

(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
2016年11月17日(17.11.2016)

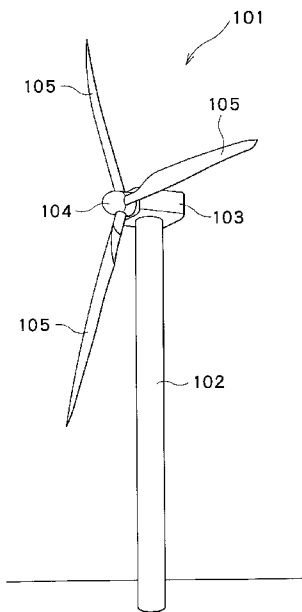


(10) 国際公開番号
WO 2016/181729 A1

- (51) 国際特許分類:
F03D 17/00 (2016.01) F16H 1/10 (2006.01)
F03D 1/06 (2006.01) F16H 1/22 (2006.01)
F03D 13/20 (2016.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/061313
 - (22) 国際出願日: 2016年4月6日(06.04.2016)
 - (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 2015-097710 2015年5月12日(12.05.2015) JP
 - (71) 出願人: ナブテスコ株式会社(NABTESCO CORPORATION) [JP/JP]; 〒1020093 東京都千代田区平河町二丁目7番9号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者: 野原 修(NOHARA Osamu); 〒5032121 岐阜県不破郡垂井町御所野1-4-14 ナブテスコ株式会社垂井工場内 Gifu (JP).
 - (74) 代理人: 永井 浩之, 外(NAGAI Hiroshi et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番6号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 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, 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, ST, 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: DRIVE DEVICE FOR WIND TURBINES, DRIVE DEVICE UNIT FOR WIND TURBINES, AND WIND TURBINE

(54) 発明の名称: 風車用駆動装置、風車用駆動装置ユニット及び風車



(57) Abstract: A drive device (10) for wind turbines has a drive device body (20), a fastener (30), and a sensor (40). The drive device body (20) is installed on one structure of the movable portion of a wind turbine (101). The drive device body (20) has a meshing section (24a) meshing with a ring gear (107) installed on the other structure of the movable portion of the wind turbine. The fastener (30) affixes the drive device body (20) to the one structure. The sensor (40) measures a change in the state of the fastener.

(57) 要約: 風車用駆動装置(10)は、駆動装置本体(20)と、締結具(30)と、センサ(40)と、を有する。駆動装置本体(20)は、風車(101)の可動部分における一方の構造体に設置される。駆動装置本体(20)は、風車の可動部分における他方の構造体に設置されたリングギヤ(107)と噛み合う噛み合い部(24a)を有する。締結具(30)は、駆動装置本体(20)を一方の構造体に固定する。センサ(40)は、締結具の状態の変化を計測する。

WO 2016/181729 A1

明 細 書

発明の名称：風車用駆動装置、風車用駆動装置ユニット及び風車 技術分野

[0001] 本発明は、風車の可動部分に用いられる風車用駆動装置及び風車用駆動装置ユニット、並びに、風車に関する。

背景技術

[0002] 例えばJP2001-289149Aに開示されているように、風力発電装置として用いられる風車として、タワーの上部に回転自在に設置されて内部に発電機等が配置されるナセルと、ナセルに設けられたロータ（ハブ、主軸部）に対して回転自在に設置されたブレード（羽根）と、を備えるものが知られている。この風車は、風車の可動部分における一方の構造体を他方の構造体に対して回転させるように駆動する風車用駆動装置として、ヨー駆動装置或いはピッチ駆動装置等を有している。ヨー駆動装置は、一方の構造体であるナセルを他方の構造体であるタワーに対して回転させるように駆動し、風向きに応じてナセルを旋回させる。ピッチ駆動装置は、一方の構造体であるブレードの軸部を他方の構造体であるナセル側のロータに対して回転させるように駆動し、ブレードのピッチ角を調節する。

[0003] ところで、風車の一つの可動部分に対し、通常、複数の風車用駆動装置が、設けられる。この風車において、一つの可動部分に設けられた複数の風車用駆動装置のうち、一つの風車用駆動装置の出力軸が、何らかの異常により、固定された状態に維持されてしまうことも想定される。このような異常時、故障した風車用駆動装置の固定された出力軸とリングギヤとの噛み合いにより、可動部分がロック状態となる。ロック状態において、他の正常な風車用駆動装置が動作すると、風車用駆動装置またはリングギヤの一方が、損傷してしまう。風車用駆動装置が損傷した場合には、当該風車用駆動装置を取り替えることによって、風車を再稼働させることができる。その一方で、リングギヤ又は構造体のリングギヤ周囲が破損した場合、大規模な修復工事が

必要となり、長期間にわたって風車の操業を停止することになる。このような不具合を回避するためには、風車用駆動装置の異常状態を迅速且つ正確に検出することが重要となる。

発明の開示

[0004] 本発明は、以上の点を考慮してなされたものであり、風車用駆動装置の異常状態を迅速且つ正確に検出することを目的とする。

[0005] 本発明による風車用駆動装置は、

風車の可動部分における一方の構造体に設置され且つ前記風車の可動部分における他方の構造体に設置されたリングギヤと噛み合う噛み合い部を有する駆動装置本体と、

前記駆動装置本体を前記一方の構造体に固定する締結具と、

前記締結具の状態の変化を計測するセンサと、を備える。

[0006] 本発明による風車用駆動装置において、

前記センサは、

前記リングギヤの中心軸線を中心とする円周に対する接線方向への前記締結具の状態の変化、

前記リングギヤの中心軸線を中心とする径方向への前記締結具の状態の変化、及び

前記リングギヤの中心軸線と平行な方向への前記締結具の状態の変化、のうちの少なくとも一以上を計測するようにしてもよい。

[0007] 本発明による風車用駆動装置において、前記センサは、前記締結具の軸線と平行な方向への前記締結具の状態の変化、及び、前記締結具の軸線と直交する方向への前記締結具の状態の変化、のうちの少なくとも一以上を計測するようにしてもよい。

[0008] 本発明による風車用駆動装置において、

前記駆動装置本体は、前記締結具が貫通するフランジを有したケースと、前記噛み合い部を有し前記ケースに支持された出力軸と、を有し、

前記出力軸の軸線を中心とした周囲に、複数の締結具が配置され、

各締結具に対応して、当該締結具の状態の変化を計測する別個のセンサが、設けられていてもよい。

- [0009] 本発明による風車用駆動装置において、
前記駆動装置本体は、前記締結具が貫通するフランジを有したケースと、前記噛み合い部を有し前記ケースに支持された出力軸と、を有し、
前記出力軸の軸線を中心とした周囲に、複数の締結具が配置され、
前記センサは、
前記リングギヤの中心軸線を中心とする円周に沿って最も一側に位置する締結具、
前記リングギヤの中心軸線を中心とする円周に沿って最も他側に位置する締結具、
前記リングギヤの中心軸線を中心する径方向に沿って最も当該中心軸線から離間して位置する締結具、及び、
前記リングギヤの中心軸線を中心する径方向に沿って最も当該中心軸線に近接して位置する締結具のうちの少なくとも一つの締結具の状態の変化を計測するようにしてもよい。

- [0010] 本発明による風車用駆動装置において、前記センサは、前記締結具に負荷される荷重、及び、前記締結具の変位または位置、のうちの少なくとも一以上を計測するようにしてもよい。

- [0011] 本発明による風車用駆動装置ユニットは、
風車の一つの可動部分に設けられた複数の風車用駆動装置を備え、
複数の風車用駆動装置は、それぞれ、上述した本発明による風車用駆動装置のいずれかであり、
各風車用駆動装置に対応して、当該風車用駆動装置を据え付けるための前記締結具の状態の変化を計測する別個のセンサが、設けられていてもよい。

- [0012] 本発明による風車は、上述した本発明による風車用駆動装置のいずれか、又は、上述した本発明による風車用駆動装置ユニットのいずれかを備える。

- [0013] 本発明によれば、風車用駆動装置の異常状態を迅速且つ正確に検出するこ

とができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は、本発明の一実施の形態を説明するための図であって、風車を示す斜視図である。

[図2]図2は、図1に示された風車の縦断面図であって、タワーとナセルとの間の可動部分を示す図である。

[図3]図3は、図2に示された可動部分における風車用駆動装置の配置を示す平面図である。

[図4]図4は、図2に示された風車用駆動装置を部分的に断面で示す図である。

[図5]図5は、図4に示された風車用駆動装置の据え付け部分を部分的に断面で示す図である。

[図6]図6は、図4に示された風車用駆動装置を据え付けるための締結具の配列を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照して本発明の一実施の形態について説明する。なお、本件明細書に添付する図面においては、図示と理解のしやすさの便宜上、適宜縮尺および縦横の寸法比等を、実物のそれらから変更し誇張してある。

[0016] 図1乃至図6は本発明による一実施の形態を説明するための図である。ここで説明する風車用駆動装置10は、風車101のタワー102に対して回転可能に設置されたナセル103、或いは、ナセル103に取り付けられたロータ104に対してピッチ方向に揺動可能に設置されたブレード105、を駆動する。すなわち、ここで説明する風車用駆動装置10は、風車101のタワー102に対してナセル103を回転させるようにヨー駆動するヨー駆動装置として用いることができ、さらに、ナセル側のロータ104に対してブレード105の軸部を回転させるようにピッチ駆動するピッチ駆動装置としても用いることができる。ただし、以下に説明する図示された例において、風車用駆動装置は、ヨー駆動装置として機能する。

[0017] 図1に示すように、風車101は、タワー102、ナセル103、主軸部であるロータ104、羽根であるブレード105、等を有している。タワー102は、地上から鉛直上方に向かって伸びるように設置される。ナセル103は、タワー102の上部に対して回転可能に設置されている。ナセル103のタワー102に対する回転は、タワー102の長手方向を中心とする回転であり、いわゆるヨー回転である。ナセル103は、後に詳述する風車用駆動装置10に駆動されることで、タワー102に対して回転する。ナセル103の内部には、動力伝達軸や発電機等が配置されている。ロータ104は、動力伝達軸に接続され、ナセル103に対して回転可能となっている。ブレード105は、複数枚（図1に示された例では、3枚）設けられている。ブレード105は、ロータ104のナセル103に対する回転軸線を中心とする放射方向へ、当該ロータ104から伸び出している。複数のブレード105は、互いから等角度あけて配置されている。

[0018] なお、各ブレード105は、ピッチ方向に回転可能、言い換えると、その長手方向を中心としてロータ104に対して回転可能となっている。すなわち、ブレード105のロータ104への接続箇所は、可動部分となっている。ブレード105は、ピッチ駆動装置として設けられた風車用駆動装置によって回転駆動され、このピッチ駆動装置としての風車用駆動装置は、後述するヨー駆動措置としての風車用駆動装置10と同様に構成される。

[0019] 図2は、風車101においてタワー102に対して回転可能にナセル103が設置された部分を拡大して示す断面図である。なお、図2では、風車用駆動装置10について断面図ではなく外形図として図示している。ナセル103は、その底部103aにおいて、タワー102の上部に対して軸受106を介して回転可能に設置されている。そして、タワー102の上部には、内周に内歯が形成されたリングギヤ107が固定されている。ただし、リングギヤ107の歯は、内周に設けられているものに限らず、外周に設けられているものであってもよい。図面において、リングギヤ107の内歯の各歯は省略されている。

[0020] 図2及び図3に示すように、ナセル103内に、複数の風車用駆動装置10が据え付けられている。風車用駆動装置10は、リングギヤ107の内歯と噛み合う噛み合い部24aを有している。風車用駆動装置10の駆動により、風車101の可動部分の一方となるナセル103を、風車101の可動部分の他方となるタワー102に対して回転させることができる。図3に示すように、リングギヤ107は、円周状に形成され、中心軸線Cmを有している。ナセル103は、リングギヤ107の中心軸線Cmを中心として回転する。図示された例において、リングギヤ107の中心軸線Cmは、タワー102の長手方向と一致している。以下において、リングギヤ107の中心軸線Cmと平行な方向を、単に、「軸方向d1」とも呼ぶ。

[0021] 図示された風車101では、図3に示すように、一对の風車用駆動装置ユニット5が、設けられている。一对の風車用駆動装置ユニット5は、リングギヤ107の中心軸線Cmを中心として、回転対称となるように配置されている。各風車用駆動装置ユニット5は、三つの風車用駆動装置10を含んでいる。一对の風車用駆動装置ユニット5に含まれる合計六つの駆動装置本体20は、リングギヤ107の中心軸線Cmを中心とする円周c11（図3参照）に沿って、設けられている。各風車用駆動装置ユニット5に含まれる三つの風車用駆動装置10は、円周c11に沿って、一定の間隔をあけて順に配列されている。

[0022] 風車用駆動装置10は、ナセル103に固定された駆動装置本体20と、駆動装置本体20をナセル103に固定するための締結具30と、を有している。さらに、ここで説明する風車用駆動装置10は、駆動装置本体20の異常を発見するためのセンサ40を有している。このセンサ40は、締結具30の状態の変化を計測する。そして、このセンサ40を用いることにより、後述するように、駆動装置本体20の異常状態を迅速且つ正確に検出することが可能となる。以下、風車用駆動装置10の各構成要素について順に説明する。

[0023] まず、駆動装置本体20について説明する。図4に示すように、駆動装置

本体 20 は、リングギヤ 107 と噛み合う噛み合い部 24 a を有した出力軸 24 と、出力軸 24 を回転可能に保持するケース 21 と、ケース 21 に固定された電動機 23 と、を有している。駆動装置本体 20 は、電動機 23 と出力軸 24 とを連結する連結部 25 を、さらに有している。連結部 25 は、ケース 21 内に收容されている。連結部 25 は、一例として、電動機 23 からの入力を減速して出力軸 24 に伝達する。このような連結部 25 として、偏心揺動歯車型や遊星歯車型の減速機構、又は、偏心揺動歯車型および遊星歯車型を組み合わせた減速機構を採用することができる。

[0024] 図 4 に示すように、連結部 25 から離間する側となる出力軸 24 の端部は、ケース 21 から延び出している。出力軸 24 のケース 21 から延び出した部分に噛み合い部 24 a が形成されている。図 2 及び図 5 に示すように、出力軸 24 の噛み合い部 24 a は、ナセル 103 の底部 103 a に形成された貫通穴 103 b 内に延び入り、リングギヤ 107 と噛み合っている。噛み合い部 24 a は、リングギヤ 107 に応じた形状で形成される。一例として、噛み合い部 24 a は、リングギヤ 107 の内歯と噛み合う外歯を有したピニオンギヤを形成している。風車用駆動装置 10 は、出力軸 24 の回転軸線 C_r と一致する長手方向軸線を有している。風車用駆動装置 10 がナセル 103 に固定された状態において、出力軸 24 の回転軸線 C_r は風車 101 の軸方向 d_l と平行となる。

[0025] 次に、ケース 21 について説明する。図 4 に示すように、ケース 21 は、筒状に形成されている。図 5 に示すように、ケース 21 は、その長手方向軸線が回転軸線 C_r 上に位置するよう、配置されている。ケース 21 は、回転軸線 C_r に沿った両端が開口している。タワー 102 側となるケース 21 の開口から、出力軸 24 の噛み合い部 24 a が露出している。タワー 102 とは反対側となるケース 21 の開口に、電動機 23 が取り付けられている。また、ケース 21 は、フランジ 22 を有している。図 3 に示すように、フランジ 22 は、環状に形成され、出力軸 24 の回転軸線 C_r を中心とする円周 c_1 に沿って延びている。図 4 及び図 5 に示すように、フランジ 22 には、

貫通孔 22 a が形成されている。貫通孔 22 a は、出力軸 24 の回転軸線 C r を中心とする円周上に多数形成されている。図示された例においては、12 の貫通孔 22 a が形成されている。図 4 及び図 5 に示すように、貫通孔 22 a は、軸方向 d 1 に延びている。

[0026] 次に、以上の構成からなる駆動装置本体 20 をナセル 103 に固定するための締結具 30 について説明する。締結具 30 は、駆動装置本体 20 のフランジ 22 に形成された貫通孔 22 a を通過して、フランジ 22 を貫通している。ナセル 103 の底部 103 a には、フランジ 22 の貫通孔 22 a に対面する位置に、貫通穴 103 c が形成されている。締結具 30 は、駆動装置本体 20 の貫通孔 22 a を通過し、さらに、ナセル 103 の貫通穴 103 c へ延び入っている。図示された例において、締結具 30 は、ボルト 30 a 及びナット 30 b を有している。ボルト 30 a は、駆動装置本体 20 の駆動装置本体 20 およびナセル 103 の底部 103 a を貫通する。ナット 30 b は、駆動装置本体 20 及びナセル 103 をこの順で貫通するボルト 30 a に、ナセル 103 の側から螺合している。図示された例において、ナセル 103 の貫通穴 103 c は、貫通孔 22 a に対応して 12 箇所形成されている。ボルト 30 a 及びナット 30 b からなる締結具 30 は、駆動装置本体 20 の貫通孔 22 a 毎に設けられている。この結果、12 個の締結具 30 によって、駆動装置本体 20 は、12 箇所ナセル 103 に取り付けられている。

[0027] なお、図示された例に限られず、ナット 30 b を用いることに代えて、ナセル 103 の貫通穴 103 c に、ボルト 30 a の雄ねじが螺合する雌ねじが、形成されていてもよい。この例において、締結具 30 は、ボルト 30 a によって構成され、ボルト 30 a がナセル 103 の貫通穴 103 c に噛み合うことで、駆動装置本体 20 をナセル 103 に固定することができる。

[0028] 次に、センサ 40 について説明する。センサ 40 は、締結具 30 の状態の変化を計測する。センサ 40 は、締結具 30 に負荷される荷重、締結具 30 のナセル 103 に対する変位、及び、締結具 30 のナセル 103 に対する相対位置の一以上を計測する既知のセンサによって構成され得る。図示された

例では、軸力覚センサがセンサ40として用いられ、締結具30に負荷される特定の方向への荷重を計測することができる。その他の一例として、磁気センサや光電センサをセンサ40として用いることにより、締結具30の位置および変位を非接触にて計測することが可能となる。

[0029] 図5に示すように、センサ40は、治具49を用いて、可動部分の一方、すなわちなセル103に対して固定して保持されている。センサ40をなす軸力覚センサは、締結具30をなすボルト30aの頭部に当接している。ただし、この例に限られず、センサ40が、図5に二点鎖線で示すようにボルト30aの頭部とは逆側の先端部に当接するようにしてもよいし、或いは、センサ40が、ナット30bに当接するようにしてもよい。

[0030] センサ40は、制御装置110に電氣的に接続されている。センサ40から出力される計測結果に関する電気信号は、制御装置110に送信される。制御装置110が、センサ40から出力される電気信号を監視することにより、締結具30に負荷される荷重の変化や締結具30の変位を把握することが可能となる。制御装置110は、センサ40での計測結果に基づき、風車用駆動装置10等の風車101の構成要素を制御する。

[0031] 次に、以上のような構成からなる風車用駆動装置10の作用について説明する。

[0032] 以上の構成からなる風車101において、ナセル103やブレード105等の可動部分を回転させる際、風車用駆動装置ユニット5に含まれる複数の風車用駆動装置10を同期して動作させる。これにより、重量物であるナセル103やブレード105を、それぞれ、タワー102やロータ104に対して回動させることができる。なお、各風車用駆動装置10は、制御装置110からの制御信号に基づいて、動作する。

[0033] 風車101の可動部分においては、既に説明したように、風車用駆動装置ユニット5に含まれる一部の風車用駆動装置10だけに故障が生じ、当該風車用駆動装置10が停止した状態に固定されることもある。さらに、このような異常の検出が遅れ、制御装置110が、風車用駆動装置ユニット5に含

まれる風車用駆動装置10に対して駆動信号を送信してしまうこともある。このとき、故障した風車用駆動装置10の噛み合い部24aがリングギヤ107と噛み合い、可動部分の動作が規制されている。したがって、風車用駆動装置ユニット5に含まれる他の正常な風車用駆動装置10の噛み合い部24aが動作すると、風車用駆動装置10の噛み合い部24aとリングギヤ107との間に大きな応力が生じることになる。すなわち、風車用駆動装置10の異常状態が迅速に検出されなかった場合、風車用駆動装置10またはリングギヤ107の破損を来すことになる。風車用駆動装置10が損傷した場合には、当該風車用駆動装置10を取り替えることによって、風車を再稼働させることができる。その一方で、リングギヤ107又はタワー102のリングギヤ107周囲が破損した場合、大規模な修復工事が必要となり、長期間にわたって風車の操業を停止し甚大な損失が生じることになる。

[0034] このような不具合を回避するため、風車用駆動装置10は、センサ40を有している。センサ40は、風車用駆動装置10を風車101の可動部分の一方、例えばナセル103に据え付けるための締結具30の状態の変化を計測する。センサ40は、締結具30の状態を示す電気信号を制御装置110に送信する。制御装置110は、センサ40から送信される電気信号を監視し、風車用駆動装置10の異常を検出することができる。制御装置110は、異常が検出された場合、異常の発生を示す警報等を発信するとともに、風車用駆動装置10の駆動を停止する。これにより、風車用駆動装置10やリングギヤ107の更なる損傷を回避することができる。

[0035] とりわけ、本実施の形態では、締結具30の締結具の状態の変化を計測する。シミュレーションを繰り返し実施したところ、次の傾向が確認された。すなわち、複数の風車用駆動装置10の一つが故障して固定された状態で他の正常な風車用駆動装置10を駆動した場合、風車用駆動装置10を構造体に据え付ける締結具30に大きな荷重が負荷され、且つ、当該締結具30が損傷するに至った。また、このような傾向は、風車の稼働中に実際に生じる不具合とも一致する。そもそも、締結具30の状態が大きく変化した場合、

風車用駆動装置10が風車本体に対して相対移動し、風車用駆動装置10の据え付け状態が大きく変化する。このとき、大きな荷重が、風車用駆動装置10、リングギヤ107またはリングギヤ107周囲の構造物に負荷されることになる。したがって、締結具30の状態変化を計測するセンサ40を用いることにより、風車用駆動装置10の異常状態を迅速且つ正確に検出することができる。

[0036] このようなセンサ40は、リングギヤ107の中心軸線Cmを中心とする円周c16に対する接線方向dtへの締結具30の状態の変化、リングギヤの中心軸線Cmを中心とする径方向drへの締結具30の状態の変化、及び、リングギヤ107の中心軸線Cmと平行な軸方向dlへの締結具30の状態の変化、のうちの少なくとも一以上を計測することが好ましい。風車用駆動装置10の噛み合い部24aとリングギヤ107との相対動作からすれば、これらの接線方向dt、径方向dr及び軸方向dlのいずれかに、締結具30が最も大きな状態変化を来しやすくなる。したがって、センサ40が、接線方向dtへの締結具30の状態の変化、径方向drへの締結具30の状態の変化、および、軸方向dlへの締結具30の状態の変化のいずれか一以上を検出することで、風車用駆動装置10の異常状態をより迅速且つより正確に検出することが可能となる。さらには、センサ40が、接線方向dtへの締結具30の状態の変化、径方向drへの締結具30の状態の変化、および、軸方向dlへの締結具30の状態の変化のすべてを検出することで、風車用駆動装置10の異常状態を極めて迅速且つ極めて正確に検出することが可能となる。

[0037] また、締結具30が、例えばボルト等のように、長手軸線を有する場合、締結具30は、当該軸線Cbと平行な方向、又は、当該軸線Cbに直交する方向へ状態を大きく変化しやすくなる。したがって、締結具30の形状を考慮すると、センサ40は、締結具30の軸線Cbと平行な方向への当該締結具30の状態の変化、及び、締結具30の軸線Cbと直交する方向への当該締結具30の状態の変化、のうちの少なくとも一以上を計測することが好ま

しい。

[0038] 図5及び図6に示された例では、締結具30の長手軸線Cbは、風車用駆動装置10の回転軸線Cr及びリングギヤ107の中心軸線Cmと平行である。すなわち、締結具30の長手軸線Cbは、上述した軸方向dlと平行であり、上述した接線方向dtや径方向drと直交する。このような図示された例では、接線方向dt、径方向dr又は軸方向dlのいずれかの方向、言い換えると、締結具30の長手軸線Cbと平行または直交する方向に、締結具30の状態が極めて変化しやすくなる。したがって、センサ40が、これらの方向での締結具30の状態の変化を計測することによって、風車用駆動装置10の異常状態を極めて迅速且つ極めて正確に検出することが可能となる。

[0039] また、本実施の形態では、図6に示すように、風車用駆動装置10の駆動装置本体20は、締結具30が貫通するフランジ22を有したケース21と、噛み合い部24aを有しケース21に支持された出力軸24と、を有している。出力軸24の軸線を中心とした周囲、すなわち、風車用駆動装置10の回転軸線Crを中心とした周囲に、複数の締結具30が配置されている。そして、各締結具30に対応して、締結具30の状態の変化を計測する別個のセンサ40が、設けられている。このように別個のセンサ40を用いることによって、各締結具30の状態をより正確に評価することができる。また、各センサ40での計測結果から、より正確に、対応する締結具30の状態の変化、さらには、風車用駆動装置10の据え付け状態の変化を把握することが可能となる。結果として、風車用駆動装置10の異常状態を極めて迅速且つ極めて正確に検出することが可能となる。

[0040] また、センサ40は、リングギヤ107の中心軸線Cmを中心とする円周cl6に沿って最も一側に位置する第1の締結具31、リングギヤ107の中心軸線Cmを中心とする円周cl6に沿って最も他側に位置する第2の締結具32、リングギヤ107の中心軸線Cmを中心する径方向drに沿って最も当該中心軸線Cmから離間して位置する第3の締結具33、及び、リン

グギヤ107の中心軸線Cmを中心する径方向drに沿って最も当該中心軸線Cmに近接して位置する第4の締結具34のうちの少なくとも一つの締結具30の状態の変化を計測するようになっていることが好ましい。風車用駆動装置10の噛み合い部24aとリングギヤ107との相対動作からすれば、これらの第1～第4の締結具31、32、33、34のいずれかに、最も大きな状態変化が生じやすくなる。したがって、第1～第4の締結具31、32、33、34のいずれか一以上の状態変化をセンサ40を用いて検出することで、風車用駆動装置10の異常状態をより迅速且つより正確に検出することが可能となる。さらには、センサ40が、第1～第4の締結具31、32、33、34のすべての状態変化を計測することによって、風車用駆動装置10の異常状態を極めて迅速且つ極めて正確に検出することが可能となる。

[0041] とりわけ図6に示された例では、リングギヤ107の中心軸線Cmを中心とする円周c16に沿って最も一側に位置する第1の締結具31に対応して、第1センサ41が設けられている。また、リングギヤ107の中心軸線Cmを中心とする円周c16に沿って最も他側に位置する第2の締結具32に対応して、第2センサ42が設けられている。さらに、リングギヤ107の中心軸線Cmを中心する径方向drに沿って最も当該中心軸線Cmから離間して位置する第3の締結具33に対応して、第3センサ43が設けられ、リングギヤ107の中心軸線Cmを中心する径方向drに沿って最も当該中心軸線Cmに近接して位置する第4の締結具34に対応して、第4センサ44が設けられている。このような風車用駆動装置10では、最も大きな荷重が負荷されやすい第1～第4の締結具31、32、33、34について、それぞれ別個の第1～第4センサ41、42、43、44を用いて、独立して正確に状態変化を計測することができる。したがって、風車用駆動装置10の異常状態を極めて迅速且つ極めて正確に検出することが可能となる。

[0042] より好ましくは、噛み合い圧力角度 $\theta\alpha$ が所定の角度内となる領域 $R\alpha$ 、例えば噛み合い圧力角度 $\theta\alpha$ が $\pm 20^\circ$ の範囲内となる領域 $R\alpha$ に位置する

締結具30について、状態変化をセンサ40で検出する。さらに好ましくは、噛み合い圧力角度 $\theta\alpha$ が $\pm 10^\circ$ の範囲内となる領域 $R\alpha$ に位置する締結具30について状態変化をセンサ40で検出し、最も好ましくは、噛み合い圧力角度 $\theta\alpha$ が 0° となる位置に配置された締結具30について状態変化をセンサ40で検出する。シミュレーション結果から、噛み合い圧力角度 $\theta\alpha$ が $\pm 20^\circ$ の範囲内となる領域 $R\alpha$ に位置する締結具30に大きな状態変化が生じやすいこと、また、噛み合い圧力角度 $\theta\alpha$ が $\pm 10^\circ$ の範囲内となる領域 $R\alpha$ に位置する締結具30に顕著な状態変化が生じやすいこと、さらには、噛み合い圧力角度 $\theta\alpha$ が 0° となる位置に配置された締結具30に最も大きな状態変化が生じやすいこと、を確認することができた。ここで、図6に示された風車用駆動装置10の出力軸24の回転軸線 C_r に直交する面において、リングギヤ107の中心軸線 C_m を中心とし且つ出力軸24の回転軸線 C_r を通過する円周への当該回転軸線 C_r での接線 $t\alpha$ に対する、当該回転軸線 C_r を通過する直線の角度のことを、噛み合い圧力角度 $\theta\alpha$ と呼ぶ。図6に示された例において、直線 $l\alpha x$ および直線 $l\alpha y$ で囲まれた領域 $R\alpha$ が、噛み合い圧力角度 $\theta\alpha$ が $\pm 20^\circ$ の範囲となる領域 $R\alpha$ である。噛み合い圧力角度 $\theta\alpha$ が $\pm 20^\circ$ の範囲内となる領域 $R\alpha$ に、上述した第3締結具33及び第4締結具34が位置している。

[0043] さらに、複数の締結具30の状態変化を比較することによって、風車用駆動装置10の異常状態の有無を判断するようにしてもよい。とりわけ、風車用駆動装置10の出力軸24の回転軸線 C_r を中心として対称的な位置に配置された二以上の締結具30の状態変化を比較することによって、風車用駆動装置10の異常状態の有無を判断するようにしてもよい。この場合、風車用駆動装置10の異常状態を極めて迅速且つ極めて正確に検出することが可能となる。

[0044] 以上のように、本実施の形態において、風車用駆動装置10は、風車101の可動部分における一方の構造体に設置され且つ風車101の可動部分における他方の構造体に設置されたリングギヤ107と噛み合う噛み合い部2

4 a を有する駆動装置本体 20 と、駆動装置本体 20 を一方の構造体に固定する締結具 30 と、締結具 30 の状態の変化を計測するセンサ 40 と、締結具 30 の状態の変化を計測するセンサ 40 と、を有している。このような風車用駆動装置 10 によれば、風車用駆動装置 10 の異常状態を迅速且つ正確に検出することができる。

[0045] 以上、本発明を図示された一実施の形態に基づいて説明したが、本発明は以上の一実施の形態に限定されるものではなく、この他にも種々の形態で実施可能である。

[0046] 例えば、上述した実施の形態の説明において、ナセル 103 をタワー 102 に対して回転させる可動部分に、一对の風車用駆動装置ユニット 5 が設けられ、且つ、各風車用駆動装置ユニット 5 が、三つの風車用駆動装置 10 を含んでいる。しかしながら、この例に限られず、風車 101 の可動部分に、風車用駆動装置ユニット 5 が、一つだけ設けられていてもよいし、或いは、三以上の風車用駆動装置ユニット 5 が設けられていてもよい。また、風車用駆動装置ユニット 5 が、二つの風車用駆動装置 10 を含むようにしてもよいし、或いは、四以上の風車用駆動装置 10 を含むようにしてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 風車の可動部分における一方の構造体に設置され且つ前記風車の可動部分における他方の構造体に設置されたリングギヤと噛み合う噛み合い部を有する駆動装置本体と、
前記駆動装置本体を前記一方の構造体に固定する締結具と、
前記締結具の状態の変化を計測するセンサと、を備える、風車用駆動装置。
- [請求項2] 前記センサは、
前記リングギヤの中心軸線を中心とする円周に対する接線方向への前記締結具の状態の変化、
前記リングギヤの中心軸線を中心とする径方向への前記締結具の状態の変化、及び
前記リングギヤの中心軸線と平行な方向への前記締結具の状態の変化、
のうちの少なくとも一以上を計測する、請求項1に記載の風車用駆動装置。
- [請求項3] 前記センサは、前記締結具の軸線と平行な方向への前記締結具の状態の変化、及び、前記締結具の軸線と直交する方向への前記締結具の状態の変化、のうちの少なくとも一以上を計測する、請求項1又は2に記載の風車用駆動装置。
- [請求項4] 前記駆動装置本体は、前記締結具が貫通するフランジを有したケースと、前記噛み合い部を有し前記ケースに支持された出力軸と、を有し、
前記出力軸の軸線を中心とした周囲に、複数の締結具が配置され、
各締結具に対応して、当該締結具の状態の変化を計測する別個のセンサが、設けられている、請求項1～3のいずれか一項に記載の風車用駆動装置。
- [請求項5] 前記駆動装置本体は、前記締結具が貫通するフランジを有したケー

スト、前記噛み合い部を有し前記ケースに支持された出力軸と、を有し、

前記出力軸の軸線を中心とした周囲に、複数の締結具が配置され、
前記センサは、

前記リングギヤの中心軸線を中心とする円周に沿って最も一側に位置する締結具、

前記リングギヤの中心軸線を中心とする円周に沿って最も他側に位置する締結具、

前記リングギヤの中心軸線を中心する径方向に沿って最も当該中心軸線から離間して位置する締結具、及び、

前記リングギヤの中心軸線を中心する径方向に沿って最も当該中心軸線に近接して位置する締結具

のうちの少なくとも一つの締結具の状態の変化を計測する、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の風車用駆動装置。

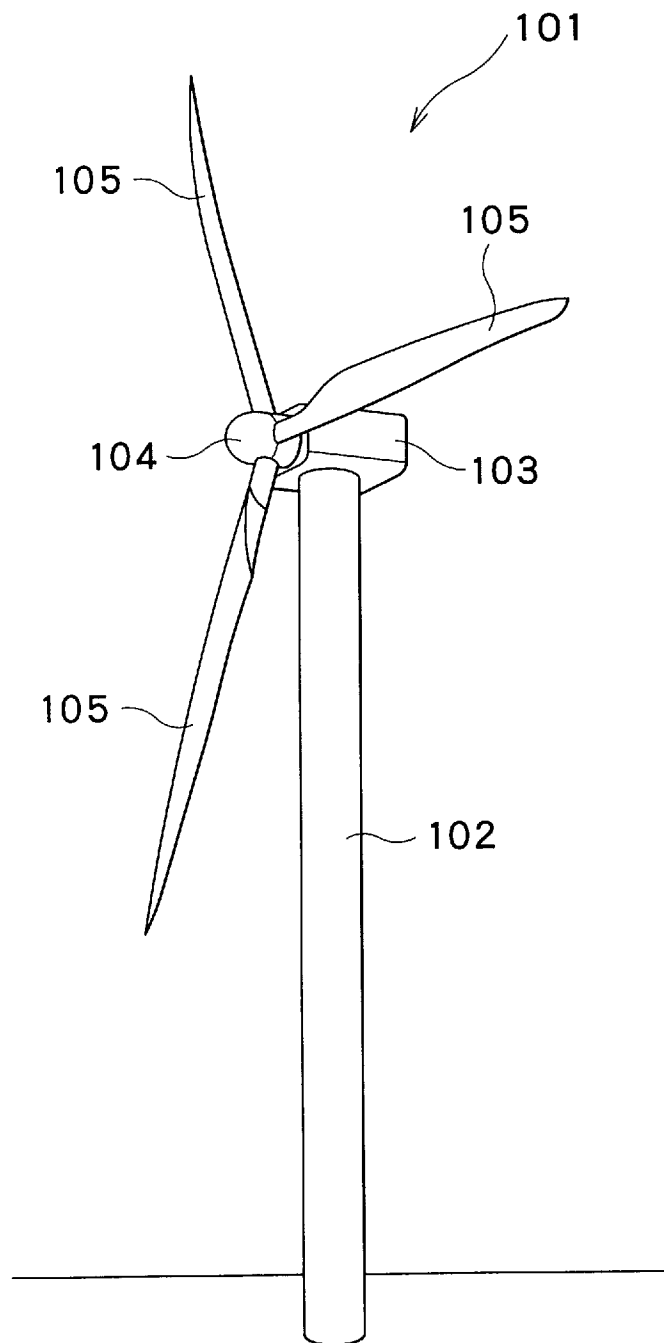
[請求項6] 前記センサは、前記締結具に負荷される荷重、及び、前記締結具の変位または位置、のうちの少なくとも一以上を計測する、請求項 1～5 のいずれか一項に記載の風車用駆動装置。

[請求項7] 風車の一つの可動部分に設けられた複数の風車用駆動装置を備え、
複数の風車用駆動装置は、それぞれ、請求項 1～6 のいずれか一項に記載された風車用駆動装置であり、

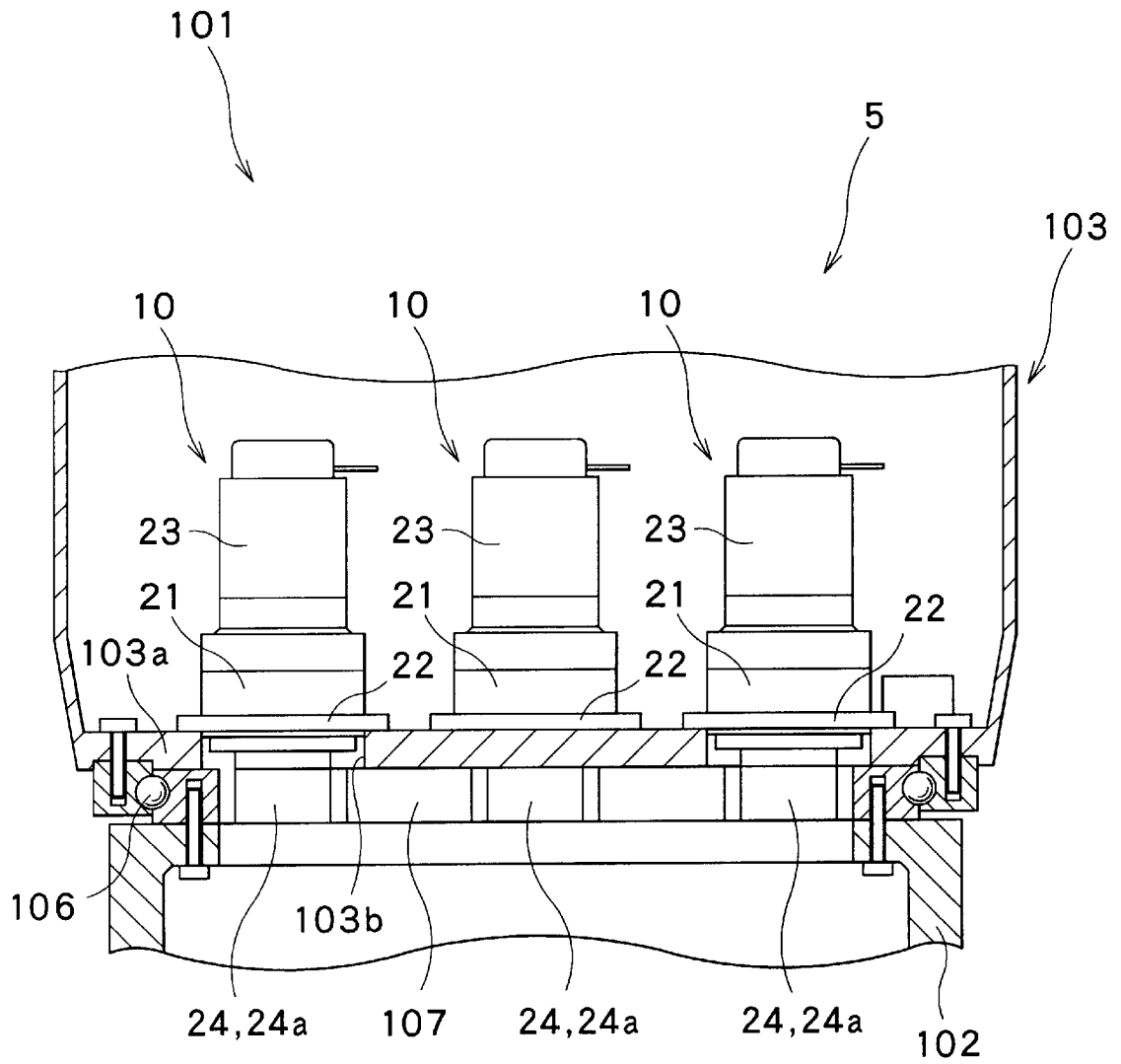
各風車用駆動装置に対応して、当該風車用駆動装置を据え付けるための前記締結具の状態の変化を計測する別個のセンサが、設けられている、風車用駆動装置ユニット。

[請求項8] 請求項 1～6 のいずれか一項に記載の風車用駆動装置、或いは、請求項 7 の記載の風車用駆動装置ユニットを備える、風車。

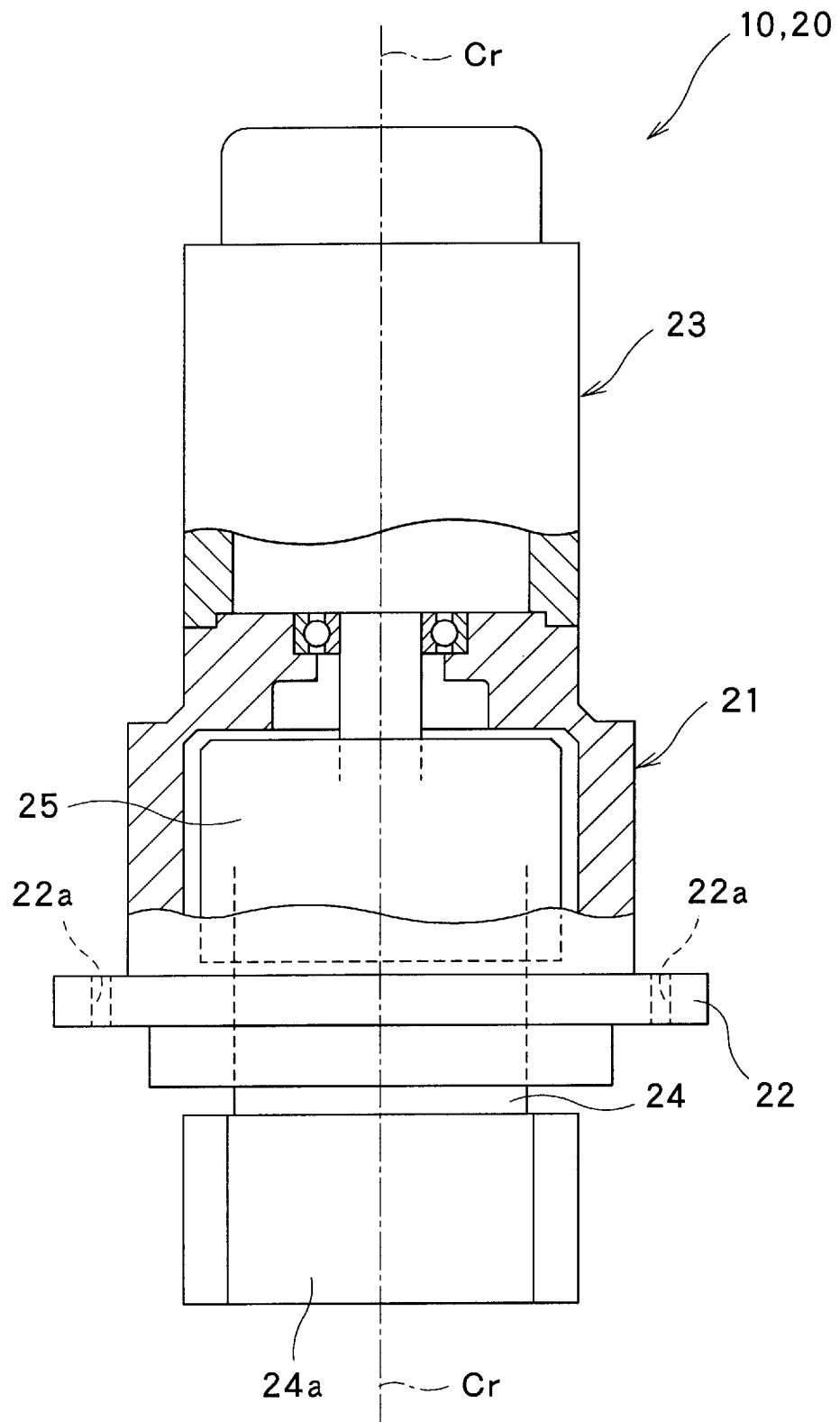
[図1]



[図2]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/061313

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03D17/00(2016.01)i, F03D1/06(2006.01)i, F03D13/20(2016.01)i, F16H1/10(2006.01)i, F16H1/22(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)

F03D17/00, F03D1/06, F03D13/20, F16H1/10, F16H1/22

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	JP 2011-47307 A (Nabtesco Corp.), 10 March 2011 (10.03.2011), paragraphs [0019] to [0031]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-8
Y	WO 2014/005735 A1 (WOBBEN PROPERTIES GMBH), 09 January 2014 (09.01.2014), page 1, line 22 to page 2, line 4; page 3, lines 7 to 16; page 6, lines 4 to 30; page 10, line 13 to page 12, line 7; fig. 1 to 2, 9 to 12 & JP 2015-521711 A & US 2015/0159633 A1 paragraphs [0006], [0012], [0032] to [0033], [0044] to [0048]	1-8

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
27 June 2016 (27.06.16)

Date of mailing of the international search report
05 July 2016 (05.07.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/061313

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012/0134809 A1 (BAGEPALLI, Bharat), 31 May 2012 (31.05.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	US 2010/0052320 A1 (HOFFMANN, Till), 04 March 2010 (04.03.2010), entire text; all drawings & EP 2159417 A2 & CN 101660487 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F03D17/00(2016.01)i, F03D1/06(2006.01)i, F03D13/20(2016.01)i, F16H1/10(2006.01)i, F16H1/22(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. F03D17/00, F03D1/06, F03D13/20, F16H1/10, F16H1/22		
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 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016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
Y	JP 2011-47307 A (ナブテスコ株式会社) 2011.03.10, 段落 [0019] - [0031], 図1-7 (ファミリーなし)	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 27.06.2016	国際調査報告の発送日 05.07.2016	
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) 新井 浩士 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	30 5365

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
Y	WO 2014/005735 A1 (WOBEN PROPERTIES GMBH) 2014.01.09, 第1ページ第22行-第2ページ第4行, 第3ページ 第7-16行, 第6ページ第4-30行, 第10ページ第13行- 第12ページ第7行, 図1-2, 9-12 & JP 2015-521711 A & US 2015/0159633 A1, 段落 [0006], [0012], [0032] - [0033], [0044] - [0048]	1-8
A	US 2012/0134809 A1 (BAGEPALLI, Bharat) 2012.05.31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	US 2010/0052320 A1 (HOFFMANN, Till) 2010.03.04, 全文, 全図 & EP 2159417 A2 & CN 101660487 A	1-8