

(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2018-40280  
(P2018-40280A)

(43) 公開日 平成30年3月15日(2018.3.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F03D 80/30 (2016.01)</b>	F03D 80/30	3H178
<b>H05F 3/04 (2006.01)</b>	H05F 3/04	F 5G067
F03D 1/06 (2006.01)	F03D 1/06	A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-174188 (P2016-174188)  
(22) 出願日 平成28年9月7日 (2016.9.7)

(71) 出願人 591282205  
島根県  
島根県松江市殿町1番地  
(71) 出願人 391016509  
株式会社守谷刃物研究所  
島根県安来市恵乃島町113番地-1  
(74) 代理人 100081673  
弁理士 河野 誠  
(74) 代理人 100141483  
弁理士 河野 生吾  
(74) 代理人 100166659  
弁理士 楠 和也  
(72) 発明者 箕田 充志  
島根県松江市西生馬町14-4 松江工業  
高等専門学校内

最終頁に続く

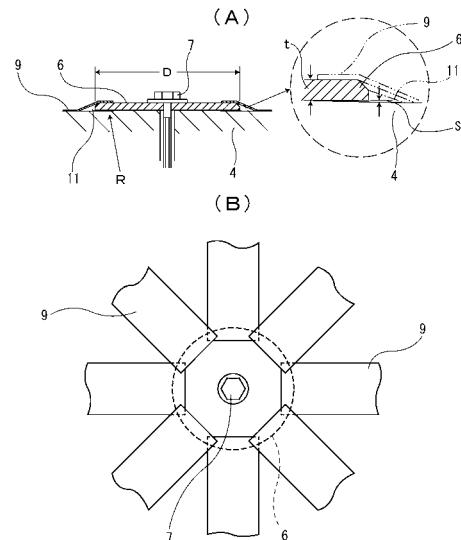
(54) 【発明の名称】 風車ブレードのレセプター取付構造

(57) 【要約】

【課題】 落雷による風力発電装置の風車ブレードに取付けるレセプター及びその周辺の破損を防止する。

【解決手段】 この発明の風車ブレードへのレセプター取付構造は、絶縁材からなるブレード4の表面に対し、導電性を備えダウンコンダクターに接続されて受雷部を構成するプレート状のレセプター6を取付けた風車ブレードへのレセプターの取付構造であって、上記レセプター6のブレード4表面への取付面における外周縁側と、該ブレード4表面とを密着させるか、或いは、上記レセプター6の前記取付面の外周縁側と、前記ブレード4表面との間の隙間Sを0.1mm以下に保持させる。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

絶縁材からなるブレード(4)の表面に対し、導電性を備えダウンコンダクターに接続されて受雷部を構成するプレート状のレセプター(6)を取付けた風車ブレードへのレセプターの取付構造であって、上記レセプター(6)のブレード(4)表面への取付面における外周縁側と、該ブレード(4)表面とを密着させるか、或いは、上記レセプター(6)の前記取付面の外周縁側と、前記ブレード(4)表面との間の隙間(S)を0.1mm以下に保持させた風車ブレードのレセプター取付構造。

**【請求項 2】**

レセプター(6)を取付けるブレード(4)の表面が緩やかなカーブに湾曲形成され、レセプター(6)とブレード(4)の取付面のいずれか一方又は両方の面を両面が適合し合うように予め調整してなる請求項1に記載の風車ブレードのレセプター取付構造。

10

**【請求項 3】**

レセプター(6)を取付けるブレード(4)の表面が緩やかなカーブに湾曲形成され、レセプター(6)を剛性を備えた材質で板厚1~6mm、直径30~80mmの円板状に形成した請求項1又は2に記載の風車ブレードのレセプター取付構造。

**【請求項 4】**

レセプター(6)として金属と炭素材料とを焼結させて得られる複合材からなり、該複合材に含まれる炭素材料は、該複合材の総体積を基準として10~80体積%で且つ理想密度の95%以上まで焼結されてなる請求項1~3のいずれかに記載の風車ブレードのレセプター取付構造。

20

**【請求項 5】**

前記炭素材料には鱗状黒鉛粉末が含まれ、該鱗状黒鉛粉末には、熱伝導容易面の法線ベクトルに対して、傾きが20°以上となる法線ベクトルによって規定される鱗状面を有する第1鱗状黒鉛粉末と、傾きが10°以下となる法線ベクトルによって規定される鱗状面を有する第2鱗状黒鉛粉末との少なくとも2種類が含まれ、前記第1鱗状黒鉛粉末の鱗状黒鉛粉末の全体に対する含有率は12%以下であり、前記第2鱗状黒鉛粉末の鱗状黒鉛粉末の全体に対する含有率は55%以上である請求項4に記載の風車ブレードのレセプター取付構造。

**【発明の詳細な説明】**

30

**【技術分野】****【0001】**

この発明は風力発電機や各種電力源として使用される風車における風車ブレードのレセプター取付構造に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来風力発電機の落雷被害はブレード表面の黒焦げ程度の軽微なものから、ブレードの爆散のような致命的なものまで深刻度に幅がある。特に風力発電機における大規模な水蒸気爆発については、ブレード内の空洞部に侵入した水分に雷電流が通電し、ブレードそのものが爆散する非常に深刻な被害が発生することが知られている。なお日本の冬季雷のエネルギーは非常に大きく、レセプターの耐性が不十分な例も多い。

40

**【0003】**

一方、小規模な水蒸気爆発はレセプター周囲で発生し、この発生部分でのレセプターの溶損が観察されていたが、その程度は比較的軽微であり、その場所もレセプター近傍に限定され、その時点で風力発電機能に大きい影響を与えないこともあり、見逃される傾向にあった。

**【0004】**

しかしレセプターの損傷や溶損はその後の落雷で被害が深刻化する危険があり、特に破損が小規模であってもレセプター機能が喪失すると落雷時のブレードの損傷は重大なものとなるほか、ブレードやレセプターの小規模な損傷であっても、その補修には発電機を停

50

止し、山頂や丘陵地等の作業条件の悪い中での高所作業が必要になる。

【0005】

これに対し、従来特許文献1, 2に示されるように、ブレードの表面にレセプターの一部を露出させて埋設する埋め込み式と、プレート状のレセプターを表面にボルト付けするものが知られているが、いずれのレセプターも落雷によりレセプター周囲のブレード表面やレセプター自体の溶損が生じるという問題があり、十分な解決策が得られていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-250040号公報

10

【特許文献2】特開2007-120393号公報(図1(b)参照)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

レセプター周囲の水蒸気爆発は、雷電流の導通経路上に水分が直列回路として存在する場合に発生する。つまり、水蒸気爆発は雷電流が水分以外の導体を迂回して流れる場合には発生せず、水分そのものに電気が直接流れる場合に発生する。

【0008】

上記レセプターのうち、埋込式のものには埋め込み用の凹部又は凹部内周壁とレセプターの隙間に雨水が溜る。一方、ブレードはガス繊維強化プラスチック製等から構成され、絶縁体であるが、大気中の汚れによるゴミや落雷による炭化物等によってブレード表面が導電性となり、絶縁性が損なわれる結果、レセプターやその周辺のブレード表面の水蒸気爆発を招き易いという欠点がある。

20

【0009】

また、後で詳述するように発明者等の実験・研究により、表面装着型のプレート型レセプターの場合も、その外周とブレード表面との間には防水用のコーキングが施されるものの、経年劣化や紫外線劣化等によって雨水が浸入し、汚れや炭化物等との相互作用によってブレードとレセプター間に雷電流が導通する回路が形成されるため、落雷時に小規模な水蒸気爆発が生じてレセプターが溶損とともに爆散する場面があることを発見した。

【0010】

この発明は上記知見に基き、ブレード表面とレセプターの取付面(重ね合せ面)間に雷電流の回路を形成する水の浸入を防止し又はその浸入量を最小限に抑えることにより、前記小規模水蒸気爆発を防止してレセプターやブレード表面の損傷を防止するものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するための本発明のレセプター取付構造は、第1に絶縁材からなるブレード4の表面に対し、導電性を備えダウンコンダクターに接続されて受雷部を構成するプレート状のレセプター6を取付けた風車ブレードへのレセプターの取付構造であって、上記レセプター6のブレード4表面への取付面における外周縁側と、該ブレード4表面とを密着させるか、或いは、上記レセプター6の前記取付面の外周縁側と、前記ブレード4表面との間の隙間Sを0.1mm以下に保持させたことを特徴としている。

40

【0012】

第2に、レセプター6を取付けるブレード4の表面が緩やかなカーブに湾曲形成され、レセプター6とブレード4の取付面のいずれか一方又は両方の面を両面が適合し合うように予め調整してなることを特徴としている。

【0013】

第3に、レセプター6を取付けるブレード4の表面が緩やかなカーブに湾曲形成され、レセプター6を剛性を備えた材質で板厚1~6mm, 直径30~80mmの円板状に形成したことを特徴としている。

【0014】

50

第4に、レセプター6として金属と炭素材料とを焼結させて得られる複合材からなり、該複合材に含まれる炭素材料は、該複合材の総体積を基準として10～80体積%で且つ理想密度の95%以上まで焼結されてなることを特徴としている。

【0015】

第5に、前記炭素材料には鱗状黒鉛粉末が含まれ、該鱗状黒鉛粉末には、熱伝導容易面の法線ベクトルに対して、傾きが20°以上となる法線ベクトルによって規定される鱗状面を有する第1鱗状黒鉛粉末と、傾きが10°以下となる法線ベクトルによって規定される鱗状面を有する第2鱗状黒鉛粉末との少なくとも2種類が含まれ、前記第1鱗状黒鉛粉末の鱗状黒鉛粉末の全体に対しての含有率は12%以下であり、前記第2鱗状黒鉛粉末の鱗状黒鉛粉末の全体に対しての含有率は55%以上であることを特徴としている。

10

【発明の効果】

【0016】

以上のように構成される本発明のレセプター取付構造によれば、ブレード表面とレセプター取付の重ね合せ面とをできるだけ密着させ又はレセプター取付面の外周縁とブレード表面との隙間を0.1mm以下に保持することで、両面間の水分の滞留をゼロ又は最小限にできるため、両面間の滞留水分による水蒸気爆発が防止できる。また一般に中心から先端に向かって緩やかにカーブする風車ブレードの表面とプレート状のレセプターの取付面のいずれか一方又は両方の面を予め調整加工して適合させることにより、両面の密着度は高く且つ確実になるほか、カーブしたブレード表面に対し、レセプターの板厚を1～6mm、直径を30～80mmとすることにより、取付けられたレセプターの機械的強度(剛性)を保ちながら、レセプター取付面の外周縁とブレード表面の隙間を最小限に保つことが可能となる。

20

【0017】

さらにレセプター材料として請求項4, 同5の金属と炭素材料の複合材を用いることにより、レセプターに求められる一定の機械的強度を確保し、高い熱導性による受雷時の放熱性が得られるほか、円板状のレセプターの中心から外周に向かって放射方向に熱伝導して放熱することにより、一層高い放熱ができ、レセプター及びブレードの溶損が防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

30

【図1】風力発電装置(風車)の全体正面図である。

【図2】風力発電装置(風車)の部分拡大側面図である。

【図3】(A)は本発明のレセプター取付構造を示す断面図であり、(B)は同じくその平面図である。

【図4】(A), (B)は共に本発明の他の実施例を示すレセプター取付面の密着構造の模視的な説明図である。

【図5】(A), (B)は本発明の他の実施例に係るレセプター取付構造を示す要部断面図及び平面図である。

【図6】(A)は本発明の課題と効果確認の実験に用いた器材の斜視図、(B)～(D)は当該実験の方法を示す平面図である。

40

【図7】(A)～(C)はそれぞれ本発明の課題と効果を別の視点から確認するための実験方法を示すレセプター取付状態の模視的な断面図である。

【図8】(A), (B)はレセプターを埋設して破損実験を行った場合におけるアルミテープの破損状態と、レセプターの破損状態とをそれぞれ示している。

【図9】(A)は図8に示す実験を行った後のブレード代用基板側の破損状態を示し、(B)はレセプター側の破損状態を示している。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下図示する本発明の実施形態につき詳述すると、図1, 図2は本発明の1実施例を示し、同図に示す装置は現在最も普及している風力発電装置(風車)であって、支柱1の上

50

部にナセル 2 を介して風力軸 3 により等角度間隔に放射状に複数配置されたブレード 4 が回転自在に支持されている。各ブレード 4 は F R P 製の絶縁体で中空構造となっている。

【 0 0 2 0 】

上記ブレード 4 の先端側表面には図 3 に示すように落雷時の受雷部となり、円板状の導電性のプレートからなるレセプター 6 がボルト 7 によって締着固定されており、このボルト 7 はステンレス鋼等の金属製（導電体）で、その内端はブレード 4 内に配線された避雷導線（ダウンコンダクター）8 に接続され、レセプター 6 に入力した雷電流はレセプター 4、避雷導線 8 を通ってアースされる。

【 0 0 2 1 】

また、上記ブレード 4 の表面のレセプター 6 の周辺にはレセプター 6 を中心として放射状に接着配置された金属製のテープからなる誘導テープ 9 が設けられ、レセプター 6 の周囲の広範囲の領域から落雷時の雷電流をレセプター 6 に向かって誘導するもので、レセプター 6 に電氣的に接続されている。

10

【 0 0 2 2 】

上記レセプター 6 の材質は銅、ステンレス鋼、アルミニウム又は同合金等から選択できるが、本実施例では金属と炭素材料とを焼結させて得られる複合材よりなり、該複合材に含まれる炭素材料は、該複合材の総体積を基準として 10 ~ 80 体積 % で且つ理想密度の 95 % 以上まで焼結されたものを用いている。

【 0 0 2 3 】

前記炭素材料には鱗状黒鉛粉末が含まれ、該鱗状黒鉛粉末には、熱伝導容易面の法線ベクトルに対して、傾きが 20 ° 以上となる法線ベクトルによって規定される鱗状面を有する第 1 鱗状黒鉛粉末と、傾きが 10 ° 以下となる法線ベクトルによって規定される鱗状面を有する第 2 鱗状黒鉛粉末との少なくとも 2 種類が含まれ、前記第 1 鱗状黒鉛粉末の鱗状黒鉛粉末の全体に対する含有率は 12 % 以下であり、前記第 2 鱗状黒鉛粉末の鱗状黒鉛粉末の全体に対する含有率は 55 % 以上である。

20

【 0 0 2 4 】

上記金属 - 黒鉛複合材料は、少なくとも材料中の一方向に熱伝導率 500 W / m K 以上からなり、金属は銅、銀、アルミニウムまたはこれらのいずれかを主成分とする合金材から選択できる。上述したように黒鉛の体積含有率は 10 ~ 80 % とし、望ましくは 30 ~ 70 % が好ましい。そして円板状の中から外周側に向かって高熱伝導方向を備えたものにな

30

【 0 0 2 5 】

レセプター 6 はブレード 4 内に配置された導電体からなり前述の避雷導線 8 に接続される固定ブロック（図示しない）に対して金属製のボルト 7 でブレード 4 表面に締着固定されるが、ボルト 7 は耐候性、導電率バランスを考慮するとオーステナイト系ステンレス鋼が望ましい。レセプター 6 を取付けた後、その外周面とブレード 4 表面とのコーナー部はコーキング材により防水処理（防水部 11）を施す。ちなみに、該防水部 11 は、レセプター 6 の外周縁側全周に亘り形成されている。

【 0 0 2 6 】

レセプター 6 は受雷領域を広くし且つブレード 4 の取付表面の緩やかにカーブ（湾曲）した面（平均的には曲率半径 2000 mm 前後のものが多い）に取付けた際に、レセプター 6 におけるブレード 4 表面への取付面と、該ブレード 4 表面との間への浸水を防止するため、両面間の外周縁側での隙間 S を最小限（0.1 mm 以下）に保つ必要がある。

40

【 0 0 2 7 】

このため、レセプター 6 の中心の固定部からの半径が小さい程レセプター 6 にかかる曲げモーメントを小さくする目的で、直径（D）を 30 ~ 80 mm の範囲に納めることが望ましい。上記レセプター 6 の形状は円形に限定されるものではなく、方形やその他の多角形上等の形状を採用してもよい。この場合、サイズは、長手方向のサイズを上記範囲に納めることが望ましい。

【 0 0 2 8 】

50

またレセプター 6 の機械的強度と耐候性等を考慮した耐久性を保ち且つ回転作動時の風圧抵抗等を考慮するとその板厚 ( t ) は 1 ~ 6 mm ( 望ましくは 3 ~ 5 mm ) の範囲内に納めることが理想的である。そして、最小限 ( 具体的には、 0 ~ 0 . 1 mm ) に保持された隙間 S は、レセプター 6 の外周縁側の全周に亘る範囲に形成されている。

#### 【 0 0 2 9 】

また前記のようにレセプター 6 外周縁側の取付面とブレード 4 の表面との間には浸水の可能性がある隙間 S をゼロとする密着状態が望ましいので、図 4 ( A ) で示すようにブレード 4 の湾曲 ( 曲率半径 R ) にレセプター 6 の取付面をこれに適合するカーブの凹面に形成するか、同図 ( B ) に示すようにブレード 4 の取付面をレセプター 6 の取付面 ( 平面 ) に合わせて平坦面に形成することが望ましい。勿論両面を相互に調整加工して適合させることも可能であり、これらは取付作業時の研磨調整によって行うこともできる。

10

#### 【 0 0 3 0 】

なお、上述の例では、誘導テープ 9 をレセプター 6 の取付面と反対側の面 ( 非取付面 ) に至る範囲まで設けたが、図 5 に示す例では、レセプター 6 に近接する範囲に留め、該レセプター 6 と誘導テープ 9 とを非接触としてもよい。このように構成すれば、レセプター 9 の非取付面と誘導テープ 9 との間に水が介在し、水蒸気爆発が発生することを効率的に防止できる。

#### 【 0 0 3 1 】

##### I . ダウンコンダクターに水を配した通電実験

図 6 は本発明の課題の内、レセプター近傍に水分がある時、どのような条件によって水蒸気爆発が生じるのかにつき確認するための実験内容と結果を説明するための図である。

20

同図 ( A ) はこの実験に使用した器材の概要を示しており、使用機器材の内容及び実験方法は次の通りである。

##### 1 . 使用機器材

###### ( 1 ) 枠材 2 1 透明アクリル板

- ・板厚 1 mm
- ・横幅 6 0 mm
- ・縦幅 3 0 mm

( 但し、図 ( C ) の実験では 4 0 mm のものを使用 )

- ・切抜窓 2 1 a のサイズ 4 0 × 1 0 ( mm )

( 但し、図 ( C ) の実験では 4 0 mm × 2 0 mm のものを使用 )

30

###### ( 2 ) 蓋材 2 2 透明アクリル板

- ・板厚 1 mm
- ・横幅 6 0 mm
- ・縦幅 3 0 mm

( 但し、図 ( C ) の実験では 4 0 mm のものを使用 )

###### ( 3 ) 基板 2 3 絶縁性の FRP 製で、サイズが 6 0 × 4 0 ( mm ) のもの

###### ( 4 ) アルミテープ 2 4 厚み 0 . 1 mm ・幅 5 mm

###### ( 5 ) インパルス大電流発生装置 ( 不図示 )

40

#### 【 0 0 3 2 】

##### 2 . 実験方法

実験は図 6 ( B ) , ( C ) , ( D ) に示すように、枠材 2 1 を基板 2 3 上に置き、切抜窓 2 1 a 内に長手方向に沿ってアルミテープ 2 4 を接着固定し、その上部又は近傍に水滴 2 6 ( 0 . 1 m l ) を垂らした状態で、枠材 2 1 上に蓋材 2 2 を重ねて載置することによって覆い、ダウンコンダクターに見立てたアルミテープ 2 4 の両端にインパルス大電流発生装置 ( 不図示 ) の電極端子を接続して大電流を流した。電流は 1 k V 毎に上昇させ ( 1 k V で約 1 . 2 k A ) 、各枠材 2 1 内に水が浸入した状態で雷電流が流れたことを模擬し、図 6 ( B ) ~ ( D ) の各パターンにつき観察した。

上記図 6 ( B ) ~ ( D ) のパターンの詳細は次に示す通りである。

i ) 図 6 ( B ) ではアルミテープ 2 4 上に水滴 2 6 を垂らした状態、

50

ii) 同図(C)ではアルミテープ24と離れた位置に水滴26を垂らした状態、  
iii) 同図(D)では左右に切断したアルミテープ24の突合わせ端の間に一定のスペースを設け、そのスペース内に非接触状態で近接させて水滴26を配置してそれぞれ通電した。

#### 【0033】

##### 3. 実験結果

(1) 図4(B)に示すアルミテープ24上に水滴26を垂らしたパターンで通電した場合では、約6kA時に少しくもり始め、約13.2kA時にアルミテープ24が溶断し、蓋22内面の水滴付着範囲が拡大した。

(2) 図4(C)に示すアルミテープ24の近傍に水滴26を垂らしたパターンで通電した場合、約13.2kA時にアルミテープ24が溶断し、水の変化は見られなかった。

(3) 図4(D)に示す左右のアルミテープ間に水滴を配したパターンでは、約7.2kA通電時に水滴26を介して発光と爆発音を伴い、蓋22が吹き飛ばされて水分は蒸発した。

#### 【0034】

##### 4. 実験結果の考察

(1) ダウンコンダクターとなるアルミテープ24に雷電流が流れた場合、発生するジュール熱では急激な体積膨張は起きにくい。

(2) 水を介した放電によって瞬間的に水が蒸発し膨張する。

(3) 冬季雷によってダウンコンダクターやレセプターに水を介して大電流が流れた場合、水を介した部分において水が蒸発し膨張すると考えられる。

#### 【0035】

##### II. 水分に接したレセプターに高圧通電をした破損実験

##### 1. 実験方法

##### (1) 実験機器材

- ・レセプター6 材質 銅-炭素材複合焼結材(商品名「STC-CH」)  
直径D = 60mm  
板厚t = 5mm
- ・ブレード代用基板4 合板 15×200×300(mm)の表面に同サイズの厚み1mmのFRPを固着した板材
- ・固定及び接地用のボルト7 15mmの真鍮ボルト
- ・ダウンコンダクター(アルミテープ)9 厚み0.1mm, 幅50mm
- ・コーキング材(防水部11)
- ・水分を含浸した脱脂綿
- ・電流サージ発生器(10/350μs) 形式 ICG-200K24μ  
- 350-110q(音羽電機工業製)
- ・デジタルオシロスコープ 形式 TDS3054C(テクトロニクス製)
- ・電流変成 形式 4424(ピアソン製)
- ・光ファイバー・アイソレーション・システム 形式 PH-A360-041  
- 200(ホトニクス製)

##### (2) 実験方法

図7(A)~(C)に示すいずれのサンプルも基板4の表面にレセプター6をボルト締着し、レセプター6の外周をコーキング材により防水部11を形成したものをを用い、共に上記電流サージ発生器等を用いて模擬雷(150kA)受雷させた。各サンプル独自の条件は次に示す通りである。

##### i) 図7(A)のサンプルの場合

レセプター6の表面とその外周の基板4の表面にアルミテープ9を貼着して接続し、レセプター6と基板4の重ね合せ面間に水分12を浸入介在させて、アルミテープ9に受雷させた。

##### ii) 図7(B)のサンプルの場合

レセプター 6 と基板 4 の間に肉厚 0.5 mm のワッシャー状のスペーサー 13 を介挿し、その外周に水分 12 を貯留し、レセプター 6 に（レセプター 6 を受雷部として）直接雷電流を印加した（但しアルミテープ 9 の配置はなし）。

iii) 図 7 (C) のサンプルの場合

この例では、基板 4 の表面にアルミテープ 9 を貼着し、その端部をレセプター 6 の取付面外周縁と基板 4 の取付面との間に（両面に接触させて）介挿するとともに、アルミテープ（ダウンコンダクター）9 とレセプター 6 の取付面との間には、脱脂綿に水分を含浸させてなる水分層 12' を介在（アルミテープ 9 とレセプター 6 が水分層 12' を介して導通）させ、アルミテープ 9 を受雷部として雷電流を印加した。

【0036】

2. 実験結果

(1) 図 7 (A) の実験ではアルミテープ 9 の一部剥離は生じたものの、レセプター 6 自体の形状は保持され、破損は生じなかった。図 7 (B) においても同様にレセプター 6 自体は形状が保持され、破損は生じなかった。

(2) これに対し、図 7 (C) に示す実験では基板 4 の表面に取付けたレセプター 6 の周縁とアルミテープ 9 の重なり幅 W の違いにより、雷電流印加時の結果が異なった。

即ち、重なり幅 W を 10 mm, 30 mm とした場合は水分層 12' の水分が瞬時に膨張（爆発）してアルミテープ 9 の溶解剥離と共にレセプター 6 のアルミテープ 9 との重なり側が破損し爆散した。他方、上記水分層 12' とアルミテープ 9 との重なり幅 W が 5 mm の場合はレセプター 6 の破損、爆散が生じなかった。

【0037】

3. 実験結果の考察

以上の実験結果によれば、落雷時の水蒸気爆発（膨張）によってレセプター 6 又はブレード 4 表面が破損する条件として、ブレード 4 表面の何らかの導通層（注：ブレード 4 表面の汚れと水分による場合もある）とレセプター 6 との間に一定量以上の水分が介在し、その水分が雷電流の回路を構成することが挙げられることが推察できる。

また、水分量との関係ではブレード 4 の山形の表面に対してはレセプター 6 の直径が小さい程有利であり、水分膨張時のレセプター 6 に掛かる曲げモーメントとの関係でも直径が小さいことが望ましく、レセプター 6 の機械的強度の板厚が一定以上に保たれることが望ましいことが明らかである。

【0038】

III. 埋設させたレセプターの破損実験

1. 実験方法

(1) 実験機器材

- ・レセプター 31 材質 銅 - 炭素材複合焼結材（商品名「STC-CH」）  
直径 D = 20 mm
- ・ブレード代用基板 32 合板  
板厚 = 20 mm  
表面に厚み 3 mm の FRP を固着
- ・固定及び接地用のボルト 33 真鍮ボルト
- ・アルミテープ 34 厚み 0.1 mm, 幅 50 mm
- ・水分を含浸した脱脂綿 36

(2) 実験方法

図 8 に示す通り、ブレード代表基板 32 に穿設された直径 22 mm の挿通孔 32a の内部に、同一中心となるように、レセプター 31 を配置し、この状態で、レセプター 31 の小径のネジ部 31a を、ボルト 33 の頭部に穿設されたネジ穴 33a に挿入し、ネジ係合させて締着固定する。この状態で、レセプター 31 と挿通孔 32a との間には、1 mm の隙間 S' が形成される。この隙間 S' には、アルミテープ 34 と接触させた状態で脱脂綿 36 を設け、アルミテープ 34 側に電圧を印加させ、160 A の電流を流して、その後の状態を観察する。

10

20

30

40

50



【 0 0 3 9 】

2 . 実 験 結 果

図 9 ( A ) に示す通り、水蒸気爆発が発生してアルミテープ 3 4 が破損した状態が確認された。また、同図 ( B ) に示す通り、レセプター 3 1 の上面が一部で破損している状態が確認され、さらに、レセプター 3 1 とボルト 3 3 とが一部で溶融して若干固着している状態も確認された。

【 0 0 4 0 】

3 . 実 験 結 果 の 考 察

以上の実験結果によれば、レセプター 3 1 が埋設されている場合でも、該レセプター 3 1 自体や、該レセプター 3 1 への誘導を行うアルミテープ 3 4 が破損することが確認された。

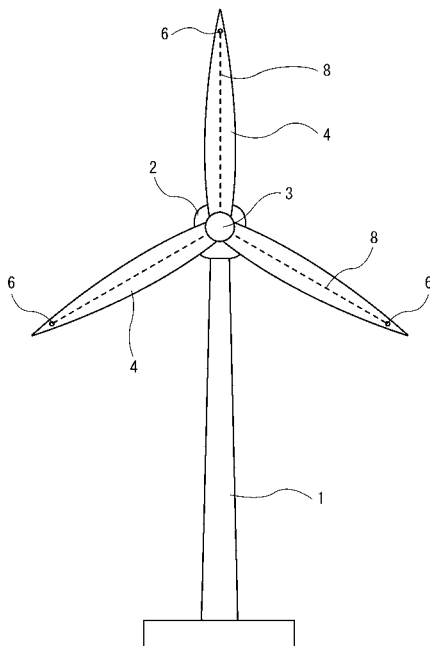
10

【 符 号 の 説 明 】

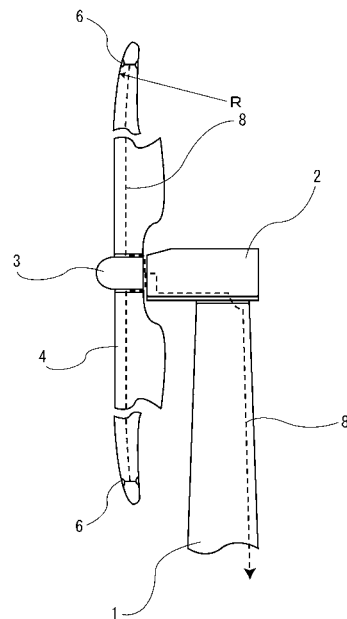
【 0 0 4 1 】

- 4    ブレード
- 6    レセプター
- 7    ボルト
- S    隙間

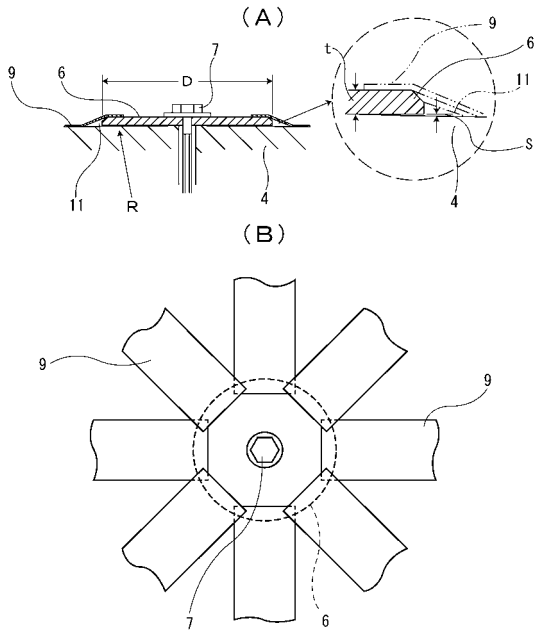
【 図 1 】



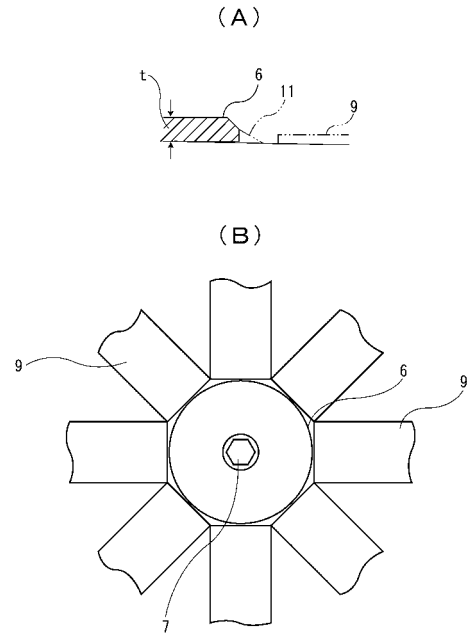
【 図 2 】



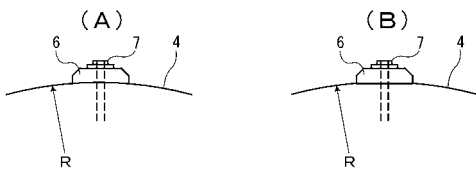
【 図 3 】



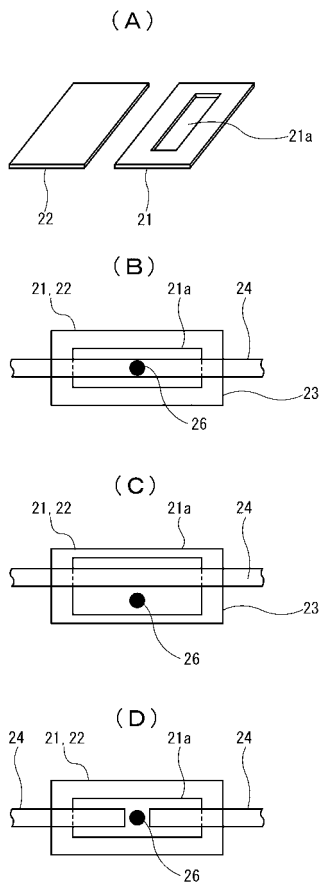
【 図 5 】



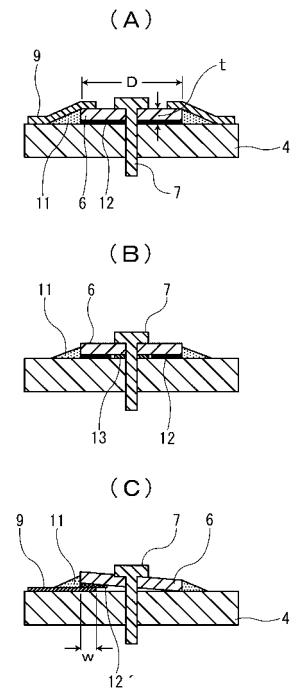
【 図 4 】



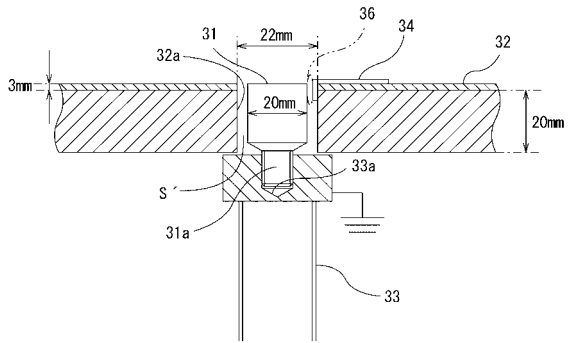
【 図 6 】



【 図 7 】

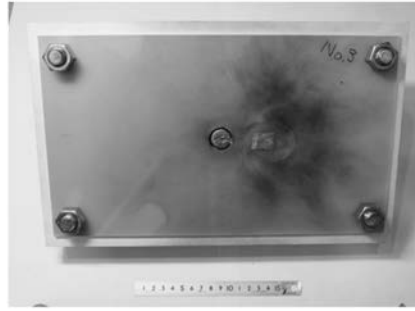


【 図 8 】



【 図 9 】

(A)



(B)



---

フロントページの続き

(72)発明者 上野 敏之

島根県松江城北陵町1番地 島根県産業技術センター内

(72)発明者 守谷 吉弘

島根県安来市恵乃島町113番地 - 1 株式会社守谷刃物研究所内

Fターム(参考) 3H178 AA03 AA40 AA43 BB35 BB43 BB52 CC02 CC04 DD70X  
5G067 AA11 DA33