

(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2012-246815

(P2012-246815A)

(43) 公開日 平成24年12月13日(2012.12.13)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
F03D 11/00 (2006.01) F O 3 D 11/00 A 3 H 0 7 8

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2011-118296 (P2011-118296)	(71) 出願人	000004215 株式会社日本製鋼所 東京都品川区大崎一丁目11番1号
(22) 出願日	平成23年5月26日 (2011.5.26)	(71) 出願人	000213297 中部電力株式会社 愛知県名古屋市東区東新町1番地
		(74) 代理人	100091926 弁理士 横井 幸喜
		(72) 発明者	藤田 泰宏 北海道室蘭市茶津町4番地 株式会社日本製鋼所内
		(72) 発明者	武藤 厚俊 北海道室蘭市茶津町4番地 株式会社日本製鋼所内

最終頁に続く

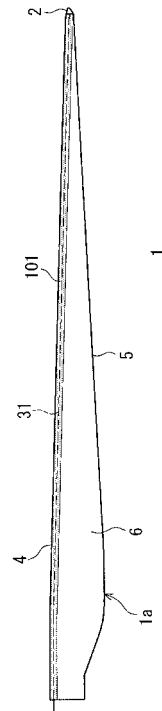
(54) 【発明の名称】 風力発電用ブレード

(57) 【要約】

【課題】 風力発電用ブレードに関し、ブレード本体に設けた主要強度部材への雷撃損傷を抑制する。

【解決手段】 主要強度部材を有する中空形状のブレード本体1 aと、ブレード本体1 aに設けた金属製先端受雷部2と、金属製先端受雷部2とアースとの間に電氣的に接続されるL E側ダウンコンダクタ3 1又はT E側ダウンコンダクタを有し、L E側ダウンコンダクタ3 1又はT E側ダウンコンダクタが、リーディングエッジ4側又はトレーリングエッジ5側に寄せてブレード長手方向に沿って配設され、L E側ダウンコンダクタ3 1又はT E側ダウンコンダクタ周囲のブレード本体1 a外表面に、L E側導電性材料3 1又はT E側導電性材料が被覆され、L E側導電性材料3 1又はT E側導電性材料とL E側ダウンコンダクタ3 1又はT E側ダウンコンダクタが電氣的に接続されている。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フラップ面を表裏に有し、長手方向に沿ってリーディングエッジとトレーリングエッジとを両端に有する中空形状のブレード本体と、前記フラップ面を形成する表裏のプレッシャーサイドとサクシオンサイド間の中空部に、前記プレッシャーサイドとサクシオンサイド間に亘って配置された主要強度部材と、前記ブレード本体に設けられた金属製受雷部と、前記金属製受雷部とアースとの間に電氣的に接続されるダウンコンダクタとを有し、

前記ダウンコンダクタが、前記ブレード本体内の一部または全部において、前記リーディングエッジまたは前記トレーリングエッジと前記主要強度部材との間で、前記リーディングエッジ側および前記トレーリングエッジ側の一方または両方に寄せて前記長手方向に沿って一系統または二系統で配設されていることを特徴とする風力発電用ブレード。

10

【請求項 2】

前記ダウンコンダクタを挟む前記プレッシャーサイドおよびサクシオンサイドの両外表面を少なくとも覆うように前記プレッシャーサイドおよびサクシオンサイドの外表面に導電性材料が被覆されており、前記導電性材料と前記ダウンコンダクタとが電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の風力発電用ブレード。

【請求項 3】

前記導電性材料は前記金属製受雷部を介して前記ダウンコンダクタに電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 2 記載の風力発電用ブレード。

【請求項 4】

前記導電性材料の被覆範囲が、前記リーディングエッジまたはトレーリングエッジ外表面を覆って前記プレッシャーサイド側およびサクシオンサイド側に連続するとともに、前記プレッシャーサイドおよび前記サクシオンサイド両外表面における前記ダウンコンダクタの厚さ方向投影線から前記主要強度部材側に 0.1 m ~ 2 m オフセットした位置まで至ることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の風力発電用ブレード。

20

【請求項 5】

前記金属製受雷部として前記ブレード本体の先端側に設けられた先端受雷部を有することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の風力発電用ブレード。

【請求項 6】

前記金属製受雷部として前記ブレード本体の前記プレッシャーサイドまたは前記サクシオンサイドに設けられた 1 または 2 以上の中間受雷部を有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の風力発電用ブレード。

30

【請求項 7】

前記導電性材料の被覆範囲が、前記ブレード本体の長手方向において、ブレード本体先端からブレード長の 1/10 ~ 1/2 に至る範囲であることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の風力発電用ブレード。

【請求項 8】

前記導電性材料の被覆厚さが、0.1 mm 以上 10 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の風力発電用ブレード。

【請求項 9】

前記導電性材料表面に塗装が施されていることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の風力発電用ブレード。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ブレード本体に設けた主要強度部材への雷撃損傷を抑制する風力発電用ブレードに関するものである。

【背景技術】

【0002】

風力発電所は、強い風が安定して吹く、いわゆる風況の良い地域に建設されることが好

50

ましいが、このような地域は、周辺に高い山や木々が存在しない、開けた土地であることが多い。また、近年では平地の好適地が限られつつあるため、山岳地域に風力発電所を建設する例もみられる。このような開けた土地や、山岳地域にブレード先端高さが100m前後に及ぶ風車を建設した場合、雷撃を受けやすくなるのは自明であり、実際に毎年多数の風車が落雷被害をこうむっている。特に落雷の被害を受けやすいのが、形状的に電界が集中しやすく、雷雲との距離も短いブレードである。落雷によってブレードが大きな損傷を受けると、その修復に多大な時間とコストがかかる場合が多い。

【0003】

そこで、風力発電用ブレードの耐雷性を高めるため、これまで様々な工夫がなされてきた。例えば、特許文献1では、アルミニウム製のブレード先端材をブレード本体に設けることで、FRP製のブレード本体の雷撃損傷を効果的に防止できるとしている。

特許文献2、3は、ブレード本体表面の全面を導電性材料で被覆する手段が提案されており、ブレード表面のいかなる位置で雷撃を受けてもFRP製のブレード本体の損傷を軽微に抑えられるとしている。

また、特許文献4では、導電性帯をリーディングエッジ(LE、前縁部)あるいはトレーリングエッジ(TE、後縁部)の全長にわたって固着した上で、接地させたブレードを提案している。また、特許文献5では、リーディングエッジ(LE)、トレーリングエッジ(TE)の導電性帯に加え、両エッジを電氣的に接続する連結帯を設けたブレードについて提案されている。

特許文献6、7では、ブレード本体の前後方向に沿って導電性材料を配置する耐雷性向上策について考案している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-113735号公報

【特許文献2】特開2004-245174号公報

【特許文献3】特開2005-171916号公報

【特許文献4】特開2010-223147号公報

【特許文献5】特開2009-115052号公報

【特許文献6】特開2008-115783号公報

【特許文献7】特開2009-30597号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

はじめに、一般的な風力発電用ブレードの構造を簡単に説明する。ブレードの全体図を図18に、断面図を図19に例示する。風力発電用ブレード1は、主にFRPの外殻で構成された中空構造となっており、前縁部であるリーディングエッジ4(LE)、後縁部であるトレーリングエッジ5(TE)、正圧面であるプレッシャーサイド6(PS)、負圧面であるサクションサイド7(SS)から構成される。また、プレッシャーサイド6、サクションサイド7でフラップ面が構成される。風車供用中には、ブレード1を折り曲げるような荷重もかかるため、ブレード1内部が中空のままでは、容易に座屈に至ってしまう。そこで、フラップ面の中央付近に一方向繊維強化プラスチックからなるPS側ガーダー81、SS側ガーダー82を配置するとともに、PS側ガーダー81、SS側ガーダー82の間にスティフナ9を接着することで、座屈強度を飛躍的に向上させている。このように、PS側ガーダー81、SS側ガーダー82、およびスティフナ9は、ブレード1の座屈を防ぐ主要強度部材であるため、これらに損傷が生ずると、ブレード寿命を著しく損なう結果となる。

【0006】

市販されている大半の風力発電用ブレードの耐雷性向上対策として、特許文献1のように先端受雷部2が取り付けられており、ダウンコンダクタ3を経由してアースしている。

ここで、製造上の利便性の観点から、ダウンコンダクタ3は、特許文献6、7の掲載図にもみられるようにスティフナ9に沿って配置されている。

【0007】

ところで、これまで我々が実施してきた落雷被害調査や、模擬試験体を用いた雷撃試験の結果から、先端に金属製受雷部2を設けただけのブレードでは、雷撃対策として十分ではないことが分かった。大部分の雷撃は金属製の先端受雷部2に誘導されるが、一部の雷撃は先端受雷部2を外れてFRPを貫通損傷してしまった。これは、ブレード1内部に配線されたダウンコンダクタ3が、雷を誘導することに起因する。すなわち、ダウンコンダクタ3がスティフナ9に沿って配置されているような従来のブレードは、雷撃の途中経路に位置するPS側ガーダー81、SS側ガーダー82の損傷を生じやすいことが明らかになった。前述のとおり、ガーダーは主要強度部材であるため、雷撃の貫通損傷が生じることは大きな問題である。

10

【0008】

一方、特許文献2、3のように、導電性材料をブレード本体表面の全面にわたって被覆するものでは、FRP製ブレード本体の貫通を含め、雷撃損傷を効果的に緩和できるものと考えられる。しかし、日本海沿岸などの強雷地域でしばしば観測される大電流雷に対して、この導電性材料が十分な耐久性を保つためには、相当の被覆厚さが必要となる。ブレード表面の全域にこのような肉厚の導電性材料被覆を施すことにより、ブレードの重量が増加することはもちろんであるが、FRPと導電性材料との剛性や熱膨張率の違いのために、供用中のブレードのたわみや温度変化によって導電性材料がFRPから剥離するという悪影響が考えられる。

20

【0009】

特許文献4、5では、LEやTEの外表面に固着させた導電性帯で雷撃を受け、さらにこの導電性帯を通じて雷撃電流をハブまで流す考案を開示している。しかしながら、このように外表面に敷設した導電性帯では、落雷の衝撃や供用中のブレード変形によって破損、脱落する可能性があり、最大数百kAにも達する雷撃電流を流す用途には不向きである。

特許文献6、7では、ブレード前後方向に導電性材料が被覆された箇所の付近ではガーダーを保護できるものの、その中間位置において、ガーダーを貫通してダウンコンダクタへ落雷する可能性は否定できない。

30

【0010】

本発明は、上記事情を背景としてなされたものであり、ブレード本体に主要強度部材が設けられているブレードにおいて、これら主要強度部材への雷撃損傷を抑制することを目的としたものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

すなわち、本発明の風力発電用ブレードのうち、第1の本発明は、フラップ面を表裏に有し、長手方向に沿ってリーディングエッジとトレーリングエッジとを両端に有する中空形状のブレード本体と、前記フラップ面を形成する表裏のプレッシャーサイドとサクシオンサイド間の中空部に、前記プレッシャーサイドとサクシオンサイド間に亘って配置された主要強度部材と、前記ブレード本体に設けられた金属製受雷部と、前記金属製受雷部とアースとの間に電氣的に接続されるダウンコンダクタとを有し、

40

前記ダウンコンダクタが、前記ブレード本体の一部または全部において、前記リーディングエッジまたは前記トレーリングエッジと前記主要強度部材との間で、前記リーディングエッジ側および前記トレーリングエッジ側の一方または両方に寄せて前記長手方向に沿って一系統または二系統で配設されていることを特徴とする。

【0012】

第2の本発明の風力発電用ブレードは、前記第1の本発明において、前記ダウンコンダクタを挟む前記プレッシャーサイドおよびサクシオンサイドの両外表面を少なくとも覆うように前記プレッシャーサイドおよびサクシオンサイドの外表面に導電性材料が被覆され

50

ており、前記導電性材料と前記ダウンコンダクタとが電氣的に接続されていることを特徴とする。

【0013】

第3の本発明の風力発電用ブレードは、前記第2の本発明において、前記導電性材料は前記金属製受雷部を介して前記ダウンコンダクタに電氣的に接続されていることを特徴とする。

【0014】

第4の本発明の風力発電用ブレードは、前記第2または第3の本発明において、前記導電性材料の被覆範囲が、前記リーディングエッジまたはトレーリングエッジ外表面を覆って前記プレッシャーサイド側およびサクシオンサイド側に連続するとともに、前記プレッシャーサイドおよび前記サクシオンサイド両外表面における前記ダウンコンダクタの厚さ方向投影線から前記主要強度部材側に0.1m~2mオフセットした位置まで至ることを特徴とする。

10

【0015】

第5の本発明の風力発電用ブレードは、前記第1~第4の本発明のいずれかにおいて、前記金属製受雷部として前記ブレード本体の先端側に設けられた先端受雷部を有することを特徴とする。

【0016】

第6の本発明の風力発電用ブレードは、前記第1~第5の本発明のいずれかにおいて、前記金属製受雷部として前記ブレード本体の前記プレッシャーサイドまたは前記サクシオンサイドに設けられた1または2以上の中間受雷部を有することを特徴とする。

20

【0017】

第7の本発明の風力発電用ブレードは、前記第1~第6の本発明のいずれかにおいて、前記導電性材料の被覆範囲が、前記ブレード本体の長手方向において、ブレード本体先端からブレード長の1/10~1/2に至る範囲であることを特徴とする。

【0018】

第8の本発明の風力発電用ブレードは、前記第1~第7の本発明のいずれかにおいて、前記導電性材料の被覆厚さが、0.1mm以上10mm以下であることを特徴とする。

【0019】

第9の本発明の風力発電用ブレードは、前記第1~第8の本発明のいずれかにおいて、前記導電性材料表面に塗装が施されていることを特徴とする。

30

【0020】

本発明によれば、ダウンコンダクタがリーディングエッジやトレーリングエッジのエッジ寄りに配置されていることで、雷撃が金属製受雷部を外れてダウンコンダクタに誘導されたとしても、主要強度部材の損傷を抑制する。

また、ダウンコンダクタ近傍のブレード本体外表面を導電性材料で被覆することで、ダウンコンダクタに誘導された雷撃が導電性材料で受雷され、雷撃電流が導電性材料を経由して、ダウンコンダクタまたは最寄りの受雷部を介してダウンコンダクタに流れるため、ダウンコンダクタ近傍のFRP損傷も抑制することができる。

【0021】

金属製受雷部は、ブレード本体に設けられており、金属製受雷部としては、ブレード本体の先端に設けられた先端受雷部やブレード本体の基端部と先端部との間に設けられた中間受雷部が示される。中間受雷部は、1個の他、複数個であってもよい。本発明においては、先端受雷部の配置を必須として、中間受雷部の有無およびその数を問わないものが代表的である。ただし、これに限定されない。

40

【0022】

金属製受雷部の形状も本発明としては特に限定されるものではなく、アンカー部の有無も特に限定されるものではない。

金属製受雷部は、導電性と耐食性を有した金属、合金から選択する。中でも、アルミニウム、銅、タングステン、ニッケル、チタン、ステンレス、あるいはこれらの合金が好ま

50

しい。また、先端受雷部と中間受雷部との間で材質を異にするなど、受雷部間で材質を変えるようにしてもよい。

【0023】

ブレード本体は、金属以外の材質であり、通常はFRP（繊維強化プラスチック）で構成される。また、FRPを主成分とし、一部に木材や発泡体などを用いた複合体とするものであってもよい。

ブレード本体の形状は本発明としては特に限定されるものではなく、適宜形状を採択することができるが、フラップ面を表裏に有し、長手方向に沿ってリーディングエッジとトレーリングエッジとを両端に有する。フラップ面は、ブレード本体における表裏のプレッシャーサイドとサクシオンサイドとによって構成される。

10

【0024】

本発明では、ブレード本体に主要強度部材を有している。主要強度部材は、ブレード本体の強度を向上させるものであり、その構造等は特に限定されるものではないが、ブレード本体の中空部の最大サイズ部分などを補強する。主要強度部材としてはプレッシャーサイドやサクシオンサイドの内面に沿って配置される部材や、プレッシャーサイドとサクシオンサイドとに亘って配置される部材などによって構成される。なお、主要強度部材は、所望の強度が得られるように方向性繊維強化プラスチックなどによって構成されるものであってもよい。

【0025】

ダウンコンダクタは、金属製受雷部に接続され、ブレード本体内でブレード本体長手方向に沿って配設される。従来は、主要強度部材のスティフナに添設するなどして配設しているが、本発明では、リーディングエッジまたはトレーリングエッジと主要強度部材との間で、リーディングエッジまたはトレーリングエッジ寄りに配設する。通常は、できるだけブレード本体内でリーディングエッジまたはトレーリングエッジに近接して配置するが、トレーリングエッジ側の中空部形状は鋭角な形状を有し、リーディングエッジ側はプレッシャーサイド、サクシオンサイドとの接着部面積も広いため、ダウンコンダクタを作業上無理なく配設するためには、ブレード本体内部端縁からやや離す必要がある。通常は、端縁から0.05m~0.5mの距離で配設すればよい。0.05m未満であると配設作業が難しくなり、0.5mを越えると、中央付近に配置した主要強度部材への雷撃の可能性が増加してしまう。

20

30

【0026】

ダウンコンダクタは、リーディングエッジ寄りまたはトレーリングエッジ寄りのいずれか一系統でもよく、また、リーディングエッジ寄りおよびトレーリングエッジ寄りの二系統とすることもできる。

【0027】

ブレード本体は、ダウンコンダクタをブレード本体の厚さ方向で挟むプレッシャーサイドおよびサクシオンサイドの両外表面に、導電性材料を被覆したものとすることができる。

導電性材料は、ダウンコンダクタを挟む部分の外表面を少なくとも覆うように被覆される。プレッシャーサイド側およびサクシオンサイド側の導電性材料は互いに連続してリーディングエッジまたはトレーリングエッジを覆うものが望ましい。さらには、ダウンコンダクタのプレッシャーサイドおよびサクシオンサイドへの厚さ方向投影位置から主要強度部材側に0.1m~2mオフセットした位置まで導電性材料が被覆されているのが望ましい。0.1m未満にまでしか導電性材料が被覆されていないと、ダウンコンダクタに雷撃が誘導された際に、導電性材料内側のプレッシャーサイドやサクシオンサイドに損傷が生じやすくなる。一方、導電性材料の被覆範囲が2mを越えても効果が飽和するのみであり、風力発電用ブレード全体の重量が増してしまう。

40

【0028】

導電性材料はダウンコンダクタと電氣的に接続されている。導電性材料とダウンコンダクタとは直接に接続される他、受雷部を介して間接的に接続されるものであってもよい。

50

導電性材料には、導電性と耐食性を有した金属、合金から選択する。中でも、アルミニウム、銅、タンゲステン、ニッケル、チタン、ステンレス、あるいはこれらの合金が好ましい。導電性材料は、金属メッシュ、金属箔、金属メッキ、金属溶射、導電性塗料などの形態で被覆される。

【0029】

導電性材料の被覆厚さは本発明としては特定の範囲に限定しないが、雷撃に対する耐久性と、接着強度との観点から決定することができる。例えば、0.1mm以上10mm以下が望ましい。

0.1mm未満であると雷撃に対する耐久性の点で充分と言えない。また、10mmを越えると接着強度が低下し、剥離などがしやすくなる。このため、導電性材料の被覆厚さは上記範囲が望ましい。また、同様の範囲で下限を0.5mm、上限を3mmとするのが一層望ましい。

【0030】

また、導電性材料の被覆範囲は、ブレード本体の長手方向において、ブレード本体先端からブレード長の $1/10 \sim 1/2$ に至る範囲とするのが望ましい。ブレード本体先端側に先端受雷部を備える場合、前記ブレード本体先端は、先端受雷部を含む先端である。

雷撃は、ブレード本体の先端からある程度基部よりに至る範囲に加わりやすい。このため、導電性材料の被覆範囲をブレード長手方向で限定した範囲内とすることが可能である。但し、導電性材料の被覆範囲をブレード長の $1/10$ よりも短い範囲とすると、導電性材料が被覆されている範囲よりもブレード本体基部側で雷撃がダウンコンダクタに誘導されてブレード本体に損傷を与えるおそれが大きくなる。また、導電性材料の被覆範囲がブレード長の $1/2$ を越えても、雷撃はブレード長の $1/2$ を越えるエリアには落ちにくく、効果が飽和する。さらにブレード長の $1/2$ を越える範囲にまで導電性材料で被覆すると、ブレード本体の重量が無駄に増してしまう。このため、導電性材料の被覆範囲をブレード長の $1/10 \sim 1/2$ の範囲内とするのが望ましい。

【0031】

なお、上記導電性材料のブレード長手方向の被覆範囲に併せてダウンコンダクタを前記リーディングエッジ寄りまたは前記トレーリングエッジ寄りに配設するようにしてもよい。すなわち、導電性材料の長手方向の被覆範囲を最小の範囲としてダウンコンダクタの配置をリーディングエッジ寄りまたはトレーリングエッジ寄りとする。また、当然にブレード本体の全長に亘ってダウンコンダクタをリーディングエッジ寄りまたはトレーリングエッジ寄りに配設することができる。リーディングエッジ寄りまたはトレーリングエッジ寄りにダウンコンダクタを配設しない部位ではダウンコンダクタの配設位置は主要強度部材に添設するなどしてもよい。また、二系統のダウンコンダクタを有する場合、リーディングエッジ寄りまたはトレーリングエッジ寄りにダウンコンダクタを配設しない長手方向の範囲では二系統のダウンコンダクタを束ねて配設することも可能である。

【0032】

さらに、美観を向上させるため、被覆した導電性材料の上にパテや塗料による塗装を施してもよい。塗装はその他のブレード本体と同一色とすることで一体性をだすことができる。

【発明の効果】

【0033】

本発明では、金属製受雷部を設け、ガーダーやスティフナなどの主要強度部材が配置されている風力発電用ブレードにおいて、ダウンコンダクタをリーディングエッジやトレーリングエッジ寄りに配置することで、雷撃が金属製受雷部を外れてダウンコンダクタに誘導されたとしても、主要強度部材の貫通損傷を効果的に抑制することができる。

加えて、エッジ寄りに配置したダウンコンダクタ近傍のブレード本体外表面を導電性材料で被覆することで、ダウンコンダクタに誘導された雷撃を外表面の導電性材料で受雷できる。導電性材料を経由して、雷撃電流は最寄りの受雷部を介するなどして流れるため、ダウンコンダクタ近傍のブレード本体損傷も抑制することができる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本発明の一実施形態の風力発電用ブレード1の全体を示す図である。

【図2】同じく、ブレード本体の長手方向に直交する断面図である。

【図3】本発明の他の実施形態の風力発電用ブレード1の全体を示す図である。

【図4】同じく、ブレード本体の長手方向に直交する断面図である。

【図5】本発明のさらに他の実施形態の風力発電用ブレード1の全体を示す図である。

【図6】同じく、ブレード本体の長手方向に直交する断面図である。

【図7】本発明の他の実施形態の風力発電用ブレード1の全体を示す図である。

【図8】同じく、ブレード本体の長手方向に直交する断面図である。

10

【図9】同じく、導電性材料の被覆範囲を説明するための一部拡大図である。

【図10】本発明の他の実施形態の風力発電用ブレード1の全体を示す図である。

【図11】同じく、ブレード本体の長手方向に直交する断面図である。

【図12】本発明のさらに他の実施形態の風力発電用ブレード1の全体を示す図である。

【図13】同じく、ブレード本体の長手方向に直交する断面図である。

【図14】本発明のさらに他の実施形態の風力発電用ブレード1の全体を示す図である。

【図15】本発明のさらに他の実施形態の風力発電用ブレード1の全体を示す図である。

【図16】本発明のさらに他の実施形態の風力発電用ブレード1の全体を示す図である。

【図17】ブレード本体の長手方向に直交する断面図である。

【図18】従来の風力発電用ブレード1の全体を示す図である。

20

【図19】同じく、ブレード本体の長手方向に直交する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

(実施形態1)

以下に、本発明の一実施形態を図1、2に基づいて説明する。

図1は、風力発電用ブレード1の全体を示すものであり、図2は、ブレード本体1aについて長手方向と直交する断面図である。

風力発電用ブレード1は、全体形状を形成し、FRPで構成された中空のブレード本体1aを有している。該ブレード本体1aは、表裏のプレッシャーサイド6とサクシオンサイド7によってフラップ面が形成され、長手方向両端にリーディングエッジ4、トレーリングエッジ5が位置している。

30

【0036】

また、ブレード本体1aの中空部の最大サイズ部分周辺では、プレッシャーサイド6内面とサクシオンサイド7内面に亘って本発明の主要強度部材8が設けられている。主要強度部材8は、プレッシャーサイド6内面に沿った形状のPS側ガーダー81とサクシオンサイド7内面に沿った形状のSS側ガーダー82と、PS側ガーダー81とSS側ガーダー82との間に介設したスティフナ9とを有している。

【0037】

上記形状のブレード本体1aには、先端に金属製先端受雷部2が設けられている。金属製先端受雷部2は、アルミニウム、銅、タングステン、ニッケル、チタン、ステンレス、あるいはこれらの合金で構成されている。先端受雷部2とブレード本体1aとは表面が面一に形成されている。先端受雷部2には、LE側ダウンコンダクタ31が接続されており、LE側ダウンコンダクタ31は、先端受雷部2に電氣的に接続し、ブレード本体1aの根元まで配線した後、図示しないハブ、ナセル、タワー等を経由し、接地している。LE側ダウンコンダクタ31は十分大きな断面積を有した導線により構成することで、人身傷害や機器損傷を伴わずに雷撃電流をアースに流すことができる。ただし、LE側ダウンコンダクタ31は、ブレード本体1a内の中空部で、リーディングエッジ4に近接して配設されている。したがって、LE側ダウンコンダクタ31は、リーディングエッジ4と主要強度部材8との間で、リーディングエッジ4側に寄せて位置している。

40

【0038】

50

次に、上記実施形態の風力発電用ブレード1の動作について説明する。風力発電用ブレード1は、プレッシャーサイド6を正圧面、サクシオンサイド7を負圧面として、風を受けて回転する。この際に、ブレード本体1aは、主要強度部材8によって、折り曲げ応力に対する強度が高められている。この風力発電用ブレード1に対し、落雷があると雷撃が先端受雷部2に誘導される場合がある。この場合、先端受雷部2で受雷し、雷撃電流は、LE側ダウンコンダクタ31さらにアースへと流れて先端受雷部2近傍のブレード本体1aや主要強度部材8の損傷が防止される。

【0039】

(実施形態2)

次に、他の実施形態を図3、4に基づいて説明する。なお、前記実施形態と同様の構成については同一の符号を付しており、必要に応じて省略または簡略化する。

図3は、風力発電用ブレード1の全体を示すものであり、図4は、ブレード本体1aについて長手方向と直交する断面図である。

風力発電用ブレード1は、中空のブレード本体1aを有し、該ブレード本体1aは、プレッシャーサイド6とサクシオンサイド7によってフラップ面が形成され、長手方向両端にリーディングエッジ4、トレーリングエッジ5が位置している。

【0040】

また、ブレード本体1aには主要強度部材8が設けられている。主要強度部材8は、プレッシャーサイド6内面に沿った形状のPS側ガーダー81とサクシオンサイド7内面に沿った形状のSS側ガーダー82と、PS側ガーダー81とSS側ガーダー82との間に介設したスティフナ9とを有している。

【0041】

上記形状のブレード本体1aには、先端に前記実施形態と同様に金属製先端受雷部2が設けられている。金属製先端受雷部2は、アルミニウム、銅、タングステン、ニッケル、チタン、ステンレス、あるいはこれらの合金で構成されている。先端受雷部2には、TE側ダウンコンダクタ32が接続されており、TE側ダウンコンダクタ32は、先端受雷部2に電氣的に接続し、ブレード本体1aの根元まで配線した後、図示しないハブ、ナセル、タワー等を経由し、接地している。TE側ダウンコンダクタ32は十分大きな断面積を有した導線により構成することで、人身傷害や機器損傷を伴わずに雷撃電流をアースに流すことができる。ただし、TE側ダウンコンダクタ32は、ブレード本体1a内の中空部で、トレーリングエッジ5に近接して配設されている。したがって、TE側ダウンコンダクタ32は、トレーリングエッジ5と主要強度部材8との間で、トレーリングエッジ5側に位置している。

【0042】

この実施形態でも、先端受雷部2に誘導される雷撃は、先端受雷部2で受雷され、雷撃電流は先端受雷部2を介してTE側ダウンコンダクタ32に流れ、さらにはアースに流れてブレード本体1aや主要強度部材8に対する損傷を防止する。

【0043】

(実施形態3)

次に、他の実施形態を図5、6に基づいて説明する。なお、前記実施形態と同様の構成については同一の符号を付しており、必要に応じて省略または簡略化する。

図5は、風力発電用ブレード1の全体を示すものであり、図6は、ブレード本体1aについて長手方向と直交する断面図である。

【0044】

風力発電用ブレード1は、中空のブレード本体1aを有し、該ブレード本体1aは、プレッシャーサイド6とサクシオンサイド7によってフラップ面が形成され、長手方向両端にリーディングエッジ4、トレーリングエッジ5が位置している。

【0045】

また、ブレード本体1aには主要強度部材8が設けられている。主要強度部材8は、プレッシャーサイド6内面に沿った形状のPS側ガーダー81とサクシオンサイド7内面に

10

20

30

40

50

沿った形状のＳＳ側ガーダー８２と、ＰＳ側ガーダー８１とＳＳ側ガーダー８２との間に介設したスティフナ９とを有している。

【００４６】

上記形状のブレード本体１ａには、先端に金属製先端受雷部２が設けられている。金属製先端受雷部２は、アルミニウム、銅、タングステン、ニッケル、チタン、ステンレス、あるいはこれらの合金で構成されている。先端受雷部２には、二系統のＬＥ側ダウンコンダクタ３１、ＴＥ側ダウンコンダクタ３２が接続されており、ＬＥ側ダウンコンダクタ３１、ＴＥ側ダウンコンダクタ３２は、先端受雷部２に電氣的に接続し、ブレード本体１ａの根元まで配線した後、図示しないハブ、ナセル、タワー等を経由し、接地している。

ＬＥ側ダウンコンダクタ３１、ＴＥ側ダウンコンダクタ３２は十分大きな断面積を有した導線により構成することで、人身傷害や機器損傷を伴わずに雷撃電流をアースに流すことができる。

【００４７】

ただし、ＬＥ側ダウンコンダクタ３１は、ブレード本体１ａ内の中空部で、リーディングエッジ４に近接して配設されている。したがって、ＬＥ側ダウンコンダクタ３１は、リーディングエッジ４と主要強度部材８との間で、リーディングエッジ４側に寄せて位置している。

ＴＥ側ダウンコンダクタ３２は、ブレード本体１ａ内の中空部で、トレーリングエッジ５に近接して配設されている。したがって、ＴＥ側ダウンコンダクタ３２は、トレーリングエッジ５と主要強度部材８との間で、トレーリングエッジ５側に寄せて位置している。

【００４８】

この実施形態では、ＬＥ側ダウンコンダクタ３１、ＴＥ側ダウンコンダクタ３２によってダウンコンダクタを二系統有しており、各系統がリーディングエッジ４側とトレーリングエッジ５側とに寄せて配置されている。したがって、先端受雷部２に誘導される雷撃は、先端受雷部２で受雷され、雷撃電流は先端受雷部２を介して、ＬＥ側ダウンコンダクタ３１およびＴＥ側ダウンコンダクタ３２に流れ、さらにはアースに流れてブレード本体１ａや主要強度部材８に対する損傷を防止する。

【００４９】

また、上記各実施形態では、ダウンコンダクタがリーディングエッジ側およびトレーリングエッジ側の一方または両方に寄せて配置されているので、万一、ダウンコンダクタに雷撃が誘導される場合にも主要強度部材８が損傷を受けるのを抑制することができる。

【００５０】

(実施形態４)

次に、本発明の他の実施形態を図７、８に基づいて説明する。

なお、前記実施形態と同様の構成については同一の符号を付しており、必要に応じて省略または簡略化する。

図７は、風力発電用ブレード１の全体を示すものであり、図８は、ブレード本体１ａについて長手方向と直交する断面図である。

【００５１】

風力発電用ブレード１は、中空のブレード本体１ａを有し、該ブレード本体１ａは、プレッシャーサイド６とサクシオンサイド７によってフラップ面が形成され、長手方向両端にリーディングエッジ４、トレーリングエッジ５が位置している。

【００５２】

また、ブレード本体１ａには主要強度部材８が設けられている。主要強度部材８は、プレッシャーサイド６内面に沿った形状のＰＳ側ガーダー８１とサクシオンサイド７内面に沿った形状のＳＳ側ガーダー８２と、ＰＳ側ガーダー８１とＳＳ側ガーダー８２との間に介設したスティフナ９とを有している。

【００５３】

上記形状のブレード本体１ａには、先端に前記実施形態と同様に金属製先端受雷部２が設けられている。金属製先端受雷部２は、アルミニウム、銅、タングステン、ニッケル、

10

20

30

40

50

チタン、ステンレス、あるいはこれらの合金で構成されている。先端受雷部 2 には、LE 側ダウンコンダクタ 3 1 が接続されており、LE 側ダウンコンダクタ 3 1 は、先端受雷部 2 に電氣的に接続し、ブレード本体 1 a の根元まで配線した後、図示しないハブ、ナセル、タワー等を経由し、接地している。LE 側ダウンコンダクタ 3 1 は十分大きな断面積を有した導線により構成することで、人身傷害や機器損傷を伴わずに雷撃電流をアースに流すことができる。ただし、LE 側ダウンコンダクタ 3 1 は、ブレード本体 1 a 内の中空部で、リーディングエッジ 4 に近接して配設されている。したがって、LE 側ダウンコンダクタ 3 1 は、リーディングエッジ 4 と主要強度部材 8 との間で、リーディングエッジ 4 側に位置している。

【0054】

また、LE 側ダウンコンダクタ 3 1 を厚さ方向で挟むプレッシャーサイド 6 とサクシオンサイド 7 の外表面には、図 9 にも示すように、LE 側ダウンコンダクタ 3 1 が厚さ方向でプレッシャーサイド 6 とサクシオンサイド 7 に投影される投影線から、主要強度部材 8 側に L 1、L 2 (0.1 m ~ 2 m) の距離でオフセットした位置まで LE 側導電性材料 1 0 1 が被覆されている。プレッシャーサイド 6 及びサクシオンサイド 7 側の LE 側導電性材料 1 0 1 は、リーディングエッジ 4 にまで達してリーディングエッジ 4 の外表面を覆い、互いに連続している。

【0055】

なお、L 1、L 2 は同じ距離でもよく、また、上記範囲内であれば異なる距離あってもよい。したがって、プレッシャーサイド 6 とサクシオンサイド 7 の外表面の LE 側導電性材料 1 0 1 は、上記オフセット位置からリーディングエッジ 4 を覆って互いに連続している。また、LE 側導電性材料 1 0 1 は、ブレード長全体に亘って上記範囲で被覆されており、ブレード本体 1 a の先端では先端受雷部 2 に電氣的に接続されている。

【0056】

LE 側導電性材料 1 0 1 は、アルミニウム、銅、タングステン、ニッケル、チタン、ステンレス、あるいはこれらの合金で構成されている。LE 側導電性材料 1 0 1 は、金属メッシュ、金属箔、金属メッキ、金属溶射、導電性塗料などの形態で被覆がなされるが、本発明としては特定の方法に限定されるものではない。被覆は、好適には 0.1 mm 以上 10 mm 以下の範囲で行われる。

【0057】

次に、上記実施形態の風力発電用ブレード 1 の動作について説明する。風力発電用ブレード 1 は、プレッシャーサイド 6 を正圧面、サクシオンサイド 7 を負圧面として、風を受けて回転する。この際に、ブレード本体 1 a は、主要強度部材 8 によって、折り曲げ応力に対する強度が高められている。この風力発電用ブレード 1 に対し、落雷があると雷撃が LE 側ダウンコンダクタ 3 1 に誘導される場合がある。この場合、LE 側ダウンコンダクタ 3 1 を覆う LE 側導電性材料 1 0 1 で受雷し、雷撃電流は、LE 側導電性材料 1 0 1 を経由して先端受雷部 2 から LE 側ダウンコンダクタ 3 1 さらにアースへと流れて LE 側ダウンコンダクタ 3 1 近傍のブレード本体 1 a や主要強度部材 8 の損傷が防止される。

【0058】

(実施形態 5)

次に、他の実施形態を図 10、11 に基づいて説明する。なお、前記実施形態と同様の構成については同一の符号を付しており、必要に応じて省略または簡略化する。

図 10 は、風力発電用ブレード 1 の全体を示すものであり、図 11 は、ブレード本体 1 a について長手方向と直交する断面図である。

風力発電用ブレード 1 は、中空のブレード本体 1 a を有し、該ブレード本体 1 a は、プレッシャーサイド 6 とサクシオンサイド 7 によってフラップ面が形成され、長手方向両端にリーディングエッジ 4、トレーリングエッジ 5 が位置している。

【0059】

また、ブレード本体 1 a には主要強度部材 8 が設けられている。主要強度部材 8 は、プレッシャーサイド 6 内面に沿った形状の PS 側ガーダー 8 1 とサクシオンサイド 7 内面に

10

20

30

40

50

沿った形状のSS側ガーダー82と、PS側ガーダー81とSS側ガーダー82との間に介設したスティフナ9とを有している。

【0060】

上記形状のブレード本体1aには、先端に前記実施形態と同様に金属製先端受雷部2が設けられている。金属製先端受雷部2は、アルミニウム、銅、タングステン、ニッケル、チタン、ステンレス、あるいはこれらの合金で構成されている。先端受雷部2には、TE側ダウンコンダクタ32が接続されており、TE側ダウンコンダクタ32は、先端受雷部2に電氣的に接続し、ブレード本体1aの根元まで配線した後、図示しないハブ、ナセル、タワー等を経由し、接地している。TE側ダウンコンダクタ32は十分な断面積を有した導線により構成することで、人身傷害や機器損傷を伴わずに雷撃電流をアースに流すことができる。ただし、TE側ダウンコンダクタ32は、ブレード本体1a内の中空部で、トレーリングエッジ5に近接して配設されている。したがって、TE側ダウンコンダクタ32は、トレーリングエッジ5と主要強度部材8との間で、トレーリングエッジ5側に位置している。

10

【0061】

また、TE側ダウンコンダクタ32を厚さ方向で挟むプレッシャーサイド6とサクシオンサイド7の外表面には、TE側ダウンコンダクタ32が厚さ方向でプレッシャーサイド6とサクシオンサイド7に投影される投影線から、主要強度部材8側に0.1m~2mの距離でオフセットした位置までTE側導電性材料102が被覆されている。TE側導電性材料102は、上記オフセット位置からトレーリングエッジ5に至り、トレーリングエッジ5を覆いつつ互いに連続している。また、TE側導電性材料102は、ブレード長全体に亘って上記範囲で被覆されている。

20

【0062】

TE側導電性材料102は、アルミニウム、銅、タングステン、ニッケル、チタン、ステンレス、あるいはこれらの合金で構成されている。TE側導電性材料102は、金属メッシュ、金属箔、金属メッキ、金属溶射、導電性塗料などの形態で被覆がなされるが、本発明としては特定の方法に限定されるものではない。被覆は、好適には0.1mm以上10mm以下の範囲で行われる。

【0063】

この実施形態でも、TE側導電性材料102に誘導される雷撃は、TE側導電性材料102で受雷され、雷撃電流はTE側導電性材料102および先端受雷部2を介してTE側ダウンコンダクタ32に流れ、さらにはアースに流れてブレード本体1aや主要強度部材8に対する損傷を防止する。

30

【0064】

(実施形態6)

次に、他の実施形態を図12、13に基づいて説明する。なお、前記実施形態と同様の構成については同一の符号を付しており、必要に応じて省略または簡略化する。

図12は、風力発電用ブレード1の全体を示すものであり、図13は、ブレード本体1aについて長手方向と直交する断面図である。

【0065】

風力発電用ブレード1は、中空のブレード本体1aを有し、該ブレード本体1aは、プレッシャーサイド6とサクシオンサイド7によってフラップ面が形成され、長手方向両端にリーディングエッジ4、トレーリングエッジ5が位置している。

40

【0066】

また、ブレード本体1aには主要強度部材8が設けられている。主要強度部材8は、プレッシャーサイド6内面に沿った形状のPS側ガーダー81とサクシオンサイド7内面に沿った形状のSS側ガーダー82と、PS側ガーダー81とSS側ガーダー82との間に介設したスティフナ9とを有している。

【0067】

上記形状のブレード本体1aには、先端に金属製先端受雷部2が設けられている。金属

50

製先端受雷部 2 は、アルミニウム、銅、タングステン、ニッケル、チタン、ステンレス、あるいはこれらの合金で構成されている。先端受雷部 2 には、二系統の L E 側ダウンコンダクタ 3 1、T E 側ダウンコンダクタ 3 2 が接続されており、L E 側ダウンコンダクタ 3 1、T E 側ダウンコンダクタ 3 2 は、先端受雷部 2 に電氣的に接続し、ブレード本体 1 a の根元まで配線した後、図示しないハブ、ナセル、タワー等を経由し、接地している。

L E 側ダウンコンダクタ 3 1、T E 側ダウンコンダクタ 3 2 は十分大きな断面積を有した導線により構成することで、人身傷害や機器損傷を伴わずに雷撃電流をアースに流すことができる。

【 0 0 6 8 】

ただし、L E 側ダウンコンダクタ 3 1 は、ブレード本体 1 a 内の中空部で、リーディングエッジ 4 に近接して配設されている。したがって、L E 側ダウンコンダクタ 3 1 は、リーディングエッジ 4 と主要強度部材 8 との間で、リーディングエッジ 4 側に寄せて位置している。

T E 側ダウンコンダクタ 3 2 は、ブレード本体 1 a 内の中空部で、トレーリングエッジ 5 に近接して配設されている。したがって、T E 側ダウンコンダクタ 3 2 は、トレーリングエッジ 5 と主要強度部材 8 との間で、トレーリングエッジ 5 側に寄せて位置している。

【 0 0 6 9 】

また、L E 側ダウンコンダクタ 3 1 を厚さ方向で挟むプレッシャーサイド 6 とサクシオンサイド 7 の外表面には、L E 側ダウンコンダクタ 3 1 が厚さ方向でプレッシャーサイド 6 とサクシオンサイド 7 に投影される投影線から、主要強度部材 8 側に 0 . 1 m ~ 2 m の距離でオフセットした位置まで L E 側導電性材料 1 0 1 が被覆されている。プレッシャーサイド 6 及びサクシオンサイド 7 側の L E 側導電性材料 1 0 1 は、リーディングエッジ 4 にまで達してリーディングエッジ 4 の外表面を覆い、互いに連続している。

また、L E 側導電性材料 1 0 1 は、ブレード長全体に亘って上記範囲で被覆されている。

【 0 0 7 0 】

L E 側導電性材料 1 0 1 は、アルミニウム、銅、タングステン、ニッケル、チタン、ステンレス、あるいはこれらの合金で構成されている。L E 側導電性材料 1 0 1 は、金属メッシュ、金属箔、金属メッキ、金属溶射、導電性塗料などの形態で被覆がなされるが、本発明としては特定の方法に限定されるものではない。被覆は、好適には 0 . 1 m m 以上 1 0 m m 以下の範囲で行われる。

【 0 0 7 1 】

また、T E 側ダウンコンダクタ 3 2 を厚さ方向で挟むプレッシャーサイド 6 とサクシオンサイド 7 の外表面には、T E 側ダウンコンダクタ 3 2 が厚さ方向でプレッシャーサイド 6 とサクシオンサイド 7 に投影される投影線から、主要強度部材 8 側に 0 . 1 m ~ 2 m の距離でオフセットした位置まで T E 側導電性材料 1 0 2 が被覆されている。T E 側導電性材料 1 0 2 は、上記オフセット位置からトレーリングエッジ 5 を覆って互いに連続している。また、T E 側導電性材料 1 0 2 は、ブレード長全体に亘って上記範囲で被覆されている。

【 0 0 7 2 】

T E 側導電性材料 1 0 2 は、アルミニウム、銅、タングステン、ニッケル、チタン、ステンレス、あるいはこれらの合金で構成されている。T E 側導電性材料 1 0 2 は、金属メッシュ、金属箔、金属メッキ、金属溶射、導電性塗料などの形態で被覆がなされるが、本発明としては特定の方法に限定されるものではない。被覆は、好適には 0 . 1 m m 以上 1 0 m m 以下の範囲で行われる。

【 0 0 7 3 】

この実施形態では、L E 側ダウンコンダクタ 3 1、T E 側ダウンコンダクタ 3 2 によってダウンコンダクタを二系統有しており、各系統がリーディングエッジ側とトレーリングエッジ側とに寄せて配置されている。したがって、いずれのダウンコンダクタによって雷撃が誘導されたとしても、それぞれに対してそれぞれ形成した L E 側導電性材料 1 0 1、

10

20

30

40

50

TE側導電性材料102によって効果的に受雷し、ブレード本体1aや主要強度部材9に損傷が生じるのを抑制できる。

【0074】

(実施形態7)

次に他の実施形態を図14に基づいて説明する。なお、前記実施形態と同様の構成については同一の符号を付しており、必要に応じて省略または簡略化する。

図14は、風力発電用ブレード1の全体を示すものである。この実施形態7は、実施形態6の変更例であり、以下に説明する。

【0075】

上記各実施形態4～6では、導電性材料は、ブレード本体1aのブレード長に亘って全体に形成されている。実施形態7では、LE側導電性材料101、TE側導電性材料102をブレード本体1aのブレード長の一部において被覆している。

すなわち、先端受雷部2を含むブレード本体1aの先端からブレード長の1/10～1/2に至る範囲でLE側導電性材料101、TE側導電性材料102を被覆している。この際のリーディングエッジ4またはトレーリングエッジ5から主要強度部材8側に至る範囲は、前記実施形態と同様に投影線から0.1m～2mオフセットした位置までとする。

【0076】

この実施形態7では、LE側導電性材料101、TE側導電性材料102の長さを短くしているが、雷撃を受けやすい範囲に限ってLE側導電性材料101、TE側導電性材料102の被覆を行っており、雷撃によるブレード本体1aや主要強度部材8の損傷抑制効果は同等に得られる。しかも、LE側導電性材料101、TE側導電性材料102の被覆量を減らせるので、ブレード長の全長に亘って導電性材料を被覆するものよりもブレードの重量を小さくすることができる。

【0077】

なお、この実施形態では、ダウンコンダクタを二系統有するものについて説明した。ダウンコンダクタを一系統で有するものについても同様にLE側導電性材料101またはTE側導電性材料102の長さを制限することができる。また、二系統のダウンコンダクタを有する場合、一方のダウンコンダクタ側の導電性材料の長さを制限し、他方のダウンコンダクタ側の導電性材料をブレード長の全長に亘って被覆するものであってもよい。また、二系統のダウンコンダクタを有する場合、両方のダウンコンダクタ側の導電性材料の長さを制限し、それぞれの導電性材料長さを異なるようにしてもよい。

【0078】

(実施形態8)

次に他の実施形態を図15、17に基づいて説明する。なお、前記実施形態と同様の構成については同一の符号を付しており、必要に応じて省略または簡略化する。

図15は、風力発電用ブレード1の全体を示すものであり、図17は、ブレード本体1aについて長手方向と直交する断面図である。

この実施形態8は、実施形態6の変更例であり、中間受雷部11を有するものである。以下に説明する。

【0079】

この実施形態8のブレード本体1aには、プレッシャーサイド6およびサクシオンサイド7に円柱形状の中間受雷部11が設けられている。中間受雷部11は、リーディングエッジ4側とトレーリングエッジ5側とに近接しており、ブレード長手方向に間隔をおいて複数配置されて、その表面が露出している。なお、この実施形態では、中間受雷部11の形状を表面形状で円形としているが、表面形状で多角形や楕円形としてもよい。各中間受雷部11は、近接するLE側ダウンコンダクタ31またはTE側ダウンコンダクタ32に電氣的に接続されている。

【0080】

中間受雷部11は、LE側ダウンコンダクタ31側ではLE側ダウンコンダクタ31よりも僅かに主要強度部材8側に位置している。TE側ダウンコンダクタ32側ではTE側

10

20

30

40

50

ダウンコンダクタ 3 2 をプレッシャーサイド 6 およびサクシオンサイド 7 側から挟むようにほぼ同じ位置にある。

中間受雷部 1 1 の材質としては、導電性と耐食性を有した金属から選択する。中でも、アルミニウム、銅、タングステン、ニッケル、チタン、ステンレス、あるいはこれらの合金が好ましい。本実施形態において、中間受雷部 1 1 の数は特に指定しない。ブレード本体 1 a に対する貫通雷撃を効果的に防ぐため、中間受雷部 1 1 はダウンコンダクタの近傍にあり、ダウンコンダクタと電氣的に接合されていることが望ましい。

1 個以上の金属製中間受雷部 1 1 をダウンコンダクタ近傍に設けることで、ダウンコンダクタに誘導された雷撃を中間受雷部 1 1 で捕雷しやすくなり、エッジ付近の FRP 損傷を抑制できる。導電性材料と組み合わせることで、捕雷効果はさらに高まる。

10

【0081】

中間受雷部 1 1 は、LE 側導電性材料 1 0 1、TE 側導電性材料 1 0 2 の被覆範囲内に位置しており、中間受雷部 1 1 の表面には LE 側導電性材料 1 0 1、TE 側導電性材料 1 0 2 は被覆されておらず、中間受雷部 1 1 の外周面で LE 側導電性材料 1 0 1、TE 側導電性材料 1 0 2 と電氣的に接触している。なお、中間受雷部 1 1 の表面を LE 側導電性材料 1 0 1 または TE 側導電性材料 1 0 2 で被覆してもよい。

なお、LE 側導電性材料 1 0 1、TE 側導電性材料 1 0 2 は、前記実施形態 3 と同様に LE 側ダウンコンダクタ 3 1、TE 側ダウンコンダクタ 3 2 の投影位置から主要強度部材 8 側に 0.1 m ~ 2 m オフセットした位置まで被覆されている。また、この実施形態では、ブレード長の全長に亘って LE 側導電性材料 1 0 1、TE 側導電性材料 1 0 2 が被覆されている。

20

【0082】

この実施形態では、LE 側ダウンコンダクタ 3 1、TE 側ダウンコンダクタ 3 2 側に雷撃が誘導される際に確実に LE 側導電性材料 1 0 1、TE 側導電性材料 1 0 2 が被覆されている範囲内に受雷することができ、ブレード本体 1 a や主要強度部材 8 の損傷を抑制することができる。

【0083】

なお、この実施形態では、リーディングエッジ 4 側とトレーリングエッジ 5 側のそれぞれに中間受雷部 1 1 を有するものについて説明したが、リーディングエッジ 4 側のみに LE 側ダウンコンダクタ 3 1、LE 側導電性材料 1 0 1、中間受雷部 1 1 を設けた風力発電用ブレードとしてもよい。あるいは、トレーリングエッジ 5 側のみに TE 側ダウンコンダクタ 3 2、TE 側導電性材料 1 0 2、中間受雷部 1 1 を設けた風力発電用ブレードも本発明の範囲に含まれる。また、導電性材料を被覆せずに、エッジ寄りのダウンコンダクタと中間受雷部とを組み合わせた風力発電用ブレードも本発明の範囲に含まれる。

30

【0084】

(実施形態 9)

次に、さらに他の実施形態を図 1 6 に基づいて説明する。なお、前記実施形態と同様の構成については同一の符号を付しており、必要に応じて省略または簡略化する。

図 1 6 は、風力発電用ブレード 1 の全体を示すものである。なお、長手方向に直交する方向における断面は、図 1 7 に同様に示される。

40

【0085】

この実施形態では、リーディングエッジ 4 側に被覆された LE 側導電性材料 1 0 1 とトレーリングエッジ 5 側に被覆された TE 側導電性材料 1 0 2 とを、ブレード長の全長に亘ることなく、ブレード本体 1 a の先端からブレード長の $1/10 \sim 1/2$ に至る範囲までに制限して被覆したものである。また、中間受雷部 1 1 も LE 側導電性材料 1 0 1 が被覆した範囲内で設けられている。

この実施形態 9 では、雷撃を受けやすい範囲に限って LE 側導電性材料 1 0 1、TE 側導電性材料 1 0 2 の被覆を行っており、雷撃によるブレード本体 1 a や主要強度部材 8 の損傷抑制効果は同等に得られる。しかも LE 側導電性材料 1 0 1、TE 側導電性材料 1 0 2 の被覆量を減らすことでブレード全体の重量を小さくすることができる。

50

【 0 0 8 6 】

以上、本発明について上記実施形態に基づいて本発明の説明を行ったが、本発明は、上記実施形態の説明に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱しない限りは適宜の変更が可能である。

【 符号の説明 】

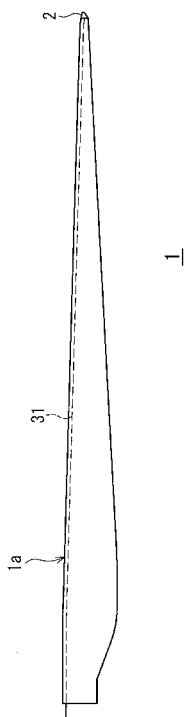
【 0 0 8 7 】

- 1 風力発電用ブレード
- 1 a ブレード本体
- 2 先端受雷部
- 3 ダウンコンダクタ
- 3 1 L E 側ダウンコンダクタ
- 3 2 T E 側ダウンコンダクタ
- 4 リーディングエッジ
- 5 トレーリングエッジ
- 6 プレッシャーサイド
- 7 サクシオンサイド
- 8 主要強度部材
- 8 1 P S 側ガーダー
- 8 2 S S 側ガーダー
- 9 スティフナ
- 1 0 1 L E 側導電性材料
- 1 0 2 T E 側導電性材料
- 1 1 中間受雷部

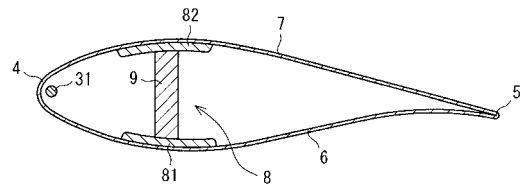
10

20

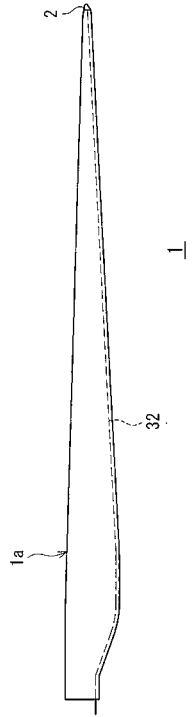
【 図 1 】



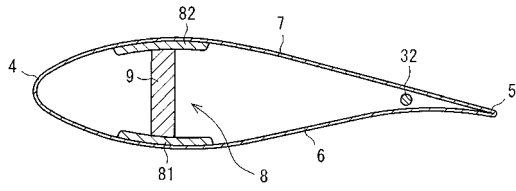
【 図 2 】



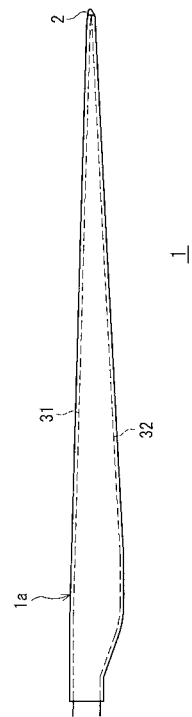
【図3】



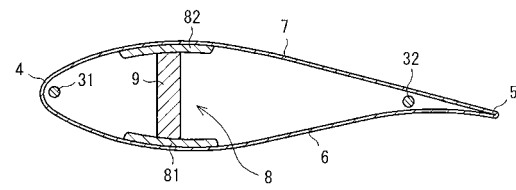
【図4】



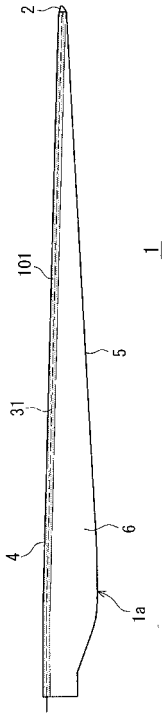
【図5】



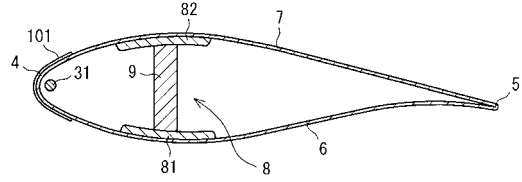
【図6】



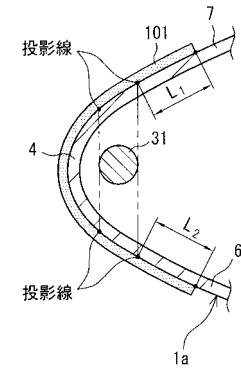
【図 7】



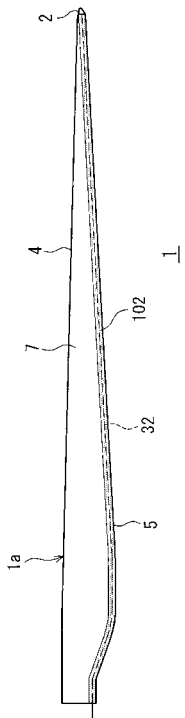
【図 8】



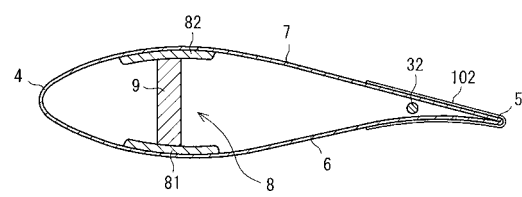
【図 9】



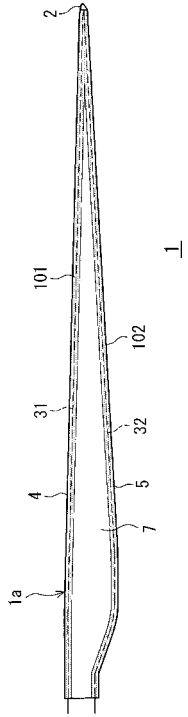
【図 10】



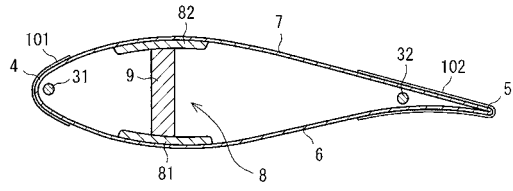
【図 11】



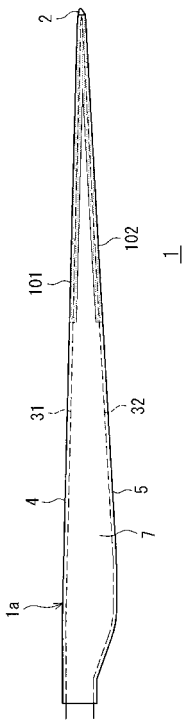
【図 1 2】



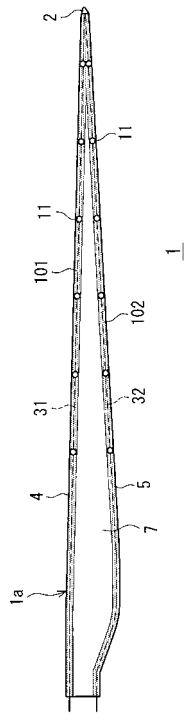
【図 1 3】



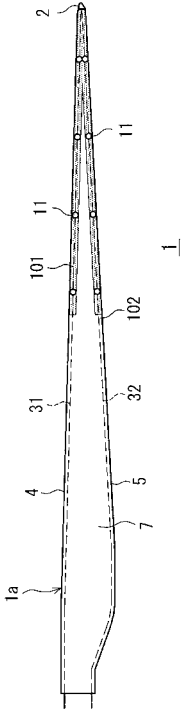
【図 1 4】



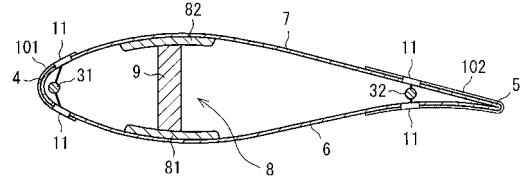
【図 1 5】



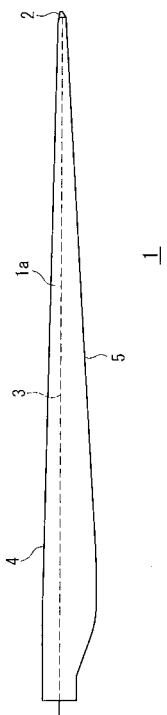
【 図 16 】



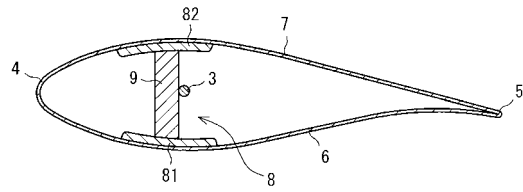
【 図 17 】



【 図 18 】



【 図 19 】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 潤

北海道室蘭市茶津町4番地 株式会社日本製鋼所内

(72)発明者 植田 俊明

愛知県名古屋市緑区大高町字北関山20-1 中部電力株式会社電力技術研究所内

Fターム(参考) 3H078 AA02 AA26 BB16 CC02