(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6921840号
(P6921840)

(45)発行日　令和3年8月18日(2021.8.18)　(24)登録日　令和3年7月30日(2021.7.30)

(51)Int.Cl.			F I		
F01N	3/20	(2006.01)	F01N	3/20	K
F01N	5/02	(2006.01)	F01N	5/02	A
F01N	3/24	(2006.01)	F01N	3/24	L
H05B	3/00	(2006.01)	H05B	3/00	310D

請求項の数 24　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2018-545959(P2018-545959)
(86)(22)出願日　平成29年3月2日(2017.3.2)
(65)公表番号　特表2019-512632(P2019-512632A)
(43)公表日　令和1年5月16日(2019.5.16)
(86)国際出願番号　PCT/US2017/020513
(87)国際公開番号　WO2017/151966
(87)国際公開日　平成29年9月8日(2017.9.8)
審査請求日　令和2年2月27日(2020.2.27)
(31)優先権主張番号　62/302,482
(32)優先日　平成28年3月2日(2016.3.2)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　501162454
ワットロー・エレクトリック・マニュファクチャリング・カンパニー
アメリカ合衆国、ミズーリ州　６３１４６　セントルイス、ラックランド・ロード　１２００１
(74)代理人　110001737
特許業務法人スズエ国際特許事務所
(72)発明者　エヴァリー、マーク
アメリカ合衆国、ミズーリ州　６３３０１、セントチャールズ、カンブリアン・ウェイ　３１

最終頁に続く

(54)【発明の名称】加熱電力の軸ゾーニング用システム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
内燃機関の排気システム用のヒータシステムであって、
内燃機関の排気システムの排気導管内に配置されたヒータであって、前記ヒータは、前記排気導管の軸方向に沿って配置された複数の加熱エレメントを含み、前記複数の加熱エレメントは、前記排気システムの触媒の上流の前記排気導管内を流れる排気ガスに曝され、前記触媒の上流の前記排気ガスを加熱するように構成されたヒータと、
前記複数の加熱エレメントの少なくとも２つの加熱エレメントに特有の少なくとも１つの動作条件に従って互いに異なるように前記複数の加熱エレメントの少なくとも２つの加熱エレメントを能動的に制御するように構成されたヒータ制御モジュールと、
を具備し、
前記少なくとも２つの加熱エレメントは、第１上流加熱エレメントと第１下流加熱エレメントを含み、前記ヒータ制御モジュールは、前記第１上流加熱エレメントと前記第１下流加熱エレメントの両方に電力を供給している間、前記第１上流加熱エレメントを前記第１下流加熱エレメントより高い電力レベルであるように能動的に制御するヒータシステム。
【請求項２】
前記排気導管内の上流に配置された複数の加熱エレメントと、前記排気導管の下流に配置された複数の加熱エレメントと、
を具備する請求項１記載のヒータシステム。

【請求項３】
前記ヒータ制御モジュールは、上流の前記加熱エレメントを下流の前記加熱エレメントより高電力レベル及び低い温度で制御する
請求項２記載のヒータシステム。
【請求項４】
前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱エレメントの少なくとも１つの動作パラメータを取得するために動作可能な動作パラメータ取得モジュールを含む
請求項１記載のヒータシステム。
【請求項５】
前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱エレメントの少なくとも１つの動作パラメータを取得するために動作可能な仮想検知モジュールを含む
請求項１記載のヒータシステム。
【請求項６】
前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱エレメントの少なくとも１つの動作パラメータを記憶するために動作可能なヒータ性能特性データ記憶モジュールを含む
請求項１記載のヒータシステム。
【請求項７】
前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱エレメントの少なくとも１つの加熱エレメントの動作条件に従って前記複数の加熱エレメントの少なくとも１つの加熱エレメントの期待信頼性を決定するために構成された信頼性決定モジュールを含む
請求項１記載のヒータシステム。
【請求項８】
前記信頼性決定モジュールは、前記複数の加熱エレメントの平均信頼性を決定する
請求項７記載のヒータシステム。
【請求項９】
前記ヒータ制御モジュールは、目標温度、加熱サイクル、及びこれらの組み合わせの１つにおいて前記決定された信頼性に基づき加熱エレメントを決定するために動作可能な目標温度及び加熱サイクル決定モジュールを含む
請求項７記載のヒータシステム。
【請求項１０】
前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱エレメントのそれぞれに提供される電力レベルを制御し、前記目標温度を達成するに十分な決定された前記加熱サイクルに基づき前記複数の加熱エレメントのそれぞれをオン及びオフに切り替える電力制御及びスイッチングモジュールを含む
請求項９記載のヒータシステム。
【請求項１１】
前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱エレメントの少なくとも１つの過渡条件を決定するための制御アルゴリズムを含む
請求項１記載のヒータシステム。
【請求項１２】
前記ヒータ制御モジュールは、異なる目標温度、異なる加熱サイクル、及びこれらの組み合わせの少なくとも１つに達するため、前記複数の加熱エレメントのそれぞれを制御するために動作可能である
請求項１記載のヒータシステム。
【請求項１３】
前記排気導管の軸方向に沿って配置された複数の加熱エレメントの複数の加熱ゾーンをさらに具備し、
前記ヒータ制御モジュールは、複数の加熱ゾーンの特有の少なくとも２つの動作条件の少なくとも１つに従って、前記複数の加熱ゾーンの少なくとも２つが互いに異なるように制御するため動作可能とされる

請求項１記載のヒータシステム。
【請求項１４】
前記複数の加熱ゾーンは、前記排気導管内の上流に配置された複数の上流加熱ゾーンであり、前記複数の下流加熱ゾーンは前記排気導管内の下流に配置される
請求項１３記載のヒータシステム。
【請求項１５】
前記ヒータ制御モジュールは、上流の前記加熱ゾーンを下流の前記加熱ゾーンより高電力レベルで制御する
請求項１４記載のヒータシステム。
【請求項１６】
前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱ゾーンの少なくとも１つの動作パラメータを取得するために動作可能な動作パラメータ取得モジュールを含む
請求項１５記載のヒータシステム。
【請求項１７】
前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱ゾーンの少なくとも１つの動作パラメータを取得するために動作可能な仮想検知モジュールを含む
請求項１５記載のヒータシステム。
【請求項１８】
前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱ゾーンの少なくとも１つの動作パラメータを記憶するために動作可能なヒータ性能特性データ記憶モジュールを含む
請求項１５記載のヒータシステム。
【請求項１９】
前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱ゾーンの少なくとも１つの動作条件に従って前記複数の加熱ゾーンの少なくとも１つの信頼性を決定するために動作可能な信頼性決定モジュールを含む
請求項１５記載のヒータシステム。
【請求項２０】
前記信頼性決定モジュールは、前記複数の加熱ゾーンの平均信頼性を決定するために動作可能である
請求項１９記載のヒータシステム。
【請求項２１】
前記ヒータ制御モジュールは、決定された信頼性に基づき各加熱ゾーンの目標温度、加熱サイクル、及びこれらの組み合わせの少なくとも１つを、決定するために動作可能な目標温度及び加熱サイクル決定モジュールを含む
請求項１９記載のヒータシステム。
【請求項２２】
前記ヒータ制御モジュールは、前記ヒータに提供される電力を制御するために動作可能で、目標温度を十分に達成するため、決定された前記加熱サイクルに基づき前記複数の加熱ゾーンのそれぞれのオン及びオフを切り替える電力制御及びスイッチングモジュールを含む
請求項２１記載のヒータシステム。
【請求項２３】
前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱ゾーンの少なくとも１つの過渡条件を決定するための制御アルゴリズムを含む
請求項１５記載のヒータシステム。
【請求項２４】
前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱ゾーンのそれぞれが異なる目標温度、異なる加熱サイクル、及びこれらの組み合わせの少なくとも１つに達するように制御するために動作可能である
請求項１５記載のヒータシステム。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、ディーゼル排気や後処理システムのような、流体流用途、例えば車両の排気システムのための加熱及び検知システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
本部分の記述は、本開示に関する背景情報を単に提供するものであり、従来技術を構成しない可能性がある。
【０００３】
エンジンの排気系のような過渡的な流体流用途において物理センサを使用することは、振動や熱サイクルのような過酷な環境条件のため困難である。既知の温度センサは、管状エレメントを保持する支持ブラケットにその後溶接されるサーモウェルの内部に鉱物で絶縁されたセンサを含んでいる。残念ながら、この設計は、安定に至るまでに長時間を要し、振動の多い環境では物理センサが損傷する可能性がある。
【０００４】
物理センサは、多くの用途において実際の抵抗素子温度の不確実性も提示し、その結果、ヒータ電力の設計に大きな安全マージンがしばしば適用される。したがって、一般に低ワット密度を提供する物理的センサと共に使用されるヒータは、大きなヒータサイズとコスト（抵抗素子の表面領域に亘って同じヒータ電力が広がる）を犠牲にして、ヒータが損傷するリスクを低減する。
【０００５】
さらに、既知の技術は、温度制御ループにおいて、外部センサからのオン／オフ制御又はＰＩＤ制御を使用する。外部センサは、配線とセンサ出力と間の熱抵抗による固有の遅延を有している。どんな外部センサも、構成要素の欠陥モードのポテンシャルを高め、システム全体に任意の機械的マウントの制限を設定する。
【０００６】
流体流システムにおけるヒータの１つの用途は、車両排気であり、これらは、大気中への種々のガスの望ましくない放出や他の汚染物質の放出の低減を補助するため内燃機関に結合される。これら排気システムは、ディーゼル微粒子フィルタ（diesel particulate filters ：ＤＰＦ）、触媒コンバータ、選択式触媒還元（selective catalytic reduction：ＳＣＲ）、ディーゼル酸化物触媒（diesel oxidation catalyst ：ＤＯＣ）、リーンＮＯｘトラップ(lean NOx trap ：ＬＮＴ)、アンモニアスリップ触媒、又は改質器などの後処理装置を典型的に含んでいる。ＤＰＦ、触媒コンバータ、及びＳＣＲは、一酸化炭素（ＣＯ）、窒素酸化物（ＮＯｘ）、粒子状物質（ＰＭｓ）、及び排気ガス中に含まれる未燃焼炭化水素（ＨＣｓ）を捕捉する。ヒータは、排気温度を上昇させて触媒を活性化するため、及び／又は排気システムにおいて捕捉された粒子状物質、又は未燃焼炭化水素を燃焼させるため定期的又は所定の時間に活性化されてもよい。
【０００７】
ヒータは、排気管又は排気システムの容器などの構成要素に一般に設置される。ヒータは、排気管内に複数の加熱エレメントを含み、典型的には同じ熱出力を提供するために同じ目標温度に制御される。しかしながら、温度勾配は、典型的には、隣接する加熱エレメントからの異なる熱放射、および加熱エレメントを流れる異なる温度の排気ガスのような、異なる運転条件のために生じる。例えば、下流加熱エレメントは、上流加熱エレメントによって加熱されたより高い温度を有する流体に曝されるので、一般に上流エレメントよりも高い温度を有する。さらに、中間加熱エレメントは、隣接する上流及び下流加熱エレメントからより多くの熱放射を受ける。
【０００８】
ヒータの寿命は、最も過酷な加熱条件下にあり、最初に故障する加熱エレメントの寿命に依存する。どの加熱エレメントが最初に故障するかを知らずにヒータの寿命を予測する

ことは困難である。すべての加熱エレメントの信頼性を向上させるために、加熱エレメントは、典型的には、加熱エレメントのいずれかの故障を低減及び／又は回避する安全率で動作するように設計される。したがって、あまり過酷でない加熱条件下にある加熱エレメントは、典型的には、それらの最大利用可能な熱出力をはるかに下回る熱出力を生成するように動作される。

【発明の概要】

【０００９】

本開示は、排気システムの排気導管内に配置されたヒータを含む排気システム用のヒータシステムを提供する。ヒータは、排気管の軸方向に沿って配置された複数の加熱エレメントを含む。ヒータシステムは、複数の加熱エレメントのうちの少なくとも２つの加熱エレメントに特有の少なくとも１つの動作条件に従って、複数の加熱エレメントの少なくもと２つが互いに異なるように制御するために動作可能なヒータ制御モジュールを含む。

【００１０】

別の形態において、排気システムの排気管内に配置されたヒータを含む排気システム用のヒーターステムが提供される。ヒータは、排気管の軸方向に沿って配置された複数のゾーンを含む。このシステムはさらに、複数の加熱ゾーンの少なくとも２つに特有の少なくとも１つの動作条件に従って、複数の加熱ゾーンの少なくとも２つが互いに異なるように制御するために動作可能なヒータ制御モジュールを含む。

【００１１】

適用性のさらなる領域は、本明細書で提供される説明から明らかになるであろう。説明及び特定の実施例は、例示のみを目的としており、本開示の範囲を限定するものではないことを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

本開示が十分に理解され得るため、添付の図面を参照して、例として与えられた様々な形態について説明する。

【００１３】

【図１】図１は、本開示の原理が適用されるディーゼルエンジン及び排気後処理システムの概略図。

【図２】図２は、本開示の教示に従って構成された上流排気導管内に設置されたヒータアセンブリの斜視図。

【図３】図３は、図１の上流側排気導管内に設置されたヒータアセンブリの斜視、断面図。

【図４】図４は、流れ方向の温度分布を示す別のヒータアセンブリの斜視、断面図。

【図５】図５は、本開示の教示に従って構成され動作する加熱システムのヒータ制御モジュールの概略図。

【図６】図６は、ヒータアセンブリの加熱エレメントに亘って均一な温度を達成するために、各加熱エレメントの最大有能電力と実際の電力出力とを比較するグラフ。　本明細書に記載された図面は、説明目的のみのためのものであり、本開示の範囲を限定するものではない。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

以下の説明は、本質的に単に例示的なものであり、本開示、用途、又は使用を限定するものではない。図面を通して、対応する参照符号は、同様の又は対応する部分及び特徴を示すことが理解されるべきである。

【００１５】

図１を参照すると、例示されたエンジンシステム１０は、一般に、ディーゼルエンジン１２、オルタネータ１４（又は幾つかの用途では発電機）、ターボチャージャ１６、及び排気後処理システム１８を含む。排気後処理システム１８は、ターボチャージャ１６の下流に配置され、排気ガスが大気に放出される前に、ディーゼルエンジン１２からの排気ガ

スを処理する。排気後処理システム１８は、所望の結果を達成するため、排気流体の流れをさらに処理するために動作可能な１つ又は複数の追加の構成要素、装置、又はシステムを含むことができる。図１に示す例において、排気後処理システム１８は、加熱システム２０と、ディーゼル酸化触媒（ＤＯＣ）２２と、ディーゼル微粒子フィルタ装置（ＤＰＦ）２４と、選択式触媒還元装置（ＳＣＲ）２６を含んでいる。排気後処理システム１８は、その中のヒータアセンブリ２８を受ける上流排気導管３２、ＤＯＣ２２とＤＰＦ２４が設けられた中間排気導管３４及びＳＣＲ２６が配置された下流排気導管３６を含む。

【００１６】

本明細書に図示されかつ説明されたエンジンシステム１０は単なる例示であり、したがって、ＮＯｘ吸着材、又はアンモニア酸化触媒などの他の構成要素が含まれてもよく、ＤＯＣ２２、ＤＰＦ２４、及びＳＣＲ２６のような他の構成要素は使用しなくてもよい。さらに、ディーゼルエンジン１２が示されているが、本開示の教示は、ガソリンエンジン及び他の流体流用途にも適用可能であることを理解されたい。したがって、ディーゼル機関の用途は、本開示の範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。このような変形は、本開示の範囲内にあると解釈されるべきである。

【００１７】

加熱システム２０は、ＤＯＣ２２の上流に配置されたヒータアセンブリ２８と、ヒータアセンブリ２８の動作を制御するヒータ制御モジュール３０とを含む。ヒータアセンブリ２８は、１つ以上の電気ヒータを含むことができ、少なくとも１つの抵抗発熱体を含む。ヒータアセンブリ２８は、作動中に流体の流れを加熱するために排気流体の流路内に配置される。ヒータ制御モジュール３０は、典型的には、ヒータアセンブリ２８からの入力を受けるように構成された制御装置を含む。ヒータアセンブリ２８の動作の制御の例は、ヒータアセンブリをオン及びオフにすること、単一ユニットとしてのヒータアセンブリ２８への電力を調整すること、及び／又は、利用可能であれば、抵抗加熱エレメントの個々又はグループのような、別々のサブコンポーネントへの電力を調整すること、及びそれらの組み合わせを含むことができる。

【００１８】

１つの形態において、ヒータ制御モジュール３０は制御装置を含む。制御装置は、ヒータアセンブリ２８の少なくとも１つの電気ヒータと通信する。制御装置は、排気流体流、排気流体流の質量速度、少なくとも１つの電気ヒータの上流の流れ温度、少なくとも１つの電気ヒータの下流の流れ温度、少なくとも１つの電気ヒータへの電力入力、加熱システムの物理的特性に由来するパラメータ、及びそれらの組み合わせ含まれるが、これらに限定されない少なくとも１つの入力を受けるために適合される。少なくとも１つの電気ヒータは、排気流体を加熱するのに適した任意のヒータとすることができる。例示的な電気ヒータは、バンドヒータ、裸線抵抗加熱エレメント、ケーブルヒータ、カートリッジヒータ、積層ヒータ、ストリップヒータ、及び管状ヒータを含むが、これらに限定されない。

【００１９】

図１に示すシステムは、ヒータアセンブリ２８より下流に配置されたＤＯＣ２２を含む。ＤＯＣ２２は、排気ガス中の一酸化炭素や未燃炭化水素を酸化するための触媒として働く。さらに、ＤＯＣ２２は、一酸化窒素（ＮＯ）を二酸化窒素（NO_2）に変換する。ＤＰＦ２４は、排気ガスからディーゼル粒子状物質（ＰＭ）又は煤を除去することを助けるため、ＤＯＣ２２の下流に配置される。ＳＣＲ２６は、ＤＰＦ２４の下流に配置され、触媒を用いて、窒素酸化物（ＮＯｘ）を窒素（N_2）及び水に変換する。尿素水溶液噴射装置２７は、尿素水溶液を排気ガスの流れに噴射するため、ＤＰＦ２４の下流でＳＣＲ２６の上流に配置される。尿素水溶液がＳＣＲ２６で還元剤として使用される場合、ＮＯｘは、N_2、H_2O及びCO_2に還元される。

【００２０】

図２及び３を参照すると、ヒータアセンブリ２８の一形態は、排気導管３２内に配置され、複数の加熱エレメント３８を含んで示されている。複数の加熱エレメント３８は、例示されるように管状ヒータのような加熱コイルの形態であってもよく、上流排気導管３２

の経線の軸Ｘに沿って配置される。複数の加熱エレメント３８は、バンドヒータ、裸線抵抗加熱素子アセンブリ、ケーブルヒータ、カートリッジヒータ、積層ヒータ、ストリップヒータ、又は管状ヒータなどの任意のタイプの構造で提供されてもよい。したがって、管状ヒータの例示は、本開示の範囲を限定するものと解釈されるべきではない。一形態において、ヒータアセンブリ２８は、ブラケット４０により上流排気導管３２に取付けられる。別の形態において、ヒータアセンブリ２８は、上流排気導管の軸方向に沿って配置された複数の加熱ゾーンを含むことができる。各加熱ゾーンは、少なくとも１つの抵抗加熱素子を含む。

【００２１】

複数の加熱エレメント３８は、測定又は推定によって所定の性能特性を示すことができる。複数の加熱エレメント３８の性能特性は、所定の電圧又は特定のプロセスフロー条件下での複数の加熱エレメント３８の熱流束密度を含む。熱流束は、単位時間当たりの所与の表面を通る熱エネルギーの割合である。熱流束密度は、ワット密度（ワット／mm^2）で測定された単位面積当たりの熱消費率である。熱流束又は熱流束密度は、温度、転送効率、及び寿命（及び結果として信頼性）を含み、複数の加熱エレメント３８の性能を予測するための有用な情報を提供する。より高い束密度を有する加熱エレメント３８は、一般に、速い温度上昇を提供し、より低い束密度を有する加熱エレメント３８よりもより小さな表面積（従って、製造コストがより低い）を有する。しかしながら、より高い束密度を有する加熱エレメント３８は、一般に、より高い熱応力及び疲労のために寿命が短く且つ信頼性が低い。

【００２２】

図４を参照すると、複数の加熱エレメント３８を含むヒータアセンブリ２８を通って排気ガスが流れるとき、上流加熱エレメント４２における排気ガスの温度は、一般に、下流加熱エレメント４４での排気ガスの温度よりも低い。上流と下流の加熱エレメント４２、４４が同一の熱流束を生成するように制御される場合、加熱エレメント３８の上流の流れは加熱されていないので、上流加熱エレメント４２は、一般に下流加熱エレメント４４よりも温度が低い。しかし、上流加熱エレメント４２が下流加熱エレメント４４よりも高い熱流束密度を出力するために同じ温度に制御される場合、上流加熱エレメント４２において増加された熱流密度は、サイクルの様々なポイントで、上流加熱エレメント４２の加熱及び冷却率を高め、熱ストレスがより高くなり、熱疲労による寿命が短くなる。

【００２３】

従って、上流加熱エレメント４２の熱流束密度を単純に増加させる代わりに、本発明のヒータ制御モジュール３０は、所望の加熱サイクル、加熱速度及び目標温度を提供するため、複数の加熱エレメント３８に亘る熱勾配及び異なる熱放射を考慮して、複数の加熱エレメント３８に特有の動作パラメータに基づき、複数の加熱エレメント３８を独立して能動的に制御し、ヒータ性能を改善し、信頼性を向上させる。ヒータ制御モジュール３０は、本開示の範囲内において、加熱エレメント３８のうちの少なくとも２つを独立して、又は複数の加熱エレメント３８のいずれかを独立して、又は加熱エレメント３８のそれぞれを独立して制御することができることを理解されたい。

【００２４】

複数の加熱エレメント３８は、ヒータアセンブリ２８の製造及び制御を単純化するため、同じ物理的特性、及び所与の出力レベルでの同じ熱流束密度を有するように設計されてもよい。或いは、複数の加熱エレメント３８は、所与の電力レベルで異なるワット密度を提供するため、異なるサイズ及び物理的特性を有するように設計されてもよい。いずれの場合においても、複数の加熱エレメント３８は、ヒータアセンブリ２８の信頼性を向上させ、熱勾配および熱放射を考慮して異なる熱流密度を提供するため、ヒータ制御モジュール３０によって制御される。

【００２５】

図５を参照すると、ヒータ制御モジュール３０は、複数の加熱エレメント３８のそれぞれに固有の少なくとも１つの動作条件に従って、ヒータアセンブリ２８の複数の加熱エレ

メント３８を互いに異なるように制御して、改善された加熱性能及び信頼性を達成する。ヒータ制御モジュール３０は、動作パラメータ取得モジュール５０と、信頼性決定モジュール５２と、目標温度及び加熱サイクル決定モジュール５４と、電力制御及びスイッチングモジュール５６とを含む。オプションとして、ヒータ制御モジュール３０は、仮想検知モジュール５８と、上述のヒータ性能特性データ記憶モジュール５９とを含んでもよい。信頼性決定モジュール５２、目標温度及び加熱サイクル決定モジュール５４、及び仮想検知モジュール５８などの例を含む様々なモジュールは、任意であり得ることも理解されるべきである。

【００２６】

動作パラメータ取得モジュール５０は、複数のセンサ６０、６２、６４から複数の加熱エレメント３８の少なくとも１つに固有の動作パラメータを取得する。パラメータは、温度センサ６０によって測定された（又は計算された）加熱エレメント３８の温度と、流量センサ６２によって測定された排気ガス流量とを含むが、これに限定されるものではない。

【００２７】

仮想検知モジュール５８は、エンジン制御モジュール（ＥＣＭ）６４からデータを受け、幾つかの動作パラメータを推定又は予測し、動作パラメータの幾つかを仮想的に検出することができる。例えば、ＥＣＭ６４から得られたデータは、排気流量及びヒータ入口温度を含むことができる。仮想検知モジュール５８は、ＥＣＭ６４からのデータに基づき、ヒータ出口温度を推定することができる。推定データは、より正確な信頼性推定のため、動作パラメータ取得モジュール５０に送ることができる。

【００２８】

いくつかの用途において、排気システムは、次のような異なるモードの下で動作させることができる。正常（非能動的な再生ではないがおそらく受動的な再生）；加熱モード（又は暖機モード）--エンジンは、能動的再生（active regeneration）を達成するために後処理温度を上昇させる；コールドモード（又はコールドスタートモード）--ＮＯｘは低温状態で積極的に蓄えられる；重負荷モード --より高い排気温度で、貯蔵されたＮＯｘの放出を可能にする。付加的な動作モードは、米国公開公報２０１４／０１３０４８１に記載されており、これはその全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【００２９】

例えば、仮想検知モジュール５８は、複数の加熱エレメント３８の少なくとも１つの動作パラメータを受けることができる。例えば、仮想検知モジュール５８は、特定のモードに関する情報を受信し、各加熱エレメント３８に利用可能な熱流束密度のポテンシャルの正確さを増加するため、各加熱エレメント３８の排気口の温度を推定することができる。したがって、仮想検出モジュール５８は、各加熱エレメント３８に用いられる吸気口の温度を知るだけでなく、各加熱エレメント３８から出てくる温度、すなわち、次の加熱エレメント３８の吸気口の温度を推定することができる。温度の推定は、周囲の環境への損失を含む、各加熱エレメント３８の排気口の温度を予測するためのエネルギーバランス（エネルギーの保存）に基づいてもよい。

【００３０】

信頼性決定モジュール５２は、各加熱エレメント３８に特有の動作パラメータに基づいて、特定の電力レベルについて各加熱エレメント３８の信頼性を決定する。信頼性決定モジュール５２は、個々の加熱エレメント３８に特有の性能特性データを記憶するヒータ性能特性データ記憶モジュール５９からデータを受けてもよい。複数の加熱エレメント３８は、同じ仕様に従って製造することができるが、製造ばらつきや偏差のため、熱流束密度などの同じ加熱性能を提供できない可能性がある。したがって、製造ばらつきや偏差に関するパラメータを予め決定してヒータ性能特性データ記憶モジュール５９に記憶させておき、より正確な信頼度計算を行うため、信頼性決定モジュール５２に供給してもよい。

【００３１】

各加熱エレメント３８の信頼性は、ヒータアセンブリ２８を上流排気導管３２に取り付

ける取り付けブラケット４０によって課される振動又は物理的負荷のような他の要因によっても影響を受ける可能性がある。加熱エレメント３８が構造部材としても扱われるかどうかは、加熱エレメント３８の信頼性に影響を及ぼす。したがって、これら要因の影響は、信頼性決定をより正確に行うため、ヒータ性能特性データ記憶モジュール５９に予め記憶しておいてもよい。

【００３２】

信頼性決定モジュール５２は、信頼性パラメータと動作パラメータとの間の関係に基づいて、複数の加熱エレメント３８の期待信頼性を決定してもよい。この関係は、経験的データ又は実験に基づいて上流加熱エレメント４２に直接利用可能である。例えば、関係は、加熱エレメント３８の較正された加速寿命試験（Calibrated Accelerated Life Testing：ＣＡＬＴ）を実行することによって得てもよい。加速寿命試験は、短期間で障害の可能性のあるモードと障害を明らかにするために、通常のサービスパラメータより多い応力、歪み、温度などの条件にかけて製品を試験するプロセスである。本形態において、ＣＡＬＴは、加熱サイクルと所与の電力レベル又は所与の動作環境のための時間との関係を提供するために使用してもよい。したがって、ＣＡＬＴは、各加熱エレメント３８の信頼性と動作パラメータとの間の関係を提供する。信頼性データは、より厳しい動作条件を経験する加熱エレメント３８のみに提供されてもよい。

【００３３】

上流及び下流加熱エレメント４２、４４の信頼性が決定された後、信頼性決定モジュール５２は、上流及び下流加熱エレメント４２、４４の信頼性を平均化することによって平均信頼性を決定する。平均信頼性に関する情報は、目標温度及び加熱サイクル決定モジュール５４に送られる。

【００３４】

目標温度及び加熱サイクル決定モジュール５４は、同一平均信頼性に基づき上流及び下流の加熱エレメント４２、４４の目標温度、並びに加熱サイクルを計算する。目標温度は、複数の加熱エレメント３８が同じ平均信頼性を達成することを可能にする。中間の加熱エレメント３９について、上流及び下流加熱エレメント４２、４４からの値の補間は、目標温度を決定するために使用されてもよい。

【００３５】

目標温度及び加熱サイクル決定モジュール５４は、所与の所望の電力レベル及び流量について同じ平均信頼性を得るため、各加熱エレメント３８の目標温度を計算する。目標温度は、他のシステム変数の変化の中で経時的に変化し得る電力レベルの変化に応答して絶えず更新されてもよい。この動的計算は、実際の流量、電力レベル、及びこれらの量の設計値を含むが、これに限定されない複数のパラメータに基づいて加熱エレメント３８の目標温度をより正確に決定することを可能にする。したがって、動作中の加熱システム２０内の所与のヒータアセンブリ２８の信頼性を向上させることができる。

【００３６】

目標温度及び加熱サイクル決定モジュール５４は、信頼性を改善するためにリアルタイム目標温度計算を実行することも可能である。例えば、信頼性決定モジュール５２は、ヒータの信頼性及び所望の電力レベルのスイッチング周波数の影響に対するｄｉ／ｄｔ（経時的な電流の変化、又はｄＶ／ｄｔ、経時的な電圧の変化）の影響を決定してもよい。目標温度及び加熱サイクル決定モジュール５４は、所望の電力レベルに対応する目標温度をより高い信頼性で決定する。目標温度及び加熱サイクル決定モジュール５４は、所望の電力レベルを生成する様々な加熱エレメント３８のため、特定の目標温度を維持するための加熱サイクル数もより高い信頼性で決定する。

【００３７】

別の形態において、目標温度及び加熱サイクル決定モジュール５４は、２つのモジュールであってもよい。電力制御及びスイッチングモジュール５６は、各加熱エレメント３８に供給される電力レベルを制御し、目標温度を達成するために、計算された加熱サイクルに基づいて加熱エレメント３８を切り替える。電力制御及びスイッチングモジュール５６

は、加熱エレメント３８のスイッチングを、計算された加熱サイクルに基づき「オン」状態と「オフ」状態とを制御する。平均電力密度は、加熱エレメント３８の信頼性を向上させるレベルまで低減することができる。より速いスイッチングは、一般に、より長い寿命を容易にするが、スイッチング速度は、耐久性を向上させるために選択される。各加熱エレメント３８は、加熱エレメント３８の最適信頼性を確保しながら、最大平均熱流束密度を有するように制御することができる。

【００３８】

ヒータ制御モジュール３０は、全ての加熱エレメント３８に亘る合計の熱流束密度が増加する限り、複数の加熱エレメント３８に亘って一定の耐久性を維持するため、上流排気導管３２内の軸方向の位置に基づき加熱エレメント３８の熱流束密度を制御して変化させる。第１番目から後の加熱エレメント３８の変化された熱流束密度は、異なるゾーンで目標温度を異なるように設定することによって、より小さい物理的空間内で一定の耐久性を維持し、パワーを増加させることができる。したがって、複数の加熱エレメント３８に亘って一定の耐久性／信頼性を維持しながら、増加された利用可能な熱流束密度を提供するため、複数の加熱エレメント３８を操作することが可能である。特定の加熱エレメント３８に特有の操作パラメータは、厳密に監視され、最適な信頼性のための熱出力が常に調整されているため、安全率は要求されないかもしれない。

【００３９】

複数の加熱エレメント３８は、異なる目標温度に制御されてもよい、これにより各発熱に固有のパラメータを考慮して、複数の加熱エレメント３８の一様な温度を維持するための異なる熱出力（熱流束密度）を発生させることができる。各加熱エレメント３８は、同じ大きな熱流束密度を有するように設計することができ、エンジンのコールドスタート中に同時にフルパワーにターンオンすることができる。加熱エレメント３８が目標温度に達した後、加熱エレメント３８を適切な電力レベルに切り替えて、加熱エレメント３８を目標温度に維持することができる。したがって、ヒータアセンブリ２８は、より大きな熱流束密度を生成して排気ガスを急速に加熱することができ、安全限界に達したとき、個々の加熱エレメント３８をオフにすることができる。

【００４０】

図６を参照すると、グラフは、バーＡによって示されるように、同じ高電力レベルを有するように設計された各加熱エレメント３８を有することができる複数の軸方向に配置された加熱エレメント３８を含むヒータアセンブリ２８を示す。複数の加熱エレメント３８は、材料温度限界に達したとき、又は、他の動作パラメータが低下した電力を指示するとき、バーＢによって示されるような適切なレベルに低下するよう切り替えることができる。バーＢは、定常状態での各加熱エレメント３８のヒータ電力、又は一定のシース（sheath）温度を維持する簡単な過渡状態をも示す。各加熱エレメント３８の耐久性は熱サイクルの数及び大きさ、並びにｄｉ／ｄｔ（経時的な電流の変化）などの過渡条件によって影響され得る。各加熱エレメント３８の最大ｋＷは、過渡条件に基づいて変化し得る。例えば、加熱エレメント３８が冷えている場合、はるかに高い電力密度をより短期間に利用することができる。電力密度は、時間が経つに従って低減することができる。さらに、加熱エレメント３８への電力の供給の速度は、ヒータアセンブリ２８の損傷を防ぐため、より遅くなるように調整することができる。したがって、ヒータ制御モジュール３０は、耐久性／信頼性の向上を考慮して複数の加熱エレメント３８の少なくとも１つの過渡条件を取得するため制御アルゴリズムを含んでいる。ヒータ制御モジュール３０を用いて個々の加熱エレメント３８のオン／オフ及び電力のアップ及びダウンを制御するヒータ制御モジュール３０を用いることにより、ヒータ性能は、動作条件、及び容量や耐久性のようなヒータ構造の制約に基づき最適化されることが可能であり、これにより、全ての加熱エレメント３８の最適信頼性を得ることができる。

【００４１】

本開示は、より小さい領域においてより多くの熱流束密度を生成するという利点を有する。増加した熱流束密度は、加熱エレメント３８のサイズの減少、加熱エレメント３８の

コストの低減、及びエンジンのコールドスタート中により速い加熱をもたらすことができる。したがって、本開示は、マルチゾーンヒータアセンブリ２８のための加熱エレメント３８の信頼性、サイズ、及び出力をバランスさせ、それにより改善された加熱結果を達成する。

【００４２】

本開示は、過渡条件にも適応することができ、また、故障した加熱エレメント３８へのより良い適応を提供することができる。加熱エレメント３８、又はその関連する電力要素が故障すると、残りの加熱エレメント３８は、失われた電力の一部を供給するため制御されることができる。加熱エレメント３８の信頼性が低い場合、又は加熱エレメント３８が故障した場合、特定の加熱エレメント３８は、熱流密度を低減するために電力を供給することができる。残りの加熱エレメント３８の出力は、特定の加熱エレメント３８から低減された熱流束を補償するために調整することができる。したがって、ヒータアセンブリ２８全体は、低減された信頼性に特定のヒータを合わせることなく、所望の総パワー出力を生成し続けることができる。

【００４３】

本開示のさらに別の形態において、加熱エレメント３８は、所望の増加したワット密度（より小さいサイズを有し、それによって製造コストを低減する）を提供するため、制御されることができる。個々の加熱エレメント３８から出力される熱流束は、動作パラメータ取得モジュール５０によって取得された動作データに従って、動作中に異なって制御され、調整されてもよい。各加熱エレメント３８からの熱流束は、所望の熱流束及び改善された信頼性を達成するため、電力制御及びスイッチングモジュール５６を用いて加熱エレメント３８を「オン」及び「オフ」に切り換えて、変えられてもよい。加熱システム２０は、所与の電力レベル及び所望の信頼性レベルのため、より小さい（従って、より低コストの）加熱エレメント３８を可能にする。各加熱エレメント３８について、加熱エレメント３８の温度、最大温度と最小温度との差、最大冷却速度、加熱サイクルの数（「制御サイクル」及び「機械サイクル」の両方）、及び最大電力又は加熱速度を経時的に追跡することができる。加熱エレメント３８からの熱出力は、これらの変化したパラメータに従って調整されてもよい。

【００４４】

ディーゼル排気の流体流用途が本明細書に例示及び説明されたが、様々な形態の軸方向加熱が、任意の数の用途に適用されてもよく、流体の流れに沿った、様々な加熱／出力分布、又はシステムの機能性、を提供することができることを理解されたい。例えば、より小さい物理的空間において電力を増加させるため、１つの加熱エレメントから次の加熱エレメントへの電力密度を変化させるために、軸方向加熱を用いることができる。別の形態において、一定の要素シース又はワイヤ温度を維持するため、出力密度を変化させることができる。さらに、異なるエンジン速度及びトルクでの軸方向出力分布のマップを作成することができ、次いで、使用中の実際のエンジン条件に基づいて出力変動を制御することができる。したがって、本明細書に例示され、記載された様々な形態は、本開示の範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

【００４５】

本開示の説明は、本質的に単なる例示であり、したがって、本開示の内容から逸脱しない変形は、本開示の範囲内にあるものとする。そのような変形は、開示の精神および範囲からの逸脱と見なすべきではない。

以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

［１］排気システム用のヒータシステムであって、

排気システムの排気導管内に配置されたヒータ、前記排気導管の軸方向に沿って配置された複数の加熱エレメントを含む前記ヒータと、

前記複数の加熱エレメントの少なくとも２つに特有の少なくとも１つの動作条件に従って互いに異なるように前記複数の加熱エレメントの少なくとも２つを制御するために動作可能なヒータ制御モジュールと、

を具備するヒータシステム。
［２］前記排気導管内の上流に配置された複数の加熱エレメントと、前記排気導管の下流に配置された複数の加熱エレメントと、を具備する［１］記載のヒータシステム。
［３］前記ヒータ制御モジュールは、上流の前記加熱エレメントを下流の前記加熱エレメントより高電力レベル及び低い温度で制御する［２］記載のヒータシステム。
［４］前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱エレメントの少なくとも１つの動作パラメータを取得するために動作可能な動作パラメータ取得モジュールを含む［３］記載のヒータシステム。
［５］前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱エレメントの少なくとも１つの動作パラメータを取得するために動作可能な仮想検知モジュールを含む［３］記載のヒータシステム。
［６］前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱エレメントの少なくとも１つの動作パラメータを記憶するために動作可能なヒータ性能特性データ記憶モジュールを含む［３］記載のヒータシステム。
［７］前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱エレメントの少なくとも１つの動作条件に従って前記複数の加熱エレメントの少なくとも１つの信頼性を決定するために動作可能な信頼性決定モジュールを含む［３］記載のヒータシステム。
［８］前記信頼性決定モジュールは、前記複数の加熱エレメントの平均信頼性を決定する［７］記載のヒータシステム。
［９］前記ヒータ制御モジュールは、目標温度、加熱サイクル、及びこれらの組み合わせの１つにおいて前記決定された信頼性に基づき加熱エレメントを決定するために動作可能な目標温度及び加熱サイクル決定モジュールを含む［７］記載のヒータシステム。
［１０］前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱エレメントのそれぞれに提供される電力レベルを制御し、前記目標温度を達成するに十分な決定された前記加熱サイクルに基づき前記複数の加熱エレメントのそれぞれをオン及びオフに切り替える電力制御及びスイッチングモジュールを含む［９］記載のヒータシステム。
［１１］前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱エレメントの少なくとも１つの過渡条件を決定するための制御アルゴリズムを含む［３］記載のヒータシステム。
［１２］前記ヒータ制御モジュールは、異なる目標温度、異なる加熱サイクル、及びこれらの組み合わせの少なくとも１つに達するため、前記複数の加熱エレメントのそれぞれを制御するために動作可能である［３］記載のヒータシステム。
［１３］前記排気導管の軸方向に沿って配置された複数の加熱エレメントの複数のゾーンをさらに具備し、
前記ヒータ制御モジュールは、複数の加熱ゾーンの特有の少なくとも２つの動作条件の少なくとも１つに従って、前記複数の加熱ゾーンの少なくとも２つが互いに異なるように制御するため動作可能とされる［１］記載のヒータシステム。
［１４］前記複数の加熱ゾーンは、前記排気導管内の上流に配置され、前記複数の排気ゾーンは前記排気導管内の下流に配置される［１３］記載のヒータシステム。
［１５］前記ヒータ制御モジュールは、上流の前記加熱ゾーンを下流の前記加熱ゾーンより高電力レベルおよび低い温度で制御する［１４］記載のヒータシステム。
［１６］前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱ゾーンの少なくとも１つの動作パラメータを取得するために動作可能な動作パラメータ取得モジュールを含む［１５］記載のヒータシステム。
［１７］前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱ゾーンの少なくとも１つの動作パラメータを取得するために動作可能な仮想検知モジュールを含む［１５］記載のヒータシステム。
［１８］前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱ゾーンの少なくとも１つの動作パラメータを記憶するために動作可能なヒータ性能特性データ記憶モジュールを含む［１５］記載のヒータシステム。
［１９］前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱ゾーンの少なくとも１つの動作

条件に従って前記複数の加熱ゾーンの少なくとも１つの信頼性を決定するために動作可能な信頼性決定モジュールを含む［１５］記載のヒータシステム。

［２０］前記信頼性決定モジュールは、前記複数の加熱ゾーンの平均信頼性を決定するために動作可能である［１９］記載のヒータシステム。

［２１］前記ヒータ制御モジュールは、決定された信頼性に基づき各加熱ゾーンの目標温度、加熱サイクル、及びこれらの組み合わせの少なくとも１つを、決定するために動作可能な目標温度及び加熱サイクル決定モジュールを含む［１９］記載のヒータシステム。

［２２］前記ヒータ制御モジュールは、前記ヒータに提供される電力を制御するために動作可能で、目標温度を十分に達成するため、決定された前記加熱サイクルに基づき前記複数の加熱ゾーンのそれぞれのオン及びオフを切り替える電力制御及びスイッチングモジュールを含む［２１］記載のヒータシステム。

［２３］前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱ゾーンの少なくとも１つの過渡条件を決定するための制御アルゴリズムを含む［１５］記載のヒータシステム。

［２４］前記ヒータ制御モジュールは、前記複数の加熱ゾーンのそれぞれが異なる目標温度、異なる加熱サイクル、及びこれらの組み合わせの少なくとも１つに達するように制御するために動作可能である［１５］記載のヒータシステム。

【図１】

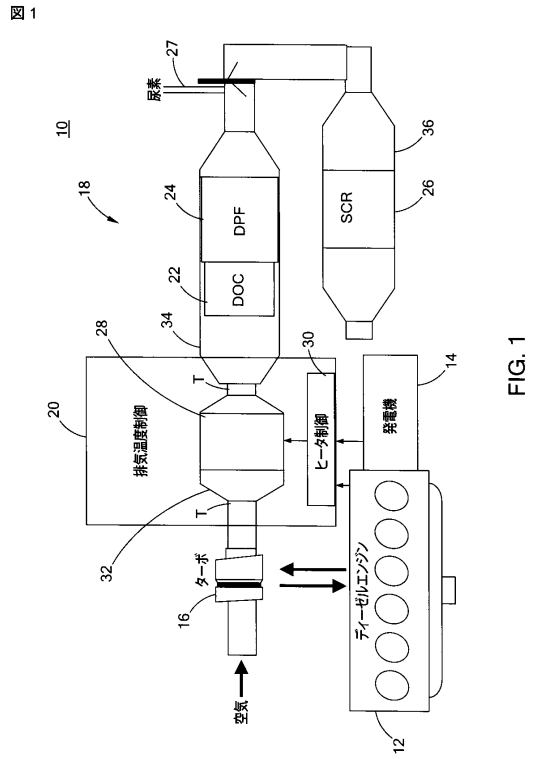


FIG. 1

【図２】

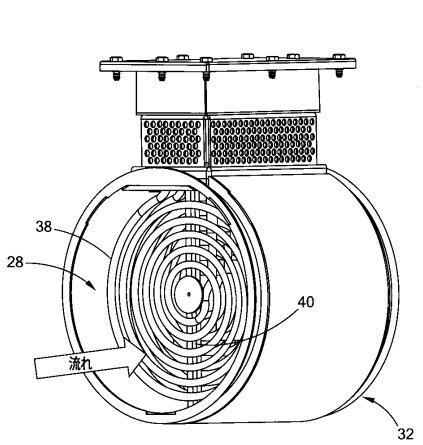


FIG. 2

【図３】

図３

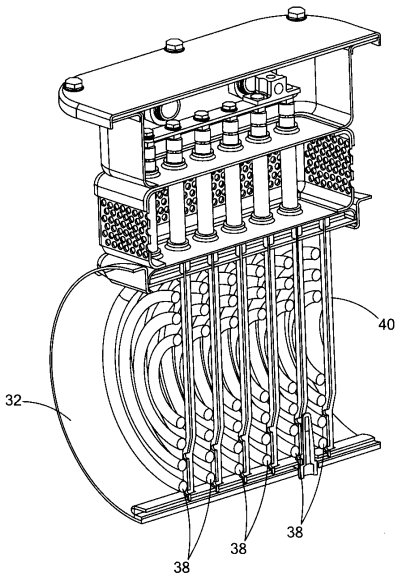


FIG. 3

【図４】

図４

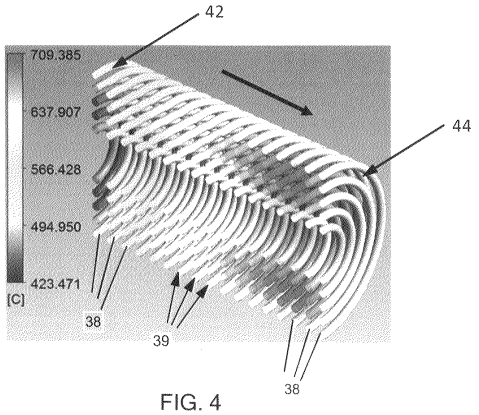


FIG. 4

【図５】

図５

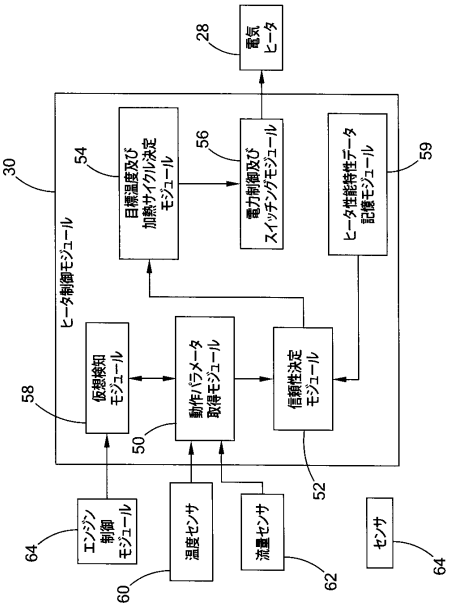


FIG. 5

【図６】

図６

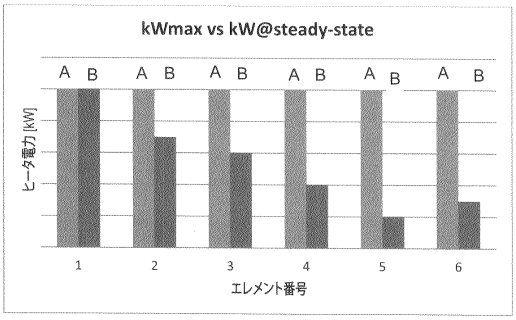


FIG. 6

フロントページの続き

(72)発明者　プラダン、ジェームス・エヌ
アメリカ合衆国、ウィスコンシン州　５３１４７、レイク・ジェノバ、エス・エドワーズ・ブールバード・ナンバー３５、５００
(72)発明者　ザング、サンホン
アメリカ合衆国、ミズーリ州　６３０２１、ボールウィン、ヴァリー・マノール・ドライブ　４１１

審査官　稲村　正義

(56)参考文献　特開平０６－０５０１３５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－０９８４０８（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１９３５１３（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０１１９４６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－２２５１６３（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１４１０４６（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３３６９１５（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０３１５１６（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－２３８３７５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０１Ｎ　　３／００－５／０４
Ｈ０５Ｂ　　３／００