

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-149643

(P2012-149643A)

(43) 公開日 平成24年8月9日(2012.8.9)

(51) Int.Cl.

F03D 11/04 (2006.01)
F03D 1/06 (2006.01)

F 1

F03D 11/04
F03D 1/06

A

A

テーマコード(参考)

3H078

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-5763 (P2012-5763)
 (22) 出願日 平成24年1月16日 (2012.1.16)
 (31) 優先権主張番号 13/009,326
 (32) 優先日 平成23年1月19日 (2011.1.19)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタディ、リバーロード、1番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 智志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (74) 代理人 100113974
 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

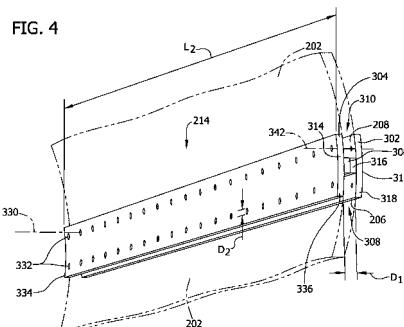
(54) 【発明の名称】モジュラータワー及びその組立方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】モジュラータワーのタワーアセンブリを提供する。

【解決手段】タワーアセンブリは、各々が一対の対向する円周端を備えている複数の組立パネル202と、複数の組立パネルの隣接する組立パネルを互いに連結するのに用いられる複数のコネクタであって、複数のコネクタの各々のコネクタが外側フランジ302、内側フランジ304、及びそれらの間に延在するスペーサ306を備え、外側フランジは第1のスロット308及び第2のスロット310が外側フランジと内側フランジとの間に画定されるように内側フランジから間隔を空けて離間配置され、第1及び第2のスロットの各々は隣接する組立パネルを互いに連結させることができるように内部に組立パネルの円周端の一方を収容するように寸法決めされる複数のコネクタとを含む。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

モジュラータワー(102)のタワーアセンブリ(200)であって、各々が一対の対向する円周端(206、208)を備える複数の組立パネル(202)と、

前記複数の組立パネルの隣接する組立パネルを互いに連結するのに用いられる複数のコネクタ(214)であって、前記複数のコネクタの各々のコネクタが外側フランジ(302)、内側フランジ(304)、及びそれらの間に延在するスペーサ(306)を備え、前記外側フランジは第1のスロット(308)及び第2のスロット(310)が前記外側フランジと前記内側フランジとの間に画定されるように前記内側フランジから間隔を空けて離間配置され、前記第1及び前記第2のスロットの各々は前記隣接する組立パネルを互いに連結させることができるように内部に前記組立パネルの円周端の一方を収容するよう寸法決めされる前記複数のコネクタ(214)とを含む、タワーアセンブリ(200)。

【請求項 2】

前記スペーサ(306)は、前記外側フランジ(302)から延在する第1の部分(316)と、前記内側フランジ(304)から延在する第2の部分(316)とを含む、請求項1に記載のタワーアセンブリ(200)。

【請求項 3】

前記複数の組立パネル(202)の各々はそれを通って延在する複数の開口(342)を含み、前記複数の組立パネルの開口の各々は前記隣接する組立パネルを互いにしっかりと連結させるのを円滑にする、請求項1に記載のタワーアセンブリ(200)。

【請求項 4】

前記コネクタのフランジ(302、304)の各々は内部に画定された複数の開口(330)を含み、前記複数の組立パネルの開口(342)と前記複数のコネクタの開口とは、前記隣接する組立パネル(202)を前記コネクタ(214)に連結させる時に実質的に同心円状に整列する、請求項3に記載のタワーアセンブリ(200)。

【請求項 5】

前記複数の組立パネル(202)の各々は前記円周端(206、208)の各々において画定された形状を有し、前記コネクタの第1及び第2のスロット(308、310)は、前記外側及び内側フランジ(302、304)の間に画定された、前記複数の組立パネルの各々の形状を反映させた形状を有する、請求項1に記載のタワーアセンブリ(200)。

【請求項 6】

前記複数の組立パネル(202)の少なくとも1つは、円弧状断面形状及び略平面状断面形状の一方を有する、請求項1に記載のタワーアセンブリ(200)。

【請求項 7】

少なくとも1つの下部タワーセクション(402)であって、各々が一対の対向する円周端(206、208)を備える複数のセクションパネル(202)と、

前記複数のセクションパネルの隣接するセクションパネルを互いに連結するのに用いられる複数のコネクタ(214)であって、前記コネクタの各々が外側フランジ(302)、内側フランジ(304)、及びそれらの間に延在するスペーサ(306)を備え、前記外側フランジは第1のスロット(308)及び第2のスロット(310)が前記外側フランジと前記内側フランジとの間に画定されるように前記内側フランジから間隔を空けられ、前記第1及び前記第2のスロットの各々は前記隣接するセクションパネルを互いに連結させることができるように内部に前記セクションパネルの円周端の一方を収容するよう寸法決めされる前記複数のコネクタ(214)とを備える前記少なくとも1つの下部タワーセクション(412)と、

前記下部セクションに連結された少なくとも1つの上部タワーセクション(404)と

10

20

30

40

50

を含む、モジュラータワー(102)。

【請求項8】

前記上部タワーセクション(404)は一体的な上部タワーセクションである、請求項7に記載のモジュラータワー(102)。

【請求項9】

前記下部タワーセクション(402)は第1の環状フランジ(406)を備え、前記上部タワーセクション(404)は第2の環状フランジ(408)を備え、前記第1及び前記第2の環状フランジは、前記上部タワーセクションを前記下部タワーセクションに連結するのを円滑にする、請求項7に記載のモジュラータワー(102)。

【請求項10】

前記第1の環状フランジ(406)は複数の円弧状コネクタ(502)から形成され、前記複数の円弧状コネクタの各々は、

第1のフランジ部分(504)と、

前記複数の円弧状コネクタの隣接する1つから延在する第1のフランジ部分に連結するよう寸法決め及び配向された第2のフランジ部分(506)とを備える、請求項9に記載のモジュラータワー(102)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概してモジュラータワーに関し、より詳細には、モジュラータワーのセクションの組立に関する。

【背景技術】

【0002】

モジュラータワー構造は、多くの場合、風力タービンタワー、携帯電話タワー、及び電柱等の支持構造物に対する基部として使用される。それらの寸法のために、そのようなタワーはタワー自体が現実に輸送することができないので、現場で建設されることが多い。そのようなタワーで使用される構成要素は、多くの場合は現場から離れて組み立てられる。タワー自体と同様に、輸送ロジスティックスによってそのような構成要素の収納寸法及び/又は重量が一般的に制限される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

タワーの高さは、タワーの基部の寸法によって少なくとも部分的に制限される。従って、高いタワーは、タワー構造を適切に支持するために相応に大きな基部を必要とする。全体の構造的完全性を向上させ、且つ現場での組立時間を削減するためには、一般的に、できる限り少ない部品でモジュラータワーの構成要素を組み立てることが望ましい。しかしながら、輸送限界によって、構成要素とセクションの外形寸法が制限される。従って、タワーの高さは、輸送限界を考慮して使用可能な一体構成要素の寸法によって制限できる。

【課題を解決するための手段】

【0004】

一態様では、モジュラータワーのタワーアセンブリを提供する。タワーアセンブリは、各々が一対の対向する円周端を備える複数の組立パネルと、複数の組立パネルの隣接する組立パネルを互いに連結するのに用いられる複数のコネクタであって、各々のコネクタが外側フランジ、内側フランジ、及びそれらの間に延在するスペーサを備え、外側フランジは第1のスロット及び第2のスロットが外側フランジと内側フランジとの間に画定されるように内側フランジから間隔を空けて離間配置され、第1及び第2のスロットの各々は隣接する組立パネルを互いに連結させることができるように内部に組立パネルの円周端の一方を収容するように寸法決めされる複数のコネクタとを含む。

【0005】

別の態様では、モジュラータワーを組み立てる方法を提供する。本方法は、各々が第1

10

20

30

40

50

のフランジ、第2のフランジ、及びそれらの間に延在するスペーサを含む少なくとも1つのコネクタを設けるステップと、各々が第1の円周端及び第2の円周端を含む複数のセクションパネルを設けるステップと、複数のセクションパネルの1つ目の第1の円周端を第1のフランジと第2のフランジとの間に画定されるコネクタの第1のスロットに挿入するステップと、複数のセクションパネルの2つ目の第2の円周端を第1のフランジと第2のフランジとの間に画定されるコネクタの第2のスロットに挿入するステップと、コネクタを1つ目及び2つ目のセクションパネルに連結するステップとを含む。

【0006】

更に別の態様では、モジュラータワーを提供する。モジュラータワーは、各々が一対の対向する円周端を備える複数のセクションパネルと、複数のセクションパネルの隣接するセクションパネルを互いに連結するのに用いられる複数のコネクタであって、各々のコネクタが外側フランジ、内側フランジ、及びそれらの間に延在するスペーサを備え、外側フランジは第1のスロット及び第2のスロットが外側フランジと内側フランジとの間に画定されるように内側フランジから間隔を空けられ、第1及び第2のスロットの各々は隣接するセクションパネルを互いに連結させることができるように内部にセクションパネルの円周端の一方を収容するように寸法決めされる複数のコネクタとを備える少なくとも1つの下部タワーセクションを含む。モジュラータワーは、下部セクションに連結された少なくとも1つの上部タワーセクションを更に含む。

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

20

【図1】例示的な風力タービンの概略図である。

【図2】図1に示す風力タービンで使用される例示的なナセルの部分断面図である。

【図3】図1に示す風力タービンで使用される例示的なタワーセクションの斜視図である。

【図4】図3に示すタワーセクションの一部の範囲4に沿った拡大斜視図である。

【図5】図1に示す風力タービンで使用されるタワーセクションの一部の斜視断面図である。

【図6】図1に示す風力タービンで使用されるタワーセクションの一部の斜視断面図である。

【図7】図1に示す風力タービンで使用される例示的なセクションパネルの斜視図である。

30

【図8】図1に示す風力タービンで使用される例示的なタワーセクションの斜視図である。

【図9】図8に示すタワーセクションの平面図である。

【図10】図8に示すタワーセクションの一部の拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本明細書に記載の方法及びモジュラータワー構成要素は、モジュラータワーの建設を円滑にする。具体的には、本明細書に記載のモジュラータワー構成要素及び方法は、輸送限界によって寸法が制限される一体的なタワーセクションよりも大きなタワーセクションの建設を可能にする。大きなモジュラータワーセクションを用いることで、高いハブ高さを有する構造的に健全なタワーを建設することができる。更に、本明細書に記載のスペーサ要素は、建設中に隣接するセクションパネルの位置合わせを円滑にし、それによって組み立てられたタワーの構造的完全性を向上させる。更に、隣接するタワーセクションを接続するのに用いられる本明細書に記載のフランジは、タワー構成要素に引き起こされるフープ応力の削減を促進する。

40

【0009】

図1は、例示的な風力タービン100の概略図である。例示的実施形態において、風力タービン100は水平軸風力タービンである。或いは、風力タービン100は垂直軸風力タービンである。例示的実施形態において、風力タービン100は接地面104から延在

50

し、接地面 104 に連結されたタワー 102 を含む。タワー 102 は、例えば、アンカーボルトによって、又は基礎取付片を介して（どちらも示さず）接地面 104 に連結される。ナセル 106 はタワー 102 に連結され、ロータ 108 はナセル 106 に連結される。ロータ 108 は、回転ハブ 110 と、ハブ 110 に連結された複数のロータブレード 112 を含む。例示的実施形態において、ロータ 108 は 3 つのロータブレード 112 を含む。或いは、ロータ 108 は、風力タービン 100 が本明細書に記載のように機能できる任意の適切な数のロータブレード 112 を有する。タワー 102 は、風力タービン 100 が本明細書に記載のように機能できる任意の適切な高さ及び／又は構造を有する。

【0010】

ロータブレード 112 はハブ 110 の周りで離間配置されてロータ 108 の回転を促進することによって、風 114 からの運動エネルギーを有用な機械エネルギーに、続いて電気エネルギーに変換する。ロータ 108 及びナセル 106 は、ヨー軸 116 を中心にタワー 102 の周りを回転して、風 114 の方向に対してロータブレード 112 の釣り合いを制御する。ロータブレード 112 は、複数の荷重伝達領域 120 においてロータブレード根元部分 118 をハブ 110 に連結することによってハブ 110 に嵌合する。荷重伝達領域 120 は各々が、ハブ荷重伝達領域及びロータブレード荷重伝達領域（両方とも図 1 には示さず）を有する。ロータブレード 112 に誘起された荷重は、荷重伝達領域 120 を介してハブ 110 に伝達される。各々のロータブレード 112 は、ロータブレード先端部分 122 を更に含む。

【0011】

例示的実施形態において、ロータブレード 112 は、約 30 メートル (m) (99 フィート (ft)) ~ 約 120 m (394 ft) の長さを有する。或いは、ロータブレード 112 は、風力タービン 100 が本明細書に記載のように機能できる任意の適切な長さを有する。例えば、ロータブレード 112 は 30 m 以下又は 120 m 以上の適切な長さを有する。風 114 がロータブレード 112 と接触すると、ロータブレード 112 に揚力が誘起され、ロータブレード先端部分 122 が加速するにつれて回転軸 124 の周りでロータ 108 の回転が誘導される。

【0012】

ロータブレード 112 のピッチ角（図示せず）、即ち、風 114 の方向に対してロータブレード 112 の釣り合いを決定する角度は、ピッチャーセンブリ（図 1 には示さず）によって変化させる。より詳細には、ロータブレード 112 のピッチ角を増加させることによって風 114 にさらされるロータブレード表面積 124 の量を減少させるか、反対に、ロータブレード 112 のピッチ角を減少させることによって風 114 にさらされるロータブレード表面積 126 の量を増加させる。ロータブレード 112 のピッチ角は、各々のロータブレード 112 においてピッチ軸 128 の周りで調整される。例示的実施形態において、ロータブレード 112 のピッチ角は個別に制御される。

【0013】

図 2 は、風力タービン 100 で使用されるナセル 106 の部分断面図である。例示的実施形態において、風力タービン 100 の様々な構成要素がナセル 116 に収容される。例えば、例示的実施形態において、ナセル 106 はピッチャーセンブリ 130 を含む。各々のピッチャーセンブリ 130 は関連するロータブレード 112（図 1 に示す）に連結され、ピッチ軸 128 の周りで関連するロータブレード 112 のピッチを調節する。例示的実施形態において、各々のピッチャーセンブリ 130 は少なくとも 1 つのピッチ駆動モータ 131 を含む。

【0014】

更に、例示的実施形態において、ロータ 108 は、ロータ軸 134（主軸又は低速軸とも呼ばれることがある）、ギアボックス 136、高速軸 138、及び連結器 140 を介して、ナセル 106 内に配置された発電機 132 に回転可能に連結される。ロータ軸 134 の回転によりギアボックス 136 を回転可能に駆動し、これが続いて高速軸 138 を駆動する。高速軸 138 は連結器 140 を介して発電機 132 を回転可能に駆動し、高速軸 1

10

20

30

40

50

3 8 の回転は発電機 1 3 2 による電力の生産を促進する。ギアボックス 1 3 6 は支持体 1 4 2 によって支持され、発電機 1 3 2 は支持体 1 4 4 によって支持される。例示的実施形態において、ギアボックス 1 3 6 は二重経路形態を使用して高速軸 1 3 8 を駆動する。或いは、ロータ軸 1 3 4 は、連結器 1 4 0 を介して発電機 1 3 2 に直接連結される。

【 0 0 1 5 】

ナセル 1 0 6 は、ヨー軸 1 1 6 の周りでナセル 1 0 6 及びロータ 1 0 8 を回転させて風 1 1 4 の方向に対するロータブレード 1 1 2 の釣り合いを制御するヨー駆動機構 1 4 6 を更に含む。ナセル 1 0 6 は少なくとも 1 つの気象マスト 1 4 8 を更に含み、これは一実施形態では風向風速計を含む（どちらも図 2 には示さず）。一実施形態において、気象マスト 1 4 8 は、風向き及び / 又は風速を含む情報をタービン制御システム 1 5 0 に提供する。タービン制御システム 1 5 0 は、制御アルゴリズムを実行するように構成された 1 つ又は複数の制御装置或いはその他の処理装置を含む。本明細書において使用される場合、「処理装置」という用語は、システムとマイクロコントローラ、縮小命令セット回路（R I S C）、特定用途向け集積回路（A S I C）、プログラマブル論理回路（P L C）、及び本明細書に記載の機能を実行できる任意のその他の回路を含む、任意のプログラマブルシステムを包含する。上記の例は単なる例示であり、従って、いかなる形であれ処理装置という用語の定義及び / 又は意味を限定することを意図するものではない。更に、タービン制御システム 1 5 0 は、S C A D A（監視制御データ収集）プログラムを実行する。

10

【 0 0 1 6 】

ピッチャセンブリ 1 3 0 は、タービン制御システム 1 5 0 に動作可能に連結される。例示的実施形態において、ナセル 1 0 6 は前部支持軸受 1 5 2 及び後部支持軸受 1 5 4 を更に含む。前部支持軸受 1 5 2 及び後部支持軸受 1 5 4 は、ロータ軸 1 3 4 の半径方向支持及び位置合わせを円滑にする。前部支持軸受 1 5 2 は、ハブ 1 1 0 付近でロータ軸 1 3 4 に連結される。後部支持軸受 1 5 4 は、ギアボックス 1 3 6 及び / 又は発電機 1 3 2 の付近でロータ軸 1 3 4 上に配置される。ナセル 1 0 6 は、風力タービン 1 0 0 が本明細書に記載のように機能できる任意の数の支持軸受を含む。ロータ軸 1 3 4 、発電機 1 3 2 、ギアボックス 1 3 6 、高速軸 1 3 8 、連結器 1 4 0 、並びに、支持体 1 4 2 、支持体 1 4 4 、前部支持軸受 1 5 2 、及び後部支持軸受 1 5 4 を含むがこれに限らない任意の関連する締結具、支持体、及び / 又は固定装置は、駆動列 1 5 6 と呼ばれることがある。

20

【 0 0 1 7 】

図 3 は、タワー 1 0 2 （図 1 に示す）の少なくとも一部を組み立てるのに用いることができる例示的なタワーセクション 2 0 0 の斜視図である。図 4 は、タワーセクション 2 0 0 の一部の範囲 4 に沿った拡大斜視図である。例示的実施形態において、タワーセクション 2 0 0 は複数の円弧状セクションパネル 2 0 2 から形成される。或いは、タワーセクション 2 0 0 は単一の一体パネル（図示せず）から形成される。タワーセクション 2 0 0 は、それを通って延在する重心軸 2 0 4 を含む。タワーセクション 2 0 0 は円錐形として図示されているが、タワーセクション 2 0 0 は、タワー 1 0 2 が本明細書に記載のように機能できる、円筒形状又は多角形状を含むがこれに限定されるものではない任意の形状を有してもよい。同様に、セクションパネル 2 0 2 は、本明細書に明確に記載された形状の他に様々な形状を有する。例えば、多角形状タワーセクション 2 0 0 では、セクションパネル 2 0 2 は 1 つ又は複数の平面を有して形成される。例示的実施形態において、各々のセクションパネル 2 0 2 は第 1 の円周端 2 0 6 及び対向する第 2 の円周端 2 0 8 を有する。セクションパネル 2 0 2 は、炭素鋼等の様々な材料で形成される。タワー、例えばタワー 1 0 2 内で、少なくとも 1 つのタワーセクション 2 0 0 は、セクションパネル 2 0 2 によって少なくとも部分的に画定される、タワー 1 0 2 の内部空洞への接近を可能にする入口通路（図示せず）を有して形成される。タワーセクション 2 0 0 及び各々のセクションパネル 2 0 2 は、第 1 の軸方向端 2 1 0 から第 2 の軸方向端 2 1 2 まで、第 1 の軸方向端 2 1 0 と第 2 の軸方向端 2 1 2 との間に画定される軸長 L_1 にわたって延在する。

30

【 0 0 1 8 】

例示的実施形態において、円周方向に隣接するパネル 2 0 2 は少なくとも 1 つのコネク

40

50

タ214を用いて連結されてタワーセクション200を形成する。セクションパネル202の構造及び/又は形状に応じて、後で詳しく述べるように、コネクタ214を変えることもできる。例示的実施形態において、各々のコネクタ214は、外側フランジ302、対向する内側フランジ304、並びにフランジ302及び304の間に延在するスペーサ306を含む。具体的には、例示的実施形態において、外側フランジ302、内側フランジ304、及びスペーサ306は、第1のスロット308及び第2のスロット310がコネクタ214内に画定されるように配向される。より詳細には、例示的実施形態において、スペーサ306は、スロット308及び310が画定されるように、フランジ302及び304が間隔D₁を空けて半径方向に離間配置されることを確実にする。一実施形態では、コネクタ214は、セクションパネル202を製造するのに用いられるのと同じ材料、例えば炭素鋼から製造される。或いは、コネクタ214は、セクションパネル202とは異なる材料、及び/又はタワー102及びタワーセクション200が本明細書に記載のように機能できる任意の材料から製造される。

10

【0019】

コネクタ214は、コネクタ214がセクションパネル202を連結できる継手(図示せず)又は任意の適切な接続機構を含む。更に、コネクタ214は、一体コネクタとして製造してもよく、別個のコネクタ構成要素として製造してもよい。例示的実施形態において、各々のコネクタ214は2つのT字状部分312及び314から形成される。より詳細には、例示的実施形態において、セクションパネル202は円弧状であり、T字状部分312及び314もまた円弧状であってセクションパネル202の収容を円滑にする。或いは、T字状部分312及び314は、角張っていても平面的であってもよく、又はタワー102及びタワーセクション200が本明細書に記載のように機能できる任意のその他の断面形状であってもよい。例示的実施形態において、各々のT字状部分312及び314は、スペーサ延長部316及びフランジ延長部318を有して形成される。

20

【0020】

組立の際に、第1のT字状部分312のスペーサ延長部316は、スロット308及び310が各々のT字状部分312及び314のフランジ延長部318の間に画定されるように第2のT字状部分314のスペーサ延長部316と反対方向にある。T字状部分312及び314は、後で詳しく述べるように、セクションパネル202がスロット308及び/又は310に挿入される前又は後に連結される。スペーサ延長部316を互いに連結するために任意の適切な締結機構又は技術を使用する。コネクタ214は、異なる構成から形成することもできる。例えば、一実施形態では、一方のT字状部分だけがスペーサ延長部を含み、他方のT字状部分がフランジ延長部だけを含む。更に、代替的実施形態では、コネクタ214はスペーサ306を含まず、外側プレート及び内側プレート(どちらも示さず)を含む。そのような実施形態では、隣接するセクションパネル202は互いに接触するか又は間に隙間があり、パネル202、外側プレート、及び内側プレートがボルト、溶接部、又はリベット等の任意の適切な連結手段を用いて連結させられる前に、外側プレートと内側プレートとの間に配置される。更なる代替的実施形態では、セクションパネル202は、外側プレート又は内側プレートだけを用いて連結される。

30

【0021】

例示的実施形態において、各々のコネクタ214は、それを通って延在する内部に画定された複数の開口330を含む。開口330は円周方向列に配向されているように図示されているが、タワーセクション200の強度及び構造的完全性を維持しながら、コネクタ214が隣接するセクションパネル202を連結できる任意の数の開口330及び/又は任意の配向の開口330を使用してもよい点に留意する必要がある。より詳細には、例示的実施形態において、開口330は、各々のコネクタ214の第1の端部334から各々のコネクタの第2の端部336まで延在する一対の円周方向列332に画定される。更に、例示的実施形態において、コネクタのT字状部分314はT字状部分312の半径方向内側にあり、T字状部分314内に画定された開口330はT字状部分312内に画定された開口330と実質的に同心円状に整列する。更に、開口330は、後で詳しく述べる

40

50

ように、セクションパネル 202 をコネクタ 214 にしっかりと連結させることができるボルト及び／又は別の適切な締結具をそこに収容するように寸法決め及び配向される。代替的実施形態では、コネクタ 214 は開口 330 ではなく、セクションパネル 202 をコネクタ 214 に連結するために使用される溶接部及び／又はリベット（図示せず）を含む。例示的実施形態において、コネクタ 214 内で各々の列 332 に画定された開口 330 は、同じ直径 D₂ 及び形状を有して形成される。或いは、1 つの列 332 の開口 330 は、隣接する列 332 の開口 330 とは異なる直径 D₂ 及び／又は形状を有する。

【0022】

各々のコネクタ 214 は、隣接するセクションパネル 202 を連結させてタワーセクション 200 を形成するように寸法決め及び配向される。一実施形態では、セクションパネル 202 はコネクタ 214 にしっかりと連結される。或いは、セクションパネル 202 はコネクタ 214 に取り外し可能に連結される。例示的実施形態において、セクションパネル 202 は各々が、内部に画定された複数の開口 342 を含む。パネルの開口 342 は、コネクタの開口 330 と整列するように寸法決め及び配向される。具体的には、例示的実施形態において、開口 342 は、各々が円周端 206 及び 208 と実質的に平行に延在する一对の略平行列に配向される。タワーセクション 200 の組立中、第 1 のセクションパネル 202 の第 1 の円周端 206 はコネクタの第 1 のスロット 308 に挿入され、第 2 のセクションパネル 202 の第 2 の円周端 208 はコネクタの第 2 のスロット 310 に挿入される。各々の円周端 206 及び 208 が各コネクタのスロット 308 及び 310 に挿入された後、パネルの開口 342 はコネクタ 214 内に画定された開口 330 に対して実質的に同心円状に整列する。従って、ボルト等の適切な締結具は、締結具がフランジ延長部 318 を通って、更にパネルの円周端 206 及び 208 を通って延在してセクションパネル 202 をしっかりと連結させることができるように開口 330 及び 342 から挿入できる。例示的実施形態において、締結具はセクションの重心軸 204 に対して略半径方向に延在する。

【0023】

例示的実施形態において、各々のコネクタ 214 は端部 334 及び 336 間で測った軸長 L₂ を有しており、これは各々のセクションパネル 202 の軸長 L₁ とほぼ同じである。従って、例示的実施形態において、各々のコネクタ 214 は、パネルの円周端 206 及び 208 の全軸長 L₁ に沿って延在する。或いは、コネクタ 214 はパネルの円周端 206 及び 208 の軸長 L₁ の一部を覆うだけである。そのような代替的実施形態では、複数のコネクタ 214 は、パネルの円周端 206 及び 208 の全軸長 L₁ に沿って端から端まで連結される。或いは、そのような実施形態では、コネクタ 214 は軸長 L₁ に沿って離間配置される。

【0024】

図 5 は、タワー 102（図 1 に示す）の少なくとも一部を組み立てるのに用いることができる代替的なタワーセクション 400 の一部の斜視断面図である。例示的実施形態において、タワーセクション 400 は、タワーセクション 200（図 3 に示す）に関して本明細書に記載したようにセクションパネル 202 から形成される円錐形タワーセクションである下部タワーセクション 402 と、一体セクションである上部タワーセクション 404 とを含む。或いは、下部タワーセクション 402 は、一体的なタワーセクション（図示せず）とは対照的にセクションパネル 202 から形成される別のタワーセクション 404 に連結される。一実施形態では、タワー 102 の安定性及び剛性の向上を促進するために、各々がセクションパネル 202 から形成される 2 つのタワーセクション 200 を連結させる場合、タワーセクション 200 上のコネクタ 214 が互いに垂直には整列しないようにタワーセクション 200 を配向する。

【0025】

例示的実施形態において、上部タワーセクション 404 は環状で略平面である下側フランジ 408 を含み、下部タワーセクション 402 は環状で略平面である上側フランジ 406 を含む。更に、例示的実施形態において、各々のフランジ 406 及び 408 は略円形で

10

20

30

40

50

ある。フランジ 406 及び 408 は各々が内部に画定された複数の開口 410 を含み、それらはそこから複数の締結具（図示せず）を収容して上側フランジ 406 を下側フランジ 408 にしっかりと連結できるように寸法決め及び配向される。代替的実施形態では、フランジ 406 及び 408 をしっかりと連結させるために溶接部又はリベットを使用することもできる。フランジ 406 及び / 又は 408 はセクションパネル 202 と一体的に形成してもよく、且つ / 又はタワーセクション 402 及び 404 に連結させててもよい。更に、フランジ 406 及び 408 はタワーセクション 402 及び 404 から半径方向内側に延在するように図示されているが、他の実施形態では、フランジ 406 及び / 又は 408 の少なくとも一部がタワーセクション 402 及び 404 から半径方向外側に延在する。

【0026】

10

図 6 は、下部タワーセクション 402 と上部タワーセクション 404 との間の代替的な接続部の斜視断面図である。例示的実施形態において、下部タワーセクション 402 を上部タワーセクション 404 に連結するために水平コネクタ 420 が使用される。例示的実施形態において、水平コネクタ 420 はコネクタ 214 と同様の構造を有する。より詳細には、水平コネクタ 420 は、外側フランジ 422、対向する内側フランジ 424、並びにフランジ 422 及び 424 の間に延在するスペーサ 426 を含む。具体的には、例示的実施形態において、外側フランジ 422、内側フランジ 424、及びスペーサ 426 は、下部スロット 428 及び上部スロット 430 がコネクタ 420 内に画定されるように配向される。

【0027】

20

水平コネクタ 420 は、コネクタ 420 が下部タワーセクション 402 を上部タワーセクション 404 に連結できる継手（図示せず）又は任意の適切な接続機構を含む。例示的実施形態において、コネクタ 420 は一体コネクタである。代替的実施形態では、コネクタ 420 は、互いに連結される、互いに隣り合う、及び / 又は互いに離間配置される別個のコネクタ構成要素から製造される。例示的実施形態において、水平コネクタ 420 は、コネクタ 214 内の開口 330 と同様に、それを通って延在する内部に画定された複数の開口 440 を含む。更に、開口 440 は、下部タワーセクション 402 及び上部タワーセクション 404 を水平コネクタ 420 にしっかりと連結させることができるボルト及び / 又は別の適切な締結具をそこに収容するように寸法決め及び配向される。代替的実施形態では、水平コネクタ 420 は開口 440 を備えず、下部タワーセクション 402 及び上部タワーセクション 404 を水平コネクタ 420（図示せず）に連結するために溶接部及び / 又はリベットが使用される。例示的実施形態において、下部タワーセクション 402 及び上部タワーセクション 404 は各々が内部に画定された複数の開口 450 を含む。開口 450 は、水平コネクタの開口 440 と整列するように寸法決め及び配向される。

30

【0028】

下部タワーセクション 402 を上部タワーセクション 404 に連結するために、下部タワーセクション 402 の上縁 460 が水平コネクタの下部スロット 428 に挿入され、上部タワーセクション 404 の下縁 462 が水平コネクタの上部スロット 430 に挿入される。上縁 460 及び下縁 462 がそれぞれ下部スロット 428 及び上部スロット 430 に挿入された後、開口 450 は水平コネクタ 420 内に画定された開口 440 に対して実質的に同心円状に整列する。従って、ボルト等の適切な締結具は、締結具が水平コネクタ 420 を通って、更に上縁 460 及び下縁 462 を通って延在して下部タワーセクション 402 及び上部タワーセクション 404 をしっかりと連結させることができるように開口 440 及び 450 から挿入できる。

40

【0029】

図 7 は、タワー 102 の少なくとも一部を組み立てるのに用いることができる例示的なセクションパネル 500 の斜視図である。例示的実施形態において、セクションパネル 500 は代替的なセクションコネクタ 502 を含む。セクションコネクタ 502 は、セクションパネル 500 と一体的に形成してもよく、且つ / 又は任意のその他の適切な手段を用いてセクションパネル 500 に連結させててもよい。例示的実施形態において、セクション

50

コネクタ 502 は実質的に円弧状であり、第1のフランジ部分 504 及び第2のフランジ部分 506 を含む。第1のフランジ部分 504 は、隣接するセクションパネル 500 から延在する第2のフランジ部分 506 に連結するように寸法決め及び配向される。例示的実施形態において、第1のフランジ部分 504 はペグ 508 を含み、第2のフランジ部分 506 は、第1のフランジ部分 504 が隣接するセクションパネル 500 から延在する第2のフランジ部分 506 に連結できるように寸法決め及び配向される、対応する開口 510 を含む。より詳細には、例示的実施形態において、フランジ部分 504 及び 506 は実質的に平面であり、第2のフランジ部分 506 は第1のセクションパネル 500 から延在し、ペグ 508 を開口 510 に挿入してフランジ部分 504 及び 506 を連結させる時に第2のセクションパネル 500 から延在する第1のフランジ部分 504 に重なり合う。或いは、第1のフランジ部分 504 及び第2のフランジ部分 506 は、任意のその他の締結具、及び / 或いは溶接部又はリベットを含むがこれに限らない任意の適切な連結手段を用いて連結される。

10

【0030】

セクションコネクタ 502 を用いてセクションパネル 500 を連結させてタワーセクションを形成する場合、セクションコネクタ 502 は上側円形フランジ 406 及び下側円形フランジ 408 (共に図 5 に示す) と同様である環状の略平面フランジ (図示せず) を形成する。例示的実施形態において、セクションコネクタ 502 は、形成されたフランジにおいて 1 つのセクションコネクタ 502 が撓曲して形成されたフランジ上のフープ応力を削減できるように適切に可撓性がある。更に、セクションコネクタ 502 は一般的に低価格であり、一般的に一体フランジよりも製造し易い。更にまた、好都合にも、そのようなコネクタ 502 はセクションパネル 500 と一体的に製造することもできる。

20

【0031】

図 8 は、タワー 102 (図 1 に示す) の少なくとも一部を組み立てるのに用いることができる多角形状タワーセクション 600 の斜視図である。図 9 は、タワーセクション 600 の平面図である。例示的実施形態において、タワーセクション 600 は複数のセクションパネル 602 から形成される。一実施形態では、タワーセクション 600 は、各々のセクションパネル 602 がタワーセクション 600 の 4 分の 1 を形成するように配向される 4 つのセクションパネル 602 から形成される。或いは、タワーセクション 600 は、タワーセクション 600 が本明細書に記載のように機能できる任意の数のセクションパネル 602 から形成される。

30

【0032】

図 10 は、代替的なタワーセクション 606 に連結されたセクションパネル 602 の一部の拡大図である。例示的実施形態において、セクションパネル 602 は上側フランジ部分 608 に連結され、タワーセクション 606 は下側フランジ 610 に連結される。例示的実施形態において、タワーセクション 606 は略円筒形であり、下側フランジ 610 は環状の略平面であって締結具 612 を用いて上側フランジ部分 608 に連結される。或いは、下側フランジ 610 及び上側フランジ部分 608 は、ボルト、溶接部、又はリベットを含むがこれに限らない任意のその他の適切な連結手段を用いて連結される。

40

【0033】

既知の一体的なタワーセクションと比べて、本明細書に記載のモジュラータワーセクションは、セクションパネルが組み立てずに独立して輸送できるので、より大きなタワーセクションの建設を可能にする。更に、セクションパネルは一般的に一体的なタワーセクションよりも低価格で製造し易い。更に、本明細書に記載のコネクタは、スペーサ要素とスロットとが組立中のセクションパネルの位置を固定するので、組立中のセクションパネルの位置合わせの円滑化を向上させる。更に、一体フランジと比べて、本明細書に記載のセクションコネクタは、セクションコネクタが互いに対して可撓性であるので、タワーセクションに引き起こされるフープ応力の削減を促進する。

【0034】

上記のモジュラータワーセクション及び方法は、改良型モジュラータワーを提供する。

50

タワーセクションは、組み立てずに独立して輸送できるセクションパネル及びコネクタを含むため、現実に輸送可能なものよりも大きなタワーセクションを現場で組み立てることができる。その結果、より高いハブ高さを有するモジュラータワーを建設できる。更に、タワーセクションは、外側フランジ、内側フランジ、及びスペーサを含むコネクタを含んで第1及び第2のスロットを画定する。画定されたスロットは、タワーセクションを形成するためのセクションパネルの配置及び連結を円滑にする。更に、タワーセクションは、互いに連結してフランジを形成する可撓性のセクションコネクタを含む。その結果、形成されたフランジはフープ応力の削減において一体フランジよりも優れている。

【0035】

以上に、モジュラータワー、モジュラータワーセクション、及びモジュラータワーの建設方法の例示的実施形態を詳細に説明した。本明細書に記載の方法及びシステムは本明細書に記載された特定の実施形態には限定されず、むしろ、このシステムの構成要素及び／又はこの方法のステップは本明細書に記載される他の構成要素及び／又はステップとは独立して別個に利用できる。例えば、本明細書に記載の方法及びシステムは、本明細書に記載したように、風力タービンによる実施に限定されないその他の応用例を有する。むしろ、本明細書に記載の方法及びシステムは様々なその他の産業に関して実施及び利用できる。

【0036】

本発明の様々な実施形態の特定の特徴が、一部の図面には示されており、別の図面には示されていないことがあるが、これは便宜上そうしたに過ぎない。本発明の原理に従って、ある図面の任意の特徴を、その他の図面の任意の特徴と組み合わせて参照し、且つ／又は請求できる。

【0037】

本明細書は、実施例を使用して、最良の形態を含む本発明を開示し、更にあらゆる装置又はシステムを製作且つ使用すること及びあらゆる組み込まれた方法を実行することを含む本発明の実施を当業者が行なうのを可能にする。本発明の特許性がある技術的範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者が想到するその他の実施例を含むことができる。そのようなその他の実施例は、それらが特許請求の範囲の文言と相違しない構造的要素を有する場合、又はそれらが特許請求の範囲の文言と本質的でない相違を有する同等な構造的要素を含む場合には、特許請求の範囲の技術的範囲内に属することになるものとする。

【符号の説明】

【0038】

- 100 風力タービン
- 102 タワー
- 104 接地面
- 106 ナセル
- 108 ロータ
- 110 ハブ
- 112 ロータブレード
- 114 風
- 116 ヨー軸
- 118 ロータブレード根元部分
- 120 荷重伝達領域
- 122 ロータブレード先端部分
- 124 回転軸
- 126 ロータブレード表面積
- 128 ピッチ軸
- 130 ピッチアセンブリ
- 131 ピッチ駆動モータ

10

20

30

40

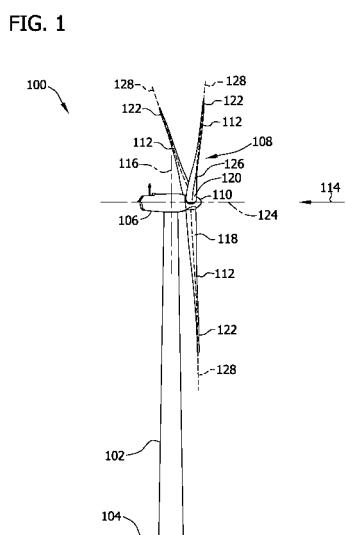
50

1 3 2	発電機	
1 3 4	ロータ軸	
1 3 6	ギアボックス	
1 3 8	高速軸	
1 4 0	連結器	
1 4 2	支持体	
1 4 4	支持体	
1 4 6	ヨー駆動機構	
1 4 8	気象マスト	
1 5 0	タービン制御システム	10
1 5 2	前部支持軸受	
1 5 4	後部支持軸受	
1 5 6	駆動列	
2 0 0	タワーセクション	
2 0 2	セクションパネル	
2 0 4	重心軸	
2 0 6	第1の円周端	
2 0 8	第2の円周端	
2 1 0	第1の軸方向端	
2 1 2	第2の軸方向端	20
2 1 4	コネクタ	
3 0 2	外側フランジ	
3 0 4	内側フランジ	
3 0 6	スペーサ	
3 0 8	コネクタの第1のスロット	
3 1 0	コネクタの第2のスロット	
3 1 2、3 1 4	T字状部分	
3 1 6	スペーサ延長部	
3 1 8	フランジ延長部	
3 3 0	コネクタの開口	30
3 3 2	円周方向列	
3 3 4	第1の端部	
3 3 6	第2の端部	
3 4 2	パネルの開口	
4 0 0	タワーセクション	
4 0 2	下部タワーセクション	
4 0 4	上部タワーセクション	
4 0 6	上側フランジ	
4 0 8	下側フランジ	
4 1 0	開口	40
4 2 0	水平コネクタ	
4 2 2	外側フランジ	
4 2 4	内側フランジ	
4 2 6	スペーサ	
4 2 8	下部スロット	
4 3 0	上部スロット	
4 4 0	水平コネクタの開口	
4 5 0	開口	
4 6 0	上縁	
4 6 2	下縁	50

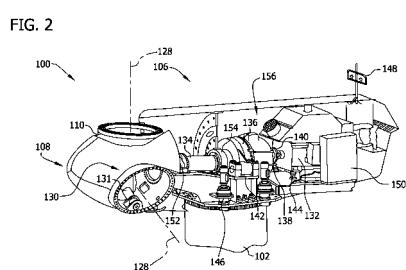
5 0 0 セクションパネル
 5 0 2 セクションコネクタ
 5 0 4 第1のフランジ部分
 5 0 6 第2のフランジ部分
 5 0 8 ペグ
 5 1 0 開口
 6 0 0 タワーセクション
 6 0 2 セクションパネル
 6 0 6 タワーセクション
 6 0 8 上側フランジ部分
 6 1 0 下側フランジ
 6 1 2 締結具

10

【図1】



【図2】



【図3】

【 図 4 】

FIG. 3

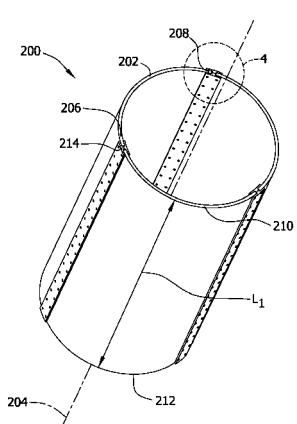
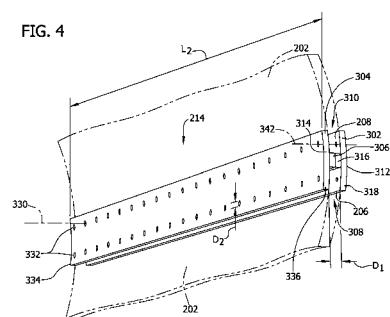


FIG. 4



【図5】

【 四 6 】

FIG. 5

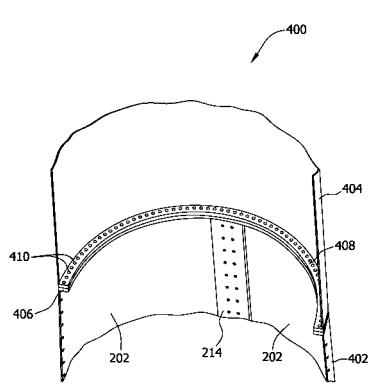
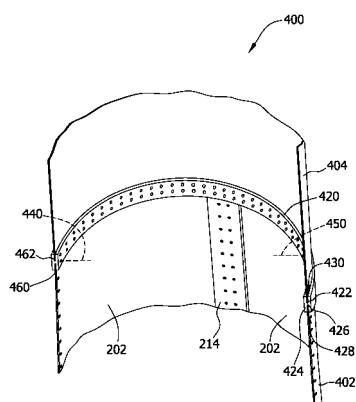
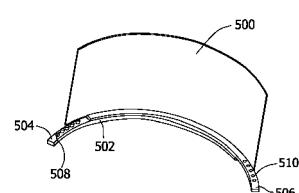


FIG. 6



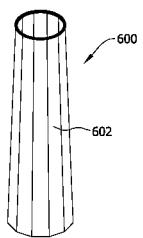
【 図 7 】

FIG. 7



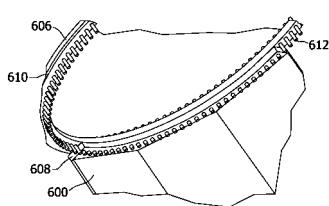
【図 8】

FIG. 8



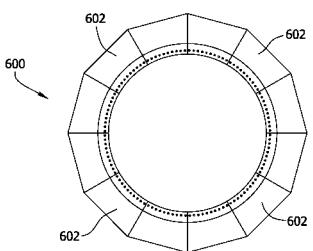
【図 10】

FIG. 10



【図 9】

FIG. 9



フロントページの続き

(72)発明者 バラジ・ハリダス

インド、カルナカタ、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ・ヴィレッジ、フェイズ・2、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー・センター・エキスポート・プロモーション・インダストリアル・パーク

(72)発明者 ビアオ・ファン

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、ビルディング・53-201ヴィ、リバー・ロード、1番

(72)発明者 ダニアン・ツェン

アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、メール・ストップ：エスティーイー・250、ガーリングトン・ロード、300番

F ターム(参考) 3H078 AA02 AA26 BB20 CC46

【外國語明細書】

2012149643000001.pdf