

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5536103号
(P5536103)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int.Cl.
F 1
F O 3 D 11/00 A

F O 3 D 11/00 (2006.01)

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-547158 (P2011-547158)	(73) 特許権者	000006208
(86) (22) 出願日	平成21年12月25日 (2009.12.25)		三菱重工業株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/071574		東京都港区港南二丁目16番5号
(87) 国際公開番号	W02011/077545	(74) 代理人	100112737
(87) 国際公開日	平成23年6月30日 (2011.6.30)		弁理士 藤田 考晴
審査請求日	平成24年2月2日 (2012.2.2)	(74) 代理人	100118913
			弁理士 上田 邦生
		(72) 発明者	江崎 浩司
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		(72) 発明者	黒岩 隆夫
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風車回転翼

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

繊維強化プラスチックで形成された外皮材と、シアウェブと、このシアウェブよりも後縁側に配置された後縁サンドイッチ材とを有する風車回転翼であって、

前記後縁サンドイッチ材の後縁端よりも後縁側に位置する背側の外皮材または前記後縁サンドイッチ材の後縁端近傍と、前記後縁サンドイッチ材の後縁端よりも後縁側に位置する腹側の外皮材または前記後縁サンドイッチ材の後縁端近傍とが、補強材を介して連結されており、

前記補強材が、軽量コア材と、この軽量コア材の背側に配置される背側スキン材と、前記軽量コア材の腹側に配置される腹側スキン材とを備え、

前記軽量コア材、前記背側スキン材、および前記腹側スキン材が一体に形成されているとともに、

前記背側スキン材および／または前記腹側スキン材は、翼長手方向に強化繊維が配向された繊維強化プラスチックで形成されており、

前記軽量コア材、前記背側スキン材、および前記腹側スキン材の外側に配置された第2のスキン材を備え、

前記軽量コア材、前記背側スキン材、前記腹側スキン材、および前記第2のスキン材が一体に形成されていることを特徴とする風車回転翼。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の風車回転翼を備えてなることを特徴とする風力発電用風車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力発電用風車を構成する風車回転翼に関するものである。

【背景技術】

【0002】

風車回転翼としては、例えば、特許文献1に開示されたものが知られている。

【特許文献1】国際公開第2008/086805号パンフレット

【発明の開示】

【0003】

10

また、図10に示すように、近年では、軽量性と強度の両方の要求を満たすスパークアップ構造を有する風車回転翼100が提案されている。風車回転翼100は、後述する外皮材11と、前縁サンドイッチ材12と、スパークアップ材（主強度材）13と、後縁サンドイッチ材14と、シアウェブ15とを備えている。

前縁サンドイッチ材12と後縁サンドイッチ材14は、外皮材11と内皮材17をスキン材とし、PVC等の樹脂の発泡体や、バルサ等の木材をコア材とするサンドイッチ構造を有している。

なお、図10中の符号16は、スパークアップ材13とシアウェブ15とを接続（連結）する接着剤である。

【0004】

20

ところで、風車回転翼100を構成する各部材（より詳しくは、外皮材11、前縁サンドイッチ材12、スパークアップ材13、後縁サンドイッチ材14、シアウェブ15）の材料強度（引っ張りおよび圧縮に対する強度）の安全率と、座屈強度の安全率とを同程度（例えば、2）に設定することができれば、風車回転翼の軽量化をさらに図ることができる。

【0005】

しかしながら、図10に示す風車回転翼100では、材料強度を100%発揮させる前に、フラップ方向（背腹方向：図10において上下方向）の荷重に対してスパークアップ材13で座屈が生じ、エッジ方向（前縁後縁方向：フラップ方向と直交する方向）の荷重に対して後縁サンドイッチ材14および／または後縁サンドイッチ材14の後縁端よりも後縁18側に位置する背側および／または腹側の外皮材11で座屈が生じるおそれがある。

30

【0006】

ここで、フラップ方向の荷重に対してスパークアップ材13の座屈強度を上げるには、スパークアップ材13の断面積を同等に維持しながら、スパークアップ材13の幅（コード方向（図10において左右方向）の長さ）を狭くしつつスパークアップ材13を厚くし、およびシアウェブ15の間隔（前縁側に位置するシアウェブ15と、後縁側に位置するシアウェブ15との間の距離）を狭くすればよい。

しかしその反面、後縁サンドイッチ材14の幅（コード方向（図10において左右方向）の長さ）が広くなり、エッジ方向の荷重に対する後縁サンドイッチ材14の座屈強度がますます低下してしまうといった問題点があった。

40

【0007】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、エッジ方向の荷重に対する座屈強度を向上させることができ、座屈強度の安全率を材料強度の安全率に近づけることができ、さらなる軽量化を図ることができる風車回転翼を提供することを目的とする。

【0008】

本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用した。

本発明に係る風車回転翼は、繊維強化プラスチックで形成された外皮材と、シアウェブと、このシアウェブよりも後縁側に配置された後縁サンドイッチ材とを有する風車回転翼であって、前記後縁サンドイッチ材の後縁端よりも後縁側に位置する背側の外皮材または

50

前記後縁サンドイッチ材の後縁端近傍と、前記後縁サンドイッチ材の後縁端よりも後縁側に位置する腹側の外皮材または前記後縁サンドイッチ材の後縁端近傍とが、補強材を介して連結されており、前記補強材が、軽量コア材と、この軽量コア材の背側に配置される背側スキン材と、前記軽量コア材の腹側に配置される腹側スキン材とを備え、前記軽量コア材、前記背側スキン材、および前記腹側スキン材が一体に形成されているとともに、前記背側スキン材および／または前記腹側スキン材は、翼長手方向に強化繊維が配向された繊維強化プラスチックで形成されており、前記軽量コア材、前記背側スキン材、および前記腹側スキン材の外側に配置された第2のスキン材を備え、前記軽量コア材、前記背側スキン材、前記腹側スキン材、および前記第2のスキン材が一体に形成されている。

【0009】

10

本発明に係る風車回転翼によれば、後縁サンドイッチ材の後縁端よりも後縁側に位置する背側の外皮材または前記後縁サンドイッチ材の後縁端近傍と、後縁サンドイッチ材の後縁端よりも後縁側に位置する腹側の外皮材または前記後縁サンドイッチ材の後縁端近傍とが、補強材を介して連結されることとなるので、後縁部におけるエッジ方向の曲げ剛性を向上させることができ、後縁部におけるエッジ方向の荷重に対する座屈強度を向上させることができ、座屈強度の安全率を材料強度の安全率に近づけることができ、さらなる軽量化を図ることができる。

【0010】

また、本発明に係る風車回転翼によれば、背側スキン材および／または腹側スキン材を構成する強化繊維が、翼長手方向に沿って配向されているので、後縁部におけるエッジ方向の曲げ剛性をさらに向上させることができ、後縁部におけるエッジ方向の荷重に対する座屈強度をさらに向上させることができ、座屈強度の安全率を材料強度の安全率にさらに近づけることができ、さらなる軽量化を図ることができる。

20

【0011】

さらに、本発明に係る風車回転翼によれば、背側の外皮材と腹側の外皮材との翼長手方向の相対変位が抑制されることとなるので、背側の外皮材と腹側の外皮材との翼長手方向の相対変位による軽量コア材のせん断破壊を防止することができる。

【0012】

本発明に係る風力発電用風車は、後縁部におけるエッジ方向の曲げ剛性を向上させることができ、後縁部におけるエッジ方向の荷重に対する座屈強度を向上させることができ、座屈強度の安全率を材料強度の安全率に近づけることができ、さらなる軽量化を図ることができる風車回転翼を具備している。

30

【0013】

本発明に係る風力発電用風車によれば、ローターヘッドと風車回転翼の根元部とを連結する回転軸受けやローターヘッド内に設置されて風車翼に回転運動を与える連結軸の軽量化を図ることができ、これら風車回転翼およびローターヘッドを支持するタワーに加わる荷重を低減させることができる。

【0014】

本発明によれば、エッジ方向の荷重に対する座屈強度を向上させることができ、座屈強度の安全率を材料強度の安全率に近づけることができ、さらなる軽量化を図ることができるという効果を奏する。

40

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の第1参考実施形態に係る風車回転翼を具備した風力発電用風車を示す側面図である。

【図2】本発明の第1参考実施形態に係る風車回転翼の断面図である。

【図3】図2の要部を拡大した断面図である。

【図4】本発明の第2参考実施形態に係る風車回転翼の要部を拡大した断面図であって、図3と同様の図である。

【図5】本発明の第3参考実施形態に係る風車回転翼の要部を拡大した断面図であって、

50

図 3 と同様の図である。

【図 6】本発明の第 4 参考実施形態に係る風車回転翼の要部を拡大した断面図であって、図 3 と同様の図である。

【図 7】本発明の第 1 実施形態に係る風車回転翼の要部を拡大した断面図であって、図 3 と同様の図である。

【図 8】本発明の第 2 実施形態に係る風車回転翼の要部を拡大した断面図であって、図 6 と同様の図である。

【図 9】本発明の他の実施形態に係る風車回転翼の断面図であって、図 2 と同様の図である。

【図 10】従来の風車回転翼を示す断面図であって、図 2 と同様の図である。

【図 11】本発明の他の実施形態に係る風車回転翼の要部を拡大した断面図であって、図 3 と同様の図である。

【図 12】本発明の別の実施形態に係る風車回転翼の要部を拡大した断面図であって、図 3 と同様の図である。

【図 13】本発明のさらに別の実施形態に係る風車回転翼の要部を拡大した断面図であって、図 3 と同様の図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明に係る風車回転翼の第 1 参考実施形態について、図 1 から図 3 を参照しながら説明する。

図 1 は本実施形態に係る風車回転翼を具備した風力発電用風車を示す側面図、図 2 は本実施形態に係る風車回転翼の断面図、図 3 は図 2 の要部を拡大した断面図である。

【0017】

図 1 に示すように、風力発電用風車 1 は、基礎 B 上に立設される支柱（「タワー」ともいう。）2 と、支柱 2 の上端に設置されるナセル 3 と、略水平な軸線周りに回転可能にしてナセル 3 に設けられるローターヘッド 4 とを有している。

ローターヘッド 4 には、その回転軸線周りに放射状にして複数枚（例えば、3 枚）の風車回転翼 5 が取り付けられている。これにより、ローターヘッド 4 の回転軸線方向から風車回転翼 5 に当たった風の力が、ローターヘッド 4 を回転軸線周りに回転させる動力に変換されるようになっている。

【0018】

支柱 2 は、複数個（例えば、3 個）のユニット（図示せず）を上下に連結した構成とされている。

また、ナセル 3 は、支柱 2 を構成するユニットのうち、最上部に設けられるユニット上に設置されており、支柱 2 の上端に取り付けられるナセル台板（図示せず）と、このナセル台板を上方から覆うカバー 6 とを有している。

【0019】

図 2 に示すように、風車回転翼 5 は、軽量性と強度の両方の要求を満たすスパークアップ構造とされており、外皮材 11 と、前縁サンドイッチ材 12 と、スパークアップ材（主強度材）13 と、後縁サンドイッチ材 14 と、シアウェブ（桁材）15 とを備えている。

前縁サンドイッチ材 12 と後縁サンドイッチ材 14 は、外皮材 11 と内皮材 17 をスキン材とし、PVC 等の樹脂の発泡体や、パルサ等の木材をコア材とするサンドイッチ構造を有している。

【0020】

外皮材 11、スパークアップ材 13 および内皮材 17 はそれぞれ、繊維強化プラスチック（FRP）で形成（構成）されている。スパークアップ材 13 は、繊維強化プラスチックを多層に積層した部材であり、シアウェブ 15 の背側（図 2 において上側）の端面および腹側（図 2 において下側）の端面に接するようにして、風車回転翼 5 の背側および腹側に、それぞれ一つずつ設けられている。また、スパークアップ材 13 とシアウェブ 15 とは、常温で硬化する接着剤 16 を介して接続（連結）されている。

【 0 0 2 1 】

このようなスーパーキャップ構造では、主として、繊維強化プラスチックで形成されているスーパーキャップ材 1 3 によって風車回転翼 5 のフラップ方向の曲げ強度が保たれ、前縁サンドイッチ材 1 2 および後縁サンドイッチ材 1 4 は、風車回転翼 5 の座屈強度を保つために補助的に使用されている。

【 0 0 2 2 】

さて、本実施形態に係る風車回転翼 5 では、後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁端よりも後縁 1 8 側に位置する背側の外皮材 1 1 または前記後縁サンドイッチ材の後縁端近傍と、腹側の外皮材 1 1 または前記後縁サンドイッチ材の後縁端近傍との間に、補強材 1 9 が設けられている（配置されている）。

10

図 2 または図 3 に示すように、補強材 1 9 は、軽量コア材 2 0 と、軽量コア材 2 0 の背側に配置される（背側）スキン材 2 1 と、軽量コア材 2 0 の腹側に配置される（腹側）スキン材 2 2 とを備えている。

【 0 0 2 3 】

軽量コア材 2 0 は、PVC 等の樹脂の発泡体や、バルサ等の木材で形成（構成）されており、スキン材 2 1 とスキン材 2 2 との間に挟み込まれている。

スキン材 2 1 , 2 2 はそれぞれ、軽量コア材 2 0 の対応（対向）する端面のコード方向（図 2 および図 3 において左右方向）の長さと同じ長さを有している。また、スキン材 2 1 , 2 2 はそれぞれ、風車回転翼 5 の翼長手方向（図 2 および図 3 において紙面に垂直な方向）に強化繊維（図示せず）が配向された繊維強化プラスチックで形成（構成）されている。

20

【 0 0 2 4 】

スキン材 2 1 は、軽量コア材 2 0 の背側の端面に接し、スキン材 2 2 は、軽量コア材 2 0 の腹側の端面に接しており、軽量コア材 2 0 およびスキン材 2 1 , 2 2 は、一体に形成（構成）されている。また、外皮材 1 1 とスキン材 2 1 、外皮材 1 1 とスキン材 2 2 とはそれぞれ、常温で硬化する接着剤 2 3 を介して接続（連結）されている。

【 0 0 2 5 】

本実施形態に係る風車回転翼 5 によれば、後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁端よりも後縁 1 8 側に位置する背側の外皮材 1 1 または前記後縁サンドイッチ材の後縁端近傍と、後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁端よりも後縁 1 8 側に位置する腹側の外皮材 1 1 または前記後縁サンドイッチ材の後縁端近傍とが、補強材 1 9 を介して連結されることとなるので、後縁部におけるエッジ方向の曲げ剛性を向上させることができ、後縁部におけるエッジ方向の荷重に対する座屈強度を向上させることができ、座屈強度の安全率を材料強度の安全率に近づけることができ、さらなる軽量化を図ることができる。

30

そして、その結果、後縁サンドイッチ材 1 4 の幅（コード方向（図 2 において左右方向）の長さ）が広がっても、エッジ方向の荷重に対する後縁サンドイッチ材 1 4 の座屈強度の低下を防げるので、シアウェブ 1 5 のコード方向の間隔、すなわち、前縁側に位置するシアウェブ 1 5 と、後縁側に位置するシアウェブ 1 5 との間の距離を狭くすることができ、スーパーキャップ材 1 3 の幅を狭くする（このとき、スーパーキャップ材 1 3 の断面積は同等に維持しながら、スーパーキャップ材 1 3 を厚くする）ことができ、フラップ方向の荷重に対するスーパーキャップ材 1 3 の座屈強度を向上させることができる。

40

【 0 0 2 6 】

また、本実施形態に係る風車回転翼 5 によれば、スキン材 2 1 , 2 2 を構成する強化繊維が、翼長手方向に沿って配向されているので、後縁部におけるエッジ方向の曲げ剛性をさらに向上させることができ、後縁部におけるエッジ方向の荷重に対する座屈強度をさらに向上させることができ、座屈強度の安全率を材料強度の安全率にさらに近づけることができ、さらなる軽量化を図ることができる。

【 0 0 2 7 】

さらに、本実施形態に係る風車回転翼 5 を具備した風力発電用風車 1 によれば、ローターヘッド 4 と風車回転翼の根元部とを連結する回転軸受け（図示せず）やローターヘッド

50

4内に設置されて風車翼に回転運動を与える連結軸（図示せず）の軽量化を図ることができ、これら風車回転翼5およびローターヘッド4を支持するタワー2に加わる荷重を低減させることができる。

【0028】

本発明に係る風車回転翼の第2参考実施形態について、図4を参照しながら説明する。

図4は本実施形態に係る風車回転翼の要部を拡大した断面図であって、図3と同様の図である。

【0029】

本実施形態に係る風車回転翼30は、補強材19の代わりに補強材31を備えているという点で上述した第1参考実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第1参考実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

なお、上述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0030】

図4に示すように、本実施形態に係る補強材31は、後縁桁材32と、後縁桁材32の背側に配置される（背側）スキン材21と、後縁桁材32の腹側に配置される（腹側）スキン材22とを備えている。

【0031】

後縁桁材32は、断面視I形状を呈する部材であり、繊維強化プラスチック（FRP）のみで形成される場合や、PVC等の樹脂の発泡体や、バルサ等の木材とともに形成（構成）される場合があり、スキン材21とスキン材22との間に挟み込まれている。

スキン材21、22はそれぞれ、後縁桁材32の対応（対向）する端面のコード方向（図4において左右方向）の長さ（断面視I形状のフランジ長さ）よりも長くなるように形成（構成）されている。

スキン材21は、後縁桁材32の背側の端面に接し、スキン材22は、後縁桁材32の腹側の端面に接しており、後縁桁材32およびスキン材21、22は、一体に形成（構成）されている。

【0032】

本実施形態に係る風車回転翼30の作用効果は、上述した第1参考実施形態と同じであるので、ここではその説明を省略する。

【0033】

本発明に係る風車回転翼の第3参考実施形態について、図5を参照しながら説明する。

図5は本実施形態に係る風車回転翼の要部を拡大した断面図であって、図3と同様の図である。

【0034】

本実施形態に係る風車回転翼40は、補強材19の代わりに補強材41を備えているという点で上述した第1参考実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第1参考実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

なお、上述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0035】

図5に示すように、本実施形態に係る補強材41は、コの字形状桁材42と、コの字形状桁材42の背側に配置される（背側）スキン材21と、コの字形状桁材42の腹側に配置される（腹側）スキン材22とを備えている。

【0036】

コの字形状桁材42は、繊維強化プラスチック（FRP）のみで形成される場合や、PVC等の樹脂の発泡体や、バルサ等の木材とともに形成（構成）される場合があり、断面視コの字形状を呈する部材であり、スキン材21とスキン材22との間に挟み込まれている。

スキン材21、22はそれぞれ、コの字形状桁材42の対応（対向）する端面のコード

10

20

30

40

50

方向（図 5 において左右方向）の長さと同じ長さを有している。

スキン材 2 1 は、コの字形状桁材 4 2 の背側の端面に接し、スキン材 2 2 は、コの字形状桁材 4 2 の腹側の端面に接しており、コの字形状桁材 4 2 およびスキン材 2 1 , 2 2 は、一体に形成（構成）されている。

【 0 0 3 7 】

本実施形態に係る風車回転翼 4 0 の作用効果は、上述した第 1 参考実施形態と同じであるので、ここではその説明を省略する。

【 0 0 3 8 】

本発明に係る風車回転翼の第 4 参考実施形態について、図 6 を参照しながら説明する。

図 6 は本実施形態に係る風車回転翼の要部を拡大した断面図であって、図 3 と同様の図である。

10

【 0 0 3 9 】

本実施形態に係る風車回転翼 5 0 は、補強材 1 9 の代わりに補強材 5 1 を備えているという点で上述した第 1 参考実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 1 参考実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

なお、上述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【 0 0 4 0 】

図 6 に示すように、本実施形態に係る補強材 5 1 は、台形状桁材 5 2 と、台形状桁材 5 2 の背側に配置される（背側）スキン材 2 1 と、台形状桁材 5 2 の腹側に配置される（腹側）スキン材 2 2 とを備えている。

20

【 0 0 4 1 】

台形状桁材 5 2 は、繊維強化プラスチック（FRP）のみで形成される場合や、PVC 等の樹脂の発泡体や、パルサ等の木材とともに形成（構成）される場合があり、スキン材 2 1 とスキン材 2 2 との間に挟み込まれている。

スキン材 2 1 , 2 2 はそれぞれ、台形状桁材 5 2 の対応（対向）する端面のコード方向（図 6 において左右方向）の長さよりも長くなるように形成（構成）されている。

スキン材 2 1 は、台形状桁材 5 2 の背側の端面に接し、スキン材 2 2 は、台形状桁材 5 2 の腹側の端面に接しており、台形状桁材 5 2 およびスキン材 2 1 , 2 2 は、一体に形成（構成）されている。

30

【 0 0 4 2 】

本実施形態に係る風車回転翼 5 0 の作用効果は、上述した第 1 参考実施形態と同じであるので、ここではその説明を省略する。

【 0 0 4 3 】

本発明に係る風車回転翼の第 1 実施形態について、図 7 を参照しながら説明する。

図 7 は本実施形態に係る風車回転翼の要部を拡大した断面図であって、図 3 と同様の図である。

【 0 0 4 4 】

本実施形態に係る風車回転翼 6 0 は、補強材 1 9 の代わりに補強材 6 1 を備えているという点で上述した第 1 参考実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 1 参考実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

40

なお、上述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【 0 0 4 5 】

図 7 に示すように、本実施形態に係る補強材 6 1 は、第 1 参考実施形態のところで説明した補強材 1 9 の周囲（外側）を（第 2 の）スキン材 6 2 で覆うようにしたものである。すなわち、本実施形態に係る補強材 6 1 は、軽量コア材 2 0 と、軽量コア材 2 0 の背側に配置される（第 1 の）スキン材 2 1 と、軽量コア材 2 0 の腹側に配置される（第 1 の）スキン材 2 2 と、軽量コア材 2 0 およびスキン材 2 1 , 2 2 の外側を取り囲むように配置されたスキン材 6 2 とを備えている。

50

【 0 0 4 6 】

スキン材 6 2 は、例えば、強化繊維が、風車回転翼 6 0 の翼長手方向（図 7 において紙面に垂直な方向）に対して + 4 5 ° 傾斜して配向された + 4 5 ° 繊維強化樹脂層（図示せず）と、風車回転翼 6 0 の翼長手方向に対して - 4 5 ° 傾斜して配向された - 4 5 ° 繊維強化樹脂層（図示せず）とが順次積層されたダブルバイアスの繊維強化プラスチックである。

スキン材 6 2 は、スキン材 2 1 の背側の端面、スキン材 2 2 の腹側の端面、軽量コア材 2 0 の前縁側の端面、および軽量コア材 2 0 の後縁側の端面に接しており、軽量コア材 2 0 およびスキン材 2 1 , 2 2 , 6 2 は、一体に形成（構成）されている。また、外皮材 1 1 とスキン材 6 2 とは、常温で硬化する接着剤 2 3 を介して接続（連結）されている。

10

【 0 0 4 7 】

本実施形態に係る風車回転翼 6 0 によれば、背側の外皮材 1 1 と腹側の外皮材 1 1 との翼長手方向の相対変位が抑制されることとなるので、背側の外皮材 1 1 と腹側の外皮材 1 1 との翼長手方向の相対変位による軽量コア材 2 0 のせん断破壊を防止することができる。

その他の作用効果は、上述した第 1 参考実施形態のものと同一であるので、ここではその説明を省略する。

【 0 0 4 8 】

本発明に係る風車回転翼の第 2 実施形態について、図 8 を参照しながら説明する。

図 8 は本実施形態に係る風車回転翼の要部を拡大した断面図であって、図 6 と同様の図である。

20

【 0 0 4 9 】

本実施形態に係る風車回転翼 7 0 は、補強材 5 1 の代わりに補強材 7 1 を備えているという点で上述した第 4 参考実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 4 参考実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

なお、上述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【 0 0 5 0 】

図 8 に示すように、本実施形態に係る補強材 7 1 は、第 4 参考実施形態のところで説明した補強材 5 1 の周囲（外側）を（第 2 の）スキン材 7 2 で覆うようにしたものである。すなわち、本実施形態に係る補強材 7 1 は、台形状桁材 5 2 と、台形状桁材 5 2 の背側に配置される（第 1 の）スキン材 2 1 と、台形状桁材 5 2 の腹側に配置される（第 1 の）スキン材 2 2 と、断面視台形状を呈する台形状桁材 5 2 およびスキン材 2 1 , 2 2 の外側を取り囲むように配置された、断面視（略）コ字形状を呈するスキン材 7 2 とを備えている。

30

【 0 0 5 1 】

スキン材 7 2 は、例えば、強化繊維が、風車回転翼 7 0 の翼長手方向（図 8 において紙面に垂直な方向）に対して + 4 5 ° 傾斜して配向された + 4 5 ° 繊維強化樹脂層（図示せず）と、風車回転翼 7 0 の翼長手方向に対して - 4 5 ° 傾斜して配向された - 4 5 ° 繊維強化樹脂層（図示せず）とが順次積層されたダブルバイアスの繊維強化プラスチックである。

40

スキン材 7 2 は、スキン材 2 1 の腹側の端面およびスキン材 2 2 の背側の端面とそれぞれ部分的に接合されているとともに、台形状桁材 5 2 の前縁側の端面全体および台形状桁材 5 2 の後縁側の端面全体とそれぞれ接合されており、台形状桁材 5 2 およびスキン材 2 1 , 2 2 , 7 2 は、一体に形成（構成）されている。また、外皮材 1 1 とスキン材 2 1 、外皮材 1 1 とスキン材 2 2 とはそれぞれ、常温で硬化する接着剤 2 3 を介して接続（連結）されている。

【 0 0 5 2 】

本実施形態に係る風車回転翼 7 0 の作用効果は、上述した第 1 実施形態と同じであるので、ここではその説明を省略する。

50

【 0 0 5 3 】

なお、補強材 1 9 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 , および 7 1 はいずれも、図 2 や図 1 0 示す構造を有する風車回転翼のみに適用され得るものではなく、例えば、図 9 に示す構造を有する風車回転翼 9 0、すなわち、ボックス構造のシアウェブ 9 1 を備えた風車回転翼 9 0 にも適用することができる。シアウェブ 9 1 の背側の端面と外皮材 1 1 の内面、シアウェブ 9 1 の腹側の端面と外皮材 1 1 の内面とはそれぞれ、常温で硬化する接着剤 9 2 を介して接続（連結）されている。

【 0 0 5 4 】

また、補強材 1 9 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 , および 7 1 はいずれも、図 2 や図 1 0 示す構造を有する風車回転翼のみに適用され得るものではなく、例えば、図 1 1 に示す構造を有する風車回転翼 1 1 0、すなわち、背側に配置された後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁端が、腹側に配置された後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁端よりも後縁側に、あるいは後縁 1 8 近傍まで延びている風車回転翼 1 1 0 にも適用することができる。この場合、補強材 1 9 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 は、背側の後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁部に位置する内皮材 1 7 と、腹側の外皮材 1 1 または後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁端近傍との間に設けられることになる。

【 0 0 5 5 】

さらに、補強材 1 9 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 , および 7 1 はいずれも、図 2 や図 1 0 示す構造を有する風車回転翼のみに適用され得るものではなく、例えば、図 1 2 に示す構造を有する風車回転翼 1 2 0、すなわち、腹側に配置された後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁端が、背側に配置された後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁端よりも後縁側に、あるいは後縁 1 8 近傍まで延びている風車回転翼 1 2 0 にも適用することができる。この場合、補強材 1 9 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 は、腹側の後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁部に位置する内皮材 1 7 と、背側の外皮材 1 1 または後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁端近傍との間に設けられることになる。

【 0 0 5 6 】

さらにまた、補強材 1 9 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 , および 7 1 はいずれも、図 2 や図 1 0 示す構造を有する風車回転翼のみに適用され得るものではなく、例えば、図 1 3 に示す構造を有する風車回転翼 1 3 0、すなわち、背側および腹側に配置された後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁端が、上述した第 1 参考実施形態から第 2 実施形態のところで説明した後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁端よりも後縁側に、あるいは後縁 1 8 近傍まで延びている風車回転翼 1 3 0 にも適用することができる。この場合、補強材 1 9 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 は、背側の後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁部に位置する内皮材 1 7 と、腹側の後縁サンドイッチ材 1 4 の後縁部に位置する内皮材 1 7 との間に設けられることになる。

なお、図 9、図 1 1、図 1 2、図 1 3 には、補強材の一具体例として第 1 参考実施形態のところで説明した補強材 1 9 を示しているが、これはその他の補強材 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 を排除するものではない。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

- 1 風力発電用風車
- 2 支柱（タワー）
- 3 ナセル
- 4 ローターヘッド
- 5 風車回転翼
- 6 ナセルカバー
- 1 1 外皮材
- 1 2 前縁サンドイッチ材
- 1 3 スパーキャップ材（主強度材）
- 1 4 後縁サンドイッチ材

10

20

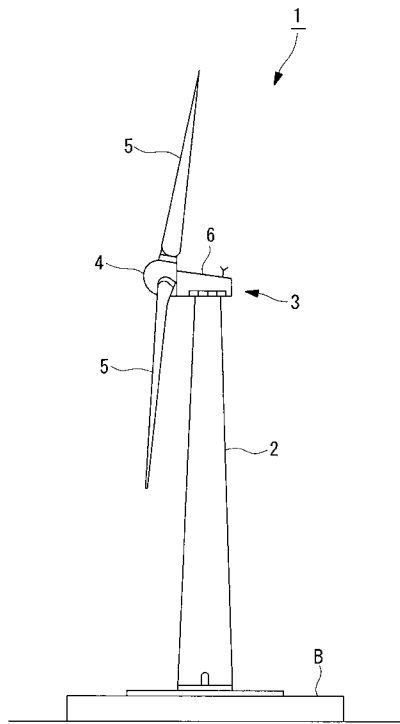
30

40

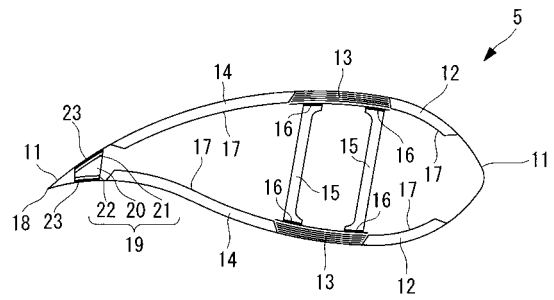
50

1 5	シアウェブ	
1 6	接着剤	
1 7	内皮材	
1 8	後縁	
1 9	補強材	
2 0	軽量コア材	
2 1	スキン材（背側スキン材）	
2 2	スキン材（腹側スキン材）	
2 3	接着剤	
3 0	風車回転翼	10
3 1	補強材	
3 2	後縁桁材	
4 0	風車回転翼	
4 1	補強材	
4 2	コの字形状桁材	
5 0	風車回転翼	
5 1	補強材	
5 2	台形形状桁材	
6 0	風車回転翼	
6 1	補強材	20
6 2	（第2の）スキン材	
7 0	風車回転翼	
7 1	補強材	
7 2	（第2の）スキン材	
9 0	風車回転翼	
9 1	シアウェブ（桁材）	
9 2	接着剤	
B	基礎	

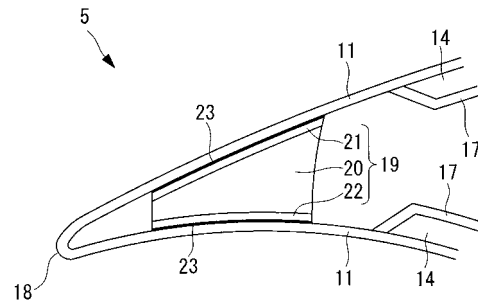
【図 1】



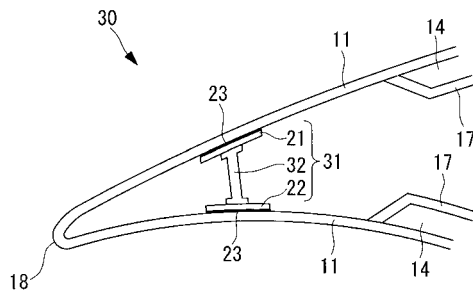
【図 2】



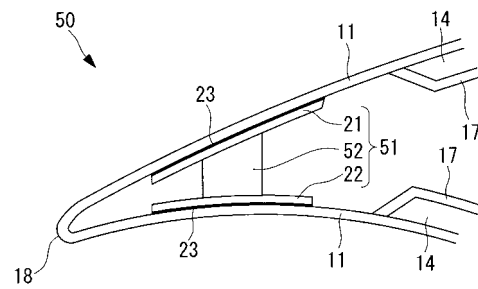
【図 3】



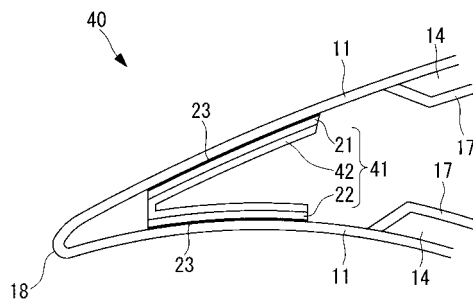
【図 4】



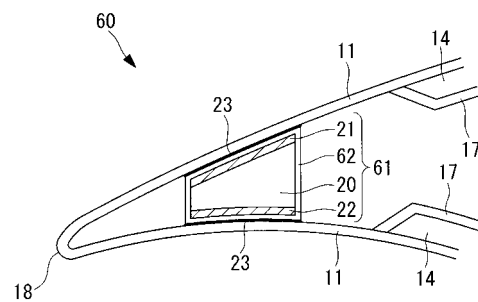
【図 6】



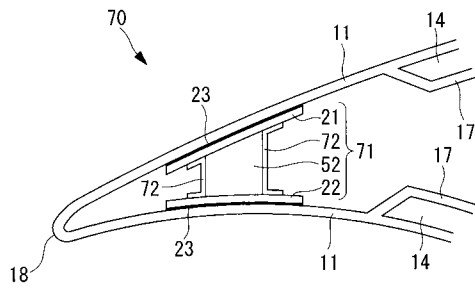
【図 5】



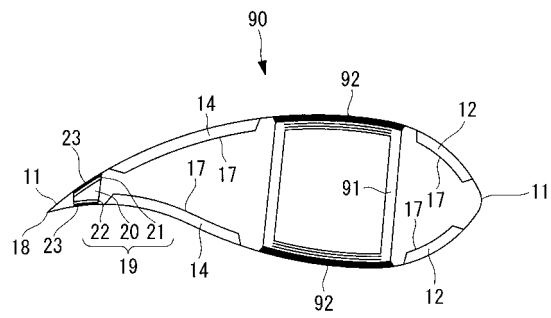
【図 7】



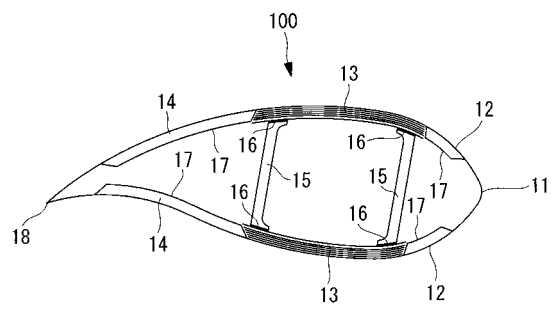
【図 8】



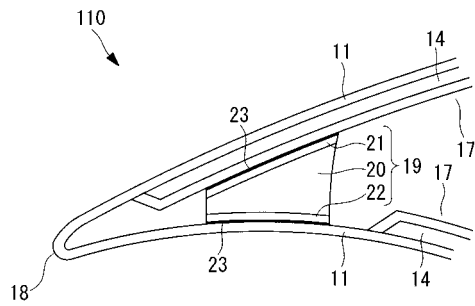
【図 9】



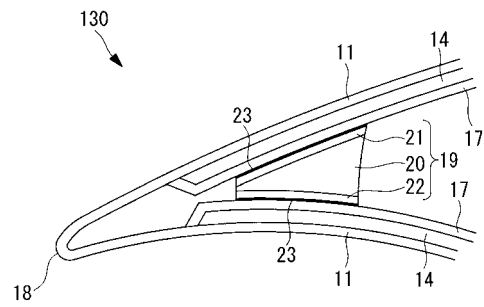
【図 10】



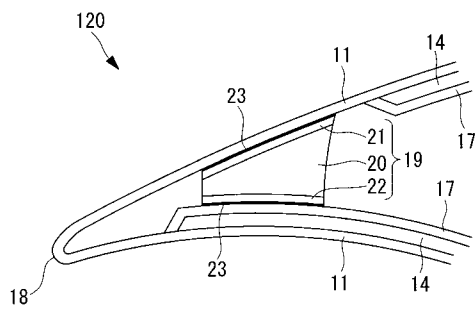
【図 11】



【図 13】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 川節 望

東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内

審査官 笹木 俊男

(56)参考文献 米国特許第０４９７６５８７（ＵＳ，Ａ）

特開昭５７－２１０１７１（ＪＰ，Ａ）

特開２００２－１３７３０７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

F 0 3 D 1 1 / 0 0

F 0 3 D 1 / 0 6