(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011 年 8 月 11 日(11.08.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/096500 A1

(51) 国際特許分類:
F03D 11/00 (2006.01) *H05F 3/04* (2006.01)
H02G 13/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/052299

(22) 国際出願日: 2011 年 2 月 3 日(03.02.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2010-023504 2010 年 2 月 4 日(04.02.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日本製鋼所(THE JAPAN STEEL WORKS, LTD.) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目１１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 武藤 厚俊 (MUTO Atsutoshi).

(74) 代理人: 小栗 昌平, 外(OGURI Shohei et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目７番１３号 虎ノ門イーストビルディング１０階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

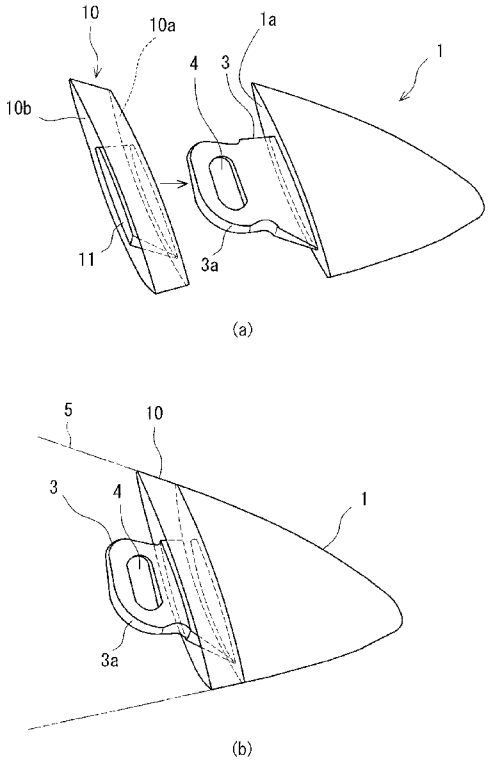
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) **Title**: LIGHTNING PROTECTION STRUCTURE FOR BLADE FOR WIND POWER GENERATION

(54) 発明の名称 : 風力発電用ブレードの避雷構造

[図1]



(57) **Abstract**: A lightning protection structure for a blade for wind power generation is disclosed with which the blade is effectively protected against lightning and is prevented from being damaged when struck by lightning. The structure comprises a conductive lightning receptor (1) to be attached to part of a blade for wind power generation and a ceramic member (10) to be interposed between at least the surface-layer part of the lightning receptor (1) and at least the surface-layer part of the blade (5). In this structure, an electric field is apt to concentrate at the interface between the ceramic member (10), which has excellent heat resistance, and the lightning receptor (1). Thus, it is possible to effectively prevent the trouble that an electric field concentrates, as a result of a lightning strike, at the interface of a blade (5) to which a lightning receptor (1) has been attached and the blade (5) is damaged thereby.

(57) 要約: 風力発電用ブレードにおける避雷を効果的に行い、かつ、捕雷時のブレードの損傷を防止することを目的とする。風力発電用ブレードの一部に取り付けられる導電性の受雷部１と、該受雷部１と前記ブレード５との間の少なくともそれぞれの表層部間に介在されるセラミックス部材１０とを有するので、耐熱性に優れたセラミックス部材１０と受雷部１との界面に電界集中が生じやすくなり、受雷部１が取り付けられたブレード５の界面に捕雷による電界集中が生じてブレード５が破損するのを効果的に防止することができる。

WO 2011/096500 A1

NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 風力発電用ブレードの避雷構造

技術分野

[0001] この発明は、風力発電に用いられるブレードが落雷によって損傷を受けるのを防ぐ風力発電用ブレードの避雷構造に関するものである。

背景技術

[0002] 現在使用されている風力発電用ブレードは、ＧＦＲＰ（Ｇｌａｓｓ　Ｆｉｂｅｒ　Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ　Ｐｌａｓｔｉｃｓ：ガラス繊維強化複合材料）製が主流であり、ブレードそれ自身は絶縁体であり導電性は有していない。したがって、小型の風力発電機の時代には雷はブレードには落ちないものと考えられていた。しかし、風力発電機の大型化にともなってブレードの落雷被害が増加したため、ブレードに金属製の部材（レセプター：受雷部）を取り付け、それに引き出し線（ダウンコンダクター）を接続し、地面へと誘導する手法が一般化されている（例えば特許文献１の背景技術参照）。

受雷部の形状や形式は多々提案、実用化されている。例えば、特許文献２では、ブレードの先端表面に避雷突針を設けた避雷構造が提案されており、特許文献３では、ブレードの先端にロッド形状の受雷部を埋め込んだ避雷構造が提案されている。

しかし、これら特許文献２、３で提案されたレセプターの形状では、捕雷効果が十分でない。このため、図６に示すように、ブレード２２の先端部にアルミニウムなどの金属製の受雷部２０をブレード形状に沿って設け、該受雷部２０に設けたアンカー部２１を前記ブレード２２に固定したものが提案されている。さらに、ブレードの最大幅部付近にも銅製の受雷部を設けたものが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開２００７－１００６５８号公報

特許文献2：日本国特開２００５－３０２３９９号公報

特許文献3：日本国特開２００７－１７０２６８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上記提案構造では受雷部とブレードとの接合部は、設計上角部（縁部）を有した構造となり、電界の集中が起きやすい形状となっている。このため、ブレードと金属との界面が落雷によって破壊され、受雷部が脱落するおそれがある。また、本発明者らによる試験の結果より、側方からの雷撃では境界部に放電が集中しやすいことが確認されている。

[0005] 本発明は、上記事情を背景としてなされたものであり、受雷部を設けた際に、捕雷性能を低下させることなく、ブレードの角部（縁部）への電界集中を防止して、落雷によるブレードの損傷を防止することができる風力発電用ブレードの避雷構造を提案することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] すなわち、本発明の風力発電用ブレードの避雷構造は、風力発電用ブレードの一部に取り付けられる導電性の受雷部と、該受雷部と前記ブレードとの間の少なくともそれぞれの表層部間に介在されるセラミックス部材とからなることを特徴とする。

[0007] 本発明の避雷構造では、ブレードの一部に導電性の受雷部が設けられており、好適にはブレードの先端に該受雷部が取り付けられる。ただし、本発明としては取付位置が限定されるものではなく、複数箇所への取付も可能である。例えば、ブレードの先端とブレードの長手方向の中途に、本発明の避雷構造を設けるものであってもよい。

上記受雷部とブレードとは、少なくともそれぞれの表層部間にセラミックス部材が介在されるものであり、受雷部とブレードとの間の全周に亘ってセラミックス部材を介在させるのが望ましい。

[0008] 該セラミックス部材の介在によって、受雷部で捕雷する際に、電界の集中が受雷部の先端や受雷部とセラミックス部材との界面で優先して生じ、この

結果、ブレード界面で電界の集中が生じてブレードが破損するのを防止することができる。セラミックス部材は、耐熱性に優れ、また絶縁性を有することで、上記電界集中による損傷を受けにくい。このセラミックス部材が受雷部とブレードとの間の全周に亘って位置することで、上記ブレード界面への電界集中をより確実に防止することができる。

[0009] 受雷部とブレードとの間は、上記のように少なくとも表層部間にセラミックス部材が位置していればよく、受雷部とブレードとの間でセラミックス部材を介在させる深さは適宜設定することができる。

前記セラミックス部材の配置に際し、前記ブレード表面と前記セラミックス部材表面とに亘り面一に形成されているのが望ましい。これによりブレードとセラミックス部材との界面への落雷による電界集中を回避することができ、空力的にも優れた性能が得られる。また、セラミックス部材表面と受雷部表面とを面一にすることで良好な空力性が得られ、その結果、発電能力が良好に維持される。

[0010] 上記受雷部は、導電性を有するものであればよく、材質としては通常は金属が用いられるが、金属以外の使用を否定するものではない。金属部材としてはＡｌ、Ｃｕ、Ｔｉ、Wなどの純金属、合金、複合材料（基材に他材料を混合・分散させたものや異種材料同士を積層するなどして組み合わせたものなど）などを用いることができる。

セラミックス部材には、各種セラミックスを用いることができ、本発明としては特定の種別に限定されるものではなく、適宜選択が可能である。好適には、例えばＢＮ（ボロンナイトライド）、アルミナなどを用いることができる。

また、受雷部およびセラミックス材が取り付けられるブレードの材質は本発明としては特に限定されるものではなく、既知のものを用いてもよい。

[0011] 上記受雷部は、好適にはブレードの先端に取り付けられる。該ブレード先端の受雷部では、ブレードの形状に連なって先端ほど細幅となるテーパ形状（ブレードの面を見る方向でのテーパ形状）とすることができる。これによ

り捕雷作用が良好になされるとともに、空力性も良好になる。

また、受雷部では、ブレードへの取付を確実に行うため、アンカー部を設け、このアンカー部をブレードに固定するようにしてもよい。アンカー部は、セラミックス部材の空洞部を貫通してブレード内に達して位置することで、セラミックス部材の作用を損なうことなくブレードへの固定が確実になされる。特にセラミックス部材に挿通孔を設け、これにアンカー部材を挿通させることで、セラミックス部材がブレードとブレードに固定されたアンカー部とで保持される効果もある。保持効果を高めるため、セラミックス部材の挿通孔をアンカー部の形状に合わせ、挿通後に、アンカー部側壁がこの挿通孔に緊密に接触した状態になるようにしてもよい。

また、ブレードに対するアンカー部の固定は、ブレードに設けた係止構造にアンカー部を係止することによって行ってもよく、接着剤によって固定するものであってもよい。また、これらを組み合わせて固定を行うものであってもよい。

なお、以下の説明におけるテーパ形状及び逆テーパ形状は、ブレードの面を見る方向での形状を意味する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図１（ａ）は本発明の一実施形態の避雷構造を示す分解斜視図、図１（ｂ）は該実施形態の避雷構造のブレードへの取付状態を示す斜視図である。

[図2]図1（ａ）および図１（ｂ）の避雷構造が取り付けられたブレードの、内部を見えるようにした一部切欠平面図である。

[図3]図３（ａ）、図３（ｂ）、図３（ｃ）、図３（ｄ）、図３（ｅ）、図３（ｆ）は本発明の避雷構造の変更例を示す図である。

[図4]同じく、実施例における本発明例の電場解析結果を示すグラフである。

[図5]同じく、実施例における従来例の電場解析結果を示すグラフである。

[図6]従来の避雷構造を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、本発明の一実施形態を添付図面に基づいて説明する。

図１は、本発明の避雷構造に用いられるアルミニウム合金製の受雷部１とセラミックス部材１０とを示すものである。

受雷部１およびセラミックス部材１０とは、ブレード５に連なる形状を有し、それぞれを組み付けた際には表面は面一になるように形成されている。

受雷部１は扁平な形状を有し、先端側ほど細幅で、かつ厚さが小さくなるテーパ形状を有しており、その先端は小径な湾曲形状を有している。

受雷部１の底部では、周縁部に受雷部長手方向に交差した平端面１ａを有しており、該平端面１ａに囲まれるように、受雷部長手方向に突設して伸長する板状のアンカー部３が設けられている。板状のアンカー部３の先端部３ａは、先端に向けて幅が大きくなるテーパ形状を有し、先端は湾曲形状に形成されている。また、該先端側には、接着剤を回り込ませるための導入孔４が幅方向に長孔形状で形成されている。

[0014] セラミックス部材１０は扁平な筒形状を有しており、前記アンカー部３が挿入されるアンカー部挿通孔１１が形成されている。セラミックス部材１０の受雷部１側の一端側には、前記平面部１ａに接面する平端面１０ａを有しており、他端側には、ブレード５の端面に接面する平坦面１０ｂを有している。

上記セラミックス部材１０のアンカー部挿通孔１１は、アンカー部３が挿入された状態で、アンカー部３の外面がほぼ隙間なく接する形状を有しており、これにより、セラミックス部材１０がアンカー部３によって保持される作用が得られる。

[0015] 上記セラミックス部材１０を受雷部１に組み付ける際には、受雷部１のアンカー部３を前記アンカー部挿通孔１１に挿入させて受雷部１の平端面１ａにセラミックス部材１０の平坦面１０ａを接面させる。この際に接着剤によって面同士を接合するようにしてもよい。

セラミックス部材１０の平坦面１０ｂには、ブレード５の端面を接面する。また、アンカー部３の先端側は、アンカー部挿通孔１１を越えてブレード５側に位置しており、これを接着剤によってブレード５の内側に接合する。

この際に接着剤が導入孔４に回り込むことで接着強度を高める。

[0016] また、ブレード５に、前記先端部３ａが係止する係止用空隙（図示していない）を設けておき、前記先端部３ａをこの係止用空隙に係止するとともに接着剤による接合を行うようにしてもよい。なお、係止用空隙の平面形状を、先端側に向けて幅が徐々に狭くなるテーパ形状にしておけば、前記先端部３ａの逆テーパ形状と協働してアンカー部３をブレードに確実に固定することができる。

[0017] 上記接合によって、ブレード５の外表面からセラミックス部材１０の外表面、受雷部１の外表面にかけて連なり、それぞれの接合部分が面一となる外表面が得られる。したがって、該外表面が得られるように、セラミックス部材１０、受雷部１の外形形状を定める。

なお、ブレード５は、厚さ方向に分割した分割ブレードを接合して構成したものであってもよく、この接合の際に、上記受雷部１およびセラミックス部材１０を固定することができる。厚さ方向に分割した分割ブレードを用いることで、アンカー部３の固定などを容易に行うことができる。特に、分割ブレードを用いることで、アンカー部３の先端部３ａの逆テーパ形状と、ブレード５のテーパ形状とを係止する際に、固定作業を容易に行うことができる。なお、アンカー部３には、図２に示すように接地線６を電気的に接続し、該接地線６の端部側を接地する。

上記受雷部１およびセラミックス部材１０は、風力発電機の各ブレードに取り付けることができる。

[0018] 上記避雷構造によれば、受雷部によって捕雷が効果的になされ、ブレードへの落雷を回避できるとともに、避雷構造を設けたブレード側の界面に電界が集中することがなく、受雷部とセラミックス部材との界面などに電界集中を生じさせることができる。セラミックス部材は、耐熱性等を有しており、電界集中によっても損傷が生じにくい。この結果、高耐雷性を有する風力発電用ブレードを提供することができる。

[0019] 次に、避雷構造の他の実施形態を図３に基づいて説明する。

図３（ａ）は、受雷部１００に設けたアンカー部１０３を細幅に形成し、セラミックス部材１１０の厚さを越えない長さにした例を示すものである。アンカー部１０３は、セラミックス部材１１０に形成したアンカー部挿入穴１１１に挿入され、接着剤などにより固定されるものである。

セラミックス部材１１０は、アンカー部挿入穴１１１を除いて中実に形成され、ブレード接合側は、ブレード１０５よりも細幅で、ブレード１０５の基端側に向けて徐々に幅広となるテーパ部１１２で形成されている。一方、ブレード１０５には、該テーパ部１１２が係止するように、先端側に向けて徐々に幅が狭くなる逆テーパ形状のテーパ溝部１０６が形成されている。上記テーパ部１１２とテーパ溝部１０６とを係止して接着剤などにより固定することで、セラミックス部材１１０をブレード１０５に強固に接合することができる。また、絶縁性を有するテーパ部１１２の角部に電界が集中することもない。

[0020] 図３（ｂ）は、セラミックス部材２１０の厚さを大きくし、それに合わせて受雷部２００のアンカー部２０３の長さを大きくした例を示すものである。これによって、セラミックス部材２１０が厚くなってもアンカー部２０３先端側をブレード２０５内に位置させることができる。

また、セラミックス部材２１０の厚さを大きくすることで、受雷部材２００とブレード２０５の端面との距離が大きくなり、受雷部材２００で捕雷した際に、ブレード２０５の端面に影響が生じるのを防ぐことができる。なお、この例では、アンカー部２０３先端を直線状に形成している。

[0021] 図３（ｃ）は、図３（ｂ）のものに比べてセラミックス部材３１０の厚さを小さくし、それに合わせて受雷部３００のアンカー部３０３の長さを小さくした例を示すものであり、アンカー部３０３の先端側はブレード３０５内に位置している。

図３（ｄ）は、図３（ｂ）のセラミックス部材とほぼ同じ厚さのセラミックス部材４１０を有しており、受雷部４００に設けられているアンカー部４０３の長さもこれに合わせて大きくなっている。この例では、ブレード４０

５内に位置するアンカー部４０３の先端は、湾曲形状に形成されている。

[0022] 図３（ｅ）は、図３（ｄ）のものに比べてセラミックス部材５１０の厚さが小さく、それに合わせて受雷部５００のアンカー部５０３の長さを小さくした例を示すものである。アンカー部５０３の先端側はブレード５０５内に位置している。

[0023] 図３（ｆ）は、受雷部６００に設けられたアンカー部６０３の基部側の、ブレード５の面を見る方向での形状を、先端側ほど幅が広くなるようにテーパ形状としたものであり、テーパ形状部分の側縁は湾曲形状となっている。一方、セラミックス部材６１０に設けられたアンカー部挿通孔６１１は、ブレード側ほど徐々に幅が小さくなっている。これによりアンカー部６０３の基部側とセラミックス部材６１０のアンカー部挿通孔６１１との接面面積が増え、さらに、ブレード６０５に固定するアンカー部６０３によってセラミックス部材６１０をブレード６０５側に押し付けることが可能になり、セラミックス部材６１０の保持がより強固になされる。

[0024] なお、上記実施形態では、受雷部およびセラミックス部材を有する避雷構造をブレードの先端部に設けるものについて説明を行ったが、本発明では、避雷構造を設ける位置は、ブレードの一部であればよく、特に限定をされるものではない。

以上、本発明について上記実施形態に基づいて説明を行ったが、本発明は上記実施形態の内容に限定されるものではなく、本発明の範囲内で適宜の変更が可能である。

実施例 1

[0025] 次に、図１に示すアルミニウム製の受雷部１およびセラミックス部材１０からなる本発明実施例の避雷構造と、図６に示すセラミックス部材の介在がない受雷部２０からなる従来例の避雷構造を、ブレードを模したＦＲＰ材に取り付け、着雷位置を予測するシミュレーションによって２次元電場解析を行った。

なお、解析には，解析ソフトMARC2007R1（ＭＳＣ　Ｓｏｆｔｗａｒｅ社製

）を使用し、ブレード先端部より１ｍの距離に点電荷を配した。ブレード先端部真上を０°とし、±３０°、±６０°、±９０°の位置、および±９０°の位置からさらに真下に２００ｍｍ、５００ｍｍ下げた位置に点電荷を配して解析を実施した。その際、ダウンコンダクタ端部を固定電位とした。

[0026] 本発明実施例の解析結果を図４に示し、従来例の解析結果を図５に示した。図４から明らかなように、本発明実施例では、電界の集中は、受雷部の先端部に加えて、受雷部とセラミックスとの界面で生じているものの、ブレード相当材とセラミックスとの界面には電界の集中は殆どなかった。一方、図５から明らかなように、従来例では、先端部に加えて、受雷部とブレード相当材の境界部で電界の集中が生じており、さらには、ブレード相当材内の受雷部の角部でも同様に電界の集中が生じている。このため、風車用としては受雷部を設けても落雷によってブレードの損傷が生ずる可能性があることが分かった。

[0027] 本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、適宜、変形、改良等が自在である。その他、上述した実施形態における各構成要素の材質、形状、寸法、数値、形態、数、配置場所、等は本発明を達成できるものであれば任意であり、限定されない。

[0028] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

[0029] 本出願は、２０１０年２月４日出願の日本特許出願（特願２０１０－０２３５０４）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

[0030] 以上説明したように、本発明の風力発電用ブレードの避雷構造によれば、風力発電用ブレードの一部に取り付けられる導電性の受雷部と、該受雷部と前記ブレードとの間の少なくともそれぞれの表層部間に介在されるセラミックス部材とからなるので、受雷部が取り付けられたブレードの界面に捕雷に

よる電界集中が生じてブレードが破損するのを効果的に防止することができる。

符号の説明

[0031] １　受雷部

３　アンカー部

５　ブレード

６　接地線

１０　セラミックス部材

１１　アンカー挿通孔

請求の範囲

[請求項1] 風力発電用ブレードの一部に取り付けられる導電性の受雷部と、該受雷部と前記ブレードとの間の少なくともそれぞれの表層部間に介在されるセラミックス部材とを有する風力発電用ブレードの避雷構造。

[請求項2] 前記ブレード表面と前記セラミックス部材表面とに亘り面一に形成されている請求項１記載の風力発電用ブレードの避雷構造。

[請求項3] 前記受雷部が前記ブレードの先端に設けられている請求項１または２に記載の風力発電用ブレードの避雷構造。

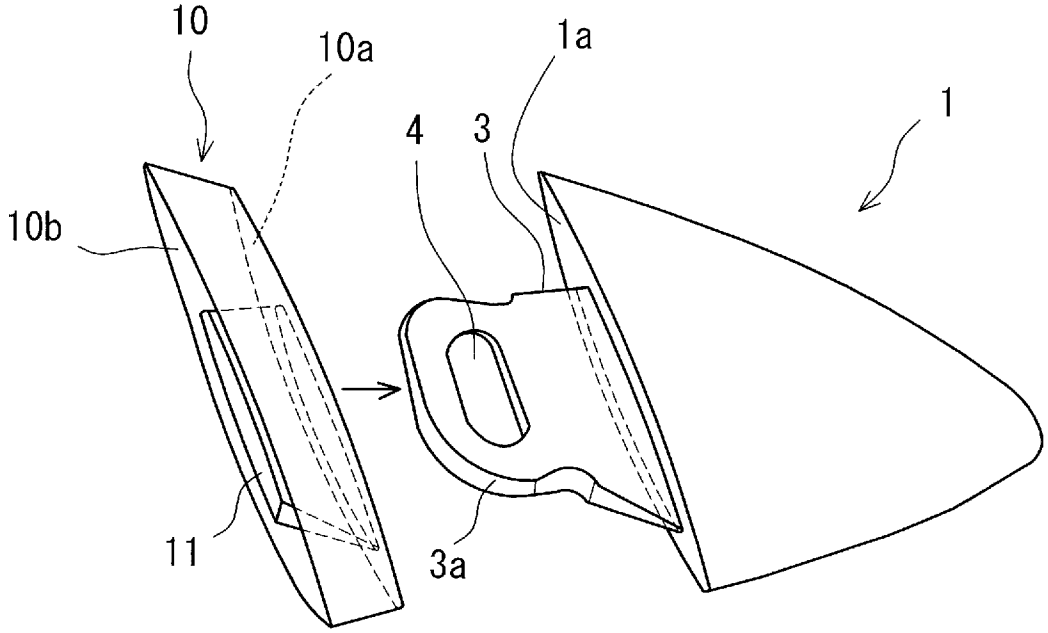
[請求項4] 前記セラミックス部材は、前記受雷部表層部と前記ブレード表層部との間で全周に亘って介在されている請求項１～３のいずれか１項に記載の風力発電用ブレードの避雷構造。

[請求項5] 前記受雷部が前記ブレードの形状に連なり、先端ほど細幅となるテーパ形状を有する請求項４記載の風力発電用ブレードの避雷構造。

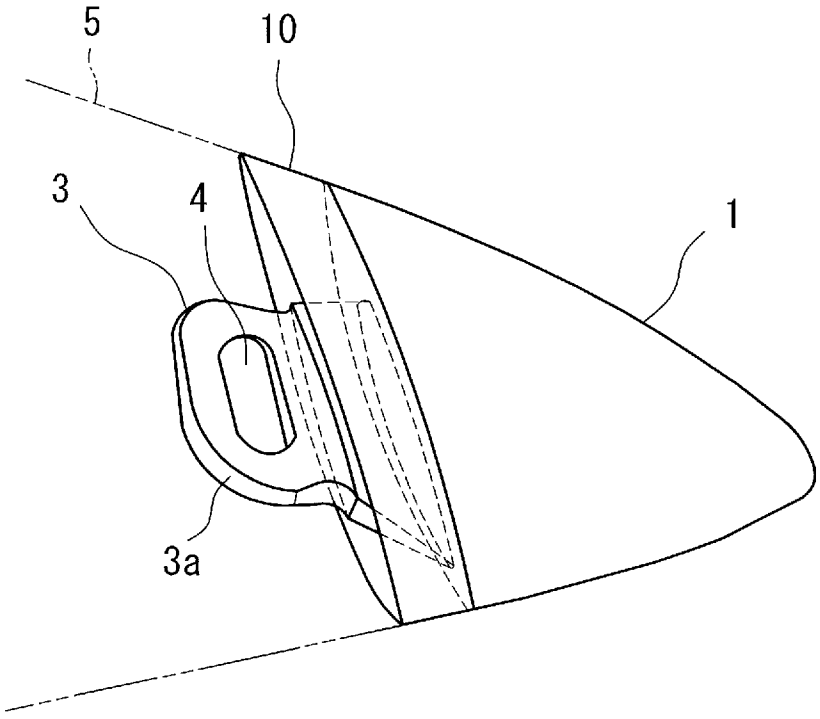
[請求項6] 前記受雷部は、前記セラミックス部材に形成された挿通孔を越えて前記ブレード内部に位置して前記ブレードに固定されるアンカー部を有する請求項１～５のいずれか１項に記載の風力発電用ブレードの避雷構造。

[請求項7] 前記アンカー部は前記ブレードの係止構造に係止されるものである請求項６記載の風力発電用ブレードの避雷構造。

[図1]

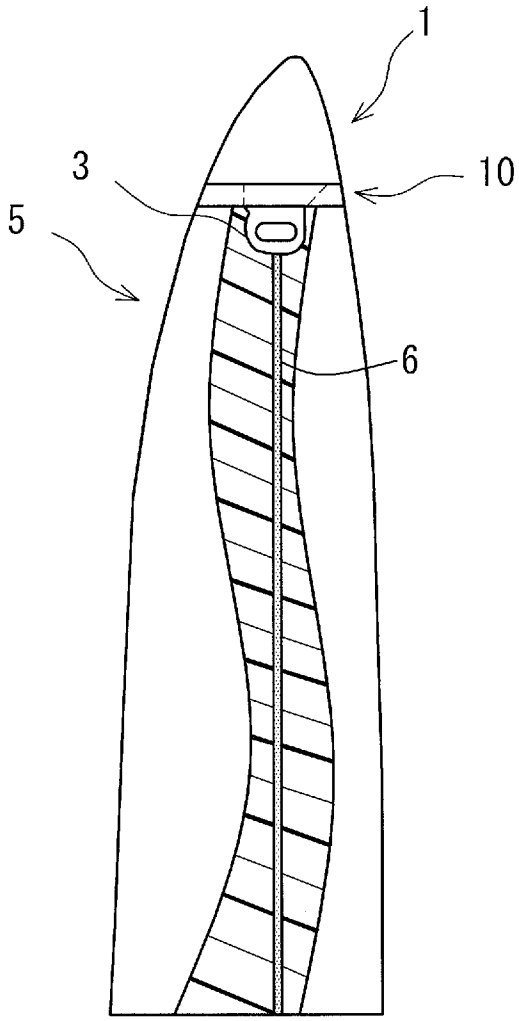


(a)

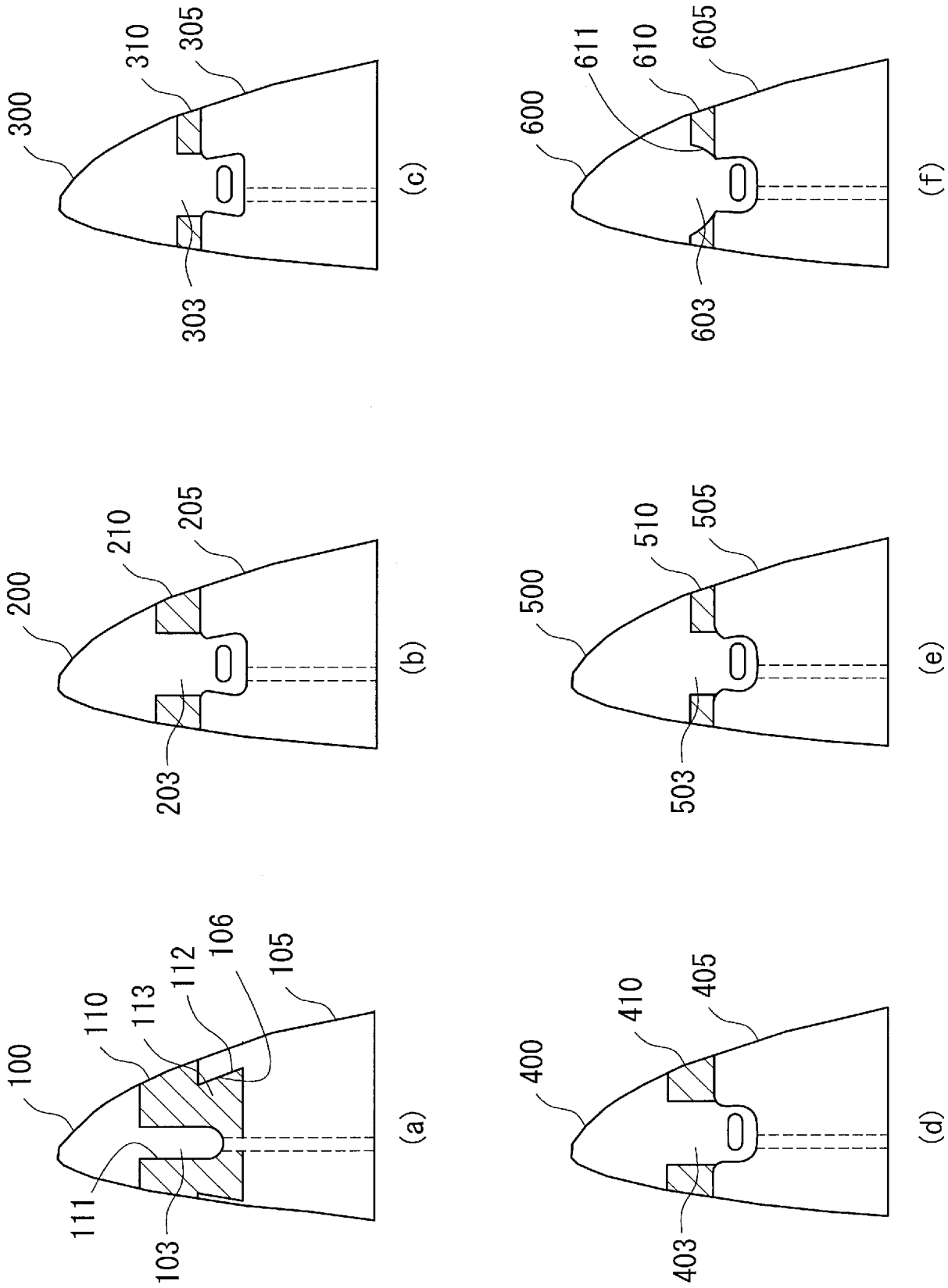


(b)

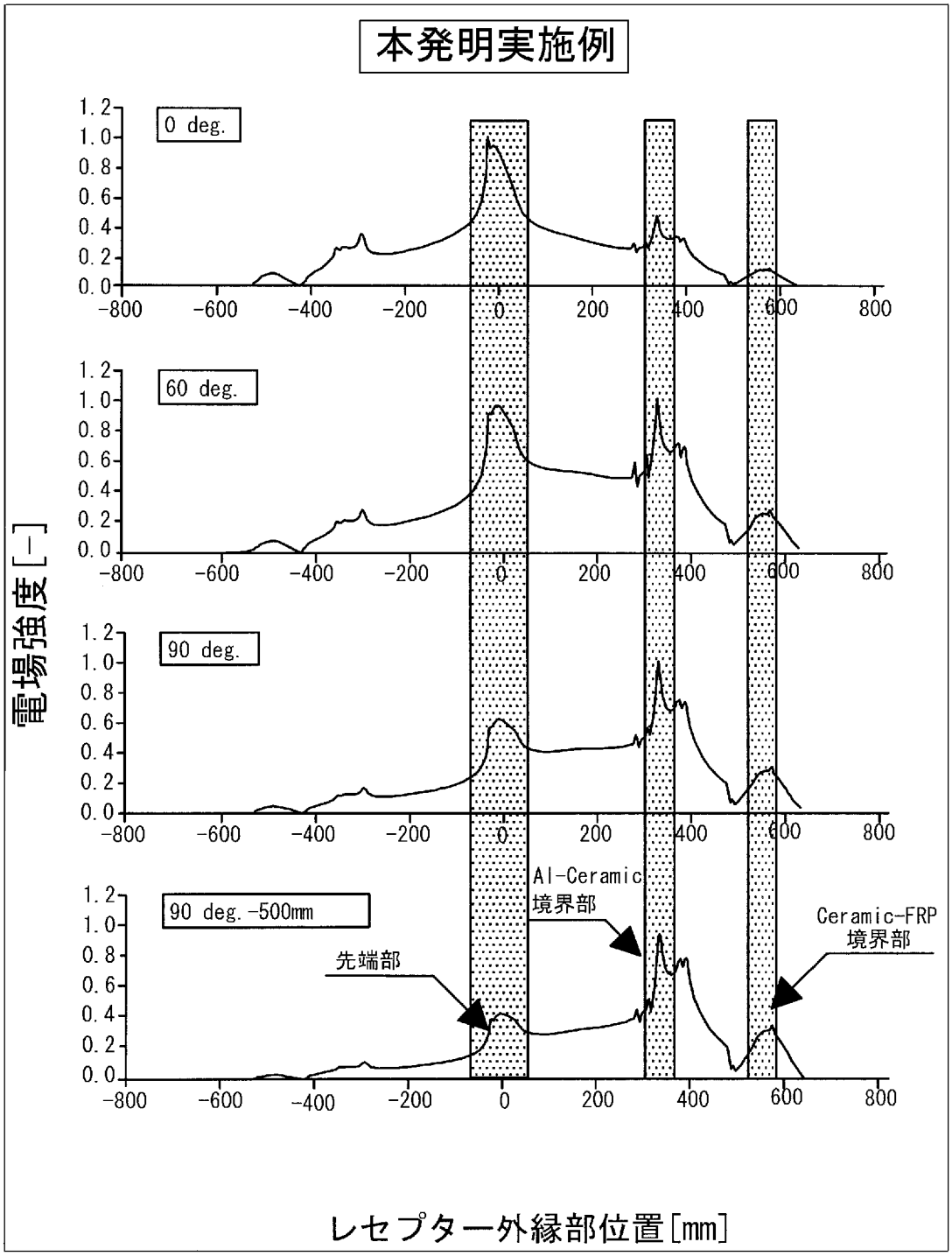
[図2]



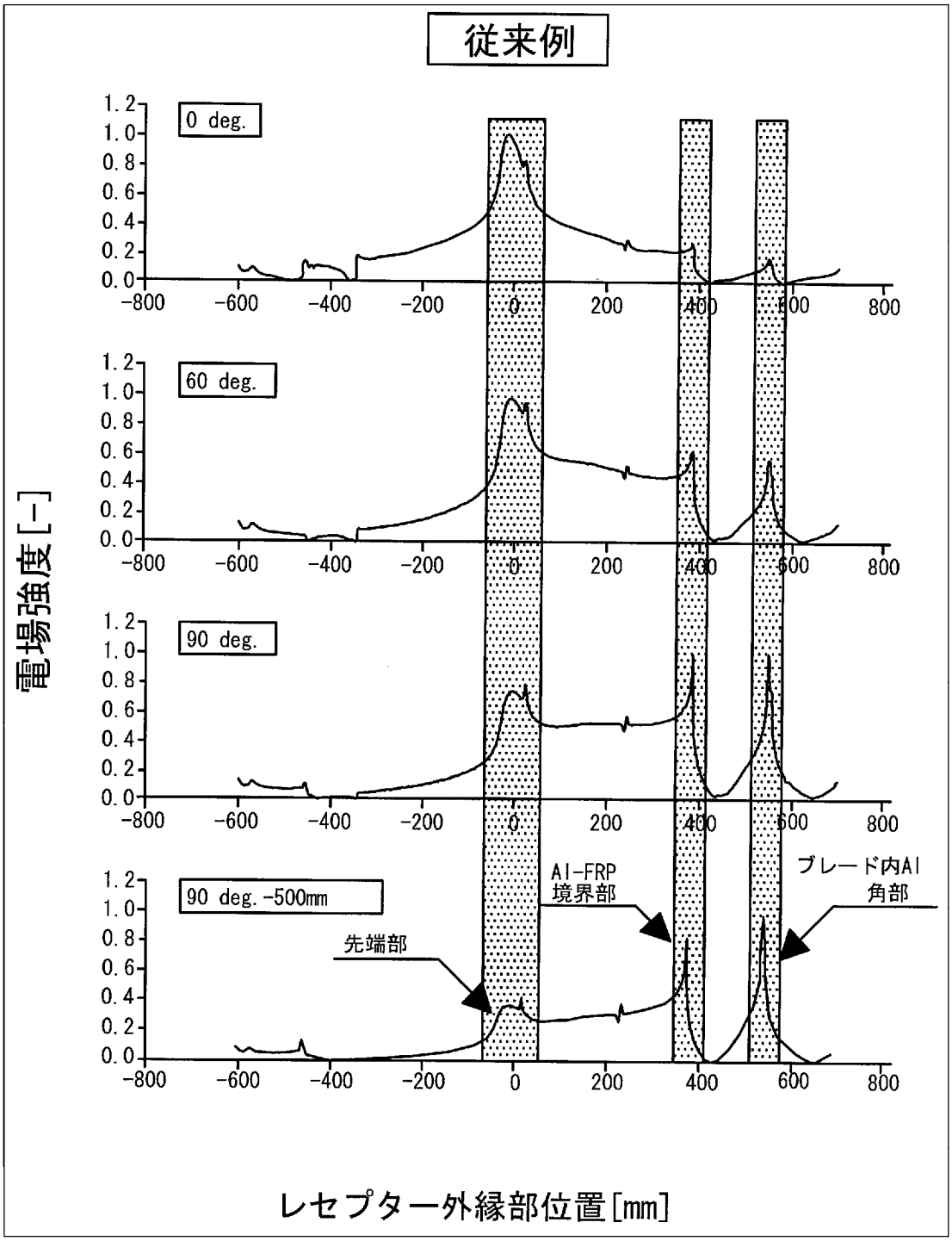
[図3]


100
110
113
112
106
105
111
103
(a)
200
210
205
203
(b)
300
310
305
303
(c)
400
410
405
403
(d)
500
510
505
503
(e)
600
611
610
605
603
(f)

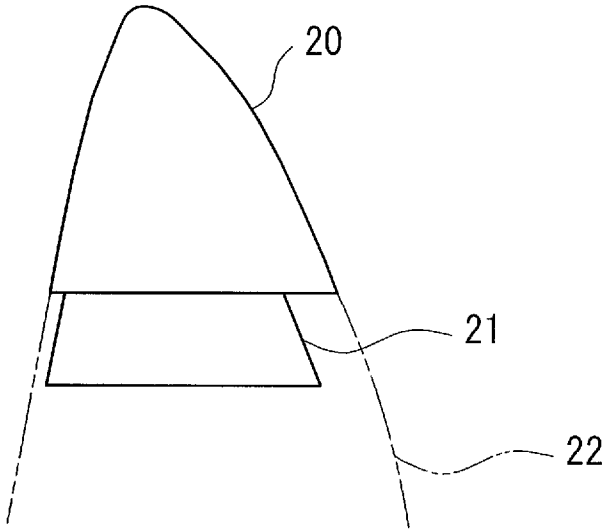
[図4]


本発明実施例
0 deg.
60 deg.
90 deg.
90 deg.-500mm
Al-Ceramic
境界部
Ceramic-FRP
境界部
先端部
電場強度[−]
レセプター外縁部位置[mm]

[図5]


従来例
0 deg.
60 deg.
90 deg.
90 deg.-500mm
電場強度[-]
Al-FRP
境界部
ブレード内Al
角部
先端部
レセプター外縁部位置[mm]

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/052299

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F03D11/00(2006.01)i, *H02G13/00*(2006.01)i, *H05F3/04*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F03D11/00, H02G13/00, H05F3/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-046575 A (The Tokyo Electric Power Co., Inc.), 22 February 2007 (22.02.2007), paragraphs [0017], [0027], [0060]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-7
A	JP 2005-113735 A (JFE Engineering Corp.), 28 April 2005 (28.04.2005), paragraphs [0019] to [0035]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-7
A	JP 2005-318077 A (NEC System Integration & Construction, Ltd.), 10 November 2005 (10.11.2005), paragraph [0050]; fig. 2 (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 April, 2011 (13.04.11)	26 April, 2011 (26.04.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/052299

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 58-216396 A (The Kansai Electric Power Co., Inc.), 16 December 1983 (16.12.1983), page 2, upper left column, lines 7 to 10; fig. 1 (Family: none)	1-7
A	WO 2005/031158 A2 (VESTAS WIND SYSTEMS A/S), 07 April 2005 (07.04.2005), page 10, lines 9 to 19; fig. 2 & CN 1839259 A & AU 2003266936 A1	1-7
A	US 2008/0193292 A1 (Ronny STAM, Rainer ARELT, Andreas STARKE), 14 August 2008 (14.08.2008), paragraphs [0031] to [0039]; fig. 4 to 8 & DE 102008007910 A1 & DK 200800117 A & CN 101240772 A	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０５２２９９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F03D11/00(2006.01)i, H02G13/00(2006.01)i, H05F3/04(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F03D11/00, H02G13/00, H05F3/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2007-046575 A (東京電力株式会社) 2007.02.22, 【0017】,【0027】, 【0060】, 図1～6（ファミリーなし）	１－７
A	JP 2005-113735 A（ＪＦＥエンジニアリング株式会社）2005.04.28, 【0019】～【0035】, 図1～3（ファミリーなし）	１－７
A	JP 2005-318077 A（日本電気システム建設株式会社）2005.11.10, 【0050】, 図2（ファミリーなし）	１－７

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１３．０４．２０１１	２６．０４．２０１１

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｏ　３１１３
柏原　郁昭
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	JP 58-216396 A（関西電力株式会社）1983.12.16，第２ページ上左欄第７行～第10行，第１図（ファミリーなし）	１－７
Ａ	WO 2005/031158 A2（ＶＥＳＴＡＳ　ＷＩＮＤ　ＳＹＳＴＥＭＳ　Ａ／Ｓ）2005.04.07，第10ページ第9行～第19行,第2図 & CN 1839259 A & AU 2003266936 A1	１－７
Ａ	US 2008/0193292 A1（Ｒｏｎｎｙ　ＳＴＡＭ，Ｒａｉｎｅｒ　ＡＲＥＬＴ，Ａｎｄｒｅａｓ　ＳＴＡＲＫＥ）2008.08.14，【0031】～【0039】，第4～8図 & DE 102008007910 A1 & DK 200800117 A & CN 101240772 A	１－７