

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6833853号
(P6833853)

(45) 発行日 令和3年2月24日 (2021.2.24)

(24) 登録日 令和3年2月5日 (2021.2.5)

(51) Int. Cl. F I
FO3D 13/10 (2016.01) FO3D 13/10
FO3D 1/02 (2006.01) FO3D 1/02

請求項の数 13 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2018-533078 (P2018-533078)	(73) 特許権者	514130633
(86) (22) 出願日	平成28年12月15日 (2016.12.15)		ヴェスタス ウィンド システムズ エー
(65) 公表番号	特表2018-538484 (P2018-538484A)		／エス
(43) 公表日	平成30年12月27日 (2018.12.27)		デンマーク DK-8200 アーハス
(86) 国際出願番号	PCT/DK2016/050435		エヌ、ヒーデガー 42
(87) 国際公開番号	W02017/108050	(74) 代理人	100094112
(87) 国際公開日	平成29年6月29日 (2017.6.29)		弁理士 岡部 譲
審査請求日	令和1年12月5日 (2019.12.5)	(74) 代理人	100101498
(31) 優先権主張番号	PA201570857		弁理士 越智 隆夫
(32) 優先日	平成27年12月22日 (2015.12.22)	(74) 代理人	100107401
(33) 優先権主張国・地域又は機関	デンマーク (DK)		弁理士 高橋 誠一郎
		(74) 代理人	100120064
			弁理士 松井 孝夫
		(74) 代理人	100182257
			弁理士 川内 英主

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチローター風力タービンの風力タービンコンポーネントを据付け又は撤去する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マルチローター風力タービンにおいてエネルギー発生ユニットの風力タービンコンポーネントを据付け又は撤去する方法であって、前記マルチローター風力タービンは、1つ以上の荷重支持構造体を支持するように構成されるタワーを備え、各荷重支持構造体は、第1の端部と第2の端部との間で伸張しており、各荷重支持構造体は、前記荷重支持構造体の前記第1の端部及び前記第2の端部において又は該第1の端部及び該第2の端部に近接して前記タワーの両側に配置される少なくとも2つのエネルギー発生ユニットを支持するように構成され、前記荷重支持構造体は、随意にヨー機構を介して前記タワーに取り付けられ、それにより、前記荷重支持構造体は、前記タワーの周りにヨー運動することができ

10

るようになっており、該方法は、

前記荷重支持構造体を上下に傾動しないように固定することと、

その後、前記荷重支持構造体の前記第1の端部又は該第1の端部の近位において、前記風力タービンコンポーネントを配置又は移動することと、を含み、

前記荷重支持構造体を固定することは、前記荷重支持構造体の端部を1つ以上のケーブルによって繋ぎ止めることから成り、前記風力タービンコンポーネントを配置する場合は前記荷重支持構造体を前記第2の端部又は該第2の端部の近位において繋ぎ止め、前記風力タービンコンポーネントを移動する場合は、前記荷重支持構造体を前記第1の端部又は該第1の端部の近位において繋ぎ止め、前記ケーブルは、前記荷重支持構造体に取り付けられる第1のケーブル端部と、アンカー部材又は地面に固定される反対側の第2のケーブ

20

ル端部との間で伸張しており、又は、
前記荷重支持構造体を固定することは、前記荷重支持構造体の端部の近位にカウンターウェイトを取り付けることから成り、前記風力タービンコンポーネントを配置する場合は前記カウンターウェイトは前記荷重支持構造体の前記第 2 の端部又は該第 2 の端部の近位に取り付けられ、前記風力タービンコンポーネントを移動する場合は、前記カウンターウェイトは前記荷重支持構造体の前記第 1 の端部又は該第 1 の端部の近位に取り付けられる、マルチローター風力タービンにおいてエネルギー発生ユニットの風力タービンコンポーネントを据付け又は撤去する方法。

【請求項 2】

前記方法は、前記マルチローター風力タービンを組み立てることを含むとともに、前記荷重支持構造体を固定する前に、前記タワー及び前記荷重支持構造体を組み立てることを含む、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 3】

前記カウンターウェイトは、調整可能な質量を有する、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記カウンターウェイトを取り付けることは、前記荷重支持構造体の前記端部又は該端部の近位に取り付けられるパラスタックに液体を汲み入れることを含む、請求項 1 ~ 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記荷重支持構造体を固定することは、前記荷重支持構造体の端部の近位にバルーンを取り付けることを含み、前記バルーンは、前記風力タービンコンポーネントを配置する場合は、前記第 1 の端部又は該第 1 の端部の近位に取り付けられ、前記風力タービンコンポーネントを移動する場合は、前記第 2 の端部又は該第 2 の端部の近位に取り付けられる、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記荷重支持構造体を固定することは、前記荷重支持構造体の端部と地面との間、又は、前記荷重支持構造体の前記端部と前記タワーの下部との間に、圧縮バーを取り付けることを含み、前記圧縮バーは、前記風力タービンコンポーネントを配置する場合は、前記第 1 の端部又は該第 1 の端部の近位に取り付けられ、前記風力タービンコンポーネントを移動する場合は、前記第 2 の端部又は該第 2 の端部の近位に取り付けられる、請求項 1 ~ 5

30

【請求項 7】

前記荷重支持構造体を固定することは、前記風力タービンコンポーネントを配置又は移動する間、前記荷重支持構造体を前記タワーに締結することを含む、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

前記荷重支持構造体を固定することは、前記風力タービンコンポーネントを配置又は移動する間、前記荷重支持構造体と前記タワーとの間にスパーサー部材を配置することを含む、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

前記風力タービンコンポーネントは、ナセル、ローター、風力タービンブレード、ハブ、発電機、駆動系又はギア機構の群のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

40

【請求項 10】

前記風力タービンコンポーネントを配置することは、前記風力タービンコンポーネントを所定位置まで吊り上げるとともに、前記風力タービンコンポーネントを前記荷重支持構造体に取り付けることを含む、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

前記吊り上げることは、クレーンによって及び / 又は前記荷重支持構造体に取り付けられるケーブルによって行われる、請求項 1 ~ 10 に記載の方法。

50

【請求項 1 2】

前記固定は、前記荷重支持構造体の前記第 1 の端部と反対側の前記第 2 の端部又は該第 2 の端部の近位において第 2 の風力タービンコンポーネントを配置又は移動する間、少なくとも部分的に維持される、請求項 1 ~ 1 1 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記マルチローター風力タービンは、少なくとも、前記タワー上で前記第 1 の荷重支持構造体よりも下側の位置にある第 2 の荷重支持構造体を備え、前記第 1 の荷重支持構造体の前記端部又は該端部の近位において前記風力タービンコンポーネントを配置する前に、まず、荷重支持構造体のうちの一方を、他方の前記荷重支持構造体と異なる回転位置までヨー運動させる、請求項 1 ~ 1 2 のいずれか 1 項に記載の方法。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、マルチローター風力タービンにおいてエネルギー発生ユニットの風力タービンコンポーネントを据付け又は撤去する方法に関する。マルチローター風力タービンは、1 つ以上の荷重支持構造体を支持するように構成されるタワーを備え、荷重支持構造体は、荷重支持構造体の端部においてタワーの両側に配置される少なくとも 2 つのエネルギー発生ユニットを支持するように構成される。

【背景技術】**【0002】**

20

風力タービンは、通常、1 つ以上のエネルギー発生ユニットを備え、各ユニットは、ナセルと、複数の風力タービンブレードを伴うローターと、例えば、発電機、ギア機構、駆動系、熱交換器等の他の風力タービンコンポーネントとを備える。風が風力タービンブレードに作用することにより、ローターを回転させる。ローターの回転運動は、ギア機構を介して、又はいわゆるダイレクトドライブ型の風力タービンの場合には直接、発電機に伝達される。発電機において、電気エネルギーが発生し、この電気エネルギーは、電力網に供給することができる。

【0003】

一部の風力タービンでは、1 つの非常に大型の、ひいては大重量のローターを風力タービンに設ける必要なく、風力タービンによって生成される総電力を増加させるために、2 つ以上のエネルギー発生ユニットが設けられる。このような風力タービンは、「マルチローター風力タービン」と呼ばれる。

30

【0004】

マルチローター風力タービンにおいて、エネルギー発生ユニットは、タワー構造体に接続された荷重支持構造体によって支持される。したがって、エネルギー発生ユニットのうちの少なくともいくつかは、タワー構造体に直接取り付けられておらず、重心が、タワー構造体によって規定される長手軸に対してずれている場合がある。一般に、ローターは、ローター直径が大きいほど、タワー軸に対してより遠位にずれている。風が、このように取り付けられたローターに作用する場合、スラスト力が発生し、このスラスト力によって、荷重支持構造体に負荷が加わり、場合によっては荷重支持構造体とタワー構造体との間の接続点においても負荷が加わる。

40

【0005】

マルチローター風力タービンの安定性を確実にするために、エネルギー発生ユニットは、タワー軸の周りで対称に配置される。なぜなら、このように配置しなければ、ユニットの重量によって、所望しない非常に大きな曲げモーメントがタワーに加わることになるからである。

【0006】

同様に、こうした不均衡によって、所望しない非常に大きな負荷が、ローターを風上に向けるためのヨー機構に加わることになる。

【0007】

50

しかしながら、例えば、風力タービンの組立て中、全てのナセル及び風力タービンコンポーネントが所定位置にない場合、又は、保守作業中、発電機若しくはギア機構等の風力タービンコンポーネントが修理のために撤去若しくは交換される場合、風力タービントワーにかかると重量の均衡を常にとることができるとは限らない。したがって、ヨー機構及び特に風力タービントワーは、こうした非対称な重量分布によって発生する荷重を考慮して寸法決めされる必要がある。いくつかの風力タービンに関して、これらの荷重は、タワーの主要な寸法決めパラメーターである場合もあり、風力タービンの通常動作時に十分な剛性及び強度を有するためにタワーに必要なタワー寸法に比べて、大幅に増大したタワー寸法が必要となる場合がある。タワーの剛性及び強度は、例えば、タワーの壁厚及びノ又は必要な補強材の量を増大させることによって高めることができるが、通常は、これにより、材料使用量及び費用が相応に増大する。

10

【0008】

ローターのサイズが全体的に大型化するにつれ、任意の欠如している風力タービンコンポーネントによってタワー及びヨー機構に誘発される負荷も増大する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の実施の形態の目的は、マルチローター風力タービンの組立て又は保守時に、風力タービン構造体における負荷を低減する方法を提供することである。

【0010】

20

本発明の実施の形態の更なる目的は、費用対効果がより高い、マルチローター風力タービンを組み立てる、少なくとも部分的に分解する又は保守する方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

第1の態様によれば、本発明は、マルチローター風力タービンにおいてエネルギー発生ユニットの風力タービンコンポーネントを据付け又は撤去する方法であって、マルチローター風力タービンは、1つ以上の荷重支持構造体を支持するように構成されるタワーを備え、各荷重支持構造体は、第1の端部と第2の端部との間で伸張し、各荷重支持構造体は、荷重支持構造体の第1の端部及び第2の端部において又は第1の端部及び第2の端部に近接してタワーの両側に配置される少なくとも2つのエネルギー発生ユニットを支持するように構成され、荷重支持構造体は、随意にヨー機構を介してタワーに取り付けられ、それにより、荷重支持構造体は、タワーの周りにヨー運動することができるようになっており、本方法は、

30

- 荷重支持構造体を上下に傾動しないように固定することと、

- その後、荷重支持構造体の第1の端部又は第1の端部の近位において、風力タービンコンポーネントを配置又は移動することと、

を含む、方法を提供する。

【0012】

本発明の第1の態様に係る方法は、マルチローター風力タービンにおいてエネルギー発生ユニットの風力タービンコンポーネントを据付け又は撤去すること、すなわち、例えば、風力タービンの組立て時にコンポーネントを据え付けること、又は、修理若しくは保守時にコンポーネントを撤去する若しくは取り替えることに関するものである。据付け又は撤去は、風力タービンコンポーネントを配置又は移動（すなわち、完全に又は一部を除去）することを含む。

40

【0013】

これに関して、「マルチローター風力タービン」という用語は、1つのタワー構造体に取り付けられる2つ以上のローター又はエネルギー発生ユニットを備える風力タービンを意味するように解釈されるものとする。荷重支持構造体は、2つ以上のエネルギー発生ユニットを支持するとともに、マルチローター風力タービンのタワーに接続されるように構

50

成される。したがって、荷重支持構造体は、2つ以上のエネルギー発生ユニットとタワー構造体との間の接続部を形成し、エネルギー発生ユニットの支持に関連する荷重に対処することができる。

【0014】

エネルギー発生ユニットは、タワー構造体に対して力及び荷重の均衡を取るために、荷重支持構造体の端部において又は端部に近接してタワーの両側に配置される。エネルギー発生ユニットは、例えば、タワー構造体から最も遠位に構成される、荷重支持機構の末端部に配置することができる。

【0015】

荷重支持機構は、随意にヨー機構を介してタワーに取り付けられ、それにより、荷重支持構造体は、タワー構造体に対してヨー運動を行うことができるようになっており、したがって、エネルギー発生ユニットのローターを風上に向けることができる。ヨー機構は、荷重支持機構とタワーとの間に配置されることが好ましい。ヨー機構は、代替的に又は加えて、タワーの更に下方で基礎（例えば、浮体式基礎等）により近接して、又は、2つの荷重支持構造体間に配置してもよい。これにより、荷重支持構造体は、タワーの別の部分及び/又は地面に対してヨー運動を行うことが可能になる。このヨー運動は、任意に、タワーの一部とともに行うことができる。

【0016】

本文脈において、「エネルギー発生ユニット」という用語は、風のエネルギーを電気エネルギーに実際に変換する風力タービンの部分を意味するように解釈されるものとする。したがって、各エネルギー発生ユニットは、通常、1組の風力タービンプレードを支持するローターと、発電機とを備える。エネルギー発生ユニットは、ローターと発電機と駆動系とを相互接続するギア機構を更に備えることができる。発電機と、場合によってはギア機構とは、ナセルの内部に配置することができる。

【0017】

エネルギー発生ユニットの風力タービンコンポーネントは、エネルギー発生ユニットの一部又は全部をなすことができる。風力タービンコンポーネントは、例えば、ローターの一部又は全部を伴う又は伴わないナセル、風力タービンプレード、発電機、駆動系、ギア機構、熱交換器等とすることができる。

【0018】

本文脈において、「タワー」又は「タワー構造体」という用語は、マルチローター風力タービンのエネルギー発生ユニットを、少なくとも部分的に1つ以上の荷重支持構造体を介して支持するように構成される、実質的に鉛直な構造体を意味するように解釈されるものとする。1つ以上のエネルギー発生ユニットがタワー構造体に直接取り付けられることは排除されない。タワーは、タワー構造体を形成するように組み付けられる複数のタワーセグメントを備えることができる。タワーセグメントは、例えば、ねじ又はボルトを用いて可逆的に組み付けることもできるし、例えば、溶接等によって不可逆的に組み付けることもできる。代替として、タワー構造体は、コンクリートから製造することができ、例えば、コンクリート材料に含まれる繊維、又は、例えば、タワー構造体内部に配されるワイヤによって強化することができる。

【0019】

単一のタワー構造体に、上述した種類の荷重支持構造体を2つ以上取り付けることができることは排除されない。この場合、荷重支持構造体は、有利には、タワー構造体の長さに沿って上下に並べて配置することができる。

【0020】

本発明の第1の態様の方法によれば、まず、荷重支持構造体を上下に傾動しないように固定する。次に、荷重支持構造体の第1の端部又は第1の端部の近位において、風力タービンコンポーネントを配置又は移動する。

【0021】

風力タービンコンポーネントを配置又は移動する際、荷重支持構造体を固定することに

10

20

30

40

50

より、タワーの一方の側での風力タービンコンポーネントの配置又は移動によって生じる不均衡の低減又は防止が実現されることが有利である。これにより、こうした不均衡によって特にタワー及びヨー機構に加えられる荷重が、相応に低減又は防止される。したがって、タワーの剛性、強度及び曲げモーメント耐性の要件を大幅に低減することができる。

【0022】

現況の風力タービンのエネルギー発生ユニットは、数トンの大きさの重量（例えば、ローターを伴うナセルに関して30トン～150トン程度）を有し、タワーから20メートル～70メートル程度の距離を置いて配置される場合がある。

【0023】

本発明に係る風力タービンコンポーネントを据付け又は撤去する方法によれば、タワー及びヨー機構におけるかなりの曲げモーメント及び負荷が回避される。

10

【0024】

これにより、タワーの寸法を低減することができ、したがって、主として材料費だけでなく、タワーの製造費及び移送費も低減される。同様に、ヨー機構を、それなりの負荷に耐えるようにして、低減した費用で製造することができる。

【0025】

本発明に係る方法は、陸上風力タービンにも洋上風力タービンにも適用することができる。

【0026】

荷重支持構造体の固定は、風力タービンコンポーネントを配置又は移動する前又は少なくともそれと同時に行うことができる。固定は、荷重支持構造体の上下の傾動を防止又は少なくとも或る程度低減若しくは制限することを含む。ここで、上下の傾動とは、荷重支持構造体の端部の移動による、少なくとも鉛直面における荷重支持構造体の移動と理解される。こうした移動は、防止又は制限されない場合、風力タービンコンポーネントを配置又は移動することで荷重支持構造体の一方の端部で、したがってタワーの一方の側で風力タービンコンポーネントの重量が増加又は除去された結果生じる不均衡によって引き起こされる。

20

【0027】

荷重支持構造体の固定は、コンポーネントを配置又は移動する間、完全に又は部分的に維持することができる。さらに、固定は、コンポーネントの配置又は移動が実施された後、例えば、均衡を或る程度又は完全に再確立することができるまで、維持又は保持することができる。固定は、例えば、風力タービンコンポーネントが交換されるまで、又は、風力タービンタワーの反対側において同等の重量の別の風力タービンコンポーネントが配置又は移動されるまで、維持又は保持することができる。

30

【0028】

荷重支持構造体の固定方法は、風力タービンコンポーネントの配置又は移動中に一定的に維持してもよいし、変更してもよい。例えば、カウンターウェイトの重量又はテザーケーブルの張りを、変更又は調整することができ、例えば、急激な変動を回避するために徐々に増大又は減少させる、及び/又は、風力タービンコンポーネントが複数のステップにおいて配置又は移動されるのに対応して、複数のステップにおいて増大又は減少させることができる。

40

【0029】

上下に傾動しないように固定することは、以下でより詳細に論じるように様々な方法で行うことができる。

【0030】

一実施の形態において、本方法は、マルチローター風力タービンを組み立てることを含むとともに、荷重支持構造体を固定する前に、タワー及び荷重支持構造体を組み立てることを含む。マルチローター風力タービンは、タワーの他方の側よりも多くのエネルギー発生ユニット又はエネルギー発生ユニットのパーツがタワーの一方の側にしばらくの間配置され得る状態で組み立てられる又は分解される場合に、特に不均衡が生じやすい。こうし

50

た不均衡及びこれによって発生する所望しない負荷は、本発明に係る提案される方法によって、回避されるか又は少なくとも低減される。タワーを組み立てるステップは、基礎構造体に第1のタワーセグメントを据え付けるとともに、その後、第1のタワーセグメントに1つ以上の更なるタワーセグメントを据え付けることと、続いて、タワーに荷重支持構造体を配置するステップとを含むことができる。荷重支持構造体を越えて延在するように、第1のタワーセグメントの上部に更なるタワーセグメントを据え付けることができ、この更なるタワーセグメントは、荷重支持構造体の配置前又は配置後に構成することができる。

【0031】

本発明の一実施の形態によれば、荷重支持構造体を固定することは、荷重支持構造体の端部を1つ以上のケーブルによって繋ぎ止めることを含み、荷重支持構造体は、風力タービンコンポーネントを配置する場合は、第2の端部又は第2の端部の近位において繋ぎ止められ、風力タービンコンポーネントを移動する場合は、第1の端部又は第1の端部の近位において繋ぎ止められる。これにより、荷重支持構造体は、風力タービンコンポーネントが配置されるのとは反対側の端部において、又は、風力タービンコンポーネントが移動される場合は、風力タービンコンポーネントが配置されているのと同じ端部において、所定位置に繋ぎ止められて保持され、したがって、追加又は除去された風力タービンコンポーネントによる重量及び荷重のモーメントが相殺される。これにより、不均衡は、単純ではあるが効果的かつ安価な手段によって低減又は完全に回避することができる。さらに、繋ぎ止めることは、例えば、植生、凹凸のある地面等によって限られた空間しか利用できない場合であっても確立することができる。

【0032】

繋ぎ止めることは、例えば、荷重支持構造体に取り付けられる第1のケーブル端部と、アンカー部材又は地面に固定される反対側の第2のケーブル端部との間で伸張するようにケーブルを取り付けることによって、簡単に実現することができる。ケーブルは、比較的単純であるとともに素早く取り付けられ、それに応じて、必要でなくなった場合には再び簡単に除去することができる。

【0033】

更なる実施の形態によれば、荷重支持構造体を固定することは、荷重支持構造体の端部の近位にカウンターウェイトを取り付けることを含み、カウンターウェイトは、風力タービンコンポーネントを配置する場合は、第2の端部又は第2の端部の近位に取り付けられ、風力タービンコンポーネントを移動する場合は、第1の端部又は第1の端部の近位に取り付けられる。これにより、風力タービンコンポーネントの重量は、カウンターウェイトによって完全に又は部分的に補われる。カウンターウェイトの重量は、風力タービンコンポーネントの重量の25%～125%の範囲、例えば40%～100%の範囲、例えば50%～75%の範囲にあるように選択することができる。これにより、正確に同じ重量を把握又は確立する必要なく、風力タービンコンポーネントの配置又は移動によって別の状況であれば生じ得る不均衡の大幅な低減が達成される。

【0034】

さらに、風力タービンコンポーネントよりも小さい重量を有するカウンターウェイトを使用することで、カウンターウェイトを取り付けること自体によってマルチローター風力タービンの所望しない不均衡がもたらされることはなくなる。

【0035】

カウンターウェイトは、例えばケーブル又はロープによって、荷重支持構造体に取り付けることができる。カウンターウェイトは、荷重支持構造体から吊り下げて、地上のすぐ上の高さ又は地上に近い高さに配置することができる。したがって、カウンターウェイトは、僅かに持ち上げられるだけでよい。代替的には、カウンターウェイトは、荷重支持構造体のすぐ下の高さ又は荷重支持構造体に比較的近い高さに配置することができる。これにより、吊り下げられたカウンターウェイトが揺動する可能性が最小限に抑えられる。

【0036】

一実施の形態において、カウンターウェイトは、調整可能な質量を有する。これにより、マルチローター風力タービンの均衡を改善するとともに、カウンターウェイトの重量を風力タービンコンポーネントの重量とより良好に一致させるように、質量を変更又は調整することが可能になる。

【0037】

1つの実施の形態において、カウンターウェイトを取り付けることは、荷重支持構造体の端部の近位に取り付けられるバラストタンクに液体を汲み入れることを含む。これにより、カウンターウェイトの重量は、所望のように連続的に又は断続的に増減させて調整することができる。これにより、カウンターウェイトが配置される高さに関わらず、単純な手段によって、カウンターウェイトの重量を比較的簡単に調整する方法が更に提供される。水等の液体を、例えば、タンクトラックからバラストタンクに汲み入れる又はバラストタンクから汲み出すことができる。

10

【0038】

本発明の更なる実施の形態によれば、荷重支持構造体を固定することは、荷重支持構造体の端部の近位にバルーンを取り付けることを含み、バルーンは、風力タービンコンポーネントを配置する場合は、第1の端部又は第1の端部の近位に取り付けられ、風力タービンコンポーネントを移動する場合は、第2の端部又は第2の端部の近位に取り付けられる。したがって、バルーンは、風力タービンコンポーネントが配置される場合、荷重支持構造体のそのコンポーネントと同じ端部に取り付けられることによって、風力タービンコンポーネントの重量を少なくとも部分的に又は完全に相殺する。バルーンは、風力タービンコンポーネントの真上に又はタワーに対して異なる距離を置いて取り付けることができる。バルーンは、ヘリウム又はプロパン等のガスを含むことができる。バルーンの使用により、上述したカウンターウェイトの使用と同じ利点と、例えば、浮力の調整可能性という利点とがもたらされる。

20

【0039】

本発明の更なる実施の形態によれば、荷重支持構造体を固定することは、荷重支持構造体の端部と地面との間、又は、荷重支持構造体の端部とタワーの下部との間に、圧縮バーを取り付けることを含み、圧縮バーは、風力タービンコンポーネントを配置する場合は、第1の端部又は第1の端部の近位に取り付けられ、風力タービンコンポーネントを移動する場合は、第2の端部又は第2の端部の近位に取り付けられる。これにより、圧縮バーは、風力タービンコンポーネントによる重量の少なくとも一部を有効に支持するように機能する。圧縮バーは、例えば、管、ロッド、I型ビームのようなビーム等の形態とすることができる。圧縮バーを荷重支持構造体の第1の端部と地面との間に取り付けることにより、風力タービンコンポーネントの重量又は風力タービンコンポーネントに対応する重量が、地面に直接伝達される。

30

【0040】

圧縮バーは、ボルト又は類似の締結手段によって取り付けることができ、したがって、もはや必要でなくなった場合には容易に除去することができる。圧縮バーは、タワーの周囲に配置されるか又はタワーに締結されるリングを介して、タワーに取り付けられるとともにタワーに対して支持することができる。

40

【0041】

本発明の一実施の形態によれば、荷重支持構造体を固定することは、風力タービンコンポーネントを配置又は移動する間、荷重支持構造体をタワーに締結することを含む。これは、風力タービンコンポーネントの配置又は移動により生じる不均衡によってヨー機構に発生する荷重を低減することに有利である。荷重支持構造体は、例えば、ブラケット又は他の締結手段により、風力タービンコンポーネントの配置又は移動によって発生する荷重が、この締結手段を介して、ヨー機構に荷重が加わらないか又は低減した荷重しか加わらない状態で制御されてタワーに伝達されるように、タワーに一時的に締結することができる。

【0042】

50

更なる実施の形態によれば、荷重支持構造体を固定することは、風力タービンコンポーネントを配置又は移動する間、荷重支持構造体とタワーとの間にスペーサー部材を配置することを含む。これにより、風力タービンコンポーネントの配置又は移動によって発生する荷重の少なくとも一部が、スペーサー部材を介してタワーに伝達される。スペーサー部材は、例えば、ゴム又は圧縮力を吸収する別の弾性材料でできた部材を含むことができる。この場合、スペーサー部材は、少なくとも、風力タービンコンポーネントが配置又は移動される際に、荷重支持構造体がタワーに接近する又はタワーと接触する位置に配置されることが好ましい。スペーサー部材は、例えば、楔形又はリング若しくはリングの一部の形状とすることができる。スペーサー部材は、タワーの外面に当接する形状とすることができる。スペーサー部材は、所定位置に固定せずに保持してもよいし、いくつかの一時的な締結手段によって所定位置に保持してもよい。

10

【0043】

本発明の更なる実施の形態において、風力タービンコンポーネントを配置することは、風力タービンコンポーネントを所定位置まで吊り上げるとともに、風力タービンコンポーネントを荷重支持構造体に取り付けることを含む。吊り上げることは、クレーンによって及び/又は荷重支持構造体に取り付けられるケーブルによって行うことができる。吊上げは、任意の従来の方法で実施することができ、一例として、風力タービンに一時的に又は恒久的に配置される又は据え付けられるホイスト機構を含むことができる。

【0044】

風力タービンコンポーネントを荷重支持構造体に取り付けるステップは、例えば、エネルギー発生ユニットのナセルを荷重支持構造体に取り付けること、ローターを荷重支持構造体に既に据え付けられているナセルに取り付けること、ローターブレードをハブに据え付けるとともに取り付けすること、及び/又は、(例えば、発電機又はギア機構等のような)何らかのコンポーネントをナセル内又はハブ上等に据え付けることを含むことができる。

20

【0045】

本発明の更なる実施の形態において、荷重支持構造体の固定は、荷重支持構造体の第1の端部と反対側の第2の端部又は第2の端部の近位において第2の風力タービンコンポーネントを配置又は移動する間、少なくとも部分的に維持される。このようにして、マルチローター風力タービンの均衡が少なくとも或る程度再確立され、荷重支持構造体の固定はもはや必要でなくなる。これにより、少なくとも、反対側における第2の風力タービンコンポーネントの配置又は移動によってマルチローター風力タービンの均衡が改善されるまで、第1の風力タービンコンポーネントの配置又は移動によって別の状況であれば発生する極端な荷重が、荷重支持構造体の固定によって低減又は回避される。第2の風力タービンコンポーネントは、第1の風力タービンコンポーネントと同等の重量を有することが好ましい。

30

【0046】

マルチローター風力タービンは、タワー上で第1の荷重支持構造体と異なる高さに配置される第2の荷重支持構造体を備えることができる。

【0047】

一般に、タワーは、長手軸を規定することができ、1つ以上の荷重支持構造体は、タワー構造体によって規定される長手軸に実質的に垂直な方向に沿って、タワー構造体から延在することができる。すなわち、荷重支持構造体は、実質的に水平な方向に沿って、タワー構造体から離れていくようにして延在する。

40

【0048】

代替的には、荷重支持構造体は、傾斜又は湾曲していてもよく、すなわち、水平ではない方向に沿って、タワーから離れるように延在してもよい。例えば、荷重支持構造体は、斜め上方向又は斜め下方向に、タワーから離れるように延在することができる。

【0049】

本発明の一実施の形態によれば、第2の荷重支持構造体は、タワー上で第1の荷重支持

50

構造体よりも下側の位置に配置され、本方法は、最上の第１の荷重支持構造体の端部又は端部の近位において風力タービンコンポーネントを配置する前に、荷重支持構造体のうちの一方を、他方の荷重支持構造体と異なる回転位置までヨー運動させることを含む。これにより、最上の荷重支持構造体を固定するとともに最上の荷重支持構造体の端部又は端部の近位において風力タービンコンポーネントを配置又は移動する際に、最下の荷重支持構造体が、妨害とならないように少なくとも部分的に移動されることを確保できる。

【００５０】

以下、本発明を、添付図面を参照して更に詳細に記載する。

【図面の簡単な説明】

【００５１】

10

【図１】本発明の一実施形態に係る２つの荷重支持構造体を備えるマルチローター風力タービンの正面図である。

【図２】図１のマルチローター風力タービンの側面図である。

【図３Ａ】本発明の一実施形態に係る、風力タービンコンポーネントの据付けを含むマルチローター風力タービンを組み立てる方法を示す図である。

【図３Ｂ】本発明の一実施形態に係る、風力タービンコンポーネントの据付けを含むマルチローター風力タービンを組み立てる方法を示す図である。

【図３Ｃ】本発明の一実施形態に係る、風力タービンコンポーネントの据付けを含むマルチローター風力タービンを組み立てる方法を示す図である。

【図３Ｄ】本発明の一実施形態に係る、風力タービンコンポーネントの据付けを含むマルチローター風力タービンを組み立てる方法を示す図である。

20

【図３Ｅ】本発明の一実施形態に係る、風力タービンコンポーネントの据付けを含むマルチローター風力タービンを組み立てる方法を示す図である。

【図３Ｆ】本発明の一実施形態に係る、風力タービンコンポーネントの据付けを含むマルチローター風力タービンを組み立てる方法を示す図である。

【図３Ｇ】本発明の一実施形態に係る、風力タービンコンポーネントの据付けを含むマルチローター風力タービンを組み立てる方法を示す図である。

【図３Ｈ】本発明の一実施形態に係る、風力タービンコンポーネントの据付けを含むマルチローター風力タービンを組み立てる方法を示す図である。

【図３Ｉ】本発明の一実施形態に係る、風力タービンコンポーネントの据付けを含むマルチローター風力タービンを組み立てる方法を示す図である。

30

【図３Ｊ】本発明の一実施形態に係る、風力タービンコンポーネントの据付けを含むマルチローター風力タービンを組み立てる方法を示す図である。

【図４】本発明の実施形態に係る、上下に傾動しないように荷重支持構造体を固定する方法を示す図である。

【図５】本発明の実施形態に係る、上下に傾動しないように荷重支持構造体を固定する方法を示す図である。

【図６】本発明の実施形態に係る、上下に傾動しないように荷重支持構造体を固定する方法を示す図である。

【図７】本発明の実施形態に係る、上下に傾動しないように荷重支持構造体を固定する方法を示す図である。

40

【図８】本発明の実施形態に係る、上下に傾動しないように荷重支持構造体を固定する方法を示す図である。

【図９】本発明の実施形態に係る、上下に傾動しないように荷重支持構造体を固定する方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００５２】

図１は、本発明の一実施形態に係る２つの荷重支持構造体１０３を支持するタワー構造体１０２を備えるマルチローター風力タービン１０１の正面図である。荷重支持構造体１０３は、タワー構造体１０２の長手方向に沿って、上下に並べて配置される。

50

【 0 0 5 3 】

各荷重支持構造体 1 0 3 は、図 1 の観察角度から見ると、タワー構造体 1 0 2 の両側で第 1 の端部と第 2 の端部との間に伸張している。各荷重支持構造体 1 0 3 は、少なくとも 2 つのエネルギー発生ユニット 1 0 5 を支持し、各エネルギー発生ユニット 1 0 5 は、ナセル 1 0 6 と、 3 つの風力タービンプレード 1 0 8 を支持するローター 1 0 7 とを備える。

【 0 0 5 4 】

荷重支持構造体 1 0 3 は、ヨー機構 1 1 1 を介してタワー構造体 1 0 2 に取り付けられており、ローター 1 0 7 を風上に向けるために、荷重支持構造体 1 0 3 全体が、タワー構造体 1 0 2 に対してヨー運動を行うことが可能である。

10

【 0 0 5 5 】

マルチローター風力タービン 1 0 1 の稼働時、エネルギー発生ユニット 1 0 5 は、マルチローター風力タービン 1 0 1 の均衡が取れるように、タワー 1 0 2 の周りで対称に配置される。

【 0 0 5 6 】

本発明に係る方法は、エネルギー発生ユニットの風力タービンコンポーネントの据付け又は撤去によって別の状況であれば生じ得るマルチローター風力タービンの不均衡を低減又は回避するように、エネルギー発生ユニットの風力タービンコンポーネントを据付け又は撤去することに関する。風力タービンコンポーネントは、エネルギー発生ユニット、又は、ナセル、ローター、風力タービンプレード、ハブ、発電機、駆動系若しくはギア機構等のエネルギー発生ユニットの任意の単数若しくは複数のパーツとすることができる。

20

【 0 0 5 7 】

図 2 は、図 1 のマルチローター風力タービン 1 0 1 の側面図である。図 2 において、この実施形態の荷重支持構造体 1 0 3 は、タワー構造体 1 0 2 の背後の位置からタワー構造体の前方の位置まで延在し、したがって、エネルギー発生ユニット 1 0 5 のローター 1 0 7 を、タワー構造体 1 0 2 の前方で風上に向けて位置決めすることを見取することができる。

【 0 0 5 8 】

図 3 A ~ 図 3 J は、本発明の一実施形態に係る、風力タービンコンポーネントの据付けを含むマルチローター風力タービンを組み立てる方法を示している。ここで、タワー 1 0 2 は、少なくとも 2 つのタワーセグメント 3 0 1 を備える。第 1 のタワーセグメント 3 0 1 を基礎に配置し（図 3 A）、第 1 の荷重支持構造体 1 0 3 をタワーに取り付ける（図 3 B）。次に、更なるタワーセグメント 3 0 1 を第 1 のタワーセグメントの上部に据え付ける（図 3 C）。この実施形態において、この据付けは、荷重支持構造体 1 0 3 が、タワー 1 0 2 のいかなる部分もヨー運動させずにタワー 1 0 2 の周りでヨー運動することができるように実施される。換言すると、ヨー機構 1 1 1 は、ここでは、タワー 1 0 2 を包囲するように構成される。図 3 D は、第 1 の荷重支持高さよりも高い高さにおける第 2 の荷重支持構造体 3 0 2 の取付けを示している。次に、矢印 3 1 0 で示されるように、ここではナセル 1 0 6 である風力タービンコンポーネント 3 0 0 を、荷重支持構造体 1 0 3 の第 1 の端部 3 0 3 又は第 1 の端部 3 0 3 の近位に配置し（図 3 E）、続いて、更なるナセル 1 0 6 を、荷重支持構造体 1 0 3 の反対側の第 2 の端部 3 0 4 又は第 2 の端部 3 0 4 の近位に配置する（図 3 F）。ナセル 1 0 6 は、クレーン又はケーブルウィンチ等によって所定位置まで吊り上げることができる。いずれの風力タービンコンポーネントも最上の第 2 の荷重支持構造体 3 0 2 に据え付ける前に、これらの 2 つの荷重支持構造体を、互いに対してヨー運動させて（矢印 3 1 1 で示される）、異なる回転位置（図 3 G）に配置する。このようにして、最下の荷重支持構造体 1 0 3 は、最上の荷重支持構造体 3 0 2 上で実施される据付け作業の妨害とならないように移動される。図 3 G ~ 図 3 J は、ナセル 1 0 6 を荷重支持構造体の第 1 の端部 3 0 3 に配置する前に、カウンターウェイト 3 3 3 を荷重支持構造体 1 0 3 の第 2 の端部 3 0 4 に取り付けることができる方法を示している。カウンターウェイト 3 3 3 は、荷重支持構造体 1 0 3 を上下に傾動しないように固定するように

30

40

50

機能し、したがって、マルチローター風力タービン 1 0 1 の不均衡を低減するとともに、この不均衡によって主としてタワー 1 0 2 及びヨー機構 1 1 1 に加えられる負荷を大幅に低減する。カウンターウェイト 3 3 3 は、例えば、配置される風力タービンコンポーネントの約 5 0 % の重量を有することができ、したがって、据付け作業中の不均衡をおよそ半減することができる。ここでは、まず、カウンターウェイト 3 3 3 を第 2 の端部 3 0 4 に取り付け、次に、ナセルを所定位置まで吊り上げて、第 1 の端部 3 0 3 に取り付ける（図 3 H 及び図 3 I）。次に、カウンターウェイト 3 3 3 を、好ましくは更なるナセル 1 0 6 を第 2 の端部 3 0 4 に据え付けるのと少なくとも部分的に同時に取り外す（図 3 J）。各ナセルのローター及び依然として欠如している他の任意の風力タービンコンポーネントを、ナセル 1 0 6 に関して図示及び記載したものと同一方法で据え付けることができる。

10

【 0 0 5 9 】

図 3 には示されていないが、最初の 2 つのナセルを最下の第 1 の荷重支持構造体に据付け及び配置する際に、カウンターウェイトを使用することもできる。

【 0 0 6 0 】

まず最下のナセルを据え付けることによって、後で最上のナセルを据え付ける際に、構造体全体のより良好な安定性が得られる。しかしながら、代替的には、下側の位置に置かれる風力タービンコンポーネントを配置する前に、最も高い位置に置かれる風力タービンコンポーネント（ナセルを含む）を配置してもよい。

【 0 0 6 1 】

図 4 ~ 図 9 は、風力タービンコンポーネントの配置又は移動中に、荷重支持構造体を上下に傾動しないように固定する、他の代替的な方法又は追加の方法を示している。

20

【 0 0 6 2 】

図 4 及び図 5 において、荷重支持構造体 1 0 3 は、一方の端部が圧縮バー 4 0 0 によって支持されている。圧縮バー 4 0 0 は、図 4 に示すように荷重支持構造体 1 0 3 と地面 4 0 1 との間に配置することができ、したがって、風力タービンコンポーネントによる重量は、ヨー機構 1 1 1 における軸受及びタワー 1 0 2 の上部を通してではなく、圧縮バー 4 0 0 を介して地面に伝達される。ナセルを風力タービンまで吊り上げることで不均衡が生じる場合、圧縮バー 4 0 0 は、吊上げが行われるのと同じ端部において、重量の少なくとも一部を支持するように配置される。例えば、ナセルが撤去されなければ均衡が取れているタービンから、1 つのナセルが撤去される場合、圧縮バー 4 0 0 は、移動されるナセルと反対側の端部に配置され、したがって、残りのナセルの重量を少なくとも部分的に支持する。圧縮バー 4 0 0 は、代替的には、図 5 に示されるように荷重支持構造体 1 0 3 とタワー 1 0 2 との間に配置することができる。圧縮バー 4 0 0 は、タワー 1 0 2 の周囲に配置されるリング構造体（図示せず）において締結することができる。これにより、荷重支持構造体 1 0 3 のいくらかのヨー運動を、圧縮バー 4 0 0 を所定位置に維持したまま行うことができる。

30

【 0 0 6 3 】

図 6 には、ナセル 1 0 6 等の風力タービンコンポーネントを配置することで上下に傾動しないように、荷重支持構造体 1 0 3 に少なくとも部分的に固定されるバルーン 6 0 0 の使用が示されている。バルーン 6 0 0 は、ロープによって荷重支持構造体 1 0 3 の端部に取り付けことができ、バルーン 6 0 0 の浮力は、据付け作業又は撤去作業中、所望の調節を行い適合することができる。

40

【 0 0 6 4 】

図 7 には、荷重支持構造体 1 0 3 又は荷重支持構造体 1 0 3 の近位に取り付けられるバラストタンク 7 0 0 に液体を汲み入れる（7 0 1）ことによって確立されるカウンターウェイト 3 3 3 の使用が示されている。カウンターウェイト 3 3 3 の質量は、例えばタンクトラック 7 0 2 から、液体をバラストタンク 7 0 0 に汲み入れる又は汲み出すことによって連続的に又は段階的に調整することができる。カウンターウェイト 3 3 3 は、代替的には、地面のより近位に又は地面のすぐ上に吊り下げてもよく、それにより、カウンターウェイト 3 3 3 は、より容易かつより素早く、より少ないエネルギーを使用して確立するこ

50

とができる。また、カウンターウェイト 333 が荷重支持構造体 103 の近位に配置されると、全体的により安定した構造体を得られる。

【0065】

図 8 及び図 9 は、荷重支持構造体 103 とタワー 102 との間への 1 つ以上のスペーサー部材 800 の配置を示している。この配置により、スペーサー部材 800 は、マルチローター風力タービンの一方の側で風力タービン構造体を据付け又は撤去する際の不均衡による荷重の少なくとも一部を吸収する。これにより、スペーサー部材 800 は、特にヨー機構 111 における荷重及び摩耗を低減するように機能する。スペーサー部材 800 は、図 8 に示すように楔形であるとともに、荷重支持構造体 103 とタワー 102 との間の接触力を吸収するようにただ 1 つの位置 802 に配置することができる。図 9 では、2 つの別個のスペーサー部材 800 が、荷重支持構造体 103 とタワー 102 との間に配置されている。

10

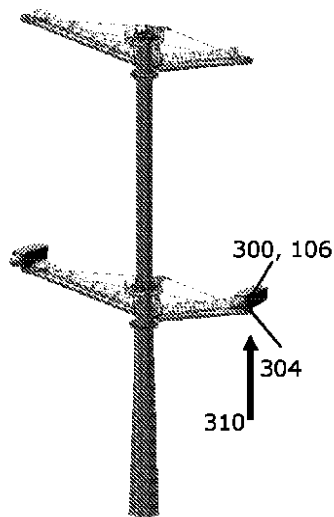
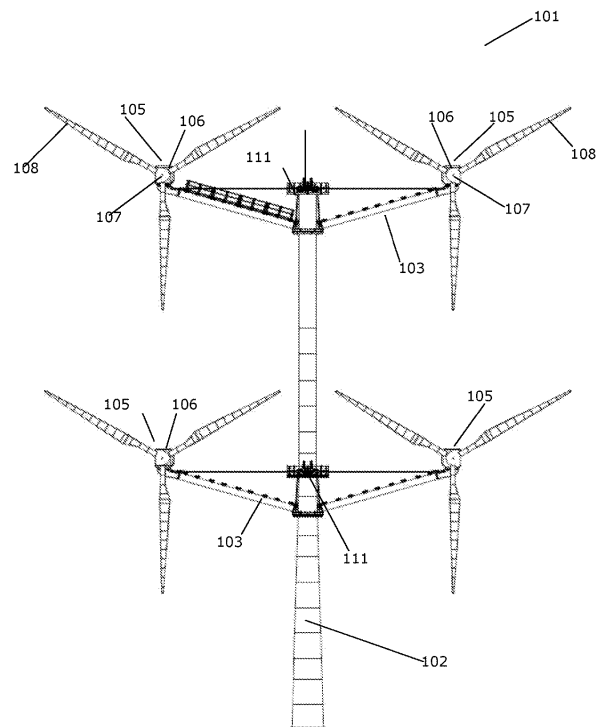
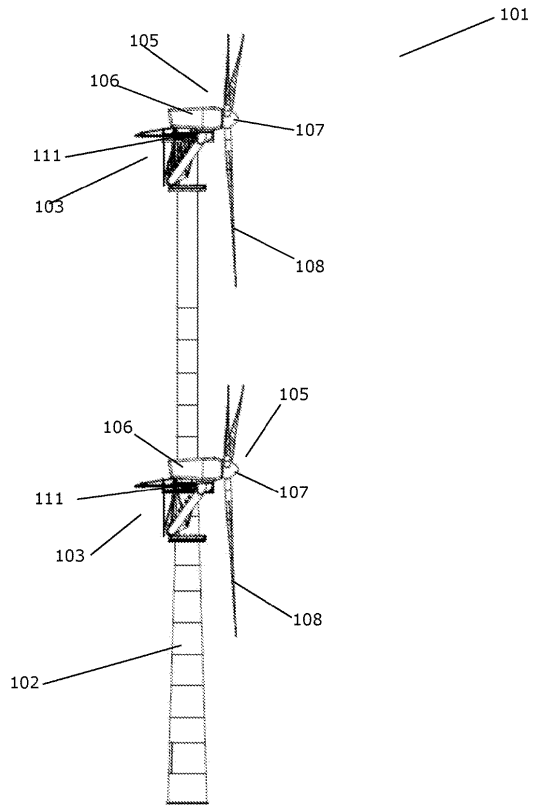


Fig. 3F

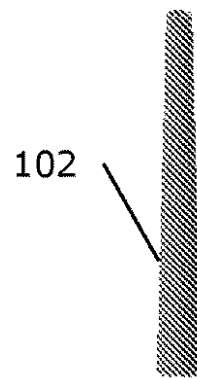
【図 1】



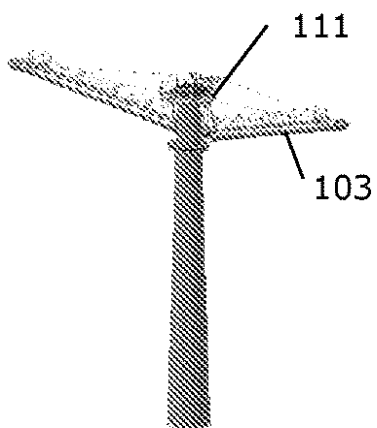
【図 2】



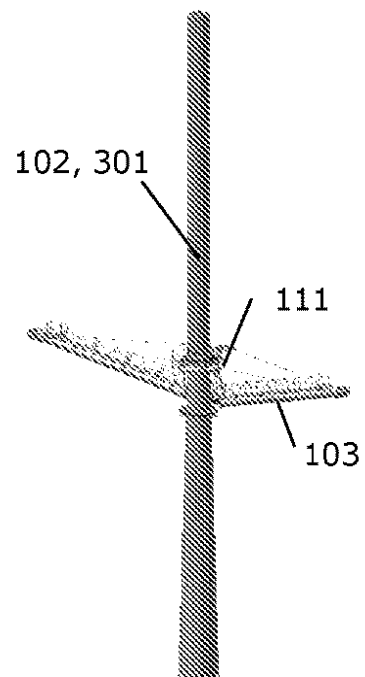
【図 3 A】



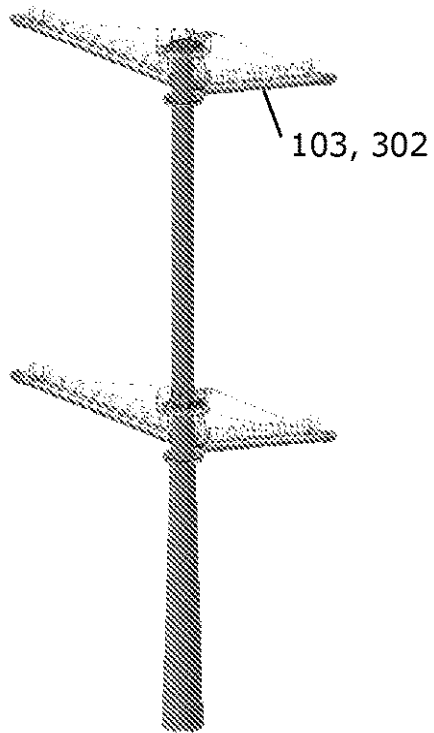
【図 3 B】



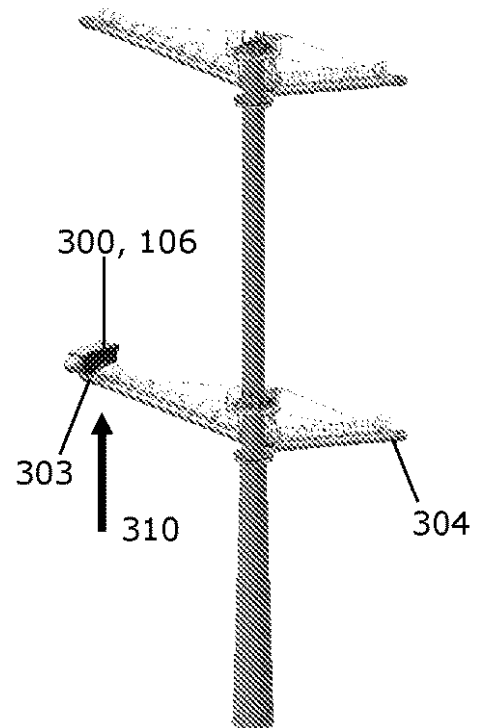
【図 3 C】



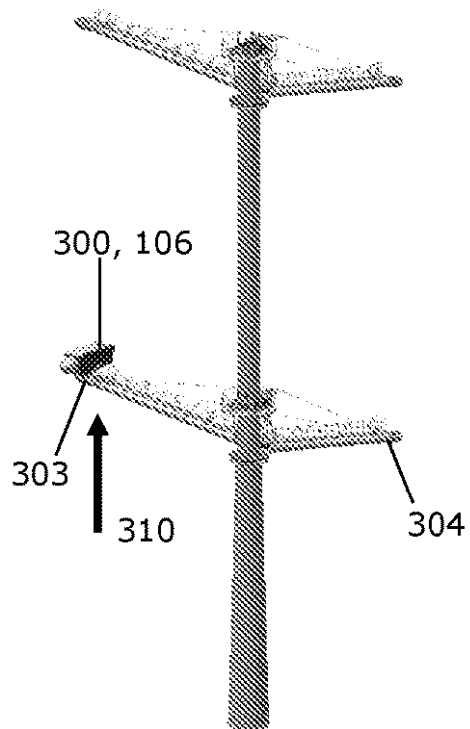
【図 3 D】



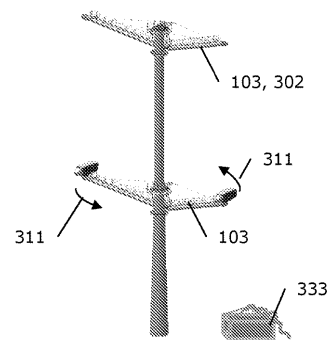
【図 3 E】



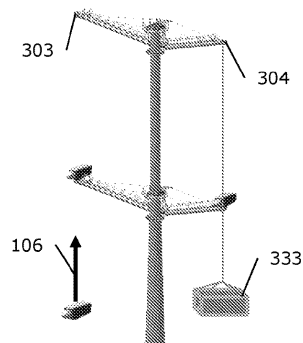
【図 3 F】



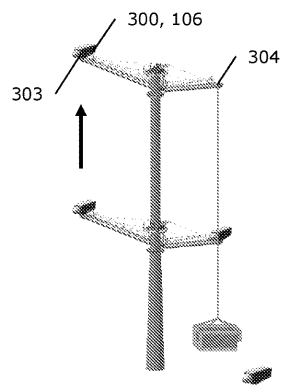
【図 3 G】



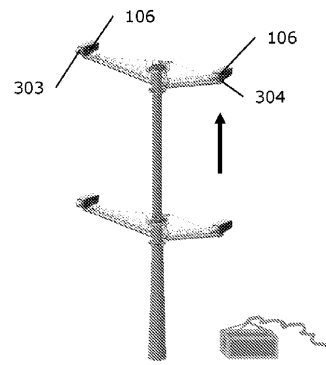
【図 3 H】



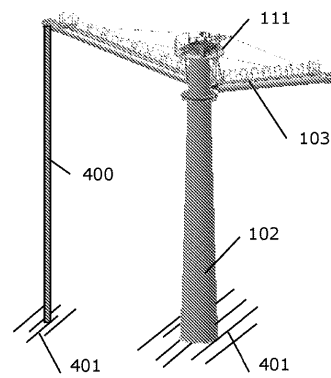
【図 3 I】



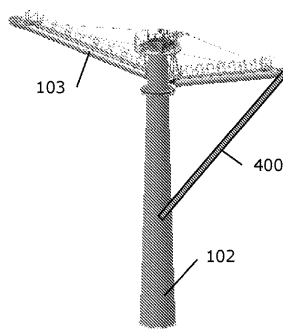
【図 3 J】



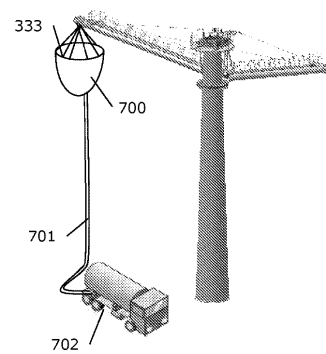
【図 4】



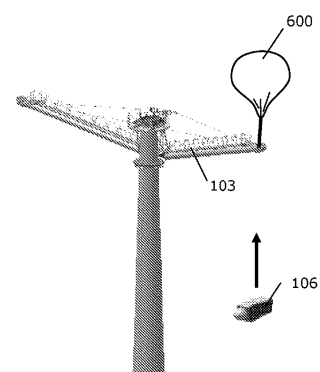
【図 5】



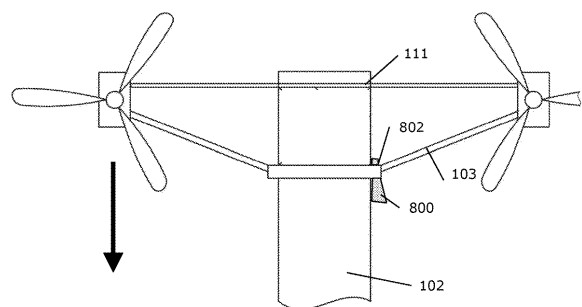
【図 7】



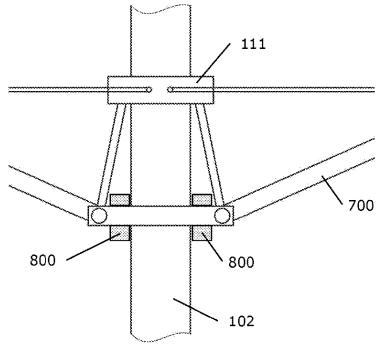
【図 6】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(74)代理人 100202119

弁理士 岩附 秀幸

(72)発明者 バウン, トーベン ラデガード

デンマーク 8 5 4 1 スケドストラップ, スタッドストラップヴァイ 4 0

審査官 山崎 孔徳

(56)参考文献 英国特許出願公開第 2 4 4 3 8 8 6 (G B , A)

米国特許第 4 7 1 0 1 0 0 (U S , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 0 3 D 1 3 / 1 0

F 0 3 D 1 / 0 2