

(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  
2023年1月12日(12.01.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/282086 A1

(51) 国際特許分類:  
F03D 13/20 (2016.01) F03D 13/10 (2016.01)  
E04H 12/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/025143

(22) 国際出願日: 2022年6月23日(23.06.2022)

(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 2021-113270 2021年7月8日(08.07.2021) JP

(71) 出願人: 三井住友建設株式会社(SUMITOMO MITSUI CONSTRUCTION CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1040051 東京都中央区佃二丁目1番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 春日 昭夫(KASUGA Akio); 〒1040051 東京都中央区佃二丁目1番6号 三井住友建設株式会社内 Tokyo (JP). トクトルバイ ウール アイベック(TOKRORBAI UULU Aibek); 〒1040051 東京都中央区佃二丁目1番6号 三井住友建設株

式会社内 Tokyo (JP). ドアン セイ ロン(DOAN SY Long); 〒1040051 東京都中央区佃二丁目1番6号 三井住友建設株式会社内 Tokyo (JP).

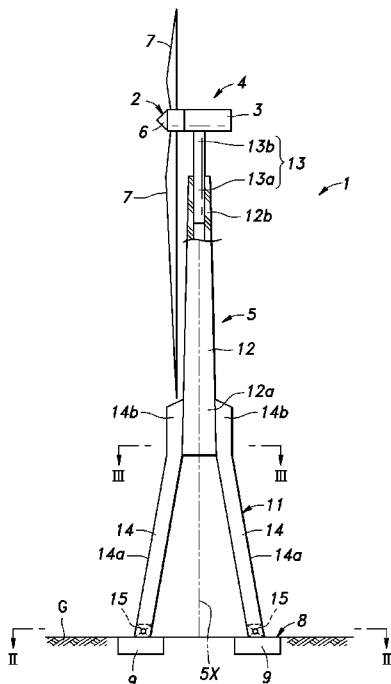
(74) 代理人: 特許業務法人 大島特許事務所(OSHIMA & PARTNERS); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町2-20 Tokyo (JP).

(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, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, 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, 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.

(54) Title: WIND POWER GENERATION TOWER AND METHOD FOR CONSTRUCTING WIND POWER GENERATION TOWER

(54) 発明の名称: 風力発電タワー及び風力発電タワーの構築方法

[図1]



(57) Abstract: The present invention limits increases in weight of a wind power generation tower and size of a foundation. A wind power generation tower 5 for supporting a wind power generator 4 aloft comprises: a tower lower portion 11 including at least three leg portions 14 of hollow concrete which are erected on a foundation 8 and are inclined in directions toward each other; a tower central portion 12 disposed at the center of the at least three leg portions 14 in plan view; and a tower upper portion 13 protruding upward from the tower central portion 12 and supporting the wind power generator 4. The tower central portion 12 is made of hollow concrete and has a conical shape with a lower end 12a supported by the leg portions 14 and an upper end 12b thinner than the lower end 12a. The tower upper portion 13 is made of a steel pipe having a lower-half portion 13a supported on the upper end 12b of the tower central portion 12 and an exposed body portion 13b.

WO 2023/282086 A1

(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))

(57) 要約 : 風力発電タワーの重量化や基礎の大型化を抑制する。風力発電機 4 を上空に支持するための風力発電タワー 5 は、互いに近づく向きに傾斜するように基礎 8 上に立設された中空コンクリート製の少なくとも 3 本の脚部 1 4 を有するタワー下部 1 1 と、平面視で少なくとも 3 本の脚部 1 4 の中央に配置されるタワー中部 1 2 と、タワー中部 1 2 から上方へ突出し、風力発電機 4 を支持するタワー上部 1 3 とを備える。タワー中部 1 2 は、脚部 1 4 に支持される下端 1 2 a と下端 1 2 a よりも細い上端 1 2 b とを有するコーン形状の中空コンクリート製である。タワー上部 1 3 は、タワー中部 1 2 の上端 1 2 b に支持される下半部 1 3 a と露出した本体部 1 3 b とを有する鋼管からなる。

## 明 細 書

発明の名称：風力発電タワー及び風力発電タワーの構築方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、風力発電機を上空に支持するための風力発電タワー及び風力発電タワーの構築方法に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、環境問題への意識の高まりにより、再生可能エネルギーによる発電手段として風力発電が各地で普及している。風力発電装置は、ローター及びナセルを備えた風力発電機と、風力発電機を上空に支持するための風力発電タワーとを備えており、十分な風を受けることができる立地条件のよい場所に建設される。一般に、風速は高い位置ほど大きい。そのため、発電効率を向上させるべく風力発電タワーをより高くするニーズが高まっている。

[0003] そのようなニーズに応えるための風力発電タワーとして、風力発電用ハイブリッドタワーが公知である（特許文献1）。この風力発電用ハイブリッドタワーは、タワーの下部が剛性の高いコンクリート構造とされ、タワーの上部が施工性に優れた鋼構造とされている。具体的には、タワーの下部はプレストレストコンクリートで構成され、タワーの上部は継ぎ足された鋼製円筒で構成される。この構成により、70mを超える高さの（例えば100mの）風力発電タワーが実現できるとされている。

[0004] このハイブリッドタワーの施工法は、タワー下部におけるコンクリート筒打設工程と、タワー下部におけるプレストレス導入工程と、タワー上部における鋼製円筒取り付け工程とから成る。コンクリート筒打設工程では、フーチングの上に内型枠と外型枠とが組立てられ、型枠内にコンクリートが打設されることでコンクリート筒が順次垂直に構築される。プレストレス導入工程では、所定長に達したコンクリート筒の頂部に配置される定着部とフーチング内に配置される定着装置との間にPC鋼材が配置され、このPC鋼材が緊張されることにより、コンクリート筒部にプレストレスが導入される。鋼

製円筒取り付け工程では、コンクリート筒部の上に鋼製円筒が垂直に継ぎ足される。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-57713号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記の従来技術では、風力発電タワーの高さをより高くするためにタワー下部のコンクリート構造部の高さを高くすると、コンクリート構造部の剛性が不足する虞がある。ここで、剛性不足を解消するためにコンクリート構造部の断面形状を下側ほど大きくすることが考えられる。しかしながらそのような構成にすると、コンクリート構造部の体積及び重量が非常に大きくなる。それに伴って、風力発電タワーを支持する基礎を大型化する必要もある。

[0007] また、上記の従来技術では、風力発電タワーが下から順に構築される。そのため、タワー最上部の鋼製円筒を配置するために、或いはその上に載置される風力発電機を配置するために、風力発電タワーよりも高いクレーンが必要になる。したがって、風力発電タワーの高さはクレーンの高さによる制限を受ける。

[0008] 本発明は、以上の背景に鑑み、風力発電タワーの重量化や基礎の大型化を抑制すること及び、クレーンの高さによる制限を受けずに風力発電タワーを構築できるようにすることを課題とする。

### 課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために本発明のある態様は、風力発電機（4）を上空に支持するための風力発電タワー（5）であって、互いに近づく向きに傾斜するように基礎（8）上に立設された中空コンクリート製の少なくとも3本の脚部（14）を有するタワー下部（11）と、平面視で少なくとも3本の

前記脚部（１４）の中央に配置されるタワー中部（１２）であって、前記脚部（１４）に支持される下端（１２ａ）と前記下端（１２ａ）よりも細い上端（１２ｂ）とを有するコーン形状の中空コンクリート製の該タワー中部（１２）と、前記タワー中部（１２）から上方へ突出し、前記風力発電機（４）を支持するタワー上部（１３）であって、前記タワー中部（１２）の前記上端（１２ｂ）に支持される下半部（１３ａ）と露出した本体部（１３ｂ）とを有する鋼管からなる該タワー上部（１３）とを備える。

[0010] ここで、コンクリート製とは、コンクリートのみからなることを意味するものではなく、コンクリートを含む構造体であることを意味する。したがって、コンクリート製は、鉄筋コンクリート造、繊維補強コンクリート造、鉄筋鉄骨コンクリート造、プレストレストコンクリート構造、プレキャストコンクリート構造、現場打ちコンクリート構造等を含む。

[0011] この態様によれば、タワー下部及びタワー中部が中空コンクリート製とされることにより、風力発電タワーに必要な剛性を容易に確保できるため、風力発電タワーの高さを高くすることができる。また、タワー下部が中空コンクリート製の少なくとも３本の脚部を有することにより、タワー下部のコンクリート量を減らし、風力発電タワーの重量化や基礎の大型化を抑制することができる。なお、タワー上部が鋼管からなることにより、風力発電タワーに必要な撓み性能を容易に確保することができる。

[0012] 上記の態様において、前記タワー中部（１２）は、前記下端（１２ａ）の外周面にて周方向に等間隔に形成された少なくとも３つの平坦面（１７）を有し、前記脚部（１４）のそれぞれは、前記タワー中部（１２）に向く平坦な接合面（１８）を有し、前記接合面（１８）を対応する前記平坦面（１７）に対向させた状態で緊張材（２０）によって前記タワー中部（１２）に締結されているとよい。

[0013] この態様によれば、タワー中部と脚部とを確実に締結することができる。

[0014] 上記の態様において、前記脚部（１４）の前記接合面（１８）と前記タワー中部（１２）の前記平坦面（１７）との間には充填材（１９）が充填され

ているとよい。

[0015] この態様によれば、製造誤差や施工誤差に起因する隙間を充填材で充填して脚部とタワー中部とを密着させた状態でこれらを締結することができる。

[0016] 上記の態様において、当該風力発電タワー（５）は、前記脚部（１４）を前記基礎（８）上にて回動可能に支承する支承部材（１５）を更に備えるとよい。

[0017] この態様によれば、脚部を回動させることができるため、脚部とタワー中部との結合が容易である。

[0018] また、上記課題を解決するために本発明のある態様は、上記態様の風力発電タワー（５）の構築方法であって、前記脚部（１４）によって囲まれるべき領域（２１）にて、前記タワー上部（１３）及び前記タワー中部（１２）を構築するステップ（図４（Ｂ）～（Ｃ））と、前記タワー上部（１３）に前記風力発電機（４）を支持させるステップ（図４（Ｂ））と、少なくとも３本の前記脚部（１４）を上方に向けて略鉛直に構築するステップ（図５（Ｄ））と、前記風力発電機（４）を支持する前記タワー上部（１３）及び前記タワー中部（１２）を所定の上空位置にリフトアップするステップ（図５（Ｆ））と、前記基礎（８）上にて少なくとも３本の前記脚部（１４）を回動させて互いに近づく向きに傾斜させ、前記脚部（１４）の上部（１４ｂ）を前記上空位置にある前記タワー中部（１２）の前記下端（１２ａ）に当接させるステップ（図６（Ｇ））と、前記脚部（１４）の前記上部（１４ｂ）のそれぞれを前記タワー中部（１２）の前記下端（１２ａ）に結合し、前記タワー下部（１１）に前記タワー中部（１２）を支持させるステップ（図６（Ｈ））とを含む。

[0019] この態様によれば、タワー上部及びタワー中部を所定の上空位置にリフトアップする前に風力発電機がタワー上部に支持される。そのため、タワー上部や風力発電機を配置するために、風力発電タワーよりも高いクレーンを用いる必要がない。したがって、クレーンの高さによる制限を受けずに風力発電タワーを構築することができる。

- [0020] 上記の態様において、当該構築方法は、前記タワー上部（13）及び前記タワー中部（12）を前記上空位置にリフトアップする前に、前記タワー中部（12）の前記下端（12a）にバランス錘（24）を取り付けるステップ（図5（E））と、前記脚部（14）の上部（14b）のそれぞれを前記タワー中部（12）の前記下端（12a）に結合した後に、前記タワー中部（12）の前記下端（12a）から前記バランス錘（24）を取り外すステップ（図6（1））とを更に含むとよい。
- [0021] この態様によれば、タワー上部及びタワー中部を上空位置にリフトアップする際に、タワー上部及びタワー中部の姿勢を安定させることができる。
- [0022] 上記の態様において、前記タワー上部（13）及び前記タワー中部（12）を構築するステップ（図4（B）～（C））において、前記風力発電機（4）のナセル（3）を配置し、前記ナセル（3）の下方にて、前記タワー上部（13）及び前記タワー中部（12）を上から順にジャッキアップしながら構築するとよい。
- [0023] この態様によれば、ナセルの配置作業及びナセルとタワー上部との結合作業を低い位置で行うことができる。したがって、揚程の大きな大型のクレーンを用意する必要がなく、施工コストを削減できる。

### 発明の効果

- [0024] 以上の態様によれば、風力発電タワーの重量化や基礎の大型化を抑制し、クレーンの高さによる制限を受けずに風力発電タワーを構築することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0025] [図1]実施形態に係る風力発電装置の側面図  
[図2]図1中のII-II断面図  
[図3]図1中のIII-III断面図  
[図4]実施形態に係る風力発電装置の構築手順の説明図  
[図5]実施形態に係る風力発電装置の構築手順の説明図  
[図6]実施形態に係る風力発電装置の構築手順の説明図

## 発明を実施するための形態

- [0026] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。
- [0027] 図1は、実施形態に係る風力発電装置1の側面図である。図1に示すように、風力発電装置1は、ローター2及びナセル3を備えた風力発電機4と、風力発電機4を上空に支持するための風力発電タワー5とを備えている。本実施形態の風力発電装置1は、陸地盤上に構築された陸上風力発電施設として構成されている。他の例では、風力発電装置1は洋上に構築された着床式の洋上風力発電施設として構成されてもよい。
- [0028] ローター2は、水平方向の軸線を有するハブ6と、ハブ6から径方向に延出し、ハブ6の軸線周りに配置された複数のブレード7とを備えている。ローター2は、ブレード7が風を受けることによってハブ6の軸線周りに回転する。ナセル3は、ローター2を軸線周りに回転可能に支持している。ナセル3は、ローター2が入力側に連結された増速機及び、増速機の出力側に連結された発電機を内部に備えている。ローター2が回転すると、ナセル3は、増速機にて回転を増速させ、発電機にて発電する。
- [0029] 図2は、図1中のII-II断面図である。図1及び図2に示すように、風力発電装置1は、地盤Gに構築された基礎8（支持構造物）の上に建設されている。基礎8は、3つのフーチング9を含んでいる。3つのフーチング9は、風力発電タワー5の平面視における中心5Xから径方向に均等に離間した位置に且つ周囲に等間隔（120°間隔）に配置されている。これらの3つのフーチング9は図示しない地中梁によって互いに連結されていてもよい。
- [0030] 風力発電タワー5は、基礎8により支持されたタワー下部11と、タワー下部11により支持されたタワー中部12と、タワー中部12により支持され、風力発電機4を支持するタワー上部13とを備えている。
- [0031] タワー下部11は、互いに近づく向きに傾斜するようにフーチング9上に立設された中空コンクリート製の3本の脚部14を有している。つまり、タワー下部11は、3本の脚部14によって三脚の構成とされている。各脚部14は、鉛直線に対して傾斜する脚本体部14aと、脚本体部14aの上端

から上方に延出し、概ね鉛直に延在する脚上部14bとを有している。

[0032] 各脚部14の下端には支承部材15が設けられている。本実施形態では、支承部材15はコンクリートに埋設されており、脚部14を下方へ延長させる延長部として構成されている。他の実施形態では、支承部材15がコンクリートに埋設されず、露出していてもよい。

[0033] 支承部材15は、コンクリートに埋設される前の状態において、脚部14を基礎8上にて回動可能に支承する回転支承部材である。支承部材15は、水平方向に延在する回動軸15Xを有している。支承部材15は、風力発電タワー5の中心5Xから支承部材15に向けて延びる仮想線16に対して回動軸15Xが直角をなす向きに配置される。このように脚部14は、支承部材15によって回動軸15X周りに回動可能に支持されることにより、上部を風力発電タワー5の中心5Xに近接、離反させる向きに傾動可能である。

[0034] タワー中部12は、平面視で3本の脚部14の中央に配置される。タワー中部12は、コーン形状の中空コンクリート製とされ、脚部14に支持される下端12aと下端12aよりも細い上端12bとを有している。なお、図2には、上方から鉛直下方に向けて投影させたタワー中部12の下端12aの外輪郭が想像線で示されている。

[0035] 図3は、図1中のIII-III断面図である。図1及び図3に示すように、タワー中部12は、下端12aの外周面にて周方向に等間隔に形成された3つの平坦面17を有している。脚部14のそれぞれは、タワー中部12に向く平坦な接合面18を脚上部14bに有している。脚上部14bは、接合面18を対応する平坦面17に対向させるように配置される。脚部14の接合面18とタワー中部12の平坦面17との間には充填材19が充填されている。充填材19は、時間の経過に伴って硬化する硬化性と流動性とを有する充填材料であり、例えば、無収縮モルタルであってよい。脚上部14bは、充填材19を介して接合面18を対応する平坦面17に対向させた状態で緊張材20によってタワー中部12に締結されている。緊張材20は、例えば、鋼棒からなる複数のポストテンションバー（PTバー）であってよい。

[0036] 図1に示すように、タワー上部13は、鋼管からなり、タワー中部12から上方へ突出するように設けられている。タワー上部13は、タワー中部12の上端12bに支持される下半部13aと、タワー中部12とナセル3との間にて露出した本体部13bとを有している。タワー上部13の下半部13aは、タワー中部12の上端12bによって全周を囲まれた部分を指し、所定の高さにわたってタワー中部12内を鉛直に延在している。タワー上部13は、下半部13aがタワー中部12の上端12bに結合されることによってタワー中部12に剛結合される。タワー上部13の本体部13bは、タワー中部12から所定の高さにわたって上方へ延出しており、風力発電タワー5の中で最も低剛性で撓みやすい部分である。また、タワー上部13の本体部13bは、露出することで、ナセル3の熱を大気に放出する放熱部として機能する。

[0037] 風力発電タワー5は以上のように構成されている。これにより、風力発電タワー5の重量化や基礎8の大型化を抑制しつつ、風力発電タワー5の高さを高くすることが可能になっている。

[0038] 具体的には、タワー下部11及びタワー中部12が中空コンクリート製とされることにより、風力発電タワー5に必要な剛性を容易に確保できるため、風力発電タワー5の高さを高くすることができる。また、タワー下部11が中空コンクリート製の3本の脚部14を有することにより、タワー下部11のコンクリート量が減り、風力発電タワー5の重量化や基礎8の大型化が抑制される。更に、タワー下部11が3本の脚部14からなることにより、均等に荷重を支持するように脚部14をタワー中部12に結合することが容易である。なお、タワー上部13が鋼管からなるため、風力発電タワー5に必要な撓み性能の確保は容易である。

[0039] 本実施形態の風力発電タワー5は、これに限定されるものではないが、以下に例示される寸法で構成されてよい。風力発電タワー5の高さ（基礎8の上面からナセル3の下面まで）は、100m以上であるとよく、例えば220mであってよい。タワー下部11及びタワー中部12の高さ（基礎8の上

面からタワー中部12の上端12bまで)は90m以上であるとよく、例えば200mであってよい。この場合、タワー上部13の露出する本体部13bの高さは10~25m程度であってよい。タワー上部13の高さは15~50m程度であってよい。

[0040] タワー中部12の高さは60~140m程度であってよく、脚部14に支持されるタワー中部12の下端12aの高さは10~30m程度であってよい。タワー下部11の高さは50~120m程度であってよい。脚本体部14aの高さは40~100m程度であってよく、脚上部14bの高さは10~30m程度であってよい。タワー中部12の下端12aの直径は7.5~17.5m程度であってよく、タワー中部12の上端12bの直径は、下端12aの直径よりも小さく、5~12m程度であってよい。タワー下部11の半径(風力発電タワー5の中心5Xから各脚部14の下端中心まで)は12~30m程度であってよい。

[0041] また、ローター2は、これに限定されるものではないが、例えばその半径は50~120m程度であってよい。

[0042] 図3に示すように、タワー中部12は、下端12aの外周面にて周方向に等間隔に形成された3つの平坦面17を有する。脚部14のそれぞれはタワー中部12に向く平坦な接合面18を有し、接合面18を対応する平坦面17に対向させた状態で緊張材20により締結される。これにより、タワー中部12と脚部14とが確実に締結される。

[0043] また、脚部14の接合面18とタワー中部12の平坦面17との間には充填材19が充填されている。そのため、製造誤差や施工誤差に起因する隙間が充填材19により充填され、脚部14とタワー中部12とが密着した状態で締結される。

[0044] 図2にも示すように、風力発電タワー5は、脚部14を基礎8上にて回動可能に支承する支承部材15を備える。これにより、脚部14が回動可能になり、脚部14とタワー中部12との結合が容易になる。この点については後に説明する。

- [0045] 次に、実施形態に係る風力発電装置 1 の構築方法について説明する。
- [0046] 図 4 ～図 6 は、実施形態に係る風力発電装置 1 の構築手順の説明図である。風力発電装置 1 は、作業員によって以下の手順で構築される。図 4 (A) に示すように、作業員はまず、地盤 G の所定の位置に 3 つのフーチング 9 を含む基礎 8 を構築する。また、脚部 1 4 によって囲まれるべき領域 2 1 (図 2 参照) にて、タワー上部 1 3 及びタワー中部 1 2 を構築するためのリフトアップ架台 2 2 を組み立てる。リフトアップ架台 2 2 は、図 2 に示すように、断面寸法が最も大きいタワー中部 1 2 の下端 1 2 a の外周側に配置される。リフトアップ架台 2 2 は、下部に組み立てられ、適宜なタイミングで上方へ延長される。リフトアップ架台 2 2 の少なくとも上部は、風力発電タワー 5 の中心 5 X 周り (周方向) について 3 つの脚部 1 4 と重ならない位置に組み立てられる。
- [0047] 次に、図 4 (B) に示すように、クレーン 2 3 を用いて、ナセル 3 をリフトアップ架台 2 2 の上に配置すると共に、地盤 G 上でタワー上部 1 3 を立設する。ナセル 3 の配置及びタワー上部 1 3 の配置はどちらか先に行われてもよい。ナセル 3 及びタワー上部 1 3 を配置した後、タワー上部 1 3 の上端にナセル 3 の下面を結合し、タワー上部 1 3 にナセル 3 を支持させる。
- [0048] その後、図 4 (C) に示すように、ナセル 3 の下方の地盤 G 上で、タワー上部 1 3 の下半部 1 3 a に結合するようにタワー中部 1 2 を上から順にジャッキアップしながら構築する。ナセル 3 が所定の高さまでジャッキアップされると、ブレード 7 を含むローター 2 をナセル 3 に取り付ける。
- [0049] このように、タワー上部 1 3 及びタワー中部 1 2 を構築するステップ (図 4 (B) ～ (C) ) では、ナセル 3 の下方にて、タワー上部 1 3 及びタワー中部 1 2 を上から順にジャッキアップしながら構築する。これにより、ナセル 3 の配置作業及びナセル 3 とタワー上部 1 3 との結合作業を低い位置で行うことができる。したがって、揚程の大きな大型クレーンを用意する必要がなく、施工コストが削減される。
- [0050] 図 5 (D) に示すように、3 つのフーチング 9 上にて、3 本の脚部 1 4 を

上方に向けて略鉛直に構築する。具体的には、フーチング9の上に支承部材15を配置して固定する。支承部材15は、上面が水平になる角度でロック部材により固定されるとよい。この状態で、支承部材15の上に脚部14の脚本体部14aを鉛直に構築してゆく。必要に応じ、構築した脚本体部14aの転倒を防止するため、支持ケーブルで脚本体部14aを拘束するとよい。脚部14は、例えば、中空の複数のプレキャストコンクリート部材を、クレーン23を使って順次積み上げ、PC緊張材の緊張力によって互いに結合することで構築されるとよい。他の実施形態では、現場打ちのコンクリートによって脚部14を構築してもよい。

[0051] この段階では、図5(D)に示すように、鉛直に構築できる脚本体部14aのみを構築してもよく、脚部14の全体を構築してもよい。或いは、図5(E)に示すように、脚本体部14aに加え、斜めに構築すべき脚上部14bの下部のみを構築してもよい。本実施形態では、この段階では、脚本体部14aと脚上部14bの下部とを構築する。図5(D)に示す脚部14の構築は、フーチング9の構築後であればいつ行われてもよく、図4(C)の後に行われる必要はない。

[0052] 図4(C)にてタワー中部12が構築された後、図5(E)に示すように、タワー中部12の下端12aにバランス錘24を取り付ける。その後、図5(F)に示すように、風力発電機4を支持するタワー上部13及びタワー中部12を、リフトアップ架台22を用いて所定の上空位置にリフトアップする。所定の上空位置は、図1に示される完成した風力発電タワー5において配置される位置である。

[0053] このように、図5(E)にてタワー中部12の下端12aにバランス錘24を取り付けるため、図5(F)にてタワー上部13及びタワー中部12を上空位置にリフトアップする際に、タワー上部13及びタワー中部12の姿勢が安定する。

[0054] その後、図6(G)に示すように、基礎8上にて3本の脚部14を回動させて互いに近づく向きに傾斜させ(ロアリングし)、脚上部14bを上空位

置にあるタワー中部12の下端12aに当接させる。続いて、図6(H)に示すように、緊張材20を用いて脚上部14bのそれぞれをタワー中部12の下端12aに結合し、タワー下部11にタワー中部12を支持させる。具体的には、脚部14の構築済みの部分の上に未構築の部分を構築する。続いて、図3に示すように、脚部14の接合面18とタワー中部12の平坦面17との間に充填材19を充填する。充填材19の硬化後、充填材19を介して脚部14の接合面18を対応するタワー中部12の平坦面17に対向させた状態で、緊張材20によって脚部14の脚上部14bをタワー中部12の下端12aに締結する。

[0055] 上記のように、風力発電タワー5が支承部材15を備えることにより、図6(G)に示す脚部14の回動動作が容易になり、脚部14とタワー中部12とを互いに結合させる作業が容易である。

[0056] 最後に、図6(I)に示すように、タワー中部12の下端12aからバランス錘24を取り外す。また、リフトアップ架台22を解体する。本実施形態では、脚部14の下端にコンクリートを打設し、支承部材15をコンクリートに埋設する。これにより、図1に示される風力発電装置1が構築される。

[0057] このように実施形態に係る構築方法では、図5(F)にてタワー上部13及びタワー中部12を所定の上空位置にリフトアップする前に、図4(B)に示すようにタワー上部13に風力発電機4を支持させる。そのため、タワー上部13や風力発電機4を配置するために、風力発電タワー5よりも高い大型クレーンを用意する必要がない。したがって、クレーン高さによる制限を受けずに風力発電タワー5を構築することができる。

[0058] 以上で具体的な実施形態の説明を終えるが、本発明は上記実施形態や変形例に限定されることなく、幅広く変形実施することができる。例えば、上記実施形態では、タワー下部11が3本の脚部14を有しているが、4本以上の脚部14を有していてもよい。この他、各部材や部位の具体的構成や配置、数量、角度、素材、手順等、本発明の趣旨を逸脱しない範囲であれば適宜

変更可能である。一方、上記実施形態に示した各構成要素は必ずしもすべてが必須ではなく、適宜選択することができる。

### 符号の説明

- [0059] 1 : 風力発電装置
- 2 : ローター
- 3 : ナセル
- 4 : 風力発電機
- 5 : 風力発電タワー
- 8 : 基礎
- 9 : フーチング
- 1 1 : タワー下部
- 1 2 : タワー中部
- 1 2 a : 下端
- 1 2 b : 上端
- 1 3 : タワー上部
- 1 3 a : 下半部
- 1 3 b : 本体部
- 1 4 : 脚部
- 1 4 a : 脚本体部
- 1 4 b : 脚上部
- 1 5 : 支承部材
- 1 7 : 平坦面
- 1 8 : 接合面
- 1 9 : 充填材
- 2 0 : 緊張材
- 2 1 : 領域
- 2 4 : バランス錘

## 請求の範囲

- [請求項1] 風力発電機を上空に支持するための風力発電タワーであって、互いに近づく向きに傾斜するように基礎上に立設された中空コンクリート製の少なくとも3本の脚部を有するタワー下部と、平面視で少なくとも3本の前記脚部の中央に配置されるタワー中部であって、前記脚部に支持される下端と前記下端よりも細い上端とを有するコーン形状の中空コンクリート製の該タワー中部と、前記タワー中部から上方へ突出し、前記風力発電機を支持するタワー上部であって、前記タワー中部の前記上端に支持される下半部と露出した本体部とを有する鋼管からなる該タワー上部とを備える風力発電タワー。
- [請求項2] 前記タワー中部は、前記下端の外周面にて周方向に等間隔に形成された少なくとも3つの平坦面を有し、前記脚部のそれぞれは、前記タワー中部に向く平坦な接合面を有し、前記接合面を対応する前記平坦面に対向させた状態で緊張材によって前記タワー中部に締結されている請求項1に記載の風力発電タワー。
- [請求項3] 前記脚部の前記接合面と前記タワー中部の前記平坦面との間には充填材が充填されている請求項2に記載の風力発電タワー。
- [請求項4] 前記脚部を前記基礎上にて回動可能に支承する支承部材を更に備える請求項1～3のいずれか1項に記載の風力発電タワー。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1項に記載の風力発電タワーの構築方法であって、前記脚部によって囲まれるべき領域にて、前記タワー上部及び前記タワー中部を構築するステップと、前記タワー上部に前記風力発電機を支持させるステップと、少なくとも3本の前記脚部を上方に向けて略鉛直に構築するステップと、

前記風力発電機を支持する前記タワー上部及び前記タワー中部を所定の上空位置にリフトアップするステップと、

前記基礎上天にて少なくとも3本の前記脚部を回転させて互いに近づく向きに傾斜させ、前記脚部の上部を前記上空位置にある前記タワー中部の前記下端に当接させるステップと、

前記脚部の前記上部のそれぞれを前記タワー中部の前記下端に結合し、前記タワー下部に前記タワー中部を支持させるステップとを含む風力発電タワーの構築方法。

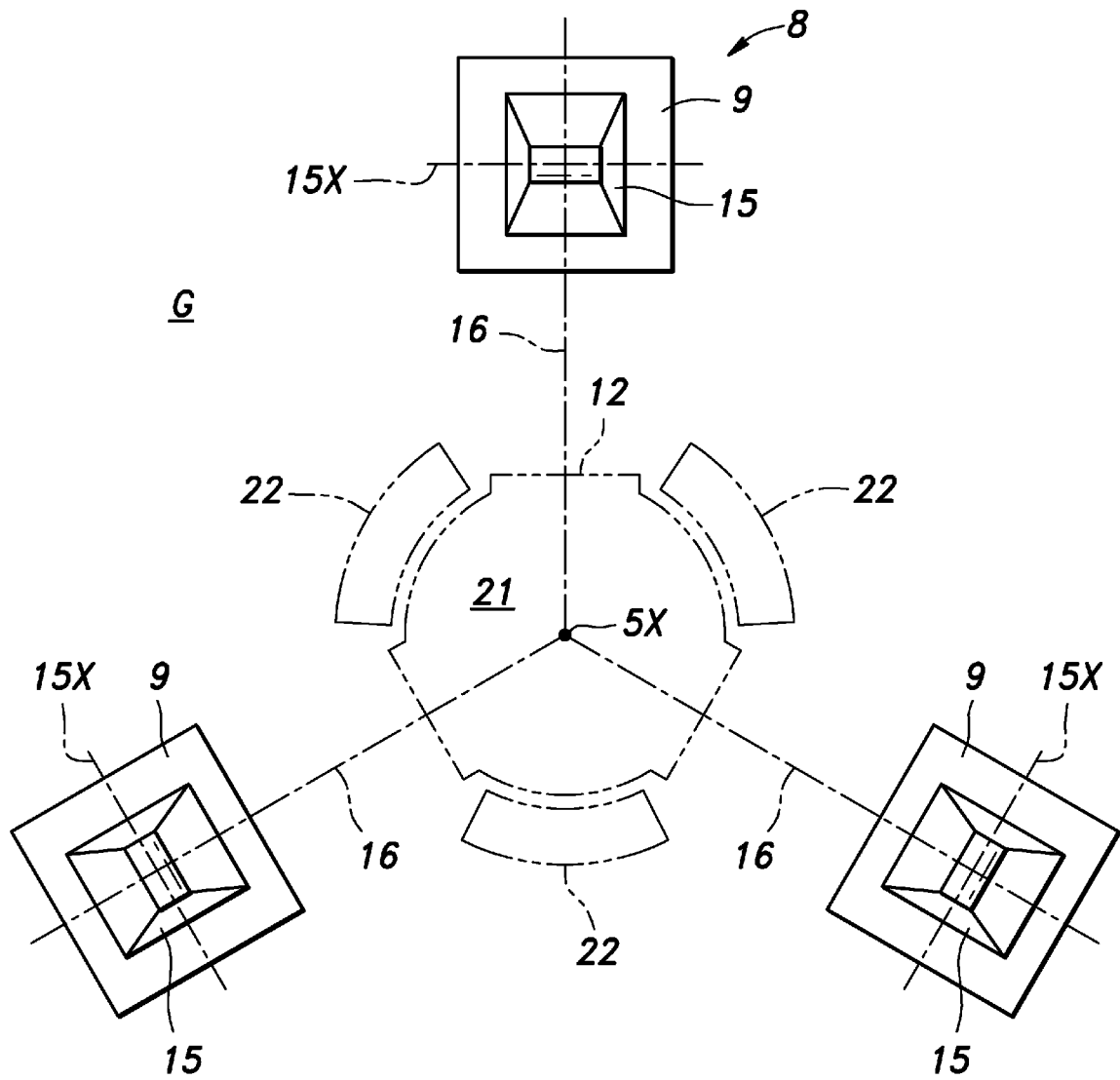
[請求項6] 前記タワー上部及び前記タワー中部を前記上空位置にリフトアップする前に、前記タワー中部の前記下端にバランス錘を取り付けるステップと、

前記脚部の前記上部のそれぞれを前記タワー中部の前記下端に結合した後に、前記タワー中部の前記下端から前記バランス錘を取り外すステップとを更に含む請求項5に記載の風力発電タワーの構築方法。

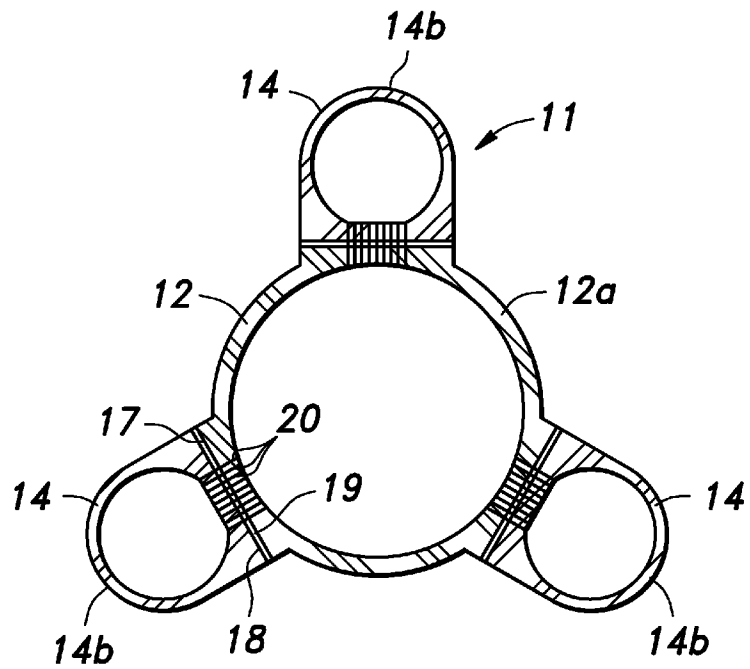
[請求項7] 前記タワー上部及び前記タワー中部を構築するステップにおいて、前記風力発電機のナセルを配置し、前記ナセルの下方にて、前記タワー上部及び前記タワー中部を上から順にジャッキアップしながら構築する請求項6に記載の風力発電タワーの構築方法。



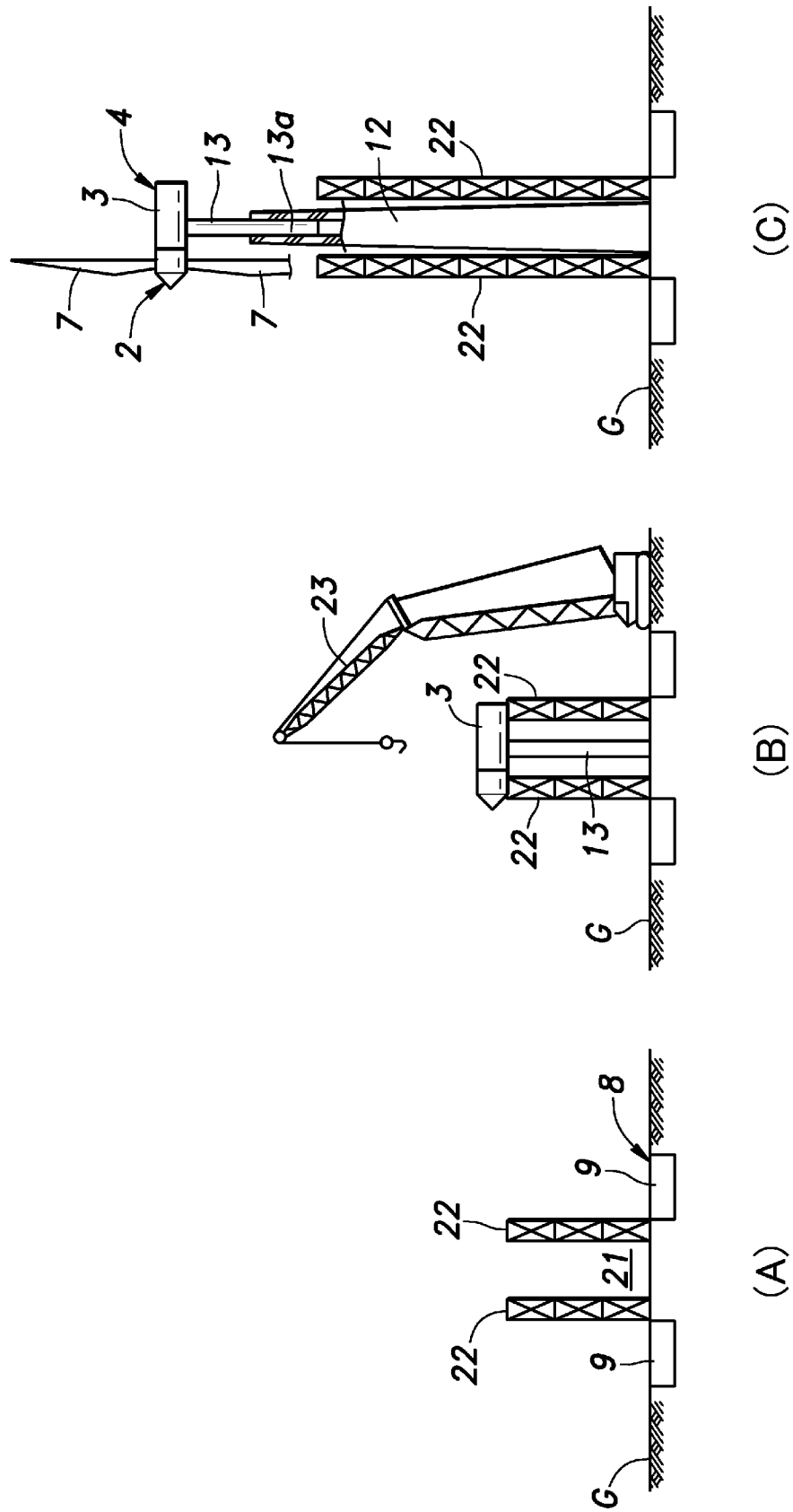
[図2]



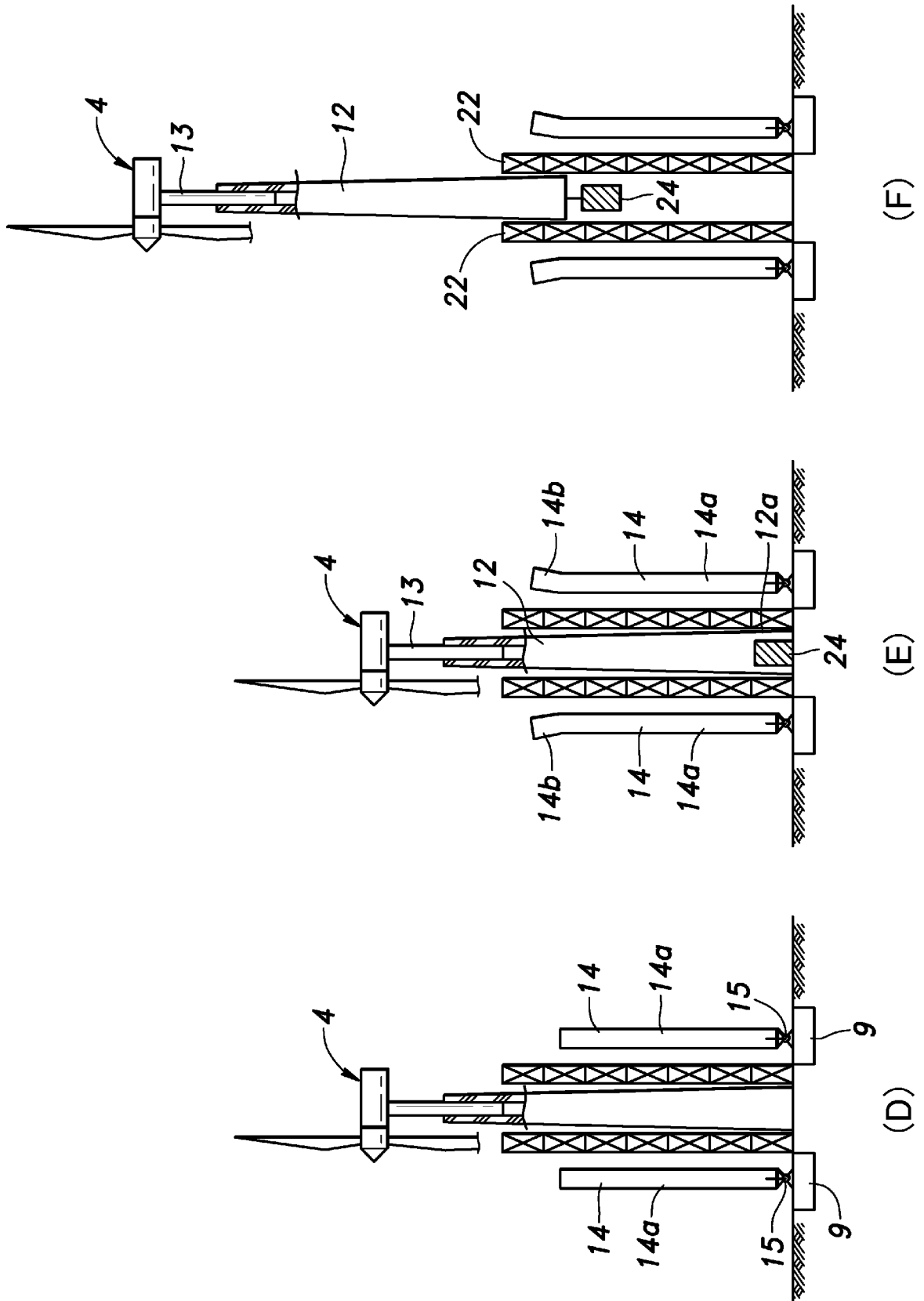
[図3]



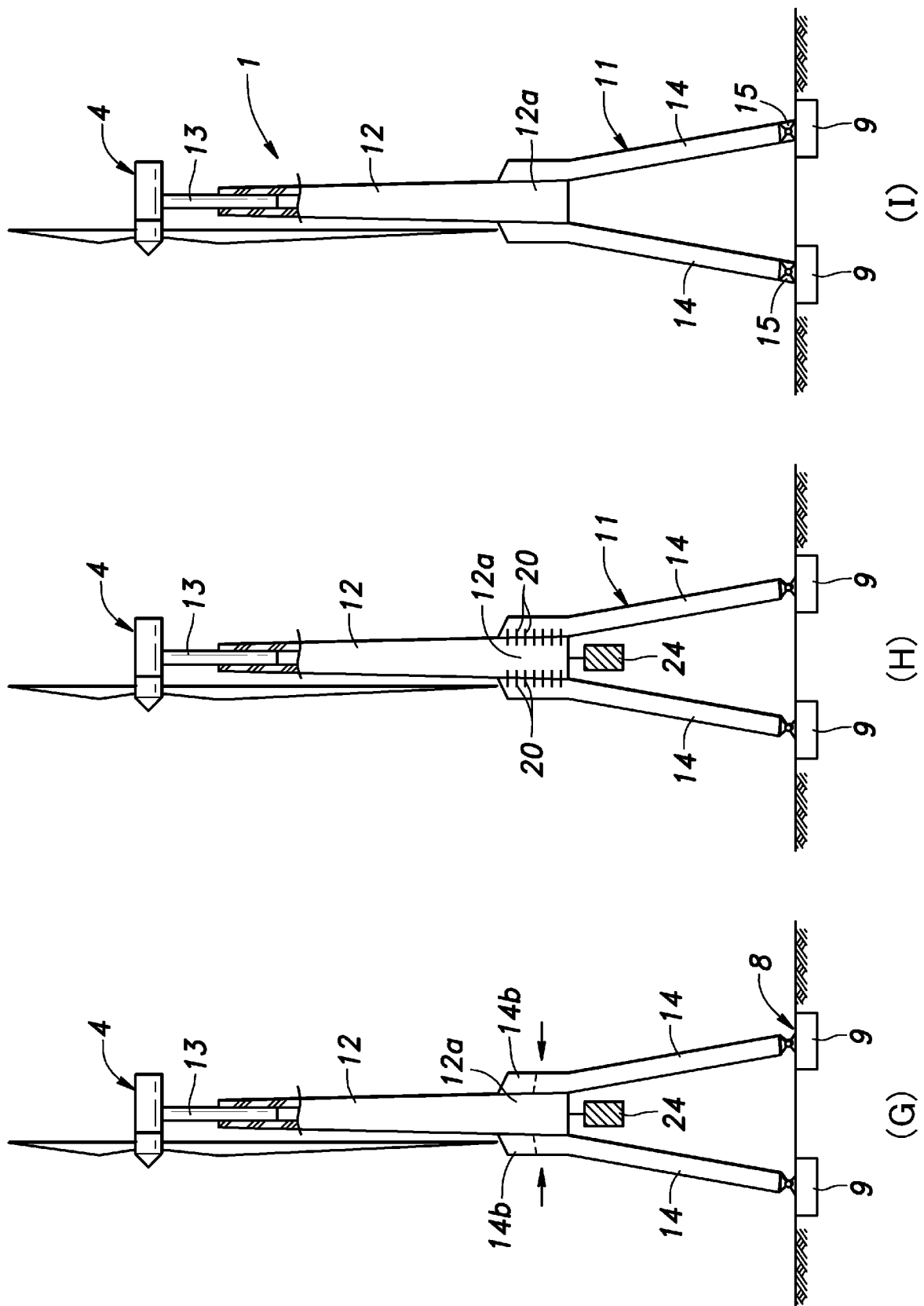
[図4]



[図5]



[図6]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/025143

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>F03D 13/20</i> (2016.01)i; <i>E04H 12/00</i> (2006.01)i; <i>F03D 13/10</i> (2016.01)i FI: F03D13/20; F03D13/10; E04H12/00 A		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F03D13/20; F03D13/10; E04H12/00		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2013/083802 A2 (DONG ENERGY WIND POWER A/S) 13 June 2013 (2013-06-13) p. 13, lines 12-24, p. 23, line 30 to p. 24, line 18, p. 34, lines 24-27, fig. 1-5, 7-9	1 2-7
Y	JP 2017-516945 A (ESTEYCO S.A.P.) 22 June 2017 (2017-06-22) paragraphs [0005], [0074], fig. 5	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>09 August 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>23 August 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2022/025143**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2013/083802	A2	13 June 2013	(Family: none)	
JP	2017-516945	A	22 June 2017	JP	2021-99021 A
				US	2018/0148140 A1
				US	2018/0170488 A1 paragraphs [0005], [0125], fig. 5
				WO	2015/181428 A1
				WO	2015/181424 A1
				EP	3153398 A1
				EP	3153399 A1
				EP	3653486 A1
				CA	2950342 A1
				KR	10-2017-0008869 A
				CN	106573665 A
				CN	106687368 A
				CN	111559469 A

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））                  F03D 13/20(2016.01)i; E04H 12/00(2006.01)i; F03D 13/10(2016.01)i                  FI: F03D13/20; F03D13/10; E04H12/00 A</p>														
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））                  F03D13/20; F03D13/10; E04H12/00</p> <p>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</p> <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 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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 - 2022年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年													
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2013/083802 A2 (DONG ENERGY WIND POWER A/S) 13.06.2013 (2013 - 06 - 13) 第13ページ第12-24行, 第23ページ第30行-第24ページ第18行, 第34ページ第24-27行, 図1-5, 7-9</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>2-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2017-516945 A (エステイコ・ソシエタッド・アノニマ・プロフェシオナル) 22.06.2017 (2017 - 06 - 22) 段落0005, 0074, 図5</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			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	WO 2013/083802 A2 (DONG ENERGY WIND POWER A/S) 13.06.2013 (2013 - 06 - 13) 第13ページ第12-24行, 第23ページ第30行-第24ページ第18行, 第34ページ第24-27行, 図1-5, 7-9	1	A		2-7	Y	JP 2017-516945 A (エステイコ・ソシエタッド・アノニマ・プロフェシオナル) 22.06.2017 (2017 - 06 - 22) 段落0005, 0074, 図5	1
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	WO 2013/083802 A2 (DONG ENERGY WIND POWER A/S) 13.06.2013 (2013 - 06 - 13) 第13ページ第12-24行, 第23ページ第30行-第24ページ第18行, 第34ページ第24-27行, 図1-5, 7-9	1												
A		2-7												
Y	JP 2017-516945 A (エステイコ・ソシエタッド・アノニマ・プロフェシオナル) 22.06.2017 (2017 - 06 - 22) 段落0005, 0074, 図5	1												
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>														
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</p>														
<p>国際調査を完了した日</p> <p>09.08.2022</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>23.08.2022</p>													
<p>名称及びあて先</p> <p>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</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>北村 一 30 3734</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3356</p>													

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/JP2022/025143

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2013/083802 A2	13.06.2013	(ファミリーなし)	
JP 2017-516945 A	22.06.2017	JP 2021-99021 A	
		US 2018/0148140 A1	
		US 2018/0170488 A1	
		段落 0 0 0 5, 0 1 2 5, 図 5	
		WO 2015/181428 A1	
		WO 2015/181424 A1	
		EP 3153398 A1	
		EP 3153399 A1	
		EP 3653486 A1	
		CA 2950342 A1	
		KR 10-2017-0008869 A	
		CN 106573665 A	
		CN 106687368 A	
		CN 111559469 A	