

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7538869号
(P7538869)

(45)発行日 令和6年8月22日(2024.8.22)

(24)登録日 令和6年8月14日(2024.8.14)

(51)国際特許分類
F 03D 80/70 (2016.01)

F I
F 03D 80/70

請求項の数 13 (全15頁)

(21)出願番号	特願2022-542196(P2022-542196)	(73)特許権者	514130633 ヴェスタス ウィンド システムズ エー /エス デンマーク DK - 8200 アーハス
(86)(22)出願日	令和2年12月11日(2020.12.11)	(74)代理人	100094112 弁理士 岡部 譲
(65)公表番号	特表2023-510314(P2023-510314 A)	(74)代理人	100101498 弁理士 越智 隆夫
(43)公表日	令和5年3月13日(2023.3.13)	(74)代理人	100107401 弁理士 高橋 誠一郎
(86)国際出願番号	PCT/DK2020/050354	(74)代理人	100120064 弁理士 松井 孝夫
(87)国際公開番号	WO2021/139859	(74)代理人	100182257 弁理士 川内 英主
(87)国際公開日	令和3年7月15日(2021.7.15)		
審査請求日	令和5年9月26日(2023.9.26)		
(31)優先権主張番号	PA202070014		
(32)優先日	令和2年1月8日(2020.1.8)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	デンマーク(DK)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 風力タービンの主軸受ハウジング

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

風力タービンの主ロータシャフト(18)を支持するための主軸受ハウジング(22)であって、前記主軸受ハウジングは、第1の端部、第2の端部、及び前記第1の端部と前記第2の端部の中間のフロア領域(40)とを画定しており、前記主軸受ハウジングは、前記主軸受ハウジングの前記第1の端部に配置された第1の軸受装置(24)と、前記主軸受ハウジングの前記第2の端部に配置された第2の軸受装置(26)を備え、前記フロア領域(40)は、前記第1の軸受装置に配置された第1のオイルサンプ(42)と、前記第2の軸受装置に配置された第2のオイルサンプ(44)とを含み、前記第1のサンプと前記第2のサンプとの間にオーバーフロー容器(86)をさらに含み、前記オーバーフロー容器、前記第1のサンプ及び前記第2のサンプの各々が流体排出システム(90)に接続されている、主軸受ハウジング。

【請求項2】

前記流体排出システム(90)は、前記第1のサンプに接続された第1の排出通路(92)と、前記第2のサンプに接続された第2の排出通路(92)とを含み、前記第1の排出通路及び/又は前記第2の排出通路は、前記主軸受ハウジングによって画定される、請求項1に記載の主軸受ハウジング。

【請求項3】

前記第1の排出通路及び前記第2の排出通路のための1つ以上の排出出口(94)が、前記主軸受ハウジングによって画定される、請求項2に記載の主軸受ハウジング。

【請求項 4】

前記流体排出システムは、前記第1及び第2のオイルサンプの一方又は両方から流体を排出するように選択的に動作可能な排出制御バルブ(98)を含む、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の主軸受ハウジング。

【請求項 5】

前記制御バルブは、前記複数の排出出口のうちの1つとインターフェースするように前記主軸受ハウジングに直接結合される、請求項4に記載の主軸受ハウジング。

【請求項 6】

前記第1のサンプ及び/又は前記第2のサンプは、1つ以上のバッフルプレート(104)を含む、請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の主軸受ハウジング。

10

【請求項 7】

前記1つ以上のバッフルプレートのうちの少なくとも1つが前記主軸受ハウジングと一体化されている、請求項6に記載の主軸受ハウジング。

【請求項 8】

前記1つ以上のバッフルプレートのうちの少なくとも1つが、前記主軸受ハウジングに対して別個の構成要素として形成され、前記主軸受ハウジングに取り付けられる、請求項6又は7に記載の主軸受ハウジング。

【請求項 9】

前記第1及び/又は第2のサンプが、境界壁と、前記それぞれのオイルサンプから前記境界壁を通って潤滑流体が流出することを可能にするためのスピル通路(76)とを含み、前記スピル通路は、入口開口(78)とスピル出口開口(80)とを有し、前記入口開口は、前記スピル出口開口よりも低い位置にある、請求項1から請求項8のいずれか一項に記載の主軸受ハウジング。

20

【請求項 10】

前記入口開口が前記オイルサンプの床に隣接して設けられている、請求項9に記載の主軸受ハウジング。

【請求項 11】

前記スピル出口開口が前記境界壁の上方部分に設けられている、請求項9又は10に記載の主軸受ハウジング。

【請求項 12】

30

前記請求項1から請求項11のいずれか一項に記載の主軸受ハウジング(22)によって回転可能に支持された主シャフトと、

前記主シャフトに結合されたギアボックス(12)と、

潤滑流体のためのタンク(52)と、前記タンクから潤滑流体をくみ上げるための潤滑ポンプ(54)と、前記潤滑ポンプから前記主軸受ハウジング上の1つ以上の潤滑箇所と前記ギアボックス上の1つ以上の潤滑箇所とに潤滑流体を搬送するための流体供給ネットワーク(56)と、を含む潤滑システム(50)と、を備える風力タービン。

【請求項 13】

前記主軸受ハウジング上の前記潤滑箇所は、前記第1の軸受装置及び前記第2の軸受装置に潤滑流体を導く、請求項12に記載の風力タービン。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、風力タービンの主軸受ハウジングに関し、特にそのハウジングの潤滑態様に関する。

【背景技術】**【0002】**

規模の経済を活用するために、風力タービンのロータディスクの直径をより大きく設計し、エネルギー捕捉能力を高め、それによってエネルギー生産の平均コストを下げるという一般的な傾向がある。この原理は、石油やガスのような非再生可能エネルギーから風力

50

や太陽光のような再生可能エネルギーへと発電構成のバランスを変えるべく、世界の設備容量の年々增加に貢献している。

【0003】

しかしながら、風力タービンタワーはより高くなればならず、ブレードはより長く、より強くなればならず、ナセルはより大きく、より重くしなければならないため、風力タービンサイズの大型化は課題を伴う。ハブとロータブレードを担持し、ブレードによって発生した回転エネルギーを利用して発電機によって電気エネルギーに変換できるため、風力タービンの心臓部は主ロータシャフトであると考えることができる。そのため、主ロータシャフトとそれを支持する軸受装置は、発電時に発生する大きな力に耐えられるよう10に、非常に頑丈でなければならない。

【0004】

ある既知の構成では、主ロータシャフトは、ハブに近いシャフトの端部、すなわち「前部」又は「前方」端部を支持する前方軸受と、ハブから遠いシャフトの端部、すなわち「後部」又は「後方」端部を支持する後方軸受とを含む軸受装置を通って延在する。軸受は、主ロータシャフトがスムーズに回転し、軸荷重や曲げモーメントをベッドプレートやベースフレームに伝達することを確保するように機能する。この構成は、概して風力タービンのギアボックスを主ロータシャフトの軸方向への力及び曲げる力から切り離し、トルクのみがギアボックスに伝達されるようにするのに有効である。前方及び後方軸受の各々の効果的な潤滑を確保するため、典型的な既知の構成において、軸受は適切なグリース装置で供給される。

20

【0005】

このような背景から、本発明は考案された。

【発明の概要】

【0006】

第1の態様によれば、本発明の実施形態は、風力タービンの主ロータシャフトを支持する主軸受ハウジングを提供し、主軸受ハウジングは、第1の端部、第2の端部、及び第1及び第2の端部の中間のフロア領域を画定する。主軸受ハウジングは、主軸受ハウジングの第1の端部に配置された第1の軸受装置と、主軸受ハウジングの第2の端部に配置された第2の軸受装置とを含み、フロア領域は、第1の軸受装置に配置された第1のオイルサンプと、第2の軸受装置に配置された第2のサンプとを含む。

30

【0007】

本発明の利点は、主軸受ハウジングの軸受が、主ロータシャフトの前方及び後方軸受の各々に配置されたサンプを含む潤滑システムによって潤滑されることである。したがって、前方及び後方軸受は、適切な潤滑箇所でオイルが供給され、例えばギアボックス及び/又は発電機軸受のようなオイル潤滑を必要とする風力タービンの他の構成要素にオイルを供給する潤滑システムの一部である。したがって、主軸受ハウジングの前方及び後方軸受は、グリースベースのシステムのような別個の潤滑システムを必要としないため、ナセルの全体的な潤滑要件が簡素化される。

【0008】

第1及び第2のオイルサンプは軸受装置に設置されているので、軸受装置からのオイルは使用中に単にオイルサンプに収集され得る。オイルサンプ及び軸受装置は、使用時に、軸受装置がサンプ内の流体によって潤滑されるように構成及び配置されてもよい。これは、例えば潤滑ポンプの故障により軸受装置の周囲へのオイル供給ができないような状況において有利である。また、軸受装置の周囲に供給されるオイルに加えて、軸受装置の補助的な潤滑箇所としても有用である。

40

【0009】

主軸受ハウジングは、第1及び第2のサンプの間にオーバーフロー流域をさらに含むことができ、オーバーフロー流域、第1のサンプ及び第2のサンプは、それぞれ流体排出システムに接続される。流体排出システムは、第1のサンプに接続された第1の排出通路と、第2のサンプに接続された第2の排出通路とを含むことができ、第1の排出通路及び/

50

又は第2の排出通路は、主軸受ハウジングによって画定される。このような構成の利点は、オイル通路が主軸受ハウジングによって画定され、外部パイプ又はホースの別個のネットワークによって提供されないので、オイル通路が主軸受ハウジングと一体であることがある。「一体」という用語は、通路が、主軸受ハウジングの主鑄物に対する鑄込み形体であるドリル又はボアによって画定されることを意味する。この点において、第1の排出通路及び第2の排出通路のための一つ以上の出口ポートは、主軸受ハウジングによって画定されてもよい。したがって、出口は、追加ホース接続を必要とせず、主軸受ハウジングに直接取り付けられた適切なバルブワークに直接供給することができる。この目的のために、流体放出システムは、第1及び第2のオイルサンプの一方又は両方から流体を排出するように選択的に操作可能な排水制御バルブを含むことができる。制御バルブは、サンプのオイル内容物のより効果的な洗浄を提供するために定期的に操作されてもよい。排出通路はまた、コレクタ流域からの入力を含んでもよい。

【0010】

必要に応じて、オイルサンプは、使用中の風力タービンの作動中に発生し得るスロッシングによってサンプ内のオイルが気化するのを防止するのに役立つ1つ以上のバッフルプレートを含むことができる。複数のバッフルプレートのうちの少なくとも1つは、主軸受ハウジングと一体的に鋳造される構成要素であってもよい。いくつかのバッフルプレートは、主軸受ハウジング鋳造物に鋳造された機構であってもよい。或いは、複数のバッフルプレートのうちの少なくとも1つは、主軸受ハウジングに対して別個の構成要素として形成されるが、それに取り付けられてもよい。これにより、オイルサンプの構成方法に柔軟性がもたらされる。

【0011】

オイルサンプの一方又は両方は、それぞれのオイルサンプから流体が流出することを可能にするように構成されたオーバーフロー構成を含むことができる。オーバーフロー構成は、サンプのフロアパン又はその近くにあるスピル（流出）入口と、各スピル入口とサンプ側壁の上縁の間にあり各スピル入口から間隔を置いた位置にあるスピル（流出）出口とで構成されたスピル（流出）通路を含んでいてもよい。別の表現をすれば、スピル出口は、スピル入口の上方でかつサンプ側壁の上縁の下方の位置にある。当業者であれば、「上方」及び「下方」という用語は、サンプが使用時にその通常の向きにあるときを意味するものと理解するであろう。

【0012】

有利には、スピル通路はサンプの底に近い位置からオイルが送り込まれるので、サンプの底のデブリや沈殿物はオイルの流れに巻き込まれ、サンプの底にたまらないという傾向がある。したがって、潤滑システムは、デブリ及び沈殿物が潤滑システムの周りを循環するように促進されるので、より効果的にオイルを洗浄することができる。これは、サンプが満杯になるとオイルがサンプの側壁の上部を越えて単にオーバーフローする既知のサンプ設計とは対照的である。

【0013】

別の表現をすると、スピル出口は、スピル入口の上方でかつサンプ側壁の上縁の下方の位置にある。当業者であれば、「上方」及び「下方」という用語は、サンプが使用時にその通常の向きにあるときを意味するものと理解するであろう。

【0014】

スピル通路は、様々な形状をとることができる。一実施形態では、スピル通路は、サンプ側壁の一体化した部分であってもよい。例えば、スピル通路は、サンプ側壁の材料に画定されたチャネル又は穿孔であってもよい。これは、このような機能をサンプに統合する特に便利な方法であり得る。

【0015】

一実施形態では、スピル通路は柱状のタワー状構造によって画定されてもよい。タワー状構造は、サンプ側壁と一体であってもよく、又はサンプ側壁から分離されていてもよい。单一のタワー状構造として、スピル通路はサンプからの单一の流出点を提供し、これは

サンプからのオイルのより速い流出フローを促進し、オイルの流れにおいてより大きな粒子を巻き込むのにより効果的であり得る。複数のスピル通路をそれぞれのタワー状構造として設けてもよい。

【0016】

別の実施形態では、スピル通路は、スピル壁とサンプ側壁との間に延在する横方向に細長いチャネルを含むことができる。したがって、スピル通路はサンプの幅を横切って延在してもよい。このような実施形態は、サンプフロアパンの様々な領域に粒子が滞留する可能性を低減することができることが想定される。

【0017】

サンプは排出通路を含むことができる。排出通路は、スピル通路と別個としてもよく、又はスピル通路と組み合わされてもよい。一実施形態では、排出通路はスピル通路に接続され、そこから離れて延在する。排出通路は、主軸受ハウジングが一部を形成する潤滑システムのオイルタンクにフィードバックする戻り通路に接続されてもよい。

【0018】

本発明の第1の態様の好ましい及び／又は任意の特徴は、本発明の他の態様と組み合わせることができることが理解されよう。様々な態様における本発明は、独立請求項において定義され、有利な特徴は、従属請求項において定義される。

【0019】

ここで、本発明の上記及び他の態様を、以下、図面を参照して、一例としてのみ説明する。

【0020】

異なる図面において同一又は類似する特徴は、同様の参照符号で示されることに留意されたい。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の実施形態を組み込むことができる風力タービンの図。

【図2】図1の風力タービンの概略システム平面図。

【図3】図1及び図2の風力タービンの主軸受ハウジングの斜視図。

【図4】本発明の実施形態を示す図3の主軸受ハウジングを通る概略断面図。

【図5】図4の主軸受ハウジングに潤滑流体を供給する潤滑システムの概略図

【図6】図4の主軸受ハウジングのフロア領域を示す平面図。

【図7】オイルサンプの代替実施形態の斜視図。

【図8】オイルサンプの代替実施形態の側面図。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1を参照すると、風力タービン2は、それ自体が土台8に取り付けられたほぼ垂直なタワー6に支持されたナセル4を含む。土台8は、陸上にあってもよく、全般的に又は部分的に水中にあってもよい。ナセル4は、多数の機能的構成要素を収容し、そのうちのいくつかは、例として図2に概略的に示されている。このような構成は、当業者には周知である。

【0023】

ここで、ナセル4は、少なくとも部分的に、主ロータ装置10、ギアボックス12及び発電機14を収容するものとして示されている。簡潔さのために、いくつかの典型的な構成要素、例えば、電力変換器及びヨードライブは、この議論の中心ではないので、図2から省略されている。しかしながら、このような構成要素の存在は暗黙の了解であり、このような構成要素は当業者には十分に理解されるであろう。

【0024】

主ロータ装置10は、主ロータシャフト18に結合されたハブ16を含み、このハブは、主軸受ハウジング22内に収容されている主軸受装置20によって回転可能に支持されている。この実施形態では、主軸受装置20は、前方軸受装置24及び後方軸受装置26

10

20

30

40

50

を含む。ハブ16は複数のロータブレード27に接続されるが、HAWT（水平軸風力タービン）では3つのブレードが典型的である。ブレード27は風によって作用され、したがって、ハブ16によってトルクが主ロータシャフト18に加えられ、それによって主軸受ハウジング22内で回転させられる。前部および後部の軸受装置は、今後この議論において単に「軸受」と呼ばれ得る。

【0025】

主ロータシャフト18の入力部または「前方」部分は、ハブ接続フランジ18aを備え、これにより、主ロータシャフト18がハブ16に接続され、ハブ16によって駆動される。ここで、フランジ18aは、ハブ16に関連する更なるフランジ29に接続されているように示されており、2つのフランジがハブ16と主ロータシャフト18との間の結合を形成するようになっている。従って、フランジ18aは、主ロータシャフト18のハブ連結端にあると考えることができる。

【0026】

シャフト18の出力部18bは、ギアボックス12に入力駆動を与える。ギアボックス12は、内部ギア（不図示）を介して主ロータシャフト18の回転速度を上昇させ、高速ギアボックス出力シャフト28を駆動する。そして、高速出力シャフト28は発電機14を駆動し、これにより高速出力シャフト28の回転を電力に変換する。それから、発電機14によって生成された電気エネルギーは、例えばグリッド、又は実際に任意の電気消費者に供給される前に、必要に応じて他の構成要素（不図示）によって変換され得る。

【0027】

この時点で、この実施形態では、前方及び後方位置において主ロータシャフト18に支持を提供する2つの支持軸受24、26が示されているが、後方軸受が省略され、代わりに、主ロータシャフト18への後方支持が、例えばギアボックス12によって提供され得る配置もまた知られていることに留意されたい。

【0028】

主軸受ハウジング22は、ベッドプレートとしても知られるベースフレーム30に支持されている。ここでは図示していないが、ベースフレーム30は、風力タービンタワー6の上方部分でヨードライブに結合されて、ベースフレーム30、ひいてはナセル4全体をタワー6に対してヨー駆動させ、ハブ16の方向を風向きに対して調整できるようにしてもよい。

【0029】

ベースフレーム30は、典型的には、例えば鉄／鋼の鋳造部品であり、主シャフト負荷をシャフト18から、軸受24、26、主軸受ハウジング22、及びベースフレーム30を経て、風力タービンタワー6に伝達する機能を有する。

【0030】

図3、図4及び図6は、関連する構成要素の構成をより良く理解するために、主軸受ハウジング22及び主ロータシャフト18のより実用的な例を示す。主軸受ハウジング22の全体的な形状及び構成は、説明のためのものであり、添付の特許請求の範囲によって画定される本発明を限定することを意図するものではないことに留意されたい。

【0031】

最初に図3及び図4を参照すると、主ロータシャフト18は、その長さに沿ってテーパが付けられ、シャフト18の前方端32において比較的大きな円周を提供し、シャフト18の後方端（不図示）において比較的小さな円周を提供する。なお、主ロータシャフト18にテーパを付けることは必須ではないことに留意されたい。

【0032】

前方及び後方軸受24、26は、主ロータシャフト18と主軸受ハウジング22との間に、シャフト18の長さに沿って前方及び後方の位置にそれぞれ位置している。したがって、前方及び後方軸受24、26は、シャフト18と主軸受ハウジング22との間にクラシップ又は挟まれ、風力タービンの運転中に、シャフト18が主軸受ハウジング22に対して、主ロータシャフト18の中心を通って延在するロータ軸Rの周りを自由に回転するこ

10

20

30

40

50

とを可能にする。

【 0 0 3 3 】

前方及び後方軸受 2 4、2 6 の正確な形状及び構成は、本発明にとって重要ではない。概略図に示すように、軸受は、便宜上、滑り転がり軸受として示す。しかしながら、このような用途では、シャフト 1 8 の軸方向スラスト力をより効果的に対処するために、軸受は、円錐転がり軸受及び／又は円錐テーパ軸受として構成される可能性が高い。

【 0 0 3 4 】

引き続き図 4において、主軸受ハウジング 2 2 は、主軸受ハウジング 2 2 の前方端と後方端との間に延在し、前方軸受 2 4 及び後方軸受 2 6 の潤滑に関する様々な機能的特徴、構造、及び形成を含む領域 4 0 を含むことが理解されよう。より具体的には、第 1 のオイルサンプ 4 2 が前方軸受 2 4 に配置され、第 2 のオイルサンプ 4 4 が後方軸受 2 6 に配置される。2つのサンプ 4 2、4 4 は、前方及び後方軸受装置軸受装置 2 4、2 6 で注入、送達、又はその他の方法で提供される潤滑オイルが、重力の影響を受けてそれぞれのオイルサンプに堆積し、サンプ内のオイルが軸受の下端を潤滑できるように配置され、構成される。

10

【 0 0 3 5 】

主シャフト軸受のための既知の潤滑アプローチとは対照的に、図示の実施形態では、主軸受ハウジング 2 2 は、当該技術分野で一般的なグリースベースのアプローチではなく、流体ベースの潤滑システム 5 0 の一部を形成することが理解されよう。潤滑システム 5 0 は、本発明の更なる背景を提供するために、図 5 に概略的に示されている。

20

【 0 0 3 6 】

図示のように、潤滑システム 5 0 は、タンク 5 2 から潤滑流体が供給される一連の潤滑サブシステムを含む。様々なタイプの潤滑流体を使用することができるが、簡明さのために、循環潤滑に使用することができる液体形態の潤滑流体、すなわち適切なリザーバ又はタンクに貯蔵され、そこからシステムの周囲で様々な消費者ユニットに繰り返しポンプ搬送されるものを指すものとして、これからは一般用語「オイル」を使用することとする。

【 0 0 3 7 】

潤滑流体は、潤滑ポンプ 5 4 によってタンク 5 2 から引き出され、適切な流体供給ネットワーク 5 6 に沿って潤滑剤消費サブシステムに導かれ、この潤滑剤消費サブシステムは、概観的には、主軸受ハウジング 2 2、ギアボックス 1 2 及び発電機 1 4 である。流体戻りネットワーク 5 7 は、主軸受ハウジング 2 2、ギアボックス 1 2 及び発電機 1 4 の各々からの流体をタンク 5 2 に戻し、そこでポンプ 5 4 によって流体供給ネットワーク 5 6 に再循環させることができる。

30

【 0 0 3 8 】

ここで流体供給ネットワーク 5 6 に示されているのは、フィルタユニット 5 8 及びオイルヒータ 6 0 であり、これらは、様々な環境条件で使用され得るオイルベースの潤滑システムにおける通常の構成要素である。この点において注意すべきは、潤滑システム 5 0 は、図 5 に簡略化された形で示されており、したがって、明快さのために、逆止弁、タッピングポイント、圧力ゲージなどの様々な一般的な構成要素が省略されていることである。

40

【 0 0 3 9 】

流体供給ネットワーク 5 6 は、主軸受ハウジング 2 2、ギアボックス 1 2 及び発電機 1 4 に潤滑オイルを供給する供給ライン 6 2 を含む。ここで 6 2 a 及び 6 2 b と表示されている2つの供給ラインは、主軸受ハウジング 2 2 に潤滑オイルを供給する。

【 0 0 4 0 】

より具体的には、第 1 の供給ライン 6 2 a は、前方軸受 2 4 に潤滑流体を供給し、第 2 の供給ライン 6 2 b は、後方軸受 2 6 に潤滑流体を供給する。ここには示されていないが、2つの供給ライン 6 2 a 及び 6 2 b は、最適なオイル供給のために、軸受装置の周りに適切に間隔をあけて配置され得る1つ以上の供給ノズルに潤滑オイルを供給し得ることが理解されよう。供給ライン 6 2 a 及び 6 2 b は、軸受装置 2 4、2 6 のそれぞれの上端に向けられたものとして図 4 にも示されている。

50

【0041】

ノズルを介して前方及び後方軸受装置 24、26 に噴射されたオイルは、潤滑のために使用され、その後、各オイルサンプ 42、44 に流れ込み、そこから流体戻りネットワーク 57 に流れ込む。オイルサンプの更なる詳細は、以下の説明でより詳細に説明する。

【0042】

ここで、上記の構成に関連する重要な利点は、主軸受ハウジング 22 がギアボックス 12 及び発電機 14 と共に流体潤滑システム 50 に含まれることであることが理解されよう。これは、典型的にはギアボックス 12 及び任意に発電機 14 がポンプ式システムによって潤滑オイルで潤滑され、主軸受ハウジング 22 が典型的には別の媒体、通常はグリースで潤滑される公知のシステムの場合とは異なる。したがって、これは、風力タービンのパワートレイン構成要素を潤滑するための既知のアプローチに対する簡易化を表す。

10

【0043】

ここでは、前方及び後方軸受装置 24、26 に最適な潤滑を提供するように機能する主軸受ハウジング 22 のより具体的な特徴に焦点を当てる。

【0044】

再び図 4 を参照すると、主軸受ハウジング 22 のフロア領域 40 は、第 1 の軸受装置（第 1 の端部）24 に位置する第 1 のオイルサンプ 42 と、第 2 の軸受装置（第 2 の端部）26 に位置する第 2 のオイルサンプ 44 とを含むことが上記において述べられている。オイルサンプ 42、44 の各々は、軸受装置 24、26 の底部が少なくとも部分的に潤滑オイルに浸されるか又は沈められるような深さで潤滑オイルのためのリザーバを提供するように構成され、配置される。これは、図 4 に示されており、第 1 のオイルサンプ 42 及び第 2 のオイルサンプ 44 の各々におけるオイルレベル（それぞれ L1 及び L2）が、軸受 24、26 のローラ要素と一致するように示されている。また、図 6 の平面図にも示されており、この図では、2 つのサンプ内のオイルレベルがそれぞれの軸受に溢れ出していることがわかる。ここでは、2 つのオイルサンプは、共通の機構を有する場合、簡潔さのためにまとめて言及する。同様に、両方のオイルサンプに共通の機構は、同じ参照符号を使用する。

20

【0045】

各オイルサンプ 42、44 は、「境界」又は「側壁」63 によって囲まれたフロアパン 61 を含むと考えることができる。側壁の正確な構成は、主軸受ハウジング 22 のフロア領域 40 の形状及び構成に応じて変化し得る。例えば、主軸受ハウジング 22 の円筒形状のためにフロア領域 40 が実質的な曲率を有する場合、オイルサンプは、側壁が主軸受ハウジング 22 自体の内面によって部分的に画定されるように主軸受ハウジング 22 のフロア領域 40 に鋳造される機構であってもよい。別の可能性としては、フロア領域 40 が比較的平坦であるため、オイルサンプ 42、44 は、フロア領域 40 上に配置され、固定される別個の構成要素であってもよい。したがって、そのような状況では、オイルサンプ 42、44 は、その中に潤滑オイルを収容するためにオイルサンプの境界壁を共に画定する 1 つ以上の壁部分によって囲まれるフロアパン 61 又は基部を有する箱形の構成要素であり得る。

30

【0046】

図 4 及び図 6 の図示された実施形態では、オイルサンプ 42、44 は、部分的にフロア領域 40 の横方向に湾曲した表面によって画定され、部分的に端壁によって画定されることに留意されたい。したがって、各オイルサンプ 42、44 の側壁 63 は、軸方向内側端壁部 64 と軸方向外側端壁部 66 とによって部分的に画定される。軸方向内側端壁部 64 が主軸受ハウジング 22 のフロア領域 40 の中心に向けて位置するのに対し、外側端壁部 66 はそれぞれの軸受装置 24、26 の後方に位置する。

40

【0047】

図 4 に示されるように、通常の動作中、オイルサンプ 42、44 内のオイルのレベルは、それぞれの軸受装置の一部がオイルに浸されるような動作中の深さに達する。しかしながら、潤滑オイルを潤滑システムの周りで再循環させるために、主軸受ハウジング 22 は

50

オーバーフロー装置 7 4 を含む。より詳細に説明するように、オーバーフロー装置 7 4 は、サンプ 4 2、4 4 のフロアパン 7 0 又はその近傍にあるスピル（流出）入口開口（以下「スピル入口」）7 8 と、スピル入口 7 8 と内側側壁部の上縁 8 2 との間の位置にあるスピル（流出）出口開口（以下「スピル出口」）8 0 とで構成されるスピル（流出）通路 7 6 を備える。したがって、スピル出口 8 0 は、主軸受ハウジング 2 2 の通常の配向を基準にしてスピル入口 7 8 の上方にあるが、側壁部 8 2 の上方範囲の一般的なレベルよりも下方にある。通常の配向は、図 4 に示す参照符号 D によって示されるように、サンプの深さ方向に対して考慮することも可能である。ここで、寸法「D」は、重力方向、すなわち地球の中心に向かって下向きに作用する方向と一致する垂直矢印によって示される。したがって、スピル出口 8 0 は、深さ方向で考えた場合スピル入口 7 8 の上方に位置し、また、スピル出口 8 0 は、この同じ基準フレームで考えた場合サンプ側壁部 8 2 の下方に位置する。スピル出口 8 0 がサンプ側壁 8 2 及びスピル入口 7 8 との「間」にありかつ離間しているという言及もまた、同じ基準方向に沿っていると解釈されるべきである。サンプ 4 2、4 4 が側壁をオーバーフローする前にスピル出口 8 0 から流出するので、スピル出口 8 0 とサンプ側壁部 8 2 との間の比較的小さい間隔は十分であると想定される。1 cm の高低差は許容できると考えられるが、より大きな高低差、例えば、5 cm ~ 10 cm の高低差によって、より高い流量を達成することができる。なお、サンプ 4 2、4 4 は、水平な基準に対して傾斜するように、使用時に取り付けられ得ることに注意が必要である。そのような状況では、サンプ自体を基準にして考えた場合、スピル出口 8 0 とサンプ側壁部 8 2 とが同じ高さにあるとしても、サンプの傾斜は、重力方向で考えた場合、スピル出口 8 0 とサンプ側壁部 8 2 とが実際には異なる垂直高さにあることを意味する。このようにサンプが傾斜していると、サンプ内のオイルの表面は真の水平となり、サンプ側壁部 8 2 をオーバーフローする前にまずスピル出口 8 0 から流出する。

【 0 0 4 8 】

この構成の利点は、小さな金属片などのデブリや粒子が典型的に集まるオイルサンプ 4 2、4 4 の底部から潤滑オイルが流出することである。したがって、サンプ 4 2、4 4 からスピル入口 7 8 を通ってスピル通路 7 6 へのオイルの流れは、そこにデブリを巻き込む傾向があり、サンプ 4 2、4 4 の洗浄機構として機能する。

【 0 0 4 9 】

オーバーフロー装置 7 4 は、異なる方法で構成することができる。1 つの実施形態は、図 4 及び図 6 に示されており、一方、代替案は、図 7 及び図 8 に描かれている。

【 0 0 5 0 】

図 4 及び図 6 の実施形態に留まり、この図示された実施形態では、内側側壁部 6 4 は、主軸受ハウジング 2 2 と共に共通の鋳造部品であり、スピル通路 7 6 は内側側壁部 6 4 の一体部分であることに留意されたい。より詳細には、図 6 から、スピル通路は、主軸受ハウジング 2 2 のフロア領域 4 0 から上方に延在するタワー状構造 8 4 によって画定されることが分かる。

【 0 0 5 1 】

この実施形態では、タワー状構造 8 4 は、図 6 に明確に見られるように、内側側壁部 6 4 の横方向範囲に沿ったほぼ中間位置に配置される。これは体裁がよく単純な解決策であるが、他の構成が可能であることが理解されよう。例えば、タワー状構造 8 4 は、内側側壁部 6 4 の左側又は右側により多く配置されてもよい。別の選択肢は、関連するスピル通路を有する複数のタワー状構造が提供され得るということである。別の選択肢は、関連するスピル通路を有する单一のタワー状構造が、複数のスピル入口によって供給され得ることである。

【 0 0 5 2 】

図 4 のはめ込みパネルによって分かるように、サンプ 4 2、4 4 の底部又はフロアパン 7 0 からの潤滑オイルは、サンプ 4 2、4 4 内のその上の潤滑オイルの圧力により、スピル入口 7 8 に流入し、スピル通路 7 6 を通って上昇する。ノズルによる軸受装置への噴射に続いて、サンプ 4 2、4 4 が潤滑オイルで満たされると、スピル通路 7 6 内のオイルの

10

20

30

40

50

高さは、オイルがスピンル出口 8 0 を通って外に出るような点まで上昇する。スピンル出口 8 0 が内側側壁部 6 4 よりも低い位置にあるので、スピンル通路 7 6 のオイルはスピンル出口 8 0 を出て、サンプ 4 2、4 4 から出ていく。

【 0 0 5 3 】

オイルは、サンプ 4 2、4 4 から流出して、2つのサンプの間に位置するオーバーフロー又は収集容器 8 6 に流入する。この実施形態では、収集容器 8 6 は、主軸受ハウジング 2 2 のフロア領域 4 0 の一部である。

【 0 0 5 4 】

主軸受ハウジング 2 2 はまた、サンプ 4 2、4 4 及び溜めます 8 6 から潤滑オイルを排出するように構成された流体排出システム 9 0 を含む。

10

【 0 0 5 5 】

図示された実施形態では、説明されるように、排出システム 9 0 は、鋳造物の一部であるという意味で主軸受ハウジング 2 2 の構造と一体である流体通路のネットワークを含む。これは、主軸受ハウジング 2 2 を潤滑システム 5 0 に接続するのに必要なホース接続の数を減らすので、排出システム 9 0 を形成するのに特に便利な方法である。しかしながら、通路の1つ以上は、主軸受ハウジング 2 2 の外部にあるパイプ又はホースとして具現化することもできる。

【 0 0 5 6 】

排出システム 9 0 の機能は、溜めます 8 6 に不变的に開放された排水を提供し、また、2つのサンプ 4 2、4 4 のそれぞれに選択的な排出機能を提供することである。したがって、このようにして、サンプ 4 2、4 4 の内容物を時々ページして、サンプ内の潤滑オイルをタンク 5 2 及びフィルタ 5 8 に再循環させることができる。

20

【 0 0 5 7 】

この目的のために、2つのサンプ 4 2、4 4 の各々は、それぞれのサンプを排出システム 9 0 に連結する第1の排出通路 9 2 を含む。図示の実施形態では、第1の排出通路 9 2 は、スピンル通路 7 6 の延長であるため、スピンル入口 7 8 から送り込まれる。見てわかるように、第1の排出通路 9 2 は、スピンル通路 7 6 から下方に延在し、主軸受ハウジング 2 2 の下側に画定されたそれぞれの排出出口 9 4 で終端している。

【 0 0 5 8 】

各サンプ 4 2、4 4 には、第1の排出通路 9 2 に加えて第2の排出通路 9 6 が設けられている。第2の排出通路 9 6 は、各サンプ 4 2、4 4 の軸方向外側端壁部 6 6 から溢れたオイルを回収し、第1の排出通路 9 2 にフィードバックするように構成されている。したがって、各第2の排出通路 9 6 は、それぞれのスピンル出口 9 4 に接続されている。図示の実施形態では、第2の排出通路 9 6 は、第1の排出通路 9 2 への接続又は結合部 9 7 を介して各排出出口 9 4 に接続されていることに留意されたい。さらなる通路 9 9 が接続部 9 7 から排出出口 9 4 まで延在している。

30

【 0 0 5 9 】

排出出口 9 4 は排出制御バルブ 9 8 に接続されている。制御バルブ 9 8 は、排出出口 9 4 のいずれか一方又は両方を選択的に開閉するように構成されている。制御バルブ 9 8 の出口から、流体戻りネットワーク 5 7 に排出される。したがって、制御バルブ 9 8 は、各サンプ 4 2、4 4 からそれぞれのドレイン出口を通じて流体戻りネットワーク 5 7 への潤滑オイルの流れを制御する。

40

【 0 0 6 0 】

図示の実施形態では、収集容器 8 6 はまた、それぞれの排出通路 1 0 0 を含むことに留意されたい。ここで、収集容器の排出通路 1 0 0 は、収集容器 8 6 から下方に延在してコネクタ 1 0 2 で終端する主軸受ハウジング 2 2 内の一体型通路又は穿孔として具現化されている。コネクタ 1 0 2 は、流体戻りシステム 5 7 へのインターフェースを提供する。したがって、本実施形態では、収集容器 8 6 からのオイル排出経路をバルブで制御していない。必要に応じて、収集容器の排出通路 1 0 0 をバルブ制御することができる。

【 0 0 6 1 】

50

本実施形態では、制御バルブ 9 8 は単一の三方弁である。同じ機能を別個の二方弁によって実現することも想定されるが、そのような弁は 2 つの弁を同等に使用するよりもはるかにコンパクトになる傾向があるので、単一の弁は特に有益である。また、単一の三方弁は、単一の流体制御機構、主軸受ハウジングとの単一の流体接続、及び制御入力目的のための単一の電子接続を有するだけである。したがって、単一の三方弁は、各排出通路からの流れを制御するために個々の弁を使用するよりもはるかにコスト効率がよい。通常の運転モードでは、制御バルブ 9 8 は、サンプ 4 2、4 4 が所定の深さまでオイルで満たされるように、サンプ 4 2、4 4 と流体戻りネットワーク 5 7 との間の連通を閉じることが想定される。その後定期的に、制御バルブ 9 8 は、サンプ 4 2、4 4 のそれぞれからオイルを排出するために操作される。サンプからの排出は、一度に 1 つのサンプに実施することも、両方のサンプに同時に実施することもできる。制御バルブ 9 8 に対する制御は、潤滑システムの他の構成要素を制御するのと同じコンピュータ制御システムによって達成されることが想定される。これは、他の風力タービンサブシステム用の主制御システムとは別の制御システムであってもよく、その主制御システムに統合してもよい。

【 0 0 6 2 】

さらなる任意の強化として、サンプ 4 2、4 4 はバッフルプレート 1 0 4 を含むことができる。図示された実施形態に示されるように、バッフルプレート 1 0 4 は、各サンプ 4 2、4 4 に配置され、サンプの容積を区画に分割するようにフロアパン 7 0 から垂直に延在している。このようにして、バッフルプレート 1 0 4 は、運転中の風力タービンが揺れる際のサンプ内のオイルのスロッシングを低減するように機能する。

【 0 0 6 3 】

バッフルプレート 1 0 4 の上縁は、効果を高めることができるサンプの意図された最大オイルレベル L 1、L 2 付近の点まで延在することができる。

【 0 0 6 4 】

オイルがサンプ 4 2、4 4 を循環することを可能にするために、バッフルプレート 1 0 4 は適切な開口を備えてもよい。これらは、オイルが通過できるようにバッフルプレート 1 0 4 に穴又は穿孔の形態をとることができ。代替的に又は追加的に、開口は、フロアパン 7 0 とバッフルプレート 1 0 4 との間に隙間 1 0 6 が存在するようにバッフルプレートの下縁に画定されてもよい。したがって、サンプ 4 2、4 4 内のオイルはバッフルプレート 1 0 4 の下を流れることができるが、バッフルプレートは依然としてサンプ 4 2、4 4 内のオイルの過度のスロッシングを防止するのに有効である。

【 0 0 6 5 】

バッフルプレート 1 0 4 の一部又は全部は、それらが単一铸造物の一部であるという意味で、主軸受ハウジング 2 2 と一体的な構成要素であってもよいことが想定される。或いは、別の実施形態では、バッフルプレート 1 0 4 は、主軸受ハウジング 2 2 が製造された後にサンプ 4 2、4 4 に取り付けられる別個の構成要素であってもよい。任意に、バッフルプレート 1 0 4 は、ここに示されるように、サンプ 4 2、4 4 の幅にわたって縁から縁に達することができるが、これは本質的ではなく、他の実施形態では、バッフルプレート 1 0 4 の一方又は両方の側縁とサンプ 4 2、4 4 の側壁との間に隙間が残されることが想定される。

【 0 0 6 6 】

サンプ 1 1 0 の代替設計が図 7 及び図 8 に示されており、これは上述のようにサンプ 4 2、4 4 と多くの類似点を有しており、したがって主軸受ハウジング 2 2 にも使用することができる。そのようなものとして、サンプ 1 1 0 は、フロアパン 1 1 2 と、上方に延在する側壁 1 1 4 とを含む。この配置における側壁 1 1 4 は、形状が長方形であるが、これは必須ではないことに留意されたい。

【 0 0 6 7 】

サンプ 1 1 0 の側壁 1 1 4 は、上述のようにサンプ 1 1 0 が主軸受ハウジング 2 2 内に配置されたときにとる配向を考慮して、第 1 の軸方向内側側壁部 1 1 6 と第 2 の軸方向外側側壁部 1 1 8 とを含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

オーバーフロー装置 120 は、内側側壁部 116 に隣接して配置される。先の実施形態のオーバーフロー装置 74 のタワー状構造とは対照的に、本実施形態のオーバーフロー装置 120 は、サンプの前部を横方向に横切って延在する細長いスピル通路 122 を含むことに留意されたい。したがって、スピル通路 122 は、内側端壁部 116 と更なる端壁すなわち「スピル壁」124 とによって画定される浅い箱状構造によって画定される。更なる端壁の高さは、内側端壁部 116 の高さ、より詳細には、その上縁 117 の高さよりも低いスピル出口 128 の高さを画定する。

【 0 0 6 9 】

サンプ 110 の底部には、フロアパン 112 と内壁部 116 の下縁との間に、スピル入口 130 が画定される。したがって、オーバーフロー装置 120 を通るオイルの流れは、オイルがサンプ 110 内の非常に低い位置にあるスピル入口 130 を通ってスピル通路 122 に流入するという点で、前の実施形態のものと非常によく似ている。その後、オイルはスピル通路 122 を通って上昇し、スピル出口 128 から出る。したがって、先の図示された実施形態と同様に、スピル出口 128 は、スピル入口 130 の上方に、しかし側壁の上縁の下方に配置されることに留意されたい。別の表現では、スピル出口 128 は、側壁の上縁とスピル入口 130 との間に位置する。

10

【 0 0 7 0 】

図 4 及び図 6 の先の実施形態と同様に、本実施形態のサンプ 110 はバッフルプレート 132 を含む。しかしながら、ここでは、明確にするために、2つのバッフルプレート 132 のみが示されている。しかしながら、図 8 に示されるように、バッフルプレート 132 の一方は、オイルを通過させるための複数の開口又は穿孔 134 を含み、バッフルプレート 132 の他方は、バッフルプレート 132 b の下縁 138 とサンプ 110 のフロアパン 112 との間に画定された隙間 136 を含む。

20

【 0 0 7 1 】

サンプの構造によっては、内端端壁部 116 は、実質的に、その底縁に向かって開口を有するバッフルプレート 132、又はサンプ 110 のフロアパン 112 において下方隙間を画定するバッフルプレートによって画定され得ることに留意されたい。

【 0 0 7 2 】

図 7 及び図 8 のオイルサンプは分離して説明されているが、疑義を避けるために、この図示された実施形態のオイルサンプは、図 4 から図 6 の実施形態のように、そこに記載され図示されたオイルサンプ構成に代えて、主軸受ハウジング 22 に使用できることがここに述べられている。

30

【 0 0 7 3 】

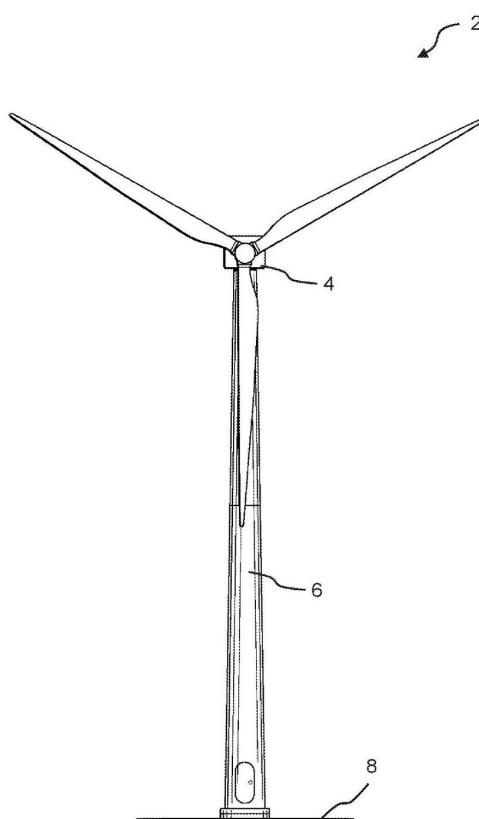
上記の議論は、添付の特許請求の範囲によって画定される本発明の範囲から外れるとは考えられない、例示された実施形態に対する当業者によって行われる様々な変形及び修正を論じていていることに留意されたい。他の選択肢も可能である。

40

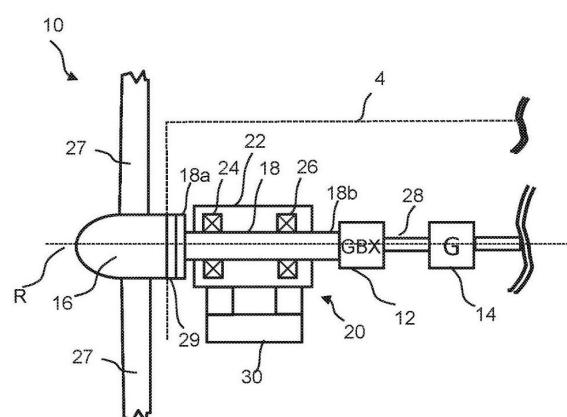
50

【四面】

【 四 1 】



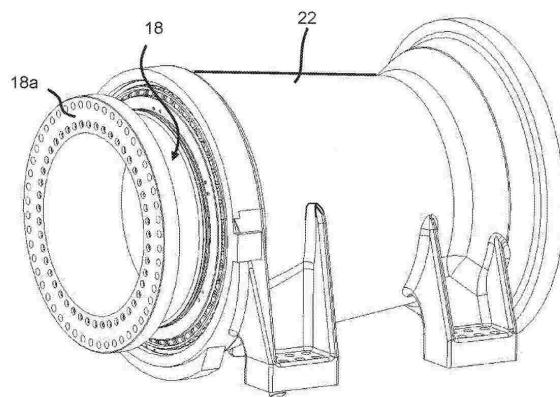
【図2】



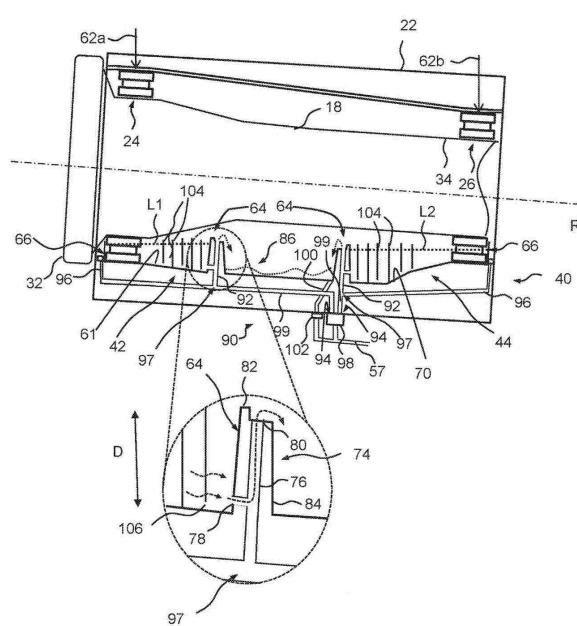
10

20

【 四 3 】



【図4】

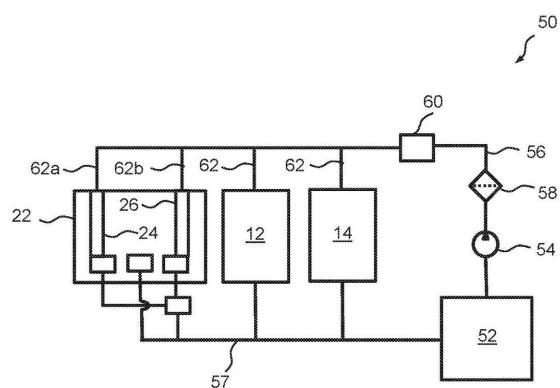


30

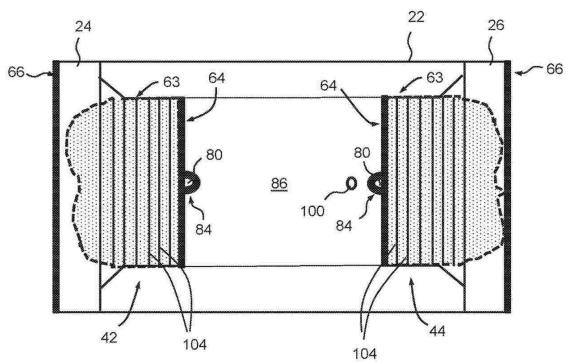
40

50

【図 5】

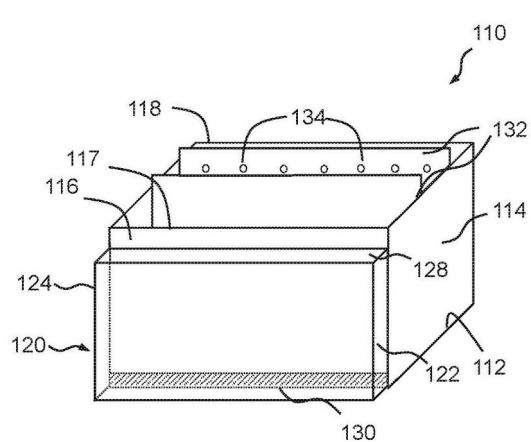


【図 6】

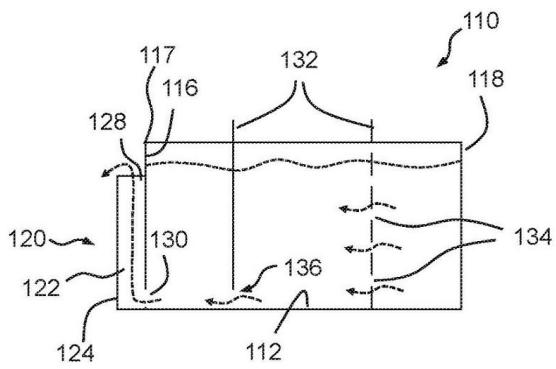


10

【図 7】



【図 8】



20

30

40

50

フロントページの続き

(74)代理人 100202119
弁理士 岩附 秀幸

(72)発明者 ニールセン , トーマス コースガード
デンマーク 7100 バイレ , スカンセン 2

(72)発明者 ペダーセン , ヤン ホーベ
デンマーク 8240 リスコフ , ストランドバイヴァイ 14

審査官 山崎 孔徳

(56)参考文献 特表2014-505199 (JP, A)
特開2016-125587 (JP, A)
特開2015-224566 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , DB名)
F03D 80 / 70