

明 細 書

発明の名称： 保持装置、保持システム、制御方法及び搬送装置
技術分野

[0001] 本発明は、保持装置、保持システム、制御方法及び搬送装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体ウェハやガラス基板等の板状の部材を非接触で搬送するための装置が開発されている。例えば、特許文献1では、ベルヌーイの定理を用いて板状の部材を非接触で搬送する装置が提案されている。この装置では、装置下面に開口する円筒室内に流体を供給して旋回流を発生させ、当該旋回流の中心部の負圧によって板状部材を吸引する一方、当該円筒室から流出する流体によって当該装置と板状部材との間に一定の距離を保つことで、板状の部材の非接触での搬送を可能としている。特許文献1では、流体として液体を用いることも提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-51260号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明は、流体を吐出することにより被搬送物との間に負圧を発生させて当該被搬送物を保持する装置において、流体として、気体と液体の両方を使用可能とすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明は、流体を吐出することにより板状の部材との間に負圧を発生させて前記部材を保持する保持装置であって、柱状の本体と、前記本体に形成され、前記部材に臨む平坦状の端面と、前記端面に形成される凹部と、前記凹部内に気体の旋回流を形成するか、又は前記凹部内に気体を吐出して放射流を形成する気体流形成手段と、前記凹部内に液体を吐出し、液体の旋回流又

は放射流を形成する 1 以上の液体通路とを備える保持装置を提供する。

[0006] 上記の保持装置において、前記気体流形成手段は、前記凹部内に気体を吐出し、気体の旋回流又は放射流を形成する 1 以上の気体通路であってもよい。

[0007] 上記の保持装置において、前記 1 以上の液体通路は、前記気体流形成手段が前記気体の旋回流又は放射流を形成している間に、前記液体の旋回流又は放射流を形成してもよい。

[0008] また、本発明は、流体を吐出することにより板状の部材との間に負圧を発生させて前記部材を保持する保持装置であって、柱状の本体と、前記本体に形成され、前記部材に臨む平坦状の端面と、前記端面に形成される凹部と、前記凹部内に流体の旋回流を形成するか、又は前記凹部内に流体を吐出して放射流を形成する流体流形成手段とを備える保持装置と、前記保持装置と接続され、前記保持装置に供給される流体を気体と液体との間で切り替える流体切替手段とを備える保持システムを提供する。

[0009] また、本発明は、流体を吐出することにより板状の部材との間に負圧を発生させて前記部材を保持する保持装置であって、柱状の本体と、前記本体に形成され、前記部材に臨む平坦状の端面と、前記端面に形成される凹部と、前記凹部内に流体の旋回流を形成するか、又は前記凹部内に流体を吐出して放射流を形成する流体流形成手段とを備える保持装置と、前記保持装置と接続され、前記保持装置に供給される流体を気体と液体との間で切り替える流体切替手段と、前記流体切替手段と接続され、前記流体切替手段を制御する制御手段とを備える保持システムを制御する方法であって、前記制御手段が前記流体切替手段を制御して、前記保持装置に気体を供給するステップと、前記制御手段が前記流体切替手段を制御して、前記保持装置に液体を供給するステップとを備える制御方法を提供する。

[0010] また、本発明は、気体を吐出することにより板状の部材との間に負圧を発生させて前記部材を保持する第 1 の保持装置であって、柱状の第 1 の本体と、前記第 1 の本体に形成され、前記部材に臨む平坦状の第 1 の端面と、前記

第 1 の端面に形成される第 1 の凹部と、前記第 1 の凹部内に気体の旋回流を形成するか、又は前記第 1 の凹部内に気体を吐出して放射流を形成する気体流形成手段とを備える第 1 の保持装置と、液体を吐出することにより前記部材との間に負圧を発生させて前記部材を保持する第 2 の保持装置であって、柱状の第 2 の本体と、前記第 2 の本体に形成され、前記部材に臨む平坦状の第 2 の端面と、前記第 2 の端面に形成される第 2 の凹部と、前記第 2 の凹部内に液体を吐出し、液体の旋回流又は放射流を形成する 1 以上の液体通路とを備える第 2 の保持装置とを備える搬送装置を提供する。

[0011] 上記の搬送装置において、前記気体流形成手段は、前記第 1 の凹部内に気体を吐出し、気体の旋回流又は放射流を形成する 1 以上の気体通路であってもよい。

[0012] 上記の搬送装置において、前記 1 以上の液体通路は、前記気体流形成手段が前記気体の旋回流又は放射流を形成している間に、前記液体の旋回流又は放射流を形成してもよい。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、流体を吐出することにより被搬送物との間に負圧を発生させて当該被搬送物を保持する装置において、流体として、気体と液体の両方を使用可能とすることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]旋回流形成体 1 の一例を示す斜視図である。

[図2]図 1 の A - A 線断面図である。

[図3]図 1 の B - B 線断面図である。

[図4]旋回流形成体 1 を含む搬送システム 100 の回路構成図である。

[図5]旋回流形成体 5 の一例を示す斜視図である。

[図6]図 5 の C - C 線断面図である。

[図7]図 5 の D - D 線断面図である。

[図8]旋回流形成体 5 を含む搬送システム 200 の回路構成図である。

[図9]搬送装置 10 の構成の一例を示す図である。

[図10]搬送装置 20 の構成の一例を示す図である。

[図11]放射流形成体 6 の一例を示す斜視図である。

[図12]放射流形成体 6 の底面図である。

[図13]図 11 の E－E 線断面図である。

[図14]旋回流形成体 1 A の一例を示す底面図である。

[図15]図 14 の F－F 線断面図である。

符号の説明

[0015] 1…旋回流形成体、3…液体供給ポンプ、4…気体供給ポンプ、5…旋回流形成体、6…放射流形成体、7…マイクロコンピュータ、10…搬送装置、11…本体、12…凹部、13…端面、14…噴出口、15…傾斜面、16…導入口、17…導入路、18…凸部、20…搬送装置、51…本体、52…凹部、53…端面、54…噴出口、55…傾斜面、56…供給口、57…環状通路、58…連通路、59…供給路、61…本体、62…環状凹部、63…端面、64…対向面、65…傾斜面、66…ノズル孔、67…導入口、68…導入路、69…環状通路、70…連通路、100…搬送システム、101…基体、102…摩擦部材、103…孔部、200…搬送システム、201…基体、2011…把持部、2012…腕部

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図面を参照しつつ説明する。

1. 第1実施形態

図1は、本発明の第1実施形態に係る旋回流形成体1の一例を示す斜視図である。図2は、図1のA－A線断面図である。図3は、図1のB－B線断面図である。旋回流形成体1は、半導体ウェハやガラス基板等の板状部材Wを保持して搬送するための装置である。旋回流形成体1は、流体を吐出することにより板状部材Wとの間に負圧を発生させて当該部材を保持する。ここで流体とは、例えば圧縮空気等の気体や純水や炭酸水等の液体である。旋回流形成体1の材質は、例えばアルミニウム合金である。この旋回流形成体1は、本発明に係る「保持装置」の一例である。

[0017] 旋回流形成体 1 は、図 1 乃至 3 に示されるように、本体 1 1 と、凹部 1 2 と、端面 1 3 と、4 個の噴出口 1 4 a, 1 4 b, 1 4 c 及び 1 4 d (以下、総称して「噴出口 1 4」という。) と、傾斜面 1 5 と、4 個の導入口 1 6 a, 1 6 b, 1 6 c 及び 1 6 d (以下、総称して「導入口 1 6」という。) と、4 本の導入路 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c 及び 1 7 d (以下、総称して「導入路 1 7」という。) とを備える。

[0018] 本体 1 1 は、円柱形状を有する。端面 1 3 は、本体 1 1 の一の面 (具体的には、被搬送物たる板状部材 W に臨む面) (以下、「底面」という。) に平坦状に形成される。凹部 1 2 は、円柱形状を有し、端面 1 3 に形成される。凹部 1 2 は、本体 1 1 と同軸に形成される。

[0019] 4 個の噴出口 1 4 は、それぞれ円形状を有し、本体 1 1 の、凹部 1 2 に面する内周側面に形成される。4 個の噴出口 1 4 は、当該内周側面の軸方向中央部に、等間隔で配置される。噴出口 1 4 a 及び 1 4 c は、互いに対向するように配置される。具体的には、本体 1 1 又は凹部 1 2 の中心軸の軸心を中心に点対称に配置される。噴出口 1 4 b 及び 1 4 d は、互いに対向するように配置される。具体的には、本体 1 1 又は凹部 1 2 の中心軸の軸心を中心に点対称に配置される。旋回流形成体 1 に供給された流体は各噴出口 1 4 を介して凹部 1 2 内に吐出される。噴出口 1 4 a 及び 1 4 c からは液体が吐出され、噴出口 1 4 b 及び 1 4 d からは気体が吐出される。

[0020] 傾斜面 1 5 は、凹部 1 2 の開口部に形成される。4 個の導入口 1 6 は、それぞれ円形状を有し、本体 1 1 の外周側面に形成される。4 個の導入口 1 6 のうち、導入口 1 6 a 及び 1 6 c は、後述する液体供給ポンプ 3 と例えばチューブにより接続され、この導入口 1 6 a 及び 1 6 c を介して本体 1 1 内に液体が供給される。導入口 1 6 b 及び 1 6 d は、後述する気体供給ポンプ 4 と例えばチューブにより接続され、この導入口 1 6 b 及び 1 6 d を介して本体 1 1 内に気体が供給される。

[0021] 4 本の導入路 1 7 は、端面 1 3 に対して略平行、且つ凹部 1 2 の外周に対して接線方向に延びるように形成される。各導入路 1 7 は、噴出口 1 4 と導

入口 1 6 とを連結する。具体的には、導入路 1 7 a は、噴出口 1 4 a と導入口 1 6 a とを連結し、導入路 1 7 b は、噴出口 1 4 b と導入口 1 6 b とを連結し、導入路 1 7 c は、噴出口 1 4 c と導入口 1 6 c とを連結し、導入路 1 7 d は、噴出口 1 4 d と導入口 1 6 d とを連結する。

[0022] 導入路 1 7 a 及び 1 7 c は、互いに平行に延び、凹部 1 2 内に液体を吐出して当該凹部 1 2 内に旋回流を形成する。導入路 1 7 b 及び 1 7 d は、互いに平行に延び、凹部 1 2 内に気体の旋回流を形成する。具体的には、導入路 1 7 b 及び 1 7 d は、凹部 1 2 内に気体を吐出し、気体の旋回流を形成する。導入路 1 7 a 及び 1 7 c は、本発明に係る「液体通路」の一例である。導入路 1 7 b 及び 1 7 d は、本発明に係る「気体流形成手段」及び「気体通路」の一例である。

[0023] 以上説明した旋回流形成体 1 に対して導入口 1 6 を介して流体が供給されると、その流体は、導入路 1 7 を通って噴出口 1 4 から凹部 1 2 内に吐出される。凹部 1 2 に吐出された流体は、凹部 1 2 内において旋回流となって整流され、その後、凹部 1 2 の開口部から流出する。その際、端面 1 3 に対向して板状部材 W が存在する場合には、凹部 1 2 内への外部流体（例えば、空気や水）の流入が制限され、旋回流の遠心力とエンタインメント効果により、旋回流中心部の単位体積あたりの流体分子の密度が小さくなり、負圧が発生する。この結果、板状部材 W は周囲の流体によって押圧されて端面 1 3 側に引き寄せられる。その一方で、端面 1 3 と板状部材 W との距離が近づくにつれて、凹部 1 2 内から流出する流体の量が制限され、噴出口 1 4 から凹部 1 2 内へ吐出される流体の速度が遅くなり、旋回流中心部の圧力が上昇する。この結果、板状部材 W は端面 1 3 とは接触せず、板状部材 W と端面 1 3 との間には一定の距離が保たれる。

[0024] 図 4 は、旋回流形成体 1 を含む搬送システム 1 0 0 の回路構成図である。図 4 に示されるように、旋回流形成体 1 の導入口 1 6 a 及び 1 6 c は、例えばチューブにより、電磁弁 2 a を介して液体供給ポンプ 3 に接続される。一方、導入口 1 6 b 及び 1 6 d は、例えばチューブにより、電磁弁 2 b を介し

て気体供給ポンプ4に接続される。電磁弁2a及び2bは、それぞれマイクロコンピュータ7と接続される。電磁弁2aは、マイクロコンピュータ7から出力されるオンオフ制御信号に基づいて、液体供給ポンプ3から供給される液体の通過を許可したり遮断したりする。一方、電磁弁2bは、マイクロコンピュータ7から出力されるオンオフ制御信号に基づいて、気体供給ポンプ4から供給される気体の通過を許可したり遮断したりする。マイクロコンピュータ7は、所定のプログラムに従って、電磁弁2a及び2bに対してオンオフ制御信号を出力する。

[0025] この搬送システム100において、マイクロコンピュータ7が、電磁弁2aにオン制御信号を出力し、電磁弁2bにオフ制御信号を出力した場合には、旋回流形成体1の導入口16a及び16cにのみ、液体が供給される。その結果、旋回流形成体1の凹部12には、液体の旋回流が形成されることになる。逆に、マイクロコンピュータ7が、電磁弁2aにオフ制御信号を出力し、電磁弁2bにオン制御信号を出力した場合には、旋回流形成体1の導入口16b及び16dにのみ、気体が供給される。その結果、旋回流形成体1の凹部12には、気体の旋回流が形成されることになる。このように本実施形態に係る搬送システム100によれば、使用流体を、液体と気体の間で使い分けることができる。よって、例えば、旋回流形成体1が液体中において板状部材Wを搬送する場合には液体を使用し、旋回流形成体1が気体中において板状部材Wを搬送する場合には気体を使用するといったことができる。

[0026] なお、マイクロコンピュータ7が、電磁弁2aと電磁弁2bの両方にオン制御信号を出力した場合には、旋回流形成体1の導入口16a及び16cには液体が供給され、且つ導入口16b及び16dには気体が供給され、その結果、旋回流形成体1の凹部12には、液体と気体の混合した流体の旋回流が形成されることになる。この場合、導入路17b及び17dは、導入路17a及び17cが気体の旋回流を形成している間に、液体の旋回流を形成することになる。

[0027] 2. 第2実施形態

図5は、本発明の第2実施形態に係る旋回流形成体5の一例を示す斜視図である。図6は、図5のC-C線断面図である。図7は、図5のD-D線断面図である。旋回流形成体5は、半導体ウェハやガラス基板等の板状部材Wを保持して搬送するための装置である。旋回流形成体5は、流体を吐出することにより板状部材Wとの間に負圧を発生させて当該部材を保持する。ここで流体とは、例えば圧縮空気等の気体や純水や炭酸水等の液体である。旋回流形成体5の材質は、例えばアルミニウム合金である。この旋回流形成体5は、本発明に係る「保持装置」の一例である。

[0028] 旋回流形成体5は、図5乃至7に示されるように、本体51と、凹部52と、端面53と、2個の噴出口54と、傾斜面55とを備える。本体51は、円柱形状を有する。端面53は、本体51の一の面（具体的には、被搬送物たる板状部材Wに臨む面）（以下、「底面」という。）に平坦状に形成される。凹部52は、円柱形状を有し、端面53に形成される。凹部52は、本体51と同軸に形成される。

[0029] 2個の噴出口54は、本体51の、凹部52に面する内周側面に形成される。2個の噴出口54は、当該内周側面の軸方向中央部に配置される。2個の噴出口54は、互いに対向するように配置される。具体的には、本体51又は凹部52の中心軸の軸心を中心に点対称に配置される。旋回流形成体5に供給された流体は各噴出口54を介して凹部52内に吐出される。傾斜面55は、凹部52の開口部に形成される。

[0030] 旋回流形成体5はまた、図6及び7に示されるように、供給口56と、環状通路57と、連通路58と、2本の供給路59とを備える。供給口56は、円形状を有し、本体51の上面（すなわち、底面と反対の面）の中央に設けられる。供給口56は、例えばチューブを介して、後述する液体供給ポンプ3及び気体供給ポンプ4に接続される。この供給口56を介して本体51内に流体が供給される。環状通路57は、円筒形状を有し、凹部52を囲むように本体51の内部に形成される。環状通路57は、凹部52と同軸に形成される。環状通路57は、連通路58から供給される流体を供給路59に

供給する。連通路 5 8 は、本体 5 1 の内部に設けられ、本体 5 1 の底面又は上面の半径方向に直線状に延びる。

[0031] 連通路 5 8 は、その両端部において環状通路 5 7 と連通する。連通路 5 8 は、供給口 5 6 を介して本体 5 1 内に供給される流体を環状通路 5 7 に供給する。2 本の供給路 5 9 は、端面 5 3 に対して略平行、且つ凹部 5 2 の外周に対して接線方向に延びるように形成される。2 本の供給路 5 9 は、互いに平行に延びる。各供給路 5 9 は、その一端が環状通路 5 7 と連通し、他端が噴出口 5 4 と連通する。各供給路 5 9 は、凹部 5 2 内に流体の旋回流を形成する。各供給路 5 9 は、本発明に係る「流体流形成手段」の一例である。

[0032] 以上説明した旋回流形成体 5 に対して供給口 5 6 を介して流体が供給されると、その流体は、連通路 5 8、環状通路 5 7 及び供給路 5 9 を通って噴出口 5 4 から凹部 5 2 内に吐出される。凹部 5 2 に吐出された流体は、凹部 5 2 内において旋回流となって整流され、その後、凹部 5 2 の開口部から流出する。その際、端面 5 3 に対向して板状部材 W が存在する場合には、凹部 5 2 への外部流体（例えば、空気や水）の流入が制限され、旋回流の遠心力とエントレインメント効果により、旋回流中心部の単位体積あたりの流体分子の密度が小さくなり、旋回流形成体 5 と板状部材 W との間に負圧が発生する。この結果、板状部材 W は周囲の流体によって押圧されて端面 5 3 側に引き寄せられる。その一方で、端面 5 3 と板状部材 W との距離が近づくにつれて、凹部 5 2 内から流出する流体の量が制限され、噴出口 5 4 から凹部 5 2 内へ吐出される流体の速度が遅くなり、旋回流中心部の圧力が上昇する。この結果、板状部材 W は端面 5 3 とは接触せず、板状部材 W と端面 5 3 との間には一定の距離が保たれる。

[0033] 図 8 は、旋回流形成体 5 を含む搬送システム 2 0 0 の回路構成図である。この搬送システム 2 0 0 は、本発明に係る「保持システム」の一例である。図 8 に示されるように、旋回流形成体 5 の供給口 5 6 は、例えばチューブにより、電磁弁 2 a を介して液体供給ポンプ 3 に接続されるとともに、例えばチューブにより、電磁弁 2 b を介して気体供給ポンプ 4 に接続される。電磁

弁 2 a 及び 2 b は、それぞれマイクロコンピュータ 7 と接続される。

[0034] 電磁弁 2 a は、マイクロコンピュータ 7 から出力されるオンオフ制御信号に基づいて、液体供給ポンプ 3 から供給される液体の通過を許可したり遮断したりする。一方、電磁弁 2 b は、マイクロコンピュータ 7 から出力されるオンオフ制御信号に基づいて、気体供給ポンプ 4 から供給される気体の通過を許可したり遮断したりする。電磁弁 2 a 及び 2 b は、旋回流形成体 5 に供給される流体を気体と液体との間で切り替える機能を有し、本発明に係る「流体切替手段」の一例である。マイクロコンピュータ 7 は、所定のプログラムに従って、電磁弁 2 a 及び 2 b に対してオンオフ制御信号を出力する。マイクロコンピュータ 7 は、本発明に係る「制御手段」の一例である。

[0035] 搬送システム 200 において、マイクロコンピュータ 7 が、電磁弁 2 a にオン制御信号を出力し、電磁弁 2 b にオフ制御信号を出力した場合には、旋回流形成体 1 の供給口 5 6 には液体が供給される。その結果、旋回流形成体 5 の凹部 5 2 には、液体の旋回流が形成されることになる。逆に、マイクロコンピュータ 7 が、電磁弁 2 a にオフ制御信号を出力し、電磁弁 2 b にオン制御信号を出力した場合には、旋回流形成体 1 の供給口 5 6 には気体が供給される。その結果、旋回流形成体 5 の凹部 5 2 には、気体の旋回流が形成されることになる。このように本実施形態に係る搬送システム 200 によれば、使用流体を、液体と気体の間で使い分けることができる。よって、例えば、旋回流形成体 5 が液体中において板状部材 W を搬送する場合には液体を使用し、旋回流形成体 5 が気体中において板状部材 W を搬送する場合には気体を使用するといったことができる。

[0036] 3. 変形例

上記の実施形態は、以下のように変形してもよい。また、以下の 2 以上の変形例は、互いに組み合わせてもよい。

[0037] 3-1. 変形例 1

上記の第 1 実施形態に係る旋回流形成体 1 は、板状部材 W のサイズによっては、板状のフレームに複数取り付けられて使用されてもよい。図 9 は、本変形

例に係る搬送装置 10 の構成の一例を示す図である。具体的には、図 9 (a) は、搬送装置 10 の底面図であり、図 9 (b) は、搬送装置 10 の側面図である。搬送装置 10 は、図 9 に示されるように、基体 101 と、12 個の旋回流形成体 1 と、12 個の摩擦部材 102 と、6 個の孔部 103 とを備えている。

[0038] 基体 101 は、円板形状を有する。基体 101 の材質は、例えばアルミニウム合金である。12 個の旋回流形成体 1 は、基体 101 の一の面（具体的には、被搬送物たる板状部材 W と対向する面）（以下、「底面」という。）に設けられる。12 個の旋回流形成体 1 は、当該底面において、同一の円の周上に配置される。12 個の旋回流形成体 1 は、基体 101 の外周に沿って等間隔に配置される。

[0039] 12 個の摩擦部材 102 は、それぞれ円柱形状を有し、基体 101 の底面に設けられる。12 個の摩擦部材 102 は、当該底面において、旋回流形成体 1 が配置されるのと同じ円の周上に等間隔に配置される。2 個の旋回流形成体 1 の間に 1 個の摩擦部材 102 が配置される。各摩擦部材 102 は、被搬送物たる板状部材 W の表面と接触して、当該表面との間に生じる摩擦力により板状部材 W の移動を防止する部材である。各摩擦部材 102 の材質は、例えばフッ素ゴムである。6 個の孔部 103 は、基体 101 に設けられた、略角丸長方形の貫通孔である。6 個の孔部 103 は、基体 101 において同一の円の周上に等間隔に配置される。孔部 103 がその周上に配置される円は、旋回流形成体 1 がその周上に配置される円と同心である。孔部 103 は旋回流形成体 1 よりも基体 101 表面の中心寄りに配置される。

[0040] 本変形例を採用するにあたり、搬送装置 10 に取り付けられる旋回流形成体 1 は、それぞれ、液体供給ポンプ 3 と気体供給ポンプ 4 のうちいずれか一方とのみ接続されるようにしてもよい。そして、液体供給ポンプ 3 に接続される旋回流形成体 1 と、気体供給ポンプ 4 に接続される旋回流形成体 1 とは、搬送装置 10 において交互に配置されてもよい。この場合、例えば、搬送装置 10 が液体中において板状部材 W を搬送する場合には、液体供給ポンプ

3に接続される旋回流形成体1のみに、液体を供給し、搬送装置10が気体中において板状部材Wを搬送する場合には、気体供給ポンプ4に接続される旋回流形成体1のみに、気体を供給するようにしてもよい。

[0041] 本例において、液体供給ポンプ3に接続される旋回流形成体1は、本発明に係る「第2の保持装置」の一例である。この旋回流形成体1が備える導入路17a及び17cは、本発明に係る「液体通路」の一例である。一方、気体供給ポンプ4に接続される旋回流形成体1は、本発明に係る「第1の保持装置」の一例である。この旋回流形成体1が備える導入路17b及び17dは、本発明に係る「気体流形成手段」の一例である。

[0042] なお、搬送装置10において、液体供給ポンプ3に接続される旋回流形成体1に液体を供給すると同時に、気体供給ポンプ4に接続される旋回流形成体1に気体を供給するようにしてもよい。この場合、液体供給ポンプ3に接続される旋回流形成体1（具体的には、導入路17a及び17c）は、気体供給ポンプ4に接続される旋回流形成体1（具体的には、導入路17b及び17d）が気体の旋回流を形成している間に、液体の旋回流を形成することになる。

[0043] なお、搬送装置10において、旋回流形成体1に代えて、第2実施形態に係る旋回流形成体5が取り付けられてもよい。

[0044] 3-2. 変形例2

上記の変形例1において、搬送装置10の形状は変更されてもよい。図10は、本変形例に係る搬送装置20の構成の一例を示す図である。具体的には、図10(a)は、搬送装置20の底面図であり、図10(b)は、搬送装置20の側面図である。搬送装置20は、図10に示されるように、基体201と、10個の旋回流形成体1と、12個の摩擦部材102Aとを備えている。

[0045] 基体201は、二又のフォーク形状の板状部材であり、矩形の把持部2011と、把持部2011から分岐する2つの腕部2012とからなる。基体201の材質は、例えばアルミニウム合金である。10個の旋回流形成体1

は、基体 201 を構成する 2 つの腕部 2012 の一の面（具体的には、被搬送物たる板状部材 W と対向する面）（以下、「底面」という。）に設けられる。10 個の旋回流形成体 1 は、2 つの腕部 2012 において、同一の円の周上に配置される。各腕部 2012 につき 5 個の旋回流形成体 2 が等間隔に配置される。

[0046] 12 個の摩擦部材 102A は、板状の部材であり、2 つの腕部 2012 の底面に設けられる。12 個の摩擦部材 102A は、当該底面において、旋回流形成体 1 が配置されるのと同じ円の周上に配置される。各腕部 2012 において、2 個の摩擦部材 102A により 1 個の旋回流形成体 1 を挟むように配置される。各摩擦部材 102A は、被搬送物たる板状部材 W の表面と接触して、当該表面との間に生じる摩擦力により板状部材の移動を防止する。各摩擦部材 102A の材質は、例えばフッ素ゴムである。

[0047] 3-3. 変形例 3

上記の第 2 実施形態では、旋回流を形成する旋回流形成体 5 が採用されているが、これに代えて、放射流を形成する放射流形成体が採用されてもよい。図 11 は、本変形例に係る放射流形成体 6 の一例を示す斜視図である。放射流形成体 6 は、流体を吐出することにより、被搬送物たる板状部材 W との間に負圧を発生させて、当該板状部材 W を保持する装置である。

[0048] 放射流形成体 6 は、図 11 に示されるように、本体 61 と、環状凹部 62 と、端面 63 と、対向面 64 と、傾斜面 65 とを備えている。本体 61 は、円柱形状を有する。端面 63 は、本体 61 の一の面（具体的には、被搬送物たる板状部材 W に臨む面）（以下、「底面」という。）に平坦状に形成される。環状凹部 62 は、端面 63 に形成される。環状凹部 62 は、本体 61 の外周と同心円状に形成される。対向面 64 は、本体 61 の底面に平坦状に形成される。対向面 64 は、周囲を環状凹部 62 に囲まれ、被搬送物たる板状部材 W と対向する面である。対向面 64 は、本体 61 の底面において、端面 63 に対して窪むように形成される。傾斜面 65 は、環状凹部 62 の開口部（具体的には、その外周縁）に形成される。

[0049] 図12は、放射流形成体6の底面図である。図13は、図11のE-E線断面図である。図12及び13に示されるように、放射流形成体6はさらに、6本のノズル孔66と、導入口67と、導入路68と、環状通路69と、連通路70とをさらに備える。導入口67は、円形状を有し、本体61の上面（すなわち、底面と反対の面）の中央に設けられる。導入口67は、例えばチューブを介して、図4に示される液体供給ポンプ3及び気体供給ポンプ4と接続される。導入路68は、本体61の内部に設けられ、本体61の中心軸に沿って直線状に延びる。導入路68は、その一端が導入口67と連通し、他端が連通路70と連通する。導入路68は、導入口67を介して本体61内に供給される流体を連通路70に供給する。

[0050] 連通路70は、本体61の内部に設けられ、環状通路69の半径方向に直線的に延びる。連通路70は、その軸方向中央部において導入路68と連通し、その両端部において環状通路69と連通する。連通路70は、導入路68から供給される流体を環状通路69に供給する。環状通路69は、円筒形状を有し、本体61の内部に設けられる。環状通路69は、本体61と同軸に形成される。環状通路69は、連通路70から供給される流体をノズル孔66に供給する。

[0051] 6本のノズル孔66は、それぞれ、端面63又は対向面64に対して略平行、且つ本体61の底面又は上面の半径方向に直線的に延びるように形成され、その一端は環状通路69と連通し、他端は環状凹部62と連通する。6本のノズル孔66は、隣り合うノズル孔66同士が略45度の角度をなすように同一平面上に配置される。各ノズル孔66は、環状凹部62内に気体等の流体を吐出して放射流を形成する。各ノズル孔66は、本発明に係る「流体流形成手段」の一例である。

[0052] 以上説明した放射流形成体6に対して導入口67を介して流体が供給されると、その流体は、導入路68、連通路70及び環状通路69を通してノズル孔66から環状凹部62内に吐出される。環状凹部62に吐出された流体は、環状凹部62の開口部から流出する。その際、対向面64に対向して板

状部材Wが存在する場合には、対向面64と板状部材Wの間の空間への外部流体（例えば、空気や水）の流入が制限され、放射流のエントレインメント効果により、当該空間の単位体積あたりの流体分子の密度が小さくなり、負圧が発生する。この結果、板状部材Wは周囲の流体によって押圧されて端面63側に引き寄せられる。その一方で、端面63と板状部材Wとの距離が近づくにつれて、環状凹部62内から流出する流体の量が制限され、ノズル孔66から環状凹部62内へ吐出される流体の速度が遅くなり、当該空間の圧力が上昇する。この結果、板状部材Wは端面63とは接触せず、板状部材Wと端面63との間には一定の距離が保たれる。

[0053] なお、放射流形成体6の構成（特に、ノズル孔66の数と、本体61内の流体流路の構成）は、本変形例に示される例に限られない。当該構成は、放射流形成体6により搬送される板状部材Wのサイズ、形状及び材質に応じて決定されてよい。

[0054] なお、上記の変形例1に係る搬送装置10において、旋回流形成体1に代えて、放射流形成体6が取り付けられてもよい。その際、搬送装置10に取り付けられる放射流形成体6は、それぞれ、液体供給ポンプ3と気体供給ポンプ4のうちいずれか一方とのみ接続されるようにしてもよい。そして、液体供給ポンプ3に接続される放射流形成体6と、気体供給ポンプ4に接続される放射流形成体6とは、搬送装置10において交互に配置されてもよい。本例において、液体供給ポンプ3に接続される放射流形成体6は、本発明に係る「第2の保持装置」の一例である。この放射流形成体6が備えるノズル孔66は、本発明に係る「液体通路」の一例である。一方、気体供給ポンプ4に接続される放射流形成体6は、本発明に係る「第1の保持装置」の一例である。この放射流形成体6が備えるノズル孔66は、本発明に係る「気体流形成手段」及び「気体通路」の一例である。

[0055] なお、放射流形成体6において、第1実施形態に係る旋回流形成体1の導入路17と同様に、ノズル孔66ごとに吐出される流体を異ならせるようにしてもよい。本例において、環状凹部62に気体を吐出して放射流を形成す

るノズル孔 66 は、本発明に係る「気体流形成手段」の一例である。また、環状凹部 62 に液体を吐出し、液体の放射流を形成するノズル孔 66 は、本発明に係る「液体通路」の一例である。

[0056] 3-4. 変形例 4

上記の第 1 実施形態に係る旋回流形成体 1 の形状は変更されてもよい。図 14 は、本変形例に係る旋回流形成体 1A の一例を示す底面図である。図 15 は、図 14 の F-F 線断面図である。図 14 及び 15 に示されるように、旋回流形成体 1A は、旋回流形成体 1 と比較して、凸部 18 をさらに備えている。凸部 18 は、円柱形状を有し、凹部 12 の底部から延びるように形成される。凸部 18 は、本体 11 又は凹部 12 と同軸に形成される。凸部 18 の上面（具体的には、被搬送物たる板状部材 W と対向する面）は、端面 13 に対して窪むように形成される。凸部 18 は、その外周側面と、本体 11 の内周側面との間に液体流路を形成し、凹部 12 内に吐出された液体は、この液体流路を流れることにより旋回流を形成する。

[0057] なお、凸部 18 の上面は、端面 13 と同一平面上に形成されてもよい。また、凸部 18 の上面の端部は、面取りされてもよい。

[0058] また、凸部 18 と同様の凸部は、第 2 実施形態に係る旋回流形成体 5 の凹部 52 底面に設けられてもよい。

[0059] 3-5. 変形例 5

上記の第 1 実施形態に係る旋回流形成体 1 において、導入路 17b 及び 17d に代えて、周知の電動ファンを採用してもよい（例えば、特開 2011-138948 号公報参照）。具体的には、旋回流形成体 1 の本体 11 に吸気口を設けるとともに、凹部 12 内に設けられ、その回転によって凹部 12 内に吸気口から気体を吸い込み、凹部 12 内に旋回流を発生せしめるファンを設けるようにしてもよい。このファンは、本発明に係る「気体流形成手段」の一例である。当該ファンは、導入路 17a 及び 17c から液体が吐出されて凹部 12 に液体の旋回流が形成されている際、電動で回転させられてもよいし、回転させられなくてもよい。

[0060] 同様の電動ファンは、第2実施形態に係る旋回流形成体5に設けられてもよい。具体的には、旋回流形成体5の本体51に吸気口を設けるとともに、凹部52内に設けられ、その回転によって凹部52内に吸気口から気体を吸い込み、凹部52内に旋回流を発生せしめるファンを設けるようにしてもよい。このファンは、本発明に係る「流体流形成手段」の一例である。旋回流形成体5に電動ファンが採用される場合、搬送システム200のマイクロコンピュータ7は、凹部52に液体の旋回流を形成する場合には、電磁弁2aにオン制御信号を出力し、凹部52に気体の旋回流を形成する場合には、電動ファンにオン制御信号を出力するようにしてもよい。なお、電動ファンは、凹部52に液体の旋回流を形成されている際に、回転させられてもよい。

[0061] 3-6. 変形例6

上記の搬送装置10の基体101の構成は、上記の変形例1に示される例に限られない。また、搬送装置10の基体101に設けられる摩擦部材102及び孔部103の数、形状及び配置は、上記の変形例1に示される例に限られない。これらの要素は、搬送装置10により搬送される板状部材Wのサイズ、形状及び材質に応じて決定されてよい。摩擦部材102及び孔部103は、そもそも搬送装置10の基体101に設けられなくてもよい。摩擦部材102が搬送装置10の基体101に設けられない場合、基体101には、板状部材Wの位置決めをするために、周知のセンタリングガイドが設置されてもよい（例えば、特開2005-51260号公報参照）。同様に、上記の搬送装置20の基体201の構成もまた、上記の変形例2に示される例に限られない。

[0062] 3-7. 変形例7

上記の搬送装置10の基体101に設けられる旋回流形成体1の数、構成及び配置は、上記の変形例1に示される例に限られない。これらの要素は、搬送装置10により搬送される板状部材Wのサイズ、形状及び材質に応じて決定されてよい。例えば、旋回流形成体1の数は12個未満でも13個以上でもよい。また、旋回流形成体1は、基体1の外周に沿って2列以上並べら

れてもよい。同様に、上記の搬送装置 20 の基体 201 に設けられる旋回流形成体 5 の数、構成及び配置もまた、上記の変形例 2 に示される例に限られない。

[0063] 3-8. 変形例 8

上記の第 1 実施形態に係る旋回流形成体 1 の本体 11 の形状は、円柱に限られず角柱や楕円柱でもよい。また、旋回流形成体 1 に設けられる導入路 17 の数は 4 本に限られず、3 本以下であっても 5 本以上であってもよい。また、傾斜面 15 は設けなくともよい（すなわち、端面 13 の端部は面取りしなくともよい）。以上述べた変形は、旋回流形成体 5 に採用してもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 流体を吐出することにより板状の部材との間に負圧を発生させて前記部材を保持する保持装置であって、
- 柱状の本体と、
- 前記本体に形成され、前記部材に臨む平坦状の端面と、
- 前記端面に形成される凹部と、
- 前記凹部内に気体の旋回流を形成するか、又は前記凹部内に気体を吐出して放射流を形成する気体流形成手段と、
- 前記凹部内に液体を吐出し、液体の旋回流又は放射流を形成する 1 以上の液体通路と
- を備える保持装置。
- [請求項2] 前記気体流形成手段は、前記凹部内に気体を吐出し、気体の旋回流又は放射流を形成する 1 以上の気体通路であることを特徴とする請求項 1 に記載の保持装置。
- [請求項3] 前記 1 以上の液体通路は、前記気体流形成手段が前記気体の旋回流又は放射流を形成している間に、前記液体の旋回流又は放射流を形成することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の保持装置。
- [請求項4] 流体を吐出することにより板状の部材との間に負圧を発生させて前記部材を保持する保持装置であって、
- 柱状の本体と、
- 前記本体に形成され、前記部材に臨む平坦状の端面と、
- 前記端面に形成される凹部と、
- 前記凹部内に流体の旋回流を形成するか、又は前記凹部内に流体を吐出して放射流を形成する流体流形成手段と
- を備える保持装置と、
- 前記保持装置と接続され、前記保持装置に供給される流体を気体と液体との間で切り替える流体切替手段と
- を備える保持システム。

- [請求項5] 流体を吐出することにより板状の部材との間に負圧を発生させて前記部材を保持する保持装置であって、
- 柱状の本体と、
- 前記本体に形成され、前記部材に臨む平坦状の端面と、
- 前記端面に形成される凹部と、
- 前記凹部内に流体の旋回流を形成するか、又は前記凹部内に流体を吐出して放射流を形成する流体流形成手段と
- を備える保持装置と、
- 前記保持装置と接続され、前記保持装置に供給される流体を気体と液体との間で切り替える流体切替手段と、
- 前記流体切替手段と接続され、前記流体切替手段を制御する制御手段と
- を備える保持システムを制御する方法であって、
- 前記制御手段が前記流体切替手段を制御して、前記保持装置に気体を供給するステップと、
- 前記制御手段が前記流体切替手段を制御して、前記保持装置に液体を供給するステップと
- を備える制御方法。
- [請求項6] 気体を吐出することにより板状の部材との間に負圧を発生させて前記部材を保持する第1の保持装置であって、
- 柱状の第1の本体と、
- 前記第1の本体に形成され、前記部材に臨む平坦状の第1の端面と、
- 、
- 前記第1の端面に形成される第1の凹部と、
- 前記第1の凹部内に気体の旋回流を形成するか、又は前記第1の凹部内に気体を吐出して放射流を形成する気体流形成手段と
- を備える第1の保持装置と、
- 液体を吐出することにより前記部材との間に負圧を発生させて前記

部材を保持する第 2 の保持装置であって、

柱状の第 2 の本体と、

前記第 2 の本体に形成され、前記部材に臨む平坦状の第 2 の端面と

、

前記第 2 の端面に形成される第 2 の凹部と、

前記第 2 の凹部内に液体を吐出し、液体の旋回流又は放射流を形成する 1 以上の液体通路と

を備える第 2 の保持装置と

を備える搬送装置。

[請求項7] 前記気体流形成手段は、前記第 1 の凹部内に気体を吐出し、気体の旋回流又は放射流を形成する 1 以上の気体通路であることを特徴とする請求項 6 に記載の搬送装置。

[請求項8] 前記 1 以上の液体通路は、前記気体流形成手段が前記気体の旋回流又は放射流を形成している間に、前記液体の旋回流又は放射流を形成することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の搬送装置。