

明 細 書

発明の名称：実装装置および温度測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、被実装体が載置される載置面または被実装体である被測定物の温度を測定可能な実装装置、および、温度測定方法に関する。

背景技術

[0002] 従来から、半導体チップ等の実装体を、基板等の被実装体の実装する実装装置が広く知られている。かかる実装装置は、基板等の被実装体が載置されるステージと、当該ステージに対して可動のボンディングヘッドと、を備えている。ボンディングヘッドは、半導体チップを保持して、被実装体にボンディングする。

[0003] このボンディングヘッドの内部には、通常、ヒータが設けられており、保持した半導体チップを加熱できるようになっている。また、ステージにも、通常、ヒータが設けられており、載置された被実装体を規定の温度に加熱できるようになっている。

[0004] ここで、実装処理を適切に行うためには、ステージ表面の温度は、規定のターゲット温度に保たれることが望まれる。ステージの加熱温度が不正確であったり、ステージの場所ごとに加熱温度のバラツキがあったりすると、実装品質の低下やバラツキを招く。

[0005] そこで、従来からステージの載置面、または、載置面に載置された基板等の被実装体（以下「被測定物」と呼ぶ）の温度を測定することが提案されている。例えば、特許文献1には、ステージの内部に、当該ステージの上面部の温度を測定するための熱電対等からなる測温手段を設けることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平11-186338号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかし、ステージの内部に設けられた測温手段では、ステージの載置面や、当該載置面に載置された被実装体の温度を正確に測定することは困難であった。そこで、熱電対等の測温手段を、ステージの内部ではなく、ステージの表面（載置面）に貼り付けることも考えられる。しかし、載置面に熱電対等が貼り付けられていると、適切な実装処理ができないため、こうした熱電対は、実装処理の前に取り外す必要があり、面倒であった。また、別の対策として、非接触で温度を測定するサーモカメラの利用も考えられるが、サーモカメラは、非常に高額であるため、当該サーモカメラの現実的ではない。
- [0008] さらに、別の形態として、温度を測定する測定素子を有した測定ヘッドを、被測定物に接触させて、当該被測定物の温度を測定することも考えられる。しかし、測定ヘッドと被測定物との間の温度差が大きいと、測定ヘッドを被測定物に接触させた後、両者の間で熱が移動し、正確な温度が測定できない、あるいは、正確な温度測定までに時間がかかるという問題があった。
- [0009] そこで、本明細書では、被測定物の温度をより正確に測定できる実装装置および温度測定方法を開示する。

課題を解決するための手段

- [0010] 本明細書で開示する実装装置は、実装体を被実装体の実装する実装装置であって、前記被実装体が載置される載置面及び前記載置面を加熱する第一ヒータを有するステージと、前記被実装体又は前記載置面である被測定物に接触する接触面と、前記接触面を介して前記被測定物の温度を測定する測定素子と、前記接触面を加熱する第二ヒータと、を有し、少なくとも前記載置面に対して直交方向に駆動する測定ヘッドと、前記第一ヒータ及び前記第二ヒータにより前記載置面及び前記接触面をそれぞれ既定のターゲット温度に加熱した後、前記第二ヒータの加熱を停止した状態で前記接触面を前記被測定物に接触させた際に得られる前記測定素子の温度検出値に基づいて前記被測定物の温度を測定する制御部と、備えることを特徴とする。

- [0011] この場合、前記測定ヘッドは、前記実装体を、前記被実装体にボンディングするボンディングヘッドであってもよい。
- [0012] また、前記制御部は、前記接触面を前記被測定物に接触させた際に得られる前記測定素子の温度検出値の時間変化に基づいて、前記被測定物の温度または前記被測定物の温度の良否を判断してもよい。
- [0013] また、前記制御部は、前記被測定物の温度の測定結果に基づいて、前記第二ヒータの制御パラメータを補正してもよい。この場合、前記被測定物には、複数の測定ポイントが設定されており、前記制御部は、前記複数の測定ポイントについて、前記温度の測定を行い、前記複数の測定ポイント間で測定結果が均等になるように、前記制御パラメータを補正してもよい。
- [0014] また、前記測定ヘッドは、さらに、本体と、前記本体よりも熱容量が小さくかつ断熱材を介して前記測定ヘッドに取り付けられた測定ブロックと、を有しており、前記接触面は、前記測定ブロックの端面であり、前記測定素子は、前記測定ブロック内に設けられてもよい。
- [0015] 本明細書で開示する温度測定方法は、実装装置のステージの載置面に載置された被実装体または前記ステージの載置面である被測定物の温度を測定ヘッドにより測定する温度測定方法であって、前記ステージの内部に設けられた第一ヒータおよび前記測定ヘッドに設けられた第二ヒータにより、前記載置面および前記測定ヘッドのうち前記被測定物に接触する接触面を、規定のターゲット温度に加熱するステップと、前記加熱した後、前記第二ヒータを停止した状態で前記接触面を前記被測定物に接触させるステップと、前記接触させた際に前記測定ヘッドに設けられた温度の測定素子で得られる温度検出値に基づいて前記被測定物の温度を測定するステップと、を備えることを特徴とする。

発明の効果

- [0016] 本明細書で開示する実装装置および温度測定方法によれば、予め接触面を加熱した状態で被測定物に接触させるため、被測定物と測定ヘッド間での熱の移動量を小さくできる。結果として、被測定物の温度をより迅速に、かつ

、正確に測定できる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]実装装置の構成を示す図である。

[図2]温度測定処理の流れを示すフローチャートである。

[図3]温度測定処理の過程を示すイメージ図である。

[図4]温度測定処理の過程を示すイメージ図である。

[図5]第二検出温度の時間変化を示すイメージ図である。

[図6]ボンディングヘッドを加熱しない場合における第一、第二検出温度の時間変化を示すイメージ図である。

[図7]温度測定処理を組み込んだ温度調節処理の流れを示すフローチャートである。

[図8] ΔT_n の取得の流れを示すフローチャートである。

[図9]第一ヒータの配置の一例を示す図である。

[図10]他の温度調節処理の流れを示すフローチャートである。

[図11]他の実装装置の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、実装装置10の構成について図面を参照して説明する。図1は、実装装置10の概略構成を示す図である。この実装装置10は、半導体チップ110を基板100等の被実装体にボンディングして、実装する装置である。実装装置10は、ステージ14と、ボンディングするボンディングヘッド12と、これらの駆動を制御する制御部16と、を備えている。

[0019] ステージ14は、基板100等の被実装体が載置される台であり、その表面は、被実装体が載置される載置面となる。このステージ14は、水平方向に移動可能となっており、その移動は、制御部16によって制御されている。また、ステージ14には、1以上の第一ヒータHSが内蔵されている。第一ヒータHSは、パルスヒータであるが、比較的、短時間で昇温できるヒータであれば、他の種類のヒータでもよい。また、第一ヒータHSの個数および位置は、ステージ14の表面（載置面）を均等に加熱できるのであれば、

特に限定されない。

[0020] 各第一ヒータHSには、第一温度センサ22が組み込まれている。この第一温度センサ22は、第一ヒータHSの温度を第一検出温度T1として検出するセンサで、例えば、熱電対である。制御部16は、この第一温度センサ22で検出された第一検出温度T1に基づいて第一ヒータHSの駆動を制御する。

[0021] ボンディングヘッド12は、ステージ14の載置面に載置された被実装体に半導体チップ110等の実装体をボンディングするヘッドである。また、ボンディングヘッド12は、後述するように、ステージ14の載置面または載置面に載置された実装体（以下、まとめて「被測定物」という）の温度を測定するための測定ヘッドとしても機能する。ボンディングヘッド12は、その下端に半導体チップ110を保持でき、また、鉛直な軸回りの回転と、昇降と、が可能となっている。半導体チップ110をボンディングする際、ボンディングヘッド12は、その下端に半導体チップ110を保持したまま、ステージ14側に向かって下降し、半導体チップ110を被実装体に圧接させる。ここで、半導体チップ110を均等に加圧できるように、ボンディングヘッド12のステージ14に対する平行度は、高精度で調整されている。

[0022] このボンディングヘッド12の先端部の内部には、第二ヒータHHが設けられている。第二ヒータHHは、第一ヒータHSと同様に、パルスヒータであるが、比較的、短時間で昇温できるヒータであれば、他の種類のヒータでもよい。第二ヒータHHには、第二温度センサ20が組み込まれている。この第二温度センサ20は、第二ヒータHHの温度を第二検出温度T2として検出する温度測定素子で、例えば、熱電対である。制御部16は、この第二温度センサ20で検出された第二検出温度T2に基づいて第二ヒータHHの駆動を制御する。また、後述するように、制御部16は、ボンディングヘッド12を、被測定物に接触させた際に第二温度センサ20で検出された第二検出温度T2に基づいて、被測定物の温度を測定する。なお、第二検出温度

T 2 が、ボンディングヘッド 1 2 の下端面の温度を反映できるように、第二ヒータ H H および第二温度センサ 2 0 は、いずれも、ボンディングヘッド 1 2 の先端面の下端近傍に配されている。なお、ボンディングヘッド 1 2 の先端面は、被測定物に接触する接触面として機能する。

[0023] 制御部 1 6 は、処理の進行状況等に応じて、ボンディングヘッド 1 2 およびステージ 1 4 の移動を制御する。また、制御部 1 6 は、第一検出温度 T 1 に基づいて第一ヒータ H S の駆動（例えば ON / OFF 制御、印加電流値等）を制御したり、第二検出温度 T 2 に基づいて第二ヒータ H H の駆動（例えば ON / OFF 制御、印加電流値等）を制御したりする。さらに、制御部 1 6 は、必要に応じて、第二検出温度 T 2 を利用して、被測定物の温度の測定も行う。ここで、「被測定物の温度の測定」とは、被測定物の温度の具体的数値を取得することでもよいし、所定の基準温度（例えばターゲット温度 T t 等）に対して被測定物の温度がズれているか否かを検出することでもよい。

[0024] 次に、この実装装置 1 0 で、被測定物であるステージ 1 4 の載置面の温度を測定する流れについて説明する。図 2 は、温度測定処理の流れを示すフローチャートである。この温度測定処理では、載置面の温度が、規定のターゲット温度 T t からズれているか否かを検出している。

[0025] 温度測定処理では、まず、制御部 1 6 は、測定ヘッドとしても機能するボンディングヘッド 1 2 を、上昇させ、ステージ 1 4 から離間させる（S 1 2）。その状態で、制御部 1 6 は、第一、第二ヒータ H S, H H を、ON とし（S 1 4）、ステージ 1 4 およびボンディングヘッド 1 2 を加熱する。この加熱は、ボンディングヘッド 1 2 の表面（接触面）およびステージ 1 4 の表面（載置面）が、それぞれ、規定のターゲット温度 T t になるように行う。

[0026] ここで、第一ヒータ H S および第一温度センサ 2 2 は、ステージ 1 4 の内部に埋め込まれており、第一温度センサ 2 2 で検出された第一検出温度 T 1 に比べて、ステージ 1 4 の載置面の温度は、若干低くなる。そこで、ステージ 1 4 の載置面の温度が、ターゲット温度 T t に達した際に得られるであ

う第一検出温度 T_1 を、予めステージ側目標温度 T_S として規定しておく。
そして、制御部 16 は、第一検出温度 T_1 が、ステージ側目標温度 T_S になるように、第一ヒータ H_S の通電量を制御する。

[0027] 同様に、ボンディングヘッド 12 の下端面（接触面）の温度が、ターゲット温度 T_t に達した際に得られるであろう第二検出温度 T_2 を、予めヘッド側目標温度 T_H として規定しておく。そして、制御部 16 は、第二検出温度 T_2 が、ヘッド側目標温度 T_H になるように、第二ヒータ H_H の通電量を制御する。なお、第二ヒータ H_H および第二温度センサ 20 は、ボンディングヘッド 12 の接触面の近傍に配されている。したがって、通常、ヘッド側目標温度 T_H は、ターゲット温度 T_t とほぼ同じである（ $T_H \approx T_t$ ）。一方、第一ヒータ H_S および第一温度センサ 22 は、ステージ 14 の載置面から離間しているため、ステージ側目標温度 T_S は、ターゲット温度 T_t に比べてやや、高くなっている（ $T_S > T_t$ ）。例えば、ターゲット温度 $T_t = 235^\circ\text{C}$ の場合、ヘッド側目標温度 $T_H = 235^\circ\text{C}$ 、ステージ側目標温度 $T_S = 250^\circ\text{C}$ とすることができる。

[0028] 図 3 は、このときの実装装置 10 の様子を示すイメージ図である。以下の図面において、ヒータ H_H 、 H_S の内部の色は、その ON/OFF 状態を示しており、グレーは、ON 状態を、白は、OFF 状態を示している。図 3 に示す通り、ボンディングヘッド 12 とステージ 14 とが離間した状態においては、第一ヒータ H_S 、第二ヒータ H_H は、いずれも、ON 状態となっている。

[0029] 第一検出温度 T_1 が、ステージ側目標温度 T_S に達し、かつ、第二検出温度 T_2 が、ヘッド側目標温度 T_H に達した場合（S16 で Yes）、制御部 16 は、ボンディングヘッド 12 を下降させる（S18）。下降の結果、ボンディングヘッド 12 の接触面が、ステージ 14 の載置面に接触すれば（S20 で Yes）、制御部 16 は、第二ヒータ H_H を OFF する（S22）。また、制御部 16 は、ボンディングヘッド 12 の接触面がステージ 14 の載置面に接触した直後に第二温度センサ 20 で検出された第二検出温度 T_2 を

、初期温度 T_f として記憶する（S24）。

[0030] 図4は、ボンディングヘッド12が、ステージ14に接触した状態を示すイメージ図である。図4に示す通り、ボンディングヘッド12は、その接触面全体がステージ14の載置面に接触する。また、このとき、第二ヒータHHは、OFF状態であり、第一ヒータHSは、ON状態である。

[0031] その後、制御部16は、その状態のまま、すなわち、ボンディングヘッド12の接触面がステージ14の載置面に接触した状態かつ第一ヒータHSをOFFかつ第二ヒータHHをONした状態のまま、所定の待機時間 t_s だけ待機する（S26）。なお、この待機中、制御部16は、第一検出温度 $T_1 = T_S$ を保つように、第一ヒータHSの通電量を制御する。

[0032] 所定の待機時間 t_s が経過すれば（S26でYes）、制御部16は、第二温度センサ20で検出された第二検出温度 T_2 を、末期温度 T_e として記憶する（S28）。末期温度 T_e が得られれば、制御部16は、温度変化量 $\Delta T = T_e - T_f$ を算出する（S30）。なお、通常、初期温度 T_f は、ヘッド側目標温度 T_H とほぼ同じである。したがって、初期温度 T_f に変えて、ヘッド側目標温度 T_H を用いて温度変化量 ΔT を算出してもよく、その場合、ステップS24は、省略してもよい。

[0033] この温度変化量 ΔT は、第二ヒータHHをOFFした後、ボンディングヘッド12に流入出した熱量を表す値であり、ボンディングヘッド12の接触面と、ステージ14の載置面（被測定物）と、の温度差を示す値と言える。制御部16は、この温度変化量 ΔT に基づいて、ステージ14の載置面の温度の良否を判断する。

[0034] これについて、図5を参照して説明する。図5は、ステージ14の載置面の温度の違いによる第二検出温度 T_2 の温度変化の違いを説明するイメージ図である。図5において、横軸は、時刻を、縦軸は、第二検出温度 T_2 を示している。また、図5において、時刻0は、ボンディングヘッド12の接触面が、ステージ14の載置面に接触したタイミングを示しており、時刻 t_s は、待機時間 t_s が経過したタイミングを示している。

- [0035] 上述した通り、ボンディングヘッド12の接触面が、ステージ14の載置面に接触すれば、制御部16は、第二ヒータHHをOFFにする。このとき、ボンディングヘッド12の接触面の温度と、ステージ14の載置面の温度とが、ほぼ同じとなる加熱適切状態であれば、両者の間の熱の流入出はなく、第二検出温度T2は、殆ど変化しない（あるいは、外気への熱流出分だけ低下）と考えられる。すなわち、この場合、第二検出温度T2は、図5において実線で示すように、ヘッド側目標温度THとほぼ同じか、僅かに低い温度に保たれる。
- [0036] 一方、ステージ14の載置面の温度が、ボンディングヘッド12の接触面の温度に比べて高い加熱過剰状態の場合、ステージ14の熱が、ボンディングヘッド12に流入するため、第二検出温度T2は、上昇すると考えられる。すなわち、この場合、第二検出温度T2は、図5において一点鎖線で示すように、ヘッド側目標温度TH（初期温度Tf）に比べて、上昇することが予想される。そして、時刻tsにおいて得られる温度変化量 ΔT が、正の値となり、その絶対値が大きくなることが予想される。
- [0037] また、ステージ14の載置面の温度が、ボンディングヘッド12の接触面の温度に比べて低い加熱不足状態の場合、ボンディングヘッド12の熱が、ステージ14に流入するため、第二検出温度T2は、降下すると考えられる。すなわち、この場合、第二検出温度T2は、図5において二点鎖線で示すように、ヘッド側目標温度TH（初期温度Tf）に比べて、下降することが予想される。そして、時刻tsにおいて得られる温度変化量 ΔT が、負の値となり、その絶対値が大きくなることが予想される。
- [0038] 再び図2に戻って、温度測定処理の流れを説明する。制御部16は、温度変化量 ΔT が得られれば、続いて、その温度変化量 ΔT の絶対値を、規定の基準変化量 Δdef と比較する（S32）。基準変化量 Δdef は、ボンディングヘッド12の接触面と、ステージ14の載置面（被測定物）とがほぼ同温度とみなせる変化量であり、かかる基準変化量 Δdef は、実験等で予め規定しておけばよい。

[0039] 比較の結果、温度変化量 ΔT が、基準変化量 $\Delta d e f$ 以下の場合（S 3 2でY e s）、制御部1 6は、ステージ1 4の載置面の温度は、適正であると判断し（S 3 4）、処理を終了する。一方、温度変化量 ΔT が、基準変化量 $\Delta d e f$ 超過の場合（S 3 2でN o）、制御部1 6は、ステージ1 4の載置面の温度が不適切であると判断する（S 3 6）。

[0040] なお、ステップS 3 2～S 3 6では、温度変化量 ΔT に基づいて、表面温度の良否のみを判断しているが、温度変化量 ΔT に基づいて、ステージ1 4の載置面の温度の具体的数値を取得するようにしてもよい。例えば、温度変化量 ΔT は、ボンディングヘッド1 2が、ステージ1 4に接触した時点での両者1 2，1 4の温度差に有る程度、依存すると予想される。そこで、接触時点での両者1 2，1 4の温度差と、温度変化量 ΔT との相関関係を示すマップを、予め実験等により求めておき、ステップS 3 0で得られた温度変化量 ΔT を、当該マップに照らし合わせて、両者1 2，1 4の温度差を求めてもよい。そして、初期温度 $T f$ またはヘッド側目標温度 $T H$ から、求めた温度差を加減算した値を、ステージ1 4の載置面の温度として算出してもよい。

[0041] 温度測定処理としては、以上で終了となるが、制御部1 6は、ステージ1 4の載置面の温度が不適切であると判断されれば、温度変化量 ΔT が小さくなるように、第一ヒータH Sの制御パラメータを補正する。ここで、補正される制御パラメータとしては、第一ヒータH Sを制御する際の入力値（ステージ1 4表面の目標温度）に対する出力値（第一ヒータH Sの出力熱量）を変化でき得るパラメータであれば、特に限定されない。したがって、補正される制御パラメータは、例えば、第一ヒータH Sの印加される電流に加減算されるオフセット電流値や、第一温度センサ2 2が出力する検出電圧値を第一検出温度 $T 1$ に変換する際に加減算されるセンサオフセット値、ステージ1 4の載置面の温度をターゲット温度 $T t$ に加熱する際に用いられるステージ側目標温度 $T S$ 等であってもよい。

[0042] また、補正の方法としては、温度変化量 ΔT が小さくなるのであれば、特

に限定されない。例えば、温度変化量 ΔT が正の場合（ステージ14の表面温度が高い場合）には、オフセット電流値を小さくしたり、センサオフセット値を大きくしたり、ステージ側目標温度 T_S を小さくしたりしてもよい。逆に、温度変化量 ΔT が負の場合（ステージ14の表面温度が低い場合）には、オフセット電流値を大きく、センサオフセット値を小さくしたり、ステージ側目標温度 T_S を大きくしたりしてもよい。また、こうした制御パラメータの増減量（補正量）は、一定値でもよいし、温度変化量 ΔT の値に応じて変化する可変値としてもよい。いずれにしても、温度変化量 ΔT の絶対値が、基準変化量 $\Delta d e f$ 超過の場合には、温度変化量 ΔT の値に応じて、制御パラメータを補正することで、ステージ14の載置面を、より正確に加熱することができる。

[0043] 以上の説明から明らかな通り、本明細書で開示する実装装置10では、ステージ14の表面温度を測定するにあたって、被測定物であるステージ14だけでなく、測定ヘッドとして機能するボンディングヘッド12も、ターゲット温度 T_t 近傍まで加熱している。その結果、接触初期におけるボンディングヘッド12とステージ14との間の温度差を比較的小さくすることができ、比較的短時間で、ステージ14の表面温度を測定できる。

[0044] これについて、ボンディングヘッド12を事前に加熱しない場合と比較して説明する。図6は、ボンディングヘッド12を事前に加熱しない場合の第一検出温度 T_1 と第二検出温度 T_2 との変化を示すイメージ図である。図6において、時刻0は、ボンディングヘッド12の接触面が、ステージ14の載置面に接触したタイミングを示している。また、 T_n は、常温を示している。

[0045] この場合、ボンディングヘッド12の接触面が、ステージ14の載置面に接触する前、制御部16は、第一検出温度 T_1 が、ステージ側目標温度 T_S になるように、第一ヒータ H_S を制御している。この状態で、常温 T_n のボンディングヘッド12の接触面がステージ14の載置面に接触すれば、ステージ14の熱がボンディングヘッド12に流出するため、その分、ステージ

14の温度（ひいては第一検出温度 T_1 ）が低下する。この場合、制御部16は、この第一検出温度 T_1 の温度低下を補うために、第一ヒータHSへの通電量を増加する。その結果、一定時間経過すれば、第一検出温度 T_1 は、再び、上昇し、ステージ側目標温度 T_S 近傍に達する。ただし、その後も、ボンディングヘッド12の接触面がステージ14の載置面と同じ温度に達するまでは、熱の流入出が生じるため、第一検出温度 T_1 の温度は安定することなく、揺れやすい。

[0046] 一方、第二検出温度 T_2 は、ボンディングヘッド12の接触面がステージ14の載置面に接触した後、徐々に増加していく。そして、十分な時間 t_t が経過すれば、所定の温度で安定する。なお、この第二検出温度 T_2 が安定するまでの時間 t_t は、待機時間 t_s に比べて十分に大きい。

[0047] つまり、ボンディングヘッド12を事前に加熱していない状態では、接触初期におけるボンディングヘッド12とステージ14との温度差が大きく、両者12, 14間での熱の流入出量が大きくなる。その結果、ボンディングヘッド12およびステージ14のいずれにおいても、大きな温度変動が生じてしまうため、ステージ14の載置面の温度の測定精度の低下や、測定時間の長期化といった問題を招いていた。

[0048] 一方、本明細書で開示する実装装置10では、上述した通り、事前に、ボンディングヘッド12の接触面を、ターゲット温度 T_t 近傍まで加熱している。そのため、ボンディングヘッド12とステージ14との間での熱の流入出量を小さく抑えることができ、より短時間、かつ、より正確にステージ14の載置面の温度を測定できる。

[0049] また、本明細書で開示する実装装置10では、ボンディングヘッド12を測定ヘッドとして用いている。その結果、測定のために、新規な部材を追加する必要が無く、また、ボンディングヘッド12（測定ヘッド）の接触面とステージ14の載置面とを正確に接触させることができる。すなわち、半導体チップ110を適切にボンディングするためには、ボンディングヘッド12は、半導体チップ110の全面を均等に加圧することが要求される。その

要求を満たすために、ボンディングヘッド12のステージ14に対する平行度は、高精度で調整されている。結果として、温度測定の際、ボンディングヘッド12の接触面は、ステージ14の載置面に真っ直ぐに当たることができるため、両者12, 14が接触した際の両者12, 14の間の熱抵抗を小さく抑えることができる。結果として、ステージ14の載置面の温度をより正確に測定できる。

[0050] また、本明細書で開示する実装装置10では、第二検出温度 T_2 自体を、ステージ14の表面温度として取得するのではなく、第二検出温度 T_2 の時間変化を示す値（温度変化量 ΔT ）に基づいてステージ14の表面温度の良否、あるいは、表面温度の具体的数値を判断している。この場合、ステージ14の温度測定処理に要する時間をより短縮できる。すなわち、第二検出温度 T_2 自体を、ステージ14の表面温度として取得する場合には、当然ながら、第二検出温度 T_2 が安定するまで、待機する必要がある。しかし、ボンディングヘッド12とステージ14との間に温度差がある場合には、第二検出温度 T_2 が安定化するまで時間がかかり、ひいては、測定時間が長期化する。一方、温度変化量 ΔT を利用すれば、第二検出温度 T_2 が安定化するまで待つ必要はなく、比較的短時間で、ステージ14の表面温度を測定できる。なお、これまでの説明では、温度変化量 ΔT に基づいて温度測定を行っているが、第二検出温度 T_2 の時間変化を示す値であれば、温度変化量 ΔT に限らず、他の値を用いてもよい。例えば、第二検出温度 T_2 の時間変化曲線の傾き（ $\div \Delta T / t_s$ ）に基づいて、温度測定を行ってもよい。

[0051] 次に、これまで説明した温度測定処理を利用して、複数の第一ヒータ HS_n のパラメータを調整する温度調整処理について説明する。図7、図8は、温度調整処理の流れを示すフローチャートである。また、図9は、ステージ14における第一ヒータ HS_n の配置を示す図である。

[0052] 図9に示す通り、この場合、ステージ14は、3行3列で配置された9つの第一ヒータ HS_n （ $n=1, 2, \dots, 9$ ）を有している。各第一ヒータ HS_n には、当該第一ヒータ HS_n の温度を検出する第一温度センサ22

n が組み込まれている。温度調整処理では、ステージ 14 の載置面のうち、この 9 つの第一ヒータ HS_n それぞれの真上位置の温度を測定し、その測定結果に応じて第一ヒータ HS_n の制御パラメータを変更する。以下では、この温度が測定される位置、すなわち、第一ヒータ HS_n それぞれの真上位置を「測定ポイント P_n 」と呼ぶ。

[0053] 温度調整処理を行う場合には、図 7 に示す通り、まず、 $n = 1$ に設定した上で (S40)、測定ポイント $P_n (= P_1)$ における温度変化量 ΔT_n を取得する (S42)。 ΔT_n の取得の処理フローは、図 8 に示す通りであり、その内容は、図 2 を参照して説明した処理と類似している。すなわち、制御部 16 は、ボンディングヘッド 12 を、ステージ 14 から離間した状態で、第二ヒータ HH および全ての第一ヒータ HS_i ($i = 1, 2, \dots, 9$) を ON する (S52, S54)。その状態で、制御部 16 は、第二温度センサ 20 による第二検出温度 T_2 がヘッド側目標温度 T_H に達し、かつ、各温度センサ 22 i による第一検出温度 T_{1i} が、対応するステージ側目標温度 T_{Si} に達するか否かをモニタリングする (S56)。

[0054] $T_2 = T_H$ かつ $T_{1i} = T_{Si}$ になれば、制御部 16 は、ボンディングヘッド 12 を下降させる (S58)。下降の結果、ボンディングヘッド 12 の接触面がステージ 14 の載置面に接触すれば (S60 で Yes)、制御部 16 は、第二ヒータ HH を OFF にする (S62)。そして、制御部 16 は、接触した直後に第二温度センサ 20 で検出された第二検出温度 T_2 を、初期温度 T_f として記憶する (S64)。

[0055] その後、所定の待機時間 t_s が経過すれば (S66 で Yes)、制御部 16 は、その時点の第二検出温度 T_2 を、末期温度 T_e として記憶する (S68)。そして、得られた、末期温度 T_e から初期温度 T_f を減算した値を、温度変化量 ΔT_n として算出する (S70)。

[0056] 再び、図 7 を参照して説明する。温度変化量 ΔT_n が得られれば、続いて、制御部 16 は、温度変化量 ΔT_n の絶対値が、規定の基準変化量 Δdef 以下か否かを判断する (S44)。判断の結果、 $|\Delta T_n| > \Delta def$ の場

合（S44でNo）、制御部16は、得られた温度変化量 ΔT_n に応じて、第一ヒータHS_nの制御パラメータを変更する（S46）。そして、再度、ステップS42、S44を実行し、制御パラメータの変更の要否を判断する。一方、 $|\Delta T_n| \leq \Delta def$ の場合（S44でYes）、制御部16は、 n が9である否かを判断し（S48）、 $n \neq 9$ の場合は、 n をインクリメントしたうえで（S50）、ステップ42に戻り、他の測定ポイントP_nについてパラメータの変更の要否を判断する。一方、 $n = 9$ の場合は、全ての測定ポイントP_nについて、温度調整が完了したと判断し、処理を終了する。

[0057] 以上の説明から明らかな通り、図7、図8に示す処理によれば、複数の測定ポイントP_nごとに、温度を測定し、その測定結果に応じて複数の第一ヒータHS_nの制御パラメータを調整している。その結果、ステージ14の載置面の温度のバラツキを低減でき、より適切なボンディングが可能となる。

[0058] なお、図7では、各測定ポイントP_nの温度変化量 ΔT_n が基準変化量 Δdef 以下になるように制御パラメータを調整しているが、複数の測定ポイントP_n間での温度のバラツキが小さくなるように制御パラメータを調整してもよい。図10は、複数の測定ポイントP_n間での温度のバラツキが小さくする温度調整処理の流れを示すフローチャートである。

[0059] 図10に示す処理では、制御部16は、まず、複数の測定ポイントP_nの温度変化量 ΔT_n を取得する（S72～S78）。このとき、温度変化量 ΔT_n の取得処理の流れは、図8と同様である。

[0060] 全ての測定ポイントP_nについて、温度変化量 ΔT_n が得られれば（S76でYes）、制御部16は、温度変化量 ΔT_n の平均値である平均変化量 $\Delta T_{ave} = \sum (\Delta T_n) / 9$ を算出する（S80）。続いて、制御部16は、得られた複数の温度変化量 ΔT_i のうち、最高値MAX(ΔT_i)と、最小値MIN(ΔT_i)との差が、所定の基準値Ddef以下か否かを判断する（S82）。ここで、基準値Ddefは、複数の測定ポイントP_nが実質的に同じ温度とみなせる値であり、実験等により予め求めておく値である。

- [0061] 制御部16は、 $\text{MAX}(\Delta T_i) - \text{MIN}(\Delta T_i) \leq \text{Def}$ であれば（S82でYes）、複数の測定ポイントP_nの温度は、実質的に均一であると判断し、処理を終了する。一方、 $\text{MAX}(\Delta T_i) - \text{MIN}(\Delta T_i) \leq \text{Def}$ であれば（S82でNo）、制御部16は、各測定ポイントP_nごとに、平均変化量 ΔT_{ave} と温度変化量 ΔT_n との差分値の絶対値と、基準変化量 Δdef とを比較する（S86）。そして、差分値の絶対値が、基準変化量 Δdef より大きい場合（S86でNo）には、対応する第一ヒータH S_nの制御パラメータを、差分値の絶対値が小さくなるように、調整する（S88）。以上の処理を全ての測定ポイントP_n（図示の例では $n=1\sim 9$ （S84, S90））に対して行えば（S90でYes）、ステップS72に戻り、ステップS82でYesになるまで同様の処理を繰り返す。
- [0062] 以上の説明から明らかな通り、図10の温度調整処理では、温度変化量 ΔT が、平均変化量 ΔT_{ave} に近づくように、各第一ヒータH S_nの制御パラメータを調節している。平均変化量 ΔT_{ave} を基準としてパラメータ調節することで、測定ポイントP_n間の温度のバラツキがより効果的に解消される。
- [0063] なお、上述の説明では、平均変化量 T_{ave} を基準値とし、この平均変化量 T_{ave} に温度変化量 ΔT_n が近づくようにパラメータ調節しているが、基準値とするパラメータは、平均変化量 ΔT_{ave} 以外でもよい。例えば、複数の測定ポイントP_nのうち、一つの測定ポイントP*に、予め熱電対を貼り付けておき、当該熱電対での計測値が、所望の値になるように対応する第一ヒータH S_nの制御パラメータを調整しておく。そして、この測定ポイントP*で得られた温度変化量 ΔT^* に、他の測定ポイントの温度変化量 ΔT_n が近づくように、パラメータ調節してもよい。
- [0064] また、これまで説明した構成は、いずれも一例であり、測定ヘッドおよびステージ14がヒータHH、HSを有し、被測定物の表面とほぼ同じ温度まで加熱した後、測定ヘッドのヒータHHをオフした際に、測定ヘッドに設けられた温度センサで得られる検出温度に基づいて、被測定物の表面温度を測

定するのであれば、その他の構成は、適宜、変更されてもよい。例えば、これまでの説明では、被測定物の表面温度を測定するための温度センサを、ボンディングヘッド 12 の内部に設けているが、かかる温度センサは、ボンディングヘッド 12 よりも熱容量が十分に小さい部材内に設けてもよい。

[0065] 例えば、図 11 に示すように、ボンディングヘッド 12 の本体の下端に、熱容量の小さい測定ブロック 32 を、断熱材 34 を介して取り付け、当該測定ブロック 32 に、熱電対等からなる温度センサ 30 を設けてもよい。そして、被測定物の温度を測定する場合には、この測定ブロック 32 の先端面を、被測定物に接触させるようにすればよい。かかる構成とした場合、温度センサ 30 が、ボンディングヘッド 12 の本体よりも熱容量の小さい測定ブロック 32 に設けられているため、被測定物と接触させた後の熱移動が生じにくくなる。結果として、被測定物の温度をより正確に測定することができる。また、被測定物に接触する部分の面積が小さくなることで、より細かな温度分布を測定することができる。また、これまでの説明では、測定ヘッドとしてボンディングヘッド 12 を用いているが、ボンディングヘッド 12 とは別に、温度測定専用のヘッドを別途設けてもよい。また、これまでの説明では、被測定物として、ステージ 14 の載置面の温度を測定しているが、ステージ 14 の載置面に載置された被実装体（例えば基板 100 等）の温度を測定してもよい。

[0066] さらに、実施の形態では、被実装体に実装される実装体が半導体チップであると説明したが、本発明は、半導体チップを被実装体に実装する装置に限らず適用することができる。例えば、ガラス、金属、樹脂等の個片状の物体を被実装体に接合する装置、トランジスタ、コンデンサ、IC等の電子部品を実装基板に電氣的に接合する装置にも適用することができる。

符号の説明

[0067] 10 実装装置、12 ボンディングヘッド、14 ステージ、16 制御部、20 第二温度センサ、22 第一温度センサ、30 温度センサ、32 測定ブロック、34 断熱材、100 基板、110 半導体チップ

o

請求の範囲

- [請求項1] 実装体を被実装体の実装装置であって、
前記被実装体が載置される載置面及び前記載置面を加熱する第一ヒータを有するステージと、
前記被実装体又は前記載置面である被測定物に接触する接触面と、
前記接触面を介して前記被測定物の温度を測定する測定素子と、前記接触面を加熱する第二ヒータと、を有し、少なくとも前記載置面に対して直交方向に駆動する測定ヘッドと、
前記第一ヒータ及び前記第二ヒータにより前記載置面及び前記接触面をそれぞれ既定のターゲット温度に加熱した後、前記第二ヒータの加熱を停止した状態で前記接触面を前記被測定物に接触させた際に得られる前記測定素子の温度検出値に基づいて前記被測定物の温度を測定する制御部と、
を備えることを特徴とする実装装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の実装装置であって、
前記測定ヘッドは、前記実装体を、前記被実装体にボンディングするボンディングヘッドである、ことを特徴とする実装装置。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の実装装置であって、
前記制御部は、前記接触面を前記被測定物に接触させた際に得られる前記測定素子の温度検出値の時間変化に基づいて、前記被測定物の温度または前記被測定物の温度の良否を判断する、ことを特徴とする実装装置。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれか1項に記載の実装装置であって、
前記制御部は、前記被測定物の温度の測定結果に基づいて、前記第二ヒータの制御パラメータを補正する、ことを特徴とする実装装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の実装装置であって、
前記被測定物には、複数の測定ポイントが設定されており、
前記制御部は、前記複数の測定ポイントについて、前記温度の測定

を行い、前記複数の測定ポイント間で測定結果が均等になるように、
前記制御パラメータを補正する、
ことを特徴とする実装装置。

[請求項6]

請求項1から5のいずれか1項に記載の実装装置であって、
前記測定ヘッドは、さらに、本体と、前記本体よりも熱容量が小さくかつ断熱材を介して前記測定ヘッドに取り付けられた測定ブロックと、を有しており、
前記接触面は、前記測定ブロックの端面であり、
前記測定素子は、前記測定ブロック内に設けられる、
ことを特徴とする実装装置。

[請求項7]

実装装置のステージの載置面に載置された被実装体または前記ステージの載置面である被測定物の温度を測定ヘッドにより測定する温度測定方法であって、

前記ステージの内部に設けられた第一ヒータおよび前記測定ヘッドに設けられた第二ヒータにより、前記載置面および前記測定ヘッドのうち前記被測定物に接触する接触面を、規定のターゲット温度に加熱するステップと、

前記加熱した後、前記第二ヒータを停止した状態で前記接触面を前記被測定物に接触させるステップと、

前記接触させた際に前記測定ヘッドに設けられた温度の測定素子で得られる温度検出値に基づいて前記被測定物の温度を測定するステップと、

を備えることを特徴とする温度測定方法。