

(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2017-161392

(P2017-161392A)

(43) 公開日 平成29年9月14日(2017.9.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1W 1/08 (2006.01)	GO1W 1/08	G
EO4H 12/10 (2006.01)	EO4H 12/10	A

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2016-46871 (P2016-46871)	(71) 出願人	000003687 東京電力ホールディングス株式会社 東京都千代田区内幸町一丁目1番3号
(22) 出願日	平成28年3月10日 (2016.3.10)	(71) 出願人	000001373 鹿島建設株式会社 東京都港区元赤坂一丁目3番1号
		(74) 代理人	100096091 弁理士 井上 誠一
		(72) 発明者	福本 幸成 東京都千代田区内幸町一丁目1番3号 東京電力株式会社内
		(72) 発明者	助川 博之 東京都千代田区内幸町一丁目1番3号 東京電力株式会社内

最終頁に続く

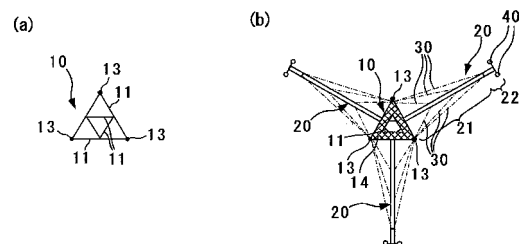
(54) 【発明の名称】 観測塔

(57) 【要約】

【課題】 水上において好適に気象データを計測できる観測塔を提供する。

【解決手段】 観測塔は、水上にて風況などの気象データの計測を行うためのものである。観測塔は、支柱10、ブーム20、計測機器40等を有する。ブーム20は支柱10から側方に延び、長手方向と直交する方向の断面が扁平状であるブーム本体21を有する。計測機器40はブーム先端22に設けられ、風況などの気象データの計測を行う。ブーム20は、支柱10から架け渡されたワイヤ30により保持される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水上にて気象データの計測を行うための観測塔であって、
 主柱と、
 主柱から側方に延び、長手方向と直交する方向の断面が扁平状であるブーム本体を有するブームと、
 ブーム先端に設けられた、気象データを計測するための計測機器と、
 を有することを特徴とする観測塔。

【請求項 2】

前記ブーム本体は、長手方向に沿った一对の主桁の間に床版が配置された構成を有することを特徴とする請求項 1 記載の観測塔。 10

【請求項 3】

前記床版は、上下方向に貫通する孔を有することを特徴とする請求項 2 記載の観測塔。

【請求項 4】

前記計測機器は、気象データとして風況のデータを計測することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の観測塔。

【請求項 5】

前記ブームが、前記主柱から架け渡された線材により保持されることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の観測塔。

【請求項 6】

前記線材は、前記ブームの上下両側に設けられることを特徴とする請求項 5 記載の観測塔。 20

【請求項 7】

前記主柱は、3本の脚柱の間に水平材が設けられた略三角形平面を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の観測塔。

【請求項 8】

前記主柱は、上下の水平材の間に斜材が設けられたトラス構造を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の観測塔。

【請求項 9】

前記ブーム先端は前記ブーム本体側へと折り返し可能であることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の観測塔。 30

【請求項 10】

前記ブームに、作業員の墜落防止用のレールが設けられたことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の観測塔。

【請求項 11】

前記ブーム先端は、複数の前記計測機器が取付けられた計測機器取付部を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 10 のいずれかに記載の観測塔。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、気象データの計測を行う観測塔に関する。 40

【背景技術】

【0002】

現在、洋上に風力発電設備を設置するケースが増えており、その設置環境の選定や発電能力試算のため、予め洋上にて風向、風速などの風況観測を行うニーズが高まっている。

【0003】

従来、風力発電設備は陸上に設けるのが一般的であり、上記の風況観測は、地上に観測塔を設け、これに各種の計測機器を取付けて行うことが多い。観測塔は、地上に設けた主柱を支線によって地上から姿勢保持して構成されることが多く、この主柱から細径のパイプを水平に張り出させ、主柱から離れたパイプ先端に風速計や風向計などの計測機器を設 50

置して計測を行う方法が一般的である。これにより、風況に対する主柱やパイプの影響を小さくし、計測精度を確保することができる。

【0004】

一方、洋上においては特許文献1のように浮体式のプラットフォームに設置したドップラー式の風況計測装置により風向や風速のデータを計測する例がある。ドップラー式の風況計測装置は、上空に向けて音波などのビームを放射し、大気からの反射波を受信してその周波数のシフト量から遠隔にある大気の風向や風速を計測するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

【特許文献1】特許第4636783号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1のようにドップラー式の風況計測装置を用いる場合、雨や霧など天候の影響により計測精度が低下したり、風況計測装置に波が被ったりする問題があり、洋上における風況観測の方法が一般化されるには至っていない。

【0007】

計測精度の面からは、前記のように観測塔に計測機器を設け、その設置位置での風況のデータを直接計測することが望ましい。しかしながら、洋上において陸上の場合と同様に主柱を支線で姿勢保持するのはスペース上、構造上の問題から非常に困難である。

20

【0008】

主柱の強度を高めて自立可能な剛構造とすれば支線は不要となるものの、主柱の幅や構成部材が大きくなると主柱周りの広範囲の風況に影響を与える。結果、計測機器を主柱からより遠い位置に取付ける必要が生じる。

【0009】

そのために例えば主柱から長いブームを張り出させて先端に計測機器を取付ける構成とする場合、ブームは高剛性な構造にしなければならず、ブームが大きくなることで風況に与える影響が大となり計測精度に悪影響がでる。加えて、ブームが長くマッシブな構造になると、風による共振が発生しやすくなり、計測機器が振動することによって計測精度が低下する恐れもある。

30

【0010】

本発明は上記の問題に鑑みてなされたものであり、水上において好適に気象データを計測できる観測塔を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

前述した課題を解決するための本発明は、水上にて気象データの計測を行うための観測塔であって、主柱と、主柱から側方に延び、長手方向と直交する方向の断面が扁平状であるブーム本体を有するブームと、ブーム先端に設けられた、気象データを計測するための計測機器と、を有することを特徴とする観測塔である。

40

【0012】

本発明に係る観測塔では、上記のブーム構造により、ブームの風に対する見付面積を小さくしつつ、ブームに必要な剛性を確保できるようになる。このような新しいブーム構造を採用することで、主柱の影響を小さくするためのブーム長を確保しながら、ブームが風況等に与える影響や風によるブームの振動を抑えることが可能となり、高い精度で風況等の気象データを計測することが可能になる。

【0013】

前記ブーム本体は、長手方向に沿った一対の主桁の間に床版が配置された構成を有することが望ましい。また前記床版は、上下方向に貫通する孔を有することが望ましい。

このようなブーム本体の構成により、簡易な構造で剛性を好適に確保することができる

50

。またブーム上を歩いて渡ることができ、ブーム先端の計測機器等のメンテナンスが容易になる。さらに、床版が上下方向の孔を有することで床版の上下の気圧が同等となり、ブーム本体の風による振動を防止することができる。

【0014】

前記計測機器は、例えば気象データとして風況のデータを計測する。

計測機器によって風向や風速など風の状態を示す風況のデータを計測することで、計測結果を風力発電設備の設置環境の選定や発電能力試算に利用することができる。

【0015】

前記ブームが、前記主柱から架け渡された線材により保持されることが望ましい。また前記線材は、前記ブームの上下両側に設けられることが望ましい。

ブームを主柱から線材によって保持することでブームの変形を防止することができ、線材によって上下両側からブームを保持することで、ブームの上下の振動を防止できる。

【0016】

前記主柱は、3本の脚柱の間に水平材が設けられた略三角形平面を有することが望ましい。

これにより、脚柱の本数を最小限にして主柱が風況に与える影響を低減することができる。

【0017】

前記主柱は、上下の水平材の間に斜材が設けられたトラス構造を有することが望ましい。

主柱としてトラス構造を採用することで、風況に与える影響を小さくしつつ高強度とできる。

【0018】

前記ブーム先端は前記ブーム本体側へと折り返し可能であることが望ましい。

これにより、ブーム先端に設けた計測機器等のメンテナンスが容易になる。

【0019】

前記ブームに、作業員の墜落防止用のレールが設けられることが望ましい。

例えばレールに作業員の安全帯をロープ等を介して接続することで、作業員の墜落を防止することができる。

【0020】

前記ブーム先端は、複数の前記計測機器が取付けられた計測機器取付部を有することが望ましい。

これにより、風向と風速など複数種類のデータを1箇所のブーム先端にて好適に計測できる。

【発明の効果】

【0021】

本発明により、水上において好適に気象データを計測できる観測塔を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】観測塔1の概略を示す図

【図2】主柱10の水平方向断面を示す図

【図3】ブーム本体21を示す図

【図4】フレーム211を示す図

【図5】ブーム本体21の長手方向と直交する方向の断面を示す図

【図6】ブーム先端22を示す図

【図7】計測機器取付部222を示す図

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、図面に基づいて本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

図 1 は本発明の実施形態に係る観測塔 1 の概略を示す図であり、観測塔 1 の正面を見たものである。本実施形態に係る観測塔 1 は、海洋などの水上に設けられ、気象データとして、風向、風速など風の状態を示す風況のデータを計測するためのものである。

【 0 0 2 5 】

観測塔 1 は、水底の地盤 5 に基部 4 を設け、その上に床状のプラットフォーム 2 を設置し、このプラットフォーム 2 に主柱 1 0 を設けたものである。主柱 1 0 にはブーム 2 0 が設けられ、ブーム先端に風況のデータを計測するための計測機器 4 0 が設けられる。

【 0 0 2 6 】

主柱 1 0 は鋼材によって構成された塔状構造物であり、水平材 1 1、斜材 1 2、脚柱 1 3 等を有する。主柱 1 0 は、外周部に配置された上下の水平材 1 1 の間に斜材 1 2 が略 8 字状に設けられたトラス構造を有し、このトラス構造を隣り合う脚柱 1 3 の間で上下に積層して構成される。

10

【 0 0 2 7 】

主柱 1 0 は頂部に行くにつれ幅の狭まった形状となっており、脚柱 1 3 同士の間隔も主柱 1 0 の頂部に行くにつれ狭まる。主柱 1 0 の頂部には避雷針 5 0 や航空障害灯 6 0 など設けられる。

【 0 0 2 8 】

図 2 (a) は図 1 の線 A - A による主柱 1 0 の水平方向断面を示す図である。図 2 (a) に示すように、主柱 1 0 は、3 本の脚柱 1 3 の間に水平材 1 1 が設けられた略三角形平面を有する。特に本実施形態では主柱 1 0 の平面が略正三角形形状であり、この平面もまた、水平材 1 1 を略三角形形状に組み合わせたトラス構造を有する。

20

【 0 0 2 9 】

図 1 に示すように、ブーム 2 0 は、主柱 1 0 から側方へと水平に延びるように設けられる。ブーム 2 0 は主柱 1 0 から架け渡されたワイヤ 3 0 (線材) によって姿勢が保持され、これによりブーム 2 0 の変形が防止される。ワイヤ 3 0 はブーム 2 0 の上下両側に設けられ、ワイヤ 3 0 によって上下からブーム 2 0 を保持することで、ブーム 2 0 の上下の振動が防止される。

【 0 0 3 0 】

図 2 (b) は図 1 の線 B - B による主柱 1 0 の水平方向断面を示す図である。図 2 (b) に示すように、ブーム 2 0 は、主柱 1 0 の略三角形平面の各々の辺の中央部に当たる位置から、当該辺と直交する方向へと側方に延びている。ワイヤ 3 0 は、主柱 1 0 の略三角形平面の各々の辺の両端部 (略三角形平面の頂点) から当該辺に設けたブーム 2 0 へと架け渡されており、ブーム 2 0 はワイヤ 3 0 により左右からも保持される。

30

【 0 0 3 1 】

なお、図 1 では、煩雑さを避けるため、観測塔 1 の正面側 (図 2 (b) の下側に対応する) のブーム 2 0 および当該ブーム 2 0 を保持するワイヤ 3 0 などの図示を省略している。また主柱 1 0 においてブーム 2 0 の高さに対応する位置では、水平材 1 1 の上方に歩廊 1 4 が設けられる。歩廊 1 4 としてはグレーチングなどが用いられ、作業員はこの歩廊 1 4 からブーム 2 0 上にアクセスできる。

40

【 0 0 3 2 】

ブーム 2 0 は鋼材によって片持ち梁状に構成される。ブーム 2 0 の長さは主柱 1 0 の平面の大きさ等に応じて定められ、一般的には主柱 1 0 の平面が大きいほどブーム 2 0 を長くする。またブーム 2 0 は共振や風による渦励振が生じないように設計される。ブーム 2 0 あるいは前記の主柱 1 0 に用いる鋼材は特に限定されず、例えばステンレス鋼などの耐食性の高いものを用いたり、防食塗装を施したりすることもできる。

【 0 0 3 3 】

ブーム 2 0 はブーム本体 2 1 とブーム先端 2 2 から構成される。前記のワイヤ 3 0 はブーム本体 2 1 に取付けられ、ブーム先端 2 2 には前記したように計測機器 4 0 が設けられる。

50

【0034】

図3はブーム本体21を示す図である。図3(a)はブーム本体21を上から見た図であり、図3(b)はブーム本体21を側方から見た図である。

【0035】

図3(a)に示すように、ブーム本体21は、フレーム211に床版212を取付けて構成される。

【0036】

フレーム211は、平面が略梯子状となるように鋼材を組み合わせたものである。図4は床版212を省略してフレーム211を示した図である。図4に示すように、フレーム211は、長手方向に沿った一对の主桁211aの間に横架材211bを設けて構成される。

10

【0037】

床版212はフレーム211の開口部に配置される。床版212は、上下方向に貫通する孔を通気のために有し、そのような部材として本実施形態ではグレーチングが用いられる。

【0038】

図3(a)、(b)に示すように、フレーム211の両側面にはプレート213が設けられる。ワイヤ30の先端はこのプレート213に取付けられる。

【0039】

なお、本実施形態のブーム20では、作業員の墜落防止用のレール24がブーム本体21の一方の側部に設けられる。レール24は支柱241により支持してブーム本体21の長手方向に沿って配置されており、このレール24に作業員の安全帯をロープ等を介してロリップ機構により接続することで、作業員の墜落が防止できる。このレール24は手摺としても利用可能である。

20

【0040】

図5はブーム本体21の長手方向と直交する方向の断面を示す図であり、図3(b)の線C-Cによる断面を見たものである。図5に示すように、ブーム本体21は、フレーム211の一对の主桁211aの間に床版212が配置された扁平状の断面構成を有する。すなわち、ブーム本体21の長手方向と直交する方向の断面を見たときに、厚さより幅の大きい扁平な形状となっている。ブーム本体21の幅は、例えばブーム本体21の厚さの4~5倍程度か、あるいはそれ以上である。なお図5ではレール24等の図示を省略している。

30

【0041】

このようなブーム構造により、風に対する見付面積を小さくしつつ、ブーム20に必要な剛性を確保できる。また床版212を、グレーチングなど上下方向に貫通する孔を有するものとするすることで、床版212の上下の気圧が同等となり、ブーム本体21の風による振動を防止することができる。

【0042】

図6はブーム先端22を示す図である。図6(a)はブーム先端22を上から見た図であり、図6(b)はブーム先端22を側方から見た図である。

40

【0043】

ブーム先端22は、ブーム本体21に続けて配置されたフレーム221の先端に、計測機器取付部222を設けて構成される。フレーム221や計測機器取付部222は、鋼材として丸形鋼管や角形鋼管など細幅(例えば幅が25~50mm程度)の棒材を用いて構成され、これにより風況に与える影響を小さくすることができる。

【0044】

フレーム221は、平面が略梯子状となるように角形鋼管などを組み合わせたものである。フレーム221はヒンジ機構23によりブーム本体21のフレーム211に連結される。ブーム先端22をヒンジ軸を中心として鉛直面内で回転させることにより(図6(b)の矢印D参照)、ブーム先端22をブーム本体21側に折り返し可能である。これによ

50

り、ブーム本体 2 1 上の作業員によってブーム先端 2 2 の計測機器 4 0 のメンテナンスを容易に行うことができる。

【 0 0 4 5 】

フレーム 2 2 1 には略 9 0 度の中心角を有する円弧状のストッパ 2 2 3 が設けられており、ブーム先端 2 2 をブーム本体 2 1 側へと回転させる際に、ストッパ 2 2 3 の先端のプレート 2 2 3 a がブーム本体 2 1 のフレーム 2 1 1 に当接すると回転が停止するようになっている。

【 0 0 4 6 】

図 7 は計測機器取付部 2 2 2 を示す図である。図 7 は計測機器取付部 2 2 2 を正面から見たものであり、図 6 (a)、(b) を左側から見た図に対応する。

10

【 0 0 4 7 】

計測機器取付部 2 2 2 は、水平材 2 2 2 a の両端部から上方へと鉛直材 2 2 2 b を設けるとともに、水平材 2 2 2 a の中央部から下方へと鉛直材 2 2 2 c を設けたものである。水平材 2 2 2 a は中央部付近で前記のフレーム 2 2 1 に固定される。水平材 2 2 2 a や鉛直材 2 2 2 b、2 2 2 c には丸形鋼管などが用いられる。

【 0 0 4 8 】

計測機器取付部 2 2 2 には複数の計測機器 4 0 が取付けられる。すなわち、計測機器取付部 2 2 2 の両鉛直材 2 2 2 b の先端付近、および鉛直材 2 2 2 c の先端付近のそれぞれに計測機器 4 0 が取付けられる。

【 0 0 4 9 】

本実施形態では、上記した両鉛直材 2 2 2 b のうち一方の鉛直材 2 2 2 b の先端付近に矢羽根式風向計などの風向計が取付けられ、他方の鉛直材 2 2 2 b の先端付近に三杯式風速計などの風速計が取付けられる。また鉛直材 2 2 2 c の先端付近にも、計測機器 4 0 として例えば三次元超音波風速計などの風速計が取付けられる。ただし、場所によっては計測機器取付部 2 2 2 において鉛直材 2 2 2 c 及びその先端の計測機器 4 0 を省略することもある。

20

【 0 0 5 0 】

本実施形態では、これらの計測機器 4 0 によって気象データとして風向や風速など風況のデータが計測される。しかしながら、計測機器 4 0 はこれに限らず、例えば気象データとして、気圧、温度や湿度、雨量などを計測するための計測機器 4 0 を取付けてもよい。また、主柱 1 0 から延ばした 3 本のブーム 2 0 の先端に設けた計測機器 4 0 の計測データを補完することで、主柱 1 0 の周囲 3 6 0 度に渡るデータを作成することも可能である。

30

【 0 0 5 1 】

以上説明したように、本実施形態の観測塔 1 によれば、図 5 等で説明したブーム構造により、ブーム 2 0 の風に対する見付面積を小さくしつつ、ブーム 2 0 に必要な剛性を確保できるようになる。このような新しいブーム構造を採用することで、主柱 1 0 の影響を小さくするためのブーム長を確保しながら、ブーム 2 0 が風況等に与える影響や風によるブーム 2 0 の振動を抑えることが可能となり、高い精度で風況等の気象データを計測することが可能になる。

【 0 0 5 2 】

またブーム本体 2 1 は、長手方向に沿った一对の主桁 2 1 1 a の間に床版 2 1 2 を配置した構成を有することで、簡易な構造で剛性を好適に確保することができる。また作業員がブーム 2 0 上を歩いて渡ることができ、ブーム先端 2 2 の計測機器 4 0 等のメンテナンスを容易に行うことができる。さらに、床版 2 1 2 が上下方向の孔を有することで床版 2 1 2 の上下の気圧が同等となり、ブーム本体 2 1 の風による振動を防止することができる。

40

【 0 0 5 3 】

また、計測機器 4 0 によって風向や風速など風の状態を示す風況のデータを気象データとして計測することで、計測結果を水上の風力発電設備の設置環境の選定や発電能力試算に利用することができる。

50

【 0 0 5 4 】

さらに、ブーム 2 0 を主柱 1 0 からワイヤ 3 0 によって保持することでブーム 2 0 の変形を防止することができ、ワイヤ 3 0 によって上下両側からブーム 2 0 を保持することで、ブーム 2 0 の上下の振動を防止できる。

【 0 0 5 5 】

また、主柱 1 0 は、3 本の脚柱 1 3 の間に水平材 1 1 を設けた略三角形平面とすることで、脚柱 1 3 の本数を最小限にして主柱 1 0 が風況に与える影響を低減することができる。また主柱 1 0 として上下の水平材 1 1 の間に斜材 1 2 を設けたトラス構造を採用することで、風況に与える影響を小さくしつつ高強度とでき、耐震性も確保できる。

【 0 0 5 6 】

また、ブーム先端 2 2 をブーム本体 2 1 側に折り返し可能とすることで、ブーム先端 2 2 に設けた計測機器 4 0 等のメンテナンスが容易になる。

【 0 0 5 7 】

さらに、ブーム 2 0 に設けたレール 2 4 に作業員の安全帯をロープ等を介して接続するなどして、作業員の墜落を防止することができる。

【 0 0 5 8 】

加えて、ブーム先端 2 2 の計測機器取付部 2 2 2 に複数の計測機器 4 0 を取付けることで、風向と風速など複数種類のデータを 1 箇所のブーム先端 2 2 にて好適に計測できる。

【 0 0 5 9 】

しかしながら、本発明はこれに限らない。例えば主柱 1 0 の構成は前記したものに限らず、略正方形の平面とすることも可能であるし、トラス構造でなくともよい。しかしながら、前記した構成とすることで、主柱 1 0 が風況に与える影響を極力低減しつつ、強度や耐震性を確保できる利点がある。

【 0 0 6 0 】

同様に、ブーム 2 0 の構成も前記したものに限定されない。例えばブーム本体 2 1 は長手方向と直交する方向の断面を見たときに扁平な形状であればよく、その構造等は様々に考えられる。またブーム先端 2 2 の計測機器取付部 2 2 2 の構成や計測機器 4 0 の取付位置なども図 7 の例に限定されず、計測精度等を考慮して適宜定めることができる。例えば図 7 では両鉛直材 2 2 2 b の長さが異なっているが、これらの鉛直材 2 2 2 b の長さは特に限定されない。

【 0 0 6 1 】

また、観測塔 1 は、本実施形態のように水底の地盤 5 上に基部 4 を設けた着床式のものに限らず、観測塔 1 の大きさ等によっては浮体のプラットフォーム上に主柱 1 0 等を設けた浮体式のものでもよい。ただし、この場合は波による揺れを考慮した計測データの補正が必要になる可能性がある。

【 0 0 6 2 】

また、ワイヤ 3 0 の代わりに、その他の線材として鋼棒やケーブルによってブーム 2 0 を保持することも可能である。さらに、床版 2 1 2 もグレーチングに限らず、上下方向に貫通する孔を有していればよい。例えばパンチングメタルのような板材を用いることも可能である。

【 0 0 6 3 】

以上、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されない。当業者であれば、本願で開示した技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 4 】

- 1 : 観測塔
- 2 : プラットホーム
- 4 : 基部

10

20

30

40

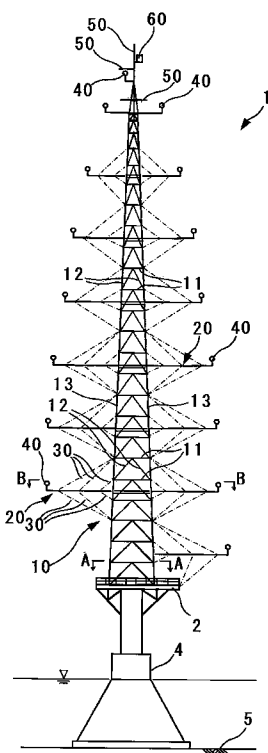
50

- 5 : 地盤
- 10 : 主柱
- 11、222a : 水平材
- 12 : 斜材
- 13 : 脚柱
- 14 : 歩廊
- 20 : ブーム
- 21 : ブーム本体
- 22 : ブーム先端
- 23 : ヒンジ機構
- 24 : レール
- 30 : ワイヤ
- 40 : 計測機器
- 50 : 避雷針
- 60 : 航空障害灯
- 211、221 : フレーム
- 211a : 主桁
- 211b : 横架材
- 212 : 床版
- 222 : 計測機器取付部
- 222b、222c : 鉛直材
- 223 : ストッパ

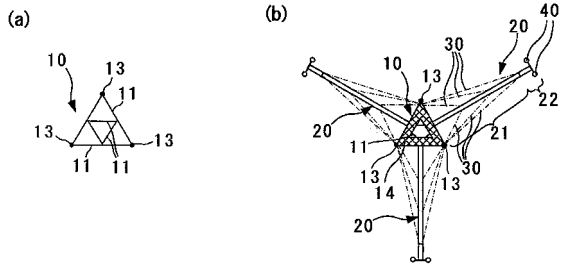
10

20

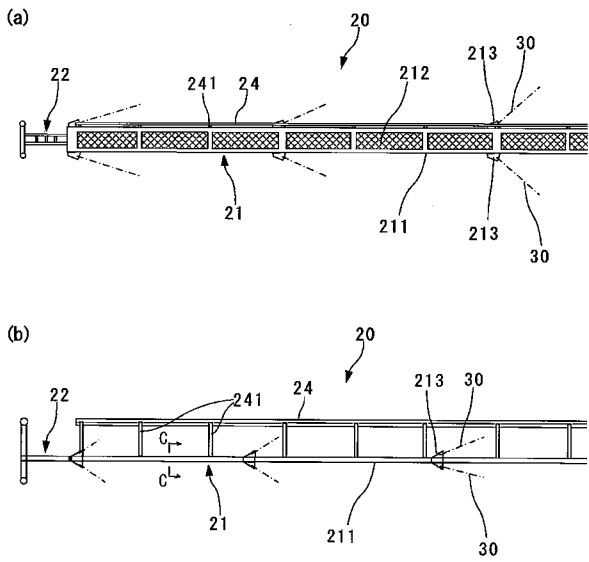
【図1】



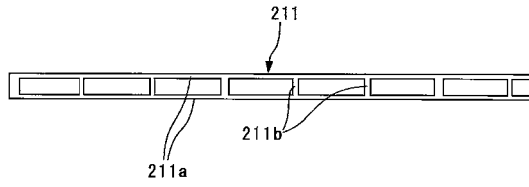
【図2】



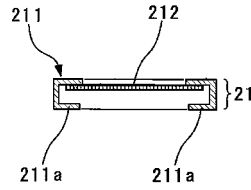
【 図 3 】



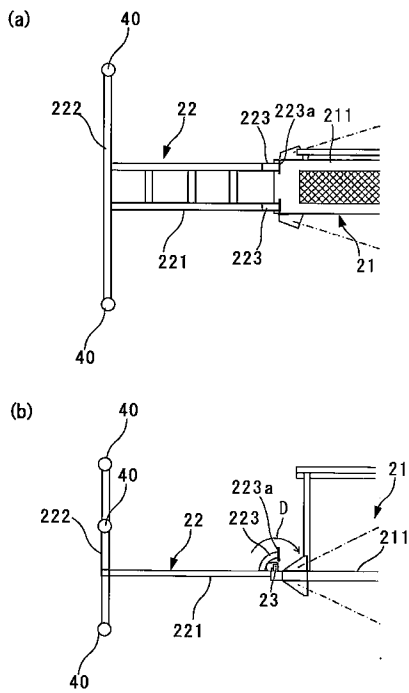
【 図 4 】



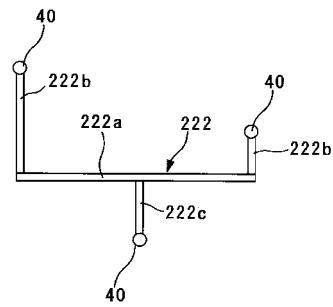
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 林田 宏二
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内
- (72)発明者 大窪 一正
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内
- (72)発明者 宇佐美 栄治
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内