

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2024-17814

(P2024-17814A)

(43)公開日 令和6年2月8日(2024.2.8)

(51) 國際特許分類

FI

テーマコード（参考）

H 0 1 L 21/02 (2006.01)

H O 1 L

21/02

B

5 F 0 4 4

H 0 1 L 21/60 (2006.01)

H 0 1 L

21/60

3 2 1 Y

H 0 1 L

21/60

3 1 1 T

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全26頁)

(21)出願番号 特願2022-120714(P2022-120714)

(22)出願日 令和4年7月28日(2022.7.28)

(71)出願人	000001007
---------	-----------

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74)代理人	110003281
---------	-----------

弁理士法人大塚国際特許事務所

(72)発明者 船吉 一成

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

Fターム(参考)	5F044	PP17
----------	-------	------

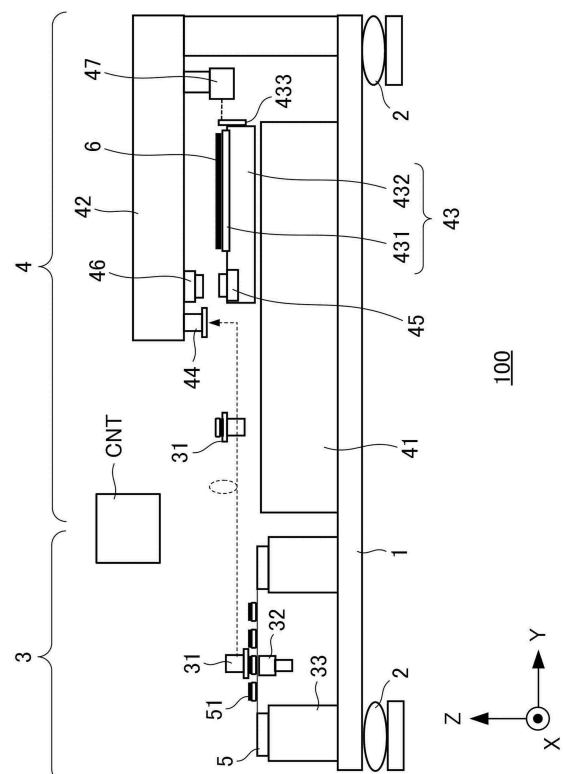
(54)【発明の名称】 接合装置、接合方法、および物品の製造方法

(57) 【要約】

【課題】第1部材と第2部材との接合後における第1部材のパターンと第2部材のパターンとの相対位置を得るために有利な技術を提供する。

【解決手段】第 1 パターンが設けられた第 1 被接合面を有する第 1 部材に、第 2 パターンが設けられた第 2 被接合面を有する第 2 部材を接合する接合装置は、前記第 1 被接合面を撮像する第 1 撮像部と、前記第 1 部材と前記第 2 部材とを位置合わせして接合する接合処理を制御する制御部と、を備え、前記制御部は、前記接合処理の後において、前記第 1 部材に接合された前記第 2 部材を前記第 1 撮像部により撮像して得られた画像に基づいて、前記第 1 部材に対する前記第 2 部材の特徴部の位置を示す特徴位置情報を取得し、事前に取得された前記第 2 部材の前記特徴部と前記第 2 パターンとの位置関係を示す位置関係情報と、前記特徴位置情報とに基づいて、前記接合処理後の前記第 1 パターンと前記第 2 パターンとの相対位置を推定する。

【選択図】図1



10

20

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 パターンが設けられた第 1 被接合面を有する第 1 部材に、第 2 パターンが設けられた第 2 被接合面を有する第 2 部材を接合する接合装置であって、

前記第 1 部材の前記第 1 被接合面を撮像する第 1 撮像部と、

前記第 2 部材の前記第 2 被接合面を撮像する第 2 撮像部と、

前記第 1 撮像部で得られた画像における前記第 1 パターンの位置と、前記第 2 撮像部で得られた画像における前記第 2 パターンの位置とに基づいて、前記第 1 部材と前記第 2 部材とを位置合わせして前記第 1 部材に前記第 2 部材を接合する接合処理を制御する制御部と、

10

を備え、

前記制御部は、前記接合処理の後において、

前記第 1 部材に接合された前記第 2 部材を前記第 1 撮像部により撮像して得られた画像に基づいて、前記第 1 部材に対する前記第 2 部材の特徴部の位置を示す特徴位置情報を取得し、

事前に取得された前記第 2 部材の前記特徴部と前記第 2 パターンとの位置関係を示す位置関係情報と、前記特徴位置情報とに基づいて、前記接合処理後の前記第 1 パターンと前記第 2 パターンとの相対位置を推定する、ことを特徴とする接合装置。

【請求項 2】

前記第 2 部材の前記特徴部は、前記第 2 被接合面を撮像して得られる画像と、前記第 2 被接合面の反対側の面を撮像して得られる画像との両方において確認することができる指標である、ことを特徴とする請求項 1 に記載の接合装置。

20

【請求項 3】

前記第 2 部材の前記特徴部は、前記第 2 部材の外縁である、ことを特徴とする請求項 1 に記載の接合装置。

【請求項 4】

前記第 2 部材の前記特徴部は、前記第 2 被接合面から前記第 2 被接合面の反対側の面に貫通する貫通孔である、ことを特徴とする請求項 1 に記載の接合装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記接合処理の前に前記第 2 撮像部で得られた画像に基づいて、前記特徴位置情報を取得する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の接合装置。

30

【請求項 6】

前記制御部は、前記位置関係情報に基づいて、前記特徴位置情報における前記第 2 部材の前記特徴部の位置を前記第 2 パターンの位置に換算することにより、前記相対位置を推定する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の接合装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記位置関係情報と前記特徴位置情報とに基づいて推定された前記相対位置を示す情報を出力する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の接合装置。

40

【請求項 8】

前記制御部は、前記位置関係情報と前記特徴位置情報とに基づいて推定された前記相対位置の評価結果を出力する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の接合装置。

【請求項 9】

前記制御部は、前記位置関係情報と前記特徴位置情報とに基づいて推定された前記相対位置の評価結果に応じて、前記第 1 部材から前記第 2 部材を分離する分離処理を実行する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の接合装置。

【請求項 10】

前記第 1 部材を保持する第 1 保持部と、

50

前記第 2 部材を保持する第 2 保持部と、を更に備え、

前記制御部は、前記第 1 保持部と前記第 2 保持部とを相対的に駆動することにより前記接合処理を制御する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の接合装置。

【請求項 1 1】

前記第 1 撮像部は、前記第 1 保持部によって前記第 1 部材が保持された状態で前記第 1 部材の前記第 1 被接合面を撮像可能に配置され、

前記第 2 撮像部は、前記第 2 保持部によって前記第 2 部材が保持された状態で前記第 2 部材の前記第 2 被接合面を撮像可能に配置されている、ことを特徴とする請求項 1 0 に記載の接合装置。

10

【請求項 1 2】

第 1 パターンが設けられた第 1 被接合面を有する第 1 部材に、第 2 パターンが設けられた第 2 被接合面を有する第 2 部材を接合する接合方法であって、

前記第 1 部材の前記第 1 被接合面を撮像する第 1 撮像工程と、

前記第 2 部材の前記第 2 被接合面を撮像する第 2 撮像工程と、

前記第 1 撮像工程で得られた画像における前記第 1 パターンの位置と、前記第 2 撮像工程で得られた画像における前記第 2 パターンの位置とに基づいて、前記第 1 部材と前記第 2 部材とを位置合わせして前記第 1 部材に前記第 2 部材を接合する接合工程と、

前記接合工程の後、前記第 1 部材に接合された前記第 2 部材を撮像して得られた画像に基づいて、前記第 1 部材に対する前記第 2 部材の特徴部の位置を示す特徴位置情報を取得する取得工程と、

20

事前に取得された前記第 2 部材の前記特徴部と前記第 2 パターンとの位置関係を示す位置関係情報と、前記特徴位置情報とに基づいて、前記第 1 部材と前記第 2 部材との接合後における前記第 1 パターンと前記第 2 パターンとの相対位置を推定する推定工程と、

を含むことを特徴とする接合方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の接合方法を用いて第 1 部材に第 2 部材を接合する工程と、

前記第 2 部材が接合された前記第 1 部材を加工する工程と、

加工された前記第 1 部材から物品を製造する工程と、

を含むことを特徴とする物品の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、接合装置、接合方法、および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

特許文献 1 には、チップを基板に超音波接合するときのチップおよび基板の歪量を計測することにより、チップと基板との接合状態の良否を判定する方法が記載されている。また、特許文献 2 には、基板と半導体チップとの接合部を側面から撮像して得られた画像に基づいて、基板に対する半導体チップの傾きを計測することにより、基板と半導体チップとの接合部の良否を検査する方法が記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開 2 0 2 1 - 1 9 0 5 2 7 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 1 - 1 6 9 8 1 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

第 1 部材と第 2 部材とを接合する接合装置では、第 1 部材と第 2 部材との接合後におい

50

て、第 1 部材の被接合面に設けられたパターンと第 2 部材の被接合面に設けられたパターンとの相対位置のずれを低減することが重要である。しかしながら、第 1 部材と第 2 部材との接合後では、第 1 部材および第 2 部材の被接合面を外観から確認することができない。そのため、接合後における第 1 部材のパターンと第 2 部材のパターンとの相対位置を容易に且つ精度よく得ることが困難であった。特許文献 1 ~ 2 に記載された方法では、第 1 部材（基板）と第 2 部材（チップ）との接合の良否を外観基準で判定しているだけであり、接合後における第 1 部材のパターンと第 2 部材のパターンとの相対位置を得ることができない。

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、第 1 部材と第 2 部材との接合後における第 1 部材のパターンと第 2 部材のパターンとの相対位置を得るために有利な技術を提供することを目的とする。 10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての接合装置は、第 1 パターンが設けられた第 1 被接合面を有する第 1 部材に、第 2 パターンが設けられた第 2 被接合面を有する第 2 部材を接合する接合装置であって、前記第 1 部材の前記第 1 被接合面を撮像する第 1 撮像部と、前記第 2 部材の前記第 2 被接合面を撮像する第 2 撮像部と、前記第 1 撮像部で得られた画像における前記第 1 パターンの位置と、前記第 2 撮像部で得られた画像における前記第 2 パターンの位置とに基づいて、前記第 1 部材と前記第 2 部材とを位置合わせして前記第 1 部材に前記第 2 部材を接合する接合処理を制御する制御部と、を備え、前記 20 制御部は、前記接合処理の後において、前記第 1 部材に接合された前記第 2 部材を前記第 1 撮像部により撮像して得られた画像に基づいて、前記第 1 部材に対する前記第 2 部材の特徴部の位置を示す特徴位置情報を取得し、事前に取得された前記第 2 部材の前記特徴部と前記第 2 パターンとの位置関係を示す位置関係情報と、前記特徴位置情報とに基づいて、前記接合処理後の前記第 1 パターンと前記第 2 パターンとの相対位置を推定する、ことを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

本発明の更なる目的又はその他の側面は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施形態によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

30

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、例えば、第 1 部材と第 2 部材との接合後における第 1 部材のパターンと第 2 部材のパターンとの相対位置を得るために有利な技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】第 1 実施形態の接合装置を示す概略図

【図 2】ステージを + Z 方向からみた図

【図 3】ダイを撮像している様子、およびダイの構成例を示す概略図

【図 4】実施例 1 における接合装置の動作フローを示すフローチャート

【図 5】ウェーハ 6 とダイ 5 1 との接合を模式的に示す図

40

【図 6】実施例 1（変形例）における接合装置の動作フローを示すフローチャート

【図 7】第 2 実施形態の接合装置を示す概略図

【図 8】実施例 3 における接合装置の動作フローを示すフローチャート

【図 9】実施例 4 における接合装置の動作フローを示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。なお、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが発明に必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同 50

一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

【0011】

本明細書及び添付図面では、典型的には、水平面に平行な面をX Y平面とするX Y Z座標系で方向を示す。X Y Z座標系におけるX軸、Y軸及びZ軸のそれぞれに平行な方向をX方向、Y方向及びZ方向とし、X軸周りの回転、Y軸周りの回転及びZ軸周りの回転のそれぞれを、 θX 、 θY 及び θZ とする。X軸、Y軸、Z軸に関する制御及び駆動（移動）は、それぞれ、X軸に平行な方向、Y軸に平行な方向、Z軸に平行な方向に関する制御又は駆動（移動）を意味する。また、 θX 軸、 θY 軸、 θZ 軸に関する制御又は駆動は、それぞれ、X軸に平行な軸周りの回転、Y軸に平行な軸周りの回転、Z軸に平行な軸周りの回転に関する制御又は駆動を意味する。

10

【0012】

後述する実施形態では、半導体デバイスが形成されたウェーハ（基板）を第1部材（第1被接合物）として用い、半導体デバイスが形成されたウェーハを個片化して得られるダイ（チップ）を第2部材（第2被接合物）として用いる例を説明する。但し、第1部材および第2部材は、これらの被接合物に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

【0013】

第1部材としては、パターン（第1パターン）が設けられた被接合面（第1被接合面）を有する基板が用いられうる。当該基板としては、例えば、半導体デバイスが形成されたウェーハの他に、シリコンウェーハ、配線が形成されたシリコンウェーハ、ガラスウェーハ、配線が形成されたガラスパネル、配線が形成された有機パネル（PCB）、金属パネルなどが挙げられる。当該基板としては、1以上のダイが既に接合されているウェーハであってもよい。

20

【0014】

第2部材としては、パターン（第2パターン）が設けられた被接合面（第2被接合面）を有するチップが用いられうる。当該チップとしては、例えば、半導体デバイスが形成されたウェーハを個片化して得られるダイの他に、いくつかのダイを積み重ねたものや、材料の小片、光学素子、MEMSや構造物などが挙げられる。

【0015】

また、後述する実施形態では、第1部材と第2部材との接合方式として、様々な仮接合または永久接合の方式を適用することができる。例えば、接合方式としては、接着剤による接合、仮接着剤による仮接合、ハイブリッドボンディングによる接合、原子拡散接合、真空貼り合わせ、パンプ接合などが挙げられる。

30

【0016】

次に、後述する実施形態の産業上の適用例について説明する。

第1の適用例としては、積層メモリの製造が挙げられる。後述する実施形態の接合装置を積層メモリの製造に適用する場合、半導体デバイスであるメモリが形成されたウェーハ（基板）が第1部材として用いられ、メモリが形成されたダイ（チップ）が第2部材として用いられる。例えば、8層のメモリ層を有する積層メモリの製造では、8層目のメモリ層として形成された第2部材（ダイ）が、既に7層のメモリ層を有する第1部材（基板）の上に接合される。なお、積層メモリの最終層は、メモリ層でなく、メモリを駆動するためのドライバが形成された層であってもよい。

40

【0017】

第2の適用例としては、プロセッサのヘテロジニアス・インテグレーションが挙げられる。従来のプロセッサとしては、1つの半導体素子の中にロジック回路やSRAM（Random Access Memory）などを構成したSoC（System on Chip）が主流であった。それに対し、ヘテロジニアス・インテグレーションは、複数種類の素子を、各素子に最適なプロセスを適用して別々のウェーハで作成し、それらを接合してプロセッサを製造するものである。これにより、プロセッサのコストダウンと歩留まり向上とを実現することができる。後述する実施形態の接合装置をヘテロジニアス・インテグレーションに適用す

50

る場合、半導体デバイスであるロジックデバイスが形成されたウェーハ（基板）が第 1 部材として用いられる。そして、プロービング後に個片化された S R A M やアンテナ、ドライバなどのダイ（チップ）が第 2 部材として用いられる。ヘテロジニアス・インテグレーションでは、例えば、互いに異なる種類のダイが順次接合されていくため、第 1 部材への接合物が順次増えていくこととなる。具体的には、S R A M を有するダイを、ロジックウェーハ上に接合する場合は、ロジックウェーハが第 1 部材となり、S R A M を有するダイが第 2 部材となる。また、S R A M の上に形成すべき素子を有するダイを、S R A M を有するダイの上に接合する場合は、ロジックウェーハと S R A M を有するダイとの接合物が第 1 部材となり、当該素子を有するダイが第 2 部材となる。なお、複数のダイを重ねて接合していく場合、接合の順番としては、ボンディングヘッドが接合済みのダイと干渉しないように、薄いダイから接合していくことが望ましい。

10

【 0 0 1 8 】

第 3 の適用例としては、シリコンインターポーザを用いた 2 . 5 D 接合が挙げられる。シリコンインターポーザとは、シリコンウェーハ上に配線が形成されたものである。2 . 5 D 接合とは、シリコンインターポーザ上に複数種類のダイを接合し、インターポーザ上の配線によって複数種類のダイ同士の電気的な接続を行うものである。後述する実施形態の接合装置を 2 . 5 D 接合に適用する場合、配線が形成されたシリコンウェーハが第 1 部材として用いられ、個片化されたダイが第 2 部材として用いられる。2 . 5 D 接合では、例えば、複数種類のダイがシリコンインターポーザに接合されていくため、1 以上のダイが接合済みであるシリコンインターポーザの構造物が第 1 部材として扱われることがある。なお、複数種類のダイをシリコンインターポーザに接合していく場合、接合の順番としては、ボンディングヘッドが接合済みのダイと干渉しないように、薄いダイから接合していくことが望ましい。

20

【 0 0 1 9 】

第 4 の適用例としては、有機インターポーザ、もしくはガラスインターポーザを用いた 2 . 1 D 接合が挙げられる。有機インターポーザとは、パッケージ基板として用いられる有機パネル（P C B 基板、C C L 基板）上に配線が形成されたものである。ガラスインターポーザとは、ガラスパネル上に配線が形成されたものである。2 . 1 D 接合とは、有機インターポーザもしくはガラスインターポーザ上に複数種類のダイを接合し、インターポーザ上の配線によって複数種類のダイ同士の電気的な接続を行うものである。後述する実施形態の接合装置を 2 . 1 D 接合に適用する場合、有機インターポーザを用いた 2 . 1 D 接合では、配線が形成された有機パネルが第 1 部材として用いられ、個片化されたダイが第 2 部材として用いられる。一方、ガラスインターポーザを用いた 2 . 1 D 接合では、配線が形成されたガラスパネルが第 1 部材として用いられ、個片化されたダイが第 2 部材として用いられる。2 . 1 D 接合では、例えば、複数種類のダイが有機インターポーザまたはガラスインターポーザに接合されていくため、1 以上のダイが接合済みである有機インターポーザまたはガラスインターポーザの構造物が第 1 部材として扱われることがある。なお、複数種類のダイをインターポーザに接合していく場合、接合の順番としては、ボンディングヘッドが接合済みのダイと干渉しないように、薄いダイから接合していくことが望ましい。

30

40

【 0 0 2 0 】

第 5 の適用例としては、ファンアウトパッケージ製造工程の仮接合が挙げられる。例えば、半導体製造工程に適用されるアドバンストパッケージとしてのファンアウトパッケージには、ファンアウトウェーハレベルパッケージや、ファンアウトパネルレベルパッケージがある。ファンアウトウェーハレベルパッケージとは、個片化されたダイをモールド樹脂でウェーハ状に再構成してパッケージ化するものである。ファンアウトパネルレベルパッケージとは、個片化されたダイをモールド樹脂でパネル状に再構成してパッケージ化するものである。このようなファンアウトパッケージでは、パッケージ化する際に、ダイからパンプへの再配線形成、もしくは異種ダイ同士を接合する再配線が、モールドニングされた再構成基板上に形成される。このとき、ダイの配列精度が低いと、ステップアンドリ

50

ピート方式の露光装置を用いて再配線パターンを転写する際に、再配線パターンをダイに高精度に位置合わせすることが困難になりうる。そのため、ファンアウトパッケージでは、複数のダイを精度よく配列することが求められている。後述する実施形態の接合装置をファンアウトパッケージ製造工程に適用する場合、金属パネルが第1部材として用いられ、個片化されたダイが第2部材として用いられる。具体的には、接合装置を用いて、個片化された複数のダイが、仮接合剤によって金属パネルへ順次仮接合される。その後、金属パネル上に仮接合された複数のダイが、モールド装置によってウェーハ形状もしくはパネル形状にモルディングされ、モルディング後の複数のダイが金属パネルから剥離される。これにより、複数のダイが配列された再構成ウェーハもしくは再構成パネルが製造される。なお、ファンアウトパッケージ製造工程では、モルディング工程において複数のダイの配列が変化しうる。そのため、接合装置を用いて金属パネル上に複数のダイを仮接合する際、モルディング工程で生じる当該配列の変化が補正されるように、金属パネル上への各ダイの接合位置を調整することが望ましい。

10

【0021】

第6の適用例としては、異種基板接合が挙げられる。例えば、赤外画像センサでは、光を受光するセンサ部に、高感度材料として知られているInGaAsが使用され、データを取り出すロジック回路に、高速処理が可能なシリコンが使用される。これにより、高感度で高速な赤外画像センサを製造することができる。しかしながら、InGaAsの結晶は、4インチなどの小径しか量産化されておらず、シリコンウェーハで主流となっている300mmよりも小型である。そのため、ロジック回路を形成した300mmシリコンウェーハの上に、InGaAs基板を個片化して得られるダイを接合する方法が提案されている。このように、異なる材料からなり且つ基板サイズが違うもの同士を接合する異種基板接合においても、後述する実施形態の接合装置を適用することができる。接合装置を異種基板接合に適用する場合、シリコンウェーハなどの大口径の基板が第1部材として用いられ、InGaAsなどの材料のダイ（小片）が第2部材として用いられる。なお、InGaAsなどの材料のダイ（小片）は、結晶をスライスしたものであってもよいが、四角形に切り出しておくことが望ましい。

20

【0022】

<第1実施形態>

本発明に係る第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態の接合装置100を示す概略図である。図1においては、ウェーハ6（基板）を保持する、後述のステージ43の保持面と垂直な方向をZ方向とし、ステージ43の保持面と平行な面内において互いに直交する方向をX方向およびY方向とする。接合装置100は、第1部材（第1被接合物）であるウェーハ6上の所定の位置に、第2被接合物である複数のダイ51の各々を順次接合する装置である。複数のダイ51は、ダイシングフレーム5に貼られたダイシングテープ上に配置されている。

30

【0023】

本実施形態の場合、接合装置100は、図1に示すように、ピックアップ部3と、ボンディング部4と、制御部CNTとを含む。ピックアップ部3およびボンディング部4は、マウント2によって制振されたベース1の上に搭載されている。本実施形態では、ピックアップ部3とボンディング部4とが同一のベース1の上に搭載されているが、別々のベース上に個別に搭載されていてもよい。

40

【0024】

ピックアップ部3は、ピックアップヘッド31とリリースヘッド32とフレーム保持部33とを含み、ダイシングフレーム5に貼られたダイシングテープからダイ51を1つずつピックアップする。フレーム保持部33は、ダイシングフレーム5を保持する。リリースヘッド32は、ピックアップする対象のダイ51を他のダイより上側に突出するように、ダイシングフレーム5に貼られたダイシングテープの裏側から対象のダイ51を押し上げる。このとき、当該対象のダイ51が、ダイシングテープから部分的に剥離される。ピックアップヘッド31は、リリースヘッド32により押し上げられた対象のダイ51を真

50

空力等で保持（吸着）し、ダイシングテープから対象のダイ５１を剥離（分離）する。ピックアップヘッド３１は、ピックアップ部３からボンディング部４に移動可能に構成されている。ピックアップヘッド３１は、ピックアップ部３からボンディング部４へ移動している途中で、ダイ５１の上下が反転するように回転（フリップチップ）し、後述のボンディングヘッド４４にダイ５１を受け渡す。ここで、ピックアップヘッド３１は、ダイ５１の被接合面（第２被接合面）に接触することになる。そのため、ハイブリッドボンディングなど表面を活性化させて接合する接合方法に対応させる場合には、ダイヤモンドライクカーボン（ＤＬＣ）コートや、フッ素コートなどの安定性の高い表面処理をダイ５１の被接合面に施しておくといよい。

【００２５】

10

ボンディング部４は、ステージ４３と、ボンディングヘッド４４と、ダイ観察カメラ４５と、ウェーハ観察カメラ４６と、干渉計４７とを含む。ステージ４３はステージ定盤４１上を移動可能に構成されており、ダイ観察カメラ４５はステージ４３に搭載されている。また、ボンディングヘッド４４、ウェーハ観察カメラ４６、および干渉計４７は、上部ベース４２に搭載されている。

【００２６】

まず、ステージ定盤４１上の構成について説明する。ステージ定盤４１上には、ステージ４３およびダイ観察カメラ４５が設けられている。

【００２７】

ステージ４３（第１保持部）は、真空力等によりウェーハ６（基板）をＸＹ方向に平行な保持面で保持するチャック４３１と、チャック４３１（ウェーハ６）を駆動する駆動機構４３２とを含む。駆動機構４３２は、リニアモータ等のアクチュエータを含み、ＸＹ方向およびθＺ方向にウェーハ６を駆動可能に構成されている。駆動機構４３２は、Ｚ方向にウェーハ６を駆動可能に構成されてもよい。ウェーハ６とダイ５１とのθＺ方向への相対的な回転動作は、ステージ４３によりウェーハ６を回転させることで行われてもよいが、それに加えて又は代えて、後述のボンディングヘッド４４によりダイ５１を回転させることで行われてもよい。また、ステージ４３には、ＸＹ方向におけるステージ４３の位置を計測するためのミラー４３３が設けられている。ミラー４３３は、ＸＹ方向におけるステージ４３の位置を計測する後述の干渉計４７のターゲットとなる。

20

【００２８】

30

ダイ観察カメラ４５（第２撮像部）は、ダイ５１の被接合面（第２被接合面）を観察するためのカメラであり、ダイ５１がボンディングヘッド４４（第２保持部）によって保持されている状態で当該ダイ５１の被接合面を撮像可能に配置されうる。本実施形態では、ダイ観察カメラ４５は、ステージ４３に搭載されており、ステージ４３の移動に従ってＸＹ方向に移動可能である。ダイ観察カメラ４５は、ダイ５１の被接合面に設けられたパターン（第２パターン）の位置を示す情報、および、ダイ５１の特徴部とダイ５１の被接合面に設けられたパターンとの位置関係を示す情報を取得（計測）するために用いられる。

【００２９】

ダイ５１の特徴部とは、例えば、ダイ５１の被接合面を撮像して得られる画像と、ダイ５１の背面（被接合面の反対側の面）を撮像して得られる画像との両方において確認することができる指標である。つまり、ダイ５１の特徴部は、ダイ５１の被接合面および背面の両方において位置の基準にすることができる指標である。具体的には、ダイ５１の特徴部としては、ダイ５１の外縁、および／または、ダイ５１の被接合面から背面に貫通する貫通ビア（貫通孔）が挙げられる。

40

【００３０】

また、ダイ観察カメラ４５は、ダイ５１の被接合面における複数点の高さ方向（Ｚ方向）の距離、即ち、ダイ５１の被接合面の高さ分布を計測するためにも用いられる。つまり、ダイ観察カメラ４５は、ボンディングヘッド４４によって保持されているダイ５１の高さ方向の位置、傾き、および／または被接合面の平坦度を計測するために用いられうる。なお、本実施形態において、ダイ５１の被接合面に設けられたパターンは、回路パターン

50

に加えて、ダイ 5 1 の位置を計測するためのマークも含むものと定義されうる。

【 0 0 3 1 】

次に、上部ベース 4 2 に搭載されている機構について説明する。上部ベース 4 2 には、ボンディングヘッド 4 4、ウェーハ観察カメラ 4 6、および干渉計 4 7 が搭載されている。

【 0 0 3 2 】

ボンディングヘッド 4 4（第 2 保持部）は、ピックアップヘッド 3 1 から受け渡されたダイ 5 1 を真空力等で保持するとともに、ダイ 5 1 を - Z 方向に駆動してウェーハ 6 にダイ 5 1 を接合する。本実施形態では、ウェーハ 6 へのダイ 5 1 の接合は、ボンディングヘッド 4 4 でダイ 5 1 を - Z 方向に駆動することで行われるが、それに限られるものではない。例えば、ウェーハ 6 へのダイ 5 1 の接合は、ステージ 4 3 でウェーハ 6 を + Z 方向に駆動することで行われてもよいし、ボンディングヘッド 4 4 およびステージ 4 3 によりダイ 5 1 とウェーハ 6 とを相対的に駆動することで行われてもよい。

10

【 0 0 3 3 】

ウェーハ観察カメラ 4 6（第 1 撮像部）は、ウェーハ 6 の被接合面（第 1 被接合面）を観察するためのカメラであり、ウェーハ 6 がステージ 4 3（第 1 保持部）によって保持されている状態で当該ウェーハ 6 を撮像可能に配置されうる。ウェーハ観察カメラ 4 6 は、ウェーハ 6 の被接合面に設けられたパターン（第 1 パターン）の位置を示す情報、および、ウェーハ 6 とダイ 5 1 との接合後におけるウェーハ 6 に対するダイ 5 1 の特徴部の位置を示す情報を取得（計測）するために用いられる。また、ウェーハ観察カメラ 4 6 は、ウェーハ 6 の被接合面における複数点の高さ方向（Z 方向）の距離、即ち、ウェーハ 6 の被接合面の高さ分布を計測するためにも用いられる。つまり、ウェーハ観察カメラ 4 6 は、ステージ 4 3 によって保持されているウェーハ 6 の高さ方向の位置、傾き、および / または被接合面の平坦度を計測するために用いられうる。また、干渉計 4 7 は、ステージ 4 3 に設けられたミラー 4 3 3 に光を照射し、当該ミラー 4 3 3 からの反射光に基づいて、ステージ 4 3 の位置を計測する。

20

【 0 0 3 4 】

ここで、本実施形態の接合装置 1 0 0 は、ピックアップヘッド 3 1 が回転（フリップチップ）してボンディングヘッド 4 4 にダイ 5 1 を受け渡すように構成されているが、それに限られるものではない。例えば、ピックアップヘッド 3 1 とボンディングヘッド 4 4 との間に 2 つ以上のダイ保持部を設け、当該 2 つ以上のダイ保持部にダイ 5 1 の受け渡しを行うことによってフリップチップした後で、ボンディングヘッド 4 4 にダイ 5 1 を受け渡してもよい。また、ピックアップ部 3 とボンディング部 4 との間でボンディングヘッド 4 4 を駆動する駆動機構を設け、ボンディングヘッド 4 4 自体がボンディング部 4 にダイ 5 1 を受け取りに行くように構成されてもよい。また、生産性を向上するため、複数のピックアップ部 3、複数のピックアップヘッド 3 1、複数のリリースヘッド 3 2、複数のボンディングヘッド 4 4 が接合装置 1 0 0 に備えられていてもよい。

30

【 0 0 3 5 】

制御部 C N T は、例えば C P U（Central Processing Unit）等のプロセッサやメモリ等の記憶部を有するコンピュータ（情報処理装置）で構成され、接合装置 1 0 0 の各部を制御することによって接合処理を制御する。接合処理は、ウェーハ 6 のパターン（第 1 パターン）とダイ 5 1 のパターン（第 2 パターン）とが重なり合うようにウェーハ 6 とダイ 5 1 とを位置合わせして、ウェーハ 6 にダイ 5 1 を接合する処理である。具体的には、制御部 C N T は、ウェーハ観察カメラ 4 6 で撮像されたウェーハ 6 の被接合面（第 1 被接合面）の画像に基づいて、ウェーハ 6 の被接合面に設けられたパターン（第 1 パターン）の位置を求める。また、制御部 C N T は、ダイ観察カメラ 4 5 で撮像されたダイ 5 1 の被接合面（第 2 被接合面）の画像に基づいて、ダイ 5 1 の被接合面に設けられたパターン（第 2 パターン）の位置を求める。これにより、制御部 C N T は、ウェーハ 6 のパターンの位置およびダイ 5 1 のパターンの位置に基づいて、接合処理を制御することができる。

40

【 0 0 3 6 】

50

図 2 は、ステージ 4 3 を + Z 方向からみた図である。ウェーハ 6 は、チャック 4 3 1 により保持されている。2 次元的な位置決めを行うため、ステージ 4 3 には、X 方向および θ Z 方向（回転方向）の位置測定を行うためのバーミラー 4 3 3 x と、Y 方向の位置測定を行うためのバーミラー 4 3 3 y とが備えられている。バーミラー 4 3 3 x は、X 方向の位置測定を行う干渉計 4 7 a および干渉計 4 7 c のターゲットとなる。干渉計 4 7 a および干渉計 4 7 c は Y 方向に互いに離れて配置されており、干渉計 4 7 a の計測結果と干渉計 4 7 c との計測結果との差分によってステージ 4 3 の回転量（ θ Z 方向）を求めることができる。バーミラー 4 3 3 y は、Y 方向の位置測定を行う干渉計 4 7 b のターゲットとなる。干渉計 4 7 a ~ 4 7 c は、リアルタイムにステージ 4 3 の X 方向の位置、Y 方向の位置、および θ Z 方向の回転量を測定する。これにより、制御部 C N T は、リアルタイムにステージ 4 3 の駆動をフィードバック制御し、2 次元的に高精度にステージ 4 3 の位置決めを行うことができる。本実施形態の接合装置 1 0 0 では、干渉計 4 7 a ~ 4 7 c による高精度な位置測定と、その結果に基づいたステージ 4 3 の駆動機構のフィードバック制御とが、ステージ 4 3 の位置決め機構として機能しうる。

10

【 0 0 3 7 】

また、ステージ 4 3 には、複数のマーク 4 3 4 a ~ 4 3 4 c を有する基準プレート 4 3 4 が搭載されている。基準プレート 4 3 4 は、熱膨張率が低い材料で構成され、高い位置精度で形成（描画）されたマーク 4 3 4 a ~ 4 3 4 c を有する。例えば、基準プレート 4 3 4 は、石英基板の上に、半導体リソグラフィ工程の描画方法を用いてマークが描画されたものが使用されうる。基準プレート 4 3 4 は、その上面がステージ 4 3（チャック 4 3 1）に保持されたウェーハ 6 の上面と略同一の高さになるように構成されうる。本実施形態では、基準プレート 4 3 4 は、ウェーハ観察カメラ 4 6 で観察されうるが、基準プレート観察用カメラが別に構成されている場合にはこの限りではない。ここで、ステージ 4 3 は、大きな範囲を駆動することができる粗動ステージと、当該粗動ステージの上で、小さな範囲で高精度に駆動することができる微動ステージとによって構成されてもよい。この場合、ダイ観察カメラ 4 5、ミラー 4 3 3、チャック 4 3 1、および基準プレート 4 3 4 は、高精度な位置決めをする必要があるため、微動ステージに固定されているとよい。

20

【 0 0 3 8 】

基準プレート 4 3 4 を用いて、ステージ 4 3 の原点位置、倍率、 θ Z 方向の回転、直交度を保証する方法を説明する。制御部 C N T は、マーク 4 3 4 a をウェーハ観察カメラ 4 6 に撮像（観察）させながら、ウェーハ観察カメラ 4 6 で取得された画像の中心にマーク 4 3 4 a が配置されたときの干渉計 4 7 a ~ 4 7 c の計測値を取得し、その計測値をステージ 4 3 の原点とする。次に、制御部 C N T は、マーク 4 3 4 b をウェーハ観察カメラ 4 6 に撮像（観察）させながら、ウェーハ観察カメラ 4 6 で取得された画像の中心にマーク 4 3 4 b が配置されたときの干渉計 4 7 a ~ 4 7 c の計測値を取得する。そして、取得した計測値から、ステージ 4 3 の Y 軸の方向と Y 倍率とを決定する。次に、制御部 C N T は、マーク 4 3 4 c をウェーハ観察カメラ 4 6 に撮像（観察）させながら、ウェーハ観察カメラ 4 6 で取得された画像の中心にマーク 4 3 4 c が配置されたときの干渉計 4 7 a ~ 4 7 c の計測値を取得する。そして、取得した計測値から、ステージ 4 3 の X 軸の方向と X 倍率とを決定する。つまり、基準プレート 4 3 4 におけるマーク 4 3 4 b からマーク 4 3 4 c へ向かう方向を接合装置 1 0 0 の Y 軸、マーク 4 3 4 a からマーク 4 3 4 c へ向かう方向を接合装置 1 0 0 の X 軸として、軸の方向および直交度のキャリブレーションが行われる。そして、マーク 4 3 4 b とマーク 4 3 4 c との間隔を接合装置 1 0 0 の Y 方向のスケール基準、マーク 4 3 4 a とマーク 4 3 4 c との間隔を接合装置 1 0 0 の X 方向のスケール基準としてキャリブレーション行われる。干渉計 4 7 a ~ 4 7 c は、気圧変動や温度変動によって干渉計光路の屈折率が変化し、計測値が変動してしまうため、任意のタイミングでキャリブレーションを行い、ステージ 4 3 の原点位置、倍率、回転、直交度を保証することが望ましい。なお、干渉計 4 7 a ~ 4 7 c の計測値の変動を低減するため、ステージ 4 3 が移動する空間を温調チャンバーで囲って温度制御してもよい。

30

40

【 0 0 3 9 】

50

本実施形態では、基準プレート 4 3 4 をステージ 4 3 に取り付けて、基準プレート 4 3 4 をウェーハ観察カメラ 4 6 で撮像（観察）する例を説明したが、それに限られるものではない。例えば、基準プレート 4 3 4 を上部ベース 4 2 に取り付けて、基準プレート 4 3 4 をダイ観察カメラ 4 5 で撮像（観察）する構成であってもよい。この構成においても、ステージ 4 3 の原点位置、倍率、回転、直交度を保証することができる。また、本実施形態では、基準プレート 4 3 4 を撮像（観察）してキャリブレーションを行う例を説明したが、それに限られるものではない。例えば、基準面への突き当て動作によってキャリブレーションを行ってもよい。また、白色干渉計など絶対値が保証されている位置測定手段を用いることによって、ステージ 4 3 の高精度な位置決めを行ってもよい。

【0040】

上記のように構成された接合装置 1 0 0 では、ウェーハ 6 へのダイ 5 1 の接合後において、ウェーハ 6（第 1 部材）の被接合面に設けられたパターンと、ダイ 5 1 の被接合面に設けられたパターンとの相対位置のずれを低減することが重要である。しかしながら、ウェーハ 6 へダイ 5 1 を接合した後では、ウェーハ 6 およびダイ 5 1 の被接合面を外観から確認することができない。そのため、接合後におけるウェーハ 6 のパターンとダイ 5 1 のパターンとの相対位置を容易に且つ精度よく得ることが困難であった。ここで、ウェーハ観察カメラ 4 6 を赤外線カメラにする方法がある。この方法では、赤外光を用いてダイ 5 1 を透過して撮像し、接合後におけるウェーハ 6 のパターンとダイ 5 1 のパターンとの相対位置を計測する。しかしながら、このような赤外線カメラは高価であるため、接合装置 1 0 0 の装置コストの点で不利になりうる。また、赤外線カメラを用いたとしても、接合後におけるウェーハ 6 のパターンとダイ 5 1 のパターンとを鮮明に撮像することができず、接合後におけるウェーハ 6 のパターンとダイ 5 1 のパターンとの相対位置を精度よく計測することが困難であった。

【0041】

そこで、本実施形態の接合装置 1 0 0 では、制御部 C N T は、ウェーハ 6（第 1 部材）とダイ 5 1（第 2 部材）との接合処理の後、ウェーハ 6 に接合されたダイ 5 1 の外観をウェーハ観察カメラ 4 6（第 1 撮像部）により撮像させる。そして、制御部 C N T は、ウェーハ観察カメラ 4 6 で得られた画像に基づいて、ウェーハ 6 に対するダイ 5 1 の特徴部の位置を示す特徴位置情報を取得する。次いで、制御部 C N T は、事前に取得されたダイ 5 1 の特徴部とダイ 5 1 のパターンとの位置関係を示す位置関係情報と、特徴位置情報とに基づいて、接合処理後のウェーハ 6 のパターンとダイ 5 1 のパターンとの相対位置を推定する。これにより、接合処理後におけるウェーハ 6 のパターンとダイ 5 1 のパターンとを容易に且つ精度よく得ることができる。以下、本実施形態の実施例について説明する。

【0042】

[実施例 1]

実施例 1 における接合装置 1 0 0 の動作について、図 3 ~ 図 4 を参照しながら説明する。図 3（a）は、ダイ 5 1 を撮像している様子を示す概略図であり、図 3（b）は、実施例 1 で用いられるダイ 5 1 の構成例を示す概略図である。実施例 1 で用いられるダイ 5 1 は、図 3（b）に示すように、被接合面 5 1 a と、被接合面の反対側の面である背面 5 1 b とを有する。被接合面 5 1 a には、素子パターン 5 0 1（第 2 パターン）と、アライメントマーク 5 0 2 とが設けられている。ダイ 5 1 には、被接合面 5 1 a から背面 5 1 b まで貫通している貫通ビア 5 0 3 が設けられている。図 3（b）では、背面 5 1 b のみに貫通ビア 5 0 3 を図示しているが、被接合面 5 1 a においても貫通ビア 5 0 3 の少なくとも一部が露出していると理解されてもよい。この場合、前述した特徴部として貫通ビア 5 0 3 を用いることができる。また、図 4 は、実施例 1 における接合装置 1 0 0 の動作フローを示すフローチャートである。図 4 のフローチャートの各工程は、制御部 C N T によって実行されうる。

【0043】

ステップ S 1 0 1 では、制御部 C N T は、不図示のウェーハ搬送機構を用いて、第 1 部材（第 1 被接合物）であるウェーハ 6 を接合装置 1 0 0 のステージ 4 3（チャック 4 3 1

)の上に搬入する。このとき、ウェーハ6の被接合面に異物が付着すると接合不良になるため、接合装置100の内部はクラス1程度の清浄度が高い空間であることが望ましい。ウェーハ6についても清浄度を高く保つため、密閉度が高く且つ清浄度が高く保たれている容器にウェーハ6を格納し、その容器から接合装置100のステージ43上にウェーハ6を搬送することが望ましい。当該容器としては、FOUP (Front Opening Unify Pod) などが挙げられる。

【0044】

ここで、ウェーハ6の清浄度を高めるため、ウェーハ6を洗浄する洗浄機構が接合装置100の内部に設けられてもよい。また、接合処理のための前処理をウェーハ6に対して行う機構が接合装置100の内部に設けられてもよい。前処理としては、例えば、接着剤による接合の場合にはウェーハ6の被接合面に接着剤を塗布する処理が挙げられ、ハイブリッドボンディングの場合にはウェーハ6の被接合面を活性化させる処理が挙げられる。ウェーハ6は、不図示のプリアライメントユニットによってθZ方向およびXY方向の位置が計測され、その計測結果に基づいて大まかに位置決めされてから、ステージ43のチャック431の上に搬送される。ウェーハ6のθZ方向の位置は、ウェーハ6のノッチあるいはオリフラを検出することによって計測され、ウェーハ6のXY方向の位置は、ウェーハ6の外形を検出することによって計測されうる。

【0045】

ステップS102では、制御部CNTは、ウェーハ観察カメラ46を用いてウェーハアライメントを行う。ウェーハアライメントでは、ウェーハ観察カメラ46によりウェーハ6のうちダイ51を接合する対象領域(接合目標)の被接合面を撮像し、それにより得られた画像に基づいて、ウェーハ6(対象領域)に設けられたパターン(第1パターン)の位置を求める。なお、ウェーハ6には、複数の対象領域が設けられている。

【0046】

ウェーハ6の被接合面を撮像する際のフォーカス調整は、ウェーハ観察カメラ46内に設けられたフォーカス調整機構によって行われてもよいし、ステージ43のZ駆動機構によってウェーハ6をZ方向に駆動することによって行われてもよい。また、ウェーハ6の被接合面にアライメントマークが設けられている場合には、当該アライメントマークを用いてウェーハ6のパターンの位置が求められうる。一方、ウェーハ6の被接合面にアライメントマークが設けられていない場合には、パターンの位置を特定することができる被検面の箇所(以下では、特定可能箇所と表記することがある)を用いてウェーハ6のパターンの位置を求めてもよい。特定可能箇所としては、例えば、ウェーハ6のパターンの一部が用いられうる。

【0047】

例えば、制御部CNTは、ウェーハ観察カメラ46により取得された画像の中心に対して、投影されたアライメントマーク或いは特定可能箇所の像位置を計測することで、ウェーハ6のパターンの位置を計測することができる。以下では、アライメントマーク或いは特定可能箇所を、アライメントマーク等と表記することがある。一例として、接合装置100の基準点に対してアライメントマーク等の位置を高精度に計測する方法がある。当該方法では、事前に、基準プレート434に形成されたマークがウェーハ観察カメラ46の撮像視野に収まるようにステージ43を駆動し、ウェーハ観察カメラ46により基準プレート434上のマークを撮像する。そのときのステージ43の位置とウェーハ観察カメラ46で得られた画像内のマーク位置とに基づいて、接合装置100の基準点が決定される。そして、ウェーハ観察カメラ46によりアライメントマーク等を撮像して得られる画像に基づいて、基準点に対するアライメントマーク等の位置のオフセット量を求める。これにより、基準点の位置および当該オフセット量からアライメントマークの位置を高精度に計測することができる。接合装置100の基準点の位置としては、実施例1では基準プレート434上のマークの位置が用いられるが、基準となる位置であれば別の場所の位置が用いられてもよい。

【0048】

10

20

30

40

50

ここで、干渉計 4 7 は θ Z 方向の計測範囲が狭いため、ステージ 4 3 によって補正することができる θ Z 方向の回転量が比較的小さい。そのため、ウェーハ 6 の θ Z 方向の回転量が大きい場合には、ウェーハ 6 の θ Z 方向の回転量が補正されるようにステージ 4 3 上にウェーハ 6 を再配置することが望ましい。ステージ 4 3 上にウェーハ 6 を再配置した場合には、ウェーハ 6 の位置を再度計測する必要がある。また、ステップ S 1 0 2 の実行中に、ウェーハ 6 の被接合面の表面位置を計測する不図示の第 1 高さ計測手段を用いて、ウェーハ 6 の表面位置を計測するとよい。ウェーハ 6 の厚みにはバラツキがあり、接合処理の際に、ウェーハ 6 とダイ 5 1 とのギャップを高精度に管理（制御）するために、ウェーハ 6 の表面位置が重要となるためである。

【0049】

10

ステージ 4 3 は、基準プレートを用いて原点位置、倍率、XY 方向の位置、 θ Z 方向の回転、および直交度が保証されているので、ステージ 4 3 の原点位置等に対する、ステージ 4 3 上に搭載されたウェーハ 6 の位置を計測することができる。ウェーハ 6 には、半導体デバイスが形成されている対象領域（接合目標、目標領域）が、ウェーハ 6 内に一定の周期で繰り返し配置されている。即ち、ウェーハ 6 には、ダイ 5 1 がそれぞれ接合される複数の対象領域が含まれる。各対象領域の半導体デバイスは、半導体製造装置を用いて高精度に位置決めされて製造されるため、ウェーハ 6 における複数の対象領域は、一般的にナノレベルの精度の繰り返し周期で精度よく配列されている。したがって、ステップ S 1 0 2 のウェーハアライメントでは、ウェーハ 6 における全ての対象領域の位置を計測する必要はなく、ウェーハ 6 における複数の対象領域のうち幾つかの接合目標の位置を計測すればよい。具体的には、ウェーハ 6 における複数の対象領域のうち 3 つ以上の対象領域における半導体デバイス（パターン、マーク）の位置を計測して統計処理する。これにより、対象領域の配列と、当該配列の原点位置と、XY 方向の位置と、 θ Z 方向の回転量および直交度と、繰り返し周期の倍率誤差とを算出することができる。

20

【0050】

また、チャック 4 3 1 は、ウェーハ 6 を温調する機構が備えていてもよい。例えば、シリコンウェーハの熱膨張係数は $3 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ であり、 300 mm 径のウェーハの場合、 1°C の温度が上昇すると、最外周で $150 \text{ mm} \times 0.000003 = 0.00045 \text{ mm} = 450 \text{ nm}$ も位置が動いてしまうからである。ウェーハアライメント後に接合位置（例えば、対象領域の位置）が移動してしまうと、ウェーハ 6 とダイ 5 1 とを精度よく接合することが困難になりうる。そのため、ウェーハ 6 の温度変化が 0.1°C 以下になるようにウェーハ 6 を温調するとよい。

30

【0051】

なお、実施例 1 では、ウェーハ 6 を第 1 部材（第 1 被接合物）として用いたが、配線が形成されたインターポーザを第 1 部材として用いる場合には、半導体デバイスの配列ではなく、繰り返し形成されている配線の配列を計測することになる。また、パターンが形成されていないウェーハやパネルを第 1 部材として用いる場合には、ステップ S 1 0 2 のウェーハアライメントは実施されなくてもよい。

【0052】

上記のステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 2 は、第 1 部材（第 1 被接合物）であるウェーハ 6 に関する工程である。一方、ステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 2 に並行して、第 2 部材（第 2 被接合物）であるダイ 5 1 に関する工程（ステップ S 2 0 1 ~ S 2 0 3）が実施される。

40

【0053】

ステップ S 2 0 1 では、制御部 CNT は、不図示の搬送機構を用いて、ダイシングフレーム 5 をピックアップ部 3（フレーム保持部 3 3 上）に搬入する。ダイシングフレーム 5 は、中央に開口が設けられたフレームであり、ダイシングフレーム 5 には、当該開口を覆うようにダイシングテープが貼られている。そして、当該ダイシングテープ上に、ダイサー等の切断装置により個片化された複数のダイ 5 1 が配列している。従来、ダイシングフレーム 5 は、密封されていないマガジンで運搬されていた。しかしながら、ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a に異物が付着すると接合不良になるため、密閉度が高く且つ清浄度が高く保

50

たれている容器で運搬する必要がある。ここで、ダイ 5 1 の清浄度を高めるため、ダイシングフレーム 5 (ダイシングテープ) 上のダイ 5 1 を洗浄する洗浄機構が接合装置 1 0 0 の内部に設けられてもよい。また、ダイシングフレーム 5 は、不図示のプリアライメントユニットにより、ダイシングフレーム 5 の外形基準で、 θ Z 方向の回転とシフト位置 (X Y 方向の位置) が大まかに位置決めされてフレーム保持部 3 3 上に搬送されうる。

【0054】

ステップ S 2 0 2 では、制御部 C N T は、ピックアップヘッド 3 1 およびリリースヘッド 3 2 を制御することにより、ダイシングフレーム 5 (ダイシングテープ) 上から 1 個のダイ 5 1 をピックアップする。具体的には、制御部 C N T は、まず、ピックアップする対象のダイ 5 1 (以下では、対象ダイ 5 1 と表記することがある) の位置にピックアップヘッド 3 1 およびリリースヘッド 3 2 を移動させる。そして、制御部 C N T は、リリースヘッド 3 2 を + Z 方向に駆動することによって対象ダイ 5 1 をダイシングテープの裏側から押し上げ、その状態で、ピックアップヘッド 3 1 と対象ダイ 5 1 とが接触するようにピックアップヘッド 3 1 を - Z 方向に駆動する。これにより、ピックアップヘッド 3 1 によって対象ダイ 5 1 が真空力等で保持 (吸着) され、ピックアップヘッド 3 1 を + Z 方向に駆動することによって対象ダイ 5 1 をダイシングテープから剥離することができる。ピックアップすべき対象ダイ 5 1 は、接合装置 1 0 0 にオンラインで送信される良品ダイ (K G D : Known Good Die) 情報に基づいて決定されうる。通常は、良品ダイのみを対象ダイ 5 1 としてピックアップするが、ウェーハ 6 のうち不良デバイスを有する対象領域に対しては不良ダイ (K B D : Known Bad Die) を対象ダイ 5 1 としてピックアップしてもよい。

10

20

【0055】

ステップ S 2 0 3 では、制御部 C N T は、ピックアップヘッド 3 1 によりピックアップされた対象ダイ 5 1 をボンディング部 4 のボンディングヘッド 4 4 へ受け渡す (移載する)。具体的には、図 1 に示すように、制御部 C N T は、対象ダイ 5 1 をピックアップしたピックアップヘッド 3 1 を X 方向に駆動することにより、ピックアップヘッド 3 1 をボンディングヘッド 4 4 の下方に配置する。そして、制御部 C N T は、ピックアップヘッド 3 1 を + Z 方向に駆動することにより、対象ダイ 5 1 をピックアップヘッド 3 1 からボンディングヘッド 4 4 に受け渡す。ここで、ピックアップヘッド 3 1 により対象ダイ 5 1 をピックアップする際には、対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a が + Z 方向を向いており、当該被接合面 5 1 a がピックアップヘッド 3 1 に接触する。一方、ピックアップヘッド 3 1 からボンディングヘッド 4 4 に対象ダイ 5 1 を受け渡す際には、対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a が - Z 方向を向くようにする必要がある。そのため、ピックアップヘッド 3 1 は、対象ダイ 5 1 をボンディングヘッド 4 4 に搬送している途中において、対象ダイ 5 1 が上下反転 (フリップチップ) するように回転駆動されうる。

30

【0056】

実施例 1 では、ピックアップヘッド 3 1 がボンディングヘッド 4 4 へ対象ダイ 5 1 を直接搬送する例を説明したが、それに限れるものではない。例えば、ボンディングヘッド 4 4 への対象ダイ 5 1 の搬送経路に 1 以上の搬送機構が設けられている場合には、当該 1 以上の搬送機構へ対象ダイ 5 1 を受け渡す過程を経て、ボンディングヘッド 4 4 へ対象ダイ 5 1 を搬送してもよい。また、接合処理のための前処理を対象ダイ 5 1 に対して行う機構が接合装置 1 0 0 の内部に設けられてもよい。前処理としては、例えば、接着剤による接合の場合に対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a に接着剤を塗布する処理が挙げられ、ハイブリッドボンディングの場合には対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a を活性化させる処理が挙げられる。前処理として、対象ダイ 5 1 の洗浄処理が実施されてもよい。前処理は、ボンディングヘッド 4 4 に対象ダイ 5 1 を搬送している途中で行われてもよい。

40

【0057】

以上の工程により、ウェーハ 6 がステージ 4 3 によって保持され、対象ダイ 5 1 がボンディングヘッド 4 4 によって保持された状態になる。

【0058】

50

続いて、ステップ S 1 0 3 では、制御部 C N T は、ダイ観察カメラ 4 5 を用いてダイアライメントを行う。ダイアライメントでは、図 3 (a) に示すように、ダイ観察カメラ 4 5 が搭載されたステージ 4 3 を駆動することにより、ボンディングヘッド 4 4 により保持された対象ダイ 5 1 の下方にダイ観察カメラ 4 5 を配置する。次いで、対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a をダイ観察カメラ 4 5 によって撮像し、それにより得られた画像に基づいて、対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a に設けられたパターン 5 0 1 (第 2 パターン) の位置を求める。

【 0 0 5 9 】

対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a を撮像する際のフォーカス調整は、ダイ観察カメラ 4 5 内に設けられたフォーカス調整機構によって行われてもよいし、ステージ 4 3 の Z 駆動機構によってダイ観察カメラ 4 5 を Z 方向に駆動することによって行われてもよい。ボンディングヘッド 4 4 に Z 駆動機構が設けられている場合には、ボンディングヘッド 4 4 の Z 駆動機構で対象ダイ 5 1 を Z 方向に駆動することによってフォーカス調整が行われてもよい。また、実施例 1 では、対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a にアライメントマーク 5 0 2 が設けられているため、当該アライメントマーク 5 0 2 を用いて対象ダイ 5 1 のパターン 5 0 1 の位置が求められる。一方、一般的なダイでは、アライメントマークがスクライブライン上に配置され、アライメントマークがスクライブラインごと除去されていることが多い。この場合、パターンの位置を特定することができる被接合面の箇所 (以下では、特定可能箇所と表記することがある) を用いてダイのパターンの位置を求めてもよい。特定可能箇所としては、例えば、被接合面に配置されているパッドやバンプの配列の最端部、非周期な配列になっている領域、或いは、ダイの外縁 (外形) が用いられうる。

【 0 0 6 0 】

例えば、制御部 C N T は、ダイ観察カメラ 4 5 により取得された画像の中心に対して、投影されたアライメントマーク 5 0 2 或いは特定可能箇所の像位置を計測することで、対象ダイ 5 1 のパターン 5 0 1 の位置を計測することができる。対象ダイ 5 1 の位置の計測は、対象ダイ 5 1 の回転量 (θ Z 方向の回転) の計測を含みうる。対象ダイ 5 1 の回転量は、例えば、ダイ観察カメラ 4 5 で得られた画像に基づいて、対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a における複数の特定可能箇所の各々の位置を求めることによって計測されうる。複数の特定可能箇所の各々の位置は、ステージ 4 3 によってダイ観察カメラ 4 5 を駆動しながら各特定可能箇所を個別に撮像することで得られた複数の画像に基づいて求められる。或いは、ダイ観察カメラ 4 5 の撮像視野に対象ダイ 5 1 の全体が収まる場合には、複数の特定可能箇所の各々の位置は、ダイ観察カメラ 4 5 によって対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a の全体を撮像した画像から求められる。対象ダイ 5 1 の回転量は、接合処理の際にステージ 4 3 によりウェーハ 6 を回転することによって補正することができる。但し、干渉計 4 7 は θ Z 方向の計測範囲が狭いため、対象ダイ 5 1 の回転量が大きい場合には、対象ダイ 5 1 の回転量が補正されるようにボンディングヘッド 4 4 に対象ダイ 5 1 を再配置することが望ましい。ボンディングヘッド 4 4 に対象ダイ 5 1 を再配置した場合には、対象ダイ 5 1 の位置を再度計測する必要がある。

【 0 0 6 1 】

また、ステップ S 1 0 3 の実行中に、対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a の表面位置を計測する不図示の第 2 高さ計測手段を用いて、対象ダイ 5 1 の表面位置を計測するとよい。対象ダイ 5 1 の厚みにはバラツキがあり、接合処理の際に、ウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 とのギャップを高精度に管理 (制御) するために、対象ダイ 5 1 の表面位置が重要となるからである。さらに、対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a における複数の位置の高さ (即ち、被接合面 5 1 a の高さ分布) を測定し、その計測結果に基づいて、接合処理の際にウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との相対姿勢を調整してもよい。当該相対姿勢の調整は、ステージ 4 3 および / またはボンディングヘッド 4 4 に搭載されたチルト機構で行われうる。

【 0 0 6 2 】

ここで、ステップ S 1 0 3 では、制御部 C N T は、ダイ観察カメラ 4 5 を用いて位置関係情報を取得する。位置関係情報とは、前述したように、対象ダイ 5 1 の特徴部と対象ダ

イ 5 1 のパターン 5 0 1 との位置関係を示す情報のことである。また、対象ダイ 5 1 の特徴部とは、前述したように、対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a を撮像して得られる画像と、対象ダイ 5 1 の背面 5 1 b を撮像して得られる画像との両方において確認することができる指標のことである。対象ダイ 5 1 の特徴部としては、対象ダイ 5 1 の外縁（外形）および／または貫通ビア 5 0 3 が挙げられる。例えば、制御部 C N T は、ダイ観察カメラ 4 5 に対象ダイ 5 1 の被接合面 5 1 a を撮像させ、それにより得られた画像における対象ダイ 5 1 の特徴部と対象ダイ 5 1 のパターン 5 0 1 との位置関係を、位置関係情報として求めることができる。対象ダイ 5 1 の外縁を特徴部として用いる場合、ダイ観察カメラ 4 5 は、撮像視野内に対象ダイ 5 1 の全体が収まるように構成されるとよい。なお、実施例 1 では、ステップ S 1 0 3 において、ダイ観察カメラ 4 5 を用いて位置関係情報を求める例を説明した。但し、位置関係情報は、後述する接合処理（ステップ S 1 0 5 ）の前に取得されていればよく、例えば外部装置を用いて事前に取得されてもよい。

10

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 0 4 では、制御部 C N T は、ステージ 4 3 を駆動することにより、ウェーハ 6 のパターンと対象ダイ 5 1 のパターン 5 0 1 とが重なり合うようにウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との位置合わせを行う。具体的には、制御部 C N T は、ウェーハ 6 のうち対象ダイ 5 1 を接合すべき対象領域が、ボンディングヘッド 4 4 により保持されている対象ダイ 5 1 の下方に配置されるように、ステージ 4 3 を駆動する。そして、制御部 C N T は、ステップ S 1 0 2 で得られたウェーハ 6 のパターンの位置と、ステップ S 1 0 3 で得られた対象ダイ 5 1 のパターン 5 0 1 の位置とに基づいて、ウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との位置合わせを行う。このとき、ウェーハ 6 と対象ダイとの相対的な回転ずれおよび／または姿勢ずれが低減されるように、ウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との位置合わせを行うとよい。また、後述の接合処理においてウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との X Y 方向の相対位置が変化（シフト）する場合には、当該相対位置の変化分をオフセット量として用いてウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との位置合わせを行ってもよい。当該オフセット量は、実験やシミュレーションなどによって事前に取得されうる。

20

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 0 5 では、制御部 C N T は、ウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との間隔を狭めることによってウェーハ 6 に対象ダイ 5 1 を接合する（接合処理）。接合処理は、ボンディングヘッド 4 4 によって対象ダイ 5 1 を Z 方向に駆動することで行われてもよいし、ステージ 4 3 によってウェーハ 6 を Z 方向に駆動することで行われてもよい。或いは、接合処理は、ボンディングヘッド 4 4 およびステージ 4 3 によって対象ダイ 5 1 とウェーハ 6 とを相対的に Z 方向に駆動することで行われてもよい。ウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との間隔（ギャップ）を高精度に制御するため、ボンディングヘッド 4 4 および／またはステージ 4 3 の Z 方向の位置を検出する検出部（例えばエンコーダ）が設けられてもよい。また、接合処理では、ウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 とが接触している状態でボンディングヘッド 4 4 および／またはステージ 4 3 に超音波を印加してもよい（即ち、超音波接合を適用してもよい）。ウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 とが接合した後、制御部 C N T は、ボンディングヘッド 4 4 による対象ダイ 5 1 の保持を解除し、ウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との間隔を広げる。なお、接合処理は、前述したステップ S 1 0 4 の位置合わせを含むものと理解されてもよい。

30

40

【 0 0 6 5 】

ここで、接合処理の実行中においても、ウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との位置合わせ精度を向上させるため、X Y 方向におけるウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との相対位置が制御されうる。例えば、ステージ 4 3 の駆動によって X Y 方向におけるウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との相対位置を制御する場合、ステージ 4 3 を Z 方向に駆動しても干渉計 4 7 からの光がミラー 4 3 3 に照射されるように、ミラー 4 3 3 の Z 方向の幅が設定されているとよい。また、ボンディングヘッド 4 4 とステージ 4 3 との X Y 方向の相対位置を検出する検出部（例えば、エンコーダ、ギャップセンサ）が設けられてもよい。この場合、接合処理の実行中、当該検出部でボンディングヘッド 4 4 とステージ 4 3 との X Y 方向の相対位置を検

50

出（モニター）しながら、当該相対位置のフィードバック制御が行われうる。なお、ウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 とが接触すると、干渉計 4 7 の計測結果に基づいてフィードバック制御しているステージ 4 3 の位置が拘束されてしまう。そのため、ウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との接触を開始したときにフィードバック処理を停止するなど、X Y 方向におけるウェーハ 6 と対象ダイ 5 1 との相対位置の制御方法を接触前後で切り替えるとよい。また、バンプ接合の場合には、ウェーハ 6 に対象ダイ 5 1 を所定の圧力（圧着圧）で押し付けるなど、バンプ接合に必要な処理もステップ S 1 0 5 で実施されうる。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 0 6 では、制御部 C N T は、ウェーハ 6 における複数の対象領域の全てにダイ 5 1 を接合したか否かを判断する。通常、1 つのウェーハ 6 には数十から数百の半導体デバイスが複数の対象領域として形成されており、複数の対象領域の各々にダイ 5 1 が接合されうる。次にダイ 5 1 を接合すべき対象領域（次の対象領域）がウェーハ 6 に存在する場合には、ステップ S 2 0 2 に戻る。一方、次の対象領域がウェーハ 6 に存在しない場合、即ち、ウェーハ 6 における複数の対象領域の全てにダイ 5 1 を接合した場合には、ステップ S 1 0 7 に進む。

【 0 0 6 7 】

ここで、実施例 1 では、次の対象領域があるか否かを接合処理の後に判断してステップ S 2 0 2 に戻る例を説明したが、次の対象領域があるか否かの判断は接合処理の終了前に行われてもよい。この場合、接合処理の実行と並行してステップ S 2 0 2 が行われうる。即ち、接合処理の実行と並行して、次の対象領域に接合すべきダイ 5 1 がダイシングフレーム 5（ダイシングテープ）上からピックアップされる。また、ウェーハ 6 における各対象領域（半導体デバイス）に複数種類のダイ 5 1 が接合される場合には、1 つの種類のダイの接合がウェーハ 6 の対象領域の全てに対して行われた後に、次の種類のダイの接合が開始される。次の種類のダイの接合を開始する場合には、次の種類のダイが配置されているダイシングフレーム 5 の搬入動作（ステップ S 2 0 1）が実施され、その後に、ステップ S 2 0 2 のダイピックアップが実施されうる。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 1 0 7 では、制御部 C N T は、接合処理後のウェーハ 6 のパターンと対象ダイ 5 1 のパターン 5 0 1 との相対位置を推定する推定処理を行う。推定処理は、ステップ S 1 0 7 a ~ ステップ S 1 0 7 c を含むうる。なお、実施例 1 では、推定処理は、ウェーハ 6 における複数の対象領域の各々、即ち、ウェーハ 6 に接合された複数のダイ 5 1 の各々に対して行われうる。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 0 7 a では、制御部 C N T は、図 3（a）に示すように、ウェーハ 6 に接合されたダイ 5 1 の外観をウェーハ観察カメラ 4 6 によって撮像する。これにより得られた画像には、ウェーハ 6 に接合されたダイ 5 1 の背面 5 1 b と、ダイ 5 1 の周辺におけるウェーハ 6 の一部とが含まれることとなる。次いで、ステップ S 1 0 7 b では、制御部 C N T は、ステップ S 1 0 7 a で得られた画像に基づいて特徴位置情報を取得する。特徴位置情報とは、前述したように、ウェーハ 6 に対するダイ 5 1 の特徴部の位置を示す情報である。ダイ 5 1 の特徴部としては、ダイ 5 1 の外縁（外形）および / または貫通ビア 5 0 3 が挙げられ、ステップ S 1 0 7 b では、ダイ 5 1 の背面 5 1 b における特徴部の位置が得られる。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 1 0 7 c では、制御部 C N T は、ステップ S 1 0 7 b で得られた特徴位置情報と、ステップ S 1 0 3 で得られた位置関係情報とに基づいて、接合処理後におけるウェーハ 6 のパターンとダイ 5 1 のパターン 5 0 1 との相対位置を推定（算出）する。具体的には、制御部 C N T は、位置関係情報に基づいて、特徴位置情報におけるダイ 5 1 の特徴部の位置をダイ 5 1 のパターン 5 0 1 の位置に換算することにより、当該相対位置を推定することができる。

【 0 0 7 1 】

10

20

30

40

50

ステップ S 1 0 7 d では、制御部 C N T は、ステップ S 1 0 7 c での推定結果を出力する。推定結果の出力は、接合装置 1 0 0 のユーザインタフェース（例えばディスプレイ）に推定結果の情報を表示することで行われてもよいし、外部コンピュータに推定結果の情報を送信することで行われてもよい。また、制御部 C N T は、推定結果として、接合処理後におけるウェーハ 6 のパターンとダイ 5 1 のパターン 5 0 1 との相対位置を示す情報（例えば、相対位置のずれを示す数値情報）を出力してもよいし、当該相対位置の評価結果を示す情報を出力してもよい。評価結果とは、例えば、推定された相対位置のずれが許容範囲内か否かを評価した結果でありうる。

【 0 0 7 2 】

図 5 は、ウェーハ 6 とダイ 5 1 との接合を模式的に示す図である。図 5 (a) は、ウェーハ 6 における対象領域 6 a の被接合面を示しており、パターン 6 0 1 が 9 つの丸によって表されている。図 5 (b) は、ダイ 5 1 の被接合面を示しており、パターン 5 0 1 が線によって表されている。図 5 (c) は、ステップ S 1 0 4 の位置合わせにおいて制御部 C N T が認識しているウェーハ 6 のパターン 6 0 1 とダイ 5 1 のパターン 5 0 1 との相対位置を表している。ステップ S 1 0 4 の位置合わせにおいて、制御部 C N T は、ステップ S 1 0 2 で事前に得られたウェーハ 6 のパターン 6 0 1 の位置と、ステップ S 1 0 3 で事前に得られたダイ 5 1 のパターン 5 0 1 の位置とに基づいて、当該相対位置を認識している。つまり、制御部 C N T は、ステップ S 1 0 4 の位置合わせにおいて、ウェーハ 6 のパターン 6 0 1 とダイ 5 1 のパターン 5 0 1 とを実際に観察しているわけではない。図 5 (d) は、接合処理後におけるウェーハ 6 のパターン 6 0 1 とダイ 5 1 のパターン 5 0 1 との相対位置を表している。なお、以下では、ウェーハ 6 のパターン 6 0 1 とダイ 5 1 のパターン 5 0 1 との相対位置を単に「相対位置」と表記することがある。

【 0 0 7 3 】

図 5 の (C a s e 1) は、位置合わせで制御部 C N T が認識している相対位置と、接合処理後の相対位置とが一致している理想的な状態である。しかしながら、実際には、図 5 の (C a s e 2) ~ (C a s e 4) に示すように、位置合わせで制御部 C N T が認識している相対位置と接合処理後の相対位置との間に誤差が生じうる。実施例 1 によれば、ステップ S 1 0 7 の推定処理によって接合処理後の相対位置を容易に且つ精度よく推定することができる。このような接合処理後の相対位置の推定結果は、例えば、ウェーハ 6 とダイ 5 1 との接合状態を把握（認識）するために用いられてもよいし、後に実施される接合処理にフィードバックするために用いられてもよい。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 1 0 8 では、制御部 C N T は、不図示のウェーハ搬送機構を用いて、ダイ 5 1 が接合されたウェーハ 6 をステージ 4 3 （チャック 4 3 1 ）上から搬出する。ウェーハ 6 は、ウェーハ 6 の搬入に用いられた F O U P に戻される場合と、当該 F O U P とは別の容器に戻される場合が考えられる。但し、ダイ 5 1 が接合されたウェーハ 6 は全体としての厚みが変わるため、別の容器に戻されるとよい。以上、1 枚のウェーハ 6 へのダイ 5 1 を接合するための接合装置 1 0 0 の動作フローを説明したが、複数のウェーハ 6 の各々に対してダイ 5 1 の接合を行う場合には、図 4 のフローチャートが繰り返されることとなる。

【 0 0 7 5 】

なお、ダイシングフレーム 5 上のダイ 5 1 の個数と、ウェーハ 6 における対象領域の個数とは、一般的に異なるため、ウェーハ 6 の搬入とダイシングフレーム 5 の搬入とは同期しないことが多い。1 つのウェーハ 6 へのダイ 5 1 の接合中に、ダイシングフレーム 5 上のダイ 5 1 がなくなった場合には、次のダイシングフレーム 5 が接合装置 1 0 0 内に搬入されうる。一方、1 つのウェーハ 6 へのダイ 5 1 の接合が終了した後においてもダイシングフレーム 5 上にダイ 5 1 が残っていれば、残りのダイ 5 1 が次のウェーハ 6 に対して使用されうる。

【 0 0 7 6 】

ここで、図 4 のフローチャートでは、ステップ S 1 0 6 の判断の後に、ウェーハ 6 にお

10

20

30

40

50

ける複数の対象領域の各々（即ち、ウェーハ6に接合された複数のダイ51の各々）に対してステップS107の推定処理を行った。但し、図6のフローチャートに示すように、ステップS105の接合処理の直後に、当該接合処理でウェーハ6に接合されたダイ51についてステップS107の推定処理が行われてもよい。これは、ステップS202におけるダイ51のピックアップに時間を要する場合など、ボンディング部4に待ち時間が発生する場合の無駄な待ち時間を低減することが目的である。このようにステップS105の接合処理とステップS107の推定処理とを、ステップS202におけるダイ51のピックアップのタイミングにより柔軟に切り替え、または、入れ替えてもよい。また、接合方式によっては、ステップS105の接合処理後にウェーハ6上へのダイ51の接合状態が安定するまでに相応の時間を要する場合がある。相応の時間とは、例えば、接着材接合の場合では、接着材の硬化時間が該当し、表面活性化法を用いた常温接合の場合では、活性化接合面における共有結合の開始から終了までに要する時間が該当しうる。接合状態が安定する前にステップS107の推定処理を実施すると、最終的な接合状態と推定結果との間に誤差が生じてしまう可能性がある。そのような場合に対応するためには、図6におけるステップS105の接合処理とステップS107の推定処理との間に、任意のディレイ時間を設けておくもよい。なお、図6のステップS101～S108は、図4のステップS101～S108とそれぞれ同様の工程であるため、ここでの詳細な説明を省略する。

10

【0077】

〔実施例2〕

20

実施例2では、実施例1で説明したステップS107で得られる推定結果の扱い方について説明する。つまり、ステップS107dでの推定結果の出力例について説明する。なお、実施例2は、上記の実施例1を基本的に引き継ぐものであり、以下で言及する事項以外は実施例1に従いうる。

【0078】

推定結果の一番単純な扱い方としては、接合装置100のユーザーインターフェース（例えばディスプレイ）に、ステップS107での推定結果を、ウェーハ6のパターンとダイ51のパターンとの接合精度を示す情報として表示することである。ステップS108で搬出されるウェーハ6の付帯情報として推定結果を出力してもよい。ウェーハ6上に接合された全てまたは一部のダイ51の接合精度を示す情報として、推定結果をユーザーインターフェースに表示してもよい。また、多くの半導体製造現場では、接合装置100に加え、他の工程を実施するための製造装置や処理装置がネットワークで接続され、それらの装置間において情報がオンライン上でやりとりされる。接合装置100についても、ウェーハ6上に接合された全てまたは一部のダイの接合精度を示す情報をオンライン上に通知してもよいし、オンライン上からの情報要求に対して、いつでも接合精度を示す情報をオンライン上に出力してもよい。また、実施例1で説明した図4および図6のフローチャートの各工程で得られる全ての情報も、オンライン上に出力することが可能である。

30

【0079】

上述したように、本実施形態の接合装置100は、ウェーハ6（第1部材）とダイ51（第2部材）との接合処理の後、ウェーハ6に接合されたダイ51の外観をウェーハ観察カメラ46（第1撮像部）により撮像させる。そして、ウェーハ観察カメラ46で得られた画像から得られる特徴位置情報と、事前に取得された位置関係情報とに基づいて、接合処理後のウェーハ6のパターンとダイ51のパターンとの相対位置を推定する。これにより、接合処理後におけるウェーハ6のパターンとダイ51のパターンとを容易に且つ精度よく得ることができる。

40

【0080】

<第2実施形態>

本発明に係る第2実施形態について説明する。本実施形態は、第1実施形態を基本的に引き継ぐものであり、以下で言及する事項以外は第1実施形態に従いうる。

【0081】

50

図 7 は、第 2 実施形態の接合装置 100' を示す概略図である。本実施形態の接合装置 100 は、ボンディング部 4 で接合不良となったダイ 51 を回収するダイ回収部 61 (第 1 回収容器) を含む。なお、本実施形態の接合装置 100' は、ダイ回収部 61 を含むこと以外は第 1 実施形態の接合装置 100 と同様の構成であるため、ここでは、ダイ回収部 61 以外の構成要素の説明を省略する。また、図 7 では、ピックアップ部 3 および制御部 CNT の図示を省略している。

【 0082 】

ダイ回収部 61 は、ピックアップヘッド 31 からダイ 51 を受け取ることが可能な構造であり、ピックアップヘッド 31 から受け取った複数のダイ 51 を保持 (保管) することができるように構成されうる。ダイ回収部 61 は、ボンディング部 4 が搭載されているベース 1 上に搭載されてもよいが、別のベースに搭載されてもよいし、または、他の構成要素とは独立した機構でもよい。ダイ回収部 61 は、接合装置 100' から容易に切り離すことができるように構成されうる。例えば、ダイ回収部 61 は、回収されたダイ 51 を保管した状態のまま接合装置 100' から取り外すことができるように構成されうる。以下、本実施形態の実施例について説明する。

10

【 0083 】

[実施例 3]

図 8 は、実施例 3 における接合装置 100' の動作フローを示すフローチャートである。図 8 のフローチャートの各工程は、制御部 CNT によって実行されうる。なお、図 8 のフローチャートにおけるステップ S101 ~ S108 および S201 ~ S203 は、図 4 および図 6 のフローチャートを用いて第 1 実施形態で説明したとおりであるため、ここでの詳細な説明を省略する。

20

【 0084 】

ステップ S301 では、制御部 CNT は、ステップ S107 の推定処理での推定結果に基づいて、接合処理後のウェーハ 6 のパターンと対象ダイ 51 のパターン 501 との相対位置のずれが許容範囲内か否かを判断する。許容範囲とは、例えば、ウェーハ 6 のパターンおよび / または対象ダイ 51 のパターンの線幅や寸法などに基づいて事前に設定されうる。許容範囲は、ウェーハ 6 と対象ダイ 51 との接合物の電気的特性に基づいて設定されてもよい。相対位置のずれが許容範囲内である場合にはステップ S106 に進み、相対位置のずれが許容範囲内でない場合にはステップ S302 に進む。なお、相対位置のずれが許容範囲にないダイ 51 は、接合不良のダイ 51 として理解されてもよい。以下では、相対位置のずれが許容範囲にないダイ 51 を、「接合不良のダイ 51」と表記することがある。

30

【 0085 】

ステップ S302 では、制御部 CNT は、接合不良のダイ 51 をウェーハ 6 から分離させる (分離処理)。具体的には、制御部 CNT は、ウェーハ 6 上における接合不良のダイ 51 がボンディングヘッド 44 の下方に配置されるように、ステージ 43 を駆動する。次いで、制御部 CNT は、ボンディングヘッド 44 とウェーハ 6 (接合不良のダイ 51) との間隔を狭めていき、接合不良のダイ 51 とボンディングヘッド 44 とが接触したら、ボンディングヘッド 44 に当該ダイ 51 を保持 (ピックアップ) させる。そして、ボンディングヘッド 44 に接合不良のダイ 51 を保持させた状態で、ボンディングヘッド 44 とウェーハ 6 との間隔を広げていく。これにより、接合不良のダイ 51 をウェーハ 6 から分離させることができる。

40

【 0086 】

この分離処理は、ウェーハ 6 とダイ 51 との接合が完全な状態になる前であればウェーハ 6 からダイ 51 を分離可能であることに着目したものである。つまり、分離処理は、ウェーハ 6 とダイ 51 との接合が完全な状態になる前に行われうる。例えば、表面活性化法を用いた常温接合では、ウェーハ 6 とダイ 51 との間隔が 0.1 nm オーダー以下にならなければ分子間の共有結合は始まらず、完全な接合状態となる手前の状態で維持されるため、ウェーハ 6 からダイ 51 を分離させることが可能である。表面活性化法を用いた常温

50

接合では、一般的に、ウェーハ 6 上にダイ 5 1 を押圧しなければ、ウェーハ 6 とダイ 5 1 との間隔が 0.1 nm オーダー以下にならない。そのため、表面活性化法を用いた常温接合では、ウェーハ 6 上にダイ 5 1 を押圧する前にステップ S 1 0 7 の推定処理が行われ、その推定結果に応じてウェーハ 6 上へのダイ 5 1 の押圧が行われうる。推定結果が良好（即ち、相対位置のずれが許容範囲内）であればウェーハ 6 上へのダイ 5 1 の押圧が行われ、推定結果が不良（即ち、相対位置のずれが許容範囲外）であれば分離処理が行われうる。また、接着接合においては、接着剤が硬化する前であれば、完全な接合状態となる手前の状態であるため、ウェーハ 6 からダイ 5 1 を分離させることが可能である。ステップ S 3 0 2 の分離処理は、接合方式に応じて、接合状態を解除できるタイミングで実施されるものである。

10

【0087】

ステップ S 3 0 3 では、制御部 C N T は、ボンディングヘッド 4 4 により保持しているダイ 5 1 を、ピックアップヘッド 3 1 に受け渡す（移載する）。具体的には、制御部 C N T は、ピックアップヘッド 3 1 を X 方向に駆動することにより、ピックアップヘッド 3 1 をボンディングヘッド 4 4 の下方に配置する。そして、制御部 C N T は、ピックアップヘッド 3 1 を + Z 方向に駆動することにより、ダイ 5 1 をボンディングヘッド 4 4 からピックアップヘッド 3 1 に受け渡す。

【0088】

ステップ S 3 0 4 では、制御部 C N T は、ピックアップヘッド 3 1 をダイ回収部 6 1 に移動させ、ピックアップヘッド 3 1 より保持されたダイ 5 1 をダイ回収部 6 1 に受け渡す。これにより、接合不良のダイ 5 1 の分離・回収が完了する。ステップ S 3 0 4 が終了したらステップ S 1 0 6 に進む。なお、一旦接合されたダイ 5 1 が分離されたウェーハ 6 の対象領域に対しては、新たなダイ 5 1 の接合処理が再び実施されてもよい。

20

【0089】

[実施例 4]

図 9 は、実施例 4 における接合装置 1 0 0 ' の動作フローを示すフローチャートである。図 9 のフローチャートの各工程は、制御部 C N T によって実行されうる。なお、図 9 のフローチャートにおけるステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 8 および S 2 0 1 ~ S 2 0 3 は、図 4 および図 6 のフローチャートを用いて第 1 実施形態で説明したとおりであるため、ここでの詳細な説明を省略する。

30

【0090】

ステップ S 3 0 1 では、制御部 C N T は、ステップ S 1 0 7 の推定処理での推定結果に基づいて、接合処理後のウェーハ 6 のパターンと対象ダイ 5 1 のパターン 5 0 1 との相対位置のずれが許容範囲内か否かを判断する。次いで、ステップ S 3 0 2 では、制御部 C N T は、接合不良のダイ 5 1 をウェーハ 6 から分離させる（分離処理）。ステップ S 3 0 1 ~ S 3 0 2 は、実施例 3 で説明したとおりであるため、ここでの詳細な説明を省略する。

【0091】

ステップ S 4 0 1 では、制御部 C N T は、ステップ S 3 0 2 においてウェーハ 6 から分離されたダイ 5 1 を、ウェーハ 6 上に再接合させる。具体的には、制御部 C N T は、ステップ S 1 0 7 で推定された相対位置のずれ量に基づいて、当該相対位置のずれ量が補正されるようにウェーハ 6 とダイ 5 1 との位置合わせを再度行う。そして、制御部 C N T は、ウェーハ 6 とダイ 5 1 との間隔を狭めることによってウェーハ 6 にダイ 5 1 を再接合させる。この工程により、1 回目の接合時に生じたウェーハ 6 のパターンとダイ 5 1 のパターンとの相対位置のずれが補正されるように、ウェーハ 6 にダイ 5 1 を再接合することができる。ウェーハ 6 にダイ 5 1 を再接合した後は、ステップ S 1 0 7 に進む。

40

【0092】

上述したように、本実施形態では、ステップ S 1 0 7 の推定処理での推定結果に基づいて、接合処理後のウェーハ 6 のパターンとダイ 5 1 のパターンとの相対位置のずれが許容範囲内か否かを判断する。そして、当該相対位置のずれが許容範囲内でない場合に、ウェーハ 6 上からダイ 5 1 が分離される。これにより、ダイ 5 1 が分離されたウェーハ 6 の対

50

象領域に対し、新たなダイ５１を接合したり、分離されたダイ５１を再接合したりすることができる。

【００９３】

＜物品の製造方法の実施形態＞

上記の接合装置を利用して物品（半導体ＩＣ素子、液晶表示素子、ＭＥＭＳ等）を製造する方法について説明する。本発明の実施形態にかかる物品の製造方法は、例えば、半導体デバイス等のマイクロデバイスや微細構造を有する素子等の物品を製造するのに好適である。本実施形態の物品の製造方法は、上記の接合装置を用いて第１部材に第２部材を接合する工程と、第２部材が接合された第１部材を加工する工程と、加工された第１部材から物品を製造する工程とを含む。上記の接合装置では、接合処理後における第１部材のパターンと第２部材のパターンとの相対位置を推定することにより、第１部材と第２部材との接合状態を容易に且つ精度よく把握することができる。また、当該相対位置の推定結果に基づいて、接合装置内でダイの再接合を行うことが可能となる。さらに、当該相対位置の推定結果の情報を、後工程へ反映することも可能となる。ここでいう後工程とは、他の周知の工程のことであり、ブローピング、ダイシング、ボンディング、パッケージング等が含まれる。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも１つにおいて有利である。

10

【００９４】

＜実施形態のまとめ＞

本明細書の開示は、以下の接合装置、接合方法、および物品の製造方法を含む。

20

【００９５】

（項目１）

第１パターンが設けられた第１被接合面を有する第１部材に、第２パターンが設けられた第２被接合面を有する第２部材を接合する接合装置であって、

前記第１部材の前記第１被接合面を撮像する第１撮像部と、

前記第２部材の前記第２被接合面を撮像する第２撮像部と、

前記第１撮像部で得られた画像における前記第１パターンの位置と、前記第２撮像部で得られた画像における前記第２パターンの位置とに基づいて、前記第１部材と前記第２部材とを位置合わせして前記第１部材に前記第２部材を接合する接合処理を制御する制御部と、

30

を備え、

前記制御部は、前記接合処理の後において、

前記第１部材に接合された前記第２部材を前記第１撮像部により撮像して得られた画像に基づいて、前記第１部材に対する前記第２部材の特徴部の位置を示す特徴位置情報を取得し、

事前に取得された前記第２部材の前記特徴部と前記第２パターンとの位置関係を示す位置関係情報と、前記特徴位置情報とに基づいて、前記接合処理後の前記第１パターンと前記第２パターンとの相対位置を推定する、ことを特徴とする接合装置。

【００９６】

（項目２）

前記第２部材の前記特徴部は、前記第２被接合面を撮像して得られる画像と、前記第２被接合面の反対側の面を撮像して得られる画像との両方において確認することができる指標である、ことを特徴とする項目１に記載の接合装置。

40

【００９７】

（項目３）

前記第２部材の前記特徴部は、前記第２部材の外縁である、ことを特徴とする項目１又は２に記載の接合装置。

【００９８】

（項目４）

前記第２部材の前記特徴部は、前記第２被接合面から前記第２被接合面の反対側の面に

50

貫通する貫通孔である、ことを特徴とする項目 1 又は 2 に記載の接合装置。

【 0 0 9 9 】

(項目 5)

前記制御部は、前記接合処理の前に前記第 2 撮像部で得られた画像に基づいて、前記特徴位置情報を取得する、ことを特徴とする項目 1 乃至 4 のいずれか 1 項目に記載の接合装置。

【 0 1 0 0 】

(項目 6)

前記制御部は、前記位置関係情報に基づいて、前記特徴位置情報における前記第 2 部材の前記特徴部の位置を前記第 2 パターンの位置に換算することにより、前記相対位置を推定する、ことを特徴とする項目 1 乃至 5 のいずれか 1 項目に記載の接合装置。

10

【 0 1 0 1 】

(項目 7)

前記制御部は、前記位置関係情報と前記特徴位置情報とに基づいて推定された前記相対位置を示す情報を出力する、ことを特徴とする項目 1 乃至 6 のいずれか 1 項目に記載の接合装置。

【 0 1 0 2 】

(項目 8)

前記制御部は、前記位置関係情報と前記特徴位置情報とに基づいて推定された前記相対位置の評価結果を出力する、ことを特徴とする項目 1 乃至 6 のいずれか 1 項目に記載の接合装置。

20

【 0 1 0 3 】

(項目 9)

前記制御部は、前記位置関係情報と前記特徴位置情報とに基づいて推定された前記相対位置の評価結果に応じて、前記第 1 部材から前記第 2 部材を分離する分離処理を実行する、ことを特徴とする項目 1 乃至 8 のいずれか 1 項目に記載の接合装置。

【 0 1 0 4 】

(項目 1 0)

前記第 1 部材を保持する第 1 保持部と、

前記第 2 部材を保持する第 2 保持部と、を更に備え、

30

前記制御部は、前記第 1 保持部と前記第 2 保持部とを相対的に駆動することにより前記接合処理を制御する、ことを特徴とする項目 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の接合装置。

【 0 1 0 5 】

(項目 1 1)

前記第 1 撮像部は、前記第 1 保持部によって前記第 1 部材が保持された状態で前記第 1 部材の前記第 1 被接合面を撮像可能に配置され、

前記第 2 撮像部は、前記第 2 保持部によって前記第 2 部材が保持された状態で前記第 2 部材の前記第 2 被接合面を撮像可能に配置されている、ことを特徴とする項目 1 0 に記載の接合装置。

【 0 1 0 6 】

40

(項目 1 2)

第 1 パターンが設けられた第 1 被接合面を有する第 1 部材に、第 2 パターンが設けられた第 2 被接合面を有する第 2 部材を接合する接合方法であって、

前記第 1 部材の前記第 1 被接合面を撮像する第 1 撮像工程と、

前記第 2 部材の前記第 2 被接合面を撮像する第 2 撮像工程と、

前記第 1 撮像工程で得られた画像における前記第 1 パターンの位置と、前記第 2 撮像工程で得られた画像における前記第 2 パターンの位置とに基づいて、前記第 1 部材と前記第 2 部材とを位置合わせして前記第 1 部材に前記第 2 部材を接合する接合工程と、

前記接合工程の後、前記第 1 部材に接合された前記第 2 部材を撮像して得られた画像に基づいて、前記第 1 部材に対する前記第 2 部材の特徴部の位置を示す特徴位置情報を取得

50

する取得工程と、
事前に取得された前記第 2 部材の前記特徴部と前記第 2 パターンとの位置関係を示す位置関係情報と、前記特徴位置情報とに基づいて、前記第 1 部材と前記第 2 部材との接合後における前記第 1 パターンと前記第 2 パターンとの相対位置を推定する推定工程と、
を含むことを特徴とする接合方法。

【 0 1 0 7 】

(項目 1 3)

項目 1 2 に記載の接合方法を用いて第 1 部材に第 2 部材を接合する工程と、
前記第 2 部材が接合された前記第 1 部材を加工する工程と、
加工された前記第 1 部材から物品を製造する工程と、
を含むことを特徴とする物品の製造方法。

10

【 0 1 0 8 】

発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 9 】

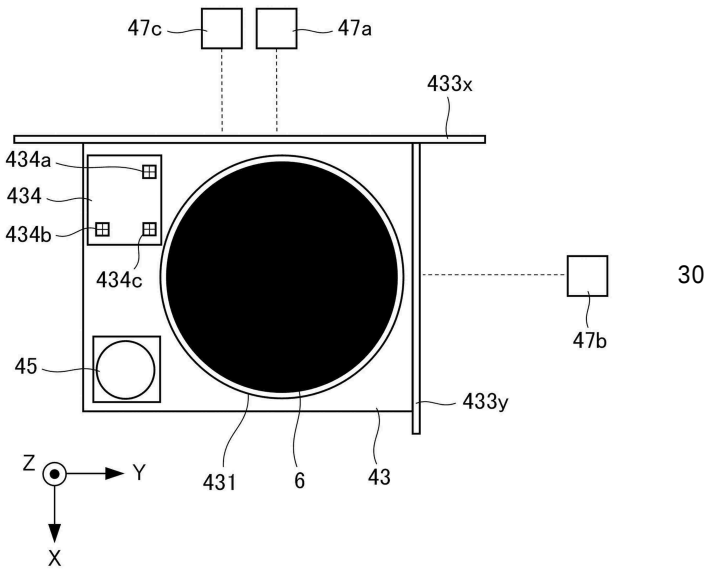
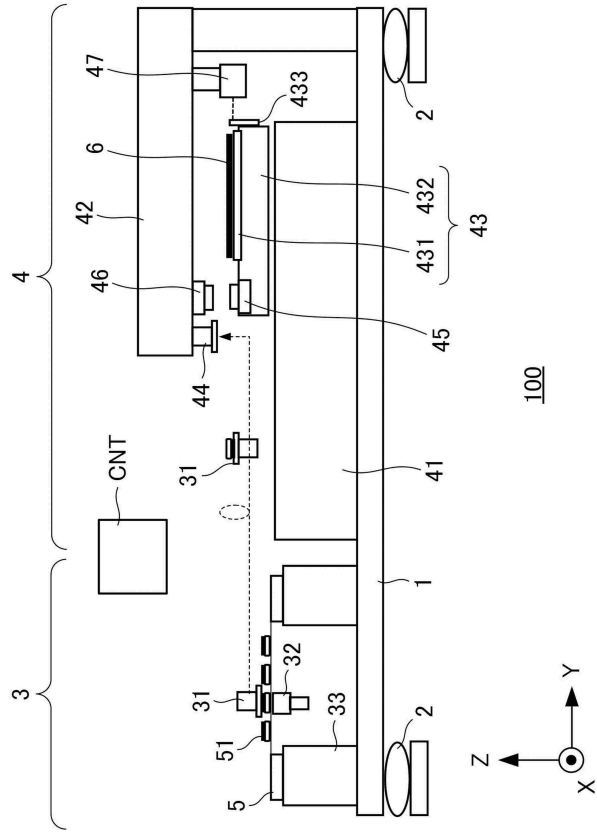
3：ピックアップ部、31：ピックアップヘッド、32：リリースヘッド、4：ボンディング部、43：ステージ、44：ボンディングヘッド、45：ダイ観察カメラ、46：ウェーハ観察カメラ、5：ダイシングフレーム、51：ダイ、6：ウェーハ

20

【 図面 】

【 図 1 】

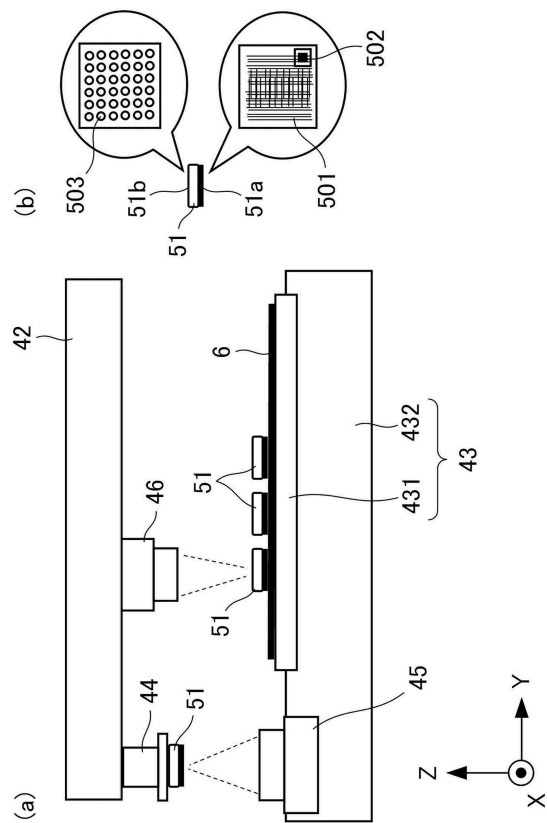
【 図 2 】



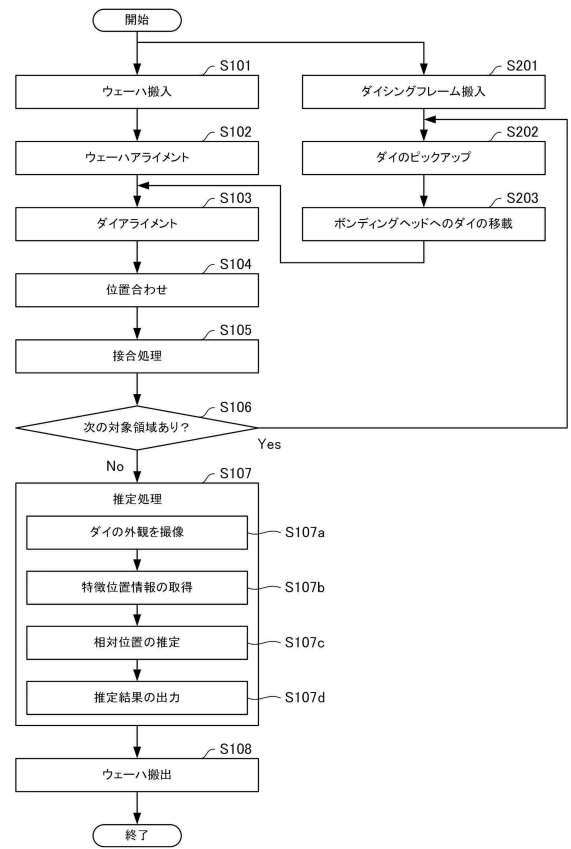
30

40

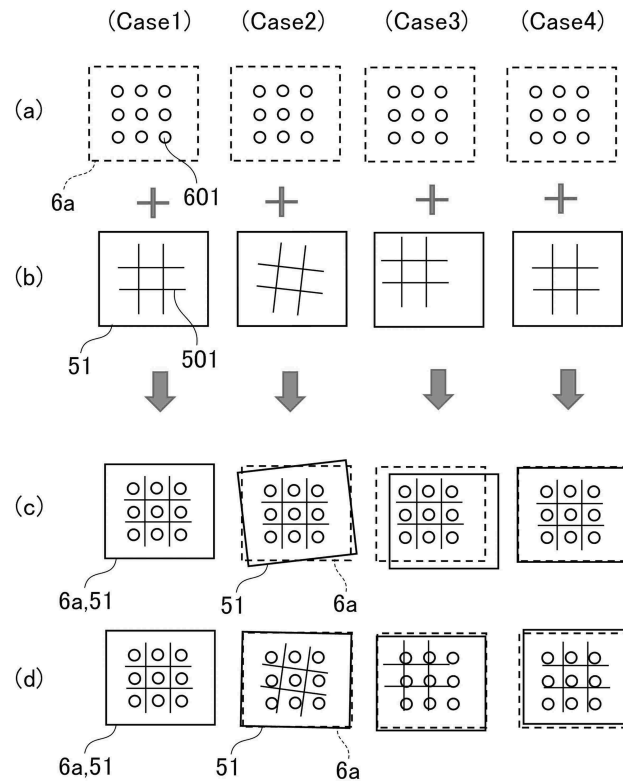
【図 3】



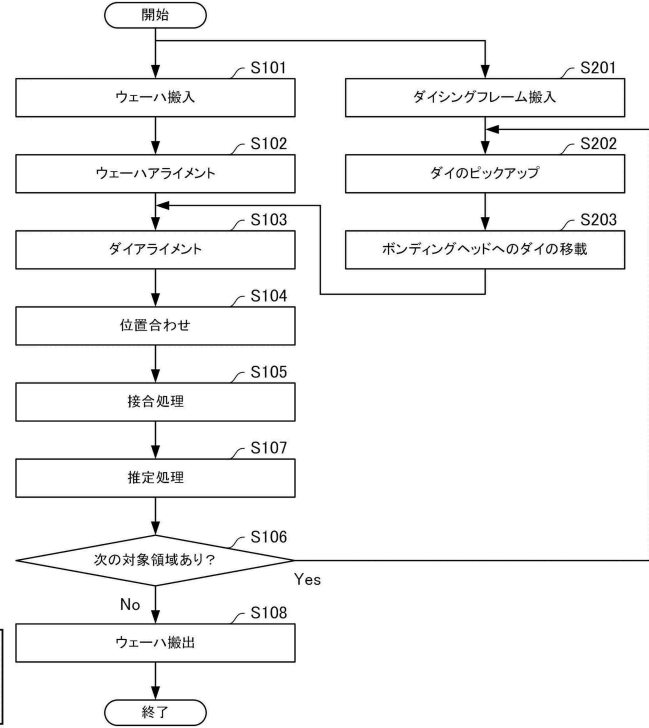
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

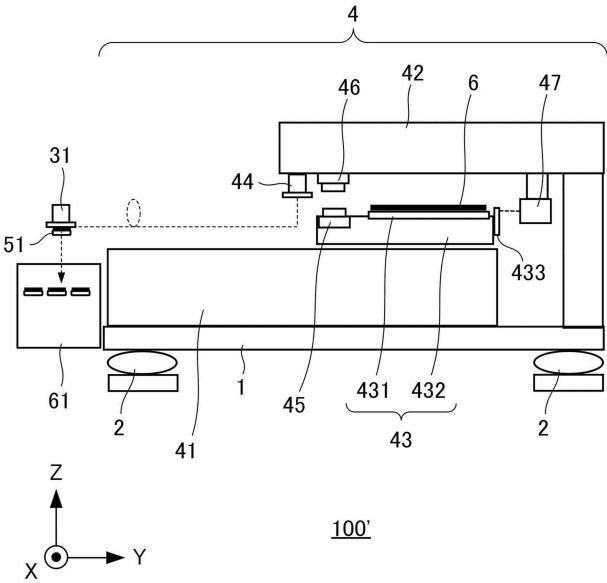
20

30

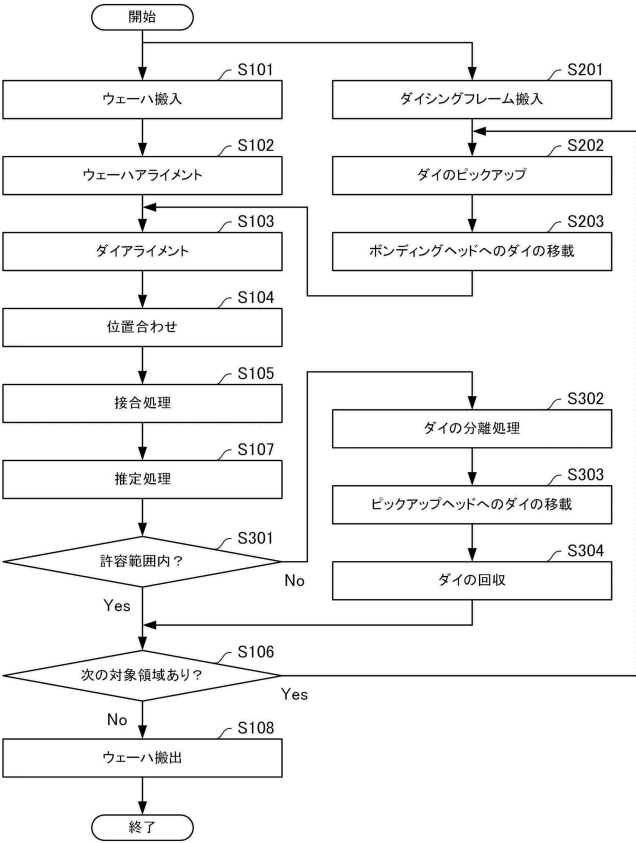
40

50

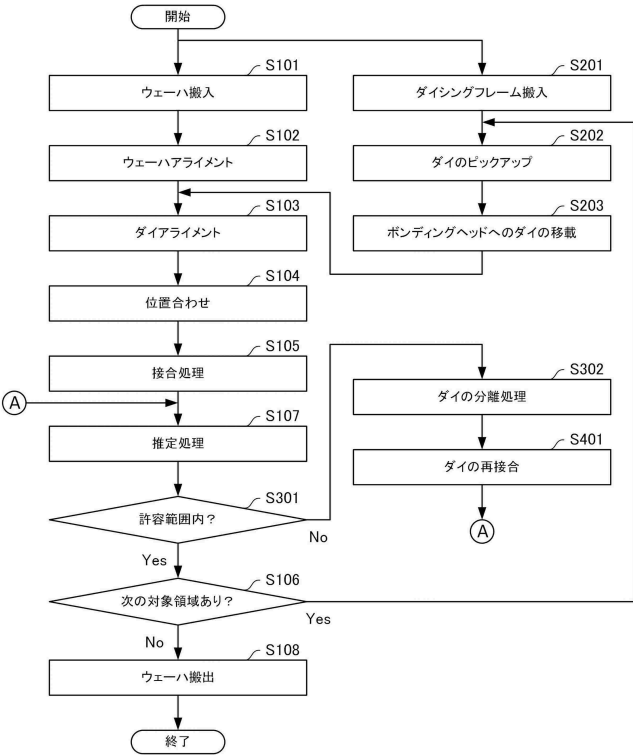
【図 7】



【図 8】



【図 9】



10

20

30

40

50