

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-534793

(P2017-534793A)

(43) 公表日 平成29年11月24日(2017.11.24)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
F 0 3 D 1/06 (2006.01) F 0 3 D 1/06 A 3 H 1 7 8

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2017-518457 (P2017-518457)	(71) 出願人	516129275 ヴォッペン プロパティーズ ゲーエム ーハー ドイツ連邦共和国, 2 6 6 0 7 アウリッ ヒ, ボルジグシュトラーセ 2 6
(86) (22) 出願日	平成27年10月7日 (2015. 10. 7)	(74) 代理人	100129012 弁理士 元山 雅史
(85) 翻訳文提出日	平成29年5月31日 (2017. 5. 31)	(74) 代理人	100149009 弁理士 古賀 稔久
(86) 国際出願番号	PCT/EP2015/073095	(72) 発明者	シュビート, ファルク ドイツ連邦共和国, 2 6 6 0 5 アウリッ ヒ, グレーフィン-アンナーストリート 1 0
(87) 国際公開番号	W02016/055502	F ターム (参考)	3H178 AA03 AA40 AA43 BB35 BB77 CC02 CC04
(87) 国際公開日	平成28年4月14日 (2016. 4. 14)		最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	102014220249.3		
(32) 優先日	平成26年10月7日 (2014. 10. 7)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		

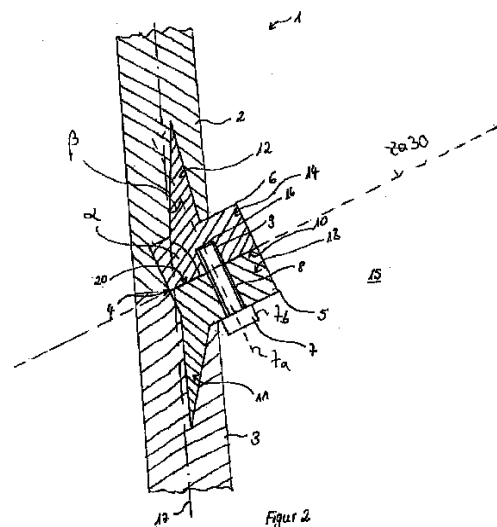
(54) 【発明の名称】 風力タービンロータブレード

(57) 【要約】

【課題】 風力タービンのロータブレードの2つのロータブレード部分の連結安定性を改良すること。

【解決手段】 風力タービンロータブレードでは、ロータブレード内側部分3とロータブレード外側部分2は、少なくとも一つの連結装置4で互いに連結され、連結装置は、ロータブレード内側部分3の繊維強化プラスチックで少なくとも一部が包まれ、内側接触面10を有する内側インサート5と、ロータブレード外側部分2の繊維強化プラスチックに少なくとも一部が含まれ、外側接触面20を有する外側インサート6と、を有する。内側インサートと外側インサートは、内側接触面10と外側接触面20と少なくとも一つのネジ7を介して互いに連結されている。内側接触面10と外側接触面20は、互いに対して平行になるように配置されており、ロータブレード長手方向軸17に対する角度 α が、 $<90^\circ$ 、特に $>30^\circ$ 且つ $<80^\circ$ である平面30を形成する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロータブレード長手方向軸（１７）と、
ロータブレードハブに連結されている領域を有する、少なくとも１つのロータブレード内側部分（３）と、
ロータブレード先端を有する、少なくとも１つのロータブレード外側部分（２）と、を備え、
前記ロータブレード内側部分（３）と前記ロータブレード外側部分（２）の各々は、実質的に、繊維強化プラスチックで作られており、
前記ロータブレード内側部分（３）と前記ロータブレード外側部分（２）は、少なくとも一つの連結装置（４）で互いに連結され、
前記少なくとも一つの連結装置は、
前記ロータブレード内側部分（３）の繊維強化プラスチックで少なくとも一部が包まれ、内側接触面（１０）を有する内側インサート（５）と、
前記ロータブレード外側部分（２）の繊維強化プラスチックに少なくとも一部が組み込まれ、外側接触面（２０）を有する外側インサート（６）と、を有し、
前記内側インサート（５）と前記外側インサート（６）は、前記内側接触面（１０）と前記外側接触面（２０）と少なくとも一つの連結要素（７）を介して互いに連結されており、
前記内側接触面（１０）と前記外側接触面（２０）は、互いに対して平行になるように配置されており、ロータブレード長手方向軸（１７）に対する角度（ α ）が、 $< 90^\circ$ 、特に $> 30^\circ$ 且つ $< 80^\circ$ である平面（３０）を形成する、
風力タービンロータブレード。

【請求項 2】

前記外側インサート（６）は、前記ロータブレード外側部分（２）の繊維強化プラスチック内に少なくとも一部が積層され、特に、真空インフュージョンプロセスの手段によって内部に積層されることを特徴とする、請求項 1 に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項 3】

前記連結要素（７）は、前記内側インサート（５）に設けられた貫通穴（８）を通して伸び、前記外側インサート（６）に設けられた止まり穴（１６）に固定されることが可能であることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項 4】

前記内側インサート（５）および／または前記外側インサート（６）は、鋳物材料または金属で作られていることを特徴とする、請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項 5】

前記内側インサート（５）は、前記ロータブレード内側部分（３）に完全に包まれたラップ部と、前記ラップ部とともに、前記内側インサート（５）を構成し、前記連結要素が収容される連結内側部と、を有することを特徴とする、請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項 6】

第 1 内部空間（１５）は、前記ロータブレード内側部分（３）の内側に設けられており、
前記連結内側部（１３）は、少なくとも部分的に、前記第 1 内部空間に配置されており、
特に、前記連結要素（７）は、前記第 1 または第 2 内部空間（１５）に、前記連結要素を取替え可能な状態で配置されていることを特徴とする、請求項 5 に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項 7】

前記外側インサート（６）は、完全に前記ロータブレード外側部分（２）内に積層され

たラミネーション部（１２）と、前記ラミネーション部（１２）とともに、前記外側インサート（６）を構成し、前記連結要素（７）が収容される連結外側部（１４）とを有することを特徴とする、請求項１～６のいずれか１項に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項８】

前記貫通穴と前記連結要素（７）の間に拡張スリーブが配置されていることを特徴とする請求項３～７のいずれか１項に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項９】

請求項１～８のいずれか１項に記載の風力タービンロータブレード（１）のロータブレード外側部分（２）にロータブレード内側部分（３）を連結するための連結装置（４）であって、

前記ロータブレード外側部分（２）内に少なくとも部分的に積層される予定であり、ラミネーション部（１２）と、外側接触面（２０）とを有する、外側インサート（６）と、

前記ロータブレード内側部分（３）に少なくとも部分的に包まれる予定であり、ラミネーション部（１１）と、内側接触面（１０）とを有する、内側インサート（５）と、

前記内側インサート（５）を通して伸び、前記外側インサート（６）に固定される予定の少なくとも１つの連結要素（７）と、を備え、

前記内側接触面（１０）と前記外側接触面（２０）は、ロータブレード長手方向軸（１７）に対する角度（ α ）が、 $< 90^\circ$ 、特に $> 30^\circ$ 且つ $< 80^\circ$ である平面（３０）を形成する、連結装置。

【請求項１０】

請求項１～８のいずれか１項に記載の少なくとも１つのロータブレードを有する風力タービンであって、少なくとも１つの連結装置（４）を備え、できることなら３つの請求項１～７のいずれかに記載のロータブレードを備え、各々は、少なくとも１つの前記連結装置を有する、風力タービン。

【請求項１１】

請求項１～９のいずれか１項に記載の風力タービンのロータブレードのロータブレード外側部分（２）にロータブレード内側部分（３）を連結する方法であって、

外側インサート（６）と、内側インサート（５）と、少なくとも１つの連結要素（７）とを供給するステップと、

前記ロータブレード外側部分（２）内に前記外側インサート（６）を少なくとも部分的に積層するステップと、

前記ロータブレード内側部分（３）に前記内側インサート（５）を少なくとも部分的に包むステップと、

前記内側インサート（５）を介して前記外側インサート（６）に少なくとも１つの連結要素（７）を挿入し、それを前記外側インサート（６）に固定することにより、前記ロータブレード内側部分（３）を前記ロータブレード外側部分（２）に連結するステップと、を備えた、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、風力タービンロータブレード、そのようなロータブレードのロータブレード外部にロータブレード内部を連結する連結装置、風力タービンに関する。本発明は、更に、第１ロータブレード部分を第２ロータブレード部分に連結する方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

風力タービンは、一般的に知られており、例えば図１のように設計される。特に、ロータブレードもしくはブレードの大きさは、風力タービンの効率化のために重要な側面である。

軽い風の場合でさえも十分に高い風力タービンの効率を達成するため、風力タービンは、今日益々大きいロータ半径を備え、より長いロータブレードも備えようになっている。

10

20

30

40

50

このようなロータブレードは、例えば40m以上の長さである。このようなサイズで、これらのロータブレードを製造して、それらを設置場所へ輸送し、設置場所において風力タービンのロータハブに装着することは、益々困難となる。

【0003】

これらの問題を避けるために、分割されたロータブレードを持つロータブレードが既に知られている。この場合のロータブレードは、少なくともロータブレードの長手方向軸において、2つのパーツ、すなわち、ロータブレード内側部分でありロータブレードハブに装着される内側部分と、ロータブレード外側部分でありロータブレード先端を有する外側部分と、に分けられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】欧州特許出願公開第2735732号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

このようなロータブレードの長手方向軸の方向において分割されたロータブレードは、ロータブレード内側部分をロータブレード外側部分に連結するための連結装置を有する。この場合の連結装置は、突出しているウェブ若しくは類似部分に設けられている。この結果として、個々のロータブレード部分に作用する力は突出しているウェブに偏向され、連結点に作用する不利な力の状態が生じる。これらの不利な力の状態は、局所的な曲げモーメントを引き起こし、連結点で、または連結点に対して損傷をもたらす可能性がある。さらに、このような連結装置は、通常個々のロータブレード部分の製造の後にロータブレードに連結され、その結果、各々のロータブレード部分に連結装置を取り付けるために、ロータブレードから材料を除去する必要がある。このような場合、正確な仕事を可能にするために、高価な機械や機器が必要とされることが多い。さらに、連結装置の適定な調整は、しばしば長い時間を必要とし、その結果、全体の風力タービンの据付が遅れる。このように、今まで知られている連結は、高価で時間がかかることが判明している。

【0006】

優先権を確立しているドイツ特許出願では、ドイツ特許商標庁によって以下の文書が検索された。EP 2 735 732 A2; DE 10 2013 205 965 A1; DE 38 79 287 T2; DE 10 2010 03 9 778 A1; EP 2 031 245 A2; DE 693 078 56 T2 and DE 695 347 67 T2。

本発明は、上述した問題のうち少なくとも1つを対処する目的に基づいている。特に、風力タービンのロータブレードの2つのロータブレード部分の連結を、特に安定性において、更に改善し、同時に、風力タービンの据え付け時間を節約する解決策を提案する。少なくとも代替案の解決策を提案する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

目的を達成するために、請求項1にかかる風力タービンロータブレードが提案されている。

ロータブレードは、ロータブレードハブに連結されている部分を有する、少なくとも1つのロータブレード内側部分と、ロータブレード先端を有する、少なくとも1つのロータブレード外側部分とを備えている。この場合、ロータブレード内側部分とロータブレード外側部分は、それぞれ実質的に繊維強化プラスチックで作られており、ロータブレード内側部分とロータブレード外側部分は、少なくとも1つの連結装置で互いに連結されている。この場合に、少なくとも一つの連結装置は、ロータブレード内側部分の繊維強化プラスチックで少なくとも一部が包まれている内側インサートと、ロータブレード外側部分の繊維強化プラスチックに少なくとも一部が含まれている外側インサートとを含む。この場合に内側インサートと外側インサートは、少なくとも1つの連結要素を介して互いに連結されている。

【0008】

内側インサートは、内側接触面を有し、外側インサートは、外側接触面を有し、内側接触面と外側接触面は、互いに対して平行になるように配置されており、ロータブレード長手方向軸に対する角度 α が、 $\alpha < 90^\circ$ である平面を形成する。

この場合にロータブレード内側部分および／またはロータブレード外側部分は、特に、ガラス繊維強化プラスチックおよび／または炭素繊維強化プラスチックで作られている。この場合にロータブレード内側部分および／またはロータブレード外側部分は、特に、ラッピングプロセスまたは真空インフュージョンプロセスによって作られる。特に、連結装置は、それぞれのロータブレード部、すなわち、ロータブレード内側部分とロータブレード外側部分の製造プロセスの間において、一体化（integrated）、すなわち、組み入れ（incorporated）、内部包みこみ（wrapped-in）、内部注入（infused-in）、もしくは内部積層（laminated-in）が行われる。従って、内側インサートは、ロータブレード内側部分の一部であり、外側インサートは、ロータブレード外側部分の一部である。この場合に少なくとも1つの連結要素が、外側インサートまたは内側インサートに分かれて挿入されている。したがって、少なくとも1つの連結要素は、ロータブレード内側部分および／またはロータブレード外側部分の一部ではない。少なくとも1つの連結要素は、内側インサートと外側インサートとの間の連結を形成し、結果として、ロータブレード内側部分とロータブレード外側部分との間の連結を形成する。連結された後、内側インサートと外側インサートは互いに対向して接触しているので、連結領域に作用する力は直接的に内側インサートから外側インサートに、またはその逆に送られる。好都合には、連結領域内には力のわずかな歪みだけが生じるか、若しくは、ほとんど力の歪みが生じない。したがって、局所的な曲げ動作が、低減される、若しくは避けられる。したがって、連結領域のダメージも同様に回避される。さらに、異なる風力タービンのための自動ラッピングプロセスは、異なる作用荷重に耐えることが可能なロータブレードの幾何形状に適合する内側インサートおよび外側インサートを有する異なるロータブレードを製造することを可能にする。このようなロータブレードの製造にも時間がかからない。

【0009】

特に、内側インサートは、ロータブレード内側部分の繊維強化プラスチックに少なくとも部分的に包まれている。特に、ロータブレードの内側部分は、ラッピングプロセス、特に、自動ラッピングプロセスによって製造される。この場合、ロータブレード内側部分に、それに続く形状を付与するボディ若しくはコアの周りに繊維が巻き付けられる。この場合における内側インサートは、所定の位置に配置され、繊維で包まれる。この場合に繊維は、緊密に且つ高次元の精度で互いに接近して位置するように配置され、ロータブレード内側部分は、良好な品質であり、長い耐用年数を有する。従って、材料除去加工によって連結装置が遡及的に取り付けられる必要が最早ない。

【0010】

好ましい実施の形態では、外側インサートは、少なくとも部分的にロータブレード外側部分の繊維強化プラスチックに積層され、特に真空インフュージョンプロセスによってラミネートされる。真空インフュージョンプロセスは、繊維が実質的に気泡なしで含浸されるという事実のため、ロータブレード内側部分の高品質を、良好な再現性と同様に達成することを可能とする。

【0011】

好ましくは、少なくとも1つの連結要素は、内側インサートに設けられた貫通穴を貫通して伸び、外側インサートに設けられた止まり穴に締結することができる。この場合の少なくとも1つの連結要素は、特に、ネジ山または同様のものを有するネジまたはボルトとして実現される。特に、複数の内側および外側インサートが、ロータブレードの円周に渡って連結領域に設けられている。この場合の内側インサートの数は、外側インサートの数に対応する。この場合、1つまたは複数の連結要素が、それぞれの内側インサートおよび／または外側インサートに設けられている。あるいは、内側インサートおよび外側インサートは、それぞれ、ロータブレード内側部分およびロータブレード外側部分に配置されて

いる。この場合の内側インサートおよび外側インサートは、複数の連結要素、特に100を超える連結要素に連結されている。特に、止まり穴に内面ネジが設けられ、連結要素は、内面ネジに螺合することにより、外側インサートに締結することができる。ロータブレード外側部分とロータブレード内側部分は、ネジ結合によって一緒に保持される。

【0012】

このような比較的簡単な構成は、外側インサートと内側インサートが、それぞれロータブレード外側部分とロータブレード内側部分に少なくとも部分的に含まれ、それによりロータブレード外側部分とロータブレード内側部分に、それぞれしっかりと固定されることで実現できる。連結要素が配置される領域は、少なくとも部分的に含まれていない。少なくとも連結要素が挿入されている領域は、アクセス可能であり、連結要素を交換することができ10
る。これにより、ロータブレード、特に連結領域における修理作業が簡単になる。あるいは、止まり穴が内側インサートに設けられ、貫通穴が外側インサートに設けられている。

【0013】

好ましい実施形態では、内側インサートおよび／または外側インサートは、鋳造材料および／または金属で作られる。ロータブレード内側部分およびロータブレード外側部分は、実質的に繊維強化プラスチックで作られているので、軽量構造と同時に複雑な構造のロータブレードを実現することができる。力伝達要素、すなわち内側インサートおよび外側インサートだけが鋳造材料、特に鋳鉄または鋳鋼で作られている場合、繊維強化プラスチックを用いた工法から生じる利点は、同時に連結領域における比較的簡単な構成で引き続20
き利用され得る。

【0014】

さらに、このような連結領域において支配的なことは、長手方向、横方向およびせん断応力等の様々な応力に起因する多軸応力状態である。くわえて、金属は、等方性材料の挙動を有する。従って、外側インサートと内側インサートの特性は、無指向性である。これは、特に支配的な多軸応力状態の場合に特に有利である。対照的に、繊維強化プラスチックは、異方性材料の挙動を有する。従って、その特性は、指向性である。従って、この位置で繊維強化プラスチックの最適な構造を実現することは、極めて労働集約的で複雑なものとなる。

【0015】

更に、鋳鉄または鋼のような材料は、繊維複合材料よりもさらに容易に処理することができる。特に、繊維複合材料に孔を穿つ場合、材料が損傷する危険性がある。さらに、品質の悪い穿孔が発生することがあり、これは労働集約的な手直し作業を必要とする。したがって、プロセス中において述べられた問題に遭遇することなく、金属および／または鋳造材料からなる内側インサートおよび外側インサートに、対応する穿孔を設けることができる。したがって、労働集約的な再加工は回避される。

【0016】

特に好ましい実施形態では、内側インサートは、ロータブレード内側部分に完全に包まれたラップ部と、ラップ部と共に内側インサートを構成し、連結要素が収容される連結内側部と、を有する。したがって、特に、ラップ部および連結内側部は、単一部品として実現される。特に、ラップ部と連結内側部は異なる幾何学的形状を有する。したがって、ラップ部および連結内側部の異なる設計は、ラップ部および連結内側部のそれぞれの機能にそれぞれ適合する。この場合のラップ部分は、ロータブレード内側部分に固定するために設けられている。連結内側部は、連結要素を受容し、内側インサートと外側インサートを連結し、このようにロータブレードに生じる負荷を伝達するように設けられる。この場合のラップ部は、特に、細長い形状であり、ロータブレード長手方向軸の方向に配置される。細長い形態及びロータブレード縦軸方向の配置のために、十分に大きな領域がロータブレード内側部分の繊維強化プラスチックに包まれ、内側インサートが安定した状態でロータブレード内側部分に設けられている。

【0017】

10

20

30

40

50

ロータブレード内側部分の周囲にわたって伸びる単一の内側インサートの場合、連結内側部は、特にリング状で実現され、ロータブレード内側部分に部分的に包まれる。リング状の実施形態のために、繊維強化プラスチックはラッピング中にダメージを受けない。従って、材料の特性に干渉が存在しない。ロータブレード部分の連結時に、ロータブレード内側部分の連結内側部とロータブレード外側部分のこれに対応して実現された部分とが互いに押し付けられる。この場合の連結内側部は、ラップ部よりも大きな材料強度を有する。結果として、連結内側部は、ロータブレード内側部分とロータブレード外側部分との連結領域で生じる力を吸収することに特に適している。特に、この場合、連結要素にアクセスする箇所は、ロータブレード内側部分に包まれていない。その結果、ロータブレード内側部分がロータブレード外側部分と組み立てられた後でも、連結要素を依然として交換することができる。好ましくは、第1内部空間は、ロータブレード内側部分の内側に設けられ、第2内部空間は、ロータブレード外側部分の内側に設けられ、連結内側部および連結外側部は、少なくとも部分的に、それぞれ第1および第2内部空間に配置され、特に連結要素は、連結要素を取り替えることができるように、それぞれ第1および第2内部空間に配置されている。連結内側部および/または連結外側部は、それぞれ、第1内部空間および第2内部空間に突出するので、アクセス可能であり、その結果、そこに配置された連結要素を交換することができる。したがって、連結内側部および/または連結外側部は、少なくとも部分的に、ロータブレード内側部分およびロータブレード外側部分の内側にそれぞれ配置されている。部分的には、連結内側部および/または連結外側部は、それぞれ、ロータブレード内側部分およびロータブレード外側部分に配置することができる。その結果、ロータブレードの周囲の流れ、またはロータブレードの空力的挙動は、連結装置の影響を受けない。さらに、連結装置は外部の影響から保護される。連結要素は交換することが簡単である。

【0018】

好ましい実施形態では、外側インサートは、ロータブレード外側部分内に完全に積層されたラミネーション部分と、ラミネーション部分と共に外側インサートを構成し、連結要素が収容される連結外側部と、を有する。その結果、外側インサートは、実質的にラミネーション部分によってロータブレード外側部分に固定される。特に、ラミネーション部は、ロータブレード内側部分のラップ部と同様に、またはほぼ同一に設計されている。すなわちラミネーション部は、細長く、ロータブレードの長手方向軸の方向に配置されている。特に、この場合、ラミネーション部と連結外側部は単一の部品として実現される。従って、ラミネーション部は、ロータブレード外側部分に完全に組み込まれ、それにより外側インサートをロータブレード外側部分に固定する。連結外側部は、連結領域で発生する力を吸収する。ロータブレード外側部分の全周にわたって伸びる外側インサートの場合、この場合の連結外側部は、特にリングの形状で実現される。代替の実施形態、すなわち、ブレード内側部分およびブレード外側部分のそれぞれの周囲にわたって分配された複数の内側および外側インサートがある場合、連結内側部および/または連結外側部は特にシリンドリカル形状で実現される。

【0019】

好ましい実施形態では、連結内側部は、内側接触面を有し、連結外側部は外側接触面を有し、内側接触面および外側接触面は互いに平行に配置される。内側と外側接触面とが互いに平行に配置される結果、これらの接触面は、ロータブレード内側部分とロータブレード外側部分との連結時に互いに正確に当接する。特に、この場合、ロータブレード内側部分の貫通穴とロータブレード外側部分の止まり穴とが互いに正確に重なり合い、連結要素は貫通孔を通して止まり穴に困難なく挿入することができる。その結果、安定した連結が行われる。この場合の内側及び外側の接触面は、特に、ロータブレード長手方向軸線から逸れて、特にロータブレード長手方向軸に対して、 30° と $<90^{\circ}$ の間の角度（又は 30° と 80° の間又は 30° と 50° の間）で配置されている。内側及び外側の接触面は、ロータブレード長手方向軸に対して角度 α をなす平面を形成するので、角度 β （例えば、 $<60^{\circ}$ 、例えば 10° と 45° の間または 40° と 60° の間）で配置された連結要素の長手方向軸も存在す

る。連結要素の長手方向軸は接触面の平面に対して垂直である。特に、連結要素の自由端は、ロータブレードの内部空間に面しているので、連結要素をロータブレードの内部空間から点検または交換することができる。

【0020】

角度 α の選択は、同時に角度 β にも影響する。角度 β は、連結要素の自由端がロータブレードの内部空間内に突出するかどうか、およびどの程度突出するかを決定する。特に好ましい実施形態では、貫通孔と連結要素との間に配置された拡張スリーブがある。拡張スリーブは、連結要素のクランプ長さを延長する。これにより、ネジに加わる付加的な負荷が低減される。わずかな材料疲労現象が発生すると、例えば、ロータブレード内側部分および/またはロータブレード外側部分の材料に幾分か生じる場合、このような拡張スリーブは材料の疲労に影響を及ぼす。このように材料疲労現象が低減される。

10

【0021】

更に、目的を達成するために、上記実施形態のいずれか1つにかかるロータブレードのロータブレード外側部分にロータブレード内側部分を連結する連結装置が、提案されている。ロータブレードは、ロータブレード外側部分に少なくとも部分的に包まれる予定の外側インサートと、ロータブレード内側部分に少なくとも部分的に積層される内側インサートと、内側インサートを通して伸び、外側インサートに固定される予定の連結要素と、を備える。従って、記載されたロータブレードの少なくとも1つの実施形態にかかる関係、説明および利点を確保している。

20

【0022】

前述の実施形態の少なくとも1つにかかる少なくとも1つのロータブレードを有し、連結装置を有し、好ましくは、前述の実施形態の少なくとも1つにかかる3つのロータブレードと、連結装置を有する風力タービンも提案されている。従って、記載されたロータブレードの少なくとも1つの実施形態にかかる関係、説明および利点を確保している。

さらに、前述の実施形態のいずれか1つにかかる風力タービンのロータブレードのロータブレード外側部分にロータブレード内側部分を連結する方法が提案される。この方法は、外側インサートと、内側インサートと、少なくとも1つの連結要素とを供給するステップと、外側インサートをロータブレード外側部分に少なくとも部分的に積層するステップと、内側インサートを少なくとも部分的にロータブレード内側部分に包むステップとを含む。更に、この方法は、内側インサートを介して外側インサートに連結要素を挿入し、それを外側インサートに固定することによってロータブレード内側部分をロータブレード外側部分に連結するステップを含む。ロータブレード内側部分およびロータブレード外側部分に内側インサートおよび外側インサートをそれぞれ包むことにより、各ロータブレード部分における連結装置の労力を掛けた遡及的取付けが回避される。あるいは、外側インサートは、ロータブレード内側部分に包まれ、内側インサートもまた、ロータブレード外側部分に包まれる。

30

【0023】

発明は、添付の図面を参照して、例示的な実施形態に基づいて以下でより詳細に例示的に説明される

【図面の簡単な説明】

40

【0024】

【図1】風力タービンを模式的に示す斜視図。

【図2】連結領域においてロータブレードを模式的に示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0025】

図面を参照しながら実施例に基づく本発明の説明は、概略的であり、説明するために、図面において説明されている要素は、誇張され、他の要素は簡略化されている。

図1は、タワー102と、ナセル(nacelle)104を有する風力タービン100を示している。3つのロータブレード1とスピナー110を有するロータ106は、ナセル104上に配置されている。稼働中には、ロータ106は、風によって回転するように設定

50

され、これによりナセル 104 において発電機を駆動する。

【0026】

模式的な断面である図 2 は、ロータブレード 1 の連結領域の詳細を示す。図は、連結装置 4 を介して互いに連結されているロータブレード外側部分 2 とロータブレード内側部分 3 を示している。連結装置 4 は、内側インサート 5 と外側インサート 6 を有している。内側インサート 5 と外側インサート 6 は、連結要素の例示的な実施形態としてネジ 7 によって、互いに連結されている。ネジ 7 は、内側インサート 5 の貫通穴 8 を通して、外側インサート 6 の止まり穴 16 の内面ネジ 9 にねじこまれている。内側インサート 5 は、第 1 または内側接触面 10 を有し、外側インサート 6 は、第 2 または外側接触面 20 を有する。この場合、接触面 10、20 は、互いに平らに支え合っており、平面 30 を形成する。平面 20 は、ロータブレード長手方向軸 17 に対して角度 α ($\alpha > 20^\circ$ であって $< 90^\circ$ 、例えば、 $30^\circ \sim 80^\circ$ または $30^\circ \sim 50^\circ$) をなす。

10

【0027】

内側インサート 5 は、ラップ部 11 と、連結内側部 13 とを有する。この場合における内側インサート 5 のラップ部 11 は、ロータブレード内側部分 3 に包まれている。ネジ 7 が配置される貫通穴 8 は、連結内側部 13 に設けられている。この場合における貫通穴 8 は、ロータブレードの内部空間 15 から内側接触面 10 まで通じている。対応して、外側インサート 6 は、ラミネーション部 12 と連結されている連結外側部 14 を有している。ラミネーション部 12 は、ロータブレード外側部分 2 に、特に内側に積層されて、組み込まれている。締結要素 6 の連結外側部 14 は、内面ネジ 9 を有する止まり穴 16 を有している。止まり穴 16 は、外側インサート 6 の外側接触面 20 から始まり連結外側部 14 の内部で終わっている。ネジ 7 は、内面ネジ 9 にねじ込まれており、すなわち、ネジ 7 は、外側インサート 6 の連結外側部 14 に適宜留められている。ネジ 7 の手段によって、内側インサート 3 と外側インサート 6 と、結果としてロータブレード外側部分 2 が、ロータブレード内側部分 3 に連結されている。この場合にネジ 7 は、ロータブレード 1 の内部空間 15 に面している。結果として、ネジ 7 は、自由にアクセス可能であり、損傷した場合やメンテナンス期間内に取り換えることができる。ネジ 7 は、平面 30 に垂直であり、ロータブレード長手方向軸 17 に対して角度 β となる長手方向軸 7a を有する。ネジ 7 の自由端 7b は、ロータブレード 1 からこの角度で突出している。この場合に、ネジの頭 7b は、ロータブレード 1 の内部空間 15 の内側に面している。これにより、ネジ 7 は、ロータブレード 1 の内部空間 15 から調整または取替えが可能となる。さらに、ネジ 7 がロータブレード 1 の内部空間 15 内において外部の影響によって保護されるという利点を有する。角度 α と β の選択は、ネジの頭 7a の内部空間への突出の仕方を決定する。

20

30

【0028】

外側インサート 6 のラミネーション部 12 と、内側インサート 5 のラップ部 11 の各々は、テーパ形状の、細長い部分的なボディとして実現される。この場合においてラップ部 11 とラミネーション部 12 は、ロータブレード 1 のロータブレード長手方向軸 17 に実質的に沿って、内側インサート 5 と外側インサート 6 に配置されている。この配置のため、連結領域に発生する負荷は、偏向せずに、すなわち、ロータブレード長手方向軸 17 とほぼ平行な配置において移動する。

40

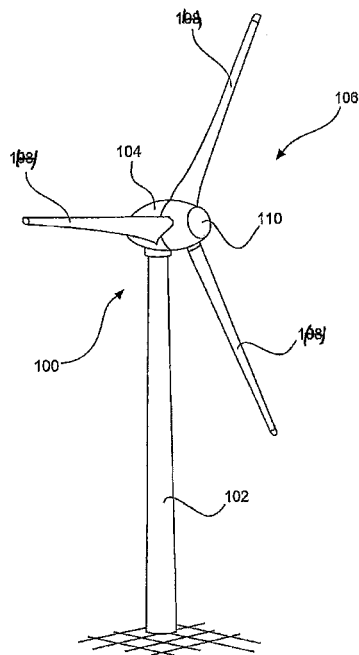
【0029】

ラミネーション部 12、11 は、実質的にロータブレード長手方向軸 17 に平行に配置されているので、平面 30 におよぶ内側接触面と外側接触面は、2 つのラミネーション部 11、12 に対して角度 α で配列されている。この場合の角度 α は、 90° 未満である。

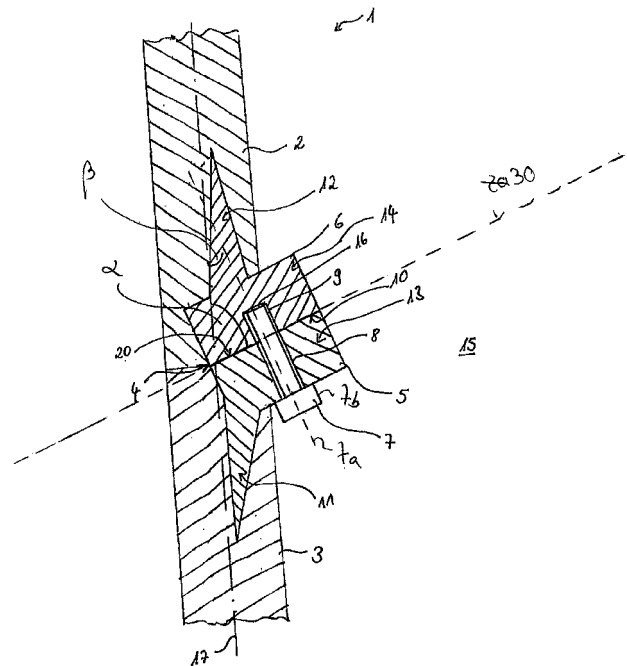
連結内側部 13 と連結外側部 14 は、互いにリング形状で実現されている。他の実施例において、すなわち、ブレード内側部分とブレード外側部分の円周にわたって複数の内側と外側インサートが分配されている場合、連結内側部と連結外側部は、特にシリンダの形状で実現される。連結内側部 13 および連結外側部 14 と、ラップ部 11 とラミネーション部 12 は、それぞれ、1 つの単一の部材として実現され、一緒に、内側インサート 5 と外側インサート 6 をそれぞれ構成する。

50

【図 1】



【図 2】



【手続補正書】

【提出日】平成29年5月31日(2017.5.31)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロータブレード長手方向軸（17）と、

ロータブレードハブに連結されている領域を有する、少なくとも1つのロータブレード内側部分（3）と、

ロータブレード先端を有する、少なくとも1つのロータブレード外側部分（2）と、を備え、

前記ロータブレード内側部分（3）と前記ロータブレード外側部分（2）の各々は、実質的に、繊維強化プラスチックで作られており、

内部空間（15）が、前記ロータブレード内側部分（3）と前記ロータブレード外側部分（2）の内側に設けられており、

前記ロータブレード内側部分（3）と前記ロータブレード外側部分（2）は、少なくとも一つの連結装置（4）で互いに連結され、

前記少なくとも一つの連結装置は、

前記ロータブレード内側部分（3）の繊維強化プラスチックで少なくとも一部が包まれ、内側接触面（10）を有する内側インサート（5）と、

前記ロータブレード外側部分（2）の繊維強化プラスチックに少なくとも一部が組み込まれ、外側接触面（20）を有する外側インサート（6）と、を有し、

前記内側インサート（５）と前記外側インサート（６）は、前記内側接触面（１０）と前記外側接触面（２０）と少なくとも一つの連結要素（７）を介して互いに連結されており、

前記内側接触面（１０）と前記外側接触面（２０）は、互いに対して平行になるように配置されており、平面（３０）を形成し、

前記少なくとも一つの連結要素（７）は、少なくとも部分的に前記内側インサート（５）と前記外側インサート（６）に挿入される第１端と、前記内部空間（１５）に伸びる第２端と、を有する、
風力タービンロータブレード。

【請求項２】

前記外側インサート（６）は、前記ロータブレード外側部分（２）の繊維強化プラスチック内に少なくとも一部が積層され、特に、真空インフュージョンプロセスの手段によって内部に積層されることを特徴とする、請求項１に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項３】

前記連結要素（７）は、前記内側インサート（５）に設けられた貫通穴（８）を通して伸び、前記外側インサート（６）に設けられた止まり穴（１６）に固定されることが可能であることを特徴とする、請求項１または２に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項４】

前記内側インサート（５）および／または前記外側インサート（６）は、鋳物材料または金属で作られていることを特徴とする、請求項１～３のいずれか１項に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項５】

前記内側インサート（５）は、前記ロータブレード内側部分（３）に完全に包まれたラップ部と、前記ラップ部とともに、前記内側インサート（５）を構成し、前記連結要素が収容される連結内側部と、を有することを特徴とする、請求項１～４のいずれか１項に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項６】

第１内部空間（１５）は、前記ロータブレード内側部分（３）の内側に設けられており、
前記連結内側部（１３）は、少なくとも部分的に、前記第１内部空間に配置されており、
特に、前記連結要素（７）は、前記第１または第２内部空間（１５）に、前記連結要素を取替え可能な状態で配置されていることを特徴とする、請求項５に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項７】

前記外側インサート（６）は、完全に前記ロータブレード外側部分（２）内に積層されたラミネーション部（１２）と、前記ラミネーション部（１２）とともに、前記外側インサート（６）を構成し、前記連結要素（７）が収容される連結外側部（１４）とを有することを特徴とする、請求項１～６のいずれか１項に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項８】

前記貫通穴と前記連結要素（７）の間に拡張スリーブが配置されていることを特徴とする請求項３～７のいずれか１項に記載の風力タービンロータブレード。

【請求項９】

請求項１～８のいずれか１項に記載の風力タービンロータブレードのロータブレード外側部分（２）にロータブレード内側部分（３）を連結するための連結装置（４）であって、

前記ロータブレード外側部分（２）内に少なくとも部分的に積層される予定であり、ラミネーション部（１２）と、外側接触面（２０）とを有する、外側インサート（６）と、
前記ロータブレード内側部分（３）に少なくとも部分的に包まれる予定であり、ラミネーション部（１１）と、内側接触面（１０）とを有する、内側インサート（５）と、

前記内側インサート（５）を通して伸び、前記外側インサート（６）に固定される予定の少なくとも１つの連結要素（７）と、を備え、

前記内側接触面（１０）と前記外側接触面（２０）は、平面（３０）を形成し、

前記少なくとも１つの接続要素（７）は、少なくとも部分的に前記内側インサート（５）と前記外側インサート（６）に挿入される第１端と、前記内部空間（１５）に伸びる第２端とを有する、

連結装置。

【請求項１０】

請求項１～８のいずれか１項に記載の少なくとも１つのロータブレードを有する風力タービンであって、少なくとも１つの連結装置（４）を備え、できることなら３つの請求項１～７のいずれかに記載のロータブレードを備え、各々は、少なくとも１つの前記連結装置を有する、風力タービン。

【請求項１１】

請求項１～９のいずれか１項に記載の風力タービンのロータブレードのロータブレード外側部分（２）にロータブレード内側部分（３）を連結する方法であって、

外側インサート（６）と、内側インサート（５）と、少なくとも１つの連結要素（７）とを供給するステップと、

前記ロータブレード外側部分（２）内に前記外側インサート（６）を少なくとも部分的に積層するステップと、

前記ロータブレード内側部分（３）に前記内側インサート（５）を少なくとも部分的に包むステップと、

前記内側インサート（５）を介して前記外側インサート（６）に少なくとも１つの連結要素（７）を挿入し、それを前記外側インサート（６）に固定することにより、前記ロータブレード内側部分（３）を前記ロータブレード外側部分（２）に連結するステップと、を備え、

前記少なくとも１つの接続要素（７）は、少なくとも部分的に前記内側インサート（５）と前記外側インサート（６）に挿入される第１端と、前記内部空間（１５）に伸びる第２端とを有する、

方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/073095

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F03D1/06
ADD.

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)
F03D

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/055020 A1 (STAM RONNY [NL] ET AL) 8 March 2012 (2012-03-08) figures 1,2,7-9 paragraph [0041] - paragraph [0047] -----	1-11
X	WO 2011/070137 A1 (VESTAS WIND SYS AS [DK]; HIBBARD PAUL [SG]) 16 June 2011 (2011-06-16) figures 1,3,5a-5c page 3, line 12 - line 14 page 4, line 24 - line 28 -----	1-11
X	CN 103 470 456 A (UNIV NORTH CHINA ELEC POWER) 25 December 2013 (2013-12-25)	1-11
Y	the whole document ----- -/--	1-11

☒ 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

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 November 2015

Date of mailing of the international search report

07/12/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Altmann, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/073095

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102 011 711 A (JINAN RAILWAY VEHICLES EQUIP) 13 April 2011 (2011-04-13) the whole document	1-11
X	----- US 2011/299995 A1 (KOOTSTRA DIRK JAN [NL]) 8 December 2011 (2011-12-08) figures 5-7 paragraph [0029] - paragraph [0040] -----	1,2,4-7, 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/073095

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012055020	A1	08-03-2012	CN 101749175 A 23-06-2010
			EP 2199604 A2 23-06-2010
			US 2010158694 A1 24-06-2010
			US 2012055020 A1 08-03-2012

WO 2011070137	A1	16-06-2011	NONE

CN 103470456	A	25-12-2013	NONE

CN 102011711	A	13-04-2011	NONE

US 2011299995	A1	08-12-2011	CN 102287321 A 21-12-2011
			DE 102011050901 A1 22-12-2011
			US 2011299995 A1 08-12-2011

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/073095

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F03D1/06
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F03D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2012/055020 A1 (STAM RONNY [NL] ET AL) 8. März 2012 (2012-03-08) Abbildungen 1,2,7-9 Absatz [0041] - Absatz [0047] -----	1-11
X	WO 2011/070137 A1 (VESTAS WIND SYS AS [DK]; HIBBARD PAUL [SG]) 16. Juni 2011 (2011-06-16) Abbildungen 1,3,5a-5c Seite 3, Zeile 12 - Zeile 14 Seite 4, Zeile 24 - Zeile 28 -----	1-11
X	CN 103 470 456 A (UNIV NORTH CHINA ELEC POWER) 25. Dezember 2013 (2013-12-25)	1-11
Y	das ganze Dokument -----	1-11
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen
 ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. November 2015

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

07/12/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Altmann, Thomas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/073095

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	CN 102 011 711 A (JINAN RAILWAY VEHICLES EQUIP) 13. April 2011 (2011-04-13) das ganze Dokument	1-11
X	----- US 2011/299995 A1 (KOOTSTRA DIRK JAN [NL]) 8. Dezember 2011 (2011-12-08) Abbildungen 5-7 Absatz [0029] - Absatz [0040] -----	1,2,4-7, 10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/073095

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012055020	A1	08-03-2012	CN 101749175 A	23-06-2010
			EP 2199604 A2	23-06-2010
			US 2010158694 A1	24-06-2010
			US 2012055020 A1	08-03-2012

WO 2011070137	A1	16-06-2011	KEINE	

CN 103470456	A	25-12-2013	KEINE	

CN 102011711	A	13-04-2011	KEINE	

US 2011299995	A1	08-12-2011	CN 102287321 A	21-12-2011
			DE 102011050901 A1	22-12-2011
			US 2011299995 A1	08-12-2011

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US