

明 細 書

発明の名称： 旋回流形成体

技術分野

[0001] 本発明は、旋回流を形成することにより吸引力を発生させる旋回流形成体に関する。

背景技術

[0002] 従来、ベルヌーイ効果を利用して板状部材を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、板状の本体の中央に形成された貫通孔内で旋回流を形成することにより負圧を発生させて、被吸引物を吸引して搬送する旋回流形成体が記載されている。この旋回流形成体によれば、貫通孔から流出する流体が、被吸引物と対向する端面と反対側の端面の側から排出されるため、流出流体が被吸引物と衝突せず、被吸引物の振動が抑制される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-217733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、上記の技術に鑑みてなされたものであり、被吸引物をより安定的に吸引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、本発明に係る旋回流形成体は、本体と、前記本体に形成され、被吸引物と対向する端面と、前記端面に開口する孔と、前記孔に面する前記本体の内側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る流体通路と、前記内側面から突出するように形成され、前記負圧により吸引される流体を通しつつ、前記噴出口から噴出された流体が前記被吸引物に向かっ

て流出することを阻害するフランジ部とを備え、前記内側面は、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。

[0006] また、本発明に係る別の旋回流形成体は、本体と、前記本体に形成され、被吸引物と対向する端面と、前記端面に開口する孔と、前記孔に面する前記本体の内側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る流体通路と、前記内側面から突出するように形成され、前記負圧により吸引される流体を通しつつ、前記噴出口から噴出された流体が前記被吸引物に向かって流出することを阻害するフランジ部とを備え、前記流体通路は、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。

[0007] 上記の旋回流形成体において、前記フランジ部の端部は、前記被吸引物から離れる方向に突出する突出部を備えてもよい。

[0008] 上記の旋回流形成体において、前記フランジ部は、前記被吸引物と対向する第1の面と、前記第1の面の反対側の第2の面と、前記第1の面と前記第2の面の両方に開口する貫通孔とを備えてもよい。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、被吸引物をより安定的に吸引することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]旋回流形成体1の上面の一例を示す斜視図

[図2]旋回流形成体1の下面の一例を示す斜視図

[図3]図1のI-I線断面図

[図4]図3のA部の拡大図

[図5]本体101Aの上面の一例を示す斜視図

[図6]図5のII-II線断面図

[図7]図6のB部の拡大図

[図8]フランジ部114の拡大図

[図9]本体 101B の上面の一例を示す斜視図

[図10]図9のⅠⅠⅠ－ⅠⅠⅠ線断面図

[図11]本体 101B の底面図

[図12]図10のC部の拡大図

[図13]本体 101C の縦断面図

[図14]旋回流形成体 1A の一例を示す縦断面図

[図15]環状板 117 が着脱可能に取り付けられた旋回流形成体 1 の一例を示す斜視図

[図16]図15とは別の方向から見た斜視図

[図17]環状板 118 が着脱可能に取り付けられた旋回流形成体 1B の一例を示す斜視図

[図18]図17とは別の方向から見た斜視図

[図19]環状板 120 が着脱可能に取り付けられた旋回流形成体 1 の一例を示す斜視図

[図20]筒体 121 が取り付けられた旋回流形成体 1 の一例の側面図

符号の説明

- [0011] 1、1A、1B…旋回流形成体、101、101A、101B、101C、101D…本体、102…貫通孔、103…第1端面、104…第2端面、105…内周面、106…噴出口、107…外周面、108…供給口、109…流体通路、110…フランジ部、111…カバー、112…スペーサ、113…フランジ部、114…フランジ部、115…フランジ部、116…環状板、117…環状板、118…環状板、119…溝部、120…環状板、121…筒体、1101…第1端面、1102…第2端面、1131…突出部、1132…U字溝、1141…V字溝、1151…第1端面、1152…第2端面、1153…貫通孔、1171…環状板本体、1172…保持部材、1173…爪部、1181…環状板本体、1182…保持部材、1183…爪部、1201…環状板本体、1202…保持部材、1203…爪部

発明を実施するための形態

[0012] 1. 実施形態

本発明の一実施形態に係る旋回流形成体1について説明する。この旋回流形成体1は、ベルヌーイ効果を利用して半導体ウェハや食品等の部材を吸引保持して搬送するための装置である。図1は、旋回流形成体1の上面の一例を示す斜視図である。図2は、旋回流形成体1の下面の一例を示す斜視図である。図3は、図1の1-1線断面図である。図4は、図3のA部の拡大図である。

[0013] これらの図に示す旋回流形成体1は、中央に断面円形の貫通孔102を有する環状の板体である本体101と、本体101の下面に形成され、被吸引物と対向する平坦状の第1端面103と、本体101の上面に形成された平坦状の第2端面104と、貫通孔102に面する本体101の内周面105に形成された2つの噴出口106と、本体101の外周面107に形成された2つの供給口108と、噴出口106と供給口108を連通する2本の直線状の流体通路109と、内周面105から略垂直に突出するように形成され、被吸引物と対向する環状のフランジ部110と、円板状のカバー111と、カバー111を第2端面104に対して略平行に対向するように固定的に保持する4つのスペーサ112とを備える。

[0014] 本体101の内周面105は、テーパ状に形成される。より具体的には、内周面105の、本体101中心軸に略垂直な断面の面積が、第1端面103の開口部から第2端面104の開口部にかけて漸次拡径するように形成される。そのため、内周面105は、噴出口106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102から排出させる。より具体的には、第2端面104の開口部に案内して、貫通孔102から排出させる。

[0015] 貫通孔102は、本体101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102は、第1端面103に開口するとともに第2端面104にも開口する。

[0016] 第1端面103及び第2端面104は、本体101の中心軸に対して略垂直に形成される。

- [0017] 2つの噴出口106は、内周面105において本体101の中心軸方向下側に形成される。また、本体101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108は、外周面107において本体101の中心軸方向下側に形成される。また、本体101の中心軸に対して点対称となるように形成される。また、図示せぬ流体供給ポンプから延びるチューブと接続される。この流体供給ポンプは、圧縮空気等の気体や、純水や炭酸水等の液体を供給する。
- [0018] 2本の流体通路109は、本体101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101の中心軸に略垂直に延びるように形成される。2本の流体通路109は、噴出口106から貫通孔102内に流体を噴出させる。貫通孔102内に噴出された流体はコアンダ効果により本体101の内周面に沿って流れ、貫通孔102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109が延びる方向に対して約45度の角度で貫通孔102から第2端面104に沿って流出する。貫通孔102内に形成された旋回流は貫通孔102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102の中央部に負圧を発生させる。この負圧により、第1端面103に対向する被吸引物は吸引される。なお、流体分子が貫通孔102から第2端面104に沿って流出する角度は、貫通孔102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45度の角度はあくまで一例である。
- [0019] フランジ部110の半径方向の長さは、図示の例では、その外周直径の約20%の長さに設定される。好ましくは、この半径方向の長さは短い方がよい。これは、半径方向の長さが短い方が負圧の発生領域を広く確保できるからである。適切な半径方向の長さは、貫通孔102の直径や深さ及び流体の流速に応じて決定される。フランジ部110の厚みは、図示の例では、本体101の厚みの約10%の厚さに設定される。好ましくは、この厚みは薄い方がよい。これは、厚みが薄い方が負圧の発生領域を広く確保できるからで

ある。適切な厚みは、旋回流形成体 1 に求められる強度に応じて決定される。フランジ部 110 は、図 4 に示すように、被吸引物と対向する平坦状の第 1 端面 1101 と、第 1 端面 1101 の反対側の、平坦状の第 2 端面 1102 を備える。第 1 端面 1101 は、第 1 端面 103 と略面一となっている。フランジ部 110 は、貫通孔 102 内で発生する負圧により吸引される流体を通しつつ、噴出口 106 から噴出された流体が被吸引物に向かって流出すること（言い換えると、流体が第 1 端面 103 の開口部から流出すること）を阻害する。

[0020] カバー 111 は、貫通孔 102 を覆い、貫通孔 102 への外部流体の流入を制限する。

[0021] 4 つのスペーサ 112 は、各々円柱の形状を有する。各スペーサ 112 は、第 2 端面 104 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 104 からカバー 111 に向かって略垂直に延びるように取り付けられ、本体 101 とカバー 111 を連結する。各スペーサ 112 は、本体 101 とカバー 111 に対して、例えばねじ止めにより固定される。各スペーサ 112 は、第 2 端面 104 とカバー 111 の間に、貫通孔 102 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 1 の外部へと流出する。各スペーサ 112 の高さ（言い換えると、第 2 端面 104 とカバー 111 との間のギャップ）は、流体供給ポンプから旋回流形成体 1 に対して供給される流体の流量に応じて設定される。第 2 端面 104 において各スペーサ 112 が取り付けられる位置は、貫通孔 102 から流出する流体の流路を阻害しない位置であることが望ましい。これは、貫通孔 102 から流出する流体がスペーサ 112 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 102 から流出する流体の流路は貫通孔 102 の直径や深さ及び流体の流速によって決定されるが、各スペーサ 112 は、例えば、流体通路 109 が延びる方向と略 45 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。

[0022] 以上説明した旋回流形成体 1 に対して流体供給ポンプから流体が供給され

ると、供給された流体は供給口108と流体通路109を通して、噴出口106から貫通孔102内に噴出される。噴出された流体のうち大部分の流体分子は、内周面105の案内に従って上昇する旋回流を形成して、貫通孔102から第2端面104に沿って流出する。その際、第1端面103に対向して被吸引物が存在する場合には、貫通孔102への外部流体（具体的には、気体又は液体）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、被吸引物は周囲の流体によって押圧されて第1端面103側に引き寄せられる。一方、噴出された流体のうち一部の流体分子は、内周面105の案内に逆らって下降する旋回流を形成する。この旋回流を形成する流体分子は、第1端面103の開口部から流出しようとするが、フランジ部110により流出が阻止される。流出が阻止された流体分子は、フランジ部110と接触することで減速し、最終的には上昇する旋回流に巻き込まれて、貫通孔102から第2端面104に沿って流出する。

[0023] このように旋回流形成体1では、貫通孔102から流出する流体分子の大部分が第2端面104に沿って流出するため、第1端面103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103に沿って流出する流体と被吸引物が衝突して被吸引物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104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、被吸引物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）が抑制される結果、振動に起因する被吸引物のしわ、変形又は欠損の発生が抑制される。このように旋回流形成体1によれば、装置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が可能になる。

[0024] 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。なお、下記の2以上の変形例は互いに組み合わせてもよい。

[0025] 2-1. 変形例1

フランジ部110の形状は、上記の実施形態の形状に限られない。図5は、フランジ部113を備える本体101Aの上面の一例を示す斜視図である。図6は、図5のI-I線断面図である。図7は、図6のB部の拡大図である。これらの図に示すフランジ部113の端部には、平面視で環状の突出部1131が形成される。この突出部1131は、被吸引物から離れる方向に突出するように形成される。言い換えると、本体101Aの中心軸方向上方に向かって突出するように形成される。突出部1131の高さは、図示の例では、フランジ部113の厚みの約2倍の長さに設定される。好ましくは、この高さは低い方がよい。これは、高さが低い方が負圧の発生領域を広く確保できるからである。適切な高さは、貫通孔102の直径や深さ及び流体の流速に応じて決定される。フランジ部113の端部に突出部1131が形成されることで、この突出部1131と内周面105の間に、平面視で環状のU字溝1132が形成される。以上説明したフランジ部113によれば、U字溝1132に到達した流体の水平方向への移動が、突出部1131により阻害される。その結果、当該流体が第1端面103の開口部から流出することが阻害される。

[0026] なお、突出部1131と内周面105により形成される溝の断面形状は、U字形に限られない。図8に例示するフランジ部114のように、V字溝1141を備えるようにしてもよい。

[0027] 次に、フランジ部110の別の形状について説明する。図9は、フランジ部115を備える本体101Bの上面の一例を示す斜視図である。図10は、図9のI-I線断面図である。図11は、本体101Bの底面図である。図12は、図10のC部の拡大図である。これらの図に示すフランジ部115は、被吸引物と対向する平坦状の第1端面1151と、第1端面1151と反対側の、平坦状の第2端面1152と、第1端面1151と第2端面1152の両方に開口する8本の貫通孔1153を備える。8本の貫通孔1153は各々、円形の断面形状を有し、本体101Bの中心軸方向に

直線状に延びる。また、各貫通孔 1153 は、平面視でフランジ部 115 の半径方向中央に、等間隔に配置される。この貫通孔 1153 を備えるフランジ部 115 によれば、フランジ部 115 に沿って流体が旋回する際に、外部流体が貫通孔 1153 を介して引き込まれる。すなわち、エゼクタ効果によりさらなる吸引力が発生する。

[0028] なお、貫通孔 1153 の本数は 8 本に限られず、7 本以下でもよいし、9 本以上でもよい。また、貫通孔 1153 の平面視での配置位置は、フランジ部 115 の半径方向中央に限られず、半径方向内側であっても、半径方向外側であってもよい。

[0029] 2-2. 変形例 2

フランジ部 110 の内周面 105 における位置は、実施形態における位置に限られない。フランジ部 110 の上下方向の位置は、噴出口 106 よりも被吸引物に近い位置であれば、図 13 に例示する本体 101C のように、内周面 105 の中腹に配置されてもよい。同図に示すフランジ部 110 の第 1 端面 1101 は、第 1 端面 103 と面一となっていない。

[0030] 2-3. 変形例 3

旋回流形成体 1 は、互いに着脱自在な 2 つの部品により構成されてもよい。図 14 は、フランジ部 110 を備えない本体 101D と、本体 101D に着脱自在な環状板 116 を備える旋回流形成体 1A の一例を示す縦断面図である。同図に示す本体 101D の構成は、フランジ部 110 を備えていない点以外は、本体 101 と同様である。環状板 116 は、環状の板体である。環状板 116 の外周直径は、本体 101D と略同一に設定され、内周直径は、本体 101D の第 1 端面 103 の開口部よりも小さく設定される。この環状板 116 は、その一方の面が本体 101D の第 1 端面 1101 に接するように本体 101D に取り付けられる。その際、本体 101D と同心となるように取り付けられる。取り付け方法は、例えばねじ止めである。本体 101D に取り付けられた環状板 116 は、その内周直径が本体 101D の第 1 端面 103 の開口部よりも小さいため、その内側端部が内周面 105 から突出

し、フランジ部として機能する。

[0031] なお、この旋回流形成体 1 A において、フランジ部の直上に噴出口を設ける場合には、本体 101D の第 1 端面 103 に直線状の溝を形成し、この溝と、環状板 116 の平坦面により流体通路を構成するようにしてもよい。このように構成される流体通路の方が、実施形態の流体通路 109 よりも加工が容易である。

[0032] 次に、環状板の別の取り付け方法について説明する。図 15 は、環状板 117 が着脱可能に取り付けられた旋回流形成体 1 の一例を示す斜視図である。図 16 は、図 15 とは別の方向から見た斜視図である。これらの図に示す環状板 117 は、環状板本体 1171 と、4 つの保持部材 1172 を備え、各保持部材 1172 を外側に押し広げて、保持部材 1172 間に旋回流形成体 1 を挟み込むことで、旋回流形成体 1 に取り付けられる。環状板本体 1171 は、円環状の形状を有し、旋回流形成体 1 が発生させる負圧により吸引される流体を通す。4 つの保持部材 1172 は、一端側が本体 101 に着脱可能に固定され、他端側が環状板本体 1171 を第 1 端面 103 に対向するように保持する。環状板本体 1171 と 4 つの保持部材 1172 は、一体に成形される。

[0033] 環状板本体 1171 は、板ばね材よりなり、円環状の形状を有する。環状板本体 1171 は、その外径が第 1 端面 103 の外径と略同一となり、その内径が第 1 端面 103 の内径と略同一となるように形成される。

[0034] 4 つの保持部材 1172 は、各々、環状板本体 1171 の周縁から等間隔で延びる細長い板ばね材を、環状板本体 1171 に対して略垂直に折り曲げて形成される。板ばね材は、本体 101 の軸方向の長さよりも長くなるように形成される。板ばね材を折り曲げる際、その角度は、旋回流形成体 1 に環状板 117 を取り付けたときに、旋回流形成体 1 の本体 101 側面が、各保持部材 1172 の復元力（弾性力）により押圧されて、本体 101 が各保持部材 1172 の間で挟持されるように調整される。4 つの保持部材 1172 の端部には、各々、爪部 1173 が形成される。爪部 1173 は、本体 10

1の上面の外縁に掛止される（換言すると、引っ掛けて固定される）。爪部1173は、保持部材1172をなす板ばね材の端部を、板ばね材が延びる方向に対して略垂直に内側に折り曲げて形成される。その際、板ばね材を折り曲げる角度は、旋回流形成体1に環状板117を取り付けたときに、旋回流形成体1の本体101の上面及び底面が、爪部1173の復元力（弾性力）により押圧されて、本体101が爪部1173と環状板本体1171との間で挟持されるように調整される。爪部1173は、旋回流形成体1に環状板117を取り付けたときに、上面に対して凸となるようにV曲げ加工が施される。

[0035] 以上説明した環状板117を採用した場合、環状板117は旋回流形成体1に対して工具を用いずとも着脱可能に取り付けられる。

[0036] 以下さらに、環状板117の変形例について説明する。

図17は、環状板117の変形例である環状板118が着脱可能に取り付けられた旋回流形成体1Bの一例を示す斜視図である。図18は、図17とは別の方向から見た斜視図である。これらの図に示す環状板118は、支持部材が旋回流形成体1Bの本体側面に固定される点において、環状板117と相違している。以下、この相違点について説明する。

[0037] 旋回流形成体1Bは、旋回流形成体1と比較して、4つの溝部119をさらに備える。4つの溝部119は、本体101側面に等間隔に形成される。4つの溝部119は、本体101側面の軸方向中央より上面側に形成される。4つの溝部119は、その周方向の長さが、第1端面103外周の円弧の1/4の長さよりも短くなるように形成される。4つの溝部119は、各々、軸方向に並べられた、周方向に延びる3つのV字状の溝（換言すると、スリット）により構成される。4つの溝部119の各々には、後述する環状板118の爪部1183が係止される。

[0038] 環状板118は、環状板本体1181と、4つの保持部材1182を備える。環状板本体1181については、上記の環状板117と重複するため、その説明を省略する。4つの保持部材1182は、一端側が本体101に着

脱可能に固定され、他端側が環状板本体 1181 を第 1 端面 103 に対向するように支持する。環状板本体 1181 と 4 つの保持部材 1182 は、一体に成形される。

[0039] 4 つの保持部材 1182 は、各々、環状板本体 1181 の周縁から等間隔で延びる細長い板ばね材を、環状板本体 1181 に対して略垂直に折り曲げて形成される。板ばね材は、本体 101 の軸方向の $1/2$ の長さよりも長く、かつ、本体 101 の軸方向の全体の長さよりも短くなるように形成される。板ばね材を折り曲げる際、その角度は、旋回流形成体 1B に環状板 118 を取り付けたときに、旋回流形成体 1B の本体 101 側面が、各保持部材 1182 の復元力（弾性力）により押圧されて、本体 101 が各保持部材 1182 の間で挟持されるように調整される。4 つの保持部材 1182 の端部には、各々、爪部 1183 が形成される。爪部 1183 は、保持部材 1182 の復元力（弾性力）により本体 101 の溝部 119 に係止される（換言すると、係り合わせて固定される）。その結果、環状板 118 の旋回流形成体 1B に対する上下方向の位置が固定される。爪部 1183 は、保持部材 1182 をなす板ばね材の端部に、旋回流形成体 1B に環状板 118 を取り付けたときに本体 101 側面に対して凸となるように V 曲げ加工を施して形成される。

[0040] 以上説明した環状板 118 を採用した場合、環状板 118 は旋回流形成体 1B に対して工具を用いずとも着脱可能に取り付けられる。

[0041] 次に、図 19 は、環状板 117 の別の変形例である環状板 120 が着脱可能に取り付けられた旋回流形成体 1 の一例を示す斜視図である。同図に示す環状板 120 は、各保持部材 1202 の爪部 1203 が、ねじ止めにより旋回流形成体 1 の本体 101 上面に固定され、環状板本体 1201 が旋回流形成体 1 に対して工具を用いることで着脱可能なように取り付けられている点において環状板 117 と相違している。爪部 1203 は、平坦状に形成される点においてのみ環状板 117 の爪部 1173 と相違する。爪部 1203 が本体 101 上面にねじ止めされていることで、環状板 120 の旋回流形成体

1 に対する上下方向の位置が固定される。なお、ねじ止めに代えて、磁力や摩擦力により爪部 1 2 0 3 を旋回流形成体 1 の本体 1 0 1 上面に固定してもよい。

[0042] 2－4．変形例 4

内周面 1 0 5 の形状は、実施形態の形状に限られない。第 2 端面 1 0 4 の開口部は、角面取り又は丸面取りが施されてもよい（特開 2 0 1 7－2 1 7 7 3 3 号公報の図 7 及び図 8 参照）。また、内周面 1 0 5 の一部を、非テーパ形状としてもよい（特開 2 0 1 7－2 1 7 7 3 3 号公報の図 9 乃至図 1 1 参照）。

[0043] 2－5．変形例 5

流体通路 1 0 9 は、本体 1 0 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（特開 2 0 1 7－2 1 7 7 3 3 号公報の図 1 2 参照）。より具体的には、供給口 1 0 8 から噴出口 1 0 6 にかけて第 2 端面 1 0 4 側に傾いて延びるように形成されてもよい。このように形成することで、流体通路 1 0 9 は、噴出口 1 0 6 から噴出された流体を被吸引物から離れる方向に流して、貫通孔 1 0 2 から排出させる。より具体的には、第 2 端面 1 0 4 の開口部に向けて流して、貫通孔 1 0 2 から排出させる。なお、流体通路 1 0 9 が傾けて形成される場合には、内周面 1 0 5 はテーパ形状を有しなくてもよい。

[0044] 2－6．変形例 6

旋回流形成体 1 において、スペーサ 1 1 2 を省略して、その代わりにカバー 1 1 1 の下面に流体を排出するための直線状の溝を形成するようにしてもよい（特開 2 0 1 7－2 1 7 7 3 3 号公報の図 1 3 及び図 1 4 参照）。この溝は、カバー 1 1 1 が本体 1 0 1 に固定されると、第 2 端面 1 0 4 との間で、貫通孔 1 0 2 と連通する 2 つの流出口と、旋回流形成体 1 の外部に臨む 2 つの排出口と、流出口に流入した流体を排出口から排出するための 2 本の直線状の流体通路を形成する。加えて、排出口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（特開 2 0 1 7－2 1 7 7 3 3 号公報の

図 1 5 及び図 1 6 参照)。

[0045] なお、本変形例のようにスペーサ 1 1 2 を省略する場合、本体 1 0 1 とカバー 1 1 1 とを一体として成形してもよい。その場合、2 つの流出口は、カバー 1 1 1 と一体成形された本体 1 0 1 の内周面に形成され、2 つの排出口は本体 1 0 1 の外周面に形成される。また、貫通孔 1 0 2 の一端は、カバー 1 1 1 により閉止され凹部となる。一体として成形された本体 1 0 1 とカバー 1 1 1 は、本発明に係る「本体」の一例である。

[0046] 2-7. 変形例 7

4 つのスペーサ 1 1 2 はカバー 1 1 1 を固定的に保持せずに揺動可能に保持してもよい(特開 2 0 1 7-2 1 7 7 3 3 号公報の図 1 7 参照)。

[0047] 2-8. 変形例 8

旋回流形成体 1 は、複数組み合わせ使用されてもよい(特開 2 0 1 7-2 1 7 7 3 3 号公報の図 1 乃至図 3、図 1 8 乃至図 3 1 参照)。

[0048] 2-9. 変形例 9

本体 1 0 1 の外周形状は円形に限られない。楕円形や多角形であってもよい。内周面 1 0 5 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 1 0 5 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 1 0 5 に、噴出口から噴出された流体を第 2 端面 1 0 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。

[0049] 貫通孔 1 0 2 の断面形状は円形に限られない。楕円形や多角形であってもよい。

[0050] 第 1 端面 1 0 3 及び第 2 端面 1 0 4 は平坦状でなくてもよい。凹凸があってもよい。

[0051] 噴出口 1 0 6 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 1 0 6 の内周面 1 0 5 における位置は本体 1 0 1 の中心軸方向中央に限られない。第 1 端面 1 0 3 寄りであっても第 2 端面 1 0 4 寄りであってもよい。

- [0052] 流体通路 109 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 109 は曲線状に形成されてもよい。流体通路 109 は径が一定でなくてもよい。
- [0053] フランジ部 110 の外周及び内周形状は円形に限られない。楕円形や多角形であってもよい。フランジ部 110 の素材は、アルミニウム合金等の金属であっても、樹脂等の弾性部材であってもよい。
- [0054] カバー 111 の形状は円形に限られない。楕円形や多角形であってもよい。カバー 111 のサイズは貫通孔 102 を覆う程度としてもよい。
- [0055] スペーサ 112 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 112 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 112 の配置方法は図 1 乃至図 3 に示す例に限られない。例えば、本体 101 の外周面 107 から延びてもよい。スペーサ 112 は、第 2 端面 104 において、貫通孔 102 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。
- [0056] 2-10. 変形例 10
- 第 1 端面 103 に、貫通孔 102 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。
- [0057] 2-11. 変形例 11
- 第 1 端面 103 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。
- [0058] 2-12. 変形例 12
- 旋回流形成体 1 は、旋回流形成手段として、2 本の流体通路 109 に代えて、電動ファン（例えば特開 2011-138948 号公報参照）を備えてもよい。
- [0059] 2-13. 変形例 13
- 旋回流形成体 1 において、貫通孔 102 から第 2 端面 104 に沿って流出する流体の流出方向は、本体 101 の中心軸に略垂直な方向に限られない。

例えば、第2端面104及びカバー111は、貫通孔102から流出した流体が、本体101の中心軸に平行な方向（より具体的には本体101の上方向）に排出されるように形成されてもよい。

[0060] 2-14. 変形例14

第1端面103に、被吸引物を保持するための筒体121を取り付けてもよい。図20は、筒体121が取り付けられた旋回流形成体1の一例の側面図である。同図に示す筒体121は、ゴム等の弾性材料からなる蛇腹状の円筒体であって、旋回流形成体1により吸引された被吸引物を保持するための部材である。この筒体121は、旋回流形成体1が発生させる負圧により吸引される流体を通しつつ、貫通孔102内への被吸引物の進入を阻害するように、その一端が第1端面103に固定される。言い換えると、貫通孔102と同軸に固定される。この筒体121のくびれ部の内径は、貫通孔102の内径と被吸引物の最大径よりも小さく、その他端は、被吸引物に向かって拡張している。この筒体121の高さは、流体供給ポンプから旋回流形成体1に対して供給される流体の流量や、被吸引物の種類に応じて設定される。なお、筒体121の形状は、円筒に限られず、角筒や楕円筒等であってもよい。

[0061] 以上説明した筒体121によれば、被吸引物を吸引する際に周囲の流体の流入が限定されることで、負圧発生領域から離れた位置に存在する被吸引物を吸引することができる。また、筒体121が伸縮可能な蛇腹形状を有しているため、旋回流形成体1が被吸引物を吸引する際に芯ずれが発生していたとしても、筒体121が被吸引物の形状に合わせて変形することで、被吸引物を安定的に吸引保持することができる。また、筒体121が蛇腹状であるため、被吸引物が筒体121と接触することで生じる被吸引物の損傷を抑えることができる。また、筒体121が蛇腹状であるため、旋回流形成体1と被吸引物との間の上下方向のクリアランスの確保が容易となる。言い換えると、被吸引物の各々に高さのばらつきがあったとしても、筒体121の伸縮性が当該ばらつきを吸収してくれる。

[0062] なお、上記の筒体 1 2 1 のくびれ部の内径を、貫通孔 1 0 2 の内径の $1/2$ 以下として、より小さい被吸引物を吸引可能としてもよい。また、筒体 1 2 1 の、被吸引物を保持する側の端部に複数の切り欠きを形成してもよい。切り欠きの形状は、鋸歯状や半円や半長円や矩形等であってよい。また、筒体 1 2 1 よりもくびれ部が小径の筒体を複数、第 1 端面 1 0 3 に取り付けて、一度に複数の被吸引物を吸引可能としてもよい。また、筒体 1 2 1 を、蛇腹形状を有しない形状としてもよい。また、筒体 1 2 1 を、第 1 端面 1 0 3 に固定される側の端部から、被吸引物を保持する側の端部にかけて漸次縮径させてもよい。