

明 細 書

発明の名称： 分離装置の消泡構造

技術分野

[0001] 本発明は、分離装置の消泡構造に関する。

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。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の消泡構造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

[0008] 本発明の一態様に係る分離装置の消泡構造は、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を含む導入部と、下端に設けられ前記液体および前記異物を排出するための排出口を含むドレン部と、を有し、前記内部で前記液体を旋回させるサイクロンと、前記中心軸線から離れる半径方向に間隔を置いて前記排出口を囲うとともに、前記サイクロンの延在方向において前記排出口よりも下方に向けて延びる筒部材と、を備える。前記ドレン部は、前記導入部と接続された第1部材と、前記第1部材と接続され、前記排出口が設けられた第2部材と、前記第1部材から前記第2部材にわたり形成され、前記延在方向において下方に向かうに従い内径が小さくなる第1内周面と、を有し、前記排出口は、前記第1内周面と接続され、前記延在方向において前記第1内周面から下方に向かうに従い内径が大きくなる第2内周面を有し、前記筒部材は、前記排出口を囲う第3内周面と、一端に設けられ、前記異物が通過する開口部と、を有し、前記延在方向に沿って前記第2内周面を前記第3内周面に向けて延長した仮想面は、前記第3内周面と交差し、前記排出口から排出された前記液体および前記異物は、前記開口部を介して下方に向けて排出される。

発明の効果

[0009] 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

置の消泡構造を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]図1は、第1実施形態に係る分離装置を示す概略的な斜視図である。
- [図2]図2は、第1実施形態に係る分離装置を示す概略的な側面図である。
- [図3]図3は、第1実施形態におけるサイクロンを示す概略的な斜視図である。
- 。
- [図4]図4は、図2におけるI V部を示す概略的な部分拡大図である。
- [図5]図5は、第1実施形態における筒部材を示す概略的な斜視図である。
- [図6]図6は、第1実施形態における筒部材を示す概略的な平面図である。
- [図7]図7は、第1実施形態に係る分離装置の比較例を示す図である。
- [図8]図8は、第2実施形態に係る分離装置を示す概略的な側面図である。
- [図9]図9は、図8におけるI X部を示す概略的な部分拡大図である。
- [図10]図10は、第2実施形態における筒部材を示す概略的な平面図である。
- 。

発明を実施するための形態

- [0011] 以下、分離装置の消泡構造の各実施形態につき、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、以下の各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。

- [0012] 各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。

- [0013] [第1実施形態]

図１は、第１実施形態に係る分離装置１を示す概略的な斜視図である。図２は、第１実施形態に係る分離装置１を示す概略的な側面図である。図３は、第１実施形態におけるサイクロン１０を示す概略的な斜視図である。図４は、図２におけるＩＶ部を示す概略的な部分拡大図である。図５は、第１実施形態における筒部材３０を示す概略的な斜視図である。図６は、第１実施形態における筒部材３０を示す概略的な平面図である。以下、各図においては、説明の都合上、部品の一部を透過させて示す場合がある。

[0014] 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、導入管２１と、排出管２２と、筒部材３０と、沈殿槽４０と、異物回収ボックス２３と、を備えている。サイクロン１０は、その内部において、液体に含まれた異物を分離し取り除く。サイクロン１０は、沈殿槽４０の上方に設けられている。図２に示すように、サイクロン１０は、中心軸線ＣＸに沿って延びている。

[0015] ここで、中心軸線ＣＸに沿う平行な方向を軸方向Ｄ_xと定義する。軸方向Ｄ_x一方側を上または上方と定義し、軸方向Ｄ_x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Ｄ_x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Ｄ_rと定義し、中心軸線ＣＸを中心とする周方向θを定義する。

[0016] 図３に示すように、サイクロン１０は、サイクロン本体１１と、クリーンケース６０と、気液分離管７１と、内壁７２と、を備えている。サイクロン本体１１は、端部１２と、端部１２と反対側の端部１３と、を有している。端部１２はサイクロン本体１１の上端に相当し、端部１３はサイクロン１０およびサイクロン本体１１の下端に相当する。

[0017] サイクロン本体１１は、導入部５１と、導入部５１と接続されたドレン部５２と、を有している。導入部５１は、サイクロン本体１１の上端側に位置し、ドレン部５２はサイクロン本体１１の下端側に位置している。導入部５１は、円筒状に形成されている。導入部５１は、内周面５１１を有している。内周面５１１は、軸方向Ｄ_xに沿って一様な径で延びている。

- [0018] ドレン部52は、導入部51と同軸上に位置している。ドレン部52は、導入部51と接続された円錐台状の第1部材53と、第1部材53と接続された円柱状の第2部材54と、を有している。ドレン部52は、第1部材53から第2部材54にわたり形成された内周面521（第1内周面）を有している。
- [0019] 内周面521は、内周面511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521は、内周面511との接続箇所からサイクロン本体11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521は、サイクロン本体11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511と内周面521とによって囲われた領域を「サイクロン本体11の内部」と呼ぶ。
- [0020] サイクロン本体11は、導入口55と、排出口56と、をさらに有している。導入口55は、サイクロン本体11の内部に異物を含む液体を導入する。導入口55は、導入部51に設けられている。導入口55は、円筒状に形成された導入部51の接線方向に沿うように開口している。
- [0021] 導入口55には、導入管21が接続されている。導入管21には、異物を含む液体が流入する。導入管21は、導入口55を介してサイクロン本体11の内部とサイクロン本体11の外部とを連通している。
- [0022] 導入管21には、ホースなどが接続されている。導入管21から導入される液体は、導入部51の接線方向に沿ってサイクロン本体11の内部に供給される。導入管21には、例えば圧力計24が設けられている。圧力計24は、例えば圧力センサなどでもよい。
- [0023] 排出口56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本体11の内部からサイクロン本体11の外部へ排出する。排出口56は、サイクロン本体11の内部とサイクロン本体11の外部とを連通している。排出口56は、サイクロン本体11の端部13に設けられている。
- [0024] より具体的には、排出口56は、下端側の第2部材54の端部において、軸方向D×に沿って延びるよう設けられている。図4に示すように、排出口

56は、内周面561（第2内周面）を有している。内周面561は、内周面521との接続箇所から下方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。

[0025] クリーンケース60は、サイクロン本体11によって異物が分離された液体を内部に貯留する。図3に示すように、クリーンケース60は、サイクロン本体11の上端側に設けられている。

[0026] クリーンケース60は、側壁61と、底壁62と、軸方向Dxにおける底壁62の反対側の上壁63と、を有している。底壁62および上壁63は、側壁61に接続されている。以下、側壁61、底壁62、および上壁63によって囲われた領域を「クリーンケース60の内部」と呼ぶ。

[0027] 側壁61は、中心軸線Cxを中心とする円筒状に形成されている。側壁61は、軸方向Dxに沿って一様な径で延びている。底壁62および上壁63は、中心軸線Cxを中心とする円板形状である。上壁63は、例えば側壁61に対して着脱可能に設けられている。

[0028] 底壁62は、サイクロン本体11の内部とクリーンケース60の内部とを隔てている。底壁62には、中心軸線Cxを中心とする連通孔64が設けられている。連通孔64は、サイクロン本体11の内部とクリーンケース60の内部とを連通する。図3に示す例において、連通孔64は、中心軸線Cxを中心とする円形状である。

[0029] クリーンケース60は、排出口65をさらに有している。排出口65は、異物が分離された液体をクリーンケース60の内部からクリーンケース60の外部へ排出する。排出口65は、側壁61に設けられている。

[0030] 排出口65には、排出管22が接続されている。排出管22は、サイクロン10によって異物が分離された液体を排出する。排出管22は、例えば排出口65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）に向けて延びている。排出管22には、ホースなどが接続されている。

[0031] 図1に示す例において、排出管22には、バルブ25が設けられている。バルブ25は、開度を調整することで排出管22から排出される流量を調整

する。バルブ 25 の開度の調整は、例えばバルブ 25 に設けられたハンドル 26 を操作することで行う。バルブ 25 は、例えば仕切弁である。

[0032] 気液分離管 71 は、クリーンケース 60 の内部において中心軸線 C X と同軸上に設けられている。気液分離管 71 は、円筒状に形成されている。気液分離管 71 は、軸方向 D x に沿って一様な径で延びている。

[0033] 気液分離管 71 は、軸方向 D x に沿って連通孔 64 から上壁 63 に向けて延びている。気液分離管 71 の内部は、連通孔 64 を介してサイクロン本体 11 の内部と接続されている。

[0034] 気液分離管 71 は、複数の孔 73 を有している。複数の孔 73 は、例えば気液分離管 71 の全体に設けられている。複数の孔 73 は、例えば軸方向 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。図 3 においては、複数の孔 73 の一部を示している。孔 73 は、気液分離管 71 の内周面と外周面とを貫通する貫通孔である。孔 73 の形状は、例えば円形状である。

[0035] 内壁 72 は、クリーンケース 60 の内部において気液分離管 71 を半径方向 D r 外側から囲うように中心軸線 C X と同軸上に設けられている。内壁 72 は、円筒状に形成されている。

[0036] 内壁 72 は、軸方向 D x に沿って底壁 62 から上壁 63 に向けて延びている。内壁 72 は、内周面 74 を有している。内周面 74 は、軸方向 D x に沿って一様な径で延びている。内壁 72 は、サイクロン本体 11 の上端側に位置する気液分離管 71 の一部分を周方向 θ の全体にわたり囲んでいる。内壁 72 の内径は、気液分離管 71 の外径よりも大きく、側壁 61 の内径よりも小さい。

[0037] 半径方向 D r において、クリーンケース 60 の内部には、気液分離管 71 と内壁 72 との間に第 1 貯留部 66 が形成され、内壁 72 と側壁 61 との間に第 2 貯留部 67 が形成されている。

[0038] サイクロン 10 は、導入部 51 および第 1 部材 53 を半径方向 D r 外側から囲うカバー 80 をさらに備えている。カバー 80 は、中心軸線 C X を中心

とする円筒状の側壁 8 1 と、側壁 8 1 に接続された底壁 8 2 と、を有している。側壁 8 1 は、軸方向 D x に沿って一様な径で延びている。側壁 8 1 の外径は、例えば側壁 6 1 の外径とおおよそ等しくてもよいし、側壁 6 1 の外径よりも小さくてもよい。

[0039] 図 3 および図 4 に示す例において、底壁 8 2 は、軸方向 D x における第 1 部材 5 3 と第 2 部材 5 4 との接続部 5 7 と同じ位置に位置している。底壁 8 2 は、中心軸線 C x と直交している。底壁 8 2 は、一例として、中心軸線 C x を中心とする円板形状である。

[0040] 次に、筒部材 3 0 について、説明する。

筒部材 3 0 は、分離装置 1 における消泡構造の一部を構成している。図 2 および図 4 に示すように、筒部材 3 0 は、サイクロン本体 1 1 の下端側に設けられている。筒部材 3 0 は、軸方向 D x において排出口 5 6 よりも下方に向けて延びている。

[0041] 筒部材 3 0 は、第 1 筒部材 3 1 と、第 1 筒部材 3 1 と接続された第 2 筒部材 3 2 と、を有している。第 1 筒部材 3 1 および第 2 筒部材 3 2 は、それぞれ別部材によって形成されてもよいし、一体で形成されてもよい。

[0042] 第 1 筒部材 3 1 は、円筒状に形成されている。第 1 筒部材 3 1 は、端部 3 3 と、端部 3 3 と反対側の端部 3 4 と、内周面 3 1 1（第 3 内周面）と、を有している。筒部材 3 0 は、端部 3 3 において底壁 8 2 と接続されている。

[0043] 第 1 筒部材 3 1 は、軸方向 D x に沿って一様な径で形成されている。中心軸線 C x に沿う断面において、第 1 筒部材 3 1 における半径方向 D r の幅を幅 W 1 とする。幅 W 1 は、第 1 筒部材 3 1 の内径に相当する。上述の通り、幅 W 1 は、軸方向 D x に一定である。図 4 に示す例において、軸方向 D x の第 1 筒部材 3 1 の長さは、軸方向 D x の第 2 筒部材 3 2 の長さよりも長い。

[0044] 分離装置 1 の消泡構造において、第 1 筒部材 3 1 は、排出口 5 6 を囲っている。図 4 に示すように、半径方向 D r において、内周面 3 1 1 は、第 2 部材 5 4 の外周面 5 4 1 と間隔を置いて設けられている。内周面 3 1 1 は第 2 部材 5 4 の外周面 5 4 1 と接しておらず、第 1 筒部材 3 1 と第 2 部材 5 4 と

の間には周方向 θ の全体にわたり隙間が形成されている。他の観点からは、第1筒部材31の内径は、第2部材54の外径よりも大きい。

[0045] 図5に示すように、第1筒部材31には、連通孔35が形成されている。連通孔35は、第1筒部材31の内部と外部とを連通している。図4に示すように、連通孔35の位置は、軸方向Dxにおいて、排出口56よりも上方に位置するほうが好ましい。連通孔35は、一例として端部33に形成され、底壁82と接している。

[0046] 図5に示す例において、連通孔35の形状は、周方向 θ に沿って形成された長形状である。連通孔35の形状は、例えば他の四角、円形などの他の形状でもよい。連通孔35の形状は、軸方向Dxに延びる長孔でもよい。連通孔35の数は、周方向 θ に2つ以上形成されてもよいし、軸方向Dxに2以上形成されてもよい。

[0047] 第2筒部材32は、第1筒部材31と同軸上に位置している。第2筒部材32は、筒状に形成されている。第2筒部材32は、軸方向Dxにおいて、第1筒部材31から下方に向けて延びている。図4に示す例において、第2筒部材32の厚さは、第1筒部材31の厚さよりも小さい。第2筒部材32の厚さは、第1筒部材31の厚さよりも大きくてもよいし、第1筒部材31の厚さと等しくてもよい。

[0048] 第2筒部材32は、端部34と接続された端部36と、軸方向Dxにおける端部36の反対側の端部37と、内周面321と、を有している。内周面321は、端部36において、内周面311と周方向 θ にわたり接続されている。

[0049] 内周面321は、内周面311との接続箇所から下方に向けて延びる円錐面状に形成されている。中心軸線Cxに沿う断面において、第2筒部材32における半径方向Drの幅を幅W2とする。幅W2は、第2筒部材32の内径に相当する。第2筒部材32は、幅W2が軸方向Dxにおいて下方に向かうに従い小さくなるように形成されている。他の観点からは、第2筒部材32の幅W2は、開口部38に向けて徐々に小さくなっている。

- [0050] 図4に示す例において、端部37は、半径方向Drに対して傾斜している。第2筒部材32は、例えば円錐台状の部材の一端を半径方向Drに対して斜めに切断することで形成される。
- [0051] 端部37には、開口部38が設けられている。開口部38は、第2筒部材32のみに形成されている。開口部38は、軸方向Dxの下方に向けて開口している。排出口56から排出された液体および異物は、開口部38を介して軸方向Dxの下方に設けられた沈殿槽40へ排出される。
- [0052] 開口部38は、開口縁381を有している。端部37は半径方向Drにおいて傾斜しているため、開口縁381は半径方向Drに対して傾斜している。図6に示すように、平面視において、開口部38の面積は、第1筒部材31の面積よりも小さい。中心軸線Cxと直交する平面を見ることを「平面視」という。図6においては、軸方向Dxにおいて、第1筒部材31の端部33側から筒部材30を見ている。
- [0053] ここで、開口部38の面積は、開口縁381に囲われた領域の面積である。第1筒部材31の面積とは、中心軸線Cxと直交する第1筒部材31の断面積のうち、第1筒部材31の内周面311に囲われた領域の面積である。
- [0054] 第2筒部材32の面積は、軸方向Dxにおいて下方に向かうに従い小さくなっている。ここで、第2筒部材32の面積とは、中心軸線Cxと直交する第2筒部材32の断面積のうち、内周面321に囲われた領域の面積である。
- [0055] 次に、沈殿槽40について、説明する。
- 沈殿槽40は、排出口56から排出された液体および異物を貯留する。図1および図2に示すように、沈殿槽40は、槽本体41と、コンベヤ42と、駆動機構43と、邪魔板44と、を備えている。槽本体41は、軸方向Dxにおいて排出口56よりも下方に設けられている。図2および図4に示すように、サイクロン10が沈殿槽40に設けられた際において、第2部材54および筒部材30は、槽本体41の内部に位置している。
- [0056] 槽本体41の内部には、貯留された液体により液面が形成される。図2以

降において、液面を液面L 4として示す。排出口5 6は、液面L 4から所定の間隔を置いて設けられている。軸方向D xにおける液面L 4から端部1 3までの距離を距離H 4とする。一例として、距離H 4は、1 0 0 m m以上であることが好ましい。

[0057] 槽本体4 1には、異物を排出するための搬出路4 1 1が形成されている。搬出路4 1 1は、槽本体4 1の底部4 1 2から斜め上方に延びている。搬出路4 1 1の一端には、異物排出口4 1 3が形成されている。異物排出口4 1 3は、軸方向D xにおいて、液面L 4よりも上方に設けられている。

[0058] 槽本体4 1には、液体排出口4 1 4がさらに形成されている。液体排出口4 1 4は、例えば異物排出口4 1 3から離れた位置に設けられている。液体排出口4 1 4は、槽本体4 1に貯留された液体を槽本体4 1から図示しないタンク等へ排出する。

[0059] 液面L 4が液体排出口4 1 4まで上昇すると、液体が液体排出口4 1 4から排出されるため、液面L 4は液体排出口4 1 4よりも上方に位置しない。液面L 4は、例えば軸方向D xにおける液体排出口4 1 4の位置によって調整することができる。

[0060] コンベヤ4 2は、槽本体4 1から異物を異物回収ボックス2 3へ排出する。図2に示すように、コンベヤ4 2は、搬出路4 1 1に沿って槽本体4 1の底部4 1 2から異物排出口4 1 3にわたって設けられている。

[0061] コンベヤ4 2は、チェーン4 2 1、スプロケット4 2 2、および複数のスクレーパ4 2 3などで構成されている。コンベヤ4 2は、駆動機構4 3によって駆動する。図1で示す例において、駆動機構4 3は、槽本体4 1の外部に設けられている。駆動機構4 3は、例えばモータを駆動源とする。

[0062] 複数のスクレーパ4 2 3は、チェーン4 2 1に沿って所定の間隔で設けられている。槽本体4 1の底部4 1 2に堆積した異物は、コンベヤ4 2の駆動に伴い、スクレーパ4 2 3によって底部4 1 2から搬出路4 1 1を介して異物排出口4 1 3へ送られる。異物排出口4 1 3に到達した異物は、異物回収ボックス2 3に向けて落下する。

- [0063] 邪魔板 44 は、筒部材 30 から排出された異物が液体排出口 414 へ直接流れることを抑制する。図 2 に示す例において、邪魔板 44 は、筒部材 30 と液体排出口 414 との間に位置している。
- [0064] 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。
- [0065] まず、サイクロン本体 11 の内部には、異物を含む液体が導入管 21 を介して導入口 55 から導入される。液体は、導入部 51 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 51 の内周面 511 およびドレン部 52 の内周面 521 に沿って旋回しながら、排出口 56 に向けて下降する。
- [0066] これにより、サイクロン本体 11 の内部には、中心軸線 C X を中心とする下降渦流が発生する。図 3 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、サイクロン本体 11 の内部において下降渦流に基づく遠心力により分離される。
- [0067] 分離された異物は、ドレン部 52 の内周面 521 に集まるとともに、ドレン部 52 の内周面 521 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排出口 56 から液体とともに排出される。排出された異物および液体は、沈殿槽 40 に回収される。一例として、排出口 56 から排出される液体の流量は、毎分 10 L (10 L / min) 以下である。
- [0068] ドレン部 52 の内周面 521 に沿って下降した下降渦流は、排出口 56 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 に沿って排出口 56 からクリーンケース 60 に向かう上昇渦流が形成される。図 3 においては、上昇渦流を矢印 R V で示す。
- [0069] 上昇渦流は、中心軸線 C X を中心とする柱状の空気層と、空気層の周りに形成された液体層と、を含んでいる。空気層は、軸方向 D x に沿って排出口 56 から連通孔 64 を通って気液分離管 71 に向けて延びている。液体層は、空気層の外周面に沿って排出口 56 から気液分離管 71 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。

- [0070] 上昇渦流が気液分離管 7 1 へ流入することで、空気層に沿って排出口 5 6 から気液分離管 7 1 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から気液分離管 7 1 の複数の孔 7 3 を通過して第 1 貯留部 6 6 へ液体が流れる。第 1 貯留部 6 6 へ流入した液体は、内壁 7 2 を越えて第 2 貯留部 6 7 へ流れる。
- [0071] 気液分離管 7 1 から流入した液体は、主に第 1 貯留部 6 6 および第 2 貯留部 6 7 に一時的に貯留される。サイクロン本体 1 1 の内部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 6 0 に貯留された液体には異物がほとんど含まれていない。第 2 貯留部 6 7 に貯留された液体は、排出口 6 5 から排出管 2 2 を介して液体回収タンクへ排出される。
- [0072] 次に、排出口 5 6 から排出された液体について、説明する。
- 排出口 5 6 から排出された液体には、異物が含まれている。液体は、下降渦流によって内周面 5 6 1 に沿って沈殿槽 4 0 へ排出される。内周面 5 6 1 は下方に向かうに従い徐々に大きくなっているため、液体は排出口 5 6 から半径方向 D_r に広がりながら沈殿槽 4 0 へ向けて排出される。
- [0073] 図 4 に示すように、軸方向 D_x における端部 1 3 と液面 L_4 との間において、内周面 3 1 1 は、仮想面 5 6 2 と交差する。仮想面 5 6 2 は、端部 1 3 から内周面 3 1 1 に向けて内周面 5 6 1 を延長した面である。
- [0074] 図 4 においては、排出口 5 6 から排出される液体の流れを矢印で示す。図 4 に示すように、排出される液体の一部は、液面 L_4 へ到達する前に内周面 3 1 1 と衝突する。排出された液体は、内周面 3 1 1 と衝突するため、第 1 筒部材 3 1 の面積よりも広がらない。
- [0075] 内周面 3 1 1 と仮想面 5 6 2 とが交差した位置を位置 P 3 とする。分離装置 1 の消泡構造において、端部 1 3 と液面 L_4 との間に位置 P 3 が位置するように、第 1 筒部材 3 1 の幅 W_1 は設定されている。軸方向 D_x において、位置 P 3 は、端部 3 4 から所定の間隔を置いて設けられる。軸方向 D_x における位置 P 3 から端部 3 4 までの距離を距離 H_3 とする。一例として、距離 H_3 は、40 mm 以上であることが好ましい。

- [0076] さらに、内周面 3 1 1 と衝突すると、液体は減速される。液面 L 4 に到達した際の液体の流速は、排出口 5 6 から排出された際の液体の流速よりも小さい。内周面 3 1 1 と衝突した液体は、内周面 3 1 1 および内周面 3 2 1 に沿って液面 L 4 へ流れる。
- [0077] 内周面 3 2 1 は円錐状に形成されているため、内周面 3 2 1 を介して液体を液面 L 4 に向けて流すことができる。液体が内周面 3 2 1 に沿って流れることで、液体の流速はさらに小さくなる。
- [0078] 分離装置 1 の消泡構造において、図 2 および図 4 に示すように、筒部材 3 0 の一部は、液体に浸かっている。より具体的には、第 2 筒部材 3 2 の一部は液体に浸かっている。軸方向 D x において、第 2 筒部材 3 2 における液体に浸かっている領域は、例えば液体に浸かっていない領域よりも大きい。
- [0079] 開口部 3 8 の観点からみると、開口部 3 8 が液体に浸かっている。開口縁 3 8 1 の全体は、液体に浸かっている。軸方向 D x において、液面 L 4 は、端部 3 7 よりも上方に形成されている。
- [0080] 第 2 筒部材 3 2 の内部に形成された液面 L 4 の面積は、軸方向 D x の液面 L 4 の位置における第 2 筒部材 3 2 の面積と等しい。軸方向 D x の液面 L 4 の位置における第 2 筒部材 3 2 の面積を小さくすることで、排出された液体の液面 L 4 への流入面積は小さくなる。
- [0081] 他の観点からは、軸方向 D x の液面 L 4 の位置における第 2 筒部材 3 2 の面積を小さくすることで、排出された液体と液面 L 4 とが衝突する面積が小さくなる。図 4 に示す例において、第 2 筒部材 3 2 の内部に形成された液面 L 4 の面積は、第 1 筒部材 3 1 の面積よりも小さい。
- [0082] 図 2 に示す例において、第 2 筒部材 3 2 は、開口部 3 8 がコンベヤ 4 2 に向くように設けられている。他の観点からは、開口部 3 8 は、液体排出口 4 1 4 に向いていない。より具体的には、端部 3 7 は、液体排出口 4 1 4 から離れるに従い、軸方向 D x における底部 4 1 2 からの距離が大きくなるように傾いている。
- [0083] 第 2 筒部材 3 2 の端部 3 7 は半径方向 D r に対して傾斜しているため、第

2筒部材32はコンベヤ42のスクレーパ423と干渉しない。端部37とコンベヤ42のスクレーパ423との間には、隙間が形成されている。コンベヤ42の位置に応じて、中心軸線C Xに対する端部37の角度は、適宜変更することができる。

[0084] 図7は、第1実施形態に係る分離装置1の比較例を示す図である。図7に示す分離装置100は、筒部材30を備えていない。図7に示すように、排出口56から排出された液体は、排出口56から大きく広がり、液面L4へ向けて流れる。分離装置100における排出された液体と液面L4とが衝突する面積は、分離装置1における排出された液体と液面L4とが衝突する面積よりも大きくなる。

[0085] 排出口56から排出された液体は、液面L4へ流入する際に泡が発生しやすい。例えば、排出された液体が液面L4へ流入する際に空気を巻き込むことで泡が発生する。排出された液体と液面L4とが衝突する面積が大きくなると、泡は発生しやすくなる。さらに、液体の流速が大きいと、泡は発生しやすくなる。

[0086] 排出された液体には異物が多く含まれているため、発生する泡には異物が付着している。槽本体41で泡が発生すると、液面L4から排出口56の近傍まで泡が形成されるだけでなく、排出口56が泡に浸かる場合がある。分離装置の稼働時において、排出口56の近傍では、上述の上昇渦流の影響により排出口56からサイクロン本体11の内部に向かう流れが発生している。

[0087] そのため、排出口56から泡が吸い込まれ、泡がクリーンケース60の内部へ流入する場合がある。泡には異物が付着しているため、クリーンケース60の内部から排出管22を介して液体回収タンクへ異物が排出される。

[0088] さらに、泡が液体排出口414から排出されたり、泡が槽本体41からオーバーフローしたりすることで沈殿槽40の外部へ泡が排出される場合や、液面L4で発生した泡がコンベヤ42を介して異物排出口413から排出されることで泡が異物回収ボックス23に溜まる場合がある。このように分離装

置における泡の発生は、液体から異物を分離する分離精度の低下の原因となり得る。分離精度は、濾過精度と呼ばれる場合がある。

[0089] 以上のように構成された本実施形態の分離装置1は、排出口56を囲うとともに、排出口56よりも下方に向けて延びる筒部材30を備えている。排出口56を筒部材30によって囲うことで、排出口56から排出された液体が第1筒部材31の内周面311に衝突する。これにより、排出された液体の半径方向Drにおける広がり抑制するとともに、排出された液体を減速させることができる。

[0090] サイクロン10と沈殿槽40と組み合わせて使用した際においては、排出された液体と液面L4とが衝突する面積を小さくすることができるとともに、減速した状態で液体を液面L4に向けて流すことができる。

[0091] 排出口56から筒部材30を介して沈殿槽40へ液体を排出することで、液体が液面L4へ流入する際における泡の発生を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7に示した、筒部材30を備えない分離装置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。分離装置1は、サイクロン10、筒部材30、および沈殿槽40などによって、液体の発泡を抑制するための消泡構造を構成している。すなわち、分離装置1の消泡構造であれば、液体に消泡剤などを添加する必要がなく、液体の発泡を抑制することができる。

[0092] さらに、第1筒部材31と第2部材54との間には周方向θの全体にわたり隙間が形成されている。他の観点からは、第2部材54の外周面541と第1筒部材31の内周面311とは、接していない。

[0093] そのため、筒部材30の内部で泡が発生した場合であっても、分離装置1の稼働時において、泡が第2筒部材32の内周面321および第1筒部材31の内周面311を介して、排出口56からサイクロン本体11の内部へ吸い込まれにくい。

[0094] さらに、筒部材30において、軸方向Dxの液面L4の位置における第2筒部材32の面積は、第1筒部材31の面積よりも小さくなるように構成さ

れている。平面視において、開口部 3 8 の面積は、第 1 筒部材 3 1 の面積よりも小さい。第 2 筒部材 3 2 の幅 W 2 は、開口部 3 8 に向けて徐々に小さくなっている。

[0095] 第 2 筒部材 3 2 の内部に形成された液面 L 4 を第 1 筒部材 3 1 の面積よりも小さくすることで、排出された液体と液面 L 4 とが衝突する面積をさらに小さくすることができる。この結果、液体が液面 L 4 へ流入する際における泡の発生をより抑制することができる。

[0096] 第 2 筒部材 3 2 を設けることで第 1 筒部材 3 1 の内周面 3 1 1 に衝突した液体の流速をさらに小さくすることができるため、より液体を減速した状態で液面 L 4 へ流すことができる。この結果、液体が液面 L 4 へ流入する際における泡の発生をより抑制することができる。

[0097] 開口部 3 8 を液体に浸けることで、筒部材 3 0 の内部で泡が発生した場合であっても、泡が筒部材 3 0 の外部へ広がりにくい。このように、液体の発泡を抑制することで沈殿槽 4 0 から異物のみを異物回収ボックス 2 3 へ排出することができ、分離装置 1 によって異物を効率的に分離することができる。

[0098] 第 1 筒部材 3 1 には、連通孔 3 5 が設けられている。第 1 筒部材 3 1 に連通孔 3 5 を設けることで、分離装置 1 の稼働時において、第 1 筒部材 3 1 および第 2 筒部材 3 2 の内部の圧力は、負圧になりにくい。

[0099] そのため、分離装置 1 の稼働時において、排出口 5 6 から泡を吸い込みにくい。軸方向 D x において、連通孔 3 5 を排出口 5 6 よりも上方に形成することで、連通孔 3 5 を液面 L 4 から離し、筒部材 3 0 の外部で泡が形成されている場合であっても、連通孔 3 5 を介して泡が筒部材 3 0 の内部へ流入しにくい。

[0100] 排出口 5 6 は液面 L 4 から所定の間隔を置いて設けられている。このように排出口 5 6 を液面 L 4 から一定距離以上離すことで、筒部材 3 0 の内部で泡が発生した場合であっても、排出口 5 6 と泡との距離を確保することができる。

[0101] これにより、筒部材 30 による消泡効果を安定して発揮することができるだけでなく、分離装置 1 の稼働時において排出口 56 から泡を吸い込みにくくなる。排出口 56 から泡を吸い込みにくい構造にすることで、分離装置 1 における分離精度は低下しにくくなる。

[0102] 第 2 筒部材 32 の開口部 38 は、液体に浸かっている。これにより、液体中で開口部 38 から異物を槽本体 41 の底部 412 に向けて排出することができるため、液体中における異物の分散を抑制することができる。その結果、図 7 に示した分離装置 100 と比較して、沈殿槽 40 における異物の排出効果および沈殿効果を向上させることができる。

[0103] 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 の消泡構造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。

[0104] [第 2 実施形態]

図 8 は、第 2 実施形態に係る分離装置 1 を示す概略的な側面図である。図 9 は、図 8 における I X 部を示す概略的な部分拡大図である。図 10 は、第 2 実施形態における筒部材 30 を示す概略的な平面図である。第 2 実施形態は、筒部材 30 および沈殿槽 40 が第 1 実施形態と相違する。

[0105] 図 8 に示すように、沈殿槽 40 は、槽本体 41 と、邪魔板 44 と、を備えている。槽本体 41 には、液体排出口 414 が設けられている。沈殿槽 40 は、コンベヤ 42 および駆動機構 43 を備えていない点において第 1 実施形態と相違する。

[0106] 図 9 に示すように、筒部材 30 は、第 1 筒部材 31 と、第 1 筒部材 31 と接続された第 2 筒部材 32 と、を有している。第 2 実施形態における第 1 筒部材 31 は、第 1 実施形態における第 1 筒部材 31 と同形状である。

[0107] 第 2 筒部材 32 は、第 1 筒部材 31 と同軸上に位置している。第 2 筒部材 32 は、円錐台状に形成されている。第 2 筒部材 32 は、軸方向 D x において、第 1 筒部材 31 から下方に向けて延びている。第 2 筒部材 32 は、内周面 321 を有している。内周面 321 は、内周面 311 と周方向 θ にわたり

接続されている。

- [0108] 内周面 3 2 1 は、内周面 3 1 1 との接続箇所から下方に向けて延びる円錐面状に形成されている。半径方向 D_r における第 2 筒部材 3 2 の幅 W_2 は、開口部 3 8 に向けて徐々に小さくなっている。図 10 に示すように、平面視において、開口部 3 8 の面積は、第 1 筒部材 3 1 の面積よりも小さい。
- [0109] 第 2 実施形態における第 2 筒部材 3 2 の端部 3 7 は、半径方向 D_r と平行である。他の観点からは、第 2 筒部材 3 2 の端部 3 7 は、中心軸線 C_X に対して直交している。沈殿槽 4 0 は、コンベヤ 4 2 を備えていないため、第 2 筒部材 3 2 の端部 3 7 がスクレーパ 4 2 3 と干渉することがない。
- [0110] 図 8 および図 9 に示すように、第 2 筒部材 3 2 の一部は液体に浸かっている。軸方向 D_x において、第 2 筒部材 3 2 における液体に浸かっている領域は、例えば液体に浸かっていない領域よりも大きい。
- [0111] 開口部 3 8 の観点からみると、開口部 3 8 が液体に浸かっている。開口縁 3 8 1 の全体は、液体に浸かっている。軸方向 D_x において、液面 L_4 は、端部 3 7 よりも上方に形成されている。
- [0112] 第 2 筒部材 3 2 の内部に形成された液面 L_4 の面積は、軸方向 D_x の液面 L_4 の位置における第 2 筒部材 3 2 の面積と等しい。軸方向 D_x の液面 L_4 の位置における第 2 筒部材 3 2 の面積を小さくすることで、排出された液体の液面 L_4 への流入面積は小さくなる。
- [0113] 第 2 実施形態に係る分離装置 1 の消泡構造の構成においても、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。第 2 実施形態の筒部材 3 0 であれば、第 2 筒部材 3 2 の端部 3 7 が半径方向 D_r と平行であるため、排出される異物を槽本体 4 1 の底部 4 1 2 に向けて排出しやすく、沈殿槽 4 0 における異物の排出効果および沈殿効果をより向上させることができる。
- [0114] さらに、第 2 実施形態における筒部材 3 0 は、端部 3 7 が半径方向 D_r に対して傾斜していないため、第 1 実施形態における筒部材 3 0 よりも製作しやすい。その結果、第 2 実施形態における筒部材 3 0 は、第 1 実施形態における筒部材 3 0 より安価に製作することができる。

[0115] なお、第1筒部材31の幅W1は、軸方向D×において下方に向かうに従い小さくなくてもよい。なお、第2筒部材32の幅W2は、軸方向D×において下方に向かうに従い単調に小さくなくてもよいし、軸方向D×において幅W2が一定の部分の有してもよい。第2筒部材32は、幅W2が幅W1よりも小さい円筒状に形成されてもよい。

[0116] なお、軸方向D×の第1筒部材31の長さは、軸方向D×の第2筒部材32の長さよりも短くてもよいし、軸方向D×の第2筒部材32の長さと等しくてもよい。第1筒部材31の長さおよび第2筒部材32の長さは、液面L4などとの関係において、適宜変更することができる。

[0117] なお、第1筒部材31および第2筒部材32の形状は、中心軸線C×と直交する断面形状が円形状以外にも、多角形状でもよい。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

[0118] 1…分離装置、10…サイクロン、30…筒部材、31…第1筒部材、32…第2筒部材、38…開口部、40…沈殿槽、55…導入口、56…排出口。

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を含む導入部と、下端に設けられ前記液体および前記異物を排出するための排出口を含むドレン部と、を有し、前記内部で前記液体を旋回させるサイクロンと、

前記中心軸線から離れる半径方向に間隔を置いて前記排出口を囲うとともに、前記サイクロンの延在方向において前記排出口よりも下方に向けて延びる筒部材と、を備え、

前記ドレン部は、前記導入部と接続された第1部材と、前記第1部材と接続され、前記排出口が設けられた第2部材と、前記第1部材から前記第2部材にわたり形成され、前記延在方向において下方に向かうに従い内径が小さくなる第1内周面と、を有し、

前記排出口は、前記第1内周面と接続され、前記延在方向において前記第1内周面から下方に向かうに従い内径が大きくなる第2内周面を有し、

前記筒部材は、前記排出口を囲う第3内周面と、一端に設けられ、前記異物が通過する開口部と、を有し、

前記延在方向に沿って前記第2内周面を前記第3内周面に向けて延長した仮想面は、前記第3内周面と交差し、

前記排出口から排出された前記液体および前記異物は、前記開口部を介して下方に向けて排出される、

分離装置の消泡構造。

[請求項2] 前記筒部材は、前記第3内周面を有する第1筒部材と、前記第1筒部材と接続され前記延在方向において下方に向けて延びる第2筒部材と、を有し、

前記第2筒部材において、前記開口部は、前記第1筒部材と接続された端部の反対側の端部に設けられ、

平面視において、前記開口部の面積は、前記第1筒部材の面積より

も小さい、

請求項 1 に記載の分離装置の消泡構造。

[請求項3] 前記中心軸線に沿う断面において、前記半径方向における前記第 2 筒部材の幅は、前記開口部に向けて小さくなっている、

請求項 2 に記載の分離装置の消泡構造。

[請求項4] 前記筒部材は、前記筒部材の内部と外部とを連通する連通孔をさらに有し、

前記連通孔は、前記延在方向において前記排出口よりも上方に位置している、

請求項 1 に記載の分離装置の消泡構造。

[請求項5] 前記導入部および前記第 1 部材を囲う側壁と、前記側壁と接続された底壁と、を有するカバーをさらに備え、

前記筒部材は、前記底壁と接続されている、

請求項 1 に記載の分離装置の消泡構造。

[請求項6] 前記延在方向において前記排出口よりも下方に設けられ、前記排出口から排出される前記液体および前記異物を貯留するための沈殿槽をさらに備える、

請求項 1 に記載の分離装置の消泡構造。

[請求項7] 前記排出口は、前記延在方向において前記沈殿槽の液面から間隔を置いて設けられ、

前記仮想面と前記第 3 内周面とが交差した位置は、前記延在方向において前記液面よりも上方に位置している、

請求項 6 に記載の分離装置の消泡構造。

[請求項8] 前記開口部は、前記沈殿槽に貯留された前記液体に浸かっている、
請求項 6 に記載の分離装置の消泡構造。