

明 細 書

発明の名称：接合装置

技術分野

[0001] 本開示は、接合装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、ウェハ上にチップを実装するためのチップオンウェハ接合方法が開示されている。このチップオンウェハ接合方法では、チップの表面活性化処理及び親水化処理を行い、基板の表面活性化処理及び親水化処理を行った後、複数のチップを基板に接合する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第6337400号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示にかかる技術は、ダイオンプロセス製造プロセスにおいてボンドヘッドに保持されたダイを対象基板に接合する際、当該ボンドヘッドが帯電するのを抑制する。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様は、複数のダイを対象基板に接合する接合装置であって、前記対象基板を保持する基板保持部と、前記基板保持部に保持された前記対象基板に前記ダイを接合するヘッド部と、を有し、前記ヘッド部は、前記ダイを保持し、導電性を有するボンドヘッドと、前記ボンドヘッドを保持する絶縁体と、前記ボンドヘッドをグランド電位に接続するグランド接続体と、を有する。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、ダイオンプロセス製造プロセスにおいてボンドヘッドに

保持されたダイを対象基板に接合する際、当該ボンドヘッドが帯電するのを抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]複数のダイを実装したウェハの構成の概略を示す平面図である。
- [図2]第1のダイを保持する第1のキャリアの構成の概略を示す断面図である。
- 。
- [図3]第1のダイを保持する第1のキャリアの構成の概略を示す平面図である。
- 。
- [図4]第2のダイを保持する第2のキャリアの構成の概略を示す断面図である。
- 。
- [図5]第2のダイを保持する第2のキャリアの構成の概略を示す平面図である。
- 。
- [図6]処理システムの構成の概略を示す平面図である。
- [図7]ダイオンウェハ製造プロセスの主な工程を示すフロー図である。
- [図8]ダイオンウェハ製造プロセスの一部工程を模式的に示す説明図である。
- [図9]本実施形態にかかる第1の接合装置の構成の概略を示す斜視図である。
- [図10]本実施形態にかかるヘッド部の構成の概略を示す側面図及び平面図である。
- [図11]他の実施形態にかかるヘッド部の構成の概略を示す側面図である。
- [図12]他の実施形態にかかる第1の接合装置の構成の概略を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

- [0008] 近年、半導体デバイスの製造工程においては、デバイスの更なる高性能化、高密度化の要望に応じ、3次元実装技術の一方式としてチップオンウェハ（CoW: Chip on Wafer）製造プロセスの検討がなされている。チップオンウェハの製造は、一例として特許文献1に開示の方法により行われる。
- [0009] チップオンウェハ製造プロセス（以下、「ダイオンウェハ製造プロセス」

という)では、特許文献1に開示されるように、半導体チップ(以下、「ダイ」という)の表面活性化処理及び親水化処理を行い、また半導体基板(以下、「ウェハ」という)の表面活性化処理及び親水化処理を行った後、複数のダイをウェハに接合する。

[0010] ウェハへの複数のダイの接合は、接合装置で行われる。例えば接合装置では、先ず、ピックアップ部を用いて、複数のダイを保持するキャリアから当該ダイをピックアップする。次に、ピックアップ部からダイをヘッド部で受け取り、ヘッド部に保持されたダイと、ウェハ保持部に保持されたウェハとを対向配置する。その後、ヘッド部を下降させて、ウェハ上にダイを載置し接合する。

[0011] 例えばヘッド部は、ダイを保持自在に構成され、導電性を有するボンドヘッドと、ボンドヘッドの上面を保持する絶縁板とを有している。すなわち、ボンドヘッドは電氣的に浮いている(フローティング)。かかる場合、ボンドヘッドにおいて、ピックアップ部からのダイの受け取りと、ウェハへのダイの受け渡しとを繰り返し行くと、当該ボンドヘッドは帯電する。このようにボンドヘッドが帯電すると、ピックアップ部からダイを受け取る際、ボンドヘッドがダイに接触して放電し、ボンドヘッドからダイに電流が流れてしまう。そうすると、ダイが有する回路(デバイス)が損傷を被るおそれがある。したがって、複数のダイをウェハに実装するには改善の余地がある。

[0012] 本開示にかかる技術は、ダイオンプロセス製造プロセスにおいてボンドヘッドに保持されたダイを対象基板に接合する際、当該ボンドヘッドが帯電するのを抑制する。以下、本実施形態にかかる接合装置を有する処理システム及び処理方法について、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0013] 本実施形態では、図1に示すように複数種のダイD1、D2を、対象基板としてのウェハWに実装する。具体的には、図2及び図3に示すように第1のキャリアC1に保持された複数の第1のダイD1と、図4及び図5に示す

ように第2のキャリアC2に保持された複数の第2のダイD2とを、実装対象のウェハWに接合する。

[0014] 図1に示すように、第1のダイD1と第2のダイD2の実装対象であるウェハWは、半導体デバイスの製造工程時に用いられる、例えばシリコン基板等の半導体ウェハやガラス基板である。例えば、ウェハWの径は300mmで、厚みは約800 μ mである。なお、ウェハWにおいて、第1のダイD1と第2のダイD2が実装される面を表面Waといい、表面Waと反対側の面を裏面Wbという。

[0015] なお、ウェハWの表面Waに実装させる第1のダイD1と第2のダイD2の数や配置は、所望のパターンに設定されている。また、表面Waには、デバイス層（図示せず）が形成されていてもよい。かかるデバイス層は、後述する第1のダイD1のデバイス層Eに対応するように形成される。

[0016] 図2及び図3に示すように第1のキャリアC1は、複数の第1のダイD1を保持する。第1のダイD1は、例えばシリコン層S1とデバイス層Eが積層された構成を有している。デバイス層Eには、回路が形成されている。第1のダイD1は後述するようにウェハWに接合される際、第1のダイD1に要求される接合精度が高く、すなわち高精度ダイである。なお、第1のダイD1において、デバイス層Eが形成されている側の面を表面D1aといい、表面D1aと反対側の面を裏面D1bという。

[0017] 図4及び図5に示すように第2のキャリアC2は、複数の第2のダイD2を保持する。第2のダイD2は、例えばシリコン層S2と酸化膜Fが積層された構成を有している。酸化膜Fには、回路等のデバイスが形成されていない。第2のダイD2は後述するようにウェハWに接合される際、第2のダイD2に要求される接合精度が低く、すなわち低精度ダイである。なお、第2のダイD2において、酸化膜Fが形成されている側の面を表面D2aといい、表面D2aと反対側の面を裏面D2bという。

[0018] 以上のように第1のダイD1と第2のダイD2は、異なる種類のダイである。第1のダイD1は回路が形成されているのに対し、第2のダイD2は回

路が形成されていない。このため、第1のダイD1に要求される接合精度は相対的に高く、第2のダイD2に要求される接合精度は相対的に低い。また、第1のダイD1の形状（大きさや厚み）と第2のダイD2の形状（大きさや厚み）も異なる。このため、第1のキャリアC1に保持される第1のダイD1の数と、第2のキャリアC2に保持される第2の数も異なる。

[0019] 第1のキャリアC1と第2のキャリアC2は、同様の構成を有している。

まず、第1のキャリアC1の構成について説明する。

[0020] 図2及び図3に示すように第1のキャリアC1は、複数の第1のダイD1を静電吸着及び真空吸着して保持するための吸着面を上面に有する。第1のキャリアC1は、第1のダイD1の裏面D1b側のシリコン層S1を吸着保持する。第1のキャリアC1は、本体部M1と絶縁層N1が積層された構成を有している。

[0021] 本体部M1は、第1のダイD1の実装対象であるウェハWと略同径、略同一の厚みを有し、例えば径が300mmで、厚みが約800 μ mである。また、本体部M1は、導電性を有する任意の材料、例えばシリコン、アルミニウム、アルミニウム合金、ステンレス、アルミナ、ジルコニア、SiC又はチタン等により構成される。換言すれば、シリコン基板を本体部M1として用いてもよい。なお、本体部M1は、第1のダイD1の実装対象であるウェハと略同径であり、かつ、ウェハとは異なる厚み（例えば500 μ m～1000 μ m）で構成してもよい。

[0022] 本体部M1には、厚み方向に貫通する複数の貫通孔H1が形成されている。複数の貫通孔H1は、第1のキャリアC1の吸着面において任意の位置に形成することが可能である。例えば、複数の貫通孔H1は、第1のキャリアC1に保持される複数の第1のダイD1の各々に対応して1つずつ、換言すれば、第1のキャリアC1に保持される複数の第1のダイD1と同数で形成されてもよい。また例えば、複数の貫通孔H1は、第1のキャリアC1に保持される複数の第1のダイD1の各々に対応して複数、換言すれば、第1のキャリアC1に保持される複数の第1のダイD1よりも多く形成されてもよ

い。

[0023] また、貫通孔H 1の形成数、大きさ、形成間隔及び配置は特に限定されるものではないが、当該第1のキャリアC 1に撓み等の変形が発生しない強度（剛性）を確保できるような形成数、大きさや形成間隔で決定することが望ましい。例えば、貫通孔H 1の径は0.5 mm～5.0 mm、形成間隔（隣接する貫通孔H 1の中心間距離）は0.5 mm～5.0 mmである。

[0024] 絶縁層N 1は、本体部M 1の表面に形成される層であり、第1のキャリアC 1において第1のダイD 1の吸着面を構成する。絶縁層N 1には貫通孔が形成されておらず、本体部M 1の表面を覆う。絶縁層N 1の厚みは、静電吸着により第1のキャリアC 1上に第1のダイD 1を保持できる程度の厚み、例えば数十 μ mである。

[0025] 絶縁層N 1は、柔軟性を有し、かつ絶縁性を有する材料、例えばポリイミドやEVA（エチレン・酢酸ビニル共重合体）等により構成される。本実施形態において「絶縁層N 1が柔軟性を有する」とは、本体部M 1上の絶縁層N 1の弾性率が2 GPa以下、好ましくは0.5 GPa以下であることをいう。また、本実施形態において「絶縁層N 1が絶縁性を有する」とは、本体部M 1上の絶縁層N 1の絶縁破壊電圧が30 kV以上、好ましくは40 kV以上であることをいう。

[0026] 図4及び図5に示すように第2のキャリアC 2は、上述したように第1のキャリアC 1と同様の構成を有し、本体部M 2と絶縁層N 2が積層された構成を有している。これら本体部M 2と絶縁層N 2の構成はそれぞれ、本体部M 1と絶縁層N 1の構成と同様である。本体部M 2には、厚み方向に貫通する複数の貫通孔H 2が形成されている。第2のキャリアC 2で保持する第2のダイD 2は第1のダイD 1と異なる種類であるため、貫通孔H 2の形成数、大きさ、形成間隔及び配置は、第1のキャリアC 1の貫通孔H 1と異なってもよい。

[0027] 本実施形態における第1のキャリアC 1は以上のように構成され、第1のキャリアC 1と第1のダイD 1との間で静電（クーロン）力を発生させるこ

とにより、吸着面上に第1のダイD1を吸着保持する。同様に、第2のキャリアC2も、第2のキャリアC2と第2のダイD2との間で静電（クーロン）力を発生させることにより、吸着面上に第2のダイD2を吸着保持する。

[0028] また本実施形態の第1のキャリアC1は、絶縁層N1を弾性率が小さな柔軟性のある材料により形成される。第1のキャリアC1への第1のダイD1の配置後、静電力による第1のダイD1の吸着保持前には、第1のダイD1と絶縁層N1の間に、隙間が形成されている。この絶縁層N1の柔軟性により、第1のキャリアC1においては、静電力による第1のダイD1の吸着に際して、第1のダイD1が絶縁層N1に吸着される力により、第1のダイD1と絶縁層N1との間から空気が抜け、第1のダイD1と絶縁層N1の間に疑似的な真空状態が形成される。これにより、第1のキャリアC1と第1のダイD1の間では静電力による静電吸着に加え、疑似的な真空状態により形成される真空吸着力が発現し、静電吸着力と真空吸着力の両方を用いた強固な保持状態が形成される。同様に、第2のキャリアC2も、静電吸着力と真空吸着力の両方を用いて第2のダイD2を吸着保持する。

[0029] なお、キャリアC1、C2によるダイD1、D2の保持方法は、本実施形態に限定されない。例えば、キャリアC1、C2にダイD1、D2を押圧して圧着させてもよい。かかる場合、キャリアC1、C2にダイD1、D2を押圧することで、ダイD1、D2と絶縁層N1、N2との間から空気が抜け、ダイD1、D2と絶縁層N1、N2の間に真空吸着力が発現し、キャリアC1、C2にダイD1、D2が吸着保持される。なお、かかる場合、キャリアC1、C2における本体部M1、M2の材料は、導電性を有している必要はなく、任意である。また、絶縁層N1、N2の材料も、絶縁性を有している必要はなく、任意である。

[0030] また例えば、キャリアC1、C2の絶縁層N1、N2に粘着シートを用いてもよい。かかる場合、ダイD1、D2と絶縁層N1、N2の間に粘着力を発生させ、キャリアC1、C2にダイD1、D2が保持される。なお、絶縁層N1、N2に熱剥離シートを用いてもよい。熱剥離シートは、常温では粘

着力があるが、加熱することで剥離するシートである。後述するようにダイ D 1、D 2 をウェハ W に接合する際、キャリア C 1、C 2 からダイ D 1、D 2 を離脱させるが、この際、絶縁層 N 1、N 2 を加熱することでダイ D 1、D 2 を離脱させやすくすることができる。

[0031] 次に、本実施形態にかかる処理システム 1 について説明する。処理システム 1 では、第 1 のキャリア C 1 に保持された複数の第 1 のダイ D 1 と、第 2 のキャリア C 2 に保持された複数の第 2 のダイ D 2 とを、ウェハ W に実装する。図 6 は、処理システム 1 の構成の概略を示す平面図である。

[0032] 図 6 に示すように処理システム 1 は、搬入出ステーション 10 と処理ステーション 20 を一体に接続した構成を有している。搬入出ステーション 10 では、例えば外部との間で複数のウェハ W、複数の第 1 のキャリア C 1 及び複数の第 2 のキャリア C 2 をそれぞれ収容可能なフープ F w、F c 1、F c 2 がそれぞれ搬入出される。処理ステーション 20 は、例えば 3 つの処理ブロック 21～23 を有し、後述する一連の処理を実現するための各種処理装置を備えている。

[0033] 搬入出ステーション 10 には、フープ載置台 30 が設けられている。図示の例においてフープ載置台 30 には、複数の、例えば 2 つのフープ F w、1 つの F c 1、1 つの F c 2 が Y 軸方向に並べて載置される。なお、フープ載置台 30 に載置されるフープ F w、F c 1、F c 2 の数や配置は本実施形態に限定されず、任意に決定できる。

[0034] フープ載置台 30 の X 軸正方向側には、当該フープ載置台 30 に隣接して搬送装置 40 が設けられている。搬送装置 40 は、Y 軸方向に延伸する搬送路 41 上を移動自在に構成されている。また搬送装置 40 は、ウェハ W、第 1 のキャリア C 1 及び第 2 のキャリア C 2 を保持して搬送する、例えば 2 つの搬送アーム 42、42 を有している。各搬送アーム 42 は、水平方向、鉛直方向、水平軸回り及び鉛直軸回りに移動自在に構成されている。なお、搬送アーム 42 の構成は本実施形態に限定されず、任意の構成を取り得る。そして、搬送装置 40 は、フープ載置台 30 のフープ F w、F c 1、F c 2、

後述するトランジション装置60及び後述するバッファ装置61に対して、ウェハW、第1のキャリアC1及び第2のキャリアC2を搬送可能に構成されている。

[0035] 処理ステーション20には、例えば3つの処理ブロック21～23が設けられている。第1の処理ブロック21、第2の処理ブロック22及び第3の処理ブロック23は、X軸負方向側から正方向側にこの順で並べて配置されている。

[0036] 第1の処理ブロック21には、搬送装置50、トランジション装置60、バッファ装置61、検査装置70、ウェハ改質装置71、ダイ改質装置72、ウェハ洗浄装置73、ダイ洗浄装置74、ウェハ親水化装置75及びダイ親水化装置76が設けられている。なお、これら各種処理装置の数や配置は本実施形態に限定されず、任意に決定できる。

[0037] 搬送装置50は、X軸方向に延伸する搬送路51上を移動自在に構成されている。また搬送装置50は、ウェハW、第1のキャリアC1及び第2のキャリアC2を保持して搬送する、例えば2つの搬送アーム52、52を有している。各搬送アーム52は水平方向、鉛直方向、水平軸回り及び鉛直軸回りに移動自在に構成され、第1の処理ブロック21の各装置60、61、70～76、後述するトランジション装置90及び後述するバッファ装置91に対して、ウェハW、第1のキャリアC1及び第2のキャリアC2を搬送可能に構成されている。

[0038] トランジション装置60とバッファ装置61は、搬送装置50のX軸負方向側に配置されている。トランジション装置60とバッファ装置61は、鉛直方向に上段からこの順で積層して設けられている。なお、バッファ装置61は複数積層して設けられていてもよい。

[0039] トランジション装置60は、搬送装置40と搬送装置50との間で、ウェハW、第1のキャリアC1及び第2のキャリアC2を受け渡す。バッファ装置61は、ウェハW、第1のキャリアC1及び第2のキャリアC2を一時的に保管する。

- [0040] 検査装置 7 0、ウェハ改質装置 7 1 及びダイ改質装置 7 2 は、搬送装置 5 0 の Y 軸正方向側に配置されている。検査装置 7 0 と、ウェハ改質装置 7 1 及びダイ改質装置 7 2 とは、鉛直方向に上段からこの順で積層して設けられている。ウェハ改質装置 7 1 とダイ改質装置 7 2 は、X 軸負方向側から正方向側にこの順で並べて配置されている。
- [0041] 検査装置 7 0 は、第 1 のダイ D 1 と第 2 のダイ D 2 を実装したウェハ W を検査する。検査装置 7 0 は、例えば I R カメラによってウェハ W を撮像し、ウェハ W の表面 W a とダイ D 1、D 2 と間のボイドの有無を検査する。なお、検査装置 7 0 は、ウェハ W の表面 W a に接合されたダイ D 1、D 2 の位置を検査してもよい。
- [0042] ウェハ改質装置 7 1 は、プラズマを用いてウェハ W の表面 W a を改質する。ウェハ改質装置 7 1 では、例えば減圧雰囲気下において、処理ガスである酸素ガス、窒素ガス、水素ガス又はこれらの混合ガスが励起されてプラズマ化され、イオン化される。この酸素イオン、窒素イオン又は水素イオンがウェハ W の表面 W a に照射されて、表面 W a がプラズマ処理され、改質される。
- [0043] ダイ改質装置 7 2 も、ウェハ改質装置 7 1 と同様に、プラズマを用いてダイ D 1、D 2 の表面 D 1 a、D 2 a を改質する。ダイ改質装置 7 2 では、例えば減圧雰囲気下において、処理ガスである酸素ガス、窒素ガス、水素ガス又はこれらの混合ガスが励起されてプラズマ化され、イオン化される。この酸素イオン、窒素イオン又は水素イオンが、キャリア C 1、C 2 に保持されたダイ D 1、D 2 の表面 D 1 a、D 2 a に照射されて、表面 D 1 a、D 2 a がプラズマ処理され、改質される。
- [0044] ウェハ洗浄装置 7 3、ダイ洗浄装置 7 4、ウェハ親水化装置 7 5 及びダイ親水化装置 7 6 は、搬送装置 5 0 の Y 軸負方向側に配置されている。ウェハ洗浄装置 7 3 及びダイ洗浄装置 7 4 と、ウェハ親水化装置 7 5 及びダイ親水化装置 7 6 とは、鉛直方向に上段からこの順で積層して設けられている。ウェハ洗浄装置 7 3 とダイ洗浄装置 7 4 は、X 軸負方向側から正方向側にこの

順で並べて配置されている。ウェハ親水化装置75とダイ親水化装置76は、X軸負方向側から正方向側にこの順で並べて配置されている。

- [0045] ウェハ洗浄装置73は、ウェハWの表面Waを洗浄する。ウェハ洗浄装置73では、例えばスピチャックに保持されたウェハWを回転させながら、当該ウェハW上に洗浄液、例えば純水、DI Water、DHF、IPAを供給する。そうすると、供給された洗浄液はウェハWの表面Wa上を拡散し、表面Waが洗浄される。
- [0046] ダイ洗浄装置74も、ウェハ洗浄装置73と同様に、ダイD1、D2の表面D1a、D2aを洗浄する。ダイ洗浄装置74では、チャックに保持されたキャリアC1、C2を回転させながら、当該キャリアC1、C2に保持されたダイD1、D2上に洗浄液を供給する。そうすると、供給された洗浄液はダイD1、D2の表面D1a、D2a上を拡散し、表面D1a、D2aが洗浄される。
- [0047] ウェハ親水化装置75は、ウェハWの表面Waを親水化しリンスする。ウェハ親水化装置75では、例えばスピチャックに保持されたウェハWを回転させながら、当該ウェハW上に純水を供給する。そうすると、供給された純水はウェハWの表面Wa上を拡散し、表面Waが親水化される。また純水によって、表面Waがリンスされる。
- [0048] ダイ親水化装置76も、ウェハ親水化装置75と同様に、ダイD1、D2の表面D1a、D2aを親水化しリンスする。ダイ親水化装置76では、例えばスピチャックに保持されたキャリアC1、C2を回転させながら、当該キャリアC1、C2に保持されたダイD1、D2上に純水を供給する。そうすると、供給された純水はダイD1、D2の表面D1a、D2a上を拡散し、表面D1a、D2aが親水化される。また純水によって、表面D1a、D2aがリンスされる。
- [0049] 第2の処理ブロック22には、搬送装置80、トランジション装置90、バッファ装置91及び第1の接合装置100が設けられている。なお、これら各種処理装置の数や配置は本実施形態に限定されず、任意に決定できる。

- [0050] 搬送装置80は、X軸方向に延伸する搬送路81上を移動自在に構成されている。また搬送装置80は、ウェハW、第1のキャリアC1及び第2のキャリアC2を保持して搬送する、例えば2つの搬送アーム82、82を有している。各搬送アーム82は水平方向、鉛直方向、水平軸回り及び鉛直軸回りに移動自在に構成され、第2の処理ブロック22の各装置90、91、100、後述するトランジション装置120及び後述するバッファ装置121に対して、ウェハW、第1のキャリアC1及び第2のキャリアC2を搬送可能に構成されている。
- [0051] トランジション装置90とバッファ装置91は、搬送装置80のX軸負方向側に配置されている。トランジション装置90とバッファ装置91は、鉛直方向に上段からこの順で積層して設けられている。なお、バッファ装置91は複数積層して設けられていてもよい。
- [0052] トランジション装置90は、搬送装置50と搬送装置80との間で、ウェハW、第1のキャリアC1及び第2のキャリアC2を受け渡す。バッファ装置91は、ウェハW、第1のキャリアC1及び第2のキャリアC2を一時的に保管する。
- [0053] 第1の接合装置100は、例えば搬送装置80のY軸正方向に2つ配置され、搬送装置80のY軸負方向に2つ配置されている。第1の接合装置100は、第1のキャリアC1に保持された第1のダイD1（高精度ダイ）をウェハWに接合する。すなわち、第1の接合装置100に要求される接合精度は高い（以下、このような接合装置を「高精度接合装置」という場合がある）。なお、第1の接合装置100の構成の詳細については後述する。
- [0054] 第3の処理ブロック23には、搬送装置110、トランジション装置120、バッファ装置121及び第2の接合装置130が設けられている。なお、これら各種処理装置の数や配置は本実施形態に限定されず、任意に決定できる。
- [0055] 搬送装置110は、X軸方向に延伸する搬送路111上を移動自在に構成されている。また搬送装置110は、ウェハW及び第2のキャリアC2を保

持して搬送する、例えば2つの搬送アーム112、112を有している。各搬送アーム112は水平方向、鉛直方向、水平軸回り及び鉛直軸回りに移動自在に構成され、第3の処理ブロック23の各装置120、121、130に対して、ウェハW及び第2のキャリアC2を搬送可能に構成されている。

[0056] トランジション装置120とバッファ装置121は、搬送装置110のX軸負方向側に配置されている。トランジション装置120とバッファ装置121は、鉛直方向に上段からこの順で積層して設けられている。なお、バッファ装置121は複数積層して設けられていてもよい。

[0057] トランジション装置120は、搬送装置80と搬送装置110との間で、ウェハW及び第2のキャリアC2を受け渡す。バッファ装置121は、ウェハW、第1のキャリアC1及び第2のキャリアC2を一時的に保管する。

[0058] 第2の接合装置130は、例えば搬送装置110のY軸正方向に2つ配置され、搬送装置110のY軸負方向に2つ配置されている。第2の接合装置130は、第2のキャリアC2に保持された第2のダイD2（低精度ダイ）をウェハWに接合する。すなわち、第2の接合装置130に要求される接合精度は低い（以下、このような接合装置を「低精度接合装置」という場合がある）。なお、第2の接合装置130の構成の詳細については後述する。

[0059] 以上の処理システム1には、少なくとも1つの制御装置140が設けられている。制御装置140は、本開示において述べられる種々の工程を処理システム1に実行させるコンピュータ実行可能な命令を処理する。制御装置140は、ここで述べられる種々の工程を実行するように処理システム1の各要素を制御するように構成され得る。一実施形態において、制御装置140の一部又は全てが処理システム1に含まれてもよい。制御装置140は、処理部、記憶部及び通信インターフェースを含んでもよい。制御装置140は、例えばコンピュータにより実現される。処理部は、記憶部から種々の制御動作を行うことを可能にするロジック又はルーチンを提供するプログラムを読み出し、読み出されたプログラムを実行することにより種々の制御動作を行うように構成され得る。このプログラムは、予め記憶部に格納されていて

もよく、必要なときに、媒体を介して取得されてもよい。取得されたプログラムは、記憶部に格納され、処理部によって記憶部から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータに読み取り可能な種々の記憶媒体であってもよく、通信インターフェースに接続されている通信回線であってもよい。記憶媒体は、一時的なものであっても非一時的なものであってもよい。処理部は、CPU (Central Processing Unit) であってもよく、1つ又は複数の回路であってもよい。記憶部は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。通信インターフェースは、LAN (Local Area Network) 等の通信回線を介して処理システム1との間で通信してもよい。

[0060] なお、本実施形態にかかる処理システム1は以上のように構成されるが、処理システム1には、目的に応じて他の処理装置がさらに配置されてもよく、また、目的に応じて一部処理装置が処理システム1の外部に配置されてもよい。

[0061] 次に、以上のように構成された処理システム1において行われるダイオンウェハ製造プロセスについて説明する。図7は、ダイオンウェハ製造プロセスの主な工程を示すフロー図である。図8は、ダイオンウェハ製造プロセスの一部工程を模式的に示す説明図である。

[0062] 先ず、複数のウェハW、第1のキャリアC1及び第2のキャリアC2を各々収納したフープFw、Fc1、Fc2が、搬入出ステーション10のフープ載置台30に載置される。この際、図8(a)に示すように第1のキャリアC1に複数の第1のダイD1が保持され、図8(b)に示すように第2のキャリアC2に複数の第2のダイD2が保持されている。また、第1のキャリアC1は第1のダイD1が上方を向いた状態で収納され、第2のキャリアC2は第2のダイD2が上方を向いた状態で収納されている。

[0063] 次に、搬送装置40によりフープFw内のウェハWが取り出され、トラン

ジション装置60に搬送される。トランジション装置60に搬送されたウェハWは、搬送装置50によりウェハ洗浄装置73に搬送される。ウェハ洗浄装置73では、例えば洗浄液によって、ウェハWの表面Waが洗浄される（図7のSt1）。

[0064] 次にウェハWは、搬送装置50によりウェハ改質装置71に搬送される。ウェハ改質装置71では、例えば減圧雰囲気下でプラズマ処理が行なわれ、ウェハWの表面Waが改質される（図7のSt2）。

[0065] 次にウェハWは、搬送装置50によりウェハ親水化装置75に搬送される。ウェハ親水化装置75では、例えば純水によって、St2で改質されたウェハWの表面Waに水酸基（シラノール基）が付着して当該表面Waが親水化される。また、当該純水によって、表面Waがリンスされる（図7のSt3）。

[0066] 次にウェハWは、搬送装置50によりトランジション装置90に搬送され、さらに搬送装置80により第1の接合装置100に搬送される。なお、すでに4つの第1の接合装置100で接合処理が行われている場合、ウェハWはバッファ装置91に搬送され、バッファ装置91に一時的に保管される。

[0067] ウェハWに上述したSt1～St3の処理が行われている間、第1のキャリアC1に保持された第1のダイD1の処理が行われる。まず、搬送装置40によりフープFc1内の第1のキャリアC1が取り出され、トランジション装置60に搬送される。トランジション装置60に搬送された第1のキャリアC1は、搬送装置50によりダイ洗浄装置74に搬送される。ダイ洗浄装置74では、例えば洗浄液によって、第1のダイD1の表面D1aが洗浄される（図7のSt4）。

[0068] 次に第1のキャリアC1は、搬送装置50によりダイ改質装置72に搬送される。ダイ改質装置72では、例えば減圧雰囲気下でプラズマ処理が行なわれ、第1のダイD1の表面D1aが改質される（図7のSt5）。

[0069] 次に第1のキャリアC1は、搬送装置50によりダイ親水化装置76に搬送される。ダイ親水化装置76では、例えば純水によって、St5で改質さ

れた第1のダイD1の表面D1aに水酸基（シラノール基）が付着して当該表面D1aが親水化される。また、当該純水によって、表面D1aがリンスされる（図7のSt6）。

[0070] 次に第1のキャリアC1は、搬送装置50によりトランジション装置90に搬送され、さらに搬送装置80により第1の接合装置100に搬送される。なお、すでに4つの第1の接合装置100で接合処理が行われている場合、第1のキャリアC1はバッファ装置91に搬送され、バッファ装置91に一時的に保管される。

[0071] ウェハWに上述したSt1～St3の処理が行われ、第1のダイD1に上述したSt4～St6の処理が行われている間、第2のキャリアC2に保持された第2のダイD2の処理が行われる。まず、搬送装置40によりフープFc2内の第2のキャリアC2が取り出され、トランジション装置60に搬送される。トランジション装置60に搬送された第2のキャリアC2は、搬送装置50によりダイ洗浄装置74に搬送される。ダイ洗浄装置74では、例えば洗浄液によって、第2のダイD2の表面D2aが洗浄される（図7のSt7）。

[0072] 次に第2のキャリアC2は、搬送装置50によりダイ改質装置72に搬送される。ダイ改質装置72では、例えば減圧雰囲気下でプラズマ処理が行われ、第2のダイD2の表面D2aが改質される（図7のSt8）。

[0073] 次に第2のキャリアC2は、搬送装置50によりダイ親水化装置76に搬送される。ダイ親水化装置76では、例えば純水によって、St8で改質された第2のダイD2の表面D2aに水酸基（シラノール基）が付着して当該表面D2aが親水化される。また、当該純水によって、表面D2aがリンスされる（図7のSt9）。

[0074] 次に第2のキャリアC2は、搬送装置50によりトランジション装置90に搬送され、搬送装置80によりトランジション装置120に搬送され、さらに搬送装置110により第2の接合装置130に搬送される。なお、すでに4つの第2の接合装置130で接合処理が行われている場合、第2のキャ

リアC 2はバッファ装置1 2 1に搬送され、バッファ装置1 2 1に一時的に保管される。

[0075] 以上のように上述したS t 1～S t 3の処理が行われたウェハWが第1の接合装置1 0 0に搬送され、上述したS t 4～S t 6の処理が行われた第1のキャリアC 1が第1の接合装置1 0 0に搬送される。第1の接合装置1 0 0では、第1のキャリアC 1に保持された第1のダイD 1を、当該第1のキャリアC 1から離脱させてピックアップする。さらに図8 (c) に示すようにピックアップした第1のダイD 1の表面D 1 aとウェハWの表面W aを重ね合わせ、第1のダイD 1を押圧することで、第1のダイD 1をウェハWに接合する(図7のS t 1 0)。

[0076] S t 1 0において、ウェハWの表面W aと第1のダイD 1の表面D 1 aはそれぞれS t 2、S t 5において改質されているため、先ず、表面W a、D 1 a間にファンデルワールス力(分子間力)が生じ、当該表面W a、D 1 a同士が接合される。さらに、ウェハWの表面W aと第1のダイD 1の表面D 1 aはそれぞれS t 3、S t 6において親水化されているため、表面W a、D 1 a間の親水基が水素結合し(分子間力)、表面W a、D 1 a同士が強固に接合される。

[0077] また、上述したように第1の接合装置1 0 0は高精度接合装置である。そして、第1のダイD 1は回路等が形成されたデバイス層Eを含み、高い接合精度が要求されるところ、S t 1 0においてウェハWの所望の位置に高い精度で第1のダイD 1を接合することができる。

[0078] S t 1 0において、第1のキャリアC 1に保持されたすべての第1のダイD 1がウェハWに接合されると、第1のキャリアC 1は、搬送装置8 0によりトランジション装置9 0に搬送され、搬送装置5 0によりトランジション装置6 0に搬送され、さらに搬送装置4 0によりフープF c 1に搬送される。一方、S t 1 0を行った後、第1のキャリアC 1に第1のダイD 1に残っている場合、当該第1のキャリアC 1は第1の接合装置1 0 0に残り、第1のダイD 1が後続のウェハWに接合されてもよい。或いは、S t 1 0を行っ

た後、第1のキャリアC1に第1のダイD1に残っている場合、第1のキャリアC1は搬送装置80によりバッファ装置91に搬送され、バッファ装置91に一時的に保管されてもよい。

[0079] 一方、St10において、ウェハWの所望の位置のすべてに第1のダイD1が接合されると、ウェハWは、搬送装置80によりトランジション装置120に搬送され、さらに搬送装置110により第2の接合装置130に搬送される。なお、すでに4つの第2の接合装置130で接合処理が行われている場合、ウェハWはバッファ装置121に搬送され、バッファ装置121に一時的に保管される。

[0080] また、上述したSt7～St9の処理が行われた第2のキャリアC2が第2の接合装置130に搬送されている。第2の接合装置130では、第2のキャリアC2に保持された第2のダイD2を、当該第2のキャリアC2から離脱させてピックアップする。さらに図8(d)に示すようにピックアップした第2のダイD2の表面D2aとウェハWの表面Waを重ね合わせ、第2のダイD2を押圧することで、第2のダイD2をウェハWに接合する(図7のSt11)。

[0081] St11において、ウェハWの表面Waと第2のダイD2の表面D2aはそれぞれSt2、St8において改質されているため、先ず、表面Wa、D2a間にファンデルワールス力(分子間力)が生じ、当該表面Wa、D2a同士が接合される。さらに、ウェハWの表面Waと第2のダイD2の表面D2aはそれぞれSt3、St9において親水化されているため、表面Wa、D2a間の親水基が水素結合し(分子間力)、表面Wa、D2a同士が強固に接合される。

[0082] また、上述したように第2の接合装置130は低精度接合装置である。そして、第2のダイD2は回路等が形成されておらず、要求される接合精度が低いところ、St11においてウェハWの所望の位置に低い精度で第2のダイD2を接合する。かかる場合、低い接合精度ですむため、St11にかかる時間を短くすることができる。

- [0083] S t 1 1 において、第2のキャリアC 2に保持されたすべての第2のダイD 2がウェハWに接合されると、第2のキャリアC 2は、搬送装置1 1 0によりトランジション装置1 2 0に搬送され、搬送装置8 0によりトランジション装置9 0に搬送され、搬送装置5 0によりトランジション装置6 0に搬送され、さらに搬送装置4 0によりフープF c 2に搬送される。一方、S t 1 1を行った後、第2のキャリアC 2に第2のダイD 2に残っている場合、当該第2のキャリアC 2は第2の接合装置1 3 0に残り、第2のダイD 2が後続のウェハWに接合されてもよい。或いは、S t 1 1を行った後、第2のキャリアC 2に第2のダイD 2に残っている場合、第2のキャリアC 2は搬送装置1 1 0によりバッファ装置1 2 1に搬送され、バッファ装置1 2 1に一時的に保管されてもよい。
- [0084] 一方、S t 1 1において、図1に示したようにウェハWの所望の位置のすべてに第2のダイD 2が接合されると、ウェハWは、搬送装置1 1 0によりトランジション装置1 2 0に搬送され、搬送装置8 0によりトランジション装置9 0に搬送され、搬送装置5 0により検査装置7 0に搬送される。検査装置7 0では、例えばウェハWを撮像し、ウェハWの表面W aとダイD 1、D 2と間のボイドの有無を検査する(図7のS t 1 2)。なお、検査装置7 0は、ウェハWの表面W aに接合されたダイD 1、D 2の位置を検査してもよい。
- [0085] 次にウェハWは、搬送装置5 0によりトランジション装置6 0に搬送され、さらに搬送装置4 0によりフープF wに搬送される。こうして、一連のダイオンウェハ製造プロセスが終了する。
- [0086] なお、ウェハW、第1のキャリアC 1及び第2のキャリアC 2が回収されるフープは、必ずしも、搬入時にウェハW、第1のキャリアC 1及び第2のキャリアC 2をそれぞれ収納していたフープと同一のフープである必要はない。すなわち、例えばウェハW、第1のキャリアC 1及び第2のキャリアC 2をそれぞれ収納していたフープが、それぞれ別の部材を搬出してもよいし、又は、ウェハW、第1のキャリアC 1及び第2のキャリアC 2を搬出する

ための新たなフープ等が処理システム１に搬入されていてもよい。

[0087] 以上の実施形態によれば、処理システム１は、高精度接合装置である第１の接合装置１００と低精度接合装置である第２の接合装置１３０とを有している。そして、第１のダイＤ１は回路等が形成されたデバイス層Ｅを含み、高い接合精度が要求される場所、第１の接合装置１００において、ウェハＷの所望の位置に高い精度で第１のダイＤ１を接合することができる。また、第２のダイＤ２は回路等が形成されておらず、要求される接合精度が低い場所、第２の接合装置１３０において、ウェハＷの所望の位置に低い精度で第２のダイＤ２を接合する。かかる場合、低い接合精度ですむため、ウェハＷへの第２のダイＤ２の接合処理にかかる時間を短縮することができる。したがって、複数種の第１のダイＤ１と第２のダイＤ２をそれぞれに要求される接合精度でウェハＷに適切に実装しつつ、ダイオンウェハ製造プロセスのスループットを向上させることができる。

[0088] また、本実施形態において、第２の接合装置１３０は低精度接合装置であり、高精度接合装置に比べて、後述するように装置構成を低精度仕様に抑えることができる。その結果、第２の接合装置１３０の装置コストを抑えて、処理システム１の装置コストを低廉化することができる。

[0089] 次に、上述した第１の接合装置１００と第２の接合装置１３０の構成について説明する。第１の接合装置１００と第２の接合装置１３０では要求される接合精度が異なり、まず、第１の接合装置１００の構成について説明した後、第２の接合装置１３０の構成について第１の接合装置１００との差異点を中心に説明する。図９は、第１の接合装置１００の構成の概略を示す斜視図である。

[0090] 図９に示すように第１の接合装置１００は、ステージ２００を有している。ステージ２００は、離脱領域２０１と接合領域２０２に分割されている。離脱領域２０１と接合領域２０２は、水平方向（Ｘ軸方向）に並べて配置される。離脱領域２０１では、第１のキャリアＣ１に保持された第１のダイＤ１を、当該第１のキャリアＣ１から離脱させてピックアップする。接合領域

202では、離脱領域201でピックアップした第1のダイD1をウェハWに接合する。

[0091] 離脱領域201には、キャリア保持部210が設けられている。キャリア保持部210は、第1のキャリアC1の保持面を上面に有し、第1のダイD1を保持する第1のキャリアC1を、当該第1のダイD1の表面D1aが上側を向いた状態で保持する。

[0092] キャリア保持部210の下方には、移動機構211が設けられている。移動機構211によって、キャリア保持部210は、水平方向（X軸方向及びY軸方向）に移動可能に構成されている。また移動機構211によって、キャリア保持部210は、鉛直軸周りに回転可能に構成されている。移動機構211の駆動部は特に限定されるものではないが、例えばリニアモータが用いられる。

[0093] キャリア保持部210の内部には、エア供給部としてのエアキャップ220が設けられている。エアキャップ220には、当該エアキャップ220にエアを供給するエア供給源（図示せず）が接続されている。エアキャップ220は、キャリア保持部210に保持された第1のキャリアC1の貫通孔H1にエアを供給し、さらに貫通孔H1を介して、第1のキャリアC1上の第1のダイD1の裏面D1b側にエアを供給する。そうすると、第1のダイD1にはエアによる圧力が付与され、これにより第1のキャリアC1の吸着面上における第1のダイD1と絶縁層N1の密着力が低下する。そして、第1のキャリアC1の吸着面から第1のダイD1を離脱させることができる。

[0094] キャリア保持部210の上方には、ピックアップ部230が設けられている。ピックアップ部230は、第1のキャリアC1から第1のダイD1をピックアップして搬送する。具体的にピックアップ部230は、エアキャップ220からのエアの供給により絶縁層N1との間の密着力が低下し、浮き上がった（リフトアップした）第1のダイD1を保持して第1のキャリアC1から離脱させ、さらに保持した第1のダイD1を離脱領域201から接合領域202に搬送する。

- [0095] ピックアップ部230による第1のダイD1の保持方法は任意である。但し、ピックアップ部230により保持される第1のダイD1の表面D1aは、デバイス層Eのデバイス面であるため、ピックアップ部230による第1のダイD1の保持は、デバイス面に損傷を与えないように行われることが必要となる。例えば、ピックアップ部230として、コレットチャックを用いてもよいし、またベルヌーイ効果や超音波スクイーズ効果を利用して第1のダイD1を上方から非接触で保持可能な非接触チャックを用いてもよい。或いは、ピックアップ部230は、第1のダイD1の表面D1aを保持することに代えて、例えばエアの供給により浮き上がった第1のダイD1の側面を挟み込んで保持するように構成されてもよい。
- [0096] ピックアップ部230は、移動機構231に支持されている。移動機構231は、ピックアップ部230を支持して移動させる。移動機構231は、アーム232、レール233、支持部材234及び駆動部235を有している。アーム232の先端部はピックアップ部230を支持し、基端部はレール233に取り付けられている。レール233は、X軸方向に延在し、支持部材234に支持されている。駆動部235は、ピックアップ部230をX軸方向（レール233に沿った方向）、Y軸方向及び鉛直方向に移動させる。また、駆動部235は、ピックアップ部230を水平軸回り（X軸回り）に回転させ、ピックアップ部230は、保持した第1のダイD1の表裏面を反転させることができる。また、駆動部235は、ピックアップ部230を鉛直軸回りに回転させ、保持した第1のダイD1の回転方向（ θ 軸方向）の位置を調整することができる。なお、駆動部235の駆動源は特に限定されるものではないが、例えばリニアモータが用いられる。
- [0097] キャリア保持部210の上方には、第1の撮像部240が設けられている。第1の撮像部240には、例えばカメラが用いられる。第1の撮像部240は、キャリア保持部210に保持された第1のキャリアC1上の第1のダイD1の少なくとも2点を上方から撮像する。第1の撮像部240は固定されており、キャリア保持部210を移動させて第1のダイD1の2点を撮像

する。撮像された画像は制御装置 140 に出力され、制御装置 140 において第 1 のキャリア C 1 上の第 1 のダイ D 1 の位置が測定される。制御装置 140 は、測定された第 1 のダイ D 1 の位置に基づいて移動機構 231 を制御し、ピックアップ部 230 が第 1 のダイ D 1 を適切にピックアップするように、ピックアップ部 230 の位置を調整する。

[0098] キャリア保持部 210 の X 軸正方向側であって、ピックアップ部 230 の下方には、第 2 の撮像部 241 が設けられている。第 2 の撮像部 241 には、例えばカメラが用いられる。第 2 の撮像部 241 は、ピックアップ部 230 に保持された第 1 のダイ D 1 の少なくとも 2 点を下方から撮像する。第 2 の撮像部 241 は固定されており、ピックアップ部 230 を移動させて第 1 のダイ D 1 の 2 点を撮像する。撮像された画像は制御装置 140 に出力され、制御装置 140 においてピックアップ部 230 に保持された第 1 のダイ D 1 の位置が測定される。制御装置 140 は、測定された第 1 のダイ D 1 の位置に基づいて移動機構 231 を制御し、ピックアップ部 230 が後述するボンドヘッド 261 の適切な位置に第 1 のダイ D 1 を受け渡せるように、ピックアップ部 230 の位置を調整する。

[0099] 接合領域 202 には、基板保持部としてのウェハ保持部 250 が設けられている。ウェハ保持部 250 は、ウェハ W の保持面を上面に有し、ウェハ W を、第 1 のダイ D 1 の実装面である表面 W a が上側を向いた状態で保持する。ウェハ保持部 250 は、支持板 251 に支持されている。

[0100] 支持板 251 の下方には、移動機構 252 が設けられている。移動機構 252 によって、ウェハ保持部 250 及び支持板 251 は、水平方向（X 軸方向及び Y 軸方向）に移動可能に構成されている。また移動機構 252 によって、ウェハ保持部 250 及び支持板 251 は、鉛直軸周りに回転可能に構成されている。移動機構 252 の駆動部は特に限定されるものではないが、例えばリニアモータが用いられる。

[0101] ウェハ保持部 250 の上方には、ヘッド部 260 が設けられている。ヘッド部 260 は、ピックアップ部 230 から第 1 のダイ D 1 を受け取って保持

し、保持した第1のダイD1をウェハWに搬送して、当該第1のダイD1をウェハWに接合する。図10に示すようにヘッド部260は、ボンドヘッド261、絶縁体としての絶縁板262及びベース263を有している。

[0102] ボンドヘッド261は、ピックアップ部230が保持する第1のダイD1を上方から受け取って保持する。ボンドヘッド261における第1のダイD1の保持面（下面）は、中央部が下方に突出した凸形状を有している。

[0103] ボンドヘッド261による第1のダイD1の保持方法は任意である。ボンドヘッド261により保持される第1のダイD1の裏面D1bは、シリコン層S1であるため、ボンドヘッド261は、ピックアップ部230のように必ずしもコレットチャックや非接触チャック等により構成される必要はない。例えば、ボンドヘッド261にはバキュームチャックが用いられ、ボンドヘッド261は、真空機構（図示せず）によって第1のダイD1を真空引きして吸着保持してもよい。

[0104] ボンドヘッド261は、導電性を有する材料から構成され、例えば金属から構成され得る。ボンドヘッド261は、後述するように絶縁板262に支持され、電氣的に浮いている（フローティング）。

[0105] 絶縁板262は、ボンドヘッド261より大きく、ボンドヘッド261の上面全面を保持する。絶縁板262によるボンドヘッド261の保持方法は任意である。例えば、絶縁板262は、真空機構（図示せず）によってボンドヘッド261を真空引きして吸着保持してもよい。かかる場合、ボンドヘッド261は絶縁板262に対して着脱自在に構成され、ボンドヘッド261は交換自在に構成されている。

[0106] 絶縁板262は、光を透過させ、且つ、絶縁性を有する材料から構成され、例えばガラスから構成され得る。後述するように、撮像部280、281、282が4つのアライメントマーク265を撮像し、また撮像部281、282がウェハWを撮像するため、絶縁板262は、光を透過させるように透明に構成される。

[0107] ベース263は、絶縁板262の上面外周部を支持する。ベース263は

環状形状を有し、ベース263の中央には開口部263aが形成されている。開口部263aは少なくともボンドヘッド261より大きく形成され、すなわち絶縁板262に保持されたボンドヘッド261は、平面視において、開口部263aの内側に配置されている。

[0108] ベース263は、導電性を有する材料から構成され、例えば金属から構成され得る。ベース263は、グランド電位に接続されている。

[0109] 絶縁板262の表面には、グランド接続体としての導電膜264が形成されている。導電膜264は、絶縁板262の下面と側面に延在し、ボンドヘッド261の上面とベース263の下面を接続するように形成される。具体的に導電膜264は、ボンドヘッド261の上面と絶縁板262の下面の間において、ボンドヘッド261の上面全面を覆うように形成される。また導電膜264は、ベース263の下面の一部に接触するように形成される。

[0110] 導電膜264は、導電性を有する材料から構成され、例えば金属から構成され得る。また、導電膜264は、光を透過させる透明の導電膜が好ましく、例えば酸化インジウムに酸化スズを添加したITO（酸化インジウムスズ）薄膜であってもよい。ITO薄膜は、電子ビーム蒸着やスパッタ蒸着により形成される。また、ITO薄膜は、塗布により形成されてもよい。かかる場合、ボンドヘッド261は、導電膜264及びベース263を介して、グランド電位に接続されている。

[0111] 絶縁板262の下面には、複数、例えば4つのアライメントマーク265が設けられている。4つのアライメントマーク265は、平面視において、絶縁板262に保持されたボンドヘッド261の外側であって、開口部263aの内側に配置されている。

[0112] 図9に示すようにヘッド部260の下方には、後述する第3の撮像部280が設けれ、ヘッド部260の上方には、後述する第4の撮像部281と後述する第5の撮像部282が設けられている。これら撮像部280、281、282は経時的に微小に移動するため、所望のタイミングで位置合わせが必要となる。この位置合わせの際には、撮像部280、281、282が4

つのアライメントマーク265を撮像することで行われる。このため、絶縁板262は透明に構成されている。

[0113] また、後述する第4の撮像部281と後述する第5の撮像部282はそれぞれ、ヘッド部260の下方において、ウェハ保持部250に保持されたウェハWを撮像する。第4の撮像部281と第5の撮像部282はそれぞれ、平面視でボンドヘッド261の外側であって開口部263aの内側において、絶縁板262を介して、ウェハWを撮像する。このため、絶縁板262は透明に構成されている。

[0114] ヘッド部260は、移動機構270に支持されている。移動機構270は、ヘッド部260を支持して移動させる。移動機構270は、アーム271、レール272、支持部材273及び駆動部274を有している。アーム271の先端部はヘッド部260のベース263を支持し、基端部はレール272に取り付けられている。レール272は、X軸方向に延在し、支持部材273に支持されている。駆動部274は、ヘッド部260をX軸方向（レール272に沿った方向）、Y軸方向及び鉛直方向に移動させる。また、駆動部274は、ヘッド部260を鉛直軸回りに回転させ、保持した第1のダイD1の回転方向（ θ 軸方向）の位置を調整することができる。なお、駆動部274の駆動源は特に限定されるものではないが、例えばニアモータが用いられる。

[0115] ヘッド部260の下方には、第3の撮像部280が設けられている。第3の撮像部280には、例えばカメラが用いられる。第3の撮像部280は、平面視においてウェハ保持部250が第3の撮像部280に重ならない位置に退避した状態で、ボンドヘッド261に保持された第1のダイD1の少なくとも2点を下方から撮像する。第3の撮像部280は固定されており、ボンドヘッド261を移動させて第1のダイD1の2点を撮像する。撮像された画像は制御装置140に出力され、制御装置140においてボンドヘッド261に保持された第1のダイD1の位置が測定される。

[0116] ヘッド部260の上方、詳細にはベース263の開口部263aの上方に

は、第4の撮像部281が設けられている。第4の撮像部281には、例えばカメラが用いられる。第4の撮像部281は、ウェハ保持部250に保持されたウェハWの少なくとも2点を上方から撮像する。第4の撮像部281とウェハ保持部250の少なくともいずれかを移動させて、ウェハWの2点を撮像する。撮像された画像は制御装置140に出力され、制御装置140においてウェハWに保持されたウェハWの位置が測定される。

[0117] 制御装置140は、第3の撮像部280を用いて測定された第1のダイD1の位置と、第4の撮像部281を用いて測定されたウェハWの位置とに基づいて、ウェハWに対する第1のダイD1の位置調整を行う。具体的に制御装置140は、移動機構252と移動機構270の少なくともいずれかを制御し、第1のダイD1とウェハWの少なくともいずれかを移動させて、ウェハWに対して第1のダイD1が適切な位置に接合されるように、ウェハWに対する第1のダイD1の位置を調整する。

[0118] ヘッド部260の上方、詳細にはベース263の開口部263aの上方には、第5の撮像部282が設けられている。第5の撮像部282には、例えばIRカメラが用いられる。第5の撮像部282は、ウェハWに実装された第1のダイD1を上方から撮像する。撮像された画像は制御装置140に出力され、制御装置140においてウェハWに対する第1のダイD1の位置が測定される。すなわち、制御装置140は、ウェハWに対する第1のダイD1の接合精度を検査する。

[0119] なお、第4の撮像部281と第5の撮像部282はそれぞれ、支持部材（図示せず）を介して、移動機構270のアーム271に支持され、移動機構270によって水平方向（X軸方向及びY軸方向）に移動可能に構成されていていてもよい。或いは、第4の撮像部281と第5の撮像部282はそれぞれ、移動機構270とは別の移動機構（図示せず）に支持され、当該移動機構によって水平方向（X軸方向及びY軸方向）に移動可能に構成されていていてもよい。

[0120] 次に、以上のように構成された第1の接合装置100を用いて行われるウ

エハWへの第1のダイD1の接合方法について説明する。

- [0121] まず、第1の接合装置100に、ウェハWと、複数の第1のダイD1を保持した第1のキャリアC1とが搬送される。ウェハWは、表面Waが上側を向いた状態でウェハ保持部250に保持される。この際、ウェハ保持部250は、平面視において第3の撮像部280に重ならない位置、例えば第3の撮像部280のX軸正方向側に配置されている。第1のキャリアC1は、第1のダイD1の表面D1aが上側を向いた状態でキャリア保持部210に保持される。
- [0122] 次に、第1の撮像部240によって、キャリア保持部210に保持された第1のキャリアC1上の第1のダイD1のうち、接合対象の一の第1のダイD1の少なくとも2点を撮像する。撮像された画像は制御装置140に出力され、制御装置140において第1のキャリアC1上の第1のダイD1の位置が測定される。制御装置140は、測定された第1のダイD1の位置に基づいて移動機構231を制御し、キャリア保持部210を移動させて、ピックアップ部230と、ピックアップ部230がピックアップする第1のダイD1との位置調整を行う。
- [0123] 次に、エアキャップ220によって、接合対象の一の第1のダイD1に対応する貫通孔H1に対して選択的にエアを供給し、絶縁層N1を膨張させることで当該一の第1のダイD1を下方から突き上げ、浮き上がらせる。
- [0124] 次に、ピックアップ部230を下降させ、浮き上がらせられた一の第1のダイD1の表面D1aをピックアップ部230により保持する。なお、ピックアップ部230による第1のダイD1の保持は、エアにより第1のダイD1を浮き上がらせる前に行ってもよいし、エアにより第1のダイD1を浮き上がらせるのと同時に行ってもよい。続いて、ピックアップ部230を上昇させて、第1のキャリアC1から第1のダイD1をピックアップする。
- [0125] 次に、ピックアップ部230をX軸正方向に移動させ、第2の撮像部241の上方まで移動させる。第2の撮像部241によって、ピックアップ部230に保持された第1のダイD1の少なくとも2点を下方から撮像する。撮

像された画像は制御装置 140 に出力され、制御装置 140 においてピックアップ部 230 に保持された第 1 のダイ D 1 の位置が測定される。制御装置 140 は、測定された第 1 のダイ D 1 の位置に基づいて移動機構 231 を制御し、ボンドヘッド 261 の中央部に第 1 のダイ D 1 を受け渡すように、ピックアップ部 230 の位置を調整する。

[0126] 次に、ピックアップ部 230 を水平軸回り（X 軸回り）に回転させ、これにより第 1 のダイ D 1 の表裏面を反転させる。そして、ピックアップ部 230 に保持された第 1 のダイ D 1 の裏面 D 1 b が上側に向いた状態にする。

[0127] 次に、ピックアップ部 230 を X 軸正方向にさらに移動させ、ボンドヘッド 261 の下方まで移動させる。続けて、ピックアップ部 230 からボンドヘッド 261 に第 1 のダイ D 1 を受け渡す。第 1 のダイ D 1 は、ボンドヘッド 261 の中央部に配置される。

[0128] 次に、第 3 の撮像部 280 によって、ボンドヘッド 261 に保持された第 1 のダイ D 1 の少なくとも 2 点を下方から撮像する。撮像された画像は制御装置 140 に出力され、制御装置 140 においてボンドヘッド 261 に保持された第 1 のダイ D 1 の位置が測定される。

[0129] 次に、ウェハ保持部 250 を、ボンドヘッド 261（第 4 の撮像部 281）の下方に移動させる。続けて、第 4 の撮像部 281 によって、ウェハ保持部 250 に保持されたウェハ W の少なくとも 2 点を上方から撮像する。撮像された画像は制御装置 140 に出力され、制御装置 140 においてウェハ W に保持されたウェハ W の位置が測定される。制御装置 140 は、第 3 の撮像部 280 を用いて測定された第 1 のダイ D 1 の位置と、第 4 の撮像部 281 を用いて測定されたウェハ W の位置とに基づいて、ウェハ W に対して第 1 のダイ D 1 が適切な位置に接合されるように、ウェハ W に対する第 1 のダイ D 1 の位置調整を行う。

[0130] 次に、ボンドヘッド 261 を下降させ、ボンドヘッド 261 に保持された第 1 のダイ D 1 の表面 D 1 a とウェハ W の表面 W a を重ね合わせ、第 1 のダイ D 1 を押圧することで、第 1 のダイ D 1 をウェハ W に接合する。続けて、

ボンドヘッド261を上昇させる。

- [0131] ここで、上述したようにボンドヘッド261における第1のダイD1の保持面（下面）は、中央部が下方に突出した凸形状を有している。例えばボンドヘッド261の中央部からずれて第1のダイD1が保持されている場合、第1のダイD1をウェハWに押圧すると、ウェハWに対する第1のダイD1の面圧精度が悪く、ウェハWと第1のダイD1の間にボイドが発生してしまう。この点、本実施形態では、第2の撮像部241による第1のダイD1の撮像画像に基づいてピックアップ部230の位置を調整するので、第1のダイD1はボンドヘッド261の中央部に適切に保持される。このため、第1のダイD1をウェハWに接合する際の、ウェハWに対する第1のダイD1の面圧精度を向上させることができ、ボイドの発生を抑制することができる。
- [0132] 以上のようにウェハWに対する第1のダイD1の接合動作が行われる。かかる第1のダイD1の接合動作は、第1のキャリアC1上に吸着保持された複数の第1のダイD1のそれぞれに対して独立して、連続的に行われる。
- [0133] ウェハWの所望の位置のすべてに第1のダイD1が接合されると、次に、第5の撮像部282によって、ウェハWに実装された第1のダイD1を上方から撮像する。撮像された画像は制御装置140に出力され、制御装置140においてウェハWに対する第1のダイD1の位置が測定され、ウェハWに対する第1のダイD1の接合精度が検査される。こうして、第1の接合装置100における一連の接合処理が終了する。
- [0134] 以上の実施形態によれば、第1の接合装置100では、ヘッド部260のボンドヘッド261を用いて、ウェハWへの第1のダイD1の接合が繰り返し行われる。すなわち、ボンドヘッド261では、ピックアップ部230からの第1のダイD1の受け取りと、ウェハWへの第1のダイD1の受け渡しとが繰り返し行われる。
- [0135] 従来、ボンドヘッドは絶縁板に保持され、電氣的に浮いているので、ボンドヘッドでダイの受け取りと受け渡しを繰り返し行くと、当該ボンドヘッドは帯電する。このようにボンドヘッドが帯電すると、ピックアップ部からダ

イを受け取る際、ボンドヘッドがダイに接触して放電し、当該ボンドヘッドからダイに電流が流れてしまう。そうすると、ダイが有する回路（デバイス）が損傷を被るおそれがある。

[0136] この点、本実施形態では、ボンドヘッド261は、導電膜264及びベース263を介して、グランド電位に接続されている。このため、ボンドヘッド261を用いて、第1のダイD1の受け取りと受け渡しを繰り返し行っても、当該ボンドヘッド261が帯電することを抑制できる。その結果、第1のダイD1の回路が損傷を被ることを抑制できる。また、第1のダイD1にパーティクルが付着するのを抑制することもできる。したがって、ウェハWに第1のダイD1を適切に実装することができ、製品の品質を向上させることができる。

[0137] また、第1の接合装置100において各種の位置調整（アライメント）を行う。すなわち、第1の撮像部240を用いて、ピックアップ部230と、ピックアップ部230がピックアップする第1のダイD1との位置を調整する。第2の撮像部241を用いて、ボンドヘッド261の中央部に第1のダイD1を受け渡すように、ピックアップ部230の位置を調整する。第3の撮像部280と第4の撮像部281を用いて、ウェハWに対する第1のダイD1の位置を調整する。このため、ウェハWに対する第1のダイD1を適切な位置に接合することができる。また、ウェハWに第1のダイD1を接合する際のボイドを抑制することもできる。したがって、第1の接合装置100では、高い接合精度で、ウェハWに第1のダイD1を接合することが可能となる。

[0138] また、第1の接合装置100において、移動機構211の剛性、移動機構231のアーム232の剛性、移動機構252の剛性及び移動機構270のアーム271の剛性をそれぞれ大きくすることで、キャリア保持部210の移動、ピックアップ部230の移動、ウェハ保持部250の移動及びヘッド部260の移動を高精度化することができる。かかる場合、第1の接合装置100におけるウェハWへの第1のダイD1の接合精度を高くすることがで

きる。

[0139] また、第１の接合装置１００において、移動機構２１１の駆動部、移動機構２３１の駆動部２３５、移動機構２５２の駆動部及び移動機構２３１の駆動部２７４のそれぞれを高性能化することで、キャリア保持部２１０の移動、ピックアップ部２３０の移動、ウェハ保持部２５０の移動及びヘッド部２６０の移動を高速化することができる。このため、第１の接合装置１００における接合処理にかかる時間を短縮することができる。

[0140] 次に、第２の接合装置１３０の構成について、第１の接合装置１００との差異点を中心に説明する。第２の接合装置１３０は低精度接合装置であり、第１の接合装置１００に比して装置構成を低精度仕様に抑えることができる。

[0141] 例えば、第２の接合装置１３０には、ウェハＷに対する第２のダイＤ２の位置精度が低くてすむため、第１の撮像部２４０、第３の撮像部２８０及び第４の撮像部２８１の少なくともいずれかを省略することができる。また、ウェハＷに第２のダイＤ２を接合する際のボイドを抑制する必要がある場合、第２の撮像部２４１を省略することができる。さらに、ウェハＷに対する第２のダイＤ２の接合精度が低くてすみ、検査が不要である場合、第５の撮像部２８２を省略することができる。

[0142] また、第２の接合装置１３０において、移動機構２１１の駆動部、移動機構２３１の駆動部２３５、移動機構２５２の駆動部及び移動機構２７０の駆動部２７４のそれぞれを高性能化することで、キャリア保持部２１０の移動、ピックアップ部２３０の移動、ウェハ保持部２５０の移動及びヘッド部２６０の移動を高速化することができる。一方、このように各駆動部を高性能化すると駆動部が大きくなるため、例えば、移動機構２１１の剛性、移動機構２３１のアーム２３２の剛性、移動機構２５２の剛性及び移動機構２７０のアーム２７１の剛性をそれぞれ小さくするのが好ましい。この点、第２の接合装置１３０に要求される接合精度は低いので、これらの剛性を小さくすることが可能となる。

- [0143] 以上のように第2の接合装置130では、第1の接合装置100に比べて装置構成を低精度仕様に抑えることができ、さらに接合条件を低精度仕様に抑えることができる。このため、第2の接合装置130における接合処理にかかる時間を短縮することができる。なお、第2の接合装置130は、第1の接合装置100と同じ装置構成とし、接合条件のみを低精度仕様にすることも可能である。
- [0144] 接合条件は、ウェハWに第1のダイD1と第2のダイD2を接合する際の条件であり、装置パラメータである。装置パラメータは、例えば、移動機構211、231、252、270によるキャリア保持部210、ピックアップ部230、ウェハ保持部250及びヘッド部260の移動の加減速と速度や、これら移動機構211、231、252、270の駆動部の駆動が安定するまでの待ち時間である。また、装置パラメータは、撮像部240、241、280、281、282による撮像の有無や撮像時間である。
- [0145] 以上の第2の接合装置130においても、ボンドヘッド261が、導電膜264及びベース263を介して、グランド電位に接続されているので、ボンドヘッド261を用いて、第2のダイD2の受け取りと受け渡しを繰り返し行っても、当該ボンドヘッド261が帯電することを抑制できる。その結果、第2のダイD2にパーティクルが付着するのを抑制でき、ウェハWに第2のダイD2を適切に実装することができる。
- [0146] なお、以上の実施形態の第1の接合装置100と第2の接合装置130ではそれぞれ、離脱領域201と接合領域202が水平方向（X軸方向）に並べて配置されたが、例えば鉛直方向に積層して配置されてよい。かかる場合、第1の接合装置100と第2の接合装置130のフットプリント（占有面積）を小さく抑えることができる。
- [0147] 以上の実施形態では、第1の接合装置100と第2の接合装置130において、ボンドヘッド261をグランド電位に接続するグランド接続体として導電膜264を用いたが、グランド接続体の構成はこれに限定されない。
- [0148] 例えば図11に示すようにグランド接続体300は、導電体301と導電

膜302、303を含む構成を有していてもよい。導電体301は、絶縁板262の厚み方向に形成された貫通孔262aの内部を挿通し、導電膜302、303を接続するように設けられている。下部導電膜302は、ボンドヘッド261の上面と絶縁板262の下面の間において、ボンドヘッド261の上面全面を覆うように形成される。上部導電膜303は、絶縁板262の上面に延在し、ベース263の側面の一部に接触するように形成される。

[0149] 導電体301と導電膜302、303はそれぞれ、導電性を有する材料から構成され、例えば金属から構成され得る。また、導電体301と導電膜302、303はそれぞれ、光を透過させる透明の導電性を有する材料から構成されるのが好ましく、例えば酸化インジウムに酸化スズを添加したITO（酸化インジウムスズ）から構成されてもよい。かかる場合、ボンドヘッド261は、下部導電膜302、導電体301、上部導電膜303及びベース263を介して、グランド電位に接続されている。かかる場合、ボンドヘッド261を用いてダイD1、D2の受け取りと受け渡しを繰り返し行っても、当該ボンドヘッド261が帯電することを抑制できる。

[0150] 以上の実施形態では、ボンドヘッド261をグランド電位に接続し、ボンドヘッド261が帯電するのを抑制したが、さらにボンドヘッド261を除電してもよい。例えば図12に示すように第1の接合装置100（第2の接合装置130）において、ヘッド部260の下方に、除電部310が設けられる。除電部310には、例えばイオナイザーを用いてもよい。そして、除電部310からボンドヘッド261にイオンが供給され、ボンドヘッド261が除電される。また、除電部310には、例えば光照射部を用いてもよい。そして、除電部310からボンドヘッド261に光が照射され、ボンドヘッド261が除電される。

[0151] かかる場合、ボンドヘッド261はグランド電位に接続されつつ、除電部310によって除電されるので、ボンドヘッド261を用いてダイD1、D2の受け取りと受け渡しを繰り返し行っても、当該ボンドヘッド261が帯電することをさらに抑制できる。なお、除電部310のみによって、ボンド

ヘッド261の除電を行うことも考えられるが、かかる場合、除電に時間がかかり、ボンドヘッド261の帯電を抑制しきれない。このため、本実施形態のようにボンドヘッド261をグラウンド電位に接続するのがよい。

[0152] 以上の実施形態では、第1のキャリアC1が複数の第1のダイD1を保持し、第2のキャリアC2が複数の第2のダイD2を保持したが、1つのキャリアが複数の第1のダイD1と複数の第2のダイD2を保持してもよい。或いは、1つのキャリアが3種以上のダイを保持してもよく、1つのキャリアが保持するダイのパターンは任意である。

[0153] また、以上の実施形態では、ウェハWに第1のダイD1と第2のダイD2を実装する場合について説明したが、ウェハWには3種以上のダイを実装する場合もある。例えばウェハWには、第1のダイD1と第2のダイD2に加えて、第3のダイD3が実装される。かかる場合、処理システム1には、ウェハWに第3のダイD3を接合する専用の接合装置（図示せず）が設けられてもよい。或いは、例えば第3のダイD3が低精度ダイである場合、第2の接合装置130においてボンドヘッド261を交換することにより、ウェハWに第2のダイD2と第3のダイD3を接合してもよい。

[0154] 以上の実施形態では、キャリアC1、C2に保持されたダイD1、D2をウェハWに実装したが、実装前のダイD1、D2を保持されるキャリアは上記実施形態のキャリアC1、C2に限定されない。例えば、ダイD1、D2は、ダイシングフレームに固定されたダイシングテープに貼付されていてもよい。ダイD1、D2は、裏面D1b、D2b側のシリコン層S1、S2がダイシングテープに貼付される。

[0155] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。例えば、上記実施形態の構成要件は任意に組み合わせることができる。当該任意の組み合わせからは、組み合わせにかかるそれぞれの構成要件についての作用及び効果が当然に得られるとともに、本明細書の記載から当業者には明ら

かな他の作用及び他の効果が得られる。

- [0156] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示にかかる技術は、上記の効果とともに、又は、上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

符号の説明

- [0157]
- | | |
|-------|-----------|
| 1 0 0 | 第 1 の接合装置 |
| 1 3 0 | 第 2 の接合装置 |
| 2 5 0 | ウェハ保持部 |
| 2 6 0 | ヘッド部 |
| 2 6 1 | ボンドヘッド |
| 2 6 2 | 絶縁板 |
| 2 6 4 | 導電膜 |
| D 1 | 第 1 のダイ |
| D 2 | 第 2 のダイ |
| W | ウェハ |

請求の範囲

- [請求項1] 複数のダイを対象基板に接合する接合装置であって、
前記対象基板を保持する基板保持部と、
前記基板保持部に保持された前記対象基板に前記ダイを接合するヘッド部と、を有し、
前記ヘッド部は、
前記ダイを保持し、導電性を有するボンドヘッドと、
前記ボンドヘッドを保持する絶縁体と、
前記ボンドヘッドをグランド電位に接続するグランド接続体と、を有する、接合装置。
- [請求項2] 前記グランド接続体は、前記絶縁体の表面に形成された導電膜を含む、請求項1に記載の接合装置。
- [請求項3] 前記グランド接続体は、前記絶縁体の厚み方向に形成された貫通孔の内部を挿通する導電体を含む、請求項2に記載の接合装置。
- [請求項4] 前記グランド接続体は、光を透過させる、請求項1に記載の接合装置。
- [請求項5] 前記グランド接続体は、酸化インジウムスズから構成される、請求項4に記載の接合装置。
- [請求項6] 前記絶縁体は、光を透過させる、請求項1に記載の接合装置。
- [請求項7] 前記ヘッド部は、前記絶縁体を支持するベースを有し、
前記グランド接続体は、前記ベースに接続される、請求項1に記載の接合装置。
- [請求項8] 前記ベースは、前記絶縁体の上面の外周部を支持し、
前記ベースの中央には、開口部が形成され、
前記絶縁体は、前記ボンドヘッドの上面を保持し、
前記ボンドヘッドは、平面視において前記開口部の内側に配置され、
前記グランド接続体は、前記ボンドヘッドの上面と前記絶縁体の下面の間に形成された導電膜を含む、請求項7に記載の接合装置。

- [請求項9] 前記ボンドヘッドを除電する除電部を有する、請求項1に記載の接合装置。
- [請求項10] 複数の前記ダイを保持するキャリアから当該ダイをピックアップするピックアップ部を有し、
前記ボンドヘッドは、前記ピックアップ部から前記ダイを受け取り、
前記対象基板に前記ダイを接合する、請求項1に記載の接合装置。