

(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
2003年9月18日 (18.09.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/076802 A1

(51) 国際特許分類:

F03D 1/06, 7/04

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 関喜建三 (KANKI Kenzou) [JP/JP]; 〒236-0005 神奈川県横浜市金沢区並木3丁目6-4-103 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP02/04211

(22) 国際出願日: 2002年4月26日 (26.04.2002)

(72) 発明者; および

(25) 国際出願の言語:

日本語

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 西田 晴幸 (NISHIDA,Hareyuki) [JP/JP]; 〒454-0042 愛知県名古屋市中川区応仁町1丁目21-3 株式会社サンレントル内 Aichi (JP).

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

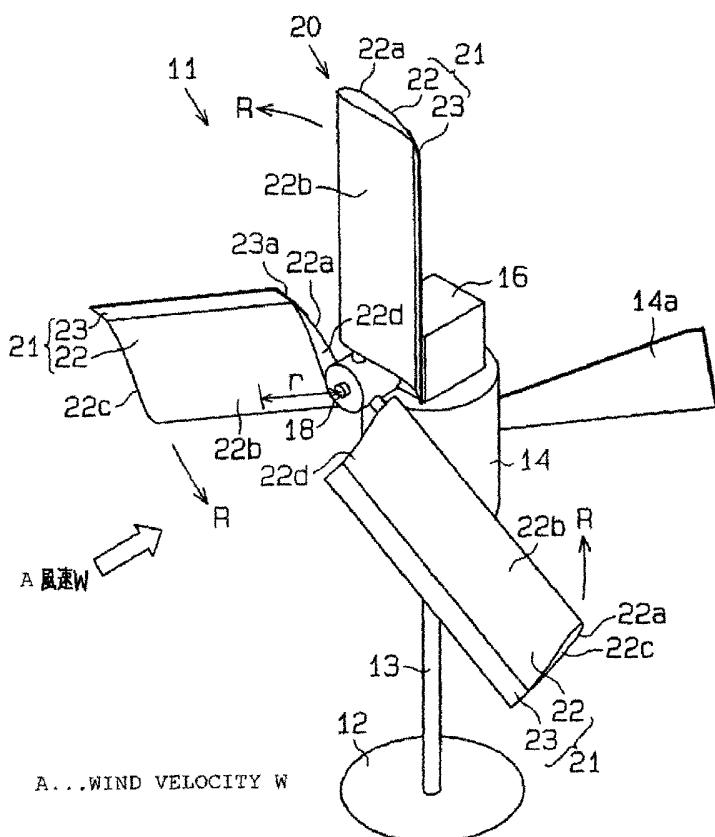
特願2002-68599 2002年3月13日 (13.03.2002) JP

(74) 代理人: 恩田 博宣 (ONDA,Hironori); 〒500-8731 岐阜県岐阜市大宮町2丁目12番地の1 Gifu (JP).

[続葉有]

(54) Title: BLADE AND AUXILIARY MEMBER OF WIND POWER GENERATOR, AND WIND POWER GENERATOR

(54) 発明の名称: 風力発電装置のブレード、補助部材、及び風力発電装置



WO 03/076802 A1

延出して設けられた補助部材(23)とを含む。補助部材は、ブレードのキャンバーを増加させ、且つ、風車の回転面へのブレー

(57) Abstract: A blade used for the windmill of a wind power generator capable of increasing a power generating efficiency at a rather low wind velocity and preventing excessive rotation of the windmill while assuring the power generating efficiency at a rather high wind velocity, comprising a blade body (22) having a camber and rotatably fitted to the rotating shaft of the windmill and an auxiliary member (23) installed at the rear end of the blade body in the rotating direction of the blade body so as to be extended therefrom, wherein the auxiliary member is formed in a first shape capable of increasing the camber of the blade and the projected area of the blade on the rotating surface of the windmill and, when a wind force is increased, deforms from the first shape to a second shape capable of reducing the camber of the entire blade to the same level as the camber of the blade body and, when the wind force is decreased, returns to the first shape.

(57) 要約: 比較的低い風速での発電効率を向上するとともに、比較的高い風速での発電効率を確保しつつ風車の過回転を防止する風力発電装置の風車に使用されるブレード。ブレードは、キャンバーを有しつつ風車の回転軸に回転可能に取り付けられたブレード本体(22)と、ブレード本体の回転方向においてそのブレード本体の後端部にブレード本体から

[続葉有]



- (81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特

許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

風力発電装置のブレード、補助部材、及び風力発電装置

[技術分野]

本発明は、風力発電装置の風車に使用されるブレード、ブレードの補助部材及びに風力発電装置に関するものである。

[背景技術]

風力発電装置のブレードは種々研究されており、プロペラ形風車のいわゆる厚翼型のブレードがよく使用されている。ブレードの適切な形状は、目的の発電量、ストール風速、風車のサイズ等に従って、計算により求められる。風速がストール風速以上に増加すると、ブレードの形状がもたらす空気特性により失速現象が起こる。そのため、回転速度が低下して風車の過回転が防止される。

ブレードは、そのキャンバーがある範囲で大きいほど揚力が増加し、回転速度が増加して発電効率が向上する。ブレードは風車の回転面への投影面積が大きいほど、より低速の風速で風車を起動（カットイン）できる。ここで揚力とは、ブレードが風から受ける力のうち、ブレードの進行方向及び進行速度と、風を受ける方向及び風速とにより決まるブレードに対する相対的な風の方向に対して直交し、ブレードにおいて風を受ける側（表側）からその反対側（裏側）へ向かう力のことである。しかし、風速が高速になると、ブレードのキャンバーが大きいほど風車が過回転になりやすく、発電機の能力を超えて回転したり、ブレードが破損する虞がある。そこで、機械的構成によって、ブレードの取付角（ピッチ角）をアクティブに制御（ピッチ制御）するものがある。

ところが、機械的にブレードのピッチ角を変化させるものは構成が複雑になるという問題がある。

風力により可変するブレードを有する風力発電装置が、例えば実用新案登録第3071880号公報に開示されている。公報の風力発電装置100は、図1に示すように、オランダ形風車である。発電装置100の風車90の回転軸91から、回転軸91と直交する方向に延びるウインドシャフト92にブレード93が取り付けられている。ブレード93は、ウインドシャフト92との境界付近にお

いて、超弾性合金材料によって形成された弾性変形部 9 3 a を含む。

風速が増加すると、増加した風力によって弾性変形部 9 3 a が変形して風車 9 0 の過回転が防止される。公報には、また、全体が超弾性合金材料によって形成されたブレード 9 3 が示されている。

しかしながら、ブレード 9 3 は、弾性変形部 9 3 a がウインドシャフト 9 2 との境界付近に位置しているため、弾性変形部 9 3 a が変形すると、風に対するブレード全体の角度が変化する。そのため、風速が高速の場合、発電効率が著しく低下する。また、弾性変形部 9 3 a がブレード 9 3 と一緒に形成されて分離できないため、弾性変形部 9 3 a は既存のブレードには適用できず、ブレード 9 3 は新たに形成される必要がある。

全体が超弾性合金材料によって形成されたブレード 9 3 においては、風速が高速の場合、ブレード全体が変形するため、発電効率が著しく低下する。また、ブレード全体が超弾性合金材料で形成されているため、コストが高くなるとともに、重くて回転しにくい。

[発明の開示]

本発明の目的は、比較的低い風速での発電効率を向上するとともに、比較的高い風速での発電効率を確保しつつ風車の過回転を防止する風力発電装置のブレード、補助部材、及び風力発電装置を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明の第 1 の態様では、キャンバーを有しあつ風車の回転軸に回転可能に取り付けられたブレード本体と、ブレード本体の回転方向においてそのブレード本体の後端部にブレード本体から延出して設けられた補助部材とを含む風力発電装置の風車に使用されるブレードが提供される。補助部材は、ブレードのキャンバーを増加させ、且つ、風車の回転面へのブレードの投影面積を増加させる第 1 の形状を有する。補助部材は、風力が増加した時、第 1 の形状から、ブレード全体のキャンバーを前記ブレード本体のキャンバーと同程度まで減少させる第 2 の形状に変形し、風力が低下した時、第 1 の形状に戻る。

ブレード本体は、風車のサイズ、ストール風速、発電量に従って決定された形状を有し、補助部材は、ブレード本体に対して着脱可能であることが好ましい。

ブレード本体の後端部は、ブレード本体に対して着脱可能であることが好ましい。

ブレード本体の後端部及び前記補助部材が一体成型されていることが好ましい。

補助部材の風を受ける前面とは反対側の裏面と、ブレード本体の風を受ける前面とは反対側の裏面とが滑らかに続くように、補助部材がブレード本体の後端部に取り付けられることが好ましい。

前記補助部材は、ブレード本体の裏面と連続する斜面を有することが好ましい。

ブレード本体の後端部は、前記補助部材を取り付けるための段部を有し、補助部材は、その裏面が前記ブレード本体の裏面と面一になるように、段部に取り付けられていることが好ましい。

補助部材が、ブレード本体の長手方向全体に渡って取り付けられていることが好ましい。

補助部材の長さが前記ブレード本体の長さより短く、補助部材は、ブレード本体が風車に取り付けられた状態において、少なくともブレード本体の径方向外側端部に備えられていることが好ましい。

補助部材は、ブレード本体の長手方向に取り付けられた複数の補助部材の1つであることが好ましい。隣り合う補助部材は所定の間隔で配置されていることが好ましい。所定の間隔は、ブレードの径方向外側の補助部材の変形による空気流れの変化がブレードの径方向内側の補助部材に干渉しない距離を有することが好ましい。

補助部材は、各々が異なる熱膨張率を有する複数の材料を含み、複数の材料の少なくとも1つは通電可能であることが好ましい。

補助部材が前記ブレード本体より後方に延出する延出量は、前記ブレード本体の幅の20%以下であることを特徴とする風力発電装置のブレード。

本発明の第2の態様では、キャンバーを有し、かつ風車の回転軸に回転可能に取り付けられたブレード本体と、ブレード本体の回転方向においてそのブレード本体の後端部にブレード本体から延出して設けられた補助部材と、を含む風力発

電装置の風車に使用されるブレードが提供される。補助部材は、ブレード本体に対して着脱可能であり且つ、風力に応じて可撓的に変形する。

本発明の第3の態様では、風力発電装置の風車に使用されキャンバーを有するブレード本体に取り付けられ、ブレード本体とともにブレードを形成する補助部材が提供される。補助部材は、ブレード本体の回転方向においてそのブレード本体の後端部にブレード本体から延出して取り付けられた状態において、ブレード全体のキャンバーを増加させ、且つ、前記風車の回転面へのブレードの投影面積を増加させる第1の形状を有する。補助部材は、風力が増加した時、第1の形状から、ブレード全体のキャンバーをブレード本体のキャンバーと同程度まで減少させる第2の形状に変形し、風力が低下した時、第1の形状に戻る。

本発明の第4の態様では、風力発電装置の風車に使用されるブレード本体に取り付けられ、ブレード本体とともにブレードを形成する補助部材が提供される。補助部材は、ブレード本体の回転方向においてそのブレード本体の後端部にブレード本体から延出して取り付けられた状態において、風力に応じて可撓的に変形する。

本発明の第5の態様では、ロータ軸を有する発電機と、ロータ軸に取り付けられ風圧によりロータ軸を回転させるブレードを有する風車と、を含む風力発電装置が提供される。ブレードは、キャンバーを有し、かつロータ軸に回転可能に取り付けられたブレード本体と、ブレード本体の回転方向においてそのブレード本体の後端部にブレード本体から延出して設けられた補助部材とを含む。補助部材は、ブレードのキャンバーを増加させ、且つ、風車の回転面へのブレードの投影面積を増加させる第1の形状を有する。補助部材は、風力が増加した時、第1の形状から、ブレード全体のキャンバーをブレード本体のキャンバーと同程度まで減少させる第2の形状に変形し、風力が低下した時、第1の形状に戻る。

[図面の簡単な説明]

本発明を、本発明の目的及び特徴とともにより良く理解するため、添付図面とともに以下の代表的な実施の形態の記載を参照する。

図1は、従来の風力発電装置の概略的な斜視図である。

図2は、本発明の一実施形態に従う風力発電装置の概略的な斜視図である。

図3は、図2の風力発電装置のブレードの概略的な側面図である。

図4は、実験装置の模式的な説明図である。

図5は、実験結果を示すグラフである。

図6Aは、別のブレードの概略的な斜視図である。

図6Bは、図6Aのブレードの分解斜視図である。

図7は、別のブレードの概略的な断面図である。

図8は、別のブレードの概略的な斜視図である。

[発明を実施するための最良の形態]

図2は本発明の一実施の形態に従う風力発電装置11の概略的な斜視図であり、風力発電装置11はプロペラ形風車を有する。図3はブレード21の概略的な側面図である。

図2に示すように、風力発電装置11は、地面に固定された固定部12と、固定部12に立設され、金属製パイプである支柱13を含む。支柱13の上端には、支柱13に対して回動可能な支持ケース14が配置されている。支持ケース14の上部には発電機16が取り付けられている。発電機16にはロータ軸18が水平に延設されている。ロータ軸18には、風車20が取り付けられ、風車20とロータ軸18は一体に回転する。支持ケース14には、風によって支持ケース14を回動して風車20を常に風上方向に向けるテールフィン14aが設けられている。

風車20には、3個のブレード21が120°間隔で取り付けられている。風車20は、本実施形態では、図2において反時計方向（回転方向R）に回転するよう形成されている。

ブレード21の前部は、風車20の回転方向R側であり、ブレード21の後部は、風車20の回転方向Rと反対側である。ブレード21の表面22bは風を受ける。ブレード21は、プロペラ翼であるブレード本体22と補助部材23とを含む。補助部材23はブレード本体22の後端部に取り付けられている。ブレード本体22は、その長手方向に渡って一定断面に形成されている。ブレード本体

22は、そのキャンバーが裏側に凸になるように、風車20に取り付けられている。ブレード本体22の形状は、風車のサイズ、ストール風速、発電量に従って、好適に形成されている。ブレード本体22は、本実施形態では纖維強化プラスチックによって形成されている。

補助部材23は平板状であって、ブレード本体22の裏面22aに沿ってブレード本体22の後方に延出するように、ブレード本体22に取り付けられている。このとき、補助部材23は第1の形状を有する。ボルト24がブレード本体22内の空洞に配置された図示しないナットに螺合されることによって、補助部材23はブレード本体22に取り付けられている（図3参照）。補助部材23は、その裏面23aがブレード本体22の裏面22aと滑らかに続くように、その前端部に、ブレード本体22の裏面22aに連続する斜面23bを有する。補助部材23は可撓性を有し、風圧に応じて可撓的に変形する。本実施の形態では、補助部材23は纖維強化プラスチックによって形成されている。纖維強化プラスチックは、例えばカーボン纖維強化プラスチックやポロン纖維強化プラスチックである。

次に、風力発電装置11の作用について説明する。

風が吹いている状態では、テールフィン14aによって支持ケース14が回動され、風車20は風上方向に向けられる。ブレード21の風車20の回転面S（図3参照）へ投影面積は、補助部材23によって、ブレード本体22だけの場合より増加される。よって、風車20は、補助部材23なしの場合より低い風速で起動される。風車20の回転面Sの中心は、ロータ軸18である。

図2に示すように、ブレード21においてロータ軸18の回転中心からrの部分（回転半径rの部分）は、回転半径rに比例する速度で、風車20の回転面S内を回転する。図3において、ブレード21の回転速度の、回転半径rでの断面内の速度成分を移動速度U_rで示す。風速Wと移動速度U_rとにより、ブレード21の回転半径rの部分には、見かけ上、相対的な風速V_rを有する風が吹いていることになる。相対的な風速V_rにより、ブレード21の回転半径rの部分には、相対的な風速V_rに対して直交し、ブレード21の表面22bから裏面22aへ向かう力（揚力）L_rが発生する。ブレード21全体の揚力は、揚力L_rの

総和である。揚力の回転方向成分により、ブレード21が移動して風車20が回転する。

ブレード21全体のキャンバーは、補助部材23をつけていないブレード本体22だけの場合より大きい。従って、ブレード21の揚力は、ブレード本体22だけの場合に比べて増加する。揚力の増加により、風車20の回転速度が増加し、発電機16の発電効率が向上される。

風速の増加に伴う相対的な風速 V_r の増加によって、補助部材23は、図3の二点鎖線で示すように、相対的な風速 V_r の方向に撓む（第2の形状）。補助部材23が撓んでも、風車20の回転面Sへのブレード21の投影面積はほとんど変化しない。しかし、補助部材23の撓みにより、ブレード21のキャンバーは、ブレード本体22だけのそれと同程度にまで減少する。キャンバーの減少によって、ブレード21の揚力はブレード本体22だけのそれと同程度にまで低減する。そのため、風車20の過回転が防止される。ブレード本体22は変形しないため、発電機16の発電効率が確保され、発電効率の著しい低下が防止される。

撓んだ補助部材23は、風速が下がると再び裏面22aに沿って延びる状態（第1の形状）に戻る。そのため、ブレード21のキャンバーが再び増加されて揚力が増加され、発電機16の発電効率が向上される。

次に、本実施の形態の実験例について説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

図4に示すように、風力発電装置11の前方に風洞装置31を配置する。風洞装置31は、円筒形の風洞32を備え、その上流側の開口部には送風機33が配設されている。送風機33の1秒当たりの回転数は、駆動電流の周波数に同期する。電源装置34はインバータを備え、インバータによって駆動電流の周波数を変化させる。送風機33は、例えば、駆動電流の周波数が60Hzのとき、風速11.0m/sを有する風を生成し、周波数が30Hzのとき、風速5.50m/sを有する。風洞32の下流側の開口部には、整流板35が設けられ、整流板35は送り出す空気の流れを整流する。発電機16には、発電電圧を計測する電圧計36が接続されている。

ブレード本体22は、その翼型がNACA2412であり、150mmの長さ

が、42 mmの幅（翼弦）、5 mmの最大厚みを有する。

ブレード本体22の径方向内側端部22dは、ロータ軸18から20 mmの位置に取り付けられている。補助部材23は真鍮製で、厚みが0.01 mmに形成され、その長さがブレード21の長さとほぼ同じ長さに形成されている。補助部材23は、ブレード21より後方に延出する延出量を以下のように変化させて実験を行った。

[例1] 0 mm ; 補助部材23がない場合

[例2] 4 mm

[例3] 5 mm

[例4] 6 mm

[例5] 7 mm

[例6] 8 mm

[例7] 10 mm

実験例1～実験例7のそれぞれにおいて、停止状態の風車20に、風洞装置31により送風して風車を起動（カットイン）させた。次いで、電源装置34の周波数を1 Hzずつ上昇させて風速を上げ、各風速に対する発電機16の発電電圧（V）を電圧計36で計測した。表1に実験結果を示し、図5に実験結果のグラフを示す。

[例5]と[例6]の場合は、グラフの形が似ていたため、[例5；延出量=7 mm]の場合だけをグラフに図示した。表2には、[例1；補助部材23なし]の場合に対して補助部材23を取り付けた場合の発電電圧の向上率（%）を表1に対応させて示した。風速3.85 m/s以下では、[例1]ではまだ風車が起動されていないため、[例2]～[例7]の発電電圧（V）をそのまま示した。

【表1】

風速 (m/s)	補助部 材なし	4mm	5mm	6mm	7mm	8mm	10mm
2.93	0	0	0	0	0	0	0
3.12	0	0	0	0	0	0	0
3.30	0	0	0	0	2.32	0	0
3.48	0	0	0	0	2.54	2.54	0
3.67	0	2.57	2.62	2.68	2.70	2.71	2.66
3.85	0	2.77	2.88	2.90	2.92	2.94	2.90
4.03	2.85	3.00	3.05	3.10	3.16	3.14	3.08
4.22	3.00	3.12	3.25	3.30	3.32	3.30	3.25
4.40	3.15	3.28	3.43	3.44	3.46	3.49	3.44
4.58	3.33	3.45	3.60	3.65	3.66	3.67	3.61
4.77	3.54	3.67	3.82	3.83	3.86	3.86	3.84
4.95	3.70	3.83	4.00	4.00	4.00	4.05	4.00
5.13	3.86	4.00	4.20	4.18	4.17	4.22	4.12
5.32	4.03	4.20	4.33	4.38	4.35	4.40	4.30
5.50	4.20	4.38	4.53	4.52	4.50	4.56	4.42
5.68	4.38	4.58	4.70	4.70	4.70	4.70	4.50
5.87	4.56	4.80	4.85	4.86	4.82	4.85	4.62
6.05	4.73	4.90	4.99	5.00	5.00	5.00	4.65
6.23	4.88	5.07	5.20	5.16	5.20	5.13	4.75
6.42	5.00	5.20	5.35	5.30	5.30	5.25	4.76
6.60	5.25	5.44	5.48	5.50	5.45	5.45	4.80
6.78	5.40	5.60	5.60	5.60	5.52	5.52	
6.97	5.60	5.79	5.80	5.80	5.73	5.71	
7.15	5.77	6.00	5.90	5.95	5.82	5.88	
7.33	5.90	6.12	6.10	6.10	5.50	5.50	
7.52	6.10	6.27	6.28	5.65	5.50	5.50	
7.70	6.22	6.40	6.40	5.65			
7.88	6.35	6.55	6.53				
8.07	6.50	6.70	6.70				
8.25	6.60	6.80	6.80				
8.43	6.75	6.85	6.85				

【表2】

風速 (m/s)	4mm	5mm	6mm	7mm	8mm	10mm
3.30				(2.32V)		
3.48				(2.54V)	(2.54V)	
3.67	(2.57V)	(2.62V)	(2.68V)	(2.70V)	(2.71V)	(2.66V)
3.85	(2.77V)	(2.88V)	(2.90V)	(2.92V)	(2.94V)	(2.90V)
4.03	5.3%	7.0%	8.8%	10.9%	10.2%	8.1%
4.22	4.0	8.3	10.0	10.7	10.0	8.3
4.40	4.1	8.9	9.2	9.8	10.8	9.2
4.58	3.6	8.1	9.6	9.9	10.2	8.4
4.77	3.7	7.9	8.2	9.0	9.0	8.5
4.95	3.5	8.1	8.1	8.1	9.5	8.1
5.13	3.6	8.8	8.3	8.0	9.3	6.7
5.32	4.2	7.4	8.7	7.9	9.2	6.7
5.50	4.3	7.9	7.6	7.1	8.6	5.2
5.68	4.6	7.3	7.3	7.3	7.3	2.7
5.87	5.3	6.4	6.6	5.7	6.4	1.3
6.05	3.6	5.5	5.7	5.7	5.7	-1.7
6.23	3.9	6.6	5.7	6.6	5.1	-2.7
6.42	4.0	7.0	6.0	6.0	5.0	-4.8
6.60	3.6	4.4	4.8	3.8	3.8	-8.6
6.78	3.7	3.7	3.7	2.2	2.2	
6.97	3.4	3.6	3.6	2.3	2.0	
7.15	4.0	2.3	3.1	0.9	1.9	
7.33	3.7	3.4	3.4	-6.8	-6.8	
7.52	2.8	3.0	-7.4	-9.8	-9.8	
7.70	2.9	2.9	-9.2			
7.88	3.2	2.8				
8.07	3.1	3.1				
8.25	3.0	3.0				
8.43	1.5	1.5				

表1、表2及び図5に示すように、補助部材23を取り付けることにより、〔例1〕の場合より発電電圧を向上できた。〔例2〕の場合では、発電電圧を向上できたものの、延出量がより大きな他の場合より発電電圧の向上率が小さかった。〔例7〕の場合では、〔例4〕～〔例6〕の場合より2m/s程度低い風速で補助部材23が撓んだ。発電電圧の向上率は、〔例5〕及び〔例6〕の場合に最も大きかった。

カットイン風速（起動風速）は、〔例1〕の場合より、補助部材23を設けた場合の方がより低速になり、〔例5〕の場合、3.30m/sで起動した。

実験により以下のことが確認できた。適切な延出量を有する可撓性補助部材23を取り付けることによって、発電効率を向上できるとともに、比較的高い風速において補助部材23が撓み、発電効率を確保した状態で風車20の過回転を防止できる。

本実施形態の風力発電装置11は、以下の利点を有する。

(1) ブレード本体22の後端部に補助部材23を取り付けることにより、ブレード21全体のキャンバーが比較的低い風速において増加し、発電効率が向上する。補助部材23により、ブレード21の風車20の回転面Sへの投影面積が増加するため、ブレード本体22だけの場合より比較的低い風速で風車20が起動（カットイン）できる。比較的高い風速においては、補助部材23が風力によって撓むため、ブレード21のキャンバーがブレード本体22だけの場合と同程度まで減る。補助部材23が撓むものの、ブレード本体22は変形しない。そのため、風速が比較的高い時、所望の発電効率を確保しつつ、風車20の過回転が防止される。すなわち、ストール風速をそのまま維持して、ストール風速以下の風速での発電性能を向上できる。

(2) 補助部材23はブレード本体22と分離可能である。そのため、風車のサイズ、ストール風速、発電量などによって形状が予め決まっている既存のブレードに補助部材23を後付けすることができる。既存のブレードを利用して、ブレード全体のキャンバーを比較的低い風速において増加させて揚力を向上し、発電効率を向上できる。従って、例えばヨーロッパの比較的高速の風が常時吹く場所に対応するように設計されたブレードを日本等の比較的低速の風が吹く場所で使用する場合でも、そのブレードに補助部材23を取り付けることにより充分な揚力を得て、所望の発電効率を確保できる。

(3) 補助部材23は、ボルト24によってブレード本体22に取り付けられているため、簡単に取り付けできる。長期間の使用によって補助部材23が変形した場合等には、簡単に取り外して交換できる。

(4) 補助部材23は前端部に斜面23bを有し、その裏面23aがブレード本体22の裏面22aに連続するように、ブレード本体22に取り付けられている。よって、空気流れを滑らかにして、揚力低下を防止できる。

(5) 補助部材23は、ブレード本体22の長手方向全体に渡って取り付けられている。よって、ブレード本体22の長手方向全体に渡ってキャンバーを増加できる。

本実施形態は、次のように変更して具体化することも可能である。

・図6Aに示すように、ブレード本体22の後端に段部41を形成してもよい。その段部41に補助部材23の前端を収容することにより、ブレード本体22の裏面22aと、補助部材23の裏面23aとを面一にしてもよい。

段部41を形成する場合、図6Bに示すように、補助部材23の側面に係合凸部42を形成するとともに、ブレード本体22に対応する係合溝43を形成してもよい。係合凸部42を係合溝43に係合し、ねじ44やボルト24で補助部材23をブレード本体22に固定してもよい。

・図7に示すように、ブレード本体の後端部52を取り外し可能に形成し、後端部52と、補助部材23とを一体成型してもよい。一体成型部54を、例えばボルトでブレード本体に取り付ける。補助部材23が長期間の使用により変形したり破損して交換する際に、風力発電装置11からブレード21全体を取り外さずに、一体成型部54だけを交換することにより、補助部材23を交換できるため、補助部材23を交換しやすい。補助部材23が後端部52と一体であるため、補助部材23の交換の際にかかる時間を短くできる。

・ブレード本体の後端部52を取り外し可能に形成する場合、後端部52と補助部材23とを一体成型せずに別々に形成し、補助部材23をボルト24等で後端部52に取り付けてもよい。この場合、後端部52を風力発電装置11から取り外して補助部材23を交換できるため、補助部材23を交換しやすい。

・補助部材を、例えば図8に示す補助部材55のように、ブレード本体22の長手方向に複数取り付けてもよい。風車20に取り付けられたブレード本体22の径方向外側端部22cは、ブレード本体22の径方向内側端部22dより大きい回転半径を有するため、径方向内側端部22dより移動速度が速く、相対的な風速Vrも速い。よって、径方向外側端部22cの補助部材55の方が、径方向内側端部22dの補助部材55より先に撓む。この場合、回転半径の違いによる相対的な風速の違いに対応して、回転半径が小さい径方向内側端部22d側の補

助部材 5 5 の変形を遅らせて、発電効率を向上できる。

・図 8 の隣り合う補助部材 5 5 間の間隔は、径方向外側の補助部材 5 5 が先に変形した場合でも、その変形による空気流れの変化等が径方向内側の補助部材 5 5 に干渉しないような間隔を確保してあれば、なるべく狭くするのが好ましい。

・図 8 の補助部材 5 5 は、ブレード本体 2 2 の長手方向に対して部分的に取り付けてもよい。この場合、補助部材 5 5 は、少なくともブレード本体 2 2 の径方向外側端部 2 2 c に取り付けるのが好ましい。径方向外側端部 2 2 c は、ブレード 2 1において最も大きな回転半径及び最も大きな相対的な風速を有し、揚力の発生に最も寄与する。よって、少なくとも径方向外側端部 2 2 c に補助部材 5 5 を取り付けることにより、効果的に発電効率を向上できる。径方向外側端部 2 2 c に補助部材 5 5 を取り付けず、ブレード本体 2 2 の他の部分に補助部材 5 5 を取り付けてもよい。

・補助部材を、各々が異なる熱膨張率を有する複数の材料によって形成し、複数の材料の少なくとも 1 つを通電可能に形成してもよい。例えば、図 8 に示すように、補助部材 5 5 に、例えばバイメタル 5 6 を通電可能に取り付けてもよい。バイメタル 5 6 に熱を与える電線 5 7 はブレード本体 2 2 内に配線する。この場合、電線 5 7 による通電によってバイメタル 5 6 を熱膨張させることにより補助部材 5 5 の延出方向を調整して、発電効率を調整できる。

・補助部材 2 3 の後端部を風上側に曲げて、ブレード 2 1 全体のキャンバーをより大きくしてもよい。

・補助部材 2 3 の後端部を、ブレード本体 2 2 だけの場合よりブレード 2 1 全体のキャンバーを大きくする範囲内で、風下側に多少曲げてもよい。

・補助部材 2 3 の前端部を斜面状に形成せず、ブレード本体 2 2 の裏面 2 2 a と、補助部材 2 3 の裏面 2 3 a との接続部に多少の段があつても構わない。空気流れを滑らかにして、余計な揚力低下を防止するように、接続部は滑らかにするのが望ましい。

・ブレード本体 2 2 の径方向外側端部 2 2 c が径方向内側より幅が狭くなるように形成し、補助部材 2 3 もブレード本体 2 2 の形状に合うように形成してもよい。

・ブレード本体22を金属や木材等で形成してもよい。この場合、ブレード本体22を金属より軽く、金属と同等の強度を有する纖維強化プラスチックで形成することが望ましい。

・補助部材23やブレード本体22を形成する纖維強化プラスチックの纖維は、ガラス纖維やポリアミド纖維であり、纖維強化プラスチックの樹脂はナイロンやポリエステルであってもよい。補助部材23を、ゴムを雨等でも劣化しないように処理したもので形成したり、超弾性合金やアモルファス金属で形成してもよい。

・補助部材は、可撓性を有しなくてもよい。例えば、撓まないように形成された板を、ばね等の弾性部材でブレード21の後端部に取り付けてもよい。この場合でも、投影面積の増加及びキャンバーの増加によって揚力が増加して、発電効率が比較的低い風速において向上される。比較的高い風速において、弾性部材が撓んで板全体が相対的な風速の方向に延び、キャンバーがブレード本体22と同程度まで減少する。そのため、所望の発電効率を確保しつつ、風車の過回転を防止できる。

・ブレード本体22は、プロペラ翼に限られず、例えばオランダ形風車の平板状であってもよい。平板状のブレード本体の後端部に補助部材を取り付けてもよい。

・補助部材23をブレード本体22と一体に形成してもよい。

・風車のブレード数は3枚に限られない。

本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、本発明が他の代替例に具体化され得ることは当業者にとって明らかである。

請求の範囲

1. 風力発電装置の風車に使用されるブレードは、

キャンバーを有し、かつ風車の回転軸に回転可能に取り付けられたブレード本体（22）と、

前記ブレード本体の回転方向においてそのブレード本体の後端部に前記ブレード本体から延出して設けられた補助部材（23）と、を備え、

前記補助部材は、ブレードのキャンバーを増加させ、且つ、前記風車の回転面へのブレードの投影面積を増加させる第1の形状を有し、前記補助部材は、風力が増加した時、前記第1の形状から、前記ブレード全体のキャンバーを前記ブレード本体のキャンバーと同程度まで減少させる第2の形状に変形し、風力が低下した時、前記第1の形状に戻ることを特徴とする風力発電装置のブレード。

2. 請求の範囲第1項に記載の風力発電装置のブレードにおいて、

前記ブレード本体は、風車のサイズ、ストール風速、発電量に従って決定された形状を有し、前記補助部材は、前記ブレード本体に対して着脱可能であることを特徴とする風力発電装置のブレード。

3. 請求の範囲第1項に記載の風力発電装置のブレードにおいて、

前記ブレード本体の後端部（52）は、前記ブレード本体に対して着脱可能であることを特徴とする風力発電装置のブレード。

4. 請求の範囲第3項に記載の風力発電装置のブレードにおいて、

前記ブレード本体の後端部及び前記補助部材が一体成型されていることを特徴とする風力発電装置のブレード。

5. 請求の範囲第1項～4項のいずれか一項に記載の風力発電装置のブレードにおいて、

前記補助部材の風を受ける前面とは反対側の裏面（23a）と、前記ブレード

本体の風を受ける前面とは反対側の裏面（22a）とが滑らかに続くように、前記補助部材が前記ブレード本体の後端部に取り付けられることを特徴とする風力発電装置のブレード。

6. 請求の範囲第5項に記載の風力発電装置のブレードにおいて、
前記補助部材は、前記ブレード本体の裏面と連続する斜面（23b）を有することを特徴とする風力発電装置のブレード。

7. 請求の範囲第5項に記載の風力発電装置のブレードにおいて、
前記ブレード本体の後端部は、前記補助部材を取り付けるための段部（41）
を有し、前記補助部材は、その裏面が前記ブレード本体の裏面と面一になるよう
に、前記段部に取り付けられていることを特徴とする風力発電装置のブレード。

8. 請求の範囲第1項～7項のいずれか一項に記載の風力発電装置のブレードにおいて、
前記補助部材が、前記ブレード本体の長手方向全体に渡って取り付けられてい
ることを特徴とする風力発電装置のブレード。

9. 請求の範囲第1項～7項のいずれか一項に記載の風力発電装置のブレードにおいて、
前記補助部材の長さが前記ブレード本体の長さより短く、前記補助部材は、前
記ブレード本体が風車に取り付けられた状態において、少なくとも前記ブレード
本体の径方向外側端部（22c）に備えられていることを特徴とする風力発電裝
置のブレード。

10. 請求の範囲第1項～7項のいずれか一項に記載の風力発電装置のブレ
ードにおいて、

前記補助部材（55）は、前記ブレード本体の長手方向に取り付けられた複数
の補助部材（55）の1つであることを特徴とする風力発電装置のブレード。

1 1 . 請求の範囲第 10 項に記載の風力発電装置のブレードにおいて、隣り合う前記補助部材は所定の間隔で配置されていることを特徴とする風力発電装置のブレード。

1 2 . 請求の範囲第 11 項に記載の風力発電装置のブレードにおいて、前記所定の間隔は、ブレードの径方向外側の補助部材の変形による空気流れの変化がブレードの径方向内側の補助部材に干渉しない距離を有することを特徴とする風力発電装置のブレード。

1 3 . 請求の範囲第 1 項～ 1 2 項のいずれか一項に記載の風力発電装置のブレードにおいて、

前記補助部材は、各々が異なる熱膨張率を有する複数の材料を含み、前記複数の材料の少なくとも 1 つは通電可能であることを特徴とする風力発電装置のブレード。

1 4 . 請求の範囲第 1 項～ 1 3 項のいずれか一項に記載の風力発電装置のブレードにおいて、

前記補助部材が前記ブレード本体より後方に延出する延出量は、前記ブレード本体の幅の 20 %以下であることを特徴とする風力発電装置のブレード。

1 5 . 風力発電装置の風車に使用されるブレードは、

キャンバーを有し、かつ風車の回転軸に回転可能に取り付けられたブレード本体（2 2）と、

前記ブレード本体の回転方向においてそのブレード本体の後端部に前記ブレード本体から延出して設けられた補助部材（2 3）と、を備え、

前記補助部材は、前記ブレード本体に対して着脱可能であり且つ、風力に応じて可撓的に変形することを特徴とする風力発電装置のブレード。

16. 請求の範囲第15項に記載の風力発電装置のブレードにおいて、前記補助部材が、前記ブレード本体より延出する延出量は、前記ブレード本体の幅の20%以下であることを特徴とする風力発電装置のブレード。

17. 風力発電装置の風車に使用されキャンバーを有するブレード本体(22)に取り付けられ、前記ブレード本体とともにブレード(21)を形成する補助部材であって、

前記ブレード本体の回転方向においてそのブレード本体の後端部に前記ブレード本体から延出して取り付けられた状態において、ブレード全体のキャンバーを増加させ、且つ、前記風車の回転面へのブレードの投影面積を増加させる第1の形状を有し、該補助部材は、風力が増加した時、前記第1の形状から、前記ブレード全体のキャンバーを前記ブレード本体のキャンバーと同程度まで減少させる第2の形状に変形し、風力が低下した時、前記第1の形状に戻ることを特徴とする補助部材。

18. 風力発電装置の風車に使用されるブレード本体(22)に取り付けられ、前記ブレード本体とともにブレード(21)を形成する補助部材であって、

前記ブレード本体の回転方向においてそのブレード本体の後端部に前記ブレード本体から延出して取り付けられた状態において、風力に応じて可撓的に変形することを特徴とする補助部材。

19. 風力発電装置は、

ロータ軸(18)を有する発電機(6)と、

前記ロータ軸に取り付けられ風圧により前記ロータ軸を回転させるブレード(21)を有する風車(20)と、を備え、

前記ブレードは、

キャンバーを有し、かつ前記ロータ軸に回転可能に取り付けられたブレード本体(22)と、

前記ブレード本体の回転方向においてそのブレード本体の後端部に前記ブ

レード本体から延出して設けられた補助部材（23）とを含み、

前記補助部材は、ブレードのキャンバーを増加させ、且つ、前記風車の回転面へのブレードの投影面積を増加させる第1の形状を有し、前記補助部材は、風力が増加した時、前記第1の形状から、前記ブレード全体のキャンバーを前記ブレード本体のキャンバーと同程度まで減少させる第2の形状に変形し、風力が低下した時、前記第1の形状に戻る、
ことを特徴とする風力発電装置。

20. 風力発電装置は、

ロータ軸（18）を有する発電機（6）と、
前記ロータ軸に取り付けられ風圧により前記ロータ軸を回転させるブレード（21）を有する風車（20）と、を備え、

前記ブレードは、

キャンバーを有し、かつ前記ロータ軸に回転可能に取り付けられたブレード本体（22）と、

前記ブレード本体の回転方向においてそのブレード本体の後端部に前記ブレード本体から延出して設けられた補助部材（23）とを含み、

前記補助部材は、前記ブレード本体に対して着脱可能であり且つ、風力に応じて可撓的に変形する、
ことを特徴とする風力発電装置。

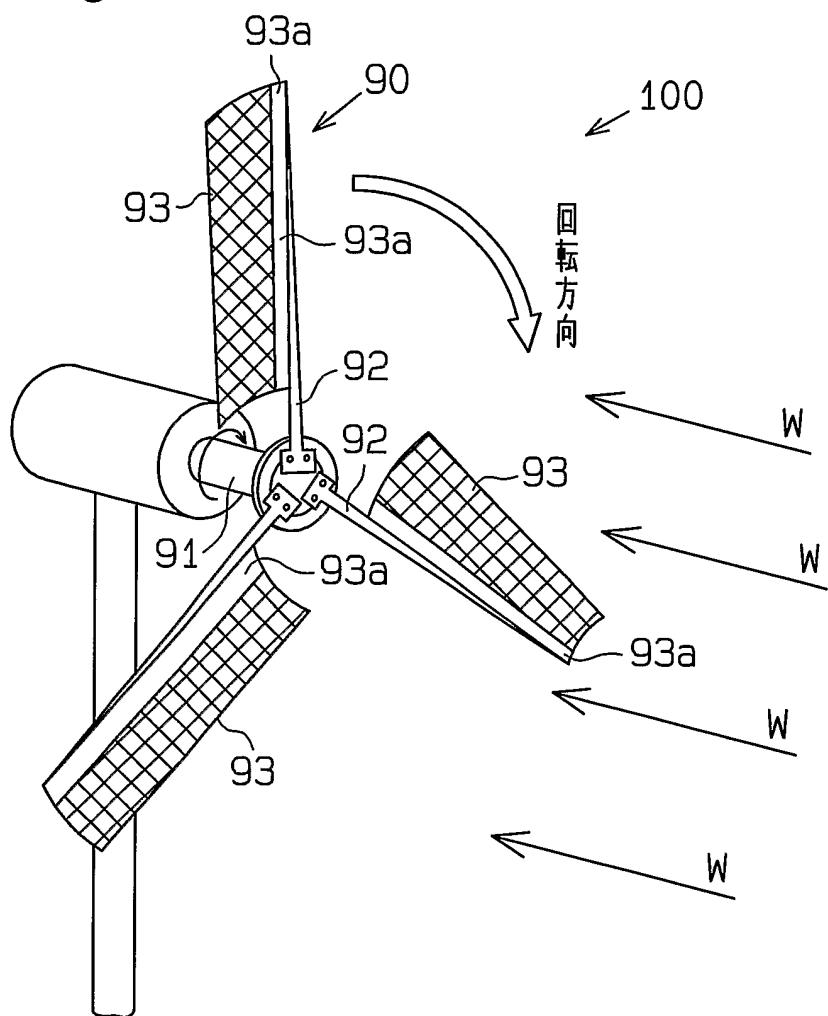
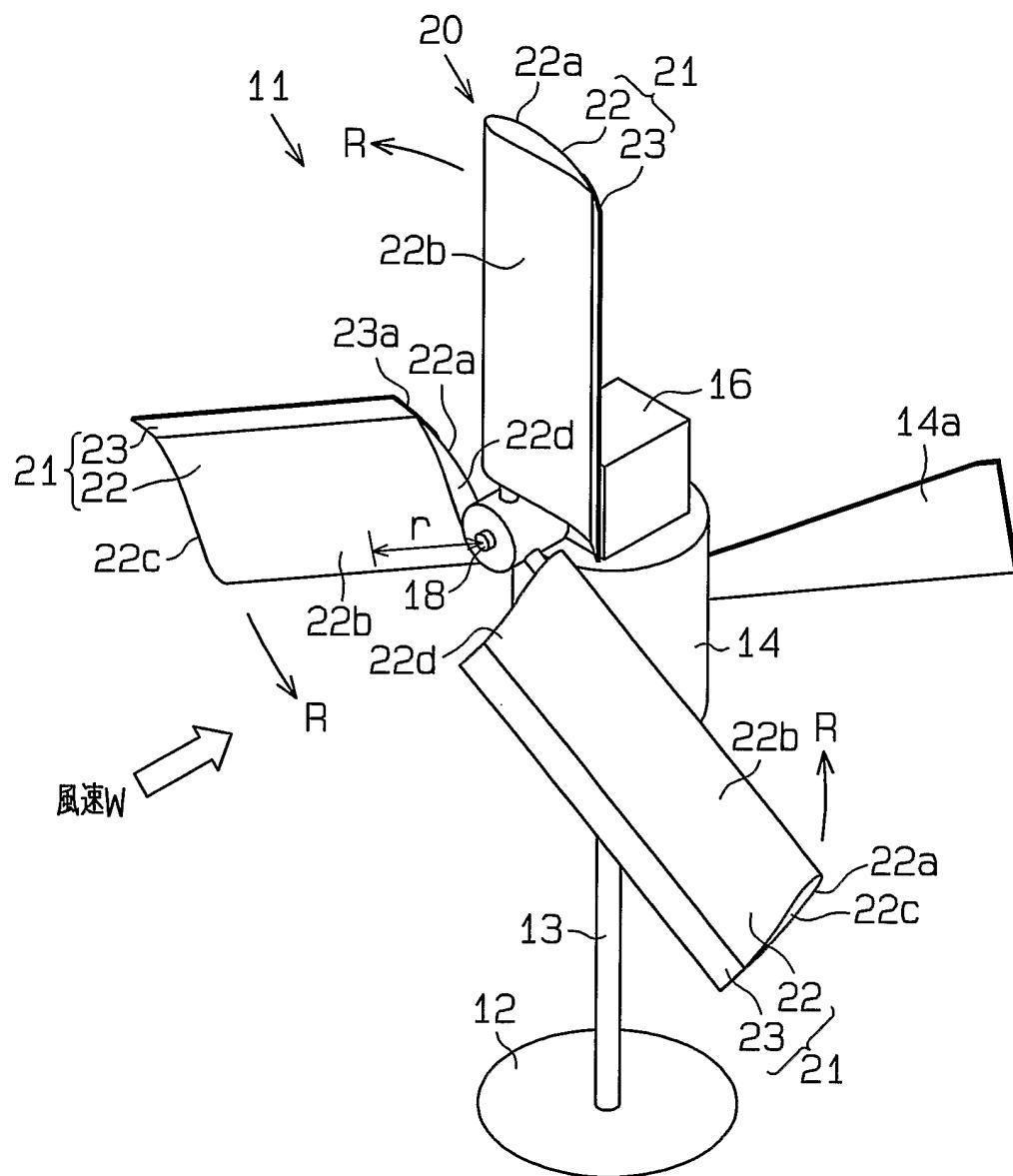
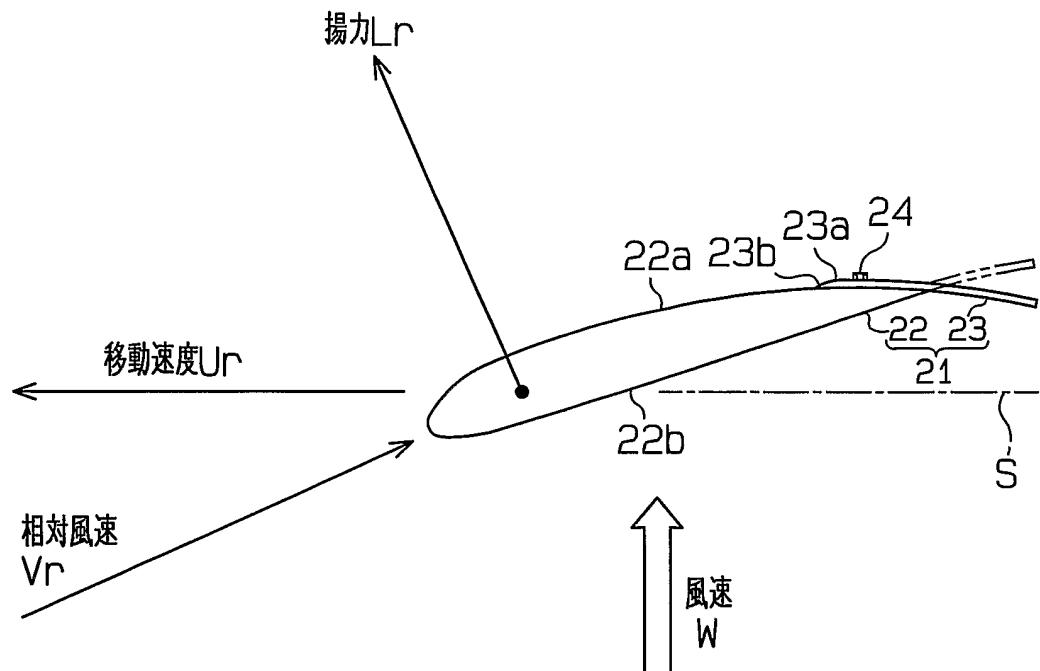
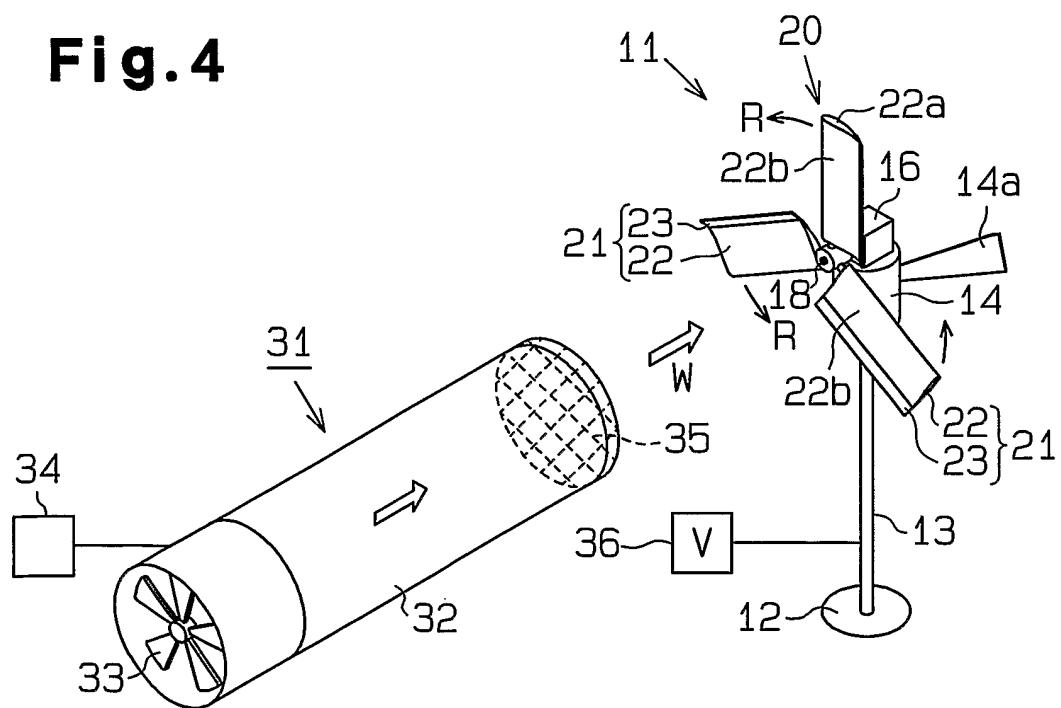
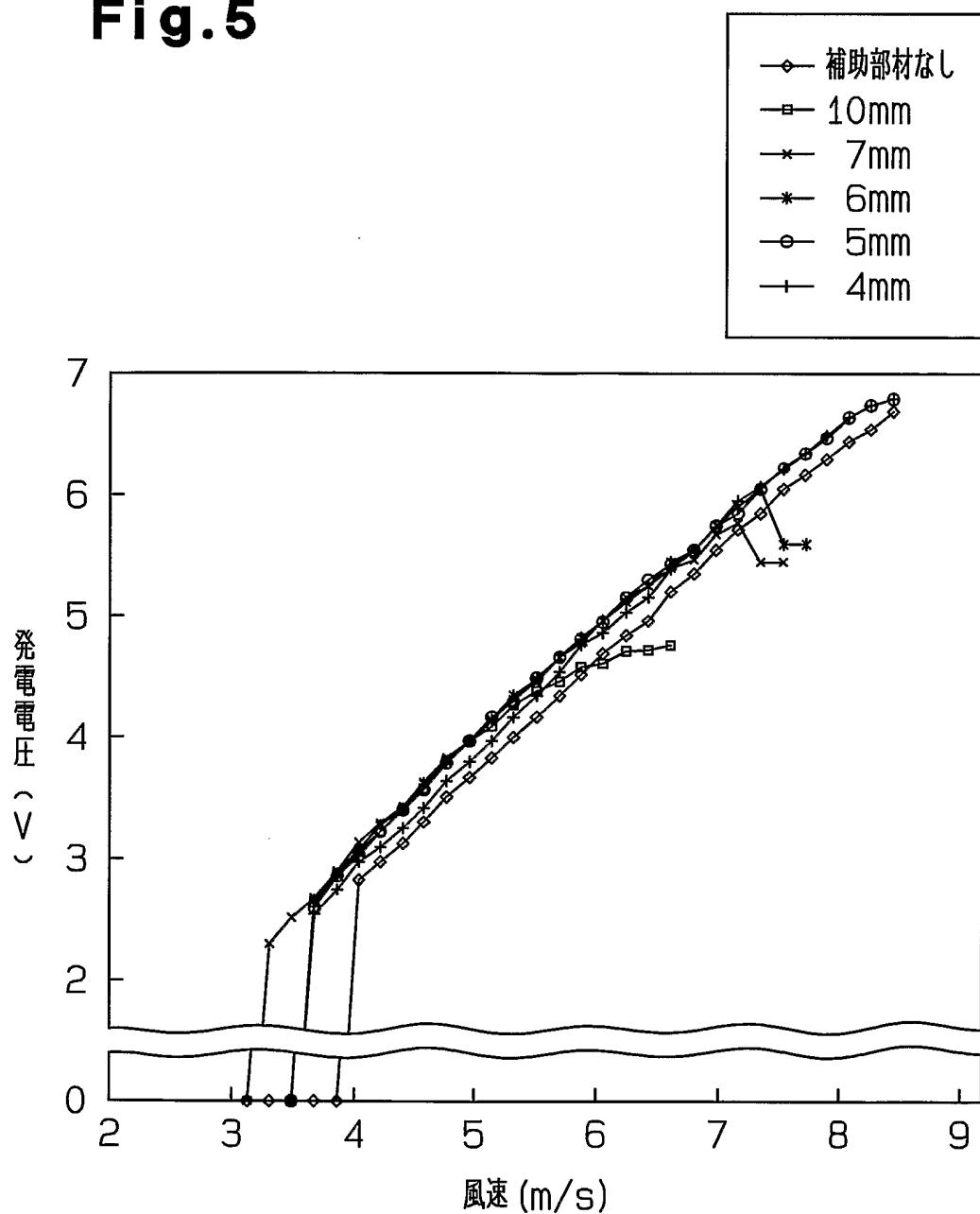
Fig.1

Fig.2

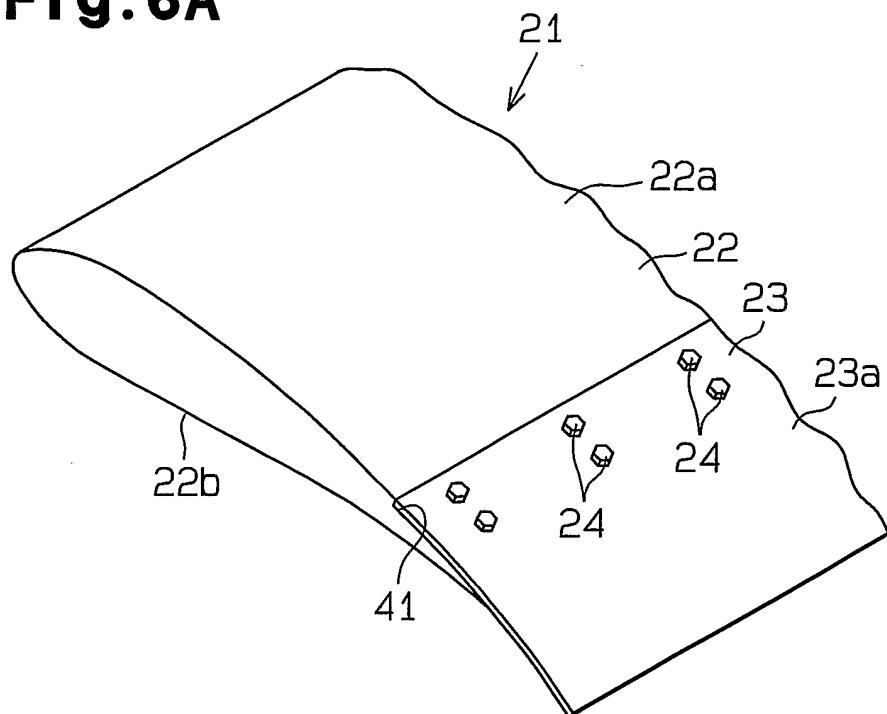
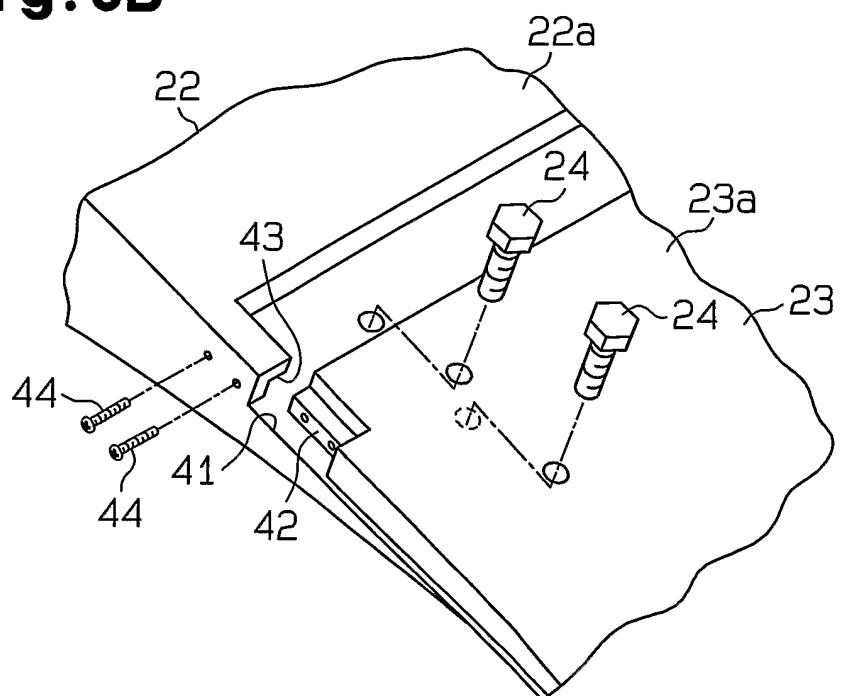
3/6

Fig.3**Fig.4**

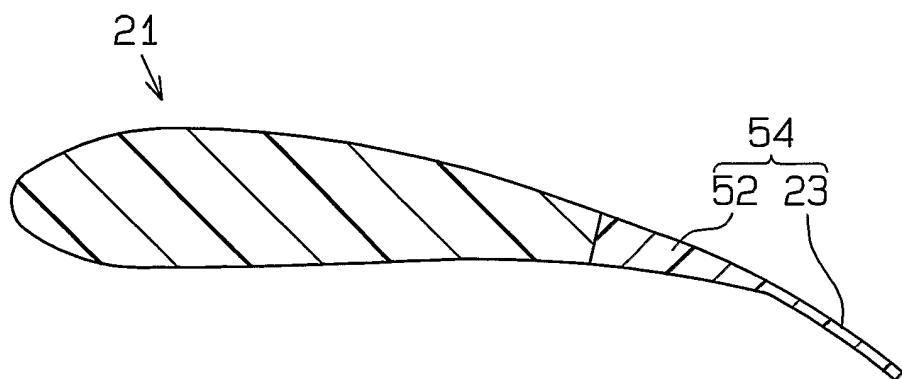
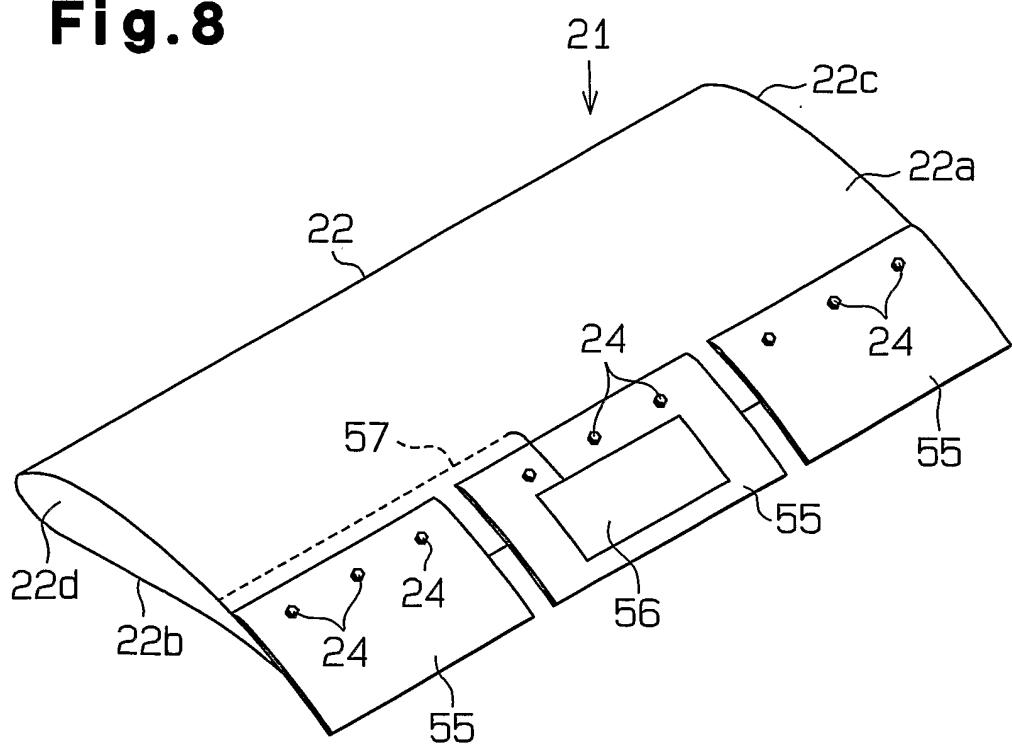
4/6

Fig.5

5/6

Fig. 6A**Fig. 6B**

6/6

Fig. 7**Fig. 8**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP02/04211

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ F03D1/06, 7/04

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)

Int.Cl⁷ F03D1/06, 7/04

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

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

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.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 153396/1980 (Laid-open No. 75177/1982) (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 10 May, 1982 (10.05.82), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-20
Y	US 5616963 A (Naomi KIKUCHI), 01 April, 1997 (01.04.97), Full text; all drawings & JP 8-128385 A Full text; all drawings	1-20
Y	JP 3071880 U (Shigenobu ITSUSHIMA), 05 July, 2000 (05.07.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-20

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	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 05 August, 2002 (05.08.02)	Date of mailing of the international search report 20 August, 2002 (20.08.02)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP02/04211

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-136581 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 06 August, 1984 (06.08.84), Full text; all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 50-001242 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 08 January, 1975 (08.01.75), Full text; all drawings (Family: none)	1-20

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP02/04211

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int C17 F03D 1/06, 7/04

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 C17 F03D 1/06, 7/04

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	1926 - 1996 年
日本国公開実用新案公報	1971 - 2002 年
日本国登録実用新案公報	1994 - 2002 年
日本国実用新案登録公報	1996 - 2002 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 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願 55-153396号(日本国実用新案登録出願公開 57-75177号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(石川島播磨重工業株式会社) 1982.05.10, 全文, 第1-3図(ファミリーなし)	1-20
Y	US 5616963 A (Naomi Kikuchi) 1997.04.01, 全文, 全図 & JP 8-128385 A, 全文, 全図	1-20

 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

05.08.02

国際調査報告の発送日

20.08.02

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)

早野 公惠



3T 8109

電話番号 03-3581-1101 内線 3393

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 請求の範囲の番号
Y	JP 3071880 U (五島 茂信) 2000. 07. 05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20
Y	JP 59-136581 A (三菱重工業株式会社) 1984. 08. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 50-001242 A (三菱重工業株式会社) 1975. 01. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20