明　細　書

発明の名称 ：

接合システム、接合方法、プログラム及びコンピュータ記憶媒体

技術分野

[0001] 本発明は、基板同士を接合する接合システム、接合方法、プログラム及びコンピュータ記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体デバイスの高集積化が進んでいる。高集積化した複数の半導体デバイスを水平面内で配置し、これら半導体デバイスを配線で接続して製品化する場合、配線長が増大し、それにより配線の抵抗が大きくなること、また配線遅延が大きくなることが懸念される。

[0003] そこで、半導体デバイスを３次元に積層する３次元集積技術を用いることが提案されている。この３次元集積技術においては、例えば接合装置を用いて、２枚の半導体ウェハ（以下、「ウェハ」という。）の接合が行われる。例えば接合装置は、ウェハの表面に不活性ガスイオンビーム又は不活性ガス中性原子ビームを照射するビーム照射手段と、２枚のウェハを重ね合わせた状態で当該２枚のウェハを押圧する一組のワークローラとを有している。そして、この接合装置では、ビーム照射手段によってウェハの表面（接合面）を活性化し、２枚のウェハを重ね合わせた状態で当該２枚のウェハの表面間にファンデルワールス力を発生させて仮接合する。その後、２枚のウェハを押圧することでウェハ同士を接合している（特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開２００４－３３７９２８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献１に記載の接合装置を用いた場合、一組のワーク

ローラで２枚のウェハを押圧する際の荷重により、ウェハが破損するおそれがあった。

[0006] また、表面が活性化した２枚のウェハの表面間にファンデルワールス力を発生させて行われる仮接合はその接合強度が十分でないため、２枚のウェハを鉛直方向からずれて押圧した場合、ウェハの位置ずれが生じるおそれがあった。

[0007] しかも、ウェハ同士を適切に接合するためには、２枚のウェハの押圧に多大な時間を要するため、ウェハ接合処理のスループットの低下を招いていた。

[0008] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、基板同士を適切に接合しつつ、基板接合処理のスループットを向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 前記の目的を達成するため、本発明は、基板同士を接合する接合システムであって、基板に所定の処理を行い、基板同士を接合する処理ステーションと、基板又は基板同士が接合された重合基板をそれぞれ複数保有可能で、且つ前記処理ステーションに対して基板又は重合基板を搬入出する搬入出ステーションと、を備え、前記処理ステーションは、基板の接合される表面を活性化する表面活性化装置と、前記表面活性化装置で活性化された基板の表面を親水化する表面親水化装置と、前記表面親水化装置で表面が親水化された基板同士を接合する接合装置と、前記表面活性化装置、前記表面親水化装置及び前記接合装置に対して、基板又は重合基板を搬送するための搬送領域と、を有する。なお、基板の表面とは、基板が接合される接合面をいう。

[0010] 本発明の接合システムによれば、表面活性化装置において基板の表面を活性化した後、表面親水化装置において基板の表面を親水化して当該表面に水酸基を形成できる。その後、接合装置において、活性化した基板の表面同士をファンデルワールス力によって接合した後、親水化した基板の表面の水酸基を水素結合させて、基板同士を強固に接合することができる。このため、従来のように基板を重ね合わせた状態で押圧する必要がない。したがって、

従来のように基板が破損するおそれもなく、また基板の位置ずれが生じるおそれもない。さらに、基板同士はファンデルワールス力と水素結合のみによって接合されるので、接合に要する時間を短縮することができる。したがって、本発明によれば、基板同士を適切に接合しつつ、基板接合処理のスループットを向上させることができる。また、搬入出ステーションは複数の基板又は複数の重合基板を保有可能であるので、搬入出ステーションから処理ステーションに基板を連続的に搬送して当該処理ステーションで基板を連続的に処理できるので、基板接合処理のスループットをさらに向上させることができる。

[0011] 別な観点による本発明は、基板同士を接合する方法であって、表面活性化装置において、基板の接合される表面を活性化する表面活性化工程と、その後、搬送領域を介して表面親水化装置に基板を搬送し、当該表面親水化装置において、基板の表面を親水化する表面親水化工程と、その後、搬送領域を介して接合装置に基板を搬送し、当該接合装置において、前記表面活性化工程及び前記表面親水化工程が行われた基板同士を、ファンデルワールス力及び水素結合によって接合する接合工程と、を有し、前記表面活性化工程、表面親水化工程及び接合工程を複数の基板に対して連続して行う。

[0012] また別な観点による本発明は、基板同士を接合する接合方法を接合システムによって実行させるために、当該接合システムを制御する制御装置のコンピュータ上で動作するプログラムであって、前記接合方法は、表面活性化装置において、基板の接合される表面を活性化する表面活性化工程と、その後、搬送領域を介して表面親水化装置に基板を搬送し、当該表面親水化装置において、基板の表面を親水化する表面親水化工程と、その後、搬送領域を介して接合装置に基板を搬送し、当該接合装置において、前記表面活性化工程及び前記表面親水化工程が行われた基板同士を、ファンデルワールス力及び水素結合によって接合する接合工程と、を有し、前記表面活性化工程、表面親水化工程及び接合工程を複数の基板に対して連続して行う。

[0013] さらに別な観点による本発明は、基板同士を接合する接合方法を接合シス

テムによって実行させるために、当該接合システムを制御する制御装置のコンピュータ上で動作するプログラムを格納した読み取り可能なコンピュータ記憶媒体であって、前記接合方法は、表面活性化装置において、基板の接合される表面を活性化する表面活性化工程と、その後、搬送領域を介して表面親水化装置に基板を搬送し、当該表面親水化装置において、基板の表面を親水化する表面親水化工程と、その後、搬送領域を介して接合装置に基板を搬送し、当該接合装置において、前記表面活性化工程及び前記表面親水化工程が行われた基板同士を、ファンデルワールス力及び水素結合によって接合する接合工程と、を有し、前記表面活性化工程、表面親水化工程及び接合工程を複数の基板に対して連続して行う。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、基板同士を適切に接合しつつ、基板接合処理のスループットを向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本実施の形態にかかる接合システムの構成の概略を示す平面図である。

[図2]本実施の形態にかかる接合システムの内部構成の概略を示す側面図である。

[図3]上ウェハと下ウェハの側面図である。

[図4]表面活性化装置の構成の概略を示す平面図である。

[図5]表面活性化装置の内部構成の概略を示す側面図である。

[図6]処理部の構成の概略を示す縦断面図である。

[図7]熱処理板の平面図である。

[図8]表面親水化装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図9]表面親水化装置の構成の概略を示す横断面図である。

[図10]接合装置の構成の概略を示す横断面図である。

[図11]接合装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図12]位置調節機構の側面図である。

[図13]上部チャックの平面図である。

[図14]上部チャックの縦断面図である。

[図15]反転機構の側面図である。

[図16]接合システム内に生じる気流の説明図である。

[図17]ウェハ接合処理の主な工程を示すフローチャートである。

[図18]上ウェハと下ウェハの水平方向の位置を調節する様子を示す説明図である。

[図19]上ウェハと下ウェハの鉛直方向の位置を調節する様子を示す説明図である。

[図20]押動部材により上ウェハの一端部と下ウェハの一端部を押圧する様子を示す説明図である。

[図21]上部チャックの真空引きを領域毎に停止する様子を示す説明図である。

[図22]上ウェハと下ウェハが接合された様子を示す説明図である。

[図23]他の実施の形態にかかる接合システムの内部構成の概略を示す側面図である。

[図24]検査装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図25]検査装置の構成の概略を示す横断面図である。

[図26]他の実施の形態にかかる接合システムの構成の概略を示す平面図である。

[図27]熱処理装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図28]熱処理装置の構成の概略を示す横断面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施の形態について説明する。図１は、本実施の形態にかかる接合システム１の構成の概略を示す平面図である。図２は、接合システム１の内部構成の概略を示す側面図である。

[0017] 接合システム１では、図３に示すように例えば２枚の基板としてのウェハW_U、W_Lを接合する。以下、上側に配置されるウェハを「上ウェハW_U」といい、下側に配置されるウェハを「下ウェハW_L」という。また、上ウェハW_U

が接合される接合面を「表面W_{U1}」といい、当該表面W_{U1}と反対側の面を「裏面W_{U2}」という。同様に、下ウェハW_Lが接合される接合面を「表面W_{L1}」といい、当該表面W_{L1}と反対側の面を「裏面W_{L2}」という。そして、接合システム１では、上ウェハW_Uと下ウェハW_Lを接合して、重合基板としての重合ウェハW_Tを形成する。

[0018] 接合システム１は、図１に示すように例えば外部との間で複数のウェハW_U、W_L、複数の重合ウェハW_Tをそれぞれ収容可能なカセットC_U、C_L、C_Tが搬入出される搬入出ステーション２と、ウェハW_U、W_L、重合ウェハW_Tに対して所定の処理を施す各種処理装置を備えた処理ステーション３とを一体に接続した構成を有している。

[0019] 搬入出ステーション２には、カセット載置台１０が設けられている。カセット載置台１０には、複数、例えば４つのカセット載置板１１が設けられている。カセット載置板１１は、水平方向のＸ方向（図１中の上下方向）に一列に並べて配置されている。これらのカセット載置板１１には、接合システム１の外部に対してカセットC_U、C_L、C_Tを搬入出する際に、カセットC_U、C_L、C_Tを載置することができる。このように、搬入出ステーション２は、複数の上ウェハW_U、複数の下ウェハW_L、複数の重合ウェハW_Tを保有可能に構成されている。なお、カセット載置板１１の個数は、本実施の形態に限定されず、任意に決定することができる。また、カセットの１つを不具合ウェハの回収用として用いてもよい。すなわち、種々の要因で上ウェハW_Uと下ウェハW_Lとの接合に不具合が生じたウェハを、他の正常な重合ウェハW_Tと分離することができるカセットである。本実施の形態においては、複数のカセットC_Tのうち、１つのカセットC_Tを不具合ウェハの回収用として用い、他のカセットC_Tを正常な重合ウェハW_Tの収容用として用いている。

[0020] 搬入出ステーション２には、カセット載置台１０に隣接してウェハ搬送部２０が設けられている。ウェハ搬送部２０には、Ｘ方向に延伸する搬送路２１上を移動自在なウェハ搬送装置２２が設けられている。ウェハ搬送装置２２は、鉛直方向及び鉛直軸周り（θ方向）にも移動自在であり、各カセット

載置板１１上のカセットC_U、C_L、C_Tと、後述する処理ステーション３の第３の処理ブロックＧ３のトランジション装置５０、５１との間でウェハW_U、W_L、重合ウェハW_Tを搬送できる。ウェハ搬送部２０の内部には、ダウンフローと呼ばれる鉛直下方向に向かう気流を発生させている。そして、ウェハ搬送部２０の内部の雰囲気は、排気口（図示せず）から排気される。

[0021] 処理ステーション３には、各種装置を備えた複数例えば３つの処理ブロックＧ１、Ｇ２、Ｇ３が設けられている。例えば処理ステーション３の正面側（図１のＸ方向負方向側）には、第１の処理ブロックＧ１が設けられ、処理ステーション３の背面側（図１のＸ方向正方向側）には、第２の処理ブロックＧ２が設けられている。また、処理ステーション３の搬入出ステーション２側（図１のＹ方向負方向側）には、第３の処理ブロックＧ３が設けられている。

[0022] 例えば第１の処理ブロックＧ１には、ウェハW_U、W_Lの表面W_{U1}、W_{L1}を活性化する表面活性化装置３０が配置されている。

[0023] 例えば第２の処理ブロックＧ２には、例えば純水によってウェハW_U、W_Lの表面W_{U1}、W_{L1}を親水化すると共に当該表面W_{U1}、W_{L1}を洗浄する表面親水化装置４０、ウェハW_U、W_Lを接合する接合装置４１が、搬入出ステーション２側からこの順で水平方向のＹ方向に並べて配置されている。

[0024] 例えば第３の処理ブロックＧ３には、図２に示すようにウェハW_U、W_L、重合ウェハW_Tのトランジション装置５０、５１が下から順に２段に設けられている。

[0025] 図１に示すように第１の処理ブロックＧ１～第３の処理ブロックＧ３に囲まれた領域には、ウェハ搬送領域６０が形成されている。ウェハ搬送領域６０には、例えばウェハ搬送装置６１が配置されている。なお、ウェハ搬送領域６０の内部には、ダウンフローと呼ばれる鉛直下方向に向かう気流を発生させている。そして、ウェハ搬送領域６０の内部の雰囲気は、排気口（図示せず）から排気される。したがって、ウェハ搬送領域６０内の圧力は大気圧以上であり、当該ウェハ搬送領域６０において、ウェハW_U、W_L、重合ウェ

ハW_Tのいわゆる大気系の搬送が行われる。

[0026] ウェハ搬送装置６１は、例えば鉛直方向、水平方向（Ｙ方向、Ｘ方向）及び鉛直軸周りに移動自在な搬送アームを有している。ウェハ搬送装置６１は、ウェハ搬送領域６０内を移動し、周囲の第１の処理ブロックＧ１、第２の処理ブロックＧ２及び第３の処理ブロックＧ３内の所定の装置にウェハW_U、W_L、重合ウェハW_Tを搬送できる。

[0027] 次に、上述した表面活性化装置３０の構成について説明する。表面活性化装置３０は、図４に示すようにウェハW_U、W_Lの表面W_{U1}、W_{L1}を活性化するための処理を行う処理部７０と、ウェハ搬送領域６０との間でウェハW_U、W_Lを搬入出するための搬入出部７１と、処理部７０と搬入出部７１との間でウェハW_U、W_Lを搬送する搬送部７２と、を有している。処理部７０と搬送部７２は、ゲートバルブ７３を介して水平方向のＹ方向に並べて接続されている。また、搬入出部７１と搬送部７２は、水平方向のＸ方向に並べて配置されている。

[0028] 搬入出部７１には、図５に示すようにウェハW_U、W_Lを一時的に載置するトランジションユニット８０、ウェハW_U、W_Lの温度を調節する温度調節ユニット８１、８２が下から順に３段に設けられている。トランジションユニット８０、温度調節ユニット８１、８２のウェハ搬送領域６０側の側面には、図４に示すようにウェハW_U、W_Lの搬入出口（図示せず）を介して開閉シャッタ８３がそれぞれ設けられている。また、トランジションユニット８０、温度調節ユニット８１、８２の搬送部７２側の側面にもウェハW_U、W_Lの搬入出口（図示せず）を介して開閉シャッタ８４がそれぞれ設けられている。

[0029] 搬送部７２には、図４に示すように鉛直方向、水平方向及び鉛直軸周りに移動自在なウェハ搬送体９０が設けられている。ウェハ搬送体９０は、処理部７０及び搬入出部７１との間でウェハW_U、W_Lを搬送できる。また、搬送部７２には、当該搬送部７２の内部の雰囲気を真空引きする真空ポンプ（図示せず）に連通する吸気口（図示せず）が形成されている。

[0030] 処理部７０は、図６に示すように処理ガスをプラズマ励起させてラジカルを生成するラジカル生成ユニット１００と、ラジカル生成ユニット１００で生成されたラジカルを用いてウェハW_U、W_Lの表面W_{U1}、W_{L1}を活性化する処理ユニット１０１と、を有している。ラジカル生成ユニット１００は、処理ユニット１０１上に配置されている。

[0031] ラジカル生成ユニット１００には、当該ラジカル生成ユニット１００に処理ガスを供給する供給管１０２が接続されている。供給管１０２は、処理ガス供給源１０３に連通している。また、供給管１０２には、処理ガスの流れを制御するバルブや流量調節部等を含む供給機器群１０４が設けられている。なお、処理ガスとしては、例えば酸素ガス、窒素ガス及びアルゴンガスが用いられる。

[0032] 処理ユニット１０１は、内部を密閉可能な処理容器１１０を有している。処理容器１１０の搬送部７２側の側面にはウェハW_U、W_Lの搬入出口１１１が形成され、当該搬入出口１１１には上述したゲートバルブ７３が設けられている。また、処理容器１１１の他の側面には吸気口１１２が形成されている。吸気口１１２には、処理容器１１０の内部の雰囲気を所定の真空度まで減圧する真空ポンプ１１３に連通する吸気管１１４が接続されている。

[0033] 処理容器１１０の天板１１０ａには、ラジカル生成ユニット１００で生成されたラジカルを、供給管１２０を介して処理容器１１０内に供給するためのラジカル供給口１２１が形成されている。供給管１２０の下部は上方から下方に向かってテーパー状に拡大し、当該供給管１２０の下端面が開口してラジカル供給口１２１を形成している。

[0034] 処理容器１１０の内部であってラジカル供給口１２１の下方には、ウェハW_U、W_Lを載置して加熱処理する熱処理板１３０が設けられている。熱処理板１３０は、支持部材１３１に支持されている。熱処理板１３０には、例えば給電により発熱するヒータ１３２が内蔵されている。熱処理板１３０の加熱温度は例えば後述する制御装置３００により制御され、熱処理板１３０上に載置されたウェハW_U、W_Lが所定の温度に維持される。

[0035] 熱処理板１３０の下方には、ウェハW_U、W_Lを下方から支持し昇降させるための昇降ピン１３３が例えば３本設けられている。昇降ピン１３３は、昇降駆動部１３４により上下動できる。熱処理板１３０の中央部付近には、当該熱処理板１３０を厚み方向に貫通する貫通孔１３５が例えば３箇所に形成されている。そして、昇降ピン１３３は貫通孔１３５を挿通し、熱処理板１３０の上面から突出可能になっている。

[0036] ラジカル供給口１２１と熱処理板１３０との間には、処理容器１１０内をラジカル供給口１２１側のラジカル供給領域Ｒ１と熱処理板１３０側の処理領域Ｒ２に区画するラジカル導入板１４０が設けられている。ラジカル導入板１４０には、図７に示すようにラジカルを通過させるための複数の貫通孔１４１が水平面内で均一に形成されている。そして、図６に示すようにラジカル供給口１２１からラジカル供給領域Ｒ１に供給されたラジカルは、ラジカル導入板１４０を通過する際に水平面内で均一に拡散され、処理領域Ｒ１に導入される。なお、ラジカル導入板１４０には例えば石英が用いられる。

[0037] 次に、上述した表面親水化装置４０の構成について説明する。表面親水化装置４０は、図８に示すように内部を密閉可能な処理容器１５０を有している。処理容器１５０のウェハ搬送領域６０側の側面には、図９に示すようにウェハW_U、W_Lの搬入出口１５１が形成され、当該搬入出口１５１には開閉シャッタ１５２が設けられている。

[0038] 処理容器１５０内の中央部には、図８に示すようにウェハW_U、W_Lを保持して回転させるスピンチャック１６０が設けられている。スピンチャック１６０は、水平な上面を有し、当該上面には、例えばウェハW_U、W_Lを吸引する吸引口（図示せず）が設けられている。この吸引口からの吸引により、ウェハＷをスピンチャック１６０上に吸着保持できる。

[0039] スピンチャック１６０は、例えばモータなどを備えたチャック駆動部１６１を有し、そのチャック駆動部１６１により所定の速度に回転できる。また、チャック駆動部１６１には、例えばシリンダなどの昇降駆動源が設けられており、スピンチャック１６０は昇降自在になっている。

[0040] スピンチャック１６０の周囲には、ウェハW_U、W_Lから飛散又は落下する液体を受け止め、回収するカップ１６２が設けられている。カップ１６２の下面には、回収した液体を排出する排出管１６３と、カップ１６２内の雰囲気を真空引きして排気する排気管１６４が接続されている。なお、処理容器１５０の内部には、ダウンフローと呼ばれる鉛直下方向に向かう気流を発生させている。そして、排気管１６４は、処理容器１５０の内部の雰囲気も排気する。

[0041] 図９に示すようにカップ１６２のＸ方向負方向（図９の下方向）側には、Ｙ方向（図９の左右方向）に沿って延伸するレール１７０が形成されている。レール１７０は、例えばカップ１６２のＹ方向負方向（図９の左方向）側の外方からＹ方向正方向（図９の右方向）側の外方まで形成されている。レール１７０には、例えばノズルアーム１７１とスクラブアーム１７２が取り付けられている。

[0042] ノズルアーム１７１には、図８及び図９に示すようにウェハW_U、W_Lに純水を供給する純水ノズル１７３が支持されている。ノズルアーム１７１は、図９に示すノズル駆動部１７４により、レール１７０上を移動自在である。これにより、純水ノズル１７３は、カップ１６２のＹ方向正方向側の外方に設置された待機部１７５からカップ１６２内のウェハW_U、W_Lの中心部上方まで移動でき、さらに当該ウェハW_U、W_L上をウェハW_U、W_Lの径方向に移動できる。また、ノズルアーム１７１は、ノズル駆動部１７４によって昇降自在であり、純水ノズル１７３の高さを調節できる。

[0043] 純水ノズル１７３には、図８に示すように当該純水ノズル１７３に純水を供給する供給管１７６が接続されている。供給管１７６は、内部に純水を貯留する純水供給源１７７に連通している。また、供給管１７６には、純水の流れを制御するバルブや流量調節部等を含む供給機器群１７８が設けられている。

[0044] スクラブアーム１７２には、スクラブ洗浄具１８０が支持されている。スクラブ洗浄具１８０の先端部には、例えば複数の糸状やスポンジ状のブラシ

１８０ａが設けられている。スクラブアーム１７２は、図９に示す洗浄具駆動部１８１によってレール１７０上を移動自在であり、スクラブ洗浄具１８０を、カップ１６２のＹ方向負方向側の外方からカップ１６２内のウェハW_U、W_Lの中心部上方まで移動させることができる。また、洗浄具駆動部１８１によって、スクラブアーム１７２は昇降自在であり、スクラブ洗浄具１８０の高さを調節できる。

[0045] なお、以上の構成では、純水ノズル１７３とスクラブ洗浄具１８０が別々のアームに支持されていたが、同じアームに支持されていてもよい。また、純水ノズル１７３を省略して、スクラブ洗浄具１８０から純水を供給するようにしてもよい。さらに、カップ１６２を省略して、処理容器１５０の底面に液体を排出する排出管と、処理容器１５０内の雰囲気を排気する排気管を接続してもよい。また、以上の構成の表面親水化装置４０において、帯電防止用のイオナイザ（図示せず）を設けてもよい。

[0046] 次に、上述した接合装置４１の構成について説明する。接合装置４１は、図１０に示すように内部を密閉可能な処理容器１９０を有している。処理容器１９０のウェハ搬送領域６０側の側面には、ウェハW_U、W_L、重合ウェハW_Tの搬入出口１９１が形成され、当該搬入出口１９１には開閉シャッタ１９２が設けられている。なお、処理容器１９０の内部には、ダウンフローと呼ばれる鉛直下方向に向かう気流を発生させている。そして、処理容器１９０の内部の雰囲気は、排気口（図示せず）から排気される。

[0047] 処理容器１９０の内部は、内壁１９３によって、搬送領域Ｔ１と処理領域Ｔ２に区画されている。上述した搬入出口１９１は、搬送領域Ｔ１における処理容器１９０の側面に形成されている。また、内壁１９３にも、ウェハW_U、W_L、重合ウェハW_Tの搬入出口１９４が形成されている。

[0048] 搬送領域Ｔ１のＸ方向正方向側には、ウェハW_U、W_L、重合ウェハW_Tを一時的に載置するためのトランジション２００が設けられている。トランジション２００は、例えば２段に形成され、ウェハW_U、W_L、重合ウェハW_Tのいずれか２つを同時に載置することができる。

[0049] 搬送領域Ｔ１には、Ｘ方向に延伸する搬送路２０１上を移動自在なウェハ搬送体２０２が設けられている。ウェハ搬送体２０２は、図１０及び図１１に示すように鉛直方向及び鉛直軸周りにも移動自在であり、搬送領域Ｔ１内、又は搬送領域Ｔ１と処理領域Ｔ２との間でウェハW_U、W_L、重合ウェハW_Tを搬送できる。

[0050] 搬送領域Ｔ１のＸ方向負方向側には、ウェハW_U、W_Lの水平方向の向きを調節する位置調節機構２１０が設けられている。位置調節機構２１０は、図１２に示すように基台２１１と、ウェハW_U、W_Lを吸着保持して回転させる保持部２１２と、ウェハW_U、W_Lのノッチ部の位置を検出する検出部２１３と、を有している。そして、位置調節機構２１０では、保持部２１２に吸着保持されたウェハW_U、W_Lを回転させながら検出部２１３でウェハW_U、W_Lのノッチ部の位置を検出することで、当該ノッチ部の位置を調節してウェハW_U、W_Lの水平方向の向きを調節している。

[0051] 処理領域Ｔ２には、図１０及び図１１に示すように下ウェハW_Lを上面で載置して保持する下部チャック２２０と、上ウェハW_Uを下面で吸着保持する上部チャック２２１とが設けられている。上部チャック２２１は、下部チャック２２０の上方に設けられ、下部チャック２２０と対向配置可能に構成されている。すなわち、下部チャック２２０に保持された下ウェハW_Lと上部チャック２２１に保持された上ウェハW_Uは対向して配置可能となっている。

[0052] 下部チャック２２０の内部には、真空ポンプ（図示せず）に連通する吸引管（図示せず）が設けられている。この吸引管からの吸引により、下ウェハW_Lを下部チャック２２０の上面に吸着保持できる。

[0053] 下部チャック２２０の下方には、図１１に示すようにシャフト２２２を介してチャック駆動部２２３が設けられている。このチャック駆動部２２３により、下部チャック２２０は昇降自在になっている。なお、チャック駆動部２２３によって、下部チャック２２０は水平方向に移動自在であってもよく、さらに鉛直軸周りに回転自在であってもよい。

[0054] 上部チャック２２１には、図１３に示すように２つの切欠き部２３０、２

３１が形成されている。第１の切欠き部２３０は、後述する反転機構２５０の保持アーム２５１と干渉しないように形成されている。また、第２の切欠き部２３１は、後述する押動部材２４０と干渉しないように形成されている。

[0055] 上部チャック２２１の内部は、図１４に示すように複数、例えば３つの領域２２１ａ、２２１ｂ、２２１ｃに区画されている。各領域２２１ａ、２２１ｂ、２２１ｃには、上ウェハW_Uを吸着保持するための吸引管２３２ａ、２３２ｂ、２３２ｃがそれぞれ独立して設けられている。各吸引管２３２ａ、２３２ｂ、２３２ｃには、異なる真空ポンプ２３３ａ、２３３ｂ、２３３ｃにそれぞれ接続されている。したがって、上部チャック２２１は、各領域２２１ａ、２２１ｂ、２２１ｃ毎に上ウェハW_Uの真空引きを設定可能に構成されている。

[0056] 上部チャック２２１の上方には、図１１に示すようにＹ方向に沿って延伸するレール２３４が設けられている。上部チャック２２１は、チャック駆動部２３５によりレール２３４上を移動自在になっている。なお、チャック駆動部２３５によって、上部チャック２２１は鉛直方向に移動自在であってもよく、さらに鉛直軸周りに回転自在であってもよい。

[0057] 処理領域Ｔ２には、図１０及び図１１に示すように押動部材２４０が設けられている。押動部材２４０は、例えばシリンダ等の駆動部２４１によって昇降自在に構成されている。そして、押動部材２４０は、後述するウェハW_U、W_Lの接合時に、下ウェハW_Lの一端部と、当該下ウェハW_Lの一端部に対向する上ウェハW_Uの一端部とを当接させて押圧することができる。

[0058] 搬送領域Ｔ１には、当該搬送領域Ｔ１と処理領域Ｔ２との間を移動し、且つ上ウェハW_Uの表裏面を反転させる反転機構２５０が設けられている。反転機構２５０は、図１５に示すように上ウェハW_Uを保持する保持アーム２５１を有している。保持アーム２５１上には、上ウェハW_Uを吸着して水平に保持する吸着パッド２５２が設けられている。保持アーム２５１は、第１の駆動部２５３に支持されている。この第１の駆動部２５３により、保持アーム２

５１は水平軸周りに回動自在であり、且つ水平方向に伸縮できる。第１の駆動部２５３の下方には、第２の駆動部２５４が設けられている。この第２の駆動部２５４により、第１の駆動部２５３は鉛直軸周りに回転自在であり、且つ鉛直方向に昇降できる。さらに、第２の駆動部２５４は、図１０及び図１１に示すＹ方向に延伸するレール２５５に取り付けられている。レール２５５は、処理領域Ｔ２から搬送領域Ｔ１まで延伸している。この第２の駆動部２５４により、反転機構２５０は、レール２５５に沿って位置調節機構２１０と上部チャック２２１との間を移動可能になっている。なお、反転機構２５０の構成は、上記実施の形態の構成に限定されず、上ウェハW_Uの表裏面を反転させることができればよい。また、反転機構２５０は、処理領域Ｔ２に設けられていてもよい。また、ウェハ搬送体２０２に反転機構を付与し、反転機構２５０の位置に別の搬送手段を設けてもよい。

[0059] なお、処理領域Ｔ２には、後述するように下部チャック２２０に保持された下ウェハW_Lと上部チャック２２１に保持された上ウェハW_Uとの水平方向の位置調節を行うため、後述する下ウェハW_Lの表面W_{L1}を撮像する下部撮像部材と上ウェハW_Uの表面W_{U1}を撮像する上部撮像部材とが設けられている。下部撮像部材と上部撮像部材には、例えば広角型のＣＣＤカメラが用いられる。

[0060] 以上の接合システム１には、図１に示すように制御装置３００が設けられている。制御装置３００は、例えばコンピュータであり、プログラム格納部（図示せず）を有している。プログラム格納部には、接合システム１におけるウェハW_U、W_L、重合ウェハW_Tの処理を制御するプログラムが格納されている。また、プログラム格納部には、上述の各種処理装置や搬送装置などの駆動系の動作を制御して、接合システム１における後述の接合処理を実現させるためのプログラムも格納されている。なお、前記プログラムは、例えばコンピュータ読み取り可能なハードディスク（ＨＤ）、フレキシブルディスク（ＦＤ）、コンパクトディスク（ＣＤ）、マグネットオプティカルデスク（ＭＯ）、メモリーカードなどのコンピュータに読み取り可能な記憶媒体Ｈ

に記録されていたものであって、その記憶媒体Ｈから制御装置３００にインストールされたものであってもよい。

[0061] 次に、以上のように構成された接合システム１においてウェハW_U、W_Lの接合処理を行う際、当該接合システム１内に生じる気流について図１６に基づいて説明する。なお、図１６中の矢印は気流の方向を示している。

[0062] 接合システム１では、接合装置４１内の圧力は最も高圧になる。したがって、接合装置４１内の圧力はウェハ搬送領域６０内の圧力に対して陽圧となり、接合装置４１の開閉シャッタ１９２を開けると、接合装置４１からウェハ搬送領域６０に向かう気流が生じる。

[0063] また、ウェハ搬送領域６０内の圧力は、表面活性化装置３０内の圧力、表面親水化装置４０内の圧力、第３の処理ブロックＧ３内の圧力及び搬入出ステーション２内の圧力に対して陽圧となっている。したがって、開閉シャッタ８３、１５２等を開けると、ウェハ搬送領域６０から、表面活性化装置３０、表面親水化装置４０、第３の処理ブロックＧ３及び搬入出ステーション２に向かう気流が生じる。なお、第３の処理ブロックＧ３内の圧力は搬入出ステーション２内の圧力に対して陽圧になっている。

[0064] さらに、表面活性化装置３０内において、処理部７０内の圧力及び搬入出部７１内の圧力は搬送部７２内の圧力に対して陽圧になっている。すなわち、ゲートバルブ７３を開けると、吸気口（図示せず）からの吸気によって処理部７０から搬送部７２に向かう気流が生じる。なお、ゲートバルブ７３を開けている間、例えば処理部７０内から搬送部７２に向けて積極的に窒素ガスを流して気流を発生させてもよい。また、開閉シャッタ８４を開けると、搬入出部７１から搬送部７２に向かう気流も生じる。

[0065] 次に、以上のように構成された接合システム１を用いて行われるウェハW_U、W_Lの接合処理方法について説明する。図１７は、かかるウェハ接合処理の主な工程の例を示すフローチャートである。

[0066] 先ず、複数枚の上ウェハW_Uを収容したカセットC_U、複数枚の下ウェハW_Lを収容したカセットC_L、及び空のカセットC_Tが、搬入出ステーション２の

所定のカセット載置板１１に載置される。その後、ウェハ搬送装置２２によりカセットC_U内の上ウェハW_Uが取り出され、処理ステーション３の第３の処理ブロックＧ３のトランジション装置５０に搬送される。

[0067] 次に上ウェハW_Uは、ウェハ搬送装置６１によって第１の処理ブロックＧ１の表面活性化装置３０に搬送される。表面活性化装置３０に搬入された上ウェハW_Uは、トランジションユニット８０を介してウェハ搬送体９０によって処理ユニット１０１に搬送される。

[0068] 処理ユニット１０１では、先ず、ゲートバルブ７３を開き、ウェハ搬送体９０によって上ウェハW_Uが熱処理板１３０の上方に搬入される。続いて昇降ピン１３３を上昇させ、上ウェハW_Uをウェハ搬送体９０から昇降ピン１３３に受け渡した後、昇降ピン１３３を下降させ、上ウェハW_Uを熱処理板１３０に載置する。そして、熱処理板１３０上の上ウェハW_Uは所定の温度、例えば２５℃～３００℃に維持される。このとき、ゲートバルブ７３を閉じ、真空ポンプ１１３によって処理容器１１０内の雰囲気が所定の真空度、例えば６７Ｐａ～３３３Ｐａ（０．５Ｔｏｒｒ～２．５Ｔｏｒｒ）まで減圧される。

[0069] ラジカル生成ユニット１００では、例えば酸素ガス、窒素ガス及びアルゴンガスの処理ガスをプラズマ励起させてラジカルが生成される。その後、ラジカル生成ユニット１００で生成されたラジカルが、供給管１２０、供給口１２１を介して処理ユニット１０１の処理容器１１０内のラジカル供給領域Ｒ１に供給される。供給されたラジカルは、ラジカル導入板１４０を通過して水平面内で均一に拡散され、処理領域Ｒ１に導入される。

[0070] このラジカルによって、熱処理板１３０上の上ウェハW_Uの表面W_{U1}上の有機物が除去される。このとき、主として酸素ガスのラジカルが表面W_{U1}上の有機物の除去に寄与する。さらに、酸素ガスのラジカルは、上ウェハW_Uの表面W_{U1}の酸化、すなわち親水化を促進させることもできる。また、アルゴンガスのプラズマはある程度の高エネルギーを有するため、このアルゴンガスのラジカルによって表面W_{U1}上の有機物が積極的（物理的）に除去される。さらに、アルゴンガスのラジカルは、処理容器１１０内の雰囲気中に含まれ

る残留水分を除去するという効果もある。こうして上ウェハW_Uの表面W_{U1}が活性化される（図１７の工程Ｓ１）。

[0071] その後、ゲートバルブ７３を開き、昇降ピン１３３を上昇させ、昇降ピン１３３からウェハ搬送体９０に上ウェハW_Uが受け渡される。その後、上ウェハW_Uは、ウェハ搬送体９０によって温度調節ユニット８１に搬送され、所定の温度、例えば２５℃に温度調節が行われる。なお、上ウェハW_Uが処理ユニット１０１から搬出されると、処理容器１１０内が例えば窒素ガスによってパージされる。

[0072] 次に上ウェハW_Uは、ウェハ搬送装置６１によって第２の処理ブロックＧ２の表面親水化装置４０に搬送される。表面親水化装置４０に搬入された上ウェハW_Uは、ウェハ搬送装置６１からスピンチャック１６０に受け渡され吸着保持される。

[0073] 続いて、ノズルアーム１７１によって待機部１７５の純水ノズル１７３を上ウェハW_Uの中心部の上方まで移動させると共に、スクラブアーム１７２によってスクラブ洗浄具１８０を上ウェハW_U上に移動させる。その後、スピンチャック１６０によって上ウェハW_Uを回転させながら、純水ノズル１７３から上ウェハW_U上に純水を供給する。そうすると、上ウェハW_Uの表面W_{U1}に水酸基が付着して当該表面W_{U1}が親水化される。また、純水ノズル１７３からの純水とスクラブ洗浄具１８０によって、上ウェハW_Uの表面W_{U1}が洗浄される（図１７の工程Ｓ２）。

[0074] 次に上ウェハW_Uは、ウェハ搬送装置６１によって第２の処理ブロックＧ２の接合装置４１に搬送される。接合装置４１に搬入された上ウェハW_Uは、トランジション２００を介してウェハ搬送体２０２により位置調節機構２１０に搬送される。そして位置調節機構２１０によって、上ウェハW_Uの水平方向の向きが調節される（図１７の工程Ｓ３）。

[0075] その後、位置調節機構２１０から反転機構２５０の保持アーム２５１に上ウェハW_Uが受け渡される。続いて搬送領域Ｔ１において、保持アーム２５１を反転させることにより、上ウェハW_Uの表裏面が反転される（図１７の工程

Ｓ４）。すなわち、上ウェハW_Uの表面W_{U1}が下方に向けられる。その後、反転機構２５０が上部チャック２２１側に移動し、反転機構２５０から上部チャック２２１に上ウェハW_Uが受け渡される。上ウェハW_Uは、上部チャック２２１にその裏面W_{U2}が吸着保持される。その後、上部チャック２２１は、チャック駆動部２３５によって下部チャック２２０の上方であって当該下部チャック２２０に対向する位置まで移動する。そして、上ウェハW_Uは、後述する下ウェハW_Lが接合装置４１に搬送されるまで上部チャック２２１で待機する。なお、上ウェハW_Uの表裏面の反転は、反転機構２５０の移動中に行われてもよい。

[0076] 上ウェハW_Uに上述した工程Ｓ１～Ｓ４の処理が行われている間、当該上ウェハW_Uに続いて下ウェハW_Lの処理が行われる。先ず、ウェハ搬送装置２２によりカセットC_L内の下ウェハW_Lが取り出され、処理ステーション３のトランジション装置５０に搬送される。

[0077] 次に下ウェハW_Lは、ウェハ搬送装置６１によって表面活性化装置３０に搬送され、下ウェハW_Lの表面W_{L1}が活性化される（図１７の工程Ｓ５）。なお、工程Ｓ５における下ウェハW_Lの表面W_{L1}の活性化は、上述した工程Ｓ１と同様であるので詳細な説明を省略する。

[0078] その後、下ウェハW_Lは、ウェハ搬送装置６１によって表面親水化装置４０に搬送され、下ウェハW_Lの表面W_{L1}が親水化される共に当該表面W_{L1}が洗浄される（図１７の工程Ｓ６）。なお、工程Ｓ６における下ウェハW_Lの表面W_{L1}の親水化及び洗浄は、上述した工程Ｓ２と同様であるので詳細な説明を省略する。

[0079] その後、下ウェハW_Lは、ウェハ搬送装置６１によって接合装置４１に搬送される。接合装置４１に搬入された下ウェハW_Lは、トランジション２００を介してウェハ搬送体２０２により位置調節機構２１０に搬送される。そして位置調節機構２１０によって、下ウェハW_Lの水平方向の向きが調節される（図１７の工程Ｓ７）。

[0080] その後、下ウェハW_Lは、ウェハ搬送体２０２によって下部チャック２２０

に搬送され、下部チャック２２０に吸着保持される。このとき、下ウェハW_Lの表面W_{L1}が上方を向くように、当該下ウェハW_Lの裏面W_{L2}が下部チャック２２０に保持される。なお、下部チャック２２０の上面にはウェハ搬送体２０２の形状に適合する溝（図示せず）が形成され、下ウェハW_Lの受け渡しの際にウェハ搬送体２０２と下部チャック２２０とが干渉するのを避けるようにしてもよい。

[0081] 次に、下部チャック２２０に保持された下ウェハW_Lと上部チャック２２１に保持された上ウェハW_Uとの水平方向の位置調節を行う。図１８に示すように下ウェハW_Lの表面W_{L1}には予め定められた複数の基準点Ａが形成され、同様に上ウェハW_Uの表面W_{U1}には予め定められた複数の基準点Ｂが形成されている。そして、下部撮像部材２６０を水平方向に移動させ、下ウェハW_Lの表面W_{L1}が撮像される。また、上部撮像部材２６１を水平方向に移動させ、上ウェハW_Uの表面W_{U1}が撮像される。その後、下部撮像部材２６０が撮像した画像に表示される下ウェハW_Lの基準点Ａの位置と、上部撮像部材２６１が撮像した画像に表示される上ウェハW_Uの基準点Ｂの位置とが合致するように、上部チャック２２１によって上ウェハW_Uの水平方向の位置が調節される。こうして上ウェハW_Uと下ウェハW_Lとの水平方向の位置が調節される（図１７の工程Ｓ８）。なお、下部チャック２２０がチャック駆動部２２３によって水平方向に移動自在である場合には、当該下部チャック２２０によって下ウェハW_Lの水平方向の位置を調節してもよく、また下部チャック２２０及び上部チャック２２１の両方で下ウェハW_Lと上ウェハW_Uの相対的な水平方向の位置を調節してもよい。

[0082] その後、チャック駆動部２２３によって、図１９に示すように下部チャック２２０を上昇させ、下ウェハW_Lを所定の位置に配置する。このとき、下ウェハW_Lの表面W_{L1}と上ウェハW_Uの表面W_{U1}との間の間隔Ｄが所定の距離、例えば０．５ｍｍになるように、下ウェハW_Lを配置する。こうして上ウェハW_Uと下ウェハW_Lとの鉛直方向の位置が調節される（図１７の工程Ｓ９）。

[0083] その後、図２０に示すように押動部材２４０を下降させ下ウェハW_Lの一端

部と上ウェハW_Uの一端部とを当接させて押圧する（図１７の工程Ｓ１０）。このとき、上部チャック２２１のすべての領域２２１ａ、２２１ｂ、２２１ｃにおいて、上ウェハW_Uを真空引きしている。

[0084] その後、図２１に示すように押動部材２４０によって下ウェハW_Lの一端部と上ウェハW_Uの一端部が押圧された状態で、上部チャック２２１の領域２２１ａにおける上ウェハW_Uの真空引きを停止する。そうすると、領域２２１ａに保持されていた上ウェハW_Uが下ウェハW_L上に落下する。そして、上ウェハW_Uの一端側から他端側に向けて、領域２２１ａ、２２１ｂ、２２１ｃの順で上ウェハW_Uの真空引きを停止する。こうして、図２２に示すように上ウェハW_Uの表面W_{U1}と下ウェハW_Lの表面W_{L1}が全面で当接する。当接した上ウェハW_Uの表面W_{U1}と下ウェハW_Lの表面W_{L1}はそれぞれ工程Ｓ１、Ｓ５において活性化されているため、先ず、表面W_{U1}、W_{L1}間にファンデルワールス力が生じ、当該表面W_{U1}、W_{L1}同士が接合される。その後、上ウェハW_Uの表面W_{U1}と下ウェハW_Lの表面W_{L1}はそれぞれ工程Ｓ２、Ｓ６において親水化されているため、表面W_{U1}、W_{L1}間の親水基が水素結合し、表面W_{U1}、W_{L1}同士が強固に接合される。こうして上ウェハW_Uと下ウェハW_Lが接合される（図１７の工程Ｓ１１）。

[0085] なお、本実施の形態では領域２２１ａ、２２１ｂ、２２１ｃの順で上ウェハW_Uの真空引きを停止したが、真空引きの停止方法はこれに限定されない。例えば領域２２１ａ、２２１ｂにおいて同時に真空引きを停止し、その後領域２２１ｃにおいて真空引きを停止してもよい。また、各領域２２１ａ、２２１ｂ、２２１ｃ間における真空引きを停止する時間間隔を変えてもよい。例えば領域２２１ａでの真空引きを停止してから１秒後に領域２２１ｂでの真空引きを停止し、さらにこの領域２２１ｂでの真空引きを停止してから２秒後に領域２２１ｃでの真空引きの停止をしてもよい。

[0086] 上ウェハW_Uと下ウェハW_Lが接合された重合ウェハW_Tは、ウェハ搬送装置６１によってトランジション装置５１に搬送され、その後搬入出ステーション２のウェハ搬送装置２２によって所定のカセット載置板１１のカセットC_T

に搬送される。こうして、一連のウェハW_U、W_Lの接合処理が終了する。

[0087] 以上の実施の形態によれば、表面活性化装置３０においてウェハW_U、W_Lの表面W_{U1}、W_{L1}を活性化した後、表面親水化装置４０においてウェハW_U、W_Lの表面W_{U1}、W_{L1}を親水化して当該表面W_{U1}、W_{L1}に水酸基を形成できる。その後、接合装置４１において、活性化したウェハW_U、W_Lの表面W_{U1}、W_{L1}同士をファンデルワールス力によって接合した後、親水化したウェハW_U、W_Lの表面W_{U1}、W_{L1}の水酸基を水素結合させて、ウェハW_U、W_L同士を強固に接合することができる。このため、従来のようにウェハを重ね合わせた状態で押圧する必要がない。したがって、従来のようにウェハW_U、W_Lが破損するおそれもなく、またウェハW_U、W_Lの位置ずれが生じるおそれもない。さらに、ウェハW_U、W_L同士はファンデルワールス力と水素結合のみによって接合されるので、接合に要する時間を短縮することができる。したがって、本実施の形態によれば、ウェハW_U、W_L同士を適切に接合しつつ、ウェハ接合処理のスループットを向上させることができる。また、搬入出ステーション２は複数のウェハW_U、W_L又は複数の重合ウェハW_Tを保有可能であるので、搬入出ステーション２から処理ステーション３に基板W_U、W_Lを連続的に搬送して処理ステーション３でW_U、W_Lを連続的に処理できるので、ウェハ接合処理のスループットをさらに向上させることができる。

[0088] また、表面親水化装置４０では、ウェハW_U、W_Lの表面W_{U1}、W_{L1}に純水を供給して、当該表面W_{U1}、W_{L1}を親水化すると共に当該表面W_{U1}、W_{L1}を洗浄しているので、表面W_{U1}、W_{L1}上の酸化膜やパーティクルが適切に除去される。したがって、その後接合装置４１において、ウェハW_U、W_L同士を適切に接合することができる。

[0089] また、接合システム１において、接合装置４１内の圧力は最も高圧になっているので、接合装置４１からウェハ搬送領域６０に向かう気流が生じる。すなわち、接合装置４１内に外部から雰囲気が流入することがない。したがって、接合装置４１内に外部からパーティクル等が流入することがなく、ウェハW_U、W_Lの接合を適切に行うことができる。

[0090] また、ウェハ搬送領域６０内の圧力は、表面活性化装置３０内の圧力、表面親水化装置４０内の圧力、第３の処理ブロックＧ３内の圧力及び搬入出ステーション２内の圧力に対して陽圧となっているので、ウェハ搬送領域６０から、表面活性化装置３０、表面親水化装置４０、第３の処理ブロックＧ３及び搬入出ステーション２に向かう気流が生じる。したがって、搬送中にウェハW_U、W_L、重合ウェハW_Tにパーティクルが付着するのを抑制することができる。

[0091] また、表面活性化装置３０において、処理部７０内の圧力及び搬入出部７１内の圧力は搬送部７２内の圧力に対して陽圧となっており、ゲートバルブ７３を開けると、吸気口（図示せず）からの吸気によって処理部７０から搬入出部７２に向かう気流が生じる。すなわち、処理部７０内に外部から雰囲気が流入することがない。したがって、処理部７０内に外部からパーティクル等が流入することがなく、ウェハW_U、W_Lの表面W_{U1}、W_{L1}の活性化を適切に行うことができる。

[0092] さらに、表面活性化装置３０、表面親水化装置４０及び搬入出ステーション２内の雰囲気は外部に排気されるので、接合システム１内の雰囲気はすべて外部に排気されるようになっている。したがって、接合システム１内の雰囲気中にパーティクルが存在するのを抑制することができる。

[0093] 以上の実施の形態の接合システム１において、図２３に示すように接合装置４１で接合された重合ウェハW_Tを検査する検査装置３１０をさらに設けてもよい。検査装置３１０は、例えば第３の処理ブロックＧ３の最上層に配置される。

[0094] 検査装置３１０は、図２４に示すように処理容器３２０を有している。処理容器３２０のウェハ搬送領域６０側の側面には、図２５に示すように重合ウェハW_Tを搬入出させる搬入出口３２１が形成され、当該搬入出口３２１には開閉シャッタ３２２が設けられている。なお、処理容器３２０内の圧力はウェハ搬送領域６０に対して陰圧となっており、開閉シャッタ３２２を開けると、ウェハ搬送領域６０から検査装置３１０に向かう気流が生じる。

[0095] 処理容器３２０内には、図２４に示すように重合ウェハW_Tを吸着保持するチャック３３０が設けられている。このチャック３３０は、例えばモータなどを備えたチャック駆動部３３１によって回転、停止が自在であり、重合ウェハW_Tの位置を調節するアライメント機能を有している。処理容器３２０の底面には、処理容器３２０内の一端側（図２４中のＹ方向負方向側）から他端側（図２４中のＹ方向正方向側）まで延伸するレール３３２が設けられている。チャック駆動部３３１は、レール３３２上に取り付けられている。このチャック駆動部３３１により、チャック３３０はレール３３２に沿って移動可能であり、昇降自在になっている。

[0096] 処理容器３２０内の他端側（図２４のＹ方向正方向側）の側面には、撮像部３４０が設けられている。撮像部３４０には、例えば広角型のＣＣＤカメラが用いられる。処理容器３２０の上部中央付近には、ハーフミラー３４１が設けられている。ハーフミラー３４１は、撮像部３４０と対向する位置に設けられ、鉛直方向から４５度傾斜して設けられている。ハーフミラー３４１の上方には、重合ウェハW_Tに赤外線を照射する赤外線照射部３４２が設けられ、ハーフミラー３４１と赤外線照射部３４２は、処理容器３２０の上面に固定されている。また、赤外線照射部３４２は、図２５に示すようにＸ方向に延伸している。

[0097] かかる場合、上述した接合装置４１における工程Ｓ１１で接合された重合ウェハW_Tは、ウェハ搬送装置６１によって検査装置３１０に搬送される。検査装置３１０に搬入された重合ウェハW_Tは、ウェハ搬送装置６１からチャック３３０に受け渡される。その後、チャック駆動部３３１によりチャック３３０をレール３３２に沿って移動させ、移動中の重合ウェハW_Tに赤外線照射部３４２から赤外線を照射する。そして、ハーフミラー３４１を介して撮像部３４０により重合ウェハW_T全面を撮像する。撮像された重合ウェハW_Tの画像は制御装置３００に出力され、当該制御装置３００において重合ウェハW_Tの接合が適切に行われているか否か、例えば重合ウェハW_T中のボイドの有無等を検査する。その後、重合ウェハW_Tは、ウェハ搬送装置６１によって

トランジション装置５１に搬送され、その後搬入出ステーション２のウェハ搬送装置２２によって所定のカセット載置板１１のカセットC_Tに搬送される。

[0098] 以上の実施の形態によれば、検査装置３１０において重合ウェハW_Tを検査することができるので、検査結果に基づいて接合システム１における処理条件を補正することができる。したがって、ウェハW_U、W_L同士をさらに適切に接合することができる。

[0099] 以上の実施の形態の接合システム１において、図２６に示すように接合装置４１で接合された重合ウェハW_Tを加熱処理する熱処理装置３５０をさらに設けてもよい。熱処理装置３５０は、例えば第１の処理ブロックＧ１において表面活性化装置３０の搬入出ステーション２側に配置される。

[0100] 熱処理装置３５０は、図２７に示すように内部を閉鎖可能な処理容器３６０を有している。処理容器３６０のウェハ搬送領域６０側の側面には、図２８に示すように重合ウェハW_Tの搬入出口３６１が形成され、当該搬入出口３６１には開閉シャッタ３６２が設けられている。なお処理容器３６０内の圧力はウェハ搬送領域６０に対して陰圧となっており、開閉シャッタ３６２を開けると、ウェハ搬送領域６０から熱処理装置３５０に向かう気流が生じる。

[0101] 処理容器３６０の内部には、重合ウェハW_Tを加熱処理する加熱部３７０と、重合ウェハW_Tを冷却処理する冷却部３７１が設けられている。加熱部３７０と冷却部３７１はＹ方向に並べて配置され、冷却部３７１は搬入出口３６１側に配置されている。

[0102] 加熱部３７０は、図２７に示すように上側に位置して上下動自在な蓋体３８０と、下側に位置して蓋体３８０と一体となって処理室Ｋを形成する熱板収容部３８１を備えている。

[0103] 蓋体３８０は、下面が開口した略円筒形状を有している。蓋体３８０の上面中央部には、排気部３８０ａが設けられている。処理室Ｋ内の雰囲気は、排気部３８０ａから均一に排気される。

[0104] 熱板収容部３８１は、熱板３９０を収容して熱板３９０の外周部を保持する環状の保持部材３９１と、その保持部材３９１の外周を囲む略筒状のサポートリング３９２を備えている。熱板３９０は、厚みのある略円盤形状を有し、重合ウェハW_Tを載置して加熱することができる。また、熱板３９０には、例えば給電により発熱するヒータ３９３が内蔵されている。熱板３９０の加熱温度は例えば制御装置３００により制御され、熱板３９０上に載置された重合ウェハW_Tが所定の温度に加熱される。

[0105] 熱板３９０の下方には、重合ウェハW_Tを下方から支持し昇降させるための昇降ピン４００が例えば３本設けられている。昇降ピン４００は、昇降駆動部４０１により上下動できる。熱板３９０の中央部付近には、当該熱板３９０を厚み方向に貫通する貫通孔４０２が例えば３箇所に形成されている。そして、昇降ピン４００は貫通孔４０２を挿通し、熱板３９０の上面から突出可能になっている。

[0106] 冷却板４１０は、図２８に示すように略方形の平板形状を有し、熱板３９０側の端面が円弧状に湾曲している。冷却板４１０には、Ｙ方向に沿った２本のスリット４１１が形成されている。スリット４１１は、冷却板４１０の熱板３９０側の端面から冷却板４１０の中央部付近まで形成されている。このスリット４１１により、冷却板４１０が、加熱部３７０の昇降ピン４００及び後述する冷却部３７１の昇降ピン４２０と干渉するのを防止できる。また、冷却板４１０には、例えば冷却水やペルチェ素子などの冷却部材（図示せず）が内蔵されている。冷却板４１０の冷却温度は例えば制御装置３００により制御され、冷却板４１０上に載置された重合ウェハW_Tが所定の温度に冷却される。

[0107] 冷却板４１０は、図２７に示すように支持アーム４１２に支持されている。支持アーム４１２には、駆動部４１３が取り付けられている。駆動部４１３は、Ｙ方向に延伸するレール４１４に取り付けられている。レール４１４は、冷却部３７１から加熱部３７０まで延伸している。この駆動部４１３により、冷却板４１０は、レール４１４に沿って加熱部３７０と冷却部３７１

との間を移動可能になっている。

[0108] 冷却板４１０の下方には、重合ウェハW_Tを下方から支持し昇降させるための昇降ピン４２０が例えば３本設けられている。昇降ピン４２０は、昇降駆動部４２１により上下動できる。そして、昇降ピン４２０はスリット４１１を挿通し、冷却板４１０の上面から突出可能になっている。

[0109] かかる場合、上述した接合装置４１における工程Ｓ１１で接合された重合ウェハW_Tは、ウェハ搬送装置６１によって熱処理装置３５０に搬送される。熱処理装置３５０に重合ウェハW_Tが搬入されると、重合ウェハW_Tはウェハ搬送装置６１から予め上昇して待機していた昇降ピン４２０に受け渡される。続いて昇降ピン４２０を下降させ、重合ウェハW_Tを冷却板４１０に載置する。

[0110] その後、駆動部４１３により冷却板４１０をレール４１４に沿って熱板３９０の上方まで移動させ、予め上昇して待機していた昇降ピン４００に受け渡される。その後、蓋体３８０が閉じられた後、昇降ピン４００が下降して、ウェハWが熱板３９０上に載置される。そして、熱板３９０上の重合ウェハW_Tは、所定の温度、例えば１００℃～２００℃に加熱される。かかる熱板３９０による加熱を行うことで重合ウェハW_Tが加熱され、ウェハW_U、W_Lの表面W_{U1}、W_{L1}間の水素結合を脱水縮合させ、当該ウェハW_U、W_Lがより強固に接合される。

[0111] 次に、蓋体３８０が開かれた後、昇降ピン４００が上昇すると共に、冷却板４１０が熱板３９０の上方に移動する。続いて重合ウェハW_Tが昇降ピン４００から冷却板４１０に受け渡され、冷却板４１０が搬入出口３６１側に移動する。この冷却板４１０の移動中に、重合ウェハW_Tは所定の温度、例えば常温（２３℃）に冷却される。

[0112] その後、重合ウェハW_Tは、ウェハ搬送装置６１によってトランジション装置５１に搬送され、その後搬入出ステーション２のウェハ搬送装置２２によって所定のカセット載置板１１のカセットC_Tに搬送される。なお、本実施の形態において、上述した検査装置３１０が第３の処理ブロックＧ３に設けら

れている場合には、重合ウェハW_Tが搬入出ステーション２に搬送される前に、検査装置３１０において重合ウェハW_Tの検査が行われる。

[0113] 以上の実施の形態によれば、熱処理装置３５０において重合ウェハW_Tを加熱処理できるので、ウェハW_U、W_Lの表面W_{U1}、W_{L1}間の水素結合を脱水縮合させ、当該ウェハW_U、W_Lの接合をより強固することができる。ここで、接合システム１から搬出された重合ウェハW_Tは接合システム１の外部に設置された炉において焼成されるが、この重合ウェハW_Tの焼成には多大な時間を要する。本実施の形態によれば、かかる焼成時間を短縮することができる。

[0114] なお、上記の実施の形態では、接合装置４１において、上部チャック２２１に保持された上ウェハW_Uの一端部を押動部材２４０にて押圧した。しかし、上部チャック２２１の中央部に押動部材２４０が挿通される切り欠きを設け、上ウェハW_Uの一端部を押圧するのではなく、上ウェハW_Uの中央部を押動部材２４０で押圧してもよい。なお、この場合、押動部材２４０は、上部チャック２２１の中央部に設けられた切り欠きに挿通できる位置に配置する。次に、この場合の動作を説明する。上ウェハW_Uの中央部に対応する上部チャック２２１の領域２２１ｂの真空引きをまず停止する。その後、押動部材２４０で上ウェハW_Uの中央部を押圧する。上ウェハW_Uと下ウェハW_Lの中央部が当接したら、その後に、上部チャック２２１の領域２２１aと２２１ｃの真空引きを停止する。このように動作させることにより、上ウェハW_Uと下ウェハW_Lが位置ずれを起こすことなく接合させることが可能である。

[0115] 以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。本発明はこの例に限らず種々の態様を採りうるものである。本発明は、基板がウェハ以外のＦＰＤ（フラットパネルディスプレイ）、フォトマスク用のマスクレチクルなどの他の基板である場合にも適用できる。

産業上の利用可能性

[0116] 本発明は、例えば半導体ウェハ等の基板同士を接合する際に有用である。

符号の説明

[0117]

１ 接合システム

２ 搬入出ステーション

３ 処理ステーション

３０ 表面活性化装置

４０ 表面親水化装置

４１ 接合装置

６０ ウェハ搬送領域

７０ 処理部

７１ 搬入出部

７２ 搬送部

３００ 制御装置

３１０ 検査装置

３５０ 熱処理装置

W_U 上ウェハ

W_{U1} 表面

W_L 下ウェハ

W_{L1} 表面

W_T 重合ウェハ

請求の範囲

[請求項1] 基板同士を接合する接合システムであって、

基板に所定の処理を行い、基板同士を接合する処理ステーションと、

基板又は基板同士が接合された重合基板をそれぞれ複数保有可能で、且つ前記処理ステーションに対して基板又は重合基板を搬入出する搬入出ステーションと、を備え、

前記処理ステーションは、

基板の接合される表面を活性化する表面活性化装置と、

前記表面活性化装置で活性化された基板の表面を親水化する表面親水化装置と、

前記表面親水化装置で表面が親水化された基板同士を接合する接合装置と、

前記表面活性化装置、前記表面親水化装置及び前記接合装置に対して、基板又は重合基板を搬送するための搬送領域と、を有する。

[請求項2] 請求項１に記載の接合システムであって、

前記表面親水化装置は、基板の表面に純水を供給し、当該表面を親水化すると共に当該表面を洗浄する。

[請求項3] 請求項１に記載の接合システムであって、

前記搬送領域内の圧力は大気圧以上である。

[請求項4] 請求項３に記載の接合システムであって、

前記接合装置内の圧力は、前記搬送領域内の圧力に対して陽圧であり、

前記搬送領域内の圧力は、前記表面活性化装置内の圧力、前記表面親水化装置内の圧力及び前記搬入出ステーション内の圧力に対して陽圧である。

[請求項5] 請求項４に記載の接合システムであって、

前記表面活性化装置は、基板の表面を活性化するための処理を行う処理部と、前記搬送領域との間で基板を搬入出するための搬入出部と、

前記処理部と前記搬入出部との間で基板を搬送する搬送部と、を有し、

前記処理部内の圧力及び前記搬入出部内の圧力は、前記搬送部内の圧力に対して陽圧である。

[請求項6] 請求項１に記載の接合システムであって、

前記接合装置で接合された重合基板を検査する検査装置を有する。

[請求項7] 請求項１に記載の接合システムであって、

前記接合装置で接合された重合基板を熱処理する熱処理装置を有する。

[請求項8] 基板同士を接合する方法であって、

表面活性化装置において、基板の接合される表面を活性化する表面活性化工程と、

その後、搬送領域を介して表面親水化装置に基板を搬送し、当該表面親水化装置において、基板の表面を親水化する表面親水化工程と、

その後、搬送領域を介して接合装置に基板を搬送し、当該接合装置において、前記表面活性化工程及び前記表面親水化工程が行われた基板同士を、ファンデルワールス力及び水素結合によって接合する接合工程と、を有し、

前記表面活性化工程、表面親水化工程及び接合工程を複数の基板に対して連続して行う。

[請求項9] 請求項８に記載の接合方法であって、

前記表面親水化工程において、基板の表面に純水を供給し、当該表面を親水化すると共に当該表面を洗浄する。

[請求項10] 請求項８に記載の接合方法であって、

前記搬送領域内の圧力は大気圧以上である。

[請求項11] 請求項１０に記載の接合方法であって、

前記接合装置内の圧力は、前記搬送領域内の圧力に対して陽圧であり、

前記搬送領域内の圧力は、前記表面活性化装置内の圧力及び前記表面親水化装置内の圧力に対して陽圧である。

[請求項12] 請求項１１に記載の接合方法であって、

前記表面活性化装置は、基板の表面を活性化するための処理を行う処理部と、前記搬送領域との間で基板を搬入出するための搬入出部と、前記処理部と前記搬入出部との間で基板を搬送する搬送部と、を有し、

前記処理部内の圧力及び前記搬入出部内の圧力は、前記搬送部内の圧力に対して陽圧である。

[請求項13] 請求項８に記載の接合方法であって、

前記接合工程後、重合基板を検査する検査工程を有する。

[請求項14] 請求項８に記載の接合方法であって、

前記接合工程後、重合基板を熱処理する熱処理工程を有する。

[請求項15] 基板同士を接合する接合方法を接合システムによって実行させるために、当該接合システムを制御する制御装置のコンピュータ上で動作するプログラムであって、

前記接合方法は、

表面活性化装置において、基板の接合される表面を活性化する表面活性化工程と、

その後、搬送領域を介して表面親水化装置に基板を搬送し、当該表面親水化装置において、基板の表面を親水化する表面親水化工程と、

その後、搬送領域を介して接合装置に基板を搬送し、当該接合装置において、前記表面活性化工程及び前記表面親水化工程が行われた基板同士を、ファンデルワールス力及び水素結合によって接合する接合工程と、を有し、

前記表面活性化工程、表面親水化工程及び接合工程を複数の基板に対して連続して行う。

[請求項16] 基板同士を接合する接合方法を接合システムによって実行させるため

に、当該接合システムを制御する制御装置のコンピュータ上で動作するプログラムを格納した読み取り可能なコンピュータ記憶媒体であって、

前記接合方法は、

表面活性化装置において、基板の接合される表面を活性化する表面活性化工程と、

その後、搬送領域を介して表面親水化装置に基板を搬送し、当該表面親水化装置において、基板の表面を親水化する表面親水化工程と、

その後、搬送領域を介して接合装置に基板を搬送し、当該接合装置において、前記表面活性化工程及び前記表面親水化工程が行われた基板同士を、ファンデルワールス力及び水素結合によって接合する接合工程と、を有し、

前記表面活性化工程、表面親水化工程及び接合工程を複数の基板に対して連続して行う。