

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6608819号
(P6608819)

(45) 発行日 令和1年11月20日(2019.11.20)

(24) 登録日 令和1年11月1日(2019.11.1)

(51) Int.Cl.		F I			
GO 1 N 27/04	(2006.01)	GO 1 N	27/04	Z	
GO 1 N 27/20	(2006.01)	GO 1 N	27/20	Z	
GO 1 N 15/06	(2006.01)	GO 1 N	15/06	D	

請求項の数 58 (全 68 頁)

(21) 出願番号	特願2016-530893 (P2016-530893)	(73) 特許権者	508289615
(86) (22) 出願日	平成26年11月12日(2014.11.12)		ストーンリッジ・インコーポレド
(65) 公表番号	特表2017-500546 (P2017-500546A)		アメリカ合衆国・オハイオ・44484・
(43) 公表日	平成29年1月5日(2017.1.5)		ウォレン・イースト・マーケット・ストリ
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/065327		ート・9400
(87) 国際公開番号	W02015/073596	(74) 代理人	100108453
(87) 国際公開日	平成27年5月21日(2015.5.21)		弁理士 村山 靖彦
審査請求日	平成29年11月7日(2017.11.7)	(74) 代理人	100110364
(31) 優先権主張番号	61/903,581		弁理士 実広 信哉
(32) 優先日	平成25年11月13日(2013.11.13)	(74) 代理人	100133400
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 阿部 達彦
(31) 優先権主張番号	62/028,275	(72) 発明者	ケイヴァン・ヘダーヤト
(32) 優先日	平成26年7月23日(2014.7.23)		アメリカ合衆国・マサチューセッツ・02
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		493・ウェストン・エリオット・レーン
			・15

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 煤センサシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

煤センサと、

前記煤センサの少なくとも一部を再生温度まで加熱するために、再生モードの間、再生パルス幅変調(PWM)信号を前記煤センサに印加させるように構成され、前記煤センサにおける煤の堆積を感知するために、前記再生モードの間、前記再生PWM信号のオフ時間の間に感知信号を前記煤センサに印加させるようにさらに構成される制御装置と

を備える煤センサシステム。

【請求項2】

前記制御装置が、前記再生PWM信号の前記オフ時間の間、感知電流 I_{sense} を前記煤センサに印加させるように構成され、前記感知電流 I_{sense} が、前記煤センサに堆積した煤の量を決定するために使用される、請求項1に記載の煤センサシステム。

【請求項3】

前記制御装置が、前記煤センサを初期再生温度まで加熱させるようにさらに構成され、前記制御装置がその後、

1)前記煤センサの抵抗の傾斜が、所定の長さの時間にわたって、実質的に一定のままであったかどうかを決定するステップを行うように構成され、

前記抵抗の前記傾斜が実質的に一定のままではなかった場合、前記制御装置が、前記煤センサの温度に上昇を引き起こし、前記決定するステップ1を繰り返すようにさらに構成され、

前記抵抗の前記傾斜が実質的に一定のままであった場合、前記制御装置が、前記煤センサの前記温度に低下を引き起こし、前記低下された温度における開放性について前記煤センサを測定するようにさらに構成され、

前記開放性が、前記低下された温度において検出される場合、前記制御装置が、再生モードを停止するように構成され、

前記開放性が、前記低下された温度において検出されない場合、前記制御装置が、前記煤センサの温度に上昇を引き起こし、前記決定するステップ1を繰り返すように構成される、請求項1に記載の煤センサシステム。

【請求項4】

前記制御装置が、前記煤センサの温度に25 の上昇を引き起こすように構成される、請求項3に記載の煤センサシステム。

【請求項5】

前記制御装置が、前記煤センサの前記抵抗の前記傾斜が前記所定の長さの時間の少なくとも一部にわたって実質的に一定のままであったかどうかを決定するように構成される、請求項3に記載の煤センサシステム。

【請求項6】

前記所定の長さの時間が少なくとも20秒間であり、前記抵抗の前記傾斜が、前記所定の長さの時間の間の少なくとも10秒間にわたって比較的一定のままである場合に、前記抵抗の前記傾斜が実質的に一定のままであったと見なされる、請求項5に記載の煤センサシステム。

【請求項7】

前記制御装置が、前記煤センサにおける煤の堆積を感知するために、感知モードの間、可変感知信号を前記煤センサに印加させるようにさらに構成され、前記可変感知信号が、前記感知モードの開始に第1の電圧を有し、前記可変感知信号が、前記感知モードの開始の後の時間の期間に第2の電圧を有し、前記第1の電圧が前記第2の電圧より大きい、請求項1に記載の煤センサシステム。

【請求項8】

前記第1の電圧が5～60Vの範囲から選択される、請求項7に記載の煤センサシステム。

【請求項9】

前記制御装置が、測定される排気の温度に少なくとも一部基づいて前記第2の電圧を決定するようにさらに構成される、請求項7に記載の煤センサシステム。

【請求項10】

前記制御装置が、排気温度が上昇するにつれて前記第2の電圧を低下させるように構成される、請求項9に記載の煤センサシステム。

【請求項11】

前記制御装置が、排気温度が低下するにつれて前記第2の電圧を上昇させるように構成される、請求項9に記載の煤センサシステム。

【請求項12】

前記制御装置が、ディーゼル粒子フィルタの能動的再生の間、前記煤センサシステムを前記感知モードに入らせるようにさらに構成される、請求項7に記載の煤センサシステム。

【請求項13】

前記制御装置が、ディーゼル粒子フィルタの能動的再生の直後に、前記煤センサシステムを前記感知モードに入らせるようにさらに構成される、請求項7に記載の煤センサシステム。

【請求項14】

前記煤センサが、

第1の面、および、前記第1の面の反対の第2の面を定める基板と、

前記基板の前記第1の面に配置される導電性材料の少なくとも1つの連続ループを有する第1の要素であって、前記基板の少なくとも前記第1の面における煤の堆積を感知するため

10

20

30

40

50

に感知モードで作動するように、および、前記基板の少なくとも前記第1の面における堆積した煤を除去するために再生モードで作動するように構成される第1の要素と、

前記第1の面の一部分をそこへの煤の堆積から遮蔽するために、前記第1の面の一部にわたって配置される不動態化層とを備える、請求項1に記載の煤センサシステム。

【請求項15】

前記不動態化層が、前記第1の要素の一部分をそこへの煤の堆積から遮蔽するために、前記第1の要素の一部にわたってさらに配置される、請求項14に記載の煤センサシステム

【請求項16】

前記不動態化層がガラスを含む、請求項14に記載の煤センサシステム。

10

【請求項17】

前記不動態化層が、前記基板の前記第1の面の縁領域の少なくとも一部をそこへの煤の堆積から遮蔽するように構成される、請求項14に記載の煤センサシステム。

【請求項18】

前記不動態化層が、煤を前記煤センサの曝露された一部分だけに実質的に堆積させ、前記再生モードの間、前記煤センサの前記曝露された一部分の温度が煤を少なくとも部分的に焼却させるのに十分であるように、前記第1の面の前記一部にわたって、前記再生モードの間、前記煤センサの温度勾配に基づいたパターンで配置される、請求項14に記載の煤センサシステム。

【請求項19】

請求項1に記載の煤センサシステムの前記煤センサに沈着される煤の量を測定する方法であって、

20

第1の面、および、前記第1の面の反対の第2の面を定める基板、ならびに、

前記基板の前記第1の面に配置される導電性材料の少なくとも1つの連続ループを有する第1の要素であって、前記基板の少なくとも前記第1の面における煤の堆積を感知するために第1のモードで作動するように、および、前記基板の少なくとも前記第1の面における堆積した煤を除去するために第2のモードで作動するように構成される第1の要素

を備える煤センサを設けるステップと、

高電圧を前記第1の要素に印加し、前記第1の要素を通る感知電流を監視するステップであって、前記感知電流が、前記第1の要素に堆積した煤の量を表している、ステップと、

30

前記高電圧を印加した後の所定の長さの時間にわたって低電圧を印加し、前記第1の要素を通る感知電流を監視するステップであって、前記感知電流が、前記第1の要素に堆積した煤の量を表している、ステップとを含む方法。

【請求項20】

前記煤センサが、第1の面、および、前記第1の面の反対の第2の面を定める基板、ならびに、前記基板の前記第1の面に配置される導電性材料の少なくとも1つの連続ループを有する第1の要素を備え、

前記制御装置が、前記煤センサの少なくとも一部を再生温度まで加熱するために、再生モードの間、再生パルス幅変調(PWM)信号を前記煤センサの前記第1の要素に印加させるようにさらに構成され、前記再生モードの間、前記再生PWM信号のオフ時間の間の前記煤センサの前記基板の温度を決定するようにさらに構成される制御装置と

40

を備える、請求項1に記載の煤センサシステム。

【請求項21】

前記制御装置が、前記再生PWMの前記オフ時間の間の前記煤センサの前記第1の要素の抵抗に基づいて、前記再生PWM信号の前記オフ時間の間の前記煤センサの前記基板の前記温度を決定するように構成される、請求項20に記載の煤センサシステム。

【請求項22】

前記煤センサが、

第1の面、および、前記第1の面の反対の第2の面を定める基板、ならびに、

前記基板の前記第1の面に配置される導電性材料の少なくとも1つの連続ループを各々

50

有する第1および第2の要素であって、前記基板の少なくとも前記第1の面における煤の堆積を感知するために感知モードで作動するように各々構成される第1および第2の要素を備え、

前記制御装置が、前記感知モードの第1の時間期間の間、前記第1の要素に印加される第1の電位であって、前記第2の要素に印加される第2の電位より大きい第1の電位を引き起こすようにさらに構成され、前記制御装置が、前記感知モードの第2の時間期間の間、前記第2の要素に印加される第3の電位であって、前記第1の要素に印加される第4の電位より大きい第3の電位を引き起こすようにさらに構成される、請求項1に記載の煤センサシステム。

【請求項 2 3】

10

前記第1の時間期間が終わるとき、前記第2の時間期間が開始する、請求項22に記載の煤センサシステム。

【請求項 2 4】

前記第1の時間期間と前記第2の時間期間とが部分的に重なる、請求項22に記載の煤センサシステム。

【請求項 2 5】

前記第1の電位および前記第3の電位が各々5Vより大きく、前記第2の電位および前記第4の電位が各々接地している、請求項22に記載の煤センサシステム。

【請求項 2 6】

前記第1の電位が前記第3の電位と実質的に同じである、請求項22に記載の煤センサシステム。

20

【請求項 2 7】

前記第1の電位および前記第3の電位が5～60Vの範囲から選択される、請求項25に記載の煤センサシステム。

【請求項 2 8】

前記第1の電位および前記第3の電位が40～42Vの範囲から選択される、請求項27に記載の煤センサシステム。

【請求項 2 9】

前記第2の電位が前記第4の電位と実質的に同じである、請求項26に記載の煤センサシステム。

30

【請求項 3 0】

前記第2の電位および前記第4の電位が、前記第1の電位および前記第3の電位の負電圧とそれぞれ実質的に等しい、請求項22に記載の煤センサシステム。

【請求項 3 1】

前記第2の電位および前記第4の電位が-60～-2.5Vの範囲から選択される、請求項22に記載の煤センサシステム。

【請求項 3 2】

前記第2の電位および前記第4の電位が-40～-42Vの範囲から選択される、請求項31に記載の煤センサシステム。

【請求項 3 3】

40

前記煤センサシステムが、前記煤センサを備える煤センサ組立体を備え、前記煤センサ組立体が、

第1の端領域、前記第1の端領域の概して反対の第2の端領域、および、内部に配置される少なくとも1つの通路を備える筐体と、

前記筐体の前記第1の端領域から延び、センサ空洞を少なくとも部分的に定めるセンサ先端であって、前記煤センサが、前記センサ空洞内に少なくとも部分的に配置される、センサ先端と、

前記少なくとも1つの通路内に少なくとも部分的に配置され、前記煤センサから前記第2の端領域に向かって延びる複数のリードワイヤと、

前記少なくとも1つの通路の一部内で前記複数のリードワイヤの一部にわたって配置さ

50

れる固定材料であって、前記複数のリードワイヤを前記筐体に封止する固定材料とをさらに備える、請求項1に記載の煤センサシステム。

【請求項34】

前記固定材料が、前記複数のリードワイヤを前記筐体に封止するために硬化する材料を含む、請求項33に記載の煤センサシステム。

【請求項35】

前記固定材料が、硬化したときに電氣的に絶縁する材料を含む、請求項33に記載の煤センサシステム。

【請求項36】

前記固定材料がガラス材料を含む、請求項33に記載の煤センサシステム。

10

【請求項37】

前記固定材料が熱硬化性プラスチックを含む、請求項33に記載の煤センサシステム。

【請求項38】

前記煤センサシステムが、前記煤センサを備える煤センサ上部組立体を備え、前記煤センサ上部組立体が、

自身の側壁の少なくとも一部によって少なくとも一部定められるセンサ空洞を備える内部先端筐体と、

自身の側壁の少なくとも一部、および、前記内部先端筐体の少なくとも一部によって少なくとも一部定められる中間空洞を備える外部先端筐体とをさらに備え、

前記煤センサが、前記センサ空洞内に少なくとも部分的に配置され、

20

前記外部先端筐体が、煤を前記中間空洞へと入らせることができるように構成される、前記外部先端筐体を通じて延びる第1の流体流れ通路をさらに備え、

前記内部先端筐体が、煤を前記センサ空洞へと入らせて前記煤センサに堆積させることができるように構成される、前記内部先端筐体を通じて延びる第2の流体流れ通路をさらに備える、請求項1に記載の煤センサシステム。

【請求項39】

前記煤センサ上部組立体が、煤を前記センサ空洞から出て行かせることができるように構成される少なくとも1つの排気出口をさらに備える、請求項38に記載の煤センサシステム。

【請求項40】

30

前記外部先端筐体は、煤を前記中間空洞へと入らせることができるように構成される複数の流体流れ通路を備える、請求項38に記載の煤センサシステム。

【請求項41】

前記外部先端筐体は、煤を前記中間空洞へと入らせることができるように構成される前記第1の流体流れ通路だけを備える、請求項38に記載の煤センサシステム。

【請求項42】

前記第2の流体流れ通路は、煤を前記煤センサの活性表面に向けて方向付けるように構成される、請求項38に記載の煤センサシステム。

【請求項43】

前記制御装置は、灰を前記煤センサから少なくとも部分的に遠ざけるために、汚染防止モードの間、静電反発電圧を前記煤センサに印加させるようにさらに構成される、請求項1に記載の煤センサシステム。

40

【請求項44】

前記制御装置が、前記汚染防止モードの間、パルス加熱電圧を前記煤センサに印加させるように構成され、前記パルス加熱電圧のオフ期間の間にパルス静電反発電圧を前記煤センサに印加させるようにさらに構成される、請求項43に記載の煤センサシステム。

【請求項45】

前記制御装置は、汚染防止モードの間、パルス加熱電圧を前記煤センサに印加させるようにさらに構成され、前記パルス加熱電圧のオフ期間の間にパルス静電反発電圧を前記煤センサに印加させるようにさらに構成される制御装置であって、前記パルス静電反発電圧

50

が、灰を前記煤センサから少なくとも部分的に遠ざけるように構成される、請求項1に記載の煤センサシステム。

【請求項46】

前記制御装置が、前記煤センサへの煤の誘引を低減するために、汚染防止モードの間、電圧を前記煤センサに印加させないようにさらに構成される、請求項1に記載の煤センサシステム。

【請求項47】

前記制御装置が、前記汚染防止モードの間、前記煤センサを接地させるようにさらに構成される、請求項46に記載の煤センサシステム。

【請求項48】

前記制御装置が、前記汚染防止モードの間、前記煤センサを浮遊させるようにさらに構成される、請求項46に記載の煤センサシステム。

【請求項49】

前記制御装置が、汚染防止モードの間、パルス加熱電圧を前記煤センサに印加させるようにさらに構成され、前記パルス加熱電圧のオフ期間の間に電圧を前記煤センサに印加させないようにさらに構成される、請求項1に記載の煤センサシステム。

【請求項50】

前記制御装置が、前記汚染防止モードの間、前記煤センサを接地させるようにさらに構成される、請求項49に記載の煤センサシステム。

【請求項51】

前記制御装置が、前記汚染防止モードの間、前記煤センサを浮遊させるようにさらに構成される、請求項49に記載の煤センサシステム。

【請求項52】

前記制御装置が、前記煤センサからの灰を少なくとも部分的に焼却するために、汚染防止モードの間、加熱電圧を前記煤センサに印加させるようにさらに構成される、請求項1に記載の煤センサシステム。

【請求項53】

請求項1に記載の煤センサシステムの前記煤センサの煤汚染を低減する方法であって、灰を前記煤センサから少なくとも部分的に遠ざけるために、汚染防止モードの間、静電反発電圧を前記煤センサに印加するステップを含む、煤汚染を低減する方法。

【請求項54】

前記汚染防止モードの間、パルス加熱電圧を前記煤センサに印加するステップをさらに含み、

前記静電反発電圧を前記煤センサに印加する前記ステップが、前記パルス加熱電圧のオフ期間の間にパルス静電反発電圧を印加することを含む、請求項53に記載の煤汚染を低減する方法。

【請求項55】

請求項1に記載の煤センサシステムの前記煤センサの煤汚染を低減する方法であって、汚染防止モードの間、パルス加熱電圧を前記煤センサに印加するステップと、前記パルス加熱電圧のオフ期間の間にパルス静電反発電圧を前記煤センサに印加するステップであって、前記パルス静電反発電圧が、灰を前記煤センサから少なくとも部分的に遠ざけるように構成される、ステップとを含む、煤汚染を低減する方法。

【請求項56】

請求項1に記載の煤センサシステムの前記煤センサの煤汚染を低減する方法であって、前記煤センサへの煤の誘引を低減するために、汚染防止モードの間、前記煤センサを接地または浮遊の少なくとも一方に結合するステップを含む、煤汚染を低減する方法。

【請求項57】

請求項1に記載の煤センサシステムの前記煤センサの煤汚染を低減する方法であって、汚染防止モードの間、パルス加熱電圧を前記煤センサに印加するステップと、前記煤センサへの煤の誘引を低減するために、前記パルス加熱電圧のオフ期間の間、前

10

20

30

40

50

記煤センサを接地または浮遊の少なくとも一方に結合するステップとを含む、煤汚染を低減する方法。

【請求項58】

請求項1に記載の煤センサシステムの前記煤センサの煤汚染を低減する方法であって、前記煤センサからの灰を少なくとも部分的に焼却するために、汚染防止モードの間、加熱電圧を前記煤センサに印加するステップを含む、煤汚染を低減する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

10

本出願は、2013年11月13日に出願された米国仮特許出願第61/903,581号と、2014年7月23日に出願された米国仮特許出願第62/028,275号とへの便益を主張し、それら出願の両方が、本明細書において、参照により組み込まれる。

【0002】

本開示は、概して煤センサに関し、より具体的には、排気ガス流れにおける煤を検出するためのセンサシステムに関する。

【背景技術】

【0003】

煤センサが、例えば、車載診断法(OBD:On-Board Diagnostics)のためにといった、エンジン排出用途で用いられ得る。この種類のセンサは、エンジン排気ガスにおいて、例えば煤濃度といった、粒子状物質の積もり上がりを検出および測定するために用いられ得る。特にディーゼルエンジンにおいて、排気ガスが環境へと放出されるとき、できるだけ最小の煤粒子濃度とすることが望ましい。内燃エンジンの運転状態を監視するために、内燃エンジンに付随される排気システムに煤センサを位置決めすることは、この目的にとって都合がよい。煤センサは、ディーゼル微粒子除去装置(DPF:Diesel Particulate Filter)から上流または下流に位置決めされ得る。DPFの下流に位置決めされる場合、DPFの機能監視も、煤センサを用いて実施されてもよい。DPFが故障している場合、煤センサはエンジン排気において過剰な煤を検出し、車両のエンジンコントロールユニット(ECU:Engine Control Unit)に警報を送る可能性がある。

20

【0004】

30

煤センサは、比較的簡単な抵抗デバイスであり得る。図1は、車載ヒータ要素を有する煤センサのある既知の構成の概略的な上面図であり、図2は、図1の煤センサの概略的な下面図である。センサ100は、第1の面104と、第1の面104の反対の第2の面106とを定める非導電性の基板102を備え得る。感知要素108が、基板102の第1の面104に形成されており、第1の電極110と、別体の第2の電極112とを定める導電性材料を備えている。導電性材料は、高温に耐えるように選択された貴金属とすることができ、第1の電極110および第2の電極112は、それらの間に開回路を確立するために、互いと電氣的に分離していてもよい。

【0005】

図示しているように、第1の電極110および第2の電極112は、第1の電極110と第2の電極112との間の境界線を最大化する交互に組み合わせられた「指片」で構成されてもよい。第1の電極110は第1のセットの指片114を定めており、第2の電極112は別体の第2のセットの指片116を定めている。運転中、排気からの煤(図示せず)が感知要素108に落ちるとき、煤中の炭素が、第1の電極110と第2の電極112とを電氣的に連結し、それらの電極間の抵抗を有効に低下させる。電極間の抵抗が、存在する煤の量の指示として測定される。

40

【0006】

図3は、線3-3に沿って切り取られた図1および図2の煤センサの拡大断面図である。図2および図3に示しているように、一部の用途では、センサ100は、基板102の第2の面106に実装される車載ヒータ要素118も有することになる。車載ヒータ要素118は、抵抗加熱を通じて煤センサ100を加熱するように構成されている。例えば、基板102の第1の面104および/または第2の面106に溜まった煤を落とすことが望ましいことがある。既知の抵抗を持つ

50

白金トレースを備え得る車載ヒータ要素118が作動され、センサ要素108を、例えば650といった、比較的高い温度まで加熱し、それによってあらゆる堆積した煤粒子を焼却させることができる。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】Temperature Dependent Dielectric Properties of Polycrystalline 96%Al₂O₃, NASA Glenn Research Center at Lewis Field, Cleveland, OH 44135

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0008】

前述の種類の煤センサは、排気システムに存在する条件の下で故障しやすい。電極は排気ガスの流れに直接的に曝され、特定の排気物質が、電極の腐食および/またはセンサ表面の汚染をもたらす可能性があり、煤の堆積の測定に干渉する影響を有し得る。また、現在の煤センサの感知要素は、感知要素トレースにおける破断を感知できる診断の機能を欠いている。さらに、現在の煤センサに備えられている車載ヒータは、大きい流れの条件の間、堆積した煤を十分に焼却するために必要とされる高温に到達するのが難しい。

【課題を解決するための手段】

【0009】

主張された主題の特徴および利点は、それらと矛盾することのない実施形態の以下の詳細な説明から明らかとなり、その説明は、添付の図面を参照して検討されるべきである。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】煤センサの概略的な上面図である。

【図2】図1の煤センサの概略的な下面図である。

【図3】線3-3に沿って切り取られた図1および図2の煤センサの拡大断面図である。

【図4】本開示と矛盾することのない煤センサの概略的な上面図である。

【図5A】本開示と矛盾することのない、線5-5に沿って切り取られた図4の煤センサの一部の断面図である。

【図5B】本開示と矛盾することのない、別の実施形態による線5-5に沿って切り取られた図4の煤センサの一部の断面図である。

30

【図6】図5Bの煤センサの一部の拡大図である。

【図7】本開示と矛盾することのない煤センサの別の実施形態の概略的な上面図である。

【図8A】図7の煤センサの一部の拡大図である。

【図8B】本開示と矛盾することのない、別の実施形態による図7の煤センサの一部の拡大図である。

【図8C】本開示と矛盾することのない、別の実施形態による図7の煤センサの一部の拡大図である。

【図9】本開示と矛盾することのない煤センサ先端の斜視図である。

【図10】線10-10に沿って切り取られた図9の煤センサ先端の拡大斜視断面図である。

40

【図11】本開示と矛盾することのない煤センサシステムの1つの例示の実施形態のプロック図である。

【図12】不動態化層を備える図7の煤センサの概略的な上面図である。

【図13】本開示と矛盾することのない煤センサの別の実施形態の概略的な上面図である。

【図14】図13の煤センサの一部の拡大図である。

【図15】煤感知モードにおける図13の煤センサの概略的な上面図である。

【図16】再生モードにおける図13の煤センサの概略的な上面図である。

【図17A】第1の再生モードにおける図13の煤センサの概略的な上面図である。

【図17B】第1の再生モードにおける図13の煤センサの関連する電気回路図である。

50

- 【図17C】第2の再生モードにおける図13の煤センサの概略的な上面図である。
- 【図17D】第2の再生モードにおける図13の煤センサの関連する電気回路図である。
- 【図18】本開示と矛盾することのない煤センサ組立体の斜視断面図である。
- 【図19A】図18の煤センサ組立体の実施形態の斜視図である。
- 【図19B】図18の煤センサ組立体の実施形態の斜視図である。
- 【図19C】図18の煤センサ組立体の一部の拡大斜視図である。
- 【図20】本開示と矛盾することのない別の煤センサ組立体の斜視分解図である。
- 【図21】組立状態における図20の煤センサ組立体の斜視図である。
- 【図22A】線A-Aに沿って切り取られた図21の煤センサ組立体の断面図である。
- 【図22B】線B-Bに沿って切り取られた図21の煤センサ組立体の断面図である。 10
- 【図23A】図20の煤センサ組立体の一部の一実施形態の斜視図である。
- 【図23B】図20の煤センサ組立体の一部の一実施形態の断面図である。
- 【図24A】図20の煤センサ組立体の一部の別の実施形態の斜視図である。
- 【図24B】図20の煤センサ組立体の一部の別の実施形態の断面図である。
- 【図25】図13の煤センサに結合された電気回路の概略図である。
- 【図26】図13の煤センサに結合された信号処理システムのブロック図である。
- 【図27】図26の信号保護電気回路の概略図である。
- 【図28】本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、抵抗に対する出力電圧のプロットである。
- 【図29】本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、時間に対する出力電圧のプロットである。 20
- 【図30A】本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる電気回路の概略図である。
- 【図30B】本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる電気回路の概略図である。
- 【図31】図30Aおよび図30Bの電気回路と関連付けられる、時間に対する抵抗のプロットである。
- 【図32】本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、空気流量に対する供給電力のプロットである。
- 【図33A】本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、時間に対する供給電圧のプロットである。 30
- 【図33B】本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、時間に対する供給電圧のプロットである。
- 【図33C】本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、時間に対する供給電圧のプロットである。
- 【図33D】本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、時間に対する供給電圧のプロットである。
- 【図34】本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、時間に対する抵抗のプロットである。
- 【図35】図34のプロットに相互に関連する、時間に対する煤堆積のプロットである。 40
- 【図36】本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、時間に対するセンサ応答のプロットである。
- 【図37】本開示と矛盾することのない再生モードにおいて作動する煤センサの温度勾配のレンダリングである。
- 【図38】不動態化層を備える図13の煤センサの概略的な上面図である。
- 【図39】本開示と矛盾することのない煤センサシステムの別の例示の実施形態のブロック図である。
- 【図40】再生モードにおいて煤センサを作動すること、および、本開示に矛盾することのない再生効果を決定することの一実施形態を示す流れ図である。
- 【図41】基板抵抗、センサ静電容量、および測定抵抗を示す、本開示と矛盾することの 50

ない基板のモデルの図である。

【図4 2 A】初期/清浄なセンサと汚染/有害とされたセンサとのそれぞれについての時間に対する電圧のプロットである。

【図4 2 B】初期/清浄なセンサと汚染/有害とされたセンサとのそれぞれについての時間に対する電圧のプロットである。

【図4 3】本開示と矛盾することのない煤センサおよび電気回路の別の実施形態の概略図である。

【図4 4】図43の電気回路と矛盾することのない電気回路の一実施形態の概略図である。

【図4 5】本開示と矛盾することのない煤センサ先端組立体の図である。

【図4 6】本開示と矛盾することのない煤センサ先端組立体の図である。

【図4 7】本開示と矛盾することのない煤センサ先端組立体の図である。

【図4 8】本開示と矛盾することのない煤センサ先端組立体の別の実施形態の図である。

【図4 9】本開示と矛盾することのない煤センサ先端組立体の別の実施形態の図である。

【図5 0】図45～図49と矛盾することのない煤センサ先端組立体についての計算流体力学(CFD:Computational Fluid Dynamic)シミュレーション結果の図である。

【図5 1】図45～図49と矛盾することのない煤センサ先端組立体についての計算流体力学(CFD)シミュレーション結果の図である。

【図5 2】図45～図49と矛盾することのない煤センサ先端組立体についての計算流体力学(CFD)シミュレーション結果の図である。

【図5 3】図45～図49と矛盾することのない煤センサ先端組立体についての計算流体力学(CFD)シミュレーション結果の図である。

【図5 4】本開示の別の実施形態と矛盾することのない煤センサシステムを備えるエンジン排気システムの一実施形態の図である。

【図5 5】図54に示された煤センサシステムの一実施形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本開示は、概して、煤センサと、煤粒子を方向付けるための煤センサシステムとを対象としている。概して、本開示と矛盾することのない煤センサシステムは、第1の面と、第1の面の反対の第2の面とを定める基板を備える。導電性材料の少なくとも1つの連続ループを有する少なくとも1つの要素が、基板の第1の面に配置される。少なくとも1つの要素は、前記基板の少なくとも前記第1の面における煤の堆積を感知するために第1のモードで作動するように、および、前記基板の少なくとも前記第1の面における堆積した煤を除去するために第2のモードで作動するように構成される。第1および第2の電気接点、少なくとも1つの要素の両方の端に配置される。電気回路が、第1および第2の電気接点に電気的に結合され、基板の第1の面および要素に堆積した煤の量を決定するように、および、煤堆積に応答して要素の加熱を制御するように、構成される。

【0012】

本開示と矛盾することのない煤センサおよび/または煤センサシステムは、ディーゼルエンジンを有する動力車の排気システムに位置決めされるように構成され得る。また、煤センサおよび/または煤センサシステムは、オイル加熱システムの家庭用技術の分野での使用のために構成されてもよく、例えば、用途に応じて適切に設計された支持部が設けられる。動力車の排気システムにおける使用について、本開示と矛盾することのない煤センサシステムは、排気ガスの流れからの煤堆積を検出するように構成されてもよい。また、煤センサシステムは、車両の車載診断システムに結合され、その車載診断システムと通信するように構成されてもよい。また、煤センサは、ディーゼルエンジンを有する動力車のディーゼル粒子フィルタ(DPF)の下流に位置決めされてもよく、センサは、DPFの性能を監視するように構成されてもよい。

【0013】

図4を参照すると、本開示と矛盾することのない煤センサの実施形態が、概略的に描写されている。煤センサ400は、例えば誘電性または非導電性の材料から構築され、第1の面

10

20

30

40

50

404(例えば、図5Aに示されるような上面)と、第1の面404の反対の第2の面406(例えば、図5Aに示されるような下面)とを定めている基板402を備えている。煤センサ400は、基板402の第1の面404に形成されたセンサ要素408を備えている。センサ要素408は、基板402に配置されている導電性材料の少なくとも1つの連続ループ410を備えている。ループ410は、例えば、蛇行、螺旋、矩形、円形など、任意の規則的および/または不規則的な幾何学的形態を取り得る。

【0014】

図示した例示の実施形態では、ループ410は、第1のセットの複数の凹凸412と、複数の凹凸412の各々の間の中に定められた複数の隙間G1およびG2とを含む蛇行の構成で配置されている。図示した実施形態では、センサの側部413に隣接する巻回411を含むループ410の一部分は、隙間G1によって分けられており、センサの側部417に隣接する巻回415を含むループ410の一部分は、隙間G2によって分けられており、隙間G1は隙間G2より幅広となっている。本明細書で用いられているような用語「蛇行」は、例えば、図4に示すような弓形、正方形、弓形と正方形との組み合わせなど、任意の形の巻回を含む構成を指し、一定の大きさおよび/または異なる大きさの隙間によって分けられた巻回も含んでいる。

10

【0015】

センサ要素408は、ループ410の両方の端に第1の電気接点414および第2の電気接点416をさらに備えている。第1の電気接点414および第2の電気接点416は、ループ410を通じて電流を提供するための電気回路への結合のために構成され得る。図示した実施形態では、入力電流 I_{sense} が、第1の電気接点414(または、第2の電気接点416)において提供され得る。

20

【0016】

I_{sense} の値は、センサ400に置かれる煤の量を表すことができる。図示した実施形態では、例えば、煤粒子428が、センサ要素408を含む基板402の第1の面404に堆積しているとして示されている。煤428がセンサ要素に積もり上がり、ループ410の抵抗が変化し、これが I_{sense} の値を変化させる。したがって、 I_{sense} の値は、センサに積もり上げられる煤の量を表している。

【0017】

センサ要素400は、さらに、基板402の第1の面404に形成されたヒータ要素418を備えている。ヒータ要素418は、基板402に配置されている導電性材料の少なくとも1つの連続ループ420を備えている。ループ420は、例えば、蛇行、螺旋、矩形、円形など、任意の規則的および/または不規則的な幾何学的形態を取ることができ、その長さの少なくとも一部において、センサ要素のループ410に隣接して位置決めされ得る。

30

【0018】

図示した例示の実施形態では、ループ420は、第1のセットの複数の凹凸412と相補的で、第1のセットの複数の凹凸412と入り混じっている第2のセットの複数の凹凸422を含む蛇行の構成で配置されている。ヒータ要素418は、ループ420の両方の端に第1の電気接点424および第2の電気接点426をさらに備えている。第1の電気接点424および第2の電気接点426は、ループ420を通じて電流を提供するための電気回路への結合のために構成され得る。図示した実施形態では、入力電流 I_{heater} が、第1の電気接点424(または、第2の電気接点426)において提供され得る。一実施形態では、例えば、 I_{sense} の閾値に達することで決定されるとき、煤428の閾量がセンサ要素408に堆積したとき、ヒータ要素418を加熱させ、ヒータ要素418に煤428を、例えば焼却させるといった、少なくとも部分的に除去させるために、ヒータ電流 I_{heater} が印加されてもよく、それによって、連続して使用するためにセンサ400を洗浄/再生する。

40

【0019】

センサ要素408は、金、白金、オスミウム、ロジウム、イリジウム、ルテニウム、アルミニウム、チタニウム、ジルコニウムなど導電性の材料または金属、ならびにこれらの金属のうちの少なくとも1つを含む酸化物、合金、および組み合わせを含んでもよい。ヒータ要素418は、様々な材料を含むことができる。例えば、材料は、白金、金、パラジウムなど、および/または、その合金、酸化物、組み合わせを含み得る。基板402は、非導電性

50

および/または電氣的に絶縁性の材料を含み得る。材料は、限定されることはないが、アルミナ、ジルコニア、イットリア、酸化ランタン、シリカ、および/もしくは、それらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む酸化物、または、電氣的連通を抑止することができ、構造的な完全性および/もしくは物理的な保護を提供できる任意の同様の材料を含み得る。また、煤センサ400は、厚膜構造および/または薄膜構造を備え得る。

【0020】

図5Aは、本開示の一実施形態と矛盾することのない、線5-5に沿って切り取られた図4の煤センサ400の一部の断面図である。図示した実施形態では、煤粒子428が、少なくともセンサ要素408に堆積している。具体的には、排気ガス流れに曝露されるとき、煤粒子428は、センサ要素408のループ410の複数の凹凸412の各々の間の中に定められた複数の隙間G1および/またはG2のうちの少なくとも1つの中に、堆積する可能性がある。センサ要素408がまったく煤粒子のないとき、第1の電気接点414と第2の電気接点416との間に作り出されるセンサ要素408の電気回路は、第1の抵抗を有している。煤粒子428がセンサ要素408に、具体的には、複数の隙間G1および/またはG2の少なくとも1つの中に堆積するとき、煤粒子428はループ410との接触を形成しており、第1の電気接点414と第2の電気接点416との間の抵抗が変化する可能性がある。抵抗は、より多くの煤粒子428が集まって堆積するにつれて大きくなり得る。ヒータ要素418は、堆積した煤粒子428を煤センサ408から除去させることが望まれるとき、作動され得る。ヒータ要素418は、煤粒子428が焼却される温度に達するように構成されてもよい。

【0021】

図5Bは、本開示と矛盾することのない、別の実施形態による線5-5に沿って切り取られた図4の煤センサの一部の断面図であり、図6は、図5Bの煤センサの一部の拡大図である。一実施形態では、保護層532が、基板402の第1の面404の上に形成されており、センサ要素408の凹凸412およびヒータ要素418の凹凸422の少なくとも一部をそれぞれ覆っている。保護層532は、センサ要素408の凹凸412の少なくとも一部を排気ガス流れから絶縁するように構成され得る。保護層532は、センサ要素408の凹凸412によって定められる複数の隙間G1に対応し、それら隙間G1と並べられた複数の導通路534をさらに定めている。

【0022】

図6を参照すると、複数の導通路534の各々は、例えば凹凸412の縁636といった、センサ要素の少なくとも一部を、排気ガス流れおよび煤粒子428に曝露している。例示した実施形態では、複数の導通路534の各々は、煤粒子428が、例えば凹凸412の縁636といった、曝露されたセンサ要素408の導電性材料の少なくとも一部との接触を形成するように、煤粒子428を、複数の導通路534のうちの少なくとも1つの中に、および、対応する隙間G1の中に堆積させることができる大きさおよび/または形とされている。

【0023】

図7は、本開示と矛盾することのない煤センサの別の実施形態の概略的な上面図であり、図8Aは、図7の煤センサの一部の拡大図である。この実施形態は図4の実施形態と同様であり、同様の構成要素には、400番台ではなく700番台の同様の符号が割り当てられている。煤センサ700は、第1の面704を定めている基板702を備えている。センサ要素708とヒータ要素718とが、第1の面704に形成されている。センサ要素708およびヒータ要素718は、基板702にそれぞれ配置された導電性材料の少なくとも1つの連続ループ710、720をそれぞれ備えている。図4の実施形態と同様に、ループ710、720は、第1のセット712および第2のセット722の凹凸を備える蛇行の構成で配置され得る。図8Aを参照すると、第1のセット712および第2のセット722の凹凸は、それぞれ、第1のサブセットの凹凸828と第2のサブセットの凹凸830とをさらに定めている。複数の隙間832が、第1のサブセットの複数の凹凸828と第2のサブセットの複数の凹凸830との各々の間の中に定められている。

【0024】

センサ要素708は、ループ710の両方の端に第1の電気接点714および第2の電気接点716をさらに備えている。第1の電気接点714および第2の電気接点716は、ループ710を通じて電流を提供するための電気回路への結合のために構成され得る。図示した実施形態では、入

力電流 I_{sense} が、第1の電気接点714(または、第2の電気接点716)において提供され得る。同様に、ヒータ要素718は、ループ720の両方の端に第1の電気接点724および第2の電気接点726をさらに備えている。第1の電気接点724および第2の電気接点726は、ループ720を通じて電流を提供するための電気回路への結合のために構成され得る。図示した実施形態では、入力電流 I_{heater} が、第1の電気接点724(または、第2の電気接点726)において提供され得る。

【0025】

図示した実施形態では、センサ要素708およびヒータ要素718は、図4の実施形態に関して先に説明したように、互いから別々に独立して作動されるように構成され得る。また、煤センサ700は、ヒータ要素718の第1の電気接点724とセンサ要素708の第2の電気接点716とに結合された、接点724、716を選択的に結合および非結合するためのスイッチS1をさらに備え得る。スイッチS1が開のとき、感知電流 I_{sense} は、接点714と716との間の導電性材料のループ710との関連の抵抗によって決定され、ループ710に堆積した煤粒子で変化し、それによってセンサ要素に煤粒子を感知させることができる。スイッチS1が閉じられるとき、ループ710および720は電氣的に直列に結合され、接点714と726との間の導電性材料の単一の連続ループを確立する。そして、電流 I_{sense} はセンサ要素708とヒータ要素718との両方を通過して、センサ要素708とヒータ要素718との両方を単一のヒータ要素として作用させることができる。

【0026】

図8Bは、本開示と矛盾することのない、別の実施形態による図7の煤センサの一部の拡大図である。図示した実施形態では、センサおよびヒータの要素708、718は、第1の面704に配置された導電性材料の連続ループ810、820を備えている。ループ810、820は、第1および第2のセットの複数の凹凸812、822を備える蛇行の構成で配置され得る。第1および第2のセットの複数の凹凸812、822は、それぞれ、第1および第2のサブセットの複数の凹凸834、836をさらに定めている。複数の隙間838が第1および第2のサブセットの複数の凹凸834、836の各々の間の中に定められており、隙間838は、大きさおよび/または形が実質的に一定である。

【0027】

図示した実施形態では、ループ810は、図8Aに示したループ710より幅が実質的に狭く、それによってループ810の抵抗をループ710の抵抗より大きい値へと増加させている。抵抗の増加は、ループ810を、ループ710より優れた精度で温度を感知するように構成させることができる。

【0028】

図8Cは、本開示と矛盾することのない、別の実施形態による図7の煤センサの一部の拡大図である。図示した実施形態では、複数の隙間840、842が第1および第2のサブセットの複数の凹凸834、836の各々の間の中に定められており、隙間840、842は、大きさおよび/または形が変化している。例えば、隙間840は幅 W_1 を有し、隙間842は幅 W_2 を有し、幅 W_1 は幅 W_2 より概して大きくなっている。変化している大きさおよび/または形の隙間840、842は、煤粒子の堆積を感知するとき、センサ要素708により幅広いダイナミックレンジの応答を持たせることができる。

【0029】

図9は、本開示と矛盾することのない煤センサ先端の斜視図であり、図10は、線10-10に沿って切り取られた図9の煤センサ先端の拡大斜視断面図である。先端900は、煤センサ14を少なくとも部分的に包囲するように構成されており、この煤センサ14は、本開示と矛盾することのない実施形態を含み得る。先端900は、外面904、内面1004、近位端908、および遠位端910を有する本体902を備えている。図示した実施形態では、本体902は、近位端908における概して丸い形から遠位端910における概して矩形の形まで徐々に移行している。本体902の形状は、先端900の内部における体積を最小とするように構成されている。本体902は、本体902の外面904から本体902の内面1006への経路1016を定める少なくとも1つの角度方向に配置された導通路912を定めている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

経路1016は、排気ガス流れを煤センサ1014へと方向付けるように構成されており、図10に矢印Aによって指示されているように、煤センサ1014の第1の面1018に対して90度未満の角度で配向された側壁によって定められ得る。したがって、経路1016は、排気ガス流れからの煤を、本体の内部へと入らせ、煤センサ1014の第1の面1018に対して90度未満の角度で煤センサ1014に衝突させることができるように、第1の面1018に対して90度未満の角度に構成され得る。本体902は、本体の外周全体に沿って位置決めされた、複数の角度方向に配置される導通路912を定めてもよい。

【 0 0 3 1 】

図11は、本開示と矛盾することのない煤センサシステムの1つの例示の実施形態のブロック図である。煤センサシステム1100は煤センサ400を備えている。明確化および説明の目的のために、図4の煤センサ400が参照される。しかしながら、煤センサシステム1100が、本開示と矛盾することのない煤センサの他の実施形態を備えてもよいことは、留意されるべきである。煤センサシステム1100は、さらに、煤センサ400に電氣的に結合された、煤センサ400へと電流を提供するように構成されている電気回路1102を備えている。一実施形態では、電気回路1102は、電流 I_{sense} および/または I_{heater} を提供するために、センサ要素408の第1の電気接点414および第2の電気接点416と、ヒータ要素418の第1の電気接点424および第2の電気接点426とに結合されてもよい。

10

【 0 0 3 2 】

電気回路1102は、制御装置1106と電氣的に結合された、制御装置1106と通信するように構成されている測定回路1104を備えている。測定回路は、例えば、センサ要素408の第1の電気接点414および第2の電気接点416、および/または、ヒータ要素418の第1の電気接点424および第2の電気接点426にといった、煤センサ400に電氣的に結合されてもいる。測定回路1104は、第1の電気接点414と第2の電気接点416との間に電圧を印加し、結果生じる I_{sense} の値を表す出力を制御装置1106へと提供するように構成されてもよい。制御装置1106は、自動車の既知のエンジンコントロールユニット(ECU)であってもよく、煤センサ400と測定回路1104と制御装置との間の通信は、既知のCANバスを介して実現され得る。

20

【 0 0 3 3 】

センサ要素408を通る電流 I_{sense} の値は、煤センサ400に沈着した煤の量を決定するために利用でき、その沈着した煤の量は、センサ400とつながっている排気流れにおける煤の量をさらに表すことができる。先に記載したように、煤が第1の電気接点414と第2の電気接点416との間に沈着されるとき、接点414、416の間の導電経路の電気抵抗が変化し、対応する変化を I_{sense} にもたらす。 I_{sense} の値は、センサ400に沈着した煤の量を表している。

30

【 0 0 3 4 】

測定回路1104は、ヒータ要素の第1の電気接点と第2の電気接点426との間に電圧を印加するように構成されてもよい。 I_{sense} の値が所定の閾値に達したとき、制御装置1106は、電流 I_{heater} をヒータ要素418へと提供することで測定回路1104にヒータ要素418を作動させるために、測定回路へと出力を提供してもよい。ヒータ要素418が作動すると、ヒータ要素418は、堆積した煤粒子が焼却される温度まで加熱し、それによって、煤センサ400から、特にセンサ要素408から、煤粒子を一掃することができる。

40

【 0 0 3 5 】

また、電気回路1102は、開回路、ならびに/または、センサ要素408および/もしくはヒータ要素418における断線を検出するように構成されてもよい。例えば、センサ要素408が断線している場合、センサ要素の接点414、416の間の回路は、開回路、または、正常より大きい抵抗を持つ回路となる。したがって、電流 I_{sense} が所定の閾値未満へと低下する場合には、制御装置1106は、センサ要素における故障を指示する出力を提供できる。

【 0 0 3 6 】

図12は、不動態化層を備える図7の煤センサの概略的な上面図である。図示した実施形態では、煤センサ700は、センサ要素708の第1の電気接点714および第2の電気接点716、な

50

らびに/または、ヒータ要素718の第1の電気接点724および第2の電気接点726を少なくとも定めるパッド部1244を備え得る。煤センサ700は、さらに、基板702の第1の面704において少なくともパッド部1244にわたって配置された不動態化層1246を備え得る。不動態化層1246は、センサ要素708の第1の電気接点714と第2の電気接点716との間、ならびに/または、ヒータ要素718の第1の電気接点724と第2の電気接点726との間のあらゆる伝導を抑止および/または防止するように構成され得る。また、不動態化層1246は、大きな熱の発生を抑止および/または防止するように構成され得る。不動態化層1246は、非導電性および/または電氣的に絶縁性の材料を含み得る。材料は、限定されることはないが、アルミナ、ジルコニア、イットリア、酸化ランタン、シリカ、および/もしくは、それらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む酸化物、または、電氣的連通を抑止することができる任意の同様の材料を含み得る。また、不動態化層1246は、断熱を提供するように構成された材料を含み得る。図示した実施形態では、不動態化層1246は厚い膜ガラスを含み得る。

【0037】

図13は、本開示と矛盾することのない煤センサ1300の別の実施形態の概略的な上面図であり、図14は、図13の煤センサ1300の一部の拡大図である。この実施形態は図4の実施形態と同様であり、同様の構成要素には、400番台ではなく1300番台の同様の符号が割り当てられている。煤センサ1300は、第1の面1304(例えば、煤センサ400の第1の面404と同様の上面)と、第1の面1304の反対の第2の面(図示せず)(例えば、煤センサ400の第2の面406と同様の下面)とを定めている基板1302を備えている。第1のセンサ/ヒータ要素1308と第2のセンサ/ヒータ要素1318とが、第1の面1304に形成されている。本明細書においてより詳細に説明しているように、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318は、図4に示したセンサ要素408と同様の手法で煤堆積を感知するように各々構成されてもよい。また、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318は、堆積した煤を加熱し、例えば焼却するといった、少なくとも部分的に除去するように各々構成されてもよく、それによって、連続して使用するためにセンサ1300を洗浄/再生する。

【0038】

第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318は、基板1302にそれぞれ配置された導電性材料の少なくとも1つの連続ループ1310、1320をそれぞれ備えている。図4の実施形態と同様に、ループ1310、1320は、第1のセットの凹凸1312および第2のセットの凹凸1322をそれぞれ備える蛇行の構成で配置され得る。図14を参照すると、第1のセットの凹凸1312および第2のセットの凹凸1322は、それぞれ、第1のサブセットの凹凸1328と第2のサブセットの凹凸1330とをさらに定めている。複数の隙間1332が、第1のサブセットの複数の凹凸1328と第2のサブセットの複数の凹凸1330との各々の間の中に定められている。図示しているように、隙間1332は、実質的に一定の大きさおよび/または形を有し得る。図示した実施形態では、隙間1332は幅Wを有し得る。隙間1332の幅Wは、10ミクロンから100ミクロンまでの範囲であり得る。一実施形態では、隙間1332の幅Wは25ミクロンである。複数の隙間1332の一部は、大きさおよび/または形が変化してもよく、それによって、煤粒子の堆積を感知するとき、センサ/ヒータ要素1308、1318により幅広いダイナミックレンジの応答を持たせることができることに留意すべきである。

【0039】

図示しているように、第1のセンサ/ヒータ要素1308は、ループ1310の両方の端に第1の電気接点1314および第2の電気接点1316を備えている。第1の電気接点1314および第2の電気接点1316は、ループ1310を通じて電流を提供するための電気回路への結合のために構成され得る。同様に、第2のセンサ/ヒータ要素1318は、ループ1320の両方の端に第1の電気接点1324および第2の電気接点1326を備えている。第1の電気接点1324および第2の電気接点1326は、ループ1320を通じて電流を提供するための電気回路への結合のために構成され得る。

【0040】

第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318は、アルミナ、金、白金、オスミウム、ロジウム、イリジウム、ルテニウム、アルミニウム、チタニウム、ジルコニウムなど導電

10

20

30

40

50

性の材料または金属、ならびにこれらの金属のうちの少なくとも1つを含む酸化物、合金、および組み合わせを含んでもよい。一実施形態では、要素1308、1318は、その一部に沈着した膜白金トレースを有するアルミナを含み得る。

【0041】

基板1302は、非導電性および/または電氣的に絶縁性の材料を含み得る。材料は、限定されることはないが、アルミナ、ジルコニア、イットリア、酸化ランタン、シリカ、および/もしくは、それらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む酸化物、または、電氣的連通を抑制することができ、構造的な完全性および/もしくは物理的な保護を提供できる任意の同様の材料を含み得る。また、煤センサ1300は、厚膜構造および/または薄膜構造を備え得る。

10

【0042】

本明細書においてより詳細に説明しているように、煤センサ1300は、第1のモード(以後において、「煤感知モード」と称される)で作動するように構成されてもよく、その場合、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318は、煤センサ1300の少なくとも第1の面1304における煤堆積を感知するように構成されている。煤センサ1300は、第2のモード(以後において、「再生モード」と称される)で作動するようにさらに構成されてもよく、その場合、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318は、第1の面1304における堆積した煤の少なくとも一部を加熱して除去(例えば、焼却)するように構成されており、それによってセンサ1300を洗浄/再生する。

【0043】

20

第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318は、図4の実施形態に関して説明したように、互いから別々に独立して作動されるように構成され得る。また、煤センサ1300は、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318の第2の電気接点1316、1326に結合された、接点1316、1326を選択的に結合および非結合するためのスイッチS1をさらに備え得る。例えば、スイッチS1が開いているとき、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318は、互いと別々に作動してもよい。スイッチS1が閉じられるとき、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318は互いと電氣的に結合され、接点1314と1324との間の導電性材料の連続ループを確立できる。

【0044】

センサ1300が煤感知モードにあるとき、図15に示しているように、入力電流 I_{sense} が第1の電気接点1314(または、第2の電気接点1316)において提供され得る。 I_{sense} の値は、センサ1300に置かれる煤の量を表すことができる。図15に示しているように、スイッチS1が閉じられるとき、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1310は互いと電氣的に結合され、接点1314と1324との間の導電性材料の連続ループを確立する。そして、電流 I_{sense} は、第1のセンサ/ヒータ要素1308と第2のセンサ/ヒータ要素1318との両方を単一のセンサ要素として作用させることができるように、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318の両方を通過できる。煤粒子1333が、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318においてを含む基板1302の第1の面1304において、堆積しているとして示されている。煤1333がセンサ/ヒータ要素1308、1318に積もり上がるにつれて、連続ループ(例えば、ループ1310および1320から作られている)の抵抗は変化し、これが I_{sense} の値を変化させる。したがって、 I_{sense} の値は、センサに堆積した煤の量を表している。

30

40

【0045】

例えば、 I_{sense} の閾値に達することで決定されるとして、閾量の煤1333が第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318に堆積したとき、煤センサ1300は、図16、図17A、および図17Bに示すように、再生モードに入るように構成され得る。図16を参照すると、センサ1300が再生モードにあるとき、入力電流 $I_{heater1}$ が、第1のセンサ/ヒータ要素1308の第1の電気接点1314(または、第2の電気接点1316)に提供され得る。同様に、入力電流 $I_{heater2}$ が、第2のセンサ/ヒータ要素1318の第1の電気接点1324(または、第2の電気接点1326)に提供され得る。一実施形態では、例えば、 I_{sense} の閾値に達することで決定されるとして、煤1333の閾量が第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318に堆積したとき、対応する

50

第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318を加熱させ、対応する第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318に煤1333を、例えば焼却させるといった、少なくとも部分的に除去させるために、ヒータ電流 $I_{heater1}$ および/または $I_{heater2}$ が印加されてもよく、それによって、連続して使用するためにセンサ1300を洗浄/再生する。

【0046】

一実施形態では、スイッチS1が開いているとき、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318は互いから独立して作動してもよく、その場合、ヒータ電流 $I_{heater1}$ は、第1のセンサ/ヒータ要素1308だけを加熱させるために印加され得る。同様に、ヒータ電流 $I_{heater2}$ は、第2のセンサ/ヒータ要素1318だけを加熱させるために印加されてもよい。スイッチS1が閉じられるとき、ループ1310および1320は電氣的に互いと結合され、接点1314と1324との間の導電性材料の単一の連続ループを確立する。そして、電流 $I_{heater1}$ は、第1のセンサ/ヒータ要素1308と第2のセンサ/ヒータ要素1318との両方を単一のヒータ要素として作用させて加熱させることができるように、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318の両方を通過できる。

【0047】

煤センサ1300は、図17A~図17Dに示しているように、第1の再生モードと第2の再生モードとで作動するように構成され得る。図17Aは、第1の再生モードにある煤センサ1300を示しており、図17Bは、第1の再生モードの煤センサ1300と関連付けられる電気回路の概略図を示している。図示しているように、第1の再生モードでは、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318が互いと並列に配置され得る。この構成は、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318が高温で抵抗が大きい状況に適している可能性があり、それによって、大きい流れの条件の間、要素1308、1318の加熱を増加させるために、より大きな入力電流を要素1308、1318へと通過させる必要性を余儀なくさせてしまう。

【0048】

図17Cは、第2の再生モードにある煤センサ1300を示しており、図17Dは、第2の再生モードの煤センサ1300と関連付けられる電気回路の概略図を示している。図示しているように、第2の再生モードでは、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318が互いと直列に配置され得る。直列での第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318の配置は、概して、並列の配置の抵抗より大きい抵抗をもたらすことになる(図17Aに示す)。したがって、第2の再生モード(例えば、直列の構成)で作動することは、電流消費を制限することが望ましい状況に、および/または、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318が冷えており、素早い加熱が望まれるときに、適している可能性がある。また、より大きい抵抗は、大きな解像度のため、再生の間、要素1308、1318の向上した温度測定も提供できる。

【0049】

第1および第2の再生モードは、ソリッドステートスイッチングおよびソフトウェア制御の下で制御され得ることは、留意されるべきである。したがって、本開示と矛盾することのない一の実施形態では、煤センサは、段階的な加熱を提供するように構成されてもよく、その場合、第1および/または第2の再生モードにおける要素1308、1318の作動は、排気流速および/または排気温度の理由のために、リアルタイムで、または、ほとんどリアルタイムで、制御(例えば、開始、停止、一時停止、モード間での変更など)され得る。

【0050】

図18は、本開示と矛盾することのない煤センサ組立体1800の一実施形態の斜視断面図である。概して、煤センサ組立体1800は、第1の端1804と第2の端1806とを有する筐体1802を備えている。筐体1802は、スラグ挿入体1810を部分的に包囲する形および/または大きさとされている。筐体1802は、金属および/または非金属の材料を含み得る。図示しているように、筐体1802の第2の端1806は、スラグ挿入体1810の一部を受け入れ、スラグ挿入体1810の少なくとも一部に結合された環体1808を用いてスラグ挿入体1810を保持する形および/または大きさとされている。環体1808は、当業者に知られている様々な方法によって、筐体1802に結合されてもよい。一実施形態では、環体1808は筐体1802にレーザ溶接されてもよく、それによって、筐体1802と環体1808との間に密封を提供する(例えば、実質的

に空気および/またはガスに影響されない)。

【 0 0 5 1 】

煤センサ組立体1800は、スラグ挿入体1810に結合された煤センサ1300をさらに備えている。明確化および説明の目的のために、図13の煤センサ1300が参照される。しかしながら、煤センサ組立体1800が、本開示と矛盾することのない煤センサの他の実施形態を備えてもよいことは、留意されるべきである。煤センサ組立体1800は、少なくとも筐体1802に結合され、煤センサ1300を少なくとも部分的に包囲するように構成されたセンサ先端1812をさらに備えている。センサ先端1812は、開放した近位端1816と、閉じた遠位端1818とを有する本体1814を備えている。本体1814は外面1819Aと内面1819Bとを備えている。

【 0 0 5 2 】

図示した実施形態では、センサ先端1812の近位端1816は、筐体1802の第2の端1806のフランジ部1822と係合して嵌まり合うように構成されたフランジ部1820を定め得る。センサ先端1812は、それぞれのフランジ部1820、1822において少なくとも筐体1802と結合でき、その場合、フランジ部1820、1822は互いと封止されてもよい。また、筐体1802は、煤センサ1300に電氣的に結合された、煤センサ1300へと電流を提供するように構成されている電気回路1102を部分的に包囲するように構成され得る。

【 0 0 5 3 】

図19Aおよび図19Bは、図18の煤センサ組立体1800のスラグ挿入体1810の斜視図である。図19Aは、環体1808から分離されたスラグ挿入体1810を示しており、図19Bは、環体1808に結合されたスラグ挿入体1810を示している。環体1808は、内面1928と、外周を有する周囲部1926とを定める本体1924を備え得る。環体1808は、スラグ挿入体1810の少なくとも一部を受け入れるように構成され得る。環体1808は、金属および/または非金属の材料を含み得る。

【 0 0 5 4 】

図示した実施形態では、スラグ挿入体1810は、近位端1932と遠位端1934とを有する本体1930を備えている。本体1930は、環体1808の周囲部1926の外周より小さい外周を有する分離部1936も、その分離部1936が環体1808内に嵌まって内面1928と結合して構成されるように、備えている。スラグ挿入体1810の分離部1936は、当業者に知られている様々な方法により、環体1808の内面1928に結合され得る。一実施形態では、例えば、スラグ挿入体1810の分離部1936は、ロウ付けの方法によって環体1808の内面1928に結合され、それによって、スラグ挿入体1810と環体1808との間を実質的に密封してもよい。

【 0 0 5 5 】

スラグ挿入体1810の本体1930は、煤センサ1300の少なくとも一部を支持するように構成された第1の面1938と、例えば、煤センサ1300の、矢印1947によって指示されるような、リードワイヤ1944に結合された相互接続ワイヤ1946といった、電気接続を支持するように構成された第2の面1940とをも備えている。本体1930は、少なくとも第2の面1940から、本体1930を通して、スラグ挿入体1810の近位端1932へと通る開口1942をさらに備えている。開口1942は、相互接続ワイヤ1946を受け入れ、筐体1802における電気回路1102からスラグ挿入体1810の一部(例えば、本体1930)を通して第2の面1940へと通すことができるように構成されている。

【 0 0 5 6 】

第1の面1938は、煤センサ1300の少なくとも一部を受け入れる形および/または大きさとされた導通路を定め得る。第1の面1938は、煤センサに最小の接触を提供するように、および、煤センサ再生過程(ヒータ要素の加熱)の間の熱損失を防止するように、さらに構成されてもよい。センサ要素1300は、ガラスで第1の面1938に封止されてもよく、それによって、生産組立の間の煤センサ1300の耐久性を高め、振動する傾向を低減させることができる。当業者には理解されるように、煤センサ1300は、他の既知の方法によって第1の面1938に結合されてもよい。

【 0 0 5 7 】

図示しているように、第2の面1940は、リードワイヤ1944の一部と、リードワイヤ1944

10

20

30

40

50

に結合される関連する相互接続ワイヤ1946とを受け入れる形および/または大きさとされた導通路を定め得る。相互接続ワイヤ1946が通過する開口1942は、ガラスなどの封止剤で充填されてもよく、それによって、相互接続ワイヤ1946と、関連する開口1942との間に密封を提供する。

【0058】

スラグ挿入体1810は、非導電性および/または電氣的に絶縁性の材料を含み得る。材料は、限定されることはないが、アルミナ、ジルコニア、イットリア、酸化ランタン、シリカ、および/もしくは、それらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む酸化物、または、電氣的連通を抑制することができる任意の同様の材料を含み得る。図示した実施形態では、スラグ挿入体1810はセラミック材料を含み得る。

10

【0059】

図19Cは、図18の煤センサ組立体1800の一部の拡大斜視図である。先に説明したように、煤センサ組立体1800は、少なくとも筐体1802に結合され、煤センサ1300を少なくとも部分的に包囲するように構成されたセンサ先端1812を備え得る。図示した実施形態では、センサ先端の本体1814は、本体1814の外周1819Aから本体1814の内面1819Bへの経路1950を定める少なくとも1つの角度方向に配置された導通路1948を定めている。図9の実施形態と同様に、経路1950は、排気流れを煤センサ1300へと方向付けるように構成されている。図示した実施形態では、センサ先端1812の本体1814は、本体1814の外周全体に沿って位置決めされた、複数の角度方向に配置される導通路1948を定めている。煤センサ組立体1800が、本開示と矛盾することのないセンサ先端の他の実施形態を備えてもよいことは、留意されるべきである。

20

【0060】

図示した実施形態では、センサ先端1812の近位端1816は、フランジ部1820を定め得る。フランジ部1820は、筐体1802の第2の端1806のフランジ部1822と係合して嵌まり合うように構成されている。センサ先端1812のフランジ部1820は、筐体1802のフランジ部1822にレーザー光線で溶接されてもよく、それによって、矢印1952によって指示されているように密封を提供する。当業者には容易に理解されるように、フランジ部1820、1822は、他の既知の方法によって互いと結合されてもよい。

【0061】

図20は、本開示と矛盾することのない別の煤センサ組立体2000の斜視分解図であり、図21は、組立状態における図20の煤センサ組立体2000の斜視図である。概して、煤センサ組立体2000は、煤センサの一部を受け入れて保持するように構成された絶縁部材2002を備えている。明確化および説明の目的のために、図13の煤センサ1300が参照される。しかしながら、煤センサ組立体2000が、本開示と矛盾することのない煤センサの他の実施形態を備えてもよいことは、留意されるべきである。絶縁部材2002は、非導電性および/または電氣的に絶縁性の材料を含み得る。材料は、限定されることはないが、アルミナ、ジルコニア、イットリア、酸化ランタン、シリカ、および/もしくは、それらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む酸化物、または、電氣的連通を抑制すること、および/もしくは、比較的高温(例えば、600)に耐えることができる任意の同様の材料を含み得る。図示した実施形態では、絶縁部材2002はセラミック材料を含み得る。

30

40

【0062】

図示しているように、組立体2000は、第1の端2006と、第2の端2008と、第1の端2006から第2の端2008へと延びる長手方向に配置された通路2010とを有する内側筐体部材2004をさらに備えている。通路2010は、内部に絶縁部材2002の一部を受け入れる形および/または大きさとされている。本明細書においてより詳細に説明しているように、内側筐体部材2004は、比較的固定された位置でリードワイヤ(図22Aおよび図22Bに示す)を固定するように構成された1つまたは複数の材料を受け入れる形および/または大きさとされ得る。

【0063】

図示しているように、煤センサ組立体2000は、内側筐体部材2004の一部に結合されるように構成されたセンサ先端をさらに備えている。明確化および説明の目的のために、図18

50

のセンサ先端1812が参照される。煤センサ組立体2000が、本開示と矛盾することのないセンサ先端の他の実施形態を備えてもよいことは、留意されるべきである。センサ先端1812は、少なくとも内側筐体部材2004に結合されてもよく、煤センサ1300を部分的に包囲するように構成されている。図示した実施形態では、センサ先端1812のフランジ部1820は、内側筐体部材2004の第2の端2008に定められたフランジ部2012と係合して嵌まり合うように構成されている。センサ先端1812は、それぞれのフランジ部1820、2012において少なくとも内側筐体部材2004と結合でき、その場合、フランジ部1820、2012は互いと封止されてもよい。

【0064】

組立体2000は、内側筐体部材2004の第1の端2006に隣接して位置決めされた第1のスペーサ部材2014をさらに備えている。第1のスペーサ部材2014の大きさ(例えば、幅)は、例えば、リードワイヤの所望の長さに依存し得る。煤センサ組立体2000は、スペーサ部材2016に隣接して位置決めされた第2のスペーサ部材2016をさらに備えている。明確化の目的のために、第2のスペーサ部材2016は一部が断面で図示されている。第2のスペーサ部材2016の大きさ(例えば、幅)は、例えば、端子2018の所望の長さに依存し得る。第1のスペーサ部材2014および第2のスペーサ部材2016は、非導電性および/または電氣的に絶縁性の材料を含み得る。材料は、限定されることはないが、アルミナ、ジルコニア、イットリア、酸化ランタン、シリカ、および/もしくは、それらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む酸化物、または、電氣的連通を抑制することができる任意の同様の材料を含み得る。図示した実施形態では、第1のスペーサ部材2014および/または第2のスペーサ部材2016はセラミック材料を含み得る。

【0065】

煤センサ組立体2000は、各々の端子2018の一部を内部で受け入れて保持するように構成された歪み逃がしナゲット2020をさらに備えている。ナゲット2020は、ワイヤハーネス組立体2136(図21に示す)にさらに結合され得る。図示しているように、ナゲット2020は、内部で受け入れられる各々の端子2018のための1つまたは複数の通路を備えてもよい。ナゲット2020は2つの相補的な半体を備えてもよく、その場合、それらは、互いに隣接して相補的に位置決めされるとき、図示しているように、単一のナゲット2020を形成するように組み合わせる。ナゲット2020は、その一部に定められた放射溝2022をさらに備え得る。溝2022は、外側筐体部材2026の圧着された部分がナゲット2020にほとんどまたはまったく力を加えないようにその一部をナゲット2020に向けて内向きに圧着させることができるように、クリアランス(例えば、空間)を提供してもよい。

【0066】

ナゲット2020は、ワイヤハーネス組立体2136のワイヤを端子2018に結合する連結(例えば、溶接)のために歪みを逃がすように構成され得る。例えば、ナゲット2020は、ワイヤハーネス組立体2136が取り付けまたは恒常的な使用の間に引っ張られる場合、歪みを逃がすことができる。ナゲット2020は、非導電性および/または電氣的に絶縁性の材料を含み得る。また、ナゲット2020は、プラスチックのオーバモールド材料を含んでもよい。

【0067】

図示しているように、グロメット2024が、ナゲット2020に隣接して位置決めされてもよい。グロメット2024は、ワイヤハーネス組立体2136がグロメット2024を通過して端子2018に結合できるように、中空で管状の断面を有し得る。グロメット2024は、成形高温ゴムなど、可撓性で弾力性の材料を備え得る。

【0068】

煤センサ組立体2000は、第1の端2028と、第2の端2030と、第1の端2028から第2の端2030へと延びる長手方向に配置された通路2032とを有する外側筐体部材2026をさらに備えている。通路2032は、第1のスペーサ部材2014および第2のスペーサ部材2016と、端子2018およびセンサ1300からのリードワイヤのそれぞれの連結(図22Aおよび図22Bに示す)と、ナゲット2020と、グロメット2024の一部とを内部に受け入れて包囲する形および/または大きさとされている。外側筐体部材2026は、電氣的連通を抑制することができ、内部の構成要素

10

20

30

40

50

に構造的な完全性および/もしくは物理的な保護を提供できる1つまたは複数の材料を含み得る。外側筐体部材2026は、高温に耐えることができる材料も含み得る。

【0069】

図示した実施形態では、外側筐体部材2026の第2の端2030は、フランジ部2034を定めている。フランジ部2034は、内側筐体部材2004の第2の端2008のフランジ部2012と係合して嵌まり合うように構成されている。このようにして、外側筐体部材2026は、少なくとも内側筐体部材2004へ、それぞれのフランジ部2034、2012において結合でき、その場合、フランジ部2034、2012は、概して密な封止を提供するために、任意の既知の方法によって互いに対して封止され、それによって、水分および/または他の汚染物が第2の端2030を介して外側筐体部材2026の通路2032に入るのを防止できる。

10

【0070】

外側筐体部材2026は、組立体2000の構成要素を覆って位置決めされ(例えば、スライドされる)、第1の端2028またはその近くでの外側筐体部材2026の一部は、外側筐体部材2026の直径が第1の端2028またはその近くで小さくできるように圧着され得る。圧着部2138は、通路2032内に位置決めされたグロメット2024の一部を圧縮してもよく、その場合、グロメット2024の圧縮部分は、概して密な封止を提供でき、水分および/または他の汚染物が外側筐体部材2026の第1の端2028に入るのを防止できる。圧着部2138は、ナゲット2020を、外側筐体部材2026の通路2032内にさらにしっかりと保持および固定できる。

【0071】

図22Aは、線A-Aに沿って切り取られた図21の煤センサ組立体の上方からの断面図であり、図22Bは、線B-Bに沿って切り取られた図21の煤センサ組立体の側方からの断面図である。図示しているように、煤センサ1300の一部は、絶縁部材2002内に位置決めされて保持されている。図示した実施形態では、センサ1300に結合された(例えば、要素1308、1318の第1の電気接点1314、1324および第2の電気接点1316、1326に結合された)リードワイヤ2240が、センサ1300から離れて、内側筐体部材2004の通路2010へと延び、最終的には、外側筐体部材2026の通路2032へと延びている。リードワイヤ2240は、矢印2242によって指示されているように、関連する端子2018に結合され得る。

20

【0072】

リードワイヤ2240の一部は、固定材料2244を用いて、内側筐体部材2004内の比較的固定された位置に固定され得る。一実施形態では、固定材料2244は、内側筐体部材2004の通路2010の一部内に配置され、リードワイヤ2240の一部を完全に包囲し得る。固定材料2244は、液状で提供されてから硬化されてもよい。固定材料2244は、センサ1300とリードワイヤ2240とに安定性と振動保護とを提供するように構成されてもよく、それによって熱応答を改善できる。固定材料2244は、熱硬化性プラスチックなど、非導電性および/または電気的に絶縁性の材料、ならびに耐湿性および/または耐腐食性の材料を含んでもよい。

30

【0073】

一実施形態では、固定材料2244は、ガラスを含んでもよく、内側筐体部材2004の通路2010の一部の中で、リードワイヤ2240の一部とセンサ1300とを封止するために使用されてもよく、それによって、生産組立の間の煤センサ1300および/またはリードワイヤ2240の耐久性を高め、振動する傾向を低減させることができる。当業者によって理解されるように、リードワイヤ2240の一部は、例えば、任意の既知の注封方法など、他の既知の方法によって、内側筐体部材2004内に固定および封止されてもよい。

40

【0074】

図23Aおよび図23Bを見ると、図20の煤センサ組立体2000の内側筐体部材2304の一実施形態の斜視図および断面図が、それぞれ大まかに示されている。この実施形態は図20の実施形態と同様であり、同様の構成要素には、2000番台ではなく2300番台の同様の符号が割り当てられている。概して、内側筐体部材2304は、第1の端2306と、第2の端2308と、第1の端2306から第2の端2308へと延びる長手方向に配置された通路2310とを備えている。第2の端2308は、センサ先端1812のフランジ部1820と嵌まって係合するように構成されたフランジ部材2312を定めている。内側筐体部材2304は、内側筐体部材2304の放射部分に沿って定

50

められた拡張部2314をさらに備えている。図23Bに示しているように、拡張部2314は、通路2310の内側面2318に形成された相補的な凹部2316をもたらしている。

【0075】

先に説明したように、例えばガラスなどの固定材料2244は、1つまたは複数のリードワイヤ2240を内部にしっかりと固定するために、通路2310の一部の内部に充填され得る。固定材料2244は、通路2310内の凹部2316を満たすことができる。固定材料2244が硬化したとき、凹部2316は、硬化した固定材料2244を通路2310内に固定する手段を提供できる。より具体的には、凹部2316内の固定材料2244の硬化部分が、少なくとも長手方向における(つまり、内側筐体部材2304の第1の端2306から第2の端2308への)硬化した固定材料2244の実質的な移動を防止することになる。また、通路2310の内面2318は、固定材料2244と内側筐体部材2304との間の相互作用を向上するように構成されてもよい。例えば、一実施形態では、内面2318は、固定材料2244と内面2318との間の向上した相互作用を提供するために、任意の既知の手段(例えば、限定されることはないが、酸化など)によって粗面化されてもよい。

10

【0076】

図24Aおよび図24Bは、それぞれ、図20の煤センサ組立体2000の内側筐体部材2404の別の実施形態の斜視図および断面図である。概して、内側筐体部材2404は、第1の端2406と、第2の端2408と、第1の端2406から第2の端2408へと延びる長手方向に配置された通路2410とを備えている。第2の端2408は、センサ先端1812のフランジ部1820と嵌まって係合するように構成されたフランジ部材2412を定めている。内側筐体部材2404は、内側筐体部材2404の放射部分に沿って定められた凹部2414をさらに備えている。図24Bに示しているように、凹部2414は、概して、通路2410の中心に向かって内側面2418から延びる相補的な概して環状の隆条部2416をもたらす。

20

【0077】

固定材料2244が通路2410内に充填されるとき、固定材料2244は、通路2410内の隆条部2416と係合でき、隆条部2416の周りを満たす。固定材料2244が硬化したとき、隆条部2416は、硬化した固定材料2244の移動を防止し、それによって通路2410内の硬化した固定材料2244を固定する。図23Aおよび図23Bの実施形態と同様に、通路2410の内面2418は、固定材料2244と内側筐体部材2404との間の相互作用を向上するように構成されてもよい。例えば、一実施形態では、内面2418は、固定材料2244と内面2418との間の向上した相互作用を提供するために、任意の既知の手段(例えば、限定されることはないが、酸化など)によって粗面化されてもよい。

30

【0078】

図25は、図13の煤センサに結合された電気回路の概略図である。図25の電気回路は、煤センサ1300の煤回収を高めようとするとき、漏れ電流の影響を無効にする手段を提供する。図示しているように、第1および第2のセンサ/ヒータ要素(例えば、センサ/ヒータ1およびセンサ/ヒータ2)は、第1および第2のセンサ/ヒータ要素の導電性材料を通じた電流を提供するための電気回路2500に結合するように構成されてもよく、その場合、電流は、例えば38Vの入力電圧を供給するように構成された電力供給によって提供され得る。図示した実施形態では、電気回路2500は、第1のトランジスタQs1、第2のトランジスタQs2、第3のトランジスタQs3、および第4のトランジスタQs4を備え得る。トランジスタQs1~Qs4は、任意の種類のスウィッチングデバイスを備え得る。図示した実施形態では、トランジスタQs1~Qs4はMOSFETを備え得る。トランジスタQs1~Qs4は、電力供給から第1および/または第2のヒータ要素への電流の印加を制御するように構成されてもよい。

40

【0079】

図示しているように、Qhはオフであり、第3のトランジスタQs3はオフであり、それによって、抵抗器Rs9を通じたゲートと同じ電位(0V)をソースにおいて提供する。2.5Vの電圧が第1のトランジスタQs1および第2のトランジスタQs2に印加され、それによって、第1のトランジスタQs1および第2のトランジスタQs2の両方がオフとなる。第1のトランジスタQs1がオフであるとき、5Vの電圧がプルアップ抵抗器Rs7を通じて第2のトランジスタQs2のド

50

レインに印加されることになる。それによって、2.5Vの電位が、第3のトランジスタQs3のドレインと、抵抗器R5rを通じた第2のトランジスタQs2のソースとにおいて提供される。前述のように配置された回路があれば、第2のトランジスタQs2は、そのドレインにおいて5Vの電位を有し、そのソースにおいて2.5Vの電位を有し、ドレイン-ソース間で2.5Vの電圧降下をもたらす。また、第2のトランジスタQs2のソースにおいて2.5Vで、ゲートにおいて2.5Vであれば、第2のトランジスタQs2は、そのゲートとそのソースとの間で0Vの電位差を有することになる。第3のトランジスタQs3は、そのドレインにおいて2.5Vの電位を有することになり、そのソースが接地されていれば、そのソースにおいて0Vの電位であり、ドレイン-ソース間の2.5Vの電圧降下をもたらす、第2のトランジスタQs2の電圧降下と一致する。第2のトランジスタQs2のゲートおよびソースが第3のトランジスタQs3のゲートおよびソースと同じ電位であれば、結果生じる第3のトランジスタQs3のゲートとソースとの間の電位差はここでも0Vであり、第2のトランジスタQs2の電位差と一致する。第2のトランジスタQs2と第3のトランジスタQs3との両方が等しくバイアスされれば、煤測定は、漏れ電流の影響が打ち消された状態で行うことができる。

【 0 0 8 0 】

図26は、図13の煤センサに結合された交流(AC)結合信号処理システムのブロック図である。AC結合信号処理システム2600は、図13に示されているように、入力AC供給電圧Vacを受けよう構成された煤センサ1300を備えてもよく、その煤センサ1300は、煤センサ100を通過した信号電流を受信するように構成された増幅器2602に結合されており、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318(Rsoot)の間に抵抗を備えている。システム2600は、増幅器2602に結合された直流分再生回路2604をさらに備え得る。直流分再生回路2604は、前記増幅器2602からの信号を同期して接地するように構成され得る。ピーク検出器2606が、直流分再生回路2604に結合され、直流分再生回路2604からの信号を受信するように構成され得る。また、ユニティゲイン演算増幅器(図20に示す)などのバッファ2608が、ピーク検出器2606に結合され、ピーク検出器2606からの信号を受信するように構成され得る。システム2600は、さらに、バッファ2608に結合され、バッファ2608からの信号を受信するように構成されたローパスフィルタ2610を備えてもよく、その場合、ローパスフィルタ2610は、スイッチングの過渡電流が受信されるのを排除するように構成され得る。接地と入力電力供給との両方への500メガオームの動抵抗の前提がある場合、AC等価回路が、接地への2つの500メガオーム抵抗器として図示されている。また、増加するように、2つの500メガオームの抵抗器が、接地と、作動する増幅器2602の反転入力との間に結合され、このようにして、AC信号(電流)にほとんど影響を与え得ない。

【 0 0 8 1 】

図27は、図26の信号処理システムの電気回路の概略図である。煤センサ1300の電気回路のトランジスタに起こり得るDC漏れ電流の影響を緩和するために、AC結合された手法が実施され得る。トランジスタのDC漏れの動抵抗がDC抵抗よりはるかに大きい可能性があるという事実のため、AC分圧器がこの影響を利用することになる。理想的な一定の電流源の動抵抗は、オームである。トランジスタの漏れの動抵抗は v/i である。一例では、動抵抗は、おおよそ500メガオームであり得る。この値は、漏れの変化および作用位置によって、より安定している可能性がある。

【 0 0 8 2 】

AC結合信号処理システム2600の利用によって、トランジスタのDC漏れが、抵抗測定Rsootから効果的に排除できる。システム2600は、漏れ電流の供給源の非常に大きい動抵抗を利用できる。例えば、システム2600は、矩形波刺激と合成AC信号とをコンデンサを介して結合することができることを利用し、それによって、所望のAC信号を、(適切な大きさとされたコンデンサによって)減衰されずに電気回路に通すことができる。(トランジスタの漏れ電流による)望ましくないDC電流、および/または、熱影響によるゆっくりと変化する電圧が、排除され得る。

【 0 0 8 3 】

図27を参照すると、煤センサ1300は、システムおよび/またはセンサに含まれる任意の

10

20

30

40

50

ソフトウェアおよび/またはファームウェアおよび/またはハードウェアを考慮する用途に応じて、異なる波形(矩形、鋸歯、正弦など)を有する様々な信号周波数を受信するように構成され得る。図示した実施形態では、煤センサ1300は、50Hzの周波数を有する矩形の波形を有する信号を受信するように構成され得る。注目されるべきことは、最適な周波数は、ロバスト性をEMCに加えるのを助けることができ、ソフトウェアおよびファームウェアならびにハードウェアとのより優れた完全性を可能にでき、信号対ノイズ比の効果も有し、おそらく耐用期間にわたって安定性を増大し得ることである。

【0084】

また、波は、波が接地に対してプラスとマイナスとに等しく周期できるように、ゼロボルト辺りで平衡され得る。また、接地から、30Vdcなど、ある所定の電圧高さへと周期し、非平衡な波形をもたらす標準的な波形が、用いられてもよい。非平衡な形は、Ptのマイグレーションのため、Pt電極の耐用期間を縮小させる可能性がある。しかしながら、非平衡は、コストに関する限りにおいて、実施するのがより安価となり得る。

【0085】

AC結合信号処理システム2600は、DC漏れを煤センサ電気回路のトランジスタから効果的に排除するように構成され得る。作動の間、直流分再生回路2604は、矩形波の低電圧側の間に信号を同期して接地するように構成されてもよく、それによって、1.0uFコンデンサの出力側に、ゼロボルトに基づく矩形波を作り出す。また、直列連結されたMOSFETが、この矩形波のピーク値を1.0nFコンデンサへと同期して通す。このコンデンサは、このピーク値を次の周期まで保持する。この電圧は、ユニティゲインop-amp2608によってバッファリングされ、次に、出力が、スイッチングの過渡電流を除去するために、ローパスフィルタ2610を介して低域通過される。電流漏れのない一例では、 R_{soot} は100メガオームである場合、 V_{out} は、 $5V \cdot 5.0 \mu A / (3.0 \mu A + 100M) = 0.24V$ である。同様に、 R_{soot} が5メガオームである場合、 V_{out} は $5V \cdot 5.0 \mu A / (5.0 \mu A + 5.0M) = 2.5V$ である。

【0086】

図28は、本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、抵抗に対する出力電圧のプロットである。以下の表(すぐ下に示す)は、煤測定周期の間の2つのヒータ要素の間の抵抗 R_{soot} の測定と、25 および105 における対応する出力電圧 V_{out} の測定とを含んでいる。

【0087】

【表1】

Table 1

Rsoot(メガオーム)	25°CにおけるVout(V)	105°CにおけるVout(V)
2	4.55	4.55
5	1.84	1.83
10	0.88	0.88
20	0.44	0.44
50	0.18	0.18
100	0.09	0.09

【0088】

図示した実施形態では、AC結合信号処理システム2600の電気回路の設計のため、出力電圧 V_{out} が $1/R_{\text{soot}}$ に比例している。このデータは、高い度合いの温度安定性を示している。 $1/R_{\text{soot}}$ 方法は、より小さい値の R_{soot} において高い解像度を提供しており、これは望まれていることである。

【0089】

図29は、本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、時間に対する出力電圧のプロットを含んでいる。抵抗 R_{soot} を測定するために用いられた電圧(ピークトゥピーク)信号は、センサ応答時間に影響を与え得る。電圧が増加されるにつれて、応答

時間が短くされる。AC結合信号処理システムの電気回路が5Vdc供給において作動するように構成され得るため、電荷ポンプまたは他の手段が実施されてもよく、それによって、センサ励起電圧を大きくできる。これは、5Vdc供給からの必要とされる電流を増加させることになり得る。

【0090】

図30Aおよび図30Bは、本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる電気回路の概略図である。図30Aは、プルアップ抵抗器の構成を描写しており、図30Bは、プルダウン抵抗器の構成を描写している。

【0091】

図31は、図30Aおよび図30Bのプルアップ抵抗器およびプルダウン抵抗器の構成と関連付けられる、時間に対する抵抗のプロットを含んでいる。図31は、10Vおよび5Vを含む、2つの別々の励起電圧におけるプルアップ抵抗器およびプルダウン抵抗器の構成の抵抗を示している。図示した実施形態では、プルダウン抵抗器の構成が、より滑らかな出力信号を伴う若干向上したセンサ応答を作り出している。

10

【0092】

図32は、200 の温度を有する排気ガスに曝された、本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、空気流量に対する供給電力のプロットである。本明細書で説明している煤センサの実施形態は、950 まで作動可能であるが、0 から650 の温度範囲で作動するように構成され得る。例えば、本開示と矛盾することのない煤センサは、150 から650 までの範囲の排気ガス温度において作動するように構成され得る。センサをその再生温度にまでさせるために要求される電力は、排気温度および流速と共に変化する。電力は、これらの異なる条件に対して、予測可能で再現可能である。図示した実施形態では、x軸が異なる排気速度を示しており、y軸が、センサがその再生温度へと達するのに必要な電力を示している。電力は、第1および第2のヒータ要素の前後の電圧と、第1および第2のヒータ要素を通過するすべての電流とを測定することで計算される。電圧と電流とが分かることで、ヒータの抵抗を計算することができる。ヒータの温度に対する抵抗の曲線も分かっている。再生温度においてヒータの抵抗を監視することで、ヒータ抵抗が、変化したかどうか、または、ヒータ抵抗がその容認可能な許容範囲から離れたかどうか判定できる。

20

【0093】

煤センサが排気ガス流れに曝されるとき、排気ガスに存在する特定の物質は、センサ再生の間、ヒータ要素によって完全には燃焼できない。これらの物質としては、例えば、灰および/または酸化鉄が挙げられる。これらの物質は、時間と共にセンサの表面に積もり上がり、センサの応答曲線においてずれを引き起こす可能性がある(応答曲線:センサ面に存在する煤(ミリグラム)に対するセンサ抵抗における変化)。スキームが、時間に伴うこれらの物質の影響に対抗するために実施され得る。例えば、露点に達した後、センサを再生サイクルへと入らせることができ、センサは、煤のない状態における電流抵抗を保存してもよい。この抵抗があらかじめ見られるものと違う場合、予想されるセンサ応答曲線を補償するために、補正值を用いることができる。

30

【0094】

一態様において、本開示は、煤センサにおける煤濃度を予測する方法を特徴としてもよい。方法は、センサ再生同士の間時間を測定することと、その時間枠の間の平均的な煤濃度を決定することとを含み得る。再生同士の間時間は、典型的な煤濃度レベルで、数分間未満から20分超まであり得る。しかしながら、非常に小さい煤濃度レベルでは、再生サイクル同士の間時間は、非常に長くなる可能性がある。この方法の主な欠点は、かなり長い時間期間にわたっての平均的な煤濃度レベルを提供するだけであり、特に小さい煤濃度レベルにおいて、再生を遅くさせてしまうことである。

40

【0095】

別の態様において、本開示は、煤センサにおける煤濃度を予測する方法を特徴としてもよい。この方法は、前述の先の方法より煤濃度決定がより速い可能性がある。センサの実

50

際の応答(時間に対するセンサ抵抗の変化)が、より小さいタイムスライスである「リアルタイム」でセンサに存在する煤の質量を計算するために使用される。この方法は、時間に対する抵抗の変化を用いる、または、時間に対する電圧の変化において測定される。

【0096】

図33A～図33Dは、本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、時間に対する供給電圧のプロットである。図33A～図33Dに示された曲線は、15m/sにおける排気流れにおいて270 の排気温度で示されている。x軸は分となっており、y軸は供給電圧のパーセンテージである。曲線の各々で使用される煤センサは、低い側でプルダウン抵抗器に結合されている(図30Bに示している)。電圧測定(出力信号)は、プルダウン抵抗器の前後で測定される。図33A～図33Dで最もはっきりと見ることができるよう、煤濃度が増加すると、センサの傾きも増加する。水平の青色の線は、センサが再生されときの供給電圧のパーセンテージを指示している。示した青色の線は、センサ応答を、センサ応答の傾きの線形領域において先ずは測定させることができるようにするために、選ばれている。定常状態における10%など、センサ再生同士の間の時間間隔をさらに短くすることは可能である。煤濃度が大きく変化している場合(センサ曲線における傾きの変化により分かる)、他のパーセンテージが用いられてもよい。これは、センサにおける煤がより少なくなり、再生をより素早く生じさせる。

【0097】

図34は、本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、時間に対する抵抗のプロットである。煤センサは、既知のおおよそ10.4mg/m³の煤濃度と、おおよそ15.5m/sの流量と、おおよそ273 の温度とを有する排気ガスに曝される。煤センサの抵抗は、完全なサイクル(例えば、煤センサの完全な再生を通じた煤堆積の感知)を通じて測定されている。矢印Aによって指示されているように、センサ抵抗は、煤堆積と共に低下し始める。矢印Bによって指示されているように、所定の閾抵抗に達すると、センサは煤感知モードから再生モードへと切り替わる。煤が煤センサから洗浄されるにつれて、抵抗が増加し始める。矢印Cによって指示されているように、再生モードが終了する。

【0098】

図35は、図34のプロットに相互に関連する、時間に対する煤堆積のプロットである。概して、図35は、図34の時間に対する抵抗の測定の線形化である。図示しているように煤は、抵抗が低下し始める(図34に示す)おおよそ同じ時間に堆積し始める。同様に、矢印Bによって指示されているように、煤が堆積して所定の閾値に達すると、再生モードが開始し、煤堆積レベルが低下し始める(図34の抵抗における増加と一致する)。時間に対する抵抗のプロットを時間に対する煤堆積へと線形化することは、数式センサ $V_{out}=9206/R$ を用いて決定されており、ここで、センサ V_{out} は、センサの出力電圧であり、Rは抵抗である。これは、例示の数式であり、他の数式が、図34のプロットの線形化のために用いられてもよいことに留意すべきである。

【0099】

図36は、本開示と矛盾することのない例示の煤センサと関連付けられる、時間に対するセンサ応答のプロットである。煤センサは、おおよそ27.5m/sの流量とおおよそ275 の温度とを有する排気ガスに曝される。

【0100】

図37は、本開示と矛盾することのない再生モードにおいて作動する煤センサ1300の温度勾配のレンダリングである。先に説明したように、煤センサ1300は、煤感知モードと再生モードとで作動するように構成されている。煤感知モードにあるとき、煤センサ1300に電氣的に結合された電気回路は、少なくとも第1および/または第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318から入力を受信し、さらに、受信された入力に基づいて、第1および第2の要素1308、1318と基板1302の第1の面1304とにおける煤堆積を決定するように構成されている。そして、煤センサ1300は、煤堆積の決定された量に少なくとも一部依存して、再生モードへと移行できる。具体的には、電気回路は、煤堆積にตอบสนองして、第1および/または第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318の加熱を制御するように構成されており、第1および/または

10

20

30

40

50

第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318は、基板1302の第1の面1304と第1および/または第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318とから、堆積した煤を除去(例えば、焼却)するのに十分な温度まで加熱するように構成されており、それによってセンサ1300を洗浄/再生する。

【0101】

図示しているように煤センサ1300は、再生モードで作動するとき、温度勾配を呈する。第1および/または第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318は、堆積した煤粒子を焼却させるのに十分な、例えば600 から900 までの範囲の、比較的高い温度へと加熱するように構成され得る。図示しているように、温度は、基板1302の表面にわたって変化しており、基板1302の中心またはその近くで最も高く、基板1302の周囲またはその近くで最も低い。例えば、中心における温度は、基板1302の中心の近くにおいておおよそ850 であり、中心から離れる方に延びる径方向で低下し、温度は、矢印Aによって指示されているように、基板1302の1つまたは複数の縁の近くで、おおよそ725 まで低下する。

10

【0102】

温度勾配と、結果生じる基板1302の上面1304にわたって変化する温度とのため、煤センサ1300は、基板1302の縁領域に堆積した煤を完全に焼却および燃焼させるために、より長い時間の期間にわたって再生モードで作動する、および/または、第1および/または第2の要素1308、1318をより高い温度へと加熱する必要がある。より長い時間の期間にわたって、および/または、より高い温度において、再生モードで作動すると、第1および/または第2の要素1308、1318の寿命を短くすることになり、煤センサ1300を機械的に故障させてしまう、および/または、より頻繁な修理または交換を必要とする可能性がある。

20

【0103】

図38は、不動態化層3800を備える図13の煤センサの概略的な上面図である。図示しているように、煤センサ1300は、第1のセンサ/ヒータ要素1308の第1および第2の電気接点1314、1316と、第2のセンサ/ヒータ要素1318の第1および第2の電気接点1324、1326との一部を定めるパッド部1344を備え得る。図示した実施形態では、不動態化層3800は、基板1302の第1の面1304の一部にわたって配置されており、第1の要素1308の第1および第2の電気接点1314、1316と、第2の要素1318の第1および第2の電気接点1324、1326を含むパッド部1344の一部をそれぞれ覆うことができる。さらに、不動態化層3800は、所望のパターンで、第1および第2の要素1308、1318の一部を覆う形および/または大きさとされてもよい。例えば、不動態化層3800は、温度勾配パターンの形状を補完する形および/または大きさとされた一部3802を備え得る。図示しているように一部3802は、図37に示した温度勾配のパターンに補完的である概して凹んだ形状を有している。一部3802は、呈される温度勾配に具体的にあつらえられた様々な異なる形および/または寸法を備え得ることは、留意されるべきである。

30

【0104】

不動態化層3800は、煤センサ1300の覆われた一部(例えば、第1および第2の要素1308、1318、基板1302の表面など)を、その一部における煤粒子への曝露および煤粒子の堆積から遮蔽するように構成されている。そのため、不動態化層3800は、煤センサ1300の一部の縁領域を、煤粒子に曝露されることから遮蔽でき、したがって、加熱するには難しいこれらの領域における煤の堆積を防止できる。温度勾配パターンに対応する一部3802を備えることによって、不動態化層3800は、煤センサ1300の曝露された一部分だけに煤を堆積させることができ、再生モードの間、温度は、容認可能な時間枠で煤を焼却させるのに十分な容認可能なレベルにある。したがって、不動態化層3800を備えることで、再生モードで作動するために必要とされる時間を短くできると共に、基板1302から煤を完全に燃焼させるために必要とされる全体の温度を低下させることができる。

40

【0105】

不動態化層3800は、非導電性および/または電氣的に絶縁性の材料を含み得る。材料は、限定されることはないが、アルミナ、ジルコニア、イットリア、酸化ランタン、シリカ、および/もしくは、それらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む酸化物、または、電氣的連通を抑止することができる任意の同様の材料を含み得る。また、不動態化層

50

3800は、断熱を提供するように構成された材料を含み得る。図示した実施形態では、不動態化層3800は厚い膜ガラスを含み得る。

【0106】

図39は、本開示と矛盾することのない煤センサシステム3900の別の例示の実施形態のブロック図である。図示しているように、煤センサシステム3900は煤センサ1300を備えている。しかしながら、煤センサ組立体3900が、本開示と矛盾することのない煤センサの他の実施形態を備えてもよいことは、留意されるべきである。煤センサシステム3900は、さらに、煤センサ1300に電氣的に結合されていると共に、煤センサ1300へと電力を提供し、煤センサ1300の作動を制御するように構成されている電気回路3902を備えている。例えば、システム3900は、電流 I_{sense} 、 $I_{heater1}$ 、および/または $I_{heater2}$ を第1および第2の要素1308、1318に提供するために、第1および第2の要素1308、1318に結合されていると共に、第1および第2の要素1308、1318と通信するように構成されている制御装置3904を備え得る。電流は、例えば、電池3906など、電源によって供給され得る。

【0107】

制御装置3904は、測定モジュール3908と、パルス幅変調(PWM:Pulse-Width Modulating)モジュール3910とを備えている。煤感知モードの間、電圧が第1および/または第2の要素1308、1318に印加でき、測定モジュール3908は、結果生じる電流 I_{sense} の値を測定するように構成され得る。煤感知モードは、概して、PWM切替モジュール3910のオフ時間の間に起こり得る。先に説明したように、第1および/または第2の要素1308、1318を通る電流 I_{sense} の値は、煤センサ1300に沈着した煤の量を決定するために利用でき、その沈着した煤の量は、センサ1300とつながっている排気流れにおける煤の量をさらに表すことができる。煤が第1および/または第2の要素1308、1318に沈着されるとき、導電経路の電気抵抗が変化し、対応する変化を I_{sense} にもたらす。 I_{sense} の値は、センサ1300に沈着した煤の量を表している。例えば、煤粒子が時間と共に煤センサ1300に積もり上がるにつれて、第1および/または第2の要素1308、1318の間の抵抗は、概して、非常に大きいGオームからおおよそ1メガオームまで低下する。煤がセンサ1300に堆積するのに必要とされる時間は、排気ガスの煤の濃度の測定と関連する。

【0108】

概して、本開示と矛盾することのない煤堆積を感知する方法は、煤感知モードの間に可変電圧を印加することを含み得る。例えば、5~60Vの範囲内といった、比較的高い電圧が、煤感知モードの開始において第1および/または第2の要素1308、1318に最初に印加され得る。一実施形態では、初期電圧は42Vであり得る。高電圧の使用は、特に低温始動の間、煤粒子がより高い電圧で帯電されることになり、そのため、第1および/または第2の要素1308、1318により引き付けられることになる点において有利である。さらに、煤センサは、感度が増加することになり、煤堆積をより早く検出でき、より速い応答と再生とをもたらすことができる。所定の時間の期間の後、制御装置3904は、要素1308、1318に印加される電圧を下げるように構成されてもよく、それによってノイズを小さくする。制御装置3904は、例えば、排気の温度に少なくとも一部基づいて、適切な電圧を決定するように構成されている。例えば、排気温度が比較的小さいとき、制御装置3904は、より高い電圧を印加するように構成されてもよく、逆もまた同様である。

【0109】

例えば、 I_{sense} の閾値に達することで決定されるとして、閾量の煤が第1および/または第2の要素1308、1318に堆積したとき、制御装置3904は、再生モードを開始するように構成されている。第1および/または第2の要素1308、1318を加熱するために、比較的高い電流が、第1および第2の要素1308、1318のうちの少なくとも一方に通される。図示した実施形態では、PWM切替モジュール3910は、PWM切替のオン時間の間、第1および/または第2の要素1308、1318に印加される電流を制御するように構成されている。具体的には、第1および/または第2の要素1308、1318は、PWM切替モジュール3910によって提供されたPWM信号に基づいて通電(例えば、加熱)される。

【0110】

PWM切替モジュール3910は、電流 $I_{heater1}$ および/または電流 $I_{heater2}$ をそれぞれ第1および/または第2の要素1308、1318に提供して再生モードを開始するように構成されている。再生モードの間、第1および/または第2の要素1308、1318は、堆積した煤粒子が焼却され得る所望の温度へと加熱するように構成されており、それによって、煤センサ1300から煤粒子を洗浄する。第1および/または第2の要素1308、1318は、PWM切替モジュール3910からのPWM信号に基づいて通電されるため、煤堆積は、再生モードの間に決定できる。したがって、本明細書においてより詳細に説明しているように、制御装置3904は、煤センサ1300の段階的な加熱を提供するように構成されてもよく、その場合、再生モードにおける第1および/または第2の要素1308、1318の作動は、リアルタイムで、または、ほとんどリアルタイムで、制御(例えば、開始、停止、一時停止、モード間での変更など)されてもよく、煤堆積感知は、煤センサ1300から煤を燃焼する再生過程の効果を決定するために、再生過程の間に間欠的に発生し得る。

10

【0111】

概して、本開示と矛盾することのない煤堆積を感知する方法は、さらに、ディーゼル粒子フィルタ(DPF)の能動的再生の間または直後に開始される合理性試験を実施することをさらに含み得る。DPFは、ディーゼルエンジンの排気ガスからディーゼル排気粒状物または煤を除去するために設計された装置である。一部のフィルタは、使い捨てであり、完全に灰が堆積すると廃棄および交換するように意図されており、一方、一部のフィルタは、再生を通じて、堆積した煤をフィルタから除去するように設計されている。フィルタの再生は、受動的(例えば、通常の運転においてエンジンの排気加熱から、または、触媒をフィルタに加えることによる)、または、非常に高い熱を排気システムに導入することによって能動的のいずれかで実施される。例えば、システムは、排気温度を上昇させる形で、または、堆積した灰を酸化させるために大量の NO_x を生成する形で、フィルタが一杯であるときに実行するためのエンジンプログラムを含み得る。

20

【0112】

先に説明したように、本開示と矛盾することのない煤センサは、DPFの上流または下流に位置決めされ得る。煤センサは、煤センサが正しく作動しているかどうかを決定するために、DPFの能動的再生の間または直後に、合理性試験を実施するように構成されてもよい。具体的には、DPFの能動的再生の間または直後では、センサに付与された煤は、概して低レベルとなり得る。先に説明した可変電圧方法と同様に、比較的高い電圧が、煤感知モードの開始において、第1および/または第2の要素1308、1318に最初に印加され得る。高電圧の使用は、特に低温始動の間、煤粒子がより高い電圧で帯電されることになり、そのため、第1および/または第2の要素1308、1318により引き付けられることになる点において有利である。さらに、煤センサは、特に、一部でDPFの能動的再生による煤堆積の低レベルの理由のために、感度を増加することになり得る。

30

【0113】

概して、煤センサの効果的な再生は、温度と時間との関数である。時間は、(例えば、制御装置3904を用いて)制御できる変数であるが、温度は、電源(例えば、電池3906)の電圧および/またはPWMモジュール3910のデューティサイクルに基づいて推測することしかできない変数である。正確に温度を測定できないことは、無効な温度のため、煤センサの不完全な再生を最終的にもたらず可能性がある(例えば、温度が低すぎるため、すべての煤をセンサから燃焼できない)、および/または、完全な再生を達成するために、引き伸ばされた時間の期間にわたっての高い温度の使用のため、煤センサの熱による過大な応力を最終的にもたらず可能性がある。

40

【0114】

図40は、再生モードにおいて煤センサを作動し、本開示と矛盾することのない再生の効果を決定する方法4000の一実施形態を示す流れ図である。先に説明したように、制御装置3904は、煤センサ1300の再生の間、煤堆積を感知するように構成されている。したがって、制御装置3904は、様々な温度レベルについての再生効果を決定するために、煤センサ1300の第1および/または第2の要素1308、1318の漸進的な加熱を提供し、さらに様々な温度

50

レベルで煤堆積を感知するように構成され得る。

【0115】

方法4000は、再生モードを開始すること(作動4002)と、第1および/または第2の要素1308、1318を第1の温度へと加熱するために、電流をそれら要素に印加すること(作動4004)とを含んでいる。一実施形態では、第1の温度はおおよそ775 であり得る。温度は、要素の温度を決定するための任意の既知の方法または技術によって測定され得る。第1の温度に達すると、要素1308、1318の抵抗が、所定の時間期間にわたって監視される(作動4006)。例えば、測定モジュール3908は、PWMモジュール3910のオフ時間の間、第1および第2の要素1308、1318のうちの少なくとも一方の間の抵抗レベルを監視し得る。要素の抵抗の監視の間、次に、抵抗が所定の時間期間の間に水平になったかどうか(例えば、抵抗の傾きが、所定の時間期間の間に実質的に一定のままであったかどうか)に関して、決定が作動4008において行われてもよい。抵抗は、少なくとも20秒間の所定の時間期間にわたって監視されてもよく、抵抗の傾きが、10秒間など、20秒間の時間期間の所定部分にわたって比較的一定のままである場合、抵抗は水平にされていると見なされる。例えば、抵抗は、70秒間の所定の時間期間にわたって監視されてもよく、抵抗の傾きが、70秒の時間期間のうちの40秒間にわたって比較的一定のままである場合、抵抗は水平にされていると見なされる。当然ながら、監視期間の長さ、および/または、抵抗が実質的に一定であると見なされる長さが、用途に応じて変化し得ることは、理解されるべきである。

10

【0116】

作動4008で、抵抗が時間期間の間に水平になったことが決定された場合、電流が要素から断たれ、要素は開放性のために測定される(作動4010)。要素の測定の間、開放性が検出されるかどうかに関して、決定が作動4012で行われる。開放性が検出されたら決定される場合、再生モードが停止される(作動4014)。

20

【0117】

作動4008で、抵抗が時間期間の間に水平にならなかったと決定された場合、要素の温度を上昇させるために、要素に印加されている電流が調節される(作動4016)。同様に、作動4012で、開放性が検出されなかったと決定された場合、要素の温度を上昇させるために、要素に印加されている電流が調節される(作動4016)。概して、温度は、25 の増分など、所定の増分で上昇するように、段階的な様式で増加される。このようにして、要素は、775 から800 へと温度が上昇する。要素の温度を次の増分へと上昇させると、要素の抵抗が、所定の時間期間にわたって監視される(作動4018)。図示しているように、作動4018を完了すると、抵抗が時間期間の間に水平になったかどうかを決定するために、決定4008を繰り返すことになり得る。抵抗が水平になったと決定された場合、作動4010および決定4012を繰り返すことができ、抵抗が水平にならなかったと決定された場合、作動4016および4018を繰り返すことができる。この方法では、要素が加熱され得る最大温度に基づいて、限定された数の所定の温度増分があり得る。例えば、最大温度は825 であり得る。そのような場合、温度は825 を越えて上昇されることは決してなく、ひとたび825 に調節されると、電流はすぐに断たれ、抵抗が水平になったかどうかにかかわらず、要素の開放性が確認され得る。

30

【0118】

前述のセンサの漸進的な加熱を適用する方法4000は、多くの利点を提供する。例えば、方法は、高温によるセンサ/ヒータ要素への過大な応力と、基板からの煤の非完全な燃焼との間の二律背反を解決できる。さらに、方法は、煤センサが、FTP(米国)、NEDC(欧州)、WHTC(トラック)などによって定められた標準的な駆動サイクルで、煤センサが感知および再生することができる要件を含む、駆動サイクル要件を支援できる。

40

【0119】

図40は、様々な実施形態による方法の作動を示している一方、任意の実施形態では、これらの作動のすべてが必ずしも必要ではないことは、理解されるものである。実際、本開示の他の実施形態では、図40で描写されている作動は、図面のうちのいずれにも具体的に示されていないが、本開示となおも完全に矛盾することのない手法で組み合わせられてもよ

50

いことが、十分に考えられる。したがって、1つの図面に厳密に示されていない特徴および/または作動を対象とした請求項が、本開示の範囲および内容の中で考えられる。

【0120】

先に説明したように、正確な温度測定は、煤センサの効果的な再生を達成する上で重要な役割を演じる可能性がある。以下は、煤センサの基板の電気特性に基づいて、再生過程の間、温度を正確に決定する方法を説明している。具体的には、再生の間の温度測定(つまり、再生が起こっている温度を決定すること)の正確性を高めるために、本開示と矛盾することのない煤センサの基板の電気特性が、ソリッドステート伝導原理に基づいて測定される。

【0121】

概して理解されているように、電流が流れるためには、電子が原子の伝導帯に必ず存在していなければならない。絶縁体は、概して、充填された価電子帯と空の伝導帯とを備え、価電子帯と伝導帯との間に大きな帯エネルギーギャップが存在する。室温において、非常に少数の電子が、伝導帯へとギャップを「飛び越える」だけのランダム熱エネルギーを得る。これは、その材料について小さい伝導または大きい抵抗をもたらす(つまり、絶縁体の定義)。

【0122】

材料の温度が上昇するにつれて、より多くの電子が、ギャップを渡って伝導帯に達するだけの熱エネルギーを得る。絶縁体にわたってほとんどまたはまったく外部場が印加されない場合、平衡がもたらされ得る(例えば、温度がより高ければ、伝導帯の電子の数がより多くなる)。この関係は、化学反応の温度依存性(および、伝導電子の数)を示す古典的な実験的關係において、Svante Arrheniusにより最初に主張された。

【0123】

電場が絶縁材料のサンプルにわたって突然印加される場合、新たな平衡に達するとき、電子の突入が流れ、その後徐々に低減することになる。この電流における減衰は指数関数的であり、それにより、所与の印加された電場におけるこの指数波形の大きさは、絶縁体の絶対温度に応じている。この影響のため、本開示と矛盾することのない煤センサの基板の初期の動抵抗は、特に高い基板温度において(例えば、600 超)、概して小さい。この種類の影響は、Temperature Dependent Dielectric Properties of Polycrystalline 96%Al₂O₃, NASA Glenn Research Center at Lewis Field, Cleveland, OH 44135に示されている。

【0124】

再生サイクルの間、基板の温度は、基板が加熱されていくにつれて、基板の伝導性を周期的にサンプリングすることによって概算できる。先に説明したように、基板は、電圧(例えば、40HzのPWM電圧)がセンサ/ヒータ要素に印加されるとき、加熱され得る。基板の温度が、PWM信号「オフ」時間の間に、ヒータ要素自体の抵抗を測定することで測定できる。ヒータ要素の抵抗は基板の温度に比例している。より高い温度では、ヒータ要素の抵抗はより大きくなる。

【0125】

再生サイクルが堆積した煤粒子を煤センサから完全に除去しなかった事象では(つまり、センサは汚染または有害とされたままである)、煤被覆の伝導が、基板の温度が実際よりも高いことを指し示すヒータ要素抵抗測定をもたらす可能性がある。基板における煤被覆に比較的依存しない初期の突入電流を利用することで、基板の伝導は、初期において、煤被覆の分路効果を無効にするだけの低さとなり得る。これは、600 を超える温度において、10メガオームより大きい汚染抵抗でそのようになると見いだされている。

【0126】

例えば再生に続いて、基板の汚染を検出するために、本開示と矛盾することのないシステムは、インピーダンス確認を利用できる。例えば、図41は、本開示と矛盾することのないアルミナ基板のモデルを示しており、ここで、 R_s は基板抵抗であり、 R_m は測定抵抗であり、 C_s はセンサ静電容量である。例えば、図示しているように、例えば42Vのパルスと

10

20

30

40

50

いったパルスが基板に印加され、一方、基板は、排気システムからのあらゆる有毒物による、または、電気回路におけるゲインまたはオフセットのあらゆる損失による、あらゆる漏れ抵抗またはあらゆる静電容量を測定するために加熱される。アルミナなどの特定のセラミックが、温度の上昇と共に、より小さい抵抗とより大きい誘電率とを生じさせることが示されている(文献参照:Temperature Dependent Dielectric Properties of Polycrystalline 96%Al₂O₃, NASA Glenn Research Center at Lewis Field, Cleveland, OH 44135)。本開示と矛盾することのないシステムは、ゲインまたはオフセットのあらゆる損失を感知するために、より高い温度において、DC抵抗変化と誘電変化(容量効果)との両方を利用できる。別の言い方をすれば、セラミックのインピーダンスが温度と共に変化し(抵抗の性質と容量の性質との両方)、電気回路は、より高い温度において、このインピーダンスを測定する。センサ表面を被覆し得る有毒物から生じるゲインまたはオフセットのあらゆる損失は、インピーダンス測定において現れることになる。清浄/初期のセンサと汚染/有毒のセンサとの両方に対して、 R_s および C_s についての測定の例が、図41に提供されている。図示しているように、汚染/有毒とされたセンサは、同じ基板温度における初期センサと比較して、より小さい基板抵抗を呈しているが、より大きいセンサ静電容量を呈している。

【0127】

図42Aおよび図42Bは、42Vステップが、おおよそ750 の温度で、煤センサ1300のアルミナ基板1302において、第1および/または第2の要素(例えば、第1および第2のセンサ/ヒータ要素1308、1318)にわたって印加されるときの、初期/清浄のセンサおよび汚染/有毒のセンサのそれぞれについて、図41で示された測定抵抗 R_m 前後における時間に対する電圧のプロットを含んでいる。図示しているように、減衰の形/時間の一定値と最終的な定常状態値との両方が、有毒部品に対する清浄部品について異なっている。本開示と矛盾することのないシステムは、センサの汚染を検出するために、この情報を使用できる。

【0128】

図43を参照すると、調節可能および/または変更可能な感知電圧を有する煤センサ4300の一実施形態が、大まかに示されている。本明細書で説明しているように、本開示の少なくとも一実施形態による煤センサは、より高い電圧(限定されることはないが、例えば40V)においてより敏感となる可能性がある。これは、少なくとも部分的に、より高い感知電圧において作り出されるより大きい電場と、結果生じる煤粒子の誘因とによるものである。試験では、煤粒子がより高い電圧の電極に誘引され、より低い電位(限定されることはないが、例えば接地)では電極へとゆっくり移動することが示されている。煤の移動は、通常、時間が掛かり、一部の 경우에는、何秒間と掛かる。本明細書においてより詳細に説明しているように、煤センサ4300は、調節可能および/または変更可能な感知電圧を、別々の時間と共に変化する第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318に印加するように構成されている。

【0129】

煤センサ4300は、第1の面4304(例えば、煤センサ400の第1の面404と同様の上面)と、第1の面4304の反対の第2の面(図示せず)(例えば、煤センサ400の第2の面406と同様の下面)とを定めている基板4302を備えている。第1のセンサ/ヒータ要素4308と第2のセンサ/ヒータ要素4318とが、第1の面4304に形成されている。本明細書において説明しているように、煤センサ4300は、第1のモード(以後において、「煤感知モード」と称される)で作動するように構成されてもよく、その場合、第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318は、煤センサ4300の少なくとも第1の面4304における煤堆積を感知するように構成されている。煤センサ4300は、さらに、第2のモード(以後において、「再生モード」と称される)で作動するようにさらに構成されてもよく、その場合、第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318は、第1の面4304における堆積した煤の少なくとも一部を加熱して除去(例えば、焼却)するように構成されており、それによってセンサ4300を洗浄/再生する。

【0130】

第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318は、基板4302にそれぞれ配置された導電

性材料の少なくとも1つの連続ループ4310、4320をそれぞれ備えている。図4の実施形態と同様に、ループ4310、4320は、第1のセットの凹凸4312および第2のセットの凹凸4322をそれぞれ備える蛇行の構成で配置され得る。図示しているように、第1のセンサ/ヒータ要素4308は、ループ4310を通じて電流を提供するための電気回路に結合するように構成されたループ4310の両方の端に、第1の電気接点4314および第2の電気接点4316を備えている。同様に、第2のセンサ/ヒータ要素4318は、ループ4320を通じて電流を提供するための電気回路に結合するように構成されたループ4320の両方の端に、第1の電気接点4324および第2の電気接点4326を備えている。

【0131】

第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318は、図4の実施形態に関して説明したように、互いから別々に独立して作動されるように構成され得る。また、煤センサ4300は、第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318の第2の電気接点4316、4326にそれぞれ結合された、接点4316、4326を選択的に結合および非結合するためのスイッチS1をさらに備え得る。例えば、スイッチS1が開いているとき、第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318は、互いと別々に作動してもよい。スイッチS1が閉じられるとき、第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318は互いと電気的に結合され、接点4314と4324との間の導電性材料の連続ループを確立できる。

【0132】

第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318は、アルミナ、金、白金、オスミウム、ロジウム、イリジウム、ルテニウム、アルミニウム、チタニウム、ジルコニウムなど導電性の材料または金属、ならびにこれらの金属のうちの少なくとも1つを含む酸化物、合金、および組み合わせを含んでもよい。一実施形態では、要素4308、4318は、その一部に沈着した膜白金トレースを有するアルミナを含み得る。

【0133】

基板4302は、非導電性および/または電気的に絶縁性の材料を含み得る。材料は、限定されることはないが、アルミナ、ジルコニア、イットリア、酸化ランタン、シリカ、および/もしくは、それらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む酸化物、または、電気的連通を抑制することができ、構造的な完全性および/もしくは物理的な保護を提供できる任意の同様の材料を含み得る。また、煤センサ4300は、厚膜構造および/または薄膜構造を備え得る。

【0134】

煤センサ4300は、調節可能および/または変更可能な感知電圧制御装置4380も備え得る。制御装置4380は、時間と共に変化する調節可能および/または変更可能な感知電圧を、第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318に印加させるように構成されたタイミング回路4381および/またはスイッチング回路4383を備え得る。例えば、制御装置4380は、第1の時間期間にわたって、第2のセンサ/ヒータ要素4318と比較してより高い電圧を第1のセンサ/ヒータ要素4308に印加させ、それから、第2の時間期間にわたって、第1のセンサ/ヒータ要素4308と比較してより高い電圧を第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318に印加させるように構成されている。より高い電圧とより低い電圧との間のスイッチング間隔は、煤粒子を第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318の両方に付着させることができるように特定の周波数で生じ、したがって、一方のセンサ/ヒータ要素から他方のセンサ/ヒータ要素への移動時間を短くするように選択でき、それによって、煤センサ4300に、より素早い応答時間と増加した感度とを持たせることができる。

【0135】

タイミング回路4381は、1つまたは複数の固定された(つまり、選択された)時間期間(限定されることはないが、例えば0.1Hz)で生じるスイッチング間隔を発生させるように構成されてもよい、ならびに/または、限定されることはないが、煤堆積レベル、高電圧、低電圧、温度、空気流量、所望の感度、所望の電力消費、および/もしくは、応答時間など、1つまたは複数の作動パラメータに基づいて動的に変化する(例えば、選択および/または調節される)スイッチング間隔を発生してもよい。スイッチング間隔が、離散的であっ

10

20

30

40

50

てもよいこと(例えば、第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318に印加される高電圧および低電圧が、スイッチング間隔の間、同じでないこと)、および/または、部分的に重なってもよいこと(例えば、第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318に印加される高電圧および/または低電圧の1つまたは複数が、スイッチング間隔の一部分の間、実質的に同じであること)は、理解されるべきである。

【0136】

先に説明したように、制御装置4380は、1つまたは複数の高電圧と低電圧とを第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318の各々に交互に供給するように構成されている。高電圧および/または低電圧についての電圧選択は、本明細書で説明しているように、意図される用途に応じてよい。例えば、高電圧は、少なくともある時間の期間の間、他方のセンサ/ヒータ要素に印加される低電圧より大きい任意の電圧を含み得る(限定されることはないが、例えば40Vおよび/または42V)。同様に、低電圧は、少なくともある時間の期間の間、他方のセンサ/ヒータ要素に印加される高電圧より小さい任意の電圧を含むことができ、限定されることはないが、接地または負の電圧を含み得る(限定されることはないが、-40Vまたは-42Vなど)。

10

【0137】

制御装置4380は、異なる、および/または、時間と共に変化する高電圧および/または低電圧を、第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318に印加させるように構成され得る。高電圧および/または低電圧の選択は、1つまたは複数の作動パラメータ(限定されることはないが、例えば、煤堆積レベル、温度、空気流量、所望の感度、所望の電力消費、スイッチング間隔、および/または応答時間)に基づき得る。制御装置4380は、第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318のうちの1つまたは複数に印加される高電圧を、時間と共に増加および/または低下させることもできる。例えば、制御装置4380は、高電圧を、時間の期間にわたって、漸進的および/または段階的に増加および/または低減させることができる。同様に、制御装置4380は、低電圧を、時間の期間にわたって、漸進的および/または段階的に増加および/または低減させることができる。

20

【0138】

代替で、制御装置4380は、実質的に固定された高電圧および低電圧を第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318に印加させるように構成されてもよい(例えば、同じ高電圧および同じ低電圧が、第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318の各々に交互に切り替えられる)。図44は、固定された高電圧と固定された低電圧とを、固定されたタイミング間隔で、第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318に交互に供給させるように構成されたタイミング回路4481およびスイッチング回路4483を有する制御装置4480の一実施形態を、概して示している。図示した実施形態では、制御装置4480は、42Vの高電圧を第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318の各々に印加させることと、2.5Vの低電圧を第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318の各々に印加させることとを交互に行わせるように構成されている。しかしながら、図44における高電圧および低電圧は、例示の値であること、および、高電圧および低電圧の値の選択は、本明細書で説明しているように、意図された用途に依存し得ることとは、理解されるべきである。

30

【0139】

タイミング回路4481は、スイッチング回路4483のスイッチS1、S2、S3、S4、S5、およびS6に、固定されたスイッチング間隔で、高電圧(例えば、42V)と低電圧(例えば、2.5V)とを煤センサ4300の第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318へと交互に供給させるスイッチング信号4403、4405を発生させるように供給されている。スイッチング信号4403、4405は、高い値と低い値との間で交互に行き来する矩形波信号および逆矩形波信号を含み得る。スイッチング間隔(例えば、スイッチング周波数またはタイミング間隔)は、(例えば、キャップバリュウ(cap value)および/または抵抗器値を加える、除去する、および/または変更することで)選択/調節され得るクロック信号CLKによって決定される。例示の目的だけのために、タイミング回路4481は、0.15~15Hzにおいて、2.5V~42Vの矩形波電圧出力を有するスイッチング間隔を発生するように構成されている。ここでも、本開示が

40

50

図44に示されている制御装置4380に限定されないことと、任意の制御装置が、選択的に、高電圧および低電圧を煤センサに交互に印加させるために使用され得ることとは、留意されるべきである。

【0140】

ここで図45～図47を見ると、本開示と矛盾することのない煤センサ先端組立体4500の一実施形態のいくつかの断面図が示されている。具体的には、図45は、図46の線B-Bに沿って切り取られた煤センサ先端組立体4500の断面図を示しており、図46は、図45の線A-Aに沿って切り取られた煤センサ先端組立体4500の断面図を示しており、図47は、図46の線C-Cに沿って切り取られた煤センサ先端組立体4500の断面図を示している。煤センサ先端組立体4500が本明細書に記載の任意の煤センサ組立体と組み合わせられ得ることは、理解されるべきである。

10

【0141】

概して、煤センサ先端組立体4500は、各々が第1の端領域4506、4507および第2の端領域4508、4509をそれぞれ有している外部先端筐体4502および内部先端筐体4504を備えている。煤センサ先端組立体4500の少なくとも一部は、煤流れ(例えば、排気システム)内に少なくとも部分的に配置される形および/または大きさとされている。外部先端筐体4502および/または内部先端筐体4504は、金属(限定されることはないが、鋼、ステンレス鋼など)および/または非金属(限定されることはないが、セラミック、複合材料など)の材料を含み得る。図示しているように、外部先端筐体4502および/または内部先端筐体4504の第2の端領域4508、4509は、任意で、本明細書で大まかに説明しているようなスラグ挿入体(明確にするために図示されていない)の一部を受け入れる形および/または大きさとされ得る。

20

【0142】

外部先端筐体4502は、外部先端筐体4502の側壁4512の少なくとも一部、および、内部先端筐体4504の少なくとも一部によって少なくとも一部定められる中間空洞4510を備えている。中間空洞4510は、図示しているように概して環状の構成を有し得るが、中間空洞4510はこの構成に限定されていない。外部先端筐体4502は、側壁4512の少なくとも一部に沿って配置された複数の開口、穴、スリットなど(以後において、集散的に流体流れ通路4514と称される)を備えている。流体流れ通路4514は、流体流れ(例えば、排気ガス)に捕らえられた煤を中間空洞4510へと入らせる大きさおよび形とされている。流体流れ通路4514は、1つまたは複数の流体流れ案内内部4516(図46で最もよく見ることができる)を任意で備え得る。流体流れ案内内部4516は、中間空洞4510へと入る流体を、中間空洞4510内で概して径方向に流すように構成され得る。追加的に(または、代替で)、流体流れ案内内部4516は、煤センサ先端組立体4500を越えて流れる流体の一部を、流体流れ通路4514を通り、中間空洞4510へと流すように方向付けるように構成され得る。図示した実施形態では、外部先端筐体4502の第2の端領域4508が、本明細書で大まかに説明しているように、煤センサ組立体の残りの部分のフランジ部(明確にするために図示されていない)と係合して嵌まり合うように構成されたフランジ部4518を定め得る。しかしながら、煤センサ先端組立体4500が、当業者に知られている任意の手法で、煤センサ組立体の残りの部分に結合され得ることは、理解されるべきである。

30

40

【0143】

内部先端筐体4504は、内部先端筐体4504の側壁4522によって少なくとも一部定められているセンサ空洞4520を備えている。センサ空洞4520は、図示しているように概して環状の構成を有し得るが、センサ空洞4520はこの構成に限定されていない。煤センサ先端組立体4500は、センサ空洞4520内に少なくとも部分的に配置されるように、および/または、センサ空洞4520によって少なくとも部分的に包囲されるように構成されている煤センサ4300を、さらに備えている。煤センサ4300は、任意で、本明細書で大まかに説明しているように、スラグ挿入体(明確にするために図示されていない)に結合され得る。明確化および説明の目的のために、図43の煤センサ4300が参照される。しかしながら、煤センサ先端組立体4500が、本開示と矛盾することのない煤センサの他の実施形態を備えてもよいことは、

50

留意されるべきである。

【0144】

内部先端筐体4504は、側壁4522の少なくとも一部に沿って配置された少なくとも1つの開口、穴、スリットなど(以後において、集合的にセンサ通路4524と称され、図47で最もよく見ることができる)を備えている。センサ通路4524は、中間空洞4510内の流体流れ(例えば、排気ガス)に捕らえられた煤をセンサ空洞4520へと入らせ、最終的に煤センサ4300へと入らせる大きさ、形、および/または配置とされている。一実施形態によれば、センサ通路4524は、流体流れがセンサ空洞4520に入ると煤センサ4300の活性表面に実質的に直接的にわたって流れるように、側壁4522内に配置されている。センサ通路4524は、1つまたは複数の流体流れ案内内部4526(図45で最もよく見ることができる)を任意で備え得る。流体流れ案内内部4526は、センサ空洞4520へと入る流体を、概してセンサ空洞4520内の煤センサ4300に向けて流すように構成され得る。追加的に(または、代替で)、流体流れ案内内部4526は、中間空洞4510内で流れる流体の一部を、センサ通路4524を通り、センサ空洞4520へと流すように方向付けるように構成され得る。図示した実施形態では、内部先端筐体4504の第2の端領域4509が、本明細書で大まかに説明しているように、煤センサ組立体の残りの部分のフランジ部(明確にするために図示されていない)と係合して嵌まり合うために結合されるように構成されたフランジ部4528を定め得る。しかしながら、煤センサ先端組立体4500が、当業者に知られている任意の手法で、煤センサ組立体の残りの部分に結合され得ることは、理解されるべきである。

10

【0145】

内部先端筐体4504は、1つまたは複数の排気出口4530も備えている。排気出口4530は、センサ空洞4520内の排気ガスを、センサ空洞4520から出て行かせ、そのため、煤センサ先端組立体4500から出て行かせるように構成されている。任意で、外部先端筐体4502および/または内部先端筐体4504は、中間空洞4510からセンサ空洞4520への排気ガス流れと、排気出口4530を出て行くことを容易にするために、ベンチュリ効果を作り出すように構成されてもよい。センサ空洞4520を出て行く前に、排気ガス流れ内の煤の少なくとも一部が煤センサ4300の活性表面と接触し、それによって、煤センサ4300に、排気ガス中の煤のおよその量を表す信号を生成させることができる。

20

【0146】

ここで図48および図49を見ると、本開示と矛盾することのない煤センサ先端組立体4800の別の実施形態のいくつかの断面図が示されている。具体的には、図48は、図49の線B-Bに沿って切り取られた煤センサ先端組立体4800の断面図を示しており、図49は、図48の線A-Aに沿って切り取られた煤センサ先端組立体4800の断面図を示している。図48および図49の煤センサ先端組立体4800は、図45～図47の煤センサ先端組立体4500と同様であり、簡潔にするために違いだけが説明される。図45～図47の煤センサ先端組立体4500が、外部先端筐体4502を通過して延びる複数の流体流れ通路4514を備えている一方で、図48および図49の煤センサ先端組立体4800は、外部先端筐体4802を通過して延びる単一の流体流れ通路4814だけを備えている。その結果、中間空洞4810に入る流体流れ(例えば、排気ガス)の実質的にすべてが、センサ通路4824を通過してセンサ空洞4820へと煤センサ4300にわたって流れ、排気出口4830を通過して出て行く必要がある。

30

40

【0147】

煤センサ先端組立体4500、4800内の煤センサの感度が、内部先端筐体および/または外部先端筐体の1つまたは複数(例えば、両方)の長さを伸ばし、それによってより多くの煤を煤センサに接触させることによって高められ得ることは、理解されるべきである。

【0148】

ここで図50～図53を見ると、煤センサ先端組立体5000についての計算流体力学(CFD)シミュレーション結果が大まかに示されている。煤センサ先端組立体5000は、図45～図49の実施形態と矛盾することはない。シミュレーション結果は、排気ガスの速度の度合い(m/s)を示しており、270における30m/sの入口速度と、0Paの出口圧力と、層流分析とを含む境界条件を用いて実施されている。図に示すように、排気ガスが、煤センサ先端組立体50

50

00を通過して概して径方向に流れ、外部先端筐体5002に入り、流体流れ通路5014を通過して中間空洞5010へと流れ、センサ通路5024を通過してセンサ空洞5020へと流れ、煤センサ4300にわたって流れ、排気出口5030を通過して流れる。

【0149】

本開示と矛盾することのない煤センサは、多くの利点を提供できる。図43の煤センサ4300の第1および第2のセンサ/ヒータ要素4308、4318の単層の設計は、例えば、多くの特有の有利な特徴を提供する。例えば、煤センサの再生の効果が、要素が煤堆積を感知する能力と、基板表面を再生(つまり、洗浄)するために加熱する能力との両方を有することができるという事実のため、改善される。それにより、要素は両方の役目で機能でき、基板の第2の反対の面(例えば、背面)など、別の面を加熱する必要がない。また、高流量条件における再生が向上される。基板の第2の面(例えば、背面)は、システムに価値と多用途性とをさらに与える、別のセンサ(例えば、高精度排気ガス温度センサなど)といった、追加の構成要素のために利用可能とすることができ、コストを低減できる。

10

【0150】

また、単層の設計は、一部の現在知られている抵抗のPMセンサと比較するとき、限定されることはないが、白金を含め、より少ない材料しか用いない。白金などの貴金属の価格は、比較的高く、限りのある供給であるため、上昇し続ける可能性がある。本開示と矛盾することのない煤センサ電気回路は、鍵を差すと、および、低温始動の間に、再生モードで作動することなく、すぐにセンサ診断の自己確認も提供する。電気回路は比較的単純で信頼性があり、診断確認は、低電流ループを用いて実施され得る。

20

【0151】

別の実施形態によれば、本開示は、煤センサの煤(例えば、灰)の汚染を低減および/または排除するための装置、システム、および方法の特徴とする。本明細書で説明しているように、エンジン排気システムは、少なくとも1つのディーゼル粒子フィルタ(DPF)を備え得る。DPFの主な目的の1つは、ディーゼル排気粒状物(例えば、煤および灰)をディーゼルエンジンの排気ガスから除去することである。煤センサが、DPFが適切に作動していることを立証するために、DPFの下流に設けられてもよい。

【0152】

DPFがディーゼル排気粒状粒子を捕捉するとき概して効果的である一方、DPFが機能不全になっていないとしても、煤および/または灰の粒子がDPFから逃れる可能性のある少なくとも3つの状況がある。例えば、煤および/または灰の粒子は、エンジンシステムの低温始動の間にDPFを逃れる可能性がある。エンジンおよび/または排気システムが(例えば、一晩過ぎて)冷却している低温始動の間、水の凝縮が排気システムで形成する可能性がある。水は、排気システムが冷えるにつれて排気システム内で凝縮する排気ガス中の蒸気および/または大気的水分から形成できる。ディーゼルエンジンの始動の際、排気中の煤および/または灰の粒子(例えば、超微粒灰粒子)が、排気中の水と混合し得る。したがって、水と煤および/または灰の粒子との混合物が、DPFを通過して逃れ、最終的に、DPFの下流の煤センサを汚染する可能性がある。

30

【0153】

低温始動の間、(例えば、より高い排気システム温度のおかげで)すべての水が排気システムからいつ出されるかをエンジン制御装置に決定させるために、露点信号がエンジン制御装置に提供されてもよい。既知の以前の設計では、エンジン制御装置は、水が高温の煤センサと接触することによる煤センサへの損傷(例えば、セラミックの破断)を防止するために、すべての水が排気システムから除去されるまで(例えば、少なくとも一部で露点信号に基づく)、煤センサが加熱および/または測定モードに入ることを許可しない。

40

【0154】

煤および/または灰の粒子がDPFを逃れ得る第2の状況は、DPF再生の間である。理解され得るように、捕捉された煤および/または灰はDPF内に堆積する。再生は、堆積したディーゼル排気粒状物を、例えば堆積したディーゼル排気粒状物を燃焼することで、DPFから除去する過程である。燃焼過程の間、煤および/または灰の一部は、DPFを逃れ、DPFの下流

50

の煤センサを汚染する可能性がある。

【 0 1 5 5 】

煤および/または灰の粒子がDPFを逃れ得る第3の状況は、頻繁な再始動の間および/または直後である。この状況は、自動始動/停止システムを持つディーゼルエンジンにおいて最も問題となる(例えば、車両が停止し、再び動くときに、自動的に停止および再始動する車両)。試験は、エンジンおよび/または排気システムが高温であり、排気システム内に凝縮がない場合であっても、煤および/または灰の粒子がなおDPFを通過して逃れ得ることを示している。

【 0 1 5 6 】

先に説明したように、本開示は、煤センサの煤および/または灰の汚染を低減および/または排除するための装置、システム、および方法の特徴とする。具体的に請求されていない場合には本開示の制限はないが、煤センサの煤および/または灰の汚染を低減および/または排除するための装置、システム、および方法は、煤粒子がDPFから逃れ得る前述の状況のうちの1つまたは複数の間に用いることができる。煤センサの煤および/または灰の汚染を低減および/または排除するための装置、システム、および方法は、煤を感知するための、および/または、煤センサを再生するための本明細書で説明した任意の実施形態との組み合わせで、または、任意の実施形態と併せて、用いることもできる。

【 0 1 5 7 】

図54を参照すると、本開示の一実施形態と矛盾することのない煤センサの煤および/または灰の汚染を低減および/または排除するためのエンジン排気システム5400が、大まかに示されている。エンジン排気システム5400は、少なくとも1つのDPF5402と、少なくとも1つの煤センサ5404と、少なくとも1つの煤センサ制御装置5406とを備え得る。理解され得るように、DPF5402は、ディーゼルエンジン(明確にするために図示されていない)の排気ガス5410から、ディーゼル排気粒状物5408(例えば、煤および/または灰であり、明確にするために拡大されている)を概して除去するように構成されている。しかしながら、一部の煤および/または灰の粒子5408は、例えば、限定されることはないが、前述の3つの状況といった、ある状況の間、DPF5402から逃れる可能性がある。

【 0 1 5 8 】

1つまたは複数の煤センサ5404は、例えば、DPF5402が適切に作動していることを立証するために、DPF5402の下流に設けられてもよい。任意で、1つまたは複数の煤センサ5404が、DPF5402内および/またはDPF5402の上流のいずれかに設けられ得る。煤センサ5404は、当業者に知られている任意の煤センサを備えてもよく、本明細書で説明されている任意の煤センサを備えてもよい。

【 0 1 5 9 】

煤センサ5404の作動は、煤センサ制御装置5406によって少なくとも一部制御され得る。本明細書で説明しているように、煤センサ制御装置5406は、いつ、どのように、どれくらいの電圧が煤センサ5404に印加されるのかを決定できる。煤センサ制御装置5406は、限定されることはないが、DPF5402が再生モードでいつ運転するか、エンジン始動および停止の頻度、排気システム5400内の露点、排気ガス5410および/またはディーゼルエンジンの温度、煤センサ5404の温度、排気ガス流量、ディーゼルエンジン回転数、ディーゼルエンジンの負荷など、1つまたは複数のパラメータに少なくとも一部基づいて、煤センサ5404の作動を決定できる。

【 0 1 6 0 】

ここで図55を見ると、本開示の少なくとも一実施形態と矛盾することのない煤センサ5404および煤センサ制御装置5406が、概してより詳細に示されている。煤センサ5404および煤センサ制御装置5406は、煤センサシステム5500を形成し得る。

【 0 1 6 1 】

本明細書で説明しているように、煤センサ5404は、当業者に知られている任意の煤センサを備えてもよく、本明細書で説明されている任意の煤センサを備えてもよい。図示した実施形態では、煤センサ5404は、第1の面5508(例えば、煤センサ400の第1の面404と同様

10

20

30

40

50

の上面)と、第1の面5508の反対の第2の面(図示せず)(例えば、煤センサ400の第2の面406と同様の下面)とを定めている基板5506を備えている。少なくとも第1のセンサ/ヒータ要素5510(および、任意で、第2または第3以上のセンサ/ヒータ要素5512)が、第1の面5508に形成されている。本明細書において説明しているように、煤センサ5404は、第1のモード(以後において、「煤感知モード」と称される)で作動するように構成されてもよく、その場合、第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512の少なくとも一方は、煤センサ5404の少なくとも第1の面5508における煤堆積を感知するように構成されている。煤センサ5404は、さらに、第2のモード(以後において、「再生モード」と称される)で作動するようにさらに構成されてもよく、その場合、第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512の少なくとも一方は、第1の面5508における堆積した煤の少なくとも一部を加熱して除去(例えば、焼却)するように構成されており、それによってセンサ5404を洗浄/再生する。煤センサ5404は、第3のモード(以後において、「汚染防止モード」と称される)で作動するようにさらに構成されてもよく、その場合、第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512の少なくとも一方は、煤センサ5404の煤(灰)堆積を低減および/または排除するように構成されている。

10

【0162】

第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512は、基板5506にそれぞれ配置された導電性材料の少なくとも1つの連続ループ5514、5516をそれぞれ備えている。図4の実施形態と同様に、ループ5514、5516は、第1のセットの凹凸5518および第2のセットの凹凸5520をそれぞれ備える蛇行の構成で配置され得る。図示しているように、第1のセンサ/ヒータ要素5510は、ループ5514を通じて電流を提供するための電気回路に結合するように構成されたループ5514の両方の端に、第1の電気接点5522および第2の電気接点5524を備えている。同様に、第2のセンサ/ヒータ要素5512は、ループ5516を通じて電流を提供するための電気回路に結合するように構成されたループ5516の両方の端に、第1の電気接点5526および第2の電気接点5528を備えている。

20

【0163】

第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512は、図4の実施形態に関して説明したように、互いから別々に独立して作動されるように構成され得る。また、煤センサ5404は、第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512の第2の電気接点5524、5528にそれぞれ結合された、接点5524、5528を選択的に結合および非結合するためのスイッチS1をさらに備え得る。例えば、スイッチS1が開いているとき、第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512は、互いと別々に作動してもよい。スイッチS1が閉じられるとき、第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512は互いと電気的に結合され、接点5522と5526との間の導電性材料の連続ループを確立できる。

30

【0164】

第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512は、アルミナ、金、白金、オスミウム、ロジウム、イリジウム、ルテニウム、アルミニウム、チタニウム、ジルコニウムなど導電性の材料または金属、ならびにこれらの金属のうちの少なくとも1つを含む酸化物、合金、および組み合わせを含んでもよい。一実施形態では、要素5510、5512は、その一部に沈着した膜白金トレースを有するアルミナを含み得る。

40

【0165】

基板5506は、非導電性および/または電気的に絶縁性の材料を含み得る。材料は、限定されることはないが、アルミナ、ジルコニア、イットリア、酸化ランタン、シリカ、および/もしくは、それらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む酸化物、または、電気的連通を抑制することができ、構造的な完全性および/もしくは物理的な保護を提供できる任意の同様の材料を含み得る。また、煤センサ5404は、厚膜構造および/または薄膜構造を備え得る。

【0166】

本明細書で説明しているように、煤センサシステム5500は、煤センサ制御装置5406も備え得る。煤センサ制御装置5406が様々なモジュールを有すると示されているが、モジュー

50

ルのうちの1つまたは複数は、エンジン制御システムのうちの1つまたは複数の構成要素にわたって分配されてもよい。煤センサ制御装置5406は、モード選択モジュール5530と、いつ、どのように、どれくらいの電圧が第1および/または第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512の少なくとも一方に印加されるのかを決定するように構成された電圧モジュール5532とを備えている。

【0167】

モード選択モジュール5530は、煤センサ5404が作動することになる3つの作動のいずれかを決定するように構成され得る。例えば、モード選択モジュール5530は、煤センサ5404における煤堆積を感知することが必要および/または有利であるときはいつでも、煤センサ5404が煤感知モードで作動することを決定するように構成され得る。非限定的な例を用い
10
れば、モード選択モジュール5530は、次の条件、つまり、始動後の所定の長さの時間、排気システム内の水分の量を表す露点信号、排気および/またはエンジンの温度を表す温度信号などのうちの1つまたは複数に少なくとも一部基づいて、煤センサ5404を煤感知モードで作動させることができる。モード選択モジュール5530が、煤センサ5404が煤感知モードで作動することを決定すると、電圧モジュール5532は、本明細書で説明した任意の実施形態による煤センサ5404における煤の堆積を感知するために、1つまたは複数の感知電圧 V_{sense1} 、 V_{sense2} を第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512の1つまたは複数に印加させるように構成され得る。

【0168】

モード選択モジュール5530は、センサ5404を洗浄/再生することが必要および/または有利であるときはいつでも、煤センサ5404が再生モードで作動することを決定するように構成されてもよい。非限定的な例を用い
20
れば、モード選択モジュール5530は、煤センサ5404において検出された煤の量が閾値もしくは閾範囲を超えると、および/または、最後の再生から所定の長さの時間が経過した後、煤センサ5404を再生モードで作動させることができる。モード選択モジュール5530が、煤センサ5404が再生モードで作動することを決定すると、電圧モジュール5532は、本明細書で説明した任意の実施形態による煤センサ5404に堆積した煤の少なくとも一部を加熱して除去(例えば、焼却)するために、1つまたは複数の加熱電圧 $V_{heater1}$ 、 $V_{heater2}$ を第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512の1つまたは複数に印加させるように構成され得る。

【0169】

モード選択モジュール5530は、煤センサ5404における煤および/または灰の汚染を低減および/または排除することが必要および/または有利であるときはいつでも、煤センサ5404が汚染防止モードで作動することを決定するように構成されてもよい。非限定的な例を用い
30
れば、モード選択モジュール5530は、次の条件、つまり、低温始動の期間の少なくとも一部の間、DPF再生の期間の少なくとも一部の間、および/または、頻繁な再始動の後のある時間の期間の間のうちのいずれか1つまたは複数において、煤センサ5404を汚染防止モードで作動させることができる。モード選択モジュール5530が煤センサ5404を汚染防止モードで作動させることになる時間の長さは、限定されることはないが、排気システム内の水分の量を表す露点信号が閾値に達するのにどれくらい掛かるか、排気および/または
40
エンジンの温度を表す温度信号が閾値に達するのにどれくらい掛かるか、1つまたは複数の所定の長さの時間、DPFが再生モードでいつまで作動するか、煤および/または灰がDPFからいつまで逃げるかなど、複数の要因のうちの1つまたは複数に依存できる。

【0170】

一実施形態によれば、低温始動、DPF再生、および/または頻繁な再始動のうちの1つまたは複数のため、煤センサ5404が汚染防止モードで作動することをモード選択モジュール5530が決定すると、電圧モジュール5532は、煤センサ5404から煤および/または灰を遠ざけ、煤センサ5404の煤および/または灰の汚染を低減および/または排除するために、1つまたは複数の静電反発電圧 V_{repel1} 、 V_{repel2} を第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512のうちの1つまたは複数に印加させるように構成され得る。

【0171】

10

20

30

40

50

本明細書で説明しているように、煤および/または灰の粒子は、排気システムを通過して進むときに電荷を持つ。第1および/または第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512に印加される静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ は、煤センサ5404から煤および/または灰を遠ざけ、煤および/または灰の粒子が煤センサ5404を汚染するのを概して低減および/または防止するための作動条件で、帯電された煤および/または灰の粒子で反発する静電気力を作り出すのに十分であるように選択されるべきである。静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ は、例えば、以下のパラメータ、つまり、煤および/または灰の粒子の電荷、煤および/または灰の粒子の速度、煤および/または灰の粒子の大きさ/重量、流れる煤および/または灰の量、排気圧力、センサ/ヒータ要素5510、5512の大きさ/構成などのうちの1つまたは複数に依存することになる。非限定的な例を用いれば、第1および/または第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512に印加される静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ は、例えば、12ボルトなどの5~15ボルトといった、2~20ボルトの範囲から選択され得る。電圧の電荷(つまり、正または負)は、反発する静電気力が発生されるように、煤および/または灰の粒子の帯電に応じて選択され得る。

【0172】

静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ は、センサ/ヒータ要素5510、5512のすべてには印加され得ない。例えば、2つ以上のセンサ/ヒータ要素5510、5512のあるセンサ5404では、静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ は、センサ/ヒータ要素5510、5512のうち的一方だけに印加され得る。任意で、静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ は、交互に、センサ/ヒータ要素5510、5512のうち複数に印加されてもよい。例えば、静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ は、第1の時間期間の間、第1のセンサ/ヒータ要素5510に印加され、次に、第2の時間期間の間、第2のセンサ/ヒータ要素5512に印加されてもよい(同様に続く)。2つ以上の時間期間が重なってもよい。代替(または追加)で、時間期間は重ならなくてもよい。

【0173】

複数のセンサ/ヒータ要素5510、5512に印加される静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ は、同じであってもよい。代替で、異なる静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ が、複数のセンサ/ヒータ要素5510、5512のうち2つ以上に印加されてもよい。例えば、同じ大きさの静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ を、煤センサ5404の中心に主に配置/位置付けられたセンサ/ヒータ要素5512と比較して、煤センサ5404の周囲の周りに主に配置/位置付けられたセンサ/ヒータ要素5510に印加することは、必要ではない可能性がある。

【0174】

任意で、静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ は、DPF、ディーゼルエンジンなどの1つまたは複数の作動パラメータに基づいて変わってもよい。例えば、DPFの効率が増加し、DPFを逃れる煤および/または灰の粒子がより少なくなるにつれて、静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ は低減されてもよい。静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ は、エンジン回転数および/またはエンジン負荷に基づいて変わってもよい。例えば、静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ は、エンジンがより高い回転数でより大きな負荷で運転している間(つまり、エンジンが比較的大量の煤および/灰の粒子を発生しており、煤および/灰の粒子が比較的高速で流れている条件)と比較して、エンジンが負荷のないアイドルしている間(つまり、エンジンが比較的小量の煤および/灰の粒子を発生しており、煤および/灰の粒子が比較的低速で流れている条件)において、低減されてもよい。そのため、静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ は時間と共に変わってもよい。

【0175】

別の実施形態によれば、低温始動、DPF再生、および/または頻繁な再始動のうちの1つまたは複数のため、煤センサ5404が汚染防止モードで作動することをモード選択モジュール5530が決定すると、電圧モジュール5532は、1つまたは複数のパルス加熱電圧 $V_{\text{heater}1}$ 、 $V_{\text{heater}2}$ を第1および/または第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512に印加させるように構成されてもよく、また、パルス加熱電圧 $V_{\text{heater}1}$ 、 $V_{\text{heater}2}$ の「オフ」期間の間に(つまり、パルス加熱電圧 $V_{\text{heater}1}$ 、 $V_{\text{heater}2}$ が印加される時点同士の間の期間の間に)、1つまたは複数のパルス静電反発電圧 $V_{\text{repel}1}$ 、 $V_{\text{repel}2}$ を第1および/または第2のセンサ/ヒータ

要素5510、5512に印加させるようにさらに構成されてもよい。例えば、電圧モジュール5532は、任意で、パルス加熱電圧 $V_{heater1}$ 、 $V_{heater2}$ を発生するように構成されたパルス幅変調(PWM)モジュール5534を備えてもよい。パルス加熱電圧 $V_{heater1}$ 、 $V_{heater2}$ およびパルス静電反発電圧 V_{repel1} 、 V_{repel2} のデューティサイクルは、パルス幅および/または電圧変化の1つまたは複数時間が時間と共に変わるように調節可能であり得る。

【0176】

本明細書で説明しているように、パルス加熱電圧 $V_{heater1}$ 、 $V_{heater2}$ は、本明細書で説明した任意の実施形態による煤センサ5404における堆積した煤および/または灰の粒子の少なくとも一部を加熱および/または除去(例えば、焼却)するように構成され得る。非限定的な例を用いれば、パルス加熱電圧 $V_{heater1}$ 、 $V_{heater2}$ は、第1および/または第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512を加熱する一方、帯電された粒状粒子(例えば、煤および/または灰)で反発する静電気力を作り出すように構成された極性(例えば、正または負)を有するように選択され得る。

10

【0177】

パルス静電反発電圧 V_{repel1} 、 V_{repel2} は、ディーゼル粒状物(例えば、煤および/または灰の粒子)を煤センサから遠ざけ、本明細書で説明した任意の実施形態の煤センサ5404の汚染を低減および/または排除するように構成され得る。非限定的な例を用いれば、パルス静電反発電圧 V_{repel1} 、 V_{repel2} は、例えば、12ボルトなどの5~15ボルトといった、2~20ボルトの範囲から選択され得る。電圧の電荷(つまり、正または負)は、反発する静電気力が発生されるように、煤および/または灰の粒子の帯電に応じて選択され得る。パルス静電反発電圧 V_{repel1} 、 V_{repel2} は、オフ期間全体の間、オフ期間のある一部の間、および/またはある所定の長さの時間にわたって、印加され得る。パルス静電反発電圧 V_{repel1} 、 V_{repel2} の1つまたは複数の大きさは、パルス加熱電圧 $V_{heater1}$ 、 $V_{heater2}$ の1つまたは複数の大きさより小さくてもよい。

20

【0178】

さらに別の実施形態によれば、低温始動、DPF再生、および/または頻繁な再始動のうちの1つまたは複数のため、煤センサ5404が汚染防止モードで作動することをモード選択モジュール5530が決定すると、電圧モジュール5532は、すべての電圧を切るように、および/または、電圧を第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512に印加させないように、構成され得る。例えば、電圧モジュール5532は、第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512の1つまたは複数を接地に連結するように、および/または、粒状粒子(例えば、煤および/または灰)が第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512に誘引されないように浮遊するように構成され得る。

30

【0179】

なおもさらなる実施形態によれば、低温始動、DPF再生、および/または頻繁な再始動のうちの1つまたは複数のため、煤センサ5404が汚染防止モードで作動することをモード選択モジュール5530が決定すると、電圧モジュール5532のPWMモジュール5534は、1つまたは複数のパルス加熱電圧 $V_{heater1}$ 、 $V_{heater2}$ を第1および/または第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512に印加させるように構成されてもよく、また、パルス加熱電圧 $V_{heater1}$ 、 $V_{heater2}$ の「オフ」期間の間に、すべての電圧を切るように、および/または、電圧を第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512に印加させないように、さらに構成されてもよい。例えば、電圧モジュール5532は、第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512の1つまたは複数を接地に連結するように、および/または、粒状粒子(例えば、煤および/または灰)が第1および第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512に誘引されないように浮遊するように構成され得る。先に説明したように、PWMモジュール5534は、時間と共にデューティサイクル(例えば、パルス幅および/または電圧)変化を変えるように構成され得る。

40

【0180】

本明細書に記載しているように、(例えば、より高い排気システム温度のおかげで)すべての水が排気システムからいつ出されるかをエンジン制御装置に決定させるために、低温始動の間、露点信号がエンジン制御装置に提供されてもよい。既知の以前の設計では、煤

50

センサは、すべての水が排気システムから除去されるまで、加熱および/または測定モードに入ることが許可されない。

【0181】

既知の以前の設計と対照的に、煤センサシステム5500の別の実施形態は、低温始動のため、煤センサ5404が汚染防止モードで作動することをモード選択モジュール5530が決定すると、1つまたは複数の加熱電圧 $V_{heater1}$ 、 $V_{heater2}$ を第1および/または第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512に印加させることで、煤センサ5404の汚染を低減および/または防止するように構成されている。そのため、電圧モジュール5532は、煤および/または灰が煤センサ5404に堆積するにつれて、煤および/または灰の少なくとも一部を加熱および/または除去(例えば、焼却)するために、加熱電圧 $V_{heater1}$ 、 $V_{heater2}$ を第1および/または第2のセンサ/ヒータ要素5510、5512に印加させるように構成され得る。加熱電圧 $V_{heater1}$ 、 $V_{heater2}$ は、低温始動期間全体の間、低温始動期間のある一部の間、および/またはある所定の長さの時間にわたって、印加され得る。任意で、加熱電圧 $V_{heater1}$ 、 $V_{heater2}$ の1つまたは複数は、本明細書で説明しているように、PWM形式で印加され得る。

10

【0182】

したがって、本開示は、煤センサの煤および/または灰の汚染を低減および/または排除するための装置、システム、および方法を特徴とする。煤センサの煤および/または灰の汚染を低減および/または排除するための装置、システム、および方法のいずれもが、本明細書で説明した、煤を感知するための、および/または、煤センサを再生するための装置、システム、および方法のいずれかとの組み合わせで、または、それらと併せて、用いることもできる。また、煤センサの煤および/または灰の汚染を低減および/または排除するための装置、システム、および方法のいずれもが、本明細書で説明した、または、当業者に知られている任意の煤センサと共に用いることもできる。例えば、図55に示したセンサの実施形態は第1および第2のセンサ/ヒータ要素を備えるが、センサは、1つだけのヒータ要素および/または1つだけのセンサ要素を備えてもよい。また、ヒータ要素およびセンサ要素のうち1つまたは複数が独立していてもよい(つまり、それらが、加熱するためのために、または、感知するためのために機能し得る)。

20

【0183】

本開示の一実施形態と矛盾することなく、煤センサと、煤センサの少なくとも一部を再生温度へと加熱するために、再生モードの間に再生パルス幅変調(PWM)信号を煤センサに印加させるように構成された制御装置とを備える煤センサシステムが提供される。制御装置は、再生モードの間、煤センサにおける煤の堆積を感知するために、再生PWM信号のオフ時間の間に、感知信号を煤センサに印加させるようにさらに構成されている。任意で、制御装置は、再生PWM信号のオフ時間の間、感知電流 I_{sense} を煤センサに印加させるように構成され、感知電流 I_{sense} が、煤センサに堆積した煤の量を決定するために使用される。

30

【0184】

本開示の他の実施形態と矛盾することなく、煤センサと、煤センサを初期再生温度へと加熱させるように構成された制御装置とを備える煤センサシステムが提供される。その後、制御装置は、1)前記煤センサの抵抗の傾斜が、所定の長さの時間にわたって、実質的に一定のままであったかどうかを決定するように構成される。抵抗の傾斜が実質的に一定のままではなかった場合、制御装置は、煤センサの温度に上昇を引き起こし、決定するステップ1を繰り返すようにさらに構成される。抵抗の傾斜が実質的に一定のままであった場合、制御装置は、煤センサの温度に低下を引き起こし、低下された温度における開放性について煤センサを測定するようにさらに構成される。開放性が、低下された温度において検出される場合、制御装置は、再生モードを停止するように構成され、開放性が、低下された温度において検出されない場合、制御装置は、煤センサの温度に上昇を引き起こし、決定するステップ1を繰り返すように構成される。

40

【0185】

制御装置は、任意で、煤センサの温度に25 の上昇を引き起こすように構成される。制

50

御装置は、煤センサの抵抗の傾斜が所定の長さの時間の少なくとも一部にわたって実質的に一定のままであったかどうかを決定するように構成されてもよい。所定の長さの時間は少なくとも20秒間であってよく、抵抗の傾斜は、所定の長さの時間の間の少なくとも10秒間にわたって比較的一定のままである場合に、実質的に一定のままであったと見なされてもよい。

【0186】

本開示のさらに別の実施形態と矛盾することなく、煤センサと、煤センサにおける煤の堆積を感知するために、感知モードの間、可変感知信号を煤センサに印加させるように構成された制御装置とを備える煤センサシステムが提供される。可変感知信号は、感知モードの開始に第1の電圧を有し、可変感知信号は、感知モードの開始の後の時間の期間に第2の電圧を有する。第1の電圧は第2の電圧より大きい。

10

【0187】

第1の電圧は5～60Vの範囲から選択されてもよい。制御装置は、測定される排気の温度に少なくとも一部基づいて第2の電圧を決定するようにさらに構成されてもよい。任意で、制御装置は、排気温度が上昇するにつれて第2の電圧を低下させるように構成されてもよく、および/または、排気温度が低下するにつれて第2の電圧を上昇させるように構成されてもよい。制御装置は、ディーゼル粒子フィルタの能動的再生の間または直後、煤センサシステムを感知モードに入らせるようにさらに構成されてもよい。

【0188】

本開示の一実施形態と矛盾することなく、第1の面、および、第1の面の反対の第2の面とを定める基板と、基板の第1の面に配置される導電性材料の少なくとも1つの連続ループを有する第1の要素と、第1の面の一部分をそこへの煤の堆積から遮蔽するために、第1の面の一部にわたって配置される不動態化層とを備える煤センサが提供される。第1の要素は、基板の少なくとも第1の面における煤の堆積を感知するために感知モードで作動するように、および、基板の少なくとも第1の面における堆積した煤を除去するために再生モードで作動するように構成される。

20

【0189】

不動態化層はガラスを含んでもよい。不動態化層は、第1の要素の一部分をそこへの煤の堆積から遮蔽するために、第1の要素の一部にわたってさらに配置されてもよい。任意で、不動態化層は、基板の第1の面の縁領域の少なくとも一部をそこへの煤の堆積から遮蔽するように構成される。不動態化層は、煤を煤センサの曝露された一部分だけに実質的に堆積させ、再生モードの間、煤センサの曝露された一部分の温度が煤を少なくとも部分的に焼却させるのに十分であるように、第1の面の一部にわたって、再生モードの間、煤センサの温度勾配に基づいたパターンで配置される。

30

【0190】

本開示のなおもさらなる実施形態と矛盾することなく、煤センサに沈着される煤の量を測定する方法が提供される。方法は、第1の面、および、第1の面の反対の第2の面を定める基板、ならびに、基板の第1の面に配置される導電性材料の少なくとも1つの連続ループを有する第1の要素であって、基板の少なくとも第1の面における煤の堆積を感知するために第1のモードで作動するように、および、基板の少なくとも第1の面における堆積した煤を除去するために第2のモードで作動するように構成される第1の要素を有する煤センサを設けるステップを含む。方法は、さらに、高電圧を第1の要素に印加し、第1の要素を通る感知電流を監視するステップであって、電流が、第1の要素に堆積した煤の量を表している、ステップと、高電圧を印加した後の所定の長さの時間にわたって低電圧を印加し、第1の要素を通る感知電流を監視するステップであって、電流が、第1の要素に堆積した煤の量を表している、ステップとを含む。

40

【0191】

本開示の追加の実施形態と矛盾することなく、煤センサおよび制御装置を備える煤センサシステムが提供される。煤センサは、第1の面、および、第1の面の反対の第2の面を定める基板と、基板の第1の面に配置される導電性材料の少なくとも1つの連続ループを有す

50

る第1の要素とを備える。制御装置は、煤センサの少なくとも一部を再生温度へと加熱するために、再生モードの間に再生パルス幅変調(PWM)信号を煤センサの第1の要素に印加させるように構成される。制御装置は、再生モードの間、再生PWM信号のオフ時間の間に、煤センサの基板の温度を決定するようにさらに構成される。任意で、制御装置は、再生PWMのオフ時間の間の煤センサの第1の要素の抵抗に基づいて、再生PWM信号のオフ時間の間の煤センサの基板の温度を決定するように構成される。

【0192】

本開示の別の実施形態と矛盾することなく、煤センサおよび制御装置を備える煤センサシステムが提供される。煤センサは、第1の面、および、第1の面の反対の第2の面を定める基板と、基板の第1の面に配置される導電性材料の少なくとも1つの連続ループを各々有する第1および第2の要素とを備える。第1および第2の要素は、基板の少なくとも第1の面における煤の堆積を感知するために感知モードで作動するように各々構成される。感知モードの第1の時間期間の間、制御装置は、第2の要素に印加される第2の電圧より大きい、第1の要素に印加される第1の電圧を生じさせるように構成される。感知モードの第2の時間期間の間、制御装置は、第1の要素に印加される第4の電圧より大きい、第2の要素に印加される第3の電圧を生じさせるようにさらに構成される。

10

【0193】

第1の時間期間が終わるとき、前記第2の時間期間が開始してもよい。代替で、第1の時間期間と第2の時間期間とが部分的に重なる。任意で、第1の電圧は第3の電圧と実質的に同じであってもよい。第1の電圧および第3の電圧は、例えば40~42Vの範囲からといった、5~60Vの範囲から選択されてもよい。第2の電圧は第4の電圧と実質的に同じであってもよい。任意で、第2の電圧および第4の電圧は、第1の電圧および第3の電圧の負電圧とそれぞれ実質的に等しい。第2の電圧および第4の電圧は、例えば-40~-42Vの範囲からといった、-60~-2.5Vの範囲から選択されてもよい。第1の電位および第3の電位は、各々5Vより大きくてもよく、第2の電位および第4の電位は、各々接地であってもよい。

20

【0194】

本開示のさらに別の実施形態と矛盾することなく、筐体と、センサ先端と、煤センサと、複数のリードワイヤと、固定材料とを備える煤センサ組立体が提供される。筐体は、第1の端領域、第1の端領域の概して反対の第2の端領域、および、筐体の内部に配置される少なくとも1つの通路を備える。センサ先端は、筐体の第1の端領域から延び、センサ空洞を少なくとも部分的に定める。煤センサは、センサ空洞内に少なくとも部分的に配置される。複数のリードワイヤは、少なくとも1つの通路内に少なくとも部分的に配置され、煤センサから第2の端領域に向かって延びる。固定材料は、少なくとも1つの通路の一部内で複数のリードワイヤの一部にわたって配置される。固定材料は、複数のリードワイヤを筐体に封止する。

30

【0195】

任意で、固定材料は、複数のリードワイヤを筐体に封止するために、固体材料へと硬化する液体材料を含む。固定材料は、硬化したときに電氣的に絶縁する材料を含んでもよい。固定材料は、ガラス材料および/または熱硬化性プラスチックを含んでもよい。

【0196】

本開示の一実施形態と矛盾することなく、煤センサが提供される。煤センサは、第1の面、および、第1の面の反対の第2の面を定める基板を備える。煤センサは、さらに、基板の第1の面に配置される導電性材料の少なくとも1つの連続ループを有する第1の要素をさらに備える。少なくとも1つの要素は、基板の少なくとも第1の面における煤の堆積を感知するために第1のモードで作動するように、および、基板の少なくとも第1の面における堆積した煤を除去するために第2のモードで作動するように構成される。

40

【0197】

本開示の別の実施形態と矛盾することなく、煤センサシステムが提供される。煤センサシステムは煤センサを備える。煤センサは、第1の面、および、第1の面の反対の第2の面を定める基板を備える。煤センサは、さらに、基板の第1の面に配置される導電性材料の

50

少なくとも1つの連続ループを有する第1の要素をさらに備える。少なくとも1つの要素は、基板の少なくとも第1の面における煤の堆積を感知するために第1のモードで作動するように、および、基板の少なくとも第1の面における堆積した煤を除去するために第2のモードで作動するように構成される。

【0198】

煤センサシステムは、第1の要素に電氣的に結合される電気回路をさらに備える。電気回路は、電流を第1の要素に提供するように、基板の第1の面および第1の要素に堆積した煤の量を決定するように、ならびに、基板の第1の面および第1の要素に堆積した煤に反応して第1の要素の加熱を制御するように、構成される。

【0199】

本開示のさらに別の実施形態と矛盾することなく、煤センサに沈着される煤の量を測定する方法が提供される。方法は、煤センサを設けるステップを含む。煤センサは、第1の面、および、第1の面の反対の第2の面を定める基板を備える。煤センサは、基板の第1の面に配置される導電性材料の少なくとも1つの連続ループを有する第1の要素をさらに備える。少なくとも1つの要素は、基板の少なくとも第1の面における煤の堆積を感知するために第1のモードで作動するように、および、基板の少なくとも第1の面における堆積した煤を除去するために第2のモードで作動するように構成される。

【0200】

方法は、第1の要素を通る感知電流を監視するステップであって、電流が、第1の要素に堆積した煤の量を表している、ステップをさらに含む。方法は、感知電流が所定の閾値に達したとき、監視するステップに反応して第1の要素を通るヒータ電流を提供することで、第1の要素に堆積した煤の少なくとも一部を除去するステップをさらに含む。

【0201】

本開示のなおもさらなる実施形態では、内部先端筐体と、外部先端筐体と、煤センサとを備える煤センサ上部組立体が提供される。内部先端筐体は、自身の側壁の少なくとも一部によって少なくとも一部定められるセンサ空洞を備える。外部先端筐体は、自身の側壁の少なくとも一部、および、内部先端筐体の少なくとも一部によって少なくとも一部定められる中間空洞を備える。煤センサは、センサ空洞内に少なくとも部分的に配置される。外部先端筐体は、煤を中間空洞へと入らせることができるように構成される、外部先端筐体を通じて延びる第1の流体流れ通路をさらに備え、内部先端筐体は、煤をセンサ空洞へと入らせて煤センサに堆積させることができるように構成される、内部先端筐体を通じて延びる第2の流体流れ通路をさらに備える。

【0202】

煤センサ上部組立体は、煤をセンサ空洞から出て行かせることができるように構成される少なくとも1つの排気出口を任意で備える。外部先端筐体は、煤を中間空洞へと入らせることができるように構成される複数の流体流れ通路を備え得る。代替で、外部先端筐体は、煤を中間空洞へと入らせることができるように構成される第1の流体流れ通路だけを備える。第2の流体流れ通路は、煤を煤センサの活性表面に向けて方向付けるように構成されてもよい。

【0203】

本開示の別の態様は、煤センサと、灰をセンサから少なくとも部分的に遠ざけるために、汚染防止モードの間、静電反発電圧を煤センサに印加させるように構成される制御装置とを備える煤センサシステムを特徴とし得る。

【0204】

本開示のさらに別の態様は、煤センサと、汚染防止モードの間、パルス加熱電圧を煤センサに印加させるように構成され、パルス加熱電圧のオフ期間の間にパルス静電反発電圧を煤センサに印加させるようにさらに構成される制御装置であって、パルス静電反発電圧が、灰と煤をセンサから少なくとも部分的に遠ざけるように構成される、制御装置とを備える煤センサシステムを特徴とし得る。

【0205】

10

20

30

40

50

本開示のさらなる態様は、煤センサと、煤センサへの灰の誘因を低減するために、汚染防止モードの間、電圧を煤センサに印加させないように構成される制御装置とを備える煤センサシステムを特徴とし得る。

【0206】

本開示の追加の態様は、煤センサと、汚染防止モードの間、パルス加熱電圧を煤センサに印加させるように構成され、パルス加熱電圧のオフ期間の間に、電圧を煤センサに印加させないようにさらに構成される制御装置とを備える煤センサシステムを特徴とし得る。

【0207】

本開示のさらに別の態様は、煤センサと、センサから煤を少なくとも部分的に焼却するために、汚染防止モードの間、加熱電圧を煤センサに印加させるように構成される制御装置とを備える煤センサシステムを特徴とし得る。

【0208】

本発明のいくつかの実施形態が本明細書において説明および図示されてきたが、当業者は、本明細書に記載された機能を実施するための、ならびに/または、本明細書に記載された結果および/もしくは利点のうちの1つまたは複数を得るための様々な他の手段および/または構造を容易に思い描け、このような変形および/または改良の各々は、本発明の範囲内にあると考えられる。より一般的には、当業者は、本明細書に記載されたすべてのパラメータ、寸法、材料、および構成が、例示であるように意味されていることと、実際のパラメータ、寸法、材料、および/または構成が、本発明の教示が用いられる特定の用途に依存することになることを、容易に理解するものである。当業者は、単なる定められた通りの実験を用いて、本明細書に記載した本発明の具体的な実施形態の多くの均等物を認識する、または、確認することができる。そのため、前述の実施形態は、単に例として表されていることと、添付の請求項およびそれらの均等物の範囲内で、本発明が具体的に記載および請求されていること以外で実施され得ることとは、理解されるものである。本発明は、本明細書に記載されている各々個別の特徴、システム、品物、材料、キット、および/または方法を対象としている。また、2つ以上のこのような特徴、システム、品物、材料、キット、および/または方法の任意の組み合わせは、このような特徴、システム、品物、材料、キット、および/または方法が相互に矛盾しない場合、本発明の範囲内に含まれる。

【0209】

本明細書で定められて用いられているようなすべての定義は、辞書による定義、参照により組み込まれた文献における定義、および/または、定義された用語の通常の意味にわたって制御するように理解されるべきである。

【0210】

本明細書および請求項においてここで用いられるような不定冠詞「1つ(「a」および「an」)」は、明確に反対に指示されていない場合、「少なくとも1つ」を意味すると理解されるべきである。

【0211】

本明細書および請求項においてここで用いられるような言い回し「および/または(and/or)」は、そのように結合される要素、つまり、ある場合に接続的に存在し、他の場合では選言的に存在する要素の「いずれか、または、両方」を意味するように理解されるべきである。他の要素は、明確に反対に指示されていない場合、具体的に特定される要素に関連しているかどうかにかかわらず、「および/または」の文節によって具体的に特定される要素以外で任意に存在してもよい。

【0212】

本明細書の任意の実施形態で用いられるように、用語「モジュール」は、前述の作動にいずれかを実施するように構成されたソフトウェア、ファームウェア、および/または電気回路を指すことができる。ソフトウェアは、非一時的なコンピュータ読取可能な保存媒体に記録されたソフトウェアパッケージ、コード、命令、命令セット、および/またはデータとして具現化できる。ファームウェアは、メモリデバイスにハードコードされた(例

10

20

30

40

50

えば、不揮発性の)コード、命令もしくは命令セット、および/またはデータとして具現化できる。本明細書の任意の実施形態で用いられるような「電気回路」は、例えば、個々に、または、任意の組み合わせで、配線された電気回路、1つまたは複数の個別の命令処理コアを備えるコンピュータプロセッサなどのプログラム可能電気回路、状態機械回路、および/または、プログラム可能電気回路によって実行される命令を保存するファームウェアを備え得る。モジュールは、集合的または個別的に、例えば、集積回路(IC: Integrated Circuit)、システムオンチップ(SoC: System On-Chip)、エンジンコントロールユニット(ECU)、電子エンジン制御装置(EEC: Electronic Engine Controller)など、より大きいシステムの一部を形成する電気回路として具現化できる。

【符号の説明】

10

【0213】

400	煤センサ	
402	基板	
404	第1の面	
406	第2の面	
408	センサ要素、煤センサ	
410	連続ループ	
411	巻回	
412	第1のセットの複数の凹凸	
413	側部	20
414	第1の電気接点	
415	巻回	
416	第2の電気接点	
417	側部	
418	ヒータ要素	
420	連続ループ	
422	第2のセットの複数の凹凸	
424	第1の電気接点	
426	第2の電気接点	
428	煤粒子	30
532	保護層	
534	導通路	
636	縁	
700	煤センサ	
702	基板	
704	第1の面	
708	センサ要素	
710	連続ループ	
712	第1のセットの凹凸	
714	第1の電気接点	40
716	第2の電気接点	
718	ヒータ要素	
720	連続ループ	
722	第2のセットの凹凸	
724	第1の電気接点	
726	第2の電気接点	
810	連続ループ	
812	第1のセットの複数の凹凸	
820	連続ループ	
822	第2のセットの複数の凹凸	50

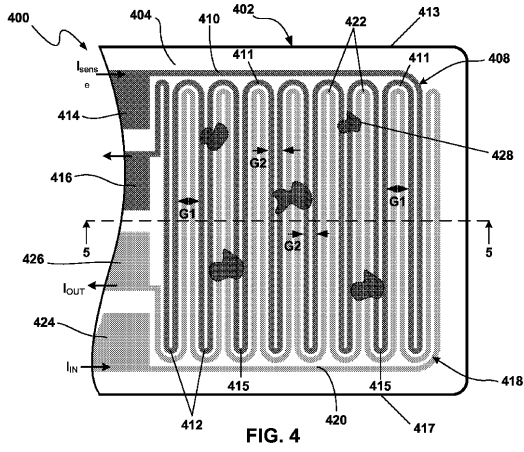
828	第1のサブセットの凹凸	
830	第2のサブセットの凹凸	
832	隙間	
834	第1のサブセットの複数の凹凸	
836	第2のサブセットの複数の凹凸	
838	隙間	
840	隙間	
842	隙間	
900	先端	
902	本体	10
904	外面	
908	近位端	
910	遠位端	
912	導通路	
1004	内面	
1014	煤センサ	
1016	経路	
1018	第1の面	
1100	煤センサシステム	
1102	電気回路	20
1104	測定回路	
1106	制御装置	
1244	パッド部	
1246	不動態化層	
1300	煤センサ、センサ要素	
1302	基板	
1304	第1の面、上面	
1308	第1のセンサ/ヒータ要素	
1310	連続ループ	
1312	第1のセットの凹凸	30
1314	第1の電気接点	
1316	第2の電気接点	
1318	第2のセンサ/ヒータ要素	
1320	連続ループ	
1322	第2のセットの凹凸	
1324	第1の電気接点	
1326	第2の電気接点	
1328	第1のサブセットの凹凸	
1330	第2のサブセットの凹凸	
1332	隙間	40
1333	煤粒子	
1344	パッド部	
1800	煤センサ組立体	
1802	筐体	
1804	第1の端	
1806	第2の端	
1808	環体	
1810	スラグ挿入体	
1812	センサ先端	
1814	本体	50

1816	近位端	
1818	遠位端	
1819A	外面	
1819B	内面	
1820	フランジ部	
1822	フランジ部	
1924	本体	
1926	周囲部	
1928	内面	
1930	本体	10
1932	近位端	
1934	遠位端	
1938	第1の面	
1940	第2の面	
1942	開口	
1944	リードワイヤ	
1946	相互接続ワイヤ	
1948	導通路	
1950	経路	
2000	煤センサ組立体	20
2002	絶縁部材	
2004	内側筐体部材	
2006	第1の端	
2008	第2の端	
2010	通路	
2012	フランジ部	
2014	第1のスペーサ部材	
2016	第2のスペーサ部材	
2018	端子	
2020	歪み逃がしナゲット	30
2022	放射溝	
2024	グロメット	
2026	外側筐体部材	
2028	第1の端	
2030	第2の端	
2032	通路	
2034	フランジ部	
2136	ワイヤハーネス組立体	
2138	圧着部	
2244	固定材料	40
2304	内側筐体部材	
2306	第1の端	
2308	第2の端	
2310	通路	
2312	フランジ部材	
2314	拡張部	
2316	凹部	
2318	内面、内側面	
2404	内側筐体部材	
2406	第1の端	50

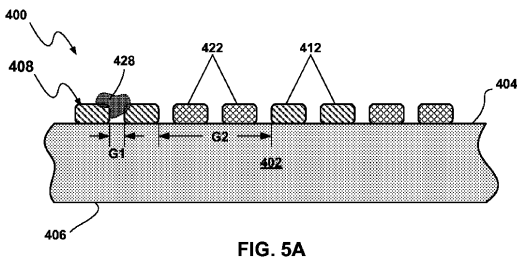
2408	第2の端	
2410	通路	
2412	フランジ部材	
2414	凹部	
2416	隆条部	
2418	内面、内側面	
2500	電気回路	
2600	AC結合信号処理システム	
2602	増幅器	
2604	直流分再生回路	10
2606	ピーク検出器	
2608	バッファ	
2610	ローパスフィルタ	
3800	不動態化層	
3802	一部	
3900	煤センサシステム	
3902	電気回路	
3904	制御装置	
3906	電池	
3908	測定モジュール	20
3910	PWMモジュール、PWM切替モジュール	
4300	煤センサ	
4302	基板	
4304	第1の面	
4308	第1のセンサ/ヒータ要素	
4310	連続ループ	
4312	第1のセットの凹凸	
4314	第1の電気接点	
4316	第2の電気接点	
4318	第2のセンサ/ヒータ要素	30
4320	連続ループ	
4322	第2のセットの凹凸	
4324	第1の電気接点	
4326	第2の電気接点	
4380	感知電圧制御装置	
4381	タイミング回路	
4383	スイッチング回路	
4403	スイッチング信号	
4405	スイッチング信号	
4481	タイミング回路	40
4483	スイッチング回路	
4500	煤センサ先端組立体	
4502	外部先端筐体	
4504	内部先端筐体	
4506	第1の端領域	
4507	第1の端領域	
4508	第2の端領域	
4509	第2の端領域	
4510	中間空洞	
4512	側壁	50

4514	流体流れ通路	
4516	流体流れ案内内部	
4518	フランジ部	
4520	センサ空洞	
4522	側壁	
4524	センサ通路	
4526	流体流れ案内内部	
4528	フランジ部	
4530	排出口	
4800	煤センサ先端組立体	10
4802	外部先端筐体	
4810	中間空洞	
4814	流体流れ通路	
4820	センサ空洞	
4824	センサ通路	
4830	排気出口	
5000	煤センサ先端組立体	
5002	外部先端筐体	
5010	中間空洞	
5014	流体流れ通路	20
5020	センサ空洞	
5024	センサ通路	
5030	排気出口	
5400	エンジン排気システム	
5402	DPF	
5404	煤センサ	
5406	煤センサ制御装置	
5408	ディーゼル排気粒状物	
5410	排気ガス	
5500	煤センサシステム	30
5506	基板	
5508	第1の面	
5510	第1のセンサ/ヒータ要素	
5512	第2のセンサ/ヒータ要素	
5514	連続ループ	
5516	連続ループ	
5518	第1のセットの凹凸	
5520	第2のセットの凹凸	
5522	第1の電気接点	
5524	第2の電気接点	40
5530	モード選択モジュール	
5532	電圧モジュール	
5534	パルス幅変調(PWM)モジュール	
G1	隙間	
G2	隙間	
I_{heater}	入力電流、ヒータ電流	
$I_{heater1}$	入力電流、ヒータ電流	
$I_{heater2}$	入力電流、ヒータ電流	
I_{sense}	入力電流	
S1	スイッチ	50

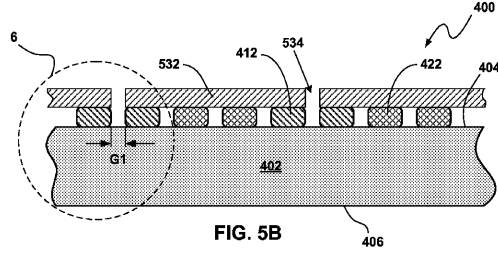
【 図 4 】



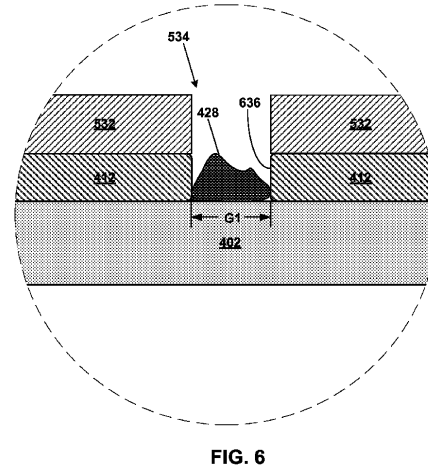
【 図 5 A 】



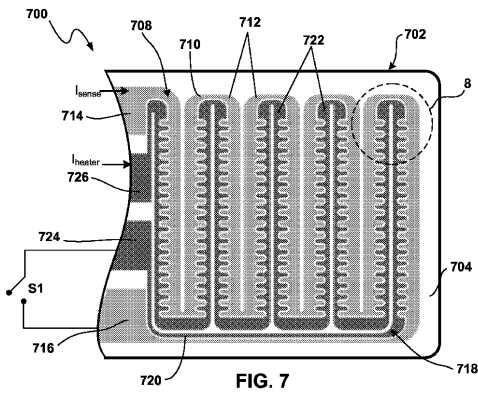
【 図 5 B 】



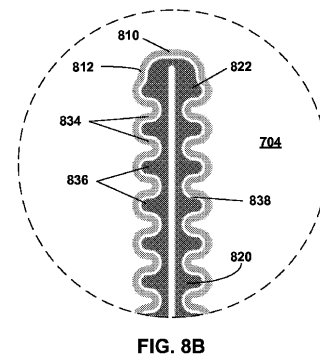
【 図 6 】



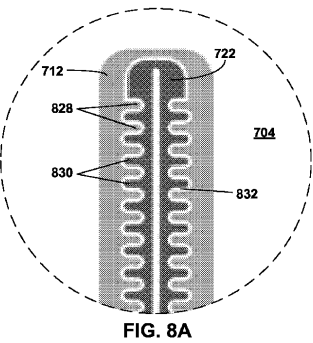
【 図 7 】



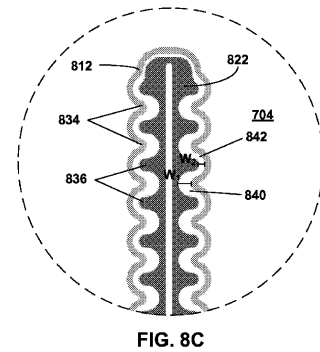
【 図 8 B 】



【 図 8 A 】



【 図 8 C 】



【図9】

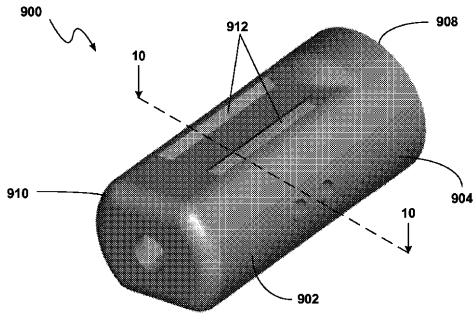


FIG. 9

【図11】

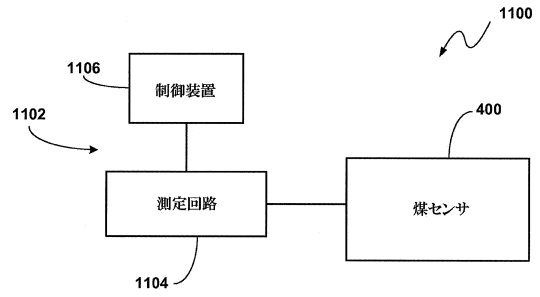


FIG. 11

【図10】

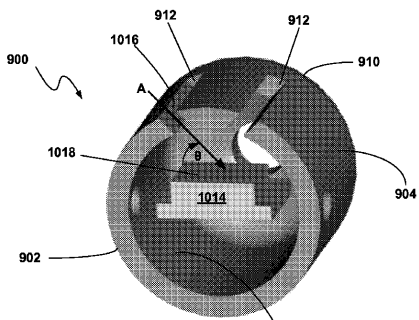


FIG. 10

【図12】

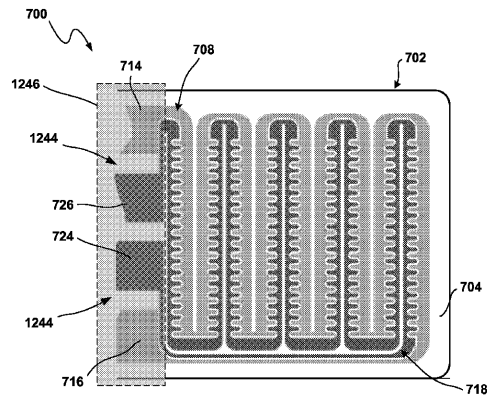


FIG. 12

【図13】

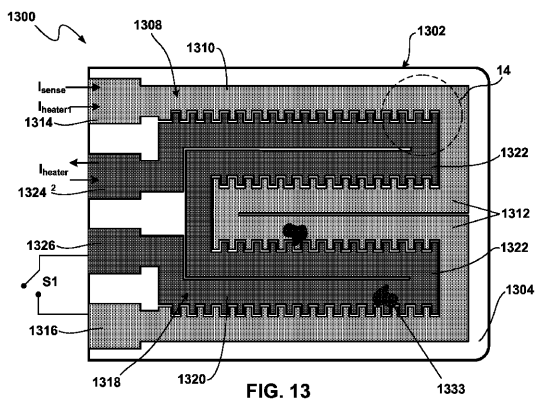


FIG. 13

【図15】

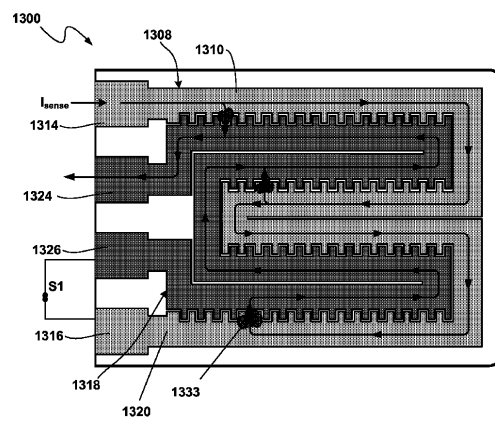


FIG. 15

【図14】

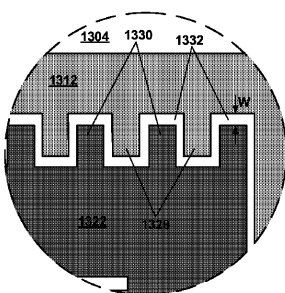


FIG. 14

【 16 】

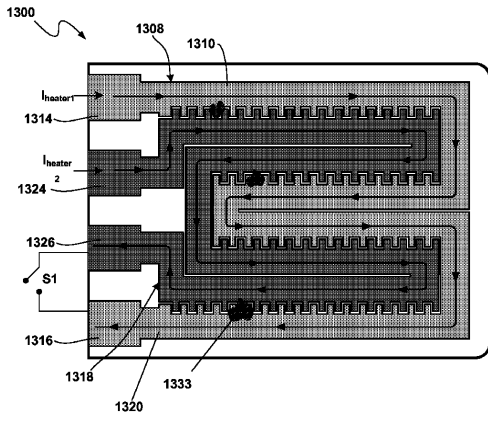


FIG. 16

【 17 A 】

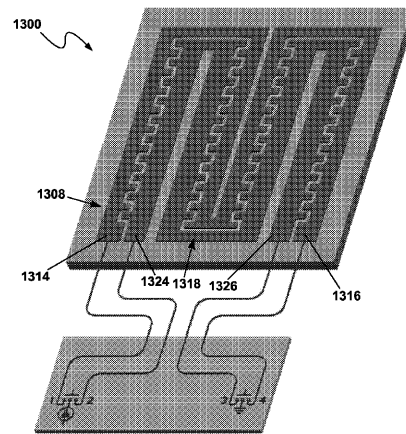


FIG. 17A

【 17 B 】

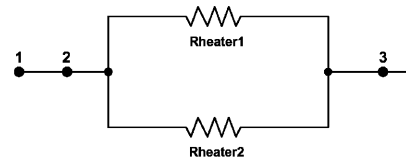


FIG. 17B

【 17 C 】

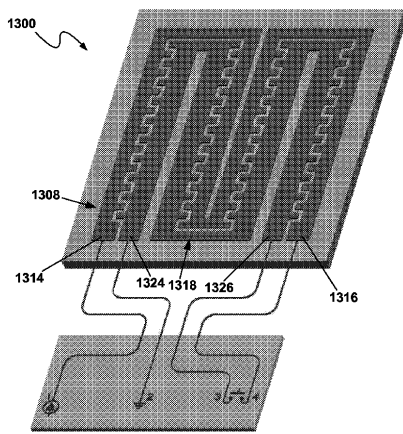


FIG. 17C

【 17 D 】

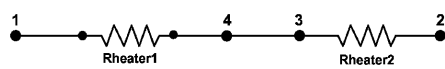


FIG. 17D

【 18 】

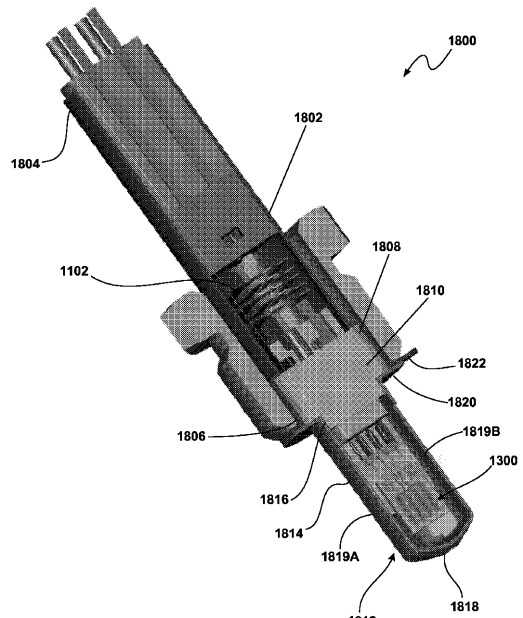


FIG. 18

【 19 A 】

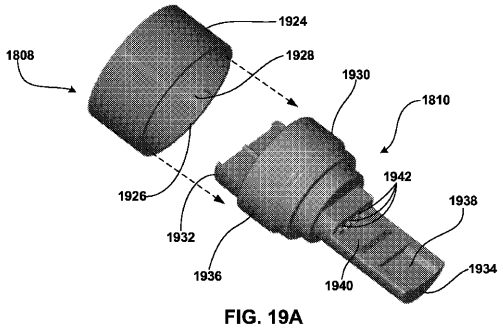


FIG. 19A

【 19 B 】

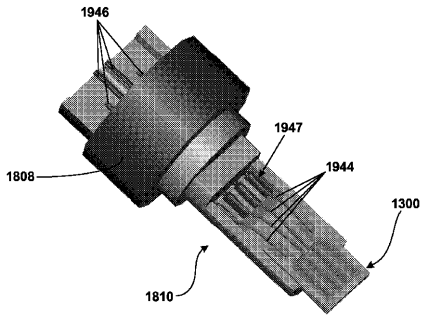


FIG. 19B

【 19 C 】

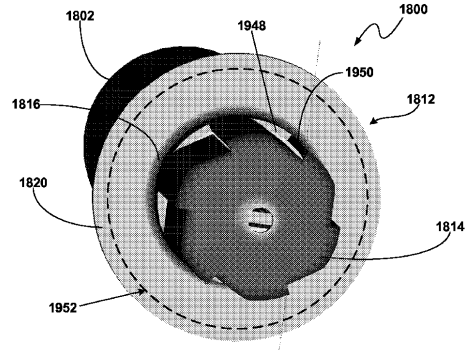


FIG. 19C

【 20 】

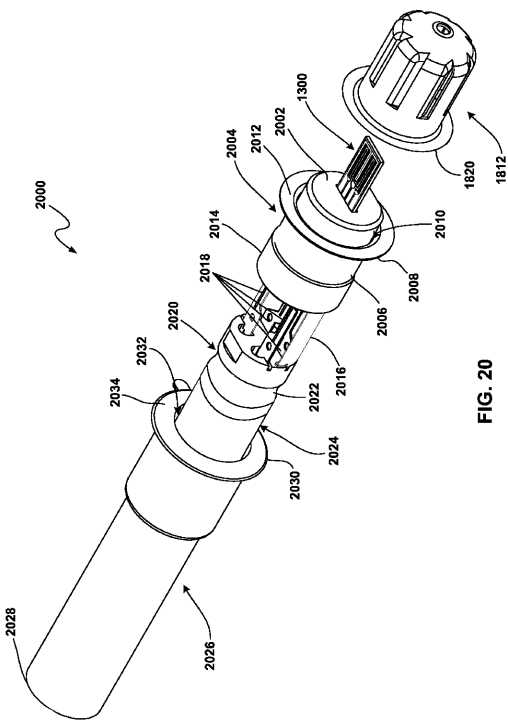


FIG. 20

【 21 】

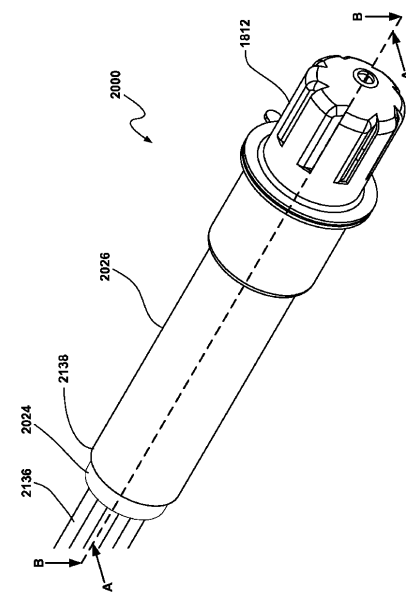


FIG. 21

【 2 2 A 】

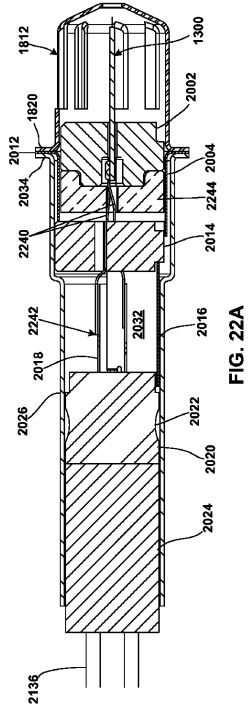


FIG. 22A

【 2 2 B 】

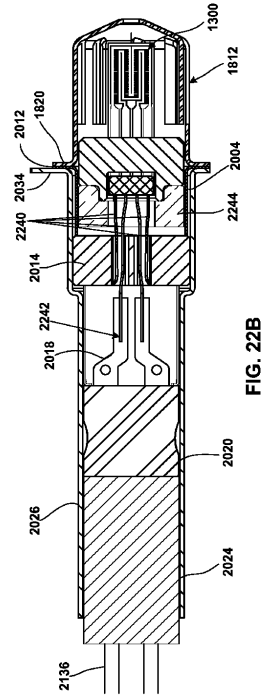


FIG. 22B

【 2 3 A 】

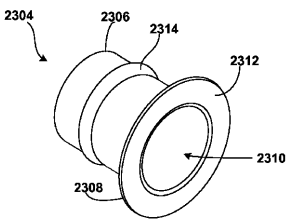


FIG. 23A

【 2 3 B 】

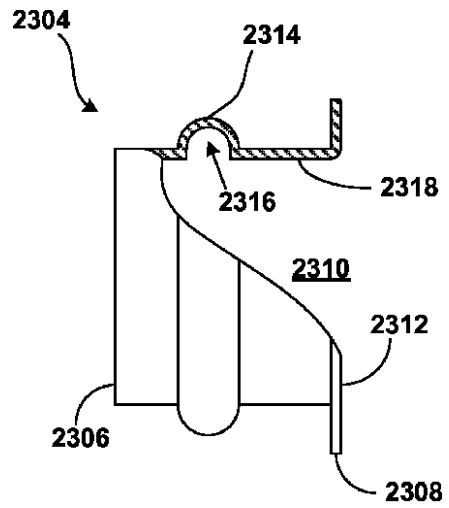


FIG. 23B

【 図 2 4 A 】

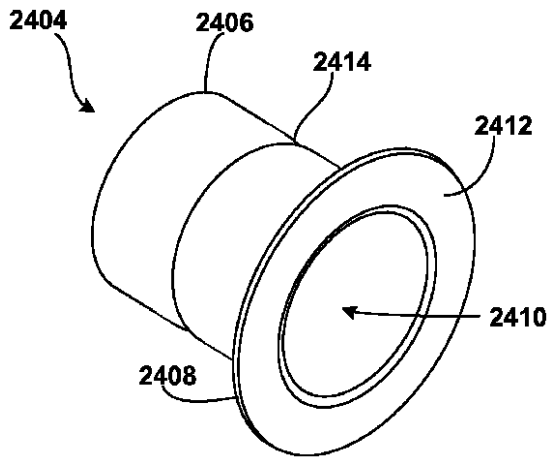


FIG. 24A

【 図 2 4 B 】

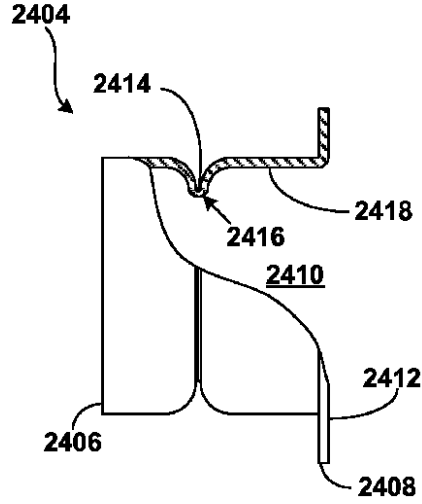


FIG. 24B

【 図 2 5 】

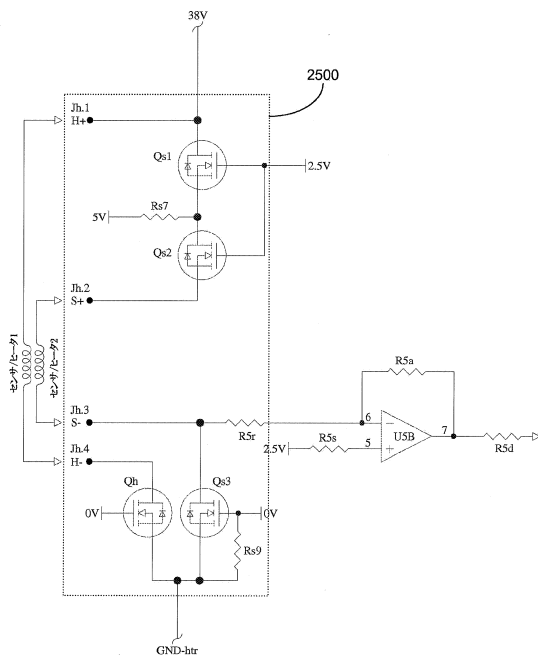


FIG. 25

【 図 2 6 】

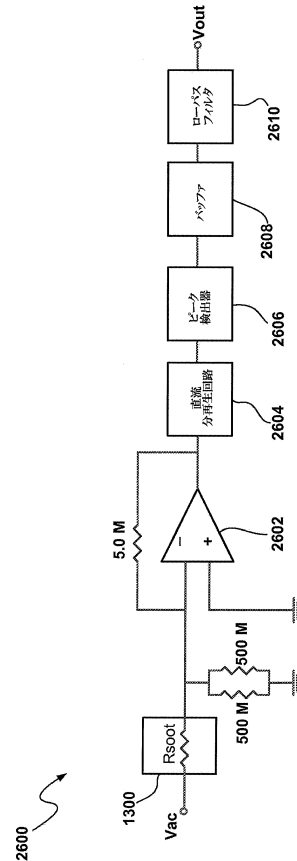


FIG. 26

【 図 27 】

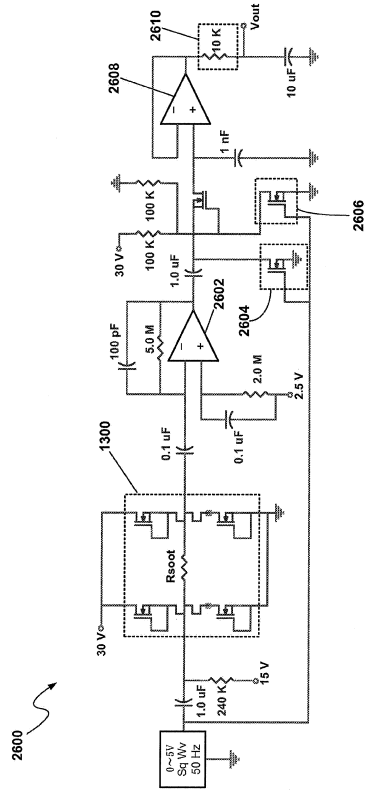


FIG. 27

【 図 28 】

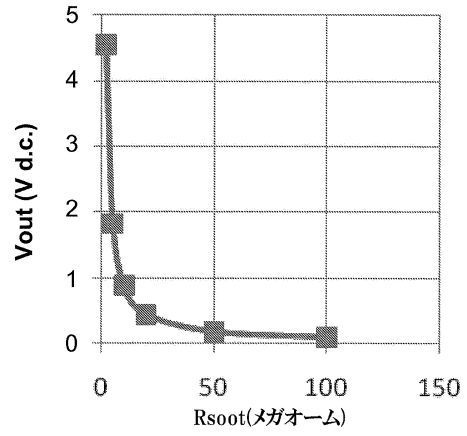


FIG. 28

【 図 29 】

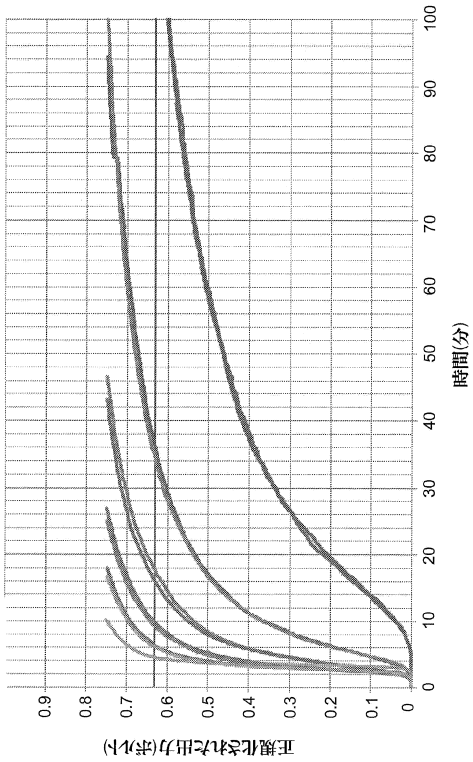


FIG. 29

【 図 30 A 】

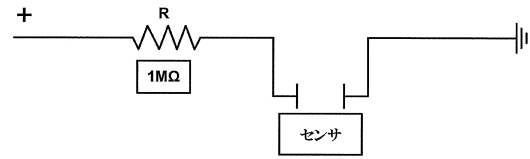


FIG. 30A

【 図 30 B 】

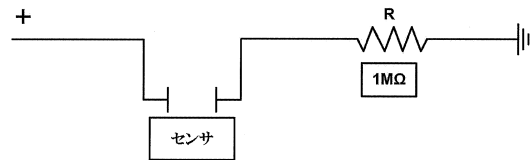


FIG. 30B

【図 34】

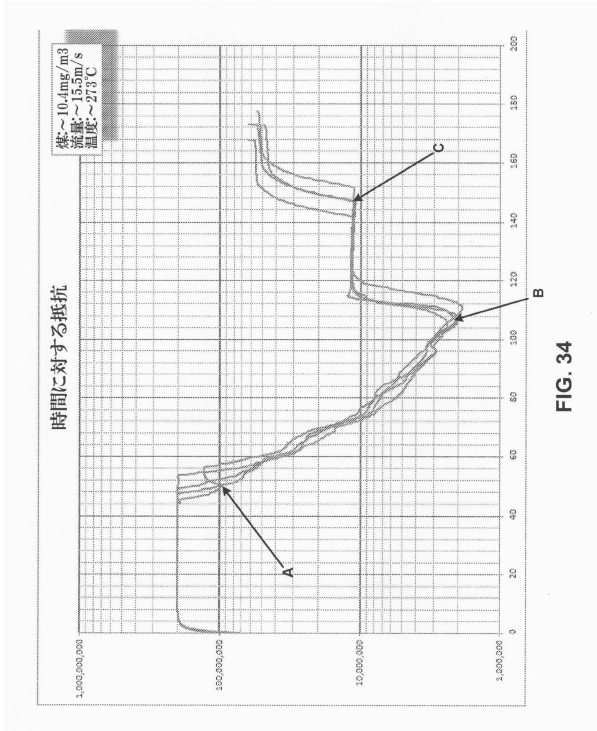


FIG. 34

【図 35】

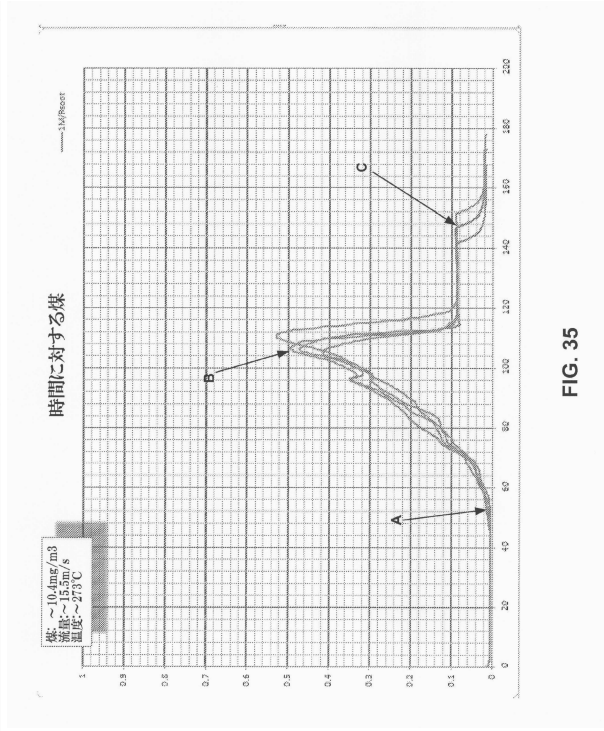


FIG. 35

【図 36】

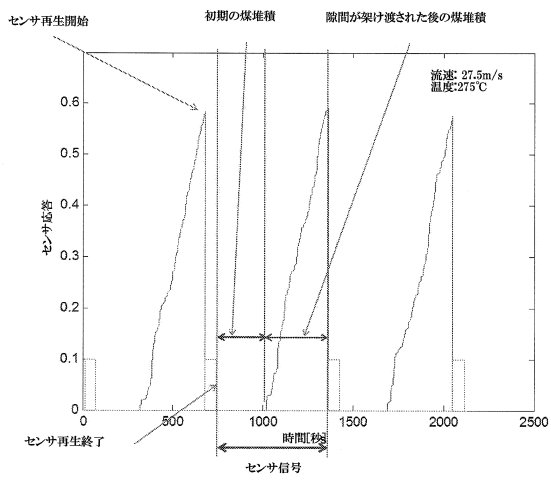


FIG. 36

【図 37】

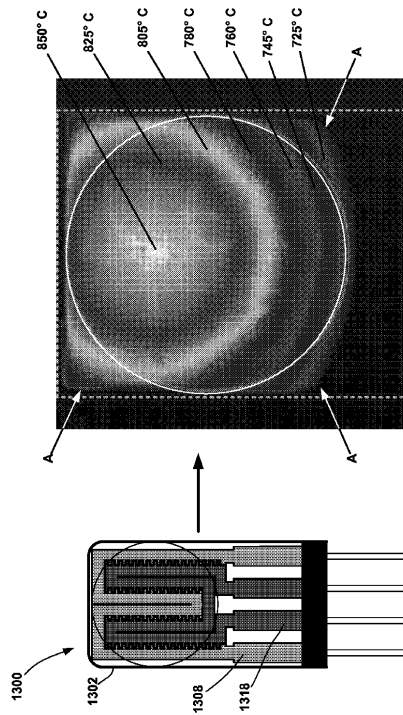


FIG. 37

【図38】

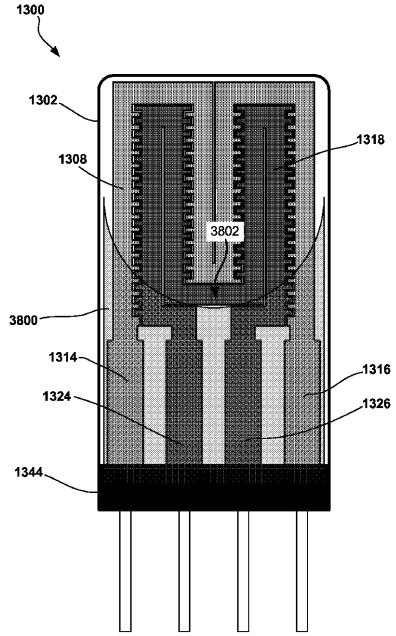


FIG. 38

【図39】

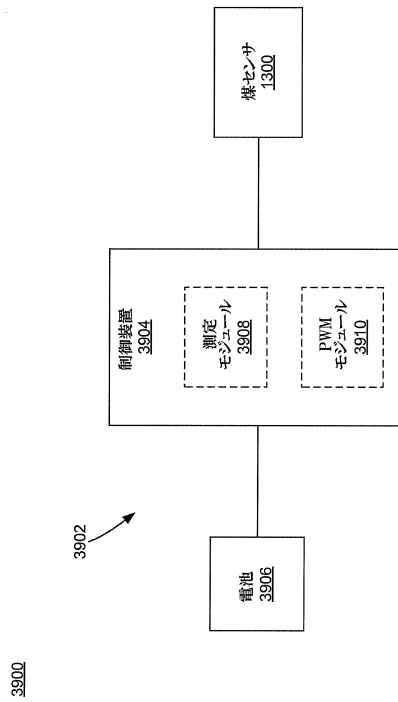


FIG. 39

【図40】

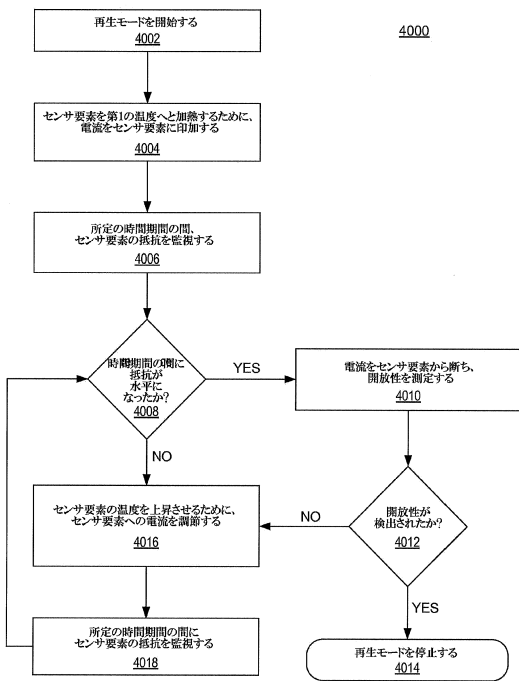
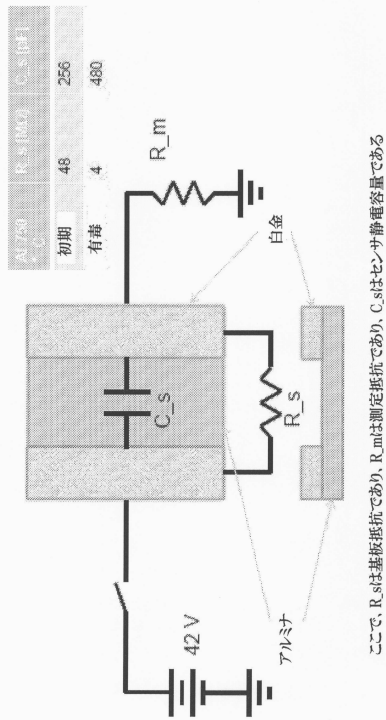


FIG. 40

【図41】



ここで、R_sは基板抵抗であり、R_mは測定抵抗であり、C_sはセンサ静電容量である

FIG. 41

【図 47】

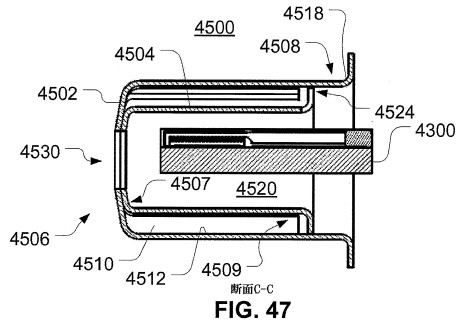
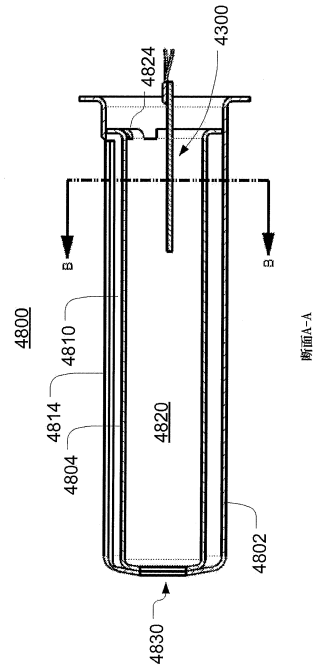


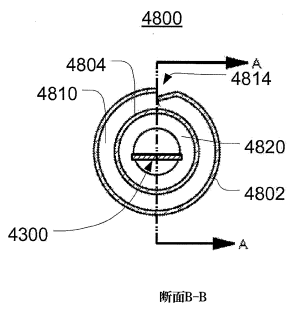
FIG. 47

【図 48】



断面A-A
FIG. 48

【図 49】



断面B-B
FIG. 49

【図 50】

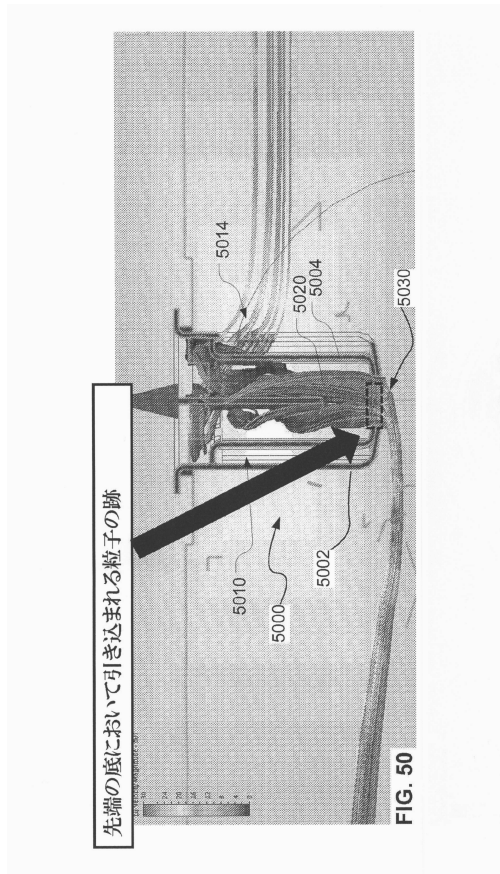


FIG. 50

【図 5 1】

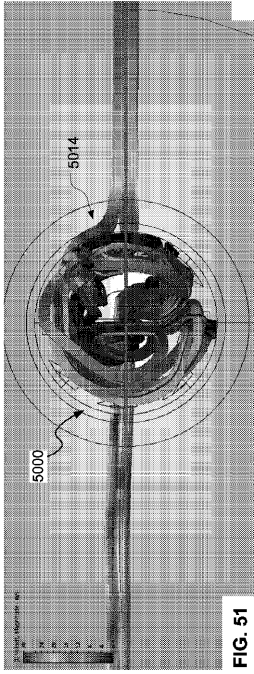


FIG. 51

【図 5 2】

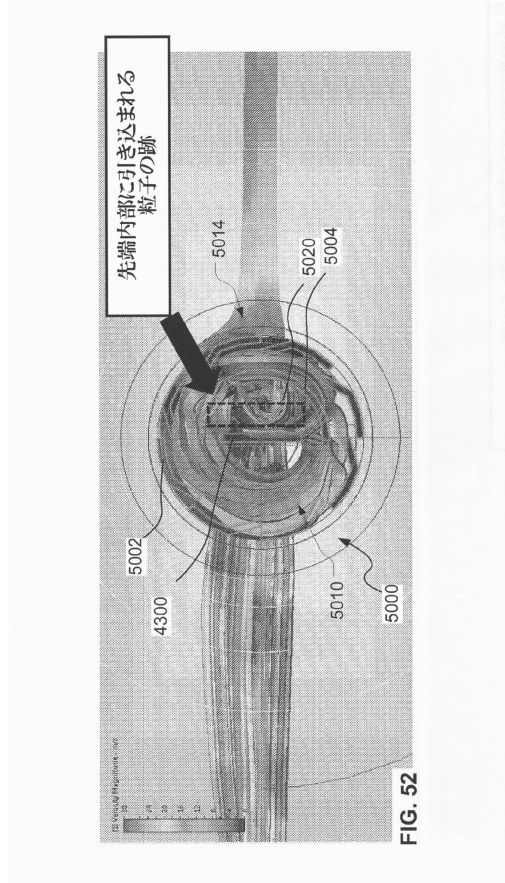


FIG. 52

【図 5 3】

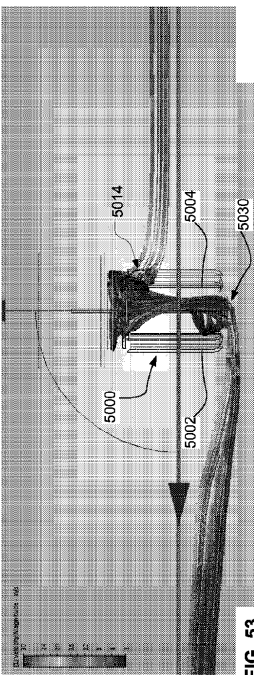


FIG. 53

【図 5 4】

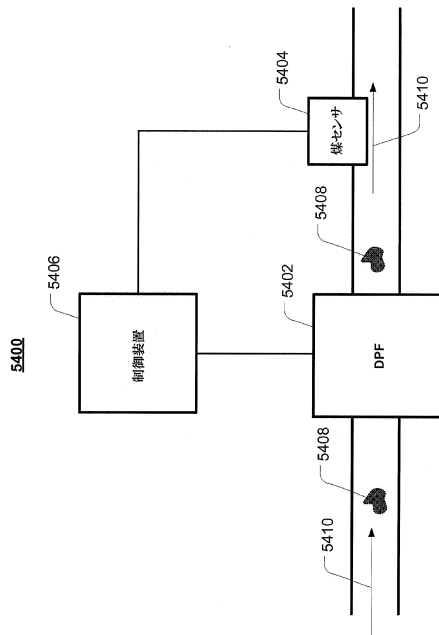


FIG. 54

【 55 】

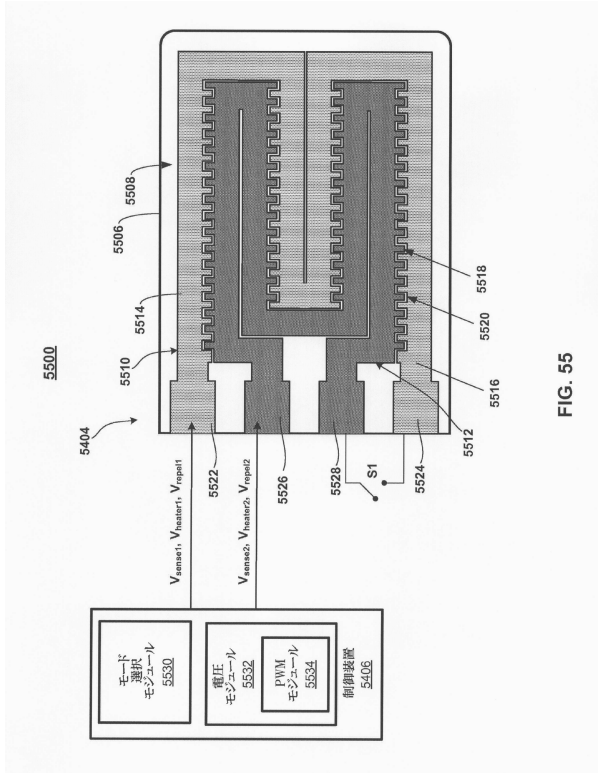


FIG. 55

フロントページの続き

- (72)発明者 ジョン・ハート
アメリカ合衆国・オハイオ・44904・レキシントン・マックスウェル・ロード・3936
- (72)発明者 エリック・マットソン
アメリカ合衆国・オハイオ・44813・ベルヴィル・クレヴァー・ロード・6311
- (72)発明者 マーク・ウィルソン
アメリカ合衆国・オハイオ・44903・マンズフィールド・イースト・ハンリー・ロード・880
- (72)発明者 ノーマン・ボワリエ
アメリカ合衆国・マサチューセッツ・02767・レイナム・ストーンブルック・ロード・198

審査官 田中 秀直

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0324981 (US, A1)
特開2012-083121 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 27/00 - 27/10
G01N 27/14 - 27/24
G01N 15/06