

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-33092

(P2022-33092A)

(43)公開日 令和4年2月28日(2022.2.28)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
B 0 1 F 25/40 (2022.01)	B 0 1 F 5/00 D	4 G 0 3 5
B 0 1 F 23/20 (2022.01)	B 0 1 F 3/04 Z	
B 0 1 F 25/10 (2022.01)	B 0 1 F 5/00 G	

審査請求 有 請求項の数 21 O L (全22頁)

(21)出願番号	特願2020-137196(P2020-137196)	(71)出願人	509089340 株式会社塩
(22)出願日	令和2年8月15日(2020.8.15)		東京都八王子市式分方町705番1号
		(74)代理人	100137969 弁理士 岡部 憲昭
		(74)代理人	100104824 弁理士 穠場 仁
		(74)代理人	100121463 弁理士 矢口 哲也
		(72)発明者	駒澤 増彦 東京都八王子市美山町1236 株式会 社塩内
		(72)発明者	大木 勝 東京都八王子市美山町1236 株式会 社塩内

最終頁に続く

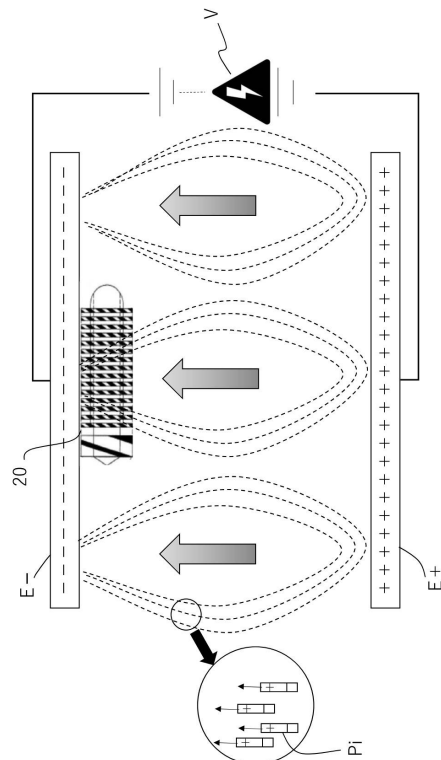
(54)【発明の名称】 流体特性変化素子及び流体システム

(57)【要約】

【課題】供給流体の特性を変化させる流体特性変化素子を提供するものであり、そのような流体特性変化素子を用いた流体システムを提供するものである。

【解決手段】供給される流体の特性を変化させる流体特性変化素子であって、収納体と収納体に含まれる内部構造体と、を有する。収納体と内部構造体とで構成される流路を通過することにより流体の特性を変化させる。加えて、内部構造体の表面の少なくとも一部が植毛加工されてなる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

収納体と内部構造体とで構成される流路を通過させることにより流体の特性を変化させるようにした流体特性変化素子において、
内部構造体の表面の少なくとも一部に植毛加工がなされた、
ことを特徴とする流体特性変化素子。

【請求項 2】

植毛加工は、多数のピルを静電植毛加工することを特徴とする請求項 1 に記載の流体特性変化素子。

【請求項 3】

内部構造体は金属製であり、ピルも金属製であることを特徴とする請求項 2 に記載の流体変化特性素子。

【請求項 4】

内部構造体は樹脂製であり、ピルも樹脂製であることを特徴とする請求項 2 に記載の流体変化特性素子。

【請求項 5】

樹脂製の内部構造体は弾性を有することを特徴とする請求項 4 に記載の流体特性変化素子。

【請求項 6】

収納体と内部構造体はいずれも弾性を有する樹脂製であることを特徴とする請求項 1 に記載の流体特性変化素子。

【請求項 7】

流体特性変化素子は、供給流体に対して微細気泡を発生し、複数の流体を混合し、供給流体を攪拌・拡散或いはせん断することの、少なくとも一つの機能を実現する素子であることを特徴とする請求項 1 に記載の流体特性変化素子。

【請求項 8】

流体特性変化素子は、内部構造体の表面が植毛加工されることにより、供給流体に対してウルトラファインバブルの発生量を増加させるようにしたことを特徴とする請求項 7 に記載の流体特性変化素子。

【請求項 9】

内部構造体は、
共通の軸部材上に、拡散部分と、流動特性付与部分と、を有し、
拡散部分は、錐体形又はドーム形であって、流体を特定方向に拡散し、
流動特性付与部分は、軸部材上の外周面に多数の突起部が設けられ、拡散部分から供給される流体に対して流体の特性を変化させてなり、
拡散部分及び流体特性付与部分の一方又は双方の表面に植毛加工がなされていることを特徴とする請求項 1 に記載の流体特性変化素子。

【請求項 10】

内部構造体は、
共通の軸部材上に、拡散部分と、渦巻発生部分と、流動特性付与部分と、を有し、
拡散部分は、錐体形又はドーム形であって、流体を特定方向に拡散し、
渦巻発生部分は、拡散部分によって拡散された流体に渦巻流を発生させるようにし、
流動特性付与部分は、軸部材上の外周面に多数の突起部が設けられ、渦巻発生部分から供給される渦巻流の流体に対して流体の特性を変化させてなり、
拡散部分、渦巻発生部分及び流体特性付与部分の全体、或いは少なくとも一部分の表面に植毛加工がなされていることを特徴とする請求項 1 に記載の流体特性変化素子。

【請求項 11】

内部構造体は、
共通の軸部材上に、拡散部分と、渦巻発生部分と、流動特性付与部分と、誘導部分とを有し、

10

20

30

40

50

拡散部分は、錐体形又はドーム形であって、流体を特定方向に拡散し、
 渦巻発生部分は、拡散部分によって拡散された流体に渦巻流を発生させるようにし、
 流動特性付与部分は、軸部材上の外周面に多数の突起部が設けられ、渦巻発生部分から供給される渦巻流の流体に対して流体の特性を変化させてなり、
 誘導部分は、錐体系又はドーム形であって、流体特性付与部分からの流体を一定方向に誘導してなり、
 拡散部分、渦巻発生部分、流体特性付与部分及び誘導部分の全体、或いは少なくとも一部分の表面に植毛加工がなされていることを特徴とする請求項 1 に記載の流体特性変化素子。

10

【請求項 1 2】

内部構造体は、
 共通の軸部材上に、拡散部分と、流動特性付与部分と、を有し、
 拡散部分は、角錐状であって、流体を特定方向に拡散し、
 流動特性付与部分は、複数の側面を有する角柱状であって、軸部材上の外周面に多数の突起部が設けられ、各側面に設けられる複数の突起部の上面の高さは、収納体の内部壁面の円弧にあわせて、総体として、中心が高く、外に向かって低くなっており、拡散部分から供給される流体が複数の突起部の間の流路を通過することにより流体の特性を変化させてなり、
 拡散部分及び流体特性付与部分の一方又は双方の表面に植毛加工がなされていることを特徴とする請求項 9 に記載の流体特性変化素子。

20

【請求項 1 3】

複数の突起部の間に形成される流路は、上流から下流にかけて左斜め上流から右斜め下流への方向の流路と、右斜め上流から左斜め下流への方向の流路の 2 本の流路が交差する交差流路であり、この 2 本の流路に対して流体は同じ速度の流れとなることを特徴とする請求項 1 2 に記載の流体特性変化素子。

【請求項 1 4】

突起部の底面形状は菱形であり、この菱形の鋭角の 2 頂点が内部構造体の軸体の長さ方向に平行にあることを特徴とする請求項 1 2 に記載の流体特性変化素子。

【請求項 1 5】

突起部の底面形状は菱形であり、この菱形の鋭角の 2 頂点が内部構造体の軸体の長さ方向に対して僅かに傾いていることを特徴とする請求項 1 2 に記載の流体特性変化素子。

30

【請求項 1 6】

請求項 1 乃至 1 5 のいずれかの流体特性変化素子と、
 供給される流体が流体特性変化素子を通して特性変更後の流体が供給され、かかる流体を利用する利用装置とから成る、
 流体システム。

【請求項 1 7】

利用装置は、流体特性変化素子を通して供給される特性変更後の流体を利用する機器であることを特徴とする請求項 1 6 の流体システム。

【請求項 1 8】

利用装置は、熱交換機器であって、流体特性変化素子からの流体の熱量をもって、対象機器から流れてくる流体の持つ熱量との交換を行い、チラーを経由して流体特性変化素子に対して流体を循環することを特徴とする請求項 1 6 の流体システム。

40

【請求項 1 9】

利用装置は、洗浄及び又は冷却を行う機器であって、流体特性変化素子から微細気泡を含む流体が供給され、機器から回収した流体は濾過器を経由して循環することを特徴とする請求項 1 6 の流体システム。

【請求項 2 0】

利用装置は、流体特性変化素子を通して供給される特性変更後の流体を一部フィードバックし、循環しながら利用する機器であることを特徴とする請求項 1 7 の流体システム。

50

【請求項 2 1】

請求項 1 乃至 1 5 のいずれかの流体特性変化素子であって、内部構造体を収納する収納体の内部壁面の少なくとも一部には、植毛加工がなされていることを特徴とする流体特性変化素子。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、供給される流体の特性を変化させる流体特性変化素子及びこのような流体特性変化素子を用いた流体システムに関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

従来から、流体特性変化素子が種々研究開発されている。ここで、流体特性変化素子は、供給流体に対してマイクロバブル（1 から 1 0 0 マイクロメートルのサイズのバブル）やウルトラファインバブル（1 マイクロメートル以下のサイズのバブル、従来はナノバブルと称されていた）などのファインバブル（微細気泡）を発生する、複数の流体を混合する、供給流体を攪拌・拡散或いはせん断する、更にはこれらの機能の実現によって、流体の分子間の連結構造に変化をもたらすことや化学変化をもたらすと考えられていることの少なくとも一つの機能を実現して、供給流体の特性を変化させる素子である。本願特許出願人によっても、流体特性変化素子として特許第 6 2 4 5 3 9 7 号、第 6 2 4 5 4 0 1 号に開示の発明が提案されている。更には、他の特許出願人によって、W O 2 0 1 4 / 2 0 4 3 9 9 号や特表 2 0 1 6 - 5 3 6 1 3 9 号に開示の発明が提案されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0 0 0 3】**

【特許文献 1】特許第 6 2 4 5 3 9 7 号

【特許文献 2】特許第 6 2 4 5 4 0 1 号

【特許文献 3】W O 2 0 1 4 / 2 0 4 3 9 9 号

【特許文献 4】特表 2 0 1 6 - 5 3 6 1 3 9 号

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0 0 0 4】**

これらの特許文献 1 ~ 4 に開示された発明によれば、供給される流体、例えば水について、流体特性変化素子により、ファインバブルを発生することが可能となっている。本願出願人は、この種の流体特性変化素子の改良により、発生する微細気泡を変化させる、具体的には、ファインバブルの単位体積当たりの発生数量を増加させ、濃度を高めることを、実現しようとしてきた。

【0 0 0 5】

本発明は、このような事情に鑑みて開発されたものである。本発明の目的は、供給される流体の特性を変化させる流体特性変化素子の改良を提供するものである。一つの具体例としては、発生する微細気泡が変化した流体特性変化素子を提供するものである。加えて、そのような流体特性変化素子を用いた流体システムを提供するものである。

【課題を解決するための手段】**【0 0 0 6】**

本発明は、上記課題を解決するために次のような構成にしてある。即ち、本発明の一実施形態は、収納体と内部構造体とで構成される流路を通過させることにより流体の特性を変化させるようにした流体特性変化素子である。内部構造体の表面の少なくとも一部に植毛加工がなされている。

本発明の一実施形態による流体システムは、このような流体特性変化素子と、供給される流体が流体特性変化素子を通して特性変更後の流体が供給され、かかる流体を利用する利用装置とから成る。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、流体特性変化素子の内部構造体の表面の少なくとも一部に植毛加工がなされ、供給される液体の通過する流路に変化が起き、その結果、出力流体の特性に変化が生じる。例えば、発生する微細気泡が変化する。具体的には、マイクロバブルの発生量が増加する、また、発生するウルトラファインバブルの濃度（単位体積当たりのウルトラファインバブルの個数）、粒子径（粒子径の分布）について変化をもたらす。特に、ファインバブルの濃度を変化させることにより、ファインバブルの効果（冷却、洗浄、殺菌、滅菌、腐敗防止、脱臭、静電気防止、薬効、治療、発育促進、エネルギー等の保存や維持効果洗浄能力、その他）を変化することが可能となる。

10

また、このように改良された流体特性変化素子を用いることで効果的な、あるいは効率的な流体システムが構成される。つまり、流体の利用機器や、流体を用いて目的物を洗浄する洗浄機器や目的物を冷却する冷却機器などを効果的あるいは効率的に動作可能なものとする。

【図面の簡単な説明】

【0008】

以下の詳細な記述が以下の図面と合わせて考慮されると、本願のより深い理解が得られる。これらの図面は例示に過ぎず、本発明の範囲を限定するものではない。

【図1】本発明に係る流体特性変化素子の内部構造体の一実施形態を示す3次元斜視図である。

20

【図2】内部構造体の突起部の配列状態を説明する図である。

【図3】内部構造体に静電植毛加工をする装置を模式的に示す図である。

【図4】(A)は内部構造体の全体に植毛加工を施した図、(B)は内部構造体の流動特性付与部分（バブル発生部）のみに植毛加工を施した図、(C)は内部構造体の誘導部分（最下流端部）のみに植毛加工を施した図であり、(D)は植毛加工を施していない内部構造体の図である。

【図5】図1の内部構造体を含む流体特性変化素子の側面分解図である。

【図6】図1の内部構造体を含む流体特性変化素子の側面透視図である。

【図7A】図4(A)の全体に植毛加工を施した内部構造体を用いた場合のウルトラファインバブル発生状態を測定した結果データを示す図である。

30

【図7B】図4(B)の流動特性付与部分（バブル発生部）のみに植毛加工を施した内部構造体を用いた場合のウルトラファインバブル発生状態を測定した結果データを示す図である。

【図7C】図4(C)の誘導部分のみに植毛加工を施した内部構造体を用いた場合のウルトラファインバブル発生状態を測定した結果データを示す図である。

【図7D】図4(D)の植毛加工を何ら施していない内部構造体を用いた場合のウルトラファインバブル発生状態を測定した結果データを示す図である。

【図8A】本発明による第1の実施形態に係る流体システムを示す図である。

【図8B】本発明による第1の実施形態の改良に係る流体システムを示す図である。

【図9】本発明による第2の実施形態に係る流体システムを示す図である。

40

【図10】本発明による第3の実施形態に係る流体システムを示す図である。

【図11】本発明に係る流体特性変化素子の内部構造体の他の実施形態を示す3次元斜視図である。

【図12A】図11の内部構造体の四角錐と、四角柱の側面上の突起部の配置を説明する図である。

【図12B】図11の内部構造体の突起部の鋭角の角度及び複数の突起部で形成される交差流路の交差角度を示す図である。

【図13】図11の内部構造体を含む流体特性変化素子の側面分解図である。

【図14】図11の内部構造体を含む流体特性変化素子の側面透視図である。

【図15】弾性材料で形成された内部構造体と収納体とからなる流体特性変化素子を示す

50

図である。

【図 1 6】連結された複数の内部構造体及び収納体が弾性材料で形成されたことを示す図である。

【図 1 7】内部構造体を含む流体特性変化素子の一改良例である側面透視図である。

【図 1 8】内部構造体を含む流体特性変化素子の他の一改良例である側面透視図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0010】

図 1 は本発明に係る流体特性変化素子 S の一実施形態に含まれる内部構造体 20 を示す。これは、特許文献 1 に示したものと同様の形態をとっている。この内部構造体 20 は、例えば、ステンレススチールやアルミニウムのような金属から成る円柱部材（軸体）を切削や研削等により加工する方法又はプラスチックなどの樹脂を成型する方法等によって形成される。あるいは 3 次元プリンターによるプリント技術によって形成してもよい。内部構造体 20 は、上流側から下流側にむけて、円錐形の流体拡散部 22 と、渦巻発生部 24 と、流体特性付与部分に相当するバブル発生部 26 と、誘導部分に相当するドーム形の誘導部 28 を備える。

【0011】

流体拡散部 22 は上記円柱部材の一端部を円錐の形態に加工（例えば、スピニング）することで形成される。なお、この流体拡散部 22 の形状は円錐形に限らず、例えばドーム形であってもよい。流体拡散部 22 は後述する内部構造体 20 が収納される図 5、図 6 の収納体 30 の流入口 38 を経て流入側部材 31 に流入される流体を管の中心部から外側へ、即ち、半径方向へ拡散させる。渦巻発生部 24 は、上記円柱部材の一部を加工して形成されたものであり、断面が円形である軸部分と、3 個の螺旋状に形成された翼とからなる。図 5 を参照すれば、本実施形態において、渦巻発生部 24 の長さ a2 は流体拡散部 22 の長さ a1 よりは長くて、バブル発生部 26 の長さ a4 よりは短いことが理解される。また、流体拡散部 22 の断面積が最大である部分の半径は渦巻発生部 24 の半径（渦巻発生部 24 の軸部分の中心から翼の先端までの距離）より小さい。渦巻発生部 24 の翼の各々は、その先端が軸部分の円周方向に互いに 120° ずつずらし、軸部分の一端から他端まで外周面に所定の間隔をあけて反時計まわりに螺旋状に形成されている。本実施形態では翼の個数を 3 個にしたが、このような実施形態に限定されない。また、渦巻発生部 24 の翼の形態は、流体拡散部 22 を過ぎながら拡散されて渦巻発生部 24 に進入した流体が、各翼の間を通過する間に渦巻流を起こすことができる形態であれば特に制限されない。本実施形態では、渦巻発生部 24 は、内部構造体 20 を後述する図 5、図 6 に示す収納体 30 に収納した時に、収納体 30 の流出側部材 34 の内周面に近接する程度の外径を有する。バブル発生部 26 は、円柱部材の下流側、即ち、流体拡散部 22 及び渦巻発生部 24 を形成した後の下流側部分を加工して形成する。本実施形態では、渦巻発生部 24 とバブル発生部 26 との間には、長さ a3 の連結部 25 が存在する。この場合、渦巻発生部 24 の直径はバブル発生部 26 の直径と同一であるので、連結部 25 は同一の直径をもつが、渦巻発生部 24 の軸部の直径が小さく、バブル発生部の軸部の直径が大きい場合は、段差ができるが、必要に応じてテーパをつければよい。

【0012】

図 1 に示されたように、バブル発生部 26 の円形の断面を有する軸部分の外周面に多数の突起部（凸部）が網状に形成されている。突起部を外周面から見ると、平面的に見た場合は、図 2 に示す通り、ほぼ菱形形状となっている。それぞれの突起部は、軸部分の外周面から外側へ向かって突出するように、例えば、円柱部材を切削加工、研削加工、旋削加工、エンドミル加工を単独または組み合わせて遂行することによって形成されることができる。より具体的に説明するならば、それぞれの突起部の形成方法は、例えば、図 2 に示す通り、円柱部材の長さ方向に対して 90 度の方向に一定の間隔を持つ複数のライン 51 と、上記長さ方向に対して所定の角度（例えば、60 度）を持つ一定の間隔のライン 52 を

交差させ、ライン 5 1 とライン 5 1 との間を一回ずつ飛ばして切削すると共に、傾いたライン 5 2 とライン 5 2 との間を一回ずつ飛ばして切削する。このようにして、軸部分の外周面から突出する外周面がほぼ菱形の複数の突起部が上下（円周方向）、左右（軸部分の長さ方向）に一つずつ飛ばして規則的に形成される。また、本実施形態では、パブル発生部 2 6 は、後述する通り、図 5、図 6 に示す内部構造体 2 0 を収納体 3 0 に収納した時、収納体 3 0 の流出側部材 3 4 の内周面に近接する程度の外径を有する。更に、内部構造体 2 0 の下流側の末端の部分をもドーム形に加工して誘導部 2 8 を形成する。この誘導部 2 8 の形状は、円錐形であってもよい。流体は、誘導部 2 8 によって中心に向かって誘導される。

【 0 0 1 3 】

次に、このように形成された内部構造体 2 0 に対して、その表面の一部または全部に植毛加工を施すプロセスにつき説明する。この植毛加工は、具体的には、これに限ることではないが、静電植毛加工或いはフロック加工によるもので、図 3 に示す通り、プラス（+）とマイナス（-）の電極板 E +、E - に直流高電圧 V から電気を流し、電界を作るようにする（図 3 の下から上に向かう矢印は、電界の向きを示す）。そして、この電界中に、予め接着剤を表面に塗布した内部構造体 2 0 を配置し、金属製又は樹脂製などの微小なパイル P i を帯電させ、飛翔させることによって接着剤が塗布された箇所にパイルが植え付けられることになる。図 3 の破線は、パイル P i が帯電することで分極回転をして（図示せず）、プラス極がマイナス電極板 E - 方向に引き付けられ飛翔する状態を示す。

【 0 0 1 4 】

このように、接着剤が塗布された部分にパイル P i が植え付けられ、その後乾燥してから不要となったパイルを除去することで、内部構造体 2 0 の必要部分に植毛されて、植毛加工は完成となる。なお、植毛を不要とする部分には、パイル P i が植え付けられないように、防護シートなどを被覆して植毛工程を経ることもある。なお、植毛加工を施すプロセスとしては、上記の静電植毛加工或いはフロック加工方法のほか、コンプレッサによる吹付け、散布、または機械的振動の利用などの方法もある。

【 0 0 1 5 】

本発明の効果の検証比較のために、図 4 のように、植毛加工がなされる部分を、（ A ）内部構造体 2 0 の表面全体とする、（ B ）流体特性付与部分に相当するパブル発生部 2 6 の表面のみとする、（ C ）誘導部分に相当するドーム形の誘導部 2 8 （最下流端部）の表面のみとする、（ D ）何も表面に植毛加工を施していないものとする、の 4 タイプをサンプルとして準備することとする。

【 0 0 1 6 】

さて、このようにして準備される内部構造体 2 0 は、図 5、図 6 の収納体 3 0 に収納固定され、流体供給管 1 0（即ち、流体特性変化素子 S）が構成される。ここで、図 5 は、流体供給管 1 0 の側面分解図であり、図 6 は流体供給管 1 0 の側面透視図である。収納体 3 0 は、流入側部材 3 1 と、流出側部材 3 4 から構成される。流入側部材 3 1 と流出側部材 3 4 とは、円筒形の中が空いている管の形態を有する。流入側部材 3 1 は、一端部に所定の直径の流入口 3 8 を有し、他の端部側には流出側部材 3 4 との接続のために内周面をねじ加工することによって形成された雌ねじ 3 2 を含む。流入口 3 8 側にはナット 1 1 が一体として形成される。流入側部材 3 1 は両端部の内径、即ち、流入口 3 8 の内径と雌ねじ 3 2 との内径とが違い、流入口 3 8 の内径が雌ねじ 3 2 の内径より小さい。流入口 3 8 と雌ねじ 3 2 との間にはテーパ部 3 3 が形成されている。流出側部材 3 4 は、一端部に所定の直径の流出口 3 9 を有し、他の端部側には流入側部材 3 1 との接続のために外周面をねじ加工することによって形成された雄ねじ 3 5 を備える。流出側部材 3 4 の雄ねじ 3 5 の外周面の直径は流入側部材 3 1 の雌ねじ 3 2 の内径と同一である。流出口 3 9 側にはナット 1 2 が一体として形成される。ナット 1 2 と雄ねじ 3 5 との間には筒形部 3 6 及びテーパ部 3 7 が形成される。流出側部材 3 4 は両端部の内径、即ち、流出口 3 9 の内径と雄ねじ 3 5 との内径が違い、流出口 3 9 の内径が雄ねじ 3 5 の内径より小さい。流入側部材 3 1 の内周面の雌ねじ 3 2 と流出側部材 3 4 の外周面の雄ねじ 3 5 とのねじ結合によっ

10

20

30

40

50

て流入側部材 3 1 と流出側部材 3 4 が連結されることで、収納体 3 0 が形成される。

【 0 0 1 7 】

収納体 3 0 の上記構成は一実施形態に過ぎない。例えば、流入側部材 3 1 と流出側部材 3 4 との連結は上記したねじ結合に限定されず、当業者に知られた機械部品の結合方法はどれでも適用可能である。また、流入側部材 3 1 と流出側部材 3 4 との形態（外形形状も含む）は、図 5、図 6 の形態に限定されず、設計者が任意に選択したり、流体供給管 1 0 の用途によって変更したりすることができる。流入側部材 3 1 及び流出側部材 3 4 は、例えば、ステンレススチールやアルミニウムのような金属、又はプラスチックなどの樹脂から成る。

【 0 0 1 8 】

図 1、図 5 及び図 6 を一緒に参照すれば、流体供給管 1 0 は、内部構造体 2 0 を流出側部材 3 4 に収納した後に、流出側部材 3 4 の外周面の雄ねじ 3 5 と流入側部材 3 1 の内周面の雌ねじ 3 2 とを結合させることによって構成されることが理解される。

【 0 0 1 9 】

次に、流体が流体供給管 1 0（流体特性変化素子 5）を通過する間の流動について図面を参照して説明する。流体は、流体供給管 1 0 に供給されると、流体は、流体供給管 1 0 の流入側部材 3 1 のテーパ部 3 3 の空間を過ぎて流体拡散部 2 2 にぶつかり、流体供給管 1 0 の中心から外側に向かって、即ち、半径方向へ拡散される。流体拡散部 2 2 は流入された流体が効果的に渦巻発生部 2 4 に進入するように流体を誘導する作用を行う。拡散された流体は渦巻発生部 2 4 の反時計方向に螺旋状に形成された 3 個の翼の間を通過して行く。流体は渦巻発生部 2 4 の各翼によって強烈な渦巻流になって、連結部 2 5 を過ぎてバブル発生部 2 6 に送られる。

【 0 0 2 0 】

そして、流体は、収納体 3 0 の円筒形状の内壁面と内部構造体 2 0 のバブル発生部 2 6 との間に形成される複雑な流路を通過することになる。具体的には、流体は、バブル発生部 2 6 の軸部分の外周面に規則的に形成された複数の突起部の間を通る。これらの複数の突起部は複数の狭い流路を形成する。図 2 にて説明したように、ライン 5 2 で規定される流路は、軸部分に、例えば 1 2 本形成（軸部分の円周について 3 0 度間隔となる）されている螺旋流路となり、ライン 5 1 で規定される流路は、例えば軸部分に、1 4 本形成されている円環の閉流路となる。そして、この 2 系統の流路は軸体上で交差する交差流路となる。この場合、上流の渦巻発生部 2 4 からたとえば、反時計周りの渦巻流として流体が供給されるため、ライン 5 2 で規定される螺旋流路に流れる流体の勢い（速度）が、ライン 5 1 で規定される円環の閉流路に流れる流体の勢い（速度）が大となる。そして、狭い交差流路を上流から下流に流れる中で、流体は衝突を繰り返す。そして、このような流路を経由することで、流体の攪拌・拡散或いはせん断を誘発する。

【 0 0 2 1 】

また、内部構造体 2 0 は、流体が、断面積が大きい上流（渦巻発生部 2 4）から断面積が小さい下流（バブル発生部 2 6 の複数の突起部の間に形成された交差流路）へ流れる構造を有する。この構造は以下に説明するように流体の圧力を変化させる。流体に外部エネルギーが加えられない状態での圧力、速度、及び位置エネルギーの関係は次のようなベルヌーイ方程式（Bernoulli's equation）として表される。

$$p + \frac{\rho v^2}{2} + gh\rho = k$$

【 0 0 2 2 】

ここで、 p は流線内の一点での圧力、つまり、静圧又は静圧力、 ρ は流体の密度、 v はその点での流動の速度、 g は重力加速度、 h は基準面に対するその点の高さ、 k は定数である。上記方程式として表現されるベルヌーイ定理は、エネルギー保存法則を流体に適用したものであり、第 1 項は、圧力のエネルギー（静圧）、第 2 項は運動エネルギー（動圧）

10

20

30

40

50

、第3項は位置エネルギーに相当し、流れる流体に対して流線上ですべての形態のエネルギーの合計はいつも一定であるということを説明する。ベルヌーイ定理によると、断面積が大きい上流では、流体の速度が遅くて静圧は高い。これに対して、断面積が小さい下流では、流体の速度が速くなり静圧は低くなる。

【0023】

流体が液体である場合、低くなった静圧が液体の飽和蒸気圧に到達すると液体の気化が始まる。このようにほぼ同一の温度において静圧 P がきわめて短い時間内に飽和蒸気圧 P_v より低くなって（水の場合、 $3000 - 4000 \text{ Pa}$ ）液体が急激に気化する現象をキャビテーション（cavitation）と称する。流体供給管10の内部構造はこのよう
なキャビテーション現象を誘発する。キャビテーション現象によって液体のうちに存在す
る100ミクロン以下の微小な気泡核を核として液体が沸騰したり溶存気体の遊離によっ
て小さい気泡が多数生じたりする。すなわち、流体がパブル発生部26を通じながら多数
のマイクロパブルやウルトラファインパブルを含むファインパブル（微細気泡）が発生す
る。

10

【0024】

また、流体が、水の場合、1つの水分子が他の4個の水分子と水素結合を形成するが、この水素結合ネットワークを破壊することは容易ではない。そのために、水は水素結合を形成しない他の液体に比べて沸点や融点が非常に高く、高い粘度を示す。水の沸点が高い性質は優秀な冷却効果をもたらすので、冷却水として頻繁に用いられるが、水分子の大きさが大きくて浸透性や潤滑性は良くないという問題がある。流体供給管10を用いれば、上
記したキャビテーション現象によって水の気化が起き、その結果、水の水素結合ネットワ
ークが破壊されると考えられる。また、気化によって発生するファインパブルは流体（水）
の浸透性及び潤滑性を向上させる。浸透性の向上は結果的に冷却効率を増加させる。

20

【0025】

パブル発生部26を通過した流体は、下流側に設けられたドーム形の誘導部28によって流体供給管10の中心に向かって誘導される。その後、流体はテーパ部37を過ぎて流
出口39を通じて流出される。流体供給管10などの流体特性素子Sを經由した流体は、
ファインパブルを含むため、冷却効果や洗浄効果を上げる効果がある。

【0026】

さて、ここで、先に準備した4つのサンプル（図4（A）～（D））を内部構造体20と
して用いた流体供給管10での微小気泡発生と比較実験を行う。なお、この4つのサンプ
ルのサイズは同じであり、内部構造体20の全長は、 88.8 mm 、軸の外周面（突起部
表面）直径は 30.8 mm 、軸の底面（突起部底面）直径は 19.4 mm とする。また、
表面に植毛したパイルPiは直径50ミクロン、長さは300ミクロンのステンレススチ
ール製である。そして、流体は、工業用純水として、同じ水温、流圧で、流体供給管10
に一回だけ通すこととする（ワンタイムであり、流体を巡回させない）。このようにして
各サンプルから出力する流体を採取し、各流体中に発生したウルトラファインパブルをN
TA（Nano Tracking Analysis）技術により計測する。この技術
は、NanoSightと呼ばれ、Malvern Panalyticalから提供され
ている。この技術により、流体中のナノ粒子をブラウン運動の速度を計測して、粒子径と
個数を得ることが出来る。

30

40

【0027】

図7A～図7Dは、図4（A）～（D）の内部構造体を夫々用いた場合のウルトラファイン
パブル発生状態を測定して得られた結果を示す。各々の図の左側のグラフは、1回採取し
た流体中に含まれる粒子（基本的に、ウルトラファインパブルと考えられる）を、5回測
定してその平均化処理をしたものであり、グラフの横軸が粒径のSize：サイズ（単位
：ナノメートル）、縦軸がConcentration：濃度（1ミリリットル当たりの
粒子数）である。右側の計測結果（Results）のうち、Meanが平均粒子径、Mode
が最頻度粒子径、D**値は、粒度頻度を累計していった際、全体の**%になる
粒子径をそれぞれ示す。

50

【 0 0 2 8 】

実験の結果を、濃度 (C o n c e n t r a t i o n) の高い順に並べると、次のようになる。

- 1 位：図 7 C 1.34×10^8 の 8 乗個 (1.34 億個)
- 2 位：図 7 B 9.99×10^7 の 7 乗個 (0.99 億個)
- 3 位：図 7 A 9.34×10^7 の 7 乗個 (0.93 億個)
- 4 位：図 7 D 4.03×10^7 の 7 乗個 (0.40 億個)

その結果、図 4 (D) に示した何らの植毛加工を施していないタイプに比べて、植毛加工を施したサンプルは、明らかにウルトラファインバブルの個数が増えており、その比率は 2.33 倍から 3.35 倍となっている。これは、表面に対して施した植毛加工の結果、流路が複雑になり、渦や乱流が生じやすくなり、更に、流体とパイル P 1 との衝突や流体のせん断が繰り返されることでウルトラファインバブルの粒子数つまり濃度が高くなったものと考えられる。なお、平均粒子径 (M e a n)、最頻度粒子径 (M o d e) は、いずれも、何ら植毛加工を施さなかったサンプルの図 7 D が、図 7 A ~ 図 7 C の植毛加工を施したサンプルと比べて小さいという結果である。

詳細に述べると、平均粒子径 (M e a n) の大きい順に並べると、次のようになる。

- 1 位：図 7 A 124.5 nm
- 2 位：図 7 C 118.2 nm
- 3 位：図 7 B 108.7 nm
- 4 位：図 7 D 107.5 nm

また、最頻粒子径 (M o d e) の大きい順に並べると、次のようになる。

- 1 位：図 7 C 108.9 nm
- 2 位：図 7 B 98.4 nm
- 3 位：図 7 A 79.9 nm
- 4 位：図 7 D 53.8 nm

このような結果から、植毛加工は、粒子径の大きなウルトラファインバブルの発生に關与している、或いはウルトラファインバブルの粒子サイズの大きさを分散する方向に働いているものと考えられる。

【 0 0 2 9 】

上記実験結果によれば、内部構造体 20 の少なくとも一部に植毛処理をすることで、ウルトラファインバブルの濃度は明らかに高まる。加えて、ウルトラファインバブルよりもサイズが大きいマイクロバブル (白濁した微細気泡) の発生も目視で確認できるため、このような内部構造体 20 を含む流体供給管 10 を、各種流体システムに適用することは有用であり、以下にこのような植毛加工を表面に施した流体特性変化素子 S (内部構造体 20 を含む流体供給管 10) を用いた流体システムにつき説明する。

【 0 0 3 0 】

図 8 A は、流体システムの第 1 実施形態である。本システムでは、流体は流体供給システム 300 の中のタンク 1 に蓄えられ、タンク 1 からは、ポンプ 2 にて流体は汲み上げられ、流体特性変化素子 S を経由して対象機器 400 に流体が与えられる。流体特性変化素子 S (すでに説明してきた流体供給管 10 或いは後述するその他の構造を持ち、内部構造体の全体或いは少なくともその一部の表面に植毛加工が施されているもの) にて流体の特性が変化されたのちに、対象機器 400 で使用され消費される (流体は循環しない)。従って、タンク 1 には、流体供給が常になされることになるが、タンク 1 は必ずしも必要なく、例えば、水道管に直結され流体 (水道水) が常に供給されるようにしたものでよい。このような水道水を直接利用する流体システムとしては、家庭内の洗面・風呂・洗濯・洗浄等の流体システムなどがある。同様に、工場やオフィス、店舗でも水道水を直接利用する流体システムに適用できる。あるいは、ファインバブルを含む水を利用する農業、水産分野あるいはその他の分野の水処理のための流体システムに適用できる。また、食材、例えば米や農作物、鮮魚などの洗浄にも用いられる。更には、地下水や井戸水、汚染水の浄化など水処理システムに適用できる。加えて、特定の流体を使用する流体システムであれ

ば、タンク 1 に適宜、当該流体を補給しながら利用することになる。そのような対象機器は、種々の製造・生産機械であり、種々の物品（食品、薬品、エマルジョン燃料など）の製造や生産に流体特性変化素子 S からの流体を利用することができる。

図 8 B は、上述した図 8 A の流体システムを改良した流体システムであって、図 8 A のシステム構成に対して、流体特性変化素子 S から出力する流体の一部を、タンク 1 へのフィードバックするフィードバックループ F R を設けている。このフィードバックループ F R によって、タンクに蓄えられる流体に含まれるファインバブルの濃度が時間経過とともに繰り返し高められることになり、流体特性変化素子による流体の特性変化がより効果的なものとなる。

【 0 0 3 1 】

図 9 は、流体システムの第 2 実施形態である。第 1 実施形態と同じ個所には同じ符号を付して説明を省略する。本システムでは、対象機器 5 0 0 の発する熱を熱交換器 5 0 1 で熱交換する流体システムに流体特性変化素子 S を適用したものである。流体特性変化素子 S からの流体（ウルトラファインバブルを含み、温度変化の効果が期待される）を熱交換器 5 0 1 内のパイプに通す。この熱交換器 5 0 1 内で、対象機器 5 0 0 からの循環してくる流体が別のパイプを通る中で熱交換を行い、対象機器 5 0 0 に戻る流体は、冷却（冷房時）或いは加熱（暖房時）されて戻る。熱交換器 5 0 1 を経た流体は、チラー（Chiller）5 0 2 にて、本来の温度に戻して、タンク 1 に循環供給される。

【 0 0 3 2 】

したがって、対象機器 5 0 0、熱交換器 5 0 1 には、各種暖房・冷房機器が含まれる。また、エアコン、冷蔵庫、自動車のラジエーター、各種ボイラーにも適用できる。あるいは工業用の製造プロセスでの空調などにも利用できる。この場合、対象機器 5 0 0 から熱交換器 5 0 1 へ流入する流体は、液体のほか気体でもよい。

【 0 0 3 3 】

図 1 0 は、流体システムの第 3 実施形態である。第 1 実施形態、第 2 実施形態と同じ個所には同じ符号を付して説明を省略する。本システムでは、対象機器 6 0 0 に流体特性変化素子 S からの流体を供給し、使用後の流体を、濾過器 6 0 1 により不要物や不純物を濾過した後、タンク 1 に循環供給する。流体特性変化素子 S からの流体は、ファインバブルを含むため、冷却効果や洗浄効果がある。従って、対象機器 6 0 0 としては、工作機械であって、ワークや砥石やドリルなどの刃物に、ノズルから流体を吐出し照射する。あるいは、対象機器 6 0 0 を工場の生産ライン（特に精密機器）の洗浄システムとすることができる。同様に、対象機器 6 0 0 を、ピンや容器、機材の洗浄装置とすることもできる。さらには、タンク 1 にオゾンを加えて蓄え、或いはタンクからの水にオゾンを混合した後（混合装置は図示せず）、流体特性変化素子 S にてオゾンバブル水に特性変化して、対象機器 6 0 0 において目的とするプロダクトにオゾンバブル水を照射する。このようにすれば、脱臭・脱色・殺菌効果が得られる。

【 0 0 3 4 】

このように、各種の流体システム（上記第 1 ~ 第 3 の実施形態の流体システムに限られない）において、内部構造体の全体或いは少なくともその一部の表面に植毛加工が施されている流体特性変化素子 S にて流体の特性が変化された（とくに、流体に含まれるファインバブルの濃度が高められた）のちに、対象機器に流体が提供され利用される。

【 0 0 3 5 】

更に、流体特性変化素子 S は、上述の図 1、図 2、図 4 乃至図 6 の構成例に限られるものではない。内部構造体 2 0 の形状は、上述した図 1 に示すものに限らず、例えば、軸体上に流体特性付与部分を有するものであればよい。必要に応じて設けられる拡散部分の形状は、錐体形状であればよく、円錐形のほか角錐形も含まれ、流体を特定方向に、例えば流体の流入方向に対して一定の角度をもった方向に誘導するものであればよい。

【 0 0 3 6 】

図 1 1 に内部構造体の他の構成例として、内部構造体 1 4 0 を示す。その先頭には、四角錐 1 4 1 が形成され、残部の部分には四角柱 1 4 2 が形成され、四角柱 1 4 2 の 4 つの側

10

20

30

40

50

面に複数の突起部 140 p が形成される。複数の突起部 140 p は網状に配置され、その底面は、四角柱 142 の外表面（側面）と同じ面であり、上面は、円柱状の内部軸体の外表面であり、総体として円弧上の高さとなって丸みを帯びる。つまり、後述する図 13、図 14 の収納体 30 の内部壁面の円弧にあわせて、総体として、中心が高く、外に向かって低くなる。内部構造体 140 は、例えば、ステンレススチールやアルミニウムのような金属からなる円柱部材を金属加工する方法又はプラスチックのような樹脂を成型する方法等によって形成される。あるいは、金属または樹脂を、3次元プリンターを用いて形成することも可能である。金属の円柱軸体を加工して作る場合は、切削、旋削、研削の加工を単独または組み合わせて行う。例えばエンドミルによる切削加工によることができる。その製造工程としては、円柱状の内部軸体を準備する工程と、円柱状の内部軸体の一端部を角錐（本例の場合は四角錐 141 であるが、三角錐、或いは五角錐、六角錐...、とすることも可能）に形成する工程と、底面を角柱（本例の場合は底面が正方形の四角柱 142 であるが、三角柱、或いは五角柱、六角柱...、とすることも可能）の側面とし上面を円柱の外径位置とする交差流路 140 r を形成することにより、底面を角柱の側面とし、上面を円柱の側面とする複数の突起部 140 p を形成する工程とを有する。もともとの円柱部材の半径は、収納体 30 の内壁の半径と同じまたは僅かに小さく、円柱部材が収納体に入り、隙間が出ないサイズであることが望ましい。

10

【0037】

この内部構造体 140 が図 14 のように、収納体 30 に挿入固定された場合、四角錐 141 は、流入する流体を、収納体 30 の円の中心から半径方向に拡散させて、四角錐 142 の 4 つの側面に誘導することになる。そして、各側面に到達した流体は、複数の突起部 140 p の間に形成された交差する流路 140 r を流れることになるが、収納体 30 の円筒形の内壁面とこの複数の突起部 140 p の高さがほぼ同じ（隙間が無い）なので、流体は、複数の突起部 140 p の間の交差流路 140 r を流れる（つまり、複数の突起部 140 p の上面を流れる流体はほぼ無い）ことになる。

20

【0038】

図 12 A は、内部構造体 140 のひとつの側面を平面上にあらわして、四角錐 141 と突起部 140 p の配列とを示した図であり、上流側の四角錐 141 はその頂角を例えば、60度とする。勿論、この角度は適宜変更可能である。そして、下流側の四角柱 142 の 4 つの側面には、頂角 41.11° の菱形（底面の形状）の突起部 140 p が網状に形成される。なお、この頂角も適宜変更可能である。したがって、図 12 B にある通り、複数の突起部 140 p の間に形成される交差流路 140 r の交差角度も 41.11° となる。具体的に言うと、一側面に形成される複数の底面が菱形の突起部 140 p は、上流から下流にかけて、3個、4個、3個、・・・、4個と 14 列形成され、ひとつの側面に 49 個あり、4 つの側面の合計は 196 個となる。もちろん、この数も適宜に変更できる。複数の突起部 140 p の形状は、底面が菱形状の突起でなくても良く（例えば、三角形、多角形、その他）、その配列も図 12 A、図 12 B から適宜（角度、間隔など）変更できる。また、複数の突起部 140 p の配列も、突起部の方向が内部軸体 140 の長さ方向から左右方向に、交互に、僅かに傾いているようにしてもよい。あるいは、複数の突起部 140 p の底面の菱形の中心を軸に、内部軸体 140 の長さ方向から僅かに傾いているようにしてもよい。

30

40

【0039】

そして、このように構成された内部構造体 140 についても、植毛加工、これに限ることはないが、例えば、図 3 に示した静電植毛加工を施し、その全体あるいは、その一部、例えば四角錐 141 の部分の表面のみ、或いは側面に複数の突起部 140 p が形成された四角柱 142 の部分の表面のみ、あるいは、出力端部に追加で設けた角錐形状（四角錐）の誘導部分（図示せず）の表面のみに静電植毛加工を行う。この場合、内部構造体の材質に応じて、金属製のパイル或いは樹脂製のパイルを植毛加工する。

【0040】

図 13 はこの実施形態に係る流体供給管 100（流体特性変化素子 S）の側面分解図であ

50

り、図14は流体供給管100の側面透視図である。流体供給管100は収納体30と上述の内部構造体140とを含む。図14において、流体は流入口38から流出口39側へ流れる。収納体30の構造は、先に説明した実施形態(図5、図6)の収納体30と同様であるので、同じ符号を付してその説明を省略する。

【0041】

流入口38を通じて流入された流体は、流入側部材31のテーパ部33の空間を過ぎて内部軸体140の四角錐141にぶつかり、流体供給管100の中心から外側に向かって(即ち、半径方向であって、四角錐の底面方向へ)拡散される。拡散された流体は、四角柱142の各側面に到達し、上流側から下流にかけて3つ、4つ、3つ・・・と形成された、底面は菱形であり上面は円柱の一部で丸みを帯びた形状の複数の突起部140pの間 10
の狭い交差流路140r(交差角 41.11°)の間を進む。このとき、交差する流路での流体の流れの強さは、図12Aの上流から下流に向かって、左斜め上流から右斜め下流の方向に流れる強さと、右斜め上流から左斜め下流の方向に流れる速度は、ほぼ同じになる。なお、この2つの流れの方向の角度が上述の交差角(41.11°)になる。流体は、複数の突起部140pに衝突してせん断され、また、複数の交差流路140rで衝突、混合、分散を繰り返す。図12Aにおいて、四角柱142の側面の左端部(図12Aの上側端部)に来た流体は、折り返して、つまり上流から下流に向かって、右斜め上流から左斜め下流の方向に流れてきた流れは、左斜め上流から右斜め下流の方向に流れることになり、右端部(図12Aの下側端部)に来た流体は、折り返して、つまり上流から下流に向 20
かって、左斜め上流から右斜め下流の方向に流れてきた流れは、右斜め上流から左斜め下流の方向に流れることになる。流体が複数の突起部140pによって形成された複数の狭い流路140rを通過することで、多数の微小な渦を発生させる。また、複数の突起部140pの多段の網状の配置によって、交差する流路140rで流体は交互に流れ左右にスイッチングするフリップフロップ現象も生じる。このような現象によって、流体の混合及び拡散を誘発する。突起部140pの上記構造は、異なる性質を有する二つ以上の流体を混合する場合にも有用である。

【0042】

内部構造体140は、流体が、断面積が大きい上流側(四角錐141)から断面積が小さい下流側(複数の突起部140pの間に形成された交差流路140r)へ流れるようにする構造を有する。この構造によって、先に説明した実施形態の流体供給管10と同様に、 30
流体供給管100の内部構造はキャピテーション現象を誘発する。気化によって発生するファインバブルは流体が水の場合は、表面張力を低下させるため浸透性及び潤滑性を向上させる。浸透性の向上は結果的に冷却効率を増加させる。或いは、流体に予め空気その他の気体を注入し、多数の突起部140pとの流体の衝突によって溶存気体の遊離を起こさせ、多数のファインバブルを発生させることもできる。この場合も、発生するファインバブルは水の表面張力を低下させるため浸透性及び潤滑性を向上させる。浸透性の向上は結果的に冷却効率を増加させる。キャピテーション現象によって水の気化が起き、その結果、水の水素結合ネットワークが破壊されて粘度が低くなると考えられる。内部軸体140の四角柱142の各側面の複数の狭い交差流路140rを通過した流体は内部構造体140の下流端部に向かって流れる。下流端部では、フリップフロップ現象によって、流体は 40
、左右方向に流れをスイッチングしながら、流出側部材34の下流のテーパ部37のある空間へ流れ出る。しかる後、流出口39を通じて流出される。また、本実施形態においても、内部構造体140の全体または少なくともその一部の表面が植毛加工されていることにより、ファインバブルの発生に変化が生じる。例えば、ファインバブルの濃度が大きくなることで、流体の与える効果が増大する。

【0043】

図15は、更に他の流体特性変化素子Sの例を示す。これまでの実施形態では、内部構造体や収納体は、金属製或いは樹脂製であっても弾性変形しないものを前提として説明してきた。本例では、これら内部構造体1240、収納体1230を、弾性材料を用いて形成した流体供給管1200を説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

本実施形態の内部構造体や収納体の弾性材料として、エラストマー材料、例えば、これに限定されるものではないが、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、フッ素系樹脂、シリコン樹脂、更にはセラミック等を用いることができる。これらの弾性材料で内部構造体を製造するには、射出成型（インジェクションモルディング）による方法や、3次元プリンターによる方法も採用できる。これらの手法で製造された内部構造体1240は弾性力をもつため、ホースなど可撓性のある物品にこの流体供給管1200を接続する（この場合、収納体も弾性材料で形成する）ことや、かかる物品に一体的に流体供給管1200を内装設置することができる。そして、内部構造体1240は、例えば、図3に示した静電植毛加工を施し、その全体あるいは、その一部の表面、例えば四角錐1241の部分のみ、或いは側面に複数の突起部1240pが形成された四角柱1242の部分のみ、あるいは、出力端部に設けた誘導部分（図示せず）のみに静電植毛加工を行う。この場合、内部構造体の材質に応じた樹脂製のパイルを植毛する。

10

【 0 0 4 5 】

図15の流体供給管1200は、流体が流入する流入口38と、流体が流出する流出口39とを有し、断面円形の内部壁面を有する中空の収納体1230と、収納体1230に収納固定される複数の側面（図15のものは4面であるが、3面であっても、それ以上の複数の面を有してもよい）を備えた角柱状の軸体（図15では四角柱1242）である内部構造体1240とを有する。収納体1230及び内部構造体1240は、弾性を有する弾性材料で形成され、全体的に弾性変形する。例えば、収納体1230はホース形状であってもよい。内部構造体1240の流入口側には、角錐（図15では、四角錐1241）が設けられる。この角錐の形状も、軸体の有する角柱の側面の数に合わせて適宜変更できる。四角柱1242の側面には、これまで説明した他の実施形態同様に、複数の突起部1240pが網状に配列され、内部構造体1240の四角柱1242の側面と収納体1230の内部壁面との間であって、複数の突起部1240pの間に形成される空間が流体の流路となる。流体は、収納体1230の流入口38から供給され、四角錐1241にて四角柱1242の各側面に分散される。そして、複数の突起部1240pの間の流路1240rを通過することにより流動特性が与えられる。しかる後、流体は流出口39から流出する。このように、本実施形態にあっては、収納体1230及び内部構造体1240がともに弾性力を持ち、流体供給管1200を、全体として屈曲する必要がある場合に使用することができる。また、内部構造体1240のみを弾性力をもたせて屈曲した形状で、弾性力を備えていない収納体1230に収納することもできる。

20

30

【 0 0 4 6 】

そして、本実施形態においても、内部構造体1240の全体または少なくともその一部が植毛加工されていることにより、ファインバブルの発生に変化が生じる。例えば、ファインバブルの濃度が高くなることで、流体の与える効果が増大する。

【 0 0 4 7 】

図16は、更に他の流体特性変化素子5として、複数の内部構造体が連結されて流体供給管1300が構成される。収納体1330の中には、複数の内部構造体1340-1、1340-2が配置される。図16では、2つであるが、それに限らず3つ以上の内部構造体を連ねることもできる。収納体1330の上流部に設けられた内部構造体1340-1には、先頭に角錐（四角錐1341）が設けられる。この角錐の形状も、軸体の有する角柱の側面の数に合わせて適宜変更できる。四角柱1342の側面には、これまで説明した他の例同様に、複数の突起部1340pが網状に配列され、内部構造体1340-1の四角柱1342の側面と収納体1310の内部壁面との間であって、複数の突起部1340pの間に形成される空間が流体の流路1340rとなる。突起部1340pが列毎に左右の異なる方向に僅かに傾いているようにすることも、軸体の長さ方向に対して、すべて平行にあるようにしてもよい。そして、この内部構造体1340-1と下流の内部構造体1340-2とは、角柱形状（図16では四角柱）の連結部1350を經由して接続される。なお、この連結部材1350の形状は、円柱形状であってもよい。

40

50

【 0 0 4 8 】

そして、下流の内部構造体 1 3 4 0 - 2 は、上流の内部構造体 1 3 4 0 - 1 の四角柱 1 3 4 2 の部分の構成と同じであり、その機能も同様であるが、内部構造体 1 3 4 0 - 1 の四角柱 1 3 4 2 と、内部構造体 1 3 4 0 - 2 とは相対的に回転して両者が接続されているようにしてもよく、例えば、相互に 9 0 度の回転がなされて接続されている。このような回転して接続することで、上流の内部構造体 1 3 4 0 - 1 の 4 つの側面 1 3 4 2 での個別の流動特性が付与された流体が、下流の内部構造体の 1 3 4 0 - 2 の別の複数の側面に混合して供給されて、より複雑な流体の流れとなり、流動特性の付与により大きな影響を与える。図 1 6 で示した収納体 1 3 3 0 と複数の内部構造体 1 3 4 0 - 1、1 3 4 0 - 2 は、弾性の特性を有することで、全体的に弾性変形、或いは屈曲変形が可能であり、可撓性のホースに接続したり、或いは、ホースの内部に設けたりすることもできる。なお、最下流の内部構造体（図 1 6 では、内部構造体 1 3 4 0 - 2）の下流側に角錐（図 1 6 の場合には四角錐）を一体的に設けて流体を中心に誘導するようにしてもよい（下流端部に角錐を設けることで流体の誘導を行うことが出来ることは他の構成例も同じである）。なお、内部構造体 1 3 4 0 - 1、1 3 4 0 - 2 のみを弾性材料で構成し屈曲した形状で、弾性力を備えていない収納体 1 3 3 0 に収納することもできる。

10

【 0 0 4 9 】

そして、上流の内部構造体 1 3 4 0 - 1、連結部 1 3 5 0、下流の内部構造体 1 3 4 0 - 2 の全部またはその一部の表面に、例えば、図 3 に示した静電植毛加工を行う。この場合も、内部構造体 1 3 4 0 - 1、1 3 4 0 - 2 の材質に応じた樹脂製のパイルを植毛加工する。本実施形態においても、内部構造体 1 3 4 0 - 1、連結部 1 3 5 0、1 3 4 0 - 2 の全体または少なくともその一部が植毛加工されていることにより、ファインバブルの発生に変化が生じる。例えば、ファインバブルの濃度が高くなることで、流体の与える効果が増大する。

20

【 0 0 5 0 】

更に他の流体特性変化素子 S の例として、内部構造体の流体特性付与部分は、軸部材の外周面に多数の突起部が配列され、流体が繰り返し衝突を起こし、流体を攪拌・拡散或いはせん断する流路（或いは交差流路）が設けられておればよく、その形状も、突起部の形状も、平面上で見たときにほぼ菱形となるものに限られるものではない。例えば、特許文献 3 のようにエーロfoil形（翼形）であってもよい。また、内部構造体は、特許文献 4 ように、シャフトにより、ノッチ（切り欠き）が形成された円盤状要素を複数（多数）つないだものでもよい。内部構造体は、このように種々変形、変更できる。そして、内部構造体の全体または少なくともその一部の表面が金属または樹脂などのパイルが植毛加工されることにより、ファインバブルの発生に変化が生じる。例えば、ファインバブルの濃度が大きくなることで、流体の与える効果が増大する。

30

【 0 0 5 1 】

本発明の更なる改良例としては、その全体または少なくともその一部の表面が金属または樹脂などのパイルが植毛加工され内部構造体を収納する収納体自体の内壁面に、植毛加工するものである。図 1 7 は、図 4、図 5 に示した（図 1 3、1 4 の場合も同様）収納体 3 0 の流出側部材 3 4 の下流部テーパ部 3 7 に植毛加工を施す（図中 3 0 P i は、例えば金属のパイル P i が植毛処理された植毛加工面を示す）。つまり収納体 3 0 の内壁の一部（最下流）に植毛加工を施す（植毛加工は図 3 の方法には限らない）。このようにすると、内部構造体 2 0（あるいは 1 4 0）を経て出力する流体について、発生したファインバブルの持続、或いはファインバブルの追加発生などの効果をもたらすことになる。

40

なお、植毛加工する収納体の内壁面は、図 1 7 の位置に限ることなく、図 1 8 のように、収納体 3 0 の内壁のほぼ全面にわたるようにしてもよい（図中 3 0 P i が植毛加工面である）。

加えて、図 1 5 或いは、図 1 6 の構成例の場合は、ホース形状の収納体 1 2 3 0、1 3 3 0 の内壁面の一部あるは全部に樹脂製のパイル P i を植毛加工するようにすればよい。

【 0 0 5 2 】

50

以上、本発明を、複数の実施形態を利用して説明したが、本発明はこのような実施形態に限定されるものではない。本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者は、上記説明及び関連図面から本発明の多くの変形及び他の実施形態を導出することができる。本明細書では、複数の特定用語が使われているが、これらは一般的な意味として単に説明の目的のために使われただけであり、発明を制限する目的で使われたものではない。添付の特許請求の範囲及びその均等物により定義される一般的な発明の概念及び思想を抜け出さない範囲で多様な変形が可能である。

【符号の説明】

【0053】

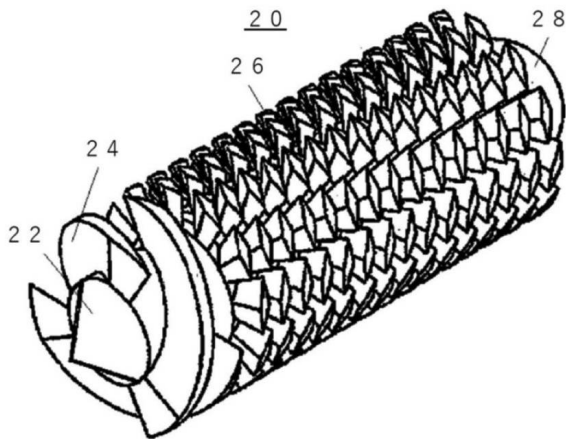
- 10、100、1200、1300 流体供給管
- 20、140、1240、1340 - 1、1340 - 2 内部構造体
- 300 流体供給システム
- 400、500、600 対象機器
- 501 熱交換器
- 30 P i 植毛加工面
- S 流体特性変化素子
- E +、E - 電極板
- V 直流高電圧
- P i パイル

10

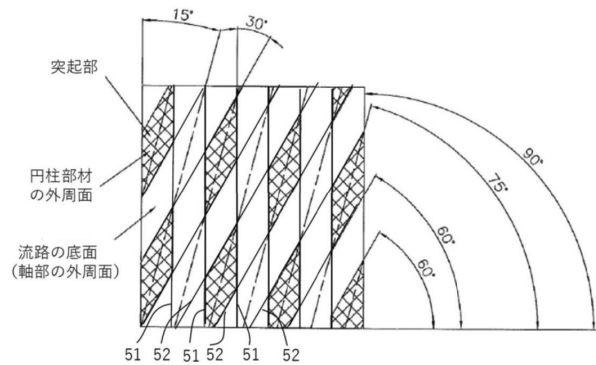
20

【図面】

【図1】



【図2】

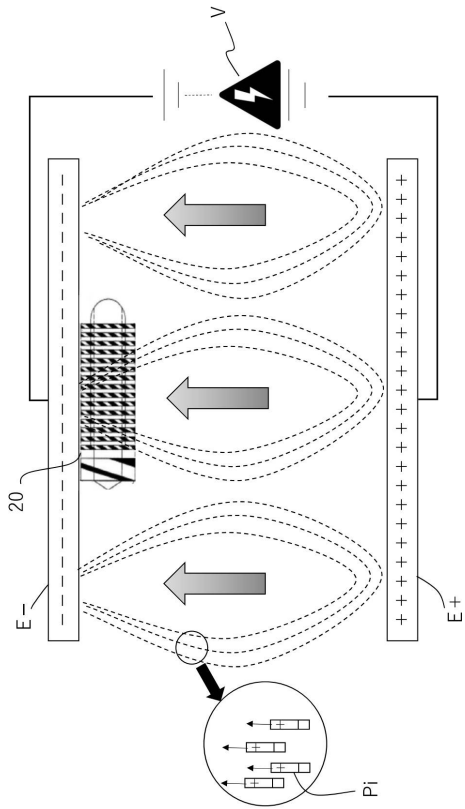


30

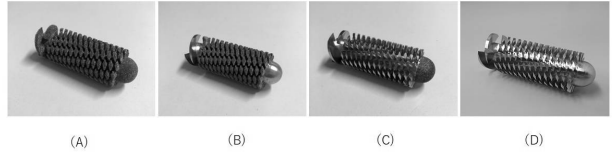
40

50

【 図 3 】



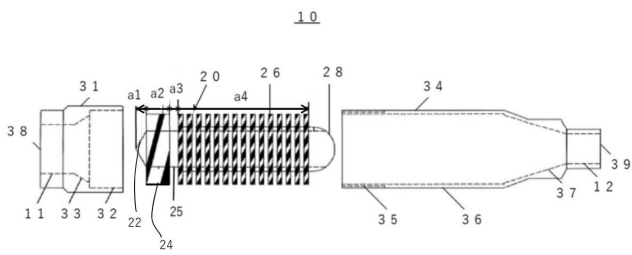
【 図 4 】



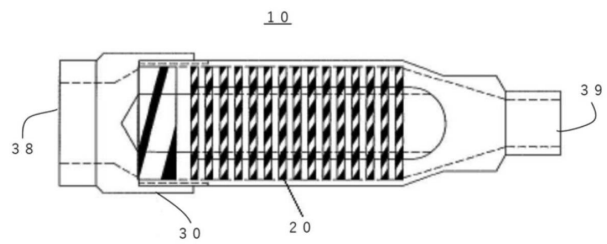
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

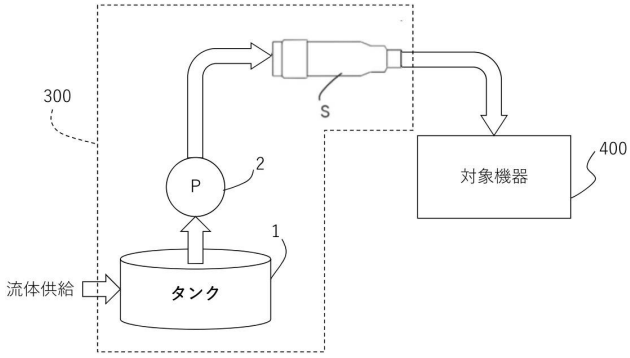


30

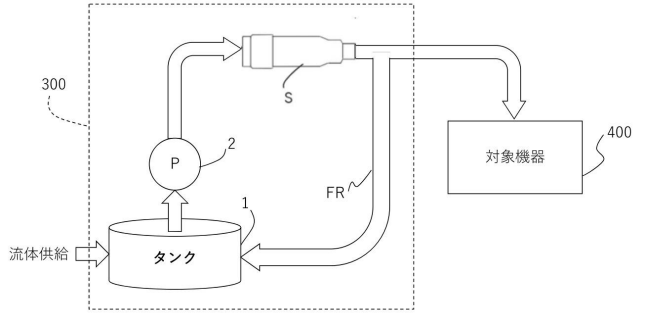
40

50

【図 8 A】

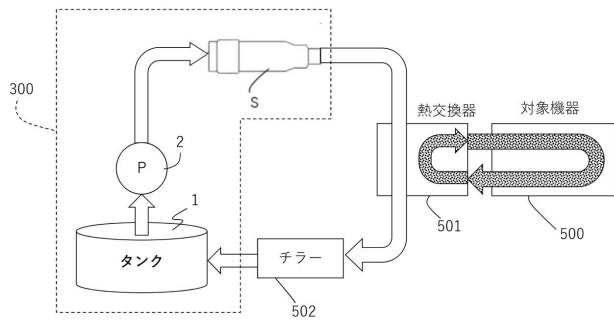


【図 8 B】

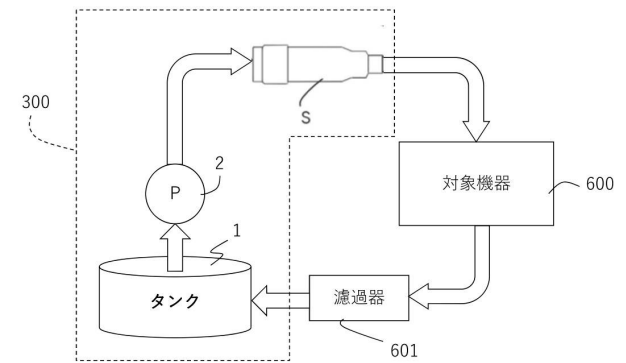


10

【図 9】

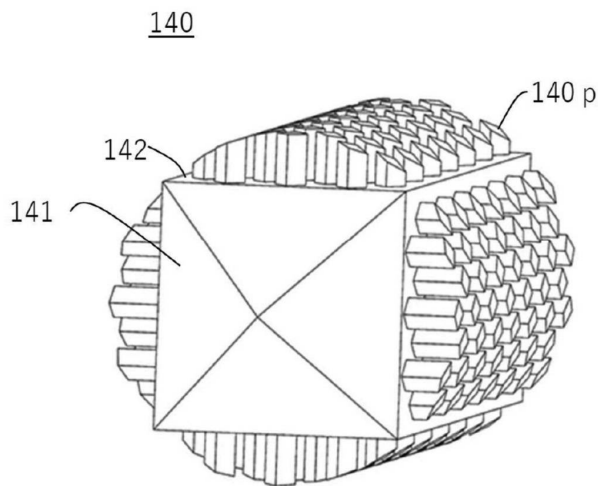


【図 10】

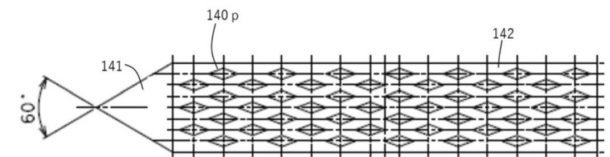


20

【図 11】



【図 12 A】

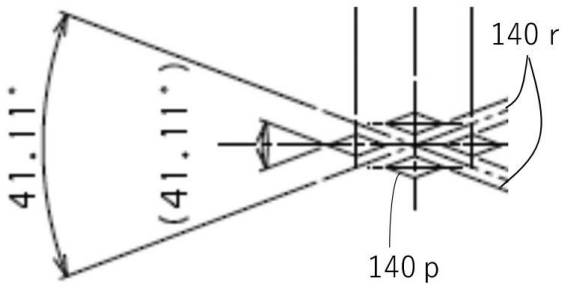


30

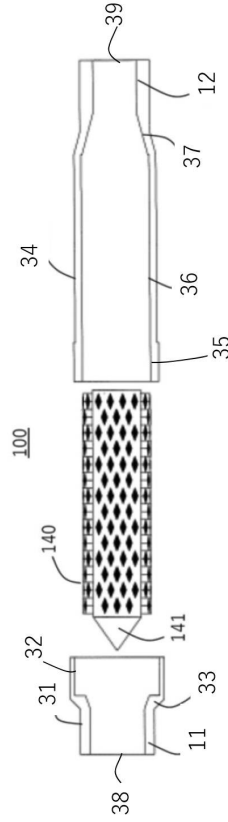
40

50

【 図 1 2 B 】



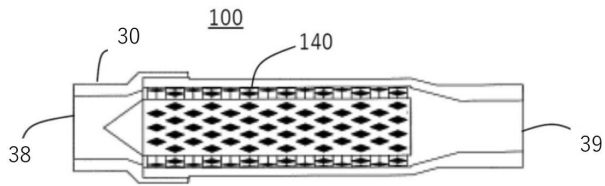
【 図 1 3 】



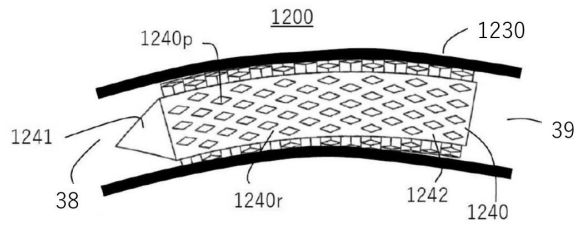
10

20

【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

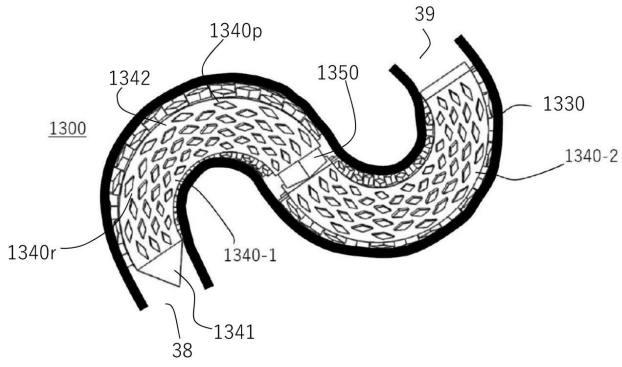


30

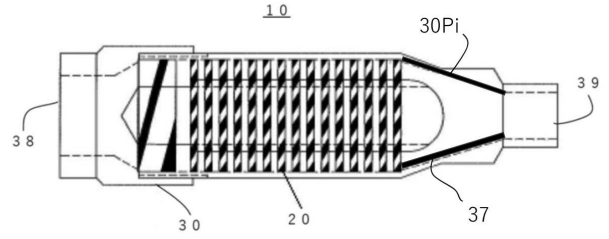
40

50

【 図 1 6 】

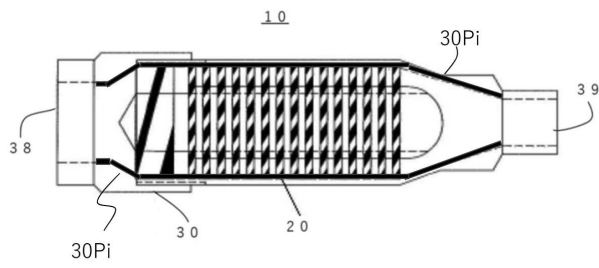


【 図 1 7 】



10

【 図 1 8 】



20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 駒澤 心

東京都八王子市美山町1 2 3 6 株式会社塩内

Fターム(参考) 4G035 AB04 AC01 AC44 AE17