

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5251458号
(P5251458)

(45) 発行日 平成25年7月31日(2013.7.31)

(24) 登録日 平成25年4月26日(2013.4.26)

(51) Int.Cl. F 1
F 0 3 D 3/06 (2006.01) F 0 3 D 3/06 A

請求項の数 3 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-303197 (P2008-303197) (22) 出願日 平成20年11月27日(2008.11.27) (65) 公開番号 特開2010-127190 (P2010-127190A) (43) 公開日 平成22年6月10日(2010.6.10) 審査請求日 平成23年10月7日(2011.10.7)</p> <p>特許法第30条第1項適用 平成20年9月19日 ターボ機械協会主催の「第60回ターボ機械協会 大阪講演会」において文書をもって発表</p>	<p>(73) 特許権者 504145308 国立大学法人 琉球大学 沖縄県中頭郡西原町字千原1番地 (74) 代理人 100076082 弁理士 福島 康文 (72) 発明者 伊良部 邦夫 沖縄県中頭郡西原町字千原1番地 国立大学法人 琉球大学 工学部内 審査官 尾崎 和寛</p> <p>(56) 参考文献 特開2006-152937 (JP, A)) 特開2004-332716 (JP, A))</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 屈曲羽根のサボニウス風車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1対の半円筒形の湾曲羽根の内端同士が鉛直の回転中心を挟んで対向しており、前記湾曲羽根の凹曲面に受ける風圧で回転するサボニウス風車の前記湾曲羽根の外端寄りの位置において、前記湾曲羽根の外端寄りが前記凹曲面側に相対的にずれるように、段状に屈曲させるための段差板で風圧を受ける構成としたことを特徴とするサボニウス風車。

【請求項2】

段状屈曲部を挟む回転中心寄りの湾曲板と外端寄りの湾曲板とを連結している段差板の外面の角度が、湾曲羽根外面に対し鋭角になっていることを特徴とする請求項1に記載のサボニウス風車。

【請求項3】

段状屈曲部を挟む回転中心寄りの湾曲板と外端寄りの湾曲板とを連結している段差板の内側の空間を塞ぐべく、受風凹曲面に対し鈍角の閉鎖平板又は凹曲面状の閉鎖板を設けてあることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のサボニウス風車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、2枚の半円筒形の湾曲板を互いにずらして向かい合わせた状態で上端下端を円板に取り付けた構造を有し、風向きに対して軸が垂直になっているサボニウス風車に関し

、製作が比較的容易で、かつ低回転数域で高トルクを発生するのが特徴である。しかし、プロペラ形などの水平軸風車と比較して、出力係数が小さいため、その改善が望まれている。

【背景技術】

【0002】

本発明は、サボニウス風車の簡易構造という特徴を犠牲にしないで、その出力増加を図ると共に、強風時の過回転による羽根車破損を可能な限り防止可能な構造を実現するものである。

従来技術としては、特許文献1に記載のように、サボニウス形風車において、ひねりがある羽根の形状を最適化することで、風車効率と低風速で起動する羽根形状を実現すべく、
10 一对の羽根が羽根下端より回転方向にひねる場合は羽根下端に近いほどひねりが大きく、羽根が羽根下端より逆回転方向にひねる場合は羽根上端に近いほどひねりが大きい羽根形状が提案されている。

一方、特許文献2に記載のように、サボニウス風車の羽根の回転性能を従来よりも一層向上させるべく、羽根の中央側膨らみ状の羽根に形成され、風逃がし面の曲がりの程度が風受け面の曲がりの程度より大きく形成された構造が提案されている。また、羽根の風受け面が、もう一方の羽根の風受け面の側に流れる風量をその反対の方向に流れる風量よりも多くする曲がり形状に形成されていると共に、各羽根の風逃がし面が、もう一方の羽根の風受け面の側に流れる風量をその反対の方向に流れる風量よりも多くする曲がり形状に形成されている。
20

【特許文献1】特開2008-19762

【特許文献2】特開2003-293928

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、特許文献1に記載のように、羽根下端に近いほどひねりを大きくしたり、羽根上端に近いほどひねりを大きくする構造は、羽根形状が極めて複雑で製造が困難となり、コスト高となる。その結果、簡易構造というサボニウス風車の特徴が生かされていない。
30

一方、特許文献2に記載の構造は、それぞれの羽根の内面と外面とで曲率を変える必要があり、2層構造となるので重く、負荷が増大する。羽根内面と外面の曲がり形状の設定と製造が困難でコスト高となる。

本発明の技術的課題は、このような問題に着目し、簡易構造というサボニウス風車の特徴を極力犠牲にすることなく、その出力増加を図り、かつ、強風時の過回転による羽根車破損を可能な限り防止可能な構造を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の技術的課題は次のような手段によって解決される。請求項1は、サボニウス風車の湾曲羽根の外端寄りの位置において、羽根外端寄りが凹曲面側に相対的にずれるように、
40 段状に屈曲させるための段差板で風圧を受ける構成としたことを特徴とするサボニウス風車である。

このように、サボニウス風車の湾曲羽根の外端寄りの位置において、羽根外端寄りが受風凹曲面側に相対的にずれるように、段状に屈曲させるための段差板で風圧を受ける構成としてあるため、段状屈曲部を挟む回転中心寄りの羽根面と外端寄りの羽根面とを連結する段差板の外面で受ける風力は、本来の凹曲面で受ける風力を補助するように作用する。その結果、サボニウス風車の回転力が高まり、出力トルクが増大する。

一方、もう一方の湾曲羽根の凹曲面側に回り込んだ風は、もう一方の湾曲羽根の凹曲面側の段差板の内面に当たって、その羽根を押し戻す方向に作用するが、この場合の逆トルクは前記の段差板外面が受ける補助トルクより小さいので、正味のトルク増加および出力増加が可能となる。
50

【 0 0 0 5 】

請求項 2 は、段状屈曲部を挟む回転中心寄りの湾曲板と外端寄りの湾曲板とを連結している段差板の外側の角度が、湾曲羽根外面に対し鋭角になっていることを特徴とする請求項 1 に記載のサボニウス風車である。

このように、段状屈曲部を挟む回転中心寄りの湾曲板と外端寄りの湾曲板とを連結している段差板の外側の角度が、湾曲羽根外面すなわち外端寄り湾曲板の外面に対し鋭角になっているため、風車を回転させる方向の風力を効果的に捕捉し受風できるので、風車の回転トルクの増強に寄与する。

【 0 0 0 6 】

請求項 3 は、段状屈曲部を挟む回転中心寄りの湾曲板と外端寄りの湾曲板とを連結している段差板の内側の空間を塞ぐべく、受風凹曲面に対し鈍角の閉鎖平板又は凹曲面状の閉鎖板を設けてあることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のサボニウス風車である。

10

このように、段状屈曲部を挟む回転中心寄りの湾曲板と外端寄りの湾曲板とを連結している段差板の内側の空間を塞ぐべく、受風凹曲面に対し鈍角の閉鎖平板又は凹曲面状の閉鎖板を設けてあるため、もう一方の羽根の凹曲面側から流れ込んだ風を受けて発生する逆トルクを低減できる。その結果、湾曲羽根の前進方向（における）回転トルクの犠牲が少なくなり、風車の出力増大が可能となる。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 7 】

請求項 1 のように、サボニウス風車の湾曲羽根の外端寄りの位置において、羽根外端寄りが受風凹曲面側に相対的にずれるように、段状に屈曲させるための段差板で風圧を受けるため、段状屈曲部を挟む回転中心寄りの羽根面と外端寄りの羽根面とを連結する段差板の外側で受ける風力は、本来の凹曲面で受ける風力を補助するように作用する。その結果、サボニウス風車の回転力が高まり、出力トルクが増大する。

20

一方、もう一方の湾曲羽根の凹曲面側に回り込んだ風は、もう一方の湾曲羽根の凹曲面側の段差板の内面に当たって、その羽根を押し戻す方向に作用するが、この場合の逆トルクは前記の段差板外面が受ける補助トルクより小さいので、正味のトルク増加および出力増加が可能となる。

【 0 0 0 8 】

請求項 2 のように、段状屈曲部を挟む回転中心寄りの湾曲板と外端寄りの湾曲板とを連結している段差板の外側の角度が、外端寄り湾曲板の外面に対し鋭角になっているため、風車を回転させる方向の風力を効果的に捕捉し受風できるので、風車の回転トルクの増強に寄与する。

30

【 0 0 0 9 】

請求項 3 のように、段状屈曲部を挟む回転中心寄りの湾曲板と外端寄りの湾曲板とを連結している段差板の内側の空間を塞ぐべく、受風凹曲面に対し鈍角の閉鎖平板又は凹曲面状の閉鎖板を設けてあるため、もう一方の羽根の凹曲面側から流れ込んだ風を受けて発生する逆トルクを低減できる。その結果、湾曲羽根の前進方向（における）回転トルクの犠牲が少なくなり、風車の出力増大が可能となる。

40

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 0 】

次に本発明による屈曲羽根のサボニウス風車が実際上どのように具体化されるか実施形態を説明する。図 1 は従来の最も典型的なサボニウス風車の水平断面図で、一对の半円筒形の湾曲板 1 と 2 を互いにずらして向かい合わせた状態で底円板 3 と天円板との間に挟んだ状態に固定されている。湾曲板 1、2 は、天円板より下側で断面表示されているが、肉厚を省いて 1 本の実線で表現してある。4 は回転軸で、湾曲板 1、2 の内端は、回転軸 4 を挟んで対向している。

【 0 0 1 1 】

このように従来のサボニウス風車における湾曲板 1、2 は、半円筒状であるのに対し、図

50

2のように、本発明によるサボニウス風車の湾曲板5、6は、段状の屈曲部51、61を有している。従って、本発明の湾曲板5、6は、それぞれの屈曲部51、61から外端寄りの部分52、62と、回転軸4寄りの部分53、63とから成り、両者の間が段差板54、64で連結されている。

段差板54、64は、湾曲板5、6における回転軸4寄りではなく、それぞれの外端寄りに配設することが効果的であり、少なくとも風車半径の1/2より外周寄りに設ける必要がある。

【0012】

いま、矢印a1方向から風が吹いているものと仮定すると、図の上側の湾曲板5には、その凹曲面側で風a1を受けており、図の下側の湾曲板6には、その凸曲面側で風a1を受けているが、この凸曲面側では風が逃げやすく、受ける風力が小さいのに対し、前記の凹曲面側では風が逃げにくく、効果的に捕捉して受ける風力が大きいので、風車全体としては矢印a2のように右回りに回転する。

10

このように、凸曲面側では、常に風車を逆転させる方向の風力を受けるが、主受風面となる凹曲面側では風車を矢印a2方向に正回転させる風力を受けるので、連続回転することになる。

【0013】

本発明の場合は、次のように、段差板54、64の作用によっても、風車を正方向回転させる風力をより強く受ける。いま、矢印a1方向の風a3が上側の段差板54に当たると、段差板54の外面を押し、風車を矢印a2方向に正回転させる風力となるのに対し、下側の段差板64では、風a1の影響を受けない。

20

ところが、上側の湾曲板5の凹曲面で受けた風が矢印a4のように下側の湾曲板6の凹曲面側に回り込んで、下側の段差板64の内面に当たり、風車を逆転させる成分として働き、不利になる。

しかしながら、このように下側の段差板64が逆転方向に受ける風力よりも、前記のように上側の段差板54が正回転方向に受ける風力が大きいので、風車全体としては連続回転を補助するように作用する。

【0014】

ところで、段差板54、64による回転トルク改善効果の程度は、段差板54、64の外面の成す角度に依存する。鋭角の場合が有効で、鈍角だと効果が期待できない。次に、段差板角度が風車出力トルクに与える影響につき、実験の結果を詳述する。

30

図3は、風速 $V = 5.7 \text{ m/s}$ での毎分回転数 $n \text{ (rpm)}$ とトルク $T \text{ (N·m)}$ の関係を示す。印は、図1のような通常のサボニウス風車を、それ以外の印は本発明による屈曲羽根風車を表わし、記号中の数字は屈曲角を、-normはサボニウス風車を意味する。図3より、無負荷時の回転数は、 45° 屈曲()ではほぼ890ないし910rpm、 90° 屈曲()では825、通常サボニウス風車では880程度であって、屈曲角によっていくらか変化が生じている。

【0015】

図3において、無負荷状態からスタートし、負荷を増すにつれて、減速しながら、いったんトルクがわずかながら負になる。このことは、負荷がすべり摩擦負荷であるため、瞬時の負荷反発により羽根車が過回転を起こすためと思われる。その後、負荷の増加とともに、トルクが次第に増加していき、回転数は次第に減少している。この場合、屈曲角 45° ($n - 45$)の方が 90° ($n - 90$)、および通常サボニウス風車(-norm)よりも同一トルクに対する回転数は大きくなっている。また、屈曲角が 90° では、トルクがほぼ0.008を超えると、急激に回転数が減少していく。すなわち、この場合には、羽根屈曲により、羽根周辺の流れが大きく変化し、とくに進み羽根への負荷が減少することが考えられる。

40

【0016】

次に、図4はトルク係数 CT と羽根車の周速度比 $TSR \text{ (} U_t : V \text{)}$ (ここで U_t :羽根車周速度、 V :風速)および出力係数 CP との関係を各羽根車について示す。 TSR は、

50

図3と同様な傾向を示し、トルク係数が $CT = 0.2$ を超えると、 TSR は急激に減少して行く。 CP は、 CT がほぼ 0.2 を超えたところで最大値に達する。その中で、 $CP45$ は、 $CP90$ および $Cpnorm$ （通常サボニウス風車）の両者よりも CP 最大値を与える CT の値が大きい。図5にトルク係数 CT と出力係数 CP のみの関係を示す。

【0017】

図5において、前述のように CP の最大値は $CT = 0.2$ 以上において存在する。 $Cpnorm$ の場合は、 CT がほぼ 0.22 において $CP = 0.18$ に達している。 $CP90$ では CP の最大値はほぼ 0.16 となり、 $CT = 0.2$ を超えると急激に減少している。一方、 $CP45$ の場合には、 $CT = 0.2$ ないし 0.26 の範囲でほぼ $CP = 0.2$ を保ち、その後 $CT = 0.3$ から急減していく。すなわち、それぞれの CP の最大値は、 $Cpnorm$ に対して、 $CP45$ では約 0.89 倍、 $CP90$ では 1.11 倍となっている。従って、屈曲角が 45° 前後、あるいはそれより小さい角度において、屈曲の効果が最も大きいことが予想される。

次に、図6は TSR と CP の関係を示す。この図より、 $Cpnorm$ と $CP90$ の場合には最大出力係数の位置は羽根周端速度比 $TSR = 1$ 以下にあるが、一方 $CP45$ の場合には、最大出力係数を示す位置は、他と比較して大きく、 $TSR = 1.1$ を示している。また最大回転数も他と比較して最も大きくなっている。

【0018】

通常サボニウス風車およびその羽根に屈曲を与えた本発明による変形羽根風車について実験を行い、屈曲の影響を調べ、以下のような知見を得た。

- 1) 羽根に屈曲を与えると、屈曲角により、トルクや出力性能が変化する。
- 2) 屈曲角が 45 度もしくはこれより小さな角度において、出力係数が最も大きくなることが示唆された。 45 度の屈曲では、サボニウス風車と比較して出力係数は約 1.12 倍に増加する。
- 3) 屈曲角が 90 度の場合には、通常サボニウス羽根車と比較して、出力係数は約 0.89 倍に低下する。
- 4) 屈曲角が比較的大きく、 90° 近くになると、あるトルク以上において羽根車は急激に減速する。
- 5) トルク係数および出力係数が最大となる屈曲角は 45° 前後、あるいはこれ以下の範囲にある。

【0019】

以上のように、段差板角度は、 90 度以下が好ましく、特に 45 度前後又は 45 度以下が効果的である。

ところで、段差板角度を鋭角にすると、図2の下側の段差板64の内面に回り込んだ風力で逆転方向のトルクも増えるので、図7のように、段差板54、64内面の鋭角による悪影響を軽減すべく、閉鎖板55、65を設けることが有効である。

図示の閉鎖板55、65のような凹曲面状でもよいが、段差板54、64の内側の空間56、66を破線のような平板57、67で塞ぐ場合は、閉鎖平板57、67の成す角度を鈍角にするのが効果的である。

【0020】

ところで、段差板54、64の外面で受風可能とするには、湾曲板5、6において、風車半径の $1/2$ より外周寄りに設ける必要があるが、中でも、外周により近い位置に設けることが、容易に受風可能とする上でも回転トルクの上でも有効である。回転軸4寄りに設けると、矢印a4で示す湾曲羽根5と6の間隙における回り込み通風が悪くなるからである。

【0021】

以上のような回転トルクの改善に加えて、段差板54、64の左右両端に湾曲板5、6の外端寄り部分52、62と、回転軸寄り部分53、63を連結して逆Z字状又はZ字状（回転方向が逆向きの場合）の段差構造とすることにより、湾曲板5、6を補強し強化して撓みを抑制でき、堅牢な風車となるので、強風時の過回転による羽根車の破損防止にも寄

10

20

30

40

50

与できる。

なお、段差板 5 4、6 4 の左右両端を、湾曲板 5、6 の外端寄り部分 5 2、6 2 と、回転軸寄り部分 5 3、6 3 に溶接で連結してもよいが、湾曲板 5、6 自体を折り曲げることによって Z 字状や逆 Z 字状に形成することも不可能ではない。(又は可能である。) ボルトナットによる連結も可能である。

【0022】

段差板 5 4、6 4 付きの湾曲板 5、6 において、風力をさらに効果的に捕捉するために、受風面となる凹曲面側を微小な凹凸面となるように処理することも有効である。例えば、凹曲面をサンドブラストしたり、ショットピーニング処理して細かい粗面化ないし凹凸面にするか、接着性の強い塗料を塗布して直ちに砂などの粒子を散布し付着させて無数の凹凸を形成してもよい。

10

本発明の湾曲板 5、6 に限らず、図 1 の通常の湾曲板 1、2 にも凹曲面に凹凸処理してあると、流入して来た風が流出する際の抵抗となるので、容易に円滑に流失するのを防止して、湾曲板 1、2、5、6 を正回転方向に押すように作用する。段差板 5 4、6 4 の外面に凹凸処理するのも効果的である。

凹凸処理は湾曲板 1、2、5、6 の外端側半分だけとし、内端側半分は逆に平滑面にして風が逃げ易くすると、もう一方の湾曲板内面に風が回り込み易くなる。

湾曲板 1、2、5、6 の裏面の凸曲面側で受ける風力は、風車の逆転方向のトルクとして作用するので、可能な限りすべすべした平滑な面にすることで、受けた風が両側に逃げ易くなり、逆トルクの低減に有効である。

20

【産業上の利用可能性】

【0023】

以上のように、本発明によると、凹曲面が受風面となる湾曲板の途中に逆 Z 字状又は Z 字状の段状屈曲部を設けることで、サボニウス風車の構造の複雑化を極力抑制した上で、風力を効果的に捕捉して出力トルクの増大を図り、かつ強風時の過回転による羽根車損傷を防止可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図 1】従来の典型的なサボニウス風車の水平断面図である。

【図 2】本発明による段状屈曲付きのサボニウス風車を例示する水平断面図である。

30

【図 3】毎分回転数と出力トルクの関係を示すグラフである。

【図 4】トルク係数と羽根車の周速度比および出力係数との関係を示すグラフである。

【図 5】トルク係数と出力係数のみの関係を示すグラフである。

【図 6】羽根車の周速度比と出力係数との関係を示すグラフである。

【図 7】段差板内側の空間を塞いで主受風凹曲面側を鈍角又は凹曲面とする閉鎖板を設けた実施形態である。

【符号の説明】

【0025】

1・2 半円筒形の湾曲板

3 底円板

40

4 回転軸

5・6 本発明による湾曲板

5 1・6 1 段状の屈曲部

5 2・6 2 湾曲板の外端寄りの部分

5 3・6 3 湾曲板の回転軸寄りの部分

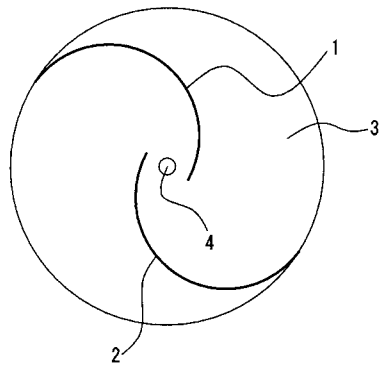
5 4・6 4 段差板

5 5・6 5 凹曲面状の閉鎖板

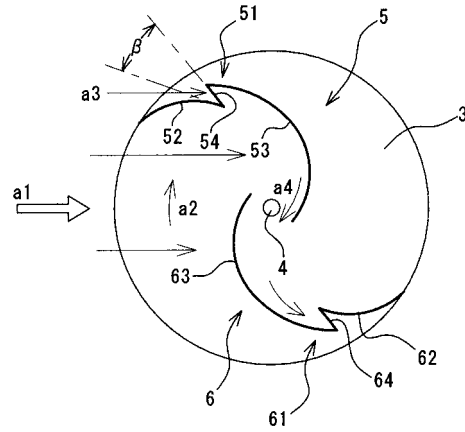
5 6・6 6 段差板の内側の空間

5 7・6 7 閉鎖平板

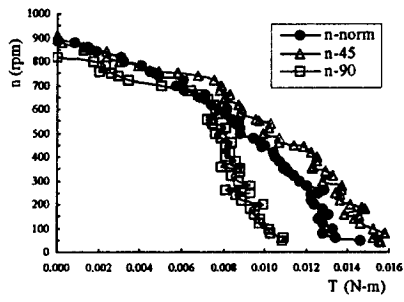
【 図 1 】



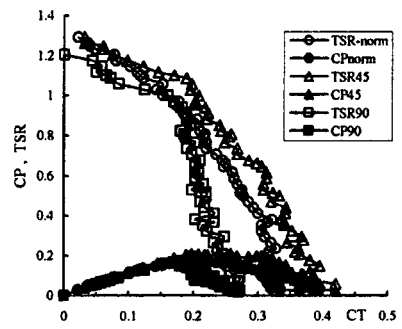
【 図 2 】



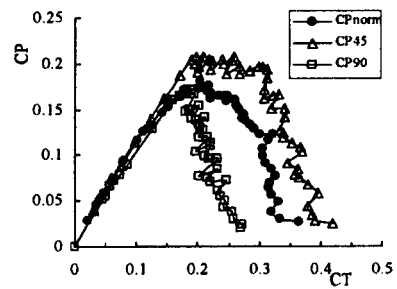
【 図 3 】



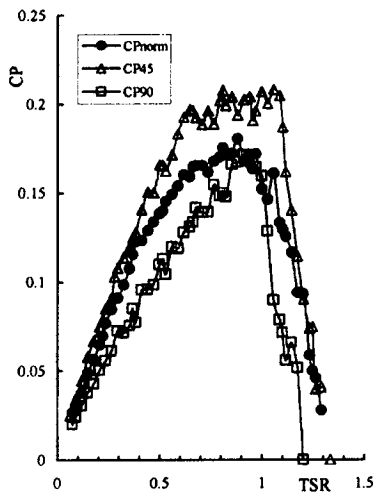
【 図 4 】



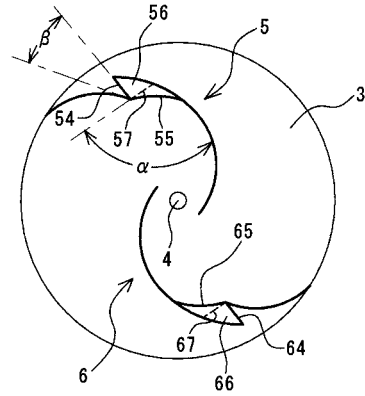
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

F 0 3 D 3 / 0 6