(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 2 月 12 日(12.02.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/019664 A1

(51) 国際特許分類:
F03D 11/04 (2006.01) *F03D 11/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/059500

(22) 国際出願日: 2014 年 3 月 31 日(31.03.2014)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2013-162959 2013 年 8 月 6 日(06.08.2013) JP

(71) 出願人: 株式会社日立産機システム(HITACHI INDUSTRIAL EQUIPMENT SYSTEMS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1010022 東京都千代田区神田練塀町３番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 栗田 直幸(KURITA Naoyuki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: ポレール特許業務法人(POLAIRE I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目７番１号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: WIND POWER GENERATOR SYSTEM AND METHOD FOR CARRYING TRANSFORMER INTO/OUT OF SAME

(54) 発明の名称 : 風力発電システム及びその変圧器搬入、搬出方法

図 2

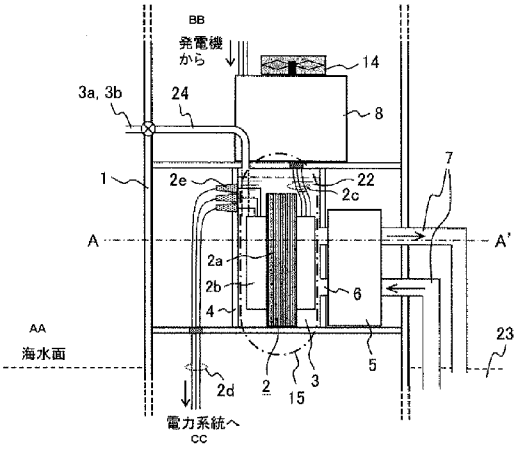


FIG. 2:
AA Sea level
BB From power generator
CC To power system

(57) **Abstract**: The present invention provides a wind power generator system that does not cause a problem in terms of the strength of a wind turbine tower, enables a transformer cooling oil to be efficiently cooled, suppresses a temperature increase inside the wind turbine tower, and achieves an improvement in reliability without the need to increase the size of a hatch, said hatch being used for installing a transformer inside a wind turbine tower or for replacing the transformer, even when a system has a transformer installed at the bottom inside a wind turbine tower. This wind power generator system is installed at the bottom inside a wind turbine tower, and is equipped with: a transformer comprising an iron core and windings that are immersed in a cooling oil; and a heat exchange means for cooling the cooling oil of the transformer by means of heat exchange. A chamber having an air-tight structure partitioned by partition walls is formed at the bottom of the wind turbine tower, the iron core and windings of the transformer are immersed in the cooling oil and housed in the chamber having the air-tight structure, and a carry-in/out hatch for carrying in/out the iron core and windings is formed on an adjoining side surface of the wind turbine tower to the chamber having the air-tight structure.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/019664 A1

本発明は、変圧器が風車タワー内の下部に設置されるものであっても、変圧器を風車タワー内へ設置または交換するためのハッチを大型化する必要がなく、風車タワーの強度的な課題が生じないと共に、変圧器の冷却用油を効率良く冷却でき、風車タワー内の温度上昇を抑制し、信頼性が向上する風力発電システムを提供する。　本発明の風力発電システムは、風車タワー下部の内部に設置され、鉄心と巻線から成り、これらが冷却用油に浸漬されている変圧器と、該変圧器の前記冷却用油を熱交換して冷却する熱交換手段とを備え、前記風車タワーの下部に、隔壁により区画された密閉構造の部屋が形成され、該密閉構造の部屋に前記変圧器の鉄心と巻線が前記冷却用油に浸漬されて収納されていると共に、前記密閉構造の部屋に隣接する前記風車タワーの側面に、前記変圧器の鉄心と巻線を搬入、搬出する搬入出口が形成されている。

明　細　書

発明の名称 ： 風力発電システム及びその変圧器搬入、搬出方法

技術分野

[0001] 本発明は風力発電システム及びその変圧器搬入、搬出方法に係り、特に、風車タワー内の下部に変圧器が設置されているものに好適な風力発電システム及びその変圧器搬入、搬出方法に関するものである。

背景技術

[0002] 風力発電システムでは、発電した電力を系統に送出する際、変圧器を用いて昇圧することが一般的に行なわれている。

[0003] 特に、発電容量が概ね２ＭＷ以下の小型或いは中型風力発電システムにおいては、昇圧用の変圧器を発電機と一体的に構成し、風車タワーの頂部に設置されているナセル内に装備することが多いが、洋上などに設置される概ね５ＭＷを超える大型風力発電システムにおいては、変圧器の大きさ及び重量が増加するため、変圧器は、ナセル内の発電機とは別に、風車タワーの下部である根元内部に内蔵、設置されることが一般的である。

[0004] 大型の風力発電システムに用いられる昇圧用の変圧器は、その電力損失に伴う発熱量が大きいため、効率的な冷却方法の適用が必須となる。特に、大容量の変圧器においては、１次巻線と２次巻線間の電気的絶縁を確保するために、冷却媒質として鉱油、シリコン油等を用い、この鉱油、シリコン油等の冷却用油を満たした油タンク内に鉄心と巻線から成る変圧器本体を浸した所謂油入変圧器が一般的である。

[0005] 上述した鉱油、シリコン油等の冷却用油を冷却する方法として、油タンクに接続したラジエータ等に冷却用油を循環させ、周辺の空気との熱交換により冷却用油の温度を下げる空冷式のほか、例えば、特許文献１に記載されたものがある。

[0006] この特許文献１には、洋上風力発電システムの風車タワー内の下部に、鉄心と巻線が冷却用油に浸漬されて油タンクに収納されている変圧器本体が設

置され、この変圧器本体の鉄心と巻線が収納されている油タンクに水冷式熱交換器が接続され、この水冷式熱交換器により、油タンク内の冷却用油と海水を熱交換することにより、冷却用油を冷却することが開示されている。

[0007] また、冷却用油を用いないで風力発電システム用の変圧器を冷却することが、特許文献２に記載されている。即ち、この特許文献２には、風車タワーの下部に設けたガードハウジング内に鉄心と巻線からなる変圧器が設置され、ガードハウジングに接続された配管内に空気を循環させて、変圧器を冷却することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開２０１３－２４１７７号公報

特許文献2：特表２０１１－５３０１８５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献１に記載されている風力発電システム用の油入変圧器は、冷却用油を空冷ではなく、水冷式熱交換器を用いて海水により効率的に冷却することはできるが、油入変圧器は、従来と同じく油タンクに鉄心と巻線が収納された状態で風車タワー内に設置または交換する必要があり、油入変圧器を風車タワー内に設置または交換するには、風車タワーの側面に油タンクより大きな搬入出口（以下、ハッチという）を設ける必要がある。しかし、このハッチを設けて風車タワーの強度を確保するには、風車タワー内に設置可能な変圧器の大きさに限界があるという課題がある。

[0010] 一方、特許文献２に記載されている風力発電システム用の変圧器は、風車タワー内に設けたガードハウジング内に設置されている鉄心と巻線からなる変圧器本体のみの搬入出で済むので、特許文献１の場合に比べて、大型の変圧器の設置または交換が可能である。しかし、鉄心と巻線の冷却用油による絶縁、冷却が行えないので、使用する変圧器の電気的容量には限界があると

いう課題がある。

[0011] 本発明は上述の点に鑑みなされたもので、その目的とするところは、変圧器が風車タワー内の下部に設置されるものであっても、変圧器を風車タワー内へ設置または交換するためのハッチを大型化する必要がなく、風車タワーの強度的な課題が生じないと共に、変圧器の冷却用油を効率良く冷却でき、風車タワー内の温度上昇を抑制し、信頼性が向上する風力発電システム及びその変圧器搬入、搬出方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の風力発電システムは、上記目的を達成するために、ロータが取付けられ、該ロータの回転軸と接続している発電機が収納されているナセルと、該ナセルを頂部で支持している風車タワーと、該風車タワーの下部に設置され、鉄心と巻線から成り、これらが冷却用油に浸漬されていると共に、前記発電機と前記風車タワー内を通る電線で接続され、かつ、前記発電機で発電された電力を昇圧する変圧器と、該変圧器の鉄心と巻線が浸漬されている前記冷却用油を、該冷却用油と熱交換して冷却する熱交換手段とを備え、前記風車タワーの下部に、隔壁により区画された密閉構造の部屋が形成され、該密閉構造の部屋に前記変圧器の鉄心と巻線が前記冷却用油に浸漬されて収納されていると共に、前記密閉構造の部屋に隣接する前記風車タワーの側面に、前記変圧器の鉄心と巻線を搬入、搬出する搬入出口が形成されていることを特徴とする。

[0013] また、本発明の風力発電システムは、上記目的を達成するために、ロータが取付けられ、該ロータの回転軸と接続している発電機が収納されているナセルと、該ナセルを頂部で支持している風車タワーと、該風車タワーの下部に設置され、鉄心と巻線から成り、これらが冷却用油に浸漬されていると共に、前記発電機と前記風車タワー内を通る電線で接続され、かつ、前記発電機で発電された電力を昇圧する変圧器と、該変圧器の鉄心と巻線が浸漬されている冷却用油を、該冷却用油と熱交換して冷却する熱交換手段とを備え、前記風車タワーの下部に、隔壁により区画された密閉構造の部屋が形成され

、該密閉構造の部屋の底面に昇降手段が設けられていると共に、前記密閉構造の部屋内には、前記昇降手段の上に前記鉄心と巻線から成る変圧器が前記冷却用油に浸漬されて収納され、かつ、前記密閉構造の部屋の直上階の前記風車タワーの側面に、前記昇降手段により昇降された前記変圧器の鉄心と巻線を搬入、搬出する搬入出口が形成されていることを特徴とする。

[0014] 更に、本発明の風力発電システムの変圧器搬入、搬出方法は、上記目的を達成するために、ロータが取付けられ、該ロータの回転軸と接続している発電機が収納されているナセルと、該ナセルを頂部で支持している風車タワーと、該風車タワーの下部に設置され、鉄心と巻線から成り、これらが冷却用油に浸漬されていると共に、前記発電機と前記風車タワー内を通る電線で接続され、かつ、前記発電機で発電された電力を昇圧する変圧器と、該変圧器の鉄心と巻線が浸漬されている冷却用油を、該冷却用油と熱交換して冷却する熱交換手段とを備え、前記風車タワーの下部に、隔壁により区画された密閉構造の部屋が形成され、該密閉構造の部屋に前記変圧器の鉄心と巻線が前記冷却用油に浸漬されて収納されていると共に、前記密閉構造の部屋に隣接する前記風車タワーの側面に、前記変圧器の鉄心と巻線を搬入、搬出する搬入出口が形成されている風力発電システムの前記変圧器を搬入、搬出するに当たり、前記風車タワーの建設時に前記変圧器の鉄心と巻線を設置する際には、前記搬入出口から前記密閉構造の部屋に前記変圧器の鉄心と巻線を搬入して固定した後、該変圧器の巻線に１次側及び２次側電線を接続し、その後、前記搬入出口を密閉すると共に、前記密閉構造の部屋に給油口から前記冷却用油を給油し、一方、前記変圧器の鉄心と巻線を搬出する際には、前記密閉構造の部屋内の前記冷却用油を排油口から排出した後、前記１次側及び２次側電線を前記変圧器の巻線から外し、その後、前記搬入出口を開放して該搬入出口から前記変圧器の鉄心と巻線を搬出することを特徴とする。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、変圧器が風車タワー内の下部に設置されるものであっても、変圧器を風車タワー内へ設置または交換するためのハッチを大型化する

必要がなく、風車タワーの強度的な課題が生じないと共に、変圧器の冷却用油を効率良く冷却でき、風車タワー内の温度上昇を抑制し、信頼性が向上するので、この種風力発電システムには、非常に有効である。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の風力発電システムの実施例１の全体構成を示す縦断面図である。

[図2]本発明の風力発電システムの実施例１における風車タワー下部を示す縦断面図である。

[図3]図２のＡ－Ａ´線に沿った断面図である。

[図4]本発明の風力発電システムの実施例２における風車タワー下部を示す縦断面図である。

[図5]本発明の風力発電システムの実施例３における風車タワー下部を示す縦断面図である。

[図6]本発明の風力発電システムの実施例４における風車タワー下部を示す縦断面図である。

[図7]本発明の風力発電システムの実施例５における風車タワー下部を示す縦断面図である。

[図8]従来例の風力発電システムにおける風車タワー下部を示す縦断面図である。

[図9]図８のＡ－Ａ´線に沿った断面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、図示した実施例に基づいて本発明の風力発電システム及びその変圧器搬入、搬出方法を説明する。なお、各実施例において、同一構成部品には同符号を使用する。

実施例 １

[0018] 図１、図２及び図３に本発明の風力発電システムの実施例１を示す。

[0019] 該図に示す如く、本実施例の風力発電システムは、ロータ１１ａが取付けられ、このロータ１１ａの回転軸と接続している発電機９が収納されている

ナセル１２と、このナセル１２を頂部で支持している風車タワー１と、この風車タワー１の下部の内部に設置され、鉄心２ａと巻線２ｂから成り、これらが冷却用油２２に浸漬されていると共に、発電機９と風車タワー１内を通る電線２１で接続され、かつ、発電機９で発電された電力を昇圧する変圧器２と、この変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂが浸漬されている冷却用油２２を、該冷却用油２２と熱交換して冷却する熱交換手段である水冷式熱交換器５とから概略構成されている。

[0020] 更に、詳述すると、風車タワー１の頂部には、水平方向に回転可能なナセル１２が装備され、このナセル１２には、ロータブレード１１が固定されたロータ１１ａが取り付けられている。ロータ１１ａは、その回転軸がギヤボックス１０を介して発電機９に接続されている。この発電機９により発電された電力は、風車タワー１内の電線２１を介して風車タワー１の下部に設置されている電力変換機器８に送られ、この電力変換機器８で商用周波数の三相交流に変換される。

[0021] なお、電力変換機器８の上部には、冷却のためのファン１４が装備されており、また、電力変換機器８で変換された商用周波数の三相交流は、１次側電線２ｃを通して、鉄心２ａと巻線２ｂからなる変圧器２の１次巻線に接続され、変圧器２で昇圧された２次側出力は、２次側電線２ｄを介して電力系統に送られる。

[0022] そして、本実施例では、風車タワー１の下部に、隔壁４により区画された密閉構造の部屋である変圧器収納室３が形成され、この変圧器収納室３に変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂが、変圧器２の絶縁、冷却を行う機能を有する冷却用油２２に浸漬されて収納され、しかも、変圧器収納室３に隣接する風車タワー１の側面に、変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂを搬入、搬出する搬入出口であるハッチ１５が形成されている。

[0023] この変圧器収納室３に隣接した風車タワー１の側面に形成されている変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂを搬入、搬出するハッチ１５の開口部は、変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂの断面を包含する形状及び大きさを持つものである

。また、変圧器収納室３には油配管６が装備され、この油配管６は、隣接して配置された水冷式熱交換器５に接続されている。

[0024] 上述した水冷式熱交換器５には海水配管７が接続されており、この海水配管７は、風車タワー１の外部に出たのち海水面の下で開口し、水冷式熱交換器５の内部に装備されたポンプ等の吸引手段を使って吸引された海水２３が、水冷式熱交換器５内を循環する構造となっている。

[0025] なお、水冷式熱交換器５は、円筒形の胴体（シェル）の中に多数の管（チューブ）を平行に支えて収め、管の内側と外側に別々の流体を通すようにしたルシェル・アンド・チューブ熱交換器や多数のプレートを並べて流路を形成し、プレートの両側に高温流体と低温流体を交互に流すようにしたプレート式熱交換器が用いられる。

[0026] これにより、変圧器２の持つ電力損失により生じた発熱により温度が上昇した冷却用油２２と低温の海水２３とが、水冷式熱交換器５の内部で熱交換を行うことができるため、冷却用油２２の温度を下げ、変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂが冷却されるものである。

[0027] また、変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂが収められている変圧器収納室３の上部には、冷却用油２２を給油または排油するための１本以上の給油または排油用配管２４が装備されており、この給油または排油用配管２４は、風車タワー１の海水面上の側壁に設けられた給油口３ａ及び排油口３ｂに接続されており、この給油口３ａ及び排油口３ｂは、風車タワー１の外部に開口している。

[0028] なお、２次側電線２ｄは、数１０００Ｖを超える高電圧の電力系統に接続されるため、変圧器収納室３から外部へは、隔壁４に装備されたブッシング２ｅを介して取り出される。また、本実施例においては、変圧器収納室３の風車タワー１内での位置は特に制限はないが、浮体型洋上風力発電システムに適用する場合には、図２に示す如く、風車タワー１の中心部に装備することにより、バランスの確保が容易になり好適である。

[0029] 次に、本実施例の風力発電システムの変圧器搬入、搬出方法について説明

する。

[0030] 本実施例において、変圧器２を風車タワー１内に設置または交換する際の変圧器２の搬入、搬出は、以下のような手順で実行される。

[0031] まず、風車タワー１の建設時に、風車タワー１内に変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂを設置する際には、ハッチ１５より変圧器収納室３内に変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂを搬入して固定した後、１次側電線２ｃ及び２次側電線２ｄを変圧器２の巻線２ｂに接続する。

その後、ハッチ１５を密閉して給油口３ａより冷却用油２２を変圧器収納室３内に供給する。

[0032] 一方、変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂを交換するために搬出する際には、まず排油口３ｂより変圧器収納室３内の冷却用油２２をすべて排出し、変圧器２の巻線２ｂから１次側電線２ｃ及び２次側電線２ｄの接続を外す。その後、ハッチ１５を開放して変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂを、ハッチ１５から風車タワー１の外側へ搬出する。

[0033] 変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂをハッチ１５から風車タワー１の外側へ搬出した後、新たな変圧器の鉄心と巻線をハッチ１５より変圧器収納室３内に搬入し、それ以降は、上述した風車タワー１の建設時と同様の手順により、新しい変圧器の鉄心と巻線を設置するものである。

[0034] ここで、本実施例の構成における効果を明示するため、従来例を図８及び図９に示し、本実施例と比較して説明する。なお、図８及び図９に示す従来例は、本実施例を示した図１乃至図３と同一の構成物には同一の記号を付しており、その詳細な説明は省略する。

[0035] 図８及び図９に示す従来例において、鉄心２ａと巻線２ｂからなる変圧器２は、冷却用油２２を満たした油タンク２０内に収納された状態で、ハッチ１５から風車タワー１内に搬入、搬出される。油タンク２０の側面にはラジエータ１３が接続されており、このラジエータ１３内を冷却用油２２が循環され、ファン１４等による作用により、風車タワー１内を循環する空気により冷却用油２２が冷却される。

[0036] 従来例においては、変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂが収納された油タンク２０を風車タワー１内に設置する際には、まずラジエータ１３を風車タワー１内にハッチ１５より搬入し、続いて油タンク２０をハッチ１５より搬入する。その後、風車タワー１内でラジエータ１３を油タンク２０に接続して、変圧器２の搬入が完了する。一方、変圧器２を搬出する際には、まず風車タワー１内でラジエータ１３を油タンク２０より取り外し、ハッチ１５より油タンク２０、ラジエータ１３の順に搬出する。

[0037] 従って、従来例においては、風車タワー１の側面に設けるハッチ１５の開口部は、油タンク２０の断面を包含する形状及び大きさ必要がある。

[0038] これに対して、図２及び図３に示した本実施例におけるハッチ１５の開口部は、変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂの断面を包含する形状及び大きさで良いので、従来例より小型化が可能となり、風車タワー１の強度を確保しやすいという効果が得られる。

[0039] また、本実施例において、ハッチ１５の開口部を従来例と同等の大きさとした場合、風車タワー１内に搬入可能な変圧器２を従来例より大型化できる。その場合、変圧器２の鉄心２ａの飽和磁束密度が従来の電磁鋼板より小さく、かつ、無負荷損失（鉄損）が小さい、例えばアモルファス磁性材料を用いた変圧器の搬入出が可能となり、風力発電システムの効率が大きく向上するという効果が期待できる。

[0040] このように本実施例によれば、大型風力発電システム用の変圧器２を、風車タワー１内に設置または交換するために搬入、搬出する際、変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂのみを搬入、搬出すれば良いので、従来の油タンク入りの変圧器を搬入、搬出する場合より、風車タワー１の側面に設けるハッチ１５を小型化でき、風車タワー１の強度を確保することが容易になる。また、水冷式熱交換器５により冷却用油２２を海水２３により効率的に冷却できるので、変圧器２のみならず、風車タワー１内の電力変換機器８等の温度上昇が抑制され、風力発電システム全体の信頼性及び寿命が向上する効果が得られる。

実施例 2

[0041] 図４に、本発明の風力発電システムの実施例２を示す。なお、図１乃至図３に示した実施例１と同一の構成物には同一の番号を付しており、その詳細な説明は省略する。また、これ以降の実施例を示す各図では、実施例１で説明した１次側電線２ｃ、２次側電線２ｄ及びブッシング２ｅを省略する。

[0042] 図４に示す本実施例は、熱交換手段を、変圧器収納室３に隣接して配置され、風車タワー１内を循環する空気と冷却用油２２と熱交換して該冷却用油２２を冷却するラジエータ１３としたことを特徴とする。

[0043] 即ち、本実施例では、鉄心２ａと巻線２ｂからなる変圧器２を、冷却用油２２を満たした変圧器収納室３内に設置し、油配管６を介して変圧器収納室３とラジエータ１３を接続する。そして、変圧器収納室３内の冷却用油２２がラジエータ１３内を循環し、ファン１４等による作用で風車タワー１内を循環する空気により冷却用油２２が冷却されるものである。

[0044] このような本実施例の構成でも、その効果は、実施例１と同様である。

実施例 3

[0045] 図５に、本発明の風力発電システムの実施例３を示す。なお、図１乃至図３に示した実施例１と同一の構成物には同一の番号を付しており、その詳細な説明は省略する。

[0046] 図５に示す本実施例は、熱交換手段を、変圧器収納室３に隣接して配置され、海水２３を取り込んで冷却用油２２と熱交換して該冷却用油２２を冷却する水冷式熱交換器５と、この水冷式熱交換器５が配置されている側とは反対側の変圧器収納室３に隣接して配置され、風車タワー１内を循環する空気と冷却用油２２と熱交換して該冷却用油２２を冷却するラジエータ１３であることを特徴とする。

[0047] 即ち、本実施例では、鉄心２ａと巻線２ｂからなる変圧器２を、冷却用油２２を満たした変圧器収納室３内に設置し、油配管６を介して変圧器収納室３とラジエータ１３及び水冷式熱交換器５を接続する。そして、ラジエータ１３を循環する冷却用油２２は、ファン１４等による作用により風車タワー

１内を循環する空気により冷却され、水冷式熱交換器５を循環する冷却用油２２は、海水配管７を循環する海水２３により冷却用油２２が冷却されるものである。

[0048] なお、水冷式熱交換器５の内部に装備され、海水２３を循環させるポンプ等の吸引手段は、電力を消費して風力発電システムの効率を低下させるため、冷却用油２２の温度が所定の温度より低い時点ではラジエータ１３による冷却のみを行い、冷却用油２２の温度が一定以上に（所定の温度より高く）なったときのみポンプ等を作動させ、冷却用油２２を水冷式熱交換器５に循環させて、海水２３による冷却作用を持たせる構成としてもよい。

[0049] このような本実施例の構成でも、その効果は、実施例１と同様である。

実施例 4

[0050] 図６に、本発明の風力発電システムの実施例４を示す。なお、図１乃至図３に示した実施例１と同一の構成物には同一の番号を付しており、その詳細な説明は省略する。

[0051] 図６に示す本実施例は、変圧器収納室３の上に、この変圧器収納室３と連通し、該変圧器収納室３に給油が可能な油リザーバタンク３ｃを備えていることを特徴とする。

[0052] 即ち、本実施例では、変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂを収めた変圧器収納室３の直上に油リザーバタンク３ｃを設置したものである。この油リザーバタンク３ｃは、風車タワー１の海水面上の側壁に設けられた給油口３ａに接続され、変圧器収納室３は、排油口３ｂと接続されている。

[0053] このような本実施例の構成によれば、実施例１と同様な効果が得られることは勿論、変圧器収納室３内の冷却用油２２の量が減少した場合、或いは変圧器２を交換した場合の冷却用油２２を、油リザーバタンク３ｃから給油することが可能なため、変圧器２のメンテナンス時または交換時に冷却用油２２を運搬する必要がなくなるという効果が得られる。

実施例 5

[0054] 図７に、本発明の風力発電システムの実施例５を示す。なお、図１乃至図

３に示した実施例１と同一の構成物には同一の番号を付しており、その詳細な説明は省略する。

[0055] 図７に示す本実施例は、風車タワー１の下部に、隔壁４により区画された変圧器収納室３が形成され、この変圧器収納室３の底面に昇降手段（例えば、エレベータ）１６が設けられていると共に、変圧器収納室３内には、昇降手段１６の上に鉄心２ａと巻線２ｂから成る変圧器２が冷却用油２２に浸漬されて収納され、かつ、変圧器収納室３の直上階の風車タワー１の側面に、昇降手段１６により昇降された変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂを搬入、搬出するハッチ１５が形成されていることを特徴とする。

[0056] 即ち、本実施例では、冷却用油２２を満たし、密閉構造とした変圧器収納室３の底面に昇降手段１６を設け、この昇降手段１６の上に鉄心２ａと巻線２ｂからなる変圧器２を設置する。変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂを交換する際には、まず排油口３ｂから変圧器収納室３内の冷却用油２２を排出し、昇降手段１６を変圧器収納室３の底面の位置１６ａから直上階の位置１６ｂまで上昇させる。その後、変圧器収納室３の直上階の風車タワー１の側面に設けたハッチ１５から変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂを搬出する。

[0057] 次に、新しい変圧器の鉄心と巻線をハッチ１５から搬入し、変圧器収納室３の直上階の位置１６ｂにある昇降手段１６の上に設置して固定する。その後、昇降手段１６を変圧器収納室３の底面の位置１６ａまで下ろして配線を行った後、給油口３ａより変圧器収納室３内に冷却用油２２を満たし、変圧器２の鉄心２ａと巻線２ｂの交換作業が終了する。

[0058] なお、図７では、変圧器２の変圧器収納室３の上部が開放されている状況を示しているが、浮体式の風車タワーでは、その揺動の影響による冷却用油２２の漏洩が想定されるため、これを防ぐ目的で、変圧器収納室３の上部にカバー等を設ける構成としてもよい。

[0059] このような本実施例の構成でも、その効果は、実施例１と同様である。

[0060] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。

例えば、上記した実施例は本発明を分かり易く説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0061] １…風車タワー、２…変圧器、２ａ…鉄心、２ｂ…巻線、２ｃ…１次側電線、２ｄ…２次側電線、２ｅ…ブッシング、３…変圧器収納室、３ａ…給油口、３ｂ…排油口、３ｃ…油リザーバタンク、４…隔壁、５…水冷式熱交換器、６…油配管、７…海水配管、８…電力変換機器、９…発電機、１０…ギヤボックス、１１…ロータブレード、１１ａ…ロータ、１２…ナセル、１３…ラジエータ、１４…ファン、１５…ハッチ、１６…昇降手段、１６ａ…変圧器収納室の底面の位置、１６ｂ…変圧器収納室の直上階の位置、２０…油タンク、２１…風車タワー内の電線、２２…冷却用油、２３…海水、２４…給油または排油用配管。

請求の範囲

[請求項1] ロータが取付けられ、該ロータの回転軸と接続している発電機が収納されているナセルと、該ナセルを頂部で支持している風車タワーと、該風車タワー下部の内部に設置され、鉄心と巻線から成り、これらが冷却用油に浸漬されていると共に、前記発電機と前記風車タワー内を通る電線で接続され、かつ、前記発電機で発電された電力を昇圧する変圧器と、該変圧器の鉄心と巻線が浸漬されている前記冷却用油を、該冷却用油と熱交換して冷却する熱交換手段とを備え、

前記風車タワーの下部に、隔壁により区画された密閉構造の部屋が形成され、該密閉構造の部屋に前記変圧器の鉄心と巻線が前記冷却用油に浸漬されて収納されていると共に、前記密閉構造の部屋に隣接する前記風車タワーの側面に、前記変圧器の鉄心と巻線を搬入、搬出する搬入出口が形成されていることを特徴とする風力発電システム。

[請求項2] 請求項１に記載の風力発電システムにおいて、

前記熱交換手段は、前記密閉構造の部屋に隣接して配置され、海水を取り込んで前記冷却用油と熱交換して前記冷却用油を冷却する水冷式熱交換器であることを特徴とする風力発電システム。

[請求項3] 請求項１に記載の風力発電システムにおいて、

前記熱交換手段は、前記密閉構造の部屋に隣接して配置され、前記風車タワー内を循環する空気と前記冷却用油と熱交換して該冷却用油を冷却するラジエータであることを特徴とする風力発電システム。

[請求項4] 請求項１に記載の風力発電システムにおいて、

前記熱交換手段は、前記密閉構造の部屋に隣接して配置され、海水を取り込んで前記冷却用油と熱交換して該冷却用油を冷却する水冷式熱交換器と、該水冷式熱交換器が配置されている側とは反対側の前記密閉構造の部屋に隣接して配置され、前記風車タワー内を循環する空気と前記冷却用油と熱交換して該冷却用油を冷却するラジエータであることを特徴とする風力発電システム。

[請求項5] 請求項４に記載の風力発電システムにおいて、

前記冷却用油の温度が所定の温度より低い場合には、該冷却用油を前記ラジエータのみに循環させて前記風車タワー内を循環する空気で冷却し、かつ、前記冷却用油が所定の温度以上になった場合には、該冷却用油を前記水冷式熱交換器のみに循環させて海水による冷却を行うことを特徴とする風力発電システム。

[請求項6] 請求項１乃至５のいずれか１項に記載の風力発電システムにおいて、

前記密閉構造の部屋に隣接する前記風車タワーの側面に形成された前記変圧器の鉄心と巻線を搬入、搬出する搬入出口の開口部は、前記変圧器の鉄心と巻線の断面を包含する形状及び大きさを持つことを特徴とする風力発電システム。

[請求項7] 請求項１乃至６のいずれか１項に記載の風力発電システムにおいて、

前記変圧器の鉄心と巻線を収納し、前記冷却用油が満たされている前記密閉構造の部屋には、少なくとも１本の給油管及び排油管が接続され、該給油管及び排油管は、前記風車タワーの側壁に設けた給油口及び排油口に接続されていると共に、前記風車タワーの外部に開口していることを特徴とする風力発電システム。

[請求項8] 請求項２に記載の風力発電システムにおいて、

前記密閉構造の部屋の上に、該密閉構造の部屋と連通し、該密閉構造の部屋に給油が可能な油リザーバタンクを備えていることを特徴とする風力発電システム。

[請求項9] 請求項８に記載の風力発電システムにおいて、

前記油リザーバタンクは、前記風車タワーの側壁に設けられた給油口に接続され、前記密閉構造の部屋は、前記風車タワーの側壁に設けられた排油口に接続されていることを特徴とする風力発電システム。

[請求項10] ロータが取付けられ、該ロータの回転軸と接続している発電機が収

納されているナセルと、該ナセルを頂部で支持している風車タワーと、該風車タワー下部の内部に設置され、鉄心と巻線から成り、これらが冷却用油に浸漬されていると共に、前記発電機と前記風車タワー内を通る電線で接続され、かつ、前記発電機で発電された電力を昇圧する変圧器と、該変圧器の鉄心と巻線が浸漬されている冷却用油を、該冷却用油と熱交換して冷却する熱交換手段とを備え、

前記風車タワーの下部に、隔壁により区画された密閉構造の部屋が形成され、該密閉構造の部屋の底面に昇降手段が設けられていると共に、前記密閉構造の部屋内には、前記昇降手段の上に前記鉄心と巻線から成る変圧器が前記冷却用油に浸漬されて収納され、かつ、前記密閉構造の部屋の直上階の前記風車タワーの側面に、前記昇降手段により昇降された前記変圧器の鉄心と巻線を搬入、搬出する搬入出口が形成されていることを特徴とする風力発電システム。

[請求項11] 請求項１０に記載の風力発電システムにおいて、

前記熱交換手段は、前記密閉構造の部屋に隣接して配置され、海水を取り込んで前記冷却用油と熱交換して該冷却用油を冷却する水冷式熱交換器であることを特徴とする風力発電システム。

[請求項12] 請求項１０又は１１に記載の風力発電システムにおいて、

前記密閉構造の部屋に隣接する前記風車タワーの側面に形成された前記変圧器の鉄心と巻線を搬入、搬出する搬入出口の開口部は、前記変圧器の鉄心と巻線の断面を包含する形状及び大きさを持つことを特徴とする風力発電システム。

[請求項13] 請求項１０乃至１２のいずれか１項に記載の風力発電システムにおいて、

前記変圧器の鉄心と巻線を収納し、前記冷却用油が満たされている前記密閉構造の部屋には、少なくとも１本の給油管及び排油管が接続され、該給油管及び排油管は、前記風車タワーの側壁に設けた給油口及び排油口に接続されていると共に、前記風車タワーの外部に開口し

ていることを特徴とする風力発電システム。

[請求項14] ロータが取付けられ、該ロータの回転軸と接続している発電機が収納されているナセルと、該ナセルを頂部で支持している風車タワーと、該風車タワー下部の内部に設置され、鉄心と巻線から成り、これらが冷却用油に浸漬されていると共に、前記発電機と前記風車タワー内を通る電線で接続され、かつ、前記発電機で発電された電力を昇圧する変圧器と、該変圧器の鉄心と巻線が浸漬されている冷却用油を、該冷却用油と熱交換して冷却する熱交換手段とを備え、

前記風車タワーの下部に、隔壁により区画された密閉構造の部屋が形成され、該密閉構造の部屋に前記変圧器の鉄心と巻線が前記冷却用油に浸漬されて収納されていると共に、前記密閉構造の部屋に隣接する前記風車タワーの側面に、前記変圧器の鉄心と巻線を搬入、搬出する搬入出口が形成されている風力発電システムの前記変圧器を搬入、搬出するに当たり、

前記風車タワーの建設時に前記変圧器の鉄心と巻線を設置する際には、前記搬入出口から前記密閉構造の部屋に前記変圧器の鉄心と巻線を搬入して固定した後、該変圧器の巻線に１次側及び２次側電線を接続し、その後、前記搬入出口を密閉すると共に、前記密閉構造の部屋に給油口から前記冷却用油を給油し、一方、前記変圧器の鉄心と巻線を搬出する際には、前記密閉構造の部屋内の前記冷却用油を排油口から排出した後、前記１次側及び２次側電線を前記変圧器の巻線から外し、その後、前記搬入出口を開放して該搬入出口から前記変圧器の鉄心と巻線を搬出することを特徴とする風力発電システムの変圧器搬入、搬出方法。

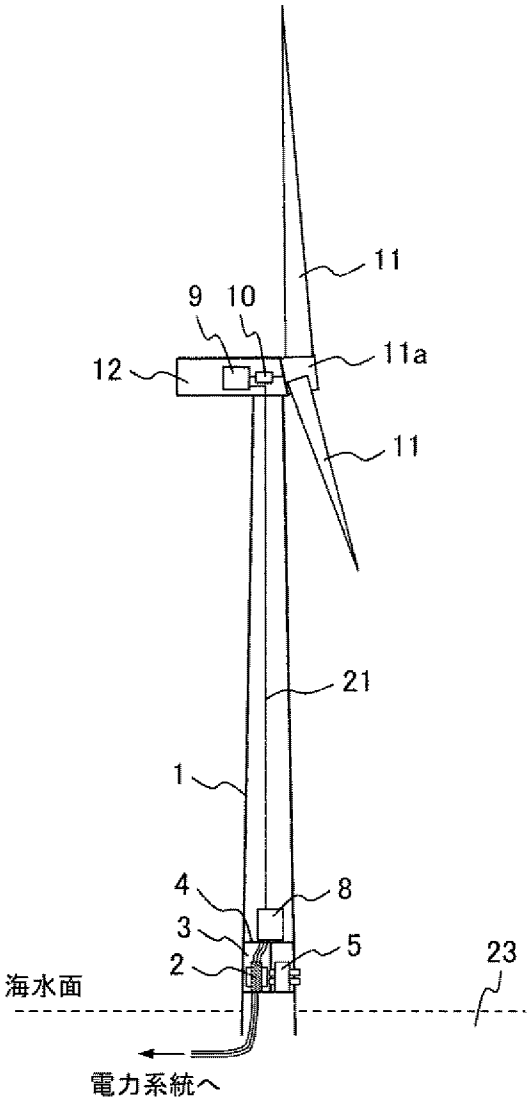
[請求項15] 請求項１４に記載の風力発電システムの変圧器搬入、搬出方法において、

前記搬入出口を開放して該搬入出口から前記変圧器の鉄心と巻線を搬出した後、新たな変圧器の鉄心と巻線を前記搬入出口から前記密閉

構造の部屋に搬入し、その後は、前記風車タワーの建設時と同様の手順により、前記新たな変圧器の鉄心と巻線を設置することを特徴とする風力発電システムの変圧器搬入、搬出方法。

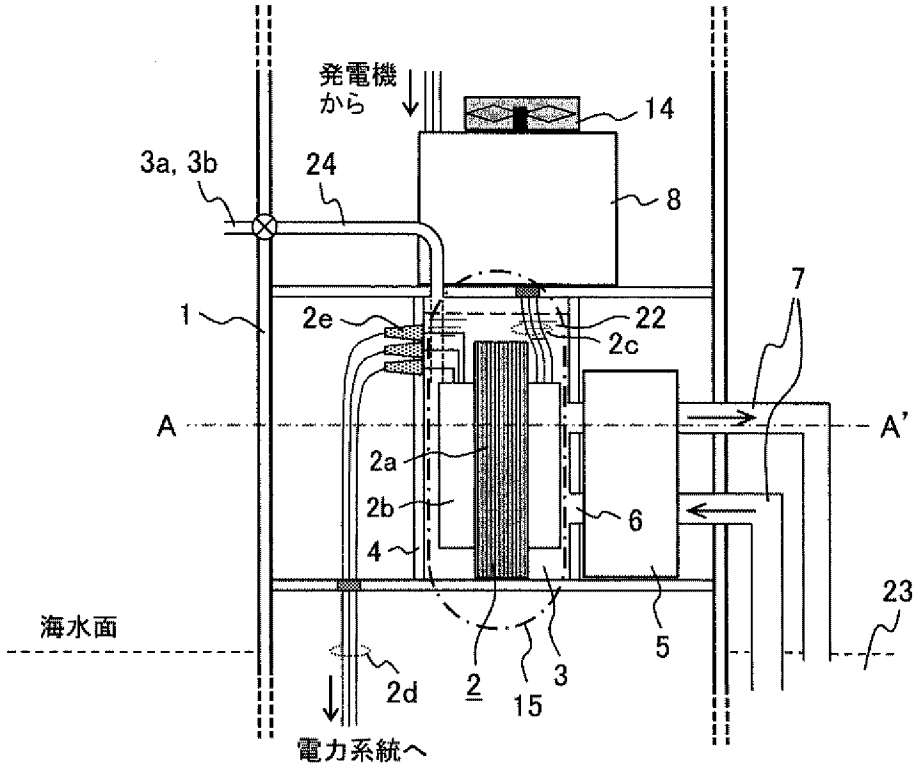
[図1]

図 1



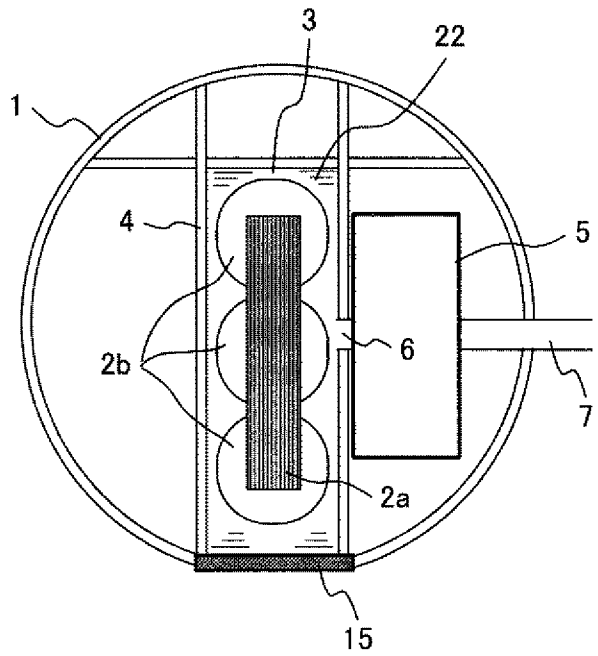
[図2]

図 2


発電機
から
14
3a, 3b
24
8
7
1
2e
22
2c
A
A'
2a
2b
6
4
23
海水面
5
2d
2
15
3
電力系統へ

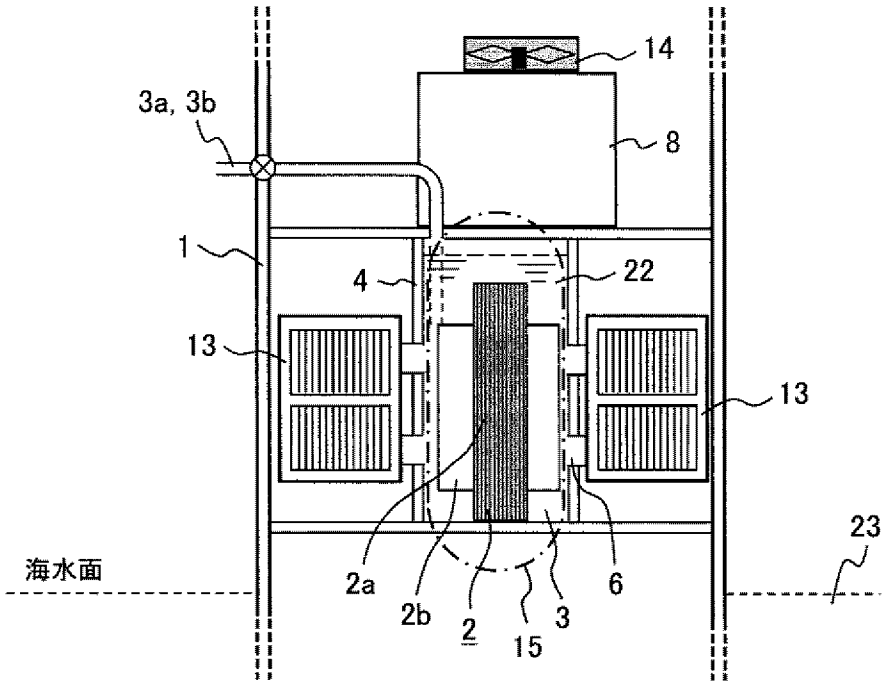
[図3]

図 3


3
22
1
4
5
6
2b
7
2a
15

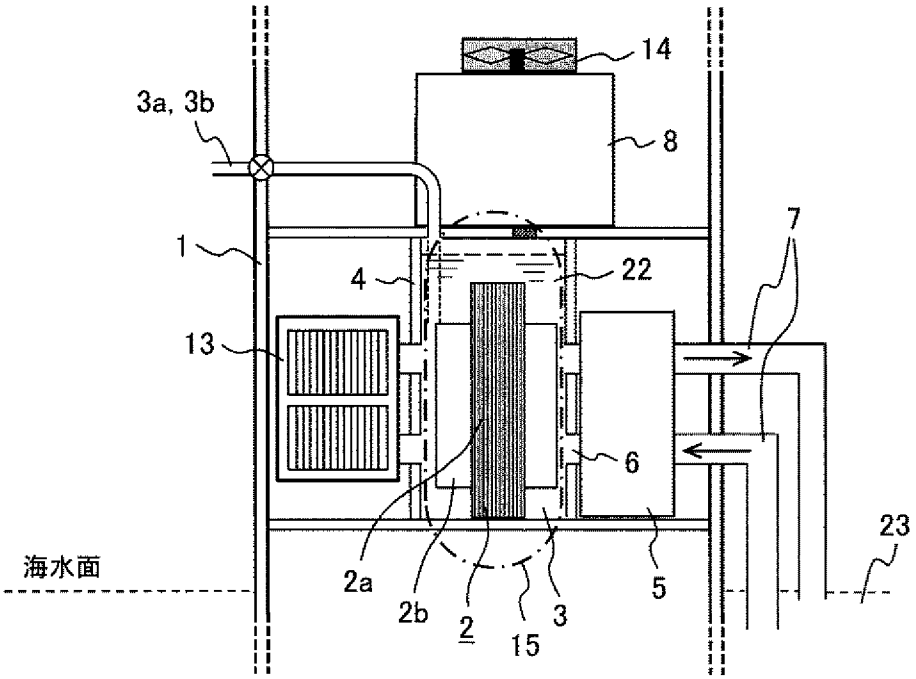
[図4]

図 4


14
3a, 3b
8
1
4
22
13
13
23
海水面
2a
2b
2
15
3
6

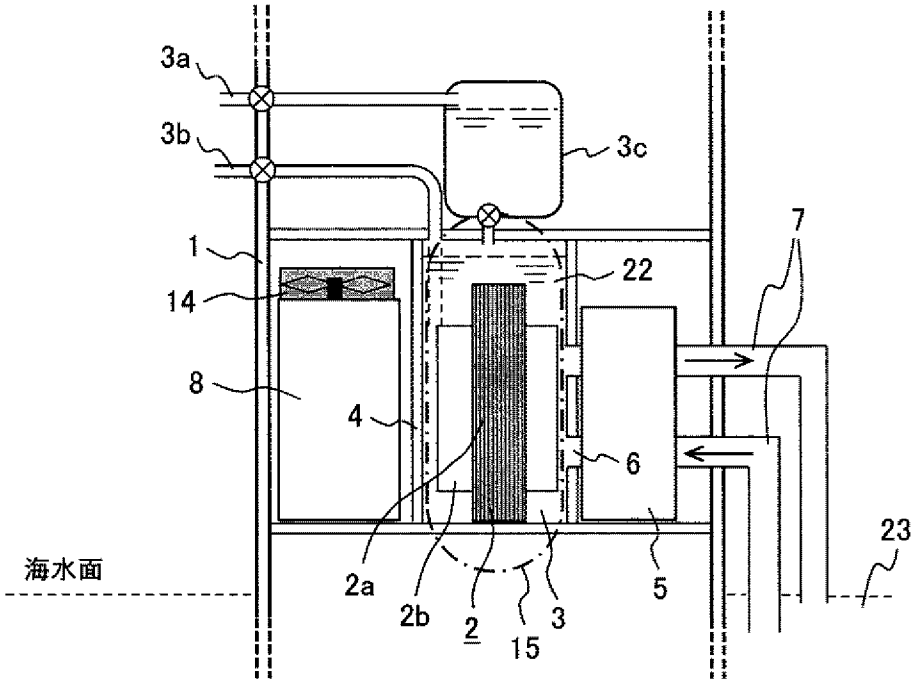
[図5]

図 5


14
3a, 3b
8
7
1
4
22
13
6
23
海水面
2a
2b
2
15
3
5

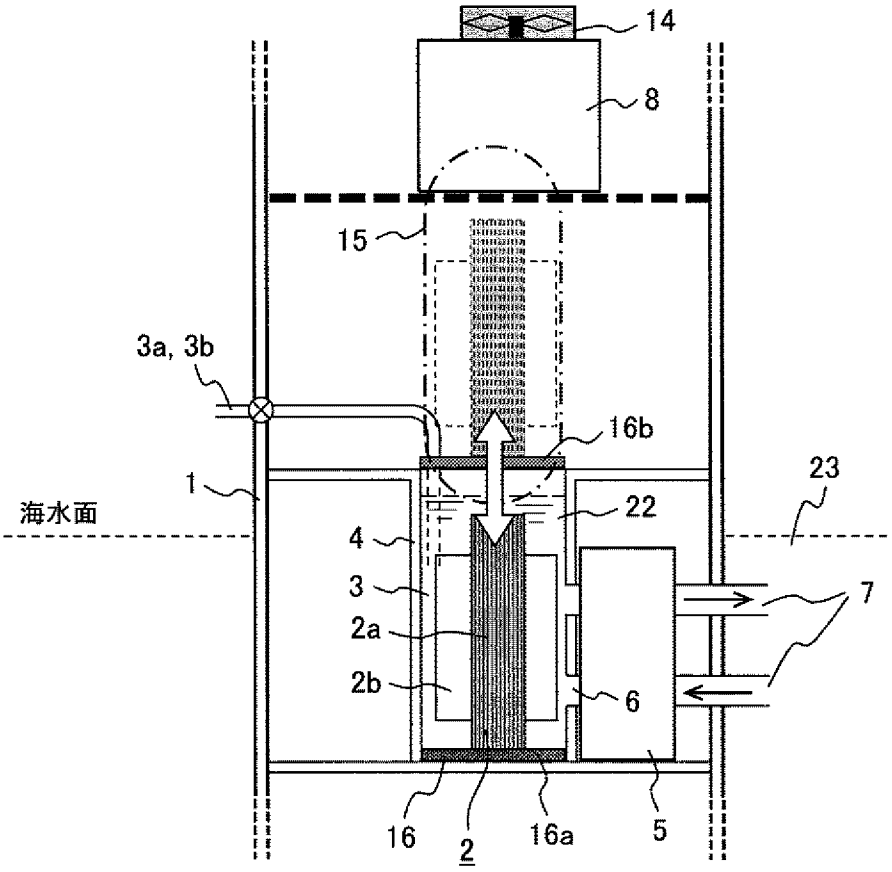
[図6]

図 6


3a
3b
3c
1
14
22
7
8
4
6
23
海水面
2a
2b
2
15
3
5

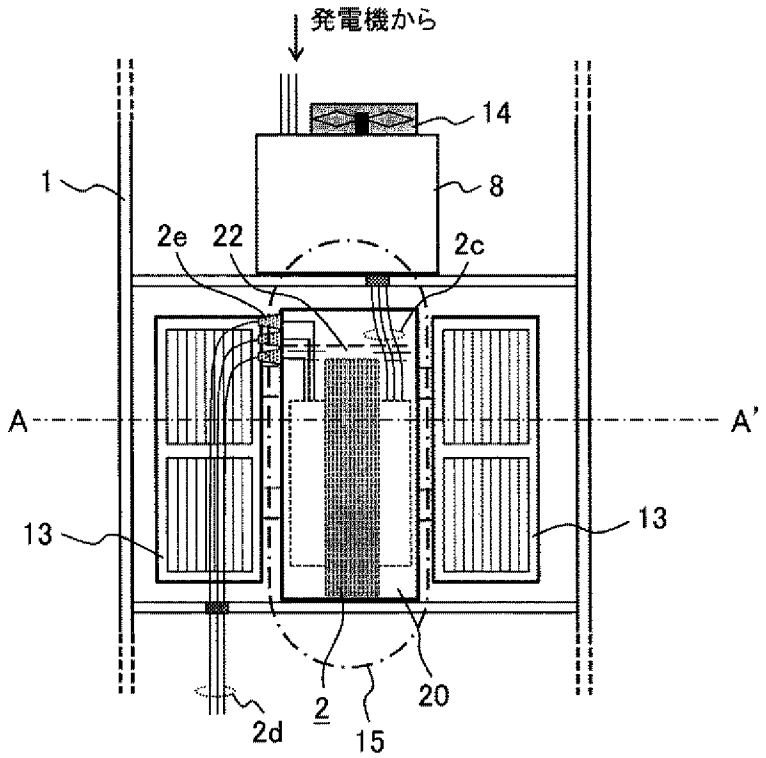
[図7]

図 7


14
8
15
3a, 3b
16b
23
1
海水面
22
4
3
2a
2b
7
6
16
2
16a
5

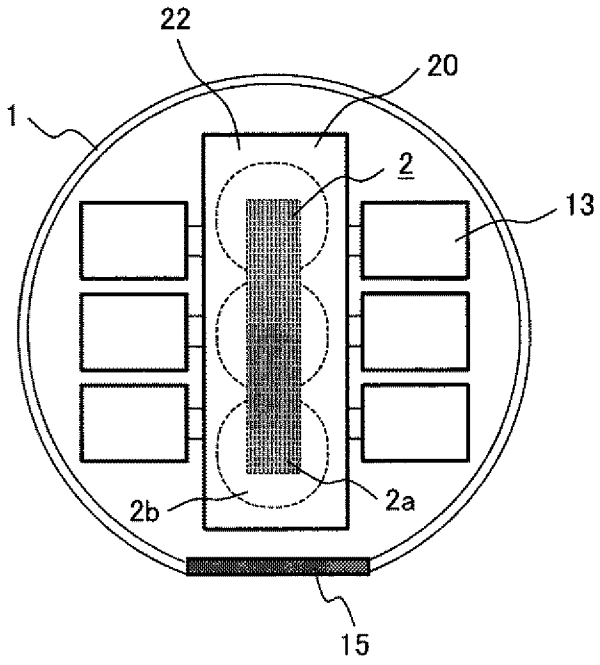
[図8]

図 8



[図9]

図 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/059500

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F03D11/04(2006.01)i, *F03D11/00*(2006.01)i

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)
F03D11/04, F03D11/00, E04H12/00-12/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-24177 A (Hitachi Industrial Equipment System Co., Ltd.), 04 February 2013 (04.02.2013), entire text; all drawings & US 2013/0026764 A1 & EP 2551518 A2 & CN 102903484 A	1-15
A	JP 2011-530185 A (Starkstrom-Geraetebau GmbH), 15 December 2011 (15.12.2011), entire text; all drawings & US 2011/0221554 A1 & EP 2151833 A1 & WO 2010/015651 A1 & CA 2733188 A1 & CN 102165539 A	1-15

☒ 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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 June, 2014 (06.06.14)	17 June, 2014 (17.06.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/059500

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4355949 B2 (General Electric Co.), 04 November 2009 (04.11.2009), paragraphs [0025] to [0026]; fig. 2 to 5 & US 2006/0225379 A1 & WO 2004/031578 A1 & CA 2500294 A1 & CN 1688809 A	1-15
A	US 2010/0135792 A1 (Thomas NIEHUES), 03 June 2010 (03.06.2010), entire text; all drawings & EP 2317138 A2 & CN 102052261 A	1-15
A	US 2012/0168116 A1 (Marianna MELLO), 05 July 2012 (05.07.2012), paragraph [0027]; fig. 1 & WO 2010/103114 A1 & CN 102395779 A	1-15

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０５９５００

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F03D11/04(2006.01)i, F03D11/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F03D11/04, F03D11/00, E04H12/00-12/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2013-24177 A (株式会社日立産機システム) 2013.02.04, 全文, 全図 & US 2013/0026764 A1 & EP 2551518 A2 & CN 102903484 A	1-15
A	JP 2011-530185 A (スタークストロムージェラテバウ　ゲーエムベーハー) 2011.12.15, 全文, 全図 & US 2011/0221554 A1 & EP 2151833 A1 & WO 2010/015651 A1 & CA 2733188 A1 & CN 102165539 A	1-15

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０６．０６．２０１４	１７．０６．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｏ　９６１３
松浦　久夫
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 4355949 B2 (ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ) 2009.11.04, 段落【００２５】－【００２６】, 図２－５ & US 2006/0225379 A1 & WO 2004/031578 A1 & CA 2500294 A1 & CN 1688809 A	1-15
A	US 2010/0135792 A1 (Thomas NIEHUES) 2010.06.03, 全文, 全図 & EP 2317138 A2 & CN 102052261 A	1-15
A	US 2012/0168116 A1 (Marianna MELLO) 2012.07.05, 段落[0027], FIG.1 & WO 2010/103114 A1 & CN 102395779 A	1-15