(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 5 月 14 日(14.05.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/068607 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/52 (2006.01) *H05K 3/34* (2006.01)
H05K 3/32 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/078542

(22) 国際出願日: 2014 年 10 月 28 日(28.10.2014)

(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 2013-231148 2013 年 11 月 7 日(07.11.2013) 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１６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４５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).

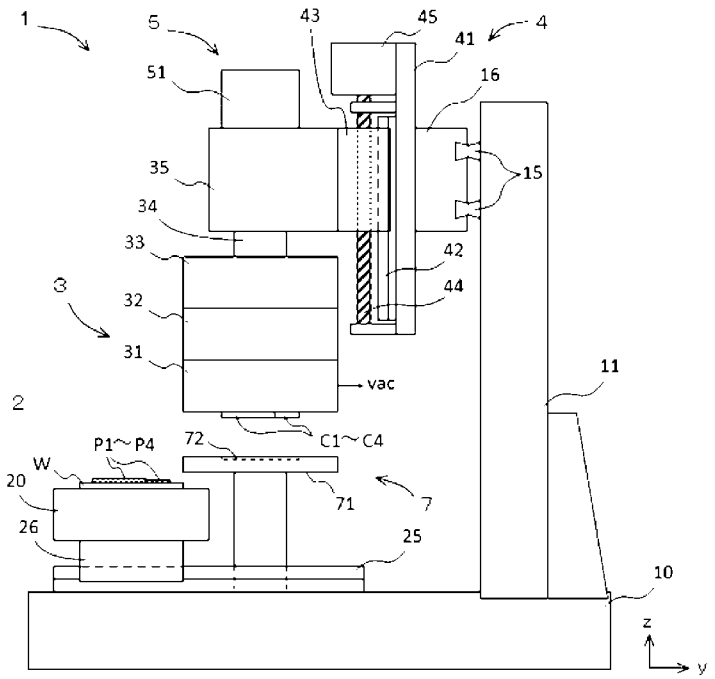
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

WO 2015/068607 A1

(54) **Title**: BONDING APPARATUS

(54) 発明の名称 : ボンディング装置



(57) **Abstract**: This invention provides a bonding apparatus that, when bonding a plurality of device chips simultaneously, prevents bonding problems between the respective device chips and electrode pads and can find optimal bonding conditions quickly. Specifically, a bonding apparatus that bonds a plurality of device chips to a plurality of electrode pads provided on the surface of a substrate and is provided with the following: a stage unit on which the substrate is placed; a head unit that holds the plurality of device chips simultaneously; a head-raising/lowering mechanism that raises and lowers the head unit with respect to the stage unit; a vibration apparatus that vibrates the head unit vertically; a heater unit that heats a chip-bonding paste that bonds the device chips to the substrate; and a chip monitoring unit that monitors the state of the bonding paste during the bonding process.

(57) 要約: 複数のデバイスチップを同時に接合する際に、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ぎ、迅速に最適な接合条件を見出すことができるボンディング装置を提供する。 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、 基板を載置するステージ部と、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、基板と複数の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、接合用ペーストの接合中の様子を観察するチップ観察部とを備えた、ボンディング装置である。

明　細　書

発明の名称 ： ボンディング装置

技術分野

[0001] 本発明は、電極パッド上に接合用ペーストが塗布されている基板上に、デバイスチップを接合する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、リードフレーム等の半導体チップ装着部に、半導体チップのダイボンディング用の導電性ペーストを適量塗布する技術が検討されている（例えば、特許文献３）。

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８－３０６７１５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 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場合、デバイスチップを１つずつ接合するよりも、複数同時に接合する方が、生産性向上のために好ましい。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接合用の導電性ペースト等（以下、接合用ペーストと

言う）は、隣接するデバイスチップや電極同士の短絡を防ぐめに、接合不良とならない範囲で、必要最小限の量しか塗布されていない。

[0007] そして、このような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場合、接合用ペーストの塗布量、これらデバイスチップや基板を加熱する温度プロファイル、これらデバイスチップの加圧・加振の条件について、それぞれ最適な状態（以下、最適の接合条件と言う）や、その前後の許容範囲（いわゆる、プロセスマージン）を予め見出しておき、この条件範囲での接合を維持する必要がある。

[0008] しかし、これらの最適の接合条件やプロセスマージンを見出す（いわゆる、条件出し）作業は、各デバイスチップの接合強度を確認しつつ、接合不良が起きない接合条件を試行錯誤しながら見出す、時間と労力を要する作業である。そして、条件出しや強度確認の作業は、新しい製造品種が投入される度に行う必要があった。また、品種替え後の強度確認作業や、生産途中の抜き取り検査が、適宜行われていた。なお、ここで言う接合不良とは、デバイスチップと接合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、接合時に接合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短絡する状態を意味する。

[0009] そこで、本発明の目的は、複数のデバイスチップを同時に接合する際に、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ぎ、迅速に最適な接合条件を見出す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

[0010] 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、

前記基板を載置し支持するステージ部と、

前記複数の電極パッド上にボンディングする複数のデバイスチップを一度に保持するヘッド部と、

前記ステージ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、

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を備え、

前記ステージ部は、前記基板を支える支持部材のうち、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及びその外側に対応する部分が、透明体で構成されており、

前記接合領域観察部は、前記ステージ部の前記支持部材を挟むように前記ヘッド部と対向配置されており、

前記接合領域観察部で観察した画像を画像信号として取得する画像信号取得部と、

前記画像信号に基づいて、前記複数のデバイスチップと接する接合用ペーストの状態を検査する、ペースト状態検査部を備えた、

ボンディング装置である。

[0011] 第２の発明は、第１の発明において、

前記ペースト状態検査部は、前記複数のデバイスチップの周囲からはみ出した接合用ペーストのはみ出し寸法を検査することを特徴とする。

[0012] 第３の発明は、第２の発明において、

前記複数の電極パッドの外周部からはみ出した前記接合用ペーストのはみ出し寸法について、はみ出し許容範囲を設定する、はみ出し許容範囲設定部を備え、

前記ペースト状態検査部は、前記複数の電極パッドの外周部からはみ出した前記接合用ペーストのはみ出し寸法が、前記はみ出し許容範囲内であるかどうかを検査することを特徴とする。

[0013] 第４の発明は、第３の発明において、

前記ペースト状態検査部は、前記複数の電極パッドのうち少なくとも１つ

について、検査した接合用ペーストのはみ出し寸法が前記はみ出し許容範囲外であれば、当該検査した接合用ペーストのはみ出し寸法が異常であることを通知することを特徴とする。

[0014] 第５の発明は、第２～４の発明のいずれかにおいて、

前記複数の電極パッドの外周部からはみ出した前記接合用ペーストのはみ出し寸法について、はみだし許容上限値を設定する、はみ出し許容上限値設定部を備え、

前記ペースト状態検査部において前記複数の電極パッドの外周部からはみ出した前記接合用ペーストが前記はみ出し許容上限値に達したと判定されれば、前記ヘッド部を上昇させる又は前記ヒータ部の加熱を止める、制御部を備えた

ことを特徴とする。

[0015] 第６の発明は、第２～５の発明のいずれかにおいて、

前記ヘッド部を前記ステージ部側に向けてさらに加圧するヘッド加圧部と、

前記複数の電極パッドの外周部からはみ出した前記接合用ペーストのはみ出し寸法について、はみだし許容上限値を設定する、はみ出し許容上限値設定部を備え、

前記ペースト状態検査部において前記複数の電極パッドの外周部からはみ出した前記接合用ペーストが前記はみ出し許容上限値に達したと判定されれば、前記ヘッド加圧部の加圧を止める、制御部を備えたことを特徴とする。

[0016] 第７の発明は、第１の発明において、

前記ペースト状態検査部は、前記接合用ペーストの硬化反応状態を検査することを特徴とする。

[0017] 第８の発明は、第７の発明において、

前記接合用ペーストの硬化反応状態の許容範囲を設定する、硬化反応状態許容範囲設定部を備え、

前記ペースト状態検査部は、前記接合用ペーストが、前記硬化反応状態の

許容範囲内であるかどうかを検査することを特徴とする。

[0018] 第９の発明は、第８の発明において、

前記ペースト状態検査部は、前記複数の電極パッドのうち少なくとも１つについて、検査した接合用ペーストが前記硬化反応状態の許容範囲外であれば、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ことを特徴とする。

[0019] 第１０の発明は、第７～９の発明のいずれかにおいて、

前記接合用ペーストの硬化反応状態の許容上限値を設定する、硬化反応状態許容上限値設定部を備え、

前記ペースト状態検査部において前記接合用ペーストが前記硬化反応状態の許容上限値に達したと判定されれば、前記ヘッド部を上昇させる又は前記ヒータ部の加熱を止める、制御部を備えたことを特徴とする。

[0020] 第１１の発明は、第７～１０の発明のいずれかにおいて、

前記ヘッド部を前記ステージ部側に向けてさらに加圧するヘッド加圧部をさらに備え、

前記接合用ペーストの硬化反応状態の許容上限値を設定する、硬化反応状態許容上限値設定部を備え、

前記ペースト状態検査部において前記接合用ペーストが前記硬化反応状態の許容上限値に達したと判定されれば、前記ヘッド加圧部の加圧を止める、制御部を備えたことを特徴とする。

発明の効果

[0021] 複数のデバイスチップを同時に接合する際に、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ぎ、迅速に最適な接合条件を見出すことができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明を具現化する形態の一例の全体を示す側面図である。

[図2]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3]本発明を具現化する形態の一例の全体を示す側面図である。

[図4]本発明を具現化する形態の一例の要部を示す断面図である。

[図5]本発明を具現化する形態の一例を示すフロー図である。

[図6]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7]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8]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9]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。

発明を実施するための形態

[0023] 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、接合対象となる基板Ｗ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。

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、矢印の方向を手前側、その逆方向を奥側と表現し、Ｙ方向は、矢印の方向を右側、その逆方向を左側と表現し、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。

[0024] 図１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。

本発明に係るボンディング装置１は、ステージ部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、チップ供給部７と、接合領域観察部８と、ヒータ部を備えて構成されている。

[0025] ステージ部２は、デバイスチップの接合対象となる基板Ｗを水平方向に載置するものである。ステージ部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、基板を載置した後に基板保持力が作用する、基板載置台２０を備えた構成としておく。

[0026] ステージ部２は、移動の必要がなければ、装置フレーム１０に取り付けても良い。

[0027] 一方、ステージ部２は、Ｙ方向に移動させる必要があれば、図１に示すよ

うに、Ｙ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、装置フレーム１０上に、Ｙ方向に伸びる一対のレール２５を配置し、レール２５上をＹ方向に移動するＹ軸スライダー２６を備えておく。そして、外部からの制御信号に基づいて、Ｙ軸スライダー２６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、Ｙ軸スライダー駆動機構（図示せず）を備えておく。

[0028] 具体的には、Ｙ軸スライダー駆動機構は、Ｙ軸スライダー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ーにより駆動するものが例示できる。そうすれば、ステージ部２における、基板Ｗを載置したり次の基板と入れ替えたりする場所と、チップデバイスを接合する場所とを、個別に設定することができる。

[0029] チップ供給部７は、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、

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７は、複数のデバイスチップＣ１～Ｃ４を載置する、チップ供給台７１を備えて構成されている。より具体的な形態を例示すると、チップ供給台７１は、デバイスチップＣ１～Ｃ４の外形と対応した凹み部７２を有し、この凹み部７２の深さは、デバイスチップＣ１～Ｃ４の厚みよりも浅く設定されている。さらにこの凹み部７２の位置・間隔は、基板Ｗの電極パッドＰ１～Ｐ４の位置・間隔に合わせて配置されている。そのため、デバイスチップＣ１～Ｃ４は、チップ供給台７１の凹み部７２に落とし込まれ、かつ、各チップの表面がチップ供給台７１の表面よりも上側にある状態で整列配置される。なお、チップ供給部７は、ステージ部２とは物理的に干渉しない位置に配置しておく。例えば、図１には、ステージ部２が手前側、チップ供給部７が奥側に配置さている様子が示されている（後述の図３も同じ）。

[0030] チップ供給部７は、凹み部を有するチップ供給台７１に限定されず、他の

形態であっても良い。例えば、平坦なチップ供給台に、デバイスチップＣ１～Ｃ４の外形に沿う基準ピンや基準バーなどのチップ位置決め用部材を配置して構成しておく。そして、これらチップ位置決め用部材は、デバイスチップＣ１～Ｃ４を沿わせることで、各チップが基板Ｗ上の電極パッドＰ１～Ｐ４の位置・間隔に対応させた状態となるように配置しておく。

[0031] 或いは、チップ供給部７は、平坦なチップ供給台と、デバイスチップＣ１～Ｃ４を所定の位置・間隔で整列配置させるチップマウンターとを備えた構成をしたものであっても良い。つまり、平坦なチップ供給台の上に、基板Ｗの電極パッドＰ１～Ｐ４の位置・間隔と対応した状態で、電極パッドＰ１～Ｐ４を整列配置させておく。

[0032] チップ供給部７は、このような構成をしているため、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配置しておくことができる。そのため、これらチップは、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。

[0033] なお、このチップ供給部７は、本発明に係るボンディング装置１に備えていても良いが、必須の構成要素ではない。例えば、チップ供給部７に代えて、ボンディング装置１に隣接配置されたチップ移載搬送装置に組み込まれている、チップ搬送機構（いわゆる、チップスライダー）で構成しても良い。そうすれば、このチップスライダーとヘッド部３の動作とを連動させて、デバイスチップの供給・ピックアップを行うことができる。

[0034] 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Ｃ１～Ｃ４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。

[0035] チップ保持部３１は、複数のデバイスチップチップＣ１～Ｃ４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Ｃ１～Ｃ４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。

[0036] 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Ｃ１～Ｃ４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Ｃ１～Ｃ４を吸着保持し、保持解除することができる。

[0037] なお、上述のステージ部２の基板載置台２０と、チップ供給部７のチップ載置台７１とと、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。

[0038] ヒータ部３２は、電極パッドＰ１～Ｐ４と各デバイスチップＣ１～Ｃ４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ズヒータなどを用いて構成することができ、外部からの電圧や電圧制御により、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。このような構成をしているので、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Ｃ１～Ｃ４を介して接合用ペーストＣＰを加熱することができる。

[0039] 図２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２には、ステージ部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Ｃ１～Ｃ４が示されている。さらに、基板載置台２０上には、本発明に係るボンディング装置１で接合対象として扱う基板Ｗが載置されている。

[0040] なお、本発明に係るボンディング装置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Ｐ１～Ｐ４上に、接合用ペーストＣＰが予め適量塗布されている。さらに、この接合用ペーストＣＰ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Ｐ１～Ｐ４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。

[0041] ヘッド昇降機構４は、ステージ部２及びチップ供給部７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４３に取り付けられている。

[0042] 図３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１は、ヘッド昇降機構４のＺ軸スライダー４３とヘッド部３が上昇した状態を示しており、図３は、Ｚ軸スライダー４３とヘッド部３が下降した状態を示している。

[0043] 具体的には、ヘッド昇降機構４は、ベースプレート４１と、ベースプレート４１上に配置したＺ方向に伸びる一対のレール４２と、レール４２上をＺ方向に移動するＺ軸スライダー４６を備えておく。そして、Ｚ軸スライダー４３には、ボールねじ４４を介して回転モータ４５が取り付けられている。回転モータ４５は、外部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、外部からの信号制御に基づいて、Ｚ軸スライダー４３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４５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３３，３４，３５を介して、Ｚ軸スライダー４３に取り付けられている。そのため、ヘッド部３は、外部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。

[0044] 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ーを用いて、Ｚ軸スライダー４３を上下方向に昇降移動させる構成としても良い。

[0045] 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に固定状態で取り付けても良い。この場合、上述のチップ供給部７には、ステージ部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

。

[0046] 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方向に伸びる一対のレール１５を配置し、レール１５上をＸ方向に移動するＸ軸スライダー１６を備え、Ｘ軸スライダー１６にベースプレート４１を取り付けておく。そして、外部からの制御信号に基づいて、Ｘ軸スライダー１６を所定の速度で移動させ、所定の場所で制止させる、Ｘ軸スライダー駆動機構（図示せず）を備えておく。

[0047] 具体的には、Ｘ軸スライダー駆動機構は、Ｘ軸スライダー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ー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。

[0048] 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、外部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５１は、所定の重量を有する振動子が往復動することで、矢印５２に示す方向に振動が発生するものでも良い。

[0049] 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ＣＰ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ＣＰ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ＣＰ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Ｃ１～Ｃ４を電極パッドＰ１～Ｐ４上

に塗布された接合用ペーストＣＰ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ＣＰを均一に薄く押し広げつつ、デバイスチップＣ１～Ｃ４と電極パッドＰ１～Ｐ４との間隔を近づけることができる。そのため、本発明に係るボンディング装置１は、特に高粘度の接合用ペーストＣＰ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。

[0050] 図４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、ステージ部２の基板載置台２０と、その内部に組み込まれた接合領域観察部８が示されている。

基板載置台２０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。

[0051] 具体的には、基板載置台２０は、支持部材２１と、フレーム部材２２と、吸着部２３を含んで構成されている。支持部材２１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２１は、保護板２１ａ、ヒータ部２１ｂ、補強板２１ｃ、断熱部２１ｇとで構成されている。

[0052] 保護板は２１ａは、基板Ｗと直接触れ合い、ヒータ部２１ｂ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２１ｂと基板Ｗとを電気的に絶縁するものである。ヒータ部２１ｂは、基板Ｗを加熱するためのものである。補強板２１ｃは、支持部材２１の強度を確保しつつ、ヒータ部２１ｂで発熱した熱エネルギーがフレーム部材２２へ逃げるのを防ぐためのものである。断熱部２１ｇは、ヒータ部２１ｂで発熱した熱エネルギーがフレーム部材２２へ逃げるのを防ぐためのものである。

[0053] より具体的には、保護板２１ａ、補強板２１ｃは、ガラス板で構成されている。ヒータ部２１ｂは、ガラス板と、その表面に形成されたＩＴＯやＩＺＯなどの透明電極で構成されている。ヒータ部２１ｂ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、外部電源（図示せず）からこの透明電極に対して電圧や電圧制御をし、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。

[0054] 断熱部２１ｇ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、ヒーター部２１ｂの外縁部とフレーム部材２２との間に配置されている。そのため、ヒーター部２１ｂの外縁部は、フレーム部材２２に直接触れない。

[0055] このような構成をしているので、ヒータ部２１ｂは、保護板２１ａ、基板Ｗ、複数の電極パッドＰ１～Ｐ４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２１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。

[0056] フレーム部材２２は、支持部材２１を支持するものである。

フレーム部材２１ｂ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 Ｃ１～Ｃ４を加圧する際に、基板Ｗが載置された支持部材２１全体を下面側から支えるものである。

[0057] 吸着部２３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２３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２１やフレーム部材２２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２３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。

[0058] 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、接合領域観察部８の観察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。

[0059] 接合領域観察部８は、電極パッドＰ１～Ｐ４の上に接合されるデバイスチップＣ１～Ｃ４の周辺部を少なくとも含む領域を観察するものである。接合領域観察部８は、電極パッドＰ１～Ｐ４が透明体であれば接合用ペーストＣＰ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Ｐ１～Ｐ４が金属などの非透明体であれば電極パッドＰ１～Ｐ４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ＣＰ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。

[0060] 具体的には、接合領域観察部８は、ＣＣＤやＣＭＯＳを撮像素子とするエリアセンサーカメラ８１と、撮像用レンズ８２とを組み合わせて構成し、各電極パッドＰ１～Ｐ４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。

[0061] さらに、接合領域観察部８は、ステージ部２の支持部材２１を挟むように、ヘッド部３と対向配置されている。つまり、エリアセンサーカメラ８１は、支持部材２１の上に配置された基板Ｗの電極パッドＰ１～Ｐ４やその上に塗布された接合用ペーストＣＰ並びに、その上に密着している各デバイスチップＣ１～Ｃ４の周囲に焦点を合わせて、これらを観察するように配置されている。そして、エリアセンサーカメラ８１は、一点鎖線８３で表した画角の内側の領域を観察することができる。

[0062] さらに、エリアセンサーカメラ８１は、撮像した画像を信号処理し、画像信号として外部へ出力することができる。ここで言う画像信号とは、ＮＴＳＣ，ＰＡＬ方式等のアナログ映像信号や、デジタル符号化された映像信号を意味する。

[0063] 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Ｃ１～Ｃ４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。

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] 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フローは、以下の通りである。

図５は、本発明を具現化する形態の一例を示すフロー図である。

予めステージ部２には、電極パッドＰ１～Ｐ４に接合用ペーストが塗布された基板Ｗを載置しておく（ｓ１１）。また、デバイスチップ供給部には、接合用デバイスチップＣ１～Ｃ４を所定の位置・方向にアライメントされた状態で並べて配置しておく（ｓ２１）。

[0067] 続いて、ステージ部２の吸着保持を行い（ｓ１２）、基板Ｗの位置アライメントを行っい（ｓ１３）、ステージ部２を接合位置まで移動させ（ｓ１４）、静止させる（ｓ１５）。

[0068] 一方、ヘッド部３を接合用デバイスチップＣ１～Ｃ４をピックアップするために、チップ供給部７の上方の所定の位置へ移動し（ｓ２２）、ヘッド部３を下降させ（ｓ２３）、デバイスチップＣ１～Ｃ４を真空吸着し（ｓ２４）、再びヘッド部３を上昇させ（ｓ２５）、ヘッド部３を接合位置まで移動させ（ｓ２６）、ステージ部３の上方で待機させる（ｓ２７）。

[0069] そして、ステージ部２とヘッド部３が接合可能な状態であれば、ヘッド部３を下降させる（ｓ３１）。ヘッド部３が下降し、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（ｓ３２）。なお、この接触判断は、回転モータの電流値が上昇したり、Ｚ軸スライダーの位置や位置変化量の減少に基づいて判断したり、ステージ部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。

[0070] 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（ｓ３４）。

[0071] そして、ヒータ部を作動させ（ｓ３５）、デバイスチップＣ１～Ｃ４と電極パッドＰ１～Ｐ４とを接合する。

[0072] このとき、チップ接合動作と並行して、接合領域観察部８で観察した画像を画像信号として取得し、この画像信号に基づいて、複数のデバイスチップＣ１～Ｃ４と接している接合用ペーストＣＰの状態を検査する。（ｓ５０）

[0073] デバイスチップＣ１～Ｃ４と電極パッドＰ１～Ｐ４とが接合されれば（ｓ３７）、ヘッド部３の真空吸着や、ヘッド加振部・ヒータ部の各部を作動状態から停止状態にし（ｓ３８）、ヘッド部３を上昇させる（ｓ３９）。

[0074] そして、ステージ部２を基板入れ替え位置へ移動させ（ｓ４０）、基板の吸着状態を解除し（ｓ４１）、デバイスチップＣ１～Ｃ４が接合された基板を取り出す（ｓ４２）。

[0075] 本発明に係るボンディング装置１は、上述の各機器を制御するための制御部をさらに備え、人が介在しながら半自動で、若しくは、ボンディング動作や諸条件を予め設定しておき、プログラムに基づいて自動的に、上述した一連のボンディング動作（ｓ１１～ｓ４２）
を行う。

[0076] 本発明に係るボンディング装置１は、上述のような構成をしているため、基板Ｗの表面上に設けられた複数の電極パッドＰ１～Ｐ４上に、複数のデバ

イスチップＣ１～Ｃ４を同時に接合しながら、接合用ペーストＣＰの状態を検査することができる。

[0077] そのため、複数のデバイスチップを同時に接合する際に、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ぎ、迅速に最適な接合条件やプロセスマージンを見出すことができる。

[0078] ［別の形態］

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。

[0079] （１）ペーストのはみ出し寸法の検査

これは、電極パッドＰ１～Ｐ４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。

[0080] 図６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６に示すように、電極パッドＰ１からはみ出した接合用ペーストＣＰのはみだし寸法ｄ１～ｄ８を測定する。ここで、はみ出し寸法ｄ１～ｄ８は、デバイスチップＣ１～Ｃ４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Ｐ２～Ｐ４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。

[0081] このように、電極パッドＰ１～Ｐ４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。

[0082] （２）ペーストの硬化反応状態の検査

これは、電極パッドＰ１～Ｐ４とデバイスチップＣ１～Ｃ４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Ｐ１～Ｐ４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Ｐ１～Ｐ４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Ｐ１～Ｐ４を透明電極で構成し、接合用ペーストＣＰ全体を基板Ｗ越しに観察して、硬化反応状態を検査する。

[0083] 図７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ＣＰ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７は、横軸に加熱時間、縦軸に接合用ペーストＣＰ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ＣＰ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ＣＰは、デバイスチップの接合に必要な接合強度Ｔａになると観察輝度が６０％となり、さらに接合強度Ｔｂ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。

[0084] このように、接合用ペーストＣＰ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ＣＰの反応状態を検査することができる。

[0085] （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ＣＰ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Ｐ１～Ｐ４を透明電

極で構成しておく。

[0086] ［別の形態］

本発明に係るボンディング装置は、上述したペーストのはみ出し寸法の検査に際し、はみ出し許容範囲設定部を備え、ペースト状態検査部９には、複数のデバイスチップＣ１～Ｃ４の外周部からはみ出した接合用ペーストＣＰのはみ出し寸法が、はみ出し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。はみ出し許容範囲設定部は、複数のデバイスチップＣ１～Ｃ４の外周部からはみ出した接合用ペーストＣＰのはみ出し寸法について、はみ出し許容範囲を設定するものである。

[0087] 具体的には、各電極パッドＰ１～Ｐ４同士の間隔が１ｍｍであれば、ペーストのはみ出し許容範囲を、０．１～０．３ｍｍと設定する。このようにすれば、はみ出しが少ない所に関しては、最低でも０．１ｍｍ以上のはみ出しが生じているかどうかを判別し、はみ出しが多い所に関しては、隣接する電極同士のクリアランスが０．４ｍｍ以上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。

[0088] ［別の形態］

さらに本発明に係るボンディング装置は、上述のペーストのはみ出し寸法の検査についてはみ出し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のはみ出し寸法を測定し、そのうち少なくとも１つについてはみ出し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はみ出し寸法が異常であることを通知する。

[0089] 具体的には、ペーストのはみ出し許容範囲が０．１～０．３ｍｍと設定している場合であれば、電極パッドＰ１～Ｐ４のそれぞれについて測定した各はみ出し寸法について、いずれかのはみ出し寸法が０．３ｍｍを超えれば、或いは、いずれかのはみ出し寸法が０．１ｍｍに満たなければ、はみ出し寸法が異常であると外部へ通知する。この異常通知は、外部機器と接続された

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者への視覚的・聴覚的な通知を意味する。

[0090] このような異常通知を行うことで、作業者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。

[0091] ［別の形態］

また、本発明に係るボンディング装置は、上述のペーストのはみ出し寸法の検査を行う上で、はみ出し許容上限値設定部と、制御部をさらに備えた構成としても良い。はみ出し許容上限値設定部は、電極パッドＰ１～Ｐ４の外周部からはみ出した接合用ペーストＣＰのはみ出し寸法について、はみだし許容上限値を設定するものである。

[0092] 制御部９５は、ペースト状態検査部９において電極パッドＰ１～Ｐ４の外周部からはみ出した接合用ペーストＣＰがはみ出し許容上限値に達したと判定されれば、ヘッド部３を上昇させる又はヒータ部２１ｂ、ヒータ部３２の加熱を止めるものである。制御部９５は、ステージ部２のヒータ部２１ｂ、ヘッド部３のヒータ部３２、ヘッド部３の昇降移動を行うヘッド昇降機構４の回転モータ４５、ペースト状態検査９と接続されており、ペースト状態の検査結果に基づいて、接続されている他の機器を制御するものである。

[0093] 具体的には、はみ出し許容上限値設定部で接合用ペーストＣＰのはみ出し許容上限値を０．３ｍｍと設定した場合、ペースト状態検査部９において電極パッドＰ１～Ｐ４の外周部からはみ出した接合用ペーストＣＰが０．３ｍｍを超えれば、制御部９５は以下の制御を行う。つまり、１）ヘッド昇降機構４の回転モータ４５の回転を止め、さらには逆方向に回転させ、ヘッド部３を上昇させる。２）ステージ部２のヒータ部２１ｂ、ヘッド部３のヒータ部３２の温調ユニットに対して、加熱温度を下げる若しくは加熱を止める制御を行う。

[0094] このように、ペースト状態検査部９でのはみ出し寸法の検査結果に基づいて、ボンディングを中止することで、過度の加熱・加圧を防ぎ、接合不良を

未然に防ぐことができる。

［別の形態］

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ＣＰ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ＣＰ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。

[0095] 具体的には、図７で示した様に、接合用ペーストＣＰの接合強度Ｔａ，Ｔｂ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。

[0096] 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。

[0097] ［別の形態］

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。

[0098] 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、外部機器と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

業者への視覚的・聴覚的な通知を意味する。

[0099] このような異常通知を行うことで、作業者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。

[0100] ［別の形態］

また、本発明に係るボンディング装置は、上述の接合用ペーストＣＰの硬化反応状態の検査を行う上で、硬化反応状態許容上限値設定部と、制御部をさらに備えた構成としても良い。硬化反応状態許容上限値設定部は、接合用ペーストＣＰの硬化反応状態の許容上限値を設定するものである。

[0101] 制御部９５は、ペースト状態検査部９において接合用ペーストＣＰが硬化反応状態の許容上限値に達したと判定されれば、ヘッド部３を上昇させる又はヒータ部２１ｂ，３２の加熱を止めるものである。制御部９５は、ステージ部２のヒータ部２１ｂ、ヘッド部３のヒータ部３２、ヘッド部３の昇降移動を行うヘッド昇降機構４の回転モータ４５、ペースト状態検査９と接続されており、ペースト状態の検査結果に基づいて、接続されている他の機器を制御するものである。

[0102] 具体的には、硬化反応状態許容上限値設定部で接合用ペーストＣＰの硬化反応状態の許容上限値として観察輝度８０％を設定した場合、接合用ペーストＣＰの観察輝度が８０％を超えれば、制御部９５は以下の制御を行う。つまり、１）ヘッド昇降機構４の回転モータ４５の回転を止め、さらには逆方向に回転させ、ヘッド部３を上昇させる。２）ステージ部２のヒータ部２１ｂ、ヘッド部３のヒータ部３２の温調ユニットに対して、加熱温度を下げる若しくは加熱を止める制御を行う。

[0103] 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ることで、過度の加熱・加圧を防ぎ、接合不良を未然に防ぐことができる。

[0104] ［別の形態］

なお、本発明の適用にあたり、ヘッド昇降機構４及びヘッド加振部５は、図

１，３を用いて上述したような構成に限定されず、図８，９に示すような構成のヘッド昇降機構４ａ及びヘッド加振部５ａとしても良い。

[0105] 図８，９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８は、ヘッド部３が上昇した状態を示しており、図９は、ヘッド部３が下降した状態を示している。

[0106] 本発明に係るボンディング装置１ａは、ボンディング装置１と共通する構成のステージ部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。

[0107] ヘッド昇降機構４ａは、ステージ部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。

[0108] 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。

[0109] 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ｆ１ａが、加圧流体供給ポート４６ｂ側の圧力ｆ１ｂ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８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。

[0110] 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ｆ１ａが、加圧流体供給ポート４６ｂ側の圧力ｆ１ｂ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９に示すように、シャフト４７とヘッド部３がステージ部２側に下降した状態となる。

[0111] 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。

[0112] ヘッド加振部５ａは、ヘッド部３をステージ部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。

[0113] ［別の形態］

さらに、本発明に係るボンディング装置１ａは、ヘッド加圧部６をさらに備えた構成としても良い。

[0114] ヘッド加圧部６は、ヘッド部３をステージ部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８，９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３３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４９ａを、ステージ部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。

[0115] 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６０と、押さえ部材６５とを備えて構成されている。直動シリンダーユニット６０は、筐体６１と、シャフト６２と、シャフト６２を出し入れするための加圧流体供給ポート６１ａ，６１ｂを備えて構成されている。筐体６１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６１ａ，６１ｂに供給される流体の圧力差により、シャフト６２に接続された弁板６３が、筐体６１内で往復動作するように構成されている。

[0116] シャフト６２の一端は、押さえ部材６５と、ナックルジョイント６７を介して取り付けられている。押さえ部材６５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６６を介して、装置フレーム１０の連結部材１１に取り付けられている。

[0117] このような構成をしているため、押さえ部材６５は、シャフト６２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が上下方向に回動する構成をしている。

[0118] 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ｆ２ａが、加圧流体供給ポート６１ｂ側の圧力ｆ２ｂ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５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をステージ部２側に押さえつける押し付け力は作用していない。

[0119] 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ｆ２ａが、加圧流体供給ポート６２ｂ側の圧力ｆ２ｂ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６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をステージ部２側に押さえつける押し付け力が作用する。

[0120] 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。

[0121] 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３６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をステージ部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軸スライダー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。

[0122] そのため、ステージ部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。

[0123] そして、本発明のボンディング装置１ａは、このようなヘッド加圧部６を備えた構成において、接合用ペーストＣＰのはみ出し検査、又は、反応状態の検査と組み合わせ、これらの検査結果に応じてヘッド加圧部６による加圧を止める構成としても良い。

[0124] 具体的には、接合用ペーストＣＰのはみ出し許容上限値設定部、若しくは、接合用ペーストＣＰの硬化反応状態許容上限値設定部と、制御部９５とを備えておく。接合用ペーストＣＰのはみ出し許容上限値設定部や、硬化反応状態許容上限値設定部は、上述と同様の同様の構成が例示できる。さらに、制御部９５は、ペースト状態検査部９において、電極パッドＰ１～Ｐ４の外周部からはみ出した接合用ペーストＣＰがはみ出し許容上限値に達したと判定されれば、若しくは、接合用ペーストＣＰの反応状態が許容上限値に達したと判定されれば、ヘッド加圧部６の加圧を止めるように構成しておく。

[0125] さらに具体的には、制御部９５は、ペースト状態検査部９から出力された検査結果に基づいて、直動シリンダーユニット６０の加圧流体供給ポート６１ａ，６１ｂに供給される流体の圧力を制御し、シャフト６２を縮め、図８

に示す状態（つまり、ヘッド部３を下方に押さえ付ける力が働いていない状態）にする。

[0126] そのため、ヘッド加圧部を備えた構成において、過度にヘッド部３が加圧されることに起因する、ペーストのはみ出しや接合不良を未然に防ぐことができる。

[0127] ［別の形態］

上述の説明では、接合用ペーストＣＰを加熱するヒータ部２１ｂ，３２が、ステージ部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。しかし、本発明を具現化する上では、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

[0128]

１ ボンディング装置
２ ステージ部
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
７ チップ供給部
８ 接合領域観察部
９ ペースト状態検査部
１０ 装置フレーム
１１ 連結部材
１５ レール
１６ Ｘ軸スライダー
２０ 基板載置台
２１ 支持部材（ガラスステージ）
２１ａ 保護板

２１ｂ　ヒータ部

２１ｃ　補強板

２１ｇ　断熱材

２２　　フレーム部材

２３　　吸着部

２５　　レール

２６　　Ｙ軸スライダー

３１　　チップ保持部

３２　　ヒータ部

３３　　連結部材

３４　　連結部材

３５　　連結部材

３５　　連結部材

４０　　直動駆動ユニット

４０ａ　直動シリンダーユニット

４１　　ベースプレート

４２　　レール

４３　　Ｚ軸スライダー

４４　　ボールねじ

４５　　回転モータ

４６　　筐体

４６ａ　加圧流体供給ポート

４６ｂ　加圧流体供給ポート

４７　　シャフト

４８　　弁板

４９　　昇降ガイド部

４９ｓ　シャフト

４９ｂ　リニアブッシュ

５１　高周波振動発生器
５２　矢印（加振方向）
６０　直動シリンダーユニット
６１　筐体
６１ａ　加圧流体供給ポート
６１ｂ　加圧流体供給ポート
６２　シャフト
６２ｖ　矢印（シャフト移動方向）
６３　弁板
６５　押さえ部材
６６　ナックルジョイント
６７　ナックルジョイント
６８　先端部
６８ｖ　矢印（回動方向）
７１　チップ載置台
７２　凹み部
８１　エリアセンサーカメラ
８２　撮像用レンズ
８３　一点鎖線（画角）
９１　画像処理装置
９５　制御部
Ｓ　球面軸受
Ｗ　基板
Ｃ１～Ｃ４　デバイスチップ
Ｐ１～Ｐ４　電極パッド
ＣＰ　接合用ペースト

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、

前記基板を載置し支持するステージ部と、

前記複数の電極パッド上にボンディングする複数のデバイスチップを一度に保持するヘッド部と、

前記ステージ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、

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を備え、

前記ステージ部は、前記基板を支える支持部材のうち、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及びその外側に対応する部分が、透明体で構成されており、

前記接合領域観察部は、前記ステージ部の前記支持部材を挟むように前記ヘッド部と対向配置されており、

前記接合領域観察部で観察した画像を画像信号として取得する画像信号取得部と、

前記画像信号に基づいて、前記複数のデバイスチップと接する接合用ペーストの状態を検査する、ペースト状態検査部を備えた、

ボンディング装置。

[請求項2] 前記ペースト状態検査部は、前記複数のデバイスチップの周囲からはみ出した接合用ペーストのはみ出し寸法を検査する

ことを特徴とする、請求項１に記載のボンディング装置。

[請求項3] 前記複数の電極パッドの外周部からはみ出した前記接合用ペーストのはみ出し寸法について、はみ出し許容範囲を設定する、はみ出し許

容範囲設定部を備え、

前記ペースト状態検査部は、前記複数の電極パッドの外周部からはみ出した前記接合用ペーストのはみ出し寸法が、前記はみ出し許容範囲内であるかどうかを検査することを特徴とする、請求項２に記載のボンディング装置。

[請求項4] 前記ペースト状態検査部は、前記複数の電極パッドのうち少なくとも１つについて、検査した接合用ペーストのはみ出し寸法が前記はみ出し許容範囲外であれば、当該検査した接合用ペーストのはみ出し寸法が異常であることを通知することを特徴とする、請求項３に記載のボンディング装置。

[請求項5] 前記複数の電極パッドの外周部からはみ出した前記接合用ペーストのはみ出し寸法について、はみだし許容上限値を設定する、はみ出し許容上限値設定部を備え、

前記ペースト状態検査部において前記複数の電極パッドの外周部からはみ出した前記接合用ペーストが前記はみ出し許容上限値に達したと判定されれば、前記ヘッド部を上昇させる又は前記ヒータ部の加熱を止める、制御部を備えた

ことを特徴とする、請求項２～４のいずれかに記載のボンディング装置。

[請求項6] 前記ヘッド部を前記ステージ部側に向けてさらに加圧するヘッド加圧部と、

前記複数の電極パッドの外周部からはみ出した前記接合用ペーストのはみ出し寸法について、はみだし許容上限値を設定する、はみ出し許容上限値設定部を備え、

前記ペースト状態検査部において前記複数の電極パッドの外周部からはみ出した前記接合用ペーストが前記はみ出し許容上限値に達したと判定されれば、前記ヘッド加圧部の加圧を止める、制御部を備えたことを特徴とする、請求項２～５のいずれかに記載のボンディング装

置。

[請求項7] 前記ペースト状態検査部は、前記接合用ペーストの硬化反応状態を検査する

ことを特徴とする、請求項１に記載のボンディング装置。

[請求項8] 前記接合用ペーストの硬化反応状態の許容範囲を設定する、硬化反応状態許容範囲設定部を備え、

前記ペースト状態検査部は、前記接合用ペーストが、前記硬化反応状態の許容範囲内であるかどうかを検査することを特徴とする、請求項７に記載のボンディング装置。

[請求項9] 前記ペースト状態検査部は、前記複数の電極パッドのうち少なくとも１つについて、検査した接合用ペーストが前記硬化反応状態の許容範囲外であれば、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

ことを特徴とする、請求項８に記載のボンディング装置。

[請求項10] 前記接合用ペーストの硬化反応状態の許容上限値を設定する、硬化反応状態許容上限値設定部を備え、

前記ペースト状態検査部において前記接合用ペーストが前記硬化反応状態の許容上限値に達したと判定されれば、前記ヘッド部を上昇させる又は前記ヒータ部の加熱を止める、制御部を備えた

ことを特徴とする、請求項７～９のいずれかに記載のボンディング装置。

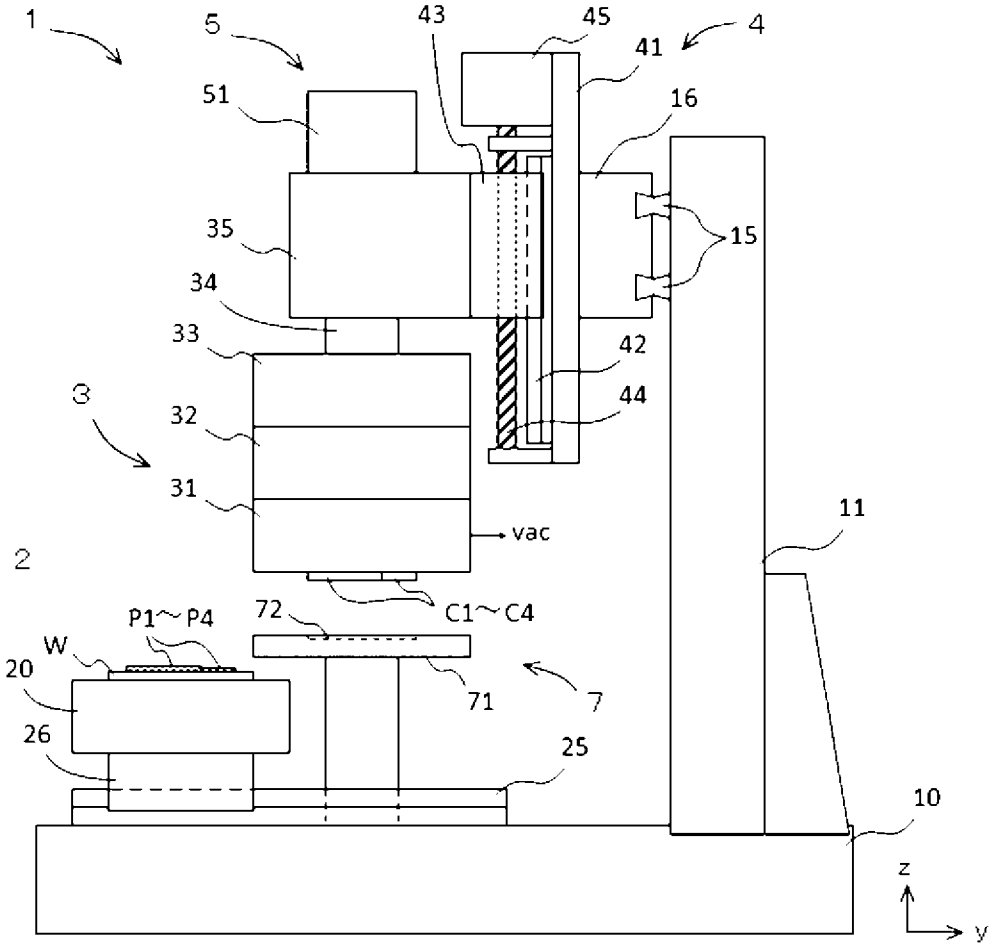
[請求項11] 前記ヘッド部を前記ステージ部側に向けてさらに加圧するヘッド加圧部をさらに備え、

前記接合用ペーストの硬化反応状態の許容上限値を設定する、硬化反応状態許容上限値設定部を備え、

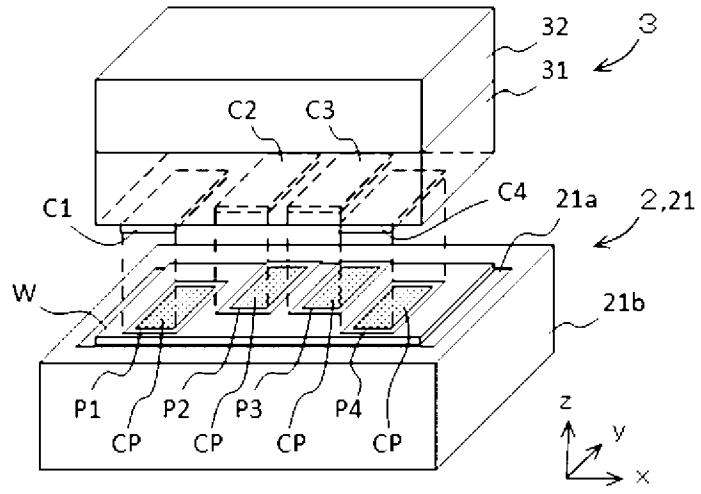
前記ペースト状態検査部において前記接合用ペーストが前記硬化反応状態の許容上限値に達したと判定されれば、前記ヘッド加圧部の加圧を止める、制御部を備えた

ことを特徴とする、請求項７～１０のいずれかに記載のボンディング装置。

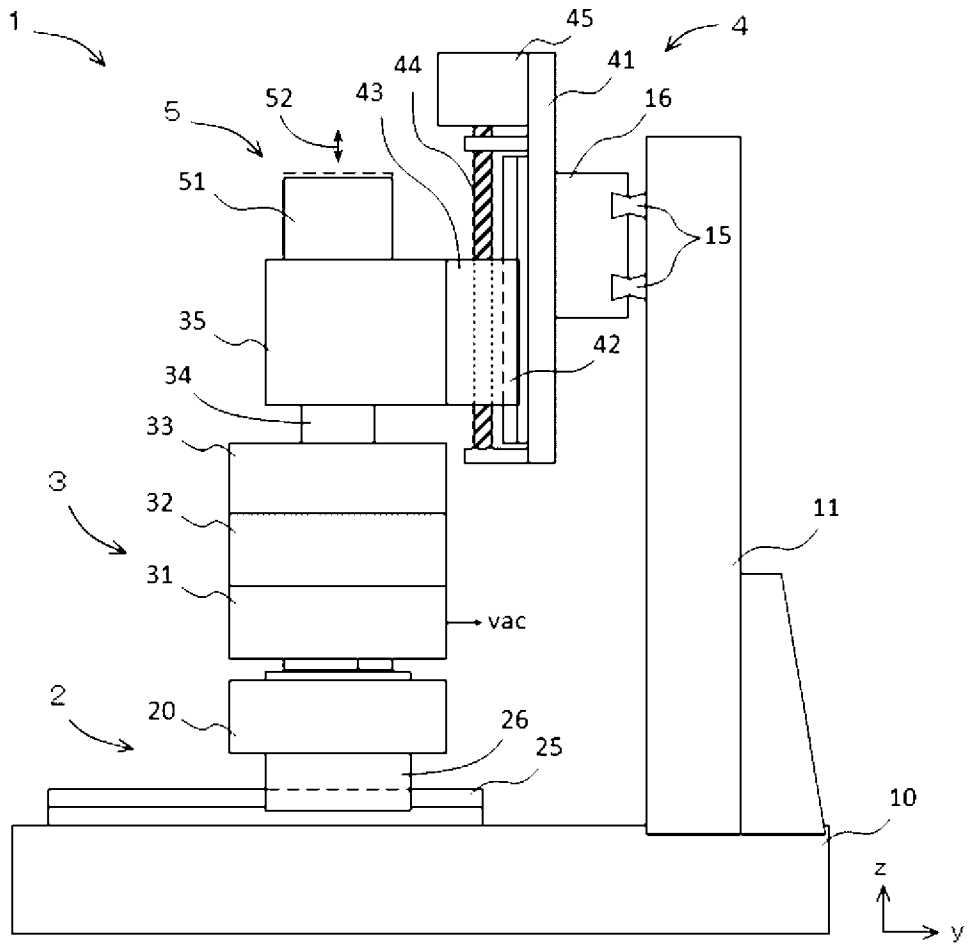
[図1]


1
5
43
45
4
41
51
16
35
15
34
33
42
3
44
32
31
vac
11
2
P1～P4
72
C1～C4
W
20
71
7
26
25
10
z
y

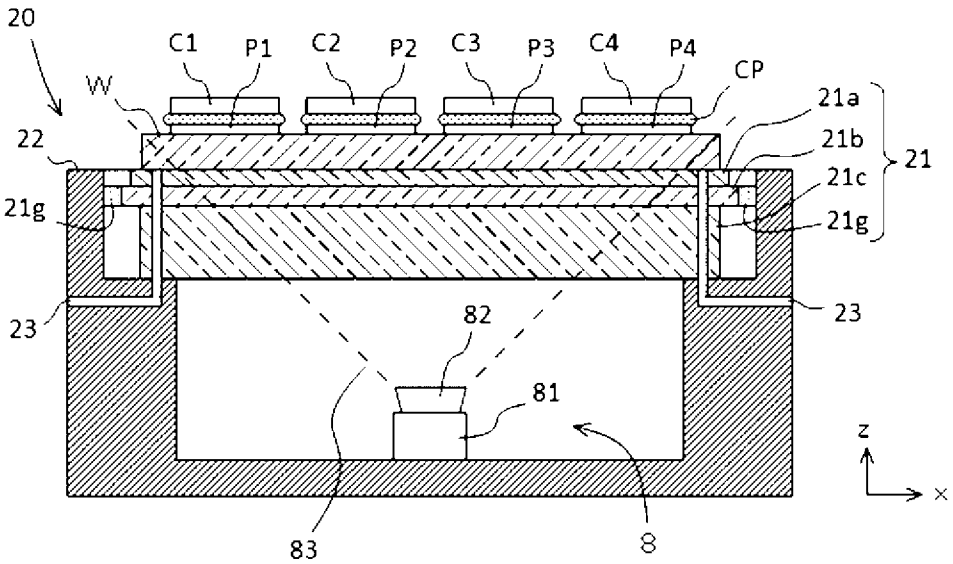
[図2]


32
3
31
C2
C3
C1
C4
21a
2,21
W
21b
P1
P2
P3
P4
CP
CP
CP
CP
z
y
x

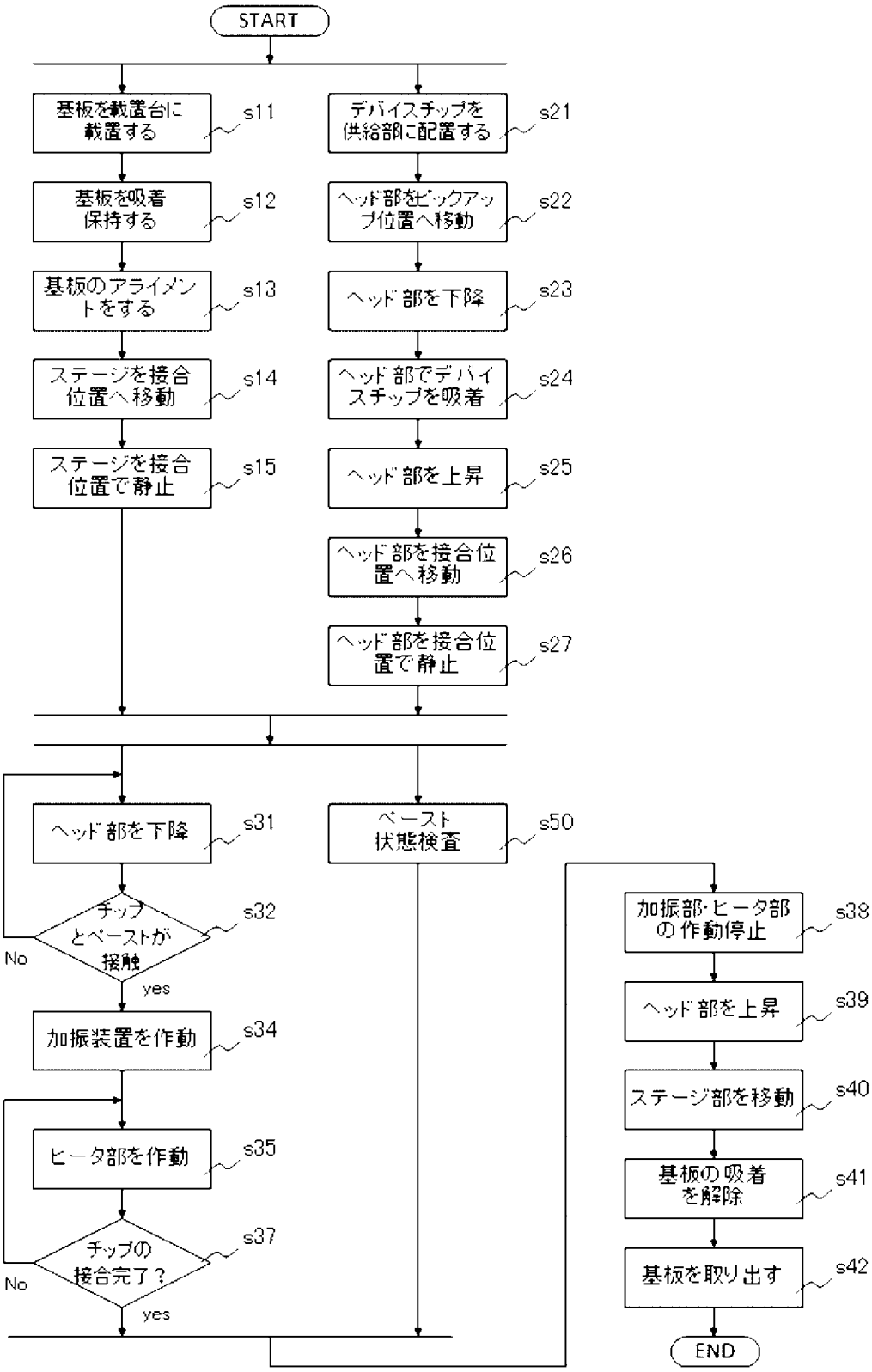
[図3]


1
45
4
44
41
5
52
43
16
51
15
35
42
34
33
3
32
11
31
vac
2
20
26
25
10
z
y

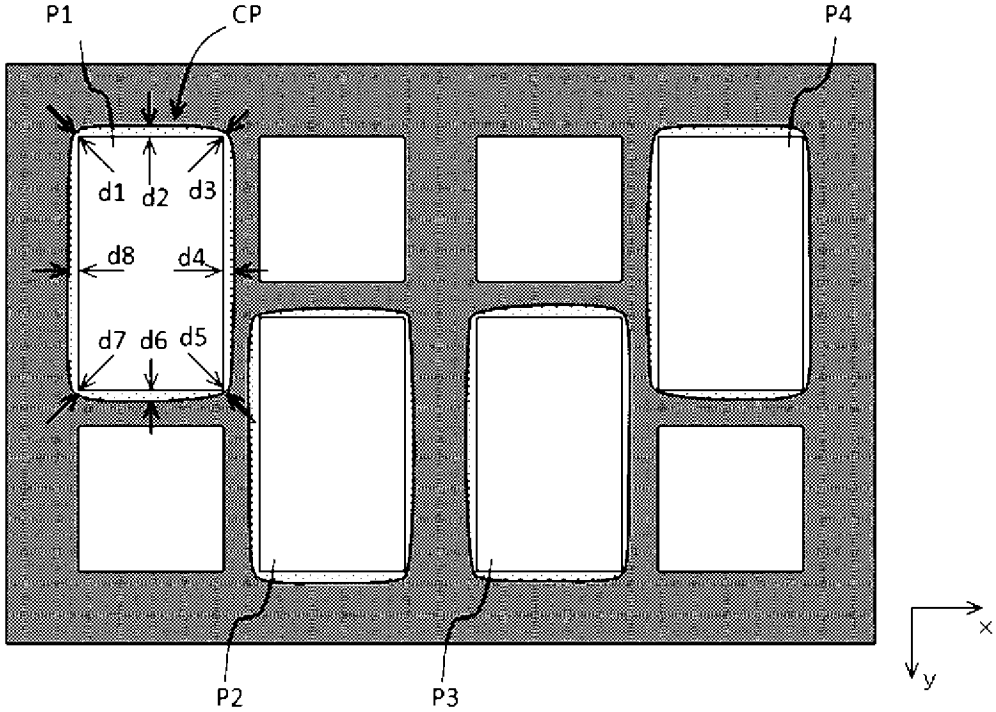
[図4]


20
C1
P1
C2
P2
C3
P3
C4
P4
CP
W
21a
22
21b
21
21c
21g
21g
23
23
82
81
z
x
83
8

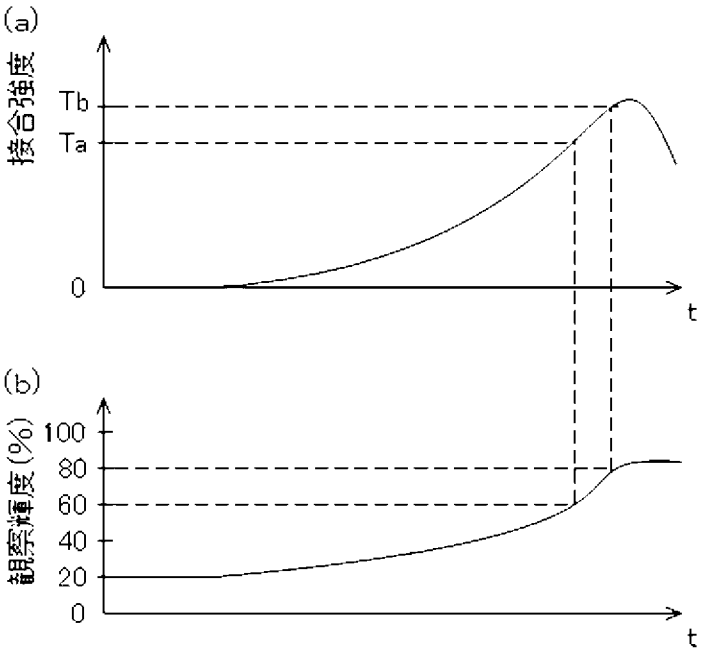
[図5]


START
基板を載置台に載置する
s11
基板を吸着保持する
s12
基板のアライメントをする
s13
ステージを接合位置へ移動
s14
ステージを接合位置で静止
s15
デバイスチップを供給部に配置する
s21
ヘッド部をピックアップ位置へ移動
s22
ヘッド部を下降
s23
ヘッド部でデバイスチップを吸着
s24
ヘッド部を上昇
s25
ヘッド部を接合位置へ移動
s26
ヘッド部を接合位置で静止
s27
ヘッド部を下降
s31
チップとペーストが接触
s32
No
yes
加振装置を作動
s34
ヒータ部を作動
s35
チップの接合完了？
s37
No
yes
ペースト状態検査
s50
加振部・ヒータ部の作動停止
s38
ヘッド部を上昇
s39
ステージ部を移動
s40
基板の吸着を解除
s41
基板を取り出す
s42
END

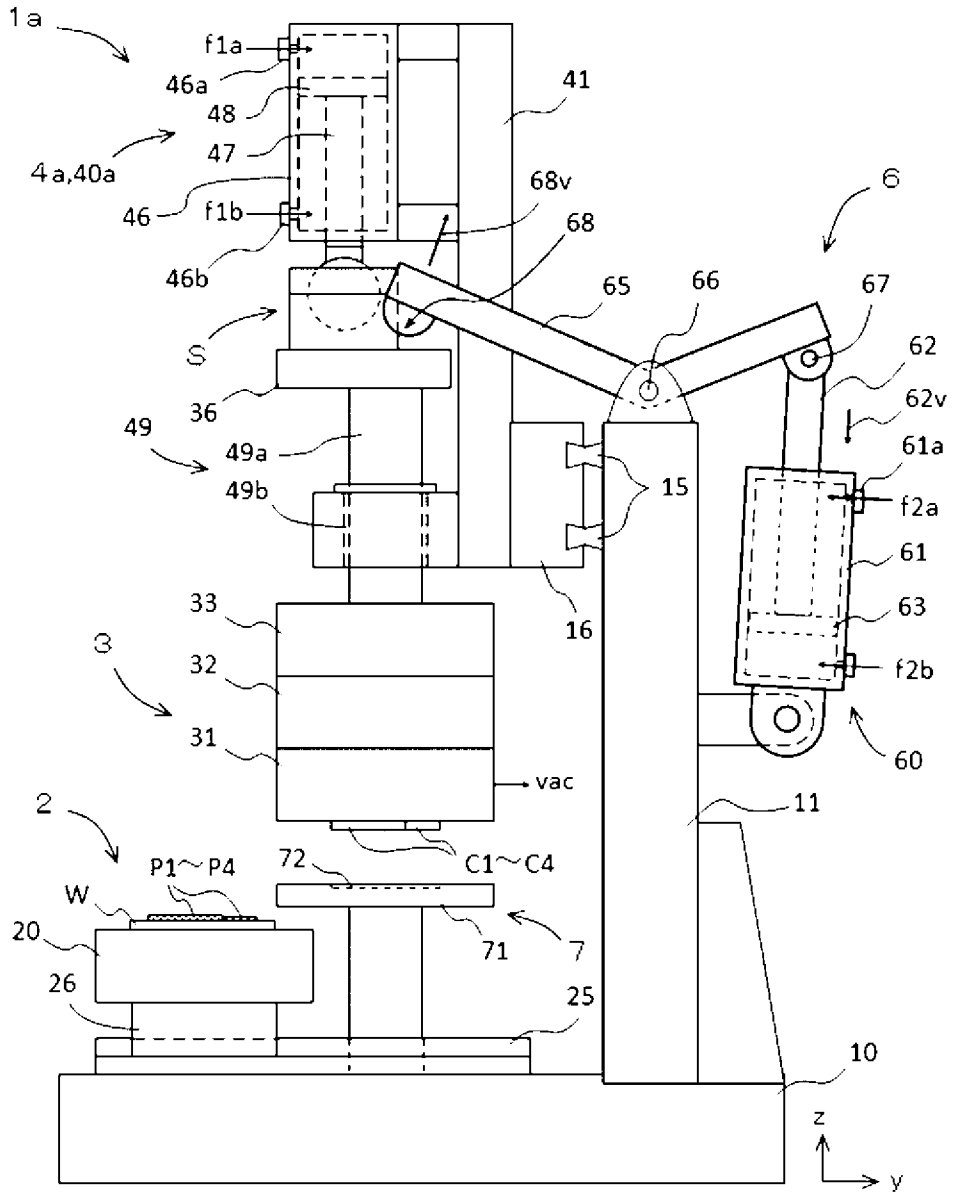
[図6]


P1
CP
P4
d1
d2
d3
d8
d4
d7
d6
d5
P2
P3
x
y

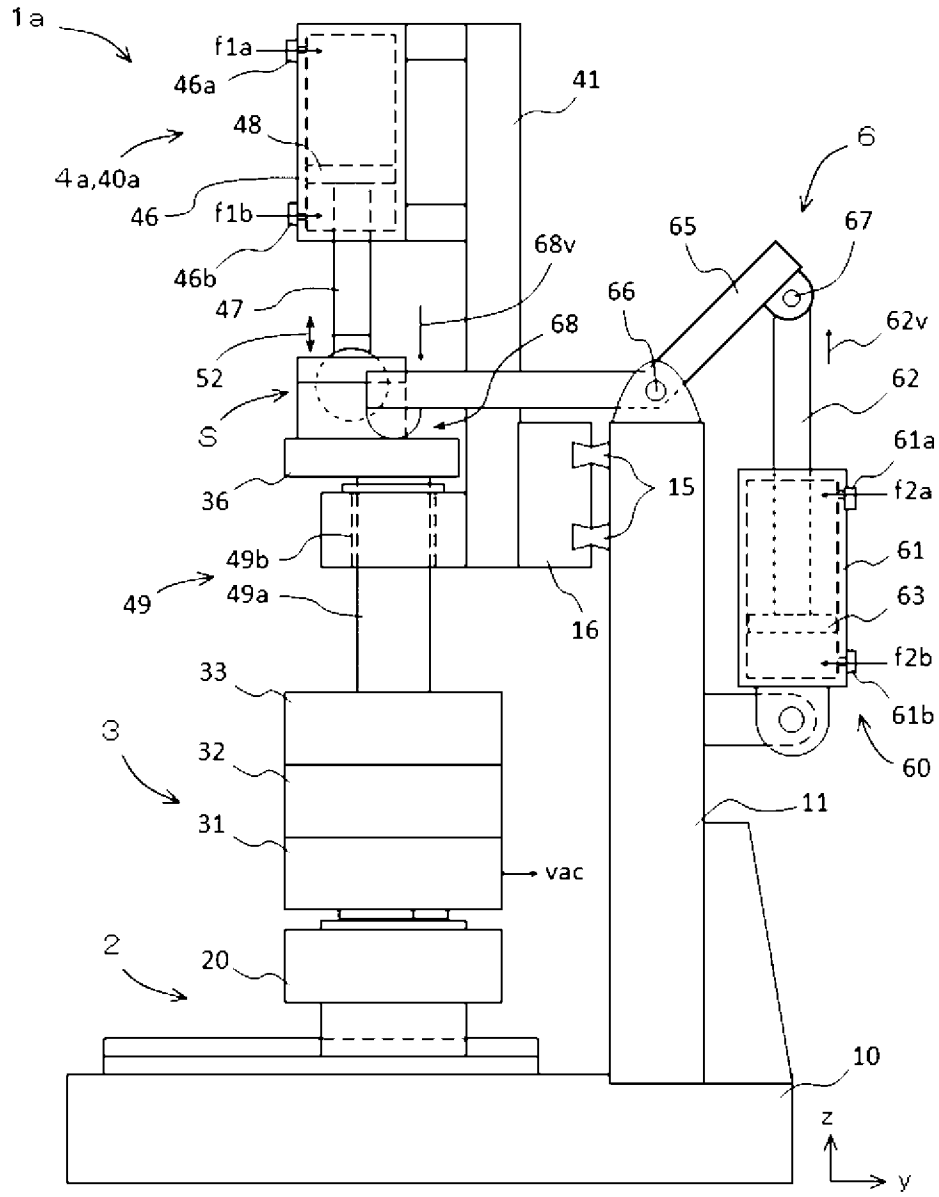
[図7]


(a)
接合強度
Tb
Ta
0
t
(b)
観察輝度(%)
100
80
60
40
20
0
t

[図8]


1a
f1a
46a
48
47
4a,40a
46
f1b
46b
S
36
49
49a
49b
33
32
31
3
2
P1~P4
W
20
26
72
C1~C4
71
7
vac
41
68v
68
65
66
67
6
62
62v
61a
f2a
61
63
f2b
60
15
16
11
10
25
z
y

[図9]


1a
f1a
46a
41
48
4a,40a
6
46
f1b
65
67
68v
46b
66
62v
47
68
52
62
S
61a
36
15
f2a
49b
61
49
49a
16
63
f2b
33
61b
3
32
60
31
11
vac
2
20
10
z
y

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/078542

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L21/52(2006.01)i, *H05K3/32*(2006.01)i, *H05K3/34*(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)
H01L21/52, H05K3/32, H05K3/34

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.
A	JP 2005-142537 A (Bondtech Inc.), 02 June 2005 (02.06.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2005-161783 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 23 June 2005 (23.06.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	WO 2006/118018 A1 (Toray Engineering Co., Ltd.), 09 November 2006 (09.11.2006), entire text; all drawings & JP 4768731 B2	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	Date of mailing of the international search report
19 January 2015 (19.01.15)	03 February 2015 (03.02.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０７８５４２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/52(2006.01)i, H05K3/32(2006.01)i, H05K3/34(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/52, H05K3/32, H05K3/34

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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
Ａ	ＪＰ　２００５－１４２５３７　Ａ　（有限会社ボンドテック）２００５．０６．０２、全文全図（ファミリーなし）	１－１１
Ａ	ＪＰ　２００５－１６１７８３　Ａ　（株式会社村田製作所）２００５．０６．２３、全文全図（ファミリーなし）	１－１１
Ａ	ＷＯ　２００６／１１８０１８　Ａ１　（東レエンジニアリング株式会社）２００６．１１．０９、全文全図 ＆　ＪＰ　４７６８７３１　Ｂ２	１－１１

☐　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	国際調査報告の発送日
１９．０１．２０１５	０３．０２．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｆ　９２７４
工藤　一光
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５１６