

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2025-509331
(P2025-509331A)

(43)公表日 令和7年4月11日(2025.4.11)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
B 0 1 D 29/11 (2006.01)	B 0 1 D 29/10	5 1 0 C 4 D 0 3 1
B 0 1 D 45/12 (2006.01)	B 0 1 D 29/10	5 3 0 A 4 D 0 5 8
B 0 1 D 46/24 (2006.01)	B 0 1 D 45/12	4 D 1 1 6
	B 0 1 D 46/24	B

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全97頁)

(21)出願番号 特願2024-553539(P2024-553539)	(71)出願人 523146627 クリーナー・インコーポレイテッド アメリカ合衆国オハイオ州44106, クリーブランド, セダー・アヴェニュー 11201番, #708
(86)(22)出願日 令和4年12月29日(2022.12.29)	
(85)翻訳文提出日 令和6年11月1日(2024.11.1)	
(86)国際出願番号 PCT/US2022/082570	
(87)国際公開番号 WO2023/172344	
(87)国際公開日 令和5年9月14日(2023.9.14)	(74)代理人 100131451 弁理士 津田 理
(31)優先権主張番号 63/318,043	(74)代理人 100167933 弁理士 松野 知紘
(32)優先日 令和4年3月9日(2022.3.9)	(74)代理人 100184181 弁理士 野本 裕史
(33)優先権主張国・地域又は機関 米国(US)	(74)代理人 100220423 弁理士 榊間 城作
(31)優先権主張番号 63/328,011	(72)発明者 ペニントン, マクスウェル ティー. アメリカ合衆国 45243 オハイオ州
(32)優先日 令和4年4月6日(2022.4.6)	最終頁に続く
(33)優先権主張国・地域又は機関 米国(US)	
(31)優先権主張番号 63/370,043	
最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 渦流クロスフロー濾過システム

(57)【要約】

濾過を含むシステムおよび方法が開示される。濾過装置は、第1の開口部、第2の開口部、および渦流フィルタを含み、渦流フィルタはリブを含む。リブは、濾過された粒子を懸濁状態に保ち、第1の開口部から第2の開口部まで延在する流路を提供するために渦流を生成するように構成されてもよい。濾過装置は、渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲むフィルタ媒体を横切る流路に沿ったクロスフロー濾過によって流体から粒子を濾過することができる。濾過装置は、実施例1または実施例2のいずれかの方法を使用して測定した場合、10ミクロンまで後濾過した場合、質量でマイクロプラスチックの質量の90%を超えるフィルタで有効であり得る。濾過装置は、50 cm/秒を超える流速または100 cm/秒を超える流速などの高速流速で流体から粒子を濾過するのに有効であり得る。

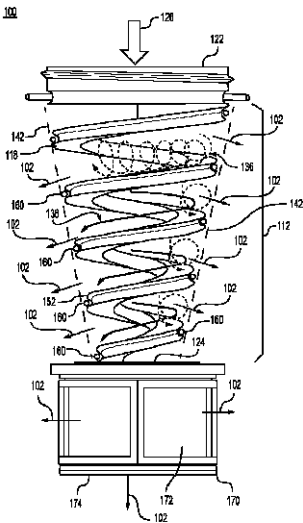


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

濾過装置であって、

第 1 の開口部および第 2 の開口部と、

前記第 1 の開口部から前記第 2 の開口部に向かって延在する流体を受け取るための渦流フィルタであって、前記渦流フィルタが、前記第 1 の開口部を介して前記渦流フィルタに入る前記受け取った流体に渦流を生成するように構成され、前記第 1 の開口部と前記第 2 の開口部との間の前記渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲むフィルタ媒体を通して前記渦流フィルタの側面から濾過された流体が出るように構成され、濾過された材料が、前記第 2 の開口部で前記渦流フィルタから実質的に出る、渦流フィルタと、

10

を含む、濾過装置。

【請求項 2】

前記渦流フィルタが、前記第 1 の開口部から前記第 2 の開口部まで連続的に延在する少なくとも 1 つのリブを含む、請求項 1 に記載の濾過装置。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つのリブが、前記渦流に懸濁した濾過された粒子を流路に沿って前記第 2 の開口部に導くように構成された前記流路を形成する、請求項 2 に記載の濾過装置。

【請求項 4】

前記流路が、前記第 1 の開口部から前記第 2 の開口部まで実質的に連続している、請求項 2 または 3 に記載の濾過装置。

20

【請求項 5】

前記流路が、前記第 2 の開口部に向かう前記流路に沿った前記濾過された材料の流れを阻害しないように構成される、請求項 3 または 4 に記載の濾過装置。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つのリブが、減少する半径で前記第 1 の開口部から前記第 2 の開口部まで螺旋状になっている、請求項 2 から 5 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 7】

前記第 1 の開口部が、前記第 2 の開口部の断面積よりも大きい断面積を有する、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 8】

前記渦流フィルタが先細コイルを含む、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の濾過装置。

30

【請求項 9】

前記フィルタ媒体が、前記流体中に懸濁した前記濾過された材料中の固体が前記フィルタ媒体を通過するのを阻止するように構成された多孔質材料を含む、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 10】

前記第 2 の開口部に配置された収集ユニットをさらに含み、前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体を収集するように構成される、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の濾過装置。

40

【請求項 11】

前記収集ユニットが、締結機構を介して前記濾過装置に締結されるように構成された取り外し可能な収集ユニットを含む、請求項 10 に記載の濾過装置。

【請求項 12】

前記収集ユニットがデッドエンドフィルタを含み、前記デッドエンドフィルタが、

前記流体から濾過された固体を捕捉するように構成された収集ユニットフィルタ媒体と、

、

前記流体が流れることを可能にするように構成された収集ユニット出口と、

を含む、請求項 10 または 11 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 13】

50

前記収集ユニットが第２段階濾過装置である、請求項１０から１２のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１４】

前記渦流フィルタが、終点を含む約０．１～１０．０の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する、請求項１から１３のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１５】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約１．０～１０．０の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する、請求項１から１４のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１６】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約１．０～６．０の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する、請求項１から１５のいずれか一項に記載の濾過装置。 10

【請求項１７】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約２．０～５．０の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する、請求項１から１６のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１８】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約３．０～４．０の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する、請求項１から１７のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１９】

前記渦流フィルタが、

前記少なくとも１つのリブがリブ幅を有し、

前記少なくとも１つのリブがリブ高さを有し、

前記先細部が、前記少なくとも１つのリブの隣接する回転部の間にスロット高さを有し

20

、
前記渦流フィルタが螺旋高さを有し、

前記渦流フィルタが螺旋ピッチを有し、

前記スロット高さ、前記リブ幅、前記リブ高さ、前記螺旋高さ、および前記螺旋ピッチが、前記流体から前記リブに沿って前記第２の開口部に向かって濾過される粒子を案内するために、粒子流路に沿って渦流を生成するように構成されたリブ重なりを生成するように構成される、ように構成される、請求項２から１８のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項２０】

前記渦流フィルタが、前記フィルタ媒体にわたってクロスフロー濾過領域を提供するように構成される、請求項１から１９のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項２１】

前記渦流フィルタが可変ピッチを有する、請求項１から２０のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項２２】

前記流体が液体である、請求項１から２１のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項２３】

前記流体が気体である、請求項１から２１のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項２４】

前記流体が、洗濯機排出流体または生体流体を含む、請求項１から２１のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項２５】

ハウジングをさらに含み、前記フィルタ媒体が前記ハウジングに組み込まれている、請求項１から２４のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項２６】

前記渦流フィルタを収容するように構成されたハウジングをさらに含み、前記フィルタ媒体が前記ハウジングと前記渦流フィルタとの間に締結される、請求項１から２４のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項２７】

50

前記渦流フィルタを前記フィルタ媒体に対して封止するように構成されたガスケットをさらに含む、請求項 1 から 26 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 28】

前記流体を前記第 1 の開口部に導くように構成された入口開口部と、濾過された流体をエンクロージャから導くように構成された出口開口部と、を含む前記エンクロージャと、前記流体から濾過された粒子を収集するように構成され、前記エンクロージャから取り外し可能である粒子収集部材と、

をさらに含む、請求項 1 から 27 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 29】

前記粒子収集部材が取り外されたときに流体が前記エンクロージャ内に残るように、前記粒子収集部材が、前記エンクロージャから取り外されるように構成される、請求項 28 に記載の濾過装置。

10

【請求項 30】

前記渦流フィルタおよび前記フィルタ媒体を浄化するように構成された掻き取り機構をさらに含む、請求項 1 から 29 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 31】

洗濯機からの排出流体を濾過するように構成される、請求項 1 から 30 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 32】

前記濾過装置が、前記排出流体からマイクロプラスチックを濾過するように構成される、請求項 31 に記載の濾過装置。

20

【請求項 33】

前記濾過装置が、前記洗濯機が 4 負荷以上の洗濯物を完了した後に、前記排出流体から前記マイクロプラスチックの少なくとも 75 % を濾過するように構成される、請求項 32 に記載の濾過装置。

【請求項 34】

流体から固体を濾過するための方法であって、

渦流フィルタを含む濾過装置を通して前記渦流フィルタに沿って第 1 の開口部から第 2 の開口部に流体を流すことであって、前記渦流フィルタが少なくとも 1 つのリブを含む、流体を流すことと、

30

前記第 1 の開口部から前記第 2 の開口部まで前記少なくとも 1 つのリブに沿って粒子流路を流れる前記少なくとも 1 つのリブに沿って前記流体内に渦流を発生させることと、

前記渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲むフィルタ媒体を通して前記流体を流すことによって前記流体から粒子を濾過することと、

を含む方法。

【請求項 35】

前記粒子流路が、前記濾過された粒子を前記リブに沿って前記第 2 の開口部に向かって導く、請求項 34 に記載の方法。

【請求項 36】

前記粒子流路が、前記第 1 の開口部と前記第 2 の開口部との間で実質的に連続している、請求項 34 または 35 のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 37】

前記粒子流路が、前記第 2 の開口部に向かう前記粒子流路に沿った粒子の流れを阻害しないように構成されている、請求項 34 から 36 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 38】

前記少なくとも 1 つのリブが、減少する半径で前記第 1 の開口部から前記第 2 の開口部まで螺旋状になっている、請求項 34 から 37 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 39】

前記第 1 の開口部が、前記第 2 の開口部の断面積よりも大きい断面積を有する、請求項 34 から 38 のいずれか一項に記載の方法。

50

【請求項 40】

前記渦流フィルタが先細コイルを含む、請求項 34 から 39 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 41】

前記フィルタ媒体が、前記流体中に懸濁した固体が前記フィルタ媒体を通過するのを阻止するように構成された多孔質材料を含む、請求項 34 から 40 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 42】

前記濾過された粒子を、前記第 2 の開口部に配置された収集ユニットに収集することをさらに含む、請求項 34 から 41 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 43】

前記収集ユニットが、締結機構を介して前記第 2 の開口部に締結されるように構成された取り外し可能な収集ユニットを含む、請求項 42 に記載の方法。

【請求項 44】

前記収集ユニットが、前記濾過された流体が前記収集ユニットを通して流れることを可能にするようにさらに構成される、請求項 42 または 43 に記載の方法。

【請求項 45】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体を捕捉するように構成されたさらなるフィルタ媒体を含むデッドエンドフィルタを含む、請求項 42 から 44 のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項 46】

前記収集ユニットが第 2 段階濾過装置を含む、請求項 42 から 44 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 47】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 70 % を収集する、請求項 42 から 46 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 48】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 75 % を収集する、請求項 42 から 47 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 49】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 80 % を収集する、請求項 42 から 48 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 50】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 85 % を収集する、請求項 42 から 49 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 51】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 90 % を収集する、請求項 42 から 50 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 52】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 91 % を収集する、請求項 42 から 51 のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 53】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 92 % を収集する、請求項 42 から 52 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 54】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 93 % を収集する、請求項 42 から 53 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 55】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 94 % を収集する、請求項 42 から 54 のいずれか一項に記載の方法。

50

【請求項 56】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも95%を収集する、請求項42から55のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 57】

前記渦流フィルタが、終点を含む約0.1～10.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する、請求項34から56のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 58】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約1.0～10.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する、請求項34から57のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 59】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約1.0～6.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する、請求項34から58のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 60】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約2.0～5.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する、請求項34から59のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 61】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約3.0～4.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する、請求項34から60のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 62】

前記渦流フィルタの前記外周の少なくとも一部を取り囲む前記フィルタ媒体を通して前記流体を流すことによって前記流体から粒子を濾過することが、前記フィルタ媒体にわたってクロスフロー濾過領域を提供することを含む、請求項34から61のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 63】

前記渦流フィルタが可変ピッチを有する、請求項34から62のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 64】

前記流体が液体である、請求項34から63のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 65】

前記流体が気体である、請求項34から63のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 66】

前記流体が洗濯機排出流体を含む、請求項34から65のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 67】

前記フィルタ媒体が、ハウジングによって前記渦流フィルタに締結される、請求項34から66のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 68】

前記渦流フィルタが、前記渦流フィルタを前記フィルタ媒体に対して封止するように構成されたガasketを含む、請求項34から67のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 69】

前記流体を前記第1の開口部に導くように構成された入口開口部と、濾過された流体を前記エンクロージャから導くように構成された出口開口部と、を含むエンクロージャ内に前記濾過装置を収容することと、

前記濾過された粒子を粒子収集ユニットに収集することと、

をさらに含む、請求項34から68のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 70】

前記粒子収集ユニットが取り外されたときに流体が前記エンクロージャ内に残るように、前記粒子収集ユニットが、前記エンクロージャから取り外されるように構成される、請求項69に記載の方法。

【請求項 71】

掻き取り機構を使用して前記渦流フィルタおよび前記フィルタ媒体を浄化することをさ

10

20

30

40

50

らに含む、請求項 34 から 70 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 72】

50 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給すること
をさらに含む、請求項 34 から 71 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 73】

70 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給すること
をさらに含む、請求項 34 から 72 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 74】

90 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給すること
をさらに含む、請求項 34 から 73 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 75】

120 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給すること
をさらに含む、請求項 34 から 74 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 76】

140 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給すること
をさらに含む、請求項 34 から 75 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 77】

前記固体が、マイクロプラスチックを含み、前記濾過することが、実施例 1 の方法を使用して測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、前記マイクロプラスチックの質量の 80 % を超える量を濾過する、請求項 34 から 76 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 78】

前記固体が、マイクロプラスチックを含み、前記濾過することが、実施例 1 の方法を使用して測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、前記マイクロプラスチックの質量の 85 % を超える量を濾過する、請求項 34 から 77 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 79】

前記固体が、マイクロプラスチックを含み、前記濾過することが、実施例 1 の方法を使用して測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、前記マイクロプラスチックの質量の 90 % を超える量を濾過する、請求項 34 から 78 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 80】

液体から粒子を濾過するための方法であって、

渦流フィルタを含む濾過装置の第 1 の開口部に前記液体を供給することと、

流体が流れる、減少する内部断面を有するリブを介して、前記渦流フィルタ内に渦流を生成することと、

前記渦流中に懸濁した粒子を前記濾過装置の第 2 の開口部に向けて導くための流路を前記リブに沿って設けることと、

前記流路に隣接するフィルタ媒体を通して濾過された流体を濾過することと、
を含む方法。

【請求項 81】

前記流路が、前記第 1 の開口部と前記第 2 の開口部との間で実質的に連続している、請求項 80 に記載の方法。

【請求項 82】

前記流路が、前記第 2 の開口部に向かう前記流路に沿った粒子の流れを阻害しないように構成される、請求項 80 または 81 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 83】

前記リブが、減少する半径で前記第 1 の開口部から前記第 2 の開口部まで螺旋状になっている、請求項 80 から 82 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 84】

前記第 1 の開口部が、前記第 2 の開口部の断面積よりも大きい断面積を有する、請求項 80 から 83 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 85】

10

20

30

40

50

前記渦流フィルタが螺旋構成を有する、請求項 80 から 84 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 86】

前記フィルタ媒体が、前記流体中に懸濁した固体が前記フィルタ媒体を通過するのを阻止するように構成された多孔質材料を含む、請求項 80 から 85 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 87】

前記濾過された粒子を、前記第 2 の開口部に配置された収集ユニットに収集することをさらに含む、請求項 80 から 86 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 88】

前記収集ユニットが、締結機構を介して前記第 2 の開口部に締結されるように構成された取り外し可能な収集ユニットを含む、請求項 87 に記載の方法。

【請求項 89】

前記収集ユニットが、前記濾過された流体が前記収集ユニットを流れて流れることを可能にするようにさらに構成される、請求項 87 または 88 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 90】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体を捕捉するように構成されたさらなるフィルタ媒体を含むデッドエンドフィルタを含む、請求項 87 から 89 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 91】

前記収集ユニットが第 2 段階濾過装置を含む、請求項 87 から 90 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 92】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 70 % を収集する、請求項 88 から 91 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 93】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 75 % を収集する、請求項 88 から 92 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 94】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 80 % を収集する、請求項 88 から 93 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 95】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 85 % を収集する、請求項 88 から 94 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 96】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 90 % を収集する、請求項 88 から 95 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 97】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 91 % を収集する、請求項 88 から 96 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 98】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 92 % を収集する、請求項 88 から 97 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 99】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 93 % を収集する、請求項 88 から 98 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 100】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 94 % を収集する、請求項 88 から 99 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 101】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 95% を収集する、請求項 88 から 100 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 102】

前記渦流フィルタが、終点を含む約 0.1 ~ 10.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 80 から 85 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 103】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約 0.1 ~ 10.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 80 から 85 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 104】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約 1.0 ~ 6.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 80 から 85 のいずれか一項に記載の方法。 10

【請求項 105】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約 2.0 ~ 5.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 80 から 85 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 106】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約 3.0 ~ 4.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 80 から 85 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 107】

前記渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲む前記フィルタ媒体を通して前記流体を流すことによって前記流体から粒子を濾過することが、前記フィルタ媒体にわたってクロスフロー濾過領域を提供することを含む、請求項 80 から 85 のいずれか一項に記載の方法。 20

【請求項 108】

前記渦流フィルタが可変ピッチを有する、請求項 80 から 85 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 109】

前記流体が液体である、請求項 80 から 108 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 110】

前記流体が気体である、請求項 80 から 108 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 111】

前記流体が洗濯機排出流体を含む、請求項 80 から 108 のいずれか一項に記載の方法。 30

【請求項 112】

前記フィルタ媒体が、ハウジングによって前記渦流フィルタに締結される、請求項 80 から 111 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 113】

前記渦流フィルタが、前記渦流フィルタを前記フィルタ媒体に対して封止するように構成されたガasketを含む、請求項 80 から 112 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 114】

前記流体を前記第 1 の開口部に導くように構成された入口開口部と、濾過された流体を前記エンクロージャから導くように構成された出口開口部と、を含むエンクロージャ内に前記濾過装置を収容することと、 40

前記濾過された粒子を粒子収集ユニットに収集することと、

をさらに含む、請求項 80 から 113 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 115】

前記粒子収集ユニットが取り外されたときに流体が前記エンクロージャ内に残るように、前記粒子収集ユニットが、前記エンクロージャから取り外されるように構成される、請求項 114 に記載の方法。

【請求項 116】

掻き取り機構を使用して前記渦流フィルタおよび前記フィルタ媒体を浄化することをさ 50

らに含む、請求項 80 から 115 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 117】

50 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給すること
をさらに含む、請求項 80 から 116 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 118】

70 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給すること
をさらに含む、請求項 80 から 117 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 119】

90 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給すること
をさらに含む、請求項 80 から 118 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 120】

120 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給すること
をさらに含む、請求項 80 から 118 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 121】

140 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給すること
をさらに含む、請求項 80 から 118 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 122】

前記固体がマイクロプラスチックを含み、前記濾過することが、実施例 1 の方法を使用して測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、前記マイクロプラスチックの質量の 80 % を超える量を濾過する、請求項 80 から 121 のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項 123】

前記固体が、マイクロプラスチックを含み、前記濾過することが、実施例 1 の方法を使用して測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、前記マイクロプラスチックの質量の 85 % を超える量を濾過する、請求項 80 から 121 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 124】

前記固体が、マイクロプラスチックを含み、前記濾過することが、実施例 1 の方法を使用して測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、前記マイクロプラスチックの質量の 90 % を超える量を濾過する、請求項 80 から 121 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 125】

濾過装置であって、

第 1 の開口部と、第 2 の開口部と、リブと、前記第 1 の開口部と前記第 2 の開口部との間のクロスフロー濾過領域と、を含む渦流フィルタと、

終点を含む 0.1 ~ 1.0 の範囲内の内部レーカ減速比 β / α を有する先細螺旋コイルと

、

を含み、

前記渦流フィルタが、前記第 1 の開口部を介して前記渦流フィルタに入る流体中に渦流を生成するように構成され、前記濾過された流体が前記クロスフロー濾過領域のフィルタ媒体を通して出るように構成され、

40

前記渦流フィルタが、濾過された粒子が前記第 2 の開口部で実質的に前記渦流フィルタを出るように構成される、濾過装置。

【請求項 126】

前記リブが、前記第 1 の開口部から前記第 2 の開口部まで連続的に延在する、請求項 125 に記載の濾過装置。

【請求項 127】

前記リブが、前記渦流に懸濁した濾過された粒子を流路に沿って前記第 2 の開口部に導くように構成された前記流路を形成する、請求項 125 または 126 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 128】

50

前記流路が、前記第１の開口部から前記第２の開口部まで実質的に連続している、請求項１２５から１２７のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１２９】

前記流路が、前記第２の開口部に向かう前記流路に沿った粒子の流れを阻害しないように構成される、請求項１２５から１２８のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１３０】

前記リブが、減少する半径で前記第１の開口部から前記第２の開口部まで螺旋状になっている、請求項１２５から１２９のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１３１】

前記第１の開口部が、前記第２の開口部の断面積よりも大きい断面積を有する、請求項１２５から１３０のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１３２】

前記渦流フィルタが先細コイルを含む、請求項１２５から１３１のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１３３】

前記フィルタ媒体が、前記流体中に懸濁した固体が前記フィルタ媒体を通過するのを阻止するように構成された多孔質材料を含む、請求項１２５から１３２のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１３４】

前記第２の開口部に配置された収集ユニットをさらに含み、前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体を収集するように構成される、請求項１２５から１３３のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１３５】

前記収集ユニットが、締結機構を介して前記濾過装置に締結されるように構成された取り外し可能な収集ユニットを含む、請求項１３４に記載の濾過装置。

【請求項１３６】

前記収集ユニットがデッドエンドフィルタを含み、前記デッドエンドフィルタが、前記流体から濾過された固体を捕捉するように構成されたさらなるフィルタ媒体と、前記流体が流れることを可能にするように構成された収集ユニット出口と、を含む、請求項１３４または１３５に記載の濾過装置。

【請求項１３７】

前記収集ユニットが第２段階濾過装置である、請求項１３４から１３６のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１３８】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも７０％を収集する、請求項１３４から１３７のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１３９】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも７５％を収集する、請求項１３４から１３７のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１４０】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも８０％を収集するように構成される、請求項１３４から１３７のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１４１】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも８５％を収集するように構成される、請求項１３４から１３７のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１４２】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも９０％を収集するように構成される、請求項１３４から１３７のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項１４３】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも９１％を収集するよう

10

20

30

40

50

に構成される、請求項 1 3 4 から 1 3 7 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 4 4】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 9 2 % を収集するように構成される、請求項 1 3 4 から 1 3 7 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 4 5】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 9 3 % を収集するように構成される、請求項 1 3 4 から 1 3 7 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 4 6】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 9 4 % を収集するように構成される、請求項 1 3 4 から 1 3 7 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 4 7】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 9 5 % を収集するように構成される、請求項 1 3 4 から 1 3 7 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 4 8】

前記レーカ減少比 β / α が、前記終点を含めて約 1 . 0 ~ 1 0 . 0 の範囲にある、請求項 1 2 5 から 1 4 7 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 4 9】

前記レーカ減少比 β / α が、前記終点を含めて約 1 . 0 ~ 6 . 0 の範囲にある、請求項 1 2 5 から 1 4 7 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 5 0】

前記レーカ減少比 β / α が、前記終点を含めて約 2 . 0 ~ 5 . 0 の範囲にある、請求項 1 2 5 から 1 4 7 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 5 1】

前記レーカ減少比 β / α が、前記終点を含めて約 3 . 0 ~ 4 . 0 の範囲にある、請求項 1 2 5 から 1 4 7 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 5 2】

前記渦流フィルタが、

前記リブがリブ幅を有し、

前記リブがリブ高さを有し、

前記渦流フィルタが前記リブの隣接する回転部の間にスロット高さを有し、

前記渦流フィルタが螺旋高さを有し、

前記渦流フィルタが螺旋ピッチを有し、

前記スロット高さ、リブ幅、リブ高さ、螺旋高さ、および螺旋ピッチが、前記流体から前記リブに沿って前記第 2 の開口部に向かって濾過される粒子を案内するために、前記渦流を生成するように構成されたリブ重なりを生成するように構成される、ように構成される、請求項 1 2 5 から 1 4 7 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 5 3】

前記渦流フィルタが、前記フィルタ媒体にわたってクロスフロー濾過領域を提供するように構成される、請求項 1 2 5 から 1 5 2 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 5 4】

前記渦流フィルタが可変ピッチを有する、請求項 1 2 5 から 1 5 3 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 5 5】

前記流体が液体である、請求項 1 2 5 から 1 5 3 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 5 6】

前記流体が気体である、請求項 1 2 5 から 1 5 3 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 5 7】

前記流体が洗濯機排出流体を含む、請求項 1 2 5 から 1 5 3 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 5 8】

10

20

30

40

50

ハウジングをさらに含み、前記フィルタ媒体が前記ハウジングに組み込まれている、請求項 1 2 5 から 1 5 3 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 5 9】

前記渦流フィルタを収容するように構成されたハウジングをさらに含み、前記フィルタ媒体が前記ハウジングと前記渦流フィルタとの間に締結される、請求項 1 2 5 から 1 5 8 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 6 0】

前記渦流フィルタを前記フィルタ媒体に対して封止するように構成されたガasket をさらに含む、請求項 1 2 5 から 1 5 9 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 6 1】

前記流体を前記第 1 の開口部に導くように構成された入口開口部と、濾過された流体をエンクロージャから導くように構成された出口開口部と、を含む前記エンクロージャと、

前記流体から濾過された粒子を収集するように構成され、前記エンクロージャから取り外し可能である粒子収集部材と、

をさらに含む、請求項 1 2 5 から 1 5 9 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 6 2】

前記粒子収集部材が取り外されたときに流体が前記エンクロージャ内に残るように、前記粒子収集部材が、前記エンクロージャから取り外されるように構成される、請求項 1 6 1 に記載の濾過装置。

【請求項 1 6 3】

前記渦流フィルタおよび前記フィルタ媒体を浄化するように構成された掻き取り機構をさらに含む、請求項 1 2 5 から 1 6 2 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 1 6 4】

流体から粒子を濾過するための方法であって、

第 1 の開口部と、第 2 の開口部と、リブと、前記第 1 の開口部と前記第 2 の開口部との間のクロスフロー濾過領域と、を含む渦流フィルタを提供することと、

流体から濾過される粒子を含む前記流体を、50 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に供給することと、

前記リブに沿って前記クロスフロー濾過領域の前記第 1 の開口部から前記第 2 の開口部への方向に粒子濾過経路内の前記流体中に渦流を生成することと、

前記渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲むフィルタ媒体を通して前記流体を流すことによって、前記粒子濾過経路に沿って前記流体から前記粒子を濾過することと、

前記第 2 の開口部で前記渦流フィルタから前記濾過された粒子を除去することと、

を含む方法。

【請求項 1 6 5】

前記粒子濾過経路が、前記濾過された粒子を前記リブに沿って前記第 2 の開口部の方に導く、請求項 1 6 4 に記載の方法。

【請求項 1 6 6】

前記粒子濾過経路が、前記第 1 の開口部と前記第 2 の開口部との間で実質的に連続している、請求項 1 6 4 または 1 6 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 6 7】

前記粒子濾過経路が、前記粒子濾過経路に沿って前記第 2 の開口部に向かう粒子の流れを阻害しないように構成されている、請求項 1 6 4 から 1 6 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 6 8】

前記リブが、減少する半径で前記第 1 の開口部から前記第 2 の開口部まで螺旋状になっている、請求項 1 6 4 から 1 6 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 6 9】

前記第 1 の開口部が、前記第 2 の開口部の断面積よりも大きい断面積を有する、請求項 1 6 7 または 1 6 8 のいずれか一項に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 170】

前記渦流フィルタが先細コイルを含む、請求項 164 から 169 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 171】

前記フィルタ媒体が、前記流体中に懸濁した固体が前記フィルタ媒体を通過するのを阻止するように構成された多孔質材料を含む、請求項 164 から 170 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 172】

前記濾過された粒子を、前記第 2 の開口部に配置された収集ユニットに収集することをさらに含む、請求項 164 から 171 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 173】

前記収集ユニットが、締結機構を介して前記第 2 の開口部に締結されるように構成された取り外し可能な収集ユニットを含む、請求項 172 に記載の方法。

【請求項 174】

前記収集ユニットが、前記濾過された流体が前記収集ユニットを通して流れることを可能にするようにさらに構成される、請求項 172 または 173 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 175】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体を捕捉するように構成されたさらなるフィルタ媒体を含むデッドエンドフィルタを含む、請求項 172 から 174 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 176】

前記収集ユニットが第 2 段階濾過装置を含む、請求項 172 から 175 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 177】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 70 % を収集する、請求項 172 から 176 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 178】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 75 % を収集する、請求項 172 から 176 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 179】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 80 % を収集する、請求項 172 から 176 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 180】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 85 % を収集する、請求項 172 から 176 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 181】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 90 % を収集する、請求項 172 から 176 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 182】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 91 % を収集する、請求項 172 から 176 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 183】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 92 % を収集する、請求項 172 から 176 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 184】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 93 % を収集する、請求項 172 から 176 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 185】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 94 % を収集する、請

10

20

30

40

50

求項 172 から 176 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 186】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 95% を収集する、請求項 172 から 176 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 187】

前記渦流フィルタが、終点を含む約 0.1 ~ 10.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 164 から 186 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 188】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約 1.0 ~ 10.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 164 から 186 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 189】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約 1.0 ~ 6.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 164 から 186 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 190】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約 2.0 ~ 5.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 164 から 186 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 191】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約 3.0 ~ 4.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 164 から 186 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 192】

前記渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲む前記フィルタ媒体を通して前記流体を流すことによって前記流体から粒子を濾過することが、前記フィルタ媒体にわたってクロスフロー濾過領域を提供することを含む、請求項 164 から 186 のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項 193】

前記渦流フィルタが可変ピッチを有する、請求項 164 から 186 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 194】

前記流体が液体である、請求項 164 から 186 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 195】

前記流体が気体である、請求項 164 から 186 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 196】

前記流体が洗濯機排出流体を含む、請求項 164 から 186 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 197】

前記フィルタ媒体が、ハウジングによって前記渦流フィルタに締結される、請求項 164 から 186 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 198】

前記渦流フィルタが、前記渦流フィルタを前記フィルタ媒体に対して封止するように構成されたガasketを含む、請求項 164 から 197 のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 199】

前記流体を前記第 1 の開口部に導くように構成された入口開口部と、濾過された流体を前記エンクロージャから導くように構成された出口開口部と、を含むエンクロージャ内に前記濾過装置を収容することと、

前記濾過された粒子を粒子収集ユニットに収集することと、

をさらに含む、請求項 164 から 198 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 200】

前記粒子収集ユニットが取り外されたときに流体が前記エンクロージャ内に残るように、前記粒子収集ユニットが、前記エンクロージャから取り外されるように構成される、請求項 199 に記載の方法。

50

【請求項 201】

掻き取り機構を使用して前記渦流フィルタおよび前記フィルタ媒体を浄化することをさらに含む、請求項 164 から 200 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 202】

70 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給することをさらに含む、請求項 164 から 201 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 203】

90 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給することをさらに含む、請求項 164 から 201 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 204】

120 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給することをさらに含む、請求項 164 から 201 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 205】

140 cm/秒を超える流速で前記第 1 の開口部に前記流体を供給することをさらに含む、請求項 164 から 201 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 206】

前記固体が、マイクロプラスチックを含み、前記濾過することが、実施例 1 の方法を使用して測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、前記マイクロプラスチックの質量の 80 % を超える量を濾過する、請求項 164 から 201 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 207】

前記固体が、マイクロプラスチックを含み、前記濾過することが、実施例 1 の方法を使用して測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、前記マイクロプラスチックの質量の 85 % を超える量を濾過する、請求項 164 から 201 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 208】

前記固体が、マイクロプラスチックを含み、前記濾過することが、実施例 1 の方法を使用して測定したとき、10 ミクロンまで後濾過したときに、前記マイクロプラスチックの質量の 90 % を超える量を濾過する、請求項 164 から 201 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 209】

洗濯機排出流体からマイクロプラスチックを濾過するための方法であって、
濾過装置の渦流フィルタの第 1 の開口部に前記洗濯機排出流体を提供することであって、先細螺旋コイルがリブを含み、前記リブが前記渦流フィルタの前記第 1 の開口部と第 2 の開口部との間で減少する内径を有する、前記洗濯機排出流体を提供することと、
前記第 1 の開口部から前記第 2 の開口部に向かう方向の粒子濾過経路に沿って前記リブに沿って前記洗濯機排出流体中に渦流を生成することと、
前記渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲むフィルタ媒体に前記洗濯機排出流体を流すことによって、前記粒子濾過経路に沿って前記洗濯機排出流体からマイクロプラスチックを濾過することと、

前記第 2 の開口部で前記渦流フィルタから前記濾過されたマイクロプラスチックを除去することと、
を含み、

前記マイクロプラスチックを濾過することが、実施例 1 または実施例 2 のいずれかの方法を用いて測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、前記マイクロプラスチックの質量の 80 % を超える量を濾過する、方法。

【請求項 210】

前記濾過することが、実施例 1 の方法を使用して測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、前記マイクロプラスチックの質量の 85 % を超える量を濾過する、請求項 209 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 2 1 1】

前記濾過することが、実施例 1 の方法を使用して測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、前記マイクロプラスチックの質量の 90 % を超える量を濾過する、請求項 2 0 9 から 2 1 0 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 1 2】

前記粒子濾過経路が、前記第 1 の開口部と前記第 2 の開口部との間で実質的に連続している、請求項 2 0 9 から 2 1 1 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 1 3】

前記粒子濾過経路が、前記粒子濾過経路に沿って前記第 2 の開口部に向かうマイクロプラスチックの流れを阻害しないように構成される、請求項 2 0 9 から 2 1 2 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 2 1 4】

前記リブが、減少する半径で前記第 1 の開口部から前記第 2 の開口部まで螺旋状になっている、請求項 2 0 9 から 2 1 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 1 5】

前記第 1 の開口部が、前記第 2 の開口部の断面積よりも大きい断面積を有する、請求項 2 0 9 から 2 1 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 1 6】

前記渦流フィルタが先細コイルを含む、請求項 2 0 9 から 2 1 5 のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項 2 1 7】

前記フィルタ媒体が、前記流体中に懸濁した固体が前記フィルタ媒体を通過するのを阻止するように構成された多孔質材料を含む、請求項 2 0 9 から 2 1 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 1 8】

前記濾過されたマイクロプラスチックを、前記第 2 の開口部に配置された収集ユニットに収集することをさらに含む、請求項 2 0 9 から 2 1 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 1 9】

前記収集ユニットが、締結機構を介して前記第 2 の開口部に締結されるように構成された取り外し可能な収集ユニットを含む、請求項 2 1 8 に記載の方法。

30

【請求項 2 2 0】

前記収集ユニットが、前記濾過された洗濯機排出流体が前記収集ユニットを流れることを可能にするようにさらに構成される、請求項 2 1 8 または 2 1 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 2 1】

前記収集ユニットが、前記洗濯機排出流体から濾過された固体を捕捉するように構成されたさらなるフィルタ媒体を含むデッドエンドフィルタを含む、請求項 2 0 9 から 2 2 0 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 2 2】

前記収集ユニットが第 2 段階濾過装置を含む、請求項 2 0 9 から 2 2 0 のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 2 2 3】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 70 % を収集する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 2 4】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 75 % を収集する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 2 5】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 80 % を収集する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

50

【請求項 2 2 6】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 85% を収集する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 2 7】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 90% を収集する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 2 8】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 91% を収集する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 2 9】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 92% を収集する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 3 0】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 93% を収集する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 3 1】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 94% を収集する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 3 2】

前記収集ユニットが、前記流体から濾過された固体の少なくとも 95% を収集する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 3 3】

前記渦流フィルタが、終点を含む約 0.1 ~ 10.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 3 4】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約 1.0 ~ 10.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 3 5】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約 1.0 ~ 6.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 3 6】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約 2.0 ~ 5.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 3 7】

前記渦流フィルタが、前記終点を含む約 3.0 ~ 4.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 3 8】

前記渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲む前記フィルタ媒体を通して前記洗濯機排出流体を流すことによって前記洗濯機排出流体から前記マイクロプラスチックを濾過することが、前記フィルタ媒体にわたってクロスフロー濾過領域を提供することを含む、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 3 9】

前記渦流フィルタが可変ピッチを有する、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 4 0】

前記フィルタ媒体が、ハウジングによって前記渦流フィルタに締結される、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 4 1】

前記渦流フィルタが、前記渦流フィルタを前記フィルタ媒体に対して封止するように構成されたガasketを含む、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 2 4 2】

前記濾過装置を、前記洗濯機排出流体を前記第 1 の開口部に導くように構成された入口開口部と、濾過された洗濯機排出流体をエンクロージャから導くように構成された出口開口部と、を含む前記エンクロージャ内に収容することと、

前記濾過されたマイクロプラスチックを粒子収集ユニットに収集することと、
をさらに含む、請求項 2 0 9 から 2 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 4 3】

前記粒子収集ユニットが取り外されたときに洗濯機排出流体が前記エンクロージャ内に残るように、前記粒子収集ユニットが、前記エンクロージャから取り外されるように構成される、請求項 2 4 2 に記載の方法。

10

【請求項 2 4 4】

掻き取り機構を使用して前記渦流フィルタおよび前記フィルタ媒体を浄化することをさらに含む、請求項 2 0 9 から 2 4 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 4 5】

前記洗濯機排出流体を 5 0 c m / 秒を超える流速で前記第 1 の開口部に供給すること
をさらに含む、請求項 2 0 9 から 2 4 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 4 6】

前記洗濯機排出流体を 7 0 c m / 秒を超える流速で前記第 1 の開口部に供給すること
をさらに含む、請求項 2 0 9 から 2 4 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 4 7】

前記洗濯機排出流体を 9 0 c m / 秒を超える流速で前記第 1 の開口部に供給すること
をさらに含む、請求項 2 0 9 から 2 4 3 のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項 2 4 8】

前記洗濯機排出流体を 1 2 0 c m / 秒を超える流速で前記第 1 の開口部に供給すること
をさらに含む、請求項 2 0 9 から 2 4 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 4 9】

前記洗濯機排出流体を 1 4 0 c m / 秒を超える流速で前記第 1 の開口部に供給すること
をさらに含む、請求項 2 0 9 から 2 4 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 5 0】

コントローラであって、
プロセッサと、

30

前記プロセッサに通信可能に結合された記憶装置と、を含み、前記プロセッサが、前記記憶装置に記憶されたプログラムされた命令を実行して、

フィルタを通る流体流のパラメータを決定し、

前記パラメータに基づいて前記フィルタの掻き取り機構を動作させる、
ように構成される、コントローラ。

【請求項 2 5 1】

前記渦流フィルタが先細コイルを含む、請求項 1 から 3 3 または 1 2 5 から 1 6 3 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 2 5 2】

前記先細コイルが実質的に円錐形である、請求項 2 5 1 に記載の濾過装置。

40

【請求項 2 5 3】

前記先細コイルが先細螺旋コイルを含む、請求項 2 5 1 または 2 5 2 に記載の濾過装置。

【請求項 2 5 4】

前記渦流フィルタが 1 つまたは複数の圧力調整機構を含む、請求項 1 から 3 3 または 1 2 5 から 1 6 3 のいずれか一項に記載の濾過装置。

【請求項 2 5 5】

前記 1 つまたは複数の圧力調整機構が、前記渦流フィルタの内径から前記渦流フィルタの外径まで延在する少なくとも 1 つの圧力調整孔を含む、請求項 2 5 4 に記載の濾過装置

50

。

【請求項 2 5 6】

前記少なくとも 1 つの圧力調整孔が直径を有し、前記入口から圧力をそらすことによって濾過システム内の背圧を緩和するのに十分な数で存在する、請求項 2 5 5 に記載の濾過装置。

【請求項 2 5 7】

前記少なくとも 1 つの圧力調整孔が、前記終点を含む 0 . 0 3 インチ～0 . 1 0 インチの範囲の直径を有する、請求項 2 5 5 に記載の濾過装置。

【請求項 2 5 8】

前記圧力調整孔の数が、前記終点を含む 5 ～1 5 の範囲内である、請求項 2 5 5 に記載の濾過装置。

10

【請求項 2 5 9】

前記圧力調整孔が少なくとも 1 つの圧力逃がし弁を含む、請求項 2 5 5 に記載の濾過装置。

【請求項 2 6 0】

前記濾過システム内の前記背圧が 1 ～1 0 p s i の範囲の圧力に達すると、前記少なくとも 1 つの圧力逃がし弁が開く、請求項 2 5 6 に記載の濾過装置。

【請求項 2 6 1】

前記濾過システム内の前記背圧が、終点を含む 2 ～5 p s i の範囲の圧力に達すると、前記少なくとも 1 つの圧力逃がし弁が開く、請求項 2 6 0 に記載の濾過装置。

20

【請求項 2 6 2】

前記渦流フィルタが先細コイルを含む、請求項 3 4 から 1 2 4 または 1 6 4 から 2 4 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 6 3】

前記先細コイルが先細螺旋構成を有する、請求項 2 6 2 に記載の方法。

【請求項 2 6 4】

前記先細コイルが実質的に円錐形である、請求項 2 6 2 または 2 6 3 に記載の方法。

【請求項 2 6 5】

前記先細コイルが先細螺旋コイルを含む、請求項 2 6 2 から 2 6 4 のいずれか一項に記載の方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

[1] 関連出願との相互参照

本出願は、2 0 2 2 年 3 月 9 日に提出された米国仮特許出願第 6 3 / 3 1 8 , 0 4 3 号、2 0 2 2 年 4 月 6 日に提出された米国仮特許出願第 6 3 / 3 2 8 , 0 1 1 号、2 0 2 2 年 8 月 1 日に提出された米国仮特許出願第 6 3 / 3 7 0 , 0 4 3 号、2 0 2 2 年 1 0 月 5 日に提出された米国仮特許出願第 6 3 / 3 7 8 , 4 4 5 号、および 2 0 2 2 年 1 1 月 1 1 日に提出された米国仮特許出願第 6 3 / 3 8 3 , 3 8 9 号に関連し、その内容は参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

40

【0 0 0 2】

[2] 本明細書で説明する実施形態は、一般に、渦流フィルタを使用して流体を濾過するためのシステムおよび方法に関する。いくつかの実施形態は、先細螺旋コイルおよびフィルタ媒体を有するフィルタシステムおよび方法を含んでもよい。先細螺旋コイルのいくつかの実施形態は、収集領域に向かう流路に沿った固体の流れを促進しながら、濾過される固体を懸濁液中に維持するために渦流を生成するように構成されてもよい。

【背景技術】

【0 0 0 3】

[3] 濾過は、一般に、ある物質を別の物質から分離することを含むプロセスである。機械的濾過は、懸濁固体または分子などの物質を流体（例えば、液体または気体）などの別の

50

物質から分離する。化学的濾過は、化学結合または沈殿などの化学的手段によって1つの物質を別の物質から分離する。流体からの固体（例えば、粒子）の機械的濾過は、固体を含む流体をメッシュまたは膜などのフィルタ媒体に通過させること、または他の方法で相互作用させることを含むことができ、濾過された流体を通過させながら濾過される固体を収集する。デッドエンド濾過では、濾過される流体の流れはフィルタ媒体に対してほぼ垂直であるが、クロスフロー濾過では、濾過される流体の流れはフィルタ媒体に対して実質的に平行である。経時的に、これらの濾過方法の両方におけるフィルタ媒体は、濾過された固体で詰まる傾向があり、フィルタの有効性を低下させ、フィルタ媒体全体の圧力降下を増加させ、濾過のためにより多くのエネルギーを必要とする。濾過された固体は流体の流れを遮断するので、最終的に濾過は、特にデッドエンド濾過では効果的でなくなる。

10

【0004】

[4]渦流クロスフロー濾過は、Sanderson et al., "Fish mouths as engineering structures for vortical cross-step filtration," Nature Communications (2016) および Brooks et al., "Physical modeling of vortical cross-step flow in the American paddlefish, *Polyodon spathula*," PLOS One (2018) に記載されているような、デッドエンド濾過およびクロスフロー濾過の両方の態様を含む方法である。しかしながら、現在の渦流クロスフロー濾過装置は、残留物の蓄積、フィルタ媒体および装置の浄化方法の欠如、残留物収集方法の欠如、流体の高流量または高流速で固体および微小固体を効果的に濾過することができないこと、ならびに広範囲の粒子、特に小さな粒子を一貫して確実に捕捉することができないことを含む、著しい性能制限に依然として直面している。したがって、渦流クロスフロー濾過を使用するシステムおよび方法の改善が依然として必要とされている。

20

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】Sanderson et al., "Fish mouths as engineering structures for vortical cross-step filtration," Nature Communications (2016)

30

【非特許文献2】Brooks et al., "Physical modeling of vortical cross-step flow in the American paddlefish, *Polyodon spathula*," PLOS One (2018)

【発明の概要】

【0006】

[5]本開示の実施形態は、従来の濾過システムにおける1つまたは複数の技術的問題に対する技術的改善を含むことができる。本明細書に記載の様々な実施形態は、流体からの固体などの材料の改善された、より効率的な、またはより効果的な濾過のためのシステムおよび方法を提供することができる。いくつかの実施形態では、渦流フィルタは、改善された渦流クロスフロー濾過を提供する。以下の実施形態のうちの1つまたは複数において、本明細書に記載の渦流フィルタは、先細螺旋構成を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、先細螺旋構成などの先細構成を有してもよい。渦流フィルタは、円錐形フィルタを含んでもよい。いくつかの実施形態では、渦流フィルタは、螺旋構成および円錐形状の両方を有する先細コイルを含む。いくつかの実施形態では、渦流フィルタは先細螺旋コイルを含む。

40

【0007】

[6]本開示の一態様によれば、いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、第1の開口部および第2の開口部と、第1の開口部から第2の開口部に向かって延在する流体を受け取

50

るための渦流フィルタであって、渦流フィルタが、第1の開口部を介して渦流フィルタに入る受け取った流体に渦流を生成するように構成され、第1の開口部と第2の開口部との間の渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲むフィルタ媒体を通して渦流フィルタの側面から濾過された流体が出るように構成され、濾過された粒子が、第2の開口部で渦流フィルタから実質的に出る、渦流フィルタと、を含んでもよい。いくつかの実施形態では、渦流フィルタは先細螺旋コイルを含む。

【0008】

[7]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、第1の開口部から第2の開口部まで連続的に延在する少なくとも1つのリブを含む。いくつかの実施形態によれば、少なくとも1つのリブは、流路に沿った渦流に懸濁した濾過粒子を第2の開口部に導くように構成された流路を形成する。いくつかの実施形態によれば、流路は、第1の開口部から第2の開口部まで実質的に連続している。いくつかの実施形態によれば、流路は、第2の開口部に向かう流路に沿った粒子を含む濾過された材料の流れを阻害しないように構成される。いくつかの実施形態によれば、少なくとも1つのリブは、減少する半径で第1の開口部から第2の開口部まで螺旋状になっている。いくつかの実施形態によれば、リブは、フィルタ媒体に実質的に隣接する少なくとも1つの隆起部を含む。いくつかの実施形態によれば、リブは、フィルタ媒体に実質的に隣接する複数の隆起部を含む。いくつかの実施形態によれば、1つまたは複数の隆起部は、流体中の渦流を維持するように構成される。いくつかの実施形態によれば、1つまたは複数の隆起部は、第2の開口部に向かう流路に沿った粒子などの濾過された材料の移動を容易にするように構成される。いくつかの実施形態によれば、第1の開口部は、第2の開口部の断面積よりも大きい断面積を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは実質的に円錐形である。いくつかの実施形態によれば、フィルタ媒体は、流体中に懸濁した固体がフィルタ媒体を通過するのを阻止するように構成された多孔質材料を含む。

【0009】

[8]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、第2の開口部に配置された収集ユニットをさらに含み、収集ユニットは、流体から濾過された固体を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、締結機構を介して濾過装置に締結されるように構成された取り外し可能な収集ユニットを含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固体を含む物質を捕捉するように構成された収集ユニットフィルタ媒体を含むデッドエンドフィルタと、流体が流れることを可能にするように構成された収集ユニット出口と、を含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは第2段階濾過装置である。

【0010】

[9]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から濾過された濾過粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも70%を収集ユニットで収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から濾過された濾過粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも75%を収集ユニットで収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から濾過された濾過粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも80%を収集ユニットで収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から濾過された濾過粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも85%を収集ユニットで収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から濾過された濾過粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも90%を収集ユニットで収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から濾過された濾過粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも91%を収集ユニットで収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から濾過された濾過粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも92%を収集ユニットで収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から濾過された濾過粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも93%を収集ユニットで収集するように構成される。いくつかの実

施形態によれば、濾過装置は、流体から濾過された濾過粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも94%を収集ユニットで収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から濾過された濾過粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも95%を収集ユニットで収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から濾過された濾過粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも96%を収集ユニットで収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から濾過された濾過粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも97%を収集ユニットで収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から濾過された濾過粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも98%を収集ユニットで収集するように構成される。

10

【0011】

[10]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過された粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも70%が第2の開口部で渦流フィルタを出るように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過された粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも75%が第2の開口部で渦流フィルタを出るように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過された粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも80%が第2の開口部で渦流フィルタを出るように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過された粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも85%が第2の開口部で渦流フィルタを出るように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過された粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも90%が第2の開口部で渦流フィルタを出るように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過された粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも91%が第2の開口部で渦流フィルタを出るように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過された粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも92%が第2の開口部で渦流フィルタを出るように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過された粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも93%が第2の開口部で渦流フィルタを出るように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過された粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも94%が第2の開口部で渦流フィルタを出るように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過された粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも95%が第2の開口部で渦流フィルタを出るように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過された粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも96%が第2の開口部で渦流フィルタを出るように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過された粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも97%が第2の開口部で渦流フィルタを出るように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過された粒子（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも98%が第2の開口部で渦流フィルタを出るように構成される。

20

30

【0012】

[11]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約0.1~10.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約1.0~10.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約1.0~6.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約2.0~5.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約3.0~4.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。

40

【0013】

[12]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、少なくとも1つのリブがリブ幅を有し、少なくとも1つのリブがリブ高さを有し、先細部が、少なくとも1つのリブの隣接する回転部の間にスロット高さを有し、渦流フィルタが螺旋高さを有し、渦流フィルタが螺旋ピッチを有し、スロット高さ、リブ幅、リブ高さ、螺旋高さ、および螺旋ピッチが、

50

流体からリブに沿って第2の開口部に向かって濾過される粒子を案内するために、粒子流路に沿って渦流を生成するように構成されたリブ重なりを生成するように構成される、ように構成される。

【0014】

[13]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、フィルタ媒体を横切るクロスフロー濾過領域を提供するように構成される。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは可変ピッチを有する。

【0015】

[14]いくつかの実施形態によれば、流体は液体である。いくつかの実施形態によれば、流体は気体である。いくつかの実施形態によれば、流体は、洗濯機排出流体などの水、または血液などの生物学的流体を含む。

10

【0016】

[15]いくつかの実施形態によれば、濾過装置はハウジングをさらに含み、フィルタ媒体はハウジングに組み込まれる。

【0017】

[16]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、渦流フィルタを収容するように構成されたハウジングをさらに含み、フィルタ媒体は、ハウジングと渦流フィルタとの間に締結される。

【0018】

[17]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、渦流フィルタをフィルタ媒体に対して封止するように構成されたガスケットをさらに含む。

20

【0019】

[18]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体を第1の開口部に導くように構成された入口開口部と、濾過された流体をエンクロージャから導くように構成された出口開口部と、を含むエンクロージャと、流体から濾過された粒子を収集するように構成され、エンクロージャから取り外し可能である粒子収集部材と、をさらに含む。いくつかの実施形態によれば、粒子収集部材が取り外されたときに流体がエンクロージャ内に残るように、粒子収集部材が、エンクロージャから取り外されるように構成される。

【0020】

[19]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、渦流フィルタおよびフィルタ媒体を浄化するように構成された掻き取り機構をさらに含む。

30

【0021】

[20]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、洗濯機からの排出流体を濾過するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、前記排出流体からマイクロプラスチックを濾過するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、洗濯機が4負荷以上の洗濯物を完了した後に、排出流体からマイクロプラスチックの少なくとも75%を濾過するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、洗濯機が4負荷以上の洗濯物を完了した後に、排出流体からマイクロプラスチックの少なくとも80%、85%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、または99.5%を濾過するように構成される。

40

【0022】

[21]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも1回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流量を5.0 gal/分以上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも2回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流量を5.0 gal/分以上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも3回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流量を5.0 gal/分以上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも2、3、4、5、または6回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流量を4.0 gal/分以上

50

上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも2、3、4、5、6、7、8、または9回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流量を3.0 gal/分以上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも4、5、6、7、8、9、または10回の洗浄負荷サイクルを通して濾過装置を通る流量を提供するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに10回を超える洗浄負荷サイクルを通して濾過装置を通る流量を提供するように構成されてもよい。

【0023】

[22]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から粒子を濾過する使用の4分後に濾過装置を通る流量を3.0 gal/分以上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から粒子を濾過する使用の5、6、7、8、9、または10分後に濾過装置を通る流量を3.0 gal/分以上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から粒子を濾過する使用の5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、または15分後に、濾過装置を通る流量を2.0 gal/分以上に維持するように構成されてもよい。

10

【0024】

[23]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、洗浄負荷サイクル中に濾過装置を通る流量が経時的に増加するように構成されてもよい。

【0025】

[24]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも1回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流速を50 cm/s以上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも2回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流速を50 cm/s以上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも3回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流速を50 cm/s以上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも4回、5回、または6回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流速を50 cm/s以上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも2回、3回、4回、5回、6回、7回、8回、または9回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流速を40 cm/s以上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも2回、3回、4回、5回、6回、7回、8回、9回または10回の洗浄負荷サイクルの後に、濾過装置を通る流速を30 cm/s以上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも2回、3回、4回、5回、6回、7回、8回、9回、10回、または11回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流速を20 cm/s以上に維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも4回、5回、6回、7回、8回、9回、10回、11回、12回、または13回の洗浄負荷サイクルを通る流れ障害なしに濾過装置を通る流れを提供するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに10回を超える洗浄負荷サイクルを通る流れ障害なしに濾過装置を通る流れを提供するように構成されてもよい。

20

30

40

【0026】

[25]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、圧力障害なしに、3回、4回、5回、6回、7回、8回、9回、10回、11回、12回、または13回の洗浄負荷サイクルを通して濾過装置を通る流体流を維持するように構成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに10回を超える洗浄負荷サイクルを通して圧力障害なしに濾過装置を通る流れを提供するように構成されてもよい。

【0027】

[26]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、濾過装置の入口側の圧力上昇が、浄化されずに少なくとも3回、4回、5回、6回、7回、8回、9回、または10回の洗浄負荷サイクルを通して3.4 psi未満であるように構成することができる。

50

【0028】

[27]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、洗浄負荷サイクル中に濾過装置の入口側の圧力上昇が経時的に減少するように構成されてもよい。

【0029】

[28]本開示の別の態様によれば、いくつかの実施形態によれば、流体から固体を濾過するための方法は、渦流フィルタを含む濾過装置を通して渦流フィルタに沿って第1の開口部から第2の開口部に流体を流すことであって、渦流フィルタが少なくとも1つのリブを含む、流体を流すことと、第1の開口部から第2の開口部まで少なくとも1つのリブに沿って粒子流路を流れる少なくとも1つのリブに沿って流体内に渦流を発生させることと、渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲むフィルタ媒体を通して流体を流すことによって流体から粒子を濾過することと、を含む。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、先細螺旋構成などの先細構成を有してもよい。渦流フィルタは、円錐形フィルタを含んでもよい。いくつかの実施形態では、渦流フィルタは、螺旋構成および円錐形状の両方を有する先細コイルを含む。いくつかの実施形態では、渦流フィルタは先細螺旋コイルを含む。

10

【0030】

[29]いくつかの実施形態によれば、粒子流路は、濾過された粒子をリブに沿って第2の開口部に向かって案内する。いくつかの実施形態によれば、粒子流路は、第1の開口部と第2の開口部との間で実質的に連続している。いくつかの実施形態によれば、粒子流路は、粒子流路に沿って第2の開口部に向かう粒子の流れを阻害しないように構成される。いくつかの実施形態によれば、少なくとも1つのリブは、減少する半径で第1の開口部から第2の開口部まで螺旋状になっている。いくつかの実施形態によれば、第1の開口部は、第2の開口部の断面積よりも大きい断面積を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは実質的に円錐形である。

20

【0031】

[30]いくつかの実施形態によれば、フィルタ媒体は、流体中に懸濁した固体がフィルタ媒体を通過するのを阻止するように構成された多孔質材料を含む。

【0032】

[31]いくつかの実施形態によれば、本方法は、第2の開口部に配置された収集ユニットに濾過された粒子を収集することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、締結機構を介して第2の開口部に締結されるように構成された取り外し可能な収集ユニットを含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、濾過された流体がそこを流れることを可能にするようにさらに構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固体を捕捉するように構成されたさらなるフィルタ媒体を含むデッドエンドフィルタを含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、第2段階濾過装置を含む。

30

【0033】

[32]いくつかの実施形態によれば、濾過された材料は、水性流体中に見られる生物学的材料、粒子などの固体材料、またはそれらの組み合わせを含む。いくつかの実施形態によれば、濾過された粒子は、マイクロプラスチックを含む。いくつかの実施形態によれば、濾過された粒子は、マイクロファイバーを含む。いくつかの実施形態によれば、濾過された粒子は、微小固体を含む。

40

【0034】

[33]いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも70%を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも75%を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも80%を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも85%を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユ

50

ニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 90% を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 91% を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 92% を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 93% を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 94% を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 95% を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 96% を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 97% を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 98% を収集する。

10

20

30

40

50

【0035】

[34]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 0.1 ~ 10.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 1.0 ~ 10.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 1.0 ~ 6.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 2.0 ~ 5.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 3.0 ~ 4.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する。

【0036】

[35]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲むフィルタ媒体を通して流体を流すことによって流体から粒子を濾過することは、フィルタ媒体にわたってクロスフロー濾過領域を提供することを含む。

【0037】

[36]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは可変ピッチを有する。

【0038】

[37]いくつかの実施形態によれば、流体は液体である。いくつかの実施形態によれば、流体は気体である。いくつかの実施形態によれば、流体は洗濯機排出流体を含む。

【0039】

[38]いくつかの実施形態によれば、フィルタ媒体は、ハウジングによって渦流フィルタに締結される。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、渦流フィルタをフィルタ媒体に対して封止するように構成されたガスケットを含む。

【0040】

[39]いくつかの実施形態によれば、本方法は、流体を第 1 の開口部に導くように構成された入口開口部と、濾過された流体をエンクロージャから導くように構成された出口開口部と、を含むエンクロージャ内に濾過装置を収容することと、濾過された粒子を粒子収集ユニットに収集することと、をさらに含む。いくつかの実施形態によれば、粒子収集ユニットは、粒子収集ユニットが取り外されたときに流体がエンクロージャ内に残るように、エンクロージャから取り外されるように構成される。

【0041】

[40]いくつかの実施形態によれば、本方法は、掻き取り機構を使用して渦流フィルタおよびフィルタ媒体を浄化することをさらに含む。

【0042】

[41]いくつかの実施形態によれば、本方法は、50 cm/秒を超える流速で第 1 の開口部に流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、70 cm/秒を超える流速で第 1 の開口部に流体を提供することをさらに含む。いくつかの実

形態によれば、本方法は、 $90\text{ cm}/\text{秒}$ を超える流速で第1の開口部に流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、 $120\text{ cm}/\text{秒}$ を超える流速で第1の開口部に流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、 $140\text{ cm}/\text{秒}$ を超える流速で第1の開口部に流体を提供することをさらに含む。

【0043】

[42]いくつかの実施形態によれば、固体または濾過された粒子は、マイクロプラスチックを含む。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例1または実施例4の方法を用いて測定した場合、 10 ミクロン まで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 80% を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例1または実施例4の方法を用いて測定した場合、 10 ミクロン まで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 85% を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例1または実施例4の方法を用いて測定した場合、 10 ミクロン まで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 90% を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例1の方法を用いて測定した場合、 10 ミクロン まで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 91% を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例1または実施例4の方法を用いて測定した場合、 10 ミクロン まで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 92% 、 93% 、 94% 、 95% 、 96% 、 97% または 98% を超える量を濾過する。

10

【0044】

[43]いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例2の方法を用いて測定した場合、 10 ミクロン まで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 85% を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例2の方法を用いて測定した場合、 10 ミクロン まで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 90% を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例2の方法を用いて測定した場合、 10 ミクロン まで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 91% を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過フィルタは、実施例2の方法を用いて測定した場合、 10 ミクロン まで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 92% 、 93% 、 94% 、 95% 、 96% 、 97% または 98% を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過フィルタは、実施例2の方法を用いて測定した場合、 10 ミクロン まで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 99.0% 、 99.1% 、 99.2% 、 99.3% 、 99.4% 、 99.5% 、 99.6% 、 99.7% 、 99.8% または 99.9% を超える量を濾過する。

20

30

【0045】

[44]いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの 80% を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの 85% を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの 90% を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの 91% を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの 92% 、 93% 、 94% 、 95% 、 96% 、 97% または 98% を超える量を濾過する。

40

【0046】

[45]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも1回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流量を $5.0\text{ gal}/\text{分}$ 以上に維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも2回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流量を $5.0\text{ gal}/\text{分}$ 以上に維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも3回の洗浄負荷サイクル後に濾

50

過装置を通る流量を5.0 gal/分以上に維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも2回、3回、4回、5回、または6回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流量を4.0 gal/分以上に維持する。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも2回、3回、4回、5回、6回、7回、8回、または9回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流量を3.0 gal/分以上に維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに、少なくとも4回、5回、6回、7回、8回、9、または10回の洗浄負荷サイクルを通して濾過装置を通る流量を提供することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されることなく10回を超える洗浄負荷サイクルを通して濾過装置を通る流量を提供することができる。

10

【0047】

[46]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から粒子を濾過する使用の4分後に濾過装置を通る流量を3.0 gal/分以上に維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から粒子を濾過する使用の5、6、7、8、9、または10分後に、濾過装置を通る流量を3.0 gal/分以上に維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体から粒子を濾過する使用の5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、または15分後に、濾過装置を通る流量を2.0 gal/分以上に維持することができる。

【0048】

[47]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、洗浄負荷サイクル中に経時的に増加する濾過装置を通る流量を提供することができる。

20

【0049】

[48]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも1回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流速を50 cm/s以上に維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも2回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流速を50 cm/s以上に維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも3回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流速を50 cm/s以上に維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも4回、5回、または6回の洗浄負荷サイクルの後に、濾過装置を通る流速を50 cm/s以上に維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに、少なくとも2回、3回、4回、5回、6回、7回、8回、または9回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流速を40 cm/s以上に維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも2回、3回、4回、5回、6回、7回、8回、9回、または10回の洗浄負荷サイクル後に濾過装置を通る流速を30 cm/s以上に維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに、少なくとも2回、3回、4回、5回、6回、7回、8回、9回、10回または11回の洗浄負荷サイクルの後に、濾過装置を通る流速を20 cm/s以上に維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに、少なくとも4回、5回、6回、7回、8回、9回、10回、11回、12回、または13回の洗浄負荷サイクルを通る流れ障害なしに濾過装置を通る流れを提供することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに10回を超える洗浄負荷サイクルを通る流れ障害なしに濾過装置を通る流れを提供することができる。

30

40

【0050】

[49]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、圧力障害なしに、3回、4回、5回、6回、7回、8回、9回、10回、11回、12回、または13回の洗浄負荷サイクルを通してフィルタ濾過装置を通る流体流を維持することができる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに10回を超える洗浄負荷サイクルを通して圧力障害なしに濾過装置を通る流れを提供することができる。

【0051】

[50]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、浄化されずに少なくとも3回、4回、

50

5 回、6 回、7 回、8 回、9 回、または 10 回の洗浄負荷サイクルを通して 3 . 4 p s i 未満の濾過装置の入口側の圧力上昇を有することができる。

【0052】

[51]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、洗浄負荷サイクル中に経時的に減少する濾過装置の入口側の圧力上昇を有することができる。

【0053】

[52]本開示の別の態様によれば、いくつかの実施形態によれば、液体から粒子を濾過するための方法は、渦流フィルタを含む濾過装置の第 1 の開口部に液体を供給することと、流体が流れる、減少する内部断面を有するリブを介して、渦流フィルタ内に渦流を生成することと、渦流中に懸濁した粒子を濾過装置の第 2 の開口部に向けて導くための流路をリブに沿って設けることと、流路に隣接するフィルタ媒体を通して濾過された流体を濾過することと、を含んでもよい。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、先細螺旋構成などの先細構成を有してもよい。渦流フィルタは、円錐形フィルタを含んでもよい。いくつかの実施形態では、渦流フィルタは、螺旋構成および円錐形状の両方を有する先細コイルを含む。いくつかの実施形態では、渦流フィルタは先細螺旋コイルを含む。

10

【0054】

[53]いくつかの実施形態によれば、流路は、第 1 の開口部と第 2 の開口部との間で実質的に連続している。いくつかの実施形態によれば、流路は、第 2 の開口部に向かう流路に沿った粒子の流れを阻害しないように構成される。いくつかの実施形態によれば、リブは、減少する半径で第 1 の開口部から第 2 の開口部まで螺旋状になっている。いくつかの実施形態によれば、第 1 の開口部は、第 2 の開口部の断面積よりも大きい断面積を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、実質的に円錐形の先細コイルを含む。いくつかの実施形態によれば、フィルタ媒体は、流体中に懸濁した固体がフィルタ媒体を通過するのを阻止するように構成された多孔質材料を含む。

20

【0055】

[54]いくつかの実施形態によれば、本方法は、第 2 の開口部に配置された収集ユニットに濾過された粒子を収集することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、締結機構を介して第 2 の開口部に締結されるように構成された取り外し可能な収集ユニットを含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、濾過された流体がそこを流れることを可能にするようにさらに構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固体を捕捉するように構成されたさらなるフィルタ媒体を含むデッドエンドフィルタを含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、第 2 段階濾過装置を含む。

30

【0056】

[55]いくつかの実施形態によれば、濾過された粒子は、マイクロプラスチックを含む。いくつかの実施形態によれば、濾過された粒子は、マイクロファイバーを含む。いくつかの実施形態によれば、濾過された粒子は、微小固体を含む。

【0057】

[56]いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 70 % を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 75 % を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 80 % を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 85 % を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 90 % を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 91 % を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 92 % を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、

40

50

流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 93% を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 94% を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 95% を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 96% を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 97% を収集する。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも 98% を収集する。

10

【0058】

[57]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 0.1 ~ 10.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 1.0 ~ 10.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 1.0 ~ 6.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 2.0 ~ 5.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 3.0 ~ 4.0 の範囲内のレーカ減少比 β / α を有する。

【0059】

[58]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲むフィルタ媒体を通して流体を流すことによって流体から粒子を濾過することは、フィルタ媒体にわたってクロスフロー濾過領域を提供することを含む。

20

【0060】

[59]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは可変ピッチを有する。

【0061】

[60]いくつかの実施形態によれば、流体は液体である。いくつかの実施形態によれば、流体は気体である。いくつかの実施形態によれば、流体は洗濯機排出流体を含む。

【0062】

[61]いくつかの実施形態によれば、フィルタ媒体は、ハウジングによって渦流フィルタに締結される。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、渦流フィルタをフィルタ媒体に対して封止するように構成されたガスケットを含む。

30

【0063】

[62]いくつかの実施形態によれば、本方法は、流体を第 1 の開口部に導くように構成された入口開口部と、濾過された流体をエンクロージャから導くように構成された出口開口部と、を含むエンクロージャ内に濾過装置を収容することと、濾過された粒子を粒子収集ユニットに収集することと、をさらに含む。いくつかの実施形態によれば、粒子収集ユニットは、粒子収集ユニットが取り外されたときに流体がエンクロージャ内に残るように、エンクロージャから取り外されるように構成される。

【0064】

[63]いくつかの実施形態によれば、本方法は、掻き取り機構を使用して渦流フィルタおよびフィルタ媒体を浄化することをさらに含む。

40

【0065】

[64]いくつかの実施形態によれば、本方法は、50 cm/秒を超える流速で第 1 の開口部に流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、70 cm/秒を超える流速で第 1 の開口部に流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、90 cm/秒を超える流速で第 1 の開口部に流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、120 cm/秒を超える流速で第 1 の開口部に流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、140 cm/秒を超える流速で第 1 の開口部に流体を提供することをさらに含む。

【0066】

50

[65]いくつかの実施形態によれば、固体または濾過された粒子は、マイクロプラスチックを含む。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例 1 または実施例 4 の方法を用いて測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 80 % を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例 1 または実施例 4 の方法を用いて測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 85 % を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例 1 または実施例 4 の方法を用いて測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 90 % を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過フィルタは、実施例 1 または実施例 4 の方法を用いて測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 91 % を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例 1 または実施例 4 の方法を用いて測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 92 %、93 %、94 %、95 %、96 %、97 % または 98 % を超える量を濾過する。

10

【0067】

[66]いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例 2 の方法を用いて測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 85 % を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例 2 の方法を用いて測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 90 % を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例 2 の方法を用いて測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 91 % を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過フィルタは、実施例 2 の方法を用いて測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 92 %、93 %、94 %、95 %、96 %、97 % または 98 % を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過フィルタは、実施例 2 の方法を用いて測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の 99.0 %、99.1 %、99.2 %、99.3 %、99.4 %、99.5 %、99.6 %、99.7 %、99.8 % または 99.9 % を超える量を濾過する。

20

【0068】

[67]いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例 4 の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの 80 % を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例 4 の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの 85 % を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例 4 の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの 90 % を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例 4 の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの 91 % を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例 4 の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの 92 %、93 %、94 %、95 %、96 %、97 % または 98 % を超える量を濾過する。

30

【0069】

[68]本開示の別の態様によれば、いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、第 1 の開口部と、第 2 の開口部と、リブと、第 1 の開口部と第 2 の開口部との間のクロスフロー濾過領域と、を含む渦流フィルタと、終点を含む 0.1 ~ 1.0 の範囲内の内部レーカ減速比 β / α を有する先細螺旋コイルと、を含んでもよく、渦流フィルタが、第 1 の開口部を介して渦流フィルタに入る流体中に渦流を生成するように構成され、濾過された流体がクロスフロー濾過領域のフィルタ媒体を通して出るように構成され、渦流フィルタが、濾過された粒子が第 2 の開口部で実質的に渦流フィルタを出るように構成される。

40

【0070】

[69]いくつかの実施形態によれば、リブは、第 1 の開口部から第 2 の開口部まで連続的に延在する。いくつかの実施形態によれば、リブは、流路に沿った渦流に浮遊する濾過さ

50

れた粒子を第２の開口部に導くように構成された流路を形成する。いくつかの実施形態によれば、流路は、第１の開口部から第２の開口部まで実質的に連続している。いくつかの実施形態によれば、流路は、第２の開口部に向かう流路に沿った粒子の流れを阻害しないように構成される。いくつかの実施形態によれば、リブは、減少する半径で第１の開口部から第２の開口部まで螺旋状になっている。いくつかの実施形態によれば、第１の開口部は、第２の開口部の断面積よりも大きい断面積を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、実質的に円錐形の先細コイルを含む。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタ媒体は、流体中に懸濁した固体がフィルタ媒体を通過するのを阻止するように構成された多孔質材料を含む。

【００７１】

10

[70]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、第２の開口部に配置された収集ユニットをさらに含み、収集ユニットは、流体から濾過された固体を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、締結機構を介して濾過装置に締結されるように構成された取り外し可能な収集ユニットを含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットはデッドエンドフィルタを含み、デッドエンドフィルタは、流体から濾過された固体を捕捉するように構成されたさらなるフィルタ媒体と、流体が流れることを可能にするように構成された収集ユニット出口と、を含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは第２段階濾過装置である。

【００７２】

20

[71]いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも７０％を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも７５％を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも８０％を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも８５％を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも９０％を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも９１％を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも９２％を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも９３％を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも９４％を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも９５％を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも９６％を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも９７％を収集するように構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固形物（例えば、マイクロプラスチック）の少なくとも９８％を収集するように構成される。

30

40

【００７３】

[72]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約１．０～１０．０の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約１．０～６．０の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約２．０～５．０の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約３．０～４．０の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。

50

【0074】

[73]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、リブがリブ幅を有し、リブがリブ高さを有し、渦流フィルタがリブの隣接する回転部の間にスロット高さを有し、渦流フィルタが螺旋高さを有し、渦流フィルタが螺旋ピッチを有し、スロット高さ、リブ幅、リブ高さ、螺旋高さ、および螺旋ピッチが、流体から第2の開口部に向かって濾過される粒子を案内するために渦流を生成するように構成されたリブオーバーラップを作成するように構成される、ように構成される。

【0075】

[74]いくつかの実施形態によれば、リブは、フィルタ媒体に実質的に隣接する少なくとも1つの隆起部を含む。いくつかの実施形態によれば、リブは、フィルタ媒体に実質的に隣接する複数の隆起部を含む。いくつかの実施形態によれば、1つまたは複数の隆起部は、流体中の渦流を維持するように構成される。いくつかの実施形態によれば、1つまたは複数の隆起部は、第2の開口部に向かう流路に沿った濾過された粒子の移動を容易にするように構成される。

10

【0076】

[75]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、フィルタ媒体を横切るクロスフロー濾過領域を提供するように構成される。

【0077】

[76]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは可変ピッチを有する。

【0078】

[77]いくつかの実施形態によれば、流体は液体である。いくつかの実施形態によれば、流体は気体である。いくつかの実施形態によれば、流体は洗濯機排出流体を含む。

20

【0079】

[78]いくつかの実施形態によれば、濾過装置はハウジングをさらに含み、フィルタ媒体はハウジングに組み込まれる。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、渦流フィルタを収容するように構成されたハウジングをさらに含み、フィルタ媒体は、ハウジングと渦流フィルタとの間に締結される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、渦流フィルタをフィルタ媒体に対して封止するように構成されたガスをさらに含む。

【0080】

[79]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、流体を第1の開口部に導くように構成された入口開口部と、濾過された流体をエンクロージャから導くように構成された出口開口部と、を含むエンクロージャと、流体から濾過された粒子を収集するように構成され、エンクロージャから取り外し可能である粒子収集部材と、をさらに含む。いくつかの実施形態によれば、粒子収集部材が取り外されたときに流体がエンクロージャ内に残るように、粒子収集部材が、エンクロージャから取り外されるように構成される。

30

【0081】

[80]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、渦流フィルタおよびフィルタ媒体を浄化するように構成された掻き取り機構をさらに含む。

【0082】

[81]いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、洗濯機からの排出流体を濾過するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、前記排出流体からマイクロプラスチックを濾過するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、洗濯機が4負荷以上の洗濯物を完了した後に、排出流体からマイクロプラスチックの少なくとも75%を濾過するように構成される。いくつかの実施形態によれば、濾過装置は、洗濯機が4負荷以上の洗濯物を完了した後に、排出流体からマイクロプラスチックの少なくとも80%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、92%、93%、94%、または95%を濾過するように構成される。

40

【0083】

[82]本開示の別の態様によれば、いくつかの実施形態によれば、流体から粒子を濾過するための方法は、第1の開口部と、第2の開口部と、リブと、第1の開口部と第2の開口

50

部との間のクロスフロー濾過領域と、を含む渦流フィルタを提供することと、流体から濾過される粒子を含む流体を、 50 cm/秒 を超える流速で第1の開口部に供給することと、リブに沿ってクロスフロー濾過領域の第1の開口部から第2の開口部への方向に粒子濾過経路内の流体中に渦流を生成することと、渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲むフィルタ媒体を通して流体を流すことによって、粒子濾過経路に沿って流体から粒子を濾過することと、第2の開口部で渦流フィルタから濾過された粒子を除去することと、を含んでもよい。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、先細螺旋構成などの先細構成を有してもよい。渦流フィルタは、円錐形フィルタを含んでもよい。いくつかの実施形態では、渦流フィルタは、螺旋構成および円錐形状の両方を有する先細コイルを含む。いくつかの実施形態では、渦流フィルタは先細螺旋コイルを含む。

10

【0084】

[83]いくつかの実施形態によれば、濾過経路は、濾過された粒子をリブに沿って第2の開口部に向かって案内する。いくつかの実施形態によれば、粒子濾過経路は、第1の開口部と第2の開口部との間で実質的に連続している。いくつかの実施形態によれば、粒子濾過経路は、粒子濾過経路に沿って第2の開口部に向かう粒子の流れを阻害しないように構成される。いくつかの実施形態によれば、リブは、減少する半径で第1の開口部から第2の開口部まで螺旋状になっている。いくつかの実施形態によれば、第1の開口部は、第2の開口部の断面積よりも大きい断面積を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、実質的に円錐形の先細コイルを含む。いくつかの実施形態によれば、フィルタ媒体は、流体中に懸濁した固体がフィルタ媒体を通過するのを阻止するように構成された多孔質材料を含む。

20

【0085】

[84]いくつかの実施形態によれば、本方法は、第2の開口部に配置された収集ユニットに濾過された粒子を収集することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、締結機構を介して第2の開口部に締結されるように構成された取り外し可能な収集ユニットを含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、濾過された流体がそこを流れることを可能にするようにさらに構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、流体から濾過された固体を捕捉するように構成されたさらなるフィルタ媒体を含むデッドエンドフィルタを含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、第2段階濾過装置を含む。

30

【0086】

[85]いくつかの実施形態によれば、濾過された粒子は、マイクロプラスチックを含む。いくつかの実施形態によれば、濾過された粒子は、マイクロファイバーを含む。いくつかの実施形態によれば、濾過された粒子は、微小固体を含む。

【0087】

[86]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 $0.1 \sim 10.0$ の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 $1.0 \sim 10.0$ の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 $1.0 \sim 6.0$ の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 $2.0 \sim 5.0$ の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約 $3.0 \sim 4.0$ の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。

40

【0088】

[87]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲むフィルタ媒体を通して流体を流すことによって流体から粒子を濾過することは、フィルタ媒体にわたってクロスフロー濾過領域を提供することを含む。

【0089】

[88]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは可変ピッチを有する。

【0090】

[89]いくつかの実施形態によれば、流体は液体である。いくつかの実施形態によれば、

50

流体は気体である。いくつかの実施形態によれば、流体は洗濯機排出流体を含む。

【0091】

[90]いくつかの実施形態によれば、フィルタ媒体は、ハウジングによって渦流フィルタに締結される。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、渦流フィルタをフィルタ媒体に対して封止するように構成されたガasketを含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、流体を第1の開口部に導くように構成された入口開口部と、濾過された流体をエンクロージャから導くように構成された出口開口部と、を含むエンクロージャ内に濾過装置を収容することと、濾過された粒子を粒子収集ユニットに収集することと、をさらに含む。いくつかの実施形態によれば、粒子収集ユニットは、粒子収集ユニットが取り外されたときに流体がエンクロージャ内に残るように、エンクロージャから取り外されるように構成される。

10

【0092】

[91]いくつかの実施形態によれば、本方法は、掻き取り機構を使用して渦流フィルタおよびフィルタ媒体を浄化することをさらに含む。

【0093】

[92]いくつかの実施形態によれば、本方法は、70 cm/秒を超える流速で第1の開口部に流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、90 cm/秒を超える流速で第1の開口部に流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、120 cm/秒を超える流速で第1の開口部に流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、140 cm/秒を超える流速で第1の開口部に流体を提供することをさらに含む。

20

【0094】

[93]いくつかの実施形態によれば、固体または濾過された粒子は、マイクロプラスチックを含む。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例1または実施例4の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の80%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例1または実施例4の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の85%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例1または実施例4の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の90%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例1または実施例4の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の91%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例1または実施例4の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の92%、93%、94%、95%、96%、97%または98%を超える量を濾過する。

30

【0095】

[94]いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例2の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の85%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例2の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の90%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例2の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の91%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例2の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の92%、93%、94%、95%、96%、97%または98%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例2の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の99.0%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、99.5%、99.6%、99.7%、99.8%または99.9%を超える量を濾過する。

40

50

【0096】

[95]いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの80%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの85%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの90%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの91%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの92%、93%、94%、95%、96%、97%または98%を超える量を濾過する。

10

【0097】

[96]本開示の別の態様によれば、いくつかの実施形態によれば、洗濯機排出流体からマイクロプラスチックを濾過するための方法は、濾過装置の渦流フィルタの第1の開口部に洗濯機排出流体を提供することであって、先細螺旋コイルがリブを含み、リブが渦流フィルタの第1の開口部と第2の開口部との間で減少する内径を有する、洗濯機排出流体を提供することと、第1の開口部から第2の開口部に向かう方向の粒子濾過経路に沿ってリブに沿って洗濯機排出流体中に渦流を生成することと、渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲むフィルタ媒体に洗濯機排出流体を流すことによって、粒子濾過経路に沿って洗濯機排出流体からマイクロプラスチックを濾過することと、第2の開口部で渦流フィルタから濾過されたマイクロプラスチックを除去することと、を含んでもよく、マイクロプラスチックを濾過することは、実施例1、実施例2、または実施例4の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の80%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、先細螺旋構成などの先細構成を有してもよい。渦流フィルタは、円錐形フィルタを含んでもよい。いくつかの実施形態では、渦流フィルタは、螺旋構成および円錐形状の両方を有する先細コイルを含む。いくつかの実施形態では、渦流フィルタは先細螺旋コイルを含む。

20

【0098】

[97]いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例1または実施例4の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の85%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例1または実施例4の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の90%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過フィルタは、実施例1または実施例4の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の91%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例1または実施例4の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の92%、93%、94%、95%、96%、97%または98%を超える量を濾過する。

30

【0099】

[98]いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例2の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の85%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例2の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の90%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例2の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の91%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過フィルタは、実施例2の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の92%、93%、94%、95%、96%、97%または98%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過フィルタは、実施例2の方法を用いて測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、マイクロプラスチックの質量の

40

50

99.0%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、99.5%、99.6%、99.7%、99.8%または99.9%を超える量を濾過する。

【0100】

[99]いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの80%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの85%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの90%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの91%を超える量を濾過する。いくつかの実施形態によれば、濾過することは、実施例4の方法を用いて測定した場合に、カウントでマイクロプラスチックの92%、93%、94%、95%、96%、97%または98%を超える量を濾過する。

10

【0101】

[100]いくつかの実施形態によれば、粒子濾過経路は、第1の開口部と第2の開口部との間で実質的に連続している。いくつかの実施形態によれば、粒子濾過経路は、第2の開口部に向かう粒子濾過経路に沿ったマイクロプラスチックの流れを阻害しないように構成される。いくつかの実施形態によれば、リブは、減少する半径で第1の開口部から第2の開口部まで螺旋状になっている。いくつかの実施形態によれば、第1の開口部は、第2の開口部の断面積よりも大きい断面積を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、実質的に円錐形の先細コイルを含む。いくつかの実施形態によれば、フィルタ媒体は、流体中に懸濁した固体がフィルタ媒体を通過するのを阻止するように構成された多孔質材料を含む。

20

【0102】

[101]いくつかの実施形態によれば、方法は、第2の開口部に配置された収集ユニットに濾過されたマイクロプラスチックを収集することをさらに含む。

【0103】

[102]いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、締結機構を介して第2の開口部に締結されるように構成された取り外し可能な収集ユニットを含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、濾過された洗濯機排出流体がそこを流れることを可能にするようにさらに構成される。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、洗濯機排出流体から濾過された固体を捕捉するように構成されたさらなるフィルタ媒体を含むデッドエンドフィルタを含む。いくつかの実施形態によれば、収集ユニットは、第2段階濾過装置を含む。

30

【0104】

[103]いくつかの実施形態によれば、濾過されたマイクロプラスチックはマイクロファイバーを含む。

【0105】

[104]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約0.1~10.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約1.0~10.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約1.0~6.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約2.0~5.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、終点を含む約3.0~4.0の範囲内のレーカ減少比 β/α を有する。

40

【0106】

[105]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタの外周の少なくとも一部を取り囲むフィルタ媒体を通して洗濯機排出流体を流すことによって洗濯機排出流体からマイクロプラスチックを濾過することは、フィルタ媒体にわたってクロスフロー濾過領域を提供することを含む。

50

【0107】

[106]いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは可変ピッチを有する。

【0108】

[107]いくつかの実施形態によれば、フィルタ媒体は、ハウジングによって渦流フィルタに締結される。いくつかの実施形態によれば、渦流フィルタは、渦流フィルタをフィルタ媒体に対して封止するように構成されたガasketを含む。

【0109】

[108]いくつかの実施形態によれば、本方法は、洗濯機排出流体を第1の開口部に導くように構成された入口開口部と、濾過された洗濯機排出流体をエンクロージャから導くように構成された出口開口部と、を含むエンクロージャ内に濾過装置を収容することと、濾過されたマイクロプラスチックを粒子収集ユニットに収集することと、をさらに含む。いくつかの実施形態によれば、粒子収集ユニットは、粒子収集ユニットが取り外されたときに洗濯機排出流体がエンクロージャ内に残るように、エンクロージャから取り外されるように構成される。

10

【0110】

[109]いくつかの実施形態によれば、本方法は、掻き取り機構を使用して渦流フィルタおよびフィルタ媒体を浄化することをさらに含む。

【0111】

[110]いくつかの実施形態によれば、本方法は、50 cm/秒を超える流速で第1の開口部に洗濯機排出流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、70 cm/秒を超える流速で第1の開口部に洗濯機排出流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、90 cm/秒を超える流速で第1の開口部に洗濯機排出流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、120 cm/秒を超える流速で第1の開口部に洗濯機排出流体を提供することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、本方法は、140 cm/秒を超える流速で第1の開口部に洗濯機排出流体を提供することをさらに含む。

20

【0112】

[111]本開示の別の態様によれば、いくつかの実施形態によれば、コントローラは、プロセッサと、プロセッサに通信可能に結合された記憶装置と、を含んでもよく、プロセッサが、記憶装置に記憶されたプログラムされた命令を実行して、フィルタを通る流体流のパラメータを決定し、パラメータに基づいてフィルタの掻き取り機構を動作させる、ように構成される。

30

【0113】

[112]前述の一般的な説明および以下の詳細な説明の両方は、例示的かつ説明的なものにすぎず、特許請求され得る主題を限定するものではないことを理解されたい。

【0114】

[113]本開示に組み込まれ、本開示の一部を構成する添付の図面は、例示的な実施形態を示し、説明と共に、開示された原理を説明するのに役立つ。

【図面の簡単な説明】

【0115】

40

【図1】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過装置を示す図である。

【図2】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過装置の例示的な分解斜視図である。

【図3A】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な先細螺旋コイルを示す図である。

【図3B】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な先細螺旋コイルを示す図である。

【図3C】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な先細螺旋コイルを示す図である。

【図3D】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な先細螺旋コイルを示す図で

50

ある。

【図 4 A】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な先細螺旋コイルの上面図である。

【図 4 B】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な先細螺旋コイルの上面図である。

【図 4 C】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な先細螺旋コイルの上面図である。

【図 5 A】図 3 の断面 5 - 5 の部分断面反転図である。

【図 5 B】例示的な先細螺旋コイルの例示的な部分断面図である。

【図 5 C】例示的な先細螺旋コイルの例示的な部分断面図である。

【図 5 D】例示的な先細螺旋コイルの例示的な部分断面図である。

【図 5 E】例示的な先細螺旋コイルの例示的な部分断面図である。

【図 5 F】例示的な先細螺旋コイルの例示的な部分断面図である。

【図 6】例示的な濾過装置の例示的なリブの部分断面図である。

【図 7】例示的な濾過装置の例示的なハウジングの斜視図である。

【図 8】開放構成にある例示的な先細螺旋コイルおよびハウジングの立面図である。

【図 9 A】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過システムの分解斜視図である。

【図 9 B】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過システムの立面図である。

【図 10 A】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過システムの断面図である。

【図 10 B】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過システムの断面図である。

【図 10 C】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過システムの断面図である。

【図 11】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な方法の概略フロー図である。

【図 12】図 11 の方法の例示的な使用中の構成の概略図である。

【図 13】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な方法の概略フロー図である。

【図 14】図 13 の方法の例示的な使用中の構成の概略図である。

【図 15】例示的な先細螺旋コイルの例示的な部分断面図である。

【図 16 A】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過システムの立面図である。

【図 16 B】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過システムの断面図である。

【図 16 C】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過システムの断面図である。

【図 17】例示的な先細螺旋コイルの例示的な部分断面図である。

【図 18】濾過効率を測定するための試験方法の第 1 の例示的な設定を示す図である。

【図 19】濾過効率を測定するための試験方法の第 2 の例示的な設定を示す図である。

【図 20】フィルタの負荷サイクル耐性を測定するための試験方法の例示的な設定を示す図である。

【図 21 A】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過システムの例示的な等角図である。

【図 21 B】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過システムの例示的な等角図である。

【図 21 C】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過システムの例示的な断面図である。

10

20

30

40

50

【図 2 1 D】本開示のいくつかの実施形態と一致する、例示的な濾過システムの例示的な断面図である。

【図 2 2 A】実施例 3 に記載の試験方法の負荷サイクル耐性試験の結果を示す図である。

【図 2 2 B】実施例 3 に記載の試験方法の流量の結果を示す図である。

【図 2 2 C】実施例 3 に記載の試験方法の流量の結果を示す図である。

【図 2 2 D】実施例 3 に記載の試験方法の流速の結果を示す図である。

【図 2 2 E】実施例 3 に記載の試験方法の圧力の結果を示す図である。

【図 2 2 F】実施例 3 に記載の試験方法の圧力の結果を示す図である。

【図 2 2 G】実施例 3 に記載の試験方法の圧力の結果を示す図である。

【図 2 3 A】実施例 3 に従って試験されるフィルタを示す図である。

10

【図 2 3 B】実施例 3 に従って試験されるフィルタを示す図である。

【図 2 3 C】実施例 3 に従って試験されるフィルタを示す図である。

【図 2 4 A】実施例 4 に記載の試験方法について、ポリエステル—綿材料の濾過前の洗濯機廃水のマイクロプラスチック分布の変化（粒子数による）を決定することによって、本発明のフィルタの一実施形態の効率試験の結果を示す図である。

【図 2 4 B】実施例 4 に記載の試験方法について、ポリエステル—綿材料の濾過後の洗濯機廃水のマイクロプラスチック分布の変化（粒子数による）を決定することによって、本発明のフィルタの一実施形態の効率試験の結果を示す図である。

【図 2 4 C】実施例 4 に記載の試験方法について、ポリエステル—綿材料の濾過前の洗濯機廃水のマイクロプラスチック分布の変化（重量による）を決定することによって、本発明のフィルタの一実施形態の効率試験の結果を示す図である。

20

【図 2 4 D】実施例 4 に記載の試験方法について、ポリエステル—綿材料の濾過後の洗濯機廃水のマイクロプラスチック分布の変化（重量）を決定することによって、本発明のフィルタの一実施形態の効率試験の結果を示す図である。

【図 2 5 A】実施例 4 に記載の試験方法について、フロックされた材料の濾過前の洗濯機廃水のマイクロプラスチック分布の変化（粒子数による）を決定することによって、本発明のフィルタの一実施形態の効率試験の結果を示す図である。

【図 2 5 B】実施例 4 に記載の試験方法について、フロックされた材料の濾過後の洗濯機廃水のマイクロプラスチック分布の変化（粒子数による）を決定することによって、本発明のフィルタの一実施形態の効率試験の結果を示す図である。

30

【図 2 5 C】実施例 4 に記載の試験方法について、フロックされた材料の濾過前の洗濯機廃水のマイクロプラスチック分布の変化（重量による）を決定することによって、本発明のフィルタの一実施形態の効率試験の結果を示す図である。

【図 2 5 D】実施例 4 に記載の試験方法について、フロックされた材料の濾過後の洗濯機廃水のマイクロプラスチック分布の変化（重量による）を決定することによって、本発明のフィルタの一実施形態の効率試験の結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0 1 1 6】

[140]ここで、例示的な実施形態を詳細に参照し、その例を添付の図面に示す。便宜上、同じまたは同様の部分を指すために、図面全体を通して同じ参照番号を使用することができ、以下の説明に記載される実装形態は例示的な実施形態であり、本開示と一致するすべての実装形態を表すものではない。開示された原理のいくつかの例および特徴が本明細書に記載されているが、本開示の趣旨および範囲から逸脱することなく、修正、適合、および他の実施態様が可能である。以下の詳細な説明は、本開示の態様と一致するシステム、装置、および方法の単なる例とみなされることが意図されている。

40

【0 1 1 7】

[141]いくつかの実施形態は、改善された濾過性能、懸濁固体のより高い収集効率、フィルタを維持するより容易な能力、フィルタ媒体の清浄度の改善、ユーザ介入のための改善されたアクセス可能性（例えば、収集ユニットを空にする）、改善されたパッケージング、フィルタ媒体にわたる圧力降下の減少、小粒子の高効率濾過（例えば、微粒子およびマ

50

イクロプラスチック）、高流量または高流速での効率的な濾過、および目詰まり、汚染、ファウリングなどの傾向の減少などの従来の濾過システムおよび方法に改善を提供することができる。例えば、いくつかの実施形態は、収集ユニット内の広範囲の濾過された固体サイズにわたって比較的大量の固体を収集することができるフィルタを達成することができるが、フィルタ媒体は長期間の使用後に比較的清浄なままである。いくつかの実施形態では、フィルタは、高い流量および高い流速で高い濾過効率を達成する。いくつかの実施形態では、フィルタは、空気または水などの流体から固体または微小固体を濾過することができる。いくつかの実施形態では、フィルタは、例えば廃水、飲料水、または洗濯水などの水からマイクロプラスチックを濾過することができる。

【0118】

[142] 微粒子廃棄物の問題は増大している。特に、マイクロプラスチックなどのマイクロ固体廃棄物が重大な問題であり、健康被害になりつつあることがますます認識されつつある。例えば、「マイクロプラスチック」は、一般に、5ミリメートル未満のサイズを有する規則的または不規則な形状を有する任意の合成粒子であると考えられる。マイクロプラスチックは、一次供給源および二次供給源の両方からもたらされ得る。主な原因としては、織物摩耗（例えば、洗濯機で分解され、洗濯排水を介して環境に排出される衣類中の合成繊維）およびタイヤ摩耗（例えば、通常の運転によるタイヤ摩耗により、ゴムが絶えず摩耗し、環境に洗い流される路面に放置される）が挙げられる。二次供給源は、より大きなプラスチック片（例えば、プラスチックボトル）がより小さな片に分解されることを含む。次いで、マイクロプラスチックは、人間が消費するために給水に入る。本明細書のいくつかの実施形態は、説明を助けるためにマイクロプラスチックに関して説明され得るが、本開示は、マイクロプラスチックを濾過することに限定されず、流体から他の固体、粒子、マイクロ固体、マイクロ粒子、マイクロファイバー、粒子状物質、または他の濾過可能な物質を濾過するために使用することができる。

【0119】

[143] 研究によれば、平均的な人は、プラスチック製クレジットカードと同等の重量の約5グラムのマイクロプラスチックを1週間に消費し得ることが示されている。このプラスチックの約35%は、環境中に放出されるマイクロプラスチックの単一の最大点源であると考えられる織物摩耗に由来すると考えられる。マイクロプラスチックのヒト摂取は、自閉症、早期思春期、結腸癌および乳癌などの悪性疾患、ならびに心臓の問題に関連し、リンクする。

【0120】

[144] 人間の健康に対するリスクに加えて、マイクロプラスチックおよび他のプラスチック廃棄物は、環境および気候にも影響を及ぼす。マイクロプラスチックおよび他のプラスチック粒子は、地球の最大の炭素シンクの1つである世界の海洋の自然の生物学的ポンピング作用を妨げる可能性がある（第2次世界大戦以降に放出された炭素の40%以上を捕捉する）。環境中のマイクロプラスチックの継続的な蓄積は、放射強制力などの地球の自然プロセスのこれおよび他のプロセスと干渉する可能性がある。例えば、大気中のマイクロプラスチックは、地球の表面から放出された熱を逃がすのではなく、反射または吸収することによって温室効果に寄与し得る。

【0121】

[145] 流動する流体（例えば、水または空気）中に懸濁したマイクロプラスチックの濾過は、特に高い流量または高い流速での粒子のサイズおよび流体の流速のために困難であった。従来の濾過方法、例えばフィルタ媒体を使用するデッドエンドおよび従来のクロスフローフィルタシステムは、高流量、高流速、または高濃度のマイクロプラスチックでは効果的ではない。さらに、そのようなフィルタは浄化が困難であり、より小さいサイズのマイクロプラスチックまたは他の粒子を効果的に選択することができない。例えば洗濯機などの多くの用途では、流体排出は、短時間で比較的大量の流体を排出するために高い流量および高い流速を有し、高速および高圧排出の両方をもたらす。デッドエンド濾過は、そのような状況では効果的ではなく、その理由は、フィルタ媒体によって引き起こされる流

10

20

30

40

50

れの制限およびフィルタ媒体における濾過された残留物の蓄積が、フィルタ媒体を横切る圧力降下および背圧をもたらし、その結果、フィルタ媒体を通る流れが低くなり、最終的に閉塞が起こり、排出ラインの壊滅的な故障につながる可能性があるためである。そのような故障は、ポンプの故障、洗濯機からの排水不能、および洗濯機からの漏れをもたらす可能性がある。十分に高い流量では、微細なフィルタ媒体は濾過流を妨げ、システムを通る背圧を引き起こし、ホースまたはパイプを吹き飛ばし、漏れ、壊滅的なホースまたはパイプの故障、またはシステムの様々な構成要素の損傷につながる可能性がある。従来のクロスフロー濾過方法はまた、残留物がフィルタ媒体上に集まり、フィルタが容易に浄化されず、マイクロプラスチック含有物の多くが依然として排出されるように比較的低い効率であるため、効果的ではない。従来のクロスフロー濾過フィルタはまた、流体から粒子を効率的に濾過することができないため、高流量および高流速では効果的ではない。

10

【0122】

[146]本開示の例示的なフィルタは、過度の圧力降下およびフィルタの目詰まりを生じることなく、流動する流体からマイクロプラスチックを濾過することに伴うそのような問題に対処することができ、したがって濾過性能を改善することができる。例示的なフィルタはまた、マイクロプラスチックなどの粒子を、50cm/秒を超える流速などの高い流量および高い流速で濾過するのにより効果的である。フィルタは、先細コイルの隣接する回転部の間のクロスフロー濾過などによって、懸濁固体（例えば、粒子）が流体から分離される濾過領域を含んでもよい。以下の説明では、先細コイルと、螺旋構成をさらに有するものを含む渦流式充填装置について言及するが、これは本開示の一実施形態である。本発明は、螺旋または先細螺旋構成に限定されるべきではない。しかしながら、この構成に関して、粒子の流れは、先細螺旋コイルの隣接する回転部の間の渦流を含んでもよい。フィルタは、粒子を捕捉して処分することができる収集領域に向かって、先細螺旋コイルの隣接する回転部の間の流路に沿って粒子の流れを進めるように構成されてもよい。

20

【0123】

[147]図1は、流体流方向126に沿って概して直径が減少する先細螺旋コイルを有する本開示の例示的な濾過装置を示す。図1に示すように、濾過装置100は、入口流体流126が入る流体入口などの第1の開口部122を有する。濾過装置100は、第1の開口部122から第2の開口部124に向かって延在する先細螺旋コイル112を含む。第2の開口部124は、第1の開口部122に対向していてもよい。図1に示すように、いくつかの実施形態では、第2の開口部124は、残渣収集ユニット170内に開口部してもよい。先細螺旋コイル112は、リブ118を有する。濾過されるべき流体が第1の開口部122から第2の開口部124へ通過するとき、先細螺旋コイル112の形状のリブ118は流体中に渦流136を生成する。渦流136は、粒子流路138（例えば、第2の開口部124に向かって）に沿った濾過される粒子（例えば、フィルタ残留物）の移動を促進し、濾過された流体（例えば、濾液）の流れ102は、フィルタ媒体142を横切るクロスフロー濾過などによってフィルタ媒体142を通して出ることができる。図1の理解を容易にするために、フィルタ媒体142は断面のみで示されているが、リブ118を囲むと理解される。フィルタ媒体142は、リブ118と直接一体化されてもよく、またはハウジング114（図示せず）の一部としてリブ118に取り付けまたは結合されてもよい。次に、図7を用いて、ハウジング114の一例について説明する。いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル112は、図6を参照して以下でさらに詳細に説明する溝152およびガスケットロッド160を含んでもよい。先細螺旋コイル112のリブ118は、粒子流路138および濾過装置100を通して流れる流体のためのフローガイドを形成することができる。いくつかの実施形態では、リブ118は、第1の開口部122から第2の開口部124への流体流方向に沿った連続流ガイド（例えば、最初から最後まで破損していない）を含んでもよい。いくつかの実施形態では、粒子流路138は、リブ118に沿って第2の開口部124に向かう濾過された粒子の流れを容易にするために実質的に遮られなくてもよい。いくつかの実施形態では、残渣収集ユニット170（例えば、濾過された粒子を収集するための）は、先細螺旋コイル112の第2の開口部124に設けら

30

40

50

れてもよい。濾液を粒子流路 138 に沿ったクロスフロー濾過などによって残渣から分離することを可能にするために、図 1 に示すように、フィルタ媒体 142（例えば、メッシュまたは膜）を先細螺旋コイル 112（例えば、リブ 118 の回転部の側面を部分的にまたは完全に囲む）の周りに設けることができる。残渣収集ユニット 170 は、それ自体のフィルタ媒体 172 を含み、これはフィルタ媒体 142 およびハウジング 174 と同じであっても異なってもよい。

【0124】

[148] 動作中、流体および懸濁粒子は、図 1 に示すように、より大きい直径の端部からなど、先細螺旋コイルの入口に入る。流体流は、渦流 136 を生成するために、粒子および流体をコイルの側面に向かって半径方向外側に押す。図 1 に示すように、先細螺旋コイル 112 を取り囲むフィルタ媒体 142 は、粒子がフィルタから出るのを防止する。一方、濾過された流体流 102 は、クロスフロー濾過などによって、リブ 118 の回転部の間にフィルタ媒体 142 を通って出る。先細螺旋コイル 112 の形状は、流体がフィルタを通して流れる際に、リブ 118 に沿って出口に向かって粒子流路 138 に沿ってコイルに沿って渦流 136 と共に粒子を移動させる。さらに、粒子は残渣収集ユニット 170 に蓄積することができ、そこで粒子はフィルタ媒体 172 に含まれ、濾過された流れ 102 も収集ユニット出口 174 を通って残渣収集ユニット 170 の側面を介して出る。収集ユニット出口 174 はまた、フィルタ媒体 172 によって覆われてもよい。

10

【0125】

[149] 先細螺旋コイル 112 によって生成された渦流 136 は、粒子経路 138 に沿って、またはコイル 112 の中心に戻って、粒子を流体流に絶えず混合させる。これらの渦流はまた、フィルタ媒体 142 を横切るクロスフロー濾過に寄与する。渦流 136 は、粒子をフィルタ媒体 142 上に閉じ込めたり、リブ 118 上に集めたりするのではなく、懸濁状態のままにするので、第 2 の開口部 124 に向かう渦流 136 および粒子流路 138 の形成は、フィルタ媒体 142 に沿った濾過された粒子の蓄積を防止し、それによって継続的な使用にわたってフィルタ効率を維持する。フィルタ媒体 142 は、特定のサイズの粒子を適切に濾過（例えば、特定の孔径を使用すること）するように構成することができる。フィルタ媒体 142 はまた、所望の収集パラメータに基づいて構成することができる。例えば、本明細書に記載のフィルタは、実施例 1、実施例 2、または実施例 4 のいずれかの方法を使用して測定した場合に、サイズが 10 マイクロメートルになるまで後濾過した場合に、質量で約 90 % 以上の微粒子を捕捉するように構成され得る。

20

30

【0126】

[150] さらに、渦流 136 によって誘発された粒子の運動は、粒子を互いに衝突させ、凝集をもたらして濾過がより容易なより大きな粒子を生成することができるが、より小さな粒子はフィルタ媒体を通過することができる。渦流によって誘発される凝集は、フィルタ内でより良好な効率を提供し、そのフィルタ媒体が捕捉されている粒子よりも大きい孔径を有し得るとしても、フィルタが粒子を捕捉することを可能にし得る。また、渦流に起因して、先細螺旋コイル 112 およびフィルタ媒体 142 が比較的清浄なままである間に、粒子がフィルタの第 2 の開口部 124 に向かって押される。粒子は、コイルの狭い端部にあってもよい第 2 の開口部 124 に配置された収集ユニット 170 に収集することができる。いくつかの実施形態では、収集ユニット 170 は、いくつかの実施形態では、クロスフロー濾過などによって一次濾過が先細螺旋コイル 112 に沿ってフィルタ媒体 142 を通って行われるため、流体流が従来のデッドエンドフィルタと比較して収集ユニット 170 で減少し得ることを除いて、デッドエンドフィルタと同様に作用し得る。また、濾液流体はフィルタ媒体 142 を介して出ることができるので、フィルタ媒体 142 および収集ユニット 170 にわたる圧力降下を低減または排除することができる。いくつかの実施形態では、収集ユニット 170 は、粒子残留物（例えば、フィルタ「ケーキ」）をフィルタから容易に廃棄することができるように、取り外し可能なカップを含んでもよい。いくつかの実施形態では、収集ユニット 170 は、クロスフローフィルタ、または他の何らかのタイプのフィルタと同様に動作することができる。いくつかの実施形態では、収集ユニッ

40

50

トは、粒子のさらなる除去を可能にする第２段階の濾過を含む。例えば、デッドエンドフィルタではなく、第２段階の濾過は、フィルタまたは収集ユニットを定期的に停止および浄化する必要がないように、別の流体の連続流を使用して濾過された粒子のさらなる濾過または排出を提供することができる。

【０１２７】

[151]図２はまた、本開示の実施形態と一致する例示的な濾過装置の構成要素を示す。先細螺旋コイル１１２およびハウジング１１４の２つの部分を有する濾過装置が示されている。いくつかの実施形態では、ハウジング１１４は、フィルタ媒体１４２（図示せず）を含んでもよい。いくつかの実施形態では、残渣収集ユニットなどの、図１に示す１つまたは複数の部品を含むさらなる部品が存在してもよい。図２に示すように、先細螺旋コイル１１２は、矢印１１６で示すようにハウジング１１４に挿入することができる。例えば、先細螺旋コイル１１２およびハウジング１１４は、濾過装置の組み立てを容易にするために、フィルタ媒体１４２（図示せず）を含むことができるハウジング１１４の内側に先細螺旋コイル１１２を配置することができるようなサイズおよび形状とすることができる。

10

【０１２８】

[152]図３Ａ～図３Ｄは、例示的な先細螺旋コイル１１２をより詳細に示す。先細螺旋コイル１１２は、螺旋状に配向されたリブ１１８を有する単一（例えば、モノリシック）またはマルチピース構成要素とすることができる。先細螺旋コイル１１２は、リブ１１８に沿って渦流を生成するように構成されてもよい。リブ１１８は、リブ１１８の隣接する回転部の間で中心軸線１２０の周りを回転する漏斗状渦流に巻くことができる。動作中、流体流は、矢印１２６で示すように、第１の開口部１２２に入る。第１の開口部１２２は、先細螺旋コイル１１２の第１の端部に形成されてもよい。先細螺旋コイル１１２の第１の開口部は、先細螺旋コイル１１２の両端部のうちの比較的広い方であってもよい。開口部は、矢印１２６によって示される方向に先細螺旋コイル１１２を通る流体流のために開いた断面流れ領域を指すことができる。流体が先細螺旋コイル１１２を通過すると、濾液流体は、先細螺旋コイル１１２の側面（例えば、リブ１１８の回転部間の空間）から出ることができる。流体はまた、第２の開口部１２４を通過して出ることができる。先細螺旋コイル１１２は、ハウジング１１４または他のフィルタ媒体１４２によって囲まれると、フィルタを通過して流れる流体に影響を及ぼすフローガイドを形成することができる。先細螺旋コイル１１２は、渦流、渦流などの渦流を生成することができ、あるいは一般にリブ１１８に沿った螺旋状、ループ状、または巻回経路に沿って第２の開口部１２４に向かってそこに懸濁した粒子を同伴、濃縮、または輸送する任意の流体流れ機構を生成することができる。

20

30

【０１２９】

[153]濾過領域は、第１の開口部１２２と第２の開口部１２４との間のリブ１１８の回転部の間に先細螺旋コイルの外側の周りに構成されてもよい。渦流の形成は、図１を参照して説明したように、リブ１１８に沿ってなど、第２の開口部１２４に向かう粒子の移動を促進することができる。いくつかの実施形態では、第２の開口部１２４は、粒子が収集される収集領域または廃棄物排出流に開口部してもよく、濾過領域は比較的粒子を含まないままである。

40

【０１３０】

[154]先細螺旋コイル１１２は、リブ１１８に沿って連続的なフローガイドを形成することができる。例えば、リブ１１８は、第１の開口部１２２から第２の開口部１２４までの比較的切れ目のないリブを含んでもよい。いくつかの実施形態では、リブ１１８は、リブ１１８に沿った流路に沿った任意の不連続部が方向１３８の流体または粒子の流れを著しく妨げないように、リブ１１８の隣接する回転部の間に機能的に連続したフローガイドを形成することができる。リブ１１８は、途切れなくてもよい。リブ１１８は、隙間のない連続した単一の材料片から形成されてもよく、先細螺旋フローガイド１１２の螺旋経路に沿って流体入口１２２から狭い端部１２４までの流路を提供する。流路は、先細螺旋コイル１１２の軸線１２０を中心としたリブ１１８の同心円状により小さい半径方向回転を介

50

してリブ 1 1 8 に衝突する流体流によって生成された渦流 1 3 6 を含む。

【0 1 3 1】

[155] 単一のリブ 1 1 8 は、先細螺旋コイル 1 1 2 の設計に特定の利点を有することができる。例えば、リブ面が入力流れ方向 1 2 6 に対してより垂直であり得るため、リブの螺旋形状がより鋭い入射角を提供し得るので、単一のリブ 1 1 8 は、より良好な渦流生成を提供し得る。また、圧下率 β / α は、渦流形成に寄与し得る。いくつかの実施形態では、単一のリブ 1 1 8 は、第 1 の開口部 1 2 2 と第 2 の開口部 1 2 4 との間で 2 ~ 6 回転を完了することができる。例えば、リブは、第 1 の開口部 1 2 2 と第 2 の開口部 1 2 4 との間で 2 . 0、2 . 2 5、2 . 3 3、2 . 5、2 . 6 6、2 . 7 5、3 . 0、3 . 2 5、3 . 3 3、3 . 5、3 . 6 6、3 . 7 5、4 . 0、4 . 2 5、4 . 3 3、4 . 5、4 . 6 6、4 . 7 5、5 . 0、5 . 2 5、5 . 3 3、5 . 5、5 . 6 6、5 . 7 5、または 6 . 0 回転を完了することができる。単一のリブなどによって、レーカ減速比と組み合わせることで、多くの回転を提供することにより、流体の渦流生成および濾過の改善を容易にすることができ、濾過された粒子の収集のための第 2 の開口部 1 2 4 に向かう移動を容易にすることができる。

10

【0 1 3 2】

[156] 特定の実施形態は単一のリブ 1 1 8 を有するように示されているが、先細螺旋コイル 1 1 2 は複数のリブ 1 1 8 を含んでもよい。例えば、先細螺旋コイル 1 1 2 は、2 つのリブ 1 1 8 を含んでもよく、各リブは、対向するリブに対向する先細コイル形状を形成する。複数のリブの使用は、コイルに対するより急なピッチを可能にしながら、先細螺旋コイル 1 1 2 が隣接するリブ間のより小さい間隔を維持することを可能にするので、いくつかの用途において有利であり得る。このようにして、特定の実施形態では、コイルへのリブの突出部のレーカ減少比 β / α (後述) または他のパラメータをより容易に制御することができる。複数のリブの使用はまた、交互のリブが異なる寸法を有することを可能にし、先細螺旋コイル 1 1 2 の設計のさらなる制御を提供する。いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル 1 1 2 は、2 つ、3 つ、4 つ、または 5 つのリブを含んでもよい。いくつかの実施形態では、複数のリブは、先細螺旋コイル 1 1 2 の外周の周りに等間隔に配置されてもよい。他の実施形態では、複数のリブは、先細螺旋コイル 1 1 2 の外周の周りに不均一に離間されてもよい。いくつかの実施形態では、複数のリブの各々は、同じまたは類似の断面形状を有することができる。他の実施形態では、複数のリブのうちの 1 つまたは複数の断面形状が変化してもよく、それによって、先細螺旋コイル 1 1 2 内の様々なレーカ減少比 β / α (後述) を可能にする。

20

30

【0 1 3 3】

[157] リブ 1 1 8 に加えて、またはそれに代えて、先細螺旋コイル 1 1 2 は、いくつかの実施形態では、ベーン、ブレード、プレート、パネル、スラット、フィン、ストリップ、障害物、またはそれを通る流体に摂動を引き起こすように構成された任意の固体部材などの構造を含んでもよい。リブ 1 1 8 は、バッフルのように作用して、その上を流れる流体に摂動を引き起こすことができ、これは、先細螺旋コイル 1 1 2 に渦流を生成するか、またはその形成に寄与することができる。リブ 1 1 8 は、減少する半径で第 1 の開口部 1 2 2 から第 2 の開口部 1 2 4 まで螺旋状に延びてもよい。半径は、軸線 1 2 0 から軸線 1 2 0 に直交する方向に外向きに測定することができる。リブ 1 1 8 の形状は、螺旋、ねじれ、湾曲、コルクスクリュー、縮径旋回、対数螺旋、またはアルキメデス螺旋であってもよい。いくつかの実施形態では、リブは、後向きのタイプのリブなどのタイプのリブを含んでもよい。

40

【0 1 3 4】

[158] 先細螺旋コイル 1 1 2 の様々なパラメータは、濾過パラメータまたは性能に基づいて調整することができる。例えば、先細螺旋コイル 1 1 2 は、リブ 1 1 8 の回転数を変化させて寸法決めおよび成形することができる。さらなるパラメータは、リブ幅、リブ高さ、リブ断面形状、リブ角度 (例えば、軸線 1 2 0 に対するリブの前面または後面の傾斜 (図 1 5)) などのリブ寸法、および螺旋ピッチ、螺旋高さ、螺旋傾斜、螺旋偏心、螺旋角

50

度（例えば、第1の開口部122から第2の開口部124への先細螺旋コイルの先細の程度）などの螺旋寸法を含んでもよい。いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル112は、射出成形、機械加工、押出成形、および他の製造技術などによって単一の構成要素として作製されてもよい。先細螺旋コイル112は、それぞれ別々に製造された構成部品から組み立てることもできる。

【0135】

[159]いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル112は、1つまたは複数の圧力調整機構を含んでもよい。いくつかの実施形態では、図3B～図3Dに示すように、先細螺旋コイル112、圧力調整機構は、複数の圧力調整孔115を含む。圧力調整孔115は、先細螺旋コイル112の内径から先細螺旋コイル112の外径まで延在し、例えば、収集された粒子がフィルタを通る濾過された流体の流れを妨げるので、連続使用にわたってコイル内の背圧を緩和するように作用する。圧力調整孔115は、例えば、第1の開口部122で背圧を半径方向外側に転向させることによって、入口から離れる方向に圧力を転向させることによって濾過システム内の背圧を緩和することができ、それによって濾過装置の上流で背圧の影響を受けやすいポンプまたはホースなどのシステム構成要素の寿命を維持する。図3B～図3Dの実施形態は、第1の開口部122の外周の周りに半径方向に離間した5つの圧力調整孔115を含む。他の実施形態では、圧力調整孔115の数は変化してもよい。例えば、圧力調整孔115の数は、孔の直径に基づいて変化してもよい。例えば、各圧力調整孔は、終点を含む0.03～0.50インチの範囲の直径を有することができ、それは、例えば、0.03～0.40インチ、0.03～0.30インチ、0.03～0.20インチ、0.03～0.10インチ、0.03～0.09インチ、0.03～0.08インチ、0.03～0.07インチ、0.03～0.05インチ、0.10～0.50インチ、0.20～0.50インチ、0.30～0.50インチ、0.40～0.50インチ、0.10～0.40インチ、0.10～0.30インチ、0.10～0.20インチ、0.03～0.20インチ、0.03～0.15インチ、0.03～0.13インチ、0.03～0.12インチ、0.03～0.11インチ、0.03～0.10インチ、0.03～0.09インチ、0.03～0.06インチ、0.03～0.05インチ、0.04～0.09インチ、0.04～0.07インチ、0.04～0.06インチ、0.05～0.10インチ、0.05～0.70インチ、0.06～0.10インチ、0.06～0.08インチ、または0.08～0.10インチの範囲の直径である。一実施形態では、圧力調整孔115は、0.07インチの直径を有することができる。他の実施形態では、圧力調整孔115は、0.05インチ、0.06インチ、0.08インチ、または0.09インチの直径を有することができる。他の実施形態では、先細螺旋コイル112に配置された圧力調整孔115の数は、5～30、5～15、5～10、3～7、7～12、10～20、または10～15などの、1～50の範囲であってもよい。他の実施形態では、圧力調整孔115の数は、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、または15であってもよい。

【0136】

[160]1つまたは複数の圧力調整孔は、圧力解放機構を含んでもよい。いくつかの実施形態では、圧力解放機構は、先細螺旋コイル112内の圧力が所定のしきい値に達したときに開くように構成された圧力逃がし弁（図示せず）を含んでもよい。圧力逃がし弁は、圧力チェック弁として動作することができる。いくつかの実施形態では、圧力逃がし弁は、傘状弁を含んでもよい。圧力逃がし弁は、デフォルトで閉位置になるように構成されてもよく、それにより、流体が圧力逃がし孔115を通して先細螺旋コイル112の内部から出るのを防止する。圧力逃がし弁は、所定の圧力しきい値で開くように構成されてもよく、それにより、流体が圧力逃がし孔115を通して先細螺旋コイル112の内部から出ることを可能にし、先細螺旋コイル112の上流の背圧を防止し、それにより、他のシステム構成要素への損傷を防止し、流れ障害または圧力障害を防止し、浄化間の濾過装置の使用回数を延ばす。例えば、洗濯機の濾過装置として使用される場合、濾過装置は、浄化を必要とする前に、2～20負荷、例えば5～15負荷、5～10負荷、10～20負荷、

15～20負荷、3～10負荷、3～7負荷、4～10負荷、4～8負荷、5～8負荷、7～12負荷、9～13負荷、11～13負荷、13～17負荷、または16～20負荷などの排出流体を濾過することができる。いくつかの実施形態では、例えば圧力解放機構を含む濾過装置は、浄化を必要とする前に、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、または20個の負荷から排出流体を濾過することができる。浄化は、例えば、最後の浄化からの負荷から収集された濾過された粒子が、十分な濾過を防ぐのに十分なレベルまでフロースループットを妨げたために必要とされ得る。

【0137】

[161]いくつかの実施形態によれば、圧力逃がし弁などの濾過システム内の背圧が1～10 p s i の範囲の圧力に達すると、圧力リリース弁が開くことができる。いくつかの実施形態では、圧力逃がし弁などの濾過システム内の背圧が、2～5 p s i、2～4 p s i、2～3 p s i、3～4 p s i、4～6 p s i、5～7 p s i、6～8 p s i、または7～9 p s i の範囲の圧力に達すると、圧力逃がし弁が開くことができる。いくつかの実施形態によれば、圧力逃がし弁などの濾過システム内の背圧が2.5 p s i、2.6 p s i、2.7 p s i、2.8 p s i、2.9 p s i、3.0 p s i、3.1 p s i、3.2 p s i、3.3 p s i、3.4 p s i、3.5 p s i、3.6 p s i、3.7 p s i、3.8 p s i、または3.9 p s i、4.0 p s i、4.1 p s i、4.2 p s i、4.3 p s i、4.4 p s i、4.5 p s i、4.6 p s i、4.7 p s i、4.8 p s i、4.9 p s i、または5.0 p s i の圧力に達すると、圧力逃がし弁が開くことができる。

【0138】

[162]図4A～図4Cは、本開示のいくつかの実施形態と一致する、螺旋偏心の例を示す。図4A～図4Bは、例えば、矢印126に平行な流体流の方向に第1の開口部122から見た、例示的な先細螺旋コイル112の上面断面図である。図4Aに示すように、先細螺旋コイル112は、軸線120に沿ってほぼ円形の断面を有することができ、リブ118は、各回転のリブ重なり α を有する第2の開口部124に向かって軸線120に沿って減少する半径で軸線120の周りを螺旋状に旋回する。したがって、断面のサイズは、第2の開口部124に近いほど小さくてもよい。いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル112の断面は、軸線120に沿った任意の所与の点に他の形状を有してもよい。いくつかの実施形態では、円形断面を有するのではなく、先細螺旋コイル112は、ある程度の偏心を有するように構成されてもよい。図4Bに示すように、いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル112は偏心していてもよく、ほぼ楕円の形状を有してもよい。いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル112の断面形状は、図4Cに示すように、他の方法、例えば八角形で円形から逸脱してもよい。いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル112の断面は、円形、楕円形、三角形、正方形、五角形、六角形、八角形、または他の幾何学的断面であってもよい。先細螺旋コイル112は、第1の開口部122から軸線120に沿って見たときに、様々な実施形態において時計回りまたは反時計回りに螺旋状であってもよい。

【0139】

[163]図5Aは、図3に示す切断面5-5に沿った先細螺旋コイル112の垂直断面図である。図5Aに示すように、リブ118は、均一なリブ幅127を有するように構成することができ、これは、リブ118の内側縁部からリブ118の外側縁部まで測定された距離を有する寸法を指すことができる。また、リブ118は、均一なリブ高さ128を有することができ、これは、第1の開口部122に面するリブ118の下面からリブ118の上側の反対側の面（例えば、第2の開口部124に面する表面）まで測定された寸法を指すことができる。リブ118は、図5Aではほぼ矩形断面を有するように示されているが、いくつかの実施形態は、例えば正方形、台形、または菱形などの他の四辺形断面などの非矩形断面を含んでもよい。他の実施形態では、リブ118の断面の1つまたは複数の表面は、渦流の形成を容易にするために、またはリブ118に沿って第2の開口部124に向かう粒子流路138のためのフローガイドとして作用するために湾曲していてもよい。

【0140】

[164]先細螺旋コイル112は、支持構造体119を含んでもよい。支持構造体119は、リブ118の構造的支持を提供することができる。支持構造体119は、リブ118と第1の開口部122の支持面121との間の空間を満たす材料を含んでもよい。支持構造体119は、支持面121にリブ118を取り付けるための追加の領域を提供することができ、製造中などにリブ118の強度および位置合わせを維持することができ、または先細螺旋コイル112のコイル部が位置ずれしたり、動作中に誘発される歪みから分離したりするのを防止することができる。支持構造体119は、所定の角度長さ、例えば、軸線120を中心に約0.25回転(90度)、または適切な量の支持または安定性を提供するのに十分な任意の他の量で設けられてもよい。いくつかの実施形態では、支持構造体119の角度スパンの範囲は、例えば、30度、45度、60度、75度、90度、105度、120度、135度、150度、270度、180度、195度、210度、225度、240度、255度、または270度など、約1度~165度であってもよい。いくつかの実施形態では、支持構造体119は中実であってもよい。いくつかの実施形態では、支持構造体119は、流体流がそれを通過することを可能にする開口部を含んでもよい。支持構造体119に加えて、またはその代わりに、第2の支持構造体(図示せず)を第2の開口部124に設けてもよい。

10

【0141】

[165]図5Aにも示すように、先細螺旋コイル112は、螺旋高さ130を有することができ、これは、第1の開口部122に最も近くに位置するリブ118の第1の端部(例えば、先細螺旋コイル112の近位端)からリブ118の他端部(例えば、第2の開口部124にあってもよい先細螺旋コイル112の遠位端)まで測定された寸法を指すことができる。

20

【0142】

[166]先細螺旋コイル112は、第1の開口部122におけるコイルの螺旋形状の外周の直径を指すことができる第1の螺旋外径135を有することができる。先細螺旋コイル112は、第2の開口部124におけるコイルの螺旋形状の外周の直径を指すことができる第2の螺旋外径132を有することができる。先細螺旋コイル112はまた、第1の開口部122におけるコイルの螺旋形状の内周の直径を指すことができる第1の螺旋内径133を有することができる。先細螺旋コイル112はまた、第2の開口部124におけるコイルの螺旋形状の内周の直径を指すことができる第2の螺旋内径131を有することができる。先細螺旋コイル112は、第2の螺旋内径131が第1の螺旋内径133よりも小さくなるようにほぼ円錐形状を有してもよい。同様に、第2の螺旋外径132は、第1の螺旋外径135より小さくてもよい。

30

【0143】

[167]第1の螺旋外径135は第2の螺旋外径132よりも大きいことが好ましいが、第1の螺旋内径133が第2の螺旋内径131よりも大きいならば、これらの直径はいくつかの実施形態では同じであってもよいと考えられる。そのような構成は、血液濾過などの特に小径の用途、またはリブ118上の残留物の蓄積を防止するために、リブ118が粒子流路138に沿った流体流をさらに促進するように傾斜しているかまたは他の形状である場合に有益であり得る。

40

【0144】

[168]先細螺旋コイル112は、ねじ山のピッチと同様に、リブ118の2つの隣接する回転部の中点間の軸線120に平行に測定された寸法である螺旋ピッチ134を有することができる。いくつかの実施形態では、螺旋ピッチ134は可変であってもよい。いくつかの実施形態では、螺旋ピッチ134は均一であってもよい。

【0145】

[169]特定の先細螺旋コイル112は、リブ118の隣接する回転部の表面間のスロット高さ(β)を、先細螺旋コイル112の中央開口部内へのリブ118の隣接する回転部の内面間のリブオーバーラップ(α)で割った比によって決定される、レーカ減速比(β/α)

50

α) によって説明することができる。スロット高さβは、図5Aに示すように、リブ118の隣接する表面間で測定される。先細螺旋コイル112が複数のリブ118を含む実施形態では、スロット高さβは、隣接するリブ118の表面間で測定される。図5Aおよび図17のスロット高さβは、測定が平行な表面間で行われるように、ほぼ平行な表面について示されている。しかしながら、隣接する表面がスロットの長さにならって非平行である場合、スロット高さβは、表面が重なり合う期間の隣接する表面間の平均スロット高さとして測定される。リブ重なりαは、リブ118の前の回転によって形成された開口部に突出するリブ118の回転部が徐々に狭くなる距離を示す。例えば、図5Aおよび図4Aの図で見ると、リブ重なりαは、リブ118の各回転部の内径（軸線120からリブ118の内縁まで測定される）の減少として観察され得る。スロット高さβと同様に、先細螺旋コイル112が複数のリブ118を含む実施形態では、リブ重なりαは、隣接するリブ118の内面間で測定される。図5Aのリブ重なりαは、平行な内面について示されているが、隣接する内面が非平行である場合、リブ重なりαは、隣接する内縁の midpoint から測定される。

10

20

30

40

50

【0146】

[170]いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル112は、製造公差を考慮して、約3.0～4.0のレーカ減少比 β/α を有することができる。いくつかの実施形態では、レーカ減少比 β/α は、濾過されるべき流体の種類、濾過されるべき粒子の種類およびサイズ、濾過されるべき流体の流れパラメータ、ならびに濾過された粒子が収集されるべきか、または連続排出流に通されるべきかを含む操作の規模に基づいて構成され得る。いくつかの実施形態では、レーカ減少比 β/α は、3.0未満であってもよく、または4.0より大きくてもよい。いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル112は、約0.1～1.0の範囲内の、例えば、0.1～0.5、0.25～0.75、約0.5～1.0、約0.75～1.25、約1.0～約10.0、約1.0～6.0、約2.0～5.0、約2.5～4.5、約3.0～4.0、約1.0～3.0、約2.0～3.0、約3.0～7.0、約4.0～6.0、約5.0～10.0、約5.0～6.0、約6.0～7.0、約7.0～8.0、約8.0～9.0、約9.0～10.0、約6.0～8.0、約7.0～9.0、または約6.5～8.5などの、レーカ減少比 β/α を有してもよい。本開示に列挙されたすべての範囲は、「～」または他の方法で列挙されているかどうかにかかわらず、範囲の終点を含むと理解される。したがって、「X～Y」は、それらの間の値に加えて、値XおよびYを含むと理解される。

【0147】

[171]いくつかの実施形態では、例えば、マイクロプラスチックを濾過する場合、流体が徐々に狭くなる螺旋内径（例えば、リブ重なりα）を有する位置でリブ118に衝突するときに、3.0～4.0のレーカ減少比 β/α 値が、流体を渦流136内で方向転換させるのにより効果的であり得る。

【0148】

[172]いくつかの実施形態では、レーカ減速比 β/α は、先細螺旋コイル112の長さに沿って均一であってもよい。他の実施形態では、レーカ減速比 β/α は、先細螺旋コイル112の長さに沿って変化してもよい。

【0149】

[173]先細螺旋コイルはまた、外側レーカ減速比 β/γ を有することができ、γはリブ延長部であり、図5Aに示すように、リブ118の外側隣接面の回転のためのリブ重なりαに対する外部相手を示す。外側レーカ減速比 β/γ の値は、上記のレーカ減速比 β/α について説明した値と同様であってもよい。リブ118の均一な断面および均一な螺旋ピッチなどのいくつかの実施形態では、外側レーカ減少比 β/γ は、レーカ減少比 β/α と同じであってもよい。他の実施形態では、例えば、リブ118が先細螺旋コイル112の長さに沿って不均一な断面を有する場合、または複数のリブ118が隣接するリブについて異なる特性を有する場合など、レッカー減速比 β/α は、外側レッカー減速比 β/γ と異なってもよい。

【0150】

[174]いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル112は、流体が先細螺旋コイル112に矢印126の方向に入るときに流体流を方向転換することによって粒子濾過を助けると考えられる。先細螺旋コイル112は、流体がリブ118の漸進的に狭い回転部で表面に衝突して渦流136を生成する際に、流体を流体渦流136内で方向転換させる。流体流がリブ118に衝突すると、渦流136内の方向転換された流体は、粒子を懸濁状態に保ち、第2の開口部124に向かう粒子の全体的な移動を促進するのに役立つ。渦流136は、リブ118に沿って、粒子流路138によって示すことができるように、一般に螺旋流路内の懸濁粒子の移動を容易にすることができる。渦流136は、そうでなければリブ118またはフィルタ媒体142の上または上に留まる可能性がある懸濁粒子を一掃または保持するのに役立ち、それによって粒子を懸濁状態に戻し、第2の開口部124での粒子の収集または排出を促進する。第2の開口部124で先細螺旋コイル112から出る粒子は、濾過された流体がフィルタ媒体142を通してコイル112から出る間に廃棄のために収集されてもよい。粒子は、流体から除去されることが望まれる任意の固体または他の物体を含んでもよい。粒子のサイズは、微粒子濾過または海洋廃棄物浄化などの濾過用途に依存し得る。粒子は、懸濁固体、微粒子、生物学的細胞、細胞産物、小胞、エキソソーム、マイクロプラスチック、固形廃棄物、プラスチックボトル、プラスチックバッグ、または流体から除去される任意の他の標的物体を含んでもよい。

10

【0151】

[175]リブ形状は、粒子濾過性能に影響を及ぼす可能性があり、特定の流体、粒径、または利用可能な空間もしくは製造上の制約などの特定の用途に合わせて調整することができる。先細螺旋リブ構成を使用すると、濾液流体がフィルタ媒体142を通過することを可能にしながら、流体が先細螺旋コイル112に矢印126の方向で渦流136に入るときに流体流を有益に方向転換して粒子を懸濁状態に保つことによって、粒子濾過をより容易にすることができると考えられる。リブ118は、例えば、図1、図4A、および図5Aに示すように、先細螺旋コイル112の漸進的な狭まりに起因して螺旋状に各回転を完了するにつれて、軸線120に直交する平面内の中央流体流れ領域においてますます小さい内径を有することができるという点で「後ろ向き」であってもよい。軸線120に直交する平面内の中央流体流れ領域の有効直径は、リブ118の各回転と共に対応して減少し得る。

20

30

【0152】

[176]リブ118は、様々な設計パラメータに従って様々な寸法および順列を有することができる。例えば、いくつかの実施形態では、図5Bに示すように、先細螺旋コイル112は、リブ118の内縁に対してのみ先細になってもよく、先細螺旋コイル112の外面は、実質的に円筒形であってもよく、またはいくつかの実施形態では、分岐形状を有してもよい。リブ118の隣接する回転部の間の空間は、濾過された流体がフィルタ媒体142を介して先細螺旋コイル112の側面を通して出ることを可能にすることができる。一方、リブ118によって生成された渦流136は、濾過された粒子の第2の開口部124への移動を促進する。図5Bの例では、リブ幅127は、第1の開口部122から第2の開口部124に向かって大きくなっている。図5Bの例では、螺旋外径は一定のままであり得るが、螺旋内径は、第1の開口部122から第2の開口部124に向かって軸線120に沿って徐々に減少する。

40

【0153】

[177]いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル112を、特定の条件、例えば、流量、粒子濃度、流体粘度、または流体もしくは粒子の他の特性に対応する特定の値または変動する値のレーカ減少比 β/α を有するように構成することが有利であり得る。いくつかの実施形態では、流体は先細螺旋コイル112の側面を介して（例えば、リブ118の回転部の間の空間を通して）自由に出ることができるため、矢印126の方向の流量は、第2の開口部124に向かって軸線120に沿って変化し得る。特に、流体の体積当たりの濾過された粒子の濃度が第1の開口部122と比較して第2の開口部124に向かって増加

50

し得るので、先細螺旋コイル 1 1 2 の異なる領域で異なる値のレーカ減少比 β / α を使用して流量を維持または促進することが有利であり得る。いくつかの実施形態では、レーカ減速比 β / α は、軸線 1 2 0 に沿って第 1 の比から第 2 の比の範囲であり得る。第 1 の比率および第 2 の比率の値は、第 1 の開口部 1 2 2 と第 2 の開口部 1 2 4 との間の比率の増加および減少の両方において、上述のレーカ減少率 β / α の様々な組み合わせであってもよいが、1.0 から 6.0 の間、2.0 から 5.0 の間、2.5 から 4.5 の間、および 3.0 から 4.0 の間の範囲の比率が、いくつかの用途では好ましい場合がある。

【0154】

[178] 図 5 C ~ 図 5 D に示すように、先細螺旋コイル 1 1 2 は、可変リブ幅 1 2 7 を有することができる。リブ幅 1 2 7 は、図 5 C ~ 図 5 D に破線で示すように、第 1 の開口部 1 2 2 から第 2 の開口部 1 2 4 に向かって軸線 1 2 0 に沿って増減してもよい。図 5 C は、第 1 の開口部 1 2 2 から第 2 の開口部 1 2 4 に向かって軸線 1 2 0 に沿って増加するリブ幅 1 2 7 の例を示す。これにより、先細螺旋コイル 1 1 2 の外側の断面テーパが小さくなり、先細螺旋コイル 1 1 2 の内側の断面テーパが大きくなる可能性がある。したがって、スロット高さ β は一定のままであり得るが、リブの重なり α は軸線 1 2 0 に沿って増加することができ、その結果、第 1 の開口部 1 2 2 から第 2 の開口部 1 2 4 への減少するレーカ減少比 β / α が変化する。

【0155】

[179] 図 5 D は、第 1 の開口部 1 2 2 から第 2 の開口部 1 2 4 に向かって軸線 1 2 0 に沿って減少するリブ幅 1 2 7 の例を示す。これにより、先細螺旋コイル 1 1 2 の外側のテーパが大きくなり、先細螺旋コイル 1 1 2 の内側のテーパが小さくなる。スロット高さ β は一定のままであり得るが、リブ重なり α は軸線 1 2 0 に沿って減少し得る。したがって、レーカ減速比 β / α の変化する値が生じ得る。リブ幅 1 2 7 は、リブ重なり α が第 1 の開口部 1 2 2 における第 1 の値から第 2 の開口部 1 2 4 における第 2 の値までの範囲になるように構成されてもよい。また、第 1 の開口部 1 2 2 から第 2 の開口部 1 2 4 への β / γ 比の減少に伴って、レーカ減速比 β / α は一定のままであってもよい。

【0156】

[180] いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル 1 1 2 は、それぞれ図 5 E ~ 図 5 F に示すように、螺旋ピッチを徐々に増加または減少させることができる。すなわち、リブ 1 1 8 の螺旋ピッチは可変であってもよい。いくつかの実施形態では、螺旋ピッチを変化させると、フィルタ媒体 1 4 2 を含む先細螺旋コイル 1 1 2 の側面の輪郭が湾曲する可能性がある。

【0157】

[181] 図 5 E ~ 図 5 F に示すように、先細螺旋コイル 1 1 2 は、変化する螺旋ピッチ 1 3 4 を有することができる。螺旋ピッチ 1 3 4 は、第 1 の開口部 1 2 2 から第 2 の開口部 1 2 4 に向かって軸線 1 2 0 に沿って増減してもよい。図 5 E は、第 1 の開口部 1 2 2 から第 2 の開口部 1 2 4 に向かって軸線 1 2 0 に沿って増加する螺旋ピッチ 1 3 4 の一例を示す。図 5 F は、第 1 の開口部 1 2 2 から第 2 の開口部 1 2 4 に向かって軸線 1 2 0 に沿って減少する螺旋ピッチ 1 3 4 の一例を示す。螺旋ピッチ 1 3 4 を変えることにより、所望のパラメータに従って先細螺旋コイル 1 1 2 を構成するための別の程度の設計柔軟性を提示することができる。さらに、先細螺旋コイル 1 1 2 のパラメータは、例えば、図 5 C ~ 図 5 D のような可変リブ幅 1 2 7 と、図 5 E ~ 図 5 F のような可変螺旋ピッチ 1 3 4 とを組み合わせる方法の組み合わせを使用して変化させることができる。これらの変形例のいずれかまたは両方は、リブ 1 1 8 の様々な断面プロファイル、複数のリブ 1 1 8 の使用、または本明細書に記載の他の変形例などの他の変形例と組み合わせることができる。

【0158】

[182] 図 6 は、本開示の実施形態と一致する、リブ 1 1 8 の溝 1 5 2 に設けられたガasket ロッド 1 6 0 の一例を示す。リブ 1 1 8 には、先細螺旋コイル 1 1 2 をフィルタ媒体 1 4 2 に対して封止するガasket ロッド 1 6 0 を収容するように構成された溝 1 5 2 が設けられてもよい。例えば、図 1 に示すように、先細螺旋コイルをフィルタ媒体 1 4 2 に

当接させ、溝 152 に設けられたガスケットロッド 160（断面のみ示す）で封止することができる。図 1 の説明を容易にするために、ガスケットロッド 160 は、フィルタ媒体 142 に隣接する断面のみで示されているが、ガスケットロッド 160 およびフィルタ媒体 142 は、本明細書に記載のように先細螺旋コイル 112 を取り囲むことが理解される。いくつかの実施形態では、ガスケットロッド 160 を使用して、フィルタ媒体 142 ではなく、後述する支持部材 140 に対して封止することができる。リブ 118 の外面は、ガスケットロッド 160 を着座させることができる凹部を含んでもよい。いくつかの構成では、先細螺旋コイル 112 がハウジング 114 内に入れ子にされたときに、ガスケットロッド 160 がハウジング 114 に対してしっかりと嵌合することを確実にすることができる。ガスケットロッド 160 は、弾性材料または封止材料から形成されてもよい。例えば、いくつかの実施形態では、ガスケットロッド 160 は、ゴムまたはシリコン系材料で形成されてもよい。ガスケットロッド 160 は、単一またはマルチピース構成要素であってもよい。

10

20

30

40

50

【0159】

[183] 図 17 は、リブ 118 を有する先細螺旋コイル 112 のさらなる実施形態を示す。図 17 に示す実施形態のリブ 118 は、メッシュ 142（図 17 には示さず）に隣接することができる隆起部 156 を含む。隆起部 156 は、リブ 118 の入口に面する側と出口に面する側の両方に示されているが、いくつかの実施形態では、ただ 1 つの隆起部 156 が存在してもよいと考えられる。隆起部 156 は、粒子流路 138 に沿った渦流 136 の維持を容易にし、粒子が蓄積する可能性がある鋭い角を減少させることによって粒子の蓄積をさらに防止し、それによってフィルタ装置の自己浄化動作を促進することができる。

【0160】

[184] 図 17 の実施形態にも示すように、いくつかの実施形態では、リブ 118 は、図 5 A よりも大きな螺旋コイル 112 の半径部分を形成する。例えば、いくつかの実施形態では、図 17 の第 1 の開口部 122 において、リブ 118 は、先細螺旋コイルの直径の約 50 % であり得る（例えば、内側半径は外側半径の約半分である）幅を有するが、図 5 A などの他の実施形態では、リブ 118 は、第 1 の開口部 122 における先細螺旋コイルの半径の約 30 % であり得る（例えば、内側半径は外側半径の約 $2/3$ である）。同様に、図 17 に示す実施形態では、第 2 の開口部 124 におけるリブ幅は、先細螺旋コイル 112 の半径の 95 % 超を含む（リブ幅は、第 2 の開口部 124 における先細螺旋コイル 112 の外半径の 95 % 超である）が、図 5 A に示す実施形態では、第 2 の開口部 124 におけるリブ幅は、先細螺旋コイル 112 の半径の約 55 % を含むことができる（リブ幅は、第 2 の開口部 124 における先細螺旋コイル 112 の外半径の約 55 % である）。いくつかの実施形態では、リブ 118 の幅が先細螺旋コイル半径のより大きな割合を含む場合、濾液流体がメッシュ 142（図示せず）を通過する間に渦流形成を促進し、粒子経路 138 に沿った濾過された粒子の移動を促進し、それによって濾過効率を高め、濾過された粒子の蓄積を低減し、フィルタ動作を改善する。他の実施形態では、第 1 の開口部 122 におけるリブ 118 の幅は、先細螺旋コイル 112 の半径の約 33 %、35 %、40 %、45 %、50 %、55 %、または 60 % を含んでもよい。いくつかの実施形態では、第 2 の開口部 124 におけるリブ 118 の幅は、先細螺旋コイル 112 の約 60 %、65 %、70 %、75 %、80 %、85 %、90 %、95 %、96 %、97 %、98 %、または実質的に半径全体を含んでもよい。図 10 A～図 10 C、図 16 B～図 16 C、および図 17 の実施形態に示すように、リブ 118 が第 2 の開口部 124 で半径の大部分を含む場合でも、濾過された粒子および粒子経路 138 は、リブ 118 に隣接する空間内の先細螺旋コイル 112 から出ることができることが認識されよう。

【0161】

[185] 図 7 は、本開示のいくつかの実施形態と一致する、ハウジング 114 の例示的な実施形態を示す。ハウジング 114 は、動作中に先細螺旋コイル 112 を囲むことができ、廃棄のために収集される前に粒子がフィルタから出るのを防ぐことができる。ハウジング 114 は、図 2 に示すようなドロップインエンクロージャ、または図 8 に示すようなヒン

ジ型エンクロージャを含んでもよい。フィルタ媒体 142 は、ハウジング 114 に一体化され、使用中に、ハウジング内に粒子を収容しながら、フィルタリングされた流体がフィルタから横方向に出ることを可能にすることによって濾過機能を提供することができる。先細螺旋コイル 112 を通過する流体の先細螺旋経路は、フィルタ媒体 142 上の粒子の蓄積を防止する傾向があり得る。図 7 に示すように、ハウジング 114 は、1 つまたは複数の支持部材 140 を含んでもよい。いくつかの実施形態では、支持部材 140 は、リブ 118 の形状と同様の形状を有するように形成されてもよい。支持部材 140 は、いくつかの実施形態では、複数の支持リブを含んでもよい。いくつかの実施形態では、支持部材 140 は、リブ 118 に対するフィルタ媒体 142 の封止を促進するためにリブ 118 と位置合わせすることができる。支持部材 140 は、フィルタ媒体 142 またはリブ 118 を支持することができる。

10

【0162】

[186] フィルタ媒体 142 は、濾過媒体とも呼ばれ得る。フィルタ媒体 142 は、多孔質膜、メッシュ、ふるい、ストレーナ、繊維層などの物理的フィルタ、または木炭、活性炭、触媒炭素、イオン交換媒体、速度論的劣化フラックス、混合媒体、濾過される粒子と反応するように構成された要素などの化学的フィルタ、または物理的媒体と化学的媒体との組み合わせを含んでもよい。いくつかの実施形態では、フィルタ媒体 142 はメッシュスクリーンを含んでもよい。メッシュスクリーンは、ステンレス鋼、ナイロン、または他の繊維状または延性材料から形成されてもよい。フィルタ媒体 142 は、濾過される流体中に懸濁した固体がフィルタ媒体 142 を通過するのを阻止するように構成された多孔質材料を含んでもよい。先細螺旋コイル 112 を取り囲むフィルタ媒体 142 は、先細螺旋コイル 112 を円周方向に取り囲むことができる。フィルタ媒体 142 は、粒子が軸線 120 に直交する方向に沿って先細螺旋コイルから出るのを防止するように、先細螺旋コイル 112 の側面を覆うことができ、粒子は、第 1 の開口部 122 から第 2 の開口部 124 まで軸線 120 に沿って移動することを強いられ得る。

20

【0163】

[187] いくつかの実施形態では、ハウジング 114 は、フィルタ媒体 142 と一体化することができる。例えば、フィルタ媒体 142 は、支持部材 140 に埋め込まれてもよく、一体化されてもよく、接着されてもよく、溶接されてもよく（塑性溶接など）、または成形されてもよい。いくつかの実施形態では、フィルタ媒体 142 およびハウジング 114 は分離可能であってもよい。ハウジング 114 は、単一またはマルチピース構成要素であってもよい。いくつかの実施形態では、フィルタ媒体 142 は、ハウジング 114 の交換可能な構成要素であってもよい。

30

【0164】

[188] 図 2 および図 7 に示すように、ハウジング 114 は、先細螺旋コイル 112 上に配置されるのを容易にするために、1 つまたは複数の接続部分に形成されてもよい。ハウジング 114 は、いくつかの実施形態では、ヒンジ接続部 146 によって互いに接合された 2 つの半体を含んでもよい。ハウジング 114 はまた、締結部材 144 を含んでもよい。2 つの半体は、実質的に同じであってもよく、例えば同様のサイズおよび形状を有し、ヒンジ接続部 146 および締結部材 144 は、ハウジング 114 のほぼ両側に配置される。支持部材 140 は、先細螺旋コイル 112 のリブ 118 に対応して、ハウジング 114 の周りに実質的に連続した螺旋を形成するように形成されてもよい。ヒンジ接続部 146 は、ピアノ型ヒンジ、リビングヒンジ、複数のヒンジ、または部品を互いに回転可能に接続するための任意の他の機械的構成を含んでもよい。締結部材 144 は、例えば、スナッフファスナ、クリップ、フック、スライドオンバー、または部品を互いに固定するための任意の他の機械的構成などの任意の嵌合締結要素を含んでもよい。いくつかの実施形態では、ヒンジ接続部 146 は、第 2 の締結部材 144 に置き換えられてもよい。いくつかの実施形態では、ハウジング 114 は、先細螺旋コイル 112 との「ドロップイン」または「スライドイン」接続を容易にするために、締結部材 144 またはヒンジ接続部 146 のない一体部品であってもよい。

40

50

【0165】

[189]ハウジング114は、動作中に先細螺旋コイル112を定位置に保持するための要素を含んでもよい。例えば、図5Aに示すように、第1の開口部122を形成する部材に突出部150を設けてもよい。突出部150は、環状リップまたはピンなどの外部突出部材を含んでもよい。突出部150は、ハウジング114の合わせ面に当接することができ、スナップ式またはねじ込み式の固定具を容易にすることができ、あるいはL字形またはU字形のスロットなどで押し込まれて回転させて、先細螺旋コイルをハウジング114に取り付けることができる。突出部150のハウジング114への接続は、支持部材140とリップ118との位置合わせを容易にするように構成されてもよい。いくつかの実施形態では、確実な封止を提供するために、突出部150とハウジング114の合わせ面との間にガスケットを設けることができる。突出部150とハウジング114との間の封止は、流体密であってもよい。

10

【0166】

[190]図5Aに示すように、リップ118は溝152を含んでもよい。溝152は、リップ118の外面に凹部として形成されてもよい。溝152は、支持部材140の対応する表面154と嵌合するように構成されてもよい。表面154は、平坦な表面を含んでもよく、またはハウジング114の内部に向かって突出する凸面を含んでもよい。いくつかの実施形態では、表面154は、ハウジング114の内部から後退する凹面を含んでもよい。ガスケットロッド160は、図6に示すように、リップ118の溝152内に載置することができ、ガスケットロッド160は、支持部材140の表面154と嵌合することができる。ハウジング114が先細螺旋コイル112の周りに閉じられると、支持部材140はリップ118と係合して、先細螺旋コイル112をハウジング114の内側の位置に固定することができる。

20

【0167】

[191]ハウジング114の支持部材140は、リップ118の螺旋形状に追従してもよい。いくつかの実施形態では、支持部材140は、リップ118と相補的な形状を有してもよい。いくつかの実施形態では、リップ118は、その内側のみが先細になっていてもよく、したがって、支持部材140の相補的な形状は、先細になっていなくてもよい。いくつかの実施形態では、支持部材140は、リングまたは多角柱の形状を有してもよい。いくつかの実施形態では、支持部材140は、ハウジング114の周りに円筒形リングを形成してもよく、またはハウジング114の第1の開口部と第2の開口部との間の垂直リップで形成されてもよい。このような構成は、例えば、粒子流路138がフィルタ媒体142内で連続的または実質的に連続的なままであるため、先細螺旋コイル112の濾過能力を妨げることなくハウジング114のより容易な製造を容易にすることができる。いくつかの実施形態では、実質的に連続した粒子流路138は、構造支持体などの障壁または障害物を有し得るが、渦流136の形成または粒子流路138に沿った粒子の流れを阻害しない粒子経路を含む。いくつかの実施形態では、実質的に連続した粒子流路138は、先細螺旋コイル112のリップ118に実質的に沿って設けられてもよいが、第1の開口部122から始まっていなくてもよい。いくつかの実施形態では、ハウジング114は、別個の構成要素ではなく、一体構造として先細螺旋コイル112に一体化されてもよい。

30

40

【0168】

[192]図7に示すように、ハウジング114は、流れ接続部材148を含んでもよい。流れ接続部材148は、ねじ接続などの締結機構を含んでもよい。流れ接続部材148は、雌ねじまたは雄ねじを含むことができ、先細螺旋コイル112の第1の開口部122に流体を供給する構成要素の相補的要素と嵌合するようなサイズおよび形状とすることができる。流れ接続部材148は、ハウジング114の最も広い部分またはその近くに設けられてもよい。また、粒子収集接続部材158は、流れ接続部材148とは反対側のハウジング114の端部に設けられてもよい。粒子収集接続部材158は、ハウジング114の最も狭い部分またはその近くに設けられた雄ねじ159などの締結機構を含んでもよい。締結機構はまた、圧入、スナップ、ボルト締め、ホースクランプ、クイックコネク

50

どを含んでもよい。粒子収集接続部材 158 は、残留物収集ユニット 170 などの収集ユニット上の相補的要素と嵌合するようなサイズおよび形状にすることができる。他の実施形態では、粒子収集接続部材 158 は、ホースまたはパイプなどの排出流と噛み合うように構成されてもよい。

【0169】

[193] 図 8 は、ハウジング 114 の 1/2 がヒンジ接続部 146 の周りに開いている濾過装置 100 の一例の断面の一部を示す。いくつかの実施形態では、フィルタ媒体 142 は、ハウジング 114 と先細螺旋コイル 112 との間に設けられてもよい。先細螺旋コイル 112 は、支持部材 140 の表面 154 がリブ 118 と係合するようにハウジング 114 内に入れ子にされてもよい。いくつかの実施形態では、表面 154 は、直接またはガスケットロッド 160 もしくはフィルタ媒体 142 を介してリブ 118 に接触する突出面を含んでもよい。いくつかの実施形態では、表面 154 は、リブ 118 のガスケットロッド 160 と嵌合することができる平坦または凹面を含んでもよい。先細螺旋コイル 112 およびハウジング 114 は、先細螺旋コイル 112 が互いに結合されたときにハウジング 114 と接触関係にあるように構成されてもよい。いくつかの実施形態では、支持部材 140 はリブ 118 と位置合わせされてもよい。いくつかの実施形態では、支持部材 140 は、リブ 118 からオフセットされてもよく、またはリブ 118 とは異なるプロファイルを有してもよい。

【0170】

[194] 本明細書に記載の例示的な濾過システムは、液体から粒子を濾過するための例示的な方法を提供する。いくつかの実施形態では、本方法は、先細螺旋コイルを含む濾過装置の第 1 の開口部で濾過される液体を提供することと、流体が流れる、減少する内部断面を有するリブを介して、先細螺旋コイル内に渦流を生成することと、渦流に懸濁した粒子を濾過装置の第 2 の開口部に向けて導くためのリブに沿った流路を設けることと、流路に隣接するフィルタ媒体を通して濾過された流体を濾過することと、を含む。濾過は、リブに沿った渦流および粒子流路によって引き起こされるフィルタ媒体を横切るクロスフロー濾過によって行われ得る。流路は、リブの隣接する回転部の間にあってもよい。いくつかの実施形態では、流路は、第 1 の開口部と第 2 の開口部との間で実質的に連続している。いくつかの実施形態では、第 1 の開口部は第 2 の開口部よりも広い。いくつかの実施形態では、流路は、第 2 の開口部に向かう流路に沿った粒子の流れを阻害しないように構成される。

【0171】

[195] 本開示に記載のフィルタシステムは、第 1 の先細螺旋コイルの第 2 の開口部 124 が第 2 の先細螺旋コイルの第 1 の開口部 122 内に排出され得るように直列に設けられてもよいことも考えられる。このようにして、段階的濾過システムを構成することが可能であり得る。これに加えて、またはこれに代えて、第 1 の先細螺旋コイルからの濾液流体流 102 が第 2 の螺旋コイルの第 1 の開口部 122 に供給される段階的濾過システムが設けられてもよい。そのような段階分けは、漸進的に微細な粒径の濾過を可能にし、全体的な濾過効率を改善することができる。例えば、大きな粒子を濾過して第 1 の先細螺旋コイルに集めることができる一方で、より細かい粒子を濾過して第 2 の先細螺旋コイルに集めることができる。段階的濾過が実施される場合、先細螺旋コイルは、各段階での適切な濾過を容易にするために異なる幾何学的形状を有することができる。

【0172】

[196] 図 9 A は、流体を濾過するための例示的なシステム 200 の分解斜視図を示す。図 9 B は、システム 200 の分解立面図を示す。この例では洗濯機での使用に関して説明したが、システム 200 は、血液濾過、水栓またはディスペンサ濾過、廃水処理などの質量収集、および懸濁固体が流体から濾過される他の用途などの他の用途で使用することができる。図 9 A に示すように、システム 200 は、第 1 の端部で入口マニホールド 210 に接合された濾過装置 100 を含む。入口マニホールド 210 は、入口開口部 214 を含み、圧力逃がし弁 224 を含んでもよい。いくつかの実施形態では、入口開口部 214 は、

洗濯機の構成要素（例えば、洗濯機排出ホース）へのカムロッククイックリリース取り付け機構などの外部接続部を含んでもよい。圧力が高すぎる場合、圧力逃がし弁２２４は、流体がフィルタをバイパスすることを可能にすることができる。入口マニホールド２１０は、洗濯機からの排水などの流体を、図１０Ａに示す経路２０１などを介して濾過装置１００内に導く。

【０１７３】

[197] システム２００は、マニホールドカバー２１６に接合することができる封入部材２１２を含んでもよい。マニホールドカバー２１６は、ドレインラインへのカムロッククイックリリース取り付け機構を含むことができる出口開口部２１８を含む。封入部材２１２には、封入部材２１２をマニホールドカバー２１６と結合するために雄ねじなどの締結機構２２０が設けられてもよい。接合されると、入口開口部２１４は、マニホールドカバー２１６の開口部２２２を通して延在してもよく、封入部材２１２およびマニホールドカバー２１６は、濾過装置１００が封入される流体密封エンクロージャを形成してもよい。いくつかの実施形態では、封入部材２１２は、粒子収集部材として機能することができる。他の実施形態では、封入部材２１２は、収集ユニット１７０などの収集ユニットを封入することができる。それによって封入部材２１２は、封入部材２１２内または収集ユニット１７０内のいずれかで収集された粒子へのアクセスを容易にするために除去され得る。

10

【０１７４】

[198] 図１０Ａは、濾過装置１００を囲むように組み立てられたシステム２００の例示的な実施形態の断面図を示す。図１０Ｂは、残留物収集ユニット１７０を含む濾過装置１００を有するシステム２００の例示的な実施形態の断面図を示す。図１０Ｃは、封入部材２１２がフィルタ媒体２１３を含むシステム２００の例示的な実施形態の断面図を示す。フィルタ媒体２１３は、第２の開口部１２４を出る固体が出口開口部２１８に到達するのをさらに防止することができる。浄化を容易にするために、封入部材２１２は、オペレータが封入部材２１２から濾過された固体を処分することができるように、スクリーン２１３またはその下の点に分離可能な構成要素を含んでもよい。

20

【０１７５】

[199] いくつかの実施形態では、封入部材２１２は、メッシュ２１３が含まれる場合、好ましくはメッシュ２１３またはその下に、除去可能なカップ状部材を含むことができ、濾過中に除去された粒子を収集して廃棄することができる。いくつかの実施形態では、封入部材２１２は、嵌合ねじ、スナップ接続、カムロック嵌合、圧入、締め込み、圧入およびねじり嵌合、または任意の他の締結機構によってマニホールドカバー２１６に接合されてもよい。

30

【０１７６】

[200] 図１０Ａを参照すると、システム２００の例示的な動作モードは、システム２００を通して流体を流すことを含んでもよい。動作中、洗濯機からの出口水などの流体源からの流体は、入口開口部２１４に入ることができる。流体は、その中に懸濁されたマイクロプラスチック粒子などの流体から濾過される粒子を含むことができ、流体は、入口開口部２１４に接続されたホースまたはパイプ内で導くことができる。流体は経路２０１に沿って濾過装置１００の内部に流れ、水などの流体はシステム２００を通して自由に流れることができるが、マイクロプラスチック粒子などの濾過される粒子は、先細螺旋コイル１１２またはフィルタ媒体１４２などの障害物に衝突するまで懸濁したままであり得る。先細螺旋コイル１１２によって生成された渦流１３６は、粒子を移動流体によって経路１３８に沿って先細螺旋コイル１１２の第２の開口部１２４に掃引させ、濾過装置１００の経路２０３から排出させることができる。粒子は、沈降などによって封入部材２１２に捕捉されてもよい。一方、清浄な濾液流体は、経路１０２によって濾過装置１００を出て、経路２０５に沿って出口開口部２１８に流れる。出口開口部２１８は、粒子を含まない流体を下水道などの排出流に導くホースまたはパイプに接合することができる。

40

【０１７７】

[201] 図１０Ｂは、濾過された粒子が収集ユニット１７０に捕捉されることを除いて、図

50

10 Aと同様であり、これは、図10 Aのように粒子の沈降に頼るよりも濾過された粒子をより良好に収集すると考えられる。

【0178】

[202]図10 Cは、濾過された粒子がフィルタ媒体213によって封入部材212の底部に含まれることを除いて、図10 Aと同様であり、これは、図10 Aのように粒子の沈降に依存するよりも濾過された粒子をより良好に収集すると考えられる。

【0179】

[203]図10 A～図10 Cに示すシステムは、第1の開口部122がシステム200の「上部」にあり、第2の開口部124がシステム200の「下部」にある軸線120に対して垂直方向の濾過装置100を示しているが、本明細書に記載の方法およびシステムは、任意の向きで使うことができる。例えば、濾過装置100が、軸線120が水平方向、上方もしくは下方の対角方向、または第2の開口部124がシステム200の「上部」に設けられ、第1の開口部122がシステム200の「下部」に設けられる垂直方向に設けられ得るように設けられる場合。同様に、図10 A～図10 Cでは出口開口部218が第2の開口部124よりも第1の開口部122の近くに示されているが、いくつかの実施形態では、出口開口部218は第2の開口部124にまたはその近くに設けられてもよく、これは、例えば濾過装置100が収集ユニット170を含む場合に有利であり得る。同様に、入口開口部214および出口開口部は、濾過装置100の軸線120に通じる90度の角度で示されているが、入口開口部214は、特定の用途および使用によって決定され得る軸線120に対して任意の角度で設けられてもよいと考えられる。

【0180】

[204]図16 A～図16 Cは、それぞれ入口開口部214が第1の開口部122の近くにあり、出口開口部が第2の開口部124の近くにあるシステム600の別の実施形態を示す。このような配向は、状況によっては、濾液が図10 A～図10 Cのようにマニホールドカバー216を再び通過する必要がないため、有利であり得る（フィルタ媒体142は、図16 B～図16 Cでは省略されている）。入口開口部214および出口開口部218は濾過装置100に対して直角に示されているが、入口開口部214および出口開口部は、濾過装置100の入口流れ方向126と一直線に、または入口流れ方向126に対して45度、30度、または60度などの任意の他の角度であってもよいと考えられる。

【0181】

[205]図21 A～図21 Dは、本開示のいくつかの実施形態と一致する、濾過装置100と同様の濾過装置などの濾過装置を含む別の例示的な濾過システムの例示的な等角図および断面図を示す。図21 A～図21 Dは、入口開口部214が先細螺旋コイル112のより広い端部で濾過装置の第1の開口部122の近くにあるシステム2100を示す。先細螺旋コイル112の狭い端部にある濾過装置の第2の開口部124は、残留物収集ユニット170と同様であり得る収集ユニット2102に開口部している。収集ユニット2102は、図21 A～図21 Dの実施形態では円筒形の収集ユニットとして示されている。収集ユニット2102は、他の実施形態では、他の形状を有してもよい。上述したように、先細螺旋コイル112および収集ユニット2102は、例えばメッシュフィルタ媒体などのフィルタ媒体142および172（簡略化のために図示せず）によってそれぞれ囲まれてもよい。先細螺旋コイル112および収集ユニット2102を含む濾過装置は、ハウジング2104に囲まれて示されている。ハウジング2104は、入口開口部214および出口開口部218を含む。いくつかの実施形態では、ハウジング2104は、ハウジング2104を通して、先細螺旋コイル112または収集ユニット2102などの濾過装置の少なくとも一部の視認を可能にする窓2106を含んでもよい。先細螺旋コイル112は、例えばねじ部2107などによってハウジング2104に結合されてもよく、これは、浄化または他のメンテナンスなどのために、先細螺旋コイル112の挿入、取り外し、または交換を容易にすることができる。いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル112をハウジング2104に結合するために、他の結合機構、例えば、環状リップ、ピン、スナップインもしくはツイストイン固定具、またはL字形もしくはU字形スロットなどの圧入

もしくは投入スロットを使用することができる。

【0182】

[206]ハウジング2104は、封止部分2108と、封止部分2108に動作可能に接続された閉鎖機構2110を含む。閉鎖機構2110は、封止部分2108を開閉するように構成されている。封止部分2108の形態は、ハウジング2104の内部に水密封止を提供するように構成されてもよく、先細螺旋コイル112もしくは収集ユニット2102の浄化、修理、交換もしくはメンテナンスのため、またはハウジング2104の内部を浄化するためなどに、先細螺旋コイル112および収集ユニット2102へのアクセスを容易にすることができる。図21Aでは、封止部分2108および閉鎖機構2110は、完全に閉じた位置に示されており、ハウジング2104の開口部2112に水密封止を形成する（図21Bおよび図21Cに示す）。図21Bおよび図21Cでは、収集ユニット2102または先細螺旋コイル112にアクセスするなどのために、ハウジング2104の内部へのアクセスを容易にするために、封止部分2108および閉鎖機構2110が開位置で示されている。図21Dは、閉鎖機構2110が完全には閉じられていないが、閉位置にある封止部分2108および閉鎖機構2110を示す。図21A～図21Dでは、例示的な閉鎖機構2110は、封止部分2108の外側の周りのプルダウンハンドルとして示されている。閉鎖機構2110は、いくつかの実施形態では、ハウジング2104の側面にハンドルまたはレバーを含み、ラッチ、スナップ閉鎖、または他の閉鎖タイプとして封止部分2108に一体化されてもよい。いくつかの実施形態では、閉鎖機構は、ねじ付き閉鎖部、環状リップ、ピン、スナップインもしくはねじり込み固定具、またはL字形もしくはU字形スロットなどの圧入もしくは回転スロットを含んでもよい。

10

20

【0183】

[207]封止機構2116は、いくつかの実施形態では、封止部分2108が閉じているが、閉鎖機構2110がまだ完全に閉じていない図21Dと比較して、図21Aに示すように、閉鎖機構2110が完全に閉じているときに封止部分2108にさらなる圧力を提供することができる。閉鎖機構2110、封止部分2108、または封止機構2116のうちの1つまたは複数または、動作中に封止部分2108が偶発的に開くのを防止するためのロック機構（図示せず）を含んでもよい。

【0184】

[208]いくつかの実施形態では、封止部分2108は、図21Aおよび図21Dに示すように、封止部分2108が閉位置にあるときに収集ユニット2102の円筒面上に形成される下面2114を含む。そのような実施形態では、濾過された液体は、収集ユニット2102の外周のフィルタ媒体（図示せず）を通して収集ユニット2102を出る。他の実施形態では、封止部分2108の下面2114は、収集ユニット2102と下面2114との間に分離が存在するように、収集ユニット2102の円筒面を形成しなくてもよい。そのような実施形態では、収集ユニット2102の下面2114に最も近い面は、フィルタ媒体を含んでもよく、または固体表面を含んでもよい。

30

【0185】

[209]動作中、濾過されるべき流体の入口流体流126は、入口214でシステム2100に入る。流体は、先細螺旋コイル112および収集ユニット2102によって上述のように濾過される。先細螺旋コイル112のフィルタ媒体142（図示せず）または収集ユニット2102のフィルタ媒体172（図示せず）を通過する濾過された液体102は、出口218でハウジング2104から出る。先細螺旋コイル112の動作は、濾過された粒子の収集ユニット2102への流れを容易にするので、濾過された粒子は一般に収集ユニット2102に収集される。

40

【0186】

[210]図21Dは閉位置にある閉鎖機構2110を示しているが、一般に動作中、閉鎖機構2110は完全に閉じられることが理解される。

【0187】

[211]いくつかの実施形態では、例示的なシステム2100が洗濯機排出ラインなどの濾

50

過される液体の供給源に接続されている場合、封止部分 2108 は、先細螺旋コイル 112 の狭い端部の上方に垂直に配向されてもよい。この構成は、従来技術では知られていない特定の利点を提供することができる。例えば、収集ユニット 2102 または先細螺旋コイル 112 へのアクセスを容易にするために封止部分 2108 が開位置にあるとき、開口部 2112 が任意の残りの液体より上にあるため、システム 2100 内の任意の残りの流体は漏れない。したがって、そのような構成は、液体がシステム 2100 内に存在する場合でもメンテナンスおよび浄化を提供する。封止部分 2108 および開口部 2112 によって提供されるアクセスの容易さはまた、濾過装置が装置から濾過された粒子を浄化するために容易にアクセスされ、その後の動作において濾過を提供するために閉じられ得るので、先細螺旋コイル 112 および収集ユニット 2102 が、洗濯機の排出からマイクロプラスチックを濾過するためなどの再使用可能な濾過装置として動作することを可能にする。

10

【0188】

[212] 収集ユニット 2102 の浄化、交換、またはメンテナンスを容易にするために、収集ユニット 2102 は、いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル 112 に取り外し可能に接続されてもよい。封止部分 2108 が開位置にあるとき、ユーザは、収集ユニット 2102 を先細螺旋コイル 112 から分離することができる。封止部分 2108 の下面 2114 が収集ユニット 2102 の面を形成するようないくつかの実施形態では、封止部分 2108 を開くことにより、除去することなく収集ユニット 2102 の浄化および保守に直接アクセスすることができる。したがって、いくつかの実施形態では、収集ユニット 2102 は、先細螺旋コイル 112 に一体的に接続されてもよく、またはそれによって形成されてもよい。いくつかの実施形態では、先細螺旋コイル 112 の浄化、交換、またはメンテナンスを容易にするために、先細螺旋コイル 112 は、ハウジング 2104 に取り外し可能に接続されてもよく、封止部分 2108 が開位置にあるときに分離または取り外されてもよい。窓 2106 は、先細螺旋コイル 112 を浄化すべきかどうかをユーザが決定することを可能にすることによって再利用をさらに容易にすることができる。動作中、収集ユニット 2102 は、先細螺旋コイル 112 よりも頻繁に浄化され得るが、これは、上述したように、先細螺旋コイル 112 の構成が、先細螺旋コイル 112 のフィルタメッシュが比較的清浄なままであり、経時的に収集ユニット 2102 よりもフィルタ処理された粒子の蓄積が遅いように、収集ユニット 2102（例えば、粒子収集ユニット 170）に向かうフィルタ処理された粒子の流れおよび収集ユニットへのフィルタ処理された粒子の流れを促進するためである。

20

30

【0189】

[213] 本明細書に記載のフィルタ装置、システム、および方法は、高い流量または高い流速を有する流体から粒子を濾過するのに特に有用である。例えば、高い流速は、約 50 cm/秒を超える第 1 の開口部 122 での流速であってもよい。従来技術のフィルタは、背圧、逆流につながる乱流、またはフィルタの損傷もしくは故障につながる可能性のある目詰まりを発生させるため、そのような高い流速および流量で粒子、特に小さな粒子または微小固体を効率的に濾過することができない。本明細書に記載のフィルタ装置、システム、および方法は、粒子経路 138 に沿った渦流 136 の形成を促進し、濾過された粒子が第 2 の開口部 124 を介して出ることを可能にしながらフィルタ媒体 142 を横切る交差濾過を促進することによって、これらの欠点を克服する。記載されたフィルタ装置は、洗濯機の排出などにおいて、600 cm³/秒または 950 cm³/秒を超える流量および 90 cm/秒または 140 cm/秒を超える流速を有することができる高い流速および高い流量でこれを実行することができる。フィルタ装置、システム、および方法は、粒子蓄積が低減された効率的な濾過動作を提供し、それによって、50 cm/秒超、60 cm/秒超、70 cm/秒超、80 cm/秒超、90 cm/秒超、100 cm/秒超、110 cm/秒超、120 cm/秒超、130 cm/秒超、140 cm/秒超、150 cm/秒超、160 cm/秒超、170 cm/秒超、または 180 cm/秒超などの高い流速での持続的または連続的な使用を可能にし、それによって他のフィルタの欠点なしに高流量用途

40

50

での使用を可能にする。同様に、フィルタ、システム、および方法は、 $200\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $250\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $300\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $350\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $400\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $450\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $500\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $550\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $600\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $650\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、または $700\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $750\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $800\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $850\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $900\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $950\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $1000\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $1050\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $1100\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、 $1150\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超、または $1200\text{ cm}^3/\text{秒}$ 超などの流量が高いときに粒子蓄積が低減された効率的な濾過動作を提供することができ、それにより、他のフィルタの欠点なしに高流量用途での使用が可能になる。これらの高流量および高流速は、洗濯機の排水などの高流量の排水に関連する。したがって、本明細書に記載のフィルタ装置、システム、および方法は、当技術分野における満たされていないニーズを満たす。

10

【0190】

[214]図11は、本開示の実施形態と一致する、方法300の例示的なフローチャートを示す。いくつかの実施形態では、方法300は、洗濯機310と共にシステム200を使用することを含んでもよい。図11に示すように、懸濁粒子を含む水は、ステップ312で洗濯機310から出て、ステップ314でシステム200に入る。濾過された水は、矢印316によって示されるシステム200から出て、ステップ318において清浄水の排出に進む。マイクロプラスチック粒子などの粒子は、水から濾過され、ステップ322で収集されたマイクロプラスチックとして矢印320で示すシステム200から除去される。ステップ324において、粒子は輸送され、ステップ326において廃棄され得る。

20

【0191】

[215]図12は、システム200およびシステム200が洗濯機の外部にある洗濯機を使用する方法300の動作構成の一実施形態の例示的な図を示す。

【0192】

[216]図13は、本開示の実施形態と一致する、方法400の例示的なフローチャートを示す。方法400は、システム200が洗濯機の内部に配置されることを除いて、方法300と同様であり得る。図13のフローは、図14に示すように、システム200が洗濯機ハウジングの内部に配置されていることを除いて、図11のフローと同様であり得る。

【0193】

[217]いくつかの実施形態では、粒子収集部材は、流体がエンクロージャ内に留まるように、エンクロージャから取り外されるように構成されてもよい。粒子収集部材が除去されている間に流体がエンクロージャ内に留まることを可能にすることにより、オペレータが粒子収集部材を頻繁に確認および浄化することを促進することができる。例えば、オペレータは、流体をこぼす心配なく、粒子収集部材を除去し、捕捉された粒子および残留物を廃棄することができる。いくつかの実施形態では、システム構成要素は、除去前または除去中に流体が粒子収集部材から排出されることを可能にするように配向されてもよい。しかしながら、動作中、システムは、渦流が効果的に生成されるように、フィルタの先細螺旋コイルを流体に完全に沈めた状態に保つことができる。粒子収集部材が存在するエンクロージャから流体を除去するための排出機構が設けられてもよい。いくつかの実施形態では、粒子収集部材は、重力に対して上方の位置に配置されてもよい。いくつかの実施形態では、粒子収集部材の除去方向は、重力方向と反対であってもよい。いくつかの実施形態では、粒子収集部材は除去されなくてもよく、代わりに収集領域にアクセスするためのスライドアウトまたはヒンジ部分を有してもよい。

30

40

【0194】

[218]いくつかの実施形態では、先細螺旋コイルまたはフィルタ媒体を浄化するように構成された掻き取り機構が提供されてもよい。先細螺旋コイルは、自己浄化するように構成されてもよいが、掻き取り機構は、先細螺旋コイルおよびフィルタ媒体をさらに浄化してもよい。掻き取り機構は、有効な目標濾過範囲外にある可能性がある特定の粒子、または他の異物を除去することができる。掻き取り機構は、定期的に、またはセンサからのフィードバックに基づいて動作するように構成されてもよい。

50

【0195】

[219] 掻き取り機構は、先細螺旋コイルの内部にあってもよい。掻き取り機構は、フィルタを通る流体流によって動力を供給されてもよい。掻き取り機構は、フィルタを通して流れる流体の運動量を使用して自己回転するフィンを含んでもよい。掻き取り機構は、フィルタの用途、サイズ、または他のパラメータに応じて、外部電源（例えば、手で）によって、または自律的に動作することができる。掻き取り機構は、ハウジングと一体であってもよい。掻き取り機構は、リブの経路を辿ることができ、リブおよびフィルタ媒体を浄化するために使用することができる。掻き取り機構は、先細螺旋コイルの回転部の間に嵌合することができる。掻き取り機構は、フィルタから受信したフィードバックに基づいて動作するように構成されてもよい。掻き取り機構は、例えば、洗濯物の5回の負荷、10回の負荷、または15回の負荷、または任意の数の負荷の後に先細螺旋コイルおよびフィルタ媒体を浄化するためにスケジュールに基づいて動作することができる。掻き取り機構は、圧力降下およびシステムメンテナンスなどのフィルタを通る流体流の測定されたパラメータ、またはセンサを介して受信された任意のフィードバックに基づいて動作することができる。測定された圧力降下は、粒子の蓄積を示すことができ、濾過性能を改善するためにフィルタを浄化する必要があることを示す。

10

【0196】

[220] いくつかの実施形態では、以下のようなパラメータを有する先細螺旋コイルが提供されてもよい。リブ幅127は、約0.025インチ～約120インチの範囲内にあるように構成されてもよい。リブ高さ128は、0.025インチ～約24インチの範囲内にあるように構成されてもよい。螺旋高さ130は、約0.025インチ～約500インチの範囲内にあるように構成されてもよい。螺旋外径は、約0.025インチ～約200インチの間で変化する値であるように構成されてもよい。螺旋ピッチ134は、約0.025インチ～約120インチになるように構成されてもよい。いくつかの実施形態では、螺旋パラメータは、ミクロンスケール、例えば約1ミクロン～約5万ミクロンの範囲であってもよい。

20

【0197】

[221] いくつかの実施形態では、リブ角度 θ は、図15に示すように、第2の開口部124の方向における先細螺旋コイル112の軸線120とリブ118の表面との間の角度として測定されてもよい。いくつかの実施形態では、リブ角 θ は、10度～170度の範囲の角度であってもよく、異なる流体濾過用途に使用されてもよい。いくつかの実施形態では、リブ角度 θ は、約45度～約135度、約60度～約135度、約90度～約135度、約60度～約120度、約60度～約105度、約60度～約90度、約75度～約105度、約80度～約100度、または約85度～約95度の範囲であってもよい。図5Aに示すように、リブ角度 θ は、いくつかの実施形態では約90度であってもよい。

30

【0198】

[222] いくつかの実施形態では、フィルタを先細螺旋コイル112のテーパの方向とは反対の方向に回転させるために、濾過水または未濾過水の運動量を使用する構成で、フィン、ブレード、またはペーンをハウジングの外側に沿って適用することができる。例えば、螺旋掃引が第1の開口部122から第2の開口部124まで時計回りである場合、フィン、ブレードまたはペーンは、フィルタを反時計回りに回転させることができる。いくつかの実施形態では、フィルタのスピンは、スクリュウ状の効果を作り出すことによって、濾過された粒子が第2の開口部124に向かってより速く移動することを可能にし得る。様々な実施形態では、フィルタ回転速度、フィン角度、およびすべての螺旋変数などのパラメータは、用途に応じて調整することができる。そのような実施形態は、濾過システム100の外側の濾過された流体の流れが入口流れ方向126とは反対になるように、入口および出口の両方が第1の開口部122の近くにある上記のような特定の用途において利点を提供することができる。回転を生成するためのフィン、ペーン、またはブレードの使用は、固形廃棄物濾過、濾過システム100を水などの流体体を通して引っ張るなどの「引きずり」操作などの他の用途においても有益であり得る。

40

50

【0199】

[223]先細螺旋コイルのパラメータは、用途に応じて変えることができる。例えば、先細螺旋コイルは、コイルに沿ってステップ幅を増減させる複数のまたは変化するピッチを有する部分から構成されてもよい。

【0200】

[224]実験結果

マイクロプラスチックは、無数の疾患、感染症および有害な身体反応を引き起こすと考えられている。これらのマイクロプラスチックの最大の割合は、家庭用洗濯機の出口から直接もたらされる。世界中の国々が、マイクロプラスチックの問題を認識している。最初の実験方法は、フィルタが最も制限的な既存の法律または提案されている法律（例えば、英国 House of Commons による「Microplastic Filters (Washing Machines) Bill」）を満たすかどうかを評価することを目的としており、Imogen Napper et al., The efficiency of devices intended to reduce micro fibre release during clothes washing, Science of the Total Environment 738 (2020) (<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140412>で入手可能)（「Napper」）に記載されている方法から適合される。Napper の論文は、同様の試験を適用し、従来のフィルタの最大のマイクロプラスチック低減が約 78 質量%であり、業界の目標を満たすには不十分であることを見出した。したがって、改良されたフィルタ装置は、高い濾過効率、高い流量、高い流速、粒子蓄積に対する耐性、および浄化の容易さという複雑なニーズを満たすことが要求される。

【0201】

[225]定量的方法を用いて、例示的なフィルタの性能を評価した。いくつかの実施形態では、試験方法は、洗濯機で使用するためのマイクロプラスチックフィルタの効率を評価するように調整される。そのような方法はまた、他の濾過条件を表す。

【0202】

[226]実施例 1：布地の方法

第 1 の実験試験方法を使用して、洗濯機用のマイクロプラスチックフィルタの効率を評価した。第 1 の方法は、洗濯機の内部または外部にあるフィルタに適用することができる。第 1 の実験方法の仕様は、以下を含んでもよい。

【0203】

[227]第 1 の実験方法は、洗濯機廃水に適用した場合のフィルタの効率を質量で決定する手順を説明する。この方法は、洗浄サイクルのすべての変形例に適用され得る。後濾過は、所望の用途に基づいて指定されてもよく、これは、例えば、10 μm までの後濾過および他のパラメータなどの精度レベルを指定する法律、規制、または他の規則によって規定されてもよい。

【0204】

[228]第 1 の実験的試験方法では、標準的な洗濯機が試験対象の濾過装置を通して廃水を汲み上げる。濾過装置は、濾過された廃水を、廃水から除去されるマイクロプラスチックの量を決定するために使用される 10 μm フィルタを通して濾過流出物を圧送するウェイステーションに出力する。第 1 の実験的試験方法の結果は、洗濯機に適用されるマイクロプラスチック濾過の効率の尺度を含んでもよい。第 1 の実験的試験方法は、フィルタ装置によって捕捉された微粒子の量を表すために質量を使用する。10 μm のポストフィルタが使用されるが、所望の精度に基づいて他の仕様を使用することもできる。

【0205】

[229]図 18 に示すように、第 1 の試験装置 800 を用意してもよい。試験装置は、個々の構成要素から構成され、図示の方向に組み立てられてもよい。構成要素は、以下を含んでもよい。

【0206】

[230]洗濯機802—トップロードまたはフロントロードのいずれかの標準的な家庭用洗濯機を使用することができる。あるフィルタを別のフィルタと比較するために、同じ洗濯機を使用することができる。第1の例示的な方法では、LGモデルACQ89947217トップローディング洗濯機を使用した。LGモデルACQ89947217洗濯機の排水流量は15ガロン／分（約947cm³／秒）であり、排水速度は約140cm／秒であった。

【0207】

[231]圧力変換器（図示せず）—0～200kPaの必要な精度。

【0208】

[232]テストデバイス804—以下に記載される、試験中に評価されるフィルタ。

【0209】

[233]ウェイステーション806—テストデバイス804からの排出物を回収する。20ガロンのタンクは、3／4インチのねじ山を有する下面に製造されたパイプ接続部と共に使用される。

【0210】

[234]ポンプ（図示せず）—最大流量18.95LPMで指定された10μmフィルタ808を介してウェイステーション806からの排出物を通過させるのを容易にするための遠心ポンプ。

【0211】

[235]10μmフィルタ808—テストデバイス804を通過した任意の粒子を捕捉するためのポストフィルタであり、テストデバイス804の効率を計算するために使用することができる。10μmポストフィルタとして逆浸透膜フィルタを用いた。

【0212】

[236]出口810—10μmフィルタ808からの排出。

【0213】

[237]スケール（図示せず）—この方法は、最大0.0001gの精度の重量スケールを使用する。

【0214】

[238]試験装置を準備するために、ウェイステーションを漂白して、以前の試験からの微粒子または残留物を浄化する。10μmのポストフィルタハウジングを漂白して、以前の試験からの微粒子または残留物を浄化する。各センサは、3～5回の試行ごとに較正される。

【0215】

[239]第1の実験試験方法は、以下のステップを使用して実施した。恒量が測定されるまで、評価対象フィルタおよび10μmのフィルタを40℃の脱水機に入れた。本方法における「一定重量」は、各測定の間1時間で行われた3回の重量測定によって示され、±0.002g以下の偏差を有する3回の測定値をもたらした。各測定で脱水機の湿度を記録した。各評価対象フィルタおよび10μmフィルタの初期重量を、各フィルタの最終的な3つの重量値の平均とみなした。

【0216】

[240]図18に示すように、評価対象フィルタ804を洗濯機802の排出ラインに接続し、排出ラインを評価対象フィルタの入口側に排出した。評価対象フィルタの排出ラインは、ウェイステーション806に向けられ、遠心ポンプ（図示せず）は、濾過された水を10μmフィルタ808に圧送する。

【0217】

[241]合成繊維を含む8枚のタオル（5kg重）を洗濯機のドラムに入れた。通常の洗浄サイクルを選択し、記録した。洗浄サイクルを開始し、洗濯機から流れる排水を評価対象フィルタを通過させてウェイステーションに入れた。洗濯機からの排出流量は15ガロン／分（約947cm³／秒）で、排出流速は約140cm／秒であり、これを評価対象フィルタの入口側に通過させた。ウェイステーションから、水は遠心ポンプおよび10μm

10

20

30

40

50

ポストフィルタを通して流れる。

【0218】

[242]洗濯機運転後に、評価対象フィルタを取り外し、40℃の脱水機に入れた。10μmのポストフィルタを除去し、40℃の脱水機に入れた。各フィルタについて一定重量が測定されるまで、フィルタを脱水機に放置した。各フィルタの最終重量は、各フィルタについて一定重量を決定したときの最終3つの重量値の平均であった。

【0219】

[243]評価されるべきフィルタの濾過のパーセント効率を以下によって計算した。

【数1】

$$\% = \frac{C_2 - C_1}{(C_2 - C_1) + (M_2 - M_1)} \quad \text{式(1)}$$

10

式(1)

ここで、 C_1 は試験前の評価対象フィルタのグラム単位の重量であり、 C_2 は試験後の評価対象フィルタのグラム単位の重量であり、 M_1 は試験前の10μmポストフィルタのグラム単位の重量であり、 M_2 は試験後の10μmポストフィルタのグラム単位の重量である。

【0220】

[244]図16A～図16Bに示すような濾過装置を使用すると、評価対象フィルタ（「実験フィルタ1」）は、1つのリブと、入口（第1の開口部）側に2.5インチの外径とを有する先細螺旋コイルと、リブが先細螺旋コイルの出口（第2の開口部）側に螺旋コイルの実質的に半径を含むような内径（すなわち、リブは、図16Bに示すように、第2の開口部におけるコイルの全半径を含み、先細螺旋コイルの粒子流路は収集ユニットに供給される）と、11.5度の螺旋角と、0.75インチのピッチと、0.375インチのリブ幅と、0.1875インチのリブ厚と、90度のリブ角（すなわち、入口流れ方向に対して垂直である）と、第1の開口部（入口側）から第2の開口部（出口側）までの先細螺旋コイルの4.5回転の回転数と、3.68のレーカ減少比 β/α と、を含んでいた。実験フィルタ1のフィルタ媒体メッシュサイズは、ステンレス鋼30μmメッシュであった。先細螺旋コイルの出口（第2の開口部）側は、コイルと同じメッシュで囲まれた円筒形の収集ユニットを含んでいた。試験した布地は、合成繊維および通常の土壌を含有する5kgの綿タオルであった。洗浄サイクルは、温水での深い充填、高回転であった。3回の測定にわたって平均して得られた出力効率は、評価対象フィルタによる90.16%のマイクロプラスチック除去であり、+3%～-1%の範囲であった（すなわち、効率は89.16%～93.16%の範囲である）。

20

30

【0221】

[245]したがって、実施例1の実験フィルタ1は、比較方法を用いたNapperの論文に記載されている最高評価のマイクロプラスチックフィルタの78%のマイクロプラスチック濾過効率よりも大幅に良好な測定されたマイクロプラスチック濾過効率を有する。したがって、実施例1の実験フィルタ1は、従来の最も効率的な既知のマイクロプラスチックフィルタよりも10%～15%高い測定されたマイクロプラスチック濾過効率を有する。

40

【0222】

[246]したがって、従来のフィルタとは異なり、本明細書に記載のフィルタは、実施例1の方法を使用して測定した場合に、10ミクロンまで後濾過したときに質量でマイクロプラスチックの90%を超える濾過を含んでおり、マイクロプラスチック法の厳格な要件を満たすことができる、著しく改善された濾過効率および性能を有する。特に、この濾過速度は、10μmの濾過後サイズよりも実質的に大きい30μmメッシュのフィルタ媒体を用いて達成された。したがって、結果は、実験フィルタ1が、より大きなフィルタ媒体孔径で、マイクロプラスチックなどのより小さな粒径を濾過する能力を示している。

【0223】

50

[247] 本明細書に記載のフィルタおよびフィルタシステムの実施形態は、流体からの粒子の改善された濾過を提供する。例えば、本明細書に記載のフィルタおよびフィルタシステムは、実施例1の方法を使用して測定した場合に、洗濯機廃水から質量で90%を超える濾過された微粒子（例えば、マイクロプラスチック）を濾過するのに有効である。特に、本明細書に記載のフィルタおよびフィルタシステムは、実施例1の方法を使用して測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、質量で濾過微粒子（例えば、マイクロプラスチック）の90%超を濾過するのに有効である。本明細書に記載のフィルタおよびフィルタシステムのいくつかの実施形態は、実施例1の方法を使用して測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、質量で92%、93%、94%、95%、96%、97%、または98%または99%を超える濾過微粒子（例えば、マイクロプラスチック）を濾過するのに有効である。したがって、本明細書に記載のフィルタおよびフィルタシステムはまた、この実施例1の方法を使用して10ミクロンまで後濾過した場合のマイクロプラスチックを含む、洗濯機廃水からの濾過されたマイクロ粒子（例えば、マイクロプラスチック）の質量の60%超、65%超、70%超、75%超、80%超、85%超、87%超、88%超、および89%超を濾過するのに有効である。

10

【0224】

[248] 実施例2：フロック法

第2の実験的試験方法を使用して、フロック繊維を使用する洗濯機または他の廃水システムなどの濾過システム用のマイクロプラスチックフィルタの性能を評価した。第2の実験方法の仕様は、以下を含んでもよい。

20

【0225】

[249] 第2の実験方法は、市販のフロック繊維を使用する場合のフィルタの性能を質量で決定する手順を記載する。後濾過は、所望の用途に基づいて指定されてもよく、これは、例えば、10μmまでの後濾過および他のパラメータなどの精度レベルを指定する法律、規制、または他の規則によって規定されてもよい。

【0226】

[250] 図19に示す第2の実験試験方法では、ポンプを使用して、マイクロプラスチック・ナイロン・フロック繊維を含む水を第1の貯蔵タンクから試験対象の濾過装置を通して移動させる。濾過装置は、濾過された水を第2の貯蔵タンクに出力し、そこで水は、繊維の量を決定するために使用される10μmフィルタを通してポンプ輸送される。第2の実験的試験方法の結果は、洗濯機などのマイクロプラスチック濾過の効率の尺度を含んでもよい。第2の実験的試験方法は、フィルタ装置によって捕捉された微粒子の量を表すために質量を使用する。10μmのポストフィルタが使用されるが、所望の精度に基づいて他の仕様を使用することもできる。

30

【0227】

[251] 図19に示すように、第2の試験装置900を用意してもよい。試験装置は、個々の構成要素から構成され、図示の方向に組み立てられてもよい。構成要素は、以下を含んでもよい。

【0228】

[252] 蛇口902は、標準的な蛇口である。

40

【0229】

[253] 1μmフィルタ906は、Aqua Boon社製のポリプロピレン製メルトブローンフィルタであり、品番B01M1LB29Bであり、蛇口902からタンク908内に水を濾過する。

【0230】

[254] テストデバイス／評価対象フィルタ904は、以下の装置を含んでいた。

・「実験フィルタ2」－試験中に評価されるフィルタは、図16Aおよび図16Cに示すものと同様であり、入口（第1の開口部）側に1つのリブおよび2.5インチの外径を有する先細螺旋コイルを含んだ。リブのリブ幅は0.60インチ、リブ厚さは0.1875インチ、リブ角度は90度（すなわち、入口流れ方向に対して垂直である）、ピッチは

50

0.75 インチ、レッカー減速比 β / α は 3.69、先細螺旋コイルの入口側から出口側への回転数は 4.5 回転であった。出口側のリブの内径（第 2 の開口部）は、先細螺旋コイルの実質的な半径を含む（すなわち、リブは、図 16 B に示すように、第 2 の開口部におけるコイルの全半径を含み、先細螺旋コイルの粒子流路は収集ユニットに供給される）。先細螺旋コイルの螺旋角度は 11.5 度であった。フィルタ 905 のフィルタ媒体メッシュは、20 μm のポロメトリック GKD メッシュであった。先細螺旋コイルの出口側（第 2 の開口部）は、コイルと同じメッシュで囲まれた円筒形の収集ユニットを含んでいた。捕集ユニットは、直径 2.0 インチ、高さ 2.0 インチの円筒形状であり、先細螺旋コイルと収集ユニットの一面との間の入口直径は約 1.23 インチであった。収集ユニットの円周および先細螺旋コイルから収集ユニットへの入口の反対側の面は、先細螺旋コイルの外周と同じ 20 μm ポロメトリック GKD メッシュによって囲まれていた。

10

・「デッドエンドフィルタ」－流れ方向に垂直に配置された 20 μm のポロメトリック GKD メッシュ（図示せず）を有する、図 23 A に示す従来のデッドエンドフィルタ。

・「クロスフローフィルタ」－実験フィルタ 2 と同じ第 1 の開口部直径と、円錐のテーパ部分を取り囲む円錐形状の 20 μm ポロメトリック GKD メッシュ（図示せず）とを有する、図 23 B に示す円錐クロスフローフィルタ。

・「渦流クロスフローフィルタ」－円錐の内側に 3 つの減少する同心リングを有し、実験フィルタ 2 と同じ第 1 の開口部直径を有し、円錐のテーパ部分を取り囲む 20 μm のポロメトリック GKD メッシュ（図示せず）を有する、図 23 C に示す円錐形の渦流クロスフローフィルタ。渦流クロスフローフィルタのリブ間高さに対するリブ幅のアスペクト比は 3.69 である。

20

【0231】

[255] フロック繊維 905 は、Donjer によって製造された市販の黒色ナイロンフロック繊維であり、部品番号 716-ブラックである。

【0232】

[256] タンク 908 および 912 は、Aqueon 製の 20 ガロンタンク、部品番号 170925 である。

【0233】

[257] 10 μm フィルタ 916-テストデバイス 904 を通過した粒子を捕捉するためのポストフィルタであり、Membrane Solutions 製のポリプロピレン溶融吹付フィルタ、部品番号 MPP-F10-10 である。10 μm フィルタ 916 は、Pentair Industries 製の圧力除去フィルタハウジング、部品番号 B003VT7ERY に収容されている。

30

【0234】

[258] ポンプ 910 および 914 は、80 ワットおよび 1.5 アンペアで動作する、Whirlpool Corp. によって製造された、部品番号 BPX401-27 の市販の洗濯機ドレインポンプである。

【0235】

[259] ドレイン 918 は排水ドレインである。

【0236】

[260] 構成要素間の配管は、内径 1.0 インチの透明ビニル配管である。

40

【0237】

[261] スケール（図示せず）－重量スケールは、最大 0.0001 g の精度で使用される。

【0238】

[262] 構成要素は、図 19 に示すように組み立てられる。

【0239】

[263] 試験装置を準備するために、タンク 908 および 912 をすすぎ、以前の試験からの微粒子または残留物を浄化した。10 μm ポストフィルタ 916 のハウジングをすすぎ、以前の試験からの微粒子または残留物を浄化する。各センサは、3～5 回の試行ごとに

50

較正される。

【0240】

[264]第2の実験試験方法は、以下のステップを使用して実施した。一定重量になるまで40℃の脱水機に評価対象フィルタ904と10μmのフィルタ916を入れた。本方法における「一定重量」は、各測定の間1時間で行われた3回の重量測定によって示され、±0.02g以下の偏差を有する3回の測定をもたらした。各測定で脱水機の湿度を記録した。評価対象フィルタ904、1μmフィルタ906、10μmフィルタ916のそれぞれの初期重量を、3つの一定重量を測定した後の各フィルタの重量とした。

【0241】

[265]幅の広いアルミニウム箔12枚を2枚秤量し、重量を記録した。10ミクロン濾紙片を秤量し、重量を記録した。0.5±0.02gのフロック繊維905を秤量し、重量を記録した。

【0242】

[266]タンク908を、1μmフィルタ906を通して濾過した蛇口902からの3.5ガロンの水で満たした。予め秤量した0.5gのフロック繊維905をタンク908内の水に添加した。

【0243】

[267]繊維-水混合物は、ポンプ901を使用してタンク908から評価対象フィルタ904を通してタンク912にポンプ輸送された。測定された流量は、約124cm/秒の流速で10.0gal/分であった。

【0244】

[268]0.5±0.02gのフロック繊維905を秤量し、フロック繊維をタンク908内の3.5ガロンの水に添加し、繊維-水混合物を試験対象フィルタ905を通してタンク912にさらに9回圧送するプロセス（合計10回の濾過プロセス試行）。

【0245】

[269]次いで、タンク908を、1μmフィルタ906を通して濾過された蛇口902からの水ですすぎ、評価対象フィルタ904を通してポンプ輸送して、すべてのフロック繊維が評価対象フィルタ904を通してタンク912に濾過されたことを確実にした。このリンスを3回行った。

【0246】

[270]次いで、タンク912からの水は、ポンプ914を通して10μmフィルタ916を通してドレイン918に圧送された。タンク912をすすぎ、ポンプ914を使用して10μmフィルタ916を通して水を3回圧送して、評価対象デバイス904を通過したフロック繊維905のすべてが装置を通過したことを確実にした。

【0247】

[271]評価対象フィルタ904を通過したフロック繊維905を含む10ミクロンフィルタをアルミニウム箔シート上に配置した。次いで、フィルタハウジングを10ミクロン濾紙ですすぎ、ハウジングから残っているフロック繊維を除去し、濾紙をアルミニウム箔上に置いた。

【0248】

[272]次いで、アルミニウム箔上の10ミクロンフィルタおよび濾紙を、一定重量が測定されるまで華氏95度で乾燥させた。

【0249】

[273]次いで、以下の式を使用して、評価対象フィルタ904によるマイクロプラスチック濾過のパーセント効率を計算した。

【数2】

10

20

30

40

50

$$\% \text{フィルタ効率} = \frac{m_{\text{フロック}} - \Delta m_{10}}{m_{\text{フロック}}} * 100$$

ここで、 Δm_{10} は、 $\Delta m_{10} = m_{10, \text{最終}} - m_{10, \text{初期}}$ として測定された10ミクロンフィルタおよびフィルタ紙の質量増加に対応し、 $m_{\text{フロック}}$ は、システムに導入されたマイクロプラスチックフロック繊維905の総質量に対応し、これは次式で測定される。

$$m_{\text{フロック}} = \sum_{i=1}^n m_i$$

ここで、 m_i は、10回の試行の各試行*i*についてのマイクロプラスチックフロック繊維の質量に対応する。

【0250】

[274] 収集ユニットによって収集されたマイクロプラスチックの量対評価対象フィルタ904の先細螺旋コイルに保持されたマイクロプラスチックの量も決定した。評価対象フィルタ904の収集ユニットに収集されたマイクロプラスチックの量は、評価対象フィルタ904をハウジングから取り外し、収集ユニットを評価対象フィルタ904の先細螺旋コイルから分離することによって決定した。一定の重量が測定され、重量が記録されるまで、収集ユニットおよび先細螺旋コイルを華氏90度で乾燥させた。収集ユニットに収集されたマイクロプラスチックのパーセントは、以下の式によって計算された。

【数3】

$$\% \text{収集ユニット中の捕捉された粒子} = \frac{\Delta m_{cc}}{m_{\text{フロック}}} * 100$$

ここで、 Δm_{cc} は、濾過後の最終質量から濾過前の収集ユニットの初期質量を引いたもの、 m_{cc} 、最終 - m_{cc} 、初期によって測定される、収集ユニットの質量の変化に対応し、 Δm_{SL} は、濾過後の先細螺旋コイルの最終質量から濾過前の先細螺旋コイルの初期質量を引いたもの、 m_{SL} 、最終 - m_{SL} 、初期によって測定される、収集されたマイクロプラスチックに基づく先細螺旋コイルの質量の変化に対応する。

【0251】

[275] 実施例2によるフロック繊維濾過効率を以下の表1に示す。

【表1】

試験対象デバイス	試行1 (%)	試行2 (%)	試行3 (%)	平均 (%)	標準偏差 (%)
実験フィルタ2	99.82	99.81	99.84	99.8	0.02
デッドエンドフィルタ	99.90	99.19	99.80	99.7	0.4
クロスフローフィルタ	99.90	99.90	98.34	99.4	0.9
渦流クロスフローフィルタ	99.90	99.25	99.90	99.7	0.4

【0252】

[276] 収集ユニット内の実験フィルタ2によって収集された繊維の割合を以下の表2に示す。

【表2】

試行	1	2	3	平均	標準偏差
%収集ユニット中の フロック繊維	83.0%	76.5%	92.4%	84.0%	8.0%

【0253】

[277] 表1に示すように、実験フィルタ2は、廃水系においてマイクロプラスチックをシミュレートするフロック繊維を99%以上収集する。実験フィルタ2はまた、試験されて

いる4つのフィルタのうち最も低い標準偏差を示した。試験されている他のフィルタもまた、実施例2によって示されるように、99%を超える効率のフロック繊維を示したが、実験フィルタ設計はまた、より大きなフィルタメッシュ孔径で高効率を達成する能力を有する。99%の濾過効率は、試験されているデッドエンド、クロスフロー、および渦流クロスフローフィルタのメッシュ細孔径から予想され得るが、より小さい細孔径はフィルタを通る流れを制限し、単により小さい細孔径を有するだけでは、そのようなフィルタを洗濯機または他の高流量または高流速用途などの用途に使用することができない。したがって、メッシュ孔径は、許容可能な濾過操作を提供するフィルタの能力を示すものではない。例えば、実施例3で説明したように、デッドエンドフィルタは、流れが直ちに0 cm/s および gal/min に減少し、流れの障害および圧力の障害の両方を引き起こしたため、機能的動作を達成することができなかった。同様に、同様のサイズの円錐を有するにもかかわらず、実験フィルタ2と同じ円錐サイズを有するにもかかわらず、実施例3で説明したように、クロスフローおよび渦流クロスフローフィルタは、著しく少ない試行でも失敗した。

10

20

30

40

50

【0254】

[278] 実験フィルタ2は、他のフィルタと比較して例示的な性能を示すが、フィルタの設計により、濾過されたマイクロプラスチックの少なくとも75%が収集ユニットに輸送され、平均して、濾過されたマイクロプラスチックの80%超が収集ユニットに輸送されるという追加の利点を有する。濾過されたマイクロプラスチック／粒子の収集ユニットへの輸送を容易にすることは、当該技術分野においてこれまで知られていないいくつかの利点を有する。第1に、濾過された粒子を収集ユニットに収集することにより、特に先細螺旋コイルを浄化するために必要な複雑さを伴って、装置を浄化することがより容易になる。収集ユニットの浄化は、収集ユニットへの容易なアクセスを可能にする図22A～図22Dに示すような設計によってさらに支援され、それによってメンテナンスおよび浄化のプロセスを単純化する。第2に、濾過されたマイクロプラスチック／粒子の収集ユニットへの輸送を容易にすることにより、先細螺旋コイル内の濾過された粒子の蓄積が防止され、それにより、先細螺旋コイルのフィルタ媒体が比較的清浄なままであり、したがって液体の濾過を継続することができるため、浄化間の時間が延長される。

【0255】

[279] 実験フィルタ2のさらなる利点は、実施例3に関して以下に説明される。

【0256】

[280] 本明細書に記載のフィルタおよびフィルタシステムの実施形態は、流体からの粒子の改善された濾過を提供する。例えば、本明細書に記載のフィルタおよびフィルタシステムは、実施例2の方法を使用して測定した場合に、洗濯機廃水から質量で90%を超える濾過された微粒子（例えば、マイクロプラスチック）を濾過するのに有効である。特に、本明細書に記載のフィルタおよびフィルタシステムは、実施例2の方法を使用して測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、質量で濾過微粒子（例えば、マイクロプラスチック）の90%超を濾過するのに有効である。本明細書に記載のフィルタおよびフィルタシステムのいくつかの実施形態は、実施例2の方法を使用して測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときに、質量で91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、または99%を超える濾過微粒子（例えば、マイクロプラスチック）を濾過するのに有効である。したがって、本明細書に記載のフィルタおよびフィルタシステムはまた、実施例2の方法を使用して測定した場合、10ミクロンまで後濾過したときのマイクロプラスチックを含む、洗濯機廃水からの濾過された微粒子（例えば、マイクロプラスチック）の質量で60%超、65%超、70%超、75%超、80%超、85%超、87%超、88%超、および89%超を濾過するのに有効である。

【0257】

[281] 同様に、本明細書に記載のフィルタおよびフィルタシステムの実施形態は、先細螺旋コイルから収集ユニットへの濾過された粒子の移動を容易にすることによって、流体からの微粒子の改善された濾過を提供する。例えば、本明細書に記載のフィルタおよびフィ

ルタシステムのいくつかの実施形態は、実施例 2 の方法を使用して測定した場合、10 ミクロンまで後濾過したときに、先細螺旋コイルから収集ユニットへの濾過された微粒子（例えば、マイクロプラスチック）の質量で 50 %、60 %、65 %、70 %、75 %、80 %、82 %、83 %、84 %、85 %、86 %、87 %、88 %、89 %、90 %、91 %、92 %、93 %、94 %、または 95 % を超える輸送の促進に有効である。

【0258】

[282] 実施例 3：模擬負荷サイクル耐性方法

第 3 の実験的試験方法を使用して、圧力がフィルタ、洗濯機、またはポンプ性能に影響を及ぼすように、フィルタの背後に著しい背圧または圧力上昇を生じさせる前に、所与のマイクロプラスチックフィルタが耐えることができる洗濯機負荷サイクルなどのシミュレートされた濾過サイクルの数を評価した。洗濯機および濾過サイクルにおけるマイクロプラスチックは、フロック繊維を使用して測定される。第 3 の実験方法の仕様は、以下を含んでもよい。

【0259】

[283] 第 3 の実験方法は、市販のフロック繊維を使用する場合に、洗濯機の負荷サイクルからの廃水を濾過するなど、繰り返し濾過サイクルに対するフィルタの耐性をカウントによって決定する手順を記載する。

【0260】

[284] 図 20 に示す第 3 の実験試験方法では、ポンプを使用して、マイクロプラスチックフロック繊維を含有する濾過された水を貯蔵タンクから試験対象の濾過装置に強制的に流す。圧力センサは、試験される濾過装置の背後の圧力上昇を測定し、流量センサは、試験されるフィルタの出口（例えば、出口 218）における流量を測定する。第 3 の実験的試験方法の結果は、濾過された材料がフィルタ、洗濯機、およびポンプの性能に影響を及ぼし始め、試験されているフィルタの背後に圧力の蓄積を生じさせるか、または流れのスループットを低下させる前に、特定のフィルタが耐えることができる洗濯機の負荷の数の代表的な尺度に対応することができる。

【0261】

[285] 図 20 に示すように、第 3 の試験装置 1000 を用意してもよい。試験装置は、個々の構成要素から構成され、図示の方向に組み立てられてもよい。構成要素は、以下を含んでもよい。

【0262】

[286] 蛇口 1002、1 μ m フィルタ 1006、試験対象フィルタ（テストデバイス）1004、フロック繊維 1005、ポンプ 1010、およびドレイン 1018 は、それぞれ蛇口 902、1 μ m フィルタ 906、試験対象フィルタ（テストデバイス）904、フロック繊維 905、ポンプ 910、およびドレイン 918 について実施例 2 で説明したとおりである。接続部間の配管は、実施例 2 で説明するように、内径 1.0 インチのビニル配管である。

【0263】

[287] 布地柔軟剤 1007 は、Aroma Boost および Blissful Breeze の香りを有する市販の Ultra GAIN（登録商標）布地柔軟剤である。

【0264】

[288] 電流センサ 1012 は、電力消費を監視するための Ponnie PN 携帯用マイクロ電流センサである。

【0265】

[289] 圧力センサ 1014 は、SSI Technologies 製のデジタル圧力計センサ、部品番号 MG1-G-A-9V-R である。

【0266】

[290] 流量センサ 1016 は、Bonvoisin 製のタービン流量計、部品番号 Royer-7 である。

【0267】

10

20

30

40

50

[291] 洗浄サイクルをシミュレートするために、最初に 0.405 ± 0.02 g のフロック繊維 1005 を秤量し、重量を記録した。次に、 35 ± 0.50 g の布地柔軟剤 1007 を秤量し、重量を記録した。布地柔軟剤 1007 を添加して、試験されるフィルタの挙動に対する実際の洗濯物の効果をよりよくシミュレートした。次いで、タンク 1008 を蛇口 1002 からの水 3.5 ガロンで満たし、 $1 \mu\text{m}$ フィルタ 1006 を通して濾過した。測定したフロック繊維 1005 および布地柔軟剤 1007 の重量をタンク 1008 に加えた。 $1 \mu\text{m}$ フィルタ 1006 で濾過された蛇口 1002 からの追加の 3.5 ガロンの水をタンク 1008 に添加し、タンク 1008 内の総水量を、Whirlpool（登録商標）洗濯機の負荷サイクルにおける典型的な水量である 7.0 ガロンにした。溶液を攪拌によって十分に混合した。水-フロック軟化剤溶液は、ポンプ 1010 を通って、圧力センサ 1014 を介して試験対象フィルタ 1004 を通って圧送された。濾過された液体は、試験対象フィルタ 1004 を出て、流量センサ 1016 を通ってドレイン 1018 に入った。流量センサ 1016 での流量（gal/min または gpm）、圧力センサ 1014 で試験されているフィルタの背後の圧力上昇（psi）、およびポンプ 1010 での電流（電流センサ 1012 によって測定されたアンペア）を 15 秒間隔で測定し、記録した。

10

【0268】

[292] 水-フロック軟化剤溶液のすべてがポンプ 1010 によって除去されると、シミュレートされた洗浄負荷サイクルが完了した。シミュレートされた洗浄負荷サイクルは、圧力センサ 1014 で試験されているフィルタの背後の圧力上昇が 3.4 psi 以上になるまで繰り返された。Whirlpool（登録商標）洗濯機が流れ障害を知らせる圧力上昇として 3.4 psi を選択した。結果を記録し、負荷サイクル耐性とみなした。3.4 psi の圧力値が決定された後に、流量センサ 1016 を通る流量が 0.0 cm/s になるまで追加の負荷サイクルを実行し、その時点でゼロ流量誤差または流れ障害が決定された。

20

【0269】

[293] 以下の表 3 は、試験対象のフィルタの背後の 3.4 psi の圧力上昇と、フィルタを通る流量が 0.0 gal/分 になるまでの圧力上昇の両方に対する、デッドエンドフィルタ、クロスフローフィルタ、渦流クロスフローフィルタ、および実験フィルタのそれぞれの負荷の数を示す。

30

【表 3】

試験対象フィルタ	3.4 psi の圧力上昇／ 圧力破損までの負荷完了	0.0 gal/min の フロー故障までの負荷
実験フィルタ 2	8	13
デッドエンドフィルタ	0	0
クロスフローフィルタ	2	3
渦流クロスフローフィルタ	2	3

【0270】

[294] 実施例 2 の結果から、実験フィルタ 2 は、試験されている他のデッドエンド、クロスフロー、および渦流クロスフローフィルタのいずれよりも著しく改善された性能を有することが明らかである。実験フィルタ 2 は、クロスフローフィルタおよび渦流クロスフローフィルタの両方にわたって、圧力破損および流れ破損に対する負荷数のそれぞれ 300 % および 333 % の増加を示した。1 つの負荷サイクルさえ完了する前に故障したデッドエンドフィルタと比較して、実験フィルタ 2 は、圧力故障および流れ故障に対する負荷の数の両方に関して劇的な改善を示している。クロスフローフィルタおよび渦流クロスフローフィルタと比較しても、実験フィルタ 2 は圧力障害まで 8 サイクル、流動障害まで 13 サイクルを完了したのに対して、クロスフローフィルタおよび渦流クロスフローフィルタはそれぞれ圧力障害まで 2 サイクル、流動障害まで 3 サイクルしか完了しなかった。

40

【0271】

50

[295]図22A～図22Gは、この実施例3に記載の試験方法の負荷サイクル耐性試験、流量、流速、および圧力の結果を示す。図22A～図22Gにおいて、「デッドエンド」結果は、試験中のデッドエンドフィルタを指し、「クロスフロー」結果は、試験中のクロスフローフィルタを指し、「渦流クロスフロー」結果は、試験中の「渦流クロスフローフィルタ」を指し、「CLEANR」結果は、試験中の実験フィルタ2を指す。

【0272】

[296]図22Aは、シミュレートされた洗浄負荷サイクルの各々にわたって経時的に流量センサ1016で測定された流量を示す。図22Bは、流動不良（0.0 gal／分の流量）が測定されるまでのシミュレーションされた負荷サイクルの数に対する流量データを示す。図22Bにプロットされた値は、各洗浄負荷サイクルの終わりに決定される。図22Cは、各負荷に対する実験フィルタ2の各洗浄負荷サイクルの経時的な流量を示す。

【0273】

[297]図22Aの流量データは、実験フィルタ2がより長いより連続的な流量を提供することを示し、試験されたデッドエンド、クロスフロー、および渦流クロスフローフィルタと比較して、より少ない量の目詰まりおよび長寿命を示す。流量のより大きい粒度を示す図22Aおよび図22Cは、実験フィルタ2が試験された他のフィルタよりも流量を改善したことを示す。すべてのフィルタは、負荷7～13からの初期負荷カウントにおいて経時的にほぼ減少する流量を示すが、実験フィルタ2は、これらの負荷のそれぞれにおいて経時的に増加する流量を示し、フィルタリングされた粒子が先細螺旋コイルおよび収集ユニットに蓄積する場合でも、実験フィルタ2の設計が全体の流量を改善することを示唆している。先細螺旋コイルの設計で生成された渦流は、濾過および流量を改善する。特に、実験フィルタ2の構成によって生成された渦流は、収集された粒子を先細螺旋コイル上に再懸濁させることができ、それによって流れを改善し、フィルタの効率および寿命を改善するためにメッシュを開くことができる。この改善された流量はまた、実験フィルタ2のデュアルフィルタの性質に起因する可能性があり、フィルタされた液体は、両方ともフィルタ媒体を含むため、先細螺旋コイルまたは収集ユニットを通してフィルタから出ることができる。

【0274】

[298]図22Dは、流量センサ1016で測定された流速を示し、これは、試験される各フィルタを通る濾過された液体の流速である。図22Dは、実験フィルタ2を通る流速が、試験された他のすべてのフィルタと比較して、経時的に著しく高いままであることを示している。特に、図22Dに示すように、実験フィルタ2を通る流速は、5回目の負荷の後まで50 cm／秒未満に低下しないが、試験した他のフィルタの各々は、1回または0回の負荷の後に流速が50 cm／秒未満に低下した。流速データは、実験フィルタ2が高い流速で改善された性能を示し、洗濯機用途に必要な高い流速を試験した他のフィルタよりもはるかに長く維持することを確認する。特に、実験フィルタ2は、試験した他のフィルタのいずれよりも5倍以上長い（400％以上の負荷まで）50 cm／s以上の流速を維持した。実験フィルタ2はまた、流動障害が測定される前に試験されたクロスフローフィルタおよび渦流クロスフローフィルタの両方よりも4倍を超える負荷（13荷重対3荷重、または荷重数の333％増加）で動作可能であった。試験した他のフィルタは、高い流速で効果的に機能することができなかった。したがって、試験した他のフィルタは、高流量用途でマイクロプラスチックなどの粒子を濾過するために繰り返し使用することもできなかった。

【0275】

[299]図22Eは、圧力故障を判定するために圧力センサ1014で経時的に測定された試験対象フィルタの背後の圧力上昇を示し、図22Fは、流れの故障が判定されるまで、各負荷について圧力センサ1014で測定された試験対象フィルタの背後の同じ圧力上昇を示す。図22Fに示す値は、負荷サイクル終了時の圧力値である。図22Gは、各負荷について経時的に圧力センサ1014で測定された実験フィルタ2の背後の圧力上昇を示す。

10

20

30

40

50

【0276】

[300]図22E～図22Gに示すように、実験フィルタ2は、試験した他のフィルタと比較して、経時的な圧力上昇および繰り返し使用が著しく少ないことを示す。負荷の数に対して測定すると、実験フィルタ2は、圧力上昇に対してはるかに浅い勾配を示した。流量と同様に、すべてのフィルタが最初のいくつかの負荷について増加する圧力上昇を示すが、負荷5の後に、実験フィルタ2は、負荷6から13のそれぞれについて経時的に減少する圧力上昇を示す。この減少する圧力は、図22Aおよび図22Cに見られる流量の増加に対応しているように見え、実験フィルタ2がより少ない乱れでより良好な流れで改善された性能を提供することを確認する。同様に、フィルタおよび機械の寿命は、いくつかの負荷後の各負荷中に時間と共に圧力が低下するため、圧力障害を引き起こすことなくこの挙動によって延長され得る。実験フィルタ2の設計は、渦流の形成を促進して濾過された粒子を懸濁液中に維持し、濾過された粒子の第2の開口部への進行を促進し、そこでそれらは収集ユニットによって収集される。この設計は、先細螺旋コイルのフィルタ媒体が粒子蓄積のないままであるのを助け、それによって流量および流速が低下する前にフィルタの寿命を延ばす。長期間の使用壽命により、実験フィルタ2、および本明細書に記載の他の実施形態の設計は、デッドエンド、クロスフロー、円錐状クロスフロー、および渦流クロスフローフィルタなどの他のフィルタよりも改善される。

10

【0277】

[301]実施例4：ポリエステル綿およびフロックの効率試験

第4の実験試験方法を使用して、フィルタ効率を評価した。この実施例は、 $15\mu\text{m}$ （ステンレス鋼GKDメッシュ）を使用することを出いて、実験フィルタ2の設計を有する本発明のフィルタの実施形態の効率を、濾過前および濾過後の洗濯機廃水間のマイクロプラスチック分布の変化を決定することによって測定した。

20

【0278】

[302]この実施例に従って試験した材料は、ポリエステル綿およびフロック繊維（実施例2と一致）であった。これらの材料の各々のサンプルを選択するとき、試験された各サンプルの重量は一貫しており、各試験は、マイクロプラスチック分布の変化を決定するために2つの水サンプルに対して行われた。マイクロプラスチック分布の変化を使用して、試験対象の濾過装置の濾過効率を計算した。個々の試験ごとに以下のステップを行う。

【0279】

[303]試験前に以下の浄化手順を行った。

- ・システム全体を20分間通して1ミクロンの前濾過水を流し、リントフリーのワイブで試験装置を完全に浄化した。

- ・試験の合間に、システム全体を5分間通して流れる1ミクロンの前濾過水およびリントフリーのワイブでシステムを洗い流した。

- ・システムに水を流した後に、残っている水はタンク1からタンク2に手動で吹き出された。

- ・試験中の本発明のフィルタをタンク2に注いだ。

- ・残りの水は、タンク2からシンク内に手動で吹き出された。

30

【0280】

[304]洗濯機試験：

次に、以下の洗浄手順を、Whirlpoolフロントロード洗濯機Model #WW5605MWを使用して行った。

- ・試験された衣類は、4回の前洗浄サイクルを経ており、本発明のフィルタを受ける前に合計6回の洗浄について2回の試行試験をシステムに入れてマイクロプラスチックを濾過した。

- ・試験前に、ブランク負荷（衣類なし）を洗濯機に流し、これは、洗濯機に何も無い完全な洗浄サイクルを意味する。

- ・洗濯機に入る水は約 $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ に維持した。

- ・各試験について重量を約 $1.4\pm 0.1\text{kg}$ に保つように衣類を秤量した。

40

50

【0281】

[305]試験の所望の衣類材料を洗濯機ドラムに挿入した後に、Whirlpool洗濯機で以下の負荷設定を選択した。

- ・洗浄サイクル：「通常」
- ・何を洗浄するか？「繊細なもの」
- ・低温（1／5）
- ・スピン（3／5）約1000RPM
- ・土壌（1／3）「軽い」

【0282】

[306]洗濯機流出物は、タンクの蓋をした状態で第1の保持タンクに排出された（第1および第2の保持タンクの両方が蓋を含んでいた）。 10

【0283】

[307]フロック試験：

フロック材料の試験のために、以下の手順を行った。

- ・タンク1を3.5ガロンの前濾過水（1μm）で満たした。
- ・約0.5±0.002gのフロック繊維をタンク1に加えた。フロック皿を前濾過水で3回洗浄して、残留フロック材料を除去した。
- ・合計7ガロンの水がタンクに入るまでタンク1を充填し、入ってくる移動水を使用してフロックを水に統合する（攪拌棒なし）。 20

【0284】

[308]第1のサンプルを採取し、続いて第2のサンプルを採取するための「スルーフィルタ」手順を含む以下のサンプリング手順を、前述の洗浄工程の直後に行った。

サンプリング：

- ・攪拌棒を濾過水で洗浄した。
- ・リントフリーのワイプを用いたサンプルボトルの外側。
- ・タンク内の水を攪拌棒で攪拌し、標識された端部が水に入らないようにした。
- ・水が移動している間、サンプルボトルは水サンプルに完全に沈められていた。
- ・ボトルが完全に満たされたら、サンプルボトルを取り出した。

スルーフィルタ：

- ・この手順では、タンク1内の水を試験中の本発明のフィルタを通してタンク2内に圧送した。 30
- ・残りの水をタンク1からタンク2に押し込んだ。

【0285】

[309]廃水中の繊維の特性評価および定量

記載された洗濯機からの流出物中の脱落繊維の検出は、動的画像分析技術を使用して行われ、「Hohenstein動的画像分析データ」と呼ばれる。本明細書でこのデータを生成するために使用される技術は、J. Haapらによる論文、Microplastic Fibers Released by Textile Laundry: A New Analytical Approach for the Determination of Fibers in Effluents, Water 2019, 11, 2088; doi:10.3390/w11102088に記載されており、これは、この技術に関連するその教示について参照により本明細書に組み込まれる。 40

【0286】

[310]以下の表4は、本明細書中に記載されるような渦流クロスフローフィルタの一実施形態の効率を示しており、重量で測定される場合、マイクロプラスチック濾過の信頼できる代用物であるほぼ91%のポリエステル綿粒子の除去を示している。

【表 4】

表 4. 重量によるポリエステル綿効率 (g):				
試験前の重量の合計:			試験後の重量の合計:	
高カウント	低カウント		高カウント	低カウント
0.000293198	0.000222962		2.77927E-05	1.65778E-05
	低側:	平均:	高側:	
	87.53%	90.94%	94.35%	

10

【0287】

[311]実施例 4 の結果から、本発明の実験用フィルタは、ポリエステル綿粒子などの小さな粒子を流体から除去するのに極めて効率的であることが明らかである。ポリエステル綿粒子の除去効率に関する表 4 に示す結果のグラフ表示を図 24A～24D に示す。

【0288】

[312]図 24A および図 24B は、それぞれ、濾過前および濾過後の洗濯機廃水間のマイクロプラスチック分布変化（ポリエステル綿微粒子の数による）を決定することによる、実施例 4 で試験中の本発明のフィルタの動態画像分析による効率試験の結果を示す。図 24C および図 24D は、それぞれ、濾過前および濾過後の洗濯機排水の間のマイクロプラスチック分布変化（ポリエステル綿微粒子の重量による）を決定することによる、実施例 4 で試験中の同じ本発明のフィルタでの効率試験の結果を示す。

20

【0289】

[313]以下の表 5 は、重量で測定して 99% を超えるフロック粒子の平均除去を示す、本明細書に記載の渦流クロスフローフィルタの効率を示す。

【表 5】

表 5. 重量 (g) によるフロック効率:				
試験前の重量の合計:			試験後の重量の合計:	
高カウント	低カウント		高カウント	低カウント
0.007910946	0.006969905		1.79317E-05	2.71281E-08
	低側:	平均:	高側:	
	99.74%	99.87%	100.00%	

30

40

【0290】

[314]実施例 4 の結果から、本発明の実験用フィルタがフロック粒子を極めて効率的に除去することがさらに明らかである。ポリエステル綿粒子の除去効率に関する表 4 に示す結果のグラフ表示を図 25A～図 25D に示す。

【0291】

[315]図 25A および図 25B は、それぞれ、濾過前および濾過後の洗濯機廃水間のマイクロプラスチック分布の変化（フロック微粒子の数による）を決定することによって、実

50

施例 4 の試験中の本発明のフィルタの効率試験の結果を示す。図 2 5 C および図 2 5 D は、それぞれ、濾過前および濾過後の洗濯機廃水間のマイクロプラスチック分布変化（フロック微粒子の重量による）を決定することによる、同じ本発明のフィルタの効率試験の結果を示す。

【0292】

[316] 実施例 1 の実験フィルタ 1 の結果と一致して、これらのデータは、測定されたマイクロプラスチック濾過効率が、N a p p e r の論文に記載されている最高評価のマイクロプラスチックフィルタの 7 8 % のマイクロプラスチック濾過効率よりも有意に良好であることを示している。実施例 4 の実験的フィルタは、最も効率的な従来の既知のマイクロプラスチックフィルタよりも少なくとも 1 2 % 高い測定されたマイクロプラスチック濾過効率を有する。

10

【0293】

[317] したがって、従来のフィルタとは異なり、本明細書に記載のフィルタは、質量でマイクロプラスチックの 9 0 % を超える濾過を含むマイクロプラスチック規制の厳しい要件を満たすことができる、著しく改善された濾過効率および性能を有する。

【0294】

[318] 本開示の装置、システム、および方法は、濾過される物質がフィルタ媒体上に「ケーキ」（例えば、粒子の蓄積）をもたらし、それがフィルタ媒体全体の圧力降下の増加をもたらす濾過用途において有益に利用され得る。本開示のいくつかの実施形態の濾過システムは、圧力降下を低減することができ、フラッディングまたは機器の損傷などの問題のリスクが低いフィルタ浄化の低減およびフィルタ流量の増加を可能にする。用途としては、マイクロプラスチックフィルタリング、ホールハウスフィルタ、グレーウォーターフィルタ、ボートフィルタ、化学プロセス濾過、ウォーターフィルタ、リサイクル目的のプラスチック樹脂濾過などが挙げられる。

20

【0295】

[319] 本明細書で使用される場合、特に明記しない限り、「または」という用語は、実行不可能な場合を除いて、要素のすべての可能な組み合わせを包含する。例えば、構成要素が X または Y を含むと述べられている場合、特に明記しない限りまたは実行不可能でない限り、構成要素は X、または Y、または X および Y を含んでもよい。第 2 の例として、構成要素が X、Y、または Z を含むと述べられている場合、特に明記しない限りまたは実行不可能でない限り、構成要素は X、または Y、または Z、または X および Y、または X および Z、または X および Y および Z を含んでもよい。さらに、「X および Y のうちの 1 つ」または「X または Y のうちの 1 つ」という語句は、X のうちの 1 つ、または Y のうちの 1 つ、または X のうちの 1 つおよび Y のうちの 1 つを含むように最も広い意味でそれぞれ解釈されるものとする。

30

【0296】

[320] 図中のブロック図は、本開示の様々な例示的な実施形態によるシステム、方法、およびコンピュータハードウェア／ソフトウェア製品の可能な実装形態のアーキテクチャ、機能、および動作を示す。これに関して、概略図の各ブロックは、電子回路または電子制御ユニットなどのハードウェアを使用して実装され得る特定の算術演算または論理演算処理を表すことができる。ブロックはまた、指定された論理機能を実装するための 1 つまたは複数の実行可能命令を含むモジュール、セグメント、またはコードの一部を表すことができる。コントローラは、そのような命令を実行するようにプログラムされてもよい。いくつかの実装形態では、ブロックに示されている機能は、図に示されている順序とは異なる順序で発生し得ることを理解されたい。例えば、連続して示されている 2 つのブロックは、関連する機能に応じて、実質的に同時に実行または実装されてもよく、または 2 つのブロックが逆の順序で実行される場合もある。また、一部のブロックを省略してもよい。

40

【0297】

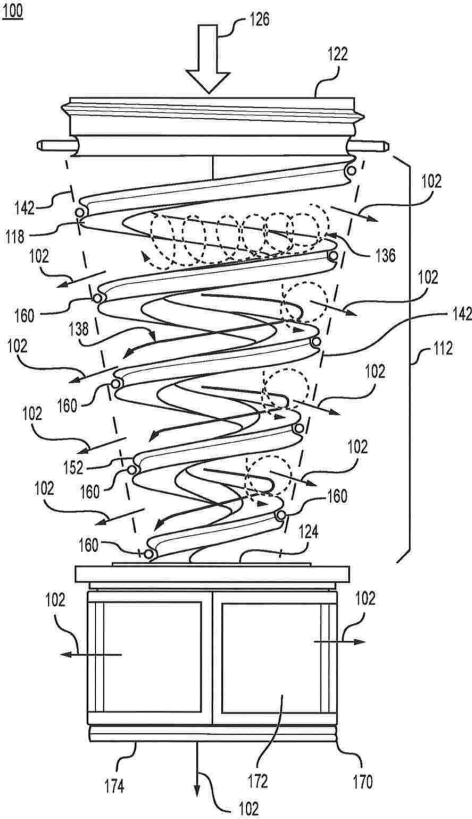
[321] ブロック図の各ブロック、およびブロックの組み合わせは、指定された機能または動作を実行する専用ハードウェアベースのシステムによって、または専用ハードウェアと

50

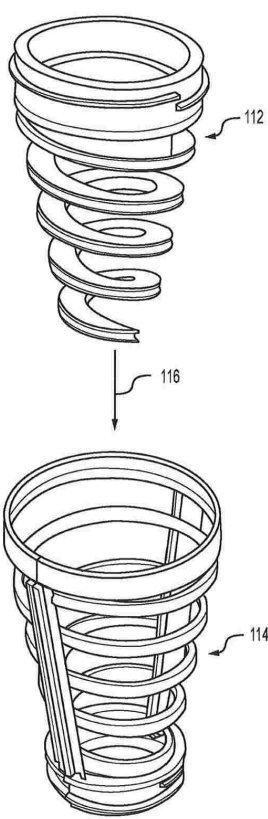
コンピュータ命令の組み合わせによって実装され得ることも理解されたい。本開示の実施形態は、上記で説明され、添付の図面に示す正確な構造に限定されず、その範囲から逸脱することなく様々な修正および変更を行うことができることが理解されよう。例えば、例は、マイクロプラスチック濾過の文脈で説明されているが、本開示の実施形態は、他の形態の物質輸送に適用可能であり得る。

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

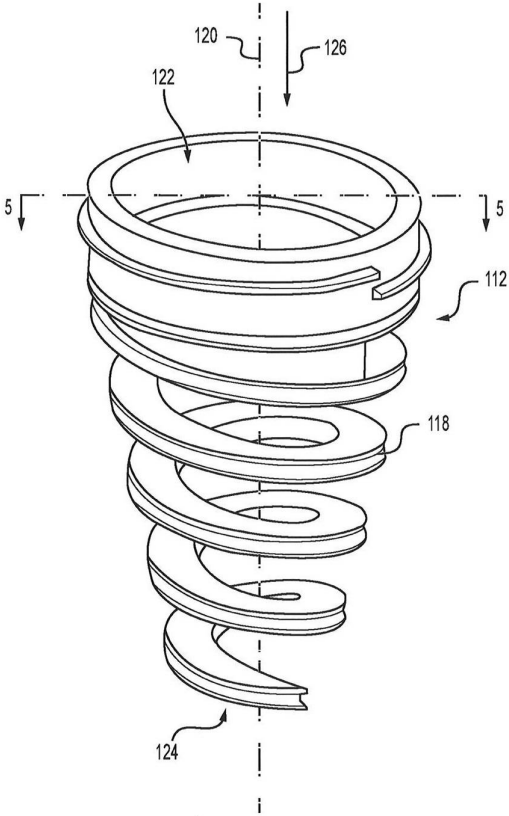
20

30

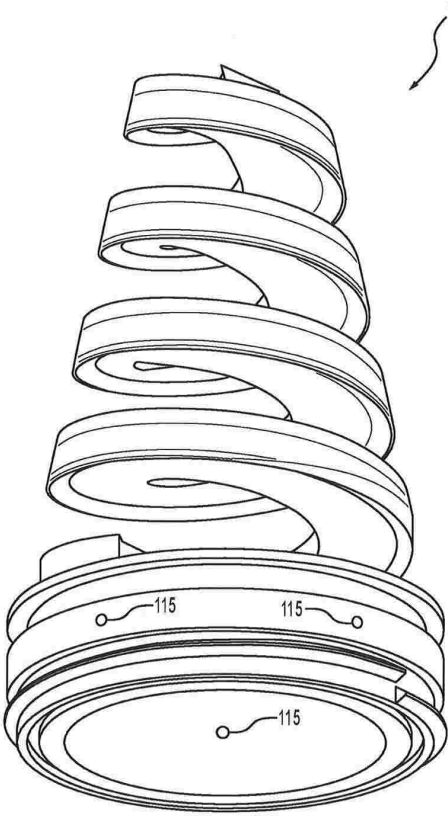
40

50

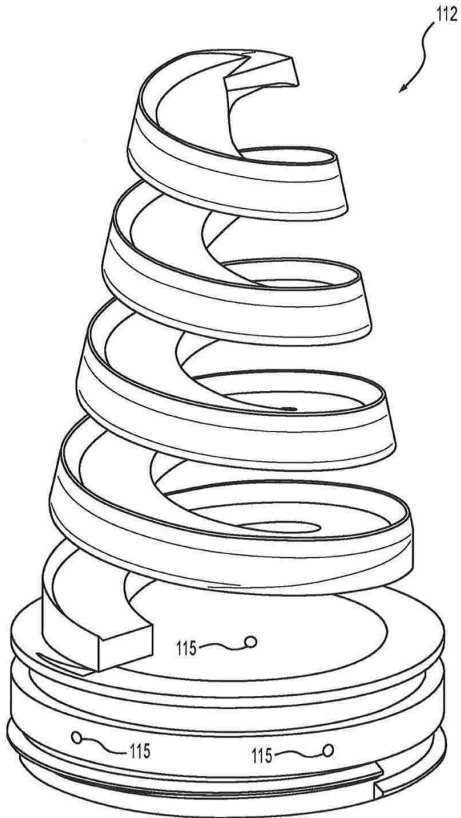
【図 3 A】



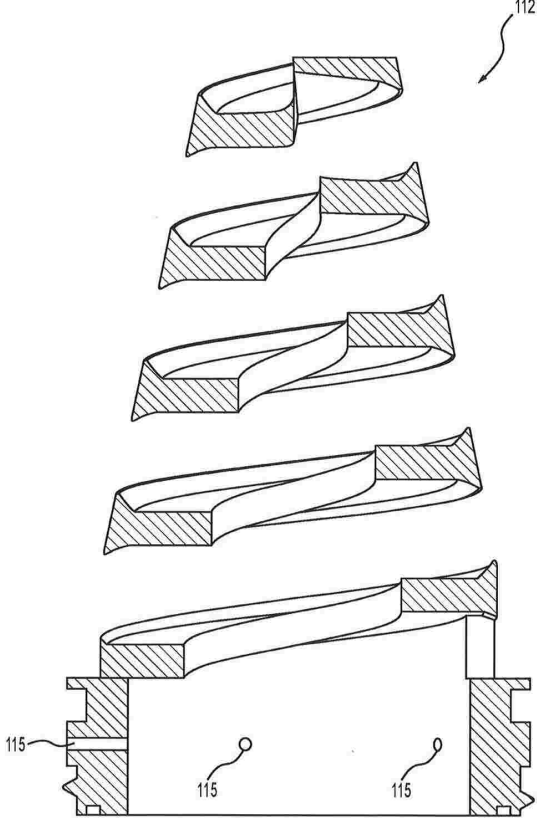
【図 3 B】



【図 3 C】



【図 3 D】



10

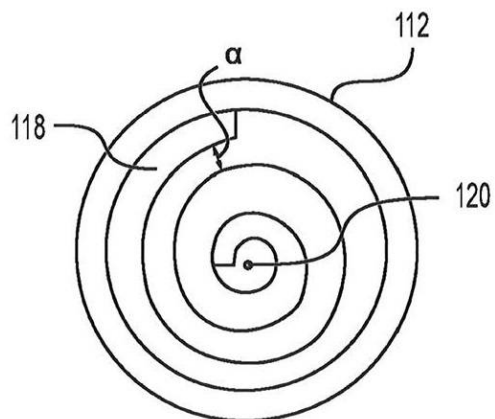
20

30

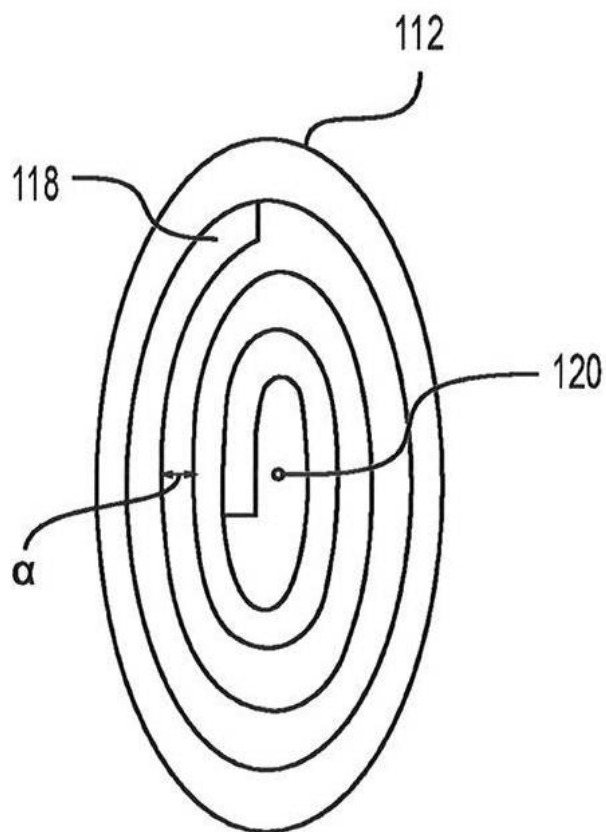
40

50

【図 4 A】



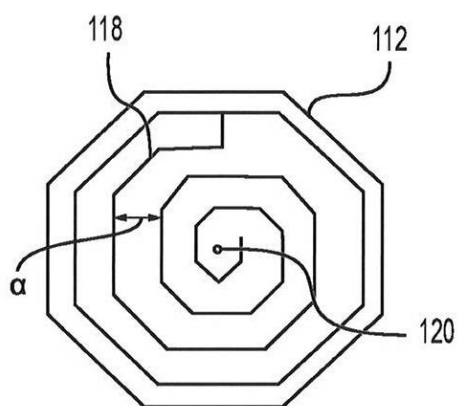
【図 4 B】



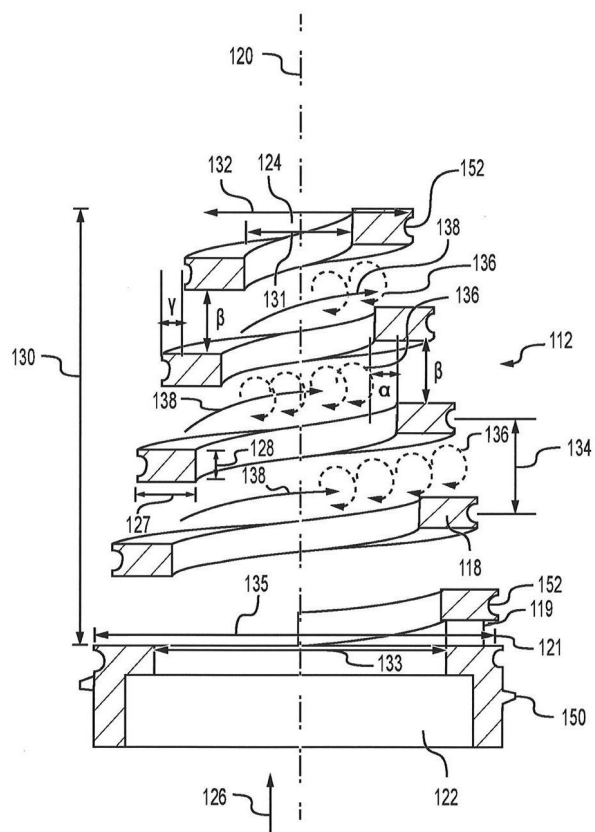
10

20

【図 4 C】



【図 5 A】

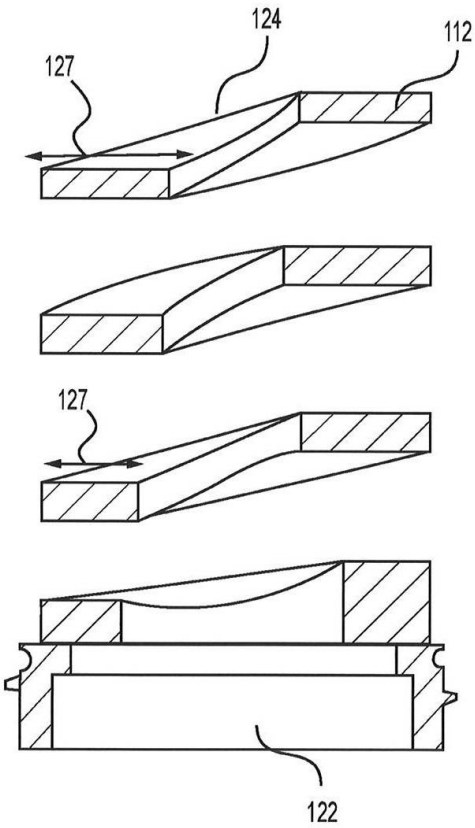


30

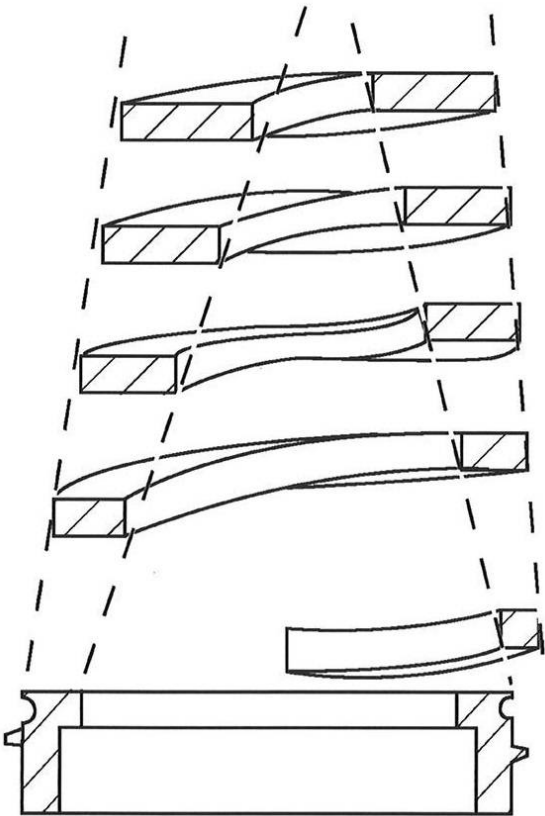
40

50

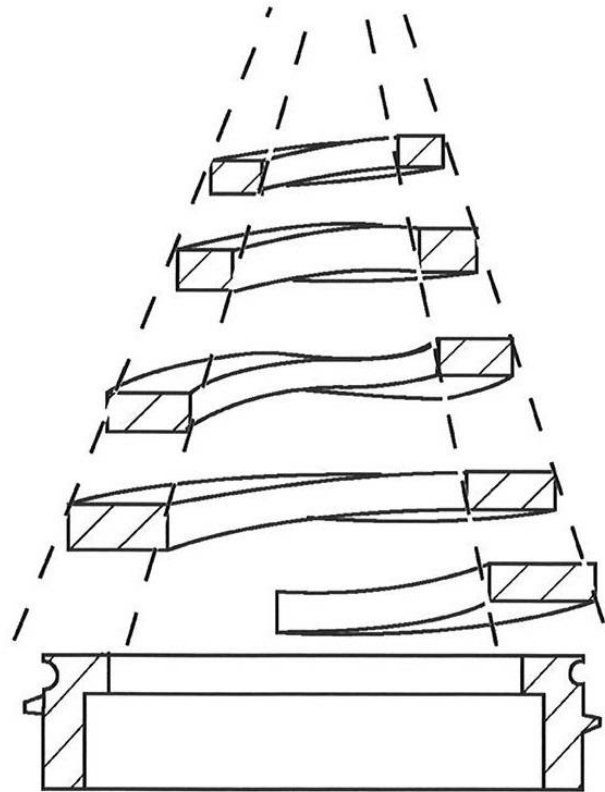
【図 5 B】



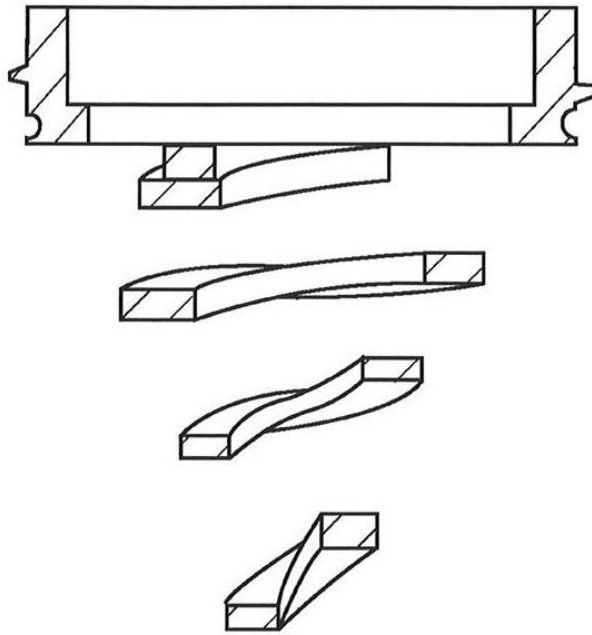
【図 5 C】



【図 5 D】



【図 5 E】



10

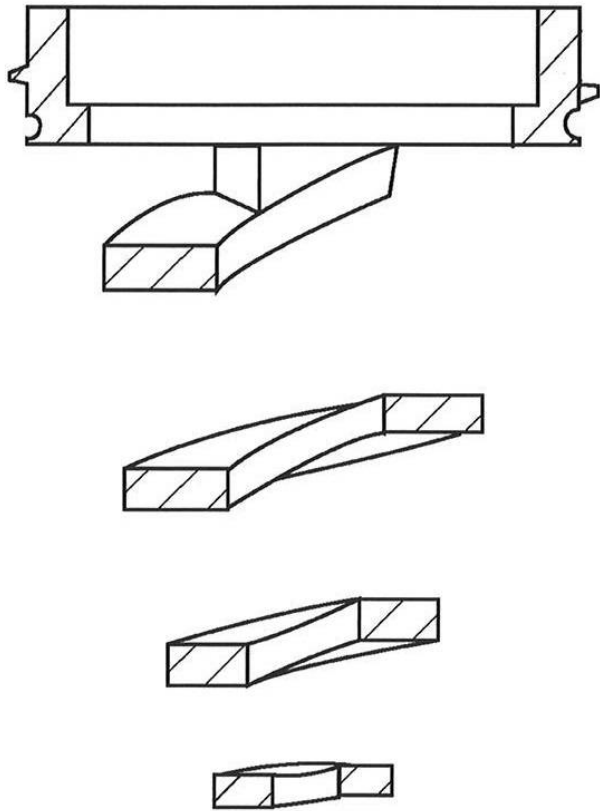
20

30

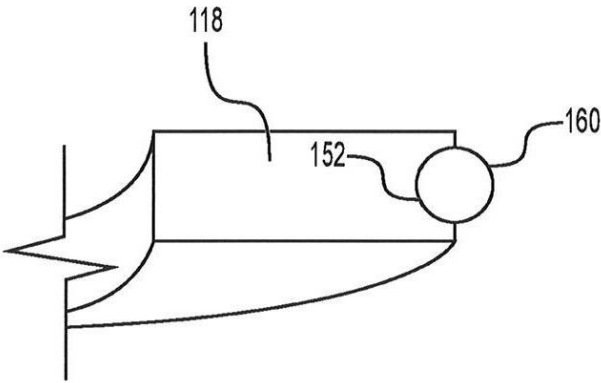
40

50

【図 5 F】



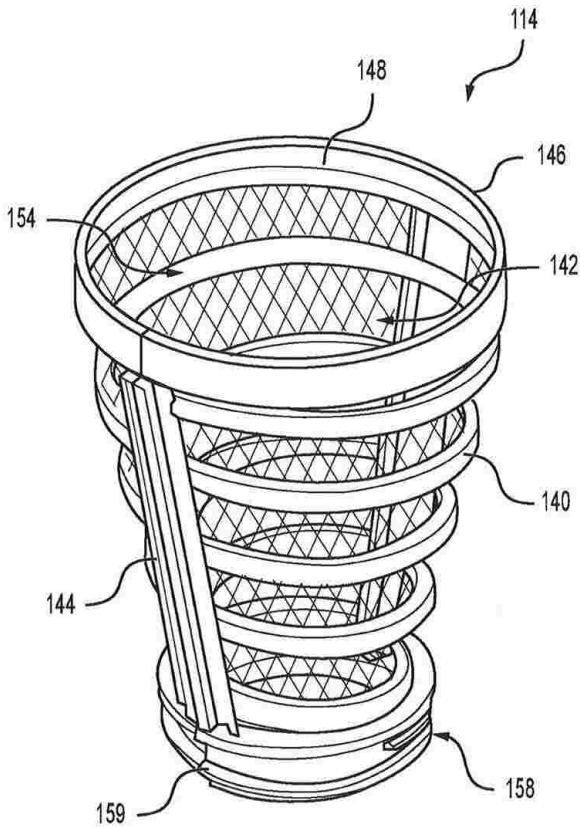
【図 6】



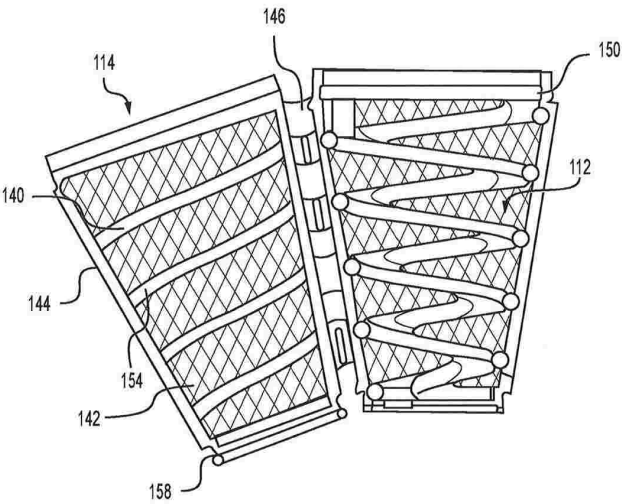
10

20

【図 7】



【図 8】

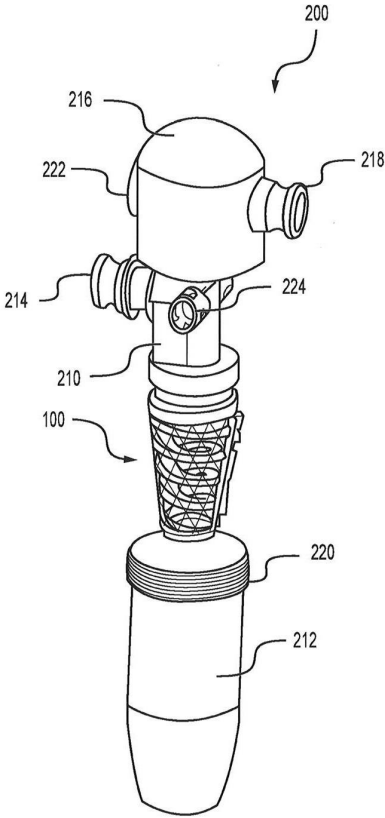


30

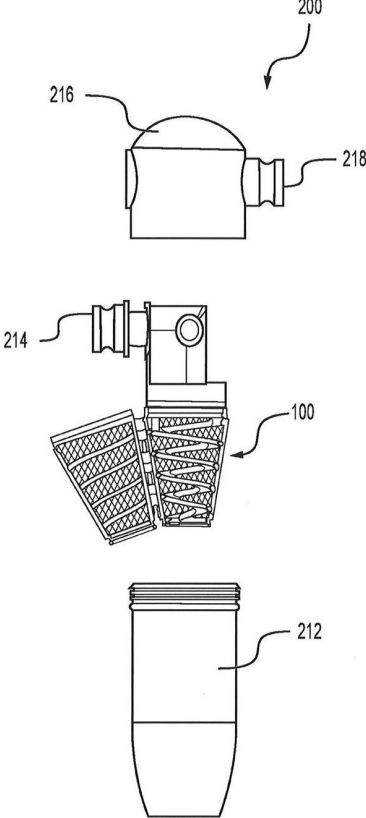
40

50

【図 9 A】



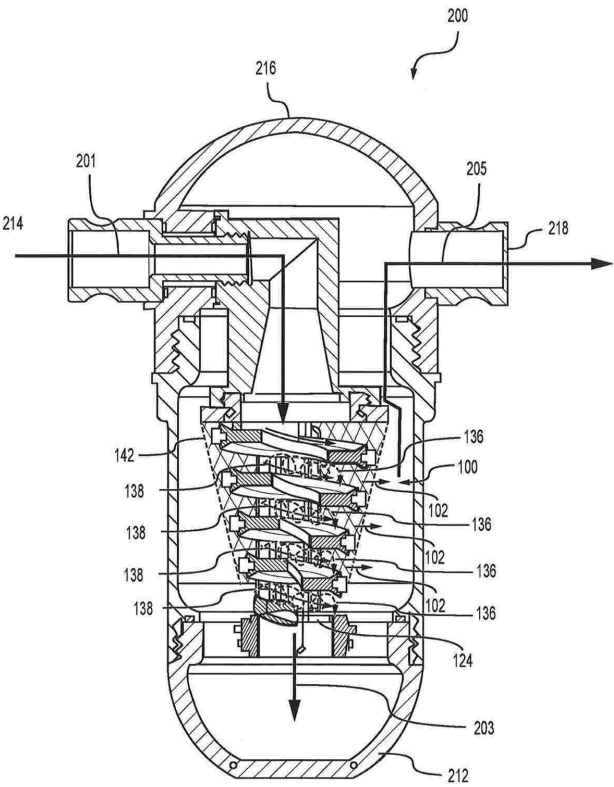
【図 9 B】



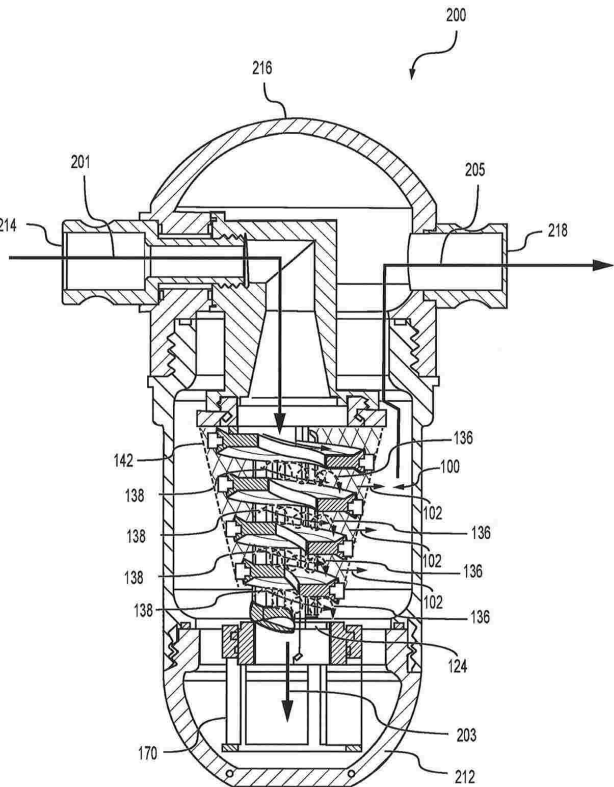
10

20

【図 10 A】



【図 10 B】

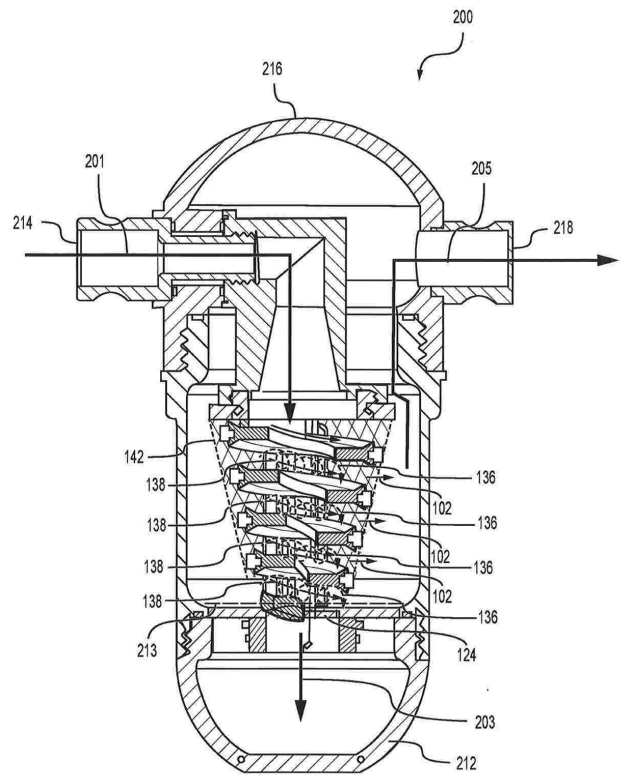


30

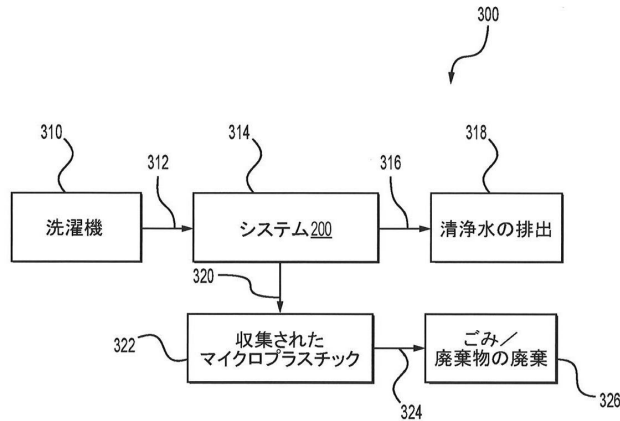
40

50

【図 10 C】



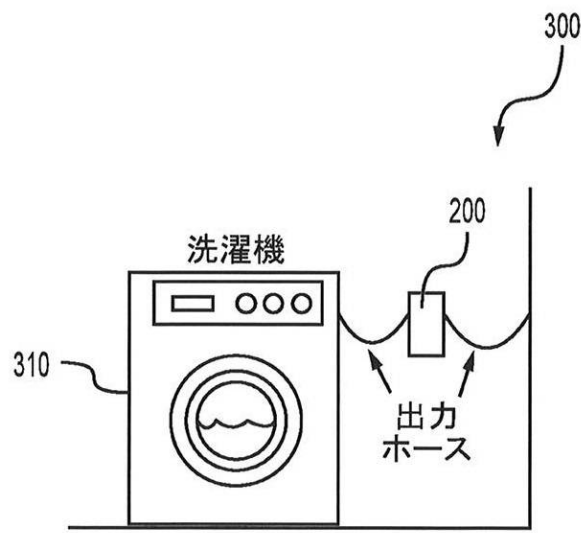
【図 11】



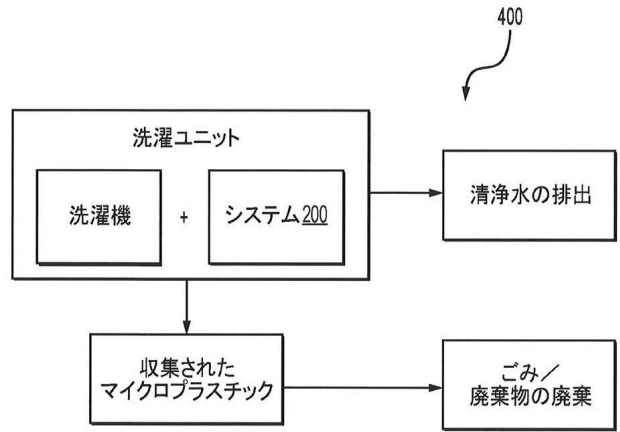
10

20

【図 12】



【図 13】

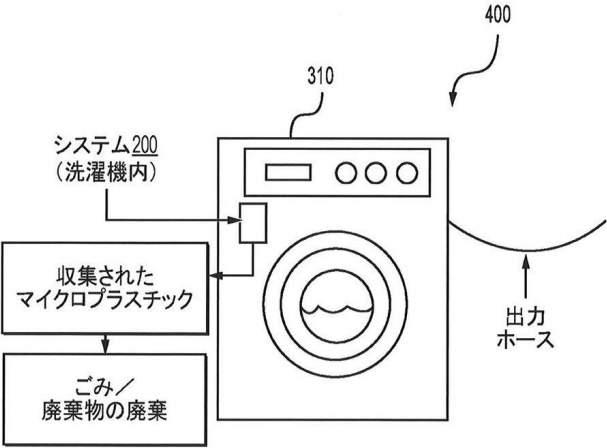


30

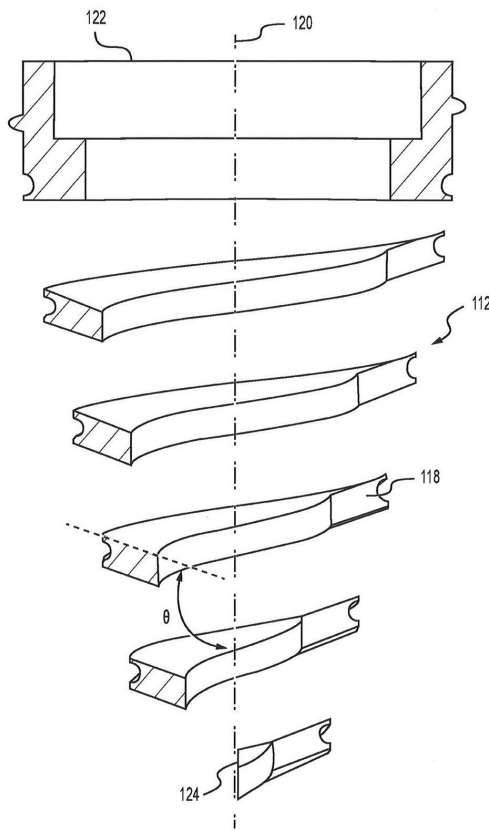
40

50

【図 1 4】



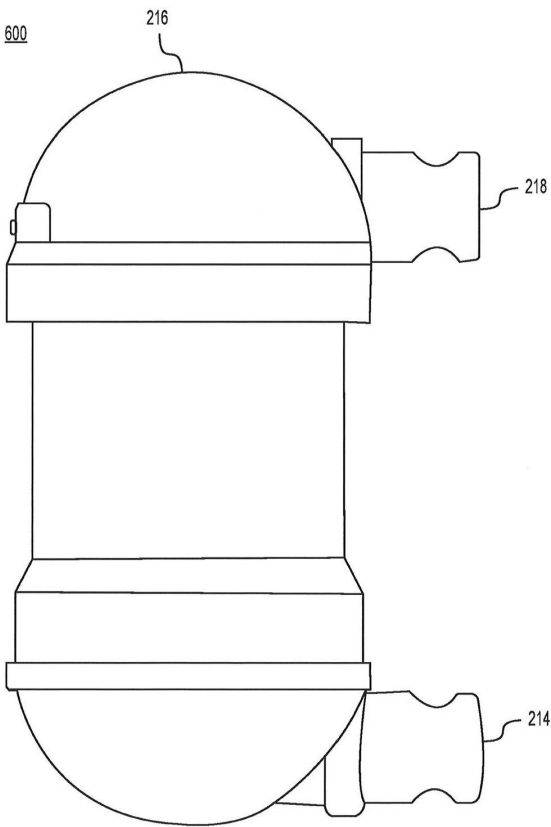
【図 1 5】



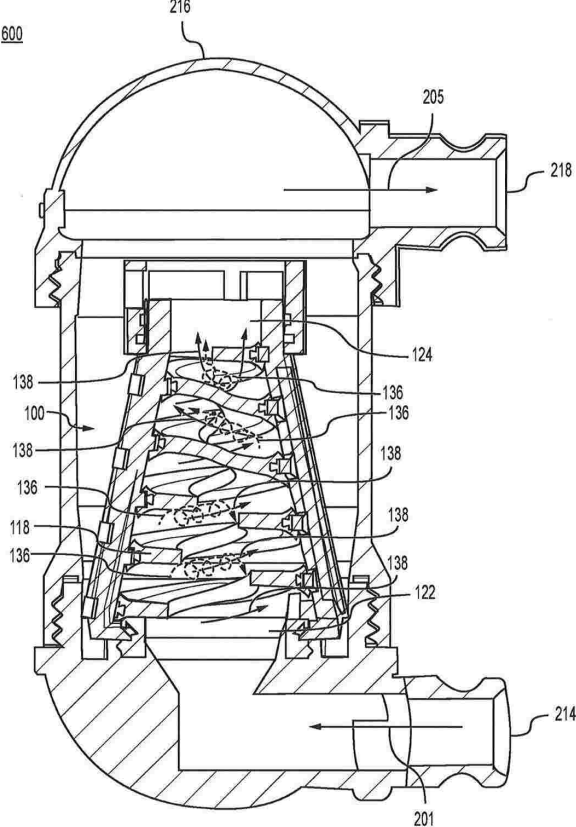
10

20

【図 1 6 A】



【図 1 6 B】

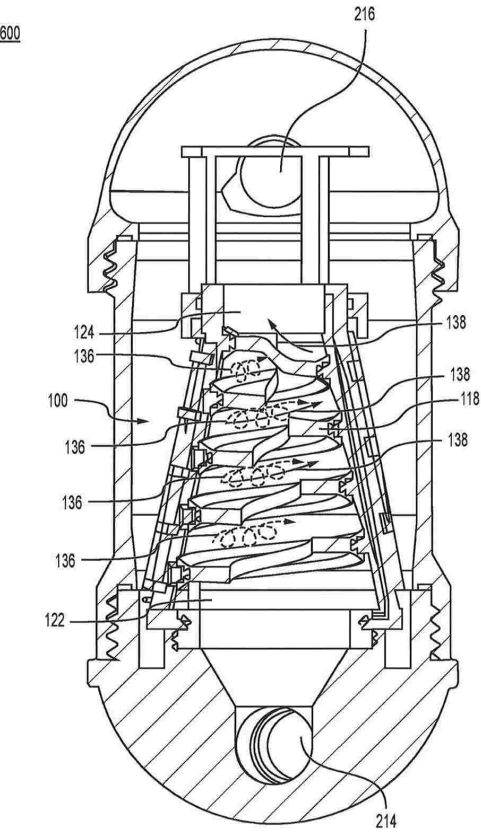


30

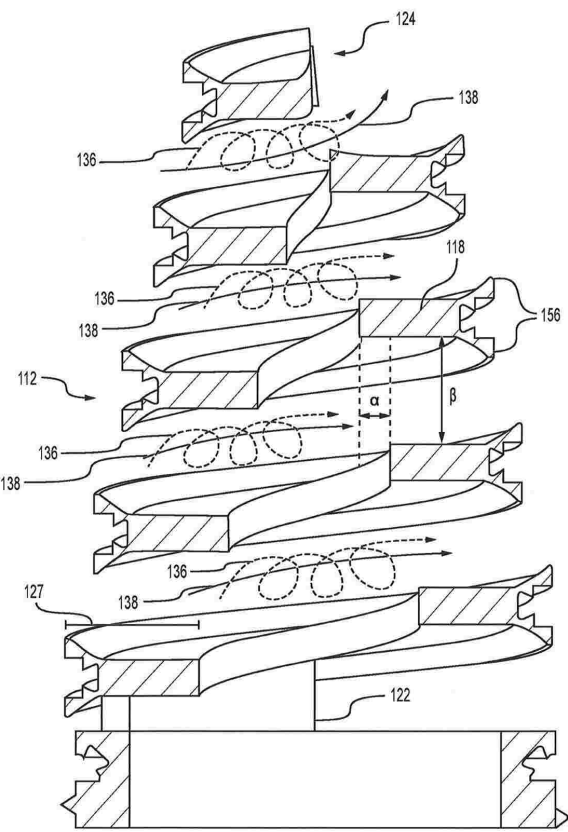
40

50

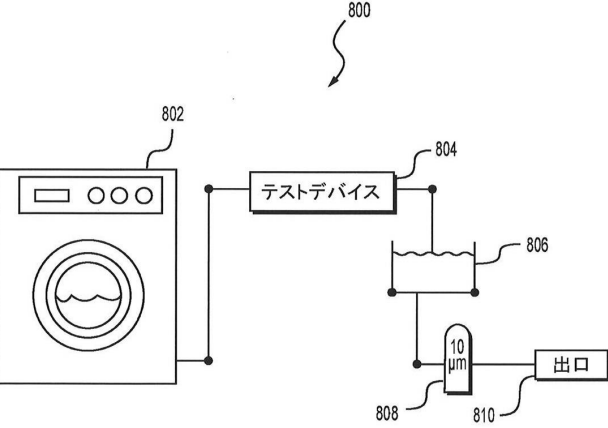
【図 1 6 C】



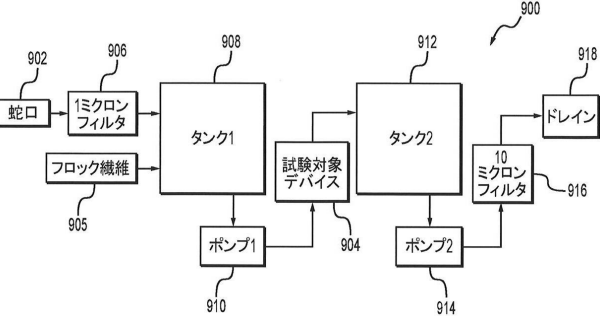
【図 1 7】



【図 1 8】



【図 1 9】



10

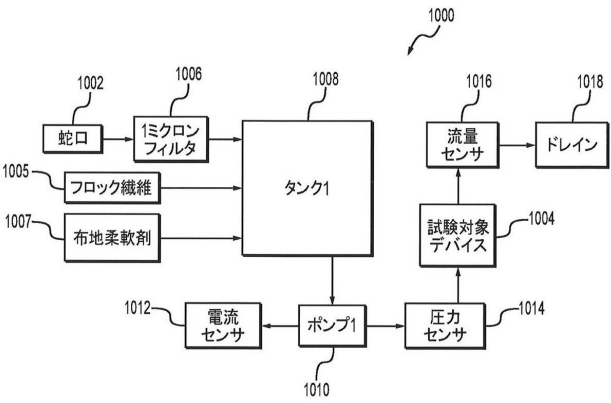
20

30

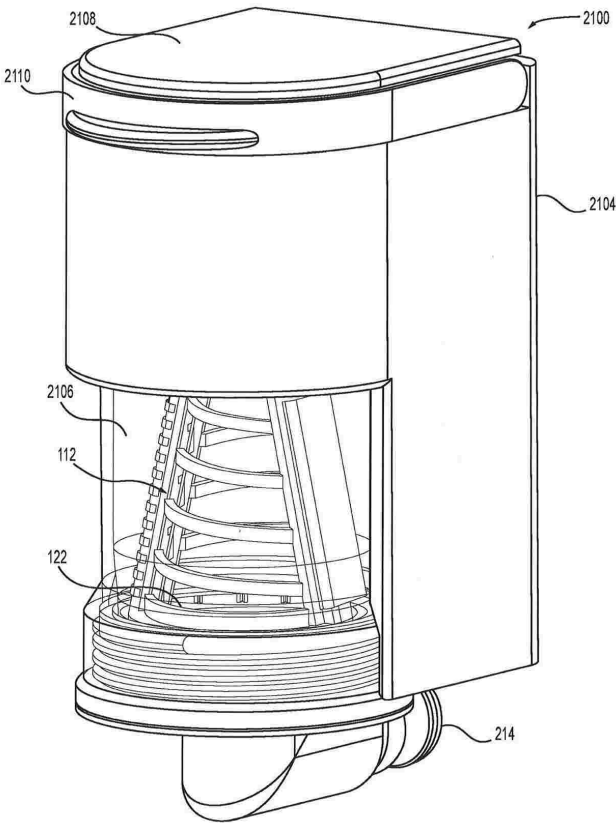
40

50

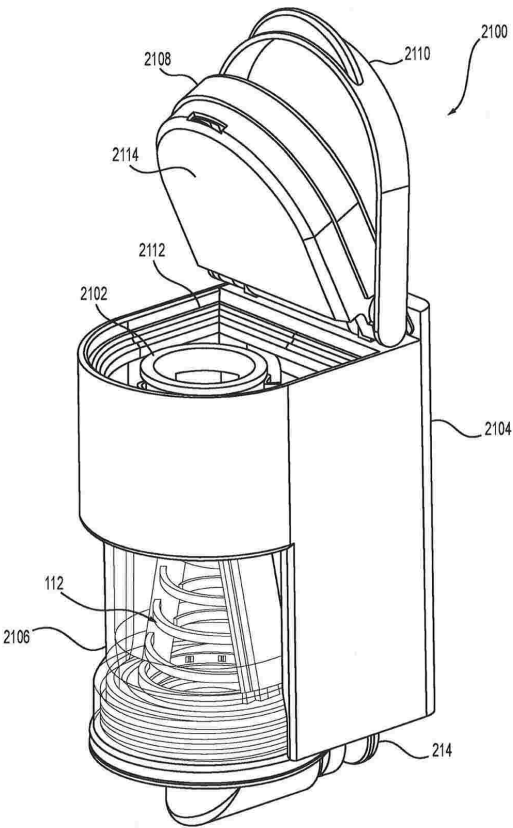
【図 20】



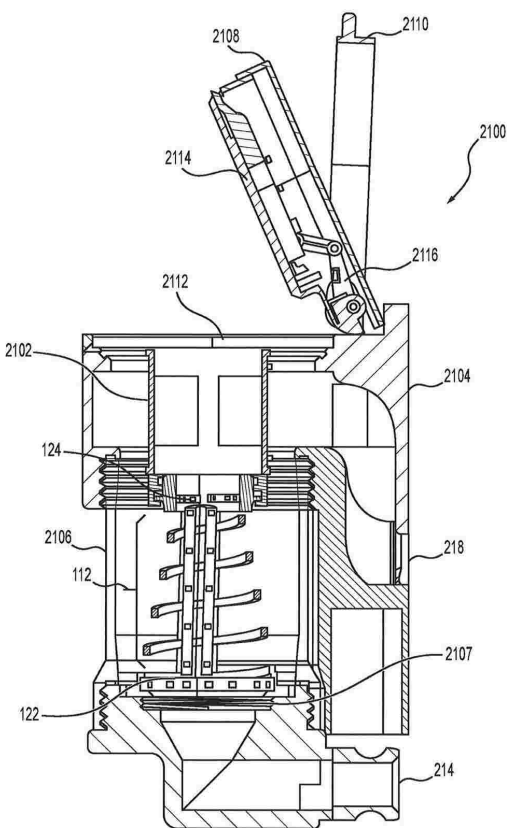
【図 21 A】



【図 21 B】



【図 21 C】



10

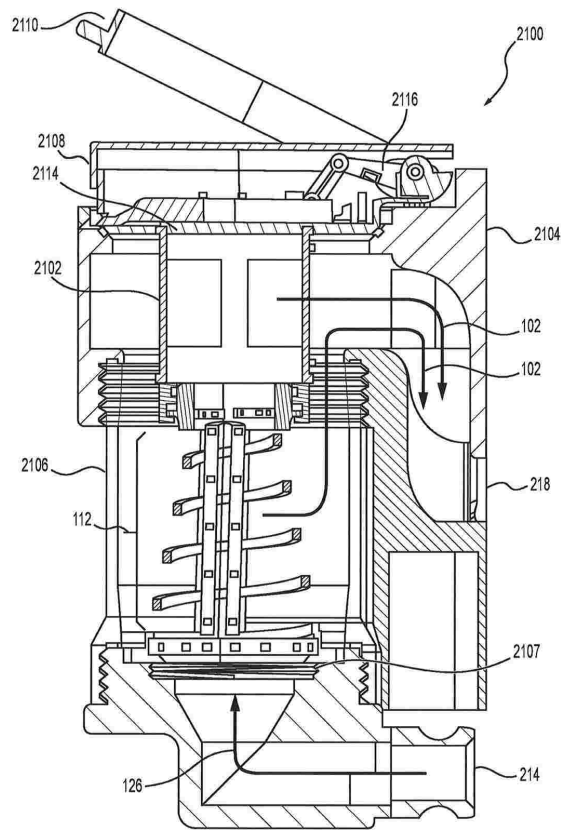
20

30

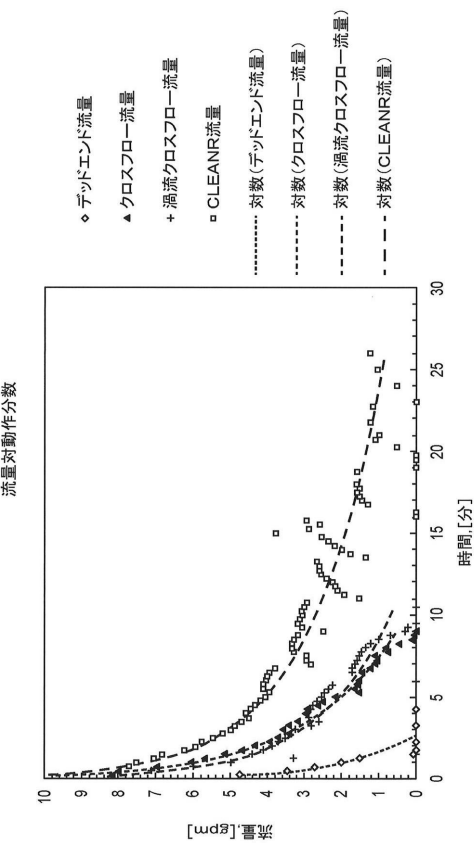
40

50

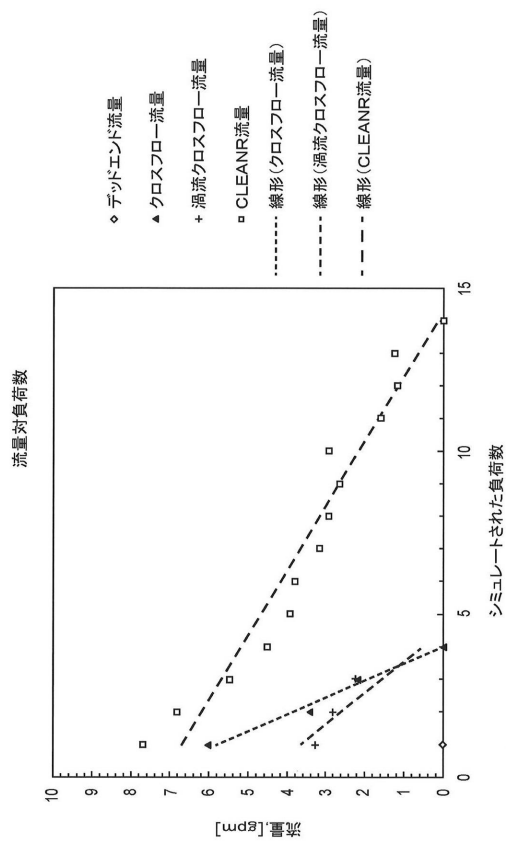
【図 2 1 D】



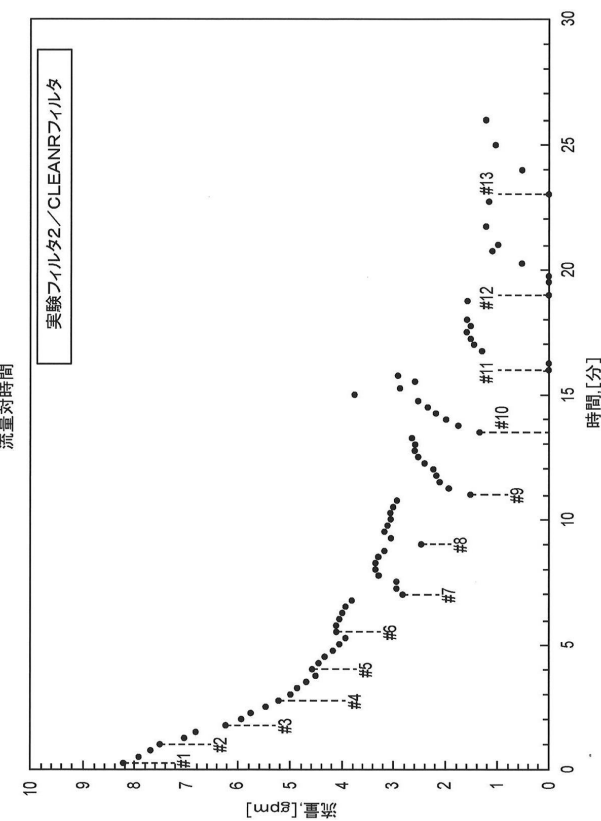
【図 2 2 A】



【図 2 2 B】



【図 2 2 C】



10

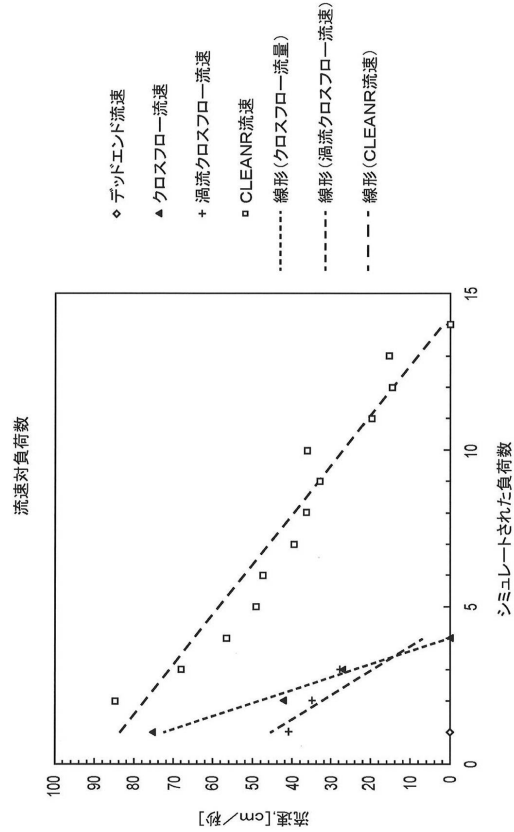
20

30

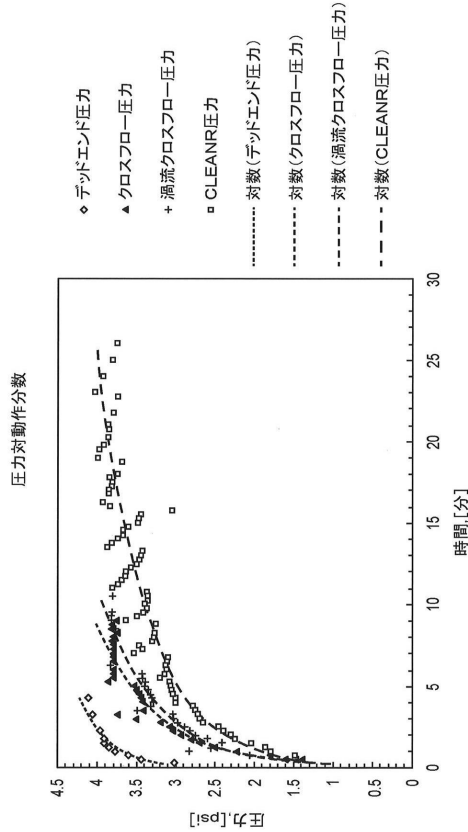
40

50

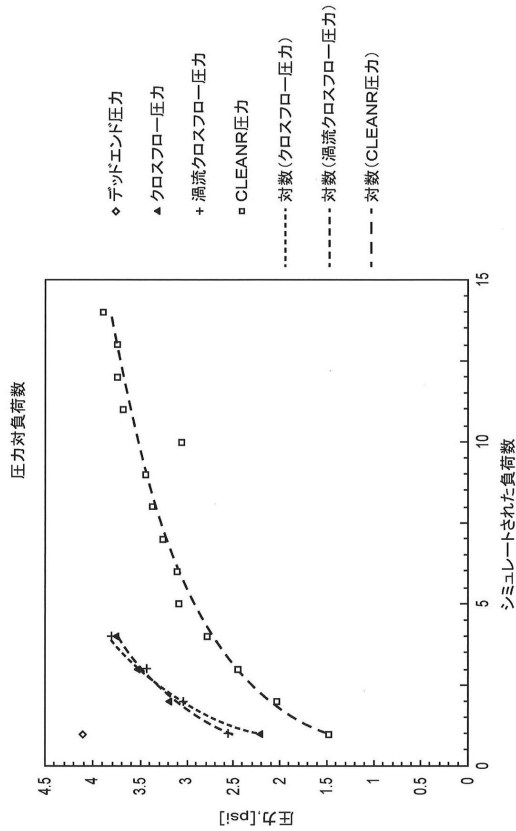
【図 2 2 D】



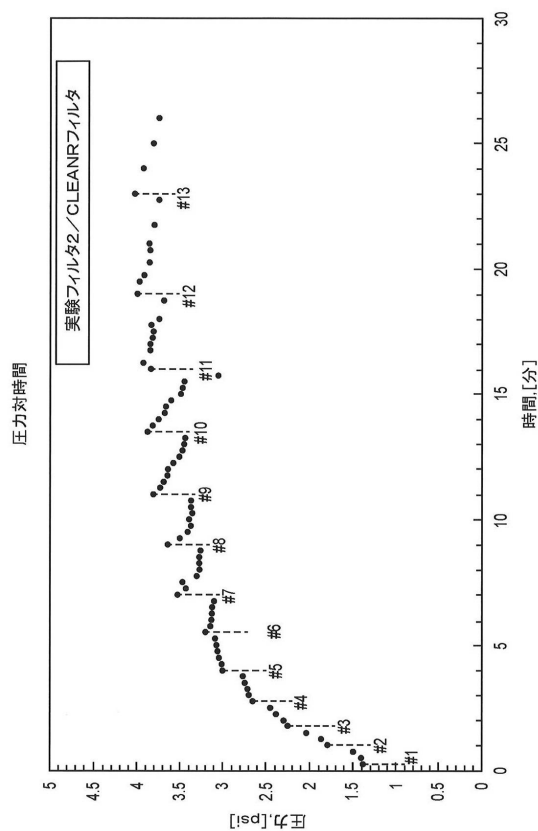
【図 2 2 E】



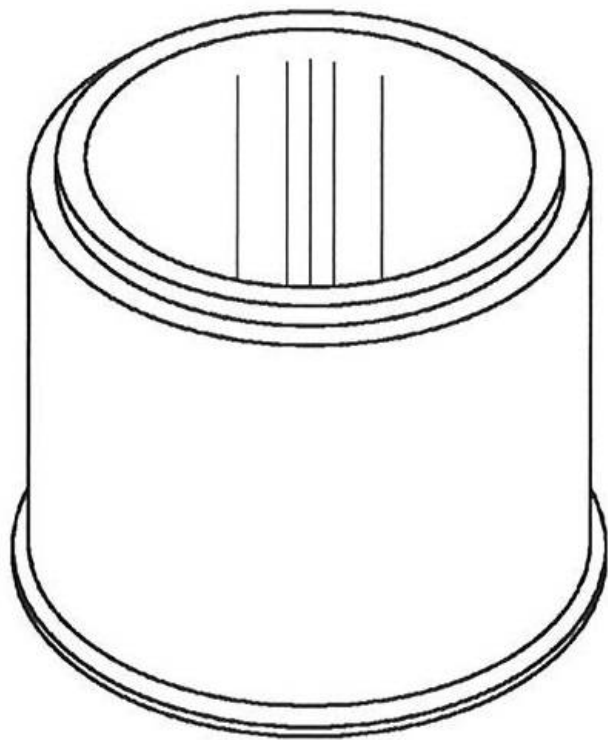
【図 2 2 F】



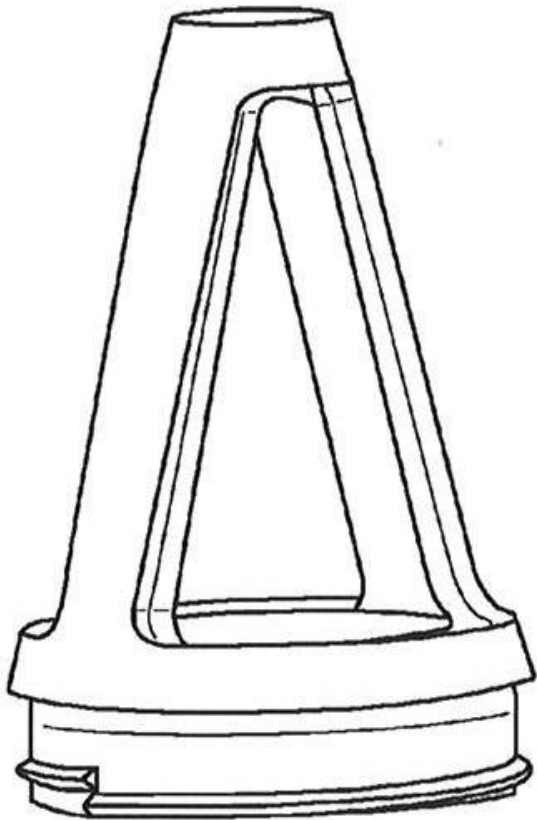
【図 2 2 G】



【図 2 3 A】



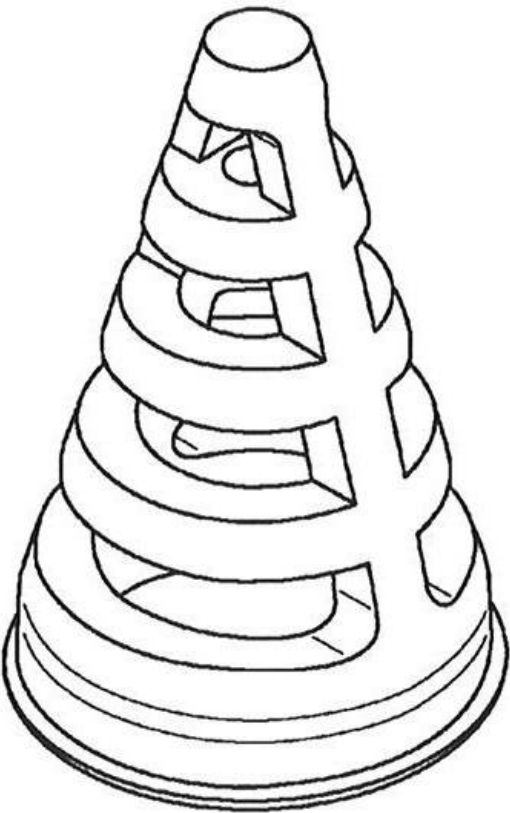
【図 2 3 B】



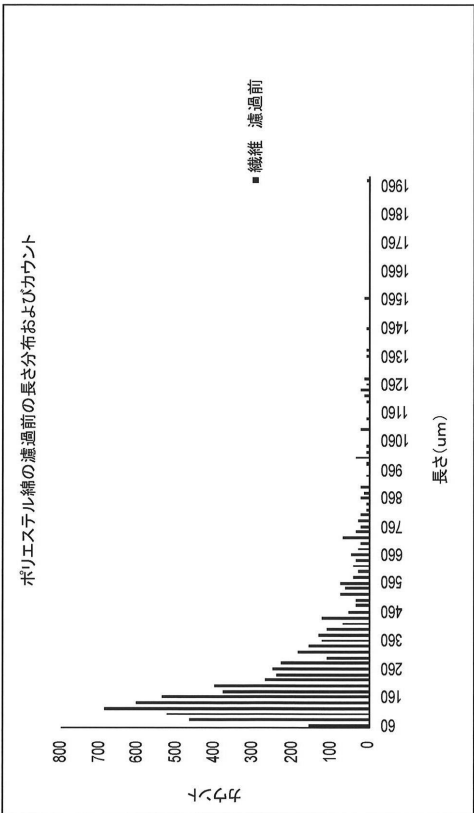
10

20

【図 2 3 C】



【図 2 4 A】

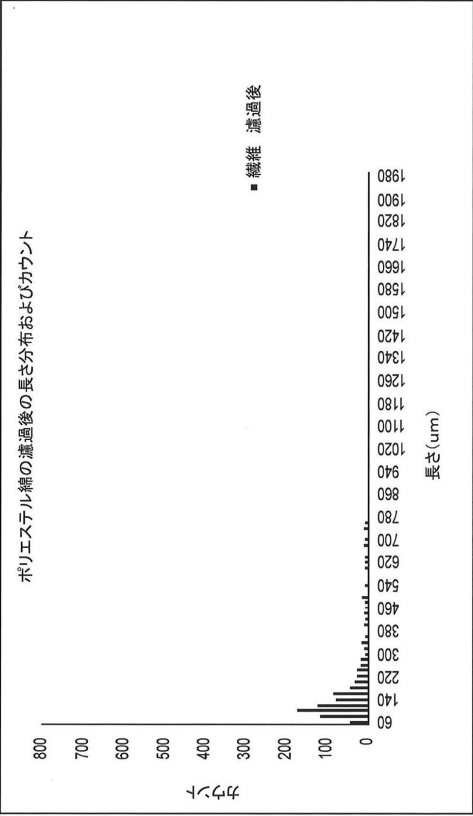


30

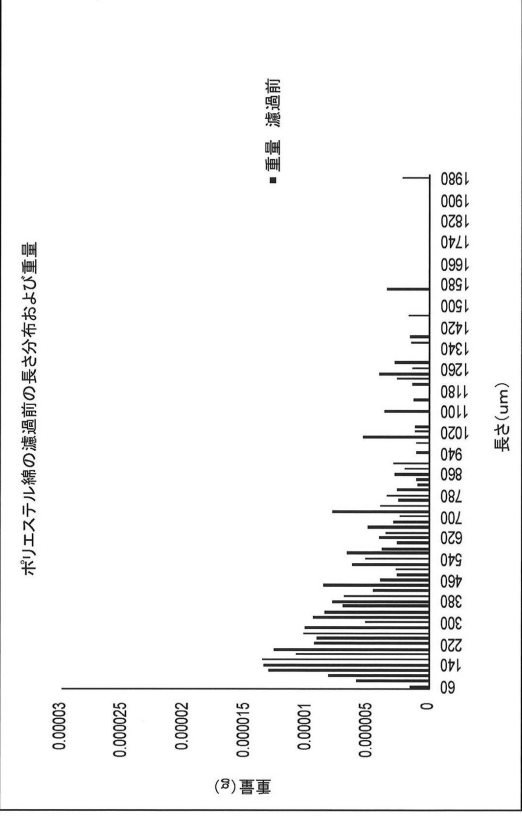
40

50

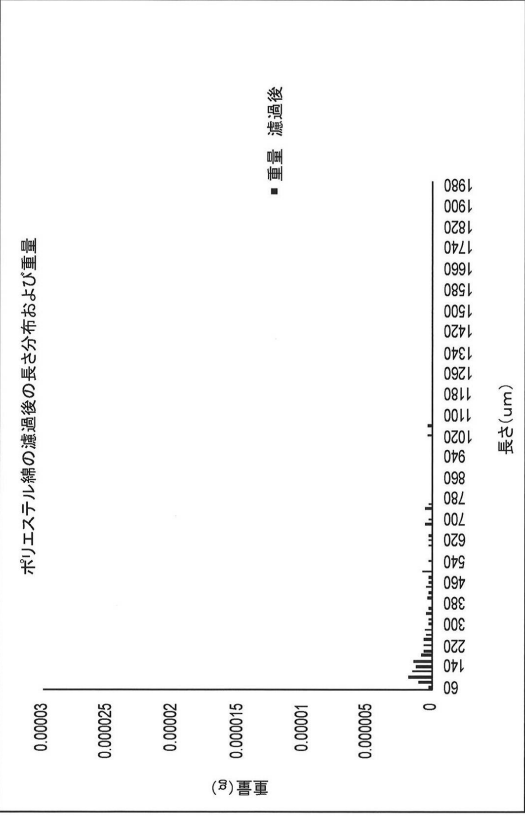
【図 2 4 B】



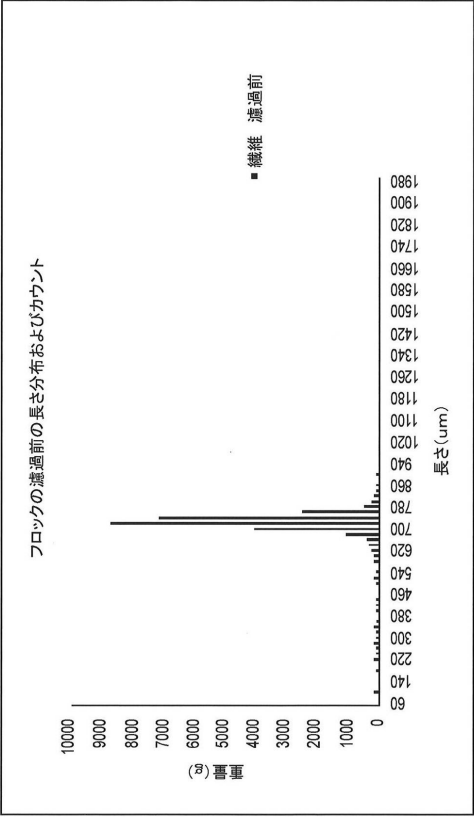
【図 2 4 C】



【図 2 4 D】



【図 2 5 A】



10

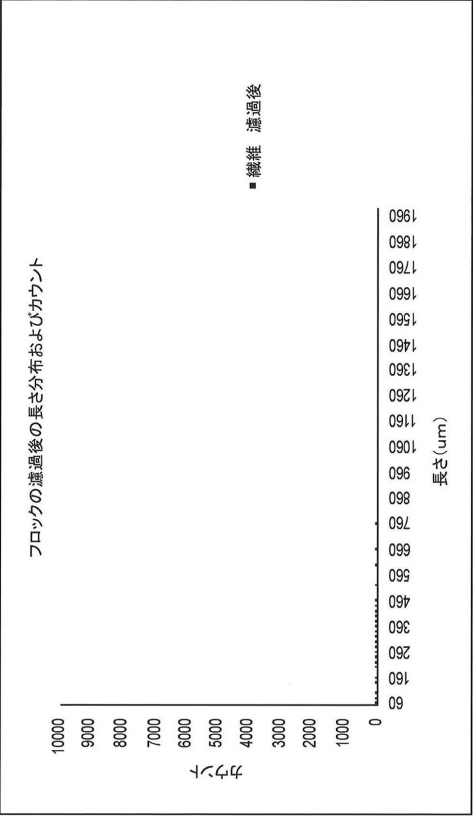
20

30

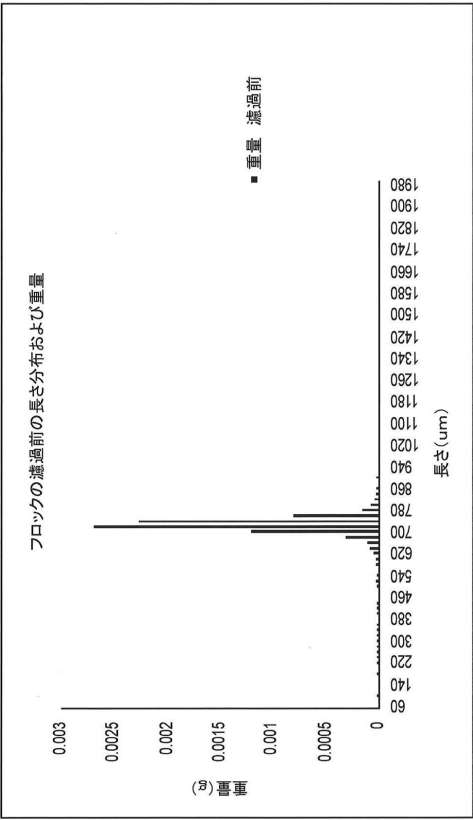
40

50

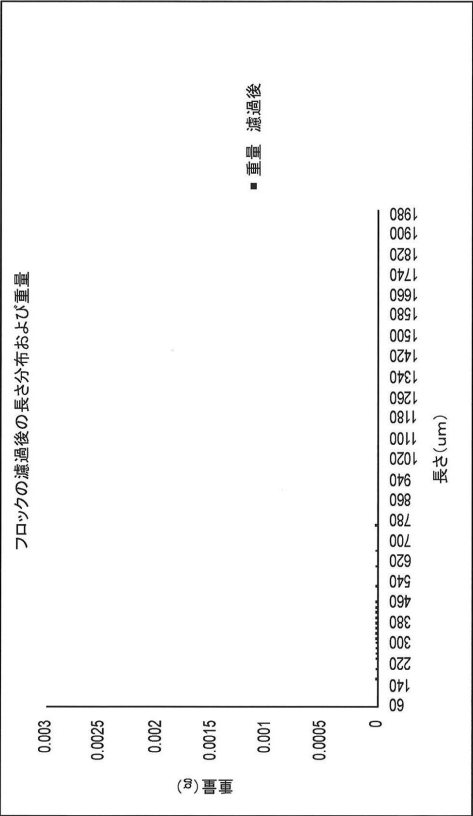
【図 2 5 B】



【図 2 5 C】



【図 2 5 D】



10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2022/082570

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV.	B01D29/25	B01D29/35
	B01D29/90	D06F37/00
	B01D29/60	
ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
B01D D06F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 94/08088 A1 (AUCKLAND UNISERVICES LTD [NZ]; DUFFY GEOFFREY GRAEME [NZ]) 14 April 1994 (1994-04-14) figures 17-18 page 11, line 23 - page 14, line 12 ----- -/--	1-29, 31-70, 72-115, 117-162, 164-200, 202-243, 245-253, 257-265
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date		"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
22 March 2023		29/03/2023
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Galiana López, Paula

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2022/082570

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 003 837 A (OSBORNE WINSTON G) 18 January 1977 (1977-01-18) figures 1-5 column 1, line 63 - column 2, line 24 -----	1-29, 31-70, 72-115, 117-162, 164-200, 202-243, 245-253, 257-265
X	US 5 466 384 A (PREVOST ISABELLE [FR] ET AL) 14 November 1995 (1995-11-14) figures 1-11 column 4, line 26 - column 9, line 8 -----	1-29, 31-70, 72-115, 117-162, 164-200, 202-243, 245-253, 257-265
X	US 2011/220586 A1 (LEVITT DAVID J [US]) 15 September 2011 (2011-09-15) figures 1-16 paragraphs [0036] - [0086] ----- -/--	1-5, 7, 9-13, 16, 17, 19, 20, 22-39, 41-82, 84-107, 109-129, 134-153, 155-167, 169, 171-192, 194-213, 215, 217-238, 240-249, 254-261

International application No
PCT/US2022/082570

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 111 082 A (KARL-ERIC LARSSON ET AL) 19 November 1963 (1963-11-19) figures 1-4 column 1, line 44 - column 4, line 49 -----	1-5, 7, 9-13, 16, 17, 19, 20, 22-39, 41-82, 84-107, 109-129, 134-153, 155-167, 169, 171-192, 194-213, 215, 217-238, 240-249, 254-261
X	WO 02/32542 A2 (JORGENSEN CONVEYORS INC [US]) 25 April 2002 (2002-04-25) figures 1-7 page 8, lines 12-25 -----	250

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2022/082570

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9408088	A1	14-04-1994	AU 5119893 A
		CA 2146241 A1	26-04-1994
		DE 4394883 T1	14-04-1994
		FI 951557 A	21-09-1995
		US 5736007 A	31-03-1995
		WO 9408088 A1	07-04-1998
			14-04-1994

US 4003837	A	18-01-1977	NONE

US 5466384	A	14-11-1995	DE 69311060 T2
			11-12-1997
			DK 0596764 T3
			15-12-1997
			EP 0596764 A1
			11-05-1994
			FR 2697447 A1
			06-05-1994
			US 5466384 A
			14-11-1995

US 2011220586	A1	15-09-2011	AU 2011224246 A1
			18-10-2012
			AU 2014203466 A1
			17-07-2014
			CN 102971059 A
			13-03-2013
			EP 2544787 A2
			16-01-2013
			ES 2588249 T3
			31-10-2016
			IL 221894 A
			31-07-2016
			US 2011220586 A1
			15-09-2011
			US 2016310877 A1
			27-10-2016
			WO 2011112872 A2
			15-09-2011

US 3111082	A	19-11-1963	FR 1322418 A
			29-03-1963
			US 3111082 A
			19-11-1963

WO 0232542	A2	25-04-2002	AU 9494401 A
			29-04-2002
			US 6475377 B1
			05-11-2002
			US 2003010723 A1
			16-01-2003
			WO 0232542 A2
			25-04-2002

フロントページの続き

(32)優先日 令和4年8月1日(2022.8.1)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(31)優先権主張番号 63/378,445

(32)優先日 令和4年10月5日(2022.10.5)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(31)優先権主張番号 63/383,389

(32)優先日 令和4年11月11日(2022.11.11)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)(81)指定国・地域 AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,R
U,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,ME,
MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,J
M,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ
,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,T
H,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW
, シンシナティ, シワング ウェイ 7 4 1 0

(72)発明者 ミラー, ジョセフ アイ.

アメリカ合衆国 3 0 3 0 7 ジョージア州, アトランタ, クリフトン ロード 1 0 2 1

(72)発明者 デイルマン, デイヴィッド ダブリュ.

アメリカ合衆国 6 0 1 3 7 イリノイ州, グレン エリン, テイラー アヴェニュー 2 1 2

(72)発明者 トウルネ, マーク エー.

アメリカ合衆国 4 5 2 0 9 オハイオ州, シンシナティ, サウス スターリング ウェイ 3 3 2 6

F ターム (参考) 4D031 AC01 BA06 DA01 DA05

4D058 JA03 KA11 QA08

4D116 BB01 BC26 BC29 BC45 BC47 BC76 DD06 DD07 FF12B FF18B

GG02 GG08 GG12 HH13B HH14B KK04 KK07 QA05C QA05D QA05F QA14C

QA14D QA14F QA35C QA35D QA35F QA52C QA52D QA52F QB44 QB48 QB50

QC04A QC23A UU20 VV09 VV20