

(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2015-132245

(P2015-132245A)

(43) 公開日 平成27年7月23日(2015.7.23)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)
F03D	11/00	(2006.01)	F03D	11/00	A
F03D	1/06	(2006.01)	F03D	1/06	A
H02G	13/00	(2006.01)	H02G	13/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2014-5372 (P2014-5372)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成26年1月15日 (2014.1.15)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	110000350
			ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	飛永 育男
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	橋本 崇史
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	加藤 裕司
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		Fターム (参考)	3H178 AA03 AA22 AA24 AA43 BB43 CC02

(54) 【発明の名称】 風力発電装置

(57) 【要約】

【課題】

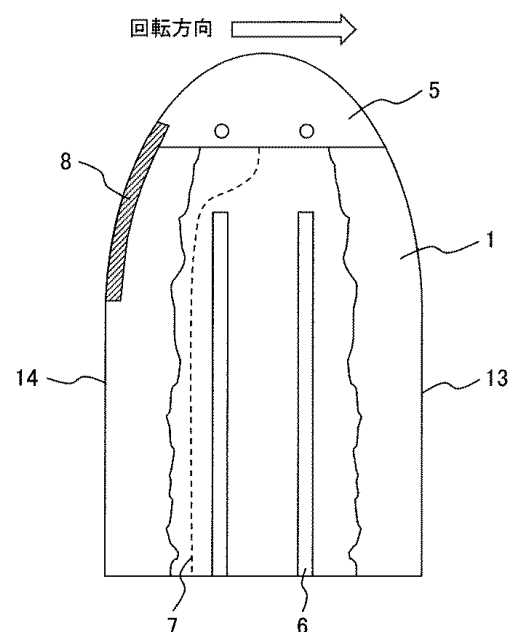
落雷によるブレードへの影響を最小限に抑えた、信頼性の高い風力発電装置を提供する。

【解決手段】

地上または洋上に設置され、発電機の支柱となるタワーと、前記タワー上に設けられ、前記発電機を内蔵するナセルと、前記ナセルの一端に設けられ、風を受けて回転エネルギーへ変換するハブおよびブレードからなるロータと、を有する風力発電装置であって、前記ブレードの先端部近傍に設けられ、落雷時に落雷を受容する受雷部と、前記ブレードの後縁側表面に設けられ、前記受雷部と電気的に接続された金属箔と、を備えることを特徴とする風力発電装置。

【選択図】 図1

図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

地上または洋上に設置され、発電機の支柱となるタワーと、
前記タワー上に設けられ、前記発電機を内蔵するナセルと、
前記ナセルの一端に設けられ、風を受けて回転エネルギーへ変換するハブおよびブレードからなるロータと、を有する風力発電装置であって、
前記ブレードの先端部近傍に設けられ、落雷時に落雷を受容する受雷部と、
前記ブレードの後縁側表面に設けられ、前記受雷部と電氣的に接続された金属箔と、を備えることを特徴とする風力発電装置。

【請求項 2】

前記金属箔は、前記ブレードの後縁に沿って、前記受雷部から前記ブレードの前記ハブ方向に延在するように設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電装置。

【請求項 3】

前記ブレードの後縁近傍に設けられ、前記ブレード内の導電材を介して前記受雷部と電氣的に接続された中間受雷部と、を備え、

前記金属箔は、前記ブレードの表面において、前記受雷部と前記中間受雷部を繋ぐように設けられていることを特徴とする請求項 2 に記載の風力発電装置。

【請求項 4】

前記ブレードの後縁近傍に設けられ、前記ブレード内の導電材を介して前記受雷部と電氣的に接続された中間受雷部と、を備え、

前記金属箔は、前記ブレードの後縁と前記中間受雷部を繋ぐように設けられ、
前記ブレードの表面において、前記金属箔の前記ブレードの後縁側端部と前記受雷部が離間して設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電装置。

【請求項 5】

前記金属箔は、導電性接着材を介して前記ブレード表面に接着された金属テープであることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の風力発電装置。

【請求項 6】

前記金属箔は、アルミニウムまたはステンレス鋼により形成されていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の風力発電装置。

【請求項 7】

地上または洋上に設置され、発電機の支柱となるタワーと、
前記タワー上に設けられ、前記発電機を内蔵するナセルと、
前記ナセルの一端に設けられ、風を受けて回転エネルギーへ変換するハブおよびブレードからなるロータと、を有する風力発電装置であって、
前記ブレードの先端部近傍に設けられ、落雷時に落雷を受容する第一の受雷部と、
前記ブレードの後縁側表面に設けられ、前記第一の受雷部と電氣的に接続された第二の受雷部と、を備えることを特徴とする風力発電装置。

【請求項 8】

前記第二の受雷部は、前記ブレードの後縁に沿って、前記第一の受雷部から前記ブレードの前記ハブ方向に延在するように設けられていることを特徴とする請求項 7 に記載の風力発電装置。

【請求項 9】

前記ブレードの後縁近傍に設けられ、前記ブレード内の導電材を介して前記第一の受雷部と電氣的に接続された中間受雷部と、を備え、

前記第二の受雷部は、前記ブレードの表面において、前記中間受雷部と繋ぐように設けられていることを特徴とする請求項 8 に記載の風力発電装置。

【請求項 10】

前記第一の受雷部および前記第二の受雷部は一体化して形成されていることを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の風力発電装置。

【請求項 11】

前記第一の受雷部および前記第二の受雷部は、アルミニウムまたはステンレス鋼により形成されていることを特徴とする請求項 7 から 10 のいずれかに記載の風力発電装置。

【請求項 12】

地上または洋上に設置され、発電機の支柱となるタワーと、
前記タワー上に設けられ、前記発電機を内蔵するナセルと、
前記ナセルの一端に設けられ、風を受けて回転エネルギーへ変換するハブおよびブレードからなるロータと、を有する風力発電装置であって、
前記ブレードの先端部近傍に設けられ、落雷時に落雷を受容する受雷部と、を備え、
前記受雷部は、前記ブレードの後縁側表面において、前記ブレードの後縁に沿って、前記ブレードの前記ハブ方向に延在するように設けられ、かつ、前記ブレードの前縁側表面において、前記ブレードの前縁に沿って、前記ブレードの前記ハブ方向に延在するように設けられ、

前記ブレードの後縁側表面における前記受雷部の端部は、前記ブレードの前縁側表面における前記受雷部の端部よりも前記ハブ方向に長く設けられていることを特徴とする風力発電装置。

【請求項 13】

前記受雷部は、アルミニウムまたはステンレス鋼により形成されていることを特徴とする請求項 12 に記載の風力発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力発電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

安定したエネルギー資源の確保や地球温暖化防止といった観点から、風力発電の導入が進む一方で、技術面では、設計管理上の問題、トラブルへの対応やメンテナンス対応の問題、また、各々の地域における特異な気象条件に起因する諸問題により、設置場所によっては計画された発電量が得られないという問題が顕在化している。なかでも、風力発電施設の落雷による故障や事故は、発生頻度の最も高い要因としてあげられ、ブレードの損傷など、多くの被害事例が報告されている。

【0003】

落雷は、直撃雷と誘導雷に区分され、直撃雷はブレード、ナセルなどの破損や電子部品などの焼損を引き起こし、損傷部が飛散して家屋の窓を壊した事例もある。誘導雷は、主としてサージ電流による電子部品等の焼損を引き起こし、火災の原因となる。落雷による被害は、ブレードや制御装置の故障が多く、特にブレードの故障の大半が落雷によるものであり、ブレードに対する落雷対策が重要な課題となっている。

【0004】

本技術分野の背景技術として、特開 2008 - 115783 号公報（特許文献 1）がある。特許文献 1 には、非導電性板材で翼形状に構成された風車用ブレードであって、導電性材料からなり、前記非導電性板材の外表面に露出し、ブレード前後方向に沿って長く形成された受雷部と、一端が前記受雷部に電氣的に接続し、ブレード内で根部方向に延設された導線とを備えた風車用ブレードが開示されている。

【0005】

上記風車用ブレードによれば、導電性材料からなる受雷部はブレード外板から露出しているため、受雷しやすく、ブレード前後方向に沿って（好ましくは外表面を一周して）長く形成されているので、本受雷部より先端側に落雷しブレード表面を流れる沿面電流を本受雷部により捉えることにより逃しにくい。本受雷部で捉えた雷電流はブレード内に設置された導線により根部方向に導出され、ハブ及びタワーの金属部分又は地面まで延設した導線を通して地面に放出することができ、従って、雷を捉え避雷する信頼性の高いブレードが構成されるという効果がある。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-115783号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記のように、風力発電装置においては、風力発電装置のなかで最も高い位置に来ることになる風車の翼すなわちブレードに雷が落ちる可能性が高く、風力発電装置の信頼性向上にはブレードに対する落雷対策が大きな課題となっている。また、近年では、ブレードの軽量化と強度を両立するため、一般的にGFRP (Glass - Fiber - Reinforced - Plastics) と呼ばれるガラス繊維強化プラスチックがブレードの材料として用いられている。GFRPは絶縁物であり、ブレードが落雷を受けた場合、落雷をアースに受け流すためには、別途の導電体をブレードに設ける必要がある。

10

【0008】

図7Aに一般的な風力発電装置の全体概要を示す。一般的な風力発電装置は発電機の支柱となるタワー4の上に発電機を内蔵したナセル2が設けられており、ナセル3の一端にはハブ2および複数の翼すなわち複数のブレード1からなるロータが設けられる。図7Aに示すようにブレード1は、雷からの保護の為の受雷部すなわちレセプタ5を先端部分に備えている。

20

【0009】

図7Bに落雷を受けた後のブレード1の先端部近傍の様子を示す。ブレード1の先端部近傍に備えられたレセプタ5はブレード1内に設けられた導電材10を介してアースに接続されている。本願発明者が落雷を受けた風車の事例を検討したところ、図7Bに示すように、ブレード1において、レセプタ5は落雷を受けた後でもダメージを受けていないのに対し、ブレード1の回転方向の後ろ側つまりレセプタ5よりもブレード1の後縁側に割れやひび等のダメージ部11が多く生じることが分かった。図8Aから図8Dに、図7Bにおけるダメージ部11の生じるメカニズムを示す。図8Aのように、落雷の開始時においては、風力発電装置の最も高い位置となるブレードa1aに落雷しやすい。ブレード1は風力発電装置の運転時には風を受けて回転しており、ブレード1の先端ほど速度が速く、その速度は70m/sec以上にもなる場合がある。従って、ブレードa1aに落雷した雷は、図8bに示すように、ブレードa1aの回転方向とは逆側つまりブレードa1aの後縁側に雷電流が引きずられる現象が発生する。この現象は、落雷の継続時間や電力値にもよるが、図8Cに示すように、ブレード1の回転により、ブレードb1bが最も高い位置に来て、ブレードb1bに落雷が遷移するまで続くような場合もあると推測される。

30

【0010】

上記のようなメカニズムにより、図8Dに示すように、先端付近にレセプタ5を設けたブレード1の回転方向の後ろ側すなわち後縁側に雷電流が引きずられて、ブレード1にダメージ部11を発生させていると考えられる。ここで、ブレード1におけるレセプタ5の面積を大きくすることも可能であるが、必要以上にレセプタ5を大きくすると、ブレード1の重量が増加し、ブレード1の耐久性等に影響が生じる。つまり、図8Dにおけるダメージ部11の発生を防止するためにレセプタ5を大きくすると、ブレード1の先端重量が増し、その重力成分や慣性力成分がブレード荷重の増大を引き起こしてしまう。

40

【0011】

特許文献1の風車用ブレードでは、上記のようなブレードの先端部に設けた受雷部よりも後縁側に対する落雷の影響を軽減するには不十分である。また、ブレードの前後方向に沿って(好ましくは外表面を一周して)長く形成されるため、必要以上にブレードの重量が増加してしまうデメリットがある。

【0012】

本発明の目的は、風力発電装置において、落雷によるブレードへの影響を最小限に抑え

50

、信頼性の高い風力発電装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、地上または洋上に設置され、発電機の支柱となるタワーと、前記タワー上に設けられ、前記発電機を内蔵するナセルと、前記ナセルの一端に設けられ、風を受けて回転エネルギーへ変換するハブおよびブレードからなるロータと、を有する風力発電装置であって、前記ブレードの先端部近傍に設けられ、落雷時に落雷を受容する受雷部と、前記ブレードの後縁側表面に設けられ、前記受雷部と電氣的に接続された金属箔と、を備えることを特徴とする。

【0014】

また、本発明は、地上または洋上に設置され、発電機の支柱となるタワーと、前記タワー上に設けられ、前記発電機を内蔵するナセルと、前記ナセルの一端に設けられ、風を受けて回転エネルギーへ変換するハブおよびブレードからなるロータと、を有する風力発電装置であって、前記ブレードの先端部近傍に設けられ、落雷時に落雷を受容する第一の受雷部と、前記ブレードの後縁側表面に設けられ、前記第一の受雷部と電氣的に接続された第二の受雷部と、を備えることを特徴とする。

【0015】

また、本発明は、地上または洋上に設置され、発電機の支柱となるタワーと、前記タワー上に設けられ、前記発電機を内蔵するナセルと、前記ナセルの一端に設けられ、風を受けて回転エネルギーへ変換するハブおよびブレードからなるロータと、を有する風力発電装置であって、前記ブレードの先端部近傍に設けられ、落雷時に落雷を受容する受雷部と、を備え、前記受雷部は、前記ブレードの後縁側表面において、前記ブレードの後縁に沿って、前記ブレードの前記ハブ方向に延在するように設けられ、かつ、前記ブレードの前縁側表面において、前記ブレードの前縁に沿って、前記ブレードの前記ハブ方向に延在するように設けられ、前記ブレードの後縁側表面における前記受雷部の端部は、前記ブレードの前縁側表面における前記受雷部の端部よりも前記ハブ方向に長く設けられていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、風力発電装置において、落雷によるブレードへの影響を最小限に抑え、信頼性の高い風力発電装置を実現することができる。

【0017】

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の一実施形態に係るブレードの先端部近傍を示す図である。

【図2】本発明の一実施形態に係るブレードの先端部近傍を示す図である。

【図3】本発明の一実施形態に係るブレードの先端部近傍を示す図である。

【図4A】本発明の一実施形態に係るブレードの先端部近傍を示す図である。

【図4B】本発明の一実施形態に係るブレードの一部断面を示す図である。

【図5】本発明の一実施形態に係るブレードの先端部近傍を示す図である。

【図6】本発明の一実施形態に係るブレードの先端部近傍を示す図である。

【図7A】代表的な風力発電装置の全体概要を示す図である。

【図7B】代表的な風力発電装置における落雷時のブレードの先端部近傍を示す図である。

【図8A】代表的な風力発電装置における落雷時の様子を示す図である。

【図8B】代表的な風力発電装置における落雷時の様子を示す図である。

【図8C】代表的な風力発電装置における落雷時の様子を示す図である。

【図8D】代表的な風力発電装置における落雷時のブレードの先端部近傍を示す図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

【実施例1】

【0020】

図1に本発明の一実施例である風力発電装置におけるブレードの先端部近傍を示す。実施例1における風力発電装置の全体構成については、上記の図7Aで説明した代表的な風力発電装置と共通する部分について、その詳細な説明を省略して説明する。実施例1における風力発電装置のブレード1は、GFRPと呼ばれるガラス繊維強化プラスチックなどの絶縁材料により形成されている。ブレード1の先端部近傍には、落雷時に落雷を受容する受雷部すなわちレセプタ5が設けられている。

10

【0021】

レセプタ5は、腐食に強く導電率が高い、アルミニウム(Al)材やステンレス鋼(SUS)材などの導電材料から形成されている。また、ブレード1の表面において、レセプタ5が設けられている位置よりもブレード1の回転方向の後ろ側すなわちブレード1の後縁14側の表面には、導電材8がレセプタ5と電氣的に接続するように設けられている。また、導電材8は、ブレード1の後縁に沿って、レセプタ5からブレード1のハブ2方向に延在するように設けられている。導電材8は、ブレード1の重量を必要以上に増やさないう、アルミニウム(Al)箔や薄く加工したステンレス鋼(SUS)材などの金属箔を用いるのが望ましい。導電材8として、例えば、裏面に導電性の接着材を塗布した金属箔などからなる金属テープを用いることにより、ブレード1の重量を必要以上に増やすことなく、容易な施工で、効果的にブレード1の後縁側表面の落雷対策を行うことができる。図1に波線を用いて示すようにブレード1の内部には、ブレード1の骨格となる構造材6が配置され、レセプタ5に落雷した雷電流をアースに逃がすための導電材となるケーブル7が設けられている。ここで構造材6は2列に図示されているが、列数は任意であり、また先端部においては存在しない場合もある。

20

【0022】

ここで、ブレード1の後縁14に沿って、レセプタ5からブレード1のハブ2方向に延在するように設けられる導電材8の長さは、風力発電装置の規模やブレード形状(翼形状)にもよるが、30cmから100cm程度の長さで設けることにより、より効果的にブレード1の後縁14側に対する落雷を受容することができる。

30

【0023】

以上説明したように、実施例1の風力発電装置によれば、必要以上にブレードの重量を増やすことなく、容易な施工で、落雷時の落雷をより効果的に受容し、落雷つまり雷電流をアースへ放電することができ、ブレード1に対するダメージを最小限に抑えることができる。これにより、落雷による故障や事故が少なく、信頼性の高い風力発電装置を実現することが可能となる。

【実施例2】

【0024】

図2に本発明の他の実施例である風力発電装置におけるブレードの先端部近傍を示す。実施例2における風力発電装置の全体構成については、実施例1で説明した部分と共通する部分について、その詳細な説明を省略して説明する。

40

【0025】

実施例2における風力発電装置のブレード1は、図2の波線で示したブレード1の内部において、実施例1と同様にブレード1の骨格となる構造材6が配置され、レセプタ5に落雷した雷電流をアースに逃がすための導電材となるケーブル7が設けられている。実施例2では、ブレード1の先端部に設けられたレセプタ5の他に、ブレード1の先端部から離間した位置にレセプタ5とは別個に設けられた別の受雷部となる中間受雷部すなわち中間レセプタ9を備えている。

【0026】

50

中間レセプタ 9 はブレード 1 の内部において、導電材を介してケーブル 7 に接続される。レセプタ 5 からブレード 1 の後縁 14 側表面に沿って、ブレード 1 のハブ 2 方向へ延在するように導電材 8 が設けられている点では、実施例 1 と同様だが、実施例 2 では、導電材 8 はブレード 1 の表面において、レセプタ 5 と中間レセプタ 9 とを繋ぐように設けられている点で実施例 1 と異なっている。つまり、レセプタ 5 と中間レセプタ 9 は、ブレード 1 の内部でケーブル 7 を介して電氣的に接続されているのに加え、ブレード 1 の表面において、導電材 8 により電氣的に接続されている。実施例 2 のように、2 つのレセプタ間すなわちレセプタ 5 と中間レセプタ 9 とを繋ぐようにブレード 1 の後縁 14 側表面にアルミニウム (A 1) 箔や薄く加工したステンレス鋼 (S U S) 材などの金属箔あるいは金属テープすなわち導電材 8 を張り付けることにより、より確実に導電経路を確保することができる。

10

【0027】

ここで、実施例 1 と同様に、ブレード 1 の後縁 14 に沿って、レセプタ 5 からブレード 1 のハブ 2 方向に延在するように設けられる導電材 8 の長さは、風力発電装置の規模やブレード形状 (翼形状) にもよるが、30 cm から 100 cm 程度の長さで設けることにより、より効果的にブレード 1 の後縁 14 側に対する落雷を受容することができる。

【0028】

実施例 2 の風力発電装置によれば、実施例 1 と同様に、必要以上にブレードの重量を増やすことなく、容易な施工で、落雷時の落雷をより効果的に受容し、落雷つまり雷電流をアースへ放電することができ、ブレード 1 に対するダメージを最小限に抑えることができる。これにより、落雷による故障や事故が少なく、信頼性の高い風力発電装置を実現することが可能となる。

20

【実施例 3】

【0029】

図 3 に本発明の別の実施例である風力発電装置におけるブレードの先端部近傍を示す。実施例 3 における風力発電装置の全体構成については、実施例 1 あるいは実施例 2 で説明した部分と共通する部分について、その詳細な説明を省略して説明する。

【0030】

実施例 3 における風力発電装置のブレード 1 は、図 3 の波線で示したブレード 1 の内部においては、実施例 1 と同様にブレード 1 の骨格となる構造材 6 が配置され、レセプタ 5 に落雷した雷電流をアースに逃がすための導電材となるケーブル 7 が設けられている点で実施例 1 および実施例 2 と同様である。また、ブレード 1 の先端部に設けられたレセプタ 5 の他に、ブレード 1 の先端部から離間した位置にレセプタ 5 とは別個に設けられた別の受雷部となる中間受雷部すなわち中間レセプタ 9 を備えている点においても、実施例 2 と同様の構成となっている。

30

【0031】

ここで、実施例 2 では、導電材 8 すなわち金属箔あるいは金属テープが、ブレード 1 の表面において、レセプタ 5 と中間レセプタ 9 を繋ぐように設けられているのに対し、実施例 3 では、導電材 8 すなわち金属箔あるいは金属テープはブレード 1 の後縁にその端部を有し、レセプタ 5 と離間して形成されている。実施例 3 では、ブレード 1 のレセプタ 5 よりも後縁側において、導電材 8 すなわち金属箔あるいは金属テープとレセプタ 5 の間に、導電材 8 すなわち金属箔あるいは金属テープ形成されていない領域が存在するが、ブレード 1 の回転移動に伴いブレード 1 の後縁側に流れる落雷はブレード 1 の後縁に端部を有する導電材 8 すなわち金属箔あるいは金属テープおよび中間レセプタ 9 を介して、アースに接続される。これにより、ブレード 1 の重量を必要以上に増やすことなく、実施例 2 と同様に、より確実に導電経路を確保することができる。

40

【0032】

導電材 8 すなわち金属箔あるいは金属テープは、アルミニウム (A 1) 箔や薄く加工したステンレス鋼 (S U S) 材など、腐食に強く導電率が高い材料により形成するのが好適である。

50

【 0 0 3 3 】

実施例 3 の風力発電装置によれば、実施例 1 あるいは実施例 2 と同様に、必要以上にブレードの重量を増やすことなく、容易な施工で、落雷時の落雷をより効果的に受容し、落雷つまり雷電流をアースへ放電することができ、ブレード 1 に対するダメージを最小限に抑えることができる。これにより、落雷による故障や事故が少なく、信頼性の高い風力発電装置を実現することが可能となる。

【 実施例 4 】

【 0 0 3 4 】

図 4 A および図 4 B に本発明の別の実施例である風力発電装置におけるブレードの先端部近傍を示す。図 4 B は図 4 A における A - A ' 断面を示している。実施例 4 における風力発電装置の全体構成については、上記の実施例 1 乃至実施例 3 で説明した部分と共通する部分について、その詳細な説明を省略して説明する。

【 0 0 3 5 】

実施例 4 における風力発電装置のブレード 1 は、図 4 A に示すようにブレード 1 の先端部近傍に第一の受雷部であるレセプタ 5 が設けられている。また、ブレード 1 の回転方向においてレセプタ 5 よりも後ろ側すなわちブレード 1 の後縁側表面には、第一の受雷部となるレセプタ 5 と電氣的に接続された第二の受雷部である導電材 8 がブレード 1 の後縁に沿って、第一の受雷部であるレセプタ 5 からブレード 1 のハブ 2 方向に延在するように設けられている。

【 0 0 3 6 】

また、図 4 A に波線で示すように、ブレード 1 の内部には導電材 10 が設けられており、レセプタ 5 は導電材 10 と電氣的に接続され、落雷時に受容した落雷を導電材 10 を介して、アースに放電する。なお、図 4 A には明示されていないが、図 1 乃至図 4 における構造材 6 のようなブレード 1 の骨格材を導電材 10 とは別個に設けても良い。実施例 4 では、第一の受雷部であるレセプタ 5 と第二の受雷部である導電材 8 が一体化した形で形成されている。つまり、レセプタ 5 の後縁側をブレード 1 の後縁に沿って伸ばしたような形に形成されている。

【 0 0 3 7 】

また、図 4 B に示すように、図 4 の A - A ' 断面においては、第二の受雷部である導電材 8 がブレード 1 の後縁側において、ブレード 1 に嵌合されるように形成されている。本実施例のように、ブレード 1 の先端部近傍に第一の受雷部となるレセプタ 5 およびブレード 1 の後縁側に第二の受雷部となる導電材 8 を設けることで、単にレセプタ 5 をブレード 1 の先端部で拡大して設けた場合と比較して、より軽量化して設けることができる。

【 0 0 3 8 】

レセプタ 5 および導電材 8 の材質としては、例えば、腐食に強く、導電率の高いアルミニウム (A l) 材やステンレス鋼 (S U S) 材を用いるのが好適である。

【 0 0 3 9 】

ここで、実施例 1 と同様に、ブレード 1 の後縁 14 に沿って、レセプタ 5 からブレード 1 のハブ 2 方向に延在するように設けられる導電材 8 の長さは、風力発電装置の規模やブレード形状 (翼形状) にもよるが、 30 c m から 100 c m 程度の長さで設けることにより、より効果的にブレード 1 の後縁 14 側に対する落雷を受容することができる。

【 0 0 4 0 】

実施例 4 の風力発電装置によれば、必要以上にブレードの重量を増やすことなく、落雷時の落雷をより効果的に受容し、落雷つまり雷電流をアースへ放電することができ、ブレード 1 に対するダメージを最小限に抑えることができる。これにより、落雷による故障や事故が少なく、信頼性の高い風力発電装置を実現することが可能となる。

【 実施例 5 】

【 0 0 4 1 】

図 5 に本発明の別の実施例である風力発電装置におけるブレードの先端部近傍を示す。実施例 5 における風力発電装置の全体構成については、上記の実施例 1 乃至実施例 4 で説

10

20

30

40

50

明した部分と共通する部分について、その詳細な説明を省略して説明する。

【0042】

実施例5における風力発電装置のブレード1は、実施例4において、第二の受雷部となる導電材8のハブ2側の端部が中間レセプタ9を介して、導電材10と電氣的に接続されている点において異なる。また、ブレード1の後縁側に延在してもうけられた第二の受雷部となる導電材8に沿うように、導電材8と電氣的に接続された導電材10がブレード1の内部に形成されている点も実施例4と異なっている。つまり、第二の受雷部となる導電材8は、ブレード1の表面において、レセプタ5から離間して設けられている中間レセプタ9とレセプタ5を繋ぐように設けられている。実施例5のように、第一の受雷部であるレセプタ5および第二の受雷部である導電材8を設け、さらに第二の受雷部である導電材8のハブ2方向端部を中間レセプタ9を介してアースに接続することにより、落雷した際に第二の受雷部である導電材8のハブ2側の端部と導電材10とがショートするのを抑制することができ、ショートによるブレード1の割れやひび等のダメージを防止することができる。また、このような構造とすることで、一体化して形成された第一の受雷部および第二の受雷部すなわちレセプタ5と導電材8と、ブレード1との間の接合の補強効果も期待できる。

10

【0043】

実施例5におけるレセプタ5および導電材8の材質としては、実施例4と同様に、腐食に強く、導電率の高いアルミニウム(A1)材やステンレス鋼(SUS)材を用いるのが好適である。

20

【0044】

ここで、実施例1と同様に、ブレード1の後縁14に沿って、レセプタ5からブレード1のハブ2方向に延在するように設けられる導電材8の長さは、風力発電装置の規模やブレード形状(翼形状)にもよるが、30cmから100cm程度の長さで設けることにより、より効果的にブレード1の後縁14側に対する落雷を受容することができる。

【0045】

実施例5の風力発電装置によれば、必要以上にブレードの重量を増やすことなく、落雷時の落雷をより効果的に受容し、落雷つまり雷電流をアースへ放電することができ、ブレード1に対するダメージを最小限に抑えることができる。これにより、落雷による故障や事故が少なく、信頼性の高い風力発電装置を実現することが可能となる。

30

【実施例6】

【0046】

図6に本発明の別の実施例である風力発電装置におけるブレードの先端部近傍を示す。実施例6における風力発電装置の全体構成については、上記の実施例1乃至実施例5で説明した部分と共通する部分について、その詳細な説明を省略して説明する。

【0047】

実施例6における風力発電装置のブレード1は、先端部近傍にレセプタ5が設けられている。レセプタ5は、ブレード1の後縁14側表面において、ブレード1の後縁14に沿って、ブレード1のハブ2方向に延在するように設けられ、かつ、ブレード1の前縁13側表面において、ブレード1の前縁13に沿って、ブレード1のハブ2方向に延在するように設けられ、ブレード1の後縁14側表面における受雷部すなわちレセプタ5の端部は、ブレード1の前縁13側表面における受雷部すなわちレセプタ5の端部よりもハブ2方向に長く設けられている。実施例6のようなレセプタ5の形状を採用することで、単にレセプタ5をブレード1の先端部で拡大して設けた場合と比較して、より軽量化して設けることができる。

40

【0048】

実施例6におけるレセプタ5および導電材8の材質としては、実施例4と同様に、腐食に強く、導電率の高いアルミニウム(A1)材やステンレス鋼(SUS)材を用いるのが好適である。

【0049】

50

ここで、ブレード 1 の後縁 1 4 側表面において、ブレード 1 の後縁 1 4 に沿って、ブレード 1 のハブ 2 方向に延在するように設けられるレセプタ 5 の長さは、風力発電装置の規模やブレード形状（翼形状）にもよるが、30 cm から 100 cm 程度の長さで設けることにより、より効果的にブレード 1 の後縁 1 4 側に対する落雷を受容することができる。

【0050】

実施例 6 の風力発電装置によれば、必要以上にブレードの重量を増やすことなく、落雷時の落雷をより効果的に受容し、落雷つまり雷電流をアースへ放電することができ、ブレード 1 に対するダメージを最小限に抑えることができる。これにより、落雷による故障や事故が少なく、信頼性の高い風力発電装置を実現することが可能となる。

【0051】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

【符号の説明】

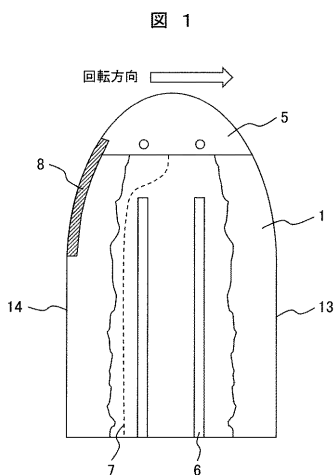
【0052】

1, 1 a, 1 b, 1 c ... ブレード、2 ... ハブ、3 ... ナセル、4 ... タワー、5 ... レセプタ、6 ... 構造材、7 ... ケーブル、8, 10 ... 導電材、9 ... 中間レセプタ、11 ... ダメージ部、12 ... 落雷、13 ... 前縁、14 ... 後縁。

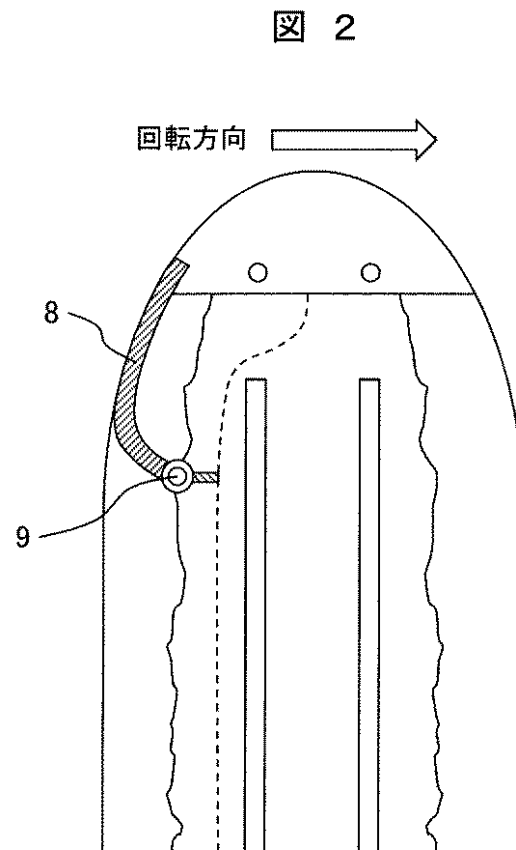
10

20

【図 1】

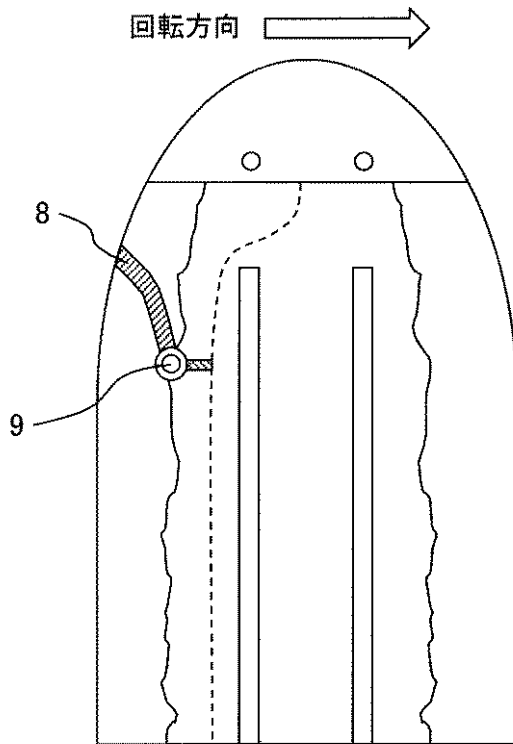


【図 2】



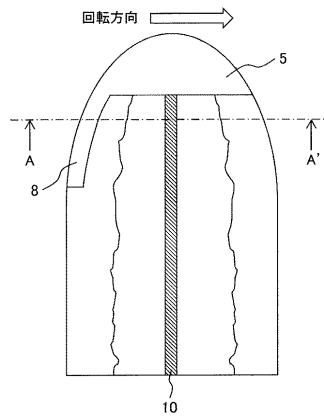
【図 3】

図 3



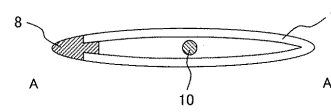
【図 4 A】

図 4A



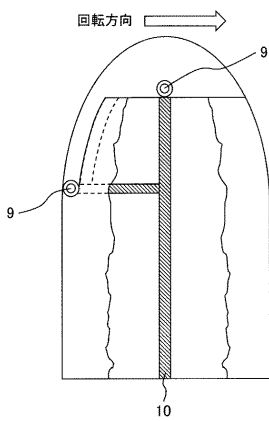
【図 4 B】

図 4B



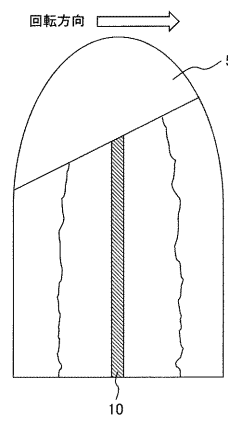
【図 5】

図 5



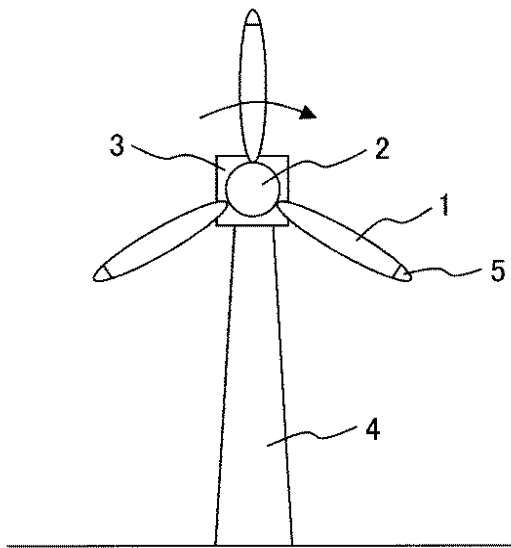
【図 6】

図 6



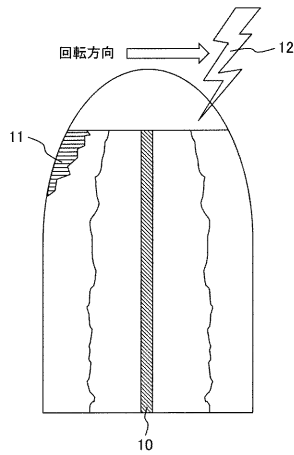
【図 7 A】

図 7A



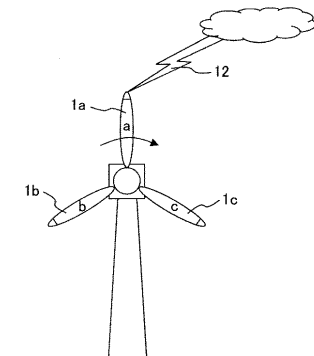
【図 7 B】

図 7B



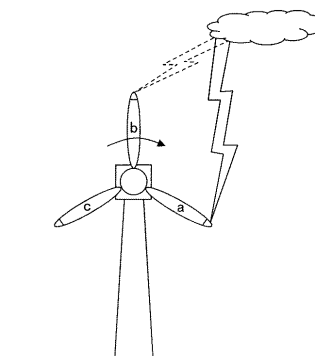
【図 8 A】

図 8A



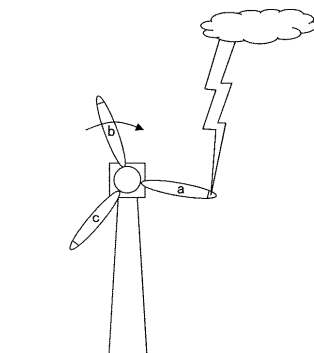
【図 8 C】

図 8C



【図 8 B】

図 8B



【図 8 D】

図 8D

