

(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2007-71097

(P2007-71097A)

(43) 公開日 平成19年3月22日(2007.3.22)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F03D 11/04 (2006.01)</b>	F03D 11/04 A	3H078
<b>E04H 12/12 (2006.01)</b>	E04H 12/12	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2005-258766 (P2005-258766)	(71) 出願人	000003621 株式会社竹中工務店 大阪府大阪市中央区本町4丁目1番13号
(22) 出願日	平成17年9月7日(2005.9.7)	(74) 代理人	100090114 弁理士 山名 正彦
		(72) 発明者	菅田 昌宏 千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会社竹中工務店技術研究所内
		(72) 発明者	羽場崎 淳 東京都江東区新砂一丁目1番1号 株式会社竹中工務店東京本店内
		(72) 発明者	中村 尚弘 千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会社竹中工務店技術研究所内

最終頁に続く

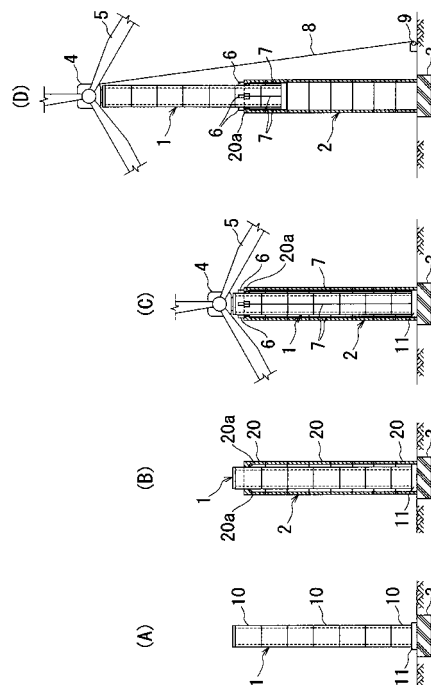
(54) 【発明の名称】 風力発電タワーの構築方法

(57) 【要約】

【課題】 ナセル及びローターブレード等の風力発電機器の据え付け作業を地上20m~30m程度の比較的低所で行うことにより、大型クレーンおよび大掛かりな仮設部材を一切不要とし、それでいて40~120m程度の大型化した風力発電タワーを構築することができる、施工性及び安全性並びに経済性に非常に優れた風力発電タワーの構築方法を提供する。

【解決手段】 上下方向にスライド可能に内外に組み合わせた2体の塔体1、2を入れ子式に構築し、外側の塔体2を基礎3に固定し、内側の塔体1の頭部にナセル4、ローターブレード5等の風力発電機器を据え付けるステップと、前記内側の塔体1を、前記外側の塔体2に反力をとって上昇させ、上昇限度に到達した段階で、前記内側の塔体1の下端部11を前記外側の塔体2の上端部20aに緊結するステップにより風力発電タワーを構築する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

上下方向にスライド可能に内外に組み合わせた 2 体の塔体を入れ子式に構築し、外側の塔体を基礎に固定し、内側の塔体の頭部にナセル、ローターブレード等の風力発電機器を据え付けるステップと、

前記内側の塔体を、前記外側の塔体に反力をとって上昇させ、上昇限度に到達した段階で、前記内側の塔体の下端部を前記外側の塔体の上端部に緊結するステップにより風力発電タワーを構築することを特徴とする、風力発電タワーの構築方法。

## 【請求項 2】

上下方向にスライド可能に内外に組み合わせた複数の塔体を入れ子式に構築し、最も外側の塔体を基礎に固定し、最も内側の塔体の頭部にナセル、ローターブレード等の風力発電機器を据え付けるステップと、

最も内側の塔体を、その外側に隣接する塔体に反力をとって上昇させ、上昇限度に到達した段階で、前記内側の塔体の下端部をその外側に隣接する塔体の上端部に緊結し、次いで前記外側の塔体を更に外側の塔体に反力をとって上昇させ、上昇限度に到達した段階で、前記外側の塔体の下端部を更に外側の塔体の上端部に緊結する工程を、最も外側の塔体の内側に隣接する塔体を上昇させるまで順次行うステップにより風力発電タワーを構築することを特徴とする、風力発電タワーの構築方法。

## 【請求項 3】

塔体を上昇させる手段は、その外側に隣接する塔体自体を反力架台としてリフトアップ、又はプッシュアップすることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載した風力発電タワーの構築方法。

## 【請求項 4】

上昇する塔体の外側面と、その外側に隣接する塔体の内側面のいずれか一方にガイドを鉛直方向に設け、他方に前記ガイドに沿ってスライド可能なレールを鉛直方向に設けることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一に記載した風力発電タワーの構築方法。

## 【請求項 5】

塔体を上昇させる際のバランス制御は、塔体周辺に設置したウィンチにより行うことを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか一に記載した風力発電タワーの構築方法。

## 【請求項 6】

塔体は、プレキャストコンクリート部材を鉛直方向に積み上げて構築することを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一に記載した風力発電タワーの構築方法。

## 【請求項 7】

塔体の外形は、寸胴形状、又はテーパ形状とし、水平断面形状は、円形状、又は多角形状とすることを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれか一に記載した風力発電タワーの構築方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、風力発電タワーの構築方法の技術分野に属し、更に言えば、40m ~ 120m 程度の高さを有する大型化した風力発電タワーの構築方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

電気エネルギー源としての風力発電は、地球温暖化や酸性雨の原因となるガスを排出しないクリーンエネルギー源として社会的要求が高くなってきている。近年では、風の強さは高度が高くなる程強くなり、ひいては利用するエネルギーが増大することから、風力発電タワーの大型化（高層化）が要請されている。

## 【0003】

従来、風力発電タワーの構築方法に関する技術は、下記する特許文献 1 ~ 3 のように種々開示されている。

10

20

30

40

50

## 【0004】

特許文献1には、プレキャストコンクリート部材を下方から順次上方に向かって積み上げてタワーを構築した後、大型クレーンでナセル（発電機本体）、ローターブレード等の風力発電機器を吊り上げ、前記タワーの最頂部に据え付ける技術が開示されている。

## 【0005】

特許文献2には、大型クレーンを使用しないで、仮設したせり上げ装置を利用して風力発電タワーを構築する技術が開示されている。

## 【0006】

特許文献3には、小型のトラッククレーンを使用して、ブロック分けした塔体構造物およびナセル、ローターブレード等の風力発電機器を持ち上げて組み立てることに至便のク

10

## ライミング装置と、これを利用して風力発電タワーを構築する技術が開示されている。

## 【0007】

【特許文献1】特開2004-11210号公報

【特許文献2】特開2001-254668号公報

【特許文献3】特開2003-184730号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

上記特許文献1に係る技術を用いて大型化した風力発電タワーを構築するには、以下のような問題があった。

20

1) タワーの最頂部に据え付けるナセルは大重量であるが故に、これを40m～120m程度の高さまで吊り上げるには、大型のクレーンが不可欠となる。このような大型クレーンは台数が非常に少なく、また大型クレーンを安定して設置するための地盤改良工事や地盤補強工事などに多大な労力と時間が必要になり経済性が悪いという問題があった。

2) 大型クレーンによるローターブレードのナセルへの据付に際し、風が強いとローターブレードが風の影響を受け易いために、多大な時間を要したり、作業を中止することが多かった。特に、風力発電タワーを設置する場所は、山岳地帯や離島などの強風地帯であり、これら強風地帯で、40m～120m程度の高さまでローターブレードを吊り上げ、且つナセルへの据え付け作業を行うことは大変至難であり、作業に長期間を有するという問題があった。

30

3) 大型クレーンの使用は、建設費が高むだけでなく、建設現場までの搬入が困難という問題がある。特に、風力発電タワーを設置する場所は、山岳地帯や離島などの交通アクセスの不便な場所が多く、この問題は顕著である。

## 【0009】

特許文献2に係る技術は、大型クレーンを使用しないで実施できる点は注目できるとしても、40m～120m程度の高さを有する大型化した風力発電タワーを構築するには、同等高さの大掛かりなせり上げ装置（仮設部材）を構築しなければならず、工期が長期化する上にコストが膨大に高むという問題がある。また、大掛かりなせり上げ装置は、風力発電タワーを構築した後は解体・撤去して大量の建設廃棄物となるので、環境的にも問題がある。

40

## 【0010】

特許文献3に係る技術は、小型のトラッククレーンを使用して、ブロック分けした塔体構造物およびナセル、ローターブレード等の風力発電機器を持ち上げて組み立てることを内容とする技術であるから、40m～120m程度の高さを有する大型化した風力発電タワーの構築に適用可能な技術とは到底認めがたい。

## 【0011】

本発明の目的は、ナセル及びローターブレード等の風力発電機器の据え付け作業を地上20m～30m程度の比較的低所で行うことにより、大型クレーンおよび大掛かりな仮設部材を一切不要とし、それでいて40～120m程度の大型化した風力発電タワーを構築することができる、施工性及び安全性並びに経済性に非常に優れた風力発電タワーの構築

50

方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するための手段として、請求項1に記載した発明に係る風力発電タワーの構築方法は、図1A～Dに示したように、上下方向にスライド可能に内外に組み合わせた2体の塔体1、2を入れ子式に構築し、外側の塔体2を基礎3に固定し、内側の塔体1の頭部にナセル4、ローターブレード5等の風力発電機器を据え付けるステップと、

前記内側の塔体1を、前記外側の塔体2に反力をとって上昇させ、上昇限度に到達した段階で、前記内側の塔体1の下端部11を前記外側の塔体2の上端部20aに緊結するステップにより風力発電タワーを構築することを特徴とする。

10

【0013】

請求項2に記載した発明に係る風力発電タワーの構築方法は、図9～図14に示したように、上下方向にスライド可能に内外に組み合わせた複数の塔体30、40、50を入れ子式に構築し、最も外側の塔体50を基礎3に固定し、最も内側の塔体30の頭部にナセル4、ローターブレード5等の風力発電機器を据え付けるステップと、

最も内側の塔体30を、その外側に隣接する塔体40に反力をとって上昇させ、上昇限度に到達した段階で、前記内側の塔体30の下端部30aをその外側に隣接する塔体40の上端部40bに緊結し、次いで前記外側の塔体40を更に外側の塔体50に反力をとって上昇させ、上昇限度に到達した段階で、前記外側の塔体40の下端部40aを更に外側の塔体50の上端部50bに緊結する工程を、最も外側の塔体50の内側に隣接する塔体40を上昇させるまで順次行うステップにより風力発電タワーを構築することを特徴とする。

20

【0014】

請求項3に記載した発明は、請求項1又は2に記載した風力発電タワーの構築方法において、塔体1を上昇させる手段は、その外側に隣接する塔体自体を反力架台としてリフトアップ、又はプッシュアップすることを特徴とする。

【0015】

請求項4に記載した発明は、請求項1～3のいずれか一に記載した風力発電タワーの構築方法において、上昇する塔体の外側面と、その外側に隣接する塔体の内側面のいずれか一方にガイドを鉛直方向に設け、他方に前記ガイドに沿ってスライド可能なレールを鉛直

30

【0016】

請求項5に記載した発明は、請求項1～4のいずれか一に記載した風力発電タワーの構築方法において、塔体を上昇させる際のバランス制御は、塔体周辺に設置したウィンチにより行うことを特徴とする。

【0017】

請求項6に記載した発明は、請求項1～5のいずれか一に記載した風力発電タワーの構築方法において、塔体は、プレキャストコンクリート部材を鉛直方向に積み上げて構築することを特徴とする。

【0018】

請求項7に記載した発明は、請求項1～6のいずれか一に記載した風力発電タワーの構築方法において、塔体の外形は、寸胴形状、又はテーパ形状とし、水平断面形状は、円形状、又は多角形状とすることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0019】

請求項1～7に記載した発明に係る風力発電タワーの構築方法によれば、風力発電タワーの構成要素である塔体を、上下方向にスライド可能に内外に組み合わせた入れ子式に構築するので、ナセル及びローターブレード等の風力発電機器の据え付け作業を地上20m～30m程度の比較的低所で行うことができ、それでいて40m～120m程度の高さを有する大型化した風力発電タワーを構築することができる。また、前記風力発電機器の据

50

え付け作業を地上20m～30m程度の比較的低所で行うことができるので、大型クレーンおよび大掛かりな仮設部材が一切不要となり、工期も短縮でき、施工性及び安全性並びに経済性に非常に優れている。さらに、仮設部材等に起因する建設廃棄物も極力少なくして実施できるので、環境性にも優れている。

#### 【0020】

また、前記風力発電機器が劣化等して取り替える必要が生じたときは、構築時と逆の工程を行い、風力発電機器の取り替え作業をやはり、地上20m～30m程度の比較的低所でスムーズに行うことができるので、大型クレーンおよび大掛かりな仮設部材は必要とせず、工期も短縮でき、施工性及び安全性並びに経済性に非常に優れている。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

10

#### 【0021】

本発明に係る風力発電タワーの構築方法は、上述した発明の効果を奏するべく、以下のよう実施される。

#### 【実施例1】

#### 【0022】

図1A～Dは、請求項1に記載した発明に係る風力発電タワーの構築方法の実施例を段階的に示している。

#### 【0023】

この実施例1に係る風力発電タワーの構築方法は、上下方向にスライド可能に内外に組み合わせた2体の塔体1、2を入れ子式に構築し（図1B参照）、外側の塔体2を基礎3に固定し、内側の塔体1の頭部にナセル4、ローターブレード5等の風力発電機器を据え付ける（図1C参照）。次に、前記内側の塔体1を、前記外側の塔体2に反力をとって上昇させ、上昇限度に到達した段階で、前記内側の塔体1の下端部11を前記外側の塔体2の上端部20aに緊結して風力発電タワーを構築する（請求項1記載の発明）。

20

#### 【0024】

具体的に、前記風力発電タワーの構築方法は、先ず、図1Aに示したように、山岳地帯や離島などの強風地帯における風力発電タワーを設置するのに好適な場所に基礎3を構築し、当該基礎3上に、前記内側の塔体（以下適宜、トップタワーと云う。）1を構築する。

#### 【0025】

30

前記トップタワー1は、現場近辺の工場で作成した1体当たり高さ3.0m、外径2.5m、重量150kN程度の円筒形のプレキャストコンクリート部材（以下、PcA部材と云う。）10を複数体（図示例では7体）用意し、1200kN級程度のトラッククレーンを使用して鉛直方向に積み上げて構築している（請求項6記載の発明）。

#### 【0026】

前記PcA部材10同士の接合方式としては種々考えられるが、この実施例1では、図2A、Bに示したような、重ね継ぎ手方式（上下方向に鉄筋10aをラップさせて接合する方式）を採用し、PcA部材10と鉄筋10aとの隙間には、高強度モルタル等のグラウト材（図示省略）を充填して実施している。また、前記トップタワー1の最も下位に位置するPcA部材10の下端部には、リフトアップ用のコンクリート製（或いは鋼製）のベース部材11（外径3.06m）を同心円配置で取り付けられている。前記ベース部材11は、リフトアップ時の荷重を均等に分散させる作用を奏する。なお、前記ベース部材11は、前記トップタワー1の下端部を閉塞する円盤状で実施しているが、これに限定されず、前記トップタワー1の下端部の外側に沿ってリング状に設けて実施してもよい。

40

#### 【0027】

以上のようにして構築したトップタワー1は、20m程度の高さを有し、アンカーボルト等の仮固定部材（図示省略）を利用して、前記基礎3に仮固定する。

#### 【0028】

なお、前記トップタワー1（PcA部材10）は、寸胴形状で実施しているが、上方に向かって漸次先細状のテーパ形状で実施することもできる。また、水平断面形状は、円

50

形状で実施しているが、多角形状で実施することもできる（請求項7記載の発明）。

【0029】

次に、図1Bと図3に示したように、前記内側の塔体（トップタワー）1を取り囲む形態で、外側の塔体（以下適宜、ボトムタワーと云う。）2を、平面方向から見て前記ベース部材11の外周面に沿って同心円配置で構築する。

【0030】

前記ボトムタワー2は、現場近辺の工場で作成した1体当たり高さ2.5m、外径3.8m、重量150kN程度の円筒形のPCa部材20を複数体（図示例では8体）用意し、1200kN級程度のトラッククレーンを使用して、前記重ね継ぎ手方式により、鉛直方向に積み上げて構築している。また、前記ボトムタワー2（高さ20m程度）の最も下位に位置するPCa部材20の下端部は、所謂PC圧着方式により、基礎3と緊結して固定している。さらに、前記ボトムタワー2の最も上位に位置するPCa部材20の上端部には、その内周面に、リフトアップ用の油圧ジャッキ6を設置するための突出部（架台）20aが、ほぼ等間隔にバランス良く3箇所設けられている。この実施例1に係る前記突出部20aは、予めPCa部材20と一体成形され、前記トップタワー1の外周面に届く程度の水平長さを有する。なお、前記突出部20aは、3箇所に限定されるものではなく、4箇所以上にバランス良く設けて実施することもできるし、前記PCa部材20の内周面全面にリング状に設けて実施することもできる。

10

【0031】

かくして、前記トップタワー1と前記ボトムタワー2は、上下方向にスライド可能に内外に組み合わせた入れ子式に構築されると共に、前記トップタワー1の下端部に設けたベース部材11と、前記ボトムタワー2の上端部に設けた突出部20aとがガイド的な働きをして水平変位を拘束し、安定した状態でトップタワー1を上昇させることができる構造となるのである。

20

【0032】

次に、図1Cに示したように、前記ボトムタワー2の突出部20aの上面にリフトアップ用の油圧ジャッキ（センターホールジャッキ）6をバランスよく所要の台数（本実施例では3台）設置する。そして、各油圧ジャッキ6...と、リフトアップするトップタワー1のベース部材11とを、前記トップタワー1の外周面とボトムタワー2の内周面との間に鉛直方向に吊り下げされたワイヤロープ、PC鋼より線、ロッド等の揚重用連結材7で繋ぐ。

30

【0033】

前記揚重用連結材7は、その上端部を、前記突出部20aに予め設けた通し孔及び前記油圧ジャッキ6へ通し当該油圧ジャッキ6を利用して固定し、その下端部を前記ベース部材11に予め設けた通し孔へ鉛直方向に通し、定着ナット等の掛け止め部材を利用して前記ベース部材11に固定する。

【0034】

次に、図1Cに示したように、前記トップタワー1の頭部にナセル4、ローターブレード5等の風力発電機器をクレーン（図示省略）を利用して据え付ける。

【0035】

この実施例1によると、通常、1000kNを超える大重量の風力発電機器を、前記トップタワー1の高さ、即ち20m程度の高さ揚重すれば足りるので、大型のクレーンを使用する必要は一切ない。ちなみに、前記ローターブレード5の1枚当たりのブレード長は、構築する風力発電タワーの高さの1/2程度が好適とされ、この実施例1では、20mの長さのブレードが使用されている。図1Cに示した状態でローターブレード5を仮固定すると、前記ブレード長の鉛直高さは10m（ $20m \times \cos 60^\circ$ ）程度となり、少なくとも地上10m以上の高さで据え付ける必要がある。一方、前記トップタワー1の高さは20m程度である。よって、前記ローターブレード5は、地面に衝突する等の支障もなく安全に据え付けることができるのである。

40

【0036】

50

以下に、前記トッパタワー 1 を上昇させる工程を説明する。

【0037】

前記ナセル 4、ローターブレード 5 等の風力発電機器を据え付け、入れ子式に構築したトッパタワー 1 及びボトムタワー 2 について、図 1 D に示したように、前記トッパタワー 1 を、前記ボトムタワー 2 の突出部 20 a 上に設置した油圧ジャッキ 6 を利用して、所定の高さまでリフトアップする作業を開始する（請求項 3 記載の発明）。

【0038】

ここで、前記風力発電機器を据え付けたトッパタワー 1 の重心位置は、構築する風力発電タワーの重心位置とは一致せず、リフトアップ時に偏心荷重が生じる。この偏心荷重を相殺してリフトアップをスムーズに行うために、バランス制御用のステーワイヤー 8 を使用することが安全上好ましい。このステーワイヤー 8 は、ウィンチ 9 を用い、リフトアップ用の油圧ジャッキ 6 と連動させながら制御する。また、前記ウィンチ 9（ステーワイヤー 8）は、必要に応じて 1 箇所から複数箇所設置して実施する（請求項 5 記載の発明）。

10

【0039】

かくして、前記突出部 20 a 上の油圧ジャッキ 6 を作動させて、前記揚重用連結材 7 及びこれに吊り支持されたベース部材 11 を徐々に上昇移動（リフトアップ）させて前記トッパタワー 1 を上昇させる。前記トッパタワー 1 は、ガイド的な働きをし水平変位を拘束する前記ベース部材 11 及び前記突出部 20 a と、バランス制御する前記ステーワイヤー 8 及び前記ウィンチ 9 により、安定した状態で徐々に上昇させることができる。

【0040】

また、前記トッパタワー 1 を更に安定した状態で（特には、無回転のまま）上昇させるべく、図 4 に示したように、前記トッパタワー 1 の外側面に、水平断面がコ字形状のガイド 1 a を鉛直方向に設け、前記ボトムタワー 2 の内側面に前記ガイド 1 a に沿ってスライド可能なレール 2 a を鉛直方向に設けて実施することが好ましい。勿論、前記トッパタワー 1 の外側面にレール 2 a を設け、前記ボトムタワー 2 の内側面にガイド 1 を設けて実施することもできる。なお、前記ガイド 1 a 及びレール 2 a の水平断面形状は図示例に限定されるものではなく、前記トッパタワー 1 を無回転のままボトムタワー 2 に沿って上昇させることができる形状であればよい（請求項 4 記載の発明）。

20

【0041】

前記油圧ジャッキ 6 によるリフトアップ作業は、前記トッパタワー 1 のベース部材 11 の上面が、前記ボトムタワー 2 の突出部 20 a の下面に当接するまで行う。前記油圧ジャッキ 6 によるリフトアップ作業が終了した後は、図 5 A、B に示したように、前記油圧ジャッキ 6 から緊結用鋼材 12 へ徐々にトッパタワー 1 の荷重を盛り替え、前記トッパタワー 1 のベース部材 11 とボトムタワー 2 の突出部 20 a との緊結作業を行い、かくして、高さが 40 m 程度の風力発電タワーの構築作業を完了する。

30

【0042】

具体的に、この実施例 1 に係る緊結作業は、前記突出部 20 a とベース部材 11 に予め穿設しておいた鉛直方向のボルト孔を一致させ、当該ボルト孔に高力ボルト 12 a を挿入し、ナット 12 b で締め付け固定し、必要に応じて、底面部の前記ベース部材 11 と側面部の前記 PC a 部材 20 とが形成する凹部にコンクリートを打設することにより、前記トッパタワー 1 とボトムタワー 2 とを構造的に一体化している。ちなみに、前記突出部 20 a 及びベース部材 11 に設けた前記ボルト孔の一部は、前記揚重用連結材 7 の通し孔として使用される。

40

【0043】

前記緊結手段は勿論これに限定されず、前記トッパタワー 1 とボトムタワー 2 とを構造的に一体化できる方法であればよい。例えば、図 6 A、B に示したように、前記ベース部材 11 と突出部 20 a の双方に埋め込まれた縦筋 13 a と前記突出部 20 a を貫通する横筋 13 b とから成る緊結用鉄筋 13 にコンクリートを打設して、前記トッパタワー 1 とボトムタワー 2 とを構造的に一体化して実施してもよい。また、図 7 に示したように、前記突出部 20 a に水平方向に貫通する I 形鋼（又は H 形鋼）14 を設け、前記ベース部材 1

50

1に立設する鋼管15と溶接及びボルト等の接合手段で一体化して実施してもよい。さらに、図8に示したように、前記ベース部材11と前記P C a部材20に予め、ベース部材11の上面が、前記ボトムタワー2の突出部20aの下面に当接する際に一致するボルト孔16を水平方向に穿設しておき、前記ボルト孔16に鋼材(図示省略)を挿入してロックする態様で緊結し、必要に応じて、底面部の前記ベース部材11と側面部の前記P C a部材20とが形成する凹部にコンクリートを打設することにより、前記トップタワー1とボトムタワー2とを構造的に一体化して実施してもよい。

#### 【0044】

以上説明したように、上記実施例1によれば、風力発電タワーの構成要素である塔体(トップタワー1及びボトムタワー2)を、上下方向にスライド可能に内外に組み合わせた入れ子式に構築するので、ナセル4及びローターブレード5等の風力発電機器の据え付け作業を地上20m程度の比較的低所で行うことができ、それでいて40m程度の高さを有する風力発電タワーを構築することができる。また、前記風力発電機器の据え付け作業を地上20m程度の比較的低所で行うことができるので、大型クレーンおよび大掛かりな仮設部材が一切不要となり、工期も短縮でき、施工性及び安全性並びに経済性に非常に優れている。さらに、仮設部材等に起因する建設廃棄物も極力少なくして実施できるので、環境性にも優れている。

10

#### 【0045】

また、前記風力発電機器が劣化等して取り替える必要が生じたときは、構築時と逆の工程を行う。即ち、前記ベース部材11とP C a部材20との緊結状態を解除し、前記トップタワー1を地上に到達するまで下降させた後に取り替え作業を行う。よって、風力発電機器の取り替え作業は、やはり地上20m程度の比較的低所で行うことができるので、大型クレーンおよび大掛かりな仮設部材は必要とせず、工期も短縮でき、施工性及び安全性並びに経済性に非常に優れている。

20

#### 【0046】

なお、この実施例1では、前記トップタワー1を、前記ボトムタワー2の上端部に反力をとってリフトアップする手段で上昇させているが、これに限定されず、前記ベース部材11の下面部の外周縁部に油圧ジャッキを設置し、前記ボトムタワー2の内側面に設けた反力ピースを利用してプッシュアップする手段で上昇させることもできる(請求項3記載の発明)。また、前記トップタワー1及びボトムタワー2はコンクリート製で実施しているが、これに限定されず、鉄筋コンクリート製、鉄骨コンクリート製、コンクリート充填鋼管などタワーを構築できるものであれば、材質は特に限定されない。さらに、前記トップタワー1及びボトムタワー2は所謂めくら壁で実施しているが、開口部を設けて実施することも勿論できる。以下の実施例2についても同様の技術的思想とする。

30

#### 【実施例2】

#### 【0047】

図9A~Cは、請求項2に記載した発明に係る風力発電タワーの構築方法の実施例を段階的に示している。請求項2に係る風力発電タワーの構築方法は、上記した請求項1と比して、風力発電タワーの構成要素である塔体を複数(具体的には3体以上)用いて実施することが主に相違する。

40

#### 【0048】

すなわち、この実施例2に係る風力発電タワーの構築方法は、上下方向にスライド可能に内外に組み合わせた複数(この実施例では3体)の塔体30、40、50を入れ子式に構築し(図9A参照)、最も外側の塔体50を基礎3に固定し、最も内側の塔体30の頭部にナセル4、ローターブレード5等の風力発電機器を据え付ける(図9A参照)。次に、前記最も内側の塔体30を、その外側に隣接する塔体40に反力をとって上昇させ、上昇限度に到達した段階で、前記内側の塔体30の下端部30aをその外側に隣接する塔体40の上端部40bに緊結し、次いで前記外側の塔体40を更に外側の塔体50に反力をとって上昇させ、上昇限度に到達した段階で、前記外側の塔体40の下端部40aを更に外側の塔体50の上端部50bに緊結する工程を、最も外側の塔体50の内側に隣接する

50

塔体 40 を上昇させるまで順次行うことにより、風力発電タワーを構築する。なお、この実施例 2 では 3 体の塔体で実施しているが、勿論 4 体以上で実施することもできる。（請求項 2 記載の発明）。

【0049】

具体的に、前記風力発電タワーの構築方法は、先ず、図 9 A に示したように、山岳地帯や離島などの強風地帯における風力発電タワーを設置するのに好適な場所に基礎 3 を構築し、当該基礎 3 上に、前記最も内側の塔体（以下適宜、トップタワーと云う。）30 を構築する。

【0050】

前記トップタワー 30 は、現場近辺の工場で作成した 1 体当たり高さ 3.0 m、外径 2.5 m、重量 150 kN 程度の円筒形の PCa 部材を複数体（本実施例では 10 体）用意し、1200 kN 級のトラッククレーンを使用して鉛直方向に積み上げて構築している（請求項 6 記載の発明）。前記 PCa 部材同士の接合方式としては種々考えられるが、この実施例 2 では、上記実施例 1 と同様に、重ね継ぎ手方式を採用し、PCa 部材と鉄筋との隙間には、高強度モルタル等のグラウト材を充填して実施している。また、前記トップタワー 30 の最も下位に位置する PCa 部材の下端部には、図 10 A に示したように、上記実施例 1 と同様に、ベース部材 30 a（外径 3.06 m）を同心円配置で取り付けられている。なお、前記ベース部材 30 a は、前記トップタワー 30 の下端部を閉塞する円盤状で実施しているが、これに限定されず、前記トップタワー 30 の下端部の外側に沿ってリング状に設けて実施してもよい。

【0051】

このようにして構築したトップタワー 30 は、30 m 程度の高さを有し、アンカーボルト等の仮固定部材（図示省略）を利用して、前記基礎 3 に仮固定する。

【0052】

次に、図 10 A、B に示したように、前記最も内側の塔体（トップタワー）30 を取り囲む形態で、外側の塔体（以下適宜、ミドルタワーと云う。）40 を、平面方向から見て前記トップタワー 30 のベース部材 30 a の外周面に沿って同心円配置で構築する。

【0053】

前記ミドルタワー 40 は、現場近辺の工場で作成した 1 体当たり高さ 3.0 m、外径 3.8 m 程度の円筒形の PCa 部材を複数体（本実施例では 10 体）用意し、1200 kN 級のトラッククレーンを使用して、前記重ね継ぎ手方式により、鉛直方向に積み上げて構築している（請求項 5 記載の発明）。また、前記ミドルタワー 40 の最も下位に位置する PCa 部材の下端部には、図 10 A に示したように、その外側に沿って、リング状のベース部材 40 a を同心円配置で取り付けられている。さらに、前記ミドルタワー 40 の最も上位に位置する PCa 部材 20 の上端部には、上記実施例 1 と同様に、図 10 A に示したように、その内周面に、リフトアップ用の油圧ジャッキ 6 を設置するための突出部（架台）40 b が、ほぼ等間隔にバランス良く 3 箇所設けられている（図 3 も参照）。前記突出部 40 b は、予め PCa 部材と一体成形され、前記トップタワー 30 の外周面に届く程度の水平長さを有する。なお、前記突出部 40 b は、3 箇所に限定されるものではなく、4 箇所以上設けて実施することもできるし、PCa 部材の内周面全面にリング状に設けて実施することもできる。

【0054】

このようにして構築したミドルタワー 40 は、30 m 程度の高さを有し、アンカーボルト等の仮固定部材（図示省略）を利用して、前記基礎 3 に仮固定する。

【0055】

次に、図 10 A、B に示したように、前記ミドルタワー 40 を取り囲む形態で、外側の塔体（以下適宜、ボトムタワーと云う。）50 を、平面方向から見て前記ミドルタワー 40 のベース部材 40 a の外周面に沿って同心円配置で構築する。

【0056】

前記ボトムタワー 50 は、現場近辺の工場で作成した 1 体当たり高さ 3.0 m、外径 5

． 1 m 程度の円筒形の P C a 部材を複数体（本実施例では 1 0 体）用意し、1 2 0 0 k N 級程度のトラッククレーンを使用して、前記重ね継ぎ手方式により、鉛直方向に積み上げて構築している（請求項 6 記載の発明）。また、前記ボトムタワー 5 0 の最も下位に位置する P C a 部材の下端部は、所謂 P C 圧着方式により、基礎 3 と緊結して固定している。さらに、前記ボトムタワー 5 0 の最も上位に位置する P C a 部材の上端部には、図 1 0 A に示したように、その内周面に沿って、リフトアップ用の油圧ジャッキを設置するための突出部（架台）5 0 b が、ほぼ等間隔にバランス良く 3 箇所設けられている（図 3 も参照）。前記突出部 5 0 b は、予め P C a 部材と一体成形され、前記ミドルタワー 4 0 の外周面に届く程度の水平長さを有する。なお、前記突出部 5 0 b は、3 箇所限定されるものではなく、4 箇所以上設けて実施することもできるし、P C a 部材 2 0 の内周面全面にリ

10

## 【 0 0 5 7 】

かくして、前記トップタワー 3 0 とミドルタワー 4 0 とボトムタワー 5 0 は、上下方向にスライド可能に内外に組み合わせた入れ子式に構築されると共に、前記ベース部材 3 0 a、4 0 a と、突出部 4 0 b、5 0 b とが、ガイド的な働きをして水平変位を拘束し、安定した状態でトップタワー 3 0 及びミドルタワー 4 0 を上昇させることができる構造となるのである。なお、前記トップタワー 3 0 とミドルタワー 4 0 とボトムタワー 5 0 はそれぞれ、寸胴形状で実施しているが、上方に向かって漸次先細状のテーパ形状で実施することもできるし、水平断面形状は、円形状で実施しているが、多角形状で実施することもできる（請求項 7 記載の発明）。

20

## 【 0 0 5 8 】

次に、図 1 0 A に示したように、前記ミドルタワー 4 0 の突出部 4 0 b の上面にリフトアップ用の油圧ジャッキ（センターホールジャッキ）6 を、上記実施例 1 と同様に、バランスよく所要の台数（本実施例では 3 台）設置する。そして、各油圧ジャッキ 6 ... と、リフトアップするトップタワー 3 0 のベース部材 3 0 a とを、前記トップタワー 3 0 の外周面とミドルタワー 4 0 の内周面との間に鉛直方向に吊り下げされたワイヤロープ、P C 鋼より線、ロッド等の揚重用連結材 7 で繋ぐ。

## 【 0 0 5 9 】

前記揚重用連結材 7 は、その上端部を前記突出部 4 0 b に予め設けた通し孔及び前記油圧ジャッキ 6 へ通し当該油圧ジャッキ 6 を利用して固定し、その下端部を前記ベース部材 3 0 a へ予め設けた通し孔へ鉛直方向に通し、定着ナット等の掛け止め部材を利用して前記ベース部材 3 0 a に固定する。

30

## 【 0 0 6 0 】

次に、前記トップタワー 3 0 の頭部にナセル 4、ローターブレード 5 等の風力発電機器をクレーン（図示省略）を利用して据え付ける。

## 【 0 0 6 1 】

この実施例 2 によると、通常、1 0 0 0 k N は超える大重量の風力発電機器を、前記トップタワー 3 0 の高さ、即ち 3 0 m 程度の高さ揚重すれば足りるので、大型のクレーンを使用する必要は一切ない。ちなみに、前記ローターブレード 5 の 1 枚当たりのブレード長は、構築する風力発電タワーの高さの 1 / 2 程度が好適とされ、この実施例 2 では、4 5 m の長さのブレードが使用されている。図 9 に示した状態でローターブレード 5 を仮固定すると、前記ブレード長の鉛直高さは 2 2 . 5 m ( 4 5 m × c o s 6 0 ° ) 程度となり、少なくとも地上 2 2 . 5 m 以上の高さで据え付ける必要がある。一方、前記トップタワー 3 0 の高さは 3 0 m 程度である。よって、前記ローターブレード 5 は、地面に衝突する等の支障もなく安全に据え付けることができるのである。

40

## 【 0 0 6 2 】

以下に、前記トップタワー 3 0 とミドルタワー 4 0 を上昇させる工程を順に説明する。

## 【 0 0 6 3 】

前記ナセル 4、ローターブレード 5 等の風力発電機器を据え付け、入れ子式に構築したトップタワー 3 0 及びミドルタワー 4 0 並びにボトムタワー 5 0 について、図 1 1 に示し

50

たように、前記トップタワー 30 を、前記ミドルタワー 40 の突出部 40 b 上に設置した油圧ジャッキ 6 を利用して、所定の高さまでリフトアップする作業を開始する（請求項 3 記載の発明）。

【0064】

ここで、バランス制御用のステーワイヤー 8 とウィンチ 9 を使用することは、上記実施例 1 で説明した通りである（請求項 5 記載の発明）。

【0065】

かくして、前記突出部 40 b 上の油圧ジャッキ 6 を作動させて、前記揚重用連結材 7 及びこれに吊り支持されたベース部材 30 a を徐々に上昇移動（リフトアップ）させて前記トップタワー 30 を上昇させる。前記トップタワー 30 は、ガイド的な働きをし水平変位を拘束する前記ベース部材 30 a 及び突出部 40 b と、バランス制御する前記ステーワイヤー 8 及び前記ウィンチ 9 により、安定した状態で徐々に上昇させることができる。

【0066】

また、前記トップタワー 30 を安定した状態で（特には、無回転のまま）上昇させるべく、前記トップタワー 30 の外側面にガイド 1 a を鉛直方向に設け、前記ミドルタワー 40 の内側面に前記ガイド 1 a に沿ってスライド可能なレール 2 a を鉛直方向に設けて実施することが好ましいのは、上記実施例 1 で説明した通りである（図 4 参照、請求項 4 記載の発明）。

【0067】

前記油圧ジャッキ 6 によるリフトアップ作業は、前記トップタワー 30 のベース部材 30 a の上面が、前記ミドルタワー 40 の突出部 40 b の下面に当接するまで行う。前記油圧ジャッキ 6 によるリフトアップ作業が終了した後は、図 12 に示したように、上記実施例 1 で種々説明した手段（図 5 ~ 図 8 参照）で、前記トップタワー 30 のベース部材 30 a とミドルタワー 40 の突出部 40 b との緊結作業を行う。

【0068】

次に、図 13 に示したように、前記ミドルタワー 40 を、前記ボトムタワー 50 の突出部 50 b 上に設置した油圧ジャッキ 6 を利用して、所定の高さまでリフトアップする作業を開始する（請求項 3 記載の発明）。

【0069】

前記油圧ジャッキ 6 は、前記ボトムタワー 50 の突出部 50 b の上面に、上記実施例 1 と同様に、バランスよく所要の台数（本実施例では 3 台）設置する。そして、各油圧ジャッキ 6 ... と、リフトアップするミドルタワー 40 のベース部材 40 a とを、前記ミドルタワー 40 の外周面とボトムタワー 50 の内周面との間に鉛直方向に吊り下げられたワイヤロープ、PC 鋼より線、ロッド等の揚重用連結材 7 で繋ぐ。

【0070】

前記揚重用連結材 7 は、その上端部を前記突出部 50 b に予め設けた通し孔及び前記油圧ジャッキ 6 へ通し当該油圧ジャッキ 6 を利用して固定し、その下端部を前記ベース部材 40 a へ予め設けた通し孔へ鉛直方向に通し、定着ナット等の掛け止め部材を利用して前記ベース部材 40 a に固定する。

【0071】

バランス制御用のステーワイヤー 8 とウィンチ 9 を使用することは、上記実施例 1 で説明した通りである（請求項 5 記載の発明）。

【0072】

かくして、前記突出部 50 b 上の油圧ジャッキ 6 を作動させて、前記揚重用連結材 7 及びこれに吊り支持されたベース部材 40 a を徐々に上昇移動（リフトアップ）させて前記ミドルタワー 40 を上昇させる。前記ミドルタワー 40 は、ガイド的な働きをし水平変位を拘束する前記ベース部材 40 a 及び突出部 50 b と、バランス制御する前記ステーワイヤー 8 及び前記ウィンチ 9 により、安定した状態で徐々に上昇させることができる。

【0073】

また、前記ミドルタワー 40 を安定した状態で（特には、無回転のまま）上昇させるべ

10

20

30

40

50

く、前記ミドルタワー40の外側面にガイド1aを鉛直方向に設け、前記ボトムタワー50の内側面に前記ガイド1aに沿ってスライド可能なレール2aを鉛直方向に設けて実施することが好ましいのは、上記実施例1で説明した通りである(図4参照、請求項4記載の発明)。

#### 【0074】

前記油圧ジャッキ6によるリフトアップ作業は、前記ミドルタワー40のベース部材40aの上面が、前記ボトムタワー50の突出部50bの下面に当接するまで行う。前記油圧ジャッキ6によるリフトアップ作業が終了した後は、図14に示したように、上記実施例1で種々説明した手段(図5~図8参照)で、前記ミドルタワー40のベース部材40aとボトムタワー50の突出部50bとの緊結作業を行い、かくして、高さが90m程度の風力発電タワーの構築作業を完了する。

10

#### 【0075】

以上説明したように、上記実施例2によれば、風力発電タワーの構成要素である塔体(トップタワー30及びミドルタワー40並びにボトムタワー50)を、上下方向にスライド可能に内外に組み合わせた入れ子式に構築するので、ナセル4及びローターブレード5等の風力発電機器の据え付け作業を地上30m程度の比較的低所で行うことができ、それでいて90m程度の高さを有する風力発電タワーを構築することができる。また、前記風力発電機器の据え付け作業を地上30m程度の比較的低所で行うことができるので、大型クレーンおよび大掛かりな仮設部材が一切不要となり、工期も短縮でき、施工性及び安全性並びに経済性に非常に優れている。さらに、仮設部材等に起因する建設廃棄物も極力少

20

#### 【0076】

また、前記風力発電機器が劣化等して取り替える必要が生じたときは、構築時と逆の工程を行う。即ち、前記ミドルタワー40のベース部材40aとボトムタワー50の突出部50bとの緊結状態を解除し、当該ミドルタワー40を地上に到達するまで下降させ、次いで前記トップタワー30のベース部材30aとミドルタワー40の突出部40bとの緊結状態を解除し、当該トップタワー30を地上に到達するまで下降させた後に取り替え作業を行う。よって、風力発電機器の取り替え作業は、やはり地上30m程度の比較的低所で行うことができるので、大型クレーンおよび大掛かりな仮設部材は必要とせず、工期も短縮でき、施工性及び安全性並びに経済性に非常に優れている。

30

#### 【0077】

以上に実施例を図面に基づいて説明したが、本発明は、図示例の実施例の限りではなく、その技術的思想を逸脱しない範囲において、当業者が通常に行う設計変更、応用のバリエーションの範囲を含むことを念のために言及する。

#### 【0078】

例えば、120m程度の高さの風力発電タワーを構築する場合には、高さ30m程度の塔体を4体、入れ子式に構築し、上記説明したように、内側の塔体を、外側に隣接する塔体に反力をとって上昇させ、上昇限度に到達した段階で、前記内側の塔体の下端部をその外側に隣接する塔体の上端部に緊結する工程を、最も内側の塔体から最も外側の塔体へ順次行うのである。前記塔体の高さは1体当たり20m~30m程度が好ましいがこれに限定されるものではなく、塔体の個数も5体以上でも実施することができる。

40

#### 【0079】

また、ローターブレード5の地上高さが、1体の塔体(トップタワー)の高さより高い場合、例えば、ローターブレード5の長さが50mで、地上高さが25m(50m×cos60°)の場合に、トップタワーの高さが20mの場合には、当該トップタワーを据え付けに必要な高さ(25m程度)までリフトアップ又はプッシュアップして据え付け作業を行い、しかる後、風力発電タワーの構築を進めるのである。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0080】

【図1】A~Dは、請求項1に係る風力発電タワーの構築方法を段階的に示した概略図で

50

ある。

【図 2】 A、B は、塔体の構築方法を示した説明図である。

【図 3】 トップタワーとボトムタワーの構造を概略的に示した平面図である。

【図 4】 ガイドとレールの取り付け構造を概略的に示した平面図である。

【図 5】 A は、トップタワーとボトムタワーとを緊結する方法を概略的に示した縦断面図であり、B は、同平面図である。

【図 6】 A は、トップタワーとボトムタワーとを緊結するその他の方法を概略的に示した縦断面図であり、B は、同平面図である。

【図 7】 トップタワーとボトムタワーとを緊結するその他の方法を概略的に示した縦断面図である。

【図 8】 トップタワーとボトムタワーとを緊結するその他の方法を概略的に示した縦断面図である。

【図 9】 A ~ C は、請求項 2 に係る風力発電タワーの構築方法を段階的に示した概略図である。

【図 10】 A は、請求項 2 に係る風力発電タワーの構築方法の初期状態を概略的に示した縦断面図であり、B は、同平面図である。

【図 11】 トップタワーを上昇させる段階を概略的に示した縦断面図である。

【図 12】 トップタワーとミドルタワーを緊結した状態を概略的に示した縦断面図である。

【図 13】 ミドルタワーを上昇させる段階を概略的に示した縦断面図である。

【図 14】 ミドルタワーとボトムタワーを緊結し、請求項 2 に係る風力発電タワーの構築を完了した段階を概略的に示した縦断面図である。

【符号の説明】

【0081】

- |      |                          |    |
|------|--------------------------|----|
| 1    | トップタワー                   |    |
| 1 a  | ガイド                      |    |
| 2    | ボトムタワー                   |    |
| 2 a  | レール                      |    |
| 3    | 基礎                       |    |
| 4    | ナセル（発電機本体）               | 30 |
| 5    | ローターブレード                 |    |
| 6    | 油圧ジャッキ（センターホールジャッキ）      |    |
| 7    | 揚重用連結材                   |    |
| 8    | ステーワイヤー                  |    |
| 9    | ウィンチ                     |    |
| 10   | プレキャストコンクリート部材（P C a 部材） |    |
| 10 a | 鉄筋                       |    |
| 11   | ベース部材                    |    |
| 12   | 緊結用鋼材                    |    |
| 12 a | 高力ボルト                    | 40 |
| 12 b | ナット                      |    |
| 13   | 緊結用鉄筋                    |    |
| 13 a | 縦筋                       |    |
| 13 b | 横筋                       |    |
| 14   | I 形鋼                     |    |
| 15   | 鋼管                       |    |
| 16   | ボルト孔                     |    |
| 20   | プレキャストコンクリート部材（P C a 部材） |    |
| 20 a | 突出部                      |    |
| 30   | トップタワー                   | 50 |

10

20

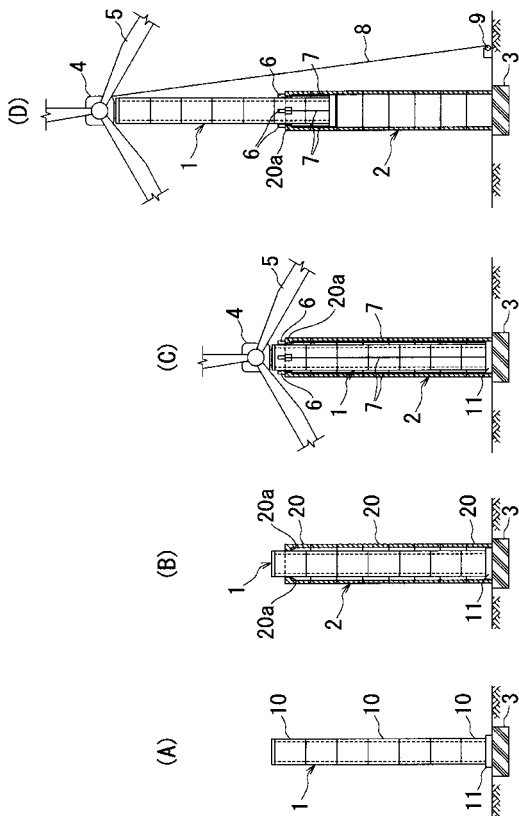
30

40

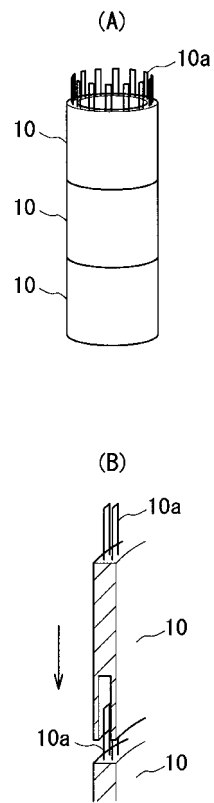
50

- 4 0 ミドルタワー
- 5 0 ボトムタワー
- 3 0 a ベース部材
- 4 0 a ベース部材
- 4 0 b 突出部
- 5 0 b 突出部

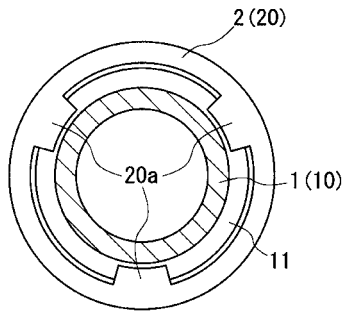
【 図 1 】



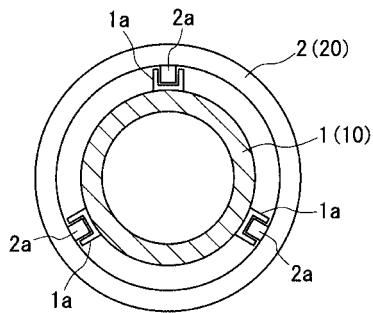
【 図 2 】



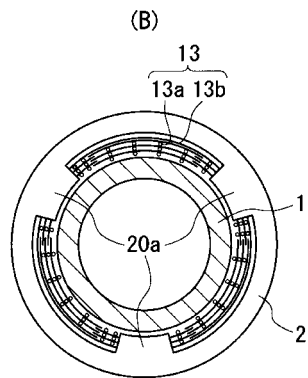
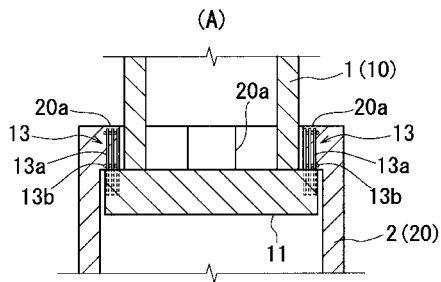
【 図 3 】



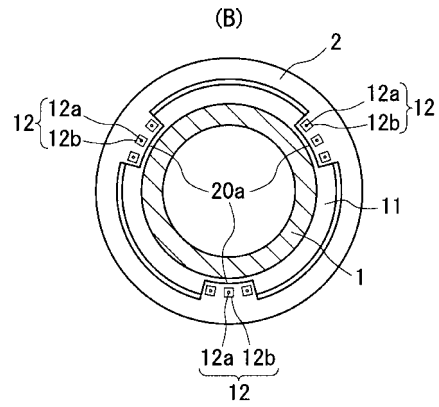
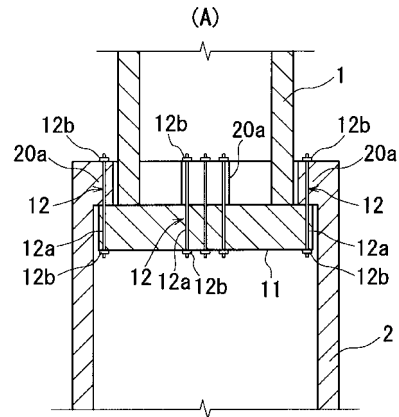
【 図 4 】



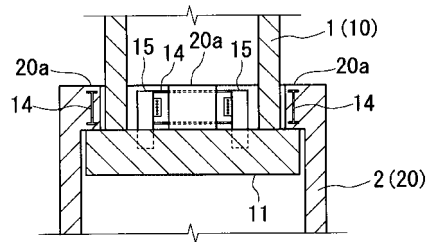
【 図 6 】



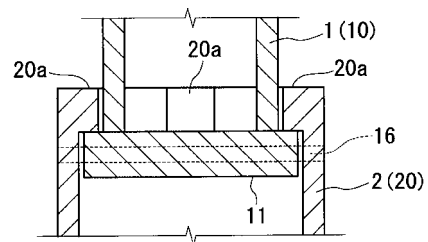
【 図 5 】



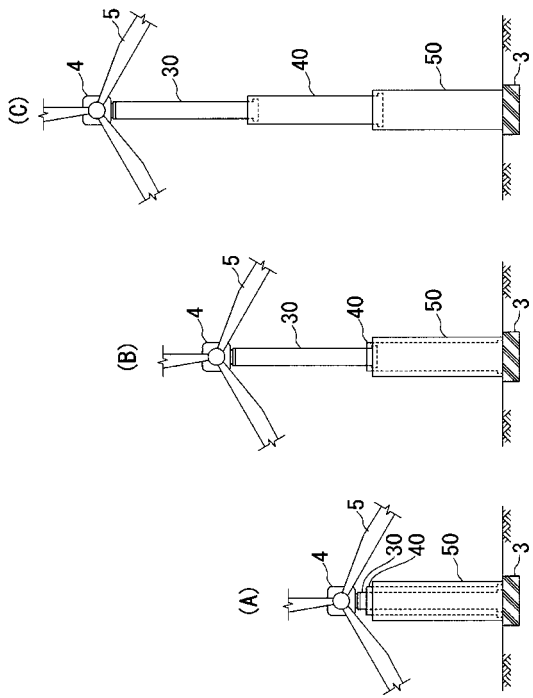
【 図 7 】



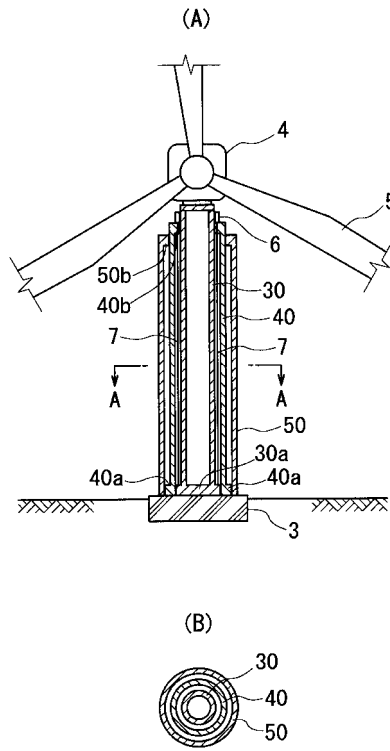
【 図 8 】



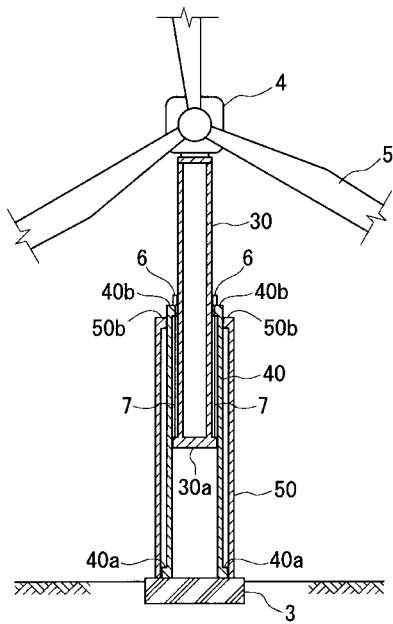
【 図 9 】



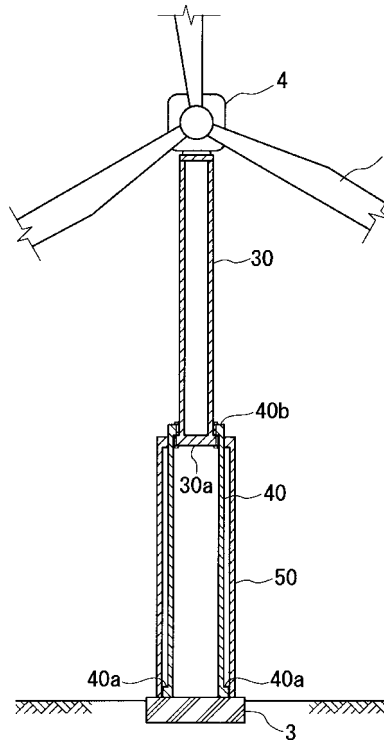
【 図 10 】



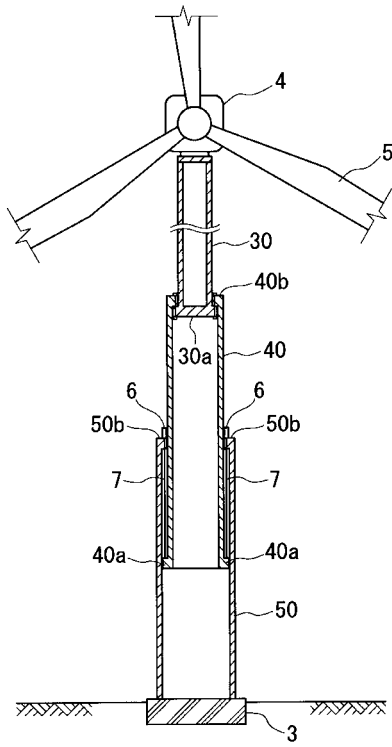
【 図 11 】



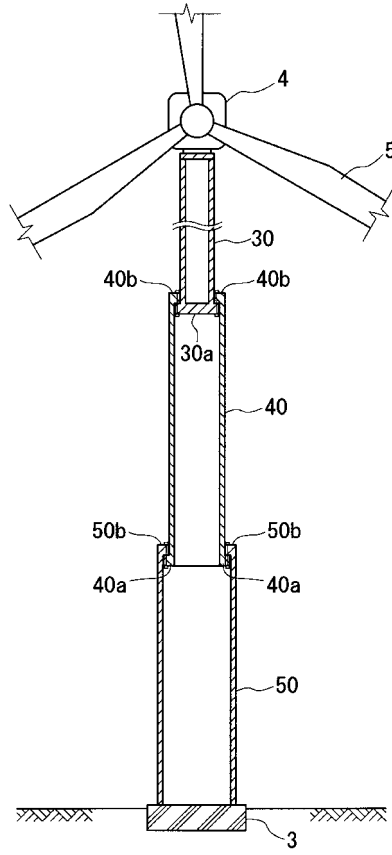
【 図 12 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 秀雄

千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会社竹中工務店技術研究所内

Fターム(参考) 3H078 AA02 AA26 BB16 BB20 CC01 CC47