

明 細 書

発明の名称： 旋回流形成体及び吸引装置

技術分野

[0001] 本発明は、旋回流を形成することにより負圧を発生させて部材を吸引する旋回流形成体に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体ウェハやガラス基板等の板状部材を非接触で搬送するための装置が利用されている。例えば特許文献1には、ベルヌーイ効果を利用して板状部材を非接触で搬送する装置が記載されている。この装置は、装置下面に開口する円筒室内に旋回流を発生させて旋回流中心部の負圧によって板状部材を吸引する一方で、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部材の非接触での搬送を可能としている。

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、噴出口から孔内に流体を噴射させて旋回流を形成することにより負圧を発生させて被吸引物を吸引する旋回流形成体であって、噴出口から噴出された流体を被吸引物の方向へ案内する場合と比較して被吸引物をより安定的に吸引する旋回流形成体を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 上記の課題を解決するため、本発明は、本体と、前記本体に形成され、被吸引物と対向する第1端面と、前記第1端面に開口する孔と、前記孔に面する前記本体の内周面に形成された噴出口と、前記噴出口から前記孔内に流体を噴出させて旋回流を形成することにより負圧を発生させて前記被吸引物を

吸引する第1流体通路とを備え、前記内周面は、前記噴出口から噴出された流体を前記被吸引物から離れる方向に案内して前記孔から排出させるように形成されていることを特徴とする旋回流形成体を提供する。

[0006] 好ましい態様において、前記内周面の少なくとも一部は、前記孔の断面積が、前記被吸引物から離れるにつれて拡大するように形成されている。

[0007] さらに好ましい態様において、前記孔は、前記第1端面に開口するとともに前記第1端面の反対側の第2端面にも開口する貫通孔であり、前記内周面は、前記噴出口から噴出された流体を前記第2端面の開口に案内するように形成されている。

[0008] さらに好ましい態様において、前記内周面は、前記第1端面の開口から前記第2端面の開口にかけて前記孔の断面積が、前記被吸引物から離れるにつれて漸次拡大するように形成されている。

[0009] さらに好ましい態様において、前記第2端面の開口の縁部は面取りされている。

[0010] さらに好ましい態様において、板体と、前記板体を前記第2端面に対向するように保持するとともに、前記第2端面と前記板体との間に、前記孔から流出する流体が流れるための流路を形成する保持部材とをさらに備える。

[0011] さらに好ましい態様において、前記保持部材は、前記板体を前記貫通孔の貫通方向に揺動可能なように保持する。

[0012] 別の好ましい態様において、前記内周面の、前記噴出口よりも前記被吸引物から離れた位置に形成された流出口と、前記本体の外側面に形成された排出口と、前記流出口に流入した流体を前記排出口から排出する第2流体通路とをさらに備え、前記内周面は、前記噴出口から噴出された流体を前記流出口に案内するように形成されている。

[0013] さらに別の好ましい態様において、前記第1流体通路は、前記噴出口から噴出させる流体が前記被吸引物から離れる方向に流れるように形成されている。

[0014] また本発明は、本体と、前記本体に形成され、被吸引物と対向する第1端

面と、前記第 1 端面に開口する孔と、前記孔に面する前記本体の内周面に形成された噴出口と、前記噴出口から前記孔内に流体を噴出させて旋回流を形成することにより負圧を発生させて前記被吸引物を吸引する第 1 流体通路とを備え、前記第 1 流体通路は、前記噴出口から噴出させる流体が前記被吸引物から離れる方向に流れて前記孔から排出されるように形成されていることを特徴とする旋回流形成体を提供する。

[0015] また本発明は、基体と、前記基体に設置される、上記のいずれかに記載の 1 以上の旋回流形成体とを備える吸引装置を提供する。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、噴出口から孔内に流体を噴射させて旋回流を形成することにより負圧を発生させて被吸引物を吸引する旋回流形成体であって、噴出口から噴出された流体を被吸引物の方向へ案内する場合と比較して被吸引物をより安定的に吸引する旋回流形成体を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]吸引装置 1 の上面の一例を示す斜視図である。

[図2]吸引装置 1 の下面の一例を示す斜視図である。

[図3]図 1 のI-I線断面図である。

[図4]旋回流形成体 3 の下面の一例を示す斜視図である。

[図5]旋回流形成体 3 の上面の一例を示す斜視図である。

[図6]図 5 のII-II線断面図である。

[図7]旋回流形成体 3 A の一例を示す縦断面図である。

[図8]旋回流形成体 3 B の一例を示す縦断面図である。

[図9]旋回流形成体 3 C の一例を示す縦断面図である。

[図10]旋回流形成体 3 D の一例を示す縦断面図である。

[図11]旋回流形成体 3 E の一例を示す縦断面図である。

[図12]旋回流形成体 3 F の一例を示す縦断面図である。

[図13]旋回流形成体 3 G の上面の一例を示す斜視図である。

[図14]図 1 3 のIII-III線断面図である。

[図15]旋回流形成体 3 H の上面の一例を示す斜視図である。

[図16]旋回流形成体 3 I の一例を示す縦断面図である。

[図17]旋回流形成体 3 J の上面の一例を示す斜視図である。

[図18]旋回流形成体 3 K の一例を示す縦断面図である。

[図19]吸引装置 1 A の一例を示す斜視図である。

[図20]吸引装置 1 B の一例を示す斜視図である。

[図21]吸引装置 1 B の一例を示す平面図である。

[図22]図 2 1 のIV－IV線断面図である。

[図23]吸引装置 1 C の上面の一例を示す斜視図である。

[図24]吸引装置 1 D の一例を示す縦断面図である。

[図25]吸引装置 1 E の上面の一例を示す斜視図である。

[図26]吸引装置 1 E の下面の一例を示す斜視図である。

[図27]吸引装置 1 F の下面の一例を示す斜視図である。

[図28]吸引装置 1 G の上面の一例を示す斜視図である。

[図29]吸引装置 1 G の下面の一例を示す斜視図である。

[図30]吸引装置 1 H の一例を示す斜視図である。

[図31]吸引装置 1 I の一例を示す斜視図である。

[図32]邪魔板 8 を取り付けした旋回流形成体 3 G の一例を示す斜視図である。

符号の説明

[0018] 1、1 A、1 B、1 C、1 D、1 E、1 F、1 G、1 H、1 I …吸引装置、
2、2 A、2 B、2 C、2 D、2 E、2 F、2 G、2 H …ベース板、3、3
A、3 B、3 C、3 D、3 E、3 F、3 G、3 H、3 I、3 J、3 K …旋回
流形成体、4 …流体継手、6、6 A …基体、7、7 A …カバー、8 …邪魔板
、9 …ガイドシャフト、2 1 …貫通孔、2 2 …貫通孔、2 3 …貫通孔、2 4
…貫通孔、2 5 …貫通孔、2 6 …貫通孔、3 1 …本体、3 2 …貫通孔、3 3
…第 1 端面、3 4 …第 2 端面、3 5 …噴出口、3 6 …供給口、3 7、3 7 A
…流体通路、3 8、3 8 A …カバー、3 9、3 9 A …スペーサ、5 1 …流出
口、5 2 …排出口、5 3 …流体通路、5 4 …排出流量調整蓋、5 5 …排出流

量調整弁、6 1…内周面、6 2…外周面、6 3…縁端面、8 1…スリット、
3 1 1…内周面、3 1 2…外周面、3 1 3…傾斜面、3 1 4…曲面、3 1 5
…内周面、3 1 6…内周面、3 8 1…溝

発明を実施するための形態

[0019] 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. 実施形態

図1は、本発明の一実施形態に係る吸引装置1の上面の一例を示す斜視図である。図2は、吸引装置1の下面の一例を示す斜視図である。図3は、図1のI-I線断面図である。吸引装置1は、食材等の板状の部材を吸引保持して搬送するための装置である。この吸引装置1は、円板状の基体であるベース板2と、ベース板2に設置され流体の旋回流を形成する6個の旋回流形成体3と、図示せぬ流体供給ポンプから延びるチューブを旋回流形成体3に接続する複数の流体継手4とを有する。

[0020] ベース板2にはその外周に沿って等間隔に断面略円形の貫通孔が6つ形成され、各貫通孔に旋回流形成体3が嵌め込まれる。その際、旋回流形成体3は、ベース板2の上面側に本体31が露出しベース板2の下面側にカバー38が露出するように貫通孔に嵌め込まれる。旋回流形成体3は、形成する旋回流が時計回りのものと反対時計回りのものとが互い違いになるようにベース板2において配置される。なおここで流体とは、具体的には圧縮空気等の気体や、純水や炭酸水等の液体である。

[0021] 図4は旋回流形成体3の下面の一例を示す斜視図である。図5は旋回流形成体3の上面の一例を示す斜視図である。図6は図5のII-II線断面図である。旋回流形成体3は、ベルヌーイ効果を利用して板状部材を吸引保持する装置である。この旋回流形成体3は、中央に断面円形の貫通孔32を有する略環状の板体である本体31と、本体31の下面に形成され、被吸引物である板状部材と対向する平坦状の第1端面33と、本体31の上面に形成された平坦状の第2端面34と、貫通孔32に面する本体31の内周面311に形成された2つの噴出口35と、本体31の外周面312に形成された2つ

の供給口 3 6 と、噴出口 3 5 と供給口 3 6 とを連通する 2 本の直線状の流体通路 3 7 と、略円板状のカバー 3 8 と、カバー 3 8 を第 2 端面 3 4 に対して略平行に対向するように固定的に保持する保持部材である 4 つのスペーサ 3 9 とを有する。

[0022] 本体 3 1 の中心軸に略垂直な断面の外周は、対向する外周の一部を各々直線状に切り欠いた円の形状を有する。本体 3 1 の内周面 3 1 1 は、噴出口 3 5 から噴出された流体を被吸引物から離れる方向に案内して貫通孔 3 2 から排出させるように形成される。より具体的には、第 2 端面 3 4 の開口に案内して貫通孔 3 2 から排出させるように形成される。さらに具体的には、内周面 3 1 1 の、本体 3 1 中心軸に略垂直な断面の面積が、第 1 端面 3 3 の開口から第 2 端面 3 4 の開口にかけて漸次拡張するように形成される。すなわちテーパ状に形成される。

[0023] 貫通孔 3 2 は本体 3 1 の中心軸方向に直線状に延びるように形成される。貫通孔 3 2 は第 1 端面 3 3 に開口するとともに第 2 端面 3 4 に開口する。

[0024] 第 1 端面 3 3 及び第 2 端面 3 4 は本体 3 1 の中心軸に対して略垂直に形成される。

[0025] 2 つの噴出口 3 5 は内周面 3 1 1 において本体 3 1 の中心軸方向中央に形成される。また本体 3 1 の中心軸に対して点対称となるように形成される。2 つの供給口 3 6 は外周面 3 1 2 において本体 3 1 の中心軸方向中央に形成される。また本体 3 1 の中心軸に対して点対称となるように形成される。また各々流体継手 4 と接続される。

[0026] 2 つの流体通路 3 7 は本体 3 1 の内周に対して接線方向に延びるように形成される。また互いに略平行に延びるように形成される。また本体 3 1 の中心軸に略垂直に延びるように形成される。また各々噴出口 3 5 の手前で縮径するように形成される。2 つの流体通路 3 7 は噴出口 3 5 から貫通孔 3 2 内に流体を噴出させる。貫通孔 3 2 内に噴出された流体はコアンダ効果により本体 3 1 の内周面に沿って流れ、貫通孔 3 2 内において旋回流を形成する。形成された旋回流を構成する流体分子のうち大部分は、その流体分子が供給

された流体通路 3 7 が延びる方向に対して約 4 5 度の角度で貫通孔 3 2 から第 2 端面 3 4 に沿って流出する。貫通孔 3 2 内に形成された旋回流は貫通孔 3 2 の中央部の静止流体を巻き込むこと（エントレインメント）により貫通孔 3 2 の中央部に負圧を発生させる。この負圧により、第 1 端面 3 3 に対向する板状部材は吸引される。なお、流体分子が貫通孔 3 2 から第 2 端面 3 4 に沿って流出する角度は貫通孔 3 2 の直径や深さ及び流体の流速によって決定され、上記の約 4 5 度の角度はあくまで一例である。

[0027] カバー 3 8 は、本体 3 1 の中心軸に略垂直な断面の外周と同様の形状を有する。カバー 3 8 は貫通孔 3 2 を覆い、貫通孔 3 2 への外部流体（具体的には気体や液体）の流入を制限する。

[0028] 4 つのスペーサ 3 9 は各々円柱の形状を有する。4 つのスペーサ 3 9 は第 2 端面 3 4 の外周に沿って等間隔に取り付けられる。その際、第 2 端面 3 4 からカバー 3 8 に向かって略垂直に延びるように取り付けられ、本体 3 1 とカバー 3 8 とを連結する。各スペーサ 3 9 は本体 3 1 とカバー 3 8 とに対し、例えばねじ止めにより固定される。4 つのスペーサ 3 9 は第 2 端面 3 4 とカバー 3 8 との間に、貫通孔 3 2 から流出する流体が流れるための流路を形成する。この流路を通過した流体は旋回流形成体 3 の外部へと流れ出る。4 つのスペーサ 3 9 の高さ（言い換えると第 2 端面 3 4 とカバー 3 8 との間のギャップ）は、流体供給ポンプから旋回流形成体 3 に対して供給される流体の流量に応じて設定される。4 つのスペーサ 3 9 は第 2 端面 3 4 において、貫通孔 3 2 から流出する流体の流路を阻害しない位置に取り付けられることが望ましい。これは、貫通孔 3 2 から流出する流体がスペーサ 3 9 に衝突して乱流が発生することを防止するためである。貫通孔 3 2 から流出する流体の流路は貫通孔 3 2 の直径や深さ及び流体の流速によって決定されるが、4 つのスペーサ 3 9 は例えば、流体通路 3 7 が延びる方向と略 4 5 度の角度をなす線上に取り付けられないことが望ましい。

[0029] 以上説明した吸引装置 1 の旋回流形成体 3 に対して流体継手 4 を介して流体を供給すると、供給された流体は供給口 3 6 と流体通路 3 7 とを通過して噴

出口 3 5 から貫通孔 3 2 内に噴出される。貫通孔 3 2 内に噴出された流体は貫通孔 3 2 内において旋回流として整流される。そして旋回流を構成する流体分子の大部分は内周面 3 1 1 に案内されて貫通孔 3 2 から第 2 端面 3 4 に沿って流出する。その際、第 1 端面 3 3 に対向して板状部材が存在する場合には、貫通孔 3 2 への外部流体（具体的には、気体や液体）の流入が制限された状態において、旋回流の遠心力と巻き込みにより旋回流の中心部の単位体積あたりの流体分子の密度が小さくなる。すなわち旋回流の中心部に負圧が発生する。その結果、板状部材は周囲の流体によって押圧されて第 1 端面 3 3 側に引き寄せられる。

[0030] このように吸引装置 1 の旋回流形成体 3 では貫通孔 3 2 から流出する流体分子の大部分が第 2 端面 3 4 に沿って流出するため、第 1 端面 3 3 に沿って流出する流体分子の量が仮に存在するとしてもわずかとなる。そのため、第 1 端面 3 3 に沿って流出する流体と板状部材とが衝突して板状部材が振動したり回転したりしてしまう現象が、流体を第 2 端面 3 4 側から流出させない場合と比較して抑制される。その結果、板状部材のより安定的な吸引、保持及び搬送が実現される。また、振動（ばたつき）に起因する板状部材のしわの発生や変形や欠損の発生が抑制される。すなわち吸引装置 1 は、旋回流形成体 3 内で形成される旋回流の吸引力のみを分離して利用することを可能にする。

[0031] 2. 変形例

上記の実施形態は下記のように変形してもよい。下記の変形例は互いに組み合わせてもよい。

[0032] 2-1. 変形例 1

旋回流形成体 3 の内周面 3 1 1 の形状は図 6 に示す例に限られない。図 7 は、第 2 端面 3 4 の開口の縁部を角面取りした旋回流形成体 3 A の一例を示す縦断面図である。この旋回流形成体 3 A では第 2 端面 3 4 の開口の縁部に角面取りが施されて内周面 3 1 1 の端部に傾斜面 3 1 3 が形成されている。この傾斜面 3 1 3 は噴出口 3 5 から噴出された流体を被吸引物から離れる方

向に（より具体的には第２端面３４の開口に）案内する。

[0033] 図８は、第２端面３４の開口の縁部を丸面取りした旋回流形成体３Ｂの一例を示す縦断面図である。この旋回流形成体３Ｂでは第２端面３４の開口の縁部に丸面取りが施されて内周面３１１の端部に曲面３１４が形成されている。この曲面３１４は噴出口３５から噴出された流体を被吸引物から離れる方向に（より具体的には第２端面３４の開口に）案内する。

[0034] 図９は、内周面３１１の一部を非テーパ形状とした旋回流形成体３Ｃの一例を示す縦断面図である。この旋回流形成体３Ｃでは、噴出口３５から第２端面３４の開口までの中ほどから第２端面３４の開口にかけて非テーパ形状の内周面３１５が形成されている。内周面３１５は本体３１の中心軸と略平行に形成される。

[0035] 図１０は、テーパ形状の内周面３１１に代えて非テーパ形状の内周面３１６を有し、第２端面３４の開口の縁部を角面取りした旋回流形成体３Ｄの一例を示す縦断面図である。この旋回流形成体３Ｄが有する内周面３１６は本体３１の中心軸と略平行に形成される。第２端面３４の開口の縁部には角面取りが施されて内周面３１６の端部に傾斜面３１３が形成されている。この傾斜面３１３の作用は上述の通りである。

[0036] 図１１は、テーパ形状の内周面３１１に代えて非テーパ形状の内周面３１６を有し、第２端面３４の開口の縁部を丸面取りした旋回流形成体３Ｅの一例を示す縦断面図である。この旋回流形成体３Ｅが有する内周面３１６は本体３１の中心軸と略平行に形成される。第２端面３４の開口の縁部には丸面取りが施されて内周面３１６の端部に曲面３１４が形成されている。この曲面３１４の作用は上述の通りである。

[0037] ２－２．変形例２

流体通路３７は、本体３１の中心軸に略垂直な方向に対して傾けて形成されてもよい。図１２は、テーパ形状の内周面３１１に代えて非テーパ形状の内周面３１６を有し、かつ、本体３１の中心軸に略垂直な方向に対して傾けて形成された流体通路３７Ａを有する旋回流形成体３Ｆの一例を示す縦断面

図である。この旋回流形成体 3 F が有する内周面 3 1 6 は本体 3 1 の中心軸と略平行に形成される。流体通路 3 7 A は、供給口 3 6 から噴出口 3 5 にかけて第 2 端面 3 4 側に傾いて延びるように形成される。その結果、流体通路 3 7 A は、噴出口 3 5 から噴出された流体を被吸引物から離れる方向に（より具体的には第 2 端面 3 4 の開口に）流して貫通孔 3 2 から排出させる。なお、この旋回流形成体 3 F において内周面 3 1 6 はテーパ形状の内周面 3 1 1 により代替されてもよい。また、第 2 端面 3 4 の開口の縁部を角面取りして傾斜面 3 1 3 を形成したり、第 2 端面 3 4 の開口の縁部を丸面取りして曲面 3 1 4 を形成したりしてもよい。

[0038] 2-3. 変形例 3

スペーサ 3 9 を省略し、その代わりにカバー 3 8 の下面に流体を排出するための溝を形成するようにしてもよい。図 1 3 は、スペーサ 3 9 を省略し、下面に溝 3 8 1 が形成されたカバー 3 8 A を有する旋回流形成体 3 G の上面の一例を示す斜視図である。図 1 4 は、図 1 3 の III-III 線断面図である。旋回流形成体 3 G が有するカバー 3 8 A は、下面中央に直線状かつ凹型の溝 3 8 1 が形成されている点において上記のカバー 3 8 と相違する。溝 3 8 1 は、カバー 3 8 A が本体 3 1 に取り付けられたときに流体通路 3 7 と略平行に延びるように形成される。カバー 3 8 A は、例えばねじ止めにより本体 3 1 に固定される。カバー 3 8 A が本体 3 1 に固定されると、溝 3 8 1 は第 2 端面 3 4 との間で、貫通孔 3 2 と連通する 2 つの流出口 5 1 と、旋回流形成体 3 G の外部に臨む 2 つの排出口 5 2 と、流出口 5 1 に流入した流体を排出口 5 2 から排出する 2 本の直線状の流体通路 5 3 とを形成する。2 つの流出口 5 1 は噴出口 3 5 よりも被吸引物から離れた位置に形成される。2 つの排出口 5 2 は供給口 3 6 よりも被吸引物から離れた位置に形成される。2 つの流体通路 5 3 は本体 3 1 の内周の径方向に延びるように形成される。また一直線上に形成される。また本体 3 1 の中心軸に略垂直に延びるように形成される。この旋回流形成体 3 G では、本体 3 1 の内周面 3 1 1 は噴出口 3 5 から噴出された流体を流出口 5 1 に案内する。

- [0039] この旋回流形成体 3 G に、排出口 5 2 から排出される流体の量を調整するための部材を取り付けてもよい。図 1 5 は、排出口 5 2 に排出流量調整蓋 5 4 を取り付けた旋回流形成体 3 H の上面の一例を示す斜視図である。排出流量調整蓋 5 4 は矩形の板体であり、排出口 5 2 を開閉可能なようにカバー 3 8 A の周縁部に取り付けられる。排出流量調整蓋 5 4 を横方向にスライドさせて、排出流量調整蓋 5 4 が排出口 5 2 を覆う面積を調整することで、排出口 5 2 から排出される流体の量を調整することができる。
- [0040] 図 1 6 は、流体通路 5 3 に排出流量調整弁 5 5 を取り付けた旋回流形成体 3 I の一例を示す縦断面図である。排出流量調整弁 5 5 は矩形の板体であり、流体通路 5 3 を開閉可能なように当該通路上に取り付けられる。排出流量調整弁 5 5 の開度を調整することで、排出口 5 2 から排出される流体の量を調整することができる。
- [0041] なお、流出口 5 1 及び排出口 5 2 の形状は矩形に限られない。円形や楕円形であってもよい。流出口 5 1 及び排出口 5 2 の数は 2 個に限られない。1 個でも 3 個以上であってもよい。流体通路 5 3 の断面形状は矩形に限られない。円形や楕円形であってもよい。流体通路 5 3 の数は 2 本に限られない。1 本でも 3 本以上であってもよい。流体通路 5 3 は曲線状に形成されてもよい。流体通路 5 3 は、本体 3 1 の中心軸に略垂直な方向に対して傾けて形成されてもよい。具体的には、排出口 5 2 から流出口 5 1 にかけて第 2 端面 3 4 側に傾いて延びるように形成されてもよい。
- [0042] なお、本変形例で説明したようにスペーサ 3 9 を省略する場合、本体 3 1 とカバー 3 8 とを一体として成形してもよい。その場合、2 つの流出口 5 1 は、カバー 3 8 と一体成形された本体 3 1 A の内周面に形成され、2 つの排出口 5 2 は本体 3 1 A の外周面に形成される。その際、流出口 5 1 及び排出口 5 2 は各々本体 3 1 の中心軸方向中央寄りに形成されてもよい。貫通孔 3 2 の一端はカバー 3 8 により閉止され凹部となる。一体成形されない場合でも、本体 3 1 とカバー 3 8 とを合わせて 1 つの本体とみなしてもよい。すなわち本発明に係る「本体」には、本体 3 1 とカバー 3 8 とを組み合わせたも

の含まれる。

[0043] 2-4. 変形例4

4つのスペーサ39はカバー38を固定的に保持せずに揺動可能に保持してもよい。図17は、カバー38を揺動可能に保持する保持部材である4つのガイドシャフト9を有する旋回流形成体3Jの上面の一例を示す斜視図である。この旋回流形成体3Jが有する4つのガイドシャフト9は、カバー38に形成された孔よりも径の大きい頭部と、カバー38を揺動可能な程度に上記孔よりも径の小さい胴部とを有する。4つのガイドシャフト9はカバー38を貫通孔32の貫通方向に揺動可能なように保持する。カバー38が揺動可能となることで、貫通孔32内に吸引された部材がカバー38と第2端面34との間に詰まることが防止される。

[0044] 2-5. 変形例5

2つの旋回流形成体3を組み合わせて使用してもよい。図18は、一方の旋回流形成体3の上に他方の旋回流形成体3を、互いの第2端面34同士が対向するように重ねて構成した旋回流形成体3Kの一例を示す縦断面図である。この旋回流形成体3Kではカバー38が2つの旋回流形成体3により共有される。また2つの旋回流形成体3の本体31の中心軸が略一致する。この旋回流形成体3Kによれば2枚の板状部材を同時に吸引保持することができる。

[0045] 図19は、複数の旋回流形成体3を一体として成形した吸引装置1Aの一例を示す斜視図である。この吸引装置1Aでは、5個の旋回流形成体3の本体31が一体として成形されて直方体形状の基体6をなし、5個の旋回流形成体3のカバー38が一体として成形されて矩形の板体であるカバー7をなす。基体6において各貫通孔32は一直線上かつ等間隔に配置される。被吸引物が棒状のものであるとすれば、各貫通孔32は被吸引物の長手方向に沿って配置される。各流体通路37は基体6の長手方向に対して略垂直に延びるように配置される。この吸引装置1Aによれば、1本の棒状の部材を複数の貫通孔32内で発生する負圧により吸引保持することができる。例えばシ

ャープペンシルの芯や注射針を吸引保持することができる。なお、図 19 では、基体 6 とカバー 7 とを連結するスペーサ 39 の図示を省略している。基体 6 及びカバー 7 の形状並びに貫通孔 32 の数及び配置は図 19 に示す例に限られない。

[0046] 図 20 は、複数の旋回流形成体 3 を一体として成形した吸引装置 1B の一例を示す斜視図である。図 21 は、吸引装置 1B の平面図である。図 22 は、図 21 のIV-IV線断面図である。この吸引装置 1B では、3 個の旋回流形成体 3 の本体 31 が一体として成形されて厚肉の略半球殻状の基体 6A をなし、3 個の旋回流形成体 3 のカバー 38 が一体として成形されて薄肉の略半球殻状のカバー 7A をなす。基体 6A は、略半球面状の内周面 61 及び外周面 62 と、環状の縁端面 63 とを有する。内周面 61 は被吸引物の曲面に沿うように形成される。各貫通孔 32 は内周面 61 に開口するとともに外周面 62 に開口する。各貫通孔 32 は内周面 61 の周縁に沿って等間隔に配置される。各貫通孔 32 は基体 6A の径方向に直線状に延びるように形成される。縁端面 63 には各供給口 36 が開口する。カバー 7A は外周面 62 を覆うように基体 6A に取り付けられる。なお、図 20 乃至 22 では、カバー 7A と基体 6A とを連結するスペーサ 39 の図示を省略している。この吸引装置 1B によれば、1 個の球体の部材を複数の貫通孔 32 内で発生する負圧により吸引保持することができる。なお、基体 6A 及びカバー 7A の形状並びに貫通孔 32 の数及び配置は図 20 乃至 22 に示す例に限られない。

[0047] 2-6. 変形例 6

吸引装置 1 のベース板 2 に貫通孔を形成してもよい。図 23 は、複数の貫通孔 21 を形成したベース板 2A を有する吸引装置 1C の上面の一例を示す斜視図である。この吸引装置 1C が有するベース板 2A では旋回流形成体 3 と同一円周上に 6 つの貫通孔 21 が等間隔で形成されている。6 つの貫通孔 21 は旋回流形成体 3 と互い違いに配置される。またベース板 2A では、旋回流形成体 3 が配置されている円周よりも径の小さい円周であって同心の円周上に 6 つの貫通孔 21 が等間隔で形成されている。なお、貫通孔 21 の形

状、数及び配置は図 2 3 に示す例に限られない。

[0048] 2-7. 変形例 7

旋回流形成体 3 のカバー 3 8 をベース板 2 と一体化してもよい。図 2 4 は、旋回流形成体 3 のカバー 3 8 をベース板 2 により代用した吸引装置 1 D の一例を示す縦断面図である。この吸引装置 1 D では旋回流形成体 3 の 4 つのスペーサ 3 9 は第 2 端面 3 4 からベース板 2 に向かって略垂直に延び、本体 3 1 とベース板 2 とを連結する。4 つのスペーサ 3 9 は第 2 端面 3 4 とベース板 2 との間に、貫通孔 3 2 から流出する流体が流れるための流路を形成する。なお、この吸引装置 1 D のベース板 2 にも、上記のベース板 2 A と同様に、複数の貫通孔 2 1 を形成してもよい。

[0049] 2-8. 変形例 8

旋回流形成体 3 の第 1 端面 3 3 及び第 2 端面 3 4 の各々をベース板 2 と一体化してもよい。図 2 5 は、各旋回流形成体 3 の第 1 端面 3 3 をベース板 2 B により代用し第 2 端面 3 4 をベース板 2 C により代用した吸引装置 1 E の上面の一例を示す斜視図である。図 2 6 は、吸引装置 1 E の下面の一例を示す斜視図である。この吸引装置 1 E が有するベース板 2 B 及び 2 C は互いの中心軸が略一致するように重ねられる。ベース板 2 B にはその外周に沿って等間隔に貫通孔 3 2 が 20 個形成されている。またそれらの貫通孔 3 2 が形成されている円周よりも径の小さい円周であって同心の円周上に 6 個の貫通孔 3 2 が等間隔で形成されている。ベース板 2 C には各貫通孔 3 2 を覆うようにスペーサ 3 9 を介してカバー 3 8 が取り付けられている。なお、吸引装置 1 E の周縁部は封止してもよい。なお、ベース板 2 B 及び 2 C の形状並びに貫通孔 3 2 の数及び配置は図 2 5 及び 2 6 に示す例に限られない。

[0050] 2-9. 変形例 9

旋回流形成体 3 の第 1 端面 3 3 及びカバー 3 8 の各々をベース板 2 と一体化してもよい。図 2 7 は、各旋回流形成体 3 の第 1 端面 3 3 をベース板 2 B により代用しカバー 3 8 をベース板 2 D により代用した吸引装置 1 F の下面の一例を示す斜視図である。吸引装置 1 F の上面の一例は上記の図 2 5 に示

す通りである。この吸引装置 1 F が有するベース板 2 B 及び 2 D は互いの中心軸が略一致するように重ねられる。ベース板 2 B にはその外周に沿って等間隔に貫通孔 3 2 が 20 個形成されている。またそれらの貫通孔 3 2 が形成されている円周よりも径の小さい円周であって同心の円周上に 6 個の貫通孔 3 2 が等間隔で形成されている。ベース板 2 D には、流体を吸引装置 1 F の外に排出するために、中央に形成された円形の貫通孔 2 2 と、貫通孔 2 2 を囲むように等間隔に形成された 6 つの円形の貫通孔 2 3 と、6 つの貫通孔 2 3 を囲むように等間隔に形成された 4 つの円弧状の貫通孔 2 4 とを有する。なお、吸引装置 1 F の周縁部は封止してもよい。なお、ベース板 2 B 及び 2 D の形状並びに貫通孔 2 2 乃至 2 4 の数及び配置は図 2 5 及び 2 7 に示す例に限られない。

[0051] 図 2 8 は、各旋回流形成体 3 の第 1 端面 3 3 をベース板 2 E により代用しカバー 3 8 をベース板 2 F により代用した吸引装置 1 G の上面の一例を示す斜視図である。図 2 9 は、吸引装置 1 G の下面の一例を示す斜視図である。この吸引装置 1 G が有するベース板 2 E 及び 2 F は互いの中心軸が略一致するように重ねられる。吸引装置 1 G の周縁部は封止されている。ベース板 2 E にはその外周に沿って等間隔に貫通孔 3 2 が 20 個形成されている。またそれらの貫通孔 3 2 が形成されている円周よりも径の小さい円周であって同心の円周上に、流体を吸引装置 1 G の外に排出するために 18 個の貫通孔 2 5 が形成されている。またそれらの貫通孔 2 5 が形成されている円周よりも径の小さい円周であって同心の円周上に、6 個の貫通孔 3 2 が等間隔で形成されている。またそれらの貫通孔 3 2 が形成されている円周よりも径の小さい円周であって同心の円周上に、流体を吸引装置 1 G の外に排出するために 18 個の貫通孔 2 5 が形成されている。ベース板 2 F には流体供給用の部品（図示なし）を取り付けるために中央に貫通孔 2 6 が形成されている。当該部品が吸引装置 1 G に取り付けられると貫通孔 2 6 は封止される。この吸引装置 1 G では周縁部が封止され、貫通孔 2 6 も封止されることから、貫通孔 3 2 から流出する流体はベース板 2 E に形成された貫通孔 2 5 から排出され

る。なお、貫通孔 3 2 の数及び配置は図 2 8 に示す例に限られない。またベース板 2 E 及び 2 F の形状並びに貫通孔 2 5 及び 2 6 の形状、数及び配置は図 2 8 及び 2 9 に示す例に限られない。

[0052] 2-10. 変形例 10

ベース板 2 の形状は円形に限られない。楕円形や矩形や二又のフォーク形状（特開 2 0 0 5 - 5 1 2 6 0 号公報参照）であってもよい。図 3 0 は、矩形のベース板 2 G を有する吸引装置 1 H の一例を示す斜視図である。この吸引装置 1 H は、長方形のベース板 2 G と、ベース板 2 G の上面に固定された 3 個の旋回流形成体 3 とを有する。各旋回流形成体 3 は、そのカバー 3 8 の上面がベース板 2 G の上面に対して例えばねじ止めにより固定される。また、各旋回流形成体 3 はベース板 2 G 上において一直線上かつ等間隔に配置される。被吸引物が棒状のものであるとすれば、各旋回流形成体 3 は被吸引物の長手方向に沿って配置される。各流体通路 3 7 はベース板 2 G の長手方向に対して略垂直に延びるように配置される。この吸引装置 1 H によれば、1 本の棒状の部材を複数の貫通孔 3 2 内で発生する負圧により吸引保持することができる。例えばシャープペンシルの芯や注射針を吸引保持することができる。なお、図 3 0 では、旋回流形成体 3 の本体 3 1 とカバー 3 8 を連結するスペーサ 3 9 の図示を省略している。ベース板 2 G の形状並びに旋回流形成体 3 及び配置は図 3 0 に示す例に限られない。

[0053] 図 3 1 は、底面に断面六角形の凹部を有する截頭六角錐状のベース板 2 H を有する吸引装置 1 I の一例を示す斜視図である。この吸引装置 1 I は、底面に断面六角形の凹部を有する截頭六角錐状のベース板 2 H と、ベース板 2 H の内側面 2 7 に固定された 3 個の旋回流形成体 3 とを有する。各旋回流形成体 3 は、そのカバー 3 8 の上面がベース板 2 H の内側面 2 7 に対して例えばねじ止めにより固定される。また、各旋回流形成体 3 は内側面 2 7 において第 1 端面 3 3 の開口が被吸引物の曲面に沿うように固定される。また、各旋回流形成体 3 は内側面 2 7 において等間隔に設置される。この吸引装置 1 I によれば、1 個の球体の部材を複数の貫通孔 3 2 内で発生する負圧により

吸引保持することができる。なお、図 3 1 では、旋回流形成体 3 の本体 3 1 とカバー 3 8 を連結するスペーサ 3 9 の図示を省略している。ベース板 2 H の形状並びに旋回流形成体 3 及び配置は図 3 1 に示す例に限られない。

[0054] 上記の実施形態において、ベース板 2 に設置される旋回流形成体 3 の数は 6 個に限られない。6 個未満でも 7 個以上であってもよい。ベース板 2 における旋回流形成体 3 の配置方法は図 1 乃至 3 に示す例に限られない。例えば、ベース板 2 において各旋回流形成体 3 は、形成する旋回流が時計回りのものと反対時計回りのものとが必ずしも互い違いになるように配置される必要はない。

[0055] 2-11. 変形例 1 1

吸引装置 1 の吸引対象は食材に限られない。吸引対象は例えば食品であってもよい。または半導体ウェハやガラス基板等の部材であってもよい。吸引対象の形状は板状に限られない。貫通孔 3 2 内に発生する負圧を維持可能な形状であればよく、例えば球形であってもよい。形状が板状以外の場合であっても被吸引物の振動と回転とが抑制される。吸引対象の素材は、貫通孔 3 2 内に発生する負圧を維持可能なものであれば通気性を有するものであってもよい。

[0056] 2-12. 変形例 1 2

旋回流形成体 3 の本体 3 1 の外周形状は円形に限られない。楕円形や矩形であってもよい。内周面 3 1 1 につけるテーパは線形テーパに限られない。放物線テーパや指数関数テーパであってもよい。別の例として、内周面 3 1 1 は、その断面積が、被吸引物から離れるにつれて拡張するように階段状に形成されてもよい。さらに別の例として、内周面 3 1 1 に、噴出口から噴出された流体を第 2 端面 3 4 の開口に案内するようにらせん状の溝を形成してもよい。

[0057] 貫通孔 3 2 の断面形状は円形に限られない。楕円形や矩形であってもよい。

[0058] 第 1 端面 3 3 及び第 2 端面 3 4 は平坦状でなくてもよい。凹凸があっても

よい。

[0059] 噴出口 35 の数は 2 個に限られない。1 個でも 3 個以上でもよい。噴出口 35 の内周面 311 における位置は本体 31 の中心軸方向中央に限られない。第 1 端面 33 寄りであっても第 2 端面 34 寄りであってもよい。

[0060] 流体通路 37 の数は 2 本に限られない。1 本でも 3 本以上であってもよい。流体通路 37 は曲線状に形成されてもよい。流体通路 37 は径が一定であってもよい。

[0061] カバー 38 の形状は円形に限られない。楕円形や矩形であってもよい。カバー 38 のサイズは貫通孔 32 を覆う程度としてもよい。

[0062] スペーサ 39 の形状は円柱に限られない。楕円柱や角柱であってもよい。スペーサ 39 の数は 4 個に限られない。4 個未満でも 5 個以上であってもよい。スペーサ 39 の配置方法は図 5 及び 6 に示す例に限られない。例えば本体 31 の外周面 312 から延びてもよい。スペーサ 39 は第 2 端面 34 において、貫通孔 32 から流出する流体の流路を阻害する位置に取り付けてもよい。

[0063] 2-13. 変形例 13

旋回流形成体 3 の第 1 端面 33 に、貫通孔 32 への被吸引物の進入を阻害する邪魔板（例えば特許 5908136 号公報参照）を取り付けてもよい。図 32 は、中央にスリット 81 を有する邪魔板 8 を第 1 端面 33 に取り付けた上記の旋回流形成体 3G の一例を示す斜視図である。邪魔板 8 は上記のカバー 38A と同様の形状を有する。スリット 81 は、カバー 38A に形成された溝 381（図示略）と略直交するように延びるように形成される。スリット 81 の長手方向の長さは、被吸引物が棒状の部材であるとする、被吸引物の長手方向の長さよりも短く設定される。または、スリット 81 の幅は、被吸引物が棒状の部材であるとする、被吸引物の幅よりも小さく設定される。この邪魔板 8 を旋回流形成体 3G に取り付けることで、細長い棒状の部材を 1 本ずつ吸引保持することができる。例えばシャープペンシルの芯や注射針を吸引保持することができる。なお、スリット 81 の形状は図 32 に

示す例に限られず、被吸引物の形状に応じて決定されてよい。

[0064] 2-14. 変形例14

旋回流形成体3の第1端面33に邪魔板を取り付ける場合、スペーサ（例えば特許5908136号公報参照）を介して取り付けてもよい。

[0065] 2-15. 変形例15

旋回流形成体3の第1端面33に、被吸引物に接触して摩擦力により被吸引物の振動及び回転を抑制する摩擦部材（例えば特開2005-142462号公報参照）を取り付けてもよい。

[0066] 2-16. 変形例16

旋回流形成体3の2つの流体通路37に代えて旋回流形成手段として電動ファン（例えば特開2011-138948号公報参照）を採用してもよい。

[0067] 2-17. 変形例17

貫通孔32から第2端面34に沿って流出する流体の流出方向は、本体31の中心軸に略垂直な方向に限られない。例えば、第2端面34及びカバー38は、貫通孔32から流出した流体が、本体31の中心軸に平行な方向（より具体的には本体31の上方向）に排出されるように形成されてもよい。