

(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
2022年4月28日(28.04.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/085655 A1

(51) 国際特許分類:
F03D 80/30 (2016.01) F03D 17/00 (2016.01)
F03D 1/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/038514

(22) 国際出願日: 2021年10月19日(19.10.2021)

(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 2020-176259 2020年10月20日(20.10.2020) JP

(71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 青井 辰史(AOI, Tatsufumi); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 山本 修作(YAMAMOTO, Syusaku); 〒1008332 東京都千

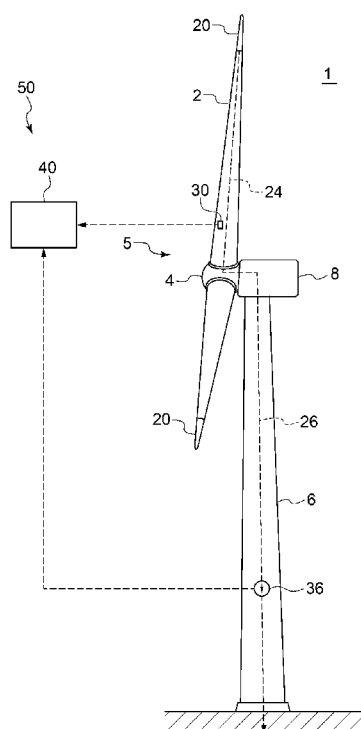
代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 村田 直人(MURATA, Naoto); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 津村 陽一郎(TSUMURA, Yoichiro); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人(SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区三田三丁目13番16号 三田43MTビル13階 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: WIND TURBINE BLADE, WIND TURBINE BLADE MONITORING DEVICE, WIND POWER GENERATION DEVICE, AND WIND TURBINE BLADE MONITORING METHOD

(54) 発明の名称: 風車翼、風車翼のモニタリング装置及び風力発電装置並びに風車翼のモニタリング方法



(57) Abstract: This wind turbine comprises: a blade body; a down conductor that extends along the longitudinal direction of the blade body; and at least a pair of magnetic-field sensors which are disposed at positions inside of the blade body so as to sandwich the down conductor, and which are for detecting a local magnetic field at each of said positions.

(57) 要約: 風車翼は、翼本体と、前記翼本体の長手方向に沿って延在するダウンコンダクタと、前記翼本体の内部にて前記ダウンコンダクタを挟む位置に配置され、該位置の各々における局所的な磁界を検出するための少なくとも一対の磁界センサと、を備える。

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

風車翼、風車翼のモニタリング装置及び風力発電装置並びに風車翼のモニタリング方法

技術分野

[0001] 本開示は、風車翼、風車翼のモニタリング装置及び風力発電装置並びに風車翼のモニタリング方法に関する。

本願は、2020年10月20日に日本国特許庁に出願された特願2020-176259号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 風車翼には、風車翼を雷から保護するための装置として、レセプタ（受雷部）が設けられる。レセプタは、風車翼の先端部やその他の箇所に設けられ、風車翼及び風車タワーを延びるダウンコンダクタ（引き下げ導体）と電氣的に接続される。レセプタに落雷した際の雷電流は、ダウンコンダクタを介して大地に導かれて放電されるようになっている。

[0003] 特許文献1には、複数のレセプタが設けられた風車翼の落雷検知システムが開示されている。この落雷検知システムは、複数のレセプタに対応してそれぞれ設けられる複数の電流センサを含む。複数の電流センサは、複数のレセプタと、風車翼の内部を延びる導体（ダウンコンダクタ）との間をそれぞれ接続する分岐ライン（導体）を流れる電流をそれぞれ検出する。そして、複数の電流センサでの検出結果に基づいて、風車翼に落雷があったことを検出したり、被雷したレセプタを特定したりするようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許第8258773号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、レセプタが設けられた風車翼であっても、レセプタ設置部位以外の箇所、例えば翼本体（シェル等）の表面に雷撃を受けることがある。そこで、落雷により風車翼に損傷が生じた場合等にメンテナンスを適切又は迅速に行うために、風車翼における被雷位置を適切に特定できることが望ましい。

[0006] しかし、特許文献１に記載される落雷検知システムでは、翼本体表面等のレセプタ以外の箇所に落雷する場合のことが考慮されておらず、レセプタ設置部位又はそれ以外の箇所のどちらに被雷したのかを特定することができない。

[0007] 上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、風車翼における被雷位置を適切に特定可能な風車翼、風車翼のモニタリング装置及び風力発電装置並びに風車翼のモニタリング方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の少なくとも一実施形態に係る風車翼は、
翼本体と、
前記翼本体の長手方向に沿って延在するダウンコンダクタと、
前記翼本体の内部にて前記ダウンコンダクタを挟む位置に配置され、該位置の各々における局所的な磁界を検出するための少なくとも一対の磁界センサと、
を備える。

[0009] また、本発明の少なくとも一実施形態に係るモニタリング装置は、
翼本体と、前記翼本体の長手方向に沿って延在するダウンコンダクタと、
を含む風車翼のモニタリング装置であって、
前記翼本体の内部にて前記ダウンコンダクタを挟む位置に前記風車翼内に設けられ、前記位置の各々における局所的な磁界を検出するための少なくとも一対の磁界センサと、

前記少なくとも一対の磁界センサの各々の検出信号に基づいて、前記風車

翼の被雷位置に関する情報を得るための被雷位置情報取得部と、
を備える。

- [0010] また、本発明の少なくとも一実施形態に係る風力発電装置は、
上述の風車翼を含む風車ロータと、
前記風車ロータの回転によって駆動されるように構成された発電機と、
前記少なくとも一对の磁界センサの各々の検出信号に基づいて、前記風車
翼の被雷位置に関する情報を得るための被雷位置情報取得部を含むモニタリ
ング装置と、
を備える。

発明の効果

- [0011] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、風車翼における被雷位置を適切
に特定可能な風車翼、風車翼のモニタリング装置及び風力発電装置並びに風
車翼のモニタリング方法が提供される。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]一実施形態に係る風力発電装置の概略図である。
[図2]一実施形態に係る風車翼の模式図である。
[図3]一実施形態に係る風車翼の模式図である。
[図4]一実施形態に係るモニタリングの概略構成図である。
[図5A]一実施形態に係る風車翼の概略的な断面図である。
[図5B]一実施形態に係る風車翼の概略的な断面図である。
[図6A]一実施形態に係る風車翼の概略的な断面図である。
[図6B]一実施形態に係る風車翼の概略的な断面図である。
[図7]一実施形態に係る風車翼の概略的な断面図である。
[図8]一実施形態に係る風車翼の概略的な断面図である。

発明を実施するための形態

- [0013] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。
ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の
寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣

旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

[0014] (風力発電装置及び風車翼の構成)

図1は、幾つかの実施形態に係る風車翼又はモニタリング装置が適用される風力発電装置の概略図である。図2及び図3は、一実施形態に係る風車翼の模式図である。なお、図2は、風車翼の長手方向に直交する断面図であり、図3は、図2のA-Aに沿った断面である。図4は、一実施形態に係るモニタリングの概略構成図である。

[0015] 図1に示すように、風力発電装置1は、少なくとも一本（例えば3本）の風車翼2及びハブ4で構成されるロータ（風車ロータ）5を備える。風車翼2は放射状にハブ4に取り付けられており、風車翼2で風を受けることによってロータ5が回転し、ロータ5に連結された発電機（不図示）を駆動するように構成されている。なお、図1に示す実施形態において、ロータ5は、タワー6の上方に設けられたナセル8に支持されている。タワー6は、水上又は陸上に設けられた基礎構造又は浮体構造などの土台構造に立設されていてもよい。

[0016] 図1～図3に示すように、風車翼2は、シェル（外皮）を含む翼本体10と、翼本体10の長手方向（以下、単に長手方向ともいう。）に沿って延在するダウンコンダクタ24と、翼本体10の内部に設けられる少なくとも一対の磁界センサ30と、を備える。

[0017] 図2に示すように、翼本体10は、風力発電装置1のハブ4に取り付けられる翼根15と、ハブ4から最も遠くに位置する翼先端16と、翼根15と翼先端16の間に延在する翼型部と、を含む。また、図2及び図3に示すように、翼本体10は、翼根15から翼先端16にかけて、前縁11と後縁12とを有する。また、翼本体10の外形は、負圧面（背面）13及び圧力面（腹面）14によって形成される。なお、翼本体10の負圧面13及び圧力面14は、シェルの表面を含む。翼本体10は、繊維強化プラスチックから形成されていてもよい。

[0018] 翼本体10には、レセプタ（受雷部）20が設けられる。レセプタ20は

導電性材料から形成され、典型的には金属製である。レセプタ 20 は、翼先端 16 を含む領域に設けられるレセプタ 21、及び／又は、該領域よりも長手方向における翼根 15 側の位置にて翼本体 10 の表面（負圧面 13 又は圧力面 14）に設けられるレセプタ 22 を含んでもよい。

[0019] 風車翼 2 のダウンコンダクタ 24 は、例えば導線により構成され、上述のレセプタ 20 の各々に電氣的に接続されるとともに、タワー 6 の内部を延びるダウンコンダクタ 26 に接続される。風車翼 2（レセプタ 20 等）に落雷した際の雷電流は、ダウンコンダクタ 24 及びダウンコンダクタ 26 を介して、大地（グラウンド）等の風力発電装置 1 の外部に導かれるようになっている。

[0020] ダウンコンダクタ 24 は、例えば図 3 に示すように、翼本体 10 の内部において長手方向に沿って延在していてもよい。あるいは、ダウンコンダクタ 24 は、翼本体 10 の表面（負圧面 13 又は圧力面 14）に沿って、長手方向に沿って延在していてもよい（図 6 A、図 6 B 参照）。

[0021] 少なくとも一对の磁界センサ 30 は、翼本体 10 の内部にてダウンコンダクタ 24 を挟んで両側の位置に配置され、該位置の各々における局所的な磁界を検出するように構成される。すなわち、磁界センサ 30 の各々は、翼本体 10 の内部にてダウンコンダクタ 24 から離間した位置に配置され、この位置における磁界の向き等を検出するように構成される。したがって、ダウンコンダクタ 24 又は翼本体 10 に雷電流が流れて雷電流のまわり磁界が生じたとき、磁界センサ 30 の設置位置における該磁界の向き等を、上述の磁界センサ 30 の各々によって検出することができる。磁界センサ 30 は、翼本体 10 のシェルや桁に支持されていてもよい。

[0022] 磁界センサ 30 の設置位置の例については後で詳述する。なお、図 3 に示す例では、ダウンコンダクタ 24 が翼本体 10 の内部に設けられるとともに、長手方向に直交する断面内にて、翼本体 10 の内部に複数の磁界センサ 30 A～30 D が設けられている。磁界センサ 30 A はダウンコンダクタ 24 と負圧面 13 との間に、磁界センサ 30 B はダウンコンダクタ 24 と圧力面

14との間に、磁界センサ30Cはダウンコンダクタ24と前縁11との間に、磁界センサ30Dはダウンコンダクタ24と後縁12との間に、それぞれ設けられている。

[0023] 磁界センサ30の各々は、該磁界センサ30の設置位置における磁界の向きを検出可能なセンサである。磁界センサ30として、雷電流の周波数成分に対して有効な応答性を有するセンサを好適に用いることができる。磁界センサ30として、例えば、ループコイルセンサ、B-dotセンサ、又は、ホール素子センサを用いることができる。

[0024] 風力発電装置1は、ダウンコンダクタ24からグラウンドに向かう雷電流の経路上に設けられる雷電流センサ36を備えていてもよい。雷電流センサ36は、ダウンコンダクタ24からグラウンドに向かう雷電流の極性（正又は負）を検出するように構成されていてもよい。また、雷電流センサ36は、上述の雷電流の大きさを検出するように構成されてもよい。あるいは、雷電流センサ36は、上述の雷電流の電流値を計測するように構成されていてもよい。そして、後述の処理装置40等のプロセッサにより、雷電流センサ36による電流計測値の時間変化を示す電流波形から、雷電流の極性を特定し、又は、雷電流の大きさを特定してもよい。

[0025] 雷電流センサ36は、風車翼2のダウンコンダクタ24と、グラウンドとの間に設けられる。雷電流センサ36は、翼本体10の内部に設けられていてもよく、あるいは、ナセルの内部又はタワーの内部（図1参照）に設けられていてもよい。

[0026] なお、翼本体10をグラウンドに向かって流れる雷電流は、通常、グラウンドに到達する前にダウンコンダクタ24に流入する。よって、翼本体10に落雷して翼本体10を雷電流が流れる場合であっても、上述の雷電流センサ36によって、雷電流の極性を検出することができる。

[0027] 図1に示す風力発電装置1は、風車翼2を監視するためのモニタリング装置50をさらに備える。図1、図2及び図4に示すように、モニタリング装置50は、上述の少なくとも一対の磁界センサ30及び／又は雷電流センサ

36と、少なくとも一対の磁界センサ30及び／又は雷電流センサ36による検出信号を処理するための処理装置40と、を含む。処理装置40は、少なくとも一対の磁界センサ30及び／又は雷電流センサ36の検出信号に基づいて、風車翼2の被雷位置に関する情報を得るように構成された被雷位置情報取得部42を含む。少なくとも一対の磁界センサ30及び／又は雷電流センサ36からの検出信号は、ケーブル、光ファイバ、又は無線により、処理装置40に伝送されるようになっていてもよい。

[0028] 処理装置40は、プロセッサ（CPU等）、記憶装置（メモリデバイス；RAM等）、補助記憶部及びインターフェース等を備えた計算機を含む。処理装置40は、インターフェースを介して、上述の少なくとも一対の磁界センサ30及び／又は雷電流センサ36からの信号を受け取るようになっていいる。プロセッサは、このようにして受け取った信号を処理するように構成される。また、プロセッサは、記憶装置に展開されるプログラムを処理するように構成される。これにより、上述の被雷位置情報取得部42の機能が実現される。

[0029] 処理装置40での処理内容は、プロセッサにより実行されるプログラムとして実装される。プログラムは、補助記憶部に記憶されていてもよい。プログラム実行時には、これらのプログラムは記憶装置に展開される。プロセッサは、記憶装置からプログラムを読み出し、プログラムに含まれる命令を実行するようになっている。

[0030] 処理装置40は、風力発電装置1のナセル8又はタワー6の内部に設けられていてもよい。あるいは、処理装置40の機能の一部又は全部が、風力発電装置1の外部（遠隔地等）に設けられていてもよい。

[0031] （モニタリングのフロー及び磁界センサの配置例）

ここで、上述した風力発電装置1の風車翼2のモニタリング方法の概要を説明する。幾つかの実施形態では、上述の少なくとも一対の磁界センサ30を用いて、該磁界センサ30の各々の設置位置における局所的な磁界を検出する。そして、上述の被雷位置情報取得部42等により、磁界センサ30の

各々での検出結果に基づいて、風車翼 2 の被雷位置に関する情報を取得する。

[0032] 以下、風車翼 2 における磁界センサ 30 の配置例と、各配置例を採用した場合の上述のモニタリングの特徴を説明する。図 5 A～5 B、図 6 A～6 B、図 7 及び図 8 は、それぞれ、一実施形態に係る風車翼 2 の概略的な断面図であり、風車翼 2 の長手方向に直交する断面図である。

[0033] なお、図 5 A～図 8 において、X 軸は、前縁 11 と後縁 12 とを結ぶ方向（すなわち風車翼 2 のコード方向）の軸であり（ただし、前縁 11 から後縁 12 に向かう方向を正とする）、Y 軸は、X 軸に直交する方向（すなわち風車翼 2 の厚さ方向）の軸であり（ただし、圧力面 14 から負圧面 13 に向かう方向を正とする）、Z 軸は、X 軸及び Y 軸に直交する方向（すなわち風車翼 2 の長手方向）の軸である（ただし、翼先端 16 側（紙面手前側）から翼根 15 側（紙面奥側）に向かう方向を正とする）。

[0034] また、図 5 A～図 8 において、符号 C は雷電流を示し、符号 M は雷電流のまわりに生じる磁界の向きを示す。また、図 5 A と図 5 B とは、同一の風車翼 2 の同一断面を示すものであるが、雷電流の流れる部位が異なっている。具体的には、図 5 A では雷電流 C はダウンコンダクタ 24 を流れているのに対し、図 5 B では、雷電流 C は翼本体 10 の表面（より具体的には、図 5 B では負圧面 13 側の表面）を流れている。図 6 A と図 6 B についても同様である。

[0035] 以下の説明において、図 5 A～図 8 における雷電流 C は、正極性の雷電流であることを前提とする。なお、この場合、図 5 A～図 8 に示すように、雷電流 C のまわりに、紙面上で右回り（時計回り）方向の磁界 M が生じることになる。

[0036] 図 5 A～図 8 に示すように、翼本体 10 の内部には、少なくとも一対の磁界センサ 30 が設けられる。

[0037] なお、図 5 A～5 B、図 6 A～6 B、図 7 及び図 8 に示す実施形態では、ダウンコンダクタ 24 は翼本体 10 の内部に設けられている。また、図 5 A

～図 8 において、磁界センサ 30A はダウンコンダクタ 24 と負圧面 13 との間に、磁界センサ 30B はダウンコンダクタ 24 と圧力面 14 との間に、磁界センサ 30C はダウンコンダクタ 24 と前縁 11 との間に、磁界センサ 30D はダウンコンダクタ 24 と後縁 12 との間に、それぞれ設けられる磁界センサ 30 である。

[0038] 雷電流 C が風車翼 2 を流れるとき、雷電流 C のまわりに磁界 M が発生する。ここで、磁界センサ 30 の位置における磁界 M の向きは、風車翼 2 において雷電流 C が流れる部位と、該磁界センサ 30 との位置関係によって異なる。

[0039] 幾つかの実施形態では、例えば図 5A～図 8 に示すように、少なくとも 1 つの磁界センサ 30 は、ダウンコンダクタ 24 の両側に設けられる一対の磁界センサ 30 を含む。例えば、図 5A～5B、図 7 及び図 8 に示す例示的な実施形態では、Y 軸の方向（厚さ方向）におけるダウンコンダクタ 24 の両側に、一対の磁界センサ 30A、30B が設けられている。また例えば、図 6A～6B、図 7 及び図 8 に示す例示的な実施形態では、X 軸の方向（コード方向）におけるダウンコンダクタ 24 の両側に、一対の磁界センサ 30C、30D が設けられている。

[0040] 上述の実施形態によれば、一対の磁界センサ 30（磁界センサ 30A と 30B、又は、磁界センサ 30C と 30D）をダウンコンダクタ 24 の両側に設けたので、雷電流 C がダウンコンダクタ 24 を流れたか否かを判別することができる。

[0041] 例えば、図 5A～5B、及び、図 6A～6B に示す実施形態において、正極性の雷電流 C がダウンコンダクタ 24 を流れた場合には、図 5A 及び図 6A に示すように、一対の磁界センサ 30A、30B 又は一対の磁界センサ 30C、30D によって、互いに逆向きの磁界 M が検出される。一方、同実施形態において、正極性の雷電流 C が翼本体 10 を流れた場合には、一対の磁界センサ 30 によって検出される磁界 M の向きが、互いに逆向きではなくなる。具体的には、例えば図 5B に示すように、負圧面 13 側における翼本体

10に雷電流Cが流れた場合には、一对の磁界センサ30A, 30Bの両方によって、X軸の負の向きの磁界Mが検出される。また例えば図6Bに示すように、前縁11側における翼本体10に雷電流Cが流れた場合には、一对の磁界センサ30C, 30Dの両方によって、Y軸の負の向きの磁界Mが検出される。

[0042] このように、上述の実施形態では、一对の磁界センサ30によって検出される磁界Mの向きが逆向きであるときには、雷電流Cがダウンコンダクタ24を流れたと判別することができる。また、一对の磁界センサ30によって検出される磁界Mの向きが同一であるときには、雷電流Cがダウンコンダクタ以外の部位（翼本体等）を流れたと判別することができ、したがって、風車翼2のうちレセプタ20の設置部位以外の箇所（翼本体10等）に落雷したと特定することができる。すなわち、風車翼2の被雷位置に関する情報を取得することができる。よって、風車翼2における被雷位置を適切に特定することができる。

[0043] なお、図7～図8に示す実施形態によっても、同様の効果が得られる。

[0044] 幾つかの実施形態では、磁界センサ30での検出結果に加え、雷電流センサ36で検出される雷電流Cの極性に基づいて、風車翼2の被雷位置に関する情報を取得するようにしてもよい。

[0045] 雷電流Cは、正極性をもつ場合と負極性をもつ場合とがあり、雷電流Cの極性に応じて、雷電流Cのまわりに発生する磁界の向きは異なる。すなわち、図5A～図8には、正極性の雷電流Cによって、紙面上右回り（時計回り）方向の磁界Mが生じることが示されているが、負極性の雷電流の場合には、紙面上左回り（反時計回り）方向の磁界Mが生じることになる。

[0046] この点、上述の実施形態によれば、一对の磁界センサ30の各々での検出結果（すなわち、一对の磁界センサ30の各々の設置位置における磁界Mの方向）、及び、雷電流センサ36により検出される雷電流Cの極性に基づいて、風車翼において雷電流が流れた部位をより詳細に特定することができる。よって、風車翼における被雷位置をより詳細に特定することができる。

[0047] なお、一例として、図 5 A 及び 5 B に示す実施形態の風車翼 2 では、一対の磁界センサ 30 A, 30 B での検出結果、及び、雷電流センサ 36 により検出される雷電流 C の極性に基づいて、下記表 1 に示すように、風車翼 2 における雷電流 C の流れた部位又は被雷位置を特定することができる。

[0048] [表1]

[表1]

雷電流極性		正	正	正	負	負	負
磁界の向き(負圧面側; X方向)		正	負	正	正	負	負
磁界の向き(圧力面側; X方向)		負	負	正	正	正	負
雷電流の 流れた部位	翼本体表面(負圧面側)		○		○		
	ダウンコンダクタ	○				○	
	翼本体表面(圧力面側)			○			○

[0049] なお、雷電流 C が負圧面 13 側（又は圧力面 14 側）における翼本体 10 を流れたと判別される場合、風車翼 2 のうち負圧面 13 側（又は圧力面 14 側）における翼本体 10 に落雷したと特定することができる。また、雷電流 C がダウンコンダクタ 24 を流れたと判別される場合、ダウンコンダクタ 24 に導通されるレセプタ 20 に落雷したか、又は、翼本体 10 に落雷した際の雷電流 C がグラウンドに向かって翼本体 10 を流れる途中でダウンコンダクタ 24 に流入した、と特定することができる。

[0050] 幾つかの実施形態では、少なくとも一対の磁界センサ 30 は、長手方向に交差する断面内にて、ダウンコンダクタ 24 の設置位置を通る第 1 軸上に配置される一対の第 1 センサと、同一の断面内にて、ダウンコンダクタ 24 の設置位置を通り第 1 軸に直交する第 2 軸上に配置される一対の第 2 センサと、を含む。例えば、図 7 及び図 8 に示す例示的な実施形態では、長手方向に交差する断面内にて、ダウンコンダクタ 24 の設置位置を通る X 軸（第 1 軸；直線 Q 2 で示す）上に配置される一対の第 1 センサである磁界センサ 30 C, 30 D と、同一の断面内にて、ダウンコンダクタ 24 の設置位置を通り X 軸（第 1 軸）に直交する Y 軸（第 2 軸；直線 Q 1 で示す）上に配置される一対の第 2 センサである磁界センサ 30 A, 30 B と、を含む。

[0051] 上述の実施形態によれば、風車翼 2 の長手方向に交差する断面内にて、上

述のX軸（第1軸）（例えばX軸）上に一对の第1センサ（磁界センサ30C, 30D）を配置するとともに、第1軸（X軸）に直交する第2軸（例えばY軸）上に一对の第2センサ（磁界センサ30A, 30B）を配置したので、風車翼2において雷電流Cが流れた部位をより詳細に特定することができる。よって、風車翼2における被雷位置をより詳細に特定することができる。

[0052] 幾つかの実施形態では、少なくとも一对の磁界センサ30は、上述の一对の第1センサ及び一对の第2センサに加え、上述の断面内にて、ダウンコンダクタ24の設置位置を通り第1軸及び第2軸に交差する第3軸上に配置される一对の第3センサを含む。例えば、図8に示す例示的な実施形態では、長手方向に交差する断面内にて、X軸（第1軸）及びY軸（第2軸）に交差する第3軸（直線Q3で示す）上に配置される一对の磁界センサ30E, 30F（第3センサ）、及び、X軸（第1軸）及びY軸（第2軸）に交差する第3軸（直線Q4で示す）上に配置される一对の磁界センサ30G, 30H（第3センサ）を含む。

[0053] 上述の実施形態によれば、風車翼2の長手方向に交差する断面内にて、上述の一对の第1センサ及び一对の第2センサに加え、第1軸及び第2軸に交差する第3軸上に一对の第3センサ（磁界センサ30D～30H）を配置したので、風車翼2において雷電流Cが流れた部位をより詳細に特定することができる。よって、風車翼2における被雷位置をより詳細に特定することができる。

[0054] 幾つかの実施形態では、長手方向に直交する断面内における磁界センサ30とダウンコンダクタ24との距離L1と、同一断面内における磁界センサ30と翼本体10の表面との距離L2とは、 $0.75 \leq L1 / L2 \leq 1.25$ を満たす。なお、図3において、磁界センサ30Aについての上述の距離L1及びL2を、 L_{1A} 及び L_{2A} で示している。同様に、図3において、磁界センサ30B～30Dについての上述の距離L1及びL2は、それぞれ、 $L_{1B} \sim L_{1D}$ 、及び、 $L_{2B} \sim L_{2D}$ である。

- [0055] 上述の実施形態によれば、磁界センサ30とダウンコンダクタ24との距離 L_1 と、磁界センサ30と翼本体10の表面との距離 L_2 との比が1に近く、すなわち、 L_1 と L_2 とは同程度である。したがって、雷電流のまわりが発生する磁場の磁界センサ30の位置での強度が、同じ大きさの雷電流がダウンコンダクタ24に流れた場合と翼本体10の表面を流れた場合とで同程度となる。よって、ダウンコンダクタ24及び翼本体10のどちらに雷電流Cが流れたとしても、磁界センサ30の位置における磁界Mを適切に検出することができる。
- [0056] 幾つかの実施形態では、例えば図2に示すように、少なくとも一对の磁界センサ30は、長手方向において、翼本体10の翼先端16と翼根15との中央位置よりも翼根15側に設けられる翼根側センサ32を含む。なお、図2において、長手方向における翼本体10の長さはSであり、翼根15又は翼先端16からその半分の長さ($S/2$)の位置が上述の中央位置である。
- [0057] 上述の実施形態によれば、風車翼2のうち、ダウンコンダクタ24又は翼本体10をグラウンドに向かって流れる雷電流が通過する翼根15側の領域に翼根側センサ32（磁界センサ30）を設けたので、雷電流Cのまわりが発生する磁界Mを適切に検出することができる。
- [0058] 幾つかの実施形態では、例えば図2に示すように、少なくとも一对の磁界センサ30は、長手方向における複数の位置にそれぞれ設けられる複数対の磁界センサ30を含む。
- [0059] 上述の実施形態によれば、翼本体10の内部にて、長手方向における複数の位置に少なくとも一对の磁界センサ30をそれぞれ設置したので、長手方向の各位置における磁界センサ30の検出結果に基づいて、長手方向における被雷位置の範囲を特定することができる。また、長手方向の各位置での磁界センサ30の検出結果に基づく雷電流の流れた部位の判定結果に基づいて、例えば、翼本体10を流れる雷電流が、風車翼2における長手方向の途中でダウンコンダクタ24に流入したことを検出することができる。
- [0060] 幾つかの実施形態では、例えば図2に示すように、少なくとも一对の磁界

センサ 30 は、長手方向において、翼本体 10 の翼先端 16 と翼根 15 との中央位置よりも翼根 15 側に設けられる少なくとも一对の翼根側センサ 32 と、上述の中央位置よりも翼先端 16 側に設けられる複数対の翼先端側センサ 34 と、を含む。そして、翼先端側センサ 34 の個数は、翼根側センサ 32 の個数よりも多い。

[0061] 風車翼 2 においては、翼根 15 側部分に比べて翼先端 16 側部分の方が落雷しやすい傾向がある。この点、上述の実施形態によれば、翼先端 16 側の領域に比較的多数の翼先端側センサ 34（磁界センサ 30）を設けたので、風車翼 2 のうち比較的落雷しやすい翼先端 16 側領域において、雷電流の流れる部位や被雷位置をより詳細に特定することができる。このため、風車翼 2 全体として、磁界センサ 30 の設置個数を抑えながら、効率的に被雷位置を特定することができる。

[0062] 幾つかの実施形態では、長手方向に直交する第 1 断面（例えば、図 2 の A-A の位置での断面）内における翼先端側センサ 34 の個数は、前記長手方向に直交する第 2 断面（例えば、図 2 の B-B の位置での断面）内における翼根側センサ 32 の個数よりも多い。例えば、翼根 15 側の第 2 断面では、図 7 A～7 B に示すように X 軸方向にてダウンコンダクタ 24 の両側に一对の翼根側センサ 32 を配置するとともに、翼先端 16 側の第 1 断面では、図 9 に示すように X 軸方向及び Y 軸方向の各々にてダウンコンダクタ 24 の両側に一对の翼根側センサ 32（合計二対の翼根側センサ 32）を配置するようにしてもよい。

[0063] 上述の実施形態によれば、長手方向に直交する断面における磁界センサ 30 の個数が、翼根 15 側に比べて翼先端 16 側にて多くなるようにしたので、風車翼 2 のうち比較的落雷しやすい翼先端 16 側領域において、雷電流の流れる部位や被雷位置をより詳細に特定することができる。このため、風車翼 2 全体として、磁界センサ 30 の設置個数を抑えながら、効率的に被雷位置を特定することができる。

[0064] 上記各実施形態に記載の内容は、例えば以下のように把握される。

- [0065] (1) 本発明の少なくとも一実施形態に係る風車翼(2)は、
翼本体(10)と、
前記翼本体の長手方向に沿って延在するダウンコンダクタ(24)と、
前記翼本体の内部にて前記ダウンコンダクタを挟む位置に配置され、該位置の各々における局所的な磁界を検出するための少なくとも一对の磁界センサ(30)と、
を備える。
- [0066] 雷電流が風車翼を流れるとき、雷電流のまわりに磁界が発生する。ここで、磁界センサの位置における前述の磁界の向きは、風車翼において雷電流が流れる部位(ダウンコンダクタ又は翼本体(シェル等)等)と、磁界センサとの位置関係によって異なる。この点、上記(1)の構成によれば、風車翼の内部において一对の磁界センサをダウンコンダクタの両側に設けたので、風車翼に雷電流が流れたときに磁界センサによって検出される磁界の方向に基づいて、雷電流がダウンコンダクタを流れたか否かを判別することができる。例えば、一对の磁界センサによって検出される磁界の向きが同一であるときには、雷電流がダウンコンダクタ以外の部位(翼本体等)を流れたと判別できるとともに、風車翼のうちレセプタの設置部位以外の箇所(翼本体等)に落雷したと特定することができる。よって、風車翼における被雷位置を適切に特定することができる。
- [0067] (2) 幾つかの実施形態では、上記(1)の構成において、
前記ダウンコンダクタからグラウンドに向かう雷電流の経路上に設けられ、前記雷電流の極性を検出するための雷電流センサ(36)を備える。
- [0068] 雷電流は、正極性をもつ場合と負極性をもつ場合とがあり、雷電流の極性に応じて、雷電流のまわりに発生する磁界の向きは異なる。この点、上記(2)の構成によれば、ダウンコンダクタからグラウンドに向かう雷電流の経路上に設けた雷電流センサにより、雷電流の極性を検出可能である。したがって、上述の磁界センサで検出される磁界の向き、及び、雷電流センサによって検出される雷電流の極性に基づいて、風車翼において雷電流が流れた部

位をより詳細に特定することができる。よって、風車翼における被雷位置をより詳細に特定することができる。

[0069] なお、翼本体をグラウンドに向かって流れる雷電流は、通常、グラウンドに到達する前にダウンコンダクタに流入する。よって、翼本体に落雷して翼本体を雷電流が流れる場合であっても、上述の雷電流センサによって、雷電流の極性を検出することができる。また、雷電流センサによって雷電流の大きさを検出すれば、検出された雷電流の大きさに基づき、落雷による風車翼の損傷の程度を推定することができる。よって、このようにして得られた風車翼の損傷の程度に係る情報を活用して風車翼のメンテナンスを効果的に行うことができる。

[0070] (3) 幾つかの実施形態では、上記(1)又は(2)の構成において、前記少なくとも一対の磁界センサは、

前記長手方向に交差する断面内にて、前記ダウンコンダクタの設置位置を通る第1軸(例えば上述の直線Q2方向の軸)上に配置される第1センサと、

前記断面内にて、前記設置位置を通り前記第1軸に直交する第2軸(例えば上述の直線Q1方向の軸)上に配置される第2センサと、を含む。

[0071] 上記(3)の構成によれば、風車翼の長手方向に交差する断面内にて、上述の第1軸上に第1センサ(磁界センサ)を配置するとともに、第1軸に直交する第2軸上に第2センサ(磁界センサ)を配置したので、風車翼において雷電流が流れた部位をより詳細に特定することができる。よって、風車翼における被雷位置をより詳細に特定することができる。

[0072] (4) 幾つかの実施形態では、上記(3)の構成において、

前記少なくとも一対の磁界センサは、前記断面内にて、前記ダウンコンダクタの前記設置位置を通り前記第1軸及び前記第2軸に交差する第3軸上(例えば上述の直線Q3方向又は直線Q4方向の軸)に配置される第3センサを含む。

[0073] 上記(4)の構成によれば、風車翼の長手方向に交差する断面内にて、上

述の第1センサ及び第2センサに加え、第1軸及び第2軸に交差する第3軸上に第3センサ（磁界センサ）を配置したので、風車翼において雷電流が流れた部位をより詳細に特定することができる。よって、風車翼における被雷位置をより詳細に特定することができる。

[0074] (5) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(4)の何れかの構成において、

前記長手方向に直交する断面内における前記少なくとも一对の磁界センサの一方と前記ダウンコンダクタとの距離 L_1 と、前記断面内における前記少なくとも一对の磁界センサの前記一方と前記翼本体の表面との距離 L_2 とは、 $0.75 \leq L_1 / L_2 \leq 1.25$ を満たす。

[0075] 上記(5)の構成によれば、磁界センサとダウンコンダクタとの距離 L_1 と、磁界センサと翼本体の表面との距離 L_2 との比が1に近く、すなわち、 L_1 と L_2 とは同程度である。したがって、雷電流のまわりに発生する磁場の磁界センサの位置での強度が、同じ大きさの雷電流がダウンコンダクタに流れた場合と翼本体の表面を流れた場合とで同程度となる。よって、ダウンコンダクタ及び翼本体のどちらに雷電流が流れたとしても、磁界センサの位置における磁界を適切に検出することができる。

[0076] (6) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(5)の何れかの構成において、

前記ダウンコンダクタは、前記翼本体の内部に設けられる。

[0077] 上記(6)の構成によれば、ダウンコンダクタが翼本体の内部に設けられた風車翼において、磁界センサによって検出される磁界の方向に基づいて、雷電流がダウンコンダクタを流れた可能性の有無を判別可能である。よって、風車翼における被雷位置をある程度特定することができる。

[0078] (7) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(6)の何れかの構成において、

前記少なくとも一对の磁界センサは、前記長手方向において、前記翼本体の翼先端(16)と翼根(15)との中央位置よりも前記翼根側に設けられ

る翼根側センサ（３２）を含む。

[0079] 上記（７）の構成によれば、風車翼のうち、ダウンコンダクタ又は翼本体をグラウンドに向かって流れる雷電流が通過する翼根側の領域に翼根側センサ（磁界センサ）を設けたので、雷電流のまわりに発生する磁界を適切に検出することができる。

[0080] （８）幾つかの実施形態では、上記（１）乃至（７）の何れかの構成において、

前記少なくとも一対の磁界センサは、前記長手方向における複数の位置にそれぞれ設けられる複数対の磁界センサを含む。

[0081] 上記（８）の構成によれば、翼本体の内部にて、長手方向における複数の位置に少なくとも一対の磁界センサをそれぞれ設置したので、長手方向の各位置における一対の磁界センサの各々の検出結果に基づいて、長手方向における被雷位置の範囲を特定することができる。また、長手方向の各位置での少なくとも一対の磁界センサの検出結果に基づく雷電流の流れた部位の判定結果に基づいて、例えば、翼本体を流れる雷電流が、風車翼における長手方向の途中でダウンコンダクタに流入したことを検出することができる。

[0082] （９）幾つかの実施形態では、上記（８）の構成において、

前記複数対の磁界センサは、前記長手方向において、前記翼本体の翼先端と翼根との中央位置よりも前記翼根側に設けられる少なくとも一対の翼根側センサ（３２）と、前記中央位置よりも前記翼先端側に設けられる複数対の翼先端側センサ（３４）と、を含み、

前記複数対の翼先端側センサの個数は、前記少なくとも一対の翼根側センサの個数よりも多い。

[0083] 風車翼においては、翼根側部分に比べて翼先端側部分の方が落雷しやすい傾向がある。この点、上記（９）の構成によれば、翼先端側の領域に比較的多数の翼先端側センサ（磁界センサ）を設けたので、風車翼のうち比較的落雷しやすい翼先端側領域において、雷電流の流れる部位や被雷位置をより詳細に特定することができる。このため、風車翼全体として、磁界センサの設

置個数を抑えながら、効率的に被雷位置を特定することができる。

[0084] (10) 幾つかの実施形態では、上記(9)の構成において、

前記長手方向に直交する第1断面内における前記複数対の翼先端側センサの個数は、前記長手方向に直交する第2断面内における前記少なくとも一对の翼根側センサの個数よりも多い。

[0085] 上記(10)の構成によれば、長手方向に直交する断面における磁界センサの個数が、翼根側に比べて翼先端側にて多くなるようにしたので、風車翼のうち比較的落雷しやすい翼先端側領域において、雷電流の流れる部位や被雷位置をより詳細に特定することができる。このため、風車翼全体として、磁界センサの設置個数を抑えながら、効率的に被雷位置を特定することができる。

[0086] (11) 本発明の少なくとも一実施形態に係るモニタリング装置(50)は、

翼本体と、前記翼本体の長手方向に沿って延在するダウンコンダクタと、を含む風車翼のモニタリング装置であって、

前記翼本体の内部にて前記ダウンコンダクタを挟む位置に前記風車翼内に設けられ、前記位置の各々における局所的な磁界を検出するための少なくとも一对の磁界センサと、

前記少なくとも一对の磁界センサの各々の検出信号に基づいて、前記風車翼の被雷位置に関する情報を得るための被雷位置情報取得部(42)と、を備える。

[0087] 上記(11)の構成によれば、風車翼の内部において一对の磁界センサをダウンコンダクタの両側に設けたので、風車翼に雷電流が流れたときに磁界センサによって検出される磁界の方向に基づいて、雷電流がダウンコンダクタを流れたか否かを判別することができる。よって、風車翼における被雷位置を適切に特定することができる。

[0088] (12) 本発明の少なくとも一実施形態に係る風力発電装置(1)は、

上記(1)乃至(10)の何れか一項に記載の風車翼を含む風車ロータ(

5) と、

前記風車ロータの回転によって駆動されるように構成された発電機と、

前記少なくとも一対の磁界センサの各々の検出信号に基づいて、前記風車翼の被雷位置に関する情報を得るための被雷位置情報取得部（42）を含むモニタリング装置（50）と、

を備える。

[0089] 上記（12）の構成によれば、風車翼の内部において一対の磁界センサをダウンコンダクタの両側に設けたので、風車翼に雷電流が流れたときに磁界センサによって検出される磁界の方向に基づいて、雷電流がダウンコンダクタを流れたか否かを判別することができる。よって、風車翼における被雷位置を適切に特定することができる。

[0090] （13）本発明の少なくとも一実施形態に係る風車翼のモニタリング方法は、

翼本体（10）と、前記翼本体の長手方向に沿って延在するダウンコンダクタ（24）と、を含む風車翼のモニタリング方法であって、

前記翼本体の内部にて前記ダウンコンダクタを挟む位置に前記風車翼内に設けられた少なくとも一対の磁界センサ（30）を用いて、前記位置の各々における局所的な磁界を検出するステップと、

前記少なくとも一対の磁界センサの検出信号に基づいて、前記風車翼の被雷位置に関する情報を得るステップと、

を備える。

[0091] 上記（13）の方法によれば、風車翼の内部において一対の磁界センサをダウンコンダクタの両側に設けたので、風車翼に雷電流が流れたときに磁界センサによって検出される磁界の方向に基づいて、雷電流がダウンコンダクタを流れたか否かを判別することができる。よって、風車翼における被雷位置を適切に特定することができる。

[0092] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これら

の形態を適宜組み合わせた形態も含む。

[0093] 本明細書において、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直角」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

また、本明細書において、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

また、本明細書において、一の構成要素を「備える」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

符号の説明

[0094]	1	風力発電装置
	2	風車翼
	4	ハブ
	5	ロータ
	6	タワー
	8	ナセル
	10	翼本体
	11	前縁
	12	後縁
	13	負圧面
	14	圧力面

1 5	翼根
1 6	翼先端
2 0	レセプタ
2 1	レセプタ
2 2	レセプタ
2 4	ダウンコンダクタ
2 6	ダウンコンダクタ
3 0, 3 0 A ~ 3 0 H	磁界センサ
3 2	翼根側センサ
3 4	翼先端側センサ
3 6	雷電流センサ
4 0	処理装置
4 2	被雷位置情報取得部
5 0	モニタリング装置
C	雷電流
M	磁界

請求の範囲

- [請求項1] 翼本体と、
前記翼本体の長手方向に沿って延在するダウンコンダクタと、
前記翼本体の内部にて前記ダウンコンダクタを挟む位置に配置され、該位置の各々における局所的な磁界を検出するための少なくとも一対の磁界センサと、
を備える風車翼。
- [請求項2] 前記ダウンコンダクタからグラウンドに向かう雷電流の経路上に設けられ、前記雷電流の極性を検出するための雷電流センサを備える
請求項1に記載の風車翼。
- [請求項3] 前記少なくとも一対の磁界センサは、
前記長手方向に交差する断面内にて、前記ダウンコンダクタの設置位置を通る第1軸上に配置される第1センサと、
前記断面内にて、前記設置位置を通り前記第1軸に直交する第2軸上に配置される第2センサと、を含む
請求項1又は2に記載の風車翼。
- [請求項4] 前記少なくとも一対の磁界センサは、前記断面内にて、前記ダウンコンダクタの前記設置位置を通り前記第1軸及び前記第2軸に交差する第3軸上に配置される第3センサを含む
請求項3に記載の風車翼。
- [請求項5] 前記長手方向に直交する断面内における前記少なくとも一対の磁界センサの一方と前記ダウンコンダクタとの距離 L_1 と、前記断面内における前記少なくとも一対の磁界センサの前記一方と前記翼本体の表面との距離 L_2 とは、 $0.75 \leq L_1 / L_2 \leq 1.25$ を満たす
請求項1乃至4の何れか一項に記載の風車翼。
- [請求項6] 前記ダウンコンダクタは、前記翼本体の内部に設けられる
請求項1乃至5の何れか一項に記載の風車翼。
- [請求項7] 前記少なくとも一対の磁界センサは、前記長手方向において、前記

翼本体の翼先端と翼根との中央位置よりも前記翼根側に設けられる翼根側センサを含む

請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の風車翼。

[請求項8] 前記少なくとも一対の磁界センサは、前記長手方向における複数の位置にそれぞれ設けられる複数対の磁界センサを含む

請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の風車翼。

[請求項9] 前記複数対の磁界センサは、前記長手方向において、前記翼本体の翼先端と翼根との中央位置よりも前記翼根側に設けられる少なくとも一対の翼根側センサと、前記中央位置よりも前記翼先端側に設けられる複数対の翼先端側センサと、を含み、

前記複数対の翼先端側センサの個数は、前記少なくとも一対の翼根側センサの個数よりも多い

請求項 8 に記載の風車翼。

[請求項10] 前記長手方向に直交する第 1 断面内における前記複数対の翼先端側センサの個数は、前記長手方向に直交する第 2 断面内における前記少なくとも一対の翼根側センサの個数よりも多い

請求項 9 に記載の風車翼。

[請求項11] 翼本体と、前記翼本体の長手方向に沿って延在するダウンコンダクタと、を含む風車翼のモニタリング装置であって、

前記翼本体の内部にて前記ダウンコンダクタを挟む位置に前記風車翼内に設けられ、前記位置の各々における局所的な磁界を検出するための少なくとも一対の磁界センサと、

前記少なくとも一対の磁界センサの各々の検出信号に基づいて、前記風車翼の被雷位置に関する情報を得るための被雷位置情報取得部と、
を備える風車翼のモニタリング装置。

[請求項12] 請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の風車翼を含む風車ロータと、

前記風車ロータの回転によって駆動されるように構成された発電機と、

前記少なくとも一對の磁界センサの各々の検出信号に基づいて、前記風車翼の被雷位置に関する情報を得るための被雷位置情報取得部を含むモニタリング装置と、
を備える風力発電装置。

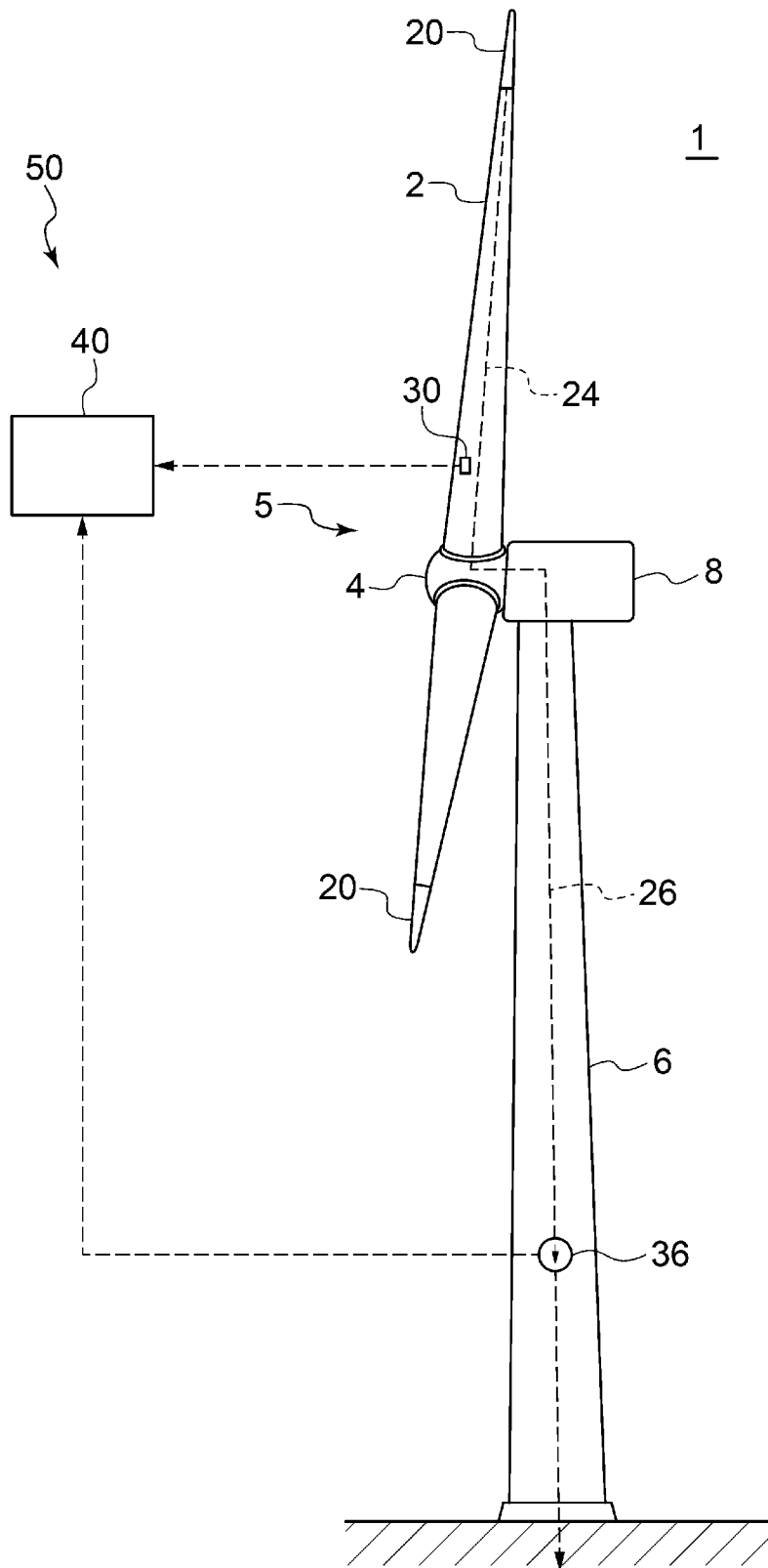
[請求項13]

翼本体と、前記翼本体の長手方向に沿って延在するダウンコンダクタと、を含む風車翼のモニタリング方法であって、

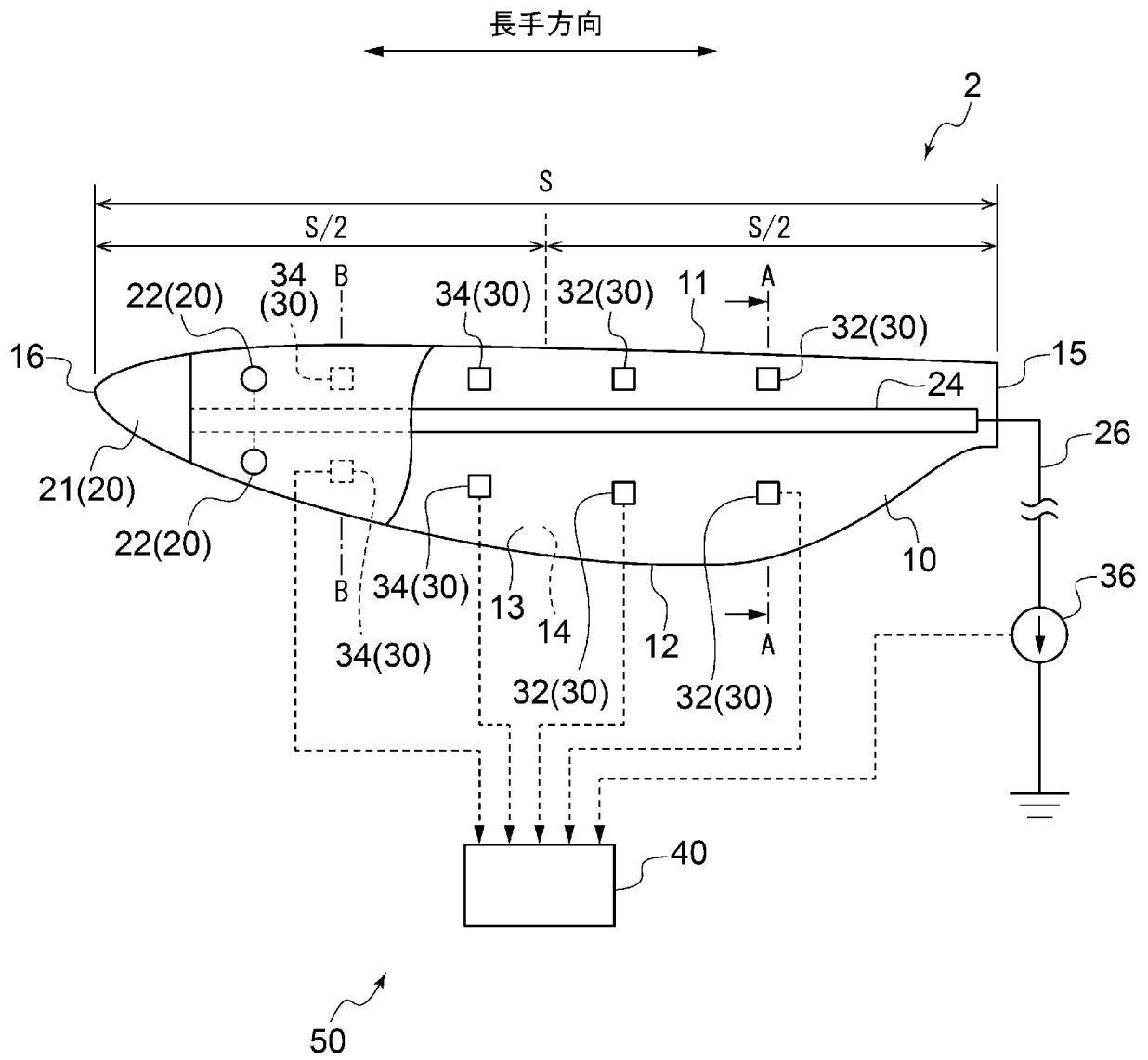
前記翼本体の内部にて前記ダウンコンダクタを挟む位置に前記風車翼内に設けられた少なくとも一對の磁界センサを用いて、前記位置の各々における局所的な磁界を検出するステップと、

前記少なくとも一對の磁界センサの各々の検出信号に基づいて、前記風車翼の被雷位置に関する情報を得るステップと、
を備える風車翼のモニタリング方法。

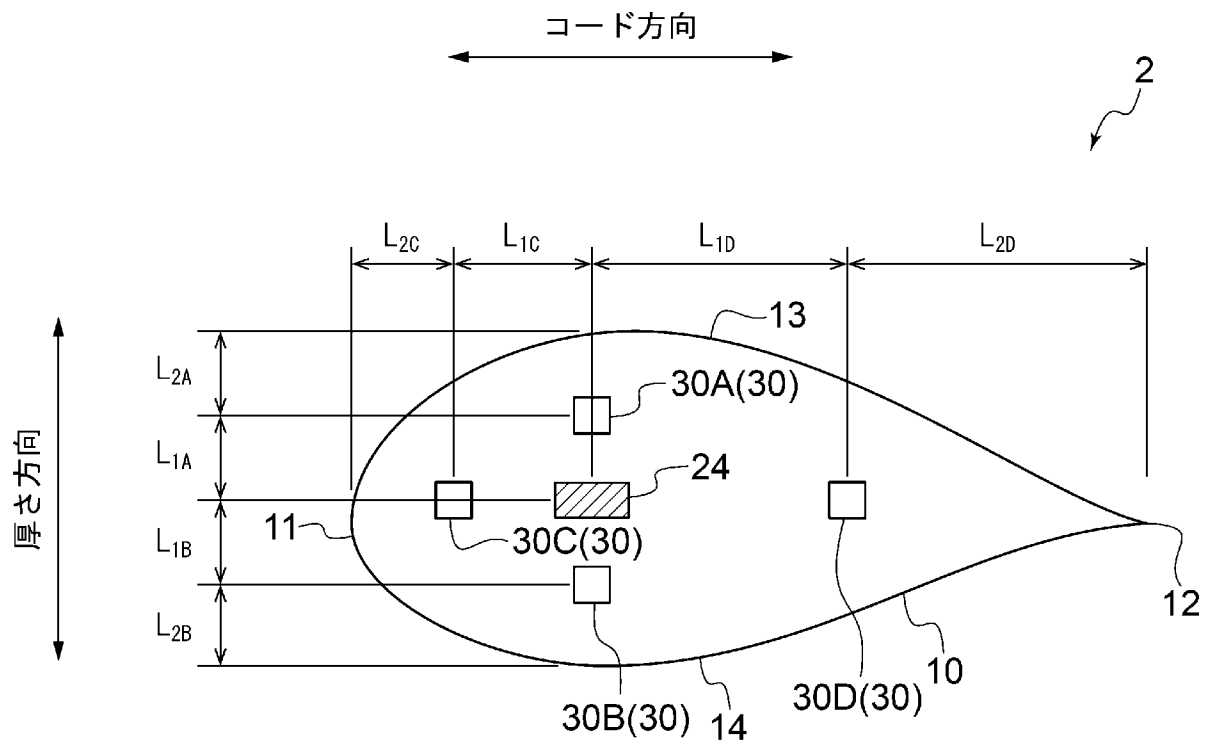
[図1]



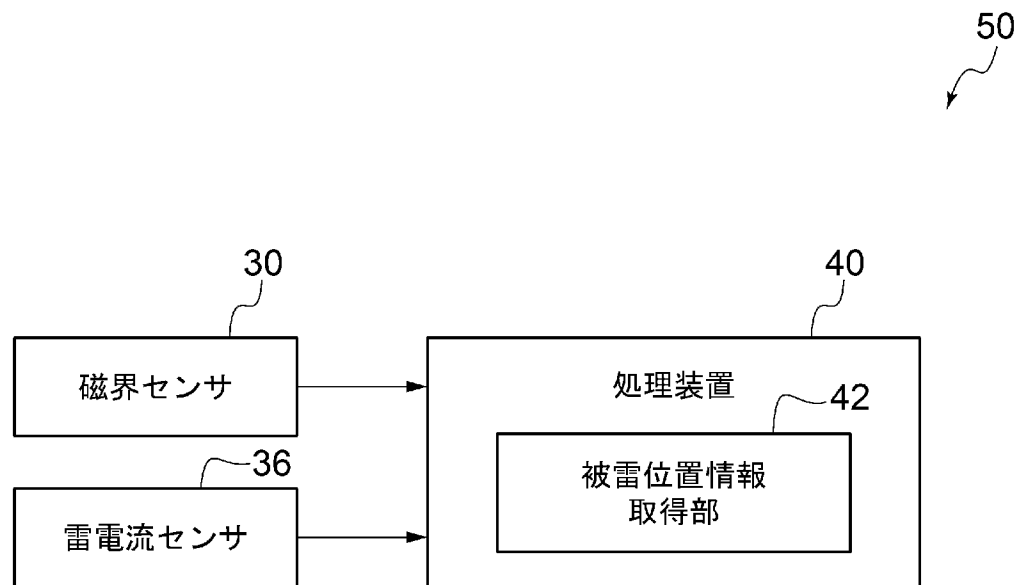
[図2]



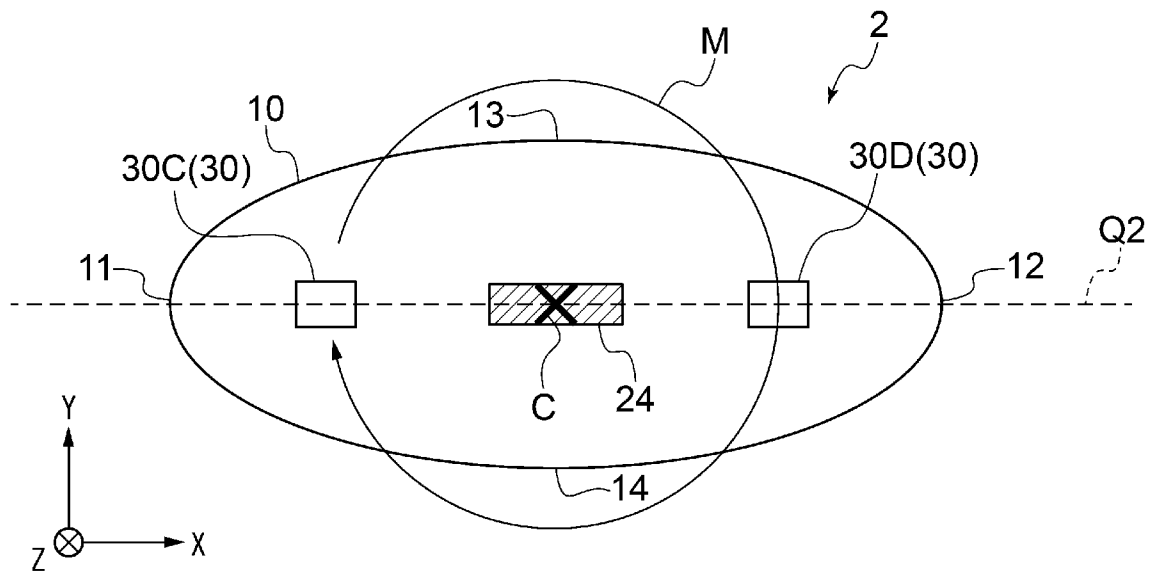
[図3]



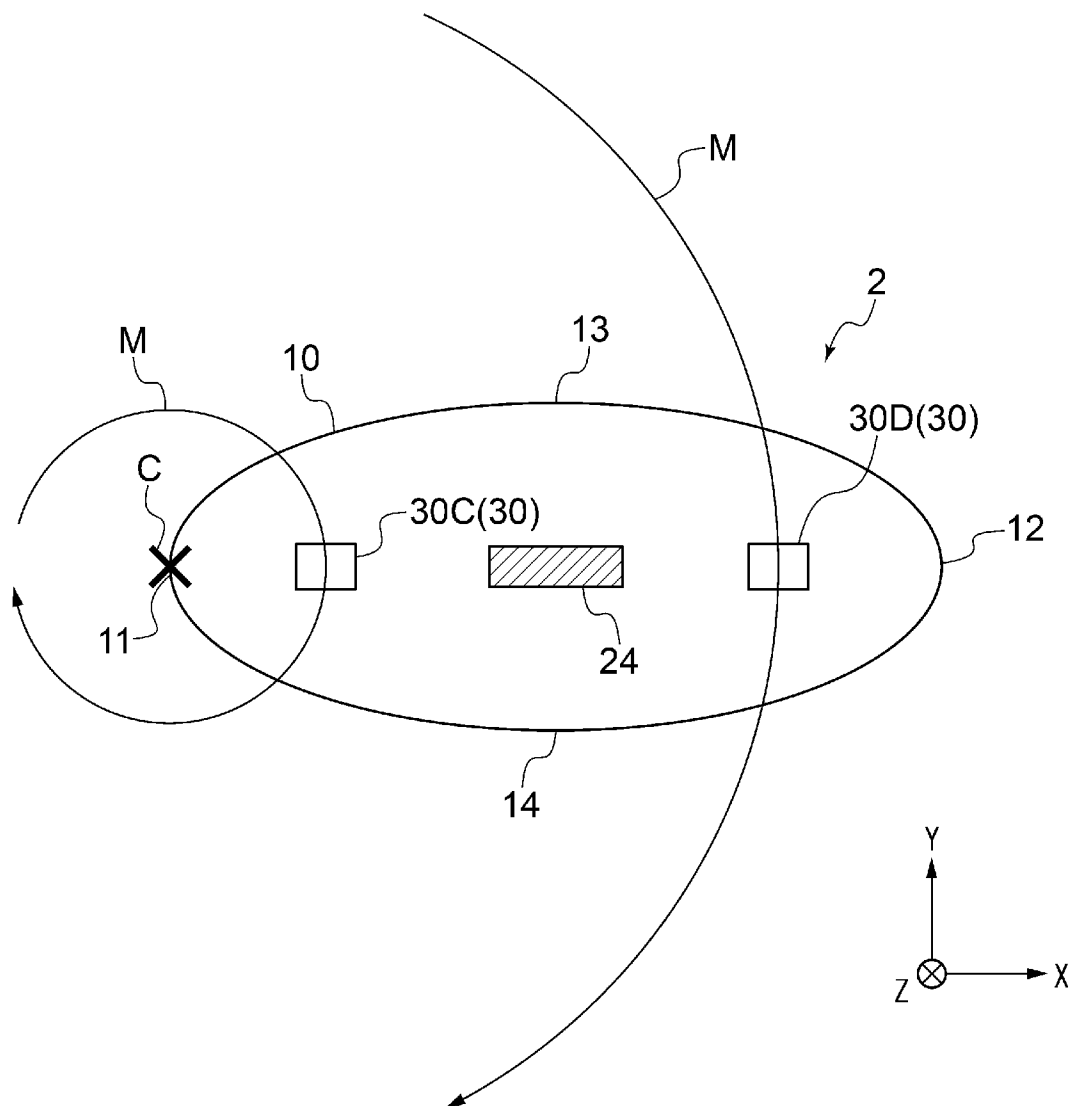
[図4]



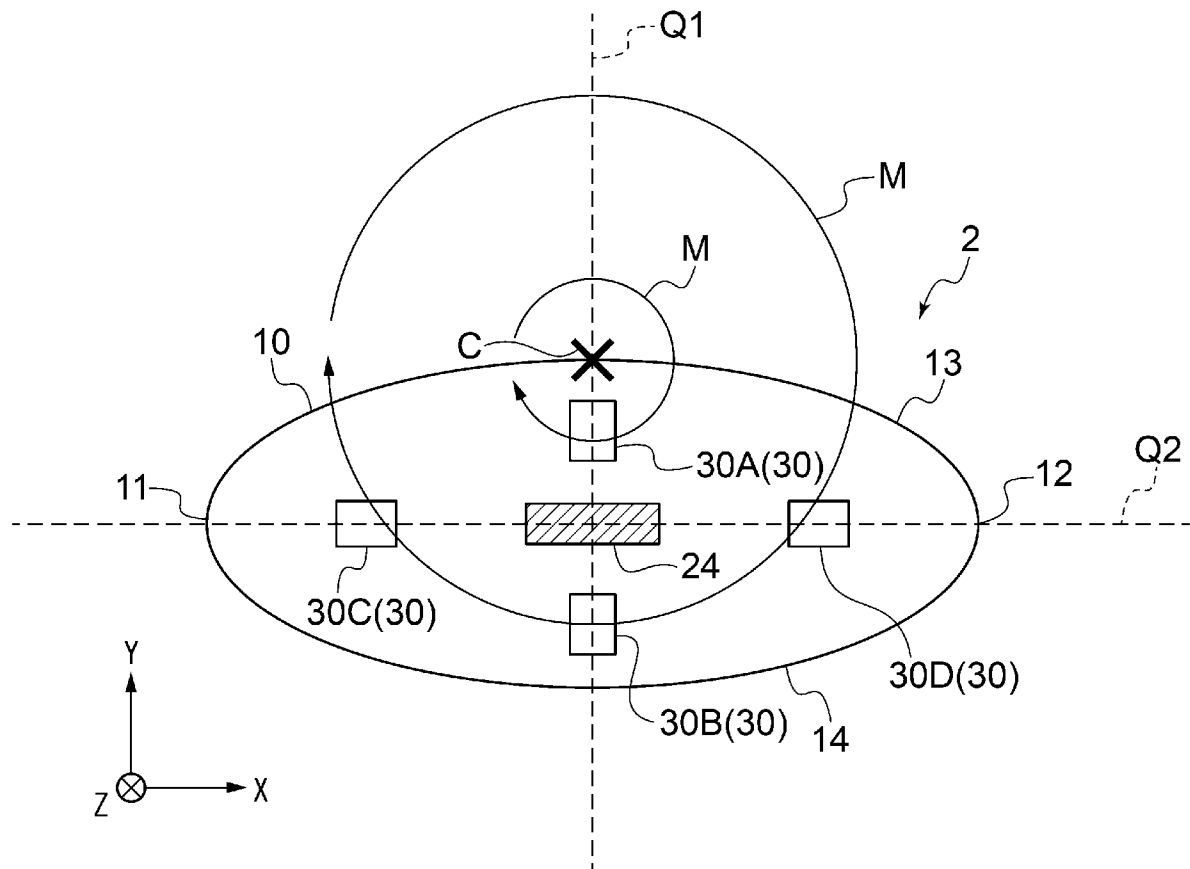
[図6A]



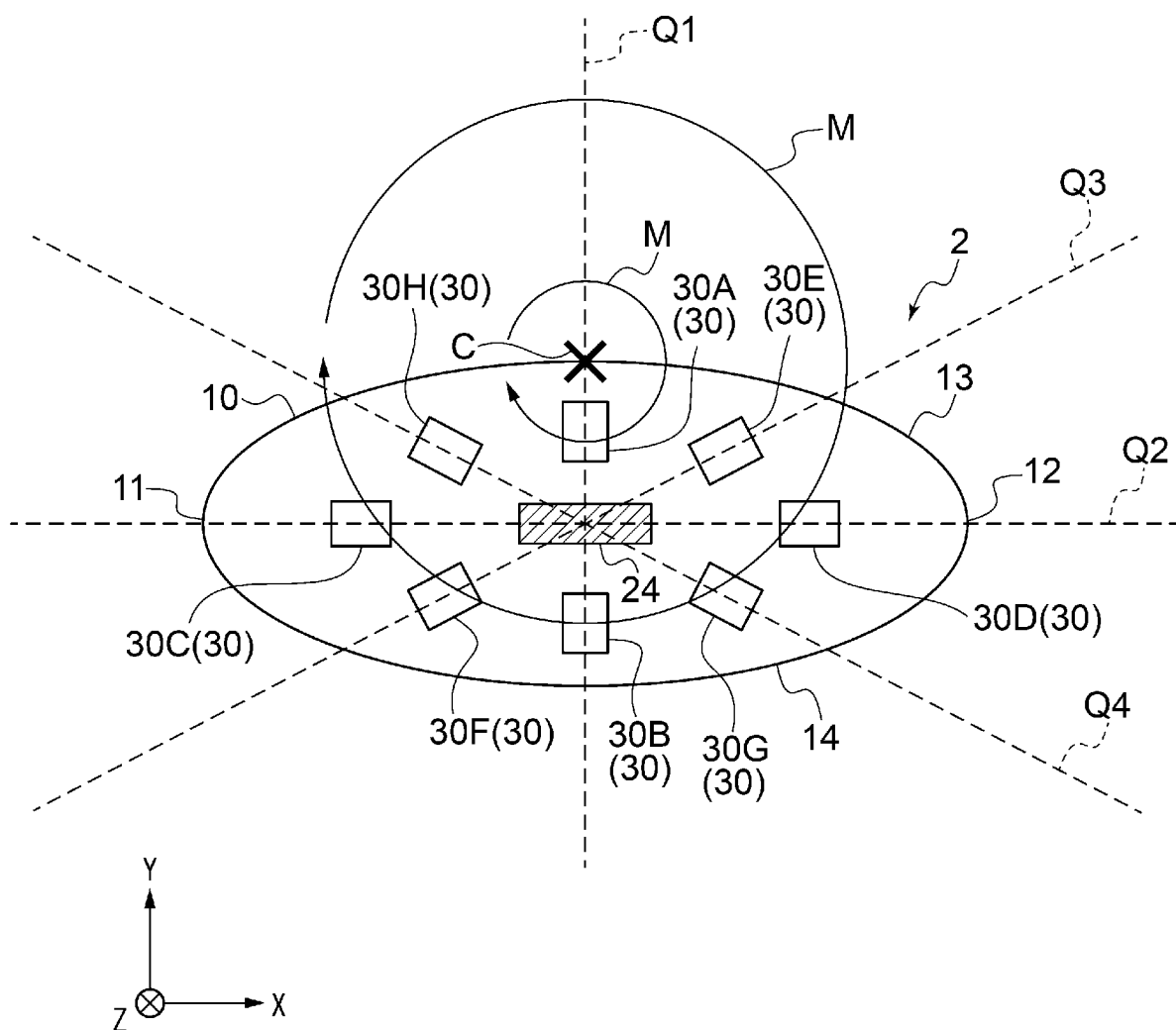
[図6B]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/038514

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F03D 80/30**(2016.01)i; **F03D 1/06**(2006.01)i; **F03D 17/00**(2016.01)i

FI: F03D80/30; F03D1/06 A; F03D17/00

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)

F03D80/30; F03D1/06; F03D17/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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	US 2007/0041834 A1 (SCHRAM, Christian) 22 February 2007 (2007-02-22)	1-2, 6-8, 11-13
A	paragraphs [0006]-[0015], drawings	3-5, 9-10
Y	JP 2017-150827 A (CHUBU ELECTRIC POWER) 31 August 2017 (2017-08-31)	1-2, 6-8, 11-13
	paragraphs [0013]-[0057], fig. 1-16	
A	JP 2012-117446 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 21 June 2012 (2012-06-21)	1-13
	entire text, all drawings	
A	JP 2019-120219 A (HITACHI LTD) 22 July 2019 (2019-07-22)	1-13
	entire text, all drawings	

☐ 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

06 December 2021

Date of mailing of the international search report

21 December 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/038514

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2007/0041834	A1	22 February 2007	EP 1754887 A1 paragraphs [0004]-[0010], drawings CN 1916584 A	
JP	2017-150827	A	31 August 2017	(Family: none)	
JP	2012-117446	A	21 June 2012	US 2012/0133146 A1 entire text, all drawings	
JP	2019-120219	A	22 July 2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F03D 80/30(2016.01)i; F03D 1/06(2006.01)i; F03D 17/00(2016.01)i FI: F03D80/30; F03D1/06 A; F03D17/00														
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）） F03D80/30; F03D1/06; F03D17/00														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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	US 2007/0041834 A1 (SCHRAM, Christian) 22.02.2007 (2007 - 02 - 22)	1-2, 6-8, 11-13												
A	段落[0006]-[0015], 図	3-5, 9-10												
Y	JP 2017-150827 A (中部電力株式会社) 31.08.2017 (2017 - 08 - 31)	1-2, 6-8, 11-13												
	段落[0013]-[0057], 図1-16													
A	JP 2012-117446 A (三菱重工業株式会社) 21.06.2012 (2012 - 06 - 21)	1-13												
	全文, 全図													
A	JP 2019-120219 A (株式会社日立製作所) 22.07.2019 (2019 - 07 - 22)	1-13												
	全文, 全図													
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 参考文献のカテゴリー</td> <td>"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table>			* 参考文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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	"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	"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	"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）	"&" 同一パテントファミリー文献	"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	
* 参考文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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													
"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	"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													
"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）	"&" 同一パテントファミリー文献													
"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														
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日													
06.12.2021	21.12.2021													
名称及びあて先	権限のある職員（特許庁審査官）													
日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	高吉 続久 30 3932 電話番号 03-3581-1101 内線 3358													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/038514

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
US	2007/0041834	A1	22.02.2007	EP 1754887 A1 段落[0004]-[0010], 図 CN 1916584 A	
JP	2017-150827	A	31.08.2017	(ファミリーなし)	
JP	2012-117446	A	21.06.2012	US 2012/0133146 A1 全文, 全図	
JP	2019-120219	A	22.07.2019	(ファミリーなし)	