

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-140931

(P2012-140931A)

(43) 公開日 平成24年7月26日(2012.7.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO4D 1/08 (2006.01)	FO4D 1/08 A	3H130
FO4D 29/44 (2006.01)	FO4D 29/44 D	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-269503 (P2011-269503)	(71) 出願人	000001052
(22) 出願日	平成23年12月9日 (2011.12.9)		株式会社クボタ
(31) 優先権主張番号	特願2010-277557 (P2010-277557)		大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目2番47号
(32) 優先日	平成22年12月14日 (2010.12.14)	(74) 代理人	110001298
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		特許業務法人森本国際特許事務所
		(72) 発明者	永岡 圭介
			兵庫県尼崎市浜1丁目1番1号 株式会社クボタ本社阪神事務所内
		(72) 発明者	橋本 靖志
			兵庫県尼崎市浜1丁目1番1号 株式会社クボタ本社阪神事務所内
		(72) 発明者	野口 真
			兵庫県尼崎市浜1丁目1番1号 株式会社クボタ本社阪神事務所内

最終頁に続く

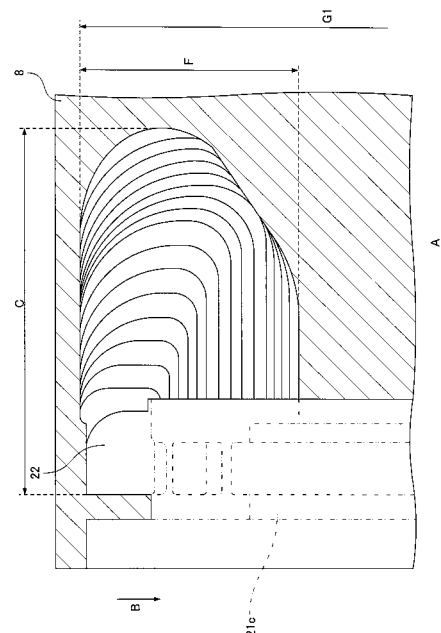
(54) 【発明の名称】 多段ポンプ

(57) 【要約】

【課題】 ポンプケーシングを小型化すると共に、効率の低下を防止することが可能な多段ポンプを提供する。

【解決手段】 最終段の羽根車で昇圧された流体が最終段のディフューザ21cを経て吐出口へ導かれる多段ポンプであって、ポンプケーシング内に、流体を最終段のディフューザ21cから吐出口に導く吐出流路22が形成され、吐出流路22は回転軸の軸心周りを旋回する方向に形成され、回転軸の軸心を含む平面における吐出流路22の流路断面積は、吐出口に向かう流れの下流側ほど、上流側に比べて、回転軸の軸心方向Aおよび径方向内向きBに増加している。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ポンプケーシングに吸込口と吐出口とが設けられ、
ポンプケーシング内に、回転軸で回転する複数の羽根車が備えられ、
最終段の羽根車で昇圧された流体が最終段の圧力回収部を経て吐出口へ導かれる多段ポンプであって、
ポンプケーシング内に、流体を最終段の圧力回収部から吐出口に導く吐出流路が形成され、
吐出流路は回転軸の軸心周りを旋回する方向に形成され、
回転軸の軸心を含む平面における吐出流路の流路断面積は、吐出口に向かう流れの下流側が上流側に比べて、回転軸の軸心方向および径方向内向きに増大していることを特徴とする多段ポンプ。

10

【請求項 2】

吐出流路の吐出口側を下流側とし、この流れ方向に対して反対側を上流側とし、
回転軸の軸心を含む平面における吐出流路の流路断面の軸心方向における寸法の増大割合は、吐出流路の上流側の領域が隣接する下流側の領域よりも大きく設定され、
上記吐出流路の流路断面の径方向内向きにおける寸法の増大割合は、吐出流路の上流側の領域が隣接する下流側の領域よりも小さく設定されていることを特徴とする請求項 1 記載の多段ポンプ。

20

【請求項 3】

吐出流路の上流側の領域において、吐出流路の流路断面の軸心方向における寸法の増大割合が吐出流路の流路断面の径方向内向きにおける寸法の増大割合より大きいことを特徴とする請求項 2 記載の多段ポンプ。

【請求項 4】

回転軸の軸心を含む平面における吐出流路の流路断面積は、上流側から下流側になるほど、所定の割合で直線的に増大していくことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の多段ポンプ。

【請求項 5】

ポンプケーシングは、吸込口を有する吸込ケーシングと、吐出口を有する吐出ケーシングと、これら吸込ケーシングと吐出ケーシングとの間に挟み込まれた中間ケーシングとに分割され、
これら各ケーシングを回転軸の軸心方向に締め付ける固定手段が備えられ、
吐出流路は吐出ケーシング内に形成され、
吸込ケーシングは流体を吸込口から初段の中間ケーシング内に収納された羽根車の流入口へ導く吸込流路を有し、
中間ケーシングは流体を羽根車の流出口から次段の羽根車の流入口へ導く中間流路を有し、
吐出流路と中間流路との各外径が実質的に同一であり、
固定手段は、上記各外径の外側において、吸込ケーシングと吐出ケーシングとを固定していることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の多段ポンプ。

30

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば一重胴輪切型等の多段ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、図 1 2 に示すように、多段ポンプ 7 1 は、複数の部品で構成されるポンプケーシング 7 2 に吸込口 7 3 と吐出口 7 4 とが設けられ、ポンプケーシング 7 2 内に、回転軸 7 5 で回転する複数の羽根車 7 6 a ~ 7 6 c が備えられている。また、各羽根車 7 6 a ~ 7 6 c の出口の外側方向にはディフューザ 7 7 が設けられている。

50

【0003】

回転軸75と一体に各羽根車76a～76cが回転すると、水等の流体は、吸込口73から吸込流路78を流れて初段の羽根車76aに導かれ、初段の羽根車76aによって昇圧される。次に、水等の流体は、ディフューザ77から中間流路79を経て次段の羽根車76bへ導かれ、次段の羽根車76bによってさらに昇圧される。このようにして順次昇圧された水等の流体は、その後、最終段の羽根車76cによって昇圧され、最終段のディフューザ77から吐出流路80を流れて吐出口74へ導かれる。

【0004】

この際、図13に示すように、流体は、吐出流路80を羽根車76a～76cの回転方向と同じ旋回方向82に旋回して流れ、吐出口74から吐出される。

10

尚、吐出流路80は回転軸75の軸心周りに全周にわたって円環状に形成されており、吐出流路80の一部と吐出口74とは径方向外向きに形成された連通流路81を介して連通している。また、回転軸75の軸心75aを含む平面における吐出流路80の流路断面積は、連通流路81の部分を除いて、ほぼ全周にわたり同一である。

【0005】

下記特許文献1には、最後段の羽根車からディフューザへ送り出された流体が吐出流路を流れて吐出口へ導かれる構成を備えた多段ポンプが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

20

【特許文献1】特開2005-330878

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記の従来形式では、最終段のディフューザ77から外周に沿ってほぼ均一に旋回方向82へ旋回しながら軸方向へ流出する流体は、旋回方向82に流量を増加させつつ吐出流路80を旋回して流れ、連通流路81を通して吐出口74から吐出される。

【0008】

尚、ここで、吐出流路80は、回転軸75の軸心75aを含む平面における流路断面積が同一となる同心円環状の流路形状をなしている。吐出流路80の外周の一部は外向きに連通流路81と連通している。上記のような吐出流路80において、旋回方向82で連通流路81へ連通する領域を下流側領域84とし、連通流路81を挟んで下流側領域84とは反対側を上流側領域83とする。上流側領域83では、吐出流路80に流れ込む液体の流量は少なく、この少ない流量に対して、軸心75aを含む平面における吐出流路80の流路断面積が過大になってしまう。これにより、吐出流路80の上流側領域83を流れる液体の速度が大幅に低下して、上流側領域83に淀み（死水領域）が発生し易くなる。このため、最終段のディフューザ77から周方向においてほぼ一様に吐出流路80へ流入する液体の流れが阻害され、その結果、ポンプ効率が低下するといった問題がある。

30

【0009】

本発明は、ポンプケーシングを小型化すると共に、ポンプ効率の低下を防止することが可能な多段ポンプを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために本第1発明は、ポンプケーシングに吸込口と吐出口とが設けられ、

ポンプケーシング内に、回転軸で回転する複数の羽根車が備えられ、

最終段の羽根車で昇圧された流体が最終段の圧力回収部を経て吐出口へ導かれる多段ポンプであって、

ポンプケーシング内に、流体を最終段の圧力回収部から吐出口に導く吐出流路が形成され

50

吐出流路は回転軸の軸心周りを旋回する方向に形成され、
回転軸の軸心を含む平面における吐出流路の流路断面積は、吐出口に向かう流れの下流側が上流側に比べて、回転軸の軸心方向および径方向内向きに増大しているものである。

【0011】

これによると、吸込口からポンプケーシング内に吸い込まれた流体は回転する複数の羽根車によって順次昇圧される。そして、最終段の羽根車で昇圧された流体は、最終段の圧力回収部を経て吐出流路を流れ、吐出口から吐出される。

【0012】

この際、最終段の圧力回収部から吐出流路に流れ出る液体は、吐出流路の上流側から下流側に向かって旋回すると共に流量を次第に増やしながら流れ、吐出口から吐出される。これに対して、吐出流路の流路断面積は、吐出口に向かう流れの下流側が上流側に比べて増大している。

10

【0013】

したがって、吐出流路の上流側の流量は下流側の流量よりも少ないが、これに対応して、吐出流路の上流側の流路断面積が下流側の流路断面積よりも小さくなる。このため、吐出流路の上流側における流速の大幅な低下は抑制され、吐出流路の上流側に流体の淀み（死水領域）が発生するのを防止することができる。これにより、流体が吐出流路を上流側から下流側へ流れて吐出口に至る際、吐出流路の上流側において流体の流れが大きく乱れてしまうのを抑制することができる。このため、流体は吐出流路の上流側から下流側にかけて流路断面全面にわたってほぼ均一に流れることになり、流れの乱れによるエネルギー損失が軽減され、ポンプ効率の低下を防止することができる。

20

【0014】

また、吐出流路の流路断面積は、回転軸の軸心方向および径方向内向きに増大し、径方向外向きには増大しない。このため、吐出流路が径方向外向きに拡大することはなく、ポンプケーシングを径方向において小型化することが可能である。

【0015】

本第2発明における多段ポンプは、吐出流路の吐出口側を下流側とし、この流れ方向に対して反対側を上流側とし、
回転軸の軸心を含む平面における吐出流路の流路断面の軸心方向における寸法の増大割合は、吐出流路の上流側の領域が隣接する下流側の領域よりも大きく設定され、
上記吐出流路の流路断面の径方向内向きにおける寸法の増大割合は、吐出流路の上流側の領域が隣接する下流側の領域よりも小さく設定されているものである。

30

【0016】

これによると、流体が吐出流路を上流側から下流側へ流れて吐出口に至る際、吐出流路の上流側の領域は、この領域に隣接する下流側の領域に比べて、径方向内向きへ急拡大せずに緩やかに拡大する。これにより、吐出流路の上流側の領域において、径方向の内側寄りの流体の流れに剥離や乱れ或は淀みが発生するのを抑制することができ、ポンプ効率の低下をより一層防止することができる。

【0017】

本第3発明における多段ポンプは、吐出流路の上流側の領域において、吐出流路の流路断面の軸心方向における寸法の増大割合が吐出流路の流路断面の径方向内向きにおける寸法の増大割合より大きいものである。

40

【0018】

これによると、吐出流路の上流側の領域において、径方向の内側の流体に剥離や乱れが発生することをより一層抑制することができ、ポンプ効率の低下をさらに防止することができる。

【0019】

本第4発明における多段ポンプは、回転軸の軸心を含む平面における吐出流路の流路断面積は、上流側から下流側になるほど、所定の割合で直線的に増大していくものである。

これによると、吐出流路の流路断面積が非連続的に急拡大又は急縮小することはなく、

50

このため、流路断面積の変化に伴う流体のエネルギー損失が減少し、ポンプ効率の低下をさらに防止することができる。

【0020】

本第5発明における多段ポンプは、ポンプケーシングは、吸込口を有する吸込ケーシングと、吐出口を有する吐出ケーシングと、これら吸込ケーシングと吐出ケーシングとの間に挟み込まれた中間ケーシングとに分割され、これら各ケーシングを回転軸の軸心方向に締め付ける固定手段が備えられ、吐出流路は吐出ケーシング内に形成され、吸込ケーシングは流体を吸込口から初段の中間ケーシング内に収納された羽根車の流入口へ導く吸込流路を有し、中間ケーシングは流体を羽根車の流出口から次段の羽根車の流入口へ導く中間流路を有し、吐出流路と中間流路との各外径が実質的に同一であり、固定手段は、上記各外径の外側において、吸込ケーシングと吐出ケーシングとを固定しているものである。

【0021】

これによると、ポンプケーシングを組立てた際、吐出ケーシングが中間ケーシングより径方向へ極端に大きくなることはなく、ポンプケーシングを径方向に小型化することができる。

【発明の効果】

【0022】

以上のように、本発明によると、多段ポンプのポンプ効率の低下を防止することができ、また、多段ポンプの小型化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の第1の実施の形態における多段ポンプの断面図である。

【図2】同、多段ポンプの回転軸の軸心方向から見た吐出ケーシングの断面図であり、ディフューザが設けられている状態を示す。

【図3】同、多段ポンプの回転軸の軸心方向から見た吐出ケーシングの断面図であり、ディフューザが取り外された状態を示す。

【図4】図3における各断面を示す吐出ケーシングの断面図である。

【図5】図3における各断面を示す吐出ケーシングの断面図である。

【図6】図3における各断面を示す吐出ケーシングの断面図である。

【図7】同、多段ポンプの吐出流路が回転軸の軸心方向および径方向内向きへ増大する様子を示す断面図である。

【図8】(a)は図3の各位置V1～V16に対応する回転軸の軸心方向における吐出流路の寸法を示すグラフであり、(b)は図3の各位置V1～V16に対応する吐出流路の断面の径方向の外側から内側までの寸法を示すグラフである。

【図9】同、多段ポンプの吐出ケーシングの吐出口部分を含む断面図である。

【図10】本発明の第2の実施の形態における多段ポンプの断面図である。

【図11】本発明の第3の実施の形態における多段ポンプの吐出流路の各位置V1～V16に対応する吐出流路の流路断面積を示すグラフである。

【図12】従来の多段ポンプの断面図である。

【図13】図12におけるX-X矢視図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明における実施の形態を図面を参照しながら説明する。

(第1の実施の形態)

先ず、第1の実施の形態を図1～図9を参照しながら説明する。図1に示すように、1は一重胴輪切型の多段ポンプであり、ポンプケーシング2に吸込口3と吐出口4とが設け

10

20

30

40

50

られている。ポンプケーシング 2 の内部には、回転軸 5 により回転する複数の羽根車 6 a ～ 6 c が備えられている。ポンプケーシング 2 は、吸込口 3 を有する吸込ケーシング 7 と、吐出口 4 を有する吐出ケーシング 8 と、これら吸込ケーシング 7 と吐出ケーシング 8 との間に挟み込まれた複数の輪切型の中間ケーシング 9 a, 9 b とに分割されている。

【0025】

上記各ケーシング 7, 8, 9 a, 9 b は、固定手段 1 1 によって、回転軸 5 の軸心方向 A に締め付けられて固定されている。固定手段 1 1 は複数の固定ボルト 1 2 とナット 1 3 とを有している。各固定ボルト 1 2 は、両端に位置する吸込ケーシング 7 と吐出ケーシング 8 とに、軸心方向 A から挿通されている。また、各ナット 1 3 は固定ボルト 1 2 の両端部に螺合されており、これにより、吸込ケーシング 7 と吐出ケーシング 8 とが固定されている。

10

【0026】

回転軸 5 は、ポンプケーシング 2 に挿通されており、軸封部 1 4 においてパッキン等のシール材 1 5 でシールされている。羽根車 6 a ～ 6 c は、回転軸 5 に外嵌されて、各中間ケーシング 9 a, 9 b 内と吐出ケーシング 8 内とに収納されており、回転軸 5 と一体に回転する。各羽根車 6 a ～ 6 c は流出口 1 6 と流入口 1 7 とを有している。また、流出口 1 6 は流入口 1 7 よりも回転軸 5 の径方向の外側に位置している。

【0027】

吸込ケーシング 7 内には、水 1 8 (流体の一例) を吸込口 3 から初段の羽根車 6 a の流入口 1 7 へ導く吸込流路 1 9 が形成されている。吸込流路 1 9 は、水 1 8 を羽根車 6 a の流入口 1 7 に出来るだけ均一に流入させるように、回転軸 5 の外周を取り囲むように円環状に設けられている。

20

【0028】

各中間ケーシング 9 a, 9 b 内には、水 1 8 を各羽根車 6 a, 6 b の流出口 1 6 から次段の各羽根車 6 b, 6 c の流入口 1 7 へ導く中間流路 2 0 が形成されている。中間流路 2 0 は、各羽根車 6 a, 6 b の流出口 1 6 の外側に形成された円環状のディフューザ 2 1 a, 2 1 b を有している。

【0029】

図 2 に示すように、吐出ケーシング 8 内には、円環状の最終段のディフューザ 2 1 c (圧力回収部の一例) と吐出流路 2 2 とが形成されている。最終段のディフューザ 2 1 c は最終段の羽根車 6 c の流出口 1 6 の外側に形成されている。また、吐出流路 2 2 は、最終段のディフューザ 2 1 c を通過した水 1 8 を吐出口 4 に導く流路であり、回転軸 5 の軸心周りを旋回する方向に渦巻状に形成されている。

30

【0030】

図 3 ～ 図 7 に示すように、吐出流路 2 2 の吐出口 4 の側を下流側 2 2 a とし、吐出口 4 への流れ方向 2 3 に対する反対側を上流側 2 2 b とする。回転軸 5 の軸心 5 a を含む平面における吐出流路 2 2 の流路断面積は、上流側 2 2 b に比べて、下流側 2 2 a が回転軸 5 の軸心方向 A および径方向内向き B へ漸次増大する。尚、この際、軸心方向 A における吸込口 3 の側を前方とし、吐出口 4 の側を後方とすると、上記流路断面積は軸心方向 A の後方 (すなわち中間ケーシング 9 b から吐出ケーシング 8 への方向) に増大する。また、吐出流路 2 2 の下流側 2 2 a の位置は、上流側 2 2 b の位置に対し、軸心方向 A において重複することなく、後方へずれている。尚、図 4 (a) にて、吐出流路 2 2 の流路断面積が径方向外向きに増大しているように見えるが、これは吐出口 4 に続く連通路が表れているためである。

40

【0031】

図 8 のグラフ (a) の横軸は図 3 中の吐出流路 2 2 の周方向 D における位置 V 1 ～ V 1 6 を示し、各位置 V 1 ～ V 1 6 は周方向 D に角度 2 2. 5 ° ずつおきの位置を示したものである。また、グラフ (a) の縦軸は図 9 中の吐出流路 2 2 の流路断面の軸心方向 A における長さ寸法 C を示す。このグラフ (a) によると、吐出流路 2 2 の寸法 C の増大割合は、吐出流路 2 2 の始端位置 V 1 (始端部) を含む上流側の所定の領域 2 5 が隣接する下流

50

側の所定の領域 2 6 よりも大きくなるように設定されている。尚、増大割合はグラフ (a) の傾き $\alpha 1$, $\alpha 2$ に相当し、上流側の所定の領域 2 5 (上流側から略 180° の領域) の傾き $\alpha 1$ が下流側の所定の領域 2 6 の傾き $\alpha 2$ よりも大きくなるように設定されている。

【0032】

図 8 のグラフ (b) の横軸は図 3 中の吐出流路 2 2 の周方向 D における位置 V 1 ~ V 1 6 を示し、縦軸は図 9 中の吐出流路 2 2 の流路断面の径方向外側から内側までの長さ寸法 F を示す。また、グラフ (b) によると、吐出流路 2 2 の寸法 F の径方向内向き B への増大割合は、吐出流路 2 2 の始端位置 V 1 (始端部) を含む上流側の所定の領域 2 7 が隣接する下流側の第 1 領域 2 8 よりも小さくなるように設定されている。尚、増大割合はグラフ (b) の傾き $\beta 1 \sim \beta 3$ に相当し、始端位置 V 1 を含む上流側の所定の領域 2 7 の傾き $\beta 1$ が隣接する下流側の第 1 領域 2 8 の傾き $\beta 2$ よりも小さくなるように設定されている。また、上記下流側の第 1 領域 2 8 に隣接する最下流側の第 2 領域 2 9 の傾き $\beta 3$ は上流側の所定の領域 2 7 の傾き $\beta 1$ よりも小さくなるように設定されている。これは、吐出流路 2 2 の内側に設けられている部品、例えばバランスディスク等の部品が径方向内向き B の位置に配置されているので、第 2 領域 2 9 の傾き $\beta 3$ を大きく設定することができないためである。尚、上記のようなバランスディスク等の部品の制約が無ければ、傾き $\beta 3$ を傾き $\beta 2$ と同じ又は傾き $\beta 2$ より大きくすることも可能である。

【0033】

さらに、吐出流路 2 2 の上流側の領域において、軸心方向 A における吐出流路 2 2 の寸法 C の増大割合 (すなわち図 8 のグラフ (a) の傾き $\alpha 1$) は、吐出流路 2 2 の寸法 F の径方向内向き B への増大割合 (すなわち図 8 のグラフ (b) の傾き $\beta 1$) よりも大きい。

【0034】

図 9 に示すように、吐出流路 2 2 の外径 G 1 は始端部 (図 3 に示した上流側の始端位置 V 1) から吐出口 4 に連通する流路 (図 3 に示した下流側の位置 V 1 6) まで一定に保たれている。図 1 に示すように、吐出流路 2 2 の外径 G 1 と中間流路 2 0 の外径 G 2 とが実質的に同一寸法であり、吸込流路 1 9 の外径 G 3 は上記両外径 G 1, G 2 よりも小さい。尚、各固定ボルト 1 2 は上記各外径 G 1, G 2 よりも外側に位置している。

【0035】

以下、上記構成における作用を説明する。

図 1 に示すように、回転軸 5 の回転により各羽根車 6 a ~ 6 c が回転する。吸込口 3 からポンプケーシング 2 内に吸い込まれた水 1 8 は、吸込流路 1 9 を通り、初段の羽根車 6 a の流入口 1 7 から流入して流出口 1 6 から流出する。流出した水 1 8 は、初段のディフューザ 2 1 a を経て中間流路 2 0 を流れた後、次段の羽根車 6 b の流入口 1 7 から流入して流出口 1 6 から流出し、次段のディフューザ 2 1 b を経て中間流路 2 0 を流れる。このようにして順次昇圧された水 1 8 は、その後、最終段の羽根車 6 c の流入口 1 7 から流入して流出口 1 6 から流出し、最終段のディフューザ 2 1 c を経て、吐出流路 2 2 に流れ込み、吐出流路 2 2 を流れて吐出口 4 から吐出される。

【0036】

このように、水 1 8 は、各羽根車 6 a ~ 6 c によって順次昇圧された後、吐出口 4 から吐出される。この際、最終段のディフューザ 2 1 c から周方向に均一に吐出流路 2 2 へ流れ出る水 1 8 は、吐出流路 2 2 の上流側 2 2 b から下流側 2 2 a に向かって旋回すると共に流量を次第に増やしながら流れ、吐出口 4 から吐出される。これに対して、図 3 に示すように、吐出流路 2 2 の流路断面積は、吐出口 4 に向かう流れの下流側 2 2 a が上流側 2 2 b に比べて次第に増大している。

【0037】

したがって、吐出流路 2 2 の上流側 2 2 b の流量は下流側 2 2 a の流量よりも少ないが、この流量に対応して、吐出流路 2 2 の上流側 2 2 b の流路断面積が下流側 2 2 a の流路断面積よりも小さいため、吐出流路 2 2 の上流側 2 2 b における流速の大幅な低下は抑制される。このように流速の大幅な低下が抑制されることにより、吐出流路 2 2 の上流側 2

10

20

30

40

50

2 bに水18の淀み（水18の流れが滞った死水領域）が発生するのを防止することができる。これにより、水18が吐出流路22を上流側22bから下流側22aへ流れて吐出口4に至る際、吐出流路22の上流側22bにおいて水18の流れが大きく乱れてしまうのを抑制することができ、水18は吐出流路22の上流側22bから下流側22aにかけて流路断面全面にわたってほぼ均一に流れる。これにより、流れの乱れによるエネルギー損失が軽減され、ポンプ効率の低下を防止することができる。

【0038】

また、図7に示すように、渦巻形状をなす吐出流路22の流路断面積は、上流側22bから下流側22aになるほど、回転軸5の軸心方向Aおよび径方向内向きBに増大し、外周方向には増大しない。このため、吐出流路22が径方向外向きに拡大することはなく、ポンプケーシング2が径方向に大型化しない。したがって、吐出流路22を渦巻形状とすることによってポンプ効率を向上させても、ポンプケーシング2（吐出ケーシング8）を径方向において小型化することが可能である。

【0039】

また、水18が吐出流路22を流れて吐出口4に至る際、特に吐出流路22の上流側の領域27において、径方向外向きに流れる旋回流の影響が強く作用するため、水18は吐出流路22の径方向の内側に流れ難くなる傾向がある。これに対して、図8のグラフ（b）に示すように、吐出流路22の上流側の領域27が、この領域27に隣接する下流側の第1領域28に比べて、径方向内向きBへ急拡大せずに緩やかに拡大している。これにより、吐出流路22の上流側の領域27において、特に吐出流路22の径方向の内側寄りの水18の流れに剥離や乱れ或は淀みが発生するのを抑制することができ、ポンプ効率の低下をより一層防止することができる。

【0040】

さらに、図8のグラフ（a）の傾き $\alpha 1$ は図8のグラフ（b）の傾き $\beta 1$ よりも大きいため、吐出流路22の上流側の領域において、吐出流路22の径方向の内側寄りの水18の流れに剥離や乱れが発生するのをより一層抑制することができ、ポンプ効率の低下をさらに防止することができる。

【0041】

図1に示すように、中間ケーシング9a、9bを吸込ケーシング7と吐出ケーシング8との間に挟み込んで、吸込ケーシング7と吐出ケーシング8とに固定ボルト12を挿通し、ナット13を螺合することにより、各ケーシング7、8、9a、9bが固定されてポンプケーシング2が組立てられる。この際、吐出流路22の外径G1と中間流路20の外径G2とが実質的に同一寸法であるため、吐出ケーシング8が中間ケーシング9a、9bより径方向へ極端に大きくなることはなく、ポンプケーシング2を径方向に小型化することができる。

【0042】

尚、上記吐出流路22の外径G1と中間流路20の外径G2とが実質的に同一寸法であるとは、上記外径G1と外径G2とが完全に一致している場合に加えて、上記外径G1と外径G2とが僅かに異なっている場合も含んでいる。例えば、吐出流路22の外径G1が中間流路20の外径G2よりも僅かに大きいような場合でも、実質的に同一寸法であるとみなしてもよい。

【0043】

（第2の実施の形態）

また、第2の実施の形態では、図10に示すように、吐出流路22の外径G1と中間流路20の外径G2と吸込流路19の外径G3とが実質的に同一寸法である。

【0044】

（第3の実施の形態）

次に、第3の実施の形態を、図11のグラフを参照しながら説明する。

図11のグラフの横軸は図3中の吐出流路22の周方向Dにおける位置V1～V16を示し、縦軸は回転軸5の軸心5aを含む平面における吐出流路22の流路断面積を示す。

このグラフによると、吐出流路 2 2 の流路断面積は、上流側の始端位置 V 1 から下流側の位置 V 1 6 になるほど、所定の割合で直線的に漸次増大していく。すなわち、吐出流路 2 2 の周方向 D における位置 V 1 ～ V 1 6 と吐出流路 2 2 の流路断面積とは正比例の関係にあり、所定の割合とはグラフの傾き γ に相当する。

【0045】

これによると、吐出流路 2 2 の流路断面積は上流側から下流側になるほど直線的に漸次増大していくため、吐出流路 2 2 の流路断面積が非連続的に急拡大又は急縮小することはない。したがって、吐出流路 2 2 の流路断面積の変化に伴った流速の変化が生じないため、流体のエネルギー損失が減少し、ポンプ効率の低下をさらに防止することができる。

【0046】

尚、第 3 の実施の形態では、多段ポンプ 1 は、図 1 1 のグラフに示した吐出流路 2 2 の各位置 V 1 ～ V 1 6 と流路断面積との関係を維持していると共に、第 1 の実施の形態において図 8 (a) および図 8 (b) の各グラフに示した吐出流路 2 2 の各位置 V 1 ～ V 1 6 と各寸法 C, F との関係も維持している。しかしながら、図 1 1 のグラフに示した関係は維持しているが、図 8 (a) および図 8 (b) の各グラフに示した関係は維持していない多段ポンプ 1 であってもよい。

【0047】

上記各実施の形態では、多段ポンプ 1 に三個（複数個）の羽根車 6 a ～ 6 c を設けたが、三個に限定されるものではなく、二個又は四個以上設けてもよい。また、二個の中間ケーシング 9 a, 9 b を設けたが、羽根車の個数に応じて、中間ケーシングを一個又は三個以上設けてもよい。

【0048】

また、上記各実施の形態では、ポンプケーシング 2 を吸込ケーシング 7 と吐出ケーシング 8 と複数の輪切型の中間ケーシング 9 a, 9 b とに分割した輪切型多段ポンプ 1 で説明したが、回転軸 5 の軸心 5 a に平行な断面でポンプケーシング 2 を複数に分割した水平分割型の多段ポンプなど他の形式のものでもよい。

【0049】

上記各実施の形態では、図 3 に示すように、吐出流路 2 2 の下流側 2 2 a の位置が、上流側 2 2 b の位置に対し、軸心方向 A において重複することなく、後方へずれているが、上流側 2 2 b の位置に重複したものでもよい。

【0050】

上記各実施の形態では、吐出流路 2 2 の流路断面積が下流側 2 2 a ほど漸次増大しているが、上流側 2 2 b から下流側 2 2 a までの間の一部の間に、上記流路断面積が変化せずに一定に保たれる領域が形成されていてもよい。

【0051】

また、吐出流路 2 2 は略 360° の範囲にわたって形成されているが、360° より小さい範囲又は大きい範囲に形成してもよい。

また、図 8 に示した吐出流路 2 2 の流路断面の各寸法 C, F の増大割合や増大割合が変化する位置又は変化する回数は、直線的なグラフで示される関係のみに限定されるものではなく、曲線的なグラフで示される関係があるものでもよい。

【0052】

また、上記各実施の形態では、図 8 のグラフ (b) に示したように傾き $\beta 1$ を傾き $\beta 2$ よりも小さくしているが、反対に、傾き $\beta 2$ を傾き $\beta 1$ よりも小さくしてもよい。或は、傾き $\beta 2$ と傾き $\beta 3$ とを 0 にしてもよい。この場合、下流側の第 1 および第 2 領域 2 8, 2 9 において、吐出流路 2 2 の流路断面の寸法 F は、増大せず、一定値に保たれる。尚、ポンプ効率の低下を防止するためには、図 8 のグラフ (b) に示したように傾き $\beta 1$ を傾き $\beta 2$ よりも小さくすることが最も効果的である。

【0053】

上記各実施の形態では、多段ポンプ 1 について示したが、吐出流路 2 2 の流路断面積を軸心方向 A および径方向内向き B へ増大させることは、単段ポンプにおいても同様な効果

10

20

30

40

50

をもたらすことができる。

【0054】

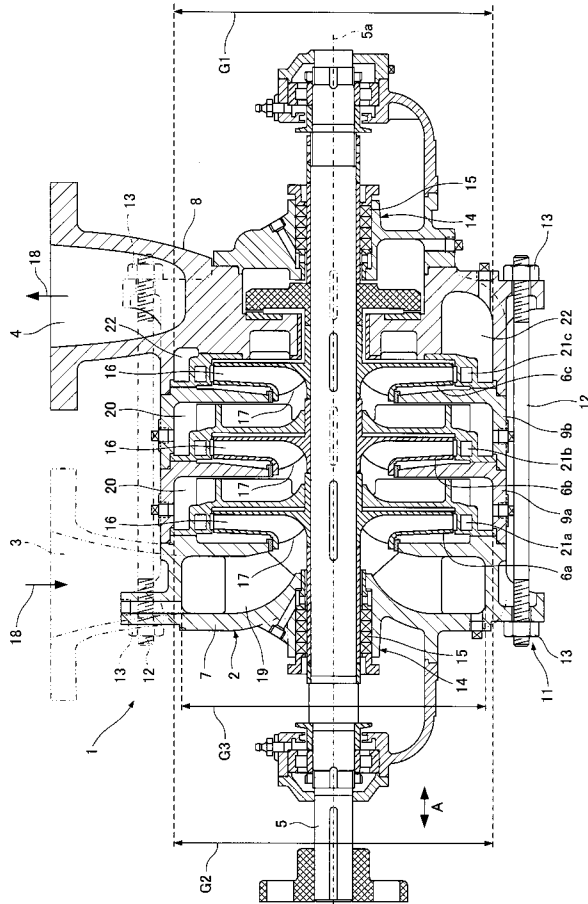
上記各実施の形態では、圧力回収部の一例としてディフューザ21a～21cを用いたが、ディフューザ21a～21cは羽根付き又は羽根無しでもよい。或は、圧力回収部の別の例として、一個又は複数個のポリュートを用いてもよい。

【符号の説明】

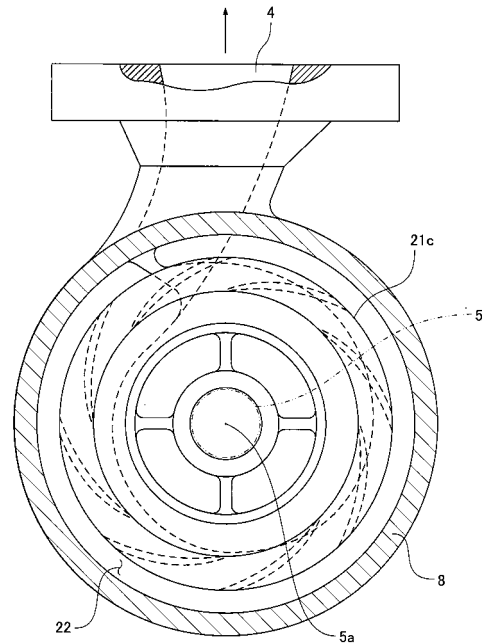
【0055】

1	多段ポンプ	
2	ポンプケーシング	
3	吸込口	10
4	吐出口	
5	回転軸	
5a	軸心	
6a～6c	羽根車	
7	吸込ケーシング	
8	吐出ケーシング	
9a, 9b	中間ケーシング	
11	固定手段	
16	流出口	
17	流入口	20
18	水（流体）	
19	吸込流路	
20	中間流路	
21a～21c	ディフューザ（圧力回収部）	
22	吐出流路	
22a	下流側	
22b	上流側	
25	吐出流路の上流側の所定の領域	
26	吐出流路の下流側の所定の領域	
27	吐出流路の上流側の所定の領域	30
28	吐出流路の下流側の第1領域	
A	回転軸の軸心方向	
B	径方向内向き	
G1, G2	外径	
$\alpha 1, \alpha 2, \beta 1, \beta 2$	傾き（増大割合）	
γ	所定の割合	

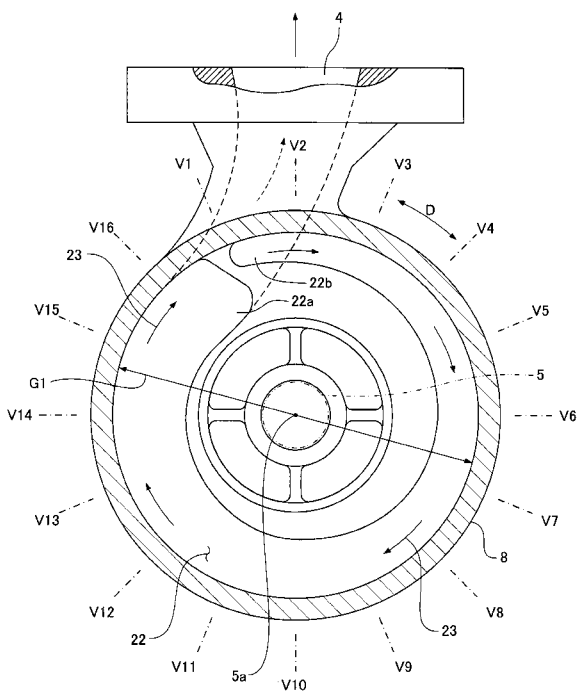
【図 1】



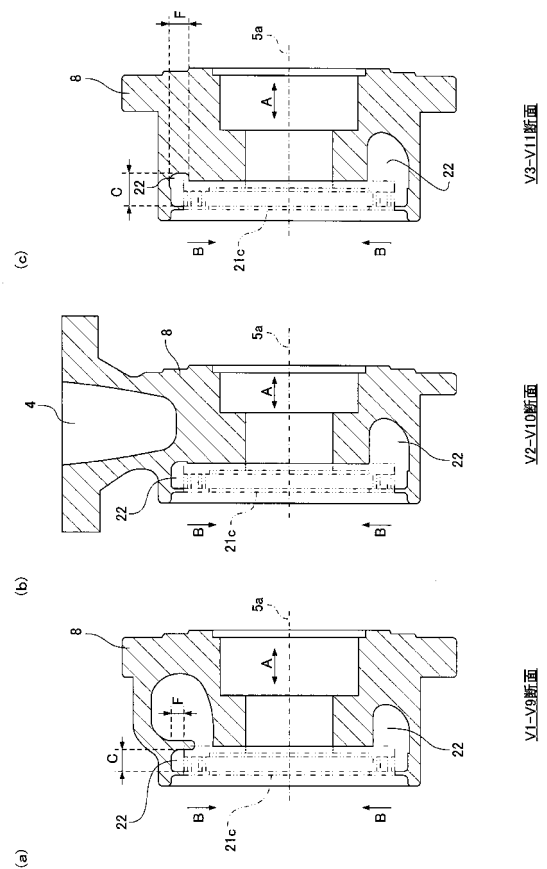
【図 2】



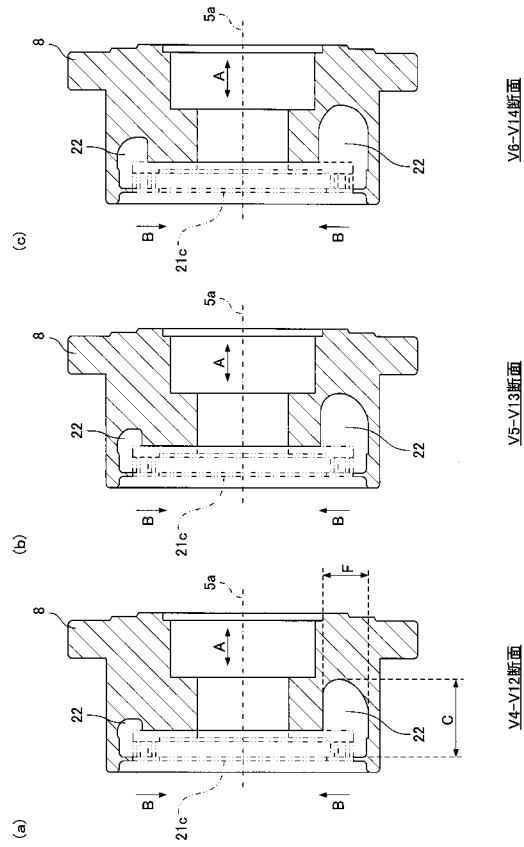
【図 3】



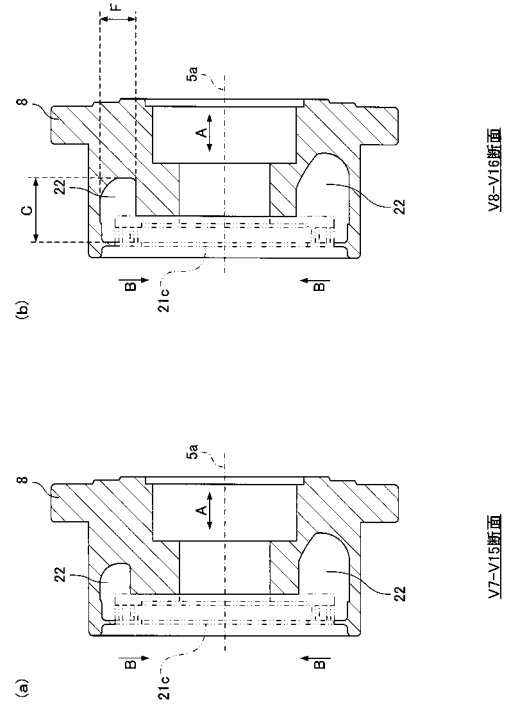
【図 4】



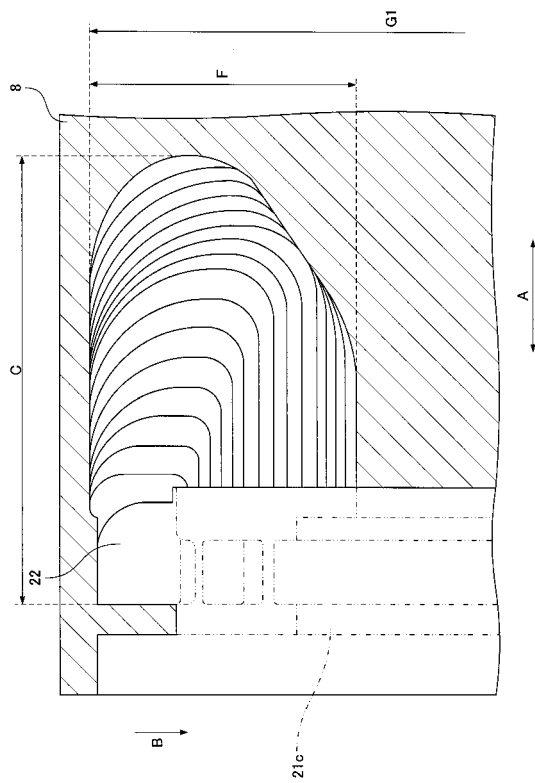
【図 5】



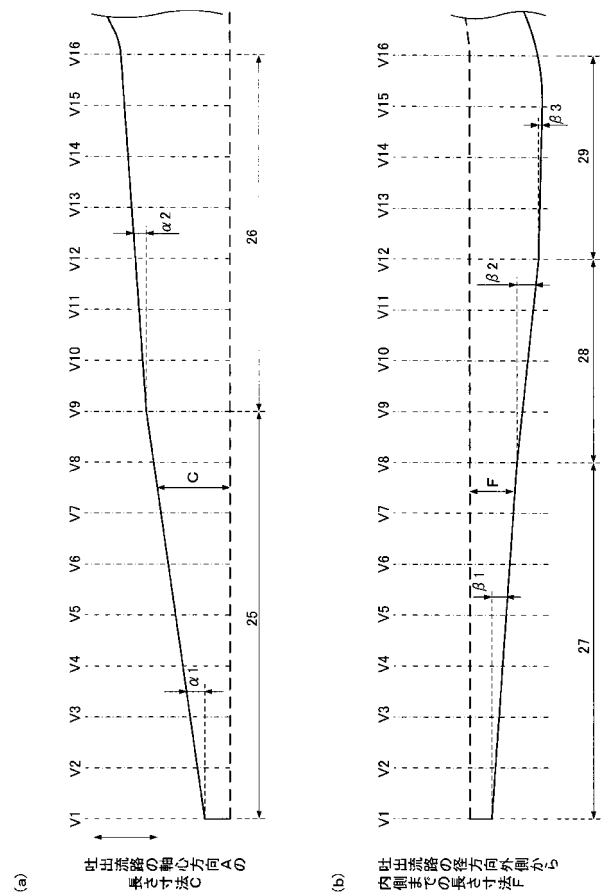
【図 6】



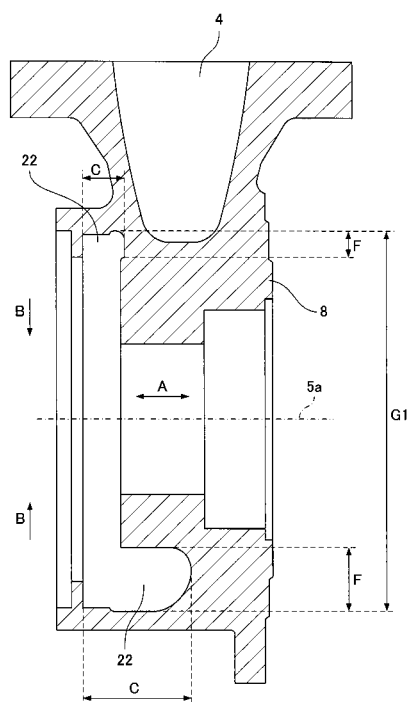
【図 7】



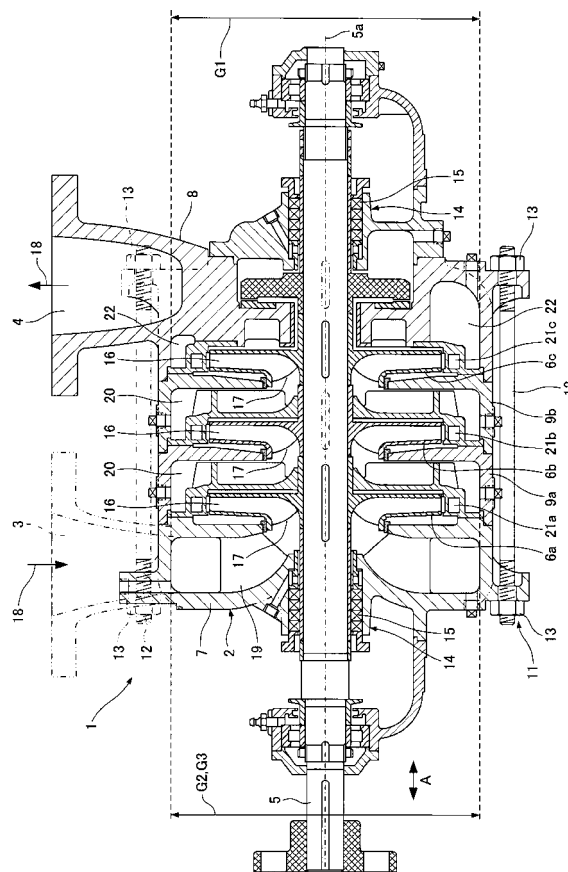
【図 8】



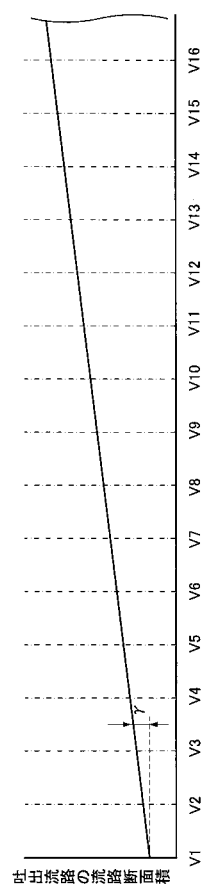
【 図 9 】



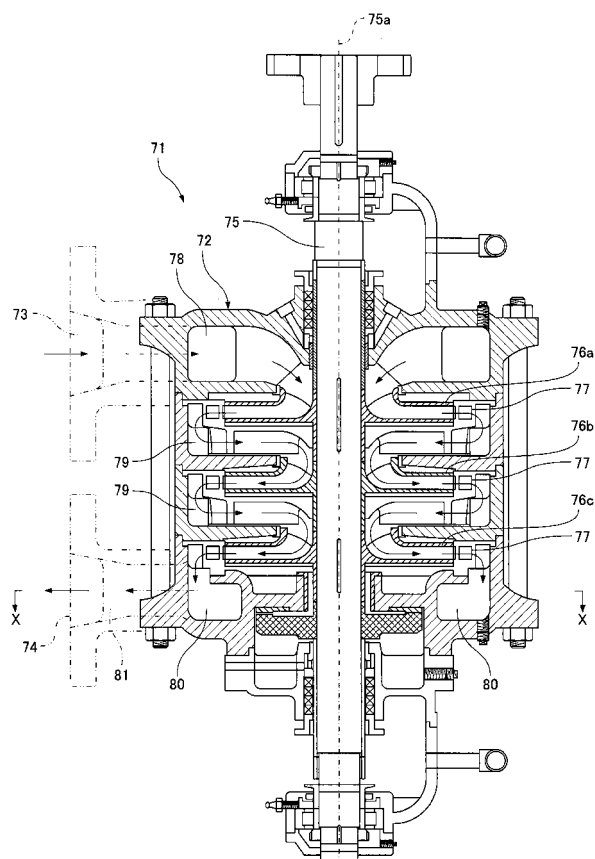
【 図 1 0 】



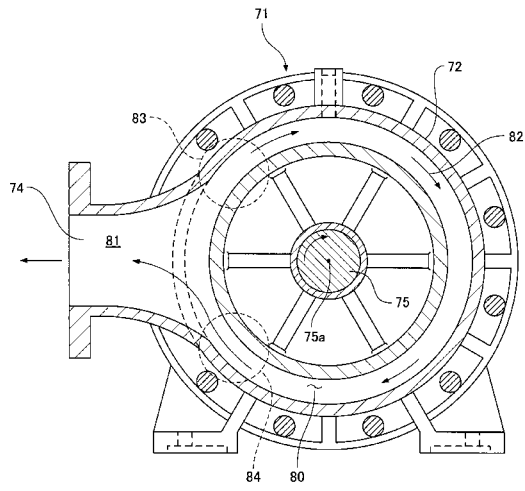
【 図 1 1 】



【図 1 2】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 中野 太輔

兵庫県尼崎市浜1丁目1番1号 株式会社クボタ本社阪神事務所内

Fターム(参考) 3H130 AA02 AA24 AB12 AB22 AB46 AB62 AB69 AC30 BA10A BA66A
BA68A BA97A CA07 CA21 DA02Z DB00Z DC03Z EA01A EA06A EA08A