(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2014-190237
(P2014-190237A)
(43)公開日　平成26年10月6日(2014.10.6)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F03D 11/00	(2006.01)	F03D	11/00	A	3H178
F03D 1/06	(2006.01)	F03D	1/06	A	

審査請求 未請求　請求項の数 13　ＯＬ　（全 16 頁）

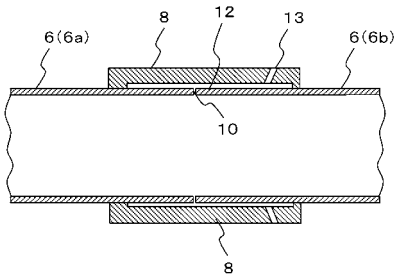
(21)出願番号　特願2013-66627(P2013-66627)
(22)出願日　平成25年3月27日(2013.3.27)

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100145816
弁理士　鹿股　俊雄
(74)代理人　100147315
弁理士　瀧本　十良三
(74)代理人　100119699
弁理士　塩澤　克利
(72)発明者　田中　明
東京都港区芝浦一丁目１番１号　株式会社東芝内
(72)発明者　兵藤　義浩
東京都港区芝浦一丁目１番１号　株式会社東芝内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】風車ブレード

(57)【要約】
【課題】分割構造の風車ブレードとして所望の剛性を備え、簡便な作業で組立てることができる風車ブレードの提供を目的としている。
【解決手段】２分割した風車ブレード５に対して剛性を持たせて接続する補強リング８は、内面形状として、分割部１０の周辺における根元側ブレード６ａの外皮部分と先端側ブレード６ｂの外皮部分における外表面形状に倣った面形状を有している。これにより、補強リング８を風車ブレード５の翼外皮６に密着させた状態で固定することができ、分割構造の風車ブレード５に剛性を持たせておくことができる。
【選択図】図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
根元側と先端側との間が、２分割以上された風車ブレードにおいて、
分割部周辺における翼の外皮形状に倣った内面を有し、かつ分割部を跨いで補強する接続治具により、前記分割部が密接固定されていることを特徴とする風車ブレード。
【請求項２】
前記接続治具は、前記風車ブレードのブレード流体特性が損なわれないように、前記接続治具の両端部に行くのに従って、板厚が漸減する形状に構成されていることを特徴とする請求項１に記載の風車ブレード。
【請求項３】
前記分割部における対向する端部の各外皮にそれぞれ環状のくぼみ部が形成され、前記接続治具が前記環状のくぼみ部内に埋め込まれていることを特徴とする請求項１又は２に記載の風車ブレード。
【請求項４】
前記接続治具の内面側中央部に環状の凸部が形成され、前記環状の凸部の両側面が前記分割部における対向する端面に当接していることを特徴とする請求項３に記載の風車ブレード。
【請求項５】
前記接続治具が、環状のリングであることを特徴とする請求項１乃至請求項４のいずれかに記載の風車ブレード。
【請求項６】
前記接続治具が、前記風車ブレードの長手方向に沿った半割り形状であることを特徴とする請求項１乃至請求項４のいずれかに記載の風車ブレード。
【請求項７】
前記分割部における対向する端面間が、固着手段により接合され、同接合部分の外周側に前記接続治具が配されていることを特徴とする請求項１乃至請求項６のいずれかに記載の風車ブレード。
【請求項８】
前記分割部における構成が、先端翼部側の端部を翼先端部側の端部内に嵌入した構成であることを特徴とする請求項１乃至請求項６のいずれかに記載の風車ブレード。
【請求項９】
前記風車ブレードの長手方向に縦通され、前記外皮を支持する翼桁の桁分割部が、前記翼桁の外周側を覆う補強部材で補強されていることを特徴とする請求項１乃至請求項８のいずれかに記載の風車ブレード。
【請求項１０】
前記風車ブレードの長手方向に縦通され、前記外皮を支持する翼桁の桁分割部が、根元側と先端側とに折り畳み可能な構成であることを特徴とする請求項１乃至請求項６のいずれかに記載の風車ブレード。
【請求項１１】
前記折り畳み可能な構造が、ヒンジ結合であり、
前記ヒンジ結合が、前記風車ブレードを展開させた際に、前記翼桁の長手方向を同軸線上に固定できる構成であることを特徴とする請求項１０に記載の風車ブレード。
【請求項１２】
前記分割部における対向する端面間に配され、根元側の外皮と先端側の外皮とを滑らかに接続する中央翼が設けられていることを特徴とする請求項１０又は請求項１１に記載の風車ブレード。
【請求項１３】
前記翼桁が、平行に配した少なくとも２本の翼桁から構成され、
前記各翼桁は、前記桁分割部での分割が許容され、
前記各翼桁のうち少なくとも一方の翼桁は、前記風車ブレードを展開させた際に、それ

ぞれの軸線状に配された前記各翼桁の固定状態を維持できる構成であることを特徴とする請求項１１に記載の風車ブレード。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明の実施形態は、風車ブレードに関する。
【背景技術】
【０００２】
再生可能エネルギー利用の拡大に対応して、風力発電においても大容量化が進められている。風力発電量は、風速の３乗に比例し、かつ風車ブレード長さ寸法の２乗に比例することから、単機あたりの出力増大を行うためには、風車ブレードの長さ寸法を長く構成した長翼化が必須の構成になっている。例えば、風車ブレードの直径としては、３ＭＷ級の発電では、１００ｍ前後の直径になり、それ以上の発電容量では１００ｍ超級の直径になる。
【０００３】
一般道路で搬送することのできる積荷の長さ寸法が、法令によって定められている。風車ブレードを陸上輸送するときは、一般的にトレーラを用いた陸上輸送が行われることになる。このとき、風車ブレードの長さにトレーラの長さを加えた寸法を考慮しておくことが必要であり、輸送路に関しては次のような注意が必要になる。
【０００４】
即ち、例えば、１）トンネル、歩道橋、電線などがある場合には、高さ制限に関して注意を払うことが必要になり、２）橋などを通過するときには、重量制限に関して注意を払うことが必要になり、３）急カーブや交差点など、風車ブレードを乗せたまま旋回するのが難しい箇所に関して注意を払うことが必要になり、４）長い直線道路で迂回路がなく、待避所を作ることができず離合が難しい場合に関して注意を払うことが必要になり、５）交差点、信号機が多い箇所に関して注意を払うことが必要になる。
【０００５】
場合によっては、途中の店舗の駐車場を借用しなければならない状況が発生したり、ガードレールや信号機などを外す必要が出てくる場合もあり得る。このように、長さ寸法の長い風車ブレードを搬送するためには、輸送経路に制限が加わることになり、輸送経路が長くなってしまうことが多くなる。また、輸送路を新規に舗装することが必要になるなど、輸送コストの増大が問題になっている。更に、風車ブレードの長さ寸法が、従来のブレード長以上に構成されている場合や、狭小地域に設置する場合などでは、陸上輸送が困難になってしまう場合もある。
【０００６】
このような問題に対して、風車ブレードを分割できる構成にして、輸送性を向上させた構成が各種提案されている（例えば、特許文献１～４参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特開２００５－１４７０８５号公報
【特許文献２】特開２００５－１４７０８６号公報
【特許文献３】特開２００５－２９９６２０号公報
【特許文献４】特開２００６－１２３２７７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
しかし、上述した特許文献１～４に記載されているような、風車ブレードを分割した構成では、分割部分を強固に接続し、かつその組立時間を短縮することに問題があった。
【０００９】

本発明の実施形態では、上述した問題を解決するためになされたものであり、長翼化した風車ブレードを陸上輸送する上において、問題なく輸送できる長さ寸法に分割することができる構造とし、しかも、組み立てた際には、風車ブレードとして要求される剛性を備えさせておくことができ、現地で組立作業を行うときでも、簡便な作業で組立てることができる風車ブレードの提供を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

上述の目的を達成することのできる本発明の実施形態に係る風車ブレードでは、根元側と先端側との間が、２分割以上された風車ブレードにおいて、分割部周辺における翼の外皮形状に倣った内面を有し、かつ分割部を跨いで補強する接続治具により、前記分割部が密接固定されていることを最も主要な特徴としている。

【発明の効果】

【００１１】

本発明の実施形態に係る風車ブレードでは、接続治具の内面形状が、分割部周辺における翼の外皮形状に倣った形状を有しているので、接続治具によって分割部の補強を行うことができるとともに、分割部における根元側と先端側との間を密接状態で固定することができる。

【００１２】

しかも、風車ブレードに作用した外力によって、分割部に折り曲げ力やねじれ力が作用しても、分割部に設けた接続治具によって、風車ブレードが分割部で折れ曲がったり、ねじれたり、ねじ曲がったりするのを確実に防止できる。

【００１３】

また、接続治具は、接着剤やボルト等を用いて風車ブレードに固定することができるので、現地で組立作業を行う際にも簡単に組み付けることができる。しかも、風車ブレードに所望の剛性を持たせておくことができる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】風車の全体斜視図である。（実施例１～１０）
【図２】風車ブレードの長手方向における要部断面図である。（実施例１）
【図３】長手方向における接続治具の要部拡大断面図である。（実施例１）
【図４】長手方向における接続治具の要部拡大断面図である。（実施例２）
【図５】長手方向における接続治具の要部拡大断面図である。（実施例３）
【図６】長手方向における接続治具の要部拡大断面図である。（実施例４）
【図７】幅方向における接続治具の要部拡大断面図である。（実施例５）
【図８】長手方向における接続治具の要部拡大断面図である。（実施例６）
【図９】図１のＡ－Ａ断面図である。（実施例１～１０）
【図１０】長手方向における翼桁の要部断面図である。（実施例７）
【図１１】長手方向における翼桁の要部構成図である。（実施例７）
【図１２】風車ブレードの長手方向における要部断面図である。（実施例８）
【図１３】折り畳み構造の要部拡大図である。（実施例８）
【図１４】風車ブレードを折り畳んだ状態を示す側面図である。（実施例８）
【図１５】長手方向における翼桁の要部断面図である。（実施例９）
【図１６】折り畳み構造の要部拡大図である。（実施例９）
【図１７】図９におけるＢ－Ｂ断面図である。（実施例１０）
【図１８】図１２におけるＣ－Ｃ断面図である。（実施例１０）

【発明を実施するための形態】

【００１５】

以下、本発明に係る風車ブレードについて、図面を参照して説明する。

【実施例１】

【００１６】

図１を用いて、本実施形態に係る風車ブレード５が搭載される風力発電タービン１の構成について説明する。風力発電タービン１は、所定の地点に設置されるタワー２、タワー２の頂部に回動自在に取り付けられたナセル３、ナセル３内部に設けられる発電機（図示せず）及び略水平な軸線周りに回転可能に取り付けられたロータ（図示せず）、図示せぬロータの軸に取り付けられたハブ４、ハブ４の回転軸線周りに放射状に取り付けられた複数枚、例えば３枚の風車ブレード５を備えている。

【００１７】

図示せぬ発電機は、発電機のハウジング側に固定されたステータと、ステータ内で回転可能に支持されたロータと、を備えて構成されている。

即ち、風車ブレード５に当たった風力によって、ハブ４は回転軸周りに回転させられる。ハブ４の回転によって図示せぬロータが回転して、ロータの回転が図示せぬステータとの間で電力に変換される。

【００１８】

図２、図３に示すように、本発明に係る風車ブレード５は、その長さ方向において根元側ブレード６ａと先端側ブレード６ｂとに２分割できる構成になっている。

尚、風車ブレード５の構成として２分割した構成について以下では説明を行うが、本発明は２分割した構成に限定されるものではなく、３分割以上に分割した構成に対しても好適に適用することができる。

【００１９】

２分した風車ブレード５における分割部１０には、接続治具７が設置されており、接続治具７によって、分割構造の風車ブレード５に対して剛性を持たせて、その剛性を保持している。接続治具７は、剛性を有する構成であり、図示例では、接続治具７として補強リング８を用いた構成を示している。

【００２０】

補強リング８の内面形状、特に、補強リング８を分割部１０の周辺における翼外皮６に嵌合する内面側の部位形状は、分割部１０の周辺における根元側ブレード６ａの外皮部分と先端側ブレード６ｂの外皮部分における外表面形状に倣った面形状に形成されている。

【００２１】

補強リング８を予め、風車ブレード５の根元側ブレード６ａあるいは先端側ブレード６ｂの一方に設置しておき、風車ブレード５の組立て作業時に補強リング８をスライドさせ、接着剤等を介して風車ブレード５に固定することができる。あるいは、予め、根元側ブレード６ａに補強リング８を設置して固定しておき、先端側ブレード６ｂを補強リング８内に挿入して固定することも可能である。

【００２２】

また、図３に示すように風車ブレード５の翼外皮６と補強リング８との間に接着剤を充填できる隙間状の接着剤充填部１２を設けておき、補強リング８に形成した接着剤注入口１３から接着剤を充填することによって、補強リング８を翼外皮６に対して強固に固定することが可能となる。補強リング８を構成する材料としては、翼外皮６と同じ材料を用いて構成しておくことができる。接着剤充填部１２に充填された接着剤は、分割部１０にも浸入することができ、根元側ブレード６ａの端面と先端側ブレード６ｂの接合強度を向上させることができる。

【００２３】

風車ブレード５の翼外皮６としては、ガラス強化プラスチックやカーボン繊維強化プラスチック等の繊維で強化された繊維強化プラスチック（ＦＲＰ）等を用いて構成されている。

【００２４】

翼外皮６は、ハンドレイアップ法（湿式積層法）、RTM（Resin Transfer Molding）法、VaRTM（Vacuum Assist RTM）法等などにより成形することができる。接着剤としては、例えば、エポキシ系の接着剤等を用いることができる。

【００２５】

補強リング８の材料として金属材等を用いることもできるが、落雷時において雷を誘導しないようにするため、金属材や導電性の材料を用いたときには、補強リング８の外表面側を絶縁性の部材で覆った構成にしたり、被覆した構成にしておくことが望ましい構成になる。

【００２６】

尚、補強リング８を翼外皮６に固定するのに、接着剤を用いた構成について説明を行ったが、例えばボルト等の固定手段を用いて補強リング８を翼外皮６に固定することもできる。

【００２７】

上述したように構成されているので、風車の組立時において使用するクレーン等の重機器を用いて、補強リング８の設置作業や、先端側ブレード６ｂを補強リング８内に挿入する作業等を行うことが可能になる。また、組立時は風車ブレード５を水平に設置しての作業が、組立作業上スムーズに行うことができるので、ブレード組立用の架台等を用いて作業を実施することにより、風車ブレード５の移動、設置、固定等が容易に行うことができる。

【００２８】

また、風車ブレード５に加わる風速によって、風車ブレード５の長手方向に対して曲げ荷重やねじり荷重等が加わる。これらの荷重のうちで、特に長手方向に加わる荷重が支配的となる。このため、風車ブレード５の剛性として、長手方向の曲げ剛性を保持することが重要であり、特に分割構造で構成された風車ブレード５においては、分割部１０の長手方向に関して剛性を保持させることが必須となる。このことから、補強リング８の設置としては、組立上の容易さも含めて剛性保持に対して重要な構造となる。

上述したように、本発明によれば分割部１０での剛性を損なうことなく、簡便に組立作業を行うことが可能になり、補強リング８と風車ブレード５との一体化が可能となる。

【実施例２】

【００２９】

図４を用いて、本発明に係る実施例２の構成を説明する。実施例２では、実施例１における構成と同様の構成については、実施例１で用いた部材符号を用いることでその部材について重複する説明を省略する。

【００３０】

実施例２の構成では、分割部１０の外周側に嵌合した補強リング８の両端部１４における厚さを、両端部１４に沿って漸次薄くなるように形成している。風力発電タービン１における発電量は、風速の３乗に比例し、かつ風車ブレード５の長さ寸法の２乗に比例するが、風車ブレード５の翼外皮６の外表面形状によっても、流体特性に対して大きく影響を及ぼすことになる。

【００３１】

風車ブレード５の形状としては、一般的に根元側ブレード６ａでの横断面積が大きく、横幅も大きく形成されており、先端側ブレード６ｂでは、先端側に行くのに従って横幅が狭く、横断面積も小さく形成されている。しかも、翼外皮６の外表面形状としては、外表面に凹環状の凸部がない滑らかな面形状に形成されている。

【００３２】

翼外皮６における流動特性を損なわないようにするため、即ち、補強リング８の両端部における形状として、急激な形状変化が形成されないようにするため、言い換えると、流体特性への影響を無くすために、本発明では、補強リング８の両端部側における厚さに変化を持たせている。補強リング８の中央部から両端部にかけて滑らから外表面形状として形成し、しかも、補強リング８の外表面から翼外皮６表面への接続も滑らかに接続するように形成している。

【００３３】

このように補強リング８を構成することにより、補強リング８においても流体特性の影響を減少させることができる。そして、本発明では、分割部１０における剛性を損なうこ

となく、簡便に組立てることが可能となり、分割構成の風車ブレード５に強度を持たせて一体的な構造として組み立てることが可能となる。

【実施例３】

【００３４】

図５を用いて、本発明に係る実施例３の構成を説明する。実施例３では、実施例１、２における構成と同様の構成については、実施例１、２で用いた部材符号を用いることでその部材について重複する説明を省略する。

【００３５】

実施例３では、風車ブレード５における分割部１０における構成として、対向する根元側ブレード６ａの端部と先端側ブレード６ｂの端部とにおけるそれぞれの外表面に、環状のくぼみ部１５を形成している。根元側ブレード６ａの端部と先端側ブレード６ｂの端部とに形成された環状のくぼみ部１５とによって、分割部１０において端部の端面同志を当接固定したときには、補強リング８を埋め込み固定することができる環状のくぼみ溝を構成できる。そして、補強リング８の内面８ａにおける形状として、環状のくぼみ部１５の面形状に倣った凸状のふくらみを持たせた形状に構成している。

【００３６】

補強リング８の装着方法としては、接着剤等を用いて補強リング８を、根元側ブレード６ａ又は先端側ブレード６ｂに形成した環状のくぼみ部１５の一方に予め固定しておく。そして、風車ブレード５の組立時に、根元側ブレード６ａ又は先端側ブレード６ｂに固定した補強リング８の内面８ａに先端側ブレード６ｂ又は根元側ブレード６ａの端部を嵌合させる。このとき、補強リング８の内面８ａや嵌入する端部に形成した環状のくぼみ部１５に接着剤等を塗布しておくことができる。

【００３７】

この組立て時では、接合前に予め接着剤を塗布しておいて、接合することも可能であるが、嵌め込み後に両者の当接合部に接着剤を注入して接合することも可能である。このように組み立て作業を行うと、予め補強リング８が片側の翼端部に接合された構成になっているため、現地での組み立て作業が容易になる。

【００３８】

このように本発明では、補強リング８を風車ブレード５における分割部１０の端部に容易に設置することができ、しかも、分割部１０における剛性を損なうことなく、分割構成の風車ブレード５の一体化が可能となる。

【実施例４】

【００３９】

図６を用いて、本発明に係る実施例４の構成を説明する。実施例４は、実施例３の構成を更に改良した構成になっている。そのため、実施例３における構成と同様の構成については、実施例３で用いた部材符号を用いることでその部材について重複する説明を省略する。

【００４０】

実施例４では、補強リング８を環状のくぼみ部１５間に埋め込んだ状態のとき、分割部１０における根元側ブレード６ａの端部端面と先端側ブレード６ｂの端部端面とが離間した隙間が形成された配置関係になっている。この隙間に挿入することができる環状の凸部１６を補強リング８の中央部における内面８ａから突出させた構成になっている。

【００４１】

一対の環状のくぼみ部１５間に嵌め込んだ補強リング８の中央部には、凸部１６が形成されているので、凸部１６の両側面を、分割部１０における根元側ブレード６ａの端部端面と先端側ブレード６ｂの端部端面とで挟み込んだ状態で固定することができる。これにより、補強リング８と分割部１０の両端部との固定状態がより強固に構成できる。

そして、実施例３と同様に、組立時の接合作業が容易なものとなる。そして、剛性を持たせた状態で、分割した風車ブレード５の一体化が可能となる。

【実施例５】

【００４２】
図７を用いて、本発明に係る実施例５の構成を説明する。実施例５では、実施例１～４における構成と同様の構成については、実施例１～４で用いた部材符号を用いることでその部材について重複する説明を省略する。
【００４３】
実施例１～実施例４では、接続治具７として補強リング８を用いた構成について説明を行ったが、接続治具７としては、環状のリング形状に限定されるものではなく、実施例５で説明するように、半割型に分割した上部補強リング部１８ａと下部補強リング部１８ｂとからなる補強リング１８を用いた構成にすることができる。
【００４４】
実施例１～実施例４で説明した一体型の補強リング８では、分割した風車ブレード５を一体化する際には分割された翼を補強リング８内に嵌入させる作業が生じる。しかし、補強リング１８を分割構造に構成しておけば、半割り部分である下部補強リング部１８ｂを分割部１０において接合した翼外皮６の部位に固定しておくことができる。その後、この部位に対して上部からもう一方の上部補強リング部１８ａを被せて固定することにより組立てが完了となる。
【００４５】
上部補強リング部１８ａの固定は、予め接合部に対して接着剤を塗布しておいても可能であり、また組立て後に接着剤を注入しても同様な効果が得られる。
補強リング１８の分割部分は、上部補強リング部１８ａと下部補強リング部１８ｂとの組立てが容易となるように、合わせ面１８ｃに凹溝とこの凹溝に嵌入する凸条とを形成しておくことも可能である。即ち、対向する合わせ面１８ｃのうち、一方の合わせ面１８ｃに凹溝を形成し、他方の合わせ面１８ｃに凸状を形成しておくことができる。凹溝と凸条とによって、上部補強リング部１８ａと下部補強リング部１８ｂとを組み立てるときの位置合わせが容易になる。
【００４６】
このように、本発明では、補強リング１８を簡便に風車ブレード５の翼外皮６に固定することができ、しかも、分割部１０における剛性を損なうことなく、分割構成の風車ブレード５の一体化が可能となる。
【実施例６】
【００４７】
図８を用いて、本発明に係る実施例６の構成を説明する。実施例６では、実施例１～５における構成と同様の構成については、実施例１～５で用いた部材符号を用いることでその部材について重複する説明を省略する。
【００４８】
実施例６では、先端側ブレード６ｂを根元側ブレード６ａの端部内に差し込み、両者の外周側に補強リング８を設置して、固定して一体化させている。翼差込部に関する固定としては、接着剤を注入したのち、外周側に補強リング８を設置して固定することができる。
【００４９】
また、翼差込部の内径側についても、接着剤を塗付した接着補強部１９を形成して強度を高めておくことができる。分割面１０において根元側ブレード６ａの端面と先端側ブレード６ｂの端面とを接合する場合に比べて、分割された翼の部位における外形上の差が大きくなるため、その外形差に倣った内面形状を有する補強リング８を設置して、固定することが必要となる。このように、本発明の構成によって、容易に分割部１０における剛性を損なうことなく、分割構成の風車ブレードの一体化が可能となる。
【実施例７】
【００５０】
図９～図１１を用いて、本発明の実施例７の構成を説明する。実施例７は、翼外皮６を内側から補強している翼桁の構成に関するものである。風車ブレード５が分割構成になっ

ている関係から、翼桁も風車ブレード５の分割位置で分割可能に構成されている。

【００５１】

一般的に風車ブレード５の内部は空洞に構成されているが、風車ブレード５における長手方向での内部補強を確保するため、図９に示すように、一対の翼桁２０ａ、２０ｂが、風車ブレード５の長手方向に設置されている。一対の翼桁２０ａ、２０ｂによって、翼外皮６を内側から補強している。

【００５２】

尚、風車ブレード５の内部に形成した空洞を空洞の状態のまま使用することも、図９に示すように、翼外皮６と翼桁２０ａ、２０ｂとの間に充填剤３０を充てんさせた構成にしておくこともできる。

【００５３】

翼桁２０ａ、２０ｂの構成材料としては、翼外皮６と同様に繊維強化プラスチックを用いた構成にしておくこともできる。また、他の素材を用いた構成にしておくこともできる。強度や剛性の高い炭素繊維強化樹脂等を用いて構成すると、風車ブレード５の軽量化が可能になり、長翼化の構成に対しては好適な材料になる。

【００５４】

翼外皮６は、実施例１の欄に記載したように、ハンドレイアップ法（湿式積層法）、RTM（Resin Transfer Molding）法、VaRTM（Vacuum Assist RTM）法等などにより成形することができる。また、翼桁２０ａ、２０ｂは、FW（Filament Winding）法等を採用して成形することができる。FW（Filament Winding）法等により成形した翼桁２０ａ、２０ｂは、剛性と強度とを向上させることが出来る。

【００５５】

充填剤３０としては、軽量な発泡ウレタン等を採用することが出来る。充填剤３０を使用しなくても十分に風車ブレード５の剛性が確保できる場合は、充填剤３０の使用を省略することもできる。

【００５６】

図示例では、一対の翼桁２０ａ、２０ｂを設けた構成を示しているが、風車ブレード５の幅寸法等に応じて、３本以上の翼桁を設けた構成にしておくこともできる。

長翼構造での一般的な内部補強は、複数本の翼桁２０ａ、２０ｂが長手方向に設置された構成になっているが、風車ブレード５を分割構造とした場合には、分割された翼桁２０ａ、２０ｂによる剛性力の低下を防いでおく必要がある。

【００５７】

本発明では、翼桁２０ａと翼桁２０ｂとの接続部に補強部材２２を設けることで、翼桁２０ａと翼桁２０ｂとの間での接合に強度を持たせている。補強部材２２は、翼桁２０ａと翼桁２０ｂとの接合部をカバーするように被覆させておくことができる。

【００５８】

上述した実施例で説明した補強リング８と同様に、翼桁２０ａ、２０ｂの接続の外周から補強部材２２を設置、固定することができる。翼桁２０ａ、２０ｂの端面同志が当接する接合部や、補強部材２２を設置する翼桁２０ａ、２０ｂの外周面に、予め接着剤を塗布しておくことができる。また、上述した接合部や補強部材２２を設置した部位に接着剤を注入することでより強固な接続を行わせることができる。

【００５９】

翼桁２０ａ、２０ｂを配設する部位は、風車ブレード５の内部になるので、流体特性の影響を考慮する必要がなく、補強部材２２の形状としては、U字型、コ字型等の適宜の形状に構成しておくことができる。また、風車ブレード５を組立てる際の設置の容易性や、製造上の観点などから、補強部材２２として、より最適な形状や取付の容易性が高い形状を選択して設置、固定することができる。

このように、本発明によれば、分割構造の風車ブレード５における剛性を損なうことなく、風車ブレード５を一体化した構成にすることが可能となる。

【００６０】

上述したように、実施例１～７では、風車ブレード５を根元側と先端側との間で分割して、分割した根元側ブレード６ａと先端側ブレード６ｂとを分離できる構成について説明を行ったが、本発明は、分離できる構成に限定されるものではなく、分割した根元側ブレード６ａと先端側ブレード６ｂとを折り畳むことができる構成に対しても、好適に適用することができる。そこで、根元側ブレード６ａと先端側ブレード６ｂとを折り畳むことができる構成に関して、実施例８～実施例１０を用いて説明を行う。

【実施例８】

【００６１】

図１２～１４を用いて、本発明に係る実施例８の構成を説明する。実施例８では、実施例１～７における構成と同様の構成については、実施例１～７で用いた部材符号を用いることでその部材について重複する説明を省略する。風車ブレード５の横断面形状としては、図９に示した図を使用する。

【００６２】

図１２に示すように、風車ブレード５は長さ方向の中央部において根元側ブレード６ａと先端側ブレード６ｂとが、分割部１０において分割された分割構造を有している。根元側ブレード６ａ及び先端側ブレード６ｂにおける分割部１０近傍では、図９に示す翼桁２０ａの構成が、図１４に示すように、根元側翼桁２１ａと、先端側翼桁２１ｂと、ヒンジ部２７によって接続された中翼桁２４と、から構成されている。また、図１２に示すように、翼桁２０ｂの構成は、根元側翼桁２３ａと、先端側翼桁２３ｂと、ヒンジ部２７によって接続された中翼桁２５と、から構成されている。

【００６３】

ヒンジ部２７を根元側翼桁２１ａ、２３ａと中翼桁２４、２５との間及び先端側翼桁２１ｂ、２３ｂと中翼桁２４、２５との間にそれぞれ設けることによって、根元側ブレード６ａと先端側ブレード６ｂとは、中間翼２６を外した状態において、図１２における紙面の表裏方向に回動することができる。

【００６４】

即ち、図１４に示すように、先端側ブレード６ｂを根元側ブレード６ａに対して折りたたむことが可能な構成になる。根元側ブレード６ａと先端側ブレード６ｂとは、同じ材料で構成することも、異なった材料で構成することもできる。異なった材料で構成するときには、例えば、先端側ブレード６ｂの材料を根元側ブレード６ａの材料よりも軽量な材料として、例えば炭素繊維強化樹脂で構成することができる。この場合には、根元側ブレード６ａやハブ４に作用する荷重を低減させることができる。

【００６５】

また、図１４に示すように、折り畳まれた風車ブレード５を、図１２に示すように展開して、根元側ブレード６ａと先端側ブレード６ｂとの間に中間翼２６を配した構成では、翼外皮６の長さ方向及び翼弦方向が延在するように配置されている。そして、このように構成した風車ブレード５において、中間翼２６を跨ぐ形で補強リング８を設けておくことができる。

【００６６】

このとき、図１３に示すように、根元側翼桁２１ａ、２３ａと中翼桁２４、２５とが当接する当接面の部位、中翼桁２４、２５と先端側ブレード６ｂとが当接する当接面の部位に、それぞれヒンジ部２７を配置しておけば、展開したときには、根元側翼桁２１ａと先端側翼桁２１ｂ及び根元側翼桁２３ａと先端側翼桁２３ｂがそれぞれ同軸線上に配することができる。

【００６７】

そして、根元側ブレード６ａと中央翼２６と先端側ブレード６ｂとをそれぞれ固定することが可能となる。風車ブレード５では、中間翼２６によって、根元側ブレード６ａの翼外皮と先端側ブレード６ｂの翼外皮との間が滑らかに接続されている。

【００６８】

中間翼２６は、背側の翼外皮と腹側の翼外皮とからなる二つ割の半割体から構成するこ

とができ、翼形状をした曲板状構造物として構成されている。中間翼２６を根元側ブレード６ａと先端側ブレード６ｂとの間に配したときには、中間翼２６は根元側ブレード６ａの翼外皮と先端側ブレード６ｂの翼外皮とに強固に接続されている。この接続方法としては、ボルト締めによる接続方法で良く、また接着剤を用いた接続方法でも良い。施工性と強度との関係から、接続強度が高いボルト締めが好適である。

【００６９】

中央翼２６は、翼外皮６や翼桁２０ａ、２０ｂと同様に、繊維強化樹脂を用いて構成することもできるし、他の素材を用いて構成することもできる。強度や剛性の高い炭素繊維強化樹脂等を用いた場合には、風車ブレード５の軽量化が可能であり、長翼化させた風車ブレード５を構成するのに好適な素材となる。

【００７０】

実施例１の説明でも記載したが、翼外皮６は、ハンドレイアップ法やRTM法等を採用して、繊維織物の積層体に樹脂を含浸させ硬化させて成形することができる。中央翼２６を構成する樹脂としては、翼外皮６や翼桁２０ａ、２０ｂを構成する樹脂と同一のもの（例えばエポキシ樹脂）を採用することができる。

【００７１】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で各種変更・変形が可能である。

例えば、風車ブレード５を２分割する構成の代わりに、３分割以上の多分割構造に風車ブレード５を構成しておくことも可能である。また、回動する方向は風車ブレード５のドラッギング方向でも良い。

【００７２】

実施例８に係る風車ブレード５は、長さ方向の略中央部において根元側ブレード６ａと先端側ブレード６ｂとに分割される分割構造を有している。従って、風車ブレード５の内部に配した翼桁２０ａ、２０ｂの構造を、根元側ブレード６ａと先端側ブレード６ｂとに作用する荷重に応じて変更することが可能となり、適切な剛性を与える構成にすることができ、不要な部材を省略することもできるので、風車ブレード５の軽量化が可能となる。

【００７３】

また、風車ブレード５が分割構造を有していることにより、風車ブレード５の輸送時においては、分割された分だけ長さの短い構造物として輸送することが可能になる。例えば、出力５～７．５MW相当で６０ｍの半径を有する風車ブレード５の場合、２分割構造にすることによって、長さ寸法が３０ｍとなり、３分割構造にすれば全長が約２０ｍの構造物として輸送することができる。

【００７４】

このように、「全長２０メートル以下」の規制がある輸送経路を使用する場合であっても、通行が可能となる。このため、輸送車の確保、輸送経路の選択等が容易となり、効率的な輸送を行うことができる。また、輸送作業時間の短縮及び輸送コストの低減を図ることができる。

【００７５】

輸送後の組立作業においても、ヒンジ部２７を介して回動させることで風車ブレード５を展開させ、組立を行うことができる。これにより、他の分割方法によるに比べて組立工数、組立時間を短縮させ、組立コストを低減することができる。

【００７６】

また、以上説明した実施形態に係る風車ブレード５においては、根元側ブレード６ａと先端側ブレード６ｂとを別個に製作することが可能である。例えば、６０ｍ級の風車ブレード５であっても、２分割構造の場合には、３０ｍ級のブレード製作設備を用いて風車ブレード５を製作することが可能であり、風車ブレード５が大型化しても大型設備の導入が不要となるため、風車ブレード５の大型化が容易となる。

【実施例９】

【００７７】

図１５、図１６を用いて、本発明の実施例９の構成を説明する。実施例９では、根元側翼桁２１ａと先端側翼桁２１ｂとの間には、ヒンジ部２７が配設された構成になっているが、根元側翼桁２３ａと先端側翼桁２３ｂとの間には、係合部２８が形成された構成になっている。

【００７８】

係合部２８の構成としては、鉤部２８ａと係合凹部２８ｂとを有した構成になっており、一方の鉤部２８ａが相手側となる他方の係合凹部２８ｂに係合し、一方の係合凹部２８ｂが他方の鉤部２８ａを受け入れる構成になっている。

【００７９】

このように構成することによって、風車ブレード５が展開した時には、係合部２８における鉤部２８ａと相手側の係合凹部２８ｂとが係合して、根元側翼桁２３ａと先端側翼桁２３ｂとを直線状に締結することができる。

【００８０】

これにより、風車ブレード５が展開したときには、翼桁２０ａ、２０ｂがそれぞれ同軸線上の配置構成となるように、根元側ブレード６ａ、中央翼２５、先端側ブレード６ｂを固定することが可能となり、風車ブレード５の剛性を向上できる。そして、同軸線上に配した風車ブレード５において、中央翼２５を跨ぐように補強リング８を配設しておくことができる。

【実施例１０】

【００８１】

図１７、図１８を用いて、本発明の実施例１０の構成を説明する。実施例１０では、根元側翼桁２１ａと先端側翼桁２１ｂとの横断面形状を異ならせた構成になっている。他の構成は、実施例８、実施例８における構成と同様の構成になっている。そのため、実施例８、実施例９における構成と同様の構成については、重複する説明を省略する。

【００８２】

風車ブレード５は、図１２に示すように、長さ方向の中央部において根元側ブレード６ａと先端側ブレード６ｂとに分割される分割構造に構成されている。そして、根元側翼桁２１ａの断面形状と先端側翼桁２１ｂの断面形状とが、図１７、図１８にそれぞれ示しているように異なる断面形状を有している。根元側翼桁２１ａに作用する荷重と先端側翼桁２１ｂに作用する荷重とが異なっているが、根元側翼桁２１ａの断面形状と先端側翼桁２１ｂの断面形状とを異ならせることによって、それぞれの翼桁２１ａ、２１ｂに対して必要な剛性を与えておくことができる。これにより、翼桁を構成する桁材の使用量を低減することが可能になり、風車ブレード５の軽量化が可能となる。

【００８３】

上述した説明では、補強リング８を接着剤やボルト等の固定手段を用いて、風車ブレード５の分割部１０に取り付ける構成について説明を行ったが、補強リング８の外周側から接着テープで巻き止める構成にしておくこともできる。

【００８４】

以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、組み合わせ、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【００８５】

風車ブレードに対して、本発明を好適に適用することができる。

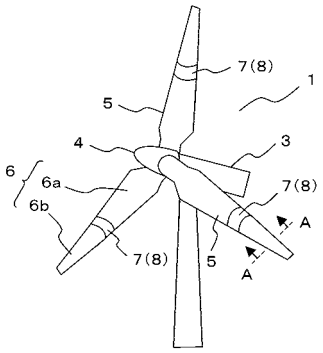
【符号の説明】

【００８６】

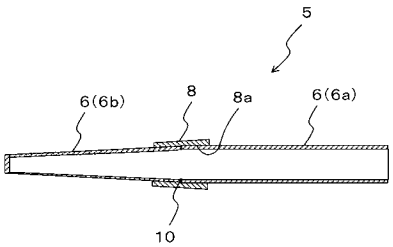
１…風力発電タービン、５…風車ブレード、６…翼外皮、６ａ…根元側ブレード、６ｂ…

先端側ブレード、７…接続治具、８…補強リング、１０…分割部、１５…環状のくぼみ部、１６……環状の凸部、１８ａ…上部補強リング部、１８ｂ…下部補強リング部、２０ａ、２０ｂ…翼桁、２１ａ…根元側翼桁、２１ｂ…先端側翼桁、２２…翼桁、２３ａ…根元側翼桁、２３ｂ…先端側翼桁、２４、２５…中翼桁、２６…中央翼、２７…ヒンジ部、２８…係合部。

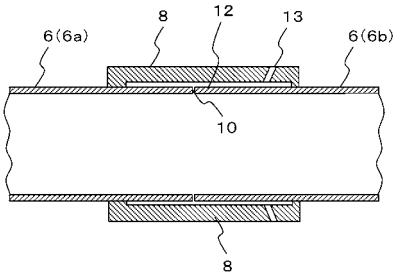
【図１】



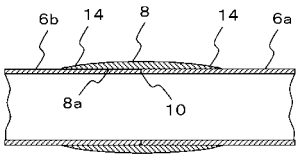
【図２】



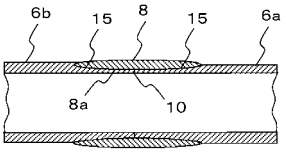
【図３】



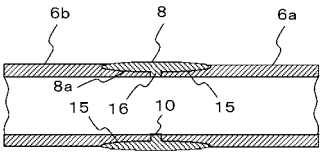
【図４】



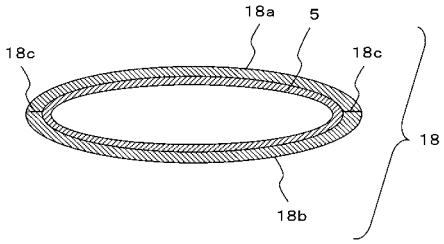
【図５】



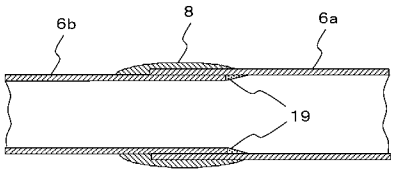
【図６】



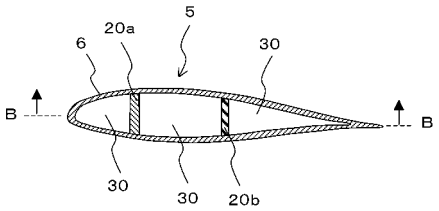
【図７】



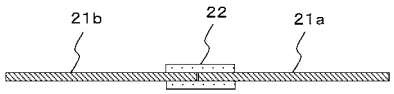
【図８】



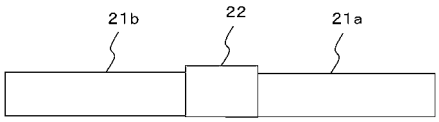
【図９】



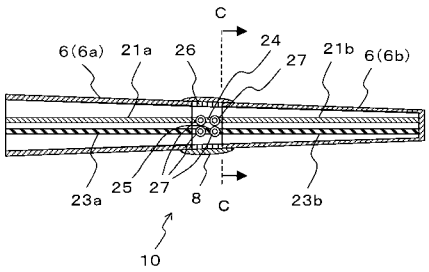
【図１０】



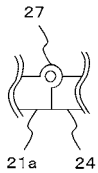
【図１１】



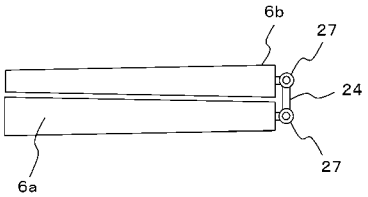
【図１２】



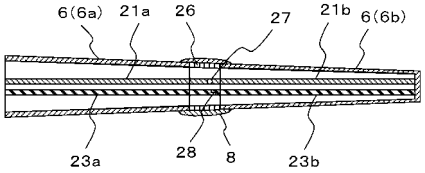
【図１３】



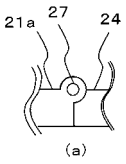
【図１４】



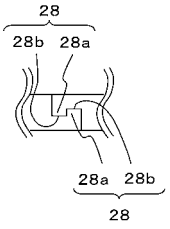
【図１５】



【図１６】

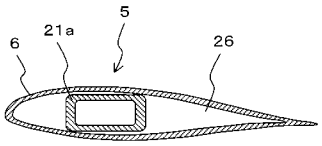


(a)

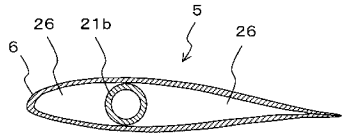


(b)

【図１７】



【図１８】



フロントページの続き

(72)発明者　猪亦　麻子
東京都港区芝浦一丁目１番１号　株式会社東芝内

Ｆターム(参考) 3H178 AA03　AA40　BB73　BB75　BB77　CC02　CC03　DD67X