

明 細 書

発明の名称：電子部品洗浄装置

技術分野

[0001] 本開示は、ウェーハ、半導体チップ、基板等の電子部品の表面の洗浄を行う電子部品洗浄装置の構成に関する。

背景技術

[0002] 接合により半導体装置を製造する際には、シリコンウェーハや化合物半導体ウェーハ等のウェーハの表面の洗浄が必要となる。特許文献1には、2枚のウェーハの接合を行う際に、洗浄装置によってウェーハの表面を擦り洗いし、プラズマ処理によりウェーハの表面改質を行い、純水によってウェーハの表面を親水化した後に接合する接合システムが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2020-155759号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、特許文献1に記載された従来技術のように、プラズマによって表面の改質処理を行った後、純水によってウェーハの表面の親水化処理を行う場合には、時間と共に表面の親水性が低下してしまい、ボンディング品質が低下する場合があった。

[0005] そこで、本開示は、電子部品の表面を親水性の高い状態に保つことを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の電子部品洗浄装置は、電子部品の表面の洗浄を行う電子部品洗浄装置であって、液体により電子部品の表面のウェット洗浄を行うウェット洗浄ユニットと、大気圧プラズマにより電子部品の表面のドライ洗浄を行うドライ洗浄ユニットと、ウェット洗浄ユニットとドライ洗浄ユニットとの間で

電子部品を搬送する搬送ユニットと、ウェット洗浄ユニットと、ドライ洗浄ユニットと、搬送ユニットとの動作を調整する制御ユニットと、を備え、制御ユニットは、ウェット洗浄ユニットで液体により電子部品の表面のウェット洗浄を行い、搬送ユニットでウェット洗浄済の電子部品をドライ洗浄ユニットに搬送し、ドライ洗浄ユニットで大気圧プラズマにより電子部品の表面のドライ洗浄を行い、搬送ユニットでドライ洗浄済の電子部品をウェット洗浄ユニットに搬送し、ウェット洗浄ユニットで、水素ガスを水に溶解した水素水を用いて電子部品の表面の親水化を行う水素水処理を行うこと、を特徴とする。

[0007] このように、大気圧プラズマによるドライ洗浄の後に水素水処理による親水化を行うことにより、電子部品の表面を親水性の高い状態に保つことができ、ボンディング品質を向上させることができる。

[0008] 本開示の電子部品洗浄装置において、制御ユニットは、ドライ洗浄の終了直後に搬送ユニットでドライ洗浄済の電子部品をドライ洗浄ユニットからウェット洗浄ユニットに搬送して水素水処理を開始してもよい。ここで、制御ユニットは、ドライ洗浄の終了後30秒以内、又は10秒以内に搬送ユニットでドライ洗浄済の電子部品をドライ洗浄ユニットからウェット洗浄ユニットに搬送して水素水処理を開始してもよい。

[0009] これにより、より長い時間電子部品の表面を親水性の高い状態に保つことができる。

[0010] 本開示の電子部品洗浄装置において、ドライ洗浄ユニットは、ウェット洗浄ユニットの上に少なくとも一部が重ね合わされて配置されており、搬送ユニットは、上面に電子部品を保持するとともに、電子部品を保持した状態で上下方向に駆動されるステージでもよい。

[0011] この構成により、ドライ洗浄済の電子部品をドライ洗浄ユニットからウェット洗浄ユニットに搬送する時間を短縮することができ、ドライ洗浄の終了後短時間に水素水処理を開始することができる。これにより、電子部品の表面を親水性の高い状態に保つことができ、ボンディング品質を向上させるこ

とができる。

[0012] 本開示の電子部品洗浄装置において、ドライ洗浄ユニットは、ウェット洗浄ユニットの上に少なくとも一部が重ね合わされて配置されており、搬送ユニットは、ウェット洗浄ユニットとドライ洗浄ユニットに隣接して配置され、ウェット洗浄ユニットとドライ洗浄ユニットとに跨って上下方向に延びて、ウェット洗浄ユニットとドライ洗浄ユニットとの間で電子部品を搬送してもよい。

[0013] 本開示の電子部品洗浄装置において、電子部品は、ウェーハ、半導体チップ、又は半導体装置用の基板でもよい。ここで、半導体チップは、支持材の上に貼り付けられてもよい。

発明の効果

[0014] 本開示は、電子部品の表面を親水性の高い状態に保つことができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]実施形態の電子部品洗浄装置の一階面の平面図である。

[図2]実施形態の電子部品洗浄装置の二階面の平面図である。

[図3]実施形態の電子部品洗浄装置のウェット洗浄ユニットとドライ洗浄ユニットの立断面図である。

[図4]実施形態の電子部品洗浄装置の制御系統を示す系統図である。

[図5]実施形態の電子部品洗浄装置の動作を示すフローチャートである。

[図6]図3に示す電子部品洗浄装置の動作を示す図であって、処理ステージの上にウェーハを保持させた状態を示す立断面図である。

[図7]図3に示す電子部品洗浄装置の動作を示す図であって、ウェット洗浄中の立断面図である。

[図8]図3に示す電子部品洗浄装置の動作を示す図であって、ウェーハをウェット洗浄チャンバからドライ洗浄チャンバに移動させた状態を示す立断面図である。

[図9]図3に示す電子部品洗浄装置の動作を示す図であって、ドライ洗浄中の立断面図である。

[図10]図3に示す電子部品洗浄装置の動作を示す図であって、水素水処理中の断面図である。

[図11]大気圧プラズマによるドライ洗浄終了後の純水接触角と親水性の時間変化と、大気圧プラズマによるドライ洗浄の後に水素水処理を行った際の水素水処理後の純水接触角と親水性の時間変化とを示すグラフである。

[図12]他の実施形態の電子部品洗浄装置の立断面図である。

[図13]他の実施形態の電子部品洗浄装置の制御系統を示す系統図である。

[図14]他の実施形態の電子部品洗浄装置の動作を示すフローチャートである。

[図15]ダイシングフィルムの上に貼り付けられた半導体チップとダイシングフィルムが取り付けられたリングとを示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、図面を参照しながら実施形態の電子部品洗浄装置100について説明する。尚、以下の説明では、電子部品洗浄装置100によって電子部品であるウェーハ80の表面81の洗浄を行う場合について説明するが、電子部品洗浄装置100は半導体チップ85の表面89（図15参照）の洗浄を行うこともできるし、半導体チップ85をボンディングする半導体装置用の基板の表面の洗浄を行うこともできる。

[0017] 図1、2に示すように、電子部品洗浄装置100は、図1に示す一階面と、図2に示す二階面との二階構造である。図1に示すように、一階面には、ウェット洗浄ユニット10と、横搬送ユニット60とが隣接して配置されている。また、一階面には、制御ユニット17が配置されている。二階面には、ウェット洗浄ユニット10の上部に重ね合わせてドライ洗浄ユニット40が配置されている。

[0018] 図1、3に示すように、ウェット洗浄ユニット10は、略直方体のケーシング11と、ケーシング11の内部12に配置されたウェット洗浄チャンバ13と、処理ステージ14と、処理ステージ14を駆動するステージ駆動装置16と、水ノズル21と、超音波振動子22と、ノズルアーム23と、ノ

ズルアーム駆動部 24 と、拭き取りヘッド 31 と、ヘッドアーム 32 と、ヘッドアーム駆動部 33 と、回転押圧駆動部 35 と、拭き取り部材 34 と、純水タンク 26、水素水タンク 27 と、オゾン水タンク 28 と、洗浄水タンク 37 とを含んでいる。

[0019] 処理ステージ 14 は、上面にウェーハ 80 を保持する円板状部材である。処理ステージ 14 の下側にはシャフト 15 が接続されている。シャフト 15 は、ステージ駆動装置 16 によって図 3 の矢印 95 a に示すように回転駆動されるとともに図 3 に示す矢印 95 b のように上下方向に駆動される。従って、処理ステージ 14 は、ステージ駆動装置 16 によってウェーハ 80 を保持した状態で回転及び上下方向に駆動される。処理ステージ 14 は、後で説明するようにシャッタ 48 が開の際に、ウェット洗浄ユニット 10 のウェット洗浄チャンバ 13 と、ドライ洗浄ユニット 40 のドライ洗浄チャンバ 44 との間で上下方向にウェーハ 80 を搬送する搬送ユニットを構成する。

[0020] 水ノズル 21 は、処理ステージ 14 の上方に配置され、純水、オゾン水、水素水を処理ステージ 14 の上面に保持されたウェーハ 80 に噴射する。水ノズル 21 はノズルアーム 23 の先端に取り付けられている。ノズルアーム 23 の根元部はノズルアーム駆動部 24 に接続されている。ノズルアーム駆動部 24 は、図 1 の矢印 91 に示すように平面内でノズルアーム 23 を回転移動してノズルアーム 23 の先端に取り付けられた水ノズル 21 を処理ステージ 14 の上面に対して出し入れする。水ノズル 21 の上部には、水ノズル 21 から噴射する純水、水素水、オゾン水に超音波振動を与える超音波振動子 22 が取り付けられている。

[0021] 拭き取りヘッド 31 は、処理ステージ 14 の上側に配置され、上端に取付けられた回転押圧駆動部 35 によって下端に取り付けられた拭き取り部材 34 を図 3 に示す矢印 95 c のように回転駆動するとともにウェーハ 80 の上面に拭き取り部材 34 を接触させてウェーハ 80 の表面 81 を拭き取り洗浄する。拭き取り部材 34 は、例えば、マイクロファイバーを用いた織物又は編み物でもよい。また、拭き取りヘッド 31 には、洗浄水をウェーハ 80 に

向けて噴射する洗浄水ノズルが組み込まれている。

[0022] 拭き取りヘッド31は、ヘッドアーム32の先端に取り付けられている。ヘッドアーム32の根元部はヘッドアーム駆動部33に接続されている。ヘッドアーム駆動部33は、図1の矢印92に示すように平面内でヘッドアーム32を回転移動してヘッドアーム32の先端に取り付けられた拭き取りヘッド31を処理ステージ14の上面に対して出し入れする。

[0023] ウェット洗浄チャンバ13は、処理ステージ14の下側に設けられ、水ノズル21から噴射された純水、オゾン水、水素水、或いは、拭き取りヘッド31から噴射された洗浄水を受け止める円形のパンであり、上部に向かって開口が狭くなっている。上部の開口は、ウェーハ80を出し入れ可能な大きさとなっている。

[0024] 純水タンク26、水素水タンク27、オゾン水タンク28は、それぞれ純水、水素水、オゾン水を駐留するタンクである。ここで、水素水は、水に水素ガスを溶解させた水であり、オゾン水は、水にオゾンガスを溶解させた水である。尚、水素水タンク27、オゾン水タンク28に代えて、水素水を生成する水素水生成器、オゾン水を生成するオゾン水生成機を配置してもよい。また、洗浄水タンク37は、例えば、純水、水素水、アルカリ添加水素水、炭酸水等の洗浄水を貯留する。

[0025] 純水タンク26、水素水タンク27、オゾン水タンク28は、それぞれ純水バルブ26a、水素水バルブ27a、オゾン水バルブ28aと、配管25とによって水ノズル21に接続されている。また、洗浄水タンク37は、洗浄水バルブ37a、配管36によって拭き取りヘッド31に接続されている。

[0026] 図1に示すように、一階面にはウェット洗浄ユニット10に隣接して横搬送ユニット60が配置されている。横搬送ユニット60は、ケーシング61と、ケーシング61の内部62に配置されたウェーハ受け渡しステージ63と、横搬送装置である横搬送ロボット64とを備えている。ウェーハ受け渡しステージ63は、外部から未洗浄のウェーハ80を受け入れるとともに、

洗浄済のウェーハ８０を受け渡しするステージである。ウェット洗浄ユニット１０のケーシング１１の側壁１１ａと横搬送ユニット６０の側壁６１ａとには、ウェーハ８０を横搬送ユニット６０とウェット洗浄ユニット１０との間で搬送するための開口６６が設けられている。横搬送ロボット６４は、図１中の矢印９３に示すように、開口６６を通してウェーハ８０をウェーハ受け渡しステージ６３と、ウェット洗浄ユニット１０の処理ステージ１４との間で搬送する。

[0027] 図２、３に示すように、ドライ洗浄ユニット４０は、略直方体でウェット洗浄ユニット１０のケーシング１１の上部に重ね合わせて配置されたケーシング４１と、床板４２と、天井板４３と、天井レール４６と、大気圧プラズマヘッド５１と、プラズマ点火装置５２と、プラズマ用ガスタンク５３と、プラズマヘッド駆動部５６とを含んでいる。

[0028] ケーシング４１の壁と、床板４２と、天井板４３とで仕切られる空間は、大気圧プラズマヘッド５１から噴射される大気圧プラズマによるドライ洗浄処理を行うドライ洗浄チャンバ４４を構成する。また、天井板４３の上側の空間は、大気圧プラズマが進入しない機器配置空間４５を構成する。

[0029] 大気圧プラズマヘッド５１は、例えば、プラズマ用のガスが流れるセラミックスチューブと、セラミックスチューブの外側に配置した負電極と、セラミックスチューブの中に配置した接地電極とを含み、負電極と接地電極との間に高電圧を印加してセラミックスチューブの中で放電を発生させ、先端からプラズマを噴出させるプラズマ発生装置を複数並べて配置した装置でもよい。大気圧プラズマヘッド５１は、プラズマヘッド駆動部５６を介して天井レール４６に取付けられている。プラズマヘッド駆動部５６は、図３中の矢印９４ａに示すように、大気圧プラズマヘッド５１を水平方向に往復移動させる。

[0030] 床板４２の中央部で、下側に配置されたウェット洗浄ユニット１０の処理ステージ１４の上側には、処理ステージ１４が上下方向に移動可能な開口４７が設けられている。床板４２の下側には開口４７を開閉するシャッタ４８

が設けられている。シャッタ48は、図示しない駆動部によって図2中の矢印94bに示すようにスライドして開口47を開閉する。シャッタ48が開放されると、図8に示すように、ウェット洗浄ユニット10の処理ステージ14が矢印95dに示すように上方向に移動してウェット洗浄チャンバ13からドライ洗浄チャンバ44の中に移動可能となる。シャッタ48は、処理ステージ14がドライ洗浄チャンバ44の中に移動した後に閉じられる。この際、シャフト15がウェット洗浄ユニット10とドライ洗浄ユニット40との間で貫通できるような開口を形成するように、2つのシャッタ48の合わせ面の中央には半円形の切欠き49（図2参照）が設けられている。

[0031] プラズマ点火装置52は、大気圧プラズマヘッド51の内部に配置された電極に高電圧を供給する装置であり、接続線55によって大気圧プラズマヘッド51に接続されている。

[0032] プラズマ用ガスタンク53は、プラズマ用のガスを貯留するタンクである。プラズマ用のガスとしては、アルゴン、ヘリウム等の不活性ガスを用いてもよい。プラズマ用ガスタンク53と大気圧プラズマヘッド51とはプラズマ用ガスバルブ53aと配管54で接続されている。

[0033] 制御ユニット17は、内部にCPU18とメモリ19とを備えるコンピュータである。図4に示すように、制御ユニット17は、ウェット洗浄ユニット10のノズルアーム駆動部24、超音波振動子22、純水バルブ26a、水素水バルブ27a、オゾン水バルブ28a、ヘッドアーム駆動部33、回転押圧駆動部35、洗浄水バルブ37a、ステージ駆動装置16、シャッタ48に接続されて、ウェット洗浄ユニット10の各機器と、搬送ユニットを構成する処理ステージ14の動作を調整する。また、制御ユニット17は、大気圧プラズマヘッド51、プラズマヘッド駆動部56、プラズマ点火装置52、プラズマ用ガスバルブ53aに接続されてドライ洗浄ユニット40の各機器の動作を調整する。更に、制御ユニット17は、横搬送ユニット60の横搬送ロボット64に接続されて横搬送ロボット64の動作を調整する。

[0034] 次、図5から図10を参照して上記のように構成された電子部品洗浄装置

100のウェーハ80の洗浄動作について説明する。

- [0035] 図6に示すように、初期状態では、シャッタ48は閉となっており、ウェット洗浄ユニット10とドライ洗浄ユニット40とはドライ洗浄ユニット40のケーシング41の床板42とシャッタ48とで仕切られている。また、図1に示すように、ノズルアーム23と、ヘッドアーム32とは、水ノズル21と拭き取りヘッド31を処理ステージ14にかからない位置に退避している。
- [0036] 制御ユニット17は、図5のステップS101に示すように、図1に示す横搬送ロボット64を動作させ、ウェーハ受け渡しステージ63に載置された未洗浄のウェーハ80をピックアップし、図6に示すようにウェット洗浄ユニット10の中に搬入し、処理ステージ14の上に載置する。制御ユニット17は、処理ステージ14の上面にウェーハ80を保持させる。
- [0037] 制御ユニット17は、図5のステップS102からステップS104において、ウェーハ80の表面81のウェット洗浄を行う。ここで、図5のステップS102からステップS104はウェット洗浄工程を構成する。まず、制御ユニット17は、図5のステップS102に示すように水素水洗浄を実行する。
- [0038] 制御ユニット17は、図7に示すように、ノズルアーム駆動部24を動作させてノズルアーム23を回転させ、水ノズル21を処理ステージ14に上方に移動させる。そして、制御ユニット17は、ステージ駆動装置16によって処理ステージ14を回転させると共に、水素水バルブ27aを開として水ノズル21から水素水をウェーハ80に向かって噴射させてウェーハ80の洗浄を行う。この際、制御ユニット17は、超音波振動子22を動作させて水素水に超音波振動を印加し、超音波加振した水素水をウェーハ80の表面に噴射する。
- [0039] 次に制御ユニット17は、図5のステップS103で純水による拭き取り洗浄を行う。制御ユニット17は、図7に示すように、ヘッドアーム駆動部33を動作させてヘッドアーム32を回転させ、拭き取りヘッド31を処理

ステージ１４の上方に移動させる。水ノズル２１は、先の水素水洗浄の際に処理ステージ１４に上方に移動しているので、制御ユニット１７は、純水バルブ２６aを開として水ノズル２１から純水をウェーハ８０に向かって噴射させると共に、拭き取りヘッド３１の回転押圧駆動部３５を動作させて拭き取り部材３４を回転駆動させながらウェーハ８０の上面に接触させる。制御ユニット１７は、ヘッドアーム駆動部３３によってウェーハ８０の表面８１に沿って拭き取りヘッド３１を移動させてウェーハ８０の表面８１を拭き取り洗浄する。この際、制御ユニット１７は、洗浄水バルブ３７aを開として拭き取りヘッド３１から洗浄水を噴射させながらウェーハ８０の表面８１の拭き取り洗浄を行ってもよい。

[0040] 次に、制御ユニット１７は、図５のステップＳ１０４で再度、図５のステップＳ１０２と同様の水素水洗浄を実行する。

[0041] 図５のステップＳ１０２からステップＳ１０４のウェット洗浄により、無機物、有機質の異物がウェーハ８０の表面８１から除去される。

[0042] 制御ユニット１７はウェット洗浄を終了したら、図５のステップＳ１０５からステップＳ１０８において、ウェット洗浄チャンバ１３からドライ洗浄チャンバ４４にウェット洗浄済のウェーハ８０を搬送する。

[0043] 制御ユニット１７は、図５のステップＳ１０５でシャッタ４８を開とする。また、制御ユニット１７は、ノズルアーム駆動部２４とヘッドアーム駆動部３３とを動作させ、ノズルアーム２３と、ヘッドアーム３２と、水ノズル２１と拭き取りヘッド３１とが、処理ステージ１４にかからない位置に退避させる。制御ユニット１７は、図８に示すようにシャッタ４８を開としたら、図５のステップＳ１０７、図８に示すように、ステージ駆動装置１６を動作させて処理ステージ１４を図８中の矢印９５dのように上昇させる。これにより、制御ユニット１７は、処理ステージ１４をウェット洗浄チャンバ１３からドライ洗浄チャンバ４４の中に移動し、ウェーハ８０をウェット洗浄チャンバ１３からドライ洗浄チャンバ４４の中に搬送する。

[0044] そして、制御ユニット１７は、処理ステージ１４をドライ洗浄チャンバ４

4の中に移動させたら図5のステップS108でシャッタ48を閉とする。

[0045] 次に、制御ユニット17は、図5のステップS109において大気圧プラズマによるドライ洗浄を行う。ここで図5のステップS109はドライ洗浄工程を構成する。制御ユニット17は、プラズマヘッド駆動部56を動作させ、図9に示すように、大気圧プラズマヘッド51を処理ステージ14の上方に移動させる。そして、制御ユニット17は、プラズマ点火装置52を動作させてプラズマ点火装置52から高電圧を大気圧プラズマヘッド51に供給させるとともに、プラズマ用ガスバルブ53aを開としてプラズマ用ガスタンク53からプラズマ用ガスを大気圧プラズマヘッド51に供給させ、大気圧プラズマヘッド51の中で大気圧プラズマを発生させる。そして、制御ユニット17は、図9中の矢印96に示すようにプラズマヘッド駆動部56を動作させて大気圧プラズマヘッド51をウェーハ80の上方で往復移動させて大気圧プラズマをウェーハ80の表面81に噴射する。

[0046] 図5のステップS109のドライ洗浄によって大気圧プラズマの照射によりウェーハ80の表面81に付着している異物が除去されると共に、ウェーハ80の表面の親水化処理がされる。このため、ドライ洗浄後には、ウェーハ80の表面81の親水性は高い状態となっている。

[0047] 次に、制御ユニット17は、図5のステップS110からS112において、ドライ洗浄チャンバ44からウェット洗浄チャンバ13にドライ洗浄済のウェーハ80を搬送する。先に説明したと同様、制御ユニット17は、図5のステップS110でシャッタ48を開とし、図5のステップS111でステージ駆動装置16を動作させて処理ステージ14を下降させ、処理ステージ14をドライ洗浄チャンバ44からウェット洗浄チャンバ13の中に移動させてウェーハ80をドライ洗浄チャンバ44からウェット洗浄チャンバ13の中に搬送する。そして、制御ユニット17は、図5のステップS112でシャッタ48を閉とする。

[0048] 次に、制御ユニット17は、図5のステップS113に進んで水素水処理による表面81の親水化を行う。ここで、図5のステップS113は、水素

水処理工程を構成する。図5のステップS102で説明した水素水洗浄と同様、図10に示すように、ノズルアーム駆動部24を動作させてノズルアーム23を回転させ、水ノズル21を処理ステージ14に上方に移動させ、ステージ駆動装置16によって処理ステージ14を回転させると共に、水素水バルブ27aを開として水ノズル21から水素水をウェーハ80に向かって噴射させてウェーハ80の水素水処理を行う。この際、制御ユニット17は、超音波振動子22を動作させて水素水に超音波振動を印加し、超音波加振した水素水をウェーハ80の表面に噴射する。

[0049] 水素水処理は、図5のステップS102、ステップS104の水素水洗浄と同様の処理であるが、ウェーハ80の表面81の異物の除去ではなく、表面81の親水化処理を行うものであり、処理時間は図5のステップS102、ステップS104の水素水洗浄よりも短くなっている。

[0050] 制御ユニット17は、水素水処理を終了したら、図5のステップS114に進んで、スピン乾燥処理を行う。制御ユニット17は、ステージ駆動装置16によって処理ステージ14を高速で回転させ、遠心力でウェーハ80の表面81に残っている水素水を外周側に飛ばして表面81を乾燥させる。

[0051] 制御ユニット17は、スピン乾燥処理が終了したら、図5のステップS115に進んで、ウェット洗浄ユニット10からウェーハ80を搬出する。制御ユニット17は、図1に示す横搬送ロボット64を動作させて処理ステージ14の上面に載置された洗浄済のウェーハ80をピックアップしてウェット洗浄ユニット10からウェーハ80を搬出し、ウェーハ80を横搬送ユニット60のウェーハ受け渡しステージ63の上に載置する。

[0052] 次に、図11を参照しながら、ウェーハ80の表面81の親水性の変化について説明する。図11中の実線aは、先に説明した実施形態の電子部品洗浄装置100のウェーハ80の洗浄動作のように、大気圧プラズマによるドライ洗浄を実行した直後に水素水処理による親水化を行った場合の表面81の純水接触角の時間変化を示す。また、図11中の破線bは、大気圧プラズマによるドライ洗浄のみを実行した場合の表面81の純水接触角の時間変化

を示す。

[0053] ここで、純水接触角は、静止した純水の自由表面が表面 8 1 に接する場所における液面と表面 8 1 とのなす角であり、純水接触角が大きい場合には、親水性が低く、純水接触角が小さい場合には、親水性は高くなる。

[0054] 最初に図 1 1 に破線 b で示す大気圧プラズマによるドライ洗浄のみを実行した場合の表面 8 1 の純水接触角、親水性の変化について説明する。

[0055] 図 1 1 の時刻 t_1 に大気圧プラズマによるドライ洗浄を実行すると大気圧プラズマの照射により表面 8 1 の異物が除去されると共に、表面 8 1 が親水化され、純水接触角はドライ洗浄前より大きく低下する。つまり、親水性が高くなる。大気圧プラズマによるドライ洗浄後、ウェーハ 8 0 を大気中に放置すると、ドライ洗浄が終了した時刻 t_1 から時刻 t_2 の間は、純水接触角は時間の経過とともに緩やかに大きくなっていく。そして、時刻 t_2 を過ぎると時刻 t_3 までの間は、純水接触角は時刻 t_1 から t_2 の間よりも大きく上昇する。そして、時刻 t_3 を過ぎると、純水接触角は、再び緩やかに上昇する。

[0056] このように、大気圧プラズマによるドライ洗浄を実行した後、ウェーハ 8 0 を大気中に放置すると、ウェーハ 8 0 の表面の純水接触角は、図 1 1 中の矢印 d に示すように時刻 t_2 から時刻 t_3 の間にドライ洗浄終了時よりも高い状態に移行し、その後は、緩やかに上昇していく。これを親水性の変化で言えば、ウェーハ 8 0 の表面 8 1 の親水性は、時刻 t_2 から時刻 t_3 の間に親水化終了時よりも低い状態に移行し、その後は、緩やかに低下していくこととなる。

[0057] 一方、大気圧プラズマによるドライ洗浄の直後に水素水処理による親水化を実行した場合には、図 1 1 中の矢印 c に示すように、水素水処理が終了した時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間は、ウェーハ 8 0 を大気中に放置しても表面 8 1 の純水接触角は緩やかに低下し、時刻 t_2 以後は、表面 8 1 の純水接触角は緩やかに上昇していく。これを親水性の変化で言えば、水素水処理が終了した時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間は、表面 8 1 の親水性は緩やかに高

くなり、時刻 t_2 以後は、表面 81 の親水性は緩やかに低下していくこととなる。

[0058] このため、大気圧プラズマによるドライ洗浄の直後に水素水処理による親水化を実行した場合には、水素水処理の終了時の親水性よりも高い親水性を長い時間保持することができる。

[0059] このように水素水処理の終了後に親水性が時間ともに高くなるのは、水素水処理により、ウェーハ 80 の表面 81 に水酸基が付くことによると思われる。ここで、発明者の研究により、大気圧プラズマによるドライ洗浄の後、水素水処理による親水化を開始するまでの時間が短くないと、上記のように水素水処理の終了後に親水性が時間ともに高くなる効果が得られなくなることが分かっている。

[0060] このため、実施形態の電子部品洗浄装置 100 では、ウェット洗浄ユニット 10 の上にドライ洗浄ユニット 40 を重ねて配置し、処理ステージ 14 を上下させてウェーハ 80 をドライ洗浄ユニット 40 とウェット洗浄ユニット 10 との間で搬送することにより、大気圧プラズマによるドライ洗浄と水素水処理による親水化との間隔を短くする構成としている。これにより、実施形態の電子部品洗浄装置 100 では、大気圧プラズマによるドライ洗浄の終了直後、より詳しくは、ドライ洗浄の終了の 5 ～ 10 秒後に水素水処理による親水化を開始することができる。このため、実施形態の電子部品洗浄装置 100 は、ウェーハ 80 の表面 81 の親水性を長時間にわたって高い状態に保つことができ、ボンディング品質を向上させることができる。

[0061] 次に図 12 から 14 を参照しながら他の実施形態の電子部品洗浄装置 200 について説明する。先に図 1 から図 11 を参照して説明した電子部品洗浄装置 100 と同一の部分には、同一の符号を付して説明は省略する。

[0062] 図 12 に示す電子部品洗浄装置 200 は、上下に重ね合わせて配置したウェット洗浄ユニット 10 とドライ洗浄ユニット 240 の側壁 11b、41b に隣接して縦搬送ユニット 70 を配置したものである。縦搬送ユニット 70 は、ウェット洗浄チャンバ 13 とドライ洗浄チャンバ 44 との間でウェーハ

80を搬送する。また、図12には図示しないが電子部品洗浄装置200は、制御ユニット17を備えている。

[0063] 縦搬送ユニット70は、ケーシング71と、ケーシング71の内部に配置された縦搬送装置75とを備えている。

[0064] ケーシング71は、ウェット洗浄ユニット10とドライ洗浄ユニット240の側面に隣接して配置され、ウェット洗浄ユニット10とドライ洗浄ユニット240とに跨って上下方向に延びる略直方体の部材である。ケーシング71の一階の側壁72にはウェット洗浄ユニット10のケーシング11の側壁11bの開口11cに連通する開口72aが設けられている。同様に、二階の側壁73にはドライ洗浄ユニット240のケーシング41の側壁41bの開口41cに連通する開口73aが設けられている。開口72a、73aには、それぞれシャッタ72b、73bが取り付けられている。

[0065] 縦搬送装置75は、ケーシング71の内部に配置され、ウェーハ80をウェット洗浄チャンバ13とドライ洗浄チャンバ44とに出し入れするとともに、ウェーハ80をウェット洗浄チャンバ13とドライ洗浄チャンバ44との間で搬送する。

[0066] 図12に示すように、縦搬送装置75は、図12の矢印99のように上下方向に移動する本体76と、本体76の上に取り付けられて水平方向にスライド移動するチャック77とで構成されている。チャック77は、ウェーハ80を把持して図12に示す矢印98a、98bのように水平方向に往復移動する。

[0067] ウェット洗浄ユニット10は、ケーシング11の側壁11bに開口11cが設けられている点以外、先に図1から11を参照して説明した電子部品洗浄装置100のウェット洗浄ユニット10と同一の構成である。

[0068] ドライ洗浄ユニット240は、ドライ洗浄チャンバ44の内部にウェーハ80を保持する処理ステージ58と、処理ステージ58を図12に示す矢印97の方向に往復移動させるスライド駆動部57とを備えている。大気圧プラズマヘッド51は、ブラケット56aで天井レール46に取り付けられて

おり、先に図1～11を参照して説明したドライ洗浄ユニット40と異なり、大気圧プラズマヘッド51は往復移動しない。また、ケーシング41の側壁41bには開口41cが設けられている。

[0069] 図13に示すように、電子部品洗浄装置200では、制御ユニット17は、ウェット洗浄ユニット10のノズルアーム駆動部24、超音波振動子22、純水バルブ26a、水素水バルブ27a、オゾン水バルブ28a、ヘッドアーム駆動部33、回転押圧駆動部35、洗浄水バルブ37a、ステージ駆動装置16、シャッタ72bに接続されて、ウェット洗浄ユニット10の各機器の動作を調整する。また、制御ユニット17は、大気圧プラズマヘッド51、スライド駆動部57、プラズマ点火装置52、プラズマ用ガスバルブ53a、シャッタ73bに接続されてドライ洗浄ユニット40の各機器の動作を調整する。更に、制御ユニット17は、縦搬送ユニット70の縦搬送装置75に接続されて縦搬送装置75の動作を調整する。

[0070] 次に、図14を参照して上記のように構成された電子部品洗浄装置200のウェーハ80の洗浄動作について説明する。先に図5を参照して説明した電子部品洗浄装置100の動作と同様の動作については同様のステップ番号を付して説明は省略する。

[0071] 電子部品洗浄装置200の制御ユニット17は、図14のステップS101において、縦搬送装置75を動作させてウェット洗浄ユニット10にウェーハ80を搬入し電子部品洗浄装置100と同様、図14のステップS102からS104でウェット洗浄を実行する。

[0072] ウェット洗浄が終了したら、制御ユニット17は、図14のステップS105でシャッタ72b、73bを開放し、図14のステップS201で縦搬送装置75を動作させて、ウェット洗浄ユニット10からドライ洗浄ユニット240にウェーハ80を搬送する。そして、制御ユニット17は、ウェーハ80の搬送が終了したら、図14のステップS108でシャッタ72b、73bを閉とする。そして、制御ユニット17は、図14のステップS109において、スライド駆動部57によりウェーハ80を上面に保持している

処理ステージ５８を往復移動させてドライ洗浄を行う。ドライ洗浄が終了したら、制御ユニット１７は、図１４のステップＳ１１０でシャッタ７２ｂ、７３ｂを開放し、図１４のステップＳ２０２で縦搬送装置７５によってウェーハ８０をウェット洗浄ユニット１０に搬送する。そして、制御ユニット１７は、図１４のステップＳ１１２でシャッタ７２ｂ、７３ｂを閉として図１４のステップＳ１１３に進み、ウェット洗浄ユニット１０で水素水処理を行う。そして、制御ユニット１７は、図１４のステップＳ１１４でスピン乾燥処理を行った後、図１４のステップＳ１１５で、縦搬送装置７５によってウェット洗浄ユニット１０からウェーハ８０を搬出する。

[0073] 電子部品洗浄装置２００は、電子部品洗浄装置１００と同様、大気圧プラズマによるドライ洗浄の終了直後に水素水処理による親水化を開始することができるので、ウェーハ８０の表面８１を親水性の高い状態に保つことができ、ボンディング品質を向上させることができる。

[0074] 以上の説明では、電子部品洗浄装置１００、２００は、ウェーハ８０の表面８１を洗浄することとして説明したが半導体チップ８５表面を洗浄することもできる。半導体チップ８５は、図１５に示すように、円板状のウェーハ８０の下面に支持材であるシリコン製のダイシングフィルム８７を貼り付け、上側からダイシングソーで格子状に切り込みを入れて分割されたものである。また、ダイシングフィルム８７の外周の上側の面は、リング８６に取り付けられている。従って、半導体チップ８５は、ダイシングフィルム８７の上面に貼り付けられた状態でリング８６と一体にハンドリングされる。図１５に示す符号８９は、半導体チップ８５の表面８９を示す。尚、半導体チップ８５はダイシングフィルム８７の上に貼り付けられているものに限らず、シリコンウェーハ、ガラス板、または基板の上に貼り付けられていてもよい。

[0075] また、以上の説明では、ウェット洗浄は水素水を用いて行うこととして説明したがこれに限らず、オゾン水を用いて行ってもよい。また、水素水洗浄、水素水処理において、水素水を超音波加振せずにウェーハ８０の表面８１

に噴射してもよい。

符号の説明

[0076] 10 ウェット洗浄ユニット、11、41、61、71 ケーシング、11a、11b、41b、61a、72、73 側壁、11c、41c、47、66、72a、73a 開口、12、62 内部、13 ウェット洗浄チャンバ、14、58 処理ステージ、15 シャフト、16 ステージ駆動装置、17 制御ユニット、18 CPU、19 メモリ、21 水ノズル、22 超音波振動子、23 ノズルアーム、24 ノズルアーム駆動部、25、36、54 配管、26 純水タンク、26a 純水バルブ、27 水素水タンク、27a 水素水バルブ、28 オゾン水タンク、28a オゾン水バルブ、31 拭き取りヘッド、32 ヘッドアーム、33 ヘッドアーム駆動部、34 拭き取り部材、35 回転押圧駆動部、37 洗浄水タンク、37a 洗浄水バルブ、40、240 ドライ洗浄ユニット、42 床板、43 天井板、44 ドライ洗浄チャンバ、45 機器配置空間、46 天井レール、48、72b、73b シャッタ、49 切欠き、51 大気圧プラズマヘッド、52 プラズマ点火装置、53 プラズマ用ガスタンク、53a プラズマ用ガスバルブ、55 接続線、56 プラズマヘッド駆動部、56a ブラケット、57 スライド駆動部、60 横搬送ユニット、63 ウェーハ受け渡しステージ、64 横搬送ロボット、70 縦搬送ユニット、75 縦搬送装置、76 本体、77 チャック、80 ウェーハ、81、89 表面、85 半導体チップ、86 リング、87 ダイシングフィルム、100、200 電子部品洗浄装置。

請求の範囲

[請求項1]

電子部品の表面の洗浄を行う電子部品洗浄装置であって、
液体により前記電子部品の表面のウェット洗浄を行うウェット洗浄ユニットと、
大気圧プラズマにより前記電子部品の表面のドライ洗浄を行うドライ洗浄ユニットと、
前記ウェット洗浄ユニットと前記ドライ洗浄ユニットとの間で前記電子部品を搬送する搬送ユニットと、
前記ウェット洗浄ユニットと、前記ドライ洗浄ユニットと、前記搬送ユニットとの動作を調整する制御ユニットと、を備え、
前記制御ユニットは、
前記ウェット洗浄ユニットで液体により前記電子部品の表面の前記ウェット洗浄を行い、
前記搬送ユニットでウェット洗浄済の前記電子部品を前記ドライ洗浄ユニットに搬送し、
前記ドライ洗浄ユニットで大気圧プラズマにより前記電子部品の表面の前記ドライ洗浄を行い、
前記搬送ユニットでドライ洗浄済の前記電子部品を前記ウェット洗浄ユニットに搬送し、
前記ウェット洗浄ユニットで、水素ガスを水に溶解した水素水を用いて前記電子部品の表面の親水化を行う水素水処理を行うこと、
を特徴とする電子部品洗浄装置。

[請求項2]

請求項1に記載の電子部品洗浄装置であって、
前記制御ユニットは、
前記ドライ洗浄の終了直後に前記搬送ユニットでドライ洗浄済の前記電子部品を前記ドライ洗浄ユニットから前記ウェット洗浄ユニットに搬送して前記水素水処理を開始すること、
を特徴とする電子部品洗浄装置。

- [請求項3] 請求項2に記載の電子部品洗浄装置であって、
前記制御ユニットは、
前記ドライ洗浄の終了後30秒以内に前記搬送ユニットでドライ洗浄済の前記電子部品を前記ドライ洗浄ユニットから前記ウェット洗浄ユニットに搬送して前記水素水処理を開始すること、
を特徴とする電子部品洗浄装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の電子部品洗浄装置であって、
前記制御ユニットは、
前記ドライ洗浄の終了後10秒以内に前記搬送ユニットでドライ洗浄済の前記電子部品を前記ドライ洗浄ユニットから前記ウェット洗浄ユニットに搬送して前記水素水処理を開始すること、
を特徴とする電子部品洗浄装置。
- [請求項5] 請求項1から4のいずれか1項に記載の電子部品洗浄装置であって
、
前記ドライ洗浄ユニットは、前記ウェット洗浄ユニットの上に少なくとも一部が重ね合わされて配置されており、
前記搬送ユニットは、上面に前記電子部品を保持するとともに、前記電子部品を保持した状態で上下方向に駆動されるステージであること、
を特徴とする電子部品洗浄装置。
- [請求項6] 請求項1から4のいずれか1項に記載の電子部品洗浄装置であって
、
前記ドライ洗浄ユニットは、前記ウェット洗浄ユニットの上に少なくとも一部が重ね合わされて配置されており、
前記搬送ユニットは、前記ウェット洗浄ユニットと前記ドライ洗浄ユニットに隣接して配置され、前記ウェット洗浄ユニットと前記ドライ洗浄ユニットとに跨って上下方向に延びて、前記ウェット洗浄ユニットと前記ドライ洗浄ユニットとの間で前記電子部品を搬送すること

- 、
を特徴とする電子部品洗浄装置。
- [請求項7] 請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の電子部品洗浄装置であって、
、
前記電子部品は、ウェーハ、半導体チップ、又は半導体装置用の基板であること、
を特徴とする電子部品洗浄装置。
- [請求項8] 請求項 7 に記載の電子部品洗浄装置であって、
前記半導体チップは、支持材の上に貼り付けられていること、
を特徴とする電子部品洗浄装置。