

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 7 月 16 日(16.07.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/104890 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/60 (2006.01) *H05K 13/04* (2006.01)
H05K 3/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/079391
- (22) 国際出願日: 2014 年 11 月 6 日(06.11.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-001494 2014 年 1 月 8 日(08.01.2014) JP
- (71) 出願人: 東レエンジニアリング株式会社(TORAY ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三丁目 3 番 1 6 号 (日本橋室町ビル) Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 和田 浩光(WADA, Hiromitsu); 〒5202141 滋賀県大津市大江一丁目 1 番 4 5 号 東レエンジニアリング株式会社内 Shiga (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

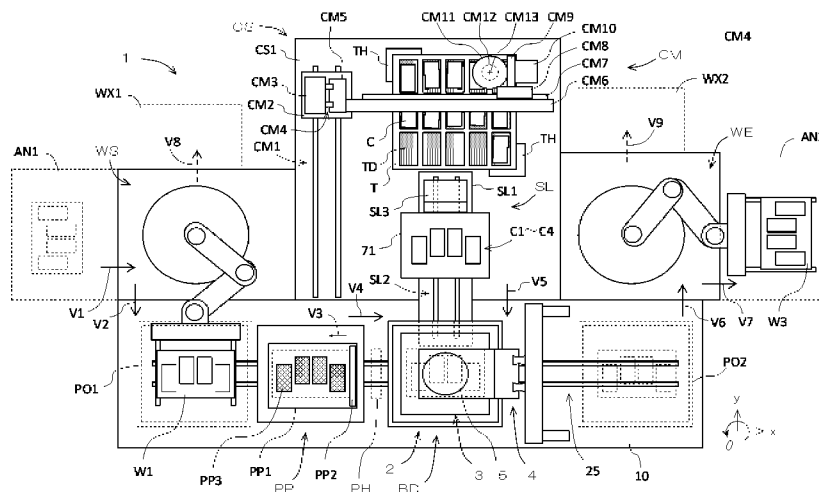
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: AUTOMATIC BONDING APPARATUS

(54) 発明の名称: 自動ボンディング装置



(57) Abstract: Provided is an automatic bonding apparatus capable of performing bonding without deteriorating throughput even if the number of device chips to be bonded on a substrate that constitutes a substrate module is increased, specifically, a bonding apparatus that bonds the device chips on a plurality of electrode pads that are provided on a surface of the substrate. The automatic bonding apparatus is provided with: a substrate supply section for supplying a substrate on which the device chips are to be bonded; a paste applying section that applies a bonding paste; a stage section for holding the substrate; a chip supply section for supplying the device chips; a head section for holding the device chips at one time; a head lift mechanism that lifts the head section in the vertical direction with respect to the stage section; a vibrating apparatus that vibrates the head section in the vertical direction; a heater section that heats the chip bonding paste for bonding the substrate and each of the device chips to each other; and a substrate carry-out section for carrying out the substrate having the device chips bonded thereon.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/104890 A1



基板モジュールを構成する基板上に接合させるデバイスチップの数が増えても、スループットを低下させることなく接合を行うことができる自動ボンディング装置を提供することである。具体的には、基板表面に設けられた複数の電極パッド上に、複数のデバイスチップを接合するボンディング装置であって、接合対象基板を供給する基板供給部と、接合用ペーストを塗布するペースト塗布部と、接合対象基板を保持するステージ部と、複数のデバイスチップを供給するチップ供給部と、複数のデバイスチップを一度に保持するヘッド部と、ステージ部に対してヘッド部を上下方向に昇降移動させるヘッド昇降機構と、ヘッド部を上下方向に加振する加振装置と、基板と各デバイスチップを接合するチップ接合用ペーストを加熱するヒータ部と、デバイスチップが接合された基板を搬出する基板搬出部とを備えた、自動ボンディング装置である。

明 細 書

発明の名称：自動ボンディング装置

技術分野

[0001] 本発明は、基板表面に設けられた複数の電極パッド上に、複数のデバイスチップを自動的に接合する、自動ボンディング装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、配線基板上に抵抗器やコンデンサ、リアクタンス、スイッチング回路などが組み込まれた部品（いわゆる、デバイスチップ）が接合された基板モジュールが、種々の用途で用いられている。

[0003] さらに近年はハイブリッド自動車や電気自動車の普及に伴い、パワートランジスタやパワーデバイスと呼ばれるデバイスチップが接合された基板モジュールが普及しており、接合方法について種々検討されている（例えば、特許文献 1，2）。

[0004] また、基板モジュールを構成する基板上に複数のデバイスチップを接合するために、デバイスチップを 1 つずつ仮接合し、後に各チップを一括で本接合する形態が採用されている（例えば、特許文献 3，4）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1：特開 2006-59904 号公報

特許文献 2：特開 2013-41870 号公報

特許文献 3：特開平 6-163634 号公報

特許文献 4：特開 2004-274026 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 図 10 は、従来の技術におけるタイムチャートの一例であり、複数のデバイスチップを 1 つずつ基板上に仮接合させた後、一括で本接合させる形態におけるタイムチャートを示している。なお、ここでは、デバイスチップの接

合対象となる基板を上流工程から受け取り、当該基板に4つにデバイスチップC1～C4を接合し、チップ接合済の基板を下流工程へ受け渡す形態の例を示している。

[0007] 具体的には、以下の様にして、チップ接合を行う。まず、チップ接合対象となる基板上を基板受取位置で装置内に供給し、チップ移載位置へ移動させる。この間にチップマウンタ等を用いて、デバイスチップC1をピックアップし、アライメントしておく。そして、チップ接合対象となる基板上の所定位置にデバイスチップC1を仮接合する。そして、他のデバイスチップC2～C4についても同様の動作を行い、すべてのチップC1～C4の仮接合が済めば、当該デバイスチップが仮接合された基板をヘッド部の下方へ移動させる。そして、ヘッド部を下降させてデバイスチップC1～C4に密着させつつ加熱を行い、本接合を行う。そして、本接合に必要な加熱時間が経過すれば、ヘッド部を上昇させて基板と離隔し、基板載置台を受渡位置へ移動し、デバイスチップが接合された基板を排出する。そして、基板載置台を基板受取位置へ移動し、次の基板を装置内に供給する。そして、当該基板をチップ載置位置へ移動して静止させ、ピックアップとアライメントが済んだデバイスチップC1を当該基板に仮接合する。以下、上述の動作が繰り返し行われる。

[0008] この方式によりデバイスチップC1～C4を接合すると、1つずつデバイスチップを仮接合させるための時間が全体としての待ち時間となり、デバイスチップの数が増えるほどサイクルタイムが伸びてしまうという課題があった。しかも、本接合動作を行っている間に、破線で示す様に次のデバイスチップC1をピックアップし、アライメントを済ませたとしても、次の基板がチップ載置位置にて静止状態となるまで次のデバイスチップC1を仮接合することができないため、サイクルタイムを短縮することが困難であった。つまり、デバイスチップC1の仮接合開始からデバイスチップC4の接合完了までに要する時間 T_c1 と、デバイスチップC4の接合完了から次のデバイスチップC1の仮接合開始までに要する時間 T_c2 とを合算した時間 T_c が、

この方式のサイクルタイムとなる。

[0009] そこで、本発明の第1の目的は、基板モジュールを構成する基板上に接合させるデバイスチップの数が増えても、サイクルタイムを短縮させて接合を行うことができる、自動ボンディング装置を提供することである。

[0010] また、デバイスチップの接合対象となる基板の表面には、10～100 μ m程度のうねりがある。そして、電極パッドとデバイスチップとを接合するために塗布される導電用ペーストは、隣接するデバイスチップや電極同士のショートを防ぐために、必要最小限の量しか塗布されない。

[0011] そのため、このような基板上に、複数のデバイスチップを接合しようとすると、それぞれの電極パッドとデバイスチップ間の間隔が、基板のうねりなどの影響により少しずつ異なるため、従来の技術では、導電ペーストとデバイスチップとの接触が不均一となり、結果的に接合不良を招くおそれがあるという課題があった。

[0012] なお、ここで言う接合不良とは、デバイスチップと導電用ペーストの接触面積が、本来接触すべき面積に満たない場合や、接合時に導電用ペーストが過度にはみ出して隣接するデバイスチップや電極パッドとショートする状態を意味する。

[0013] そこで、本発明の第2の目的は、複数のデバイスチップを接合する際に、それぞれのデバイスチップと電極パッドとの接合不良を防ぐことができるボンディング装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0014] 以上の課題を解決するために、第1の発明は、

基板表面に設けられた複数の電極パッド上に、複数のデバイスチップを接合するボンディング装置であって、

前記複数のデバイスチップの接合対象となる接合対象基板を供給する基板供給部と、

前記接合対象基板の電極パッド上に接合用ペーストを塗布するペースト塗布部と、

前記接合用ペーストが塗布された接合対象基板を保持する基板保持部と、
前記接合対象基板上の電極パッドの位置・間隔に対応させた状態で接合対象となる複数のデバイスチップを供給するチップ供給部と、
前記チップ供給部から供給される前記接合対象となる複数のデバイスチップを一度に保持するヘッド部と、
前記基板保持部に対して前記ヘッド部を上下方向に昇降移動させるヘッド昇降機構と、
前記ヘッド部を上下方向に加振するヘッド加振部と、
前記複数の電極パッドと各デバイスチップを接合する接合用ペーストを加熱するヒータ部と、
デバイスチップが接合された基板を前記基板保持部から搬出する基板搬出部とを備えた、
自動ボンディング装置である。

- [0015] 第2の発明は、第1の発明において、
前記ヘッド部と前記ヘッド昇降機構とが、球面軸受を介して連結されていることを特徴とする。
- [0016] 第3の発明は、第1又は第2の発明において、
前記ヘッド部を前記基板保持部に向けてさらに押し付けるヘッド加圧部を備えたことを特徴とする。
- [0017] 第4の発明は、第1～3の発明において、
前記基板表面に設けられた複数の電極パッド上に接合用ペーストが塗布された状態で当該塗布された接合用ペーストの高さを測定する塗布ペースト高さ測定部と、
前記接合用ペーストの塗布高さが適性範囲内かどうかを検査する塗布ペースト高さ検査部とを備えたことを特徴とする。
- [0018] 第5の発明は、第4の発明において、
ペースト高さ検査部で不良判定された基板を排出する不良基板排出部を備えたことを特徴とする。

- [0019] 第6の発明は、第1～5の発明において、
塗布された接合用ペーストの高さを測定する塗布ペースト高さ測定部と、
塗布されたペースト高さの履歴を記憶する塗布ペースト高さ履歴記憶部と、
塗布されたペースト高さの履歴に基づいて次に塗布するペースト塗布量を決定するペースト塗布量フィードバック部とを備えたことを特徴とする。
- [0020] 第7の発明は、第1～6の発明のいずれかにおいて、
前記複数のデバイスチップが接合される各電極パッドの周辺部を少なくとも含む領域を観察する接合領域観察部と、
当該複数のデバイスチップが正常に接合されたかどうかについて接合中若しくは接合後のペーストの状態を観察して検査を行うペースト状態検査部と、
ペースト状態検査部で接合不良と判定された基板を排出する不良基板排出部とを備えたことを特徴とする。
- [0021] 第8の発明は、第1～7の発明のいずれかにおいて、
接合完了時のヘッド高さを検出する接合時ヘッド高さ検出部と、
接合完了時のヘッド高さの許容範囲を登録する接合時ヘッド高さ許容範囲登録部と、
接合完了時のヘッド高さが許容範囲内かどうかを判定する接合時ヘッド高さ良否判定部とを備えたことを特徴とする。
- [0022] 第9の発明は、第8の発明において、
接合時ヘッド高さ良否判定部で不良判定された基板を排出する不良基板排出部を備えたことを特徴とする。
- [0023] 第10の発明は、第1～9の発明のいずれかにおいて、
接合が未完了の仮接合状態基板を保持する第2基板保持部と、
前記仮接合状態基板と複数のデバイスチップに対して外力を付与する第2ヘッド部と、
前記仮接合状態基板と各デバイスチップとの間にある固化途中状態の接合用ペーストを再加熱する第2ヒータ部とを備えたことを特徴とする。
- [0024] 第11の発明は、第1～10の発明のいずれかにおいて、

デバイスチップが接合された基板を冷却する基板冷却部を備えたことを特徴とする。

発明の効果

[0025] 基板モジュールを構成する基板上に接合させるデバイスチップの数が増えても、複数のデバイスチップを基板上の所定位置に同時に接合でき、サイクルタイムが短縮できる。さらに、複数チップを接合する際に、複数のデバイスチップと電極パッドとの接合不良を防ぐことができる。そのため、効率よく良品を生産することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明を具現化する形態の一例の全体を示す平面図である。
[図2]本発明を具現化する形態の一例を示すシステム構成図である。
[図3A]本発明を具現化する形態の一例の一部を示す正面図である。
[図3B]本発明を具現化する形態の一例の一部を示す正面図である。
[図4]本発明を具現化する形態の一例の要部を示す斜視図である。
[図5]本発明を具現化する形態の一例の要部を示す断面図である。
[図6]本発明を具現化する形態の一例におけるタイムチャートである。
[図7A]本発明を具現化する形態の別の一例の全体を示す側面図である。
[図7B]本発明を具現化する形態の別の一例の全体を示す側面図である。
[図8]本発明を具現化する形態の一例の要部を示す画像図である。
[図9]本発明に用いられる接合用ペーストの接合強度と観察輝度を示す特性図である。
[図10]従来の技術におけるタイムチャートの一例である。

発明を実施するための形態

[0027] 本発明を実施するための形態について、図を用いながら説明する。なお、説明を簡単に行うため、接合対象となる接合対象基板W（以下、単に基板Wという）には、その表面に4つの電極パッドP1～P4が形成されており、その上に各々デバイスチップC1～C4を接合する形態を例示する。なお、基板Wは、説明の便宜上、ボンディング工程内の状態に応じて、接合用ペー

ストが塗布される前の基板W1、接合用ペーストが塗布された後の基板W2、チップデバイスが接合された基板W3と呼ぶことがある。また、矢印V1、V2、V4、V6、V7は、基板W(W1~W3)の流れを示すものである。

[0028] また各図においては、直交座標系の3軸をX、Y、Zとし、XY平面を水平面、Z方向を鉛直方向とする。特に、X方向は、矢印の方向を右側、その逆方向を左側と表現し、Y方向は、矢印の方向を奥側、その逆方向を手前側と表現し、Z方向は矢印の方向（重力上方）を上側、その逆方向を下側と表現する。さらに、Z方向を中心軸とした回転方向を θ 方向とする。

[0029] 図1は、本発明を具現化する形態の一例の全体を示す平面図である。また、図2は、本発明を具現化する形態の一例を示すシステム構成図である。本発明に係る自動ボンディング装置1は、基板供給部WSと、ペースト塗布部PPと、ボンディング部BDと、チップ供給部CSと、基板排出部WEとを備えて構成されている。

[0030] さらに、自動ボンディング装置1には、統括制御部MCが備えられている。統括制御部MCは、基板供給部WS、ペースト塗布部PP、ボンディング部BD、チップ供給部CS、基板排出部WEを、統括的に制御するものである。具体的には、統括制御部MCは、制御用コントローラとその実行プログラムを含んで構成されている。より具体的には、制御用コントローラは、パソコンやプログラマブルコントローラと、上述の各部とデータや制御信号の入出力を行う機器などを含んで構成されており、基板供給部WS、ペースト塗布部PP、ボンディング部BD、チップ供給部CS、基板排出部WEの各機器に対して制御信号やデータのやりとりをし、各部を個別に或いは各部を連携させながら統括的に制御するように構成されている。

[0031] 基板供給部WSは、複数のデバイスチップC1~C4の接合対象となる基板（つまり、接合用ペーストが塗布される前の基板W1）を供給するものである。具体的には、基板供給部WSは、隣接する上流工程の外部装置AN1から搬送された基板W1を自動ボンディング装置1へ供給するための、移載

ロボットWS 1を備えて構成されている。移載ロボットWS 1には、基板W 1を搬送するための移載ハンドWS 2と、移載ハンドWS 2を水平方向に移動させるための多関節アームWS 3と、多関節アームWS 3の向きや高さを変更する回転昇降機構WS 4が備えられている。移載ロボットWS 1には、多関節アームWS 3や回転昇降機構WS 4の移動若しくは回転を制御する制御部WS 5が接続されており、制御部WS 5からの制御指令に基づいて、基板W 1の移載を行うことができる構成をしている。そして、制御部WS 5は、統括制御部MCと接続されており、統括制御部MCからの制御指令に基づいて制御される。なお、基板供給部WSは、このような多関節アームWS 3を備えた構成の移載ロボットWS 1に限らず、1軸スライダを備えて構成しても良い。

[0032] このような構成をしているため、基板供給部WSは、外部装置AN 1のベルトコンベアなどで搬送されてきた基板Wを、移載ハンドWS 2により下面側から上方に向けて持ち上げて保持し、破線で示す基板受取位置PO 1で待機させておいた基板保持部2に移載することができる。

[0033] なお、基板搬送部WSは、図示したような外部装置AN 1から基板W 1を受け取る形態に限らず、基板W 1を複数枚収容したカセットから取り出す形態であっても良い。また、基板搬送部WSの移載ハンドWS 2は、上述の様な基板W 1の下面側から上方に向けて持ち上げて保持する形態に限らず、基板W 1の上面を真空吸着する形態や、基板W 1の側面を挟持する形態など、基板W 1を上下・水平方向に移載できる形態であれば良い。

[0034] ペースト塗布部PPは、基板Wの電極パッドP 1～P 4の上に接合用ペーストCPを塗布するものである。具体的には、ペースト塗布部PPは、基板Wの上面の所定位置に接合用ペーストCPをスクリーン印刷するためのスキージPP 1とブレードPP 2と、スキージPP 1の上面側に接合用ペーストPPを供給するペースト供給部PP 4と、ブレードPP 2を矢印V 3の方向やその逆方向に所定の速度で移動させ所定の位置で静止させるブレード移動機構PP 5を含んで構成されている。また、ペースト塗布部PPは、基板W

1 を基板受取位置から後述するボンディング位置へ移動させる経路の途中であって、基板保持部2のやや上方に配置されている。

[0035] スキージPP1には、基板Wの電極パッドP1～P4の相対的な位置及び間隔に対応した開口部PP3が設けられている。この開口部PP3は、接合用ペーストCPが通過できるように、メッシュと呼ばれる小さな孔部が多数設けられている。そしてペースト塗布部PPは、基板保持部2の上に載置された基板W1の上面とスキージPP1の下面とが僅かな隙間を保ちつつ対向している状態で、スキージPP1の上面側に接合用ペーストCPを供給しておき、スキージPP1の上面側から基板W1側に向けてブレードPP2を押さえ付けながら矢印V3に示す方向に移動させる。なお、スキージPP1の上面側に供給する接合用ペーストCPの量や、ブレードPP2の移動速度は、接合用ペーストCPが所定の厚みで塗布が出来るように予め規定値を設定しておき、この規定値に基づいて制御するように、接合用ペースト供給部とブレード移動機構を構成しておく。また、ペースト供給部PP4とブレード移動機構PP5は、統括制御部MCと接続されており、統括制御部MCからの制御指令に基づいて制御される。

[0036] このような構成をしているため、ペースト塗布部PPは、基板表面に設けられた電極パッドP1～P4上に、所定の厚みで接合用ペーストCPを塗布することができる。

[0037] なお、ペースト塗布部PPは、基板W1の上面とスキージPP1の下面とが僅かな隙間が保たれた状態で対向している構成を示したが、この様な形態に限定されず、ペースト塗布部PP自体が上下方向に移動する構成としても良く、適宜クリアランスを確保したり、場合によっては基板WとスキージPP1とを密着できる構成としても良い。

[0038] またペースト塗布部PPは、上述した様なスクリーン印刷の形態に限らず、接合用ペーストCPの粘度に応じて、ディスペンサ方式、インクジェット方式若しくはスプレー方式などによる塗布方式を採用することも可能である。

[0039] チップ供給部CSは、基板表面に設けられた電極パッドP1～P4の位置・間隔に対応させた状態で、これら電極パッドP1～P4の上にボンディングする複数のデバイスチップC1～C4を供給するものである。具体的には、チップ供給部CSは、チップトレイホルダーTHと、チップマウンターCMと、チップスライダースLと、チップ供給台71とを備えて構成されている。

[0040] ここでは、基板WにボンディングするためのデバイスチップCが、チップトレイTと呼ばれる容器に収容された状態で運搬・搬送される形態を例示して説明する。チップトレイTは、デバイスチップの外形寸法よりもやや大きめの凹み部を有し、複数の凹み部がマトリクス状に配列されたトレイ状の容器である。

[0041] チップトレイホルダーTHは、チップトレイTを水平状態に維持しつつ、所定の位置で固定するためのものである。具体的には、チップトレイホルダーTHは、図に示すように、チップトレイTの2つの対向する角部に沿うようなL字形状の固定金具（いわゆる、ブラケット）を配置して構成することができる。なお、チップトレイホルダTHは、チップ供給部CSのベース部材CS1の上に取り付けられている。

[0042] チップマウンターCMは、チップトレイTに収納されているデバイスチップCを1つずつ取り出し、チップ供給台71の上に予め規定した位置に移載するためのものである。具体的には、チップマウンターCMは、チップ供給部CSのベース部材CS1の上に取り付けられた、3軸直交ロボットモジュールを用いて構成することができる。3軸直交ロボットモジュールは、Y方向に伸びる一対のレールCM1と、レールCM1上を所定の速度で移動し所定の位置で静止するスライダースLと、スライダースLに取り付けられた連結部材CM3と、連結部材CM3上に取り付けられたZ方向に伸びる一対のレールCM4と、レールCM4上を所定の速度で移動し所定の位置で静止するスライダースLと、スライダースLに取り付けられた連結部材CM6と、連結部材CM6上に取り付けられたX方向に伸びる一対のレールC

M7と、レールCM7上を所定の速度で移動し所定の位置で静止するスライダCM8とを含んで構成されている。スライダCM8には、連結部材CM9が取り付けられており、連結部材CM9には、アライメントカメラCM10と回転機構CM11が取り付けられている。さらに回転機構CM11には、ピックアップユニットCM12が取り付けられている。

[0043] ピックアップユニットCM12は、デバイスチップCをピックアップするものである。具体的には、ピックアップユニットCM12は、デバイスチップCの上面を吸引し保持することができる吸引保持部と、吸引保持部を上下方向に移動させる移動機構が備えられている。そして、回転機構CM11は、デバイスチップを保持し水平に保った状態で、符号CM13にて示す「+」の交点を通る上下方向の軸を回転中心として、 θ 方向に所定の角度だけ回転させ、その角度で静止させることができる。

[0044] アライメントカメラCM10は、ピックアップするデバイスチップの外形やアライメントマークの位置や向きなどを撮像し、チップトレイ内での向きを検出し、所定の方向にアライメントするためのものである。そして、チップマウンターCMの各スライダCM2、CM4、CM8や、回転機構CM11等の各機器は、統括制御部MCと接続されており、統括制御部MCからの制御指令に基づいて制御される。

[0045] このような構成をしているため、チップマウンターCMは、チップトレイ内で方向が不揃いな状態で収容されているデバイスチップCをピックアップし、適宜アライメント処理を行いながら、チップ載置台71に所定の向き、位置及び間隔で移載することができる。

[0046] チップスライダSLは、複数のデバイスチップC1～C4の相対的な位置・間隔を保ったまま、ボンディング部BD側へスライドさせ、ヘッド部3の下方で静止させるものである。具体的には、チップスライダSLは、チップ供給部CSのベース部材CS1の上に取り付けられたベース材SL1と、ベース材SL1上に取り付けられたY方向に伸びる1対のレールSL2と、レールSL2の上を所定の速度で移動し所定の場所で静止するスライダ

SL3とが備えられている。スライダーSL3は、連結部材70を介してチップ供給台71が取り付けられている。そして、スライダーSL3は、統括制御部MCと接続されており、統括制御部MCからの制御指令に基づいて制御される。そのため、チップスライダーSLは、チップ供給台71をヘッド部3側若しくはチップトレイト側に移動させ、所定の位置で静止させることができる。

[0047] なお、連結部材70は、チップスライダーSLの構成部材やチップ供給台71が、基板保持部2や基板保持部2のスライダーの構成部材と干渉することなく、チップ供給台71をヘッド部3の下方へ移動させることができるように、スライダーSL3からヘッド部3側にオーバーハングさせた形状をしている。

[0048] チップ供給台71は、複数のデバイスチップC1～C4を載置するものである。

具体的には、チップ供給台71は、上面を平坦な板材で構成し、上面を水平に配置し、移載したチップC1～C4が滑り落ちたり位置ずれしたくない様に、当該上面に滑り止め加工を施したものが例示できる。あるいは、チップ供給台71は、上面が平坦な板材で構成し、当該上面の移載されるチップC1～C4の外形より内側となる部分に微細な溝部や孔部を設けておき、この溝部や孔部を負圧状態にすることで、移載したチップC1～C4が滑り落ちたり位置ずれしたりしない様な構成としても良い。

[0049] このような構成をしているため、チップ供給部CSは、デバイスチップC1～C4を、基板W上の電極パッドP1～P4の位置・間隔に対応させた状態で予めチップ供給台71の上に配置し、矢印V5に示す方向に移動させ、ヘッド部3の下方で待機させておくことができる。そのため、これらデバイスチップC1～C4は、詳細を後述するヘッド部3を用いて一度にピックアップでき、基板Wの電極パッドP1～P4上に所定の位置・間隔を保ってボンディングすることができる。

[0050] ボンディング部BDは、詳細を後述するが、基板保持部2と、ヘッド部3

と、ヘッド昇降機構４と、ヘッド加振部５とヒータ部とを備えて構成されている。

[0051] 基板排出部WEは、ボンディング部BDでデバイスチップC１～C４が接合された基板W３を、基板保持部２から搬出するものである。具体的には、基板排出部WEは、基板保持部２から基板W３を取り出し、隣接する下流工程の外部装置AN２へ搬出するための、移載ロボットWE１を備えて構成されている。移載ロボットWE１には、基板Wを搬送するための移載ハンドWE２と、移載ハンドWE２を水平方向に移動させるための多関節アームWE３と、多関節アームWE３の向きや高さを変更する回転昇降機構WE４が備えられている。移載ロボットWE１には、多関節アームWE３や回転昇降機構WE４の移動若しくは回転を制御する制御部WE５が接続されており、制御部WE５からの制御指令に基づいて、基板W３の移載を行うことができる構成をしている。そして、制御部WE５は、統括制御部MCと接続されており、統括制御部MCからの制御指令に基づいて制御される。なお、基板排出部WEは、この様な多関節アームWE３を備えた構成の移載ロボットWE１に限らず、１軸スライダを備えて構成しても良い。

[0052] このような構成をしているため、基板排出部WEは、デバイスチップが接合された基板W３を、破線で示す基板受渡位置PO２にて、移載ハンドWS２により下面側から上方に向けて持ち上げて保持し、外部装置AN２へ移載することができる。

[0053] なお、基板排出部WEは、図示したような外部装置AN２に基板W３を受け渡す形態に限らず、基板W３を複数枚収容可能なカセットへ充填する形態であっても良い。また、基板排出部WEの移載ハンドWE２は、上述の様な基板W３の下面側から上方に向けて持ち上げて保持する形態に限らず、基板W３の上面を真空吸着する形態や、基板W３の側面を挟持する形態など、基板W３を上下・水平方向に移載できる形態であれば良い。

[0054] [ボンディング部詳細]

図３Ａは、本発明を具現化する形態の一例の一部を示す正面図であり、本

発明に係る自動ボンディング装置 1 のボンディング部 B D を示したものである。以下に、ボンディング部 B D の具体的な構成について説明する。

[0055] 基板保持部 2 は、デバイスチップの接合対象となる基板 W を保持するものである。具体的には、基板保持部 2 は、上面が水平な基板載置台 20 を備えた構成とし、基板載置台 20 の基板 W が載置される部分には、負圧吸引部や把持部などを適宜配置しておく。さらに、負圧吸引部は、基板載置台 20 W の上面に設けられた溝部や孔部と、真空ポンプなどの負圧発生手段と、それらを連通する連通ポートとを備えて構成しておく。また、連通ポートには、三方弁などの切替バルブなどを配置し、溝部や孔部を負圧状態若しくは大気解放状態に切り替えることが出来るようにしておく。

[0056] さらに、基板保持部 2 は、ボンディング部 B D のベース部材 10 上に X 方向に伸びる一対のレール 25 を配置し、レール 25 上を X 方向に移動する X 軸スライダ 26 の上に取り付けた、いわゆる X 軸スライダ機構を備えて構成しておく。X 軸スライダ 26 は、統括制御部 MC と接続されており、統括制御部 MC からの制御信号に基づいて、所定の方向に所定の速度で移動し、所定の位置で静止することができる。

[0057] 具体的には、この X 軸スライダ駆動機構は、X 軸スライダ 26 を、回転モータとボールねじにより駆動するものや、リニアモータにより駆動するもの、エアシリンダや油圧シリンダにより駆動するものが例示できる。なお、図 1 に示す形態の自動ボンディング装置 1 では、基板受取位置、ペースト塗布部 P P の下方、ヘッド部 3 の下方、基板受渡位置に移動することができる構成をしており、図 4 では、基板の電極パット上に接合用ペースト C P が塗布された状態の基板 W 2 が基板載置台 20 に載置されている状態が示されている。

[0058] このような構成をしているため、基板保持部 2 は、基板 W の載置時や入れ替え時は基板保持力が作用せず、基板 W を載置した後に基板保持力が作用させることができ、基板 W の載置や入れ替えをスムーズにできる一方で、確実に基板 W を保持することができる。

[0059] ヘッド部３は、基板W上にボンディングする複数のデバイスチップチップC 1～C 4を一度に保持するものである。ヘッド部３は、チップ保持部３１と、ヒータ部３２とを備えて構成されている。

[0060] チップ保持部３１は、複数のデバイスチップチップC 1～C 4を保持するものである。チップ保持部３１は、デバイスチップC 1～C 4をピックアップし、基板Wに接合するまでは保持力を作用させ、接合後にヘッド上昇させる前から次のデバイスチップをピックアップするまでは保持力を作用させない構成としておく。具体的には、チップ保持部３１は、その表面であって、ピックアップするデバイスチップC 1～C 4の外形より内側部分に、溝や孔を設けておく。そして、これら溝や孔は、外部の真空発生機構（図示せず）と切替バルブ（図示せず）などを介して接続しておき、真空状態と大気解放状態に切り替えできるようにしておく。そうすることで、チップ保持部３１は、適宜、デバイスチップC 1～C 4を吸着保持し、保持解除することができる。

[0061] なお、上述の基板保持部２の基板載置台２０と、チップ供給部CSのチップ載置台７１と、ヘッド部３のチップ保持部３１とは、互いに平行となるように予め調整しておく。

[0062] ヒータ部３２は、電極パッドP 1～P 4と各デバイスチップC 1～C 4とを接合する接合用ペーストCPを加熱するものである。

具体的には、ヒータ部３２は、セラミックヒータやシースヒータなどを用いて構成することができ、統括制御部MCからの電圧や電圧制御により、加熱ON／OFFを切り替えたり、加熱温度が設定できるようにしておく。

[0063] このような構成をしているため、ヘッド部３に備えられたヒータ部３２は、複数のデバイスチップチップC 1～C 4を介して接合用ペーストCPを加熱することができる。

[0064] 図４は、本発明を具現化する形態の一例の要部を示す概略図である。

図４には、基板保持部２の基板載置台２０と、ヘッド部３のチップ保持部３１とヒータ部３２と、チップ保持部３１の下面で保持されたデバイスチップ

C 1 ～ C 4 が示されている。さらに、基板載置台 2 0 上には、本発明に係る自動ボンディング装置 1 で接合対象として扱う基板 W が載置されている。

[0065] なお、本発明に係る自動ボンディング装置 1 で接合対象として扱う基板 W は、その表面に形成された電極パッド P 1 ～ P 4 上に、接合用ペースト C P が予め適量塗布されている。さらに、この接合用ペースト C P は、接合時の圧力を考慮した上で、例えばスクリーン印刷によって、電極パッド P 1 ～ P 4 の外形より内側に所定の厚みで（つまり、必要量だけ）塗布される。

[0066] ヘッド昇降機構 4 は、基板保持部 2 及びチップ供給部 C S に対してヘッド部 3 を上下方向に昇降移動させるものである。ヘッド部 3 は、ヘッド昇降機構 4 の可動側部材である Z 軸スライダー 4 3 に取り付けられている。

[0067] 図 3 B は、本発明を具現化する形態の一例の全体を示す概略図である。図 3 A は、ヘッド昇降機構 4 の Z 軸スライダー 4 3 とヘッド部 3 が上昇した状態を示しており、図 3 B は、Z 軸スライダー 4 3 とヘッド部 3 が下降した状態を示している。

[0068] 具体的には、ヘッド昇降機構 4 は、ベースプレート 4 1 と、ベースプレート 4 1 上に配置した Z 方向に伸びる一対のレール 4 2 と、レール 4 2 上を Z 方向に移動する Z 軸スライダー 4 6 を備えておく。そして、Z 軸スライダー 4 3 には、ボールねじ 4 4 を介して回転モータ 4 5 が取り付けられている。回転モータ 4 5 は、統括制御部 M C からの制御信号に基づいて、所定の方向に所定の回転速度で回転し、所定の角度で静止することができる。そのため、統括制御部 M C からの信号制御に基づいて、Z 軸スライダー 4 3 を所定の方向に、所定の速度で移動させ、所定の場所で静止させることができる。さらに具体的には、回転モータ 4 5 の回転をメカニカルに制止させる、ブレーキ機構（図示せず）を備えた構成としても良い。また、ヘッド部 3 は、適宜連結部材 3 3, 3 4, 3 5 を介して、Z 軸スライダー 4 3 に取り付けられている。そのため、ヘッド部 3 は、統括制御部 M C からの制御信号に基づいて、上下方向に昇降移動でき、所定の位置で静止することができる。

[0069] また、ヘッド昇降機構 4 は、上述のような回転モータを用いた形態に限ら

ず、エアシリンダや油圧シリンダを用いて、Z軸スライダ43を上下方向に昇降移動させる構成としても良い。

[0070] なお、ヘッド昇降機構4は、ヘッド部3を水平方向に移動する必要がなければ、ベースプレート41や連結部材11を介して装置フレーム10に固定状態に取り付けても良い。この場合、上述のチップ供給部CSには、基板保持部2と物理的に干渉しない状態を維持しつつ、チップ載置台71をヘッド部3の下方まで移動させ、その状態で待機させる機構を備えた構成としておく。

[0071] 一方、ヘッド昇降機構4は、X方向に移動させる必要があれば、図1, 3に示すような、X方向に移動可能な構成としておくことが好ましい。この場合、連結部材11上に、X方向に伸びる一对のレール15を配置し、レール15上をX方向に移動するX軸スライダ16を備え、X軸スライダ16にベースプレート41を取り付けておく。そして、統括制御部MCからの制御信号に基づいて、X軸スライダ16を所定の速度で移動させ、所定の場所で制止させる、X軸スライダ駆動機構を備えておく。

[0072] 具体的には、X軸スライダ駆動機構は、X軸スライダ16を、回転モータとボールねじにより駆動するものや、リニアモータにより駆動するもの、エアシリンダや油圧シリンダにより駆動するものが例示できる。そうすれば、ヘッド部3によりデバイスチップC1～C4をピックアップする場所と、チップデバイスC1～C4を基板Wに接合する場所を、個別に設定することができる。

[0073] ヘッド加振部5は、ヘッド部3を上下方向に加振するものである。具体的には、ヘッド加振部5は、高周波振動発生器51などが例示でき、連結部材33, 34を介してヘッド部3が取り付けられている連結部材35に取り付けておく。高周波振動発生器51は、統括制御部MCからの制御信号に基づいて、所定の振幅・周波数で、適宜振動する。更に具体的には、高周波振動発生器51は、その内部に回転モータを備え、その回転モータに取り付けられた偏心おもりが回転することで、矢印52に示す方向に振動が発生するも

のが例示できる。或いは、高周波振動発生器 5 1 は、所定の重量を有する振動子が往復動することで、矢印 5 2 に示す方向に振動が発生するものでも良い。

[0074] なお、デバイスチップのボンディングに用いられる接合用ペースト C P は、高粘度のため、単なる加圧だけでは均一に押し広げることが難しい。つまり、接合用ペースト C P が塗布されている領域の中央部と周辺部とでは、接合用ペースト C P の厚みを均一に保ったままで薄く押し広げることが難しい。そのため、接合前のデバイスチップ C 1 ~ C 4 を電極パッド P 1 ~ P 4 上に塗布された接合用ペースト C P と接触させた後、加振することにより、加振を加えない場合よりもさらに、接合用ペースト C P を均一に薄く押し広げつつ、デバイスチップ C 1 ~ C 4 と電極パッド P 1 ~ P 4 との間隔を近づけることができる。そのため、本発明に係る自動ボンディング装置 1 は、特に高粘度の接合用ペースト C P が塗布された基板 W に対して複数のデバイスチップを接合するのに好適な形態と言える。

[0075] 図 5 は、本発明を具現化する形態の一例の要部を示す断面図であり、基板保持部 2 の基板載置台 2 0 と、その内部に組み込まれた、基板昇降機構 2 8 と、基板載置位置検出部 2 4 が示されている。

[0076] 基板載置台 2 0 は、基板 W を支える支持部材のうち、接合される前記複数のデバイスチップの少なくとも外周部及びその外側に対応する部分が、透明体で構成されている。

[0077] 具体的には、基板載置台 2 0 は、支持部材 2 1 と、フレーム部材 2 2 と、吸着部 2 3 を含んで構成されている。支持部材 2 1 は、基板 W と触れ合って基板 W を直接支持するものである。支持部材 2 1 は、保護板 2 1 a、ヒータ部 2 1 b、補強板 2 1 c、断熱部 2 1 g とで構成されている。

[0078] 保護板 2 1 a は、基板 W と直接触れ合い、ヒータ部 2 1 b で発熱した熱エネルギーを基板 W へ伝えるものである。また、ヒータ部 2 1 b と基板 W とを電氣的に絶縁するものである。ヒータ部 2 1 b は、基板 W を加熱するためのものである。補強板 2 1 c は、支持部材 2 1 の強度を確保しつつ、ヒータ

部 2 1 b で発熱した熱エネルギーがフレーム部材 2 2 へ逃げるのを防ぐためのものである。断熱部 2 1 g は、ヒータ部 2 1 b で発熱した熱エネルギーがフレーム部材 2 2 へ逃げるのを防ぐためのものである。

[0079] より具体的には、保護板 2 1 a、補強板 2 1 c は、ガラス板で構成されている。ヒータ部 2 1 b は、ガラス板と、その表面に形成された I T O や I Z O などの透明電極で構成されている。ヒータ部 2 1 b は、この透明電極に電流・電圧を印可することで、透明電極の内部抵抗により発熱する。そして、この透明電極に印可する電圧や電圧は、ヒータ部 2 1 b に接続されたヒータ制御部 2 1 k により制御され、ヒータ部 2 1 b に対する加熱 ON / OF を切り替えたり、加熱温度が設定できるようにしておく。なお、ヒータ制御部 2 1 k は、統括制御部 MC からの制御信号に基づいて制御される。

[0080] 断熱部 2 1 g は、シリカやアルミナなどの耐熱性と断熱性を兼ね備えた材料で構成し、所定の幅と厚みで、ヒータ部 2 1 b の外縁部とフレーム部材 2 2 との間に配置されている。そのため、ヒータ部 2 1 b の外縁部は、フレーム部材 2 2 に直接触れない。

[0081] このような構成をしているため、ヒータ部 2 1 b は、保護板 2 1 a、基板 W、複数の電極パッド P 1 ~ P 4 を介して接合用ペースト CP を加熱することができる。なお、支持部材 2 1 は、ヒータ部を組み込まない場合には、単層のガラス板で構成しても良い。

[0082] フレーム部材 2 2 は、支持部材 2 1 を支持するものである。

フレーム部材 2 1 b は、上面に開口部を設けた箱体や額縁状の筐体で構成されている。

ヘッド部 3 が下降し、基板 W にデバイスチップ C 1 ~ C 4 を加圧する際に、基板 W が載置された支持部材 2 1 全体を下面側から支えるものである。

[0083] 吸着部 2 3 は、基板 W を吸着するための連通ポートである。

具体的には、吸着部 2 3 は、載置される基板 W の外周部より内側の部分に、支持部材 2 1 やフレーム部材 2 2 を貫通し、外部のへ連通する構成をしている。より具体的には、吸着部 2 3 は、外部の真空発生機構（図示せず）と切

替バルブ（図示せず）などを介して接続し、真空状態と大気解放状態に切り替えできるようにしておく。さらに、保護板 21a には、所定パターンの溝などを設けておき、基板 W を効率よく吸着 ON/OFF できる構造としても良い。

[0084] 尚、支持部材 21 を構成する各部材には、後述するリフトピン 28a が通過し往復動作できる程度の位置及び大きさの開口部 21h が設けられている。

[0085] 基板載置位置検出部 24 は、基板 W1 が基板保持部 2 のどこに載置されたかを検出するものである。具体的には、基板載置位置検出部 24 は、CCD や CMOS を撮像素子とするエリアセンサーカメラ 24C と、撮像用レンズ 24L とを組み合わせ構成されている。そして、基板 W1 の外辺や角部、或いは基板 W1 に付加されたアライメントマークの位置を観察して検出できるように構成されている。そのため、移載ロボット WS1 を用いて基板 W1 を移載し、基板保持部 2 で吸着保持されるまで、基板 W1 の正確な位置が不確かであっても、基板 W1 が基板保持部 2 の支持部材 21 上のどこに載置されているか、正確に位置を検出をすることができる。

[0086] なお、基板載置位置検出部 24 は、基板保持部 2 に組み込まれた形態に限らず、エリアセンサーカメラ 24C を基板受取位置 PO1 の上方に配置し、撮像用レンズ 24L を下向きにして、基板 W1 の上面を見下ろす形態であっても良い。この場合、基板 W1 が基板保持部 2 に載置され保持された後の状態で、基板 W1 の外形若しくは基板 W1 に付加されたアライメントマークを一度に若しくは複数回に分けて観察し位置検出する構成としておく。

[0087] また、基板観察部 24 は、上述のエリアセンサーカメラ 24C と撮像用レンズ 24L を用いた形態に限らず、レーザ変位計などの基板 W1 の外辺や角部の位置が検出できるものを用いた構成であっても良い。

[0088] 基板載置位置検出部 24 で検出された基板 W1 の位置情報は、予め設定された基準位置とのずれ量の演算（いわゆる、アライメント演算）が行われ、基板 W1 上に塗布する接合用ペースト CP の塗布位置や、接合されるデバイ

スチップの接合位置にフィードバックされる。

[0089] 基板昇降機構 28 は、基板供給部 WS から基板 W1 の受取りをスムーズに行うためのものである。具体的には、基板昇降機構 28 は、リフトピン 28 a と、連結部材 28 b と、昇降ユニット 28 c を備えている。

リフトピン 28 a は、基板 W1 を支えるものである。

連結部材 28 b は、リフトピン 28 a と昇降ユニット 28 c の可動部 28 d とを連結するものである。

昇降ユニット 28 c は、リフトピン 28 a と連結部材 28 b が取り付けられた可動部 28 d を上下（z 方向）に移動させるものであり、フレーム部材 22 に取り付けられている。

[0090] 図 5 では、リフトピン 28 a、連結部材 28 b、可動部 28 d が下降端にある状態を実線で示しており、上昇端にある状態を破線で示している。

[0091] この様な構成をしているため、基板昇降機構 28 は、可動部 28 d を上昇端に移動させて基板 W1 を受け取り、可動部 28 d を下降端に移動させて基板 W1 を支持部材 21 上に載置することができる。

[0092] なお、上述の支持部材 21 に用いられる材料は、ガラス板に限られず、基板載置位置検出部 24 の位置検出用の光の波長が透過する材質であれば良い。つまり、観察光が可視光線であれば、アクリル樹脂、PET 樹脂、ポリカーボネート樹脂などの狭義の透明体を選定することができる。一方、観察光が近赤外線などであれば、近赤外線が通過するセラミック材料など、広義の透明体を選定することができる。

[0093] ボンディング動作及びペースト状態の検査に関する一連の動作は、以下の通りである。

図 6 は、本発明を具現化する形態の一例におけるタイムチャートであり、自動ボンディング装置 1 を構成する各部の一連の動作を時系列的に示したものである。

[0094] 基板供給部 WS は、予め上流工程 AN1 から基板を受け取っておき、基板受取位置 PO1 にて、基板保持部 2 の基板載置台 20 に基板 W1 を載置（つ

まり、基板供給)する。そして、基板載置台20にて基板W1の吸着保持を行い、基板W1の位置アライメントを行い、基板W1をペースト塗布部PPの下方へ移動させ、静止させる。そして、基板W1の所定位置に接合用ペーストCPを塗布する。

[0095] 一方、チップ供給部CSでは、トレイTからデバイスチップをピックアップし、アライメントし、チップスライダSL上のチップ載置台71の所定位置に、1つずつデバイスチップC1～C4を載置する。

[0096] チップ載置台71へのデバイスチップC1～C4の載置が完了すれば、スライダSL3をヘッド部3側に移動し、ヘッド部3を下降させ、ヘッド部3でデバイスチップC1～C4を吸着保持する。その後、ヘッド部3を上昇させ、スライダSL3をトレイ側に移動する。その後、接合用ペーストが塗布された基板W2をヘッド部3の下方へ移動させ、静止させ、ヘッド部3を下降する。そして、ヘッド部3で保持したデバイスチップC1～C4と基板W2の接合ペーストCPとを接触させ、ヒータ部で加熱を行いながら、ヘッド加振部5を作動させながら、ヘッド部3はデバイスチップC1～C4を基板W2側へ押し付ける。そして、所定時間この状態が維持され、デバイスチップC1～C4が基板Wに接合される。デバイスチップの接合が済めば、ヘッド部3はチップの吸着を解除し、ヘッド部3は上昇し、デバイスチップC1～C4が接合された基板W3と離隔した状態となる。そして、基板載置台20を基板受渡位置PO2へ移動させ、基板排出部WEで基板W3を基板載置台20から取り出し、基板W3を下流工程AN2へ排出する。基板載置台20は、再び基板受取位置PO1へ移動し、上述と同様に、次の基板W1が載置され、接合用ペースト塗布以降の一連の動作が繰り返される。

[0097] 一方、チップ供給部CSは、次のデバイスチップC1をピックアップし、アライメントし、スライダSL3がトレイ側に移動し、静止したら、上述と同様に、次のデバイスチップC1をチップ載置台71の所定位置に載置し、続いて他のデバイスチップC2～C4を載置する、一連の動作が繰り返される。

[0098] なお、ヘッド部3を下降させ、静止させるときは、基板Wの電極パッドP1～P4上に塗布された接合用ペーストCPの上にデバイスチップC1～C4が接触したかどうかを判断する。この接触判断は、回転モータの電流値が上昇したり、Z軸スライダの位置や位置変化量の減少に基づいて判断したり、基板保持部2やヘッド部3に予め組み込んでおいた圧力センサの信号出力に基づいて判断したりすることが可能である。或いは、ヘッド部3の下方に、デバイスチップC1～C4の下面と接合ペーストCPの上面との隙間を検出するセンサを配置し、当該隙間が無くなったことを検出する構成としても良い。そして、基板Wの電極パッドP1～P4上に塗布された接合用ペーストCPの上にデバイスチップC1～C4が接触したと判断されれば、ヘッド加振部5を作動させて接合用ペーストCPを均一に薄く押し広げる。なお、ヘッド加振部5の作動と、ヒータ部の作動タイミングは、接合対象に合わせて、適宜ON/OFFするタイミングを設定しておく。

[0099] 尚、本発明にかかる自動ボンディング装置1のサイクルタイムは、以下の様に表すことができる。つまり、チップスライダがトレイ側にある状態からヘッド側に移動し再度トレイ側に戻るまでの時間 T_e1 、チップ載置台71にデバイスチップC1を移載開始してからデバイスチップC4を移載完了するまでの時間 T_e2 とすると、これらの時間 T_e1 、 T_e2 の合計時間 T_e が、サイクルタイムとなる。

[0100] また、チップ載置台71がトレイ側に移動し、基板載置台20がヘッド部に向けて移動開始してから接合動作をし、基板排出し、次の基板を受け取り、当該基板にペーストを塗布し、ヘッド部3へ移動開始可能となるまでの時間 T_e3 も、サイクルタイムとなる。

そして、上記時間 T_e は載置するデバイスチップの数により増減し、上記時間 T_e3 はボンディング部BDにおける接合条件や基板載置台20の移動距離や移動速度により増減するため、自動ボンディング装置1全体のサイクルタイムとしては、上記時間 T_e 、 T_e3 のいずれか遅い方となる。しかし、接合するデバイスチップの数が増えても、デバイスチップをチップスライダ

上に並べる動作と、複数のチップを同時に接合させる動作とを、並行させて行うことができるため、従来方式に比べて、接合に要するサイクルタイムを短縮することができる。

[0101] さらに、基板Wの表面にうねりなどがあり、各電極パッドP 1～P 4 と、その上に接合される各デバイスチップC 1～C 4 との間隔にバラツキがあったとしても、導電用ペーストCPが均一に塗り広げられた状態で接合が行われる。そのため、複数チップを同時に接合する際に、複数のデバイスチップと電極パッドとの接合不良を防ぐことができる。そのため、効率よく良品を生産することができる。

[0102] [別の形態]

なお、本発明の適用にあたり、ボンディング部BDは、図3A, 3Bを用いて上述したようなヘッド昇降機構4及びヘッド加振部5を備えた構成に限定されず、図7A, 7Bに示すようなヘッド昇降機構4a及びヘッド加振部5aを備えた構成のボンディング部BD2としても良い。

[0103] 図7A, 7Bは、本発明を具現化する形態の別の一例の全体を示す概略図である。

なお、図7Aは、ヘッド部3が上昇した状態を示しており、図7Bは、ヘッド部3が下降した状態を示している。

[0104] ボンディング部BD2は、上述のボンディング部BDと共通する構成の基板保持部2、ヘッド部3を備えつつ、異なる構成のヘッド昇降部4aを備えて構成されている。

[0105] ヘッド昇降機構4aは、基板保持部2に対してヘッド部3を上下方向に昇降移動させるものである。ヘッド部3の連結部材36は、球面軸受Sを介して、ヘッド昇降機構4aの可動側部材であるシャフト47に取り付けられている。

[0106] 具体的には、ヘッド昇降機構4aは、ベースプレート41に取り付けられた直動シリンダーユニット40aにより構成されている。直動シリンダーユニット40aは、筐体46と、シャフト47と、シャフト47を出し入れす

るための加圧流体供給ポート46a, 46bを備えて構成されている。筐体46は、その内部が密閉された中空になっており、加圧流体供給ポート46a, 46bに供給される流体の圧力差により、シャフト47に接続された弁板48が、筐体46内で往復動作するように構成されている。

[0107] より具体的には、直動シリンダーユニット40aの加圧流体供給ポート46a側の圧力 f_{1a} が、加圧流体供給ポート46b側の圧力 f_{1b} よりも小さくなる（例えば、加圧流体供給ポート46a側を大気解放し、加圧流体供給ポート46b側に圧縮エアを供給する）状態にすれば、図7Aに示すように、シャフト47とヘッド部3が上昇した状態となる。

[0108] 逆に、直動シリンダーユニット40aの加圧流体供給ポート46a側の圧力 f_{1a} が、加圧流体供給ポート46b側の圧力 f_{1b} よりも大きくなる（例えば、加圧流体供給ポート46a側に圧縮エアを供給し、加圧流体供給ポート46b側を大気解放する）状態にすれば、図7Bに示すように、シャフト47とヘッド部3が基板保持部2側に下降した状態となる。

[0109] また、ベースプレート41には、昇降ガイド部49が備えられており、ヘッド部3の上下動作をスムーズにし、水平方向にぶれが生じないようにしている。昇降ガイド部49は、シャフト49sとリニアブッシュ49bを含んで構成されている。

[0110] ヘッド加振部5aは、ヘッド部3を基板保持部2側に下降させた状態で、ヘッド昇降機構4aの昇降動作を繰り返すことにより、ヘッド部3を上下方向に加振するものである。具体的には、ヘッド加振部5aは、ヘッド昇降機構4aの直動シリンダーユニット40aの往復動作を高速で切り替えることにより具現化できる。

[0111] この様な構成では、ヘッド部3とヘッド昇降部4aとが、球面軸受Sを介して連結されている点が好ましい。つまり、球面軸受Sではなくナックルジョイントなどを代用した場合、ナックルジョイントの回動部と固定部との間には、回動動作をスムーズにするための隙間が設けられているため、ヘッド加振部4aで発生させた加振力が遮断若しくは減衰してしまい、加振力を効

率よくヘッド部 3 に伝達することができない。しかし、ヘッド部 3 とヘッド昇降部 4 a とを、球面軸受 S を介して連結すれば、球面軸受 S には上下方向の隙間が無い場合、ヘッド加振部 5 a で発生させた加振力を効率よくヘッド部 3 へ伝達させることができる。つまり、球面軸受 S を用いた構成とすれば、迅速に接合用ペースト C P を押し広げることができるため、さらにサイクルタイムが短縮できる。

[0112] [別の形態]

さらに、ボンディング部 B D 2 は、ヘッド加圧部 6 をさらに備えた構成としても良い。

[0113] ヘッド加圧部 6 は、ヘッド部 3 を基板保持部 2 側に向けてさらに加圧するものである。

具体的には、ヘッド加圧部 6 は、図 7 A, 7 B に示すような構成とすることができる。つまり、ヘッド加圧部 6 は、ヘッド部 3 に取り付けられた連結部材 3 3 を介して、ヘッド部 3 を上下方向に移動させるための可動側部材であるシャフト 4 9 a を、基板保持部 2 側にさらに押さえつける機構を備えた構成をしている。

[0114] より具体的には、ヘッド加圧部 6 は、直動シリンダーユニット 6 0 と、押さえ部材 6 5 とを備えて構成されている。直動シリンダーユニット 6 0 は、筐体 6 1 と、シャフト 6 2 と、シャフト 6 2 を出し入れするための加圧流体供給ポート 6 1 a, 6 1 b を備えて構成されている。筐体 6 1 は、その内部が密閉された中空になっており、加圧流体供給ポート 6 1 a, 6 1 b に供給される流体の圧力差により、シャフト 6 2 に接続された弁板 6 3 が、筐体 6 1 内で往復動作するように構成されている。

[0115] シャフト 6 2 の一端は、押さえ部材 6 5 と、ナックルジョイント 6 7 を介して取り付けられている。押さえ部材 6 5 は、直線型若しくは略 L 字型（略 V 字型を含む）の形状をしており、ナックルジョイント 6 6 を介して、装置フレーム 1 0 の連結部材 1 1 に取り付けられている。

[0116] このような構成をしているため、押さえ部材 6 5 は、シャフト 6 2 の往復

動作に伴い、ナックルジョイント66の軸部を中心として、先端部68が上下方向に回転する構成をしている。

[0117] より具体的には、直動シリンダーユニット60の加圧流体供給ポート61a側の圧力 f_{2a} が、加圧流体供給ポート61b側の圧力 f_{2b} よりも大きくなる（例えば、加圧流体供給ポート61a側に圧縮エアを供給し、加圧流体供給ポート61b側を大気解放する）状態にすれば、図7Aに示すように、シャフト62は矢印62vに示す方向に下がり、押さえ部材65の先端部68は、矢印68vに示す方向に上昇した状態となる。この状態では、先端部68がヘッド3に連結されている連結部材36と離れており、ヘッド部3を基板保持部2側に押さえつける押し付け力は作用していない。

[0118] 逆に、直動シリンダーユニット60の加圧流体供給ポート61a側の圧力 f_{2a} が、加圧流体供給ポート62b側の圧力 f_{2b} よりも小さくなる（例えば、加圧流体供給ポート61a側を大気解放し、加圧流体供給ポート46b側に圧縮エアを供給する）状態にすれば、図7Bに示すように、シャフト62は矢印62vに示す方向に上がり、押さえ部材65の先端部68は、矢印68vに示す方向に下降した状態となる。この状態では、先端部68がヘッド3に連結されている連結部材36を押さえ付けており、ヘッド部3を基板保持部2側に押さえつける押し付け力が作用する。

[0119] このような構成をしているため、ヘッド加圧部6を備えたボンディング装置は、ヘッド昇降部の下降動作とヘッド加振部の加振により接合用ペーストCPが押し広げられた後、デバイスチップC1～C4と電極パッドP1～P4との間隔を維持することができる。さらには、デバイスチップC1～C4を基板W側にさらに押し込んで、僅かながら電極パッドP1～P4との間隔を近づけることができる。そして、この様な加圧部6を用いた構成のボンディング装置は、加圧部を備えない場合と比較して、より迅速にペーストを押し広げることができるため、さらにサイクルタイムを短縮することができる。

[0120] このとき、ヘッド加圧部6は、押さえ部材65の先端部68が連結部材3

6に接する点を押し込み力の作用点とし、連結部材36上の当該作用点には、ヘッド部3を基板保持部2に向けて押し付ける力がはたらく構成をしている。そのため、ヘッド加圧部3でヘッド部3を押し込む力を大きく設定しても、ヘッド昇降部4の上下動作に頼らずに加圧することができる。そうすることで、ヘッド昇降部4のみにより加圧力を付与した場合に生じる様な、X軸スライダ15やヘッド昇降機構4の直動ガイド部分に余分なストレスが加わることを防ぐことができる。

[0121] そのため、基板保持部2とヘッド部3の平行度を維持した状態で、デバイスチップと電極パッドを接合するためにデバイスチップC1～C4を加熱し、接合用ペーストCPの溶剤が揮発して体積減少しても、接触面積全面に接合用ペーストCPが行き渡った状態で接合を終えることができる。

[0122] また、この様な加圧部6を備えた構成においても、ヘッド部3とヘッド昇降部4aとが、球面軸受Sを介して連結されていることが好ましく、上述と同様に、さらなるサイクルタイムの短縮につながる。

[0123] [別の形態]

なお、本発明に係るボンディング装置は、塗布ペースト高さ測定部PHと、塗布ペースト高さ検査部とを備えた構成としても良い。

塗布ペースト高さ測定部PHは、基板Wの表面に設けられた複数の電極パッドP1～P4の上に接合用ペーストCPが塗布された状態で、これら塗布された接合用ペーストCPの高さを測定するものである。

塗布ペースト高さ検査部は、これら塗布された接合用ペーストCPの塗布高さが適性範囲内かどうかを検査するものである。

[0124] 具体的には、塗布ペースト高さ測定部PHは、レーザ変位計などの物体の凹凸や表面形状、段差を測定する機器を用いて構成されており、電極パッドP1～P4上に接合用ペーストCPが塗布された部分の上面、電極パッド部の接合用ペーストが塗布されていない部分、その他基板Wの表面各部について、ある基準面からの距離（つまり高さ）情報を取得することができる。そして、塗布ペースト高さ測定部PHは、図1において破線で示す様に、基板保

持部 2 がペースト塗布部 P P の下方にある位置から、ボンディング部 B D のヘッド部 3 の下方にある位置へ移動する経路の途中に配置されている。そのため、塗布ペースト高さ測定部 P H は、基板表面と電極パッド P 1 ～ P 4 上に接合用ペースト C P が塗布された部分の上面との相対的な距離情報の差分から、塗布された接合用ペースト C P の厚みが測定できる。そして、塗布ペースト高さ測定部 P H で測定された接合用ペースト C P の塗布厚みや、塗布ペースト高さ検査部での判定結果を、統括制御部 M C へ出力する構成としておく。

[0125] このような構成をしているので、塗布ペースト高さ測定部 P H と、塗布ペースト高さ検査部とを備えたボンディング装置は、接合用ペースト C P の塗布厚みを測定し、ヘッド部 3 でデバイスチップ C 1 ～ C 4 を貼り合わせる前の段階で、接合用ペースト C P の塗布厚みの不適切に起因する接合不良が発生するおそれのある基板を発見（つまり、不良判定）することができる。そのため、このような不良判定された基板は、デバイスチップを接合することなく、下流工程へ流したり、後述するように排出したりすることが好ましい。そうすることにより、不必要な接合動作を省けるので、サイクルタイムの短縮ができる。

[0126] なお、このような塗布ペースト高さの検査をする場合、不良基板排出部を備えた構成とすることが好ましい。不良基板排出部は、ペースト高さ検査部で不良判定された基板を排出するものである。

[0127] 具体的には、不良基板排出部は、基板供給部 W S の移載ロボット W S 1 に不良基板を排出する機能を持たせ、図 1 において破線で示すように、不良基板を収容するカセットがセットされた不良基板カセット部 W X 1 を備えた構成としておく。そして、破線で示す矢印 V 8 の方向へ基板を搬送し、排出する。或いは、不良基板排出部は、基板排出部 W E の移載ロボット W E 1 に不良基板を排出する機能を持たせ、図 1 において破線で示すように、不良基板を収容するカセットがセットされた不良基板カセット部 W X 2 を備えた構成としても良い。そして、破線で示す矢印 V 9 の方向へ基板を搬送し、排出す

る。或いは、不良基板排出部は、基板排出部WEを構成する移載ロボットWE1と同様の移載ロボット（図示せず）と、不良基板を収容するカセットがセットされた不良基板カセット部（図示せず）を、基板受取位置PO1や基板受渡位置PO2やその他基板の排出に適した位置に隣接させて、別途配置した構成としても良い。

[0128] そして、不良基板排出部は、統括制御部MCからの制御指令に基づいて、不良基板を排出する動作を行う。そうすることにより、不良基板を一連のボンディング工程から早期段階で排出し、下流の工程に受け渡ししなくて済むため、さらなるサイクルタイムの短縮ができる。

[0129] [別の形態]

なお、本発明に係るボンディング装置は、塗布ペースト高さ測定部PHと、塗布ペースト高さ履歴記憶部と、ペースト塗布量フィードバック部とを備えた構成のボンディング装置としても良い。

[0130] 塗布ペースト高さ測定部は、基板Wの表面に設けられた複数の電極パッドP1～P4の上に接合用ペーストCPが塗布された状態で、これら塗布された接合用ペーストCPの高さを測定するものである。

塗布ペースト高さ履歴記憶部は、これら塗布された接合用ペーストCPの塗布高さの履歴を記憶するものである。つまり、接合用ペーストCPの塗布高さの経時変化が記憶される。

ペースト塗布量フィードバック部は、塗布されたペースト高さの履歴に基づいて次に塗布するペースト塗布量を決定するものである。つまり、接合用ペーストCPの塗布高さの経時変化に基づいて、塗布量を増やすべきか、減らすべきか、維持すべきかを判定し、次に塗布するペーストの塗布量を決定する。

[0131] このような構成をしているので、上記のボンディング装置は、塗布するペーストの塗布量を適性範囲に保ち、接合用ペーストCPの塗布厚みの不適切に起因する接合不良が発生することを防ぐことができる。そのため、投入基板枚数に対する完成品の排出枚数を鑑みれば、不良品が減少し、良品が増加

する。そのため、効率よく良品を生産することができる。

[0132] [別の形態]

なお、本発明に係るボンディング装置は、接合領域観察部 8 と、ペースト状態検査部 9 と、不良基板排出部とを備えた構成のボンディング装置としても良い。

接合領域観察部 8 は、電極パッド P 1 ～ P 4 の上に接合されるデバイスチップ C 1 ～ C 4 の周辺部を少なくとも含む領域を観察するものである。具体的には、接合領域観察部 8 は、電極パッド P 1 ～ P 4 が透明体であれば接合用ペースト C P の外縁部より内側の領域を含むように観察し、電極パッド P 1 ～ P 4 が金属などの非透明体であれば電極パッド P 1 ～ P 4 の周辺部より外側であって、ここ周辺部から外側にはみ出した接合用ペースト C P の外縁部より内側の領域を少なくとも含むように観察する。

[0133] より具体的には、接合領域観察部 8 は、図 5 に示した様なエリアセンサーカメラ 2 4 C と、撮像用レンズ 2 4 L とを組み合わせた構成とし、各電極パッド P 1 ～ P 4 とその周辺部及びその外側の領域を一度に観察できる画角に設定しておくことができる。

[0134] そうすれば、接合領域観察部 8 は、基板保持部 2 の支持部材 2 1 を挟むように、ヘッド部 3 と対向配置される。そして、エリアセンサーカメラ 2 4 C は、支持部材 2 1 の上に配置された基板 W の電極パッド P 1 ～ P 4 やその上に塗布された接合用ペースト C P 並びに、その上に密着している各デバイスチップ C 1 ～ C 4 の周囲に焦点を合わせて、これらを観察するように配置しておく。そのため、エリアセンサーカメラ 2 4 C を用いて、一点鎖線 8 3 で表した画角の内側の領域を観察することができる。

[0135] ペースト状態検査部 9 は、デバイスチップ C 1 ～ C 4 が、正常に接合されたかどうかについて接合中若しくは接合後のペーストの状態を観察して検査を行うものである。

[0136] 具体的には、ペースト状態検査部 9 は、接合領域観察部 8 で観察した画像に対応した画像信号に基づいて、複数のデバイスチップ C 1 ～ C 4 と接する

接合用ペーストＣＰの状態を検査するものである。ここで言う、接合用ペーストＣＰの状態とは、接合用ペーストＣＰの、はみ出し状態や硬化反応状態を言う。つまり、複数のデバイスチップＣ１～Ｃ４を各電極パッドＰ１～Ｐ４に加圧・加熱して接合する際に、接合用ペーストＣＰが、各デバイスチップＣ１～Ｃ４の周囲にはみ出しているかどうか、各電極パッドＰ１～Ｐ４からはみ出しているかどうか、これら接合用ペーストＣＰのはみ出し寸法がどの程度かという、はみ出し状態を検査する。或いは、接合用ペーストＣＰの変色具合を見て、所定の接合強度を発揮しうる状態になっているかどうかという、ペーストの硬化反応状態を検査する。

[0137] より具体的には、ペースト状態検査部９は、画像処理装置９１と、その中に組み込まれた画像処理プログラムによって構成することができる。そして、画像処理装置９１は、画像処理ユニットと呼ばれる機器や、パソコンや制御機器に組み込まれた画像処理ボードなどを用いて構成することができ、取得した画像情報と、予め組み込まれた画像処理プログラムやパラメータ等に基づいて、所定の演算処理を行うことができる。

[0138] 画像処理装置９１は、画像信号取得部９３を備えている。画像信号取得部９３は、接合領域観察部８から出力された画像信号を取得するものである。画像処理装置９１は、画像信号取得部９３で取得した画像信号を復元化処理し、接合領域観察部８で観察した画像を復元する。さらに、画像処理装置９１は、予め組み込まれた画像処理プログラムやパラメータ等に基づいて、後述のような種々のペースト状態検査を行うことができる。

[0139] 不良基板排出部は、ペースト状態検査部で接合不良と判定された基板を排出するものである。具体的には、ペースト状態検査部で接合不良と判定された基板を排出する不良基板排出部は、上述したペースト高さ検査部で不良判定された基板を排出するための不良基板排出部と同様の構成とし、当該構成で兼用したり併用することができる。

[0140] 以下に、本発明に係るペースト状態検査部について、詳細を述べる。ペースト状態検査部９は、画像処理装置９１に組み込まれた画像処理プログラム

が、下記の検査を実施するようにしておく。

[0141] (1) ペーストのはみ出し寸法の検査

これは、電極パッドP 1～P 4の外側に接合用ペーストCPがどの程度はみ出しているか、はみ出し寸法を検査するものである。基板Wを透明体としておけば、このような検査ができる。

[0142] 図8は、本発明を具現化する形態の要部を示す画像図であり、接合領域観察部8で基板Wを下面側から上方に見上げた画像イメージが示されている。例えば、ペースト状態検査部8は、図8に示すように、電極パッドP 1からはみ出した接合用ペーストCPのはみだし寸法d 1～d 8を測定する。ここで、はみ出し寸法d 1～d 8は、デバイスチップC 1～C 4の各辺の周辺部からはみ出した寸法を意味する。ここでは、説明を簡単に行うため、はみ出し寸法を測定する箇所は、角部や稜部について計8カ所に設定しているが、さらに細分化して設定しても良い。なお、他の電極パッドP 2～P 4についても、上述と同様に接合用ペーストCPのはみだし寸法を測定する。

[0143] このように、電極パッドP 1～P 4からはみ出した接合用ペーストCPのはみだし寸法を測定し、チップ接合の際に接合不良が生じていないかどうかを検査することができる。

[0144] (2) ペーストの硬化反応状態の検査

これは、電極パッドP 1～P 4とデバイスチップC 1～C 4とを接合する接合用ペーストCPの色や濃淡度合いから、硬化反応がどの程度進んでいるかを検査するものである。基板Wを透明体とし、電極パッドP 1～P 4からはみ出した接合用ペーストCPを観察する。接合用ペーストCPが、銀ナノ粒子とバインダーで構成されている場合、加熱硬化前は黒っぽい灰色をしているが、加熱が進み硬化すれば白っぽい灰色若しくは白色に変化する。そのため、電極パッドP 1～P 4からはみ出した接合用ペーストCPについて、色や濃淡の度合いと硬化状態とを予め紐付けしておき、加熱硬化中に観察した画像を取得し、画像処理してどの程度硬化が進んでいるかを判定し、ペーストの硬化反応状態を検査する。或いは、基板Wを透明体、電極パッドP 1～

P 4 を透明電極で構成し、接合用ペースト C P 全体を基板 W 越しに観察して、硬化反応状態を検査する。

[0145] 図 9 は、本発明に用いられる接合用ペーストの接合強度と観察輝度を示す特性図であり、接合用ペースト C P の硬化反応状態の変化と、それに対応する観察輝度の変化の様子が例示されている。図 9 は、横軸に加熱時間、縦軸に接合用ペースト C P の接合強度と観察輝度を示したものである。ここに例示する接合用ペースト C P は、加熱が進むとバインダー成分が揮発し、金属粒子同士が結合することで徐々に接合強度が増す。このとき、接合用ペースト C P は、デバイスチップの接合に必要な接合強度 T_a になると観察輝度が 60% となり、さらに接合強度 T_b となると観察輝度が 80% となる。そして、さらに加熱を続けると少し強度が増すが、加熱しすぎると接合強度が低下してしまう。

[0146] このように、接合用ペースト C P について、予め硬化反応に関する特性を把握しておき、観察輝度を測定することで、接合強度を検査することができる。つまり、ペースト状態検査部 9 は、接合用ペースト C P の反応状態を検査することができる。

[0147] (3) その他のペースト状態の検査

ペースト状態検査部 9 は、上述の検査項目に限らず、接合用ペースト C P を加圧・加振・加熱中に気泡が発生したり混入したりしないかどうかを検査しても良い。この場合、基板 W を透明体とし、電極パッド P 1 ~ P 4 を透明電極で構成しておく。

[0148] 本発明に係るボンディング装置は、上述したペーストの硬化反応状態の検査に際し、硬化反応状態許容範囲設定部を備え、ペースト状態検査部 9 には、接合用ペースト C P の硬化反応状態が、硬化反応状態の許容範囲の範囲内であるかどうかを検査する構成としても良い。硬化反応状態許容範囲設定部は、接合用ペースト C P の硬化反応状態について、硬化反応状態の許容範囲を設定するものである。

[0149] 具体的には、図 9 で示した様に、接合用ペースト C P の接合強度 T_a , T

bに対応する観察輝度60%~80%を、硬化反応状態の許容範囲として設定しておく。

[0150] このようにすれば、接合用ペーストCPが所定の接合強度（つまり、Ta~Tbの範囲内）に確保されているかどうかを判別して検査することができる。

[0151] さらに本発明に係るボンディング装置は、上述のペーストの硬化反応状態の検査について硬化反応状態の許容範囲を設定した場合、ペースト状態検査部9は、検査結果が異常であれば外部へ通知する構成としても良い。この場合、ペースト状態検査部9は、電極パッドP1~P4のそれぞれについて、接合用ペーストCPの硬化反応状態を測定し、そのうち少なくとも1つについて硬化反応状態の許容範囲の範囲外であれば、当該検査した接合用ペーストの硬化反応状態が異常であることを通知する。

[0152] 具体的には、接合用ペーストの接合強度の許容範囲をTa~Tb（つまり、観察輝度を60~80%）と設定している場合であれば、電極パッドP1~P4の接合用ペーストCPのうち、いずれかの観察輝度が80%を超えれば、或いは、いずれかの観察輝度が60%に満たなければ、接合用ペーストCPの反応状態が異常であると外部へ通知する。この異常通知は、統括制御部MCに対する接続された信号レベルの変化による通知や、ランプやブザーなどによる作業員への視覚的・聴覚的な通知を意味する。

[0153] このような異常通知を行うことで、統括制御部MCに予め登録しておいた異常処理を自動的に実行したり、作業員に接合不良が生じていることを知らせたり、下流装置へ接合不良が生じていることを知らせることができる。

[0154] このように、ペースト状態検査部9でのペーストの反応状態の検査結果に基づいて、ボンディングを中止すれば、それ以降に無用な加熱動作を続行する必要がなくなり、サイクルタイムを短縮できる。また、不良基板を適宜排出することで、接合不良の発生を未然に防ぎ、効率よく良品を生産することができる。

[0155] [別の形態]

なお、本発明に係るボンディング装置は、接合時ヘッド高さ検出部と、接合時ヘッド高さ許容範囲登録部と、接合時ヘッド高さ良否判定部とを備えた構成のボンディング装置としても良い。

[0156] 接合時ヘッド高さ検出部は、接合完了時のヘッド高さを検出するものである。具体的には、接合時ヘッド高さ検出部は、ヘッド部３の位置を検出できるもので構成しておく。より具体的には、ヘッド部３の連結部材やヘッド昇降機構４のＺ軸スライダ４３のいずれかに備えられたリニアエンコーダ（つまり、Ｚ軸方向の移動量や位置を検出するもの）や、Ｚ軸スライダ４３を駆動するための回転モータ４５に備えられたロータリエンコーダ（つまり、回転角度や回転量を検出するもの）の他、ヘッド部３のチップ保持部３１の下面位置を検出する変位センサなどが例示できる。

[0157] 接合時ヘッド高さ許容範囲登録部は、接合完了時のヘッド高さの許容範囲を登録するものである。接合時ヘッド高さ良否判定部は、接合完了時のヘッド高さが許容範囲内かどうかを判定するものである。具体的には、接合時ヘッド高さ許容範囲登録部と、接合時ヘッド高さ良否判定部とは、上述した画像処理装置９１とその実行プログラムにより構成しておく。

[0158] このような構成をしているので、上記のボンディング装置は、デバイスチップを接合後に、予め規定しておいた接合条件で接合が行われたかどうかを判定し、接合不良のおそれがある基板を発見（つまり、不良判定）することができる。そのため、このような不良判定された基板は、不良判定情報を付加して下流工程へ流したり、後述するように排出したりすることができる。

[0159] なお、このような接合完了時塗布ペースト高さの検査をする場合、不良基板排出部を備えた構成とすることが好ましい。不良基板排出部は、接合時ヘッド高さ良否判定部で不良判定された基板を排出するものである。

[0160] 具体的には、接合時ヘッド高さ良否判定部で不良判定された基板を排出する不良基板排出部は、上述したペースト高さ検査部で不良判定された基板を排出するための不良基板排出部と同様の構成とし、当該構成で兼用したり併用することができる。

[0161] そうすることにより、不良基板を一連のボンディング工程から排出し、下流の工程に受け渡ししなくて済むため、さらなるサイクルタイムの短縮ができ、効率よく良品を生産することができる。

[0162] なお、上述では、基板保持部 2，ヘッド部 3 が 1 つずつ備えられている例を示した。しかし、接合条件によっては、加熱しながら接合完了するまでの時間が、サイクルタイムの短縮の律速（つまり、ボトルネック）となる。そのため、本発明に係るボンディング装置は、第 2 基板保持部と、第 2 ヘッド部と、第 2 ヒータ部とをさらに備えた構成のボンディング装置とすることが好ましい。

第 2 基板保持部は、接合が未完了の仮接合状態基板を保持するものである。

第 2 ヘッド部は、前記仮接合状態基板と複数のデバイスチップに対して外力を付与するものである。

第 2 ヒータ部は、前記仮接合状態基板と各デバイスチップとの間にある固化途中状態の接合用ペーストを再加熱するものである。

[0163] このような構成をしているため、上記のボンディング装置は、加熱しながら接合完了するまでの時間を分割して行うことにより、1 枚の基板を処理するリードタイムは長くなるものの、単位時間あたりの処理枚数を鑑みれば、サイクルタイムを短縮でき、効率よく良品を生産することができる。

[0164] なお、上述では、加熱して接合直後の基板をハンドリングする例を示した。しかし、下流工程によっては、基板が高温の状態で搬送されることを嫌う場合がある。その場合、基板保持部 2 や基板排出部 WE で基板を保持したまま温度が低下するのを待っていると、次の基板を処理できず、装置内で滞留し、サイクルタイムが延びる要因となる。

[0165] そのため、このような場合には、本発明に係るボンディング装置は、デバイスチップが接合された基板 W 3 を冷却する基板冷却部をさらに備えた構成のボンディング装置とすることが好ましい。具体的には、基板冷却部は、冷却プレートと呼ばれる、銅、アルミ、ジュラルミン、鉄などの金属材料でできた板材を、基板 W 3 に接触させる構成とする。例えば、基板 W の外形寸法と

同等かそれ以上、若しくはそれ以下の大きさの冷却プレートを準備し、基板排出部WE 2を用いて、基板W 3をこの冷却プレートに向けて移動し、デバイスチップC 1～C 4側若しくはその反対側を、この冷却プレートに接触させる。そうすることで、高温となっているデバイスチップC 1～C 4と基板W 3の温度を下げるができる。なお、さらに、冷却プレートは、放熱フィンを備えておき、放熱フィンに冷風を送って基板を冷却する構成（いわゆる空冷方式）や、冷却プレート内部に流路を備えておき、この流路に冷却水を流して基板を冷却する構成（いわゆる水冷方式）としても良い。

[0166] 或いは、基板冷却部は、基板排出部WEの移載ロボットWE 1が基板Wを保持している間に、基板Wに向けて冷風を送る冷却ファンにより構成しても良い。また、基板冷却部は、基板排出部WEと下流装置AN 2との間に配置し、基板W 3を一定時間冷却させた後、別の基板排出手段を用いて下流装置ANへ排出する構成としても良い。

[0167] このような構成をしているため、上記のボンディング装置は、加熱直後の基板を、基板保持部2から基板冷却部へ載置し、下流装置が受け取りできる温度に冷却して、下流装置へ搬出することができる。そのため、下流装置へ受け渡す基板が装置内で滞留せず、サイクルタイムを短縮でき、効率よく良品を生産することができる。

[0168] [別の形態]

なお、上述の説明では、接合用ペーストCPを加熱するヒータ部2 1 b, 3 2が、基板保持部2とヘッド部3の双方に備えられている構成を例示した。そうすることで、接合のための加熱時間が短くて済むため、生産効率を向上させることができるので、好ましい形態と言える。しかし、本発明を具現化の上では、この形態に限定されず、どちらか一方を備えた構成としても良い。

符号の説明

[0169] 1 自動ボンディング装置
 2 基板保持部

3	ヘッド部
4	ヘッド昇降機構
5	ヘッド加振部
6	ヘッド加圧部
B D	ボンディング部
W S	基板供給部
P P	ペースト塗布部
C S	チップ供給部
T H	チップトレイホルダー
C M	チップマウンタ
S L	チップスライダー
W E	基板排出部
M C	統括制御部
W	基板
C 1 ～ C 4	デバイスチップ
P 1 ～ P 4	電極パッド
C P	接合用ペースト
W S 1	移載ロボット
W S 2	移載ハンド
W S 3	多関節アーム
W S 4	回転昇降機構
W S 5	制御部
P P 1	スキージ
P P 2	ブレード
P P 3	開口部（メッシュ）
P P 4	ペースト供給部
P P 5	ブレード移動機構
C M 1	レール

CM 2	スライダ
CM 3	連結部材
CM 4	レール
CM 5	スライダ
CM 6	連結部材
CM 7	レール
CM 8	スライダ
CM 9	連結部材
CM 10	アライメントカメラ
CM 11	回転機構
CM 12	ピックアップユニット
CM 13	回転中心
SL 1	ベース材
SL 2	レール
SL 3	スライダ
SL 4	
WE 1	移載ロボット
WE 2	移載ハンド
WE 3	多関節アーム
WE 4	回転昇降機構
WE 5	制御部
PO 1	基板受取位置
PO 2	基板受渡位置
PH	塗布ペースト高さ測定部
8	接合領域観察部
9	ペースト状態検査部
10	ベース部材
14	連結部材

- 1 5 レール
- 1 6 X軸スライダー
- 2 0 基板載置台
- 2 1 支持部材（ガラスステージ）
- 2 1 a 保護板
- 2 1 b ヒータ部
- 2 1 c 補強板
- 2 1 g 断熱材
- 2 1 h 開口部
- 2 1 k ヒータ制御部
- 2 2 フレーム部材
- 2 3 吸着部
- 2 4 基板観察部
- 2 4 C エリアセンサーカメラ
- 2 4 L 撮像用レンズ
- 2 5 レール
- 2 6 Y軸スライダー
- 2 8 基板昇降機構
- 2 8 a リフトピン
- 2 8 b 連結部材
- 2 8 c 昇降ユニット
- 2 8 d 可動部
- 3 1 チップ保持部
- 3 2 ヒータ部
- 3 3 連結部材
- 3 4 連結部材
- 3 5 連結部材
- 3 5 連結部材

- 4 0 直動駆動ユニット
- 4 0 a 直動シリンダーユニット
- 4 1 ベースプレート
- 4 2 レール
- 4 3 Z軸スライダ
- 4 4 ボールねじ
- 4 5 回転モータ
- 4 6 筐体
- 4 6 a 加圧流体供給ポート
- 4 6 b 加圧流体供給ポート
- 4 7 シャフト
- 4 8 弁板
- 4 9 昇降ガイド部
- 4 9 s シャフト
- 4 9 b リニアブッシュ
- 5 1 高周波振動発生器
- 5 2 矢印（加振方向）
- 6 0 直動シリンダーユニット
- 6 1 筐体
- 6 1 a 加圧流体供給ポート
- 6 1 b 加圧流体供給ポート
- 6 2 シャフト
- 6 2 v 矢印（シャフト移動方向）
- 6 3 弁板
- 6 5 押さえ部材
- 6 6 ナックルジョイント
- 6 7 ナックルジョイント
- 6 8 先端部

6 8 v 矢印（回動方向）

7 0 連結部材

7 1 チップ載置台

9 1 画像処理装置

S 球面軸受

請求の範囲

- [請求項1] 基板表面に設けられた複数の電極パッド上に、複数のデバイスチップを接合するボンディング装置であって、
- 前記複数のデバイスチップの接合対象となる接合対象基板を供給する基板供給部と、
- 前記接合対象基板の電極パッド上に接合用ペーストを塗布するペースト塗布部と、
- 前記接合用ペーストが塗布された接合対象基板を保持する基板保持部と、
- 前記接合対象基板上の電極パッドの位置・間隔に対応させた状態で接合対象となる複数のデバイスチップを供給するチップ供給部と、
- 前記チップ供給部から供給される前記接合対象となる複数のデバイスチップを一度に保持するヘッド部と、
- 前記基板保持部に対して前記ヘッド部を上下方向に昇降移動させるヘッド昇降機構と、
- 前記ヘッド部を上下方向に加振するヘッド加振部と、
- 前記複数の電極パッドと各デバイスチップを接合する接合用ペーストを加熱するヒータ部と、
- デバイスチップが接合された基板を前記基板保持部から搬出する基板搬出部とを備えた、
- 自動ボンディング装置。
- [請求項2] 前記ヘッド部と前記ヘッド昇降機構とが、球面軸受を介して連結されている
- ことを特徴とする、請求項1に記載の自動ボンディング装置。
- [請求項3] 前記ヘッド部を前記基板保持部に向けてさらに押し付けるヘッド加圧部を備えた
- ことを特徴とする、請求項1又は請求項2に記載の自動ボンディング装置。

- [請求項4] 前記基板表面に設けられた複数の電極パッド上に接合用ペーストが塗布された状態で当該塗布された接合用ペーストの高さを測定する塗布ペースト高さ測定部と、
前記接合用ペーストの塗布高さが適性範囲内かどうかを検査する塗布ペースト高さ検査部とを備えた
ことを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の自動ボンディング装置。
- [請求項5] ペースト高さ検査部で不良判定された基板を排出する不良基板排出部を備えた
ことを特徴とする、請求項4に記載の自動ボンディング装置。
- [請求項6] 塗布された接合用ペーストの高さを測定する塗布ペースト高さ測定部と、
塗布されたペースト高さの履歴を記憶する塗布ペースト高さ履歴記憶部と、
塗布されたペースト高さの履歴に基づいて次に塗布するペースト塗布量を決定するペースト塗布量フィードバック部とを備えた
ことを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の自動ボンディング装置。
- [請求項7] 前記複数のデバイスチップが接合される各電極パッドの周辺部を少なくとも含む領域を観察する接合領域観察部と、
当該複数のデバイスチップが正常に接合されたかどうかについて接合中若しくは接合後のペーストの状態を観察して検査を行うペースト状態検査部と、
ペースト状態検査部で接合不良と判定された基板を排出する不良基板排出部とを備えた
ことを特徴とする、請求項1～6のいずれかに記載の自動ボンディング装置。
- [請求項8] 接合完了時のヘッド高さを検出する接合時ヘッド高さ検出部と、

接合完了時のヘッド高さの許容範囲を登録する接合時ヘッド高さ許容範囲登録部と、

接合完了時のヘッド高さが許容範囲内かどうかを判定する接合時ヘッド高さ良否判定部とを備えた

ことを特徴とする、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の自動ボンディング装置。

[請求項9] 接合時ヘッド高さ良否判定部で不良判定された基板を排出する不良基板排出部を備えた

ことを特徴とする、請求項 8 に記載の自動ボンディング装置。

[請求項10] 接合が未完了の仮接合状態基板を保持する第 2 基板保持部と、前記仮接合状態基板と複数のデバイスチップに対して外力を付与する第 2 ヘッド部と、

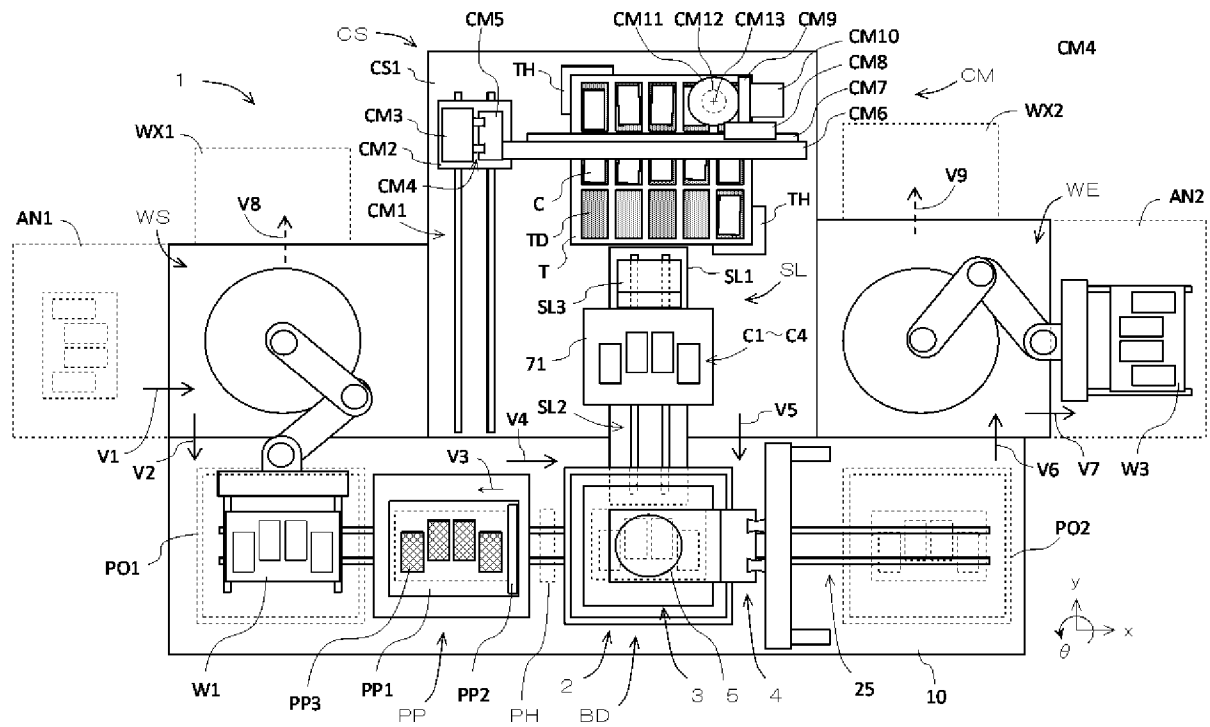
前記仮接合状態基板と各デバイスチップとの間にある固化途中状態の接合用ペーストを再加熱する第 2 ヒータ部とを備えた

ことを特徴とする、請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の自動ボンディング装置。

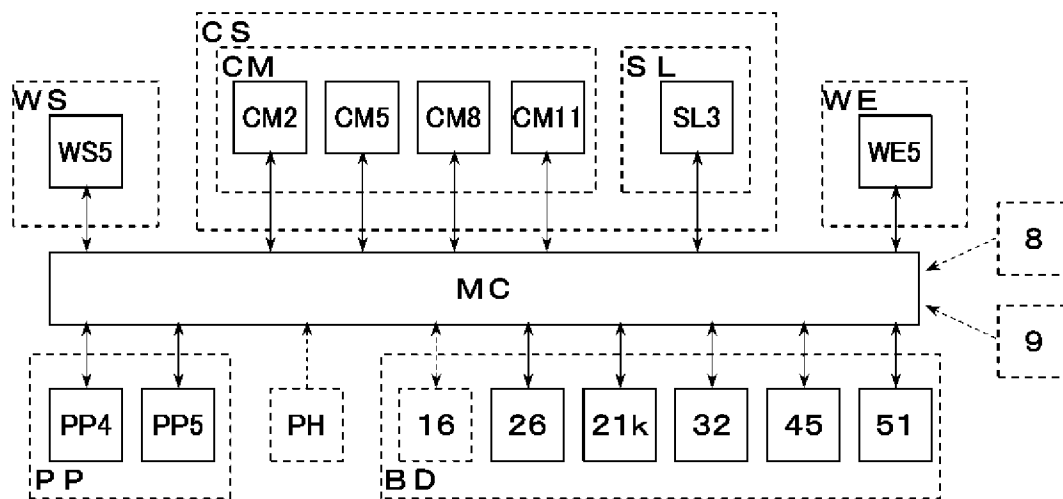
[請求項11] デバイスチップが接合された基板を冷却する基板冷却部を備えた

ことを特徴とする、請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載の自動ボンディング装置。

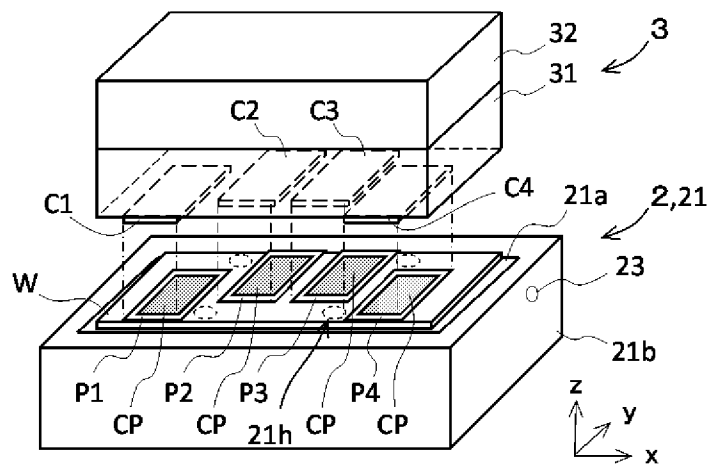
[図1]



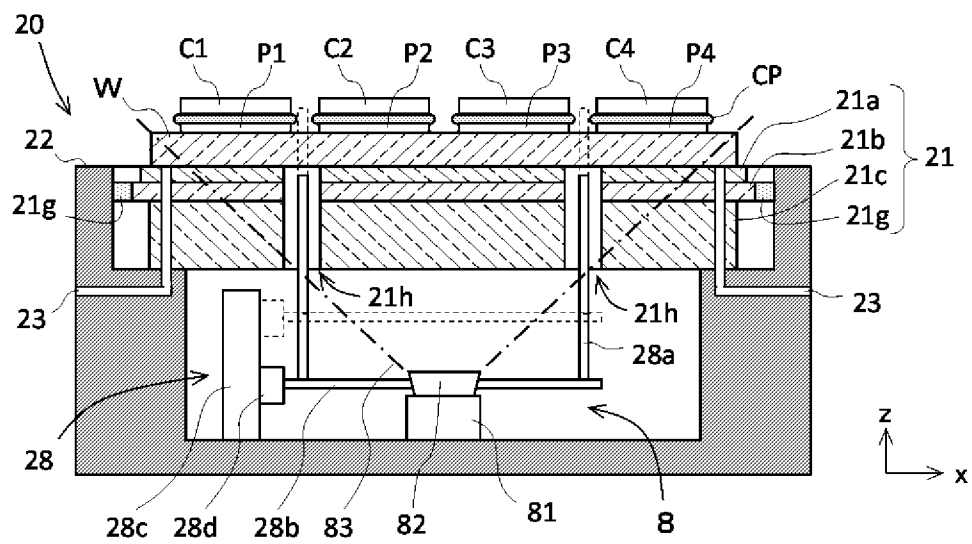
[図2]



[図4]



[図5]



[図6]

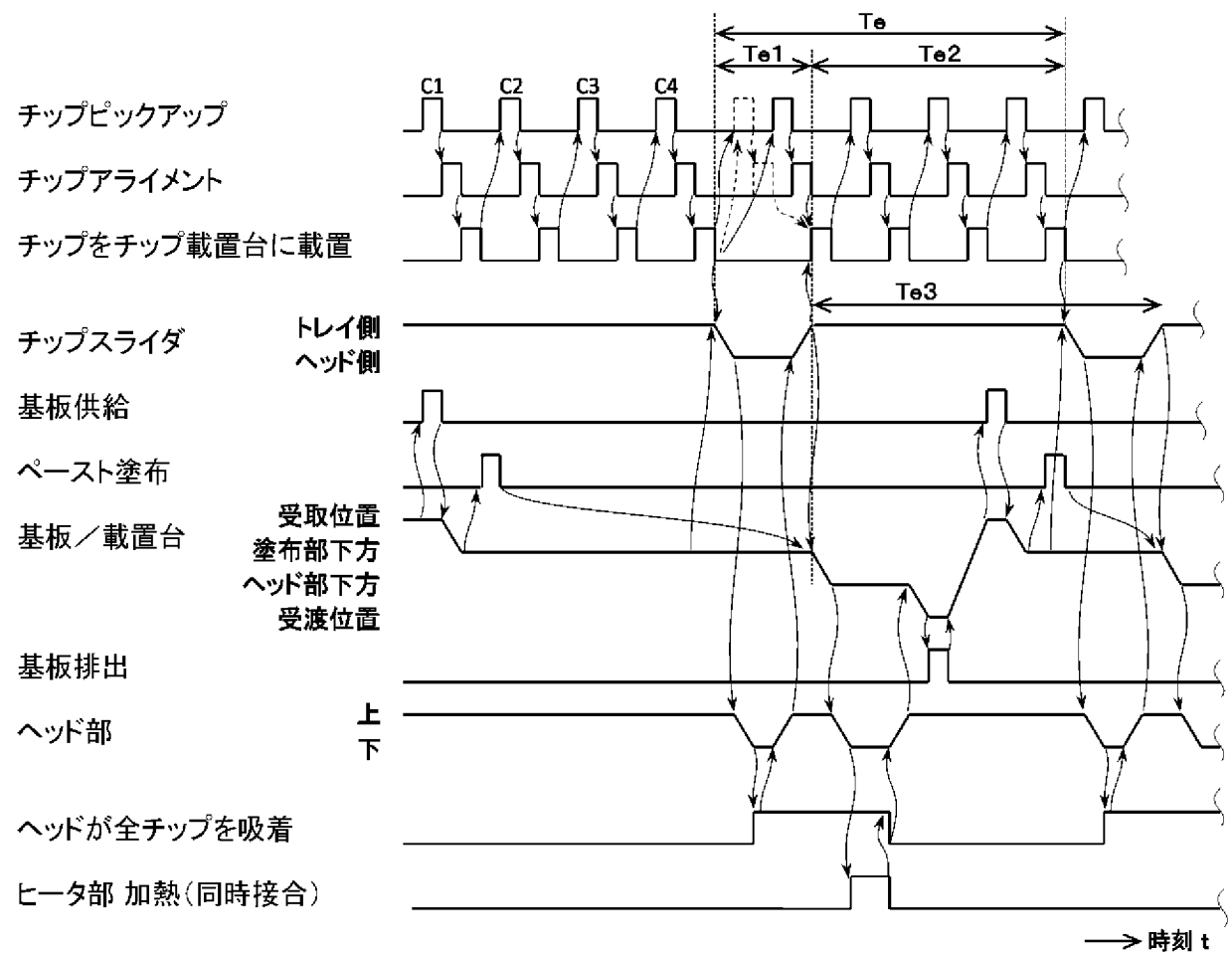
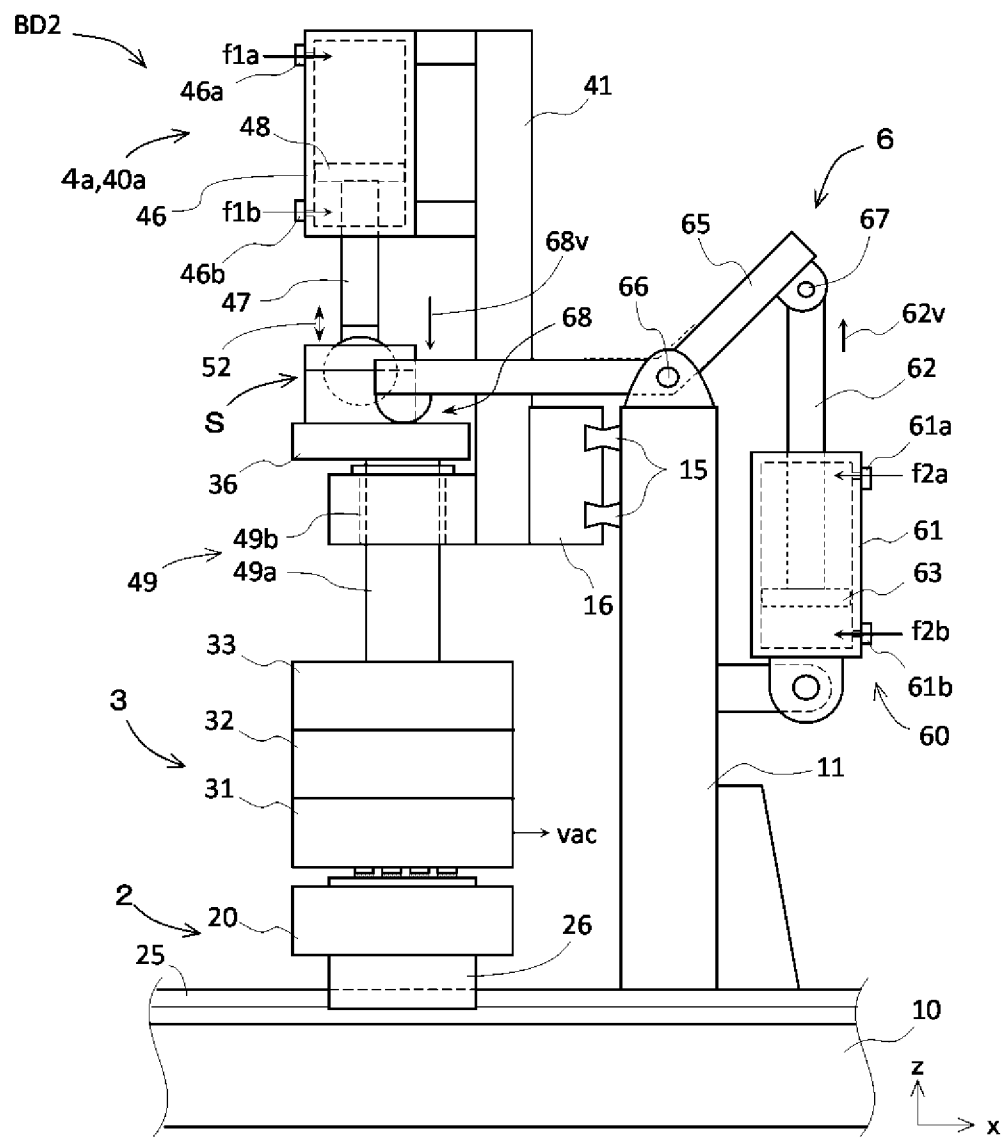
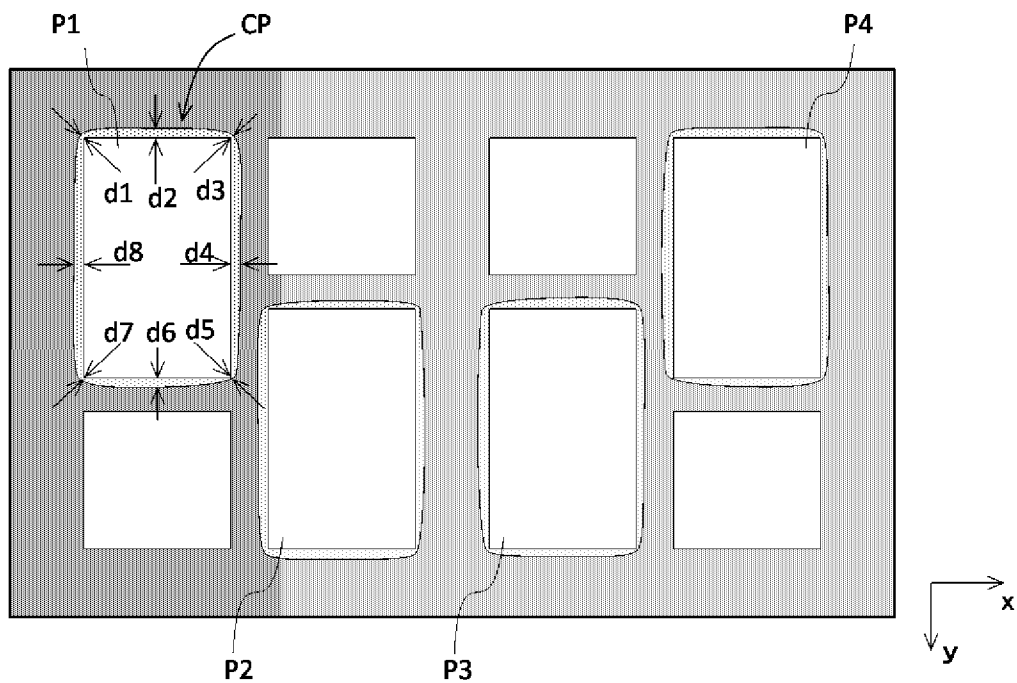


Fig. 1 is a schematic diagram of a scanning electron microscope (SEM) system. The diagram shows a cross-section of the instrument. At the top, a beam deflector (BD2) is shown. Below it, a column (41) houses various components including a gun (46) with apertures (f1a, f1b), a condenser lens (48), and a series of lenses (47, 46a, 46b). A sample (S) is positioned below the lenses. A detector (36) is located to the left of the sample. A vacuum chamber (vac) surrounds the sample area. A base (10) supports the entire structure. A coordinate system (x, y, z) is shown at the bottom right. Various other components are labeled with numbers 1 through 100.

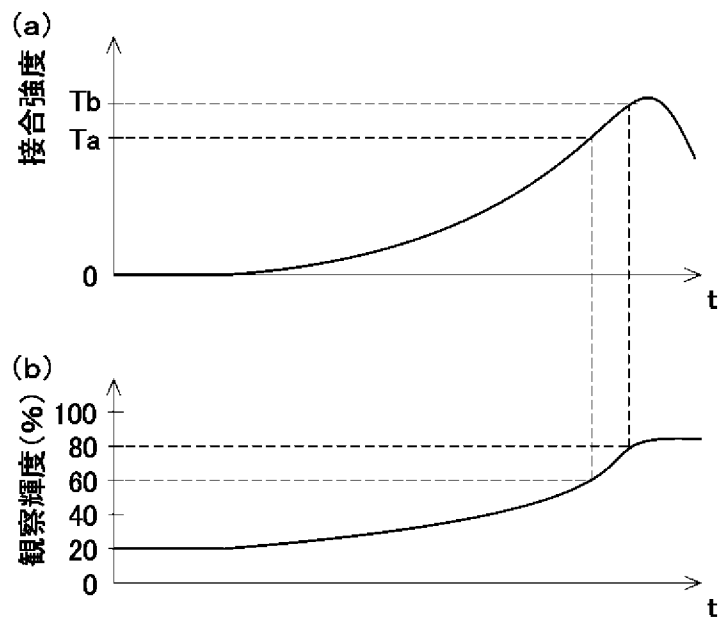
[図7B]



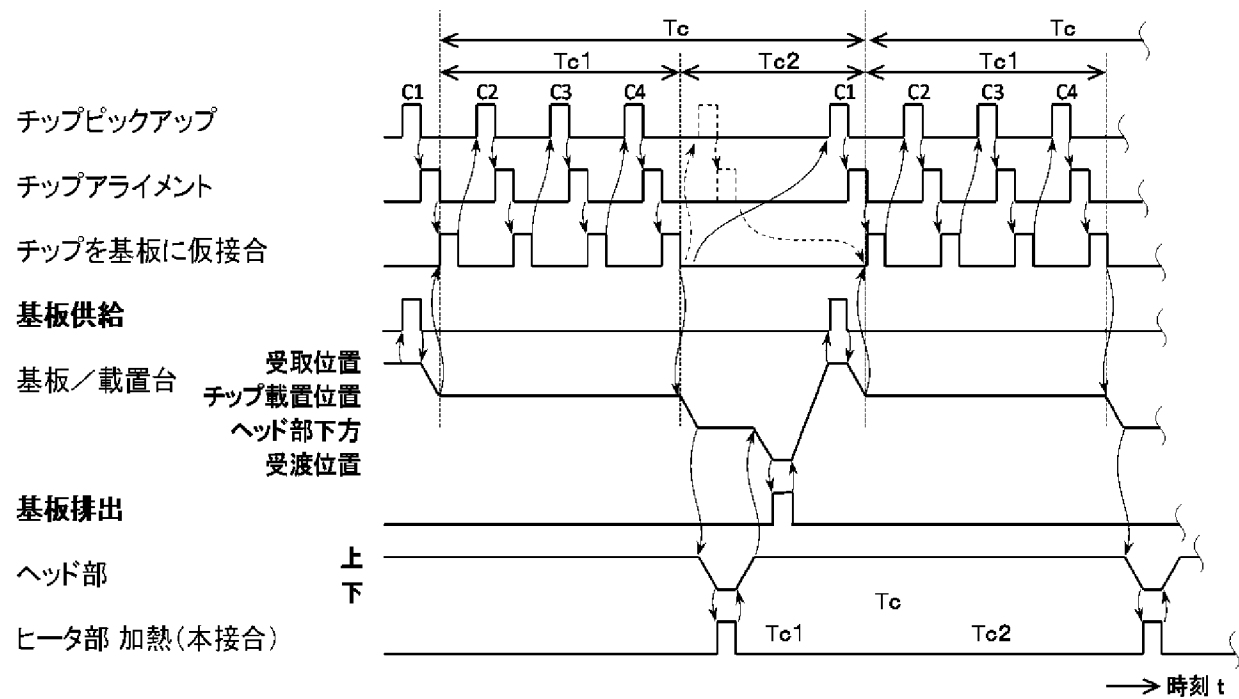
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/079391

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/60(2006.01)i, H05K3/32(2006.01)i, H05K13/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/60, H05K3/32, H05K13/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-273166 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 26 September 2003 (26.09.2003), paragraphs [0020], [0042], [0087] (Family: none)	1-11
Y	WO 2009/125748 A1 (Adwelds Corp.), 15 October 2009 (15.10.2009), paragraphs [0113] to [0127], [0147], [0148] & JP 2009-272599 A & US 2011/0036897 A1 & EP 2267765 A1 & KR 10-2010-0135869 A & CN 101978484 A	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 January 2015 (06.01.15)

Date of mailing of the international search report
27 January 2015 (27.01.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/079391

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-246859 A (Omron Corp.), 02 September 2004 (02.09.2004), paragraphs [0065] to [0067] & US 2005/0102052 A1 & EP 1422987 A2 & CN 1498065 A	4-7
Y	JP 2011-252864 A (Sony Corp.), 15 December 2011 (15.12.2011), paragraphs [0031] to [0033] & CN 102331240 A	4-7
Y	JP 2012-169495 A (Toray Engineering Co., Ltd.), 06 September 2012 (06.09.2012), paragraph [0051] & WO 2012/111439 A & TW 201233486 A & KR 10-2014-0043045 A	8,9
Y	JP 11-233554 A (Mitsubishi Electric Corp.), 27 August 1999 (27.08.1999), claim 1 & US 6156635 A	10,11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/60(2006.01)i, H05K3/32(2006.01)i, H05K13/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/60, H05K3/32, H05K13/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2003-273166 A（松下電器産業株式会社）2003.09.26, 第20, 42, 87段落（ファミリーなし）	1-11
Y	WO 2009/125748 A1（株式会社アドウェルズ）2009.10.15, 第113～127, 147, 148段落 & JP 2009-272599 A & US 2011/0036897 A1 & EP 2267765 A1 & KR 10-2010-0135869 A & CN 101978484 A	1-11
Y	JP 2004-246859 A（オムロン株式会社）2004.09.02, 第65～67段落 & US 2005/0102052 A1 & EP 1422987 A2 & CN 1498065 A	4-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

鈴木 和樹

5 O

3 2 5 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2011-252864 A (ソニー株式会社) 2011.12.15, 第31～33段落 & CN 102331240 A	4-7
Y	JP 2012-169495 A (東レエンジニアリング株式会社) 2012.09.06, 第51段落 & WO 2012/111439 A & TW 201233486 A & KR 10-2014-0043045 A	8, 9
Y	JP 11-233554 A (三菱電機株式会社) 1999.08.27, 請求項1 & US 6156635 A	10, 11