

(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2014-514500

(P2014-514500A)

(43) 公表日 平成26年6月19日 (2014. 6. 19)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F03D 1/04 (2006.01)</b>	F03D 1/04 B	3H178
<b>F03D 1/06 (2006.01)</b>	F03D 1/06 A	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2014-505726 (P2014-505726)	(71) 出願人	513250857 アナカタ・ウィンド・パワー・リソーシズ ・エス・アー・エル・エル スイス・CH-2035・コルセル・レ・ ファルネット・ピーオー・ボックス・16 9
(86) (22) 出願日	平成24年4月20日 (2012. 4. 20)	(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(85) 翻訳文提出日	平成25年10月18日 (2013. 10. 18)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(86) 国際出願番号	PCT/GB2012/050885	(74) 代理人	100089037 弁理士 渡邊 隆
(87) 国際公開番号	W02012/143734	(74) 代理人	100110364 弁理士 実広 信哉
(87) 国際公開日	平成24年10月26日 (2012. 10. 26)		
(31) 優先権主張番号	1106823.6		
(32) 優先日	平成23年4月21日 (2011. 4. 21)		
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディフューザー増強型風力タービン

## (57) 【要約】

ディフューザー増強型風力タービン。風力タービンディフューザーは、タービンローターカウリングを形成するように配置された第1のディフューザーリングを備え、ディフューザーはタービンローターに固定されかつ風力タービンの水平軸を中心としてタービンローターと共に回転可能である。第1のディフューザーリングはディフューザーリングの後縁に取り付けられた一つ以上の動的空力弾性渦エントレイメントデバイスを備える。第1のディフューザーリングはその本体に配置された一つ以上のスロットギャップを有していてもよく、各スロットギャップは第1のディフューザーリングの内外面間にチャネルを形成する。一実施形態においてディフューザーはさらに一つ以上のさらなるディフューザーリングを含むことができ、このさらなるリングは静的リング（例えば水平軸を中心に回転不能）または動的ディフューザーリング（例えば水平軸を中心に回転可能）である。

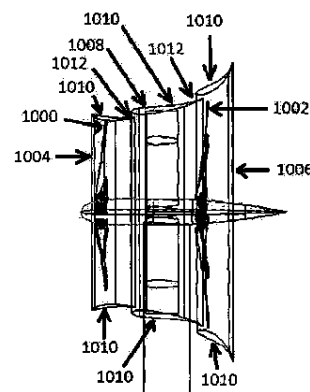


FIGURE 10

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ディフューザーによって増強された水平軸風力タービンであって、前記ディフューザーは、

第 1 のディフューザーリングであって、入口および出口を備えた第 1 のディフューザーリングと、

前記第 1 のディフューザーリングの後縁に対して取り付けられた一つ以上の渦エントレイメントデバイスと、を具備し、

前記第 1 のディフューザーリングは、前記風力タービンの前記水平軸を中心として回転可能なユニットを形成するために、タービンローターに対して一体的に取り付け可能なタービンローターハウリングを形成するよう構成されていることを特徴とする風力タービン。

10

## 【請求項 2】

前記第 1 のディフューザーリングの本体内に配置された一つ以上のスロットギャップをさらに備え、各スロットギャップは、前記第 1 のディフューザーリングの前記内面と外面との間にチャンネルを形成することを特徴とする請求項 1 に記載の風力タービン。

## 【請求項 3】

ディフューザーによって増強された水平軸風力タービンであって、前記ディフューザーは、

第 1 のディフューザーリングであって、入口および出口を備えた第 1 のディフューザーリングと、

20

その本体内に配置された一つ以上のスロットギャップであって、各スロットギャップは、前記第 1 のディフューザーリングの内面と外面との間にチャンネルを形成するスロットギャップと、を備え、

前記第 1 のディフューザーリングは、前記風力タービンの前記水平軸を中心として回転可能なユニットを形成するために、タービンローターに対して一体的に取り付け可能なタービンローターハウリングを形成するよう構成されていることを特徴とする風力タービン。

## 【請求項 4】

前記一つ以上のスロットギャップは、前記ディフューザーの内面から内部へと空気が加速されるように配置された、軸方向に漸進的に減少する全体的ダクト断面積を有することを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の風力タービン。

30

## 【請求項 5】

前記ディフューザーはさらに、一つ以上の付加的な静的および / または動的ディフューザーリングを備え、前記一つ以上の付加的な静的および / または動的ディフューザーリングのそれぞれは、前記第 1 のディフューザーリングと実質的に同軸である入口および出口を有することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

## 【請求項 6】

ディフューザーによって増強された水平軸風力タービンであって、前記ディフューザーは、

40

第 1 のディフューザーリングであって、前記風力タービンの前記水平軸を中心として回転可能なユニットを形成するために、タービンローターに対して一体的に取り付け可能なタービンローターハウリングを形成するよう構成されている第 1 のディフューザーリングと、

一つ以上の静的ディフューザーリングと、を備え、

前記ディフューザーリングは、ディフューザーリングの各対間の全周囲スロットギャップによって互いに分離させられていることを特徴とする風力タービン。

## 【請求項 7】

50

一つ以上の渦エントレイメントデバイスが前記ディフューザーの後縁に対して取り付けられていることを特徴とする請求項 3 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 8】

前記ディフューザーは、前記第 1 のディフューザーリングと、この第 1 のディフューザーリングの下流側の一つ以上の静的ディフューザーリングと、を備えることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 9】

前記ディフューザーは、前記第 1 のディフューザーリングと、この第 1 のディフューザーリングの上流側の一つ以上の静的ディフューザーリングと、を備えることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

10

【請求項 10】

前記一つ以上の付加的なディフューザーリングのそれぞれの入口面積は、そこから直ぐ上流の前記ディフューザーリングの出口面積よりも小さく、かつ、前記出口面積はその入口面積よりも大きいと等しく、前記第 1 のディフューザーリングの下流側の前記静的ディフューザーリングの全体的出口面積は、その最大断面積よりも大きなものであることを特徴とする請求項 5 ないし請求項 9 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 11】

一つ以上のベント構造体および一つ以上の吸引スロットをさらに備え、前記一つ以上のベント構造体は前記ディフューザーリングの外面上に配置され、かつ、前記あるいは各ベント構造体は一つ以上の吸引スロットに接続されており、前記吸引スロットは前記ディフューザーリングの全厚みを通して延在することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 10 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

20

【請求項 12】

前記ベント構造体が静的ディフューザーリングの外面上にのみ配置されていることを特徴とする、請求項 5 ないし請求項 10 のいずれか 1 項を引用した場合の請求項 11 に記載の風力タービン。

【請求項 13】

前記第 1 のディフューザーリング入口面積に対する前記全体的ディフューザー出口面積の比率は、前記第 1 のディフューザーリング入口面積に対する最大ディフューザー断面積の比率よりも大きなものであることを特徴とする請求項 5 ないし請求項 12 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

30

【請求項 14】

中心軸をさらに備えることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 13 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 15】

少なくとも一つの静的ディフューザーリングおよび / または請求項 14 に記載の前記中心軸に対して接続された半径方向に向けられたガイドベーンをさらに備えることを特徴とする請求項 5 ないし請求項 14 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 16】

前記ガイドベーンは、前記ディフューザーを通過する空気流の旋回を低減するように配置されており、かつ、前記タービン面の上流側に配置された前回転ベーンおよび / または前記タービン面の下流側に配置された後回転ベーンの少なくとも一つからなることを特徴とする請求項 15 に記載の風力タービン。

40

【請求項 17】

前記ディフューザーはさらに渦ジェネレーターを含むことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 16 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 18】

前記一次ディフューザーリングから下流方向において、一つ以上のさらなるディフューザーリングのそれぞれは、直前のディフューザーリングよりも小さなキャンバーを有する

50

ことを特徴とする請求項 5 ないし請求項 17 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 19】

前記第 1 のディフューザーリングの少なくとも部分的厚みを通る前記内面から延在する一つ以上の付加的スロットギャップをさらに備えることを特徴とする請求項 2 ないし請求項 18 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 20】

前記一つ以上の付加的スロットギャップは、大きく湾曲させられた前記第 1 のディフューザーリングの内部の領域に配置されることを特徴とする請求項 19 に記載の風力タービン。

【請求項 21】

前記ディフューザーリングの一つ以上は、前記部分的スロットギャップの一つ以上に、かつ/または前記付加的吸引スロットの一つ以上に接続されたプレナムチャンバーを含むことを特徴とする請求項 2 ないし請求項 21 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 22】

空気は、前記プレナムチャンバー内へと能動的に押し込まれ、あるいは前記プレナムチャンバーから吸い出されることを特徴とする請求項 21 に記載の風力タービン。

【請求項 23】

前記第 1 のディフューザーリングによって形成されたタービンローターカウリングに対して一体的に取り付けられた第 1 のタービンローターを形成する一つ以上のタービンプレードをさらに含むことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 22 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 24】

前記タービンプレードは、空気流の境界層に乱れを引き起こす表面仕上げを有する材料から構成されていることを特徴とする請求項 23 に記載の風力タービン。

【請求項 25】

前記一つ以上のタービンプレードは、少なくとも一つの取り付けられたタービュレーターおよび/または少なくとも一つの取り付けられた渦ジェネレーターを有することを特徴とする請求項 23 または請求項 24 に記載の風力タービン。

【請求項 26】

前記一つ以上のタービンローターブレードは、部分的に波形にされた構造を有することを特徴とする請求項 23 ないし請求項 25 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 27】

前記第 1 のタービンローターは、前記タービンの前記主垂直軸の下流に配置されていることを特徴とする請求項 23 ないし請求項 26 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 28】

一つ以上の付加的なタービンローターをさらに備え、そのそれぞれは、前記第 1 のタービンローターに対して同軸状にかつその下流側に設けられた一つ以上のタービンローターブレードを備えることを特徴とする請求項 23 ないし請求項 27 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 29】

入口および出口を備える一つ以上の付加的なディフューザーリングをさらに備え、

前記一つ以上の付加的なディフューザーリングのそれぞれは、前記風力タービンの前記水平軸を中心として回転可能なユニットを形成するために、前記一つ以上の付加的なタービンローターの一つに対して一体的に取り付け可能なタービンローターカウリングを形成するよう構成されていることを特徴とする請求項 28 に記載の風力タービン。

【請求項 30】

前記一つ以上の付加的タービンローターは逆回転タービンローターであることを特徴とする請求項 28 または請求項 29 に記載の風力タービン。

【請求項 31】

一つ以上の静的ディフューザーリングをさらに備えることを特徴とする請求項 28 ない

10

20

30

40

50

し請求項 30 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 32】

前記ディフューザーリングは、ディフューザーリングの各対間の全周囲スロットギャップによって互いに分離させられていることを特徴とする請求項 28 ないし請求項 31 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 33】

前記静的ディフューザーリングは二つの動的ディフューザーリング間に配置され、ディフューザーリングの各対は全周囲スロットギャップによって分離させられていることを特徴とする請求項 28 ないし請求項 32 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 34】

前記ディフューザーリングの一つ以上は、その本体内に配置された少なくとも一つのスロットギャップを有し、各スロットギャップは前記第 1 のディフューザーリングの内面と外面との間にチャンネルを形成することを特徴とする請求項 28 ないし請求項 33 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 35】

前記一つ以上のタービンブレードは、少なくとも部分的に空力弾性材料から構成されており、かつ、風荷重の下で制御された変形を実現するように配置されていることを特徴とする請求項 23 ないし請求項 34 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 36】

前記ディフューザーは、少なくとも部分的に空力弾性材料から構成されており、かつ、風荷重の下で制御された変形を実現するように配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 35 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 37】

前記一つ以上の渦エントレイメントデバイスは、動的な、空力弾性渦エントレイメントデバイスであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 36 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 38】

陸上配備タービン、海上配備タービンあるいは空中タービンのいずれかであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 37 のいずれか 1 項に記載の風力タービン。

【請求項 39】

実質的に図面を参照して本明細書中で説明され、かつ、図面に示されたような風力タービン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ローター面への空気の流れを加速するために回転可能なディフューザーまたはダクト機構で増強された風力タービンに関する。

【背景技術】

【0002】

本明細書における明白な先行公開文献の一覧あるいは説明は、必ずしも、この文献が従来技術水準の一部であるかまたは共通の一般的な知識であるという認定として解釈すべきではない。

【0003】

風力タービンは、例えばタービンローターブレードを回転させるために風を用いて、（風からの）運動エネルギーを機械的エネルギーに変換するために使用することができるデバイスである。古典的な風力タービンの一例は水平軸風車であり、これは、取り付けられたタービンローターブレードを備えた水平中心ハブ内に発電機を備える。タービンローターは、発電機を介して、それを電気エネルギーに変換する発電機ハブへとトルクエネルギーを供給する。だが、ディフューザーで増強されていない古典的な風力タービンは、ベッツの法則（これは、空気流が軸方向でありかつ自由流動である古典的な風力タービンに関

10

20

30

40

50

して、風からの運動エネルギーの 59.3% 以下しか機械エネルギーに変換できないことを述べている)によって、風から変換できるエネルギーの量が制限される。

【0004】

風力タービンのディフューザーはタービンのローター面に入る空気の色度を増加させ、これによって所与のタービンの出力および効率を増大させるために使用することができる。従来のディフューザーは、風速(したがって出力および効率)の比較的緩やかな増加を引き起こすために、風力タービンの出口面積について大きな拡張を必要とする。この増加させられた出口面積は、タービンの背後空気の圧力を低減し、タービンローターブレード上での空気の加速につながる。しかし、風力タービンの出口面積の拡張は、一般に、タービンの周りでの、大きな、不経済かつ高抵抗カウリングの使用に帰着する。特許文献1は、拡張された出口面積を持つディフューザー増強型風力タービンを説明している。

10

【0005】

従来の風力タービンのディフューザーの別の例は、ディフューザーの後方部に高エネルギーの空気を引き込むためにミキサーエジェクターシステムを使用するものである。理論的には、このシステムは、風力タービンの背後空気の圧力を減少させ、したがってタービンローター面を経て、さらに多くの空気を引き込み、これが出力および効率を高める。しかし、インジェクションミキサーシステムは、実際にはタービンを通過する空気の速度の大幅な増大を実現しないであろうし、したがって出力効率の大幅な増大を実現しないであろう。特許文献2はミキサーエジェクター(MEWT)風力タービンを説明している。

【0006】

20

タービンローターブレードチップに取り付けられかつそれと共に回転する風力タービンローターカウリングは、ブレードチップ渦に起因するノイズおよび破損を低減するために使用することができる。しかしながら、それらは、タービン面の背後の圧力を減少させ、したがってタービン面を通る空気を加速させ、これによって出力および効率を増大させるようには設計されていない。特許文献3は、ブレードチップ渦を排除するように設計された回転可能なカウリングを備えた風力タービンを説明している。特許文献4は、ポストローターウェークに対して作用する回転流を引き起こすタービン面の前方の斜めスロットを有する静的風力タービнкаウリングを説明している。これは、流れを再調整するアンチスワールデバイスのように機能する。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】米国特許出願公開第2005/0002783号明細書

【特許文献2】国際公開第2010/036678号パンフレット

【特許文献3】国際公開第2004/083631号パンフレット

【特許文献4】国際公開第2010/131052号パンフレット

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0008】

ディフューザー増強型風力タービンが開示される。ある実施形態では、風力タービンディフューザーは、タービンローターカウリングを形成するように配置された第1のディフューザーリングを備え、ディフューザーは、タービンローターに対して固定され、かつ、風力タービンの水平軸を中心としてタービンローターと共に回転可能である。第1のディフューザーリングは、ディフューザーリングの後縁に配置された一つ以上の渦エントレイメントデバイスを備える。第1のディフューザーリングは、その本体内に配置された一つ以上のスロットギャップを備えていてもよく、各スロットギャップは第1のディフューザーリングの内部と外面との間にチャンネルを形成する。ある実施形態において、ディフューザーはさらに、任意選択で、一つ以上のさらなるディフューザーリングを含むことができ、この一つ以上のさらなるディフューザーリングは静的リング(例えば水平軸を中心として回転不能)または動的ディフューザーリング(例えば水平軸を中心として回転可能)で

40

50

ある。

【0009】

スロットギャップは軸方向に漸進的に減少する全体的ダクト断面積を創出するが、これは、高圧空気を通過させることによってディフューザーリングの内面または下側面に対して接線方向にまたは実質的に接線方向に、ディフューザーの外表面または上側面からスロットギャップを通りディフューザーリングの内面または下側面へと（ディフューザー内あるいはその下流の空気圧力に対して）高い空気圧力を伝達することによってディフューザーリングの内面または下側面に対して接線方向または実質的に接線方向への高速空気の吹き付けを可能とする。これは境界層を再付勢し、かつ、境界層の成長の開始およびディフューザー壁からの最終的な分離を遅延させる。

10

【0010】

ディフューザーは、出口および入口を備えた第1のディフューザーリングと、その本体に配置された一つ以上のスロットギャップとを備えることができ、各スロットギャップは第1のディフューザーリングの内面と外面との間にチャンネルを形成し、第1のディフューザーリングは、風力タービンの水平軸を中心に回転可能であるユニットを形成するためにタービンローターに対して一体的に取り付け可能であるタービンローターカウリングを形成するように構成されている。

【0011】

一態様では、ディフューザーによって増強された水平軸風力タービンが提供され、このディフューザーは、入口および出口を備えた第1のディフューザーリングと、この第1のディフューザーリングの後端縁に取り付けられた一つ以上の渦エントレイメントデバイスと備え、第1のディフューザーリングは、風力タービンの水平軸を中心に回転可能であるユニットを形成するためにタービンローターに対して一体的に取り付け可能であるタービンローターカウリングを形成するように構成されている。

20

【0012】

一実施形態では、一つ以上のスロットギャップは第1のディフューザーリングの本体内に配置されてもよく、各スロットギャップは第1のディフューザーリングの内面と外面との間にチャンネルを形成する。

【0013】

ある態様では、ディフューザーによって増強された水平軸風力タービンが提供されるが、このディフューザーは、入口および出口を備えた第1のディフューザーリングと、その本体に配置された一つ以上のスロットギャップとを備え、各スロットギャップは、第1のディフューザーリングの内面と外面との間にチャンネルを形成し、第1のディフューザーリングは、風力タービンの水平軸を中心に回転可能であるユニットを形成するためにタービンローターに対して一体的に取り付け可能であるタービンローターカウリングを形成するように構成される。任意選択で、一つ以上のスロットギャップは、空気がディフューザーの内面から内部に加速されるように配置された、軸方向に漸進的に減少する全体的ダクト断面積を有していてもよい。

30

【0014】

別の態様では、ディフューザーによって増強された水平軸風力タービンが提供されるが、このディフューザーは、第1のディフューザーリングと一つ以上の静的ディフューザーリングとを備え、第1のディフューザーリングは、風力タービンの水平軸を中心として回転可能であるユニットを形成するようにタービンローターに対して一体的に取り付け可能なタービンブレードカウリングを形成するように構成され、かつ、ディフューザーリングの各対は、全周囲スロットギャップによって互いに分離させられる。

40

【0015】

ある実施形態では、一つ以上の渦エントレイメントデバイスが、ディフューザーの後縁に取り付けられてもよい。この渦エントレイメントデバイスは、動的な、空力弾性渦エントレイメントデバイスであってもよい。

【0016】

50

ある実施形態では、ディフューザーはさらに、一つ以上の付加的ディフューザーリングを備えていてもよく、各ディフューザーリングは、第1のディフューザーリングと実質的に同軸状に配置された、入口および出口を有する。例えば、ディフューザーは、第1のディフューザーリングと、この第1のディフューザーリングから下流側に存在する静的ディフューザーリングとを備えていてもよく、あるいは、ディフューザーは、第1のディフューザーリングと、この第1のディフューザーリングから上流側の静的ディフューザーリングとを備えていてもよい。代替的に、ディフューザーは、第1のディフューザーリングと、二つの静的ディフューザーリング（一方は第1のディフューザーリングの上流側にあり、他方は下流側にある）とを備えていてもよい。ディフューザーリングのそれぞれの入口面積は、それから直ぐ下流のディフューザーリングの出口面積よりも小さくてもよく、そして出口面積はその入口面積よりも大きいあるいはそれと等しくてもよく、第1のディフューザーリングの下流の静的ディフューザーリングの全体的出口面積は、リングの最大断面積よりも大きなものである。

10

**【0017】**

ある実施形態では、風力タービンはさらに、一つ以上のベント構造体と、一つ以上の吸引スロットとを備えていてもよく、ここで、一つ以上のベント構造体はディフューザーリングの外面上に配置され、かつ、上記あるいは各ベント構造体は一つ以上の吸引スロットに接続され、吸引スロットはディフューザーリングの全体厚みを通して延在する。ベント構造体は、静的ディフューザーリングの外面上にのみ配置されてもよい。

20

**【0018】**

第1のディフューザーリング入口面積に対する全体的ディフューザー出口面積の比率は、第1のディフューザーリング入口面積に対する最大ディフューザー断面積の比率よりも大きなものであってもよい。

**【0019】**

ある実施形態では、風力タービンはさらに中心軸を含んでもよい。

**【0020】**

ある実施形態では、風力タービンはさらに、少なくとも一つの静的ディフューザーリングおよび/または中心軸に接合された半径方向に向けられたガイドベーンを備えていてもよい。このガイドベーンは、ディフューザーを通過する空気流の旋回を低減するように配置されてもよく、そして、タービン面の上流側に配置された前回転ベーンおよび/またはタービン面の下流に配置された後回転ベーンの少なくとも一つから構成される。

30

**【0021】**

ディフューザーはさらに一つ以上の渦ジェネレーターを含むことができる。

**【0022】**

一次ディフューザーリングから下流方向に、一つ以上のさらなるディフューザーリングの各々は、直前のディフューザーリングよりも小さなキャンバーを有することができる。ディフューザーは、さらに、内面から第1のディフューザーリングの内部の一部を経てプレナムチャンバーへと延在する一つ以上の付加的な部分的スロットギャップを備えていてもよい。一つ以上の部分的なスロットギャップが大きく湾曲させられた第1のディフューザーリングの内部の領域に配置されてもよい。

40

**【0023】**

一つ以上の付加的なディフューザーリングは、さらに、入口および出口と、一つ以上の付加的なディフューザーリングの少なくとも一つの本体内に配置された一つ以上のスロットギャップを備えていてもよく、各スロットギャップは各ディフューザーリングの内面および外面間にチャンネルを形成し、一つ以上の付加的なディフューザーリングの少なくとも一つは、風力タービンの水平軸を中心として回転可能なユニットを形成するために一つ以上の付加的なタービンローターの一方に対して一体的に取り付け可能であるタービンローターハウジングを形成するように構成される。

**【0024】**

ある実施形態では、ディフューザーリングは、部分的スロットのギャップの一つ以上お

50



よび／または部分的厚み吸引スロットの一つ以上に接続されたプレナムチャンバーを含むことができる。空気は、能動的に、このプレナムチャンバー内に送り込まれあるいはそこから吸い出されてもよい。

【 0 0 2 5 】

ある実施形態では、風力タービンは、第 1 のディフューザーリングによって形成されたタービンローターカウリングに対して一体的に取り付けられた第 1 のタービンローターを形成するために、一つ以上のタービンプレードを備えることができる。タービンプレードは、空気流の境界層の乱れを引き起こす表面仕上げを有する材料で構成することができる。一つ以上のタービンプレードは、少なくとも一つの接続されたタービュレーターおよび／または少なくとも一つの取り付けられた渦ジェネレーターを有することができる。一つ以上のタービンローターブレードは、部分的に波形とされた構造を有していてもよい。タービンローターは、タービンの主垂直軸の下流側に配置されてもよい。

10

【 0 0 2 6 】

ある実施形態では、風力タービンはさらに、一つ以上の付加的なタービンローターを含むことができ、これは、それぞれ、第 1 のタービンローターに対して同軸状にかつその下流側に設けられた一つ以上のタービンローターブレードを含む。

【 0 0 2 7 】

一つ以上の付加的なタービンローターは、逆回転タービンローターであってもよい。

【 0 0 2 8 】

一つ以上のタービンプレードは、少なくとも部分的に空力弾性材料から構成され、かつ、風荷重の下で制御された変形を実現するように配置されてもよい。

20

【 0 0 2 9 】

風力タービンは、さらに、入口および出口を含む一つ以上の付加的なディフューザーリングを備えていてもよく、そして一つ以上の付加的なディフューザーリングの各々は、風力タービンの水平軸を中心に回転可能であるユニットを形成するために一つ以上の付加的なタービンローターの一つに対して一体的に取り付け可能であるタービンローターカウリングを形成するように構成されてもよい。ディフューザーリングは静的ディフューザーリングであってもよい。ディフューザーリングは、ディフューザーリングの各対間の全周囲スロットギャップによって互いに分離させられてもよい。静的ディフューザーリングは、二つの動的ディフューザーリング間に配置されてもよく、ディフューザーリングのそれぞれは、全周囲スロットギャップによって分離させられる。

30

【 0 0 3 0 】

ディフューザーリングの一つ以上は、その本体内に配置された一つ以上のスロットギャップを有することができる、各スロットギャップは第 1 のディフューザーリングの内面と外面との間にチャンネルを形成する。

【 0 0 3 1 】

ある実施形態では、風力タービンは、陸上配備タービン、海上配置タービンまたは空中タービンのいずれであってもよい。ディフューザーは、少なくとも部分的に空力弾性材料から構成され、かつ、風荷重の下で制御された変形を実現するよう構成されてもよい。

【 0 0 3 2 】

上記風力タービンは、実質的に、図面を参照して本明細書で説明されかつ図面に示されたものとして行うことができる。

40

【 0 0 3 3 】

本発明は、図面と共に以下の詳細な説明から明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 4 】

【図 1】一つ以上のタービンプレードに対して固定されかつそれと共に回転可能なディフューザーの側面図である。

【図 2】図 1 のディフューザーにおけるスロットギャップの例示的拡大図である。

【図 3】スロットギャップの構成の別な一例を示す図である。

50

【図4】プレナムチャンバーに接続されたスロットギャップの一例を示す図である。

【図5】渦エントレイメントシステムを含むディフューザーリングの例を示す図である。

【図6】吸引スロット構成の一例を示す図である。

【図7】プレナムチャンバーに接続された吸引スロットの一例を示す図である。

【図8】回転可能なディフューザーリングの上流に位置する静的ディフューザーリングを備えたディフューザーの実施形態を示す図である。

【図9】静的ディフューザーリングを備えたディフューザーが回転可能なディフューザーリングの下流に位置する場合の実施形態を示す図である。

【図10】複数の風力タービンローターを有する風力タービン構成の一例を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0035】

同様の参照数字は図面において同様の部位を指すために使用される。

【0036】

従来の大規模な水平軸風力タービンは、電力の商業的生産のための風力発電所で使用される。小さい水平軸風力タービンは、電力のマイクロ発電のために、私有不動産、例えば家屋あるいはオフィスの屋根に配置されることがある。それらは、通常、タービン軸内に配置された発電機に接続された三枚羽根タービンローターから構成されている。

【0037】

風が風力タービンローターのブレードの上を流れるとき、揚力がブレードによって生み出され、そしてタービンローターを回転させ、取り付けられた発電機（例えば、低速駆動軸、ギアボックス及び発電機を備える）からの電力の生成につながる。したがって、タービンローターが回転するとき、それはギアボックスに取り付けられた低速駆動軸を回転させ、これが、今度は、発電のために必要な速度で発電機シャフトを回転させる。

20

【0038】

タービンローターブレードによって生み出される揚力は、その迎え角および形状の関数である。

【0039】

ベッツの法則に基づいて、可能な限り最高の効率を達成するために、タービンローターを作動させ、それが風の中に向けられることを保証するべく、ヨーシステムが使用される。この方向付けは、受動的に（例えば、風力ベーンを用いて）または能動的に（例えば、コンピュータ制御ヨー制御システムを用いて）実施することができる。

30

【0040】

ディフューザーを、水平軸風力タービン内への、そしてその周りの空気流を増大させるために風力タービンに取り付けることができる。システムの効率は、タービンローター面を通る超加速空気によって理論上のベッツの限界を超えることができる。これは、出口において空気圧力を減少させることによるコンパクトな拡散システムを経て空気を抽出することによって達成することができ、これによって空気はタービンを通して加速させられる。したがって、出口での空気圧力の低減は、入口での空気速度の対応する増大に帰着し、これは出力および効率の増大につながる。

40

【0041】

従来ディフューザー増強型風力タービンの主たる実用上の問題は、効率の大幅な増大をもたらす、ある速度まで空気を加速させるために必要な出口面積の大きな拡張は、大きな空力負荷を創出する、かさばる扱い難いカウリングを予め必要としていることである。そのようなカウリングの使用は、生じる抵抗の大きさを増大させ、そして風力タービン支持タワーへの負荷を増加させることがある。タービンに関して必要とされる製造コストおよびスペースもまた大幅に増大する。ディフューザーの可視プロファイルもまた増大するが、これは好ましいことではなく、なぜなら、風力タービンは多くの人々が見苦しいと感じるからである。

【0042】

50

本明細書で使用する時、「ディフューザーリング」との用語は、断面に関して楕円形の、あるいは、特に円形の構造体といった適切な形態を意味する。二つ以上のディフューザーリングが組み合わせて説明される場合、リングは互いに流体接続状態であり、かつ、同心状または軸外であってもよい。

【0043】

本明細書で使用する時、「タービンローターに対して一体的に取り付け可能であるタービンローターカウリング」という語句は、以下の状況に関連する。

(1) ローターカウリングおよびタービンローターは、互いに取り付け可能な別個の構成要素であるか、あるいは、

(2) ローターカウリング及びタービンローターは単一の物体（例えば成形により形成された物体）である。

【0044】

本明細書で使用する時、「動的ディフューザーリング」との用語は、風力タービンの水平軸を中心に回転可能なディフューザーリングに関する。

【0045】

本明細書で使用する時、「静的ディフューザーリング」との用語は、風力タービンの水平軸を中心に回転することができないディフューザーリングに関する。

【0046】

本明細書で使用する時、「スロットギャップ」との用語は、ディフューザーリングの内面と外面との間のチャンネルを形成するように配置されたディフューザーリングの構造体を通過するスロットを意味する。特に断らない限り、スロットのギャップは、それらが二つの別々の部分にリングを分割しないならば、ディフューザーリングの周りの任意の部分の覆うことができる。例えば、ディフューザーリングのスロットギャップは、（ディフューザーリングの構造的完全性を維持しながら）実質的に周方向であってもよい。

【0047】

一般に、スロットギャップは、空気がディフューザーに入ることを可能とする、タービンローターの面の下流側にあってもよい。ディフューザーに流入する空気は、低エネルギー後ローター空気を再付勢し、タービン面の背後の圧力を低下させるが、これは、ベンチューリ効果によって、タービンローターを通過する空気を加速させる。ディフューザーに流入する空気はまた、境界層領域を再付勢することができる。

【0048】

本明細書で使用する時、「全周囲スロットギャップ」とは、ディフューザーリングの内面と外面との間にチャンネルが形成されるように、二つのディフューザーリング間でスペーサとして機能するスロットギャップを意味する。

【0049】

全周囲スロットギャップは、タービンローターの面の上流または下流側にあってもよい。例えば、ディフューザーシステムは、ローターと共に形成された動的ディフューザーリングの上流側の静的ディフューザーリングと、動的ディフューザーリングの下流側のさらなる静的ディフューザーリングとを備えることができる（各リングは全周囲スロットギャップによって分離させられる）。これに代えて、動的スピン動的ディフューザーシステムにおいては、静的ディフューザーリングが二つの動的リング間に挟み込まれそして全周囲スロットギャップによって互いに分離させられる。

【0050】

本明細書で説明するように、スロットギャップ（または全周囲スロットギャップ）は軸方向（すなわち内部から内部への空気流の方向）に、漸進的に減少する全体的ダクト断面積を形成するが、これは、ディフューザーリングの内側面あるいは下面へとスロットギャップを経てディフューザーリングの外側面あるいは上面から（ディフューザー内のあるいはその下流の空気圧力に対して）高い圧力の空気を通過させることによって、ディフューザーリングの内面あるいは下側面に対して接線方向へのあるいは実質的に接線方向への高速空気の吹込みを可能とする。これは、境界層を再付勢し、そして境界層成長の発生なら

びに結果としてのディフューザー壁からの剥離を遅らせる。

【0051】

本明細書で使用する場合、「部分的スロットギャップ」との用語は、ディフューザー構造体のみの部分的な厚みを通してディフューザーリングの内面から延びるスロットギャップを意味する。

【0052】

本明細書で使用する時、空力的力とは、空気がタービンローターブレードの上を流れるときに生じる力を意味する。「揚力」との用語は、空気流の方向に垂直な空力的力の成分を意味するように本明細書中で使用されている。「抵抗」との用語は、空気流と平行である空力的力の成分を意味するように本明細書中で使用されている。

10

【0053】

「ヨー」との用語は、タービンの垂直軸の周りの風力タービンローターの運動を指すために本明細書で使用されている。

【0054】

「ナセル」との用語は、水平軸を中心に回転可能であってかつ発電機および/またはギアボックスを収容することが可能なタービンの中心軸の被覆を指すために本明細書中で使用されている。

【0055】

「上流」および「下流」との用語は、気流に関連する方向を示すために本明細書において使用されている。

20

【0056】

「キャンバー」との用語は、本明細書では、空力キャンバーを、例えば翼の曲率の程度を示すために使用されている。キャンバーは、例えばキャンバーラインを用いて測定することができるが、これは、翼の上面および下面間の中間に存在する曲線である。

【0057】

「空力弾性材料」との用語は、本明細書では、風荷重の下で制御された予測可能な変形を生じる物質を指すために使用されている。使用可能な空力弾性材料の例を非網羅的に列挙すると共に、炭素繊維、繊維強化複合材料、金属マトリクス複合材料、エポキシ系複合材料、熱可塑性複合材料、アルミニウム、布、圧電材料または他の適切な空力弾性材料およびその組み合わせである。

30

【0058】

「ストール」との用語は、迎え角が増大する際の、タービンローターブレードによって生成される揚力の低減を指すために本明細書で使用される（迎え角は、タービンローターブレード上の基準線（例えば翼弦線）と、タービンローターブレードとタービンローター面を通して移動する空気との間の相対運動を示すベクトルとの間の角度である）。臨界迎え角を超えると、抵抗よりも小さな揚力が生じる。

【0059】

「ピッチ」との用語は、電力の生成や吸収を制御するために、風の中にあるいは風の外にブレードロータータービンの迎え角を変更することを意味するように本明細書中で使用されている。

40

【0060】

「実質的に半径方向に」との用語は、ディフューザーの中心点から外側に延びるディフューザーまたは風力タービンコンポーネントを指すために本明細書で使用されている。しかしながら、ディフューザーのコンポーネントは輪郭に関して直線状である必要はない。

【0061】

本実施例はディフューザー増強型風力タービンにおいて実施されるものとして本明細書中で説明および図示されているが、この説明されるシステムは限定ではなく単なる実例である。当業者には明らかであるように、本実施例では、さまざまな異なる種類のダクトドローターでの応用に適している。

【0062】

50

空気がディフューザー増強型風力タービンの表面上を流れるときに、空気の境界層が生成される。この境界層は、ディフューザーの表面付近のほとんど滞留している空気と、自由流速で移動しているある距離だけ離れた空気との間の遷移領域である。境界層の最大厚みは、通常、空気流速が自由流速の99%となるタービンローターブレードからの距離によって規定される。タービンローターブレードのプロファイルに応じて、空気は、しばしば、表面の大部分を横切って、薄い境界層となって滑らかに流れることになる。

【0063】

境界層は、流れの分離の過程で、ディフューザー増強型風力タービンの表面から分離する傾向がある。タービンローターブレードに対する境界層の速度がほぼゼロまで低下すると流れの剥離が発生する。空気の流体流れは、ブレードの表面から剥がれ、代わりに、渦巻きおよび螺旋の形をとる。このような流れの分離は、分離された層の下方に停滞した空気の気泡を発生させ、付加的な抵抗を生み出す。抗力の大幅な増加は、効率の低下を引き起こし、そしてローターをストールさせることがある。停滞空気の気泡は、分離ポイントを下流側に移動させるように一つ以上のタービンローターブレードを成形することによって、低減あるいは排除することさえ可能である。

【0064】

境界層の正確な性質は、タービンローターブレードの構造および空気流および空気速度を含む多くの要因に依存する。しかしながら、境界層は層流（層状）または乱流（無秩序）のいずれであってもよい。翼ストールの発生と同様、境界層内の流れの細部は、対象物の表面摩擦抗力および高速流で生じる熱伝達を含む、空気力学における多くの問題のために非常に重要である。当業者は境界層物理学の概念に精通しているであろうが、それ以上の詳細は、例えば、Landau & Lifshitz, 1987, Fluid Mechanics, 2<sup>nd</sup> edn, Chapter 4, Butterworth-Heinemannに見出される。

【0065】

ディフューザーは、タービンローターを囲むカウリングを形成するように配置されたディフューザーリングを備え、タービンローターは一つ以上のタービンブレードを含む。タービンカウリングはタービンローターに固定されかつそれと共に回転可能であり、したがってタービンカウリングの内面が一つ以上のタービンブレードに対して（例えばタービンブレードのチップに対して）に取り付けられる。

【0066】

本明細書で使用するときに、「取り付けられる」とは、ローターブレードに対してあるいはそれと一体に接続されることを意味し、例えば、カウリングおよびローターは一度の成形によって形成可能である。ディフューザーリングは、このディフューザーリングの後縁に配置された一つ以上の渦エントレイメントデバイスを含むことができる。この渦エントレイメントデバイスは、タービンブレードの下流に微細構造の渦を作り出し、これがタービンローター面背後の圧力を低下させる。タービンローター面の背後の圧力の低下は、タービンブレードを通過する吸引を増大させ、したがって効率を高める。

【0067】

一つ以上の渦エントレイメントデバイスは、空気流に配置された際に、この渦エントレイメントデバイスがローターおよび取り付けられたカウリングを回転させるための付加的なトルクを提供するように作用するように、付加的なブレードチップとして機能する。

【0068】

ディフューザーリングはさらに一つ以上のスロットのギャップを含むことができる。一つ以上のスロットのギャップは、ディフューザーの外部からの高エネルギーの空気がタービン面の背後でディフューザーを流入することを可能とし、これによって低エネルギー後回転空気が再付勢される。理論に束縛されるものではないが、一つ以上のスロットギャップと組み合わせで回転可能なディフューザーリングは、タービン面背後での一つ以上の渦の発生を容易にすることができる。この渦は、空気は圧力の低下を引き起こし、これは、ベンチュリー効果により、タービンローターの面を通して空気を加速させる。タービン面の背後での空気の再付勢はまた、流れの分離を防止し、そしてディフューザーに関連する

寄生抵抗を低減するのに役立つ。

【0069】

ディフューザー構造は、構造体に関連付けられた抗力を低減することができる。ディフューザー構造は、それに限定されないが、円筒形、卵形または円錐形（例えば円錐形）といった、いかなる適切な構造であってもよい。

【0070】

ディフューザーは、少なくとも部分的に空力弾性材料から構成であってもよい。ある実施例では、ディフューザーは、一つ以上の空力弾性フラップから構成することができる。ディフューザーの変形は、支配的な風速に応じて、空気流ストールを抑止するか（低風速の場合）または発生させる（高風速の場合）ことを可能にする。低風速条件（例えば20 m/s未満）では、空気流ストールを抑止することは、迎え角を減少させるディフューザーを調整することを含んでいてもよい。例えば、ディフューザーは、空気流が風力タービンのローターブレードのチップに向けられるように調整することができる。風速に依存した異なる空力形態への構成にディフューザーの受動的な空力弾性調整は、低風速でさえ、風力タービンが電気を発生し続けることを可能とする。高風速条件（例えば20 m/s超）では、空気流ストールを発生させることは、迎え角が大きくなるように、ディフューザーを調整することを含み得る。空気流ストールを発生させることは、高い風速において構造体を保護するために、ディフューザーを通る空気流を低減させかつ/または抵抗を低減させるために使用可能である。空力弾性調整は、タービンディフューザーによって生成される抵抗の大きさを低減するために使用することもできる。

【0071】

機械的にディフューザーおよび/またはタービンローターブレードを調整するシステムを使用するのではなく、ディフューザーの一部を構成するために空力弾性材料を使用することは、風力タービンの複雑さを低減し、信頼性の向上と製造の容易さをもたらす。例えば、ピッチを変化させるための風力タービンローターの調整は、通常、機械的なベアリングおよび/または旋回ドライブを使用して行われていた。旋回ドライブは油圧または電気システムとされることがある。制動システムがまた、タービンローター速度を調整したり、危険な風の状態またはメンテナンスのためにローターを停止させたりするために使用されることがある。これらのシステムは、風力タービンの複雑さを増大させ、突風条件下で十分に素早くブレードのピッチを変更することができない。複雑な旋回および制動システムは故障しがちであり、これは、タービンが強風条件下でその技術的限界を超えた場合に、発電機の過熱および/または風力タービンへの回復不能な損傷を引き起こすことがある。タービンブレードおよびカウリング構造物は、単一部品として成形されても、あるいは少数部品であってもよく、これは、製造コストを削減し、例えば空力弾性材料を使用することで構造的完全性を改善する。例えば、ディフューザーは空力弾性ヒンジシステムを含むことができ、この場合、ディフューザーの一部は、二つのコンポーネントを連結する機械システムの欠点を伴わずに風圧で変形しかつ提供するように意図的に弱められる。

【0072】

さらなる実施形態では、タービンローターブレードはまた、任意選択で、少なくとも部分的に空力弾性材料から構成され、そして風荷重の下で制御された変形を実現するように構成されてもよい。空力弾性材料からタービンローターブレードを構成することは、ブレードを瞬間的な風の状態に応じて受動的に調整することを可能とし、そしてブレードピッチおよびローター速度を調整するための複雑な機械システムの必要性を低減または排除することができる。

【0073】

本明細書に記載されたタービンローターブレードは、中心軸ナセルの後方で、かつ、タービンの主垂直軸線の下流に配置されてもよく、ここで、主垂直軸線は、それを中心としてタービンがヨーイングする軸線である。ある例では、ローターは、タービンが使用されているとき、サポートタワーの下流側（風下側）に配置されてもよい。ある実施例では、タービンの垂直ヨー軸の下流のタービンローターは、タービンローターが、受動的ヨーシ

ステムまたは上記のような受動的ヨーシステムの一部として動作することを可能にする。この例では、タービンは機械的な指向システムを用いずに、風の中へと自由な方角を指すことが可能であり、その他の受動的ヨー追尾システムの必要性を排除し得る。

#### 【0074】

等しいローター直径の古典的な風力タービンと比較して、本明細書に記載されたようなディフューザーによる風力タービンの増強は、電気エネルギーへの風力エネルギーのより効率的な変換に加えて、多くの利点を有する。上述したように、ピーク出力は、風速および半径方向速度分布の制御を介したロータートルクによって操作することができる。追加的な特徴部は後方乱気流を低減するためにディフューザーに組み込むことができるが、これは、タービンを別なタービンに接近させてマウントすることを可能とする。これは、陸上および特に沖合設備にとって経済的な利益を提供する。後方乱気流の低減を容易にするために使用され得る特徴部の数は本明細書に記載されている。さらに、ブレードチップ渦を制御するかあるいは排除ことによって、密閉ローターブレードは、発生する騒音汚染の程度を減少させることができる。ある実施形態では、本明細書に記載したディフューザーシステムはまた、好適な既存のタービンの設置に組み込むことができる。

10

#### 【0075】

ディフューザーは、上記のような一つ以上のタービンブレードを含むタービンローターに接続することができる。いくつかの実施形態では、ディフューザーおよびタービンローターを単一の構造体として構成することができ、別の実施形態では、ディフューザーは、タービンローターブレード、例えば既存タービン設備に対して後付けすることができる。タービンローターブレードは以下の特徴の一つ以上を含むことができる。

20

- (a) 空気流の境界層に乱れを引き起こす所与の表面仕上げの材料から構成されること
- (b) 部分的に波形とされた構造を有すること
- (c) タービュレーターを取り付けること
- (d) 渦ジェネレーターを取り付けること

#### 【0076】

これらの特徴は、境界層を乱流に移行させ、滞留を阻止できる。乱流境界層は、より多くのエネルギーを含み、それゆえより大きな程度の負の圧力勾配に達するまで分離を遅らせ、分離ポイントをさらに下流に効果的に移動させ、そしておそらくは分離を完全に排除する。

30

#### 【0077】

タービュレーターは、機械式タービュレーター（例えばタービンローターブレードに取り付けられたジグザグストリップ）または空気圧タービュレーター（例えば境界層内に空気を吹き込むためのタービンローターブレードの表面の小さな孔）であってもよい。

#### 【0078】

渦ジェネレーターは、小さなベーン、あるいはタービンローターブレードまたはディフューザーの内面に取り付けられたバンプであってもよい。渦ジェネレーターは渦を生成するが、これは、タービンローターブレードと接触状態のゆっくり動いている境界層の外部から、エネルギーッシュな急速に動いている空気を引き込み、境界層を再付勢する。

40

#### 【0079】

ある実施例において、渦ジェネレーターは長方形または断面が三角形である。渦ジェネレーターは、境界層の部分的な厚さに相当する厚さを有することができる。例えば、渦ジェネレーターは、境界層の厚みの50%～90%とすることができる。渦ジェネレーターは、それが局所空気流に対する迎え角を有するように配置することができる。

#### 【0080】

本明細書で説明するディフューザー増強型風力タービンは地上配備タービンに限定されないことは明らかである。ディフューザー増強型タービンは、オフショア風力タービン、例えば浮動タービンとして水中に配置することができる。ディフューザー増強型タービンはまた、空中タービン、例えばテザータービンであってもよい。例えば、ディフューザーはさらに、ブラダーといった揚力コンポーネントを含むことができ、これは、タービンを

50

上昇させるために、空気よりも軽い物質、例えばヘリウムを充填することができる。

【0081】

図1は、一つ以上のタービンローターブレード102に対して固定され、かつ、それと共に回転可能なディフューザー100を示している（本明細書で説明するように、ディフューザー100は、任意選択で、タービンローターの一部として形成されてもよい）。空気は、入口104を経てディフューザーに流入し、そして出口106を経てディフューザーから流出する。ディフューザーは、入口および出口を含む第1のディフューザーリングで形成することができる。図1の実施形態においては、ディフューザー100はタービンローターカウリングを形成するが、このタービンローターカウリングハウジング、風力タービンの水平軸を中心に回転可能なユニットのためのタービンローターに対して一体的に取り付け可能である。タービンローターは、1～10タービンローターブレードといった一つ以上のタービンローターブレード、例えば1ないし4タービンローターブレード、例えば3タービンローターブレードを備える。一つ以上のタービンローターブレードは、それらがタービンローターカウリング100の内面と接続状態となるように配置され、これによってタービンローターカウリングは、タービンローターブレードと共に回転する（例えば、タービンローターカウリングはタービンローターブレードのチップに接続される）。風力タービンローターブレードは、迎え角を増加または減少させるために風条件に応じて調整することができる。ディフューザーは、固定または回転可能である中心軸110を備えることができる。特定の渦エントレイメントジオメトリーを持つディフューザーカウリング後端の回転は、ディフューザー出口の下流に渦を形成する。これは出口圧力を低減し、ローター面を通過する速度を増大させる。

【0082】

ディフューザーは、任意選択で、追加的に、ディフューザーの内部から空気とディフューザーの外部から空気との混合を容易にし、ディフューザー内の空気を再付勢し、圧力低減に貢献し、そして流れの剥離を低減する、上述したような一つ以上のスロットギャップ108を含むことができる。一つ以上のスロットのギャップは、第1のディフューザーリングの全厚みを通して延在してもよい。図1に示すように、ディフューザーは、例えば、フレア状の形態を有することができる。タービン面の背後でのディフューザー容積の拡大は、タービン平の背後での圧力の低減に寄与する。ディフューザーの回転によりタービン面の背後での渦の発生はまた、空気流混合を促進し、流れの剥離を減少させるのを助けることができる。

【0083】

付加的なスロットギャップが第1のまたは他のディフューザーリング上に存在してもよく、任意選択で、これらの付加的なスロットギャップは部分スロットギャップであってもよい（すなわち、スロットギャップはディフューザーの内面上にのみ出口を有し、ディフューザーリングの構造体を通してある程度延在する）。このような部分的な厚みのスロットギャップはプレナムチャンバーに接続することができる。空気は、プレナムチャンバーから送り込まれ、リングの内面のスロットギャップを通過し、ディフューザーを通過する空気流へと至る。素早く移動する送り込まれた空気は、その背後の低速で移動する境界層の空気を引き込み、遅い空気を加速させる。これは、ディフューザーを通る空気流を増加させることができる。空気は、アクティブポンプシステム（例えば外部電源を備えたコンプレッサー）、油圧システムまたは代替機械システムにより、送り込むことができる。プレナムチャンバーは、ディフューザーの外部からプレナムチャンバー内に空気を送り込むことを可能とするために、ディフューザーリングの外面上に入口を有していてもよい。

【0084】

本明細書で説明したスロットギャップは、軸方向に漸進的に減少する全体ダクト断面積を有することができ、これは、ディフューザーリングの内面または下側面へとスロットギャップを経てディフューザーリングの外面または上側面から（ディフューザー内のあるいはその下流の空気圧力に対して）高い圧力の空気を導くことによって、ディフューザーリングの内面または下側面に対して接線方向への、または実質的に接線方向への、より高速



の空気の注入を可能にする。これは、境界層を再付勢し、そして境界層の成長の開始およびディフューザー壁のダクトからの最終的な分離を遅らせる。

【0085】

本発明のある態様においては、ディフューザーリング内に一つ以上のプレナムチャンバーが存在してもよく、それぞれはリングの周囲の一部を構成する。本発明の別の態様では、リングの円周の大部分を通して延びる一つのプレナムチャンバーが存在してもよい。

本発明のある態様（一つのプレナムチャンバーがリングの円周の大部分を構成する）では、プレナムチャンバーは、さらに、リングに構造的サポートを提供するように構成された一つ以上のディバイダーまたはパーティションを含むことができる。一つ以上のプレナムチャンバーが組み込まれるとき、ポンプシステムは、任意選択で、必要に応じて、オン・オフ切り換えされてもよい。他の実施形態では、システムは能動的送り込みを伴わない受動的システムであってもよい。

【0086】

図2に例示的スロットギャップの代表的拡大図である。ある実施形態では、ディフューザーリングは、一つ以上のスロットギャップ200、202を含むことができ、各スロットギャップはディフューザーリングの内面と外面との間にチャンネルを形成する。スロットギャップを通過する空気は、自由流れ値に近い全圧、例えば乱されていない空気流の圧力を有することができる。一つ以上のスロットギャップは、ディフューザーの外部からの高エネルギー空気流がディフューザー壁を経てディフューザーに流入することを可能とすることにより、高エネルギー空気流が、ディフューザー内の低エネルギー空気流を再付勢することを可能にする。これは、流れの剥離を防ぎ、増強されたディフューザーを実現する。一つ以上のスロットギャップが非常に湾曲されたディフューザーリングの内部の領域に配置されてもよい。大きなチャンバーを有するディフューザーの内部の領域へのスロットギャップの配置は、ディフューザーを通過すると低エネルギー空気とスロットギャップを通過して流入する高エネルギー空気との混合を容易にする。複数の渦ジェネレーター204も、ディフューザーリングの後縁に取り付けられた状態で、図2に示されている。

【0087】

図3は、スロットギャップの他の実施例を示す。ディフューザーの外部からの空気は、ディフューザーリングの外面上の入口300を通して流入する。スロットギャップ302は軸方向に漸進的に減少する全体的ダクト断面積を有し、これが空気を加速する。高速空気は、スロットギャップ304の出口を経てディフューザーリングの内部に出る。空気はディフューザーの内面に対して接線方向にスロットギャップを出て行くことができる。

【0088】

図4は、プレナムチャンバーを含む部分スロットギャップの例示的な実施形態を示す。ディフューザーの外部から空気は、外面の入口402を経てプレナムチャンバー400に流入する。空気は、入口400を経てプレナムチャンバー402内に積極的に送り込まれてもよく、あるいはシステムは受動的であってもよい。空気は、出口404、例えば部分的スロットギャップを経てプレナムチャンバー402を出て行く。出口404は、ディフューザーの内部表面に対して接線方向であってもよい。接線方向への、または実質的に接線方向への空気の吹込みは境界層を再付勢し、境界層成長の開始およびディフューザー壁のダクトからの最終的な分離を遅らせる。

【0089】

本発明の別な態様によれば、水平軸風力タービンディフューザーは、入口および出口を備えた第1のディフューザーリングと、ディフューザーの後端縁に取り付けられた一つ以上の渦エントレイメントデバイスとを備えることができ、第1のディフューザーリングは、風力タービンの水平軸を中心に回転可能であるユニットを形成するようタービンローターに一体的に取り付け可能であるタービンローターカウリングを形成するように構成されている。一つ以上の渦エントレイメントデバイスは渦エントレイメントシステムを形成してもよい。一つ以上の渦エントレイメントデバイスは、動的な、空力弾性渦エントレイメントデバイスであってもよい。ある実施形態では、上述したように、一つ以上の渦エント

10

20

30

40

50

レイメントデバイスは、ディフューザーリングの後縁に固定されている。渦エントレイメントデバイスは、離散した局所回転の流れに与える形状を有するデバイスである。渦エントレイメントデバイスは、渦の発生を可能にするデバイス、例えばフィン、鋸歯、カスプであってもよい。しかしながら、本明細書に記載された例示的形状は単なる事例に過ぎず、他の形状が使用可能であることは明らかである。渦エントレイメントデバイスは、ディフューザーを出る低エネルギー空気流とディフューザーを通過する高エネルギーの空気流とを混合することにより、上述した再付勢機能を発揮することができる。例えば渦エントレイメントデバイスは、ディフューザーの下流で、多数の微細渦を発生させることができる。これは、誘導抵抗の減少をもたらす。

【0090】

10

例えば、渦エントレイメントデバイスのチップは、ディフューザーが受ける誘起抗力を減少させるディフューザーの残部よりも高い度合の掃引を有していてもよい。追加的または代替的に、渦エントレイメントデバイスは、微細構造渦を生成させ、さらにタービン面背後の圧力を低減すると共に揚力誘起抗力を低減するために、上方に傾けて翼先端近傍の局所の上反角を増大させてもよい。

【0091】

渦エントレイメントデバイスは形状に関して剛体であってもよい。他の実施形態では、渦エントレイメントデバイスは、さまざまな風荷重において誘起される抵抗および渦エントレイメントの低減を最適化するために、異なる風荷重下で、それらが動的に変形するように空力弾性体であってもよい。

20

【0092】

図5が、渦エントレイメントシステムを含むディフューザーリングの例を示す図である。ある実施形態では、渦エントレイメントシステム500は、動的、空力弾性、渦エントレイメントデバイスであってもよい一つ以上の渦エントレイメントデバイスを備えることができる。ある実施形態では、渦エントレイメントシステムは、それ自体を包み込む複数の微細構造渦を形成でき、これによって、単純なジオメトリーによって見出され得るよりも低い圧力をタービンローター面から下流側に引き起こす。タービンローター面の背後の圧力の減少はタービンブレードを通過する吸引を増大させ、したがって効率を高める。図5に示すように、渦エントレイメントデバイスは第1のディフューザーリングの後縁に取り付けることが可能であるが、それはディフューザーの後縁のいずれかまたは全てに取り付けられてもよいことは明らかである。

30

【0093】

改変されたタービンローターブレード102、スロットのギャップ302, 400、渦ジェネレーター204または渦エントレイメントシステム500の一つ以上は、ディフューザーへの誘導抗力を低減し、風力タービンシステムの効率を向上させるために、単独で、または本明細書に開示された本発明のディフューザーのいずれかと組み合わせて使用することができる。さらに、ディフューザー増強型風力タービンにおけるこれらの特徴部の一つ以上の使用は、下流後方乱流を低減するのに役立つ。後方乱流は、タービンローター面の後方での伴流渦の形成によって引き起こされる。後方乱流を低減することで、これら特徴部のいずれかを伴わずに、タービンを、非増強型タービンあるいはディフューザー増強型タービンよりも、さらに互いに接近状態で設置することが可能となる。タービンを互いにより接近状態で設置する機能は、効率を向上させ、一般的な風力発電所の環境への影響およびコストを削減する。例えば、増大した効率によって、同じ量の電力を、従来の風力発電所が必要とするであろうよりも小さな土地面積で発生させることが可能となり（土地コストの削減および景観への視覚的影響の低減）、あるいは、より多くの電力を同じ広さの土地で発生させることが可能となる（出力増大）。

40

【0094】

本明細書で提示される別な態様では、ディフューザーは、風力タービンの水平軸を中心に回転可能である少なくとも一つのディフューザーリングと、少なくとも一つのさらなるディフューザーリングとを有する。ある実施形態においては、少なくとも一つのさらなる

50

ディフューザーリングは、静的なもの（例えば水平軸を中心として非回転）であってもよい。

【0095】

さらなる実施形態では、それぞれ、全周囲スロットギャップによって分離させることができる一つ以上のさらなるディフューザーリングが存在する（例えば、一つ以上のディフューザーリングは、動的、あるいは、特に、静的なものであってもよい）。全周囲スロットギャップは、高エネルギー空気がディフューザーに流入することを可能とする。

【0096】

ある実施形態では、一つ以上のさらなるディフューザーリングの各々の入口面積は、それから直ぐ上流のディフューザーリングの出口面積よりも小さく、そして出口面積はその入口面積よりも大きいあるいはそれに等しい。複数のディフューザーリングを有する実施形態では、ディフューザーの全体的出口面積は、その断面積よりも大きくてもよい。

【0097】

ディフューザーリングは、各ディフューザーリングが、下流方向において、先行リングよりも小さい空力キャンパーを有するように構成されてもよい。ある実施形態では、ディフューザーリングのそれぞれは、下流方向に、前のディフューザーリングよりも小さなキャンパーを有する。理論によって束縛されるものではないが、これは、幾何学的に増大するディフューザダクトの形成につながり、漸進的に低くなる出口圧力を生じると考えられる。

【0098】

少なくとも一つの静的リングと、上記の動的リングを有するディフューザー増強型風力タービンは、一つ以上の発電機を含んでもよく、一つ以上の発電機は、少なくとも一つ以上の発電機ステーターと少なくとも一つ以上の発電機ローターとを含み、ステーターまたはローターの一方は、静的ディフューザーリングに固定されるか、あるいはそれに組み込まれ、あるいは発電機ローターは動的リングに固定されるか、それに組み込まれる。ディフューザーに組み込まれた発電機とタービンローターブレードは、中央サポート軸内の発電機を増強するかあるいはそれと置き換わってもよい。

【0099】

図6を参照して説明したような実施形態では、回転可能なディフューザーリング600は静的ディフューザーリング602の下流に配置される。回転可能ディフューザーリング600および静的ディフューザーリング602は、上述の特徴のいずれかを含むことができる。たとえば両方が一つ以上の渦エントレイメントデバイス（図示せず）を含んでもよい。上述したように、静的および回転可能なディフューザーリングはスロットギャップ604を含むことができる。全周囲スロットギャップ606は、ディフューザーリング間に配置することができる。静的ディフューザーリング602はまた、一つ以上のガイドベーンを含むことができる。図6を参照して説明した実施形態では、ガイドベーンは、前回転ガイドベーンである。例えば、前回転ガイドベーンは、ディフューザーに入る空気流の旋回を低減し、これによってタービン面を通る空気効率を高める。さらなる実施例では、ガイドベーンは翼形状であってもよいが、これは必須ではなく、適切な形状を利用できる。ガイドベーンは、ディフューザーに付加的な構造的サポートを提供するように構成されてもよい。付加的な構造的サポートは、例えば異なる風荷重に起因する、ディフューザーの空力弾性変形を容易にすることができる。回転可能なディフューザーリングは、任意選択で、タービン面の背後の圧力を低減するために、入口面積よりも大きな出口面積を有していてもよい。

【0100】

ある実施形態では、複数の静的ディフューザーリングは、第1の回転可能なディフューザーリングの下流に配置されてもよい。静的ディフューザーリングは入口および出口を備えることができ、ここで、各下流側静的ディフューザーリングの入口面積は直ぐ上流の静的ディフューザーリングの出口面積よりも小さく、各それぞれの静的ディフューザーリングの出口面積は、そのディフューザーリングの入口面積よりも大きい、あるいはそれと

等しい（例えば、ディフューザーリングのそれぞれの断面プロファイルは円錐形あるいは円柱形（例えば円錐形）であってもよい）。例えば、各ディフューザーリングの出口面積は、その入口面積よりも大きくてもよい。

#### 【0101】

本明細書に記載されているように、複数の静的ディフューザーリングを有するディフューザー構造は、断面積の大幅な増加を伴わずに、出口面積の大きな拡張をもたらすことができる。これは、空気がタービンを通して加速されることを可能とし、タービンのサイズの大幅な増大に関連した問題を克服しつつ効率の向上を実現する。出口面積の拡張は、例えば入口面積の2:1~5:1（例えば2.5:1ないし4.5:1）倍といった、入口領域の面積の1.2~10倍の範囲にあってもよい。

10

#### 【0102】

第1のディフューザーリング入口面積に対する全体的ディフューザー出口面積の比率は、第1のディフューザーリング入口領域に対する最大のディフューザー断面積の比率よりも大きなものである。第1のディフューザーリング入口面積に対する全体的ディフューザーリング出口面積の適切な比率の例は、2:1, 2.5:1, 3.2:1, 4:1, 4.5:1, 3.2:1（例えば、3.2:1といった、2.1:1, 3.2:1）であってもよい。

#### 【0103】

ある実施形態では、ディフューザーリングの一つ以上は、さらに一つ以上の吸引スロットを含むことができる。吸引スロットは、圧縮ノズルジオメトリーといった、軸方向（すなわち空気流の方向）に漸進的に増大する全体的ダクト断面積を有していてもよく、境界層は吸引スロットによって接線方向に再付勢されないが、実質的に垂直な様式で吸い出される。吸引スロットはまた、任意選択で、外部の通気構造体に連結されてもよい。吸引スロットは、部分的な厚みの（すなわちディフューザーリングの一部のみを通して延在する）吸引スロットであってもよい。部分的な厚みの吸引スロットはプレナムチャンバーに接続されてもよい。

20

#### 【0104】

図7は吸引スロットの例を示す図である。ある実施形態では、低エネルギー境界層空気が吸引スロット入口700を介してディフューザーから引き出される。空気は、ディフューザーの内面に対して垂直に引き出されてもよい。吸引スロット702の拡張は、吸引スロットを出て行く空気の圧力を減少させ、そしてベンチュリー効果によってディフューザーからの低エネルギー境界層空気の吸引を容易にする。ディフューザーの外表面上を移動する高エネルギー空気は、低エネルギー空気との混合およびその付勢によって、境界層の引き出しを容易にする。

30

#### 【0105】

図8は、プレナムチャンバーに接続された部分的吸引スロットの例を示す図である。ある実施形態では、低エネルギー境界層空気は、吸引スロット入口800を経てディフューザーから引き出される。空気はディフューザーの内面に対して垂直に引き出されてもよい。プレナムチャンバー802内の圧力は、吸引スロット内に空気を引き込むプレナムチャンバーを排気するために機械的に低減させることができる。空気は、ベント構造体に接続されてもよい出口スロット804を経てプレナムチャンバーから出ることができる。

40

#### 【0106】

ベント構造体は、直接、吸引スロットに接続されてもよく、あるいは任意選択で、スロットのギャップに関連して上述したプレナムチャンバーといったプレナムチャンバーを介して吸引口に接続されてもよい。本発明の別の実施形態では、空気は、プレナムチャンバーから能動的にまたは受動的に吸引され、そしてタービン面の背後で圧力を減少させるのを助けるためにリングの外面上の一つ以上の吸引スロットを通過してもよい。ベント構造体はディフューザーを通過する高エネルギー空気にディフューザーの出口をもたらすことができる。高エネルギー空気流とのこの相互作用は、ディフューザーを出る空気の停滞を阻止する。ベント構造体はまた、その断面を増大させることなく、デバイスの出口面積を

50

増加させる。さらに、ベント構造体はフラップ構造体にディフューザーリングを接続することにより、構造的完全性を増加させるために使用することができる。ベント構造は、それが回転する際に、リングへのトルク増大を促進するために非対称な設計であってもよい。

#### 【0107】

ディフューザーに取り付けられたベント構造体は、ディフューザーの外側において、僅かに偏揺れした風を捕捉するのに役立ち、これは、ディフューザーに対して高圧の外部を形成し、より効率的に吸引をもたらすことができる。ある実施例では、ベント構造体は、下の低圧空気内へとディフューザーの外面上の高圧空気がディフューザーの上を動くのを阻止し、誘導抗力を引き起こす。ベント構造体は、タービンのヨー調整を助けることができ、かつ、代替的な受動風力ヨー追尾システムの必要性を排除することができる。多くの現代の風力タービンは、アクティブヨー追尾システムを有し、ベント構造体の使用は、アクティブ風力追尾を支援できる。

10

#### 【0108】

ベント構造体は、ディフューザーからの空気の抽出を増大させるために、アクティブポンプシステムと組み合わせて使用することができる。別の実施形態では、ベント構造体は、（受動とは対照的に）高エネルギー吹込みスロットギャップに対して、あるいは上記の能動的に送り込まれるスロットギャップに対して、空気を供給するために使用することができる。

20

#### 【0109】

ベント構造体自体は、半径方向に延在する、迎え角で翼形として体现されたローターのチップとして形成されてもよく、それ自体によってアセンブリから付加的な供給可能なトルクを生じる。

#### 【0110】

静的ディフューザーリングが回転可能なディフューザーリングの下流に配置される実施形態では、静的ディフューザーリングはさらに、一つ以上のベント構造体を含むことができる。

#### 【0111】

図9はディフューザーのある実施形態を示しており、ここで、回転可能なディフューザーリング900は静的ディフューザーリング902の上流にある。図9に示すディフューザー構造の静的ディフューザーリング902は、任意選択で、タービン面の背後に配置された一つ以上の後回転ガイドベーン（図示せず）を含むことができる。図9に示すようなディフューザー構造は任意選択で、増大した出口面積を、したがってタービン面の背後での圧力の増大した低減を実現するために、一つ以上の渦エントレイメントデバイス、ディフューザーリング内のスロットのギャップ、ディフューザーリング間の全周囲スロットギャップ、付加的な静的ディフューザーリング、吸引ベントといった上記特徴のいずれかまたは全てを含むことができる。ディフューザーのある実施形態では、ディフューザーリングは、それがディフューザーを通過する際に空気を再付勢する全周囲スロットギャップによって互いに分離させられてもよい。

30

#### 【0112】

さらなる実施形態では、一つ以上のタービンローターが存在する場合、タービンローターは逆回転するローターであってもよく、これは、同じ発電機あるいは異なる発電機（例えば同じ発電機）を作動させることができる。二つ以上の反転タービンローターは、複雑な減速機構およびヨーイング機構の必要性を排除することができる。反転タービンローターは、発電機の回転数を増加させるために使用することができる。ある例では、後方のものに衝突するのを回避するために、各タービンローターにおける一つ以上のタービンローターブレードは前方に僅かに傾斜させられてもよい。別の例では、一つ以上のタービンあるいはそれ以上のタービンは異なる直径を有していてもよい。

40

#### 【0113】

ある実施形態では、一つ以上のタービンローターの各々は、ローターの周りでタービン

50

カウリングを形成するディフューザーリングに対して固定されかつそれと共に回転可能である。これらディフューザーリングは、風力タービンの水平軸を中心に回転可能であるユニットを形成するためにタービンローターに対して一体的に取り付け可能であるタービンローターカウリングを形成するように構成されている。いくつかのローターの実施形態では、ディフューザー全体が回転可能であってもよい。別の実施形態では、動的ディフューザーリングは、各動的ディフューザーリング間のディフューザーの少なくとも一つの静的コンポーネント（例えば静的ディフューザーリング）によって分離させることができる。例えば、逆回転する二つのローターが存在する場合には、二つの動的ディフューザーリングは、少なくとも一つの静的コンポーネント、例えば静止ディフューザーリングにより分離させることができる。ディフューザー内の各ディフューザーリングは全周囲スロットギャップによって分離させることができる。一つ以上の付加的なディフューザーリングは、入口および出口と、任意選択で、ディフューザーリングの内面から延在しかつ第1のディフューザーリングの全体的厚みを通して延在する一つ以上のスロットギャップを備える。

10

20

30

40

50

#### 【0114】

図10は、実質的に同軸のローターを有するディフューザー増強型風力タービンの側面図であり、ここで、一つ以上のタービンブレードを含む第1のタービンローター1000、および一つ以上のタービンブレードを含む第2のタービンローター1002は、同じ中心ドライブ軸（図示せず）に接続可能である。一つ以上のタービンローター1000、2000は、それぞれ、ディフューザーリング1004、1006に対して固定され、かつ、それと共に回転可能であるが、これがローターの周囲でタービнкаウリングを形成する。回転可能なディフューザーリングは、静的ディフューザーリング1008によって分離させられている。ディフューザーリングの各々は、任意選択で、一つ以上のスロットギャップ1010を有することができる。全周囲スロットギャップ1012がディフューザーリングを分離させる。

#### 【0115】

図1ないし図10を参照して本明細書で説明するディフューザー実施形態は、例示的な形態であり、限定を意図してはいない。当然ながら、回転可能なディフューザーのいかなる適切な組み合わせ、例えば、回転可能 回転可能、静的 回転可能 静的、回転可能 静的 回転可能 静的あるいはその他が使用されてもよい。

#### 【0116】

当然ながら、完全に回転可能なディフューザーを使用する態様に関する、本明細書で説明したようなディフューザー形態、および部分的に回転可能なディフューザーに関連する態様はまた、図1ないし図6を参照して説明したその他の特徴のいずれかまたは全てを（単独で、あるいは組み合わせて）含むことができる。

#### 【0117】

本明細書に提示したいかなる範囲あるいはデバイス値は、当業者には明らかであるように追及される効果を損なうことなく拡張あるいは変更することが可能である。

#### 【0118】

上述の利益および利点は、一つの実施形態に関連してもよく、あるいは複数の実施形態に関連していてもよいことは明らかである。実施形態は、上記課題のいずれかまたは全てを解決するもの、あるいは上記利益および利点のいずれかまたは全てを有するものに限定されるものではない。

#### 【0119】

「一つ」の品目への参照は、これら品目の一つ以上を意味する。「～を備える」とのよくは、特定された方法ブロックあるいは要素を含むことを意味するように本明細書中では使用されているが、そうしたブロックまたは要素は、それは排他的なリストを含んでおらず、そして方法またはデバイスは付加的なブロックまたは要素を含むことができる。

#### 【0120】

本明細書に記載された方法のステップは、任意の適切な順序で、あるいは適切ならば同時に実施することができる。さらに、個々のブロックは、本明細書に記載される対象事項

の趣旨および範囲から逸脱することなく、方法のいずれかから削除されてもよい。上述した実施例のいずれかの態様は、求められる効果を損なうことなく、さらなる実施例を形成するために、説明された他の実施例のいずれかの態様と組み合わせることができる。特定された方法ブロックまたは要素は排他的なリストを含んでおらず、ある方法またはデバイスは付加的なブロックまたは要素を含むことができる。

#### 【0121】

好ましい実施形態の上記説明は単なる例として提示されたものであり、当業者はさまざまな変更をなし得ることは明らかである。さまざまな実施形態について、ある程度の特殊性と共に、または一つ以上の個々の実施形態を参照して説明してきたが、当業者であれば、本発明の趣旨または範囲から逸脱することなく、開示された実施形態に対して数多くの変更を行うことができる。

10

#### 【0122】

上述の利益および利点は一実施形態に関連してもよく、あるいは複数の実施形態に関連していてもよいことは明らかである。実施形態は、上記課題のいずれかまたは全てを解決するもの、あるいは上記利益および利点のいずれかまたは全てを有するものに限定されない。

#### 【符号の説明】

#### 【0123】

- 100 ディフューザー
- 102 タービンローターブレード
- 104 入口
- 106 出口
- 108 スロットギャップ
- 110 中心軸
- 200, 202 スロットギャップ
- 204 渦ジェネレーター
- 300 入口
- 302 スロットギャップ
- 400 プレナムチャンバー
- 402 入口
- 404 出口
- 500 渦エントレイメントシステム
- 600 回転可能ディフューザーリング
- 602 静的ディフューザーリング
- 604 スロットギャップ
- 606 全周囲スロットギャップ
- 700 吸引スロット入口
- 702 吸引スロット
- 800 吸引スロット入口
- 802 プレナムチャンバー
- 804 出口スロット
- 900 ディフューザーリング
- 902 静的ディフューザーリング
- 1000 第1のタービンローター
- 1002 第2のタービンローター
- 1004, 1006 ディフューザーリング
- 1008 静的ディフューザーリング
- 1010 スロットギャップ
- 1012 全周囲スロットギャップ

20

30

40

【図 1】

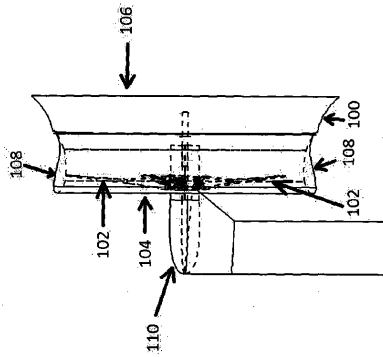
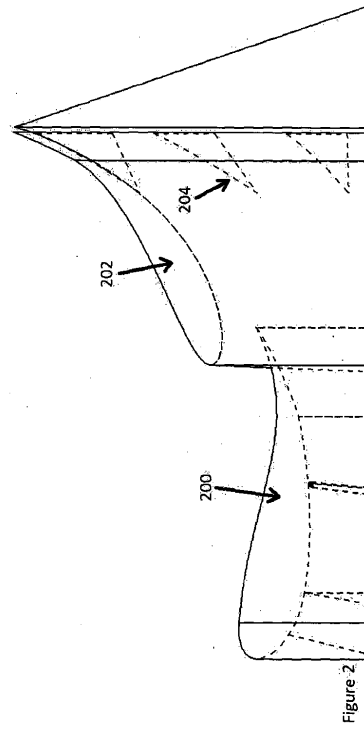
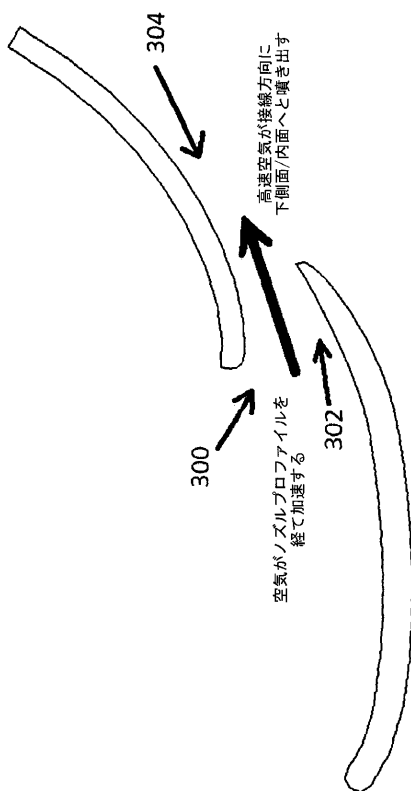


FIGURE 1

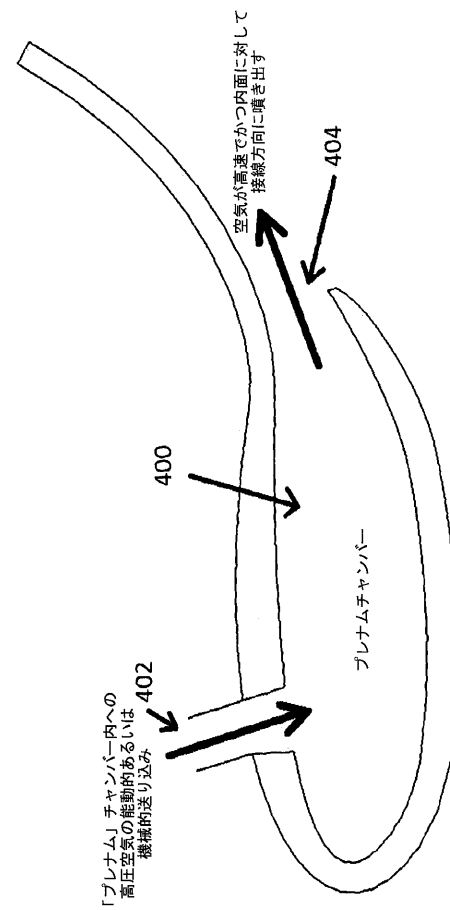
【図 2】



【図 3】



【図 4】





【図 5】

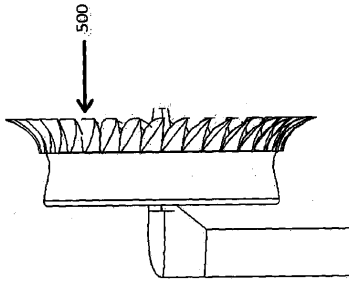


FIGURE 5

【図 6】

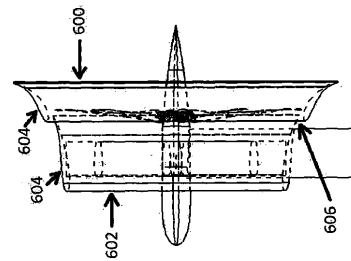
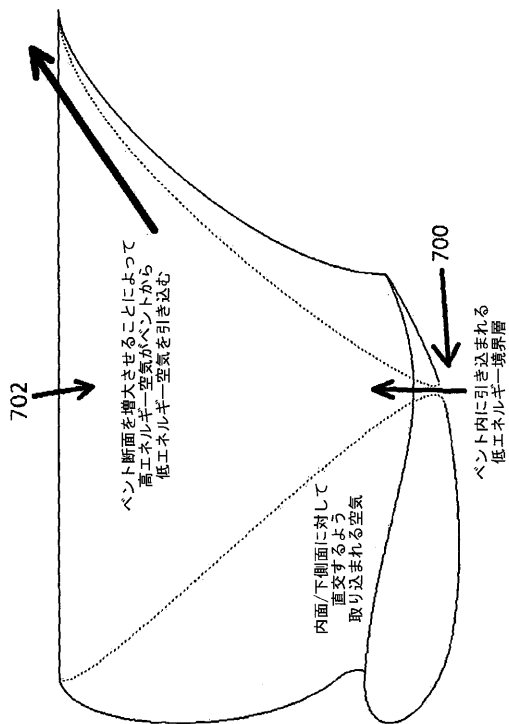
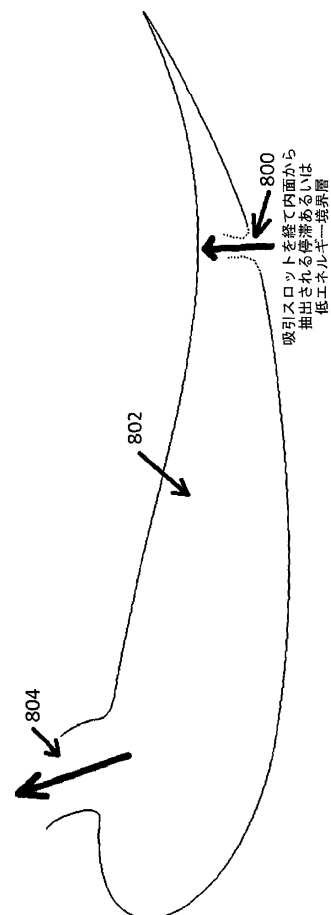


FIGURE 6

【図 7】



【図 8】



【図 9】

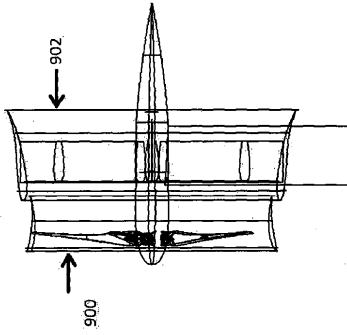


FIGURE 9

【図 10】

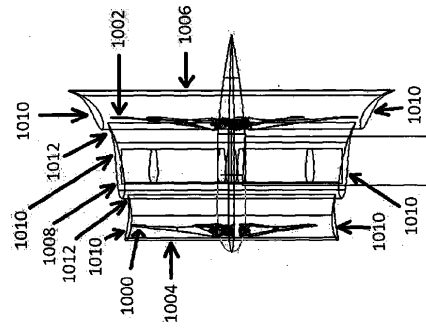


FIGURE 10

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/GB2012/050885

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. F03D1/02 F03D1/04 F03D1/06 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> 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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 804 090 C (PAUL DUEMMEL) 16 April 1951 (1951-04-16) figures	1-10, 13-39
X	RU 2 136 958 C1 (MALYSHKIN VIKTOR MIKHAJLOVICH; KALASHNIKOV SERGEJ PETROVICH) 10 September 1999 (1999-09-10) figures	1-10, 13-15, 17-39
X	FR 1 007 883 A (SCIENT ET TECH BUREAU ET) 12 May 1952 (1952-05-12) figure page 2	1-10, 13-39
----- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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
25 June 2012		02/07/2012
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/GB2012/050885

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/043367 A1 (GORIN VADIM KONSTANTINOVICH [RU]) 17 April 2008 (2008-04-17)  figures -----	2-4,7, 10,13, 15-17, 19-21, 32,34
A	US 4 075 500 A (OMAN RICHARD A ET AL) 21 February 1978 (1978-02-21) figures 3-5 -----	2-4, 19-22,34
A	US 4 720 640 A (ANDERSON BJORN M S [US] ET AL) 19 January 1988 (1988-01-19)  figures column 14, line 33 - line 44 -----	2-4, 19-22, 34,36,37
A	WO 2009/076479 A2 (SQUARED WIND INC V [US]; FREDA ROBERT M [US]) 18 June 2009 (2009-06-18) paragraph [0095] - paragraph [00105] -----	24-26, 35-37

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/GB2012/050885

## Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
  
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
  
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

## Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/GB2012/050885

**FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210**

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-5(completely); 7-39(partially)

Horizontal axis wind turbine comprising a rotatable diffuser ring with one or more slot gaps creating a channel between the interior and exterior surface of the diffuser ring

---

2. claims: 6(completely); 7-39(partially)

Horizontal axis wind turbine comprising a rotatable diffuser ring and one or more static diffuser rings

---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2012/050885

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 804090	C	16-04-1951	NONE
RU 2136958	C1	10-09-1999	NONE
FR 1007883	A	12-05-1952	NONE
WO 2008043367	A1	17-04-2008	NONE
US 4075500	A	21-02-1978	NONE
US 4720640	A	19-01-1988	NONE
WO 2009076479	A2	18-06-2009	CA 2708362 A1 18-06-2009
			CN 101939536 A 05-01-2011
			EP 2229529 A2 22-09-2010
			US 2009146435 A1 11-06-2009
			US 2011049904 A1 03-03-2011
			US 2012057974 A1 08-03-2012
			WO 2009076479 A2 18-06-2009

## 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, JP, 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, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

(72)発明者 ベン・デヴィッド・ウッド

イギリス・オックスフォードシャー・OX1 1BY・オックスフォード・ニュー・ロード・(番地なし)・オックスフォード・センター・フォー・イノベーション・オフィス・F1・ダイナミック・リミテッド

Fターム(参考) 3H178 AA03 AA04 AA21 AA22 AA24 AA43 AA53 BB31 CC03 CC04  
CC21 DD03Z DD12Z DD30X DD42Z DD47Z