5 d の各々の駆動設定値として設定する。

40

【 0 0 5 8 】

対象物温度制御部 5 5 c は、設定された制御目標値を実現するように、対象物温度制御部 5 5 c が有するバッファ温度調節部 5 5 c 1 及び真空度調節部 5 5 c 2 を用いて半田付け装置 1 0 0 の各作動部の調節を行う。具体的には、バッファ温度調節部 5 5 c 1 はヒータ操作部 5 2、冷却器操作部 5 3 及び冷却剤供給装置操作部 5 9 ( 各図 3 ( A ) 参照 ) を操作して調節を行う。また、真空度調節部 5 5 c 2 は真空破壊装置操作部 5 7 及び真空ポンプ操作部 5 8 ( 各図 3 ( A ) 参照 ) を操作して調節を行う。

【 0 0 5 9 】

50

減圧操作部 5 5 b は、設定された駆動設定値で所定の減圧操作を行うように、真空破壊装置操作部 5 7 及び真空ポンプ操作部 5 8（各図 3（A）参照）を操作する。また、真空破壊操作部 5 5 d は、設定された駆動設定値で所定の真空破壊操作を行うように、真空破壊装置操作部 5 7 を操作する。また、制御部 5 5 は設定した制御目標値及び半田付け装置 1 0 0 の駆動操作及び調節の記録を時系列に沿った制御 / 作動履歴として記憶しておくことができるように設けられる。対象物温度制御部 5 5 c が行う温度制御及び減圧操作部 5 5 b 並びに真空破壊操作部 5 5 d が行う減圧操作並びに真空破壊操作については後に詳述する。

#### 【 0 0 6 0 】

図 3（A）を参照して、制御装置 5 0 が有する操作部について説明する。ヒータ操作部 5 2 は、熱放射ヒータ 2 0 a（図 1 参照）への通電 / 通電停止、出力調節を行うことができるように設けられる。冷却器操作部 5 3 は、冷却器 3 0 の冷却ブロック 3 0 a（図 1 参照）を駆動するエアシリンダの駆動位置を変更調節することができるように設けられる。対象物温度センサー操作部 5 4 は対象物温度センサー 4 0（図 1 参照）が所定のサンプリング周波数で周期的に対象物の温度  $T_D$ （図 4（A）参照）の検出温度情報を制御装置 5 0 へ出力するように操作する。

#### 【 0 0 6 1 】

後に詳述するバッファ温度センサー操作部 5 6 も対象物温度センサー操作部 5 4 と同様にバッファ温度センサー 6 0（図 1 参照）を操作することができるように設けられる。また、真空破壊装置操作部 5 7 は、ゲートバルブ 7 0 a（図 2 参照）を駆動するエアシリンダの駆動位置を変更調節すると共に、後に詳述する気体供給ポンプである気体供給装置 7 0 b（図 1 参照）の駆動（並びに流量調節）及び吸気口 1 3（図 1 参照）の開閉操作を行う。また、真空ポンプ操作部 5 8 は、真空ポンプ 8 0（図 1 参照）の駆動（並びに排気量調節）及び排気口 1 4（図 1 参照）の開閉操作を行う。また、制御部 5 5 は、チャンバ内部の圧力を検出する圧力計 8 1（図 1 参照）が検出圧力情報を所定のサンプリング周波数で制御部 5 5 へ出力するように操作することができる。また、冷却剤供給装置操作部 5 9 は、冷却剤供給ポンプ（不図示）の駆動（並びに流量調節）の他、温度計（不図示）を操作して冷却剤の温度検出を行うことができるように設けられる。

#### 【 0 0 6 2 】

図 1 に戻って説明を続ける。本実施の形態では、制御装置 5 0 が有する対象物温度制御部 5 5 c（図 3（B）参照）は、熱放射ヒータ 2 0 a が一定の熱放射出力で熱放射を行うように調節する。一定の熱放射出力は、載置搬送台 5 a を介して加熱される対象物 1 が予め定められた所定の温度上昇率（温度（ ） / 時間（秒））で加熱されるように定められる。この際の対象物 1 の温度上昇率は、加熱後の冷却によって対象物 1 の温度  $T_D$ （図 4（A）参照）が制御可能となるように、載置搬送台 5 a 及び対象物 1 の熱容量、温度制御の応答速度、誤差等の温度制御の能力に応じて定めることができる。例えば、対象物 1 の温度上昇率は、加熱後の温度制御が可能な範囲内で最大の温度上昇率となるように選択される。本実施の形態では、制御装置 5 0 が有する対象物温度制御部 5 5 c は、熱放射ヒータ 2 0 a を実質的にオン / オフ調節する。熱放射ヒータ 2 0 a は、ヒータ操作部 5 2（図 3（A）参照）による加熱開始操作によって、予め制御装置 5 0 の設定値記憶部 5 5 a（図 3（B）参照）に記録された所定の熱放射出力で載置搬送台 5 a（及び対象物 1）の加熱を開始する。

#### 【 0 0 6 3 】

本実施の形態では、熱放射ヒータ 2 0 a による載置搬送台 5 a（及び対象物 1）の加熱はチャンバ内部を減圧することなく大気圧中で行う。大気圧中で載置搬送台 5 a を加熱する場合には、載置搬送台 5 a と対象物 1 との間の熱伝達が真空によって阻害されない。熱伝達並びに熱伝導に要する伝熱時間のために、熱伝達される対象物 1 の温度上昇（立ち上がり）は載置搬送台 5 a の温度上昇よりも時間的に僅かに遅れる（図 4（A）参照）。しかしながら、大気圧中で加熱を行う場合には、載置搬送台 5 a と対象物 1 とが到達する加熱温度には大きな差異が生じることがなく、両者を略等しい第 1 の制御目標温度

10

20

30

40

50

$T_{T1}$ まで加熱することができる(図4(A)参照)。なお、制御装置50は、熱放射ヒータ20aを用いた加熱の開始の前に、予め対象物1が装填された真空チャンバ10を気密に密閉するように操作しておくことよい。制御装置50が有する真空破壊装置操作部57(図3(A)参照)でゲートバルブ70a(図2参照)を操作することで真空チャンバ10を密閉することができる。この場合には、断熱性に優れた密閉されたチャンバ内部で熱放射ヒータ20aによる加熱を効率良く行うことができる。また、熱放射ヒータ20aによる大熱量の加熱が真空チャンバ10の外部を加熱してしまうことがないために安全である。

#### 【0064】

制御装置50が有する対象物温度制御部55c(図3(B)参照)は、対象物1の温度 $T_D$ (図4(A)参照)が半田の溶融温度(融点) $T_m$ (図4(A)参照)未満の所定の第1の制御目標温度 $T_{T1}$ (図4(A)参照)となったときに熱放射ヒータ20aによる加熱を一時終了する。これは、半田が溶融する前にチャンバ内部を減圧して真空とすることで、半田の表面に酸化膜が形成されることを防止するためである。半田の溶融前にチャンバ内部を真空中に減圧し、半田が真空中で溶融して電子部品2と基板3との導通点が半田で濡らされる場合には、導通点の半田付けが酸化膜によって阻害されることがない。この場合には、電気的な導通性に優れ、かつ機械的に強固に固着される優れた半田付けを行うことができる。制御装置50は半田の溶融温度(融点) $T_m$ を制御部55が有する設定値記憶部55a(図3(B)参照)に記録しておくことができる。本実施の形態では、対象物1の検出温度 $T_D$ が半田の融点 $T_m$ である摂氏300度よりも摂氏200度だけ低い第1の目標温度 $T_{T1}$ (摂氏280度)となったときに加熱を一時終了する。

#### 【0065】

本実施の形態では、熱放射ヒータ20aで対象物1を第1の加熱目標温度 $T_{T1}$ (図4(A)参照)まで加熱した後にチャンバ内部をすぐに減圧することなく、載置搬送台5a及び対象物1をそのまま大気中に置いて、均熱化が全体に行き渡るための伝熱を待機する伝熱待機時間を設ける(図4(A)参照)。このように設ける場合には、高い熱伝達の割合(熱伝達率)を有する大気中で載置搬送台5aから対象物1への効率の良い熱伝達が十分に行われるための伝熱時間を確保することができる。このため、効率良く載置搬送台5aと対象物1の全体の温度を等しく均一な第1目標温度 $T_{T1}$ とすることができる。このように、載置搬送台5aと対象物1の全体が十分に均熱化された状態でチャンバ内部を減圧する。

#### 【0066】

ここで、前述の通り、チャンバ内部を減圧して真空とする際には、対象物1及び載置搬送台5aから雰囲気への熱拡散(自然冷却)が遮断されるため、対象物1が過熱されてしまう可能性がある。このため、制御装置50はチャンバ内部を減圧する前にバッファ温度調節部55c-1(図3(B)参照)で冷却ブロック30aによる排熱(冷却)を調節して行う対象物1の温度制御を開始する。冷却ブロック30aによる排熱(冷却)の調節は載置搬送台5aからの単位時間当たりの排熱量(冷却熱量)を変更して行う。制御装置50は、排熱(冷却)調節による対象物1の温度制御を開始した後に、減圧操作部55b(図3(B)参照)で真空ポンプ80を駆動してチャンバ内部を減圧する。真空ポンプ80による排気によって、チャンバ内部は100Pa未満の中真空に減圧される(図4(A)参照)。

#### 【0067】

熱放射ヒータ20a等のヒータ20による加熱では、ヒータ20による通電加熱を終了した後も高温に加熱されたヒータ20の電熱線等の発熱部が発する余熱によって対象物1及び載置搬送台5aへの加熱が継続する。言い換えれば、ヒータ20への通電を終了(オフ)しても加熱は終了しない。また、真空中では加熱された対象物1及び載置搬送台5aから雰囲気中への熱拡散を期待することができない。このため、真空中で半田付けを行う真空半田付け装置の温度制御では、従来の大気中又は還元ガス雰囲気中で行う半田付け装置(例えば、特許文献1、請求項1参照)の温度制御の場合と比較して、対象物1の温度

$T_D$  (図4(A)参照)が制御目標温度 $T_{T2}$  (図4(A)参照)を超過して加熱されるオーバーシュート傾向を有する。対象物1の加熱のオーバーシュートは対象物1を熱破壊してしまう可能性を有すると共に、応分の冷却時間の増大を引き起こす。

【0068】

従来の載置台の温度を検出して温度制御を行う半田付け装置 (例えば、特許文献1、請求項1、請求項7参照)では、真空中での的確な対象物の温度制御を行うことができなかった。従来の半田付け装置では対象物が過熱されることがある真空中を避けて、還元ガス雰囲気中又は大気中で半田付けを行うように設けられていた。このような従来の半田付け装置を用いて真空中で半田付けを行う場合には、チャンパ内の減圧に伴う載置台と対象物との間の熱伝達 (熱伝達の割合 (熱伝達率))の変動は制御の外に置かれて、管理されることがなかった。このため、従来の半田付け装置を用いて真空中で半田付けを行う場合には、制御の不完全さを補いながら対象物の加熱のオーバーシュートを防止しなければならなかった。このため、ヒータによる加熱量を抑制して、対象物の温度上昇率 (温度 ( ) / 時間 (秒))を低く抑える必要があった。また、対象物の温度が半田の融点と比較して十分に上昇する以前の早い段階でヒータによる加熱を終了して、ヒータの余熱で時間をかけて対象物を加熱しなければならなかった。更に、対象物を半田付けに必要な加熱の目標温度まで確実に加熱することができたものとはいことができなかった。このように、従来の半田付け装置を用いて真空中で半田付けを行う場合には、長いサイクルタイムが必要であった。また、その温度制御の不完全さから対象物が熱破壊されてしまうことがあった。また、その反対に加熱不足を生じて十分な半田付けを行うことができないことがあった。

【0069】

これに対して、本願に係る半田付け装置100では、半田付けの対象物1の検出温度 $T_D$  (図4(A)参照)に基づいて真空中での加熱及び排熱 (冷却)の調節を行うように設けられている。このため、載置搬送台5aと対象物1との間の熱伝達 (熱伝達の割合 (熱伝達率))の変動を対象物1の温度制御に組み込んで管理することができる。詳細には、載置搬送台5aと基板3との間の熱伝達、基板3と半田接合部4との間の熱伝達及び半田接合部4と電子部品2との間の熱伝達の変動の全てを制御に組み込んで管理することができる。また、載置搬送台5aの熱を冷却ブロック30aで排熱 (冷却)する際の載置搬送台5aと冷却ブロック30aとの間の熱伝達の変動を制御に組み込んで管理することができる。このため、真空中の半田付けにおいて、的確な温度制御を行うことができる。このように設けることで、対象物1を真空中で加熱目標温度 $T_{T2}$  (図4(A)参照)まで確実に加熱して半田付けを行うことができる。また、対象物1の温度 $T_D$ が加熱目標温度 $T_{T2}$ からオーバーシュートして対象物1を熱破壊してしまうことがない。また、効率良く短いサイクルタイムで半田付けを行うことができる。

【0070】

本実施の形態の半田付け装置100では、載置搬送台5aが熱放射ヒータ20aの余熱によって加熱される。載置搬送台5aも対象物1と同様にチャンパ内部の真空中において雰囲気への熱拡散が遮断される。このため、載置搬送台5aの温度 $T_B$  (図4(A)参照)はチャンパ内部を真空中に減圧した後に急上昇する。即ち、載置搬送台5aは対象物1に代わって高温に加熱される。しかしながら、載置搬送台5aは熱に弱い対象物1とは異なって高温に加熱されても熱破壊してしまうことがない。

【0071】

また、載置搬送台5aの熱は、前述の通り、冷却ブロック30aによって排熱 (冷却)される。このため、載置搬送台5aが対象物1に熱伝達すべき熱量を超える余分の熱量は対象物1に熱伝達される前に冷却ブロック30aによって奪われる。このため、載置搬送台5aの温度 $T_B$  (図4(A)参照)は急上昇した後に下降に転じて対象物1の温度 $T_D$  (図4(A)参照)との温度差が小さくなる。その一方で、対象物1の温度 $T_D$ は、冷却ブロック30aによる排熱 (冷却)調節によつて的確に所定の目標温度 $T_{T2}$  (図4(A)参照)に制御される。載置搬送台5aの熱容量は、このバッファ部としての機能を果たし得る熱容量の大きさに設けられる。



## 【 0 0 7 2 】

制御装置 5 0 が有する制御部 5 5 の対象物温度制御部 5 5 c ( 図 3 ( B ) 参照 ) は、冷却ブロック 3 0 a を駆動して対象物 1 の温度制御を行う。対象物温度制御部 5 5 c は対象物温度センサー 4 0 が検出した対象物 1 の温度  $T_D$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) が所定の制御目標温度  $T_{T2}$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) となるように、PID 制御 ( 比例積分微分制御 ) を行う。本実施の形態で例示する半田の熔融温度 ( 融点 )  $T_m$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) は摂氏 3 0 0 度であり、所定の制御目標温度  $T_{T2}$  は熔融温度  $T_m$  を僅かに上回る摂氏 3 2 5 度である。この制御目標温度  $T_{T2}$  を実現するように、対象物温度制御部 5 5 c が有するバッファ温度調節部 5 5 c 1 ( 図 3 ( B ) 参照 ) は冷却器操作部 5 3 ( 図 3 ( A ) 参照 ) を介して冷却ブロック 3 0 a を操作することで載置搬送台 5 a の排熱 ( 冷却 ) を調節する。前述の通り、本実施の形態では、対象物 1 の温度制御は、載置搬送台 5 a と冷却ブロック 3 0 a との接触時間を調節することで行われる。

10

## 【 0 0 7 3 】

制御装置 5 0 の制御部 5 5 ( 図 3 ( B ) 参照 ) は、対象物温度センサー 4 0 が検出する対象物 1 の温度  $T_D$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) が所定の制御目標温度  $T_{T2}$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) に到達した後は、可能な限り速やかに対象物 1 を冷却することを目標とする。この場合には、新たな所定の第 3 の制御目標温度  $T_{T3}$  ( 不図示 ) を、制御部 5 5 が有する設定値記憶部 5 5 a ( 図 3 ( B ) 参照 ) が記録する制御目標温度情報に従って、例えば、室温である摂氏 2 4 度に変更することができる。対象物 1 を速やかに冷却するためには、冷却ブロック 3 0 a による冷却に加えてチャンバ内を速やかに真空破壊して対象物 1 から雰囲気への熱拡散を回復することで自然冷却 ( 雰囲気 ) によって冷却することが望ましい。しかしながら、前述の通り、載置搬送台 5 a の温度  $T_B$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) と対象物 1 の温度  $T_D$  との間に温度差が存在する場合には、真空破壊によって対象物 1 が過熱される可能性がある。

20

## 【 0 0 7 4 】

本実施の形態では、半田付け装置 1 0 0 は、載置搬送台 5 a の温度  $T_B$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) を検出するバッファ温度センサー 6 0 を更に備える。バッファ温度センサー 6 0 は、真空中においても真空中に妨害されことなく載置搬送台 5 a の温度 ( 熱放射温度 )  $T_B$  を検出することができる放射温度計で設けられる。バッファ温度センサー 6 0 は、載置搬送台 5 a の中央に位置する所定の一か所の熱放射温度  $T_B$  を検出して制御装置 5 0 に伝達する。載置搬送台 5 a の温度  $T_B$  は均熱化されているため、典型的には、バッファ温度センサー 6 0 は載置搬送台 5 a の任意の一か所の温度  $T_B$  を検出するものとすればよい。

30

## 【 0 0 7 5 】

半田付け装置 1 0 0 は、対象物 1 の過熱を防止するために、熱に弱い対象物 1 ( 電子部品 2 ) が許容し得る熱の流入量を考慮して真空破壊 B ( 図 4 ( A ) 参照 ) を行う。この場合には、真空破壊 B を行うことができる載置搬送台 5 a と対象物 1 との最大の温度差  $T_O$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) を予め定めておくことができる。制御装置 5 0 は真空破壊 B を行うための条件として所定の温度差  $T_O$  をその制御部 5 5 が有する設定値記憶部 5 5 a ( 図 3 ( B ) 参照 ) に記録しておくことができる。このため、制御装置 5 0 は、対象物 1 の温度  $T_D$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) が所定の目標温度  $T_{T2}$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) に到達した後であって、載置搬送台 5 a と対象物 1 との温度差が所定の温度差  $T_O$  以下となった可能な限り早い時点において、真空破壊 B を行うように制御することができる。

40

## 【 0 0 7 6 】

チャンバ内部を真空破壊 B ( 図 4 ( A ) 参照 ) するために、制御装置 5 0 が有する真空破壊装置操作部 5 7 ( 図 3 ( A ) 参照 ) は真空破壊操作部 5 5 d ( 図 3 ( B ) 参照 ) の指令により真空破壊装置 7 0 としてのゲートバルブ 7 0 a ( 図 2 参照 ) を操作して開放する。これにより、チャンバ内部の圧力は急激に大気圧にまで回復する。載置搬送台 5 a と対象物 1 との温度差が所定の温度差  $T_O$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) 以下である場合には、真空破壊 B に伴って生じる対象物 1 の温度上昇は許容範囲内の僅かな温度上昇であり ( 図 4 ( A )

50

参照)、対象物1が熱破壊されてしまうことがない。なお、載置搬送台5aと対象物1との間の温度差は、後に詳述するように、真空破壊装置70を用いたフィードバック制御による真空破壊操作によって緩やかに解消することもできる。なお、ゲートバルブ70aの代わりに専用の真空破壊バルブ(不図示)を設けてもよい。そのときは、真空度を微妙に調節しながら真空破壊Bを行うことができる。ゲートバルブ70aの開閉も、真空破壊Bをした後であれば容易に行うことができる。

#### 【0077】

更に、チャンバ内部の真空破壊B(図4(A)参照)は、対象物温度センサー40が検出する対象物1の温度 $T_D$ (図4(A)参照)が半田の熔融温度 $T_m$ (図4(A)参照)以上である条件で行われるように設ける。このように設ける場合には、熔融した半田を大気圧下で固化することができる。このように設けると、半田接合部4内にボイド(空隙)が生じた場合にも、熔融状態の半田に大気圧を加えてボイドを押し潰すことができるから、半田接合部4内にボイドが実質的に残存したまま半田が固化されることがない。ボイドは少なくとも半田付けの品質にその影響を及ぼすことのない大きさ(体積)にまで押し潰される。このため、機械的に強固に固着されて電氣的導通性に優れた信頼性の高い半田付けを行うことができる。

#### 【0078】

本実施の形態に示すように、真空中で半田を熔融温度(融点) $T_m$ (図4(A)参照)以上に加熱する場合には、還元ガス雰囲気中又は大気中で半田を熔融温度(融点)以上に加熱する従来の半田付け装置(例えば、特許文献1、請求項1参照)と比較して半田接合部4内にボイドが生じ難い。また、電子部品2又は基板3と半田接合部4との間の接触面等の半田接合部4内にボイドが生じた場合にも、ボイド内部の圧力は真空であるため、半田が固化する前にチャンバ内部を大気圧に戻すことで、ボイドを収縮させて押し潰すことができる。本実施の形態の半田付け装置100による半田付けでは、半田接合部4の内部に生じたボイドはチャンバ内部が大気圧に戻るにつれてその体積が収縮する。

#### 【0079】

また、従来の半田付け装置では、大気圧中で半田を熔融した後にチャンバ内部を減圧することに起因して、大気圧中で生じたボイドが真空中で膨張して破裂することがあった。更に、従来の半田付け装置では、ボイドが膨張して破裂する際に半田が飛散してしまうことがあった。半田の飛散は半田付け製品の品質を大きく低下させる可能性を有する。これに対して、本実施の形態の半田付け装置100は、真空中で半田を熔融させるため、従来の半田付け装置のようにボイドが真空中で膨張して破裂してしまうことがなく、半田の飛散を抑えて優れた半田付けを行うことができる。

#### 【0080】

真空破壊B(図4(A)参照)を行うと対象物1を自然冷却することができるので、対象物1の温度 $T_D$ (図4(A)参照)は急速に低下する。制御装置50が有する真空破壊操作部55d(図3(B)参照)は典型的にはゲートバルブ70a(図2参照)を駆動して真空破壊Bを行う。具体的には、閉鎖位置にあったゲートバルブ70aがチャンバ内部から半田付けされた対象物1を搬出することができるゲートバルブ70aの開放位置までスライド駆動される。真空破壊操作部55dによって操作される真空破壊装置操作部57(図3(A)参照)は典型的にはその最大の移動速度で可能な限り早くゲートバルブ70aを開放位置まで駆動するように操作する。

#### 【0081】

一方、真空破壊操作部55d(図3(B)参照)は、対象物1の温度 $T_D$ (図4(A)参照)を制御するように真空破壊B(図4(A)参照)を行うこともできる。真空破壊装置操作部55dは、対象物温度センサー40が検出する対象物1の温度 $T_D$ に基づいて、真空破壊装置70としてのゲートバルブ70a(図2参照)を開閉調節することで対象物1の温度制御を行うことができる。ゲートバルブ70aを開放してチャンバ内部の圧力を回復すると載置搬送台5aから対象物1への雰囲気を経た熱伝達(熱伝達の割合(熱伝達率))が回復される。このとき、対象物1の温度 $T_D$ の上昇率(温度( )/時間(秒))

10

20

30

40

50

）が時間経過と共に増大して対象物 1 の温度  $T_D$  は加速的に上昇する。反対に、ゲートバルブ 70 a を再び閉鎖するとチャンバ内部の圧力の回復が中断して雰囲気を介した熱伝達（熱伝達の割合（熱伝達率））の回復が中断される。この場合には、対象物 1 の温度  $T_D$  の上昇率の増大が中断する。このとき、対象物 1 の温度  $T_D$  の上昇は緩やかとなる。

#### 【0082】

更に、制御装置 50 は、真空ポンプ 80 を駆動して行う減圧操作を真空破壊操作に組み合わせて真空破壊 B（図 4（A）参照）を行うことができる。制御装置 50 が有する制御部 55 の対象物温度制御部 55 c 内に設けられた真空度調節部 55 c-2（図 3（B）参照）は、真空破壊 B を行う際に、真空ポンプ 80 を駆動することでチャンバ内部を減圧することができる。このとき、制御装置 50 は、対象物温度センサー 40 が検出する対象物 1 の温度  $T_D$ （図 4（A）参照）に基づいて、真空ポンプ 80 の駆動及び停止（発停）を調節することで対象物 1 の温度  $T_D$  を制御することができる。チャンバ内部の圧力を減圧すると載置搬送台 5 a から対象物 1 への雰囲気を介した熱伝達が遮断される。このため、対象物 1 の温度  $T_D$  の上昇は停止する。

#### 【0083】

このように、制御装置 50 はゲートバルブ 70 a（図 2 参照）と真空ポンプ 80 とを組み合わせることで、真空破壊 B（図 4（A）参照）の際のチャンバ内部の圧力回復を調節することができる。これにより、載置搬送台 5 a から対象物 1 への雰囲気を介した熱伝達（熱伝達の割合（熱伝達率））を増減調節して、対象物 1 の温度  $T_D$ （図 4（A）参照）を制御することができる。このため、対象物 1 の過熱を防止することができる。実際には、チャンバ内部の圧力回復を調節するためには、前述の専用の真空破壊バルブを使用するのが好ましい。その場合の真空破壊バルブは、典型的には、グローブバルブ、又はニードルバルブである。

#### 【0084】

なお、同様にチャンバ内部の圧力回復を調節することで、載置搬送台 5 a の温度  $T_B$ （図 4（A）参照）と対象物 1 の温度  $T_D$ （図 4（A）参照）との温度差が所定の温度差  $T_0$ （図 4（A）参照）以下となるように制御することができる。前述の通り、真空破壊 B（図 4（A）参照）は両者の温度差が所定の温度差  $T_0$  以下となったときに行われる。両者の温度差が所定の温度差  $T_0$  を超える場合には、熱伝達が進んで所定の温度差  $T_0$  以下となるまで真空破壊 B を待つこととなる。このとき、対象物 1 の過熱を防止しながら、載置搬送台 5 a から対象物 1 へ最大の熱流量（伝熱量 / 時間（秒））で熱伝達が行われるように圧力回復を調節して、両者の温度差が所定の温度差  $T_0$  以下となるように制御することができる。このように設けると、両者の温度差を効率良く解消して可能な限り早期に真空破壊 B を行うための条件を整えることができる。このため、可能な限り早期に真空破壊 B を行って対象物 1 を効率良く冷却することができるから、半田付けのサイクルタイムを短縮することができる。

#### 【0085】

半田付け装置 100 は更に他の真空破壊装置 70 としての気体供給装置 70 b を備える。気体供給装置 70 b は真空チャンバ 10 の吸気口 13 に接続され、チャンバ内部に蟻酸ガス等の還元ガス又は窒素、アルゴンガス等の不活性ガス、あるいは大気を供給することができる気体供給ポンプである。前述のゲートバルブ 70 a（図 2 参照）を開閉駆動する代わりに、気体供給装置 70 b を駆動及び流量調節してチャンバ内部に窒素ガス等の不活性ガス又は大気等を供給することで真空破壊 B（図 4（A）参照）を行うことができる。あるいは、気体供給装置 70 b をゲートバルブ 70 a と併せて駆動調節することで、より効率良く真空破壊 B を行うことができる。

#### 【0086】

本実施の形態では、気体供給装置 70 b はゲートバルブ 70 a（図 2 参照）でチャンバ内部を閉鎖した後に、制御装置 50 が有する制御部 55 の対象物温度制御部 55 c 内に設けられた真空度調節部 55 c-2（図 3（B）参照）による制御に従ってチャンバ内部に窒素ガスを供給してチャンバ内部の圧力（真空度）を調節するように設けられる。このよ

うに設ける場合には、気体供給装置 70b による窒素ガスの供給と真空ポンプ 80 によるチャンバ内部の排気とを組み合わせで調節することで、チャンバ内部の圧力を自在に調節することができる。この場合には、真空チャンバ 10 を密閉したままで、ゲートバルブ 70a によらずにチャンバ内部の圧力を自在に調節することができる。このように、真空破壊装置 70 と真空ポンプ 80 とを組み合わせで調節することで真空破壊 B (図 4 (A) 参照) による圧力回復を自在に調節することができる。また、チャンバ内部の真空度を調節することで、対象物の温度又は対象物とバッファ部との温度差を好適に制御することができる。

#### 【0087】

図 2 を参照して、本実施の形態の半田付け装置 100 を更に説明する。図 2 は、半田付け装置 100 の真空チャンバ 10 を一部切断して側面より見る部分断面図である。図 2 は、半田付け装置 100 が備えるゲートバルブ 70a の真空チャンバ 10 に対する配置を示すことを目的とする図であり、それ以外の構成要素は理解を容易とするために省略されて図示されている。ゲートバルブ 70a は、前述の通り、半田付けする対象物 1 の搬送ラインを横切るように真空チャンバ 10 の一対の隔壁に設けられる。対象物 1 を搬送する搬送ラインは真空チャンバ 10 の外部で搬送ラインを形成する複数の外部搬送ローラ 16 と、前述のチャンバ内部の搬送ラインを形成する複数の搬送ローラ 11 (図 1 参照) とで形成される。ゲートバルブ 70a は、この搬送ラインを通して半田付けされる対象物 1 がチャンバ内部に搬入され、また半田付けされた対象物 1 がチャンバ内部から搬出される際に開放される。このとき、ゲートバルブ 70a は、図示されたゲートバルブ 70a の閉鎖位置から半田付け装置 100 の鉛直上方に向けてスライドして開放される。また、ゲートバルブ 70a が閉鎖位置にあるときは、ゲートバルブ 70a は、前述の通り、チャンバ内部を密閉することができる。

#### 【0088】

図 4 を参照して、本実施の形態の半田付け装置 100 による半田付けの熱処理の制御を更に説明する。図 4 は半田付け装置 100 による熱処理の制御の例を示すグラフである。図 4 (A) は、半田の熔融温度よりも僅かに低い第 1 の加熱目標温度  $T_{T1}$  までバッファ部を加熱した後に均熱化のための伝熱待機時間を設ける場合の温度制御の例を示し、図 4 (B) は、伝熱待機時間を設けない場合の温度制御の例を示す。横軸は時間経過 (秒単位) を示し、左側の縦軸は摂氏温度を、右側の縦軸はチャンバ内部の圧力 (Pa) を各々示す。対象物温度センサー 40 (図 1 参照) で検出した対象物 1 (図 1 参照) の温度  $T_D$  を太い実線で示し、バッファ温度センサー 60 (図 1 参照) で検出した載置搬送台 5a (図 1 参照) の温度  $T_B$  を太い破線で示す。また、圧力計 81 (図 1 参照) で検出したチャンバ内部の圧力は細い実線で示す。例示する対象物 1 の半田付けの所定の制御目標温度  $T_{T2}$  は摂氏 325 度であり、本実施の形態における半田の熔融温度 (融点)  $T_m$  は摂氏 300 度である。

#### 【0089】

図 4 (A) を参照して、半田付け装置 100 の温度制御の例を時間経過に沿って説明する。図示の例では、経過時間約 30 秒から熱放射ヒータ 20a (図 1 参照) による載置搬送台 5a (図 1 参照) の加熱を開始する。前述の通り、加熱では載置搬送台 5a の温度  $T_B$  の上昇と対象物 1 (図 1 参照) の温度  $T_D$  の上昇との間に若干の時間差が生じる。しかしながら、加熱が終了する経過時間約 70 秒までの約 40 秒間に対象物 1 は本実施の形態の半田の熔融温度 (融点)  $T_m$  である摂氏 300 度よりも若干低い、第 1 の制御目標温度  $T_{T1}$  (摂氏約 280 度) まで高い温度上昇率 (温度 ( ) / 時間 (秒)) で通電加熱される。本実施の形態では、第 1 の制御目標温度  $T_{T1}$  到達後の経過時間約 70 秒から約 100 秒までは、前述の通り、熱放射ヒータ 20a による加熱が全体に熱伝達及び熱伝導して均熱化されるための伝熱待機時間を設けている。

#### 【0090】

第 1 の制御目標温度  $T_{T1}$  到達後は、前述の通り、冷却ブロック 30a (図 1 参照) による載置搬送台 5a (図 1 参照) の熱の排熱 (冷却) 調節を開始すると共に、チャンバ内

10

20

30

40

50

部を減圧してチャンバ内部を約 100 Pa 程度の中真空とする。チャンバ内部が真空となることにより、載置搬送台 5 a と対象物 1 (図 1 参照) との間の熱伝達が遮断されて両者の温度に温度差が生じる。熱伝達の遮断あるいは劣化のために対象物 1 の温度が上昇し難くなる。サイクルタイムを短縮するためには、載置搬送台 5 a を介して対象物 1 を更に加熱することが望ましい。そこで本実施の形態では、熱放射ヒータ 20 a (図 1 参照) に再度通電して加熱を継続する。通電加熱は対象物 1 の温度制御要求に応じて適宜オン / オフ調節される。この場合には、通電加熱を終了した熱放射ヒータ 20 a の余熱のみによって加熱する場合よりも更にサイクルタイムを短縮することができる。このため、載置搬送台 5 a の温度  $T_B$  が対象物 1 の温度  $T_D$  から乖離して急上昇する。半田付け装置 100 では、従来の装置のように、載置搬送台 5 a の加熱温度  $T_B$  が対象物 1 の加熱の目標温度  $T_{T2}$  以下の温度であるように制御によって制限されることはない。載置搬送台 5 a の温度  $T_B$  は加熱の目標温度  $T_{T2}$  を超えて上昇するが、制御装置 50 (図 1 参照) は対象物温度センサー 40 (図 1 参照) が検出する対象物 1 の温度  $T_D$  に基づいて効率の良い適切な制御を継続する。このため、制御装置 50 は、対象物 1 の温度  $T_D$  をオーバーシュートさせることなく、従来の装置よりも短時間で効率良く、かつ正確に所定の制御目標温度  $T_{T2}$  である摂氏 325 度とすることができる。

10

#### 【0091】

制御装置 50 (図 1 参照) は、対象物 1 (図 1 参照) の温度  $T_D$  が所定の目標温度  $T_{T2}$  に到達した後に、対象物温度センサー 40 及びバッファ温度センサー 60 (図 1 参照) が検出する対象物 1 の温度  $T_D$  と載置搬送台 5 a (図 1 参照) の温度  $T_B$  との間の温度差を算出する。算出した温度差が真空破壊 B によって対象物 1 を熱破壊してしまうことがないように定められた所定の温度差  $T_O$  以下の温度差である場合には、制御装置 50 はゲートバルブ 70 a (図 2 参照) を操作して真空破壊 B を行う。温度差が所定の温度差  $T_O$  を超える場合には、真空破壊装置 70 (ゲートバルブ 70 a (図 2 参照) 及び / 又は気体供給装置 70 b (図 1 参照)) を操作することで、載置搬送台 5 a の温度  $T_B$  と対象物 1 の温度  $T_D$  との間の温度差を速やかに調節して解消する。また、載置搬送台 5 a の温度  $T_B$  と対象物 1 の温度  $T_D$  との間の温度差が所定の温度差  $T_O$  以下となった後に、対象物 1 の温度  $T_D$  が半田の熔融温度 (融点)  $T_m$  以上である間に真空破壊装置 70 を操作してチャンバ内部の圧力を大気圧まで回復する。

20

#### 【0092】

真空破壊 B に伴う対象物 1 (図 1 参照) の温度  $T_D$  の上昇は、図示の通り、僅かな温度上昇となるように抑制されている。真空破壊 B 後は大気による自然冷却が回復されるために、対象物 1 の温度  $T_D$  及び載置搬送台 5 a (図 1 参照) の温度  $T_B$  は急速に低下する。この際、冷却ブロック 30 a (図 1 参照) で併せて冷却される載置搬送台 5 a の温度  $T_B$  の低下が対象物 1 の温度  $T_D$  の低下に対して若干の時間差で先行する。

30

#### 【0093】

以上のように半田付け装置 100 を制御することにより、対象物 1 (図 1 参照) を熱破壊してしまうことがなく、対象物 1 を所定の加熱目標温度  $T_{T2}$  まで確実に加熱して半田付けすることができると共に、半田付けのサイクルタイムを短縮することができる、優れた半田付けを行うことができる。本実施の形態の半田付け装置 100 で半田付けする場合には、従来の半田付け装置 (例えば、特許文献 1、請求項 1 参照) を用いて半田付けする場合と比較して、約 40 秒以上ものサイクルタイムの短縮を達成することができる。

40

#### 【0094】

なお、本実施の形態の半田付け装置 100 では複数 (6 個) の対象物 1 を同時に熱処理して半田付けするものと説明したが、他の実施の形態では、一の半田付けの対象物 1 のみを半田付け装置 100 で熱処理して半田付けするものとしてもよい。この場合には、他の対象物 1 の熱処理の状態を考慮することなく、一の半田付けの対象物 1 のみの半田付けに専ら適した熱処理 (温度制御) を行うことができる。

#### 【0095】

また、本実施の形態では複数 (6 個) の対象物 1 の内で最も過熱に弱い対象物 1 の温度

50

$T_D$ を一の対象物温度センサー40で検出して半田付けを行うものと説明したが、他の実施の形態では、熱処理を行う複数の対象物1の温度 $T_D$ の全てを複数の対象物温度センサー40で検出し、検出した対象物1の温度 $T_D$ の全てを半田付け装置100の温度制御に反映するものとしてもよい。この場合には、更に厳密に全ての対象物1の温度制御を行うことができる。

【0096】

また、本実施の形態では、対象物温度センサー40及びバッファ温度センサー60は温度検出が真空中に阻害されることのない放射温度計で設けるものと説明したが、他の実施の形態では、対象物1及び載置搬送台5aに各々接触して温度検出を行う接触温度計で温度センサーを設けるものとしてもよい。接触温度計としては、例えば、熱電対を用いることができる。この場合には、熱電対を載置搬送台5aの中に埋め込んで載置搬送台5aの温度 $T_B$ を検出するように設けることができる。この場合には、チャンバ内部での熱放射の反射に阻害されることがなく、より容易に温度検出を行うことができる。また、熱電対はより簡易な機械的構造を有することから、より容易に半田付け装置100を設けることができる。

10

【0097】

また、本実施の形態では、対象物温度センサー40は対象物1を構成する電子部品2の温度 $T_D$ を検出するものと説明したが、他の実施の形態では、対象物温度センサー40は対象物1を構成する基板3の温度 $T_D$ を検出するように設けるものとしてもよい。この場合にも、半田付けの対象物1を構成する基板3と載置搬送台5aとの間の熱伝達（熱伝達の割合（熱伝達率））の変動を制御に組み込んで、真空中でも適切に半田付けの温度制御を行うことができる。

20

【0098】

また、本実施の形態の熱放射ヒータ20aはハロゲンヒータとして設けられているものと説明したが、他の実施の形態では、熱放射ヒータ20aを不活性ガス中に炭素繊維フィラメントを封入したカーボンヒータとして設けるものとしてもよい。この場合には、水の吸収スペクトルのピーク（波長約 $3\mu m$ ）に近い波長約 $2\mu m$ 乃至約 $4\mu m$ の波長領域の赤外線をより多く放射することができる。このため、対象物1が水分を含む場合には（半導体パッケージ等の電子部品及び基板は通常、若干の吸湿性を有する）、カーボンヒータとして設けられた熱放射ヒータ20aは対象物1が含む水分を介して対象物1を好適に加熱して効率良く対象物1を加熱することができる。また、更に他の実施の形態では、熱放射ヒータ20aを空气中にニクロムフィラメントを封入したニクロム線ヒータとして設けるものとしてもよい。この場合には、より簡易に熱放射ヒータ20aを設けることができる。

30

【0099】

また、本実施の形態の熱放射ヒータ20aは棒形状に設けられているものと説明したが、他の実施の形態では、熱放射ヒータ20aは対象物1の半田接合部4の形状及び配置に合わせて円弧形状、球形状等の任意の形状に設けるものとしてもよい。

【0100】

また、本実施の形態では、半田付け装置100は対象物1の温度 $T_D$ が半田の熔融温度（融点） $T_m$ 未満の所定の第1の制御目標温度 $T_{T1}$ まで加熱されたときにチャンバ内部を減圧して真空とするものと説明したが、他の実施の形態では、対象物1の導通点を接合する半田の表面での酸化膜の形成が半田付けの品質（機械的固着強度及び電気的導通性等）に実質的に影響を与えるまでに有害なものとならない範囲内において、対象物1の温度 $T_D$ が半田の熔融温度（融点） $T_m$ 以上の温度にまで加熱された後にチャンバ内部を減圧して真空とするものとしてもよい。この場合には大気中で対象物1を加熱する時間を更に増やすことができることから、より効率良く対象物1の加熱を行うことができる。

40

【0101】

また、本実施の形態の半田付け装置100の温度制御では、熱放射ヒータ20aによる第1の加熱目標温度 $T_{T1}$ までの加熱終了後に載置搬送台5aと対象物1の全体の温度を

50

均熱化するために所定の伝熱待機時間を設けるものと説明したが、半田付け装置 100 は、図 4 (B) に示すように、伝熱待機時間を設けずに温度制御されるものとしてもよい。この場合には、加熱開始当初から第 2 の加熱目標温度  $T_{T2}$  を制御目標温度として加熱を行うことができ、また、伝熱待機時間を省くことができるから、更に半田付けのサイクルタイムを短縮することができる。

#### 【0102】

また、本実施の形態では、熱放射ヒータ 20a による第 1 の加熱目標温度  $T_{T1}$  までの加熱終了後にチャンバ内部を減圧して真空とするものと説明したが、他の実施の形態では、熱放射ヒータ 20a による加熱の開始前あるいは加熱開始と同時にチャンバ内部を減圧して半田付けを行うものとしてもよい。この場合には、減圧操作と加熱操作とを並行して行うことができるから、半田付けのサイクルタイムを短縮することができる。

10

#### 【0103】

例えば、図 4 (B) に示す実施の形態では、熱放射ヒータによる加熱の開始前にチャンバ内部を減圧するように設けている。加熱開始の当初から真空中で加熱を行うこととなるために、載置搬送台の温度  $T_B$  と対象物の温度  $T_D$  との間には加熱開始の当初から温度の乖離が見られる。しかしながら、前述のように、伝熱待機時間を設けることがなく、また、減圧操作を待機することもないために、半田付けのサイクルタイムは更に短縮されている。なお、この実施の形態では、載置搬送台の温度  $T_B$  と対象物の温度  $T_D$  とが一致したときに真空破壊 B を行うように設けている。この場合にも、真空破壊 B を所定の温度差  $T_O$  の範囲内で行っているものといえる。この場合には、真空破壊 B 後の対象物の温度  $T_D$  の上昇は更に小さく抑えられ、対象物の温度  $T_D$  の上昇はほとんど生じていない。即ち、このように設ける場合には、対象物の温度  $T_D$  を上昇させることなく、真空破壊 B を行うことができる。

20

#### 【0104】

また、本実施の形態の半田付け装置 100 は、一の真空チャンバ 10 を備え、熱放射ヒータ 20a と冷却器 30 とは同一の真空チャンバ 10 内に設けるものと説明したが、他の実施の形態では、半田付け装置は複数の真空チャンバを備え、熱放射ヒータ 20a と冷却器 30 とを異なる真空チャンバ内に設けるものとしてもよい。この場合には、熱放射ヒータ 20a による加熱と冷却器 30 による排熱（冷却）との相互干渉が生じることを防ぐことができるから、効率良く加熱及び排熱（冷却）を行うことができる。

30

#### 【0105】

また、本実施の形態の冷却ブロック 30a はクシ歯形状に設けられるものと説明したが、他の実施の形態では、冷却ブロック 30a は熱放射ヒータ 20a に隣接して設けられることにより効率良く載置搬送台 5a を冷却することができる範囲内で、熱放射ヒータ 20a の形状に対応する適切な形状に設けられた多様な形状に設けるものとしてもよい。

#### 【0106】

また、本実施の形態では、載置搬送台 5a に対象物 1 を載置した状態で半田付けを行うものと説明したが、他の実施の形態では、載置搬送台 5a に載置された対象物 1 を適切な力で載置搬送台 5a に押し付ける押え部材を更に備えるものとしても良い。この場合には、対象物 1 を載置搬送台 5a に押し付けることにより、両者の接触状態（及び熱伝達）を更に良好なものとすることができる。このため、半田付け装置の半田付けの効率を更に向上してサイクルタイムを短縮することができる。

40

#### 【0107】

また、本実施の形態の冷却ブロック 30a は載置搬送台 5a に対して近接及び離間するように駆動装置 30b で駆動して冷却を行うものと説明したが、他の実施の形態では、固定して設けた冷却ブロック 30a に対して対象物 1 を載置した載置搬送台 5b を近接及び離間するように駆動して冷却を行うものとしてもよい。載置搬送台 5a と冷却ブロック 30a とは相対的に近接及び離間をするように設けるものとするればよい。

#### 【0108】

また、本実施の形態では、対象物 1 を冷却する際に、冷却ブロック 30a のクシ歯によ

50

って、載置搬送台 5 a と熱放射ヒータ 20 a とを所定の間隔に離間すると共に熱放射の拡散を遮蔽して熱放射ヒータ 20 a による載置搬送台 5 a の加熱効率を低下させることで載置搬送台 5 a 及び対象物 1 の冷却効率を高めるものと説明したが、他の実施の形態では、冷却ブロック 30 a の駆動量を調節することで載置搬送台 5 a からの排熱効率（冷却効率）を変更して対象物 1 の温度を制御するものとしてもよい。この場合にも、バッファ部としての載置搬送台 5 a からの排熱効率（冷却効率）を変更して対象物 1 の温度を制御することができる。

#### 【0109】

また、本実施の形態では、バッファ部として設けられる載置搬送台 5 a の熱容量は対象物 1 の熱容量よりも典型的には大きな熱容量となるように設けるものと説明したが、バッファ部は対象物 1（特に電子部品 2）と熱放射ヒータ 20 a（又は冷却ブロック 30 a）との間に介在して熱放射ヒータ 20 a（又は冷却ブロック 30 a）による加熱（又は冷却）を熱緩衝することができればよく、他の実施の形態では、熱放射ヒータ 20 a（又は冷却ブロック 30 a）による加熱（又は冷却）を熱緩衝することができる範囲において、載置搬送台 5 a の熱容量は対象物 1 の熱容量と同じかそれ以下の熱容量であってもよい。

#### 【0110】

また、本実施の形態では、熱放射ヒータ 20 a による加熱は所定の熱放射出力で熱放射が行われるように設けられ、オン/オフ調節されて対象物 1 の温度制御が行われるものと説明したが、他の実施の形態では、熱放射ヒータ 20 a による加熱は熱放射出力及び通電/通電終了の両方が併せて調節されるように設けられ、冷却器 30 と同様に対象物 1 の温度  $T_D$  に基づいて PID 制御されるように設けるものとしてもよい。この場合にも、熱放射ヒータ 20 による加熱調節と冷却器 30 による排熱調節（冷却調節）とを組み合わせると対象物 1 の温度を的確に制御することができる。

#### 【0111】

また、本実施の形態の冷却ブロック 30 a による排熱（冷却）を調節して行う対象物 1 の温度制御は比例積分微分制御（PID 制御）によるものと説明したが、他の実施の形態では、より単純に、比例制御、比例微分制御又は比例積分制御のいずれかにより冷却による温度制御を行うものとしてもよい。この場合には半田付け装置 100 をより容易に設けることができる。

#### 【0112】

また、本実施の形態では、半田付け装置 100 は真空破壊装置 70 としてゲートバルブ 70 a に加えて気体供給装置 70 b を備えるものと説明したが、他の実施の形態では、真空破壊装置 70 としてゲートバルブ 70 a のみを備え、気体供給装置 70 b を備えなくても良い。この場合にも、ゲートバルブ 70 a で真空破壊 B を行うことができるから、半田付け装置 100 をより容易に設けることができる。

#### 【0113】

また、本実施の形態では、本願発明に係る加熱接合装置を例示する目的で対象物 1 を半田付けする半田付け装置 100 を説明したが、本願発明に係る加熱接合装置が行う加熱接合は半田付けに限られず、前述の通り、広く接合材を加熱及び冷却して対象物（ワーク）を接合する加熱接合を行うことができる。このため、本実施の形態の半田付け装置 100 等の加熱接合装置は、例えば、金属接合材を用いた蠟付け、樹脂接合材又はガラス接合材を用いた溶着、接着、溶接等を行うように設けるものとしてもよい。

#### 【0114】

金属接合材を用いた蠟付けの例として、鉛、錫、アンチモン、カドミウム又は亜鉛などの合金である軟蠟を用いたいわゆる半田付けの他、銀、黄銅、アルミニウム合金、リン銅、ニッケル又は金などの合金である硬蠟を用いた蠟付けを挙げることができる。また、樹脂接合材を用いた加熱接合の例として、導電性若しくは絶縁性を有する熱可塑性樹脂を用いた加熱接合を挙げることができる。なお、樹脂接合材は、熱硬化性樹脂のように所定の温度に加熱することで固化するものであってもよい。更に、導電性材料を配合した低融点



ガラス等のガラス接合材を用いるものとしてもよい。これらの加熱接合のいずれについても、その接合を阻害する酸化膜の形成を避けるため等を目的として真空中で加熱接合することが望まれることがある。

【0115】

図5を参照して、本発明の第2の実施の形態に係る加熱接合装置としての半田付け装置を説明する。本実施の形態の半田付け装置は、第1の実施の形態の半田付け装置100と比較して、半田付けの対象物1を載置する載置搬送台5cと冷却ブロック30aの一部の構成のみが異なる。したがって、本実施の形態の半田付け装置を示す図5では、前述の半田付け装置100と異なる部分のみを拡大して示すものとし、他の部分は理解の容易のために省略して図示されている。図5(A)は半田付け装置の加熱状態を示す図1(A)に対応する図であり、図5(B)は排熱状態(冷却状態)を示す図1(B)に対応する図である。

10

【0116】

本実施の形態の半田付け装置が備える載置搬送台5cについて説明する。載置搬送台5cが前述の半田付け装置100の載置搬送台5a(図1参照)と異なる点は、載置搬送台5cには開口窓(穴)6が設けられている点である。このため、本実施の形態の半田付け装置では、熱放射ヒータ20aは開口窓6を通して基板3を加熱するように設けられる。また、冷却ブロック30aの冷却板の一部は基板3に接触して基板3の熱を排熱するように設けられる。また、バッファ温度センサー60(図1参照)はバッファ部としての基板3の温度 $T_B$ (図4(A)参照)を検出するように設けられる。

20

【0117】

本実施の形態では、基板3(及び半田接合部4)は、電子部品2に対してバッファ部として機能する。基板3(及び半田接合部4)は、熱に弱く熱変形する電子部品2と熱放射ヒータ20aとの間に介在して電子部品2の過熱を防ぐ。また、冷却ブロック30aは基板3に近接及び離間して基板3からの排熱(冷却)を調節する。また、基板3は熱放射ヒータ20a及び冷却ブロック30aによる加熱及び冷却を空間的及び時間的に均熱化して電子部品2に伝熱することで電子部品2の熱変形を防止して効率良く半田付けを行う。基板3の熱容量は前述の載置搬送台5a(図1参照)の熱容量よりも小さいが、電子部品2と比較すると十分に大きい。

【0118】

このように、本実施の形態では、半田付けの対象物1である電子部品2は、バッファ部としての基板3(及び半田接合部4)の上に載置され、基板3と電子部品2との間の接触面を介した熱伝達の下流側に位置して半田付けされる。この場合にも、前述の半田付け装置100と同様に、対象物1の過熱を防止することができると共に、対象物1を確実に制御目標温度 $T_{T2}$ (図4(A)参照)まで加熱することができ、かつ短いサイクルタイムで効率良く半田付けを行うことができる。

30

【0119】

図6を参照して、本発明の第3の実施の形態に係る加熱接合装置としての半田付け装置200を説明する。半田付け装置200の熱処理機構の構成は、前述の半田付け装置100と比較して、対象物1を載置する固定載置台5b(載置台5)の構成のみが異なる。したがって、半田付け装置200については、固定載置台5bの構成のみを説明する。固定載置台5bが前述の半田付け装置100の載置搬送台5a(図1参照)と異なる点は、固定載置台5bは半田付け装置200の中で他の主要部品に対して固定されて設けられているという点である。固定載置台5bの内部には、ヒータ20としての電熱ヒータ20bと冷却器30としての冷却剤流通回路30cとが設けられている。

40

【0120】

固定載置台5bは高い熱伝導率を有する銅で設けられる。このため、固定載置台5bを介して熱処理される対象物1を効率良く加熱及び冷却することができる。電熱ヒータ20bはシーズヒータで設けられる。本実施の形態では、対象物1と電熱ヒータ20b及び冷却剤流通回路30cとの間に介在する固定載置台5bがバッファ部として機能する。固

50

定載置台 5 b は、前述の半田付け装置 1 0 0 の載置搬送台 5 a 及び冷却ブロック 3 0 a ( 図 1 参照 ) のように移動 ( 駆動 ) されることがない。このため、固定載置台 5 b には、前述の半田付け装置 1 0 0 が備える駆動装置 ( エアシリンダ ) 3 0 b 及びガイドポスト 1 5 ( 図 1 参照 ) 等の駆動機構は設けられていない。このため、半田付け装置 2 0 0 は、前述の半田付け装置 1 0 0 よりも容易に設けることができる利点を有する。

#### 【 0 1 2 1 】

本実施の形態の冷却剤流通回路 3 0 は通電加熱が終了した電熱ヒータ 2 0 b が放熱する余熱を直接排熱 ( 冷却 ) して除去することができる。このため、半田付け装置 2 0 0 は、前述の半田付け装置 1 0 0 と比較して、更に効率良く対象物 1 の温度制御を行うことができる。冷却剤流通回路 3 0 c を用いた固定載置台 5 b の熱の排熱 ( 冷却 ) 調節は、冷却剤流通回路 3 0 c 内を流通する冷却水の流量を冷却剤供給装置 9 0 で調節して行うことができる。具体的には、制御装置 5 0 は、対象物温度センサー 4 0 で検出された対象物 1 の温度  $T_D$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) に基づいて、冷却剤流通回路 3 0 c 内を流通する冷却水の流量を調節することで、対象物 1 の温度  $T_D$  を制御することができる。なお、この排熱 ( 冷却 ) 調節は、前述の半田付け装置 1 0 0 でも行うことができる。本実施の形態の半田付け装置 2 0 0 による場合でも、前述の半田付け装置 1 0 0 と同様に、対象物 1 の過熱を防止することができると共に、対象物 1 を確実に目標温度  $T_{T2}$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) まで加熱することができる、かつ短いサイクルタイムで効率良く半田付けを行うことができる。

#### 【 0 1 2 2 】

図 7 のフローチャートを参照して、本発明の第 4 の実施の形態に係る加熱接合製品としての半田付け製品を製造する方法を説明する。本実施の形態の半田付け製品を製造する方法では、半田付けする対象物 1 ( 図 1 及び図 6 参照 ) と、バッファ部 5 ( 図 1 及び図 6 参照 ) とを接触させて配置して半田付け装置 ( 図 1 及び図 6 参照 ) に装填する ( ステップ M 1 )。また、半田付け装置を用いて対象物 1 を半田付けする ( ステップ M 2 )。

#### 【 0 1 2 3 】

装填するステップ M 1 では、半田付けの対象物 1 ( 図 1 及び図 6 参照 ) とバッファ部 5 ( 図 1 及び図 6 参照 ) とを接触させて配置してチャンバ内部の真空下に置く ( ステップ M 1 a )。

#### 【 0 1 2 4 】

半田付けするステップ M 2 では、バッファ部 5 ( 図 1 及び図 6 参照 ) を所定の第 1 制御目標温度  $T_{T1}$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) まで加熱する ( ステップ M 2 a )。続いて、加熱されたバッファ部 5 の熱を排熱する ( ステップ M 2 b )。続いて、バッファ部 5 を介して加熱された対象物の温度  $T_D$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) を検出して ( ステップ M 2 c )、対象物の温度  $T_D$  が所定の第 2 制御目標温度  $T_{T2}$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) となるようにバッファ部 5 からの排熱を調節する ( ステップ M 2 d )。

#### 【 0 1 2 5 】

続いて、対象物の温度  $T_D$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) とバッファ部 5 ( 図 1 及び図 6 参照 ) の温度  $T_B$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) とを検出して ( ステップ M 2 e )、対象物の温度  $T_D$  とバッファ部の温度  $T_B$  との間の温度差が所定の温度差  $T_O$  ( 図 4 ( A ) 参照 ) の範囲内となったとき、真空破壊 B ( 図 4 ( A ) 参照 ) を行う ( ステップ M 2 f )。なお、半田付け製品を製造する方法は、以上のステップに加えて、前述の実施の形態で説明した、いずれかの制御ステップを更に備えるものとしてもよい。例えば、真空の圧力を調節することで、バッファ部と対象物との温度差を制御して所定の温度差  $T_O$  以下としてもよい。

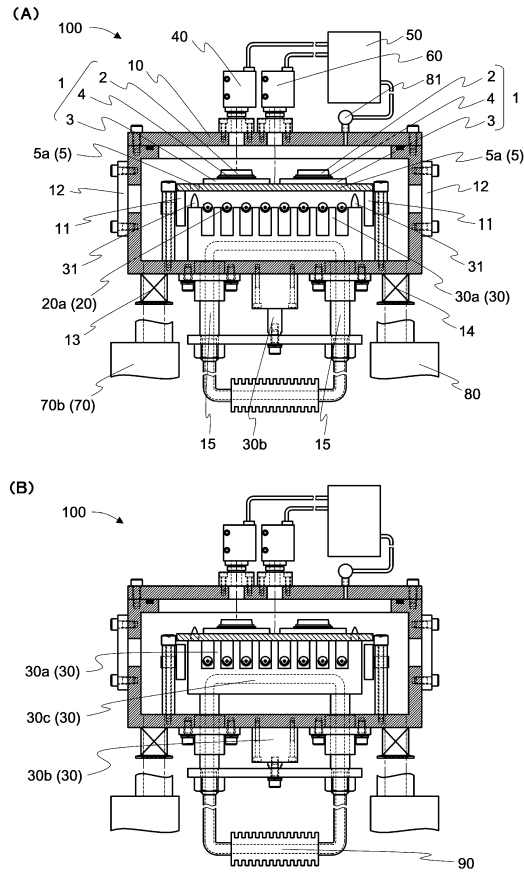
#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 1 2 6 】

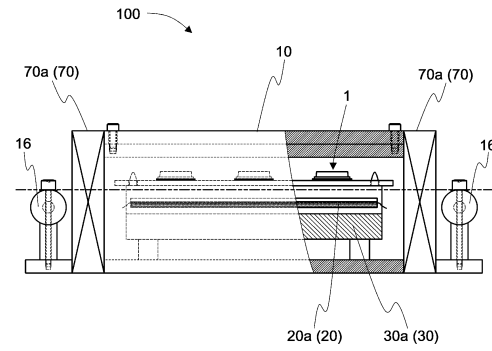
- 1 対象物 ( ワーク )
- 2 電子部品
- 3 基板
- 4 半田接合部
- 5 載置台 ( バッファ部 )

5 a	載置搬送台	
5 b	固定載置台	
5 c	開口窓付き載置搬送台	
6	開口窓	
1 0	真空チャンバ	
1 1	搬送ローラ	
1 2	視認窓	
1 3	吸気口	
1 4	排気口	
1 5	ガイドポスト	10
1 6	外部搬送ローラ	
2 0	ヒータ	
2 0 a	熱放射ヒータ	
2 0 b	電熱ヒータ	
3 0	冷却器	
3 0 a	冷却ブロック	
3 0 b	駆動装置（エアシリンダ）	
3 0 c	冷却剤流通回路	
3 1	位置決めピン	
4 0	対象物温度センサー（放射温度計）	20
5 0	制御装置	
5 1	中央演算装置	
5 2	ヒータ操作部	
5 3	冷却器操作部	
5 4	対象物温度センサー操作部	
5 5	制御部	
5 5 a	設定値記憶部	
5 5 b	減圧操作部	
5 5 c	対象物温度制御部	
5 5 d	真空破壊操作部	30
5 6	バッファ温度センサー操作部	
5 7	真空破壊装置操作部	
5 8	真空ポンプ操作部	
5 9	冷却剤供給装置操作部	
6 0	バッファ温度センサー（放射温度計）	
7 0	真空破壊装置	
7 0 a	ゲートバルブ	
7 0 b	気体供給装置	
8 0	真空ポンプ（排気ポンプ）	
8 1	圧力計	40
9 0	冷却剤供給装置	
1 0 0	半田付け装置（加熱接合装置）	
2 0 0	半田付け装置（加熱接合装置）	

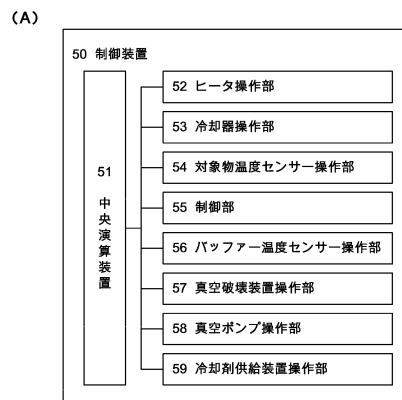
【 図 1 】



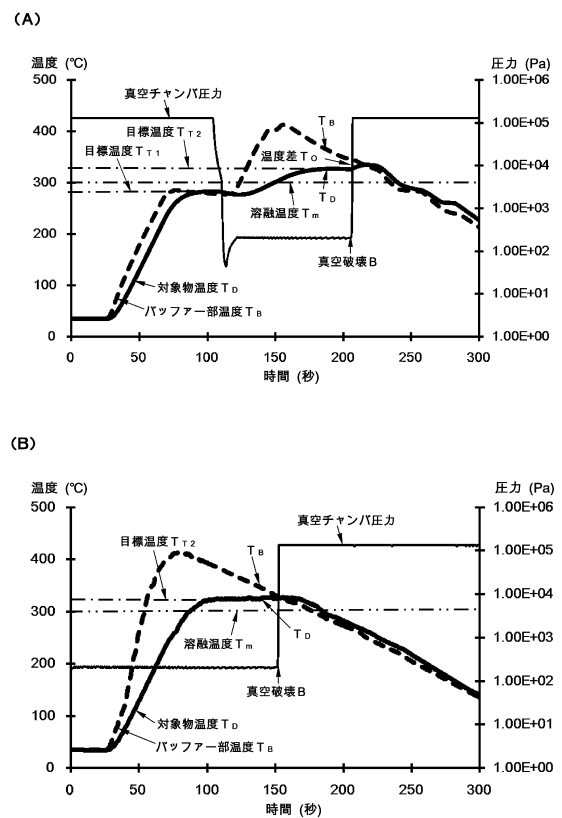
【 図 2 】



【 図 3 】

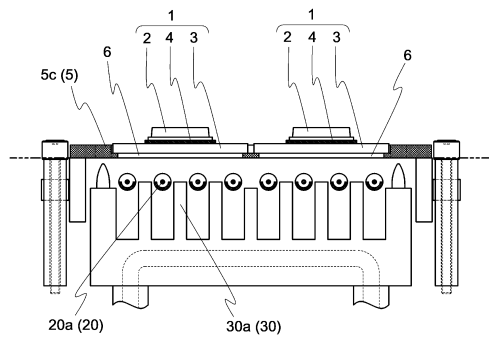


【 図 4 】

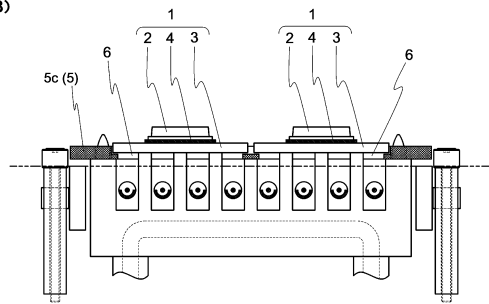


【図 5】

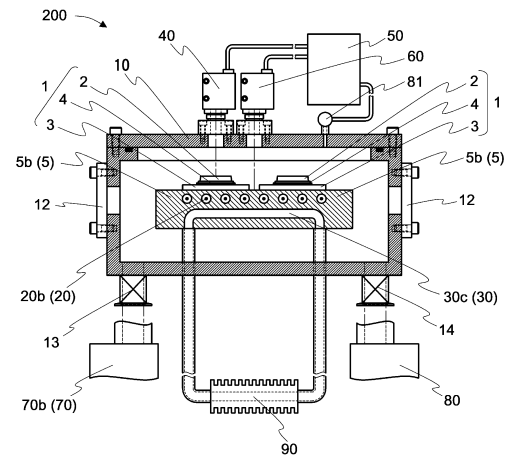
(A)



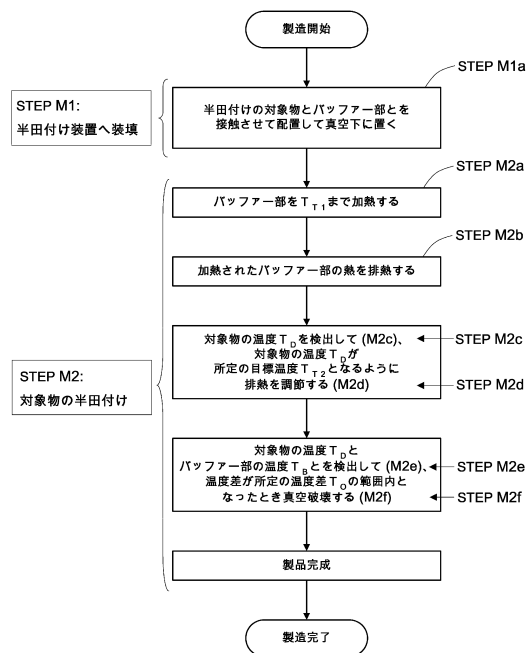
(B)



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 2 3 K 101:42

(72)発明者 黒田 正己  
東京都豊島区高田 1 丁目 1 8 番 1 号 オリジン電気株式会社内

審査官 齊藤 健一

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 8 2 1 1 2 ( J P , A )  
特開 2 0 0 8 - 2 8 4 5 5 7 ( J P , A )  
特開 2 0 1 2 - 2 3 1 0 8 0 ( J P , A )  
特開平 7 - 2 4 5 4 7 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 3 0 8 5 1 1 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 2 3 3 9 3 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 4 6 2 2 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 1 0 1 2 1 4 ( J P , A )  
米国特許第 3 6 9 3 2 3 9 ( U S , A )  
米国特許第 5 7 8 5 2 3 3 ( U S , A )  
国際公開第 2 0 1 1 / 0 2 4 8 1 3 ( W O , A 1 )  
国際公開第 2 0 1 3 / 1 6 1 8 7 5 ( W O , A 1 )  
国際公開第 2 0 1 4 / 1 1 5 5 8 4 ( W O , A 1 )  
特開 2 0 1 0 - 2 6 7 7 6 9 ( J P , A )  
特開平 1 - 2 1 5 4 6 2 ( J P , A )  
特開平 8 - 1 1 6 1 6 7 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 5 K 1 / 0 0 - 3 / 4 6  
B 2 3 K 1 / 0 0 - 3 / 0 8 , 1 0 1 / 4 2