

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6746552号
(P6746552)

(45) 発行日 令和2年8月26日(2020.8.26)

(24) 登録日 令和2年8月7日(2020.8.7)

(51) Int.Cl.

FO3D 7/04 (2006.01)

F 1

FO3D 7/04

K

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2017-201092 (P2017-201092)
 (22) 出願日 平成29年10月17日 (2017.10.17)
 (65) 公開番号 特開2019-74035 (P2019-74035A)
 (43) 公開日 令和1年5月16日 (2019.5.16)
 審査請求日 平成31年2月21日 (2019.2.21)

(73) 特許権者 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
 (74) 代理人 100112737
 弁理士 藤田 考晴
 (74) 代理人 100140914
 弁理士 三苦 貴織
 (74) 代理人 100136168
 弁理士 川上 美紀
 (74) 代理人 100172524
 弁理士 長田 大輔
 (72) 発明者 湯下 篤
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】風力発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タワー部と、

ロータと、前記ロータに設けられた翼と、前記ロータの回転力によって発電する発電機とをそれぞれ有する複数の風車部と、

前記タワー部と接続され、前記風車部を支持する複数の支持部材と、
を備える風力発電装置であって、

前記複数の風車部は、第1風車部と該第1風車部と略同一の高さ位置に前記タワー部を挟んで並んで配置される第2風車部とを有し、

前記複数の支持部材は、前記タワー部から一方側に延び、先端側で前記第1風車部を支持する第1支持部材と、前記タワー部から他方側に延び、先端側で前記第2風車部を支持する第2支持部材と、を有し、

前記タワー部が受ける風の流れ方向に対し、前記第1風車部と前記第2風車部は、ヨー角度が斜めになるように設定され、

前記第1風車部は、前記第1風車部の前記第2風車部側の端部である内端部が、前記第1風車部の前記内端部の反対側の端部である外端部よりも、前記風の流れ方向の後流側に位置するようにヨー角度が斜めになるように設定され、

前記第2風車部は、前記第2風車部の前記第1風車部側の端部である内端部が、前記第2風車部の前記内端部の反対側の端部である外端部よりも、前記風の流れ方向の後流側に位置するようにヨー角度が斜めになるように設定される風力発電装置。

10

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、風力発電装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

風力発電装置は、一つのタワー部に対して一つのみの風車部が設置された構成が一般的であるが、一つのタワー部に対して複数の風車部が設置された、いわゆるマルチロータ式風力発電装置も知られている。マルチロータ式風力発電装置では、風車部の合計受風面積が大きくなり、一つのタワー部から得られる発電電力量（出力）が大きくなる。

10

【0003】

下記の特許文献1及び2には、マルチロータ式風力発電装置に関する技術が開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】国際公開第2017/108057号

【特許文献2】獨国特許発明第102012020052号明細書

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

20

【0005】

風力発電装置は、ある土地において1台のみ設置されるだけでなく、多数台が格子状又は千鳥状に並んで配置される場合がある（ウインドファーム）。この場合、風向きによつては、一の風力発電装置の風下側に他の風力発電装置が配置される。その結果、図4に示すように、一の風力発電装置の風車部を通過し、風速が遅くなつた風の流れ（いわゆるウェイク）が、風下側に配置された他の風力発電装置に供給されることで、他の風力発電装置での発電量が低下（いわゆるウェイクロス）する可能性があった。

また、ウインドファームでは、ウェイクロスを抑制するために、一の風力発電装置と、他の風力発電装置との距離を大きく設定する必要があった。

【0006】

30

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであつて、下流側に配置された風力発電装置の発電量の低下を抑制することができる風力発電装置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】**【0007】**

上記課題を解決するために、本発明の風力発電装置は以下の手段を採用する。

すなわち、本発明の一態様に係る風力発電装置は、タワー部と、ロータと、前記ロータに設けられた翼と、前記ロータの回転力によって発電する発電機とをそれぞれ有する複数の風車部と、前記タワー部と接続され、前記風車部を支持する支持部材と、を備える風力発電装置であつて、前記複数の風車部は、第1風車部と第2風車部を有し、前記タワー部が受ける風の流れ方向に対し、前記第1風車部と前記第2風車部は、ヨー角度が斜めになるように設定される。

40

【0008】

この構成によれば、複数の風車部は、ロータと、ロータに設けられた翼と、ロータの回転力によって発電する発電機をそれぞれ有し、各風車部は、タワー部と接続された支持部材によって支持される。これにより、タワー部には、支持部材を介して複数の風車部が設置される。そのため、各風車部は、比較的風の状況が近い環境（風況）下に配置され、同一方向の風を受けて回転し発電する。

【0009】

風車部を通過した風の流れ（以下、「ウェイク」という）は、風車部を回転させたこと

50

で保有エネルギーが減少し、風速が遅くなる。上記構成では、第1風車部と第2風車部が、タワー部が受ける風の流れ方向に対しヨー角度が斜めになるように設定されているので、第1風車部及び第2風車部のウェイクを、タワー部が受ける風の流れ方向に対し、傾斜した方向にことができる。

【0010】

例えば、ウインドファームのように、多数台の風力発電装置が、風の流れ方向に規則的に並んで配置される場合には、風上側に配置された風力発電装置のウェイクが風下側に配置された風力発電装置に供給されることで、風下側に配置された風力発電装置の発電量が低下するいわゆるウェイクロスが発生する可能性がある。上記構成では、ウェイクを傾斜した方向に流すことができるので、第1風車部及び第2風車部によって発生するウェイクが、風下側に配置された風力発電装置の第1風車部及び第2風車部の中心からずれた位置を流通することとなり、風下側の第1風車部及び第2風車部に供給され難くなる。これにより、風下側に配置された風力発電装置に対するウェイクによる影響を低減することができる。したがって、下流側に配置された風力発電装置のウェイクロスを抑制し、発電量の低下を抑制することができる。10

【0011】

また、上流側に配置された風力発電装置からのウェイクが、風下側に配置された風力発電装置の第1風車部及び第2風車部の中心からずれた位置を流通することとなるので、上流側に配置された風力発電装置と、下流側に配置された風力発電装置との距離を短くすることができる。したがって、ウインドファームにおいて、単位面積当たりの風力発電装置の個数を増加させることができる。また、ウインドファームにおいて、隣接する風力発電装置の距離が短くなるので、設置時の移動距離を短くすることができ、設置コストを低減することができる。また、メンテナンス時等の移動距離も短くなるので、メンテナンス性を向上させることができる。20

【0012】

また、本発明の一態様に係る風力発電装置は、前記第1風車部と前記第2風車部は、略同一の高さ位置に並んで配置され、前記第1風車部は、前記第1風車部の前記第2風車部側の端部である内端部が、前記第1風車部の前記内端部の反対側の端部である外端部よりも、前記風の流れ方向の後流側に位置するようにヨー角度が斜めになるように設定され、前記第2風車部は、前記第2風車部の前記第1風車部側の端部である内端部が、前記第2風車部の前記内端部の反対側の端部である外端部よりも、前記風の流れ方向の後流側に位置するようにヨー角度が斜めになるように設定されていてもよい。30

【0013】

上記構成では、第1風車部及び第2風車部が、内端部が外端部よりも、風の流れ方向の後流側に位置するようにヨー角度が斜めになるように設定されている。すなわち、第1風車部及び第2風車部がハの字となるように配置されている。

風の流れ方向に対してヨー角の偏差をつけた場合（すなわち、風の流れ方向に対してヨー角を傾斜させた場合）、ウェイクは風車部によって偏流し、後流側に位置する端部側方向に傾斜して流れる。上記構成では、第1風車部及び第2風車部の内端部が後流側に位置しているので、第1風車部及び第2風車部のウェイクは、互いに近づくように傾斜して流れる。40

【0014】

ウェイクは、通常、風車部を通過した直後には渦の状態を維持しているが、風車部から遠ざかるに従い、渦状態が段々と解消され乱気流のように乱れた状態となる。上記構成のように、1つのタワー部に対して複数の風車部を備える構成では、複数の風車部間の距離が比較的短くなる。これにより、互いに近づくように傾斜して流れる第1風車部及び第2風車部のウェイクは、渦状態を維持したまま衝突し、各ウェイクの渦が混合する。これによって、風下方向でのウェイク領域の減少が期待できる。したがって、風下側に配置された風力発電装置に対するウェイクによる影響をより好適に低減することができる。よって、下流側に配置された風力発電装置のウェイクロスをより好適に抑制し、発電量の低下を50

より好適に抑制することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、下流側に配置された風力発電装置の発電量の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施形態に係る風力発電装置の正面図である。

【図2】図1の風力発電装置の風車部と、その風車部の下流側に配置される風車部を模式的に示した平面図である。

10

【図3】図2のIII部におけるウェイクの流れを模式的に示した図であって、2つのウェイクが混合している状態を示す。

【図4】従来におけるウェイクの流れを模式的に示した平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に、本発明の一実施形態に係る風力発電装置1について、図面を参照して説明する。

本実施形態に係る風力発電装置1は、翼8がタワー部2やナセル6の風上側に配置されるいわゆるアップウインド式の風力発電装置である。

図1に示すように、本発明の一実施形態に係る風力発電装置1は、1つのタワー部2と、タワー部2に接続された複数の支持部材3と、各支持部材3に設置された風車部4などを備える。風力発電装置1は、発生した電力を電力系統へ送電するために系統連系されており、陸上又は洋上に設置される。また、本実施形態に係る風力発電装置1は、多数台が格子状又は千鳥状に並んで配置されるウインドファームに設置されている。

20

【0018】

タワー部2は、一方向に長い構造を有し、軸方向が設置面に対して垂直方向となるようにタワー部2の基礎部5が設置面に設けられる。タワー部2は、例えば1本の円柱状部材でもよいし、複数の長尺状部材が組み合わされて構成されてもよい。

【0019】

支持部材3は、例えば一方向に長い部材であり、一端側である基部がタワー部2と接続され、他端側である先端側において風車部4を支持する。1本の支持部材3に、1台の風車部4が設置される場合、風車部4と同数の支持部材3がタワー部2に接続される。支持部材3は、円柱状等の長尺状部材でもよいし、複数の部材が組み合わされたトラス構造を有する部材でもよい。また、支持部材3は、圧縮力を主に負担する長尺状部材と、引張力を負担するワイヤ部材などから構成されてもよい。

30

【0020】

各支持部材3に設置された風車部4は、ナセル6と、ナセル6に収容されるロータ及び発電機と、ロータの先端に設置されたロータヘッド7と、ロータヘッド7に設けられた複数枚（例えば3枚）の翼8などを有する。

【0021】

ナセル6は、支持部材3の上部又は下部に設置され、内部にロータや、増速機、発電機などを備える。ナセル6の一端側には、ロータヘッド7が設けられる。ロータは、ほぼ水平な軸線周りに回転可能である。ロータの一端側は、ロータヘッド7に接続され、ロータの他端側は、例えば直接的に発電機に接続され、又は、増速機若しくは油圧ポンプ・油圧モータを介して発電機に接続される。発電機は、ロータが軸周りに回転することによって生じる回転力によって駆動し発電する。

40

【0022】

翼8は、ロータヘッド7において、放射状に複数枚取り付けられる。複数枚の翼8は、風を受けることによって、ロータを中心にして回転する。翼8は、ピッチ制御用の旋回輪軸受を介してロータヘッド7に接続され、翼長方向に延在する翼軸周りに回動可能である

50

。これにより、翼 8 のピッチ角が調整される。

【 0 0 2 3 】

ナセル 6 は、支持部材 3 に対して略水平面上で旋回して、ロータヘッド 7 の方向を風向きに合わせ、翼 8 の回転面を風向きに正対させる。ナセル 6 が略水平面上で旋回することをヨー (yaw) 旋回という。ナセル 6 は、ナセル 6 と支持部材 3 に接続されたヨー旋回輪軸受を介して旋回する（第 1 ヨー旋回）。

【 0 0 2 4 】

支持部材 3 には、タワー部 2 と接続される接続部 11 が設けられる。接続部 11 は、タワー部 2 の周囲に設けられ、例えばリング形状を有する。支持部材 3 は、支持部材 3 の接続部 11 を介してタワー部 2 と接続される。タワー部 2 は、接続部 11 を介してのみ支持部材 3 から伝達される荷重を受け、他の部分では、支持部材 3 から伝達される荷重を受けない。また、接続部 11 は、軸受構造などを備えて、略水平面内においてタワー部 2 の周囲にて回動可能な構成を有している。10

【 0 0 2 5 】

これにより、接続部 11 は、略水平面内においてタワー部 2 の周囲にて回動可能であるため、接続部 11 と接続された支持部材 3 に支持された各風車部 4 も、水平面内においてタワー部 2 の周囲にて回動し、風車部 4 はヨー (yaw) 旋回が可能である（第 2 ヨー旋回）。

【 0 0 2 6 】

本実施形態に係る風力発電装置 1 は、第 1 風車部 4 R 及び第 2 風車部 4 L の 2 つの風車部 4 を有している。第 1 風車部 4 R 及び第 2 風車部 4 L は、略同一の高さ位置にタワー部 2 を挟んで並んで配置されている。第 1 風車部 4 R と第 2 風車部 4 L とは所定距離 L だけ離間して配置されている。20

【 0 0 2 7 】

図 2 に示すように、第 1 風車部 4 R は、発電時において、ナセル 6 を旋回させることで、第 1 風車部 4 R の第 2 風車部 4 L 側の端部である内端部が、第 1 風車部 4 R の内端部の反対側の端部である外端部よりも、風の流れ方向（図 2 の矢印参照）の後流側に位置するようにヨー角度が斜めになるように設定可能となっている。すなわち、第 1 ヨー旋回によって、第 1 風車部 4 R 単独でヨー角度を斜めに設定可能となっている。

また、第 2 風車部 4 L は、発電時において、ナセル 6 の旋回または接続部 11 の回動によって、第 2 風車部 4 L の第 1 風車部 4 R 側の端部である内端部が、第 2 風車部 4 L の内端部の反対側の端部である外端部よりも、風の流れ方向の後流側に位置するようにヨー角度が斜めになるように設定可能となっている。すなわち、第 1 ヨー旋回によって、第 2 風車部 4 L 単独でヨー角度を斜めに設定可能となっている。30

すなわち、第 1 風車部 4 R 及び第 2 風車部 4 L がハの字となるように配置可能とされている。なお、図 2 中に破線で図示されている風車部は、風の流れ方向に対して傾斜させていない状態の風車部を示している。

また、第 1 風車部 4 R 及び第 2 風車部 4 L は、同方向に回転している。

【 0 0 2 8 】

本実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

本実施形態では、複数の風車部 4（第 1 風車部 4 R 及び第 2 風車部 4 L）は、ロータと、ロータに設けられた翼 8 と、ロータの回転力によって発電する発電機をそれぞれ有し、各風車部 4 は、タワー部 2 と接続された支持部材 3 によって支持される。これにより、タワー部 2 には、支持部材 3 を介して複数の風車部 4 が設置される。そのため、各風車部 4 は、比較的風の状況が近い環境（風況）下に配置され、同一方向の風を受けて回転し発電する。40

【 0 0 2 9 】

第 1 風車部 4 R 及び第 2 風車部 4 L を通過した風の流れ W（以下、「ウェイク」という）は、第 1 風車部 4 R 及び第 2 風車部 4 L を回転させたことで保有エネルギーが減少し、風速が遅くなる。本実施形態では、第 1 風車部 4 R と第 2 風車部 4 L が、タワー部 2 が受け50

る風の流れ方向に対しヨー角度が斜めになるように設定可能とされているので、第1風車部4R及び第2風車部4LのウェイクWを、風の流れ方向に対し、傾斜した方向にすることができる(図2参照)。

【0030】

本実施形態の風力発電装置1は、多数台の風力発電装置1が、風の流れ方向に規則的に並んで配置されるウインドファームに設けられている。したがって、風車部を傾斜させない構成においては、図4に示すように、風上側に配置された風力発電装置の風車部を通過し、風速が低減したウェイクWが風下側に配置された風力発電装置の第1風車部及び第2風車部に供給されることで、風下側に配置された風力発電装置の発電量が低下するいわゆるウェイクロスが発生する可能性がある。本実施形態では、図2に示すように、ウェイクWを傾斜した方向に流すことができるので、第1風車部4R及び第2風車部4Lによって発生するウェイクWが、風下側に配置された風力発電装置の第1風車部10R及び第2風車部10Lの中心からずれた位置を流通することとなり、風下側の風力発電装置の第1風車部10R及び第2風車部10Lに供給され難くなる。これにより、風下側に配置された風力発電装置に対するウェイクWによる影響を低減することができる。したがって、下流側に配置された風力発電装置のウェイクロスを抑制し、発電量の低下を抑制することができる。

【0031】

また、本実施形態では、第1風車部4R及び第2風車部4Lが、内端部が外端部よりも、風の流れ方向の後流側に位置するようにヨー角度が斜めになるように設定可能とされている。すなわち、第1風車部4R及び第2風車部4Lがハの字となるように配置可能とされている。

風の流れ方向に対してヨー角の偏差をつけた場合(すなわち、風の流れ方向に対してヨー角を傾斜させた場合)、ウェイクは風車部によって偏流し、後流側に位置する端部側方向に傾斜して流れる。本実施形態では、第1風車部4R及び第2風車部4Lの内端部が後流側に位置しているので、第1風車部4R及び第2風車部4LのウェイクWは、図2に示すように、互いに近づくように傾斜して流れる。

【0032】

ウェイクWは、通常、風車部4を通過した直後には渦の状態を維持しているが、風車部4から遠ざかるに従い、渦状態が段々と解消され乱気流のように乱れた状態となる。本実施形態のように、1つのタワー部2に対して複数の風車部(第1風車部4R及び第2風車部4L)を備える構成では、隣接する風車部4間の距離L(図1参照)が比較的短くなる。これにより、互いに近づくように傾斜して流れる第1風車部4R及び第2風車部4LのウェイクWは、渦状態を維持したまま衝突し、各ウェイクWの渦が混合する(図3参照)。渦が混合すると、渦の崩壊が加速するため、風下方向での運動エネルギーの回復が早くなる。したがって、風下側に配置された風力発電装置の第1風車部10R及び第2風車部10Lに対するウェイクWによる影響をより好適に低減することができる。よって、下流側に配置された風力発電装置のウェイクロスをより好適に抑制し、発電量の低下をより好適に抑制することができる。

【0033】

また、本実施形態では第1風車部4R及び第2風車部4Lは、同方向に回転している。したがって、第1風車部4RのウェイクWと第2風車部4LのウェイクWとが、混合することにより、渦の崩壊が加速するため、混合しない場合に比べて主流方向運動エネルギーの回復が早くなるので、より好適に風下側に配置された風力発電装置の第1風車部10R及び第2風車部10Lに対するウェイクWによる影響を低減することができる。

【0034】

また、本実施形態では、風下側に配置された風力発電装置の第1風車部10R及び第2風車部10Lに対するウェイクWによる影響を低減することができるので、上流側に配置された風力発電装置1と、下流側に配置された風力発電装置との距離を短くすることができる。したがって、ウインドファームにおいて、単位面積当たりの風力発電装置の個数を

増加させることができる。また、ウインドファームにおいて、隣接する風力発電装置の距離が短くなるので、設置時の移動距離を短くすることができ、設置コストを低減することができる。また、メンテナンス時等の移動距離も短くなるので、メンテナンス性を向上させることができる。

【0035】

なお、本開示は、上記実施形態にかかる発明に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において、適宜変形が可能である。

例えば、上記実施形態では、ナセル6を旋回させることで、第1風車部4R及び第2風車部4Lを風の流れ方向に対して傾斜させているが、本発明はこれに限定されない。ナセル6が旋回しない構成であって、第1風車部4R及び第2風車部4Lが、内端部が外端部よりも、風の流れ方向の後流側に位置するようにヨー角度が斜めになるように固定されていてもよい。

また、本実施形態では、ウインドファームに風力発電装置を設ける例について説明したが、本発明は、ウインドファームのように大規模な施設に適用される場合に限定されない。2基の風力発電装置が並んで設置される状況であれば、本発明の効果を奏し得る。

【符号の説明】

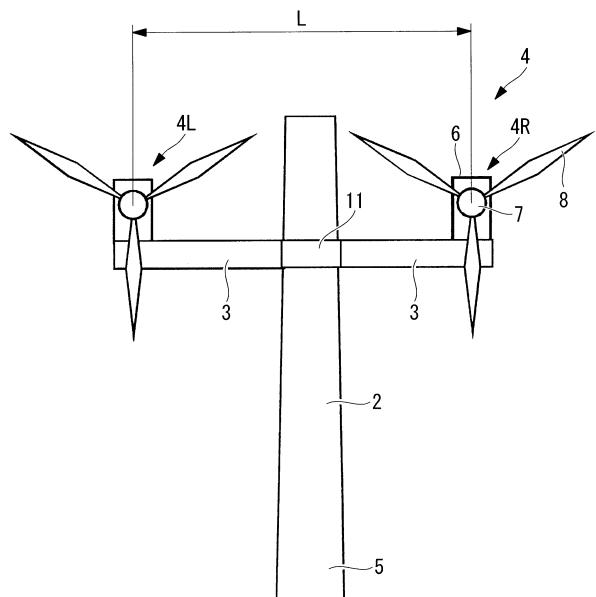
【0036】

- | | |
|-----|--------|
| 1 | 風力発電装置 |
| 2 | タワー部 |
| 3 | 支持部材 |
| 4 | 風車部 |
| 4 R | 第1風車部 |
| 4 L | 第2風車部 |
| 5 | 基礎部 |
| 6 | ナセル |
| 7 | ロータヘッド |
| 8 | 翼 |
| 1 1 | 接続部 |

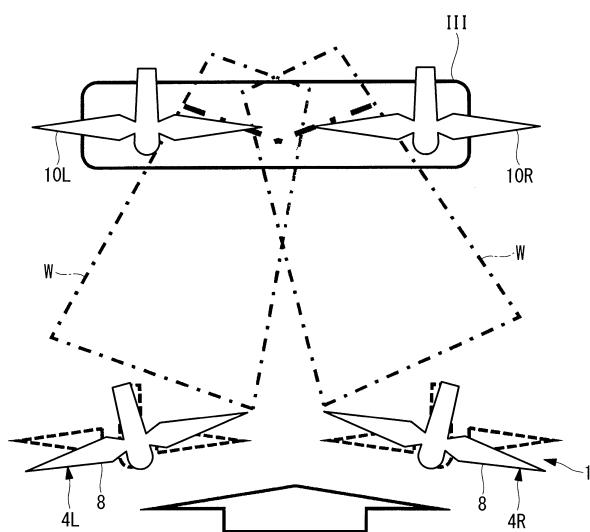
10

20

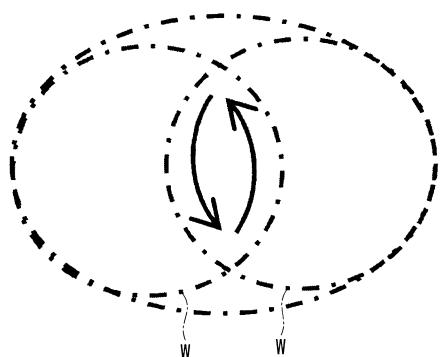
【図1】



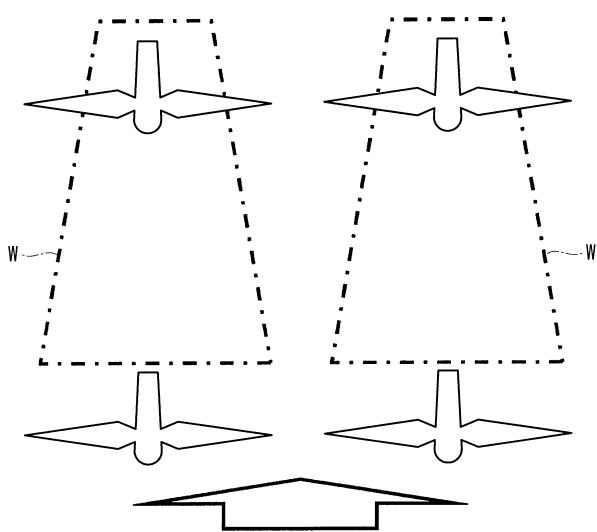
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

審査官 松浦 久夫

(56)参考文献 国際公開第2017/108057(WO,A1)

特開2017-155708(JP,A)

特開2006-322383(JP,A)

米国特許出願公開第2015/0050144(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 03 D 7 / 04