

明 細 書

発明の名称：分離装置

技術分野

[0001] 本発明は、分離装置に関する。

背景技術

[0002] 工作機械により金属材料などを機械加工する際、加工精度の向上、工具の寿命の延命、および切り屑や金属粉などの排出を促進することを目的として研削液、切削液、クーラントなどと呼ばれる各種の液体が使用される。

[0003] これらの液体は、機械加工により生じた切り屑や金属粉などの異物が含まれた状態で工作機械から排出される。排出された液体は、異物を分離し取り除いた後、工作機械に戻して再利用される。異物が含まれる液体から異物を分離し取り除くための分離装置に関し、これまで様々な提案がなされている。

[0004] 例えば特許文献1には、発泡抑制型液体サイクロンが開示されている。このサイクロンは、重力方向に向かって内径が次第に小さくなる部分を有し内径の大径部に供給された分離対象液状体を旋回させて比重の大きい物質と比重の小さい液体とに分離する旋回流室を備え、分離された前記比重の大きい物質が排出される排出口を下端に有すると共に分離された前記比重の小さい液体が旋回流として上昇する上昇流路を上端に有するサイクロン本体と、前記サイクロン本体の上端に設けられ前記上昇流路を通して前記比重の小さい液体が流入する上室とを具備する液体サイクロンであって、前記サイクロン本体の下端の排出口の気圧 P をゲージ圧で $-0.5\text{ kg/cm}^2\text{ G} \leq P < 0\text{ kg/cm}^2\text{ G}$ の負圧の範囲になるように、前記上室から前記比重の小さい液体が流出する流出路の横断面積を規制したことを特徴としている。

[0005] このサイクロンは、分離されて回収された液体の発泡を十分に抑制することを課題としている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-665号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記特許文献1に開示されたサイクロンを踏まえても、液体の発泡を抑制するための構造に関しては、未だに種々の改善の余地がある。

[0008] そこで、本発明は、液体の発泡をより効果的に抑制することが可能な分離装置を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一態様に係る分離装置は、中心軸線に沿って延び、内部に異物を含む液体を導入するための導入口と、下端に設けられ前記異物を排出するための第1排出口と、を有し、前記内部で前記液体を旋回させ遠心力によって前記液体から前記異物を分離するとともに、前記第1排出口から前記中心軸線に沿って延びる柱状の空気層が形成され、前記空気層の外周面に沿って前記異物が分離された前記液体が上昇するサイクロンと、前記サイクロンの延在方向における前記第1排出口の反対側に設けられ、前記サイクロンの上端に設けられ連通孔が形成された隔壁と第2排出口とを有し、前記連通孔によって前記内部と連通されたクリーンケースと、前記クリーンケースに設けられ、前記連通孔から前記中心軸線に沿って延び、複数の第1孔を有する気液分離管と、前記クリーンケースに設けられ、前記中心軸線に沿って延び、前記気液分離管を囲むとともに、複数の第2孔を有する内壁と、を備える。

[0010] 前記空気層に沿って前記第1排出口から前記気液分離管まで上昇した前記異物が分離された前記液体は、前記複数の第1孔および前記複数の第2孔を通過し、前記第2排出口から前記クリーンケースの外部へ排出される。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、液体の発泡をより効果的に抑制することが可能な分離装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]図1は、一実施形態に係る分離装置の概略的な斜視図である。
- [図2]図2は、図1に示す分離装置の概略的な断面図である。
- [図3]図3は、分離装置が備える気液分離管および内壁の概略的な部分拡大図である。
- [図4]図4は、図1のⅠV－ⅠV線に沿って示す気液分離管の概略的な断面図である。
- [図5]図5は、図1に示す分離装置の比較例を示す図である。
- [図6]図6は、図5のⅡ－Ⅱ線に沿って示す気液分離管の概略的な断面図である。
- [図7]図7は、第1孔および第2孔に適用可能な孔の他の例を説明するための図である。
- [図8]図8は、第1孔および第2孔に適用可能な孔のさらに他の例を説明するための図である。
- [図9]図9は、第1孔および第2孔に適用可能な孔のさらに他の例を説明するための図である。

発明を実施するための形態

- [0013] 分離装置の一実施形態につき、図面を参照しながら説明する。
- なお、開示はあくまで一例にすぎず、以下の実施形態に記載した内容により発明が限定されるものではない。当業者が容易に想到し得る変形は、当然に開示の範囲に含まれる。説明をより明確にするため、図面において各部分のサイズ、形状等を実際の実施態様に対して変更して模式的に表す場合もある。複数の図面において、対応する要素には同じ符号を付して、詳細な説明を省略する場合もある。
- [0014] 本実施形態においては、液体に含まれる異物を遠心力によって分離し取り除くための分離装置について開示する。液体には、例えば研削液、切削液、およびクーラントなどが含まれる。異物には、例えば金属材料などの切り屑、金属粉などが含まれる。

- [0015] 図1は、本実施形態に係る分離装置1の概略的な斜視図である。図2は、図1に示す分離装置1の概略的な断面図である。図3は、分離装置1が備える気液分離管60および内壁70の概略的な部分拡大図である。図4は、図1のⅠV-ⅠV線に沿って示す気液分離管60の概略的な断面図である。図1においては、説明の都合上、部品の一部を透過させて示している。図1および図2においては、分離装置1における液体の流れを矢印にて示す。
- [0016] 図1および図2に示すように、分離装置1は、サイクロン10と、クリーンケース20と、導入管31と、排出管32と、を備えている。サイクロン10は、中心軸線CXに沿って延びている。
- [0017] ここで、中心軸線CXに沿う平行な方向を軸方向Dxと定義する。軸方向Dx一方側を上または上方と定義し、軸方向Dx他方側を下または下方と定義する。サイクロン10の延在方向は、軸方向Dxに相当する。中心軸線CXを中心として中心軸線CXから離れる方向を半径方向Drと定義し、中心軸線CXを中心とする周方向θを定義する。
- [0018] サイクロン10は、導入部40と、導入部40と接続されたドレン部50と、を有している。導入部40は、サイクロン10の上端側に位置し、ドレン部50はサイクロン10の下端側に位置している。サイクロン10は、端部11と、端部11と反対側の端部12を有している。端部11はサイクロン10の上端に相当し、端部12はサイクロン10の下端に相当する。
- [0019] 導入部40は、円筒状に形成されている。導入部40は、半径方向Dr内側に位置する内周面41と、半径方向Dr外側に位置する外周面42と、を有している。内周面41および外周面42は、軸方向Dxに沿って一様な径で延びている。
- [0020] ドレン部50は、導入部40と同軸上に位置している。ドレン部50は、導入部40と接続された円柱状の第1部材51と、第1部材51と接続された円柱状の第2部材52と、を有している。第1部材51および第2部材52は、半径方向Dr外側に位置する外周面53、54をそれぞれ有している。外周面53、54は、軸方向Dxに沿って一様な径で延びている。第1部

材５１の外径は、第２部材５２の外径よりも大きい。

[0021] ドレン部５０は、第１部材５１から第２部材５２にわたり形成された内周面５５を有している。内周面５５は、内周面４１の下端側において周方向θにわたり接続されている。内周面５５は、内周面４１との接続箇所からサイクロン１０の下端に向けて延びる円錐面状に形成されている。内周面５５は、サイクロン１０の下端に向かうに従い徐々に内径が小さくなっている。以下、内周面４１と内周面５５とによって囲われた領域を「サイクロン１０の内部ＩＮ１０」と呼ぶ。

[0022] 導入部４０側の第１部材５１の端部には、外周面５３から半径方向Ｄｒに突出するフランジ５６が設けられている。図２に示す例において、サイクロン１０は、ボルトなどの固定部材５７によりフランジ５６を介して、後述のクリーンケース２０の底壁と接続されている。

[0023] サイクロン１０は、導入口１３と、第１排出口１４と、をさらに有している。導入口１３は、サイクロン１０の内部ＩＮ１０に異物を含む液体を導入する。導入口１３は、導入部４０に設けられている。図２に示す例において、導入口１３は、導入部４０の端部１１側に設けられている。導入口１３は、円筒状に形成された導入部４０の接線方向に沿うように開口している。

[0024] 導入口１３には、導入管３１が接続されている。導入管３１には、異物を含む液体が流入する。導入管３１は、導入口１３を介してサイクロン１０の内部ＩＮ１０とサイクロン１０の外部とを連通している。導入管３１から導入口１３に導入される液体は、導入部４０の接線方向に沿って導入部４０の内部に供給される。図１に示す例において、導入管３１には、圧力計３３が設けられている。圧力計３３は、例えば圧力センサなどでもよい。

[0025] 第１排出口１４は、液体から分離された異物を多く含む液体をサイクロン１０の内部ＩＮ１０からサイクロン１０の外部へ排出する。第１排出口１４は、サイクロン１０の内部ＩＮ１０とサイクロン１０の外部とを連通している。第１排出口１４は、サイクロン１０の端部１２に設けられている。

[0026] より具体的には、第１排出口１４は、下端側の第２部材５２の端部におい

て、軸方向D xに沿って延びるよう設けられている。図2に示す例において、第1排出口14の内周面は、内周面55との接続箇所からサイクロン10の下端に向かうに従い徐々に内径が大きくなる円錐面状に形成されている。

[0027] クリーンケース20は、サイクロン10によって異物が分離された液体を内部に貯留する。図1および図2に示すように、クリーンケース20は、サイクロン10の上端側に設けられている。他の観点からは、分離装置1において、クリーンケース20は、軸方向D xにおける第1排出口14の反対側に設けられている。

[0028] クリーンケース20は、側壁21と、底壁22と、軸方向D xにおける底壁22の反対側の上壁23と、を有している。底壁22および上壁23は、側壁21に接続されている。以下、側壁21、底壁22、および上壁23によって囲われた領域を「クリーンケース20の内部IN20」と呼ぶ。クリーンケース20の内部IN20には、液体が貯留される。図1および図2に示す例において、クリーンケース20の内部IN20には、導入部40が位置している。

[0029] 側壁21は、中心軸線C Xを中心とする円筒状に形成されている。側壁21は、半径方向D r内側に位置する内周面24と、半径方向D r外側に位置する外周面25と、を有している。内周面24および外周面25は、軸方向D xに沿って一様な径で延びている。底壁22および上壁23は、中心軸線C Xを中心とする円板形状である。上壁23は、例えば側壁21に対して着脱可能に設けられている。

[0030] クリーンケース20は、隔壁26と、第2排出口27と、をさらに有している。隔壁26は、サイクロン10の内部IN10とクリーンケース20の内部IN20とを隔てている。隔壁26は、端部11に設けられている。隔壁26は、中心軸線C Xを中心とする円板形状である。図1および図2に示す例において、隔壁26の外径は、導入部40の外径とおおよそ等しい。

[0031] 隔壁26には、中心軸線C Xを中心とする連通孔28が設けられている。連通孔28は、サイクロン10の内部IN10とクリーンケース20の内部

ＩＮ２０とを連通する。連通孔２８は、中心軸線ＣＸを中心とする円形状である。

[0032] 第２排出口２７は、異物が分離された液体をクリーンケース２０の内部ＩＮ２０からクリーンケース２０の外部へ排出する。第２排出口２７は、側壁２１に設けられている。第２排出口２７には、排出管３２が接続されている。排出管３２は、第２排出口２７を介してクリーンケース２０の内部ＩＮ２０とクリーンケース２０の外部とを連通している。クリーンケース２０の内部ＩＮ２０からは、第２排出口２７を除き液体が流出しないように形成されている。

[0033] クリーンケース２０の外部には、例えば第２排出口２７から排出された液体を貯留するための液体回収タンク（図示しない）が設けられている。排出管３２は、液体回収タンクへ向けて延びている。

[0034] 図１に示す例において、排出管３２には、バルブ３４が設けられている。バルブ３４は、開度を調整することで排出管３２から排出される流量を調整する。さらに、バルブ３４は、クリーンケース２０の内部ＩＮ２０に貯留される液体の量を調整する。

[0035] 他の観点からは、バルブ３４は、クリーンケース２０の内部ＩＮ２０における液面の高さを調整する。バルブ３４を設けることで、液面の高さの調整が行いやすくなる。バルブ３４の開度の調整は、例えばバルブ３４に設けられたハンドル３５を操作することで行う。バルブ３４は、例えば仕切弁である。

[0036] 分離装置１は、連通管３６と、気液分離管６０と、気液分離管６０を囲む内壁７０と、をさらに備えている。連通管３６は、導入部４０の内部において中心軸線ＣＸと同軸上に設けられている。連通管３６は、円筒状に形成されている。連通管３６は、軸方向Ｄ×において連通孔２８から第１排出口１４に向けて延びている。

[0037] 連通管３６は、連通孔２８を介して、サイクロン１０の内部ＩＮ１０とクリーンケース２０の内部ＩＮ２０とを連通する。図２に示す例において、連

通管 36 は、ドレン部 50 までは延びていない。他の観点からは、連通管 36 の長さは、導入部 40 の長さよりも短い。

[0038] 気液分離管 60 は、クリーンケース 20 の内部 1N20 において中心軸線 CX と同軸上に設けられている。気液分離管 60 は、円筒状に形成されている。気液分離管 60 は、軸方向 Dx に沿って連通孔 28 から上壁 23 に向けて延びている。図 2 に示す例において、気液分離管 60 の一端は連通管 36 と接続され、気液分離管 60 の他端は上壁 23 と接している。

[0039] 気液分離管 60 は、半径方向 Dr 内側に位置する内周面 61 と、半径方向 Dr 外側に位置する外周面 62 と、を有している。内周面 61 および外周面 62 は、軸方向 Dx に沿って一様な径で延びている。気液分離管 60 の内部は、連通管 36 の内部と接続されている。図 2 に示す例において、気液分離管 60 の内径は、連通管 36 の内径とおおよそ等しい。

[0040] 気液分離管 60 は、複数の第 1 孔 63 を有している。複数の第 1 孔 63 は、例えば気液分離管 60 の全体に設けられている。図 3 に示す例において、複数の第 1 孔 63 は、軸方向 Dx および周方向 θ にそれぞれ均一な間隔を置いて設けられている。第 1 孔 63 は、内周面 61 と外周面 62 とを貫通する貫通孔である。第 1 孔 63 の形状は、例えば円形状である。

[0041] 内壁 70 は、クリーンケース 20 の内部 1N20 において気液分離管 60 を半径方向 Dr 外側から囲うように中心軸線 CX と同軸上に設けられている。内壁 70 は、円筒状に形成されている。図 2 に示す例において、内壁 70 の外径は、導入部 40 の外径とおおよそ等しい。

[0042] 内壁 70 は、軸方向 Dx に沿って隔壁 26 から上壁 23 に向けて延びている。内壁 70 は、半径方向 Dr 内側に位置する内周面 71 と、半径方向 Dr 外側に位置する外周面 72 と、を有している。内周面 71 および外周面 72 は、軸方向 Dx に沿って一様な径で延びている。

[0043] 内壁 70 は、サイクロン 10 の上端側に位置する気液分離管 60 の一部分を周方向 θ の全体にわたり囲んでいる。内壁 70 の内径は、気液分離管 60 の外径よりも大きく、側壁 21 の内径よりも小さい。

- [0044] 図2に示す例において、半径方向 D_r における気液分離管60の外周面62から内壁70の内周面71までの長さは、側壁21の内周面24から内壁70の外周面72までの長さとおおよそ等しい。気液分離管60の外周面62から内壁70の内周面71までの長さは、側壁21の内周面24から内壁70の外周面72までの長さよりも大きくてもよいし、小さくてもよい。
- [0045] 例えば、軸方向 D_x において、気液分離管60の内壁70で囲われている領域は、気液分離管60の内壁70で囲われていない領域よりも小さい。図2においては、気液分離管60の内壁70で囲われている領域を領域P1で示し、気液分離管60の内壁70で囲われていない領域を領域P2で示す。例えば、気液分離管60の内壁70で囲われている領域P1の軸方向 D_x の長さは、気液分離管60の軸方向 D_x の長さの2分の1よりも小さい。
- [0046] 内壁70は、複数の第2孔73を有している。複数の第2孔73は、例えば内壁70の全体に設けられている。図3に示す例において、複数の第2孔73は、軸方向 D_x および周方向 θ にそれぞれ均一な間隔を置いて設けられている。第2孔73は、内周面71と外周面72とを貫通する貫通孔である。第2孔73の形状は、例えば円形状である。
- [0047] 図3に示すように、複数の第2孔73の大きさは、複数の第1孔63の大きさよりも大きい。他の観点からは、内壁70の開口率は、気液分離管60の開口率よりも大きい。ここで、「大きさ」とは第1孔63および第2孔73の開口面積に相当し、「開口率」とは単位面積に対する開口面積の合計の割合である。
- [0048] 例えば、第1孔63の直径 D_1 は1～2mmであり、第2孔73の直径 D_2 は例えば3～5mmである。一例では、第1孔63の直径 D_1 は1mmであり、第2孔73の直径 D_2 は例えば3mmである。気液分離管60および内壁70は、例えばパンチングプレートのような多数の孔を有する多孔板によって形成することができる。
- [0049] 側壁21は、内壁70および導入部40を半径方向 D_r 外側から囲っている。底壁22は、軸方向 D_x において第1排出口14と隔壁26との間に位

置している。図2に示す例において、底壁22は、軸方向Dxにおいて、ドレン部50側の導入部40の端部に設けられている。

[0050] 第2排出口27は、軸方向Dxにおいて底壁22と隔壁26との間に位置している。第2排出口27は、半径方向Drにおいて、ドレン部50側の導入部40の外周面42と向かい合うように開口している。他の観点からは、第2排出口27は、軸方向Dxにおいて底壁22と導入口13との間に位置している。図2に示す例において、サイクロン10の下端側の第2排出口27の一端は、底壁22の上面と半径方向Drに重なるように設けられている。

[0051] クリーンケース20の内部IN20には、気液分離管60と内壁70との間に第1貯留部81が形成され、導入部40と側壁21との間および内壁70と側壁21との間に第2貯留部82が形成されている。他の観点からは、第2貯留部82は、第1貯留部81を周方向θに囲っている。

[0052] 第2貯留部82の体積は、例えば第1貯留部81の体積よりも大きい。他の観点からは、第2貯留部82の軸方向Dxの長さは、第1貯留部81の軸方向Dxの長さよりも長い。

[0053] 図2に示すように、気液分離管60には、逃し孔64が設けられている。逃し孔64は、複数の第1孔63が異物により閉じられた際に、気液分離管60へ流入した液体をクリーンケース20の内部IN20へ排出する。逃し孔64は、気液分離管60の上方に複数（例えば、2つ）設けられている。逃し孔64は、第1孔63よりも大きく、内壁70によって囲われていない。

[0054] 分離装置1は、ドレン部50の第1部材51を半径方向Dr外側から囲うカバー37をさらに備えている。カバー37は、中心軸線Cxを中心とする円筒状に形成されている。カバー37は、軸方向Dxに沿って一様な径で延びている。カバー37の外径は、例えば側壁21の外径とおおよそ等しくてもよいし、側壁21の外径よりも小さくてもよい。第1排出口14の下方には、例えば第1排出口14から排出された異物や液体を貯留するための異物

回収タンク（図示しない）が設けられている。

[0055] 次に、分離装置 1 における異物を含む液体から異物を分離し取り除く工程について、説明する。

[0056] まず、サイクロン 10 の内部 I N 10 には、異物を含む液体が導入管 31 を介して導入口 13 から導入される。液体は、導入部 40 の接線方向に所定の流速で供給される。供給された液体は、導入部 40 の内周面 41 およびドレン部 50 の内周面 55 に沿って旋回しながら、第 1 排出口 14 へ向けて下降する。

[0057] これにより、サイクロン 10 の内部 I N 10 には、中心軸線 C X を中心とする下降渦流が発生する。図 2 においては、下降渦流を渦流 D V で示す。液体に含まれた異物は、サイクロン 10 の内部 I N 10 において下降渦流に基づく遠心力により分離される。

[0058] 分離された異物は、ドレン部 50 の内周面 55 に集まるとともに、ドレン部 50 の内周面 55 に沿って旋回しながら下降する。異物は、例えばスラッジとなって第 1 排出口 14 から少量の液体とともに排出される。排出された異物および液体は、異物回収タンクに回収される。

[0059] ドレン部 50 の内周面 55 に沿って下降した下降渦流は、第 1 排出口 14 の付近で上向きの力を受けて上昇に転じる。これにより、サイクロン 10 の中心軸線 C X に沿って第 1 排出口 14 からクリーンケース 20 に向かう上昇渦流が形成される。図 2 においては、上昇渦流を渦流 R V で示す。

[0060] 図 4 に示すように、上昇渦流は、中心軸線 C X を中心とする柱状の空気層 84 と、空気層 84 の周りに形成された液体層 85 と、を含んでいる。空気層 84 の中央部には、真空の部分が形成されている。空気層 84 は、軸方向 D x に沿って第 1 排出口 14 から連通管 36 を通って気液分離管 60 に向けて延びている。液体層 85 は、空気層 84 の外周面に沿って第 1 排出口 14 から気液分離管 60 に向けて異物が分離された液体が上昇することで形成されている。

[0061] 上昇渦流が気液分離管 60 へ流入することで、空気層 84 に沿って第 1 排

出口 14 から気液分離管 60 まで異物が分離された液体が上昇する。上昇渦流の表層部分に位置する液体層 85 から気液分離管 60 の複数の第 1 孔 63 を通過して第 1 貯留部 81 へ液体が流れる。第 1 貯留部 81 へ流入した液体は、内壁 70 の複数の第 2 孔 73 を通過して第 2 貯留部 82 へ流れる。

[0062] 第 1 貯留部 81 へ流入した液体の一部は、内壁 70 を越えて第 2 貯留部 82 へ流れる。他の観点からは、第 1 貯留部 81 へ流入した液体の一部は、第 2 貯留部 82 へオーバフローする。分離装置 1 の稼働時において、クリーンケース 20 の内部 IN20 には、第 1 貯留部 81 から第 2 貯留部 82 へ液体の流れが 2 つ形成される。

[0063] 第 2 孔 73 の大きさを調整することにより、複数の第 2 孔を通過する流量とオーバフローする流量とを調整することができる。複数の第 2 孔 73 を通過する流量は、例えばオーバフローする流量よりも多い。他の観点からは、複数の第 2 孔の大きさによりオーバフローする流量を抑制することができる。

[0064] 気液分離管 60 から流入した液体は、主に第 1 貯留部 81 および第 2 貯留部 82 に一時的に貯留される。サイクロン 10 の内部 IN10 において異物は液体から分離されているため、クリーンケース 20 に貯留された液体には異物がほとんど含まれていない。クリーンケース 20 の内部 IN20 には、貯留された液体により液面が形成される。図 1 および図 2 においては、液面を液面 L1 として示す。

[0065] クリーンケース 20 の内部 IN20 において、液面 L1 よりも上方には、空気だまり 83 が形成される。第 2 貯留部 82 に貯留された液体は、第 2 排出口 27 から排出管 32 を介して液体回収タンクへ排出される。

[0066] 分離装置 1 の稼働時には、気液分離管 60 および内壁 70 は液体に浸かっている。例えば、液面 L1 は、気液分離管 60 の軸方向 D_x の中心よりもサイクロン 10 側に位置している。気液分離管 60 の液体に浸かっている領域の軸方向 D_x の長さは、例えば気液分離管 60 の液体に浸かっていない領域の軸方向 D_x の長さよりも小さい。

- [0067] 分離装置 1 の稼働時において、内壁 7 0 の全体は、液体に浸かっている。
図 1 に示すように、内壁 7 0 は、分離装置 1 の稼働時における液面 L 1 以下となるように設けられている。
- [0068] 他の観点からは、内壁 7 0 は、分離装置 1 の稼働時における液面 L 1 よりもサイクロン 1 0 側に位置している。図 1 に示すように、軸方向 D x において、隔壁 2 6 から液面 L 1 までの長さ H 1 は、内壁 7 0 の長さ H 7 0 よりも長い。
- [0069] ここで、本実施形態に係る分離装置 1 の比較例を示す。図 5 は、図 1 に示す分離装置 1 の比較例を示す図である。図 6 は、図 5 の V I - V I 線に沿って示す気液分離管 6 0 の概略的な断面図である。図 5 においては、説明の都合上、部品の一部を透過させて示している。
- [0070] 図 5 に示すように、分離装置 1 0 0 が備える内壁 7 0 は、第 2 孔 7 3 を有していない。軸方向 D x において、底壁 2 2 は、隔壁 2 6 と同じ位置にある。図 5 に示す例において、底壁 2 2 は隔壁 2 6 と一体で形成されている。
- [0071] 底壁 2 2 は、図 1 と比較して、軸方向 D x において、より上方に形成されている。そのため、第 2 排出口 2 7 は、内壁 7 0 と向かい合っている。第 2 排出口 2 7 は、図 1 と比較して、軸方向 D x において、より上方に形成されている。
- [0072] 分離装置 1 0 0 において、上昇渦流が気液分離管 6 0 へ流入すると、上昇渦流の表層部分に位置する液体層 8 5 から気液分離管 6 0 の複数の第 1 孔 6 3 を通過して第 1 貯留部 8 1 へ液体が流れる。第 1 貯留部 8 1 へ流入した液体は、内壁 7 0 に衝突する。液体の一部は内壁 7 0 に衝突し、内壁 7 0 の内周面を軸方向 D x に沿って流れる。
- [0073] そして、液体は、内壁 7 0 を越えて第 2 貯留部 8 2 へ流れる。分離装置 1 0 0 の稼働時において、クリーンケース 2 0 の内部 I N 2 0 には、第 1 貯留部 8 1 から内壁 7 0 を越えて第 2 貯留部 8 2 へ流れる液体の流れが 1 つ形成される。
- [0074] 分離装置 1 0 0 の稼働時において、第 1 貯留部 8 1 から内壁 7 0 を越えて

第2貯留部82へ液体が流れるため、液面は暴れやすく、安定しにくい。「液面が暴れる」とは、液面が軸方向D×に動くこと、液面がうねることなどをいう。

[0075] 図5においては、液面を液面L100として示す。液面L100が暴れることで、液体が空気だまり83から空気を巻き込みやすく、クリーンケース20の内部IN20で液体は発泡しやすくなる。液面L100が暴れることで、バルブ34による液面L100の軸方向D×における位置の調整が行いにくい。

[0076] 液面L100が安定しないと、気液分離管60からクリーンケース20の内部IN20への流量が安定しない。その結果、上昇渦流の液体層85を形成する液体の流れは安定しにくくなる。

[0077] このため、図6に示すように液体層85の厚さW100は、周方向θに均一でない。液体層85の厚さW100は、図4と比較して、大きくなる。さらに、上昇渦流が安定して形成されない場合には、サイクロン10の内部IN10における液体からの異物の分離精度の低下の原因となり得る。分離精度は、濾過精度とも呼ばれる場合がある。

[0078] 軸方向D×において、底壁22は、隔壁26と同じ位置にあるため、図1と比較して、液面L100は高い。他の観点からは、隔壁26から液面L100までの長さH100は、図1に示す隔壁26から液面L1までの長さH1よりも長い。さらに、第2排出口27が液面L100に近くなるため、液面L100が低下すると第2排出口27から液体が排出される際に空気を巻き込みやすくなる。

[0079] 以上のように構成された本実施形態の分離装置1は、気液分離管60を囲むとともに、複数の第2孔73を有する内壁70を備えている。内壁70に複数の第2孔73を形成することで、分離装置1には、第1貯留部81から複数の第2孔73を通過して第2貯留部82へ流れる液体の流れを形成することができる。

[0080] クリーンケース20の内部IN20には、第1貯留部81から第2貯留部

８２へ液体の流れが２つ形成される。複数の第２孔７３を通過する際に液体の勢いが抑えられることで、スムーズに液体を第１貯留部８１から第２貯留部８２へ流すことができる。

[0081] 内壁７０に複数の第２孔７３を形成することで、第１貯留部８１へ流入した液体は、内壁７０の内周面７１に衝突しにくくなる。これにより、軸方向Ｄ×に内壁７０の内周面７１に沿う液体の流れを抑制することができる。

[0082] その結果、液面Ｌ１は暴れにくく、安定しやすくなる。液面Ｌ１が安定することで、液体が空気だまり８３から空気を巻き込みにくく、クリーンケース２０の内部ＩＮ２０における液体の発泡を効果的に抑制することができる。したがって、分離装置１であれば、図５に示した分離装置１００と比較して、液体の発泡をより効果的に抑制することができる。

[0083] 分離装置１からは、気泡をほとんど含まない液体を排出管３２からクリーンケース２０の外部へ排出することができる。本実施形態の分離装置１であれば、消泡剤などを用いる必要がなく、液体の発泡を抑制することができる。

[0084] さらに、複数の第２孔７３の大きさを複数の第１孔６３の大きさよりも大きくすることで、複数の第２孔７３を通過する流量をオーバーフローする流量よりも多くすることができる。

[0085] これにより、第１貯留部８１に流入する液体を液体の勢いを抑えて第２貯留部へ液体を主に流すことができるため、液面Ｌ１はより安定しやすくなる。複数の第２孔７３を通過する流れとオーバーフローする流れとを形成することで、第２貯留部８２への液体の勢いを抑制し、液体の発泡をより効果的に抑制することができる。

[0086] 液面Ｌ１が安定することで、気液分離管６０からクリーンケース２０の内部ＩＮ２０への流量が安定する。さらに、液面Ｌ１が安定することで、液面Ｌ１を低い位置に設定することができる。液面Ｌ１を低い位置に設定することで、気液分離管６０の内壁７０で囲われている領域Ｐ１を気液分離管６０の内壁７０で囲われていない領域Ｐ２よりも小さくすることができる。

- [0087] その結果、気液分離管 60 の内部における液体の流れが妨げられにくく、液体層 85 を形成する液体の流れが安定する。図 4 に示すように液体層 85 の厚さ $W1$ は、周方向 θ に均一となりやすい。
- [0088] さらに、液体層 85 の厚さ $W1$ は、図 6 に示す厚さ $W100$ よりも薄くすることができる。上昇渦流を安定して形成することでサイクロン 10 の内部 $IN10$ における下降渦流の流速が安定し、サイクロン 10 の内部 $IN10$ における液体からの異物の分離精度が向上する。
- [0089] 液面 $L1$ が安定することで、バルブ 34 による液面 $L1$ の軸方向 Dx における位置の調整が行いやすくなる。さらに、液面 $L1$ が安定することで、クリーンケース 20 の内部 $IN20$ における空気だまり 83 に相当する部分を小さくすることができるため、クリーンケース 20 の軸方向 Dx の長さを短くして、分離装置 1 をよりコンパクトにすることができる。
- [0090] 本実施形態の分離装置 1 においては、クリーンケース 20 が有する底壁 22 が軸方向 Dx に第 1 排出口 14 と隔壁 26 との間に位置している。このため、第 2 排出口 27 は、隔壁 26 よりも下方に設けることができる。第 2 排出口 27 が軸方向 Dx における底壁 22 と隔壁 26 との間に位置することで、第 2 排出口 27 を導入部 40 の外周面 42 と向かい合うように開口させることができる。
- [0091] これにより、第 2 孔 73 を通過した液体は、半径方向 Dr に沿って第 2 排出口 27 へ直接流れない。この結果、第 2 排出口 27 へ直接液体が流れる際における空気の巻き込みが防止されている。
- [0092] さらに、第 2 排出口 27 を液面 $L1$ からより離して設けることができるため、液面 $L1$ が低下した際における空気の巻き込みを防止し、液体の発泡を抑制することができる。第 2 排出口 27 を液面 $L1$ から離して設けることで、クリーンケース 20 の内部 $IN20$ に貯留された液体から気泡が抜ける時間を確保することができる。これにより、より気泡を含まない液体を排出管 32 からクリーンケース 20 の外部へ排出することができる。
- [0093] 本実施形態によれば、液体の発泡をより効果的に抑制することが可能な分

離装置 1 を提供することができる。以上説明した他にも、本実施形態からは種々の好適な作用が得られる。

[0094] 上述の実施形態に係る分離装置 1 の構成は、一例にすぎない。以下に第 1 孔 6 3 および第 2 孔 7 3 について、変形例を示す。図 7 乃至図 9 は、第 1 孔 6 3 および第 2 孔 7 3 に適用可能な孔の例を説明するための図である。以下、第 1 孔 6 3 および第 2 孔 7 3 をまとめて、「孔 3」と呼ぶ。

[0095] 図 7 に示すように、孔 3 の形状は、四角形でもよい。一例として、孔 3 の形状は、長方形、正方形、ひし形などである。さらに他の例として図 8 に示すように、孔 3 の形状は、スリットのような長孔でもよい。図 8 に示す例において孔 3 は、周方向 θ に延びる長孔であるが、軸方向 $D \times$ に延びる長孔でもよい。

[0096] さらに他の例として図 9 に示すように、孔 3 は、網目状に形成されてもよい。気液分離管 6 0 および内壁 7 0 は、例えばメッシュシートによって形成することができる。孔 3 は、切欠きを含んでもよい。上述のような孔の形状は、第 1 孔 6 3 および第 2 孔 7 3 にそれぞれ適用することができ、第 1 孔 6 3 および第 2 孔 7 3 はそれぞれ同じ形状でもよいし、それぞれ異なってもよい。

[0097] なお、第 1 孔 6 3 の大きさはすべて同じでもよいし、異なってもよい。第 2 孔 7 3 の大きさはすべて同じでもよいし、異なってもよい。なお、第 1 孔 6 3 および第 2 孔 7 3 の軸方向 $D \times$ の間隔は、周方向 θ の間隔と等しくてもよいし、異なってもよい。分離装置 1 の各部は、例えば金属材料で形成することができる。ただし、分離装置 1 は、樹脂などの非金属材料で形成された部材を含んでもよい。

符号の説明

[0098] 1…分離装置、1 0…サイクロン、1 1…端部（上端）、1 2…端部（下端）、1 3…導入口、1 4…第 1 排出口、2 0…クリーンケース、2 1…側壁、2 2…底壁、2 3…上壁、2 6…隔壁、2 7…第 2 排出口、2 8…連通孔、6 0…気液分離管、6 3…第 1 孔、7 0…内壁、7 3…第 2 孔、8 4…空

気層。

請求の範囲

- [請求項1] 中心軸線に沿って延び、内部に異物を含む液体を導入するための導入口と、下端に設けられ前記異物を排出するための第1排出口と、を有し、前記内部で前記液体を旋回させ遠心力によって前記液体から前記異物を分離するとともに、前記第1排出口から前記中心軸線に沿って延びる柱状の空気層が形成され、前記空気層の外周面に沿って前記異物が分離された前記液体が上昇するサイクロンと、
- 前記サイクロンの延在方向における前記第1排出口の反対側に設けられ、前記サイクロンの上端に設けられ連通孔が形成された隔壁と第2排出口とを有し、前記連通孔によって前記内部と連通されたクリーンケースと、
- 前記クリーンケースに設けられ、前記連通孔から前記中心軸線に沿って延び、複数の第1孔を有する気液分離管と、
- 前記クリーンケースに設けられ、前記中心軸線に沿って延び、前記気液分離管を囲むとともに、複数の第2孔を有する内壁と、を備え、
- 前記空気層に沿って前記第1排出口から前記気液分離管まで上昇した前記異物が分離された前記液体は、前記複数の第1孔および前記複数の第2孔を通過し、前記第2排出口から前記クリーンケースの外部へ排出される、
- 分離装置。
- [請求項2] 前記複数の第2孔は、前記複数の第1孔よりも大きい、
- 請求項1に記載の分離装置。
- [請求項3] 前記延在方向において、前記気液分離管の前記内壁で囲われている領域は、前記気液分離管の前記内壁で囲われていない領域よりも小さい、
- 請求項1に記載の分離装置。
- [請求項4] 前記クリーンケースは、前記延在方向において前記第1排出口と前記隔壁との間に位置している底壁と、前記底壁に接続され前記内壁お

よび前記サイクロンを囲う側壁と、をさらに有し、

前記第 2 排出口は、前記側壁に設けられている、

請求項 1 に記載の分離装置。

[請求項 5] 前記第 2 排出口は、前記延在方向において、前記底壁と前記隔壁との間に位置している、

請求項 4 に記載の分離装置。

[請求項 6] 前記第 2 排出口は、前記サイクロンと向かい合っている、

請求項 1 に記載の分離装置。

[請求項 7] 前記内壁は、前記クリーンケースに貯留された前記異物が分離された前記液体の液面よりもサイクロン側に位置している、

請求項 1 に記載の分離装置。