

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号  
特表2017-527742  
(P2017-527742A)

(43) 公表日 平成29年9月21日(2017.9.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO3B 17/06 (2006.01)	FO3B 17/06	3G081
FO1D 5/02 (2006.01)	FO1D 5/02	3G202
FO1D 9/02 (2006.01)	FO1D 9/02	3H074
FO2C 1/04 (2006.01)	FO2C 1/04	
FO1K 25/10 (2006.01)	FO1K 25/10 R	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)		

(21) 出願番号	特願2017-521066 (P2017-521066)	(71) 出願人	516388218
(86) (22) 出願日	平成27年6月19日 (2015. 6. 19)		ベトロビック、ウラジミール、エム.
(85) 翻訳文提出日	平成29年2月23日 (2017. 2. 23)		アメリカ合衆国、01106 マサチュー
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/036730		セッツ州、ロングメドー、25 ファーミ
(87) 国際公開番号	W02015/200134		ントン アベニュー
(87) 国際公開日	平成27年12月30日 (2015. 12. 30)	(71) 出願人	516388229
(31) 優先権主張番号	62/016, 162		エシュティアーギ、アミアホセイン
(32) 優先日	平成26年6月24日 (2014. 6. 24)		アメリカ合衆国、01075 マサチュー
(33) 優先権主張国	米国 (US)		セッツ州、サウス ハドリー、14 ペン
		(74) 代理人	100104411
			弁理士 矢口 太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギー抽出装置および方法

(57) 【要約】

【解決手段】 流体循環システムのインデックスラン以外の経路位置に設置され、導管中の移動する流体内のエネルギーを収穫するエネルギー抽出システムであって、このエネルギー抽出システムは、ハウジングと複数のディスクとを含み、前記移動する流体から運動エネルギーを収穫する少なくとも1つのタービンアセンブリと、前記複数のディスクを駆動するために、前記流体導管から前記移動する流体を受け取って前記タービンハウジング内に方向付ける入口と、前記移動する流体を前記タービンハウジングから前記流体導管に戻す出口とを含む。前記複数のディスクには出口開口部を含めることができ、この出口開口部は、移動する作動流体とディスクの接触部のらせん状経路の長さを最大限に伸ばす。

【選択図】 図1

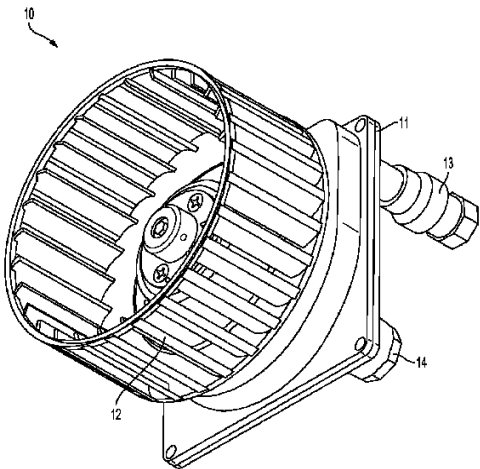


FIG. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

流体循環システムのインデックスラン以外の経路位置 ( o f f - i n d e x   r u n  
l o c a t i o n s ) に設置され、導管内を移動する流体内のエネルギーを収穫するエネ  
ルギー抽出システムであって、

ハウジングと複数のディスクとを含み、前記移動する流体から運動エネルギーを収穫す  
る少なくとも 1 つのタービンアセンブリと、

前記複数のディスクを駆動するために、前記流体導管から前記移動する流体を受け取っ  
て、前記移動する流体を前記タービンハウジング内に方向付ける入口と、

前記移動する流体を前記タービンハウジングから前記流体導管に戻すための出口と  
を有し、

前記複数のディスクのうち少なくとも 1 つは、前記移動する流体とディスクの接触部の  
らせん状経路の長さを最適化する出口開口部を有するものである、

エネルギー抽出システム。

**【請求項 2】**

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記少なくとも 1 つのタービンアセンブリはハブを  
有し、このハブは、前記複数のディスクの特定の位置へ向けて、前記複数のディスクの回  
転軸に対し特定の角度で、前記移動する流体を吐出するように構成された複数のノズルを  
含み、これにより、タービン効率が最大化されるものであるシステム。

**【請求項 3】**

請求項 2 記載のシステムにおいて、前記タービンハウジングは、前記複数のディスクの  
回転中に慣性エネルギーを提供するフライホイールを有するものであるシステム。

**【請求項 4】**

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記移動する流体は、

水、

グリコール、

冷媒、

原油、

下水、

生活雑排水、

蒸気、

気体、または、

他の任意の非ニュートン流体

を有するものであるシステム。

**【請求項 5】**

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記少なくとも 1 つのタービンアセンブリは、少な  
くとも 1 つのテスラタービンを有するものであるシステム。

**【請求項 6】**

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記少なくとも 1 つのタービンアセンブリは、利用  
可能な流体流を最大限利用するために並列に連結された複数のタービンを含むものであ  
るシステム。

**【請求項 7】**

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記少なくとも 1 つのタービンアセンブリは、利用  
可能な流体水頭圧を最大限利用するために直列に連結された複数のタービンを含むもの  
であるシステム。

**【請求項 8】**

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記少なくとも 1 つのタービンアセンブリは、利用  
可能な流体流を最大限利用するために並列に連結され、望ましい圧力低下を実現するた  
めに直列に連結された、複数のタービンを含むものであるシステム。

**【請求項 9】**

10

20

30

40

50

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記複数のディスクのうち少なくとも 1 つは、平坦で滑らかな表面を有するか、若しくは、利用中の流体および当該流体に関連するレイノルズ数に応じてエッチングされた表面を有するものであるシステム。

【請求項 1 0】

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記複数のディスクのうち少なくとも 1 つは、外径対内径の比が約 2 未満のリングであるシステム。

【請求項 1 1】

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記複数のディスクの各々は、当該ディスクの離間関係を保つため、磁気素子を有するものであるシステム。

【請求項 1 2】

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記少なくとも 1 つのタービンアセンブリは、前記移動する流体から収穫された運動エネルギーを回転エネルギーへと伝達するシャフトを有するものであるシステム。

【請求項 1 3】

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記少なくとも 1 つのタービンアセンブリは、前記移動する流体から収穫された運動エネルギーを回転エネルギーへと伝達するシャフトを有し、当該シャフトは、前記タービンアセンブリの効率を最大化するために、磁気ベアリングを有するものであるシステム。

【請求項 1 4】

請求項 13 記載のシステムにおいて、さらに、  
前記シャフトに連結され、前記回転エネルギーを受け取るように構成された仕事実装装置を有するものであるシステム。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 記載のシステムにおいて、前記仕事実装装置は、ファンを有するものであるシステム。

【請求項 1 6】

請求項 1 4 記載のシステムにおいて、前記仕事実装装置は、発電機を有するものであるシステム。

【請求項 1 7】

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記循環システムは建築物の冷暖房空調（HVAC）システムを有し、インデックスランは、前記建築物の配管システム内で圧力損失が最高である指定分岐経路に対し、少なくとも、その分岐経路上の各熱交換ユニットによる加熱および冷却の需要を満たす上で十分な流体流を提供するように構成されるものであるシステム。

【請求項 1 8】

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記少なくとも 1 つのタービンアセンブリは、前記移動する流体の速度を高めるために、前記入口から前記複数のディスクのうち少なくとも 1 つに前記移動する流体を方向付ける少なくとも 1 つのノズルを有するものであるシステム。

【請求項 1 9】

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記複数のディスク間の間隔は、前記移動する流体と前記複数のディスクとの接触表面を最大化するものであり、前記間隔はマイクロスケールまたはナノスケールであるシステム。

【請求項 2 0】

バランス弁と直列配置された流体循環システムの導管において、移動する流体内のエネルギーを収穫する方法であって、

前記循環システムのインデックスラン以外の経路位置を特定してエネルギー抽出装置を設置する工程と、

前記エネルギー抽出装置の入口を前記導管の一部に連結して前記移動する流体を前記導管から受け取る工程と、

10

20

30

40

50

前記エネルギー抽出装置の出口を前記導管の別の一部に連結して前記移動する流体を前記導管に戻す工程と

を有し、

前記エネルギー抽出装置は、前記導管内の前記移動する流体の運動エネルギーを利用して、当該運動エネルギーを回転エネルギーに変換するタービンアセンブリを有する方法。

【請求項 2 1】

請求項 2 0 記載の方法において、前記タービンアセンブリは、前記移動する流体から運動エネルギーを収穫するように構成されたハウジングと複数のディスクとを有するものである方法。

10

【請求項 2 2】

請求項 2 1 記載の方法において、前記複数のディスクのうち少なくとも 1 つは、前記移動する流体とディスクの接触部のらせん状経路の長さを最適化する出口開口部を有するものである方法。

【請求項 2 3】

請求項 2 0 記載の方法において、前記タービンアセンブリはハブを有し、このハブは、前記複数のディスクの特定の位置へ向けて、前記複数のディスクの回転軸に対し特定の角度で、前記移動する流体を吐出するように構成された複数のノズルを含み、これにより、タービン効率が最大化されるものである方法。

20

【請求項 2 4】

流体循環システムのインデックスラン以外の経路位置に連結し、導管内を移動する流体内の運動エネルギーを収穫するエネルギー抽出装置であって、

ハウジングと複数のディスクとを含み、前記移動する流体から運動エネルギーを収穫する少なくとも 1 つのタービンアセンブリと、

前記複数のディスクを駆動するために、前記流体導管から前記移動する流体を受け取って、前記移動する流体を前記タービンハウジング内に方向付ける入口と、

前記移動する流体を前記タービンハウジングから前記流体導管に戻すための出口とを有するエネルギー抽出装置。

【請求項 2 5】

請求項 2 4 記載のエネルギー抽出装置において、前記複数のディスクのうち少なくとも 1 つは、前記移動する作動流体とディスクの接触部のらせん状経路の長さを最大化する出口開口部を有するものであるエネルギー抽出装置。

30

【請求項 2 6】

請求項 2 4 記載のエネルギー抽出装置において、前記タービンアセンブリはハブを有し、前記複数のディスクは、所定の離間間隔で、互いに、かつ、前記ハブに対して固定されるものであるエネルギー抽出装置。

【請求項 2 7】

請求項 2 4 記載のエネルギー抽出装置において、前記少なくとも 1 つのタービンアセンブリは、利用可能な流体流を最大限利用するために並列に連結され、望ましい圧力低下を実現するために直列に連結された、複数のタービンを有するものであるエネルギー抽出装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、2014年6月24日付で出願された米国仮特許出願第62/016,162号「Energy Extraction Apparatus and Methods」（エネルギー抽出装置および方法）の優先権および利益を主張するものであり、この参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【0002】

本開示は、一般に冷暖房空調（heating, ventilation, and

50

air conditioning:HVAC)を循環する流体、水、天然ガス、あるいは同様な建築物システムまたは他の任意の配管システムから運動エネルギーを抽出するよう構成された装置に関する。

【背景技術】

【0003】

冷暖房空調(heating, ventilation, and air conditioning:HVAC)システムは、当該空間全体にわたり配置構成された熱交換器に、加熱または冷却した作動流体を循環させることにより、閉鎖環境の温度を調節する。通常、ファンが熱交換器を通じて空気を循環させることにより、加熱・冷却され、または乾燥した空気が生じる。HVACシステムの基本概念は、閉鎖空間と外部環境との間で熱エネルギーを移動させて、前記閉鎖空間内の状態を制御するというものである。HVACシステムに必要なこの熱移動機能を達成するには多数の装置が利用できる。末端ユニット、熱交換器、チラー(冷却器)、エアハンドリングユニット(air handling units:AHU)、専用外気システム(dedicated outdoor air system:DOAS)、強制通風ボイラー、ユニットヒーター(ユニット加熱器)、ファンコイルユニット(fan coil units:FCU)、およびダクトファーン(ダクトヒーター)は、所与のHVACシステムに熱気または冷気を供給する装置のいくつかの例である。閉鎖空間の温度および湿度の制御に利用される特定の装置に関係なく、ACまたはDCを受電するモーターは、従来、1若しくはそれ以上のファンを駆動することにより、HVACシステムおよび/または熱交換器を流通する空気を動かす。

10

20

【0004】

HVACシステムは運転および維持管理が高価で、そのコストは施設の運営費の大部分を占める。ACまたはDCモーターを利用してHVACシステム内の空気を動かすことは、加熱または冷却出力をエネルギー消費量と比較するためのエネルギー効率の指標である性能係数に悪影響を及ぼす。さらに、HVACシステムの操作に必要な複雑な電気配線および電気インフラストラクチャは、熟練した人材および頻繁な維持保全を必要とする。

【0005】

ほとんどの建築物は、住居用、商業用、産業用、公共施設用、医療用のいずれであっても、飲用(家庭用)水の循環システムと、少なくとも1つのHVACシステムと、可能性として付加的な暖房システムとを有する。本明細書に記載しない他の流体循環システムも、本明細書に開示するエネルギーハーベスティングの概念および実施形態に関連する。建築物内におけるこれらのシステムの存在により、流体ですでに利用可能な運動エネルギーを収穫(ハーベスト)する機会をもたらす。

30

【0006】

流体循環システムは、通常、既知の圧力および体積で指定された最大の流体流量需要を満たすよう設計される。通常、流体循環装置に対する需要が最大になる流体循環システムの区間(レグ)または分岐経路が1つあり、その区間または分岐経路は、インデックスラン(index run)と呼ばれる。例えばHVACシステムにおいて、一般にインデックスランは特定の流体循環ループで運用される最も遠い階まで延び、各ユニットが同時に加熱または冷却ならびに安全率を要求しているかのごとく、前記最遠階に接する全空間を加熱または冷却する上で十分な流体循環を提供するよう設計される。そのような流体循環システムでは、通常、いかなる時点で使用される流体循環容量もはるかに超える流体循環容量が提供されることは明らかである。したがって、そのようなシステムの流体循環からは運動エネルギーを収穫する機会が生じる。

40

【0007】

公教育制度は、情報技術、基礎的な物理学と化学、数学、および言語学の分野では進んでいるが、流体力学およびエネルギー再生の複雑さを学ぶ教育的機会は十分ではない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【 0 0 0 8 】

上記の観点から、建築物、産業、H V A C、熱電その他のためのシステムを循環する流体に内在するエネルギーの一部を単純かつ確実に収穫できる装置が必要とされている。その装置は、単純、堅牢で、既存の流体循環システムの設計および機能への影響が最低限か、まったくないものでなければならない。その装置は、流体循環システムに適合し、関連する基準および規範に基づいて構築されなければならない、そのようなシステムの動作に過度の悪影響を及ぼすことなく、そのシステムへのエネルギーハーベスティング装置取り付けを実現するものでなければならない。

## 【 0 0 0 9 】

さらに、流体の利用可能な運動エネルギーを収穫し、それを、建築物内のH V A Cシステムに使用するファンの回転速度に変換する装置が必要とされている。

10

## 【 0 0 1 0 】

さらに、建築物内で利用できる作動流体の利用可能な運動エネルギーを、ファンの駆動と、制御システムへの給電と、以上に述べた目的等での貯蔵または配電網への供電とに使用できる電気エネルギーに変換する、新規性のあるエネルギーハーベスティング装置が必要とされている。

## 【 0 0 1 1 】

また、流体力学分野で全レベルの学生の教育に使用できるキットが必要とされている。

## 【課題を解決するための手段】

20

## 【 0 0 1 2 】

本開示は、建築物、産業、H V A C、熱電その他のためのシステムを循環する流体に存在するエネルギーを、単純かつ確実に収穫する装置および方法を提供する。当該装置は、単純、堅牢であり、既存の流体循環システムの設計および機能への影響が最低限か、まったくないものである。当該装置は、流体循環システムに適合するよう構成され、関連する基準および規範に基づいて構築されるため、そのようなシステムの動作に悪影響を及ぼすことなく、そのシステムへのエネルギーハーベスティング装置取り付けを実現する。

## 【 0 0 1 3 】

本開示のさらに別の観点によれば、流体の利用可能な運動エネルギーを捕捉し、そのエネルギーを、例えば建築物内のH V A Cシステムに使用可能なファンの回転速度へと変換する装置および方法が提供される。

30

## 【 0 0 1 4 】

本開示のさらに別の観点によれば、エネルギーを利用する装置および方法であって、建築物内で利用できる作動流体の運動エネルギーを、ファンの駆動と、制御システムへの給電と、以上に述べた目的等での貯蔵または配電網への供電とに使用できる電気エネルギーに変換する装置および方法が提供される。

## 【 0 0 1 5 】

本開示のさらに別の観点によれば、流体力学およびエネルギー再生の分野で全レベルの学生を教育するためのキットが提供される。

## 【 0 0 1 6 】

40

一観点では、流体循環システムのインデックスラン以外の経路位置 ( o f f - i n d e x r u n l o c a t i o n s ) に設置され、導管中の移動する流体内のエネルギーを収穫するエネルギー抽出システムが提供される。このエネルギー抽出システムは、ハウジングと複数のディスクとを含み、前記移動する流体から運動エネルギーを収穫する少なくとも1つのタービンアセンブリと、前記複数のディスクを駆動するため、前記流体導管から前記移動する流体を受け取って前記タービンハウジング内に方向付ける入口と、前記移動する流体を前記タービンハウジングから前記流体導管に戻すための出口とを有し、前記複数のディスクのうち少なくとも1つは、前記移動する作動流体とディスクの接触部のらせん状経路の長さを最適化する出口開口部を有する。前記少なくとも1つのタービンアセンブリはハブを有することができ、このハブは、前記複数のディスクの特定の位置へ向け

50

て、前記複数のディスクの回転軸に対し特定の角度で、前記移動する流体を吐出するように構成された複数のノズルを含み、これにより、タービン効率が最大化される。前記タービンハウジングは、前記複数のディスクの回転中に慣性エネルギーを提供するフライホイールを有することができる。前記移動する流体は、水、グリコール、冷媒、原油、下水、生活雑排水、蒸気、気体、または他の任意の非ニュートン流体を有することができる。前記少なくとも1つのタービンアセンブリは、少なくとも1つのテスラタービンを有することができる。前記少なくとも1つのタービンアセンブリは、利用可能な流体流を最大限利用するために並列に連結された複数のタービンを有することができる。前記少なくとも1つのタービンアセンブリは、利用可能な流体水頭圧を最大限利用するために直列に連結された複数のタービンを有することができる。前記少なくとも1つのタービンアセンブリは、利用可能な流体流を最大限利用するため並列に連結され、望ましい圧力低下を実現するために直列に連結された、複数のタービンを有することができる。前記複数のディスクのうち少なくとも1つは、平坦で滑らかな表面を有するか、若しくは、利用中の流体のタイプとそれに伴う当該流体のレイノルズ数値に応じてエッチングされた表面を有することができる。前記複数のディスクのうち少なくとも1つは、外径対内径の比が小さいリングとすることができる。前記複数のディスクの各々は、当該ディスクの離間関係を保つため、磁気素子を有することができる。前記少なくとも1つのタービンアセンブリは、前記移動する流体から収穫された運動エネルギーを回転エネルギーへと伝達するシャフトを有することができる。前記少なくとも1つのタービンアセンブリは、前記移動する流体から収穫された運動エネルギーを回転エネルギーへと伝達するシャフトを有することができ、そのようなシャフトは、前記タービンアセンブリの効率を最大化するために、磁気ベアリングを有する。前記少なくとも1つのタービンアセンブリは、前記移動する流体の速度を高めるため、前記移動する流体を前記入口から前記複数のディスクのうち少なくとも1つに方向付ける少なくとも1つのノズルを有することができる。

10

20

30

40

50

#### 【0017】

前記エネルギー抽出システムは、さらに、前記シャフトに連結され、前記回転エネルギーを受け取るように構成された仕事実施装置を有することができる。この仕事実施装置は、ファンを有することができる。この仕事実施装置は、発電機を有することができる。この仕事実施装置は、任意の機械式回転装置、例えば歯車、プーリー、トランスミッション、圧縮機などを有することができる。

#### 【0018】

前記循環システムは、建築物の冷暖房空調（HVAC）システムを有することができ、インデックスランは、配管システム内で圧力損失が最高である指定分岐経路に対し、少なくとも、その分岐経路上の各熱交換ユニットによる加熱および冷却の需要を満たす上で十分な流体流を提供するように構成される。

#### 【0019】

一観点では、流体循環システムの導管中の移動する流体内のエネルギーを収穫する方法が提供される。この方法は、前記循環システムのインデックスラン以外の経路位置を特定してバランス弁と直列にエネルギー抽出装置を設置する工程と、前記エネルギー抽出装置の入口を前記導管の一部に連結して前記移動する流体を前記導管から受け取る工程と、エネルギー抽出装置の出口を前記導管の別の一部に連結して前記移動する流体を前記導管に戻す工程とを有することができる。前記エネルギー抽出装置は、前記導管内の前記移動する流体の運動エネルギーを利用し、当該運動エネルギーを回転エネルギーに変換するタービンアセンブリを有する。前記タービンアセンブリは、前記移動する流体から運動エネルギーを収穫するように構成されたハウジングと複数のディスクを有することができる。前記複数のディスクのうち少なくとも1つは、前記移動する流体とディスクの接触部のらせん状経路の長さを最適化する出口開口部を有することができる。前記タービンアセンブリはハブを有することができ、このハブは、前記複数のディスクの特定の位置へ向けて、前記複数のディスクの回転軸に対し特定の角度で、前記移動する流体を吐出するように構成された複数のノズルを含み、これにより、タービン効率が最大化される。前記複数のディス

ク間の間隔は、前記移動する流体と前記複数のディスクとの接触表面を最大化し、前記間隔はマイクロスケールまたはナノスケールである。

【0020】

一観点では、流体循環システムのインデックスラン以外の経路位置にバランス弁と直列に連結され、導管中の移動する流体内の運動エネルギーを収穫するエネルギー抽出装置が提供される。このエネルギー抽出システムは、ハウジングと複数のディスクとを含み、前記移動する流体から運動エネルギーを収穫する少なくとも1つのタービンアセンブリと、前記複数のディスクを駆動するため、前記流体導管から前記移動する流体を受け取って前記タービンハウジング内に方向付ける入口と、前記タービンハウジングから前記流体導管に前記移動する流体を戻す出口とを有することができる。前記複数のディスクのうち少なくとも1つは、前記移動する作動流体とディスクの接触部のらせん状経路の長さを最適化する出口開口部を有することができる。前記タービンアセンブリはハブを有することができる。前記複数のディスクは、所定の離間間隔で、互いに、かつ、前記ハブに対して固定される。前記少なくとも1つのタービンアセンブリは、利用可能な流体流を最大限利用するために並列に連結され、および/または望ましい圧力低下を実現するために直列に連結された、複数のタービンを有することができる。

10

【0021】

以下、本開示内容とその種々の特徴および有利な詳細事項とについて、添付の図面で説明および/または例示し、以降で詳述する非限定的な実施形態および実施例を参照して、さらに完全に説明する。なお、図面において示す特徴は必ずしも縮尺どおり描かれておらず、当業者であれば理解されるように、一実施形態の特徴は、本明細書で明示的な断りがなくとも他の実施形態で使用できることに注意すべきである。周知の構成要素および処理技術に関する説明は、本開示の実施形態を不要に曖昧にしないよう省略する場合もある。本明細書で使用する例は、単に本開示を実施できる方法を理解しやすくし、さらに当業者が本開示の諸実施形態を実施できるようにするためのものである。そのため、本明細書の例および実施形態は、本開示の範囲を限定するものと解釈すべきではない。

20

【図面の簡単な説明】

【0022】

添付の図面は、本開示に関する理解を深められるよう含まれているもので、本明細書に組み込まれ、その一部を構成して、本開示の実施形態を示し、詳細な説明とともに本開示の原理を説明する役割を果たしている。本開示の構造的な詳細については、本開示とそれを実施できる種々の方法を基本的に理解する上で必要とされうる以上は示していない。当該図面では、当該図面を参照して本開示の態様が説明され、同様な参照番号は同様な要素を表している。

30

【図1】図1は、本開示の原理に基づき、タービン駆動ファン装置の一実施形態を例示した図である。

【図2】図2は、本開示の原理に基づき、エネルギーを抽出する方法の一例を示した図である。

【図3】図3は、図1のタービンの分解図を示した図であり、ファンは明瞭性のため省略されている。

40

【図4A】図4Aは、タービン駆動ファン装置の一実施形態の図であり、タービンも発電機に接続されている。

【図4B】図4Bは、タービン駆動ファン装置の一実施形態の図であり、2つのファンが単一のタービンに連結されている。

【図5】図5は、本開示に基づいてタービン駆動ファン装置を利用するHVACシステムの構成の概略図である。

【図6】図6は、図3に示すタービンに適合したノズルの代替実施形態をいくつか示したものである。

【図7】図7は、本開示の原理に基づいた制御図を模式的に示した図である。

【図8】図8は、強制通風ボイラー用途における装置の実施形態の概略図である。

50

【図 9】図 9 は、本開示の態様に係るテスラタービンの一実施形態の斜視図であり、そのハウジングの端部および一部のディスクは明瞭性のため除いている。

【図 10】図 10 は、本開示の態様に係るテスラタービンの代替実施形態の一部分解斜視図である。

【図 11】図 11 は、図 10 のテスラタービンの長手方向断面図である。

【図 12 A】図 12 A は、本開示の原理に基づいて構成されたタービンに埋め込まれたローターの斜視図であり、図 12 B はそのローターの断面図である。

【図 12 B】図 12 A は、本開示の原理に基づいて構成されたタービンに埋め込まれたローターの斜視図であり、図 12 B はそのローターの断面図である。

【図 13 A】図 13 A は、本開示の原理に基づいて構成された、並列に構成されたファンコイルを備える複数階構造を例示した図である。

【図 13 B】図 13 B は、本開示の原理に基づいて構成された、並列に構成されたタービンを備える複数階構造の代替実施形態を例示したものである。

【図 13 C】図 13 C は、本開示の原理に基づいて構成された、並列に構成されたタービンを例示したものである。

【図 13 D】図 13 D は、本開示の原理に基づいて構成された、直列に構成されたタービンを例示したものである。

【図 13 E】図 13 E は、本開示の原理に基づいて構成された、並列および直列の双方に構成されたタービンを例示したものである。

【0023】

本開示は、以下の詳細な説明において、さらに詳しく説明されている。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本開示内容とその種々の特徴および有利な詳細事項とについて、添付の図面で説明および／または例示し、以降で詳述する非限定的な実施形態および実施例を参照して、さらに完全に説明する。なお、図面で示す特徴は、必ずしも縮尺どおり描かれておらず、当業者であれば理解されるように、一実施形態の特徴は、本明細書で明示的な断りがなくとも他の実施形態で使用できることに注意すべきである。周知の構成要素および処理技術に関する説明は、本開示の実施形態を不要に曖昧にしないよう省略する場合もある。本明細書で使用する例は、単に本開示を実施できる方法を理解しやすくし、さらに当業者が本開示の諸実施形態を実施できるようにするためのものである。そのため、本明細書の例および実施形態は、本開示の範囲を限定するものと解釈すべきではない。さらに、図面のいくつかの図にわたり同様な参照番号は同様な部分を表すことに注意すべきである。

【0025】

本開示において、「マイクロプロセッサ」または「マイクロコントローラ」とは、1 若しくはそれ以上の命令に基づいてデータを操作できる、例えば、これに限定されるものではないが、プロセッサ、中央処理装置、汎用コンピュータ、スーパーコンピュータ、パーソナルコンピュータ、ラップトップコンピュータ、パームトップコンピュータ、ノートブックコンピュータ、デスクトップコンピュータ、ワークステーションコンピュータ、サーバーなど、またはプロセッサ、マイクロプロセッサ、中央処理装置、汎用コンピュータ、スーパーコンピュータ、パーソナルコンピュータ、ラップトップコンピュータ、パームトップコンピュータ、ノートブックコンピュータ、デスクトップコンピュータ、ワークステーションコンピュータ、サーバーなどのアレイなどを含む、任意の機械、装置、回路、構成要素、またはモジュール、あるいは機械、装置、回路、構成要素、またはモジュールの任意のシステムなどを意味する。

【0026】

本開示において、「通信リンク」とは、少なくとも 2 点間でデータまたは情報を搬送する有線および／または無線の媒体を意味する。前記有線および／または無線の媒体には、例えば、金属導体リンク、高周波 (RF) 通信リンク、赤外 (IR) 通信リンク、光通信リンクなどが含まれるが、これに限定されるものではない。前記 RF 通信リンクとしては

10

20

30

40

50

、例えば、Wi Fi、Wi Max、IEEE 802.11、DECT、0 G、1 G、2 G、3 G、または4 G携帯電話規格、Bluetooth（登録商標）などがある。

【0027】

本開示において、「ネットワーク」とは、例えば、ローカルエリアネットワーク（LAN）、広域ネットワーク（WAN）、メトロポリタンエリアネットワーク（MAN）、パーソナルエリアネットワーク（PAN）、キャンパスエリアネットワーク、コーポレートエリアネットワーク、グローバルエリアネットワーク（GAN）、ストレージエリアネットワーク（SAN）、ブロードバンドエリアネットワーク（BAN）、セルラーネットワーク、インターネットなど、または以上の任意の組み合わせのうち少なくとも1つを意味するが、これに限定されるものではなく、これらのいずれも無線および/または有線通信媒体でデータを通信するよう構成できる。

10

【0028】

本開示において、用語「を含む」（including）、「を有する」（comprising）およびこれらの変化形は、別段の断りがない限り、「を含むが、これに限定されるものではない」（including, but not limited to）を意味する。

【0029】

本開示において、用語「1つの」（aおよびan）、「その・前記」（the）は、別段の断りがない限り、「1若しくはそれ以上」（one or more）を意味する。

【0030】

互いに通信可能な装置は、別段の断りがない限り、絶えず互いに通信する必要はない。また、互いに通信可能な装置は、1若しくはそれ以上の中間装置経由で直接的または間接的に通信できる。

20

【0031】

工程段階、方法段階、アルゴリズムなどについては順次説明できるが、そのような工程、方法、およびアルゴリズムは代替順序でも作用するよう構成することができる。すなわち、説明されうるすべてのシーケンスまたは段階の順序は、必ずしもそれらの段階をその順番で実施するという要件を示しているわけではない。本明細書で説明する工程、方法、またはアルゴリズムの段階は、実用的ないかなる順序でも実施できる。さらに、一部の段階は同時に実施することもできる。

30

【0032】

本明細書で単一の装置または物品について説明する場合は、単一の装置または物品に代えて、1より多くの装置または物品を使ってもよいことが容易かつ明確に理解されるであろう。同様に、本明細書で1より多くの装置または物品について説明する場合は、前記1より多くの装置または物品に代えて、単一の装置または物品を使ってもよいことが容易かつ明確に理解されるであろう。1装置の機能または特徴は、代替態様として、そのような機能または特徴を有するものと明示的に説明されない1若しくはそれ以上の他の装置で実装することもできる。

【0033】

流体循環システムは、通常、余分な容量を備えて設計されるため、当該システムの全体的な動作または設計に悪影響を及ぼさずに運動エネルギーを流体流から収穫することができる。本明細書に開示する装置および方法の原理は、図13Aおよび13Bに示す典型的な複数階構造用のHVACシステム300を非限定的に参照する文脈で例示している。開示する装置および方法はHVACシステムに限定されるものではなく、流体（液体、気体、液体および気体の混合物）が循環し若しくは流れる任意のシステムに広く応用できる。

40

【0034】

図13Aは、並列に構成されたファンコイル325を備える複数階構造302を例示したもので、全体を参照番号300で示している。前記ファンコイル325は、ポンプ330およびボイラー335に連結できる。各レベルのバランス弁340は、人為的な圧力損失を生じさせて水が下方レベルから上方レベルに移動するようにし、水が配管を上へ移動

50

し続けるようにする上で役立つ。H V A C システム 3 0 0 のインデックスラン 3 0 5 は、通常、流体流の最も重要な経路であり、一般には「最上」( t o p ) 階(当該構造の最も高い( h i g h e s t ) 階であるとは限らない)にわたる経路がインデックスランとして指定され、その最上階は、各ユニット、例えばファンコイル 3 2 5 により階の暖房または冷房需要を十分満たすだけでなく、約 5 ~ 約 3 0 % の安全マージンを備え、例えば最上階の最大冷房または暖房需要を満たし、転じて前記ポンプの全体的なサイズおよび能力を決定する。この需要を満たすよう設計されたシステムは、通常、前記最上階より低い全階の需要を満たす十分な流量および圧力を有する。前記インデックスランの「最上」階以下の各階では、前記インデックスラン 3 0 0 から利用可能な圧力および流量は、通常、それら各階の装置に必要な需要を上回る。特に、そのような H V A C システムを運用する当該構造の下方階は、インデックスラン以外の経路を有し、通常、著しく過剰な流体圧力および流量が利用可能であり、それらの圧力および流量は特定階の需要を満たすよう絞られる(低減される)。そのような流体の絞り、すなわち圧力低減は、通常、前記流体に含まれる利用可能なエネルギーを、バランス弁、減圧弁を使って永続的に浪費することにより行われる。

10

20

30

40

50

#### 【 0 0 3 5 】

本開示の原理によれば、流体循環経路に装置を設置することにより、前記 H V A C システム 3 0 0 の前記インデックスラン 3 0 5 以外の部分を通る流体の過剰な圧力および体積に代表されるエネルギーを収穫することができる。そのような装置の非限定的な例としては、テスラタービンなどがあり、その基本構成はよく知られている。流体流は、1 若しくはそれ以上のノズルで送られて当該流体の速度が高められ、テスラタービンの平行なディスク間に送られて当該タービンのディスクおよびシャフトに回転力をもたらす。前記シャフトの回転を使うと、( 物理学的 ) 仕事を直接行え( 例えば、ファンブレードを回転させて空気に熱交換器を通過させる )、または発電装置を回転させることができる。電気エネルギーはファンの作動、システムの制御、または他の目的に使用でき、後日使用するため貯蔵し、または配電網に接続して戻すことができる。

#### 【 0 0 3 6 】

テスラタービンは、流体の著しい乱流または中断( 圧力損失 ) を生じることなく、流体流から運動エネルギーを効率的かつ確実に収穫する潜在能力があるため、魅力的な装置である。当業者であれば、他の装置でも本明細書に開示する概念および方法に使用できることが明確に理解されるであろう。本開示は、いかなる特定のハーベスティング装置にも限定されるものではなく、テスラタービンは、本開示に適合した装置の非限定的な例として意図されている。

#### 【 0 0 3 7 】

小型のエネルギーハーベスティング装置、例えばテスラタービンを使うと、必要な位置で電気エネルギーを生成できるため、H V A C サブユニット、例えば特定の部屋または一部の空間用に機能する熱交換器に伴うシステムおよびファン装置の制御用に別個の給電装置を動作させる必要がなくなる。その結果、構造コストの点で大幅な節約が可能になる一方、テスラタービンは、必要な維持保全についても、H V A C システムでファンなどの駆動に使用される一般的な電動機より少なくすむはずである。

#### 【 0 0 3 8 】

図 1 は、本開示の態様に基づき、タービン駆動ファン装置 1 0 の一実施形態を例示したものである。このタービン駆動ファン装置 1 0 は、ハウジング 1 1 と、入口 1 3 と、出口 1 4 とを含むタービンアセンブリを含む。本開示全体にわたり使用される用語「ファン」とは、インペラー( 羽根車 )、ローター、または他の回転部材、例えば、ケーシングを伴う若しくは伴わないかご形インペラー 1 2 を意味し、通常、大量の流体、例えば空気を循環させるため使用される。H V A C システムでは、通常、多数のファンを使って熱交換器に空気を循環させ、建築物内の空気を加熱および / または冷却し、これを除湿する。各ファンは、通常、建築物の電源に接続された導体により供电され、サーモスタットまたは他の制御システムにより制御される。

## 【 0 0 3 9 】

図 2 は、本開示の原理に基づき、エネルギーを抽出する方法の一例を示したものである。この方法は、抽出できる過剰なエネルギーを流体流が含むシステム、または建築物の電源との接続部からではなく例えば流体流から局所的なエネルギー生産が有利に行えるシステムを特定する工程から開始する（工程 1 1 0）。この方法は、前記流体流からエネルギーを効率的に抽出するエネルギー抽出装置を選択および構成する工程を含む（工程 1 2 0）。例えば、前記エネルギー抽出装置は、インデックスラン以外の経路位置に設置できるものである。前記エネルギー抽出装置は、例えば、テスラタービン、前記タービン駆動ファン装置 1 0（図 1 に示す）、タービンアセンブリ 2 0 0（図 3 に示す）などを含むことができる。前記システムおよびエネルギー抽出装置が決定されたら、前記システムの流体流の経路に前記装置を設置して、前記流体中の運動エネルギーをシャフトの回転エネルギーに変換できる（工程 1 3 0）。次に、前記設置された装置を使って、仕事実装装置（図示せず）、例えばファン、発電機などを駆動できる（工程 1 4 0）。前記設置された装置は、前記作業実装装置に連結できるドライブシャフトを含むことができる。

## 【 0 0 4 0 】

前記仕事実装装置が発電機である場合は、その仕事実装装置を従来の電氣的構成要素（例えば、照明器具、ファン、コンピュータ、テレビ受像機、時計、ラジオなど）に接続して、その構成要素に供电できる。前記仕事実装装置は、例えば電源に供电して、外部、例えば配電網からの供电需要を軽減するよう構成できる。

## 【 0 0 4 1 】

図 3 は、図 1 に示した前記タービン駆動ファン装置 1 0 に含めることができるタービンアセンブリ 2 0 0 の一例の分解図を示したものである。このタービンアセンブリ 2 0 0、2 1 0 は、流体循環システムの導管内の作動流体を受け取ってタービンハウジング 2 2 a、2 2 b 内に送る入口 2 0 を含む。前記導管は、例えば、水供給配管、HVAC 供給配管、蒸気供給配管、ガス供給配管などであってよい。前記作動流体としては、水、グリコール、冷媒、蒸気、天然ガス、下水、原油、生活雑排水、または熱伝導、燃焼、または他の産業工程に使用される他の任意の流体などがある。アパートおよびホテルで使用される水または下水も、エネルギーを抽出可能な流体流を提供できる。出口 2 1 は、前記工程または流体循環システムに前記作動流体を戻す。前記ハウジング 2 2 a、2 2 b は、タービン機構 2 1 0 周囲の空間を収容する。前記タービン機構 2 1 0 は、図 3 に見られるようにテスラタービン機構を含むことができる。このタービン機構 2 1 0 は、（作動流体が天然ガス、蒸気、または他の任意の可圧縮性流体である場合）複数の平坦で滑らかなディスク 2 3 を含むことができ、これらのディスク 2 3 は、少なくとも 1 つの軸方向に設置されたシャフト 2 4 によってハブ 2 8 に取り付けられ、ベアリング 2 9 a、2 9 b により支持される。前記複数の平坦で滑らかなディスク 2 3 は、利用される流体のタイプまたはその流体のレイノルズ数に応じてエッチングされた表面を有することができる。前記ベアリング 2 9 a、2 9 b は、従来型、セラミックまたは磁気タイプのベアリングを含む任意タイプのものであってよく、前記タービン機構 2 1 0 が前記タービンハウジング 2 2 a、2 2 b 内で略無摩擦回転できるよう、前記タービン機構 2 1 0 を支持するよう構成できる。本明細書に開示する実施形態において、前記ディスク 2 3 は、中心に（軸方向に）位置し前記出口 2 1 と流体連通した排出（吐出）開口部を含む。これらのディスク 2 3 は、所定の間隔をあけた関係で、複数の連結ロッド 2 6 により、互いに、前記ハブ 2 8 に、またプレート 2 7 にも固定することができる。前記連結ロッド 2 6 は、圧力損失を軽減するよう水中翼形状（例えば、楕円形タイプの断面形状）に構成できる。前記ハブ 2 8 および / またはプレート 2 7 は、前記タービン機構 2 1 0 の回転中に望ましい慣性特性をもたらす「フライホイール」として作用するよう構成できる。プレート 2 7 は、ベアリング 2 9 b 上の前記タービン機構 2 1 0 を軸方向に支持する位置を提供する。前記タービン機構 2 1 0 は、当該アセンブリの軸に沿って各ディスク 2 3 に出口開口部を含むことにより、作動流体と前記ディスク 2 3 間の接触部のらせん状経路の長さを最大限に伸ばすことができる。

## 【 0 0 4 2 】

当業者であれば、前記タービン機構 210 の構成は、併用される特定の流体循環システム用に最適化できることが理解されるであろう。例えば、テスラタービンは、すべての流体にあてはまる 2 つの基本特性 粘着力および粘性 に依存する。テスラタービンの文脈におけるこれら 2 特性の特定の作用はよく知られており、以下、本明細書で詳述する。これら 2 つの特性は、前記タービン機構 200 において流体からローターへ、またはその逆にエネルギーを伝達するよう協働する。

#### 【0043】

タービン機構、例えばテスラタービンを設計する際は、各種作動流体の種々の特性を考慮すべきである。入力流量および圧力、許容される出力流量および圧力のほか、タービンで生み出すべき望ましい回転速度およびトルクも、本開示に係るエネルギー抽出装置の設計において考慮すべき要素である。非限定的な例により、前記ディスク 23 の内径および外径ならびに厚さと、当該ディスク 23 間の間隔と、当該ディスク 23 の数と、ノズル 25 の構成と、排出開口部および出口 21 とは、すべて、前記タービン機構 210 の動作特性に影響を及ぼし、これらを調整することで、所与の流体循環システムについてエネルギー抽出の効率を最大化するとともに所定の回転速度およびトルクをもたらすことができる。前記ディスクを構築する材料もタービン動作に影響し、1 つまたは複数の薄く平坦で剛性の滑らかな金属ディスクであって、高回転速度での変形に耐えるマイクロ流路表面を備えたものが最も望ましい。複合材料を、例えば Kevlar または炭素繊維（カーボンファイバー）で強化したものは、テスラタービンの構築に良好に使用されてきている。ただし、セラミックまたはガラスで強化した材料の使用も推奨される。大部分の流体循環システムでは標準的な流体、例えば水または空気を使用しており、有限な範囲内の流体流および圧力特性を有する可能性が高いため、比較的少数のエネルギー抽出装置で大多数のシステムに対応させることができる。

#### 【0044】

そのようなディスクは、テスラタービン装置の元の設計から公知の滑らかで平坦かつ平行な表面により構成できる。あるいは、各ディスクを表面処理して特定の流体に対する表面の粗さを高めることができ、隣接するディスク間の境界層を厚くして隣接するディスク表面間の間隔を伸縮させるよう各ディスクを可変厚さにすることもできる。また、ディスク表面は、流体流の方向に対する当該ディスク表面の配向角度を変えることもできる。本開示の態様は、ディスク排出（吐出）開口部のサイズを変更してタービン内の流体流に対応し、タービンの動作特性を特定の作動流体および流体循環システムに整合させることである。例えば、第 1 のディスクの吐出開口部は、その下流にあるディスク（例えば、第 10 のディスク）の吐出開口部より比較的低い体積の流体を受け取るようにできる。前記吐出開口部を変化させると、一部の流体に役立つ一方、他の流体には役立たない。

#### 【0045】

図 10 および 11 は、本開示の原理に基づいて構成されたタービン機構の非限定的な例を図示したものである。図 10 および 11 を参照すると、前記タービン機構は、軸流排出開口部 51 を有したディスク 23a ~ 23j（単独で若しくは一括して「23」と参照）を含むことができ、前記軸流排出開口部 51 は、図 10 に示すように、当該タービンの入口端より排出端のほうで大きく構成される。本開示の目的は、最低限の圧力損失で作動流体から効率的にエネルギーを収穫することである。本開示のさらに別の態様は、複数のノズルを使って、一定間隔で、前記ディスク 23 外周の周囲に流体を導入することに関する。このような構成により境界層が「供給」されて流体（およびディスク）の最大速度が保たれるため、流体から前記ディスクに伝達される力が最大化されて、利用可能な流体流の粘着力および有効活用の最大化が実現し、当該タービンの効率が改善される。

#### 【0046】

あるいは、前述のように、水などの一部の流体の場合、このようなタービンの効果を最大化するには、前記ディスクの外径と内径の比が高くなることは明らかである。可圧縮性流体と対照的に、前記ディスク間における非圧縮性流体の速度は、そのような流体が当該ディスク構成内で経る流路の長さとともに急激に低下する。そのため、「ディスク」と対

10

20

30

40

50

照的に「リング」を有することで、そのようなディスク間の流体速度が最大化され、前記タービンの効率がさらに改善される。高速流体の複数の入口（ノズル）を、ディスク内で許容される最低限の流速で、同一場所に配置すると、そのようなタービンの効率が最大限に伸ばされる。一部の実施形態において、前記複数のディスクのうち少なくとも１つは、外径対内径の比が小さい、例えば比が約２未満のリングであってよい。

#### 【００４７】

前記ディスク間隔は、前記タービンの効率にとって非常に重要である。流体の初期速度は望ましいＲＰＭを達成するため可能な限り高くする必要がある一方で、前記ディスク間の流体のレイノルズ数は可能な限り低くする必要があるため、前記レイノルズ数を軽減するための妥協が要求される。前記ディスク間の間隔は、ナノメートルまたはマイクロメートルのスケールまで狭められることから、ナノまたはマイクロ技術を使って前記テスラタービンの効率を最大限に伸ばすこと、ひいては流体とディスクの接触表面積を広くしてそれらの間のエネルギー伝達を高めることは至って実現可能である。

#### 【００４８】

図１、１０、および１１に見られるように、前記タービン装置には、それぞれ、シャフトを含めなくてもよく、あるいは図４Ａおよび４Ｂに見られるように、双方の軸方向に延長する単一のシャフト２４または複数のシャフトを含めることができる。２つのシャフトを伴う一実施形態では、例えば１つまたは複数のインペラーファン、ファン、および発電機、またはこれらの任意の組み合わせの連結が可能になる。シャフト２４は、作動流体の影響下で前記ディスク２３により生成される回転力と、仕事実施装置、例えばファン、発電機などとの間にある連結機構の非限定的な例として意図されている。企図される他の構成としては、プレート２７またはハブ２８上かその付近に、前記タービン機構から仕事を行う回転力を伝達する連結部を提供するなどがある。その連結部は、歯車、磁性、摩擦その他による適切な構成とすることができる。前記仕事は、図１、４Ａ、および４Ｂに見られるように、前記タービン装置をファンに回転式に直接連結して行うことができる。前記タービンアセンブリにより生成される回転力を発電機または交流発電機３０に連結すると（図４Ａ）、同時に使用でき若しくは電池（図示せず）に貯蔵して後日使用できる電気エネルギーを生成できる。電池は、エネルギー貯蔵装置の非限定的な例の１つであり、これには任意の適切な代替装置、例えばキャパシタなどを含めることができる。あるいは、収穫された電気エネルギーを、いわゆる「逆メータリング」（reverse-metering）のため、配電網に接続された１若しくはそれ以上のインバータ装置に送達することもできる。

#### 【００４９】

図３を参照すると、前記タービン機構２１０の効率を最大化するには、１若しくはそれ以上のノズル２５を通じて前記タービンハウジング２２ａ、２２ｂに作動流体を導入できる。当業者であれば認識および理解されるように、前記ノズル２５は、所与の流体循環システムについてタービンの回転速度および力を最大化するよう選択された一定の位置、方向、および速度で、前記ハウジング２２ａ、２２ｂに作動流体を導入することができる。

#### 【００５０】

図６は、図３に示すタービンに適合したノズルの代替実施形態をいくつか示したものである。当業者であれば、作動流体から前記ディスク２３へのエネルギー伝達の効率を最大限に伸ばす上で、種々のノズル構成、例えば図６に例示したものを使用できることが明確に理解されるであろう。ノズルの設計および配置は、特定のタービン機構の作動流体、流体循環システムの流れ特性、および物理的寸法およびレイアウトを補完するよう選択できる。種々のノズルを使うと、当該タービンの残りの寸法および特性を保ちながら、所与のタービンアセンブリを「調整」できる可能性がある。

#### 【００５１】

作動流体が水または他の非圧縮性流体である場合、前記タービンの前記作動流体および前記ディスク２３の接触を最大化するよう前記ノズルを構成すると、前記作動流体と前記ディスク間の境界層効果を最大化できる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 2 】

作動流体が気体（圧縮性流体）である場合は、例えばベンチュリ、デラバル、または他の流体力学原理を使って、前記ディスク 2 3 間の空間に入る前記作動流体の速度を最大化するよう前記ノズルを構成することができる。

## 【 0 0 5 3 】

あるいは、前記ノズルの構成、位置、または角度配向を変えて、所与の流体循環システムでの流体流の変化に対応することもできる。また非限定的な一例として、可変構成のノズルを使うと、前記タービン機構の速度およびトルクを制御して、空気循環の需要にタービン出力を合わせることもできる。電子コントローラ（図示せず）を通信リンク経由で通信可能に連結し、例えば、前記流体循環システム内または関連 H V A C システム内に配置可能なセンサー（図示せず）からのフィードバックを使って、前記ノズルの構成を変更し、前記タービンに連結されたファンを制御するよう構成することもできる。タービン動作の制御は、例えばファンの動作範囲全体にわたり線形とすることができ、または段階的に提供できる（低、中、高）。

## 【 0 0 5 4 】

前記回転出力シャフトは、前記タービン内で磁力により前記回転ディスク 2 3 に連結できる。磁気結合を用いると、前記タービンハウジング 2 2 a、2 2 b を貫通するシャフト 2 4 を密封する必要がなくなり、作動流体の吐出が容易になって、本明細書に開示するエネルギー抽出装置の摩擦力を軽減し効率を改善することができる。例えば、複数の磁石を前記タービン機構に埋め込むと、隣接しあう各前記ディスクを互いに浮揚させることができる。例えば、前記ディスクのうち 1 若しくはそれ以上に磁石を含め、そのディスクの表面全体に磁石を均等に分散させることができる。

## 【 0 0 5 5 】

図 5 は、本開示に基づいてタービン駆動ファン装置を利用する H V A C システムの構成（またはシステム）の概略図である。図 5 を参照すると、この構成は、熱交換器 4 3 を伴うタービン駆動ファン 4 4、4 8 を含む。当該システムは流体導管 4 1 を含み、この流体導管 4 1 は、例えば、水、冷媒などを含みうる作動流体源に前記熱交換器 4 3 を連結する。その作動流体は、望ましい作用に応じて加熱または冷却できる。このシステムには、調節弁 4 2 をさらに含めて、サーモスタット 4 5 により表される関連 H V A C システムからの需要に基づき、前記熱交換器 4 3 への作動流体の流れを調節できる。作動流体は、もう 1 つの調節弁 4 6 を経て前記熱交換器 4 3 からタービン機構 4 8 へ通過する。圧力センサー 4 7 a、4 7 b は、前記タービン 4 8 の前記入口および吐出部にそれぞれ連結できる。タービンの吐出部は作動流体循環システム 4 9 の返還側として連結でき、この作動流体循環システム 4 9 は図示した例では H V A C システムであり、その作動流体は、1 つの位置から別の位置へと熱交換器 4 3 を介して熱エネルギーを伝導するため使用される。ファン 4 4 は、前記熱交換器 4 3 を通じて空気を循環させるようタービン 4 8 に連結できる。調節弁 4 2、4 6 は、前記サーモスタット T または他のコントローラ 4 5 に連結できる。前記タービン 4 8 への流量は、調節弁 4 2、4 6 の状態に応じて異なることが明確に理解されるであろう。前記タービンの出力は、図 7 に示すように、ファン、インペラー、および / または発電機に結合できる。

## 【 0 0 5 6 】

発電機は、電池に接続でき、またはインバータに接続したのち例えば配電網に接続でき、あるいは現場のエネルギー需要または貯蔵能力に応じてエネルギー貯蔵装置および配電網の何らかの組み合わせに接続できる。

## 【 0 0 5 7 】

図 9 は、本開示の態様に係るタービン機構の一実施形態の斜視図であり、そのハウジングの端部および一部のディスクは明瞭性のため除いている。図 9 を参照すると、このタービン機構は、前記ディスク 2 3 に向けて流体を方向付けるノズル 2 5 用に 6 つの位置を画成するハウジングを含む。前記ノズル 2 5 は、それぞれ前記ディスク 2 3 へと流体が方向付けられる角度を調整できるよう構成されている。これにより、特定の流体および他のシ

10

20

30

40

50

ステムパラメータでの動作用に、前記タービン機構のチューニングまたは調整が容易になる。前記タービン機構は、当該タービンおよび前記ディスクアセンブリ 23 を貫通して軸方向に延長する中心シャフト 24 を含む。前記ディスク 23 は、スペーサー（および/または磁力）により離間された状態で保たれ、ロック用カラー（つば部）100 により前記シャフト 24 に固定される。

#### 【0058】

図 10 および 11 は、本開示の態様に基づき、タービン機構用構成の非限定的な例の分解図および断面図を示したものである。図 10 および 11 のタービン機構実施形態は、上述のとおり、各ディスクの軸中心に排出開口部 51 を有するディスク 23 a ~ 23 j を使用している。この構成では、各ディスクとの流体接触（および結果的に得られる粘着力）が最大化され、前記タービンの効率が高まる可能性がある。前記複数のディスク 23 a ~ 23 j は出口開口部を有し、この出口開口部は、移動する作動流体およびディスクの接触部のらせん状経路の長さを最大限に伸ばす。これらディスク 23 a ~ 23 j は、各ディスクの開口部 102 を貫通する一対のロッド 103 で連結され、当該アセンブリの各端部でロック用カラー 100 に連結される。前記ロック用つば部 100 はシャフト部分 24 a、24 b を取り囲んで支持し、転じて当該アセンブリの各軸端部においてベアリング 104 上で回転するタービン部品を支持する。

#### 【0059】

図 9 ~ 11 に例示した実施形態用のタービンハウジングは、出口 21 と連通したノズル 25 および 6 つの排出開口部用に 6 つの位置を画成する同様な構成を有する。その代替実施形態では、より多数または少数のノズルまたは出口を使用できる。さらに、前記ノズルは、ディスク 23 間の空間へ流体が方向付けられる際の流量および流れ方向について角度が調整できる。これらのノズル 25 は、特定設備の流体および要件に応じ、特定の位置へと種々の流体体積を方向付けるよう構成できる。非限定的な一例では、ノズル内の円錐形の内部経路により、最初の 2 ディスク間よりも最後の 2 ディスク間で小体積の流体が送られる。

#### 【0060】

図 12 A は、本開示の原理に基づいて構成されたタービンに埋め込まれたローターの斜視図であり、図 12 B はそのローターの断面図である。ディスク 32 は上述したとおりでよいが、この例では前記開口部 51 が著しく大きく、例えばディスク面積の約 70 % ~ 約 90 %、またはディスク 32 の面積の約 90 % である。この構成は、水および他の液状流体で適切に作用する。図 10 および 11 のディスク構成は、気体で適切に作用する傾向がある。

#### 【0061】

図 7 は、本開示に係るエネルギー抽出装置の代替設備の一例を示したものである。上記で図 5 について提供された説明に加え、図に示した設備は、前記タービン 48 と、発電装置 30 と、電池 31 と、コントローラ 50 と、調節弁 42、46 とを含む。前記コントローラ 50 は、導電体を通じて電池 31 または他のエネルギー貯蔵装置に接続できる。このコントローラ 50 は、導電体を通じて電力用の電池および調節弁 42、46 に接続できる。このコントローラ 50 は恒温装置の形態であってよく、またはセンサー、フィードバックループなどに接続されたより高度なマイクロコントローラを有することができる。このコントローラ 50 は、1 若しくはそれ以上の通信リンク経由またはネットワーク経由で建築物のシステムと直接通信するよう構成できる。ネットワーク接続されたコントローラであれば、前記タービンシステムの遠隔制御を可能にし、前記タービンおよび関連システムからのデータ収集とそれによるシステム機能および効率の監視を実現できる。

#### 【0062】

図 8 は、本開示の原理に基づき、本明細書に開示するエネルギー抽出装置のさらに別の代替応用を示したものである。図 8 を参照すると、このシステムは、強制通風ボイラー 75 に強制空気を提供するよう構成されたタービン駆動ファン 73 およびタービン 72 を含む。前記タービン 72 は、事前に圧力調整された燃焼流体（天然ガス、暖房用油、プロパ

10

20

30

40

50

ン、LNG、LPG、または他の可燃性流体)の入射流70からエネルギーを抽出するよう構成されており、供給配管70および流量調節装置71により適切な安全および制御装置が供給される。あるいは、前記タービンとそれに伴うノズルが調節弁71の機能を果たして、必要な圧力低下を提供しながら、その過程でエネルギーを抽出できる。前記タービン72の出力はファン73に結合され、そのファン73が燃焼の必要に応じてバーナー74および/または燃焼室75に空気を導入する。前記タービン駆動ファン装置の出口76は、前記バーナーの前記供給配管に連結され、必要に応じて燃焼流体を供給する。有利なことに、燃焼流体の需要が増加すると結果的に流体流量も増えて、前記タービンに連結されたファン73からの気流増加も可能になる。

#### 【0063】

本開示の態様は、流体力学の原理を例示するため教室および研究室の環境で利用できる教育用キットに関する。本開示に係る教育用キットの非限定的な一例は、図3で説明したタービン駆動ファン装置の全部品と併せて、管、ならびにクイックコネク、押し込み式、あるいはシャークティース形(shark-teeth)またはシャークバイト形(shark-bite)の継手と、手動(および/または電動)バルブのセットと、マイクロプロセッサであってよいコントローラと、発電機と、ディスプレイ(例えば、LEDディスプレイ、LCDディスプレイ、またはLED照明など)と、電線セットと、水用の染料と、バケツと、水用ホースと、インペラーと、送水ポンプとを有する。前記キットには、流体力学の原理を1若しくはそれ以上例示するよう設計された実験について記載した印刷形態、デジタル、またはオンラインの資料を添えることができる。本明細書に開示するこのキットは、私立および公立学校のK~12年生(幼稚園年長~高校3年生)、大学、または個人用教育の目的での科学および物理学コースを補足する上で使用できる。このキットは、流体力学、電磁気学、発電、および持続可能性(サステナビリティ)の基本法則に関する見識を提供できる。また、このキットは、長期的な利点が見られるインタラクティブな学習体験を参加型を児童・生徒・学生に提供する。

#### 【0064】

本明細書に開示するエネルギー抽出装置は、建築物内で使用して、当該建築物のHVACシステム用のファンに給電できる。エネルギー抽出装置は、ボイラー室およびHVAC端末装置が置かれる空間に配置構成できる。HVAC目的で本発明が利用可能な建築物は、これに限定されるものではないが、住宅、集合住宅、事務所建築物、病院および医療施設、公共および連邦建築物、博物館および美術館、空港、ホテル、および他の娯楽用建築物、工場などを含む。

#### 【0065】

本明細書に開示するエネルギー抽出装置を利用すると、飲用水道、温水または冷水用水道、蒸気暖房(スチーム暖房)配管、天然ガス供給配管、または冷却配管、あるいは利用可能な他の任意のプロセス流体、建築物内を循環する流体の収穫可能なエネルギーから発電できる。建築物の配管システムからのエネルギー抽出効率を最大化するには、開示した複数のエネルギー抽出装置を、図13Cに示すように並列に連結して利用可能な水流を最大限に活用し、タービンの並列アレイを生み出すことができる。例えば、100GPMの水流が利用でき、タービンの最適性能が10GPMであるとする。その場合は、10個のタービンを並列に連結すると、建築物内のそのような位置で利用可能な流量をすべて受容できる。建築物内のそのような位置で利用可能な圧力が100水柱フィートで、単一のタービンが10水柱フィートの水圧しか消費しないと仮定すると、図13Dに示すように10個のタービンを直列に連結して、ポンプにより生成済みの利用可能な水頭圧を最大限に活用することができる。これら2つのタービン連結方法(直列および並列)を組み合わせると、図13Eに示すように、建築物内の利用可能な流体エネルギーを最大限に活用できる。

#### 【0066】

商業用送水ポンプは、通常非常に大型で、高層建築物には著しい水頭圧が必要とされる。さらに、大規模な冷水用途では、冷水を常に循環させて沈殿物その他の不純物の蓄積を

10

20

30

40

50

回避する必要がある。本明細書に開示するエネルギー抽出装置および方法は、建築物内における付加的な水流循環を必要としない。すでに建築物全体へのポンプ送水にエネルギーが消費されているので、本明細書に開示するエネルギー抽出装置は、その同じ利用可能な流体流を利用して、例えばファンの運用またはエネルギーの生成に付加的なエネルギーを必要とせずに動作する。それを行うために必要なすべてのエネルギーは、すでに建築物内で循環している水が提供する。

#### 【0067】

20階建ての建築物を想定し、その各階に50のファンコイルユニット(fan coil units: FCUs)があり、その各々が100W消費し、その建築物が1日12時間、350日間、すなわち4200時間稼働する場合は、FCUs内のファンに給電する電気エネルギー消費量だけでも420,000kWhになる。10¢~15¢/kWhのレートでは、年間のエネルギー節約量は\$42~\$65/FCUにもなる。建築物が1,000FCUsを有する場合を考慮すると、潜在的なエネルギー節約量は年間\$42,000~\$63,000にもなりうる。ファンコイルユニット付きの部屋が1000室あるホテルまたは病院で、各部屋が年中無休で稼働する場合、年間876MWhが消費される。これをタービン駆動ファン装置に交換すると、潜在的なエネルギー節約量は年間\$87,600~\$130,000にもなりうる。本開示は電源への接続が不要であるため、電気設備コストには著しい節約が実現される。電気設備のコスト削減は広い範囲\$500~\$1,000超/FCUにわたり、初期のコスト節約は\$500,000~\$1,000,000超になる。

10

20

#### 【0068】

図13Bは、本開示の原理に基づいて構成された、タービンを備える複数階構造の代替実施形態を例示したものである。図13C~13Eについて、タービン320は本明細書で説明するタービンのいずれでもよい。前記タービン320は異なる階に設置できる。前記タービン320およびファンコイル325は、バランス弁340と、ポンプ330と、ボイラー335とに連結できる。

#### 【0069】

図13Cは、本開示の原理に基づいて構成された、並列に構成されたタービンを例示したものである。図13Dは、本開示の原理に基づいて構成された、直列に構成されたタービンを例示したものである。図13Eは、本開示の原理に基づいて構成された、並列および直列の双方に構成されたタービンを例示したものである。図13C~13Eの構成は、図13Aおよび13Bと関連して示すように、ポンプ330、ボイラー335、バランス弁340、およびファンコイル325を含めて、同様な態様で実装できる。

30

#### 【0070】

以上、例示的な実施形態により本開示を説明したが、当業者であれば、添付の請求項の要旨を逸脱しない範囲で、本開示に修正を加えて実施できることが理解されるであろう。これらの例は、単に例示的なものであり、本開示に考えられるすべての設計、実施形態、適用、または変更形態を網羅的にリストすることを意図したものではない。

【図 1】

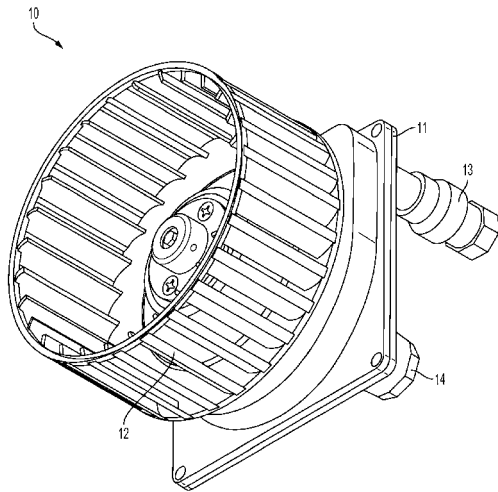


FIG. 1

【図 2】

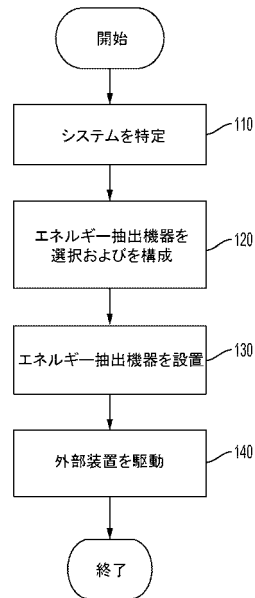


FIG. 2

【図 3】

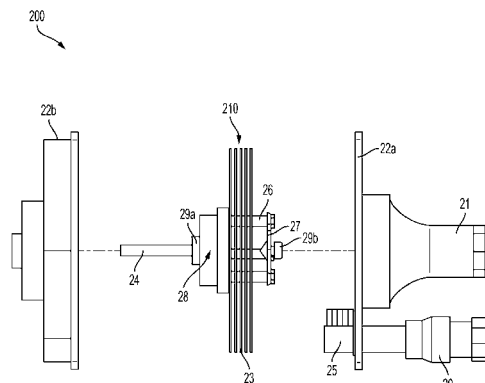


FIG. 3

【図 4 B】

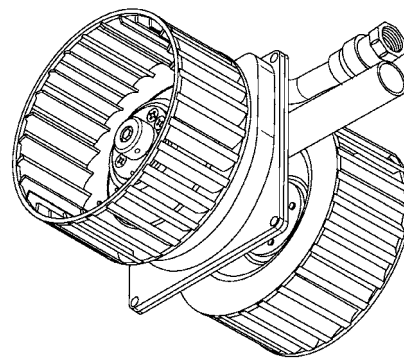


FIG. 4B

【図 4 A】

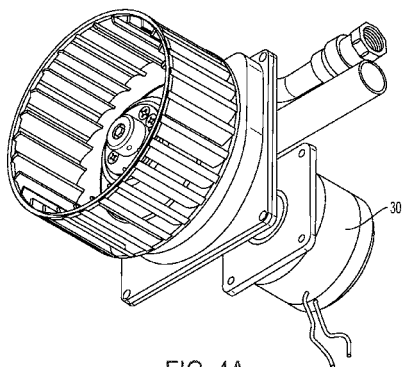


FIG. 4A

【図 5】

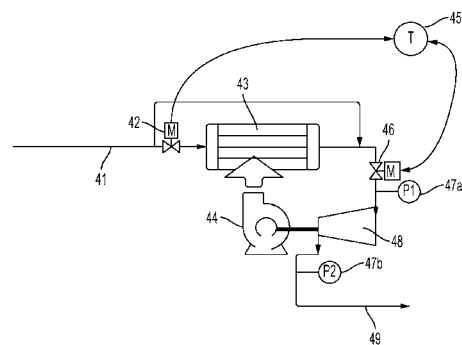


FIG. 5



【図 1 1】

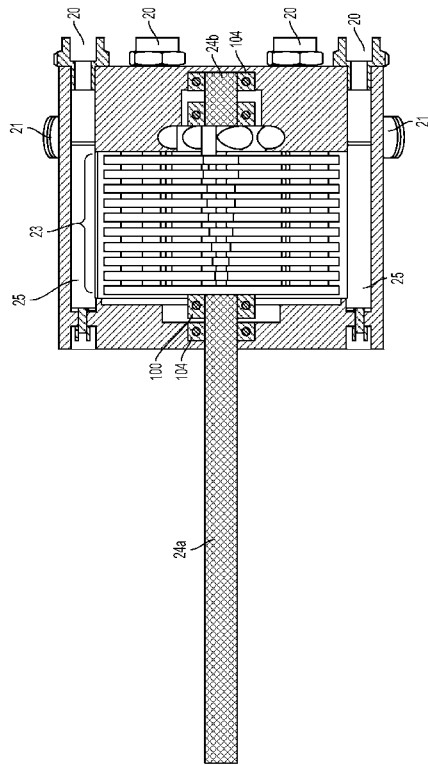


FIG. 11

【図 1 2 A】

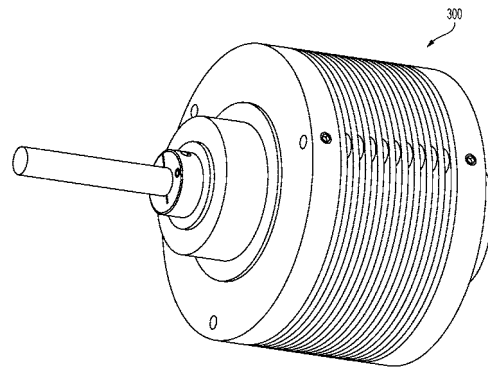


FIG. 12A

【図 1 2 B】

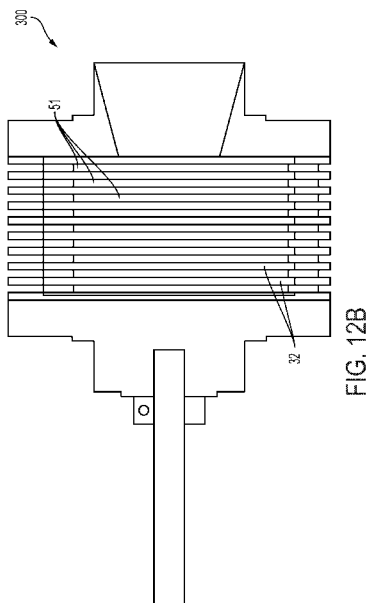


FIG. 12B

【図 1 3 A】

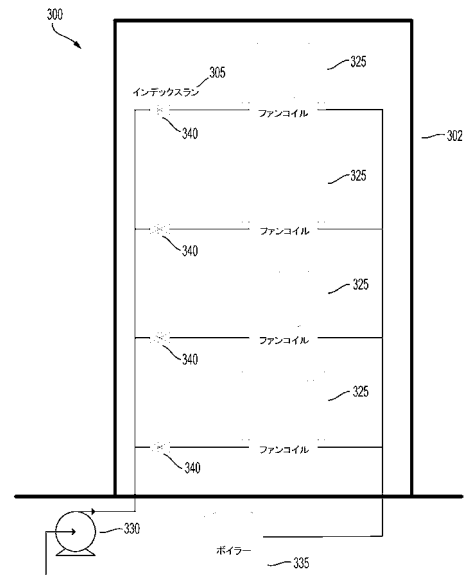


FIG. 13A

【図 13 B】

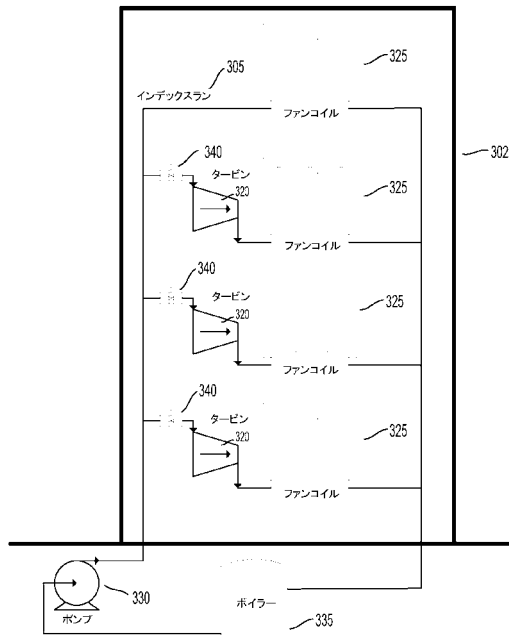


FIG. 13B

【図 13 C】

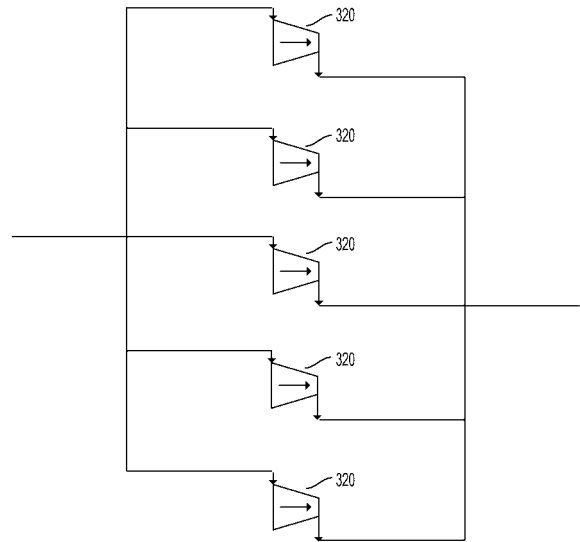


FIG. 13C

【図 13 D】

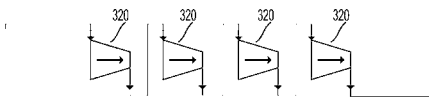


FIG. 13D

【図 13 E】

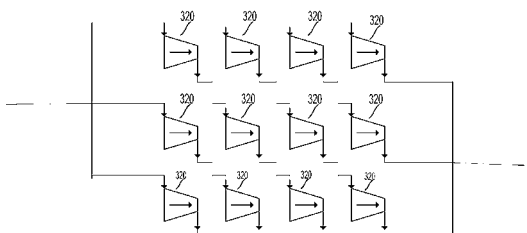

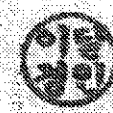


FIG. 13E

## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. <b>PCT/US2015/036730</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>F01D 1/36(2006.01)i, F01D 15/10(2006.01)i, F24F 12/00(2006.01)i</b>		
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) F01D 1/36; F03G 6/00; G05B 15/00; H02K 7/18; F25J 1/00; G05D 16/00; F16D 31/02; F03B 13/00; F02C 1/04; F01D 15/10; F24F 12/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eCOMPASS(KIPO internal) & Keywords: energy extraction, HVAC, kinetic energy, Tesla turbine, building, moving fluid, conduit, inlet, outlet, disc, nozzle		
<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	US 2013-0068314 A1 (BEELE, CASEY L.) 21 March 2013 See abstract; paragraphs [0014], [0037], [0039], [0053], [0060]-[0065], [0073]-[0076]; and figures 2-3, 5.	1-15, 18-27
Y		16-17
Y	US 2012-0007368 A1 (SILVALENTE, ANTONIO JOSE) 12 January 2012 See abstract; paragraphs [0026], [0030]; and figures 1-5.	16
Y	US 2013-0118167 A1 (PESCE et al.) 16 May 2013 See abstract; paragraphs [0064]-[0067], [0075]; and figures 2-4, 8.	17
A	US 2011-0018278 A1 (TOMAINI, JOHN C.) 27 January 2011 See abstract; paragraphs [0026]-[0030]; and figures 1-4.	1-27
A	US 2009-0228150 A1 (ALSTON, GERALD ALLEN) 10 September 2009 See abstract; paragraphs [0011]-[0017]; and figures 1-2.	1-27
<input 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 18 September 2015 (18.09.2015)		Date of mailing of the international search report <b>21 September 2015 (21.09.2015)</b>
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140		Authorized officer LEE, Dal Kyong Telephone No. +82-42-481-8440 

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2015/036730**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013-0068314 A1	21/03/2013	CA 2848393 A1 MX 2014003032 A WO 2013-040338 A2 WO 2013-040338 A3	21/03/2013 28/05/2014 21/03/2013 08/05/2014
US 2012-0007368 A1	12/01/2012	AR 071476 A1 EP 2614226 A2 PE 01252010 A1 PT 104023 A WO 2009-131477 A2 WO 2009-131477 A3	23/06/2010 17/07/2013 20/02/2010 21/10/2009 29/10/2009 17/11/2011
US 2013-0118167 A1	16/05/2013	US 2010-156111 A1 US 8353160 B2 US 8875514 B2	24/06/2010 15/01/2013 04/11/2014
US 2011-0018278 A1	27/01/2011	None	
US 2009-0228150 A1	10/09/2009	None	

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 ペトロビック、ウラジミール、エム・

アメリカ合衆国、01106 マサチューセッツ州、ロングメドー、25 ファーミントン アベニュー

(72)発明者 エシュティアーギ、アミアホセイン

アメリカ合衆国、01075 マサチューセッツ州、サウス ハドリー、14 ベンガー アベニュー

Fターム(参考) 3G081 BA02 BC11 BD00

3G202 AA02 GA05 GB05

3H074 AA12 BB10 CC43