

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-509327

(P2007-509327A)

(43) 公表日 平成19年4月12日(2007.4.12)

(51) Int.C1.	F 1	テーマコード (参考)		
<b>GO1N 21/27</b>	(2006.01)	GO1N 21/27	B	2G059
<b>GO8B 17/107</b>	(2006.01)	GO8B 17/107	A	5C085
<b>GO1N 15/02</b>	(2006.01)	GO1N 15/02	A	
<b>GO1N 21/53</b>	(2006.01)	GO1N 21/53	B	
<b>GO1N 15/06</b>	(2006.01)	GO1N 15/06	C	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-535909 (P2006-535909)	(71) 出願人	506138096
(86) (22) 出願日	平成16年10月20日 (2004.10.20)		マーティン、テレンス、コール
(85) 翻訳文提出日	平成18年6月16日 (2006.6.16)		オーストラリア ウィクトリア州 319
(86) 國際出願番号	PCT/AU2004/001435		5、ブレイサイド、84-90 レイクウ
(87) 國際公開番号	W02005/043479		ッド ブルバード、ユニット 1
(87) 國際公開日	平成17年5月12日 (2005.5.12)	(74) 代理人	100105924
(31) 優先権主張番号	2003905839		弁理士 森下 賢樹
(32) 優先日	平成15年10月23日 (2003.10.23)	(72) 発明者	マーティン、テレンス、コール
(33) 優先権主張国	オーストラリア(AU)		オーストラリア ウィクトリア州 319
(31) 優先権主張番号	2003906161		5、ブレイサイド、84-90 レイクウ
(32) 優先日	平成15年11月8日 (2003.11.8)		ッド ブルバード、ユニット 1
(33) 優先権主張国	オーストラリア(AU)	F ターム (参考)	2G059 AA01 AA05 BB01 CC19 DD12 EE02 EE04 EE11 GG01 GG02 GG03 HH02 HH03 HH06 JJ11 KK01

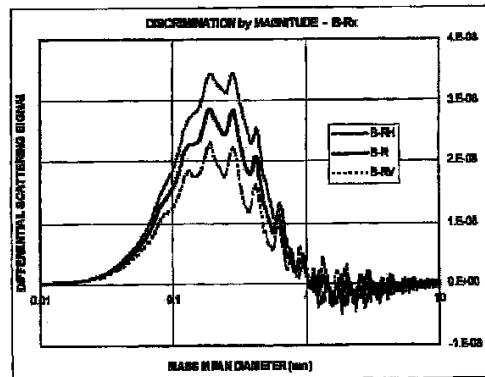
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】粒子監視装置の改良とその方法

## (57) 【要約】

本発明は、流体中に浮遊する物質又は粒子の検知、分析、及び/又は判定の分野に関する。特定の一形態では、本発明は、物質の望ましくない熱分解や燃焼を検知する煙検知器に関する。別の形態では、本発明は、早期検知タイプの煙検知器に関する。このタイプの煙検知器は、特定の場所の換気、空調、ダクト監視などに応用が可能である。さらに別の形態では、本発明は、建物、火気、保安などの監視のような見張り監視に関する。さらに別の形態では、本発明は、流体、区域、地域、及び/又は周囲環境(商業環境及び工業環境を含む)の監視、検知、及び/又は分析などの環境監視に関する。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

流体サンプルにおいて、所定のサイズ又はサイズ範囲を実質的に有する粒子の存在を判定する方法であって、

前記サンプルに第1の波長の光を照射するステップと、  
前記第1の照射を示す第1の応答信号を取得するステップと、

前記サンプルに第2の波長の光を照射するステップと、

前記第2の照射を示す第2の応答信号を取得するステップと、

前記第1及び第2の信号を比較することにより、前記サイズ又はサイズ範囲を有する粒子の存在を判定するステップとを含む方法。 10

**【請求項 2】**

前記第1の信号応答が前記第2の信号応答から引かれる、請求項1に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記第1及び第2の信号の比が取得される、請求項1に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記第2の波長が、実質的に前記サイズであるか前記所定の範囲にある粒子サイズと、実質的に前記サイズでなく、前記所定の範囲にもない粒子サイズとについての応答信号を与える、前記第1の波長が、実質的に前記サイズでなく、前記所定の範囲にもない粒子サイズについての応答信号を与える、請求項2又は3に記載の方法。 20

**【請求項 5】**

前記所定のサイズの粒子を検知した後、ただちに警報信号をトリガするステップをさらに含む、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記警報信号が、熱分解、くすぶり、及び/又は煙の事象についての警報状況を示す、請求項5に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記第1の波長が赤外光であり、前記第2の波長が青の光である、請求項1乃至6のいずれか一項に記載の方法。 30

**【請求項 8】**

前記第1の波長の光が650nm～1050nmの範囲にあり、前記第2の波長の光が400nm～500nmの範囲にある、請求項1乃至7のいずれか一項に記載の方法。 30

**【請求項 9】**

前記サンプルに、少なくとも1つのさらなる波長の光を照射し、前記サンプルにおいて、少なくとも1つのさらなるサイズ又は範囲又はサイズの粒子が前記さらなる波長の光に對して比較的応答性のあるステップと、

前記さらなる照射を示す、少なくとも1つのさらなる応答信号を取得するステップと、

前記第1の、第2の、及び/又はさらなる信号を比較することによって、前記さらなるサイズ又はサイズ範囲の粒子の存在を判定するステップとをさらに含む、請求項1乃至8のいずれか一項に記載の方法。 40

**【請求項 10】**

前記照射の少なくとも1つが偏光される、請求項1乃至9のいずれか一項に記載の方法

。

**【請求項 11】**

前記照射の少なくとも1つが水平方向及び/又は垂直方向に偏光される、請求項1乃至10のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 12】**

前記第1の照射が、水平方向に偏光された、比較的長い波長であり、前記第2の照射が、垂直方向に偏光された、比較的短い波長である、請求項1乃至11のいずれか一項に記載の方法。 50

**【請求項 13】**

前記第1の照射が、水平方向に偏光された赤又は赤外の光であり、前記第2の照射が、垂直方向に偏光された青の波長の光である、請求項1乃至11のいずれか一項に記載の方法。

【請求項14】

前記第1の照射が、水平方向に偏光された赤又は赤外の光であり、前記第2の照射が、偏光されていない青の光である、請求項1乃至11のいずれか一項に記載の方法。

【請求項15】

流体サンプルにおいて、所定のサイズ範囲を有する粒子の存在を判定するように適合された粒子監視装置であって、

第1のサイズの粒子が比較的応答性のある波長である第1の波長の光を前記サンプルに照射する第1の照射手段と、10

前記第1の照射を示す第1の信号を与える第1の信号手段と、

第2のサイズの粒子が比較的応答性のある波長である第2の波長の光を前記サンプルに照射する第2の照射手段と、

前記第2の照射を示す第2の信号を与える第2の信号手段と、

前記第1及び第2の信号を比較して、前記所定の範囲にある粒子の存在を判定する論理手段とを含む粒子監視装置。

【請求項16】

流体サンプルにおいて、所定のサイズ範囲を有する粒子を検知するように適合された装置であって、20

所定の命令セットに従って動作するように適合されたプロセッサ手段を含み、

前記命令セットとの併用で、請求項1乃至14のいずれか一項に記載の方法を実施するように適合された装置。

【請求項17】

粒子監視装置において利得制御を行うように適合された利得制御装置であって、  
第1の増幅器を有する第1の利得段と、  
第2の増幅器を有する第2の利得段と、  
前記増幅器の周波数応答に影響を及ぼさない、前記第2段の出力から前記第1段の入力への電圧制御帰還又は電流制御帰還とを含む利得制御装置。

【請求項18】

前記帰還が少なくとも光依存抵抗器を含む、請求項17に記載の装置。30

【請求項19】

利得制御関数が非線形である、請求項17又は18に記載の装置。

【請求項20】

請求項17乃至19のいずれか一項に記載の利得制御を含む、請求項16に記載の装置。40

【請求項21】

請求項17乃至19のいずれか一項に記載の利得制御を含む、請求項15に記載の監視装置。

【請求項22】

粒子監視装置のサービス間隔を決定する方法であって、  
煙粒子から粉塵粒子の存在を明確に決定するステップと、  
前記粉塵粒子の存在の測定値を与えるステップと、  
前記測定値が所定のしきい値に達した場合にサービス指示を与えるステップとを含む方法。

【請求項23】

前記測定値が、粒子の数、頻度、濃度、及び/又は検知の継続時間である、請求項22に記載の方法。

【請求項24】

照射源と関連して動作することが可能な第1の絞りと、50

受光セルに向かう衝突光を合焦させるように適合されたレンズと、  
前記第1の絞りから直接発せられた光が前記レンズに衝突するのを実質的に防ぐように構成された主絞りとを含む粒子監視室。

【請求項25】

照射源と関連して動作することが可能な第1のレンズと、  
受光セルに向かう衝突光を合焦させるように適合されたレンズと、  
前記第1のレンズから直接発せられた光が前記第2のレンズに衝突するのを実質的に防ぐように構成された主絞りとを含む粒子監視室。

【請求項26】

照射源と、  
受光セルに向かう衝突光を合焦させるように適合されたレンズと、  
前記照射源から直接発せられた光が前記レンズに衝突するのを実質的に防ぐように構成された主絞りとを含む粒子監視室。

【請求項27】

前記主絞りが、前記直接発せられた光に対する物理的障壁を形成する、請求項24、25、又は26に記載の粒子監視室。

【請求項28】

前記レンズが、前記主絞りに反射した光が前記受光セルに入るのを実質的に防ぐよう、さらに構成されている、請求項24乃至27のいずれか一項に記載の粒子監視室。

【請求項29】

前記レンズが両凸レンズである、請求項24乃至28のいずれか一項に記載の粒子監視室。

【請求項30】

前記レンズが非球面レンズである、請求項24乃至28のいずれか一項に記載の粒子監視室。

【請求項31】

前記衝突光が、前記主絞りからの反射によって発せられた2次及び/又は3次の光であり、前記衝突する2次及び/又は3次の光が前記受光器の比較的非アクティブな部分で合焦する、請求項24乃至30のいずれか一項に記載の粒子監視室。

【請求項32】

請求項24乃至31のいずれか一項に記載の粒子監視室を含む粒子監視装置。

【請求項33】

請求項15、21、又は32のいずれか一項に記載の両凸レンズと監視装置との組み合せ。

【請求項34】

所定の領域を流れる流体の速度を決定する方法であって、  
前記流体が流れる経路の、流体速度が比較的遅い地点に第1のセンサを設けるステップと、  
前記流体が流れる前記経路の、流体速度が比較的速い地点に、前記第1のセンサと実質的に同等の温度特性を有する第2のセンサを設けるステップと、

前記第1及び第2のセンサを通過する前記流体の冷却効果の測定値に基づいて前記流体速度を決定するステップとを含む方法。

【請求項35】

前記第1のセンサが前記流体の流れから遮蔽されている、請求項34に記載の方法。

【請求項36】

冷却効果の前記測定値が冷却速度に基づく、請求項34又は35に記載の方法。

【請求項37】

前記領域が粒子監視装置内である、請求項34、35、又は36に記載の方法。

【請求項38】

所定の領域を流れる流体の速度を決定するように適合された装置であって、

前記流体が流れる経路の、流体速度が比較的遅い地点に設けられるように適合された第1のセンサと、

前記流体が流れる前記経路の、流体速度が比較的速い地点に設けられるように適合された第2のセンサであって、前記第1のセンサと実質的に同等の温度特性を有する第2のセンサと、

前記第1及び第2のセンサを通過する前記流体の冷却効果の測定値に基づいて前記流体速度を決定するように適合された比較器手段とを含む装置。

【請求項39】

ダクトにハウジングを取り付ける方法であって、

前記ハウジングに関連して少なくとも1つのタブエレメントを設けるステップと、

10

前記ダクトのハウジング取り付け領域の近傍に前記ハウジングを配置するステップと、

前記ハウジング取り付け領域の近傍の前記ダクトの外形にほぼ適合するように前記タブエレメントを整形するステップと、

前記タブエレメントを用いて前記ハウジングを取り付けるステップとを含む方法。

【請求項40】

前記タブエレメントが前記ハウジングと一体化している、請求項39に記載の方法。

【請求項41】

ダクトに取り付けられるように適合されたハウジング機構であって、

前記ハウジングに関連付けられた少なくとも1つのタブエレメントと、

20

ハウジング取り付け領域の近傍の前記ダクトの外形にほぼ適合するように整形されるように適合されている前記タブエレメントとを含むハウジング機構。

【請求項42】

前記タブが前記ハウジングと一体化している、請求項41に記載の機構。

【請求項43】

粒子監視装置のハウジングである、請求項41又は42に記載の機構。

【請求項44】

粒子を検知するように適合された装置であって、

所定の命令セットに従って動作するように適合されたプロセッサ手段を含み、

前記命令セットとの併用で、請求項1乃至14のいずれか一項に記載の方法を実施するように適合された装置。

30

【請求項45】

データ処理システムと関連して、請求項1乃至14のいずれか一項に従って粒子を検知するために、コンピュータで使用可能な媒体において実施されるコンピュータ可読プログラムコード及びコンピュータ可読システムコードを有する前記媒体と、

流体内の粒子の存在を判定し、前記粒子を特徴づける、コンピュータで使用可能な前記媒体内にあるコンピュータ可読コードとを含むコンピュータプログラム製品。

【請求項46】

流体サンプルにおいて、所定のサイズ又はサイズ範囲を有する粒子の存在を判定するように適合された粒子監視装置であって、

前記粒子を示す信号として対数尺度信号を与えるように適合された出力手段を含む粒子監視装置。

40

【請求項47】

本明細書で開示されている監視装置である、請求項46に記載の監視装置。

【請求項48】

前記尺度信号が警報に与えられる、請求項46に記載の監視装置。

【請求項49】

請求項46、47、又は48に記載の監視装置を含む煙検知器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、流体中に浮遊する物質又は粒子の検知、分析、及び／又は判定の分野に関する。

#### 【0002】

特定の一形態では、本発明は、物質の望ましくない熱分解や燃焼を検知する煙検知器に関する。別の形態では、本発明は、早期検知タイプの煙検知器に関する。このタイプの煙検知器は、特定の場所の換気、空調、ダクト監視などに応用可能である。さらに別の形態では、本発明は、建物、火気、保安などの監視のような見張り監視に関する。さらに別の形態では、本発明は、流体、区域、地域、及び／又は周囲環境（商業環境及び工業環境を含む）の監視、検知、及び／又は分析などの環境監視に関する。

#### 【0003】

後で明らかになるように、本発明は応用範囲が広いので、上述の特定形態は例に過ぎず、本発明の範囲は、これらの形態に限定されるものではない。

#### 【背景技術】

#### 【0004】

本発明者が確認したところでは、熱分解や燃焼の状況が様々であれば、発生する煙のタイプも様々である。急速に燃え上がる火は、非常に多くの微小固体粒子を発生させる傾向がある。これらの粒子は、ランダムな形状に固まって、すすを形成する可能性がある。これに対し、熱分解の初期段階では、ずっと少ない数の、比較的大きな（高沸点の）液体粒子が発生する傾向がある。これらの粒子は、一般に、より大きな半透明の球体を形成するように固まる可能性があるエアロゾルとして存在する。

#### 【0005】

本発明者がさらに確認したところでは、長時間にわたって数がゆっくり増えていく比較的大きな粒子が検知された場合、それは一般に熱分解又はくすぶりの状態であるが、初期の熱分解やくすぶりがなく、急速に発生する多数の小粒子が検知された場合、それは燃焼促進物の使用を伴う放火である可能性がある。

#### 【0006】

本発明者がさらに確認したところでは、粉塵粒子は、環境における自然物質又は有機体の摩耗又は非熱分解によって発生し、そのような粒子は一般に、煙粒子と比較して非常に大きい。

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

本発明者はさらに、以下の点について確認している。

#### 【0008】

従来のポイントタイプ煙検知器は、主として、保護区域の天井に設置するように設計されている。このタイプの検知器は、感度が比較的低く、監視対象区域を大量の空気が通る場合には、望ましくない熱分解の存在を検知する能力が弱まり、検知しにくくなる。

#### 【0009】

そのような不利点を克服するために、高感度吸気式煙検知器が開発され、区域監視用としてダクト内で多く用いられている。このタイプの検知器は、従来のポイントタイプ検知器の数百倍の感度の測定が可能である。こうした吸気式システムは、不要な粉塵が検知器をよごしたり、煙と区別されずに検出されて誤認警報を引き起こしたりすることを抑えるために、空気ポンプによる吸気圧力を用い、さらに粉塵フィルタを用いる。

#### 【0010】

吸気式システムに用いられることが好ましい煙検知器は、比濁計である。比濁計は、火の中で発生したり、過熱、熱分解、又はくすぶりの初期段階で発生したりする多くの煙粒子のような、大小様々な粒子に対して感度がよい検知器である。

#### 【0011】

先行技術の光学式煙（又は空気伝搬粒子）検知器は、一般に、単一光源を用いて、そのような粒子を含んでいる可能性がある検知区域に光を照射する。一部の検知器について

10

20

30

40

50

、2つの光源を用いることが提案されている。この光の一部が、粒子から、1つ又は複数の受光セル（センサ）に向かって散乱する可能性がある。受光セルからの出力信号は、警報信号のトリガに用いられる。

【0012】

他に、偏光単色光源を提供するレーザビームを、一般には近赤外波長で用いる検知器がある。しかしながら、このタイプの検知器は、特定の粒子サイズ範囲に対して過度に高感度であって、その分、他のサイズ範囲に対して低感度となる傾向があるため、真の比濁計ではないと一般に考えられている。

【0013】

以上の検知器が抱える不利点は、初期の熱分解や初期火災、並びに特定の急速に燃え上がる火に特有の微小粒子に対しては比較的低感度であることである。

【0014】

一方、イオン化式煙検知器は、アメリシウムなどの放射性元素を利用して、検知室の空気をイオン化する。このタイプの検知器は、燃えている火において発生する微小粒子に対しては比較的高感度であるが、熱分解やくすぶりにおいて発生する、より大きな粒子に対しては比較的低感度である。また、このタイプの検知器ではすきま風が比較的発生しやすく、この風が検知室内のイオン化された空気を動かして誤警報を引き起こす可能性があることがわかっている。このことは、それらの検知器の有効感度を実質的に制限する。

【0015】

他に、キセノンランプを単一光源として用いる煙検知器がある。キセノンランプは、紫外波長、可視波長、及び赤外波長を含む、太陽光線に近い連続スペクトル光を発生させる。この光源を用いると、あらゆるサイズの粒子を検知することが可能になり、このタイプの検知器は、煙の密度に比例する信号を生成し、これは比濁計の特徴である。しかしながら、特定の粒子サイズを識別することができないため、火のタイプを特徴づけることができない。さらに、キセノンランプは、寿命が4年程度と比較的短く、また、光強度が変動することが知られており、これは感度に影響を及ぼす。

【0016】

本発明者がさらに認識しているところによれば、先行技術の検知器は、感度の出力範囲を広くとるために、アナログデジタル変換器（ADC）を用いて煙レベルデータをマイクロプロセッサに入力する。綿密な設計であれば、ADCの容量のほぼすべてを用いて最大煙レベル、たとえば、（一般に）20%/mが表される。ADCの動作は、8ビット分解能でも有用である。一方、10ビット以上のADCは、より高価であり、より大規模なマイクロプロセッサを要する。10ビットのADCであれば、上記の20%/mレベルを1024ステップに分割して、各ステップが $20/1024 = 0.02\%/\text{m}$ のインクリメントを表すようになることが可能である。そうすると、ステップは0、0.02、0.04、0.06などとなり、より細かいインクリメントを表すことができない。これは、煙レベルが低い場合には、警報しきい値を細かく設定することが困難な、非常に粗い分解能であると、一般に考えられている。一方、煙レベルが高い場合には、0.02%/mの分解能は不要である。たとえば、警報しきい値を10.00%/mにも10.02%/mにも設定できることには、あまりメリットがない。したがって、先行技術の検知器の分解能は、低い煙レベルでは粗すぎ、高い煙レベルでは細かすぎると、一般に考えられている。

【0017】

本明細書における文書、装置、動作、又は知見の記載はすべて、本発明のコンテキストを説明するために含まれている。なお、これら資料のいずれも、本願の開示及び特許請求項の優先日以前に、オーストラリアその他の地域における先行技術の基礎の一部又は関連技術の中の共通一般知識の一部を形成することを認めるものである、とは解釈されない。

【0018】

本発明の目的は、粒子と、熱分解、くすぶり、及び／若しくは火などの事象と、粉塵とを検知、区別、並びに／又は分析することの改良を可能にし、対応する、流体伝搬粒子を検知することの改良を可能にする粒子検知装置及び方法を提供することである。

10

20

30

40

50

## 【0019】

本発明のさらなる目的は、ダクトとともに用いるのに好適か、若しくは単独の検知器及び／又は監視装置として用いるのに好適な粒子検知装置及び方法を提供することである。

## 【0020】

本発明のさらなる目的は、先行技術に関連する少なくとも1つの不利点を改善することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0021】

本発明の態様によれば、粒子、環境、流体、煙、区域、若しくは地域の監視、見張り、判定、検知、及び／又は分析は、本発明の具体的な応用において必要である、粒子の存在及び／又は特徴の判定を含むことが可能である。 10

## 【0022】

この点において、本発明の一態様は、流体サンプル内ではほぼ所定のサイズ又はサイズ範囲を有する粒子の存在を判定する方法及び装置を提供し、この方法は、サンプルに第1の波長の光を照射するステップと、第1の照射を示す第1の応答信号を取得するステップと、サンプルに第2の波長の光を照射するステップと、第2の照射を示す第2の応答信号を取得するステップと、第1及び第2の信号を比較することにより、所定のサイズ又はサイズ範囲を有する粒子の存在を判定するステップとを含む。

## 【0023】

この照射は、水平方向及び／又は垂直方向に偏光されることが好ましい。 20

## 【0024】

本発明の別の態様では、粒子監視装置の利得制御を行うように適合された利得制御装置が設けられ、前記装置は、第1の増幅器を有する第1の利得段と、第2の増幅器を有する第2の利得段と、増幅器の周波数応答に影響を及ぼさない、第2段の出力から第1段の入力への電圧制御帰還又は電流制御帰還とを含む。

## 【0025】

本発明のさらに別の態様では、粒子監視装置のサービス間隔を決定する方法が提供され、この方法は、粉塵粒子の存在を判定するステップと、粒子の存在の測定値を与えるステップと、測定値が所定のしきい値に達した場合にサービス指示を与えるステップとを含む。 30

## 【0026】

本発明のさらに別の態様では、粒子監視装置室が提供され、この粒子監視装置室は、照射源と関連して動作することが可能な第1のレンズと、受光セルに向かう衝突光を合焦させるように適合された第2のレンズと、第1のレンズから直接発せられた光が第2のレンズに衝突するのを実質的に防ぐように構成された主絞りとを含む。

## 【0027】

本発明のさらなる態様では、所定の領域を流れる流体の速度を判定する方法及び装置が提供され、この方法は、流体が流れる経路の、流体速度が比較的遅い地点に第1のセンサを設けるステップと、流体が流れる経路の、流体速度が比較的速い地点に、第1のセンサと実質的に同等の温度特性を有する第2のセンサを設けるステップと、第1及び第2のセンサを通過する流体の冷却効果の測定値に基づいて流体速度を決定するステップとを含む。 40

## 【0028】

さらに、本発明の別の態様では、ダクトにハウジングを取り付ける方法及び装置が提供され、この方法は、ハウジングに関連して少なくとも1つのタブエレメントを設けるステップと、ダクトのハウジング取り付け領域の近傍にハウジングを配置するステップと、ハウジング取り付け領域の近傍のダクトの外形にほぼ適合するようにタブエレメントを整形するステップと、タブエレメントを用いてハウジングを取り付けるステップとを含む。

## 【0029】

本発明はさらに、流体媒体中の微粒子の存在、濃度、及び特徴を監視する監視装置を提 50

供する。

【0030】

本発明はさらに、検知器のしきい値又は警報をトリガする出力として、対数信号を提供する。対数信号とは、対数関数又は対数尺度に従って振幅が圧縮された信号である。対数信号は、存在、数、頻度、濃度、及び／又は継続時間など、検知された粒子の様々な属性を表すことが可能である。

【0031】

本質的に、本発明の一態様では、流体中の所定の粒子を検知するために、様々な波長、様々な範囲の波長、及び／又は偏光を用いる。

【0032】

本質的に、本発明の別の態様では、2つの信号の差又は比を与えることで、粒子及び粒子サイズの検知を示す、より測定が容易な出力を可能にする。

【0033】

本質的に、本発明の別の態様では、この、粒子の検知を示す出力は、2つの信号に従って増幅される。

【0034】

他の態様及び好ましい態様は、本明細書において開示されるか、及び／又は本発明の説明の一部をなす添付の特許請求項において定義される。

【0035】

本発明は、感度、信頼性、保守期間、及び誤認警報の最小化について業界最高水準を達成し、並びに／又は、粉塵による誤認警報にわざらわされることなく、煙に対する超高感度を実現して、煙粒子及び／又は粉塵粒子が存在するかどうか環境を監視することを可能にするとともに、サイズ、コスト、及びエネルギー消費を抑えるなど、多数の利点をもたらすことが明らかになっている。

【0036】

本明細書の全体を通して、特定の波長を有する、いくつかの異なる光源を参照する。光源及び波長の参照は、現在市販されている光源に限定する。本発明の根本をなす原理は、様々な波長の各光源に対して等しく適用可能であることを理解されたい。

【0037】

監視装置は、検知器又は同等の装置の参照を含む場合がある。

【0038】

本発明の適用可能性のさらなる範囲は、以下に記載の詳細な説明から明らかになるであろう。しかしながら、以下の詳細な説明並びに具体例は、本発明の好ましい実施形態を示しているが、例示として与えられているに過ぎないことを理解されたい。これは、本発明の趣旨及び範囲に含まれる様々な変形及び修正が、当業者には、以下の詳細な説明から自明であるからである。

【0039】

当業者であれば、以下の、好ましい実施形態の説明を添付図面と併せて参照することにより、本出願のさらなる開示、目的、利点、及び態様について、よりよく理解されよう。添付図面は、例示を目的としているに過ぎず、したがって、本発明を限定するものではない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

記載の実施形態では、少なくとも2つのチャネルに言及する。1つはチャネルAであり、赤波長や赤外波長などの波長を用いる。もう1つはチャネルBであり、青波長などの波長を用いる。緑波長などの波長を用いるチャネルCなどを追加チャネルとして用いることも可能である。本発明によれば、他の波長を用いることも可能である。これについては、この後の説明で明らかになるであろう。一般に、長いほうの波長の読み取り値と、短いほうの波長の読み取り値とを比較することが好ましい。短いほうの波長から長いほうの波長を引くことがより好ましい。波長の読み取り値の比較には比を用いることも可能である。

10

20

30

40

50

## 【0041】

## (光の波長)

本発明の一態様では、用いられる光の波長と、粒子サイズに対する本装置の感度との間に重要な関係があることを、本発明者は確認している。様々なサイズ範囲にわたる粒子からの光の散乱については、「Absorption and Scattering of Light by Small Particles」(Bohren CF, Huffman DR, ISBN 0471-05772-X)で説明されている。

## 【0042】

一般的な煙や粉塵に対応するサイズ範囲の粒子について検討するためには、Mieの計算式が適切であることが確認されている。急速に燃え上がる火は、非常に多くの微小炭素質粒子を発生させる傾向がある。これらの粒子は、ランダムな形状に固まって、すすを形成する可能性がある。これに対し、熱分解の初期段階では、ずっと少ない数の、比較的大きな(高沸点の)流体粒子が発生する傾向がある。これらの粒子は、一般に、さらに大きな半透明の球体又は液滴を形成するように固まる可能性があるエアロゾルとして存在する。粉塵粒子は、一般に、機械的摩耗によって発生し、ランダム形状を有するが、モデリングのために、より大きな球体として近似されることが可能である。煙又は粉塵の発生源は、(粒子サイズが単一である)単分散である可能性は低く、サイズ範囲がガウス分布に従う多分散である可能性が高い。本発明者は、サイズ分布の典型的な標準偏差が1.8~2の近辺であることを見出している。

## 【0043】

さらに本発明者は、都市における空気伝搬粒子の分布が、0.1ミクロンと10ミクロンの近辺にピークを有する双峰分布であることを見出している。一般に、煙粒子は0.01~1ミクロンの範囲にあり、空気伝搬粉塵粒子は1~100ミクロンの範囲にある。しかしながら、現実には、最小規模の粉塵粒子が最大規模の煙粒子より小さいため、1ミクロンの境界にいくらかの重なりが存在する。

## 【0044】

本発明者はさらに、光の個々の(異なる)波長によって、特に容易に識別できる粒子サイズがあることを確認している。このことから、本発明では、2つの波長の投射光を用いる。この光は、青から赤(及び赤外)までの間のどの光でもよい。一例は、400nm(青)から1050nm(赤)までの範囲にある光である。たとえば、430nm(青)及び660nm(赤)を用いることが可能である。

## 【0045】

図1は、2つの波長(430nm(青)及び660nm(赤))の投射光について、質量平均径が0.01~10ミクロンの範囲にあって標準偏差が1.8である粒子サイズにMie理論を適用した結果である。各波長については、無偏光、垂直偏光、又は水平偏光のものを、光軸に対して同じ角度で照射した。

## 【0046】

図1では、青系の結果(B=無偏光の青、BV=垂直偏光の青、BH=水平偏光の青)が、煙及び粉塵の検知にまったく好適であることを示しているのに対し、赤系の結果(R、RV、及びRH)は、粉塵の検知に関しては同等に好適であるが、小さな粒子に対する応答を欠くために、広範囲の煙粒子を検知することに関してはいくぶん劣ることを示している。図1の約0.8ミクロンより上ではすべてのグラフが重なるが、これより小さい粒子サイズでは、グラフ間に有意の差がある。最も良好な分離が達成されるのは、青-垂直(BV)と赤-水平(RH)の場合である。径が大きくなると、グラフは有效地に分離できなくなる。グラフのカーブの周期性(フリンジ又は共振)の原因は、特定の波長と特定の粒子サイズとの間の位相干渉による弱め合いと強め合いである。

## 【0047】

代わりに、波長430nm(青)及び530nm(緑)の組み合わせについて調べると、図2に示す結果が得られる。この場合は、各種グラフが互いにより近くなり、約0.5ミクロンより上ではグラフを分離することが困難である。

10

20

30

40

50

## 【0048】

例示のために選択された波長は、市販の投射器の波長に限定されている。図2(530nm)で得られた情報に基づくと、橙(620nm)の場合の結果は、図1(660nm)と同等であろう。

## 【0049】

青(470nm)と赤外(940nm)の場合の結果を図3に示す。図3では、波長の分離はほぼ1オクターブである。図に示すように、煙と粉塵との間の事実上の境界となっている1ミクロンより下の領域で、グラフがより明確に分離している。

## 【0050】

さらにより広く分離している波長で監視装置を運用できれば何らかのメリットが得られるであろうが、現時点で使用可能な技術に制限がある。散乱光の検知に用いられる受光セルは、青の応答を強化したPINフォトダイオードである。これは、応答のピークが850nmにあり、400nmと1050nmとで応答が約30%低下するので、実用においては、現在の投射器の波長はこの範囲に制限されている。もちろん、別の受光セルを用いることが可能であれば、粒子に衝突する光の波長を、より大きな分離が得られるように変えることができよう。

## 【0051】

上述の結果から、本発明の一実施形態では、検知対象の粒子に照射する2つの投射器の波長が、青/紫については400~500nm、赤/赤外については650~1050nmの範囲にあることが好ましいことが理解されよう。

## 【0052】

本発明の別の態様では、信号の受信結果を、比を比較するか、互いに引き算をする(すなわち、一方の信号を他方の信号から引く)などして互いに比較することにより、本発明の監視装置が適用される用途で対象とされるサイズの粒子の存在を示す、より信頼性の高い「トリガ」又は検知信号を生成することが可能であることが見いだされている。したがって、たとえば、本発明の監視装置を「煙」監視装置として構成した場合には、大きな(粉塵)粒子ではなく、比較的小さい粒子が監視の対象になる。そこで、本発明者は、たとえば、煙監視装置については、青の光は、比較的小さな粒子サイズにも大きな粒子サイズにも反応し、赤外光は、比較的大きな粒子にのみ反応することに気づいた。「青」の応答信号から「赤外」の応答信号を引いたものに基づく信号が得られれば、監視装置を、小さな粒子に対して応答性が比較的高く、比較的大きな粒子に対しては応答性が低いか、応答性がないように構成することが可能である。

## 【0053】

たとえば、図4は、青(B)データから赤-水平(RH)、赤-無偏光(R)、又は赤-垂直(RV)の信号を引いた結果を示す。これらのように構成された監視装置は、1ミクロンより小さい粒子に対して、より高い感度で応答し、感度が最も高いのはB-RHの組み合わせである。乱雑になるのを避けるために、BH及びBVの結果を示していないが、これらも同様である。

## 【0054】

図4と比較するために、BからGH、G、又はGVを引いた結果を図5に示す。この場合も、比較的小さな粒子サイズのほうが、大きな(粉塵のような)粒子サイズより明確に識別可能であるが、フリンジの影響が大きい。

## 【0055】

図6は、BからIRHを引いた結果を示す。明確にするために、他の結果については省略した。さらに、香料(incense)、綿のランプの芯、トースト、及びポルトランドセメント(粉塵の代用)について得られている、粒子平均サイズについてのいくつかの公開データも図示した。この引き算を実行するように構成された監視装置は、かなりの程度まで粉塵を(相対的に)除外することを可能にしながら、一般的な煙タイプに対して適度の感度を有することが理解されよう。

## 【0056】

10

20

30

40

50

この引き算の態様に続いて、適切に構築された利得増幅器を用いて、警報（又は他の警告）装置又はシステムで用いられる適切な出力信号を提供することが可能であるという、本発明のさらなる態様を開発した。この態様については、後で詳細に開示する。

#### 【0057】

既に開示した2つの波長に加えて、第3又はさらなる波長を用いると、その波長に応じて、小さい粒子と大きい粒子だけでなく、他の（中間の）サイズの粒子を識別することも可能になる。

#### 【0058】

##### （2チャネル設計）

本発明の態様による2チャネル設計を用いることによって実現される別の機能として、本明細書の記載のように、A（基準）チャネルをB（サンプル）チャネルから引く（又は逆方向の引き算を行う）ことによって、ゼロバランスを達成することが可能である。このバランスは、検知室の背景が時間とともに変化してもあまり変動しないことがわかっている。本発明者は、長いタイムスパン（粉塵フィルタの使用によって大幅に延長された時間）の間に検知器が古くなったり、汚れたりするにつれ、背景光のレベルが変化することに気づいた。チャネル間の引き算を行うことの利点は、両チャネルの（特に粉塵の蓄積に対する）応答がほぼ同じであり、その影響が自動的に相殺され、加算回路からの結果出力の経時変化が最低限になることである。粉塵から取得される信号は、空気伝搬する粉塵（これは表面に付着する可能性がある）には依存しないことに注意されたい。同じことは、（粉塵のかたまりや、さらには壁など）粉塵より大きいあらゆるものに当てはまる。

10

20

#### 【0059】

この、汚れによるドリフトをゼロにすることは、キャリブレーションを維持する観点から重要な機能であると考えられる。

#### 【0060】

##### （信号レベルの解析）

本発明のさらなる開示は、煙監視装置用途に関連する。しかしながら、本発明はこの用途だけに限定されないことに注意されたい。

#### 【0061】

従来の天井取り付け型「光学式」煙検知器は、一般に、警報を発生させるために、約10%/m（3%/ft）の不透明度に対応する感度を有する。既成の基準で言うところの超高感度煙検知には、フルスケールで0.1%/mの不透明度に対応し、このレベルより下に警報設定ポイントを有する、少なくとも2桁高い感度が必要である。Eccleston, King & Packham (Eccleston AJ, King NK and Packham DR, 1974: The Scattering Coefficient and Mass Concentration of Smoke from some Australian Forest Fires, APC Journal, v24 no11)では、ユーカリ林の火災の煙の場合、0.1%/mレベルが、4kmの視距離と0.24mg/m<sup>3</sup>の煙密度とに相当することが示されている。そのような高感度であれば、初期段階の熱分解の検知が可能であり、それによって、屋内の火災の可能性に対して、低い誤認警報率で、最速で警報を発することが可能である。

30

40

#### 【0062】

現在ある、ほとんどの超高感度煙検知器は、赤外線固体レーザダイオードを有する光学式検知室を利用する。赤外光の長い波長は、粉塵特有の比較的大きな空気伝搬粒子、並びに特定のタイプの火から発生する煙エアロゾルの検知に好適であるが、その他の火で発生する微小粒子の検知にはいくぶん不向きである。より短い可視波長で動作する固体レーザが好ましいが、こうした従来の固体レーザは、高価であるか、上昇した周囲温度（60°C）での信頼性のある動作が望めない。こうした困難を克服するために、煙監視装置に適用される、本発明の好ましい実施形態において、可視スペクトルの青の端（470nm）で動作する発光ダイオード（LED）投射器を用いることを決定した。

#### 【0063】

50

監視装置構成では、この青の投射器を、光学式検知室内で受光セル軸に対して60°の角度で設置する（これについては後で詳述する）。監視装置構成ではさらに、940nm（赤外）の基準投射器を同じ角度で設置する。ただし、水平方向では青の投射器に対向させる。投射器の有効な照射円錐角度を10°とすると、この配置は、そうしない場合には受光セルからあふれる可能性のある背景光を最小化しながら、システム感度を最大化するための相対的に最適な構成を与える。

#### 【0064】

Weinert (Weinert D, 2002: Assessment of Light Scattering from Smoke Particles for a Prototype Duct-mounted Smoke Detector (未発行)) は、（たとえば）質量メジアン径が0.3μm（あって、実際の幾何学的標準偏差が1.8）である粒子を含む、特定の煙密度(0.1%/m)について、使用した監視装置構成では、無偏光青光源によるこの煙からの発散に起因する受信信号の強度は、単位放射照度あたり4.5E-8のオーダーであることを確認している。このWeinertのデータの470nmと940nmの場合をグラフ化して示したのが図3である。この図が意味する重要なこととして、（煙から散乱した）必要な光信号が受光セルからあふれないように、検知室の壁からの不要な残存反射に起因して受光セルで受光される「背景」光の強度を、投射器のビーム強度より少なくとも8桁低くしなければならない。

#### 【0065】

一形態では、青の投射器は、500mAの駆動電流で40カンデラ(cd)の光度を有する仕様である。定義によると、1cdでの電力レベルはステラジアン(sr)当たり $1.464\text{mW}$ なので、定格電力は、 $1.464 \times 40 = 58.6\text{mW/sr}$ である。半角が5°の場合の立体角は $2(1 - \cos(5)) = 0.024\text{sr}$ なので、出力電力は $58.6 \times 0.024 = 1.4\text{mW}$ である。ちなみに、この駆動電力では投射器の電圧降下が4.0Vなので、0.1%のデューティサイクルを用いると、投射器への入力電力は $0.5 \times 4.0 \times 0.001 = 2.0\text{mW}$ となり、これは、投射器の最大消費電力定格の1%より小さい。

#### 【0066】

したがって、パルス投射器の出力電力が1.4mWの場合、受光セルに向かう散乱光信号は、使用された構成では、 $1.4 \times 4.5E-8 = 6.3E-5\mu\text{W}$ である。このレベルの照射が受光セル（受光モジュール内のPINフォトダイオード）に向かい、そこで合焦する。受光セルの感度は、400nmで0.2A/Wという仕様であり、470nmでは $0.31\mu\text{A}/\mu\text{W}$ になる。したがって、仕様のレンズ透過率が92%（コーティングなし）であれば、照射された受光セルで生成される信号は $0.31 \times 6.3E-5 \times 0.92 = 1.8E-5\mu\text{A}$ である。

#### 【0067】

一形態では、受光モジュールは、電流電圧変換器とその後に2つの電圧増幅器とを備える3段AC結合パルス前置増幅器を含む。電流電圧変換器は演算増幅器であり、その反転入力と非反転入力との間にPINフォトダイオードが差動接続されている（直列抵抗は無視できる）。帰還抵抗は3.9Mでよい。（3.9pFによって分流されるので）中域周波数では、1μAの入力信号に対して、この段の出力は $3.9E6 \times 1E-6 = 3.9\text{V}/\mu\text{A}$ になる。仕様のセル照射に対して、出力は $3.9 \times 1.8E-5 = 7.0E-5\text{V}$ 、すなわち $70\mu\text{V}$ になる。

#### 【0068】

後の2段は、一形態では、それぞれが中域利得10を有する演算増幅器であるので、受光モジュール出力は、仕様の照射に対して $7.0\text{mV}$ となる。信号処理のためのキャリブレーションフルスケール出力レベルは3Vであることが可能なので、主増幅器の電圧利得は $3/7.0E-3 = 429$ になる。この増幅器は、同様な段を2つ用いるので、1段当たりの利得が21であることが必要である。実際には、必要に応じてフルスケールで公称 $0.1\%/m$ に対応する感度を与えるための適切な1段当たりの利得が17であることが

わかっている。

【0069】

明らかに、すべての煙検知器の感度は粒子サイズに依存し、このサイズ（又はサイズ範囲）が指定されてはじめて、意味のある基準を設けることが可能である。しかしながら、Vision Systems Australiaがキセノン光源を用いて最近作成したVESDA Mk3監視装置は、性能の国際基準として、よくできている。実際、この光源は青の投射器に匹敵する。これは、キセノンランプのスペクトル特性を、PINフォトダイオードのスペクトル応答、及び小さなエアロゾル粒子又は分子から散乱する（1/<sup>4</sup>のような短波長に有利に働く）光のスペクトル応答と組み合わせることによって、キセノンベースの監視装置のキャリブレーション用特定波長が470nm（青の投射器と同じ波長）に決定するからである。この理由から、窒素及びFM200のような、信頼性のある気体を、キャリブレーション用として使用し続けることが可能である（赤外線レーザビーム検知器には使用できない）。

【0070】

既に述べたとおり、本監視装置は、異なる波長で動作する2つの投射器を用いる。図3に示すように、比較的大きな粒子(>1μ)については、赤外信号によって受光セルで生成される信号のレベルと、青信号によって生成される信号のレベルとが同じになることが設計目標である。受光セルは、940nmの赤外波長では0.55μA/μW(470nmでは0.31μA/μW)の感度を有する。940nmでもレンズ透過率は92%のままなので、関連するすべての計算式が線形であり、形状がほぼ同じであることから、赤外の投射器の出力電力を0.31/0.55=0.56の比率で減らすことが可能である。電流が500mAの場合の赤外の投射器の電力レベルは343mW/srなので、青の投射器の電力レベルが58.6mW/srであることに基づくと、赤外の投射器に必要な駆動電流は $500 \times 0.56 \times 58.6 / 343 = 48$ mAになる。偏光フィルタを用いた場合は、このフィルタでの損失を補うために、その駆動電流を増やす必要がある。

【0071】

必要な、投射器の駆動設定では、第1近似で、検知室の壁からの反射の蓄積による小さな背景信号が、受光セルから見て、どの投射器についても同じ（非常に低い）レベルでなければならない。そのためには、検知室の壁の反射（又は吸収）が、使用波長の違いにほとんど依存しないことが必要である。したがって、検知室内に煙がまったく存在しない状態では、2つのチャネル出力の間の差分電圧がほぼゼロでなければならない（又は、そのように調整可能でなければならない）。

【0072】

煙を検知室に取り入れると、各チャネルの電圧が上昇するが、チャネル間の差分電圧はゼロでない可能性が高い。この差分電圧は、空気伝搬粒子の性質を示す。図6は、青チャネルから赤外チャネルを引いた結果の感度を示している。この結果を用いると、質量平均径が1μ未満である粒子の存在をハイライトすることが可能である。図6ではさらに、いくつかの入手可能な物質（ポルトランドセメント「粉塵」、トースト、綿のランプの芯、及び香料）から発生する粒子の質量平均径についての公開データを表す線を図示している。ポルトランドセメント「粉塵」（大きな粒子）の場合は差分電圧がゼロ又は微小な負の値になるが、他の3つ（小さな粒子）の場合は、大きな正の値になる。このことは、煙を良好に検知できる状態で、粉塵と区別することが可能であることを示している。

【0073】

煙エアロゾル中の粒子のサイズは、使用燃料、温度、経過時間、並びに、酸素供給、冷却、及び煙希釈を決定する空気流状態によって大きく変動する可能性がある。図7は、Cleary, Weinert and Mulholland (Cleary TG, Weinert, DW and Mulholland GW, 2001: Moment Method of obtaining Particle Size Measurements of Test Smokes, NIST)のデータを平均して、4種類の燃料、すなわち、食用油（ホットプレートにのせたガラス皿）、トースト（トースター）、ポリウ

10

20

30

40

50

レタンフォーム（くすぶり）、及びブナ材のブロック（ホットプレート）から発生するエアロゾルのサイズをグラフにしたものである。図に示すように、いずれのケースでも、平均の粒子サイズは最初小さく、だんだん大きくなり、燃料が燃え尽きると小さくなる。一般論として、初期火災の警報をできるだけ早く発するためには、小さな粒子の検知が重要であると言えよう。他のデータでは、エアロゾルの質量濃度のピークが、グラフ化された各期間の後半にあり、最終的には下降することが示されている。

#### 【0074】

図8は、公開された粒子サイズの順に並んだ、いくつかの物質について予想される、2つのチャネルの相対応答をよりわかりやすく比較したものである。この図では、赤外の投射器の信号を0.64倍に縮小することによって、応答を、セメント（粉塵の代わり）の応答に対して正規化している。ベイマツ及び硬質ポリウレタンのデータ（（Bankstonら；Bankston CP, Zinn BT, Brownier RF and Powell EA, 1981: Aspects of the Mechanisms of Smoke Generation by Burning Materials, Combustion and Flame no 41 pp 273-292）は、放射熱の放出速度の、異なる3つの段階の推移を示しており、これによって、対応する差動電圧シグニチャが生成される。

#### 【0075】

第1近似として、及び上述の理由から、図8は、標準のキセノンベースの検知器と、現行のレーザベースの（赤外の）検知器との間の、予想される性能の比較と見なすことができる。

#### 【0076】

さらに、2チャネル監視装置の場合、図8は、熱分解及びくすぶりを伴う初期火災事象に対する感度を、それらの赤外の検知器の4～5倍まで高め、同時に粉塵に対して誤認警報となる感度を大幅に下げることが可能であることを示している。これは、粉塵フィルタが不要になることを意味している。逆に、汚れを最小化し、それによって、監視装置の保守期間及び全耐用年数を最大化するためには、粉塵フィルタリングを行うことが望ましい。煙も捕捉するような完全な粉塵用フィルタがあれば、その粉塵弁別能力を用いることにより、実際のフィルタを不可避的に通り抜ける微量の粉塵によって不要な警報が発せられることを避けることが可能である。

#### 【0077】

さらに、チャネルAは主に粉塵に応答するので、チャネルAの出力を（数か月間又は数年間測定して）時間積分することによって、煙とは明確に異なる粉塵に対する検知室及びフィルタエレメントの実際の暴露を記録することが可能であり、それによって、（しばしば予測不能な）周囲環境に応じてサービス間隔を決定及び告知することが可能になる。たとえば、粉塵の読み取りが検知された回数の蓄積又はカウントに基づいて、粉塵フィルタのサービス間隔を決定することが可能である。そのカウントが所定のしきい値に達するか、しきい値を超えたときにサービスインジケータを点灯させたり、他の方法で伝達したりすることが可能である。サービスインジケータ回路は、実際の粉塵レベルとその継続期間とを積分することが好ましい。

#### 【0078】

##### （対数出力）

上述のとおり、先行技術の検知器は、感度の出力範囲を広くとるために、アナログデジタル変換器（A D C）を用いて煙レベルデータをマイクロプロセッサに入力する。綿密な設計であれば、A D Cの容量のほぼすべてを用いて最大煙レベル（たとえば、（一般に）20% / m）が表される。A D Cの動作は、8ビット分解能でも有用である。一方、10ビット以上のA D Cは、より高価であり、より大規模なマイクロプロセッサを要する。10ビットのA D Cであれば、上記の20% / mレベルを $2^{10} = 1024$ ステップに分割して、各ステップが $20 / 1024 = 0.02\% / m$ のインクリメントを表すようにすることが可能である。そうすると、ステップは0、0.02、0.04、0.06などとな

10

20

30

40

50

り、より細かいインクリメントを表すことができない。これは、煙レベルが低い場合には、警報しきい値を細かく設定することが困難な、非常に粗い分解能である、と一般に考えられている。一方、煙レベルが高い場合には、0.02% / mの分解能は不要である。たとえば、警報しきい値を10.00% / mにも10.02% / mにも設定できることには、あまりメリットがない。したがって、先行技術の検知器の分解能は、低い煙レベルでは粗すぎ、高い煙レベルでは細かすぎると、一般に考えられている。

#### 【0079】

しかしながら、本発明のこの態様では、上述のそれらの先行技術の不利点を、対数又は十分位数の出力範囲を提供することによって克服する。本発明によれば、その分解能は、所定の煙レベルに対して適切であること、すなわち、煙レベルが低いところでは細かく、高いところでは粗いことが見いだされている。たとえば、本発明において対数出力範囲を用いた場合、低い煙レベルでは警報しきい値を0.010% / mか0.011% / mに設定でき、同じケースで、高い煙レベルでは警報しきい値を10% / mか11% / mに設定できる。

#### 【0080】

言い換えると、煙が非常に変化しやすい物質であること、したがって、煙の密度を有効数字2桁より高い精度で測定することにあまり意味がないことをふまえて、対数出力を採用することにより、煙レベル及び/又はしきい値設定の比較的広い範囲に対して有利な分解能の感度が得られる。

#### 【0081】

##### (煙試験の結果)

煙監視装置として構成され、前述の信号レベル解析の開示に従って構築及びセットアップされた本発明を用いて、一連のたなびきを伝導させた。監視装置を200mm径の通気ダクトに取り付け、ダクト内を通過する空気をサンプリングするためにプローブをダクト内に挿入した。吸気ファンが、ダクトを通る比較的連続した流れを維持し、同時に、空気伝搬粒子を取り込んだ新鮮空気とを十分に混合するようにした。ダクトからの排気は、煙道を介して行われた。約350で動作するホットプレートをファン及びダクト吸気口の場所に配置して、小さな燃料サンプルをホットプレート上に置けるようにした。

#### 【0082】

この構成では、煙と、実験室の空間からダクトに連続的に引き込まれる新鮮空気の圧倒的な流れとが一緒にされて混合されるので、煙はかなり希釈された。この状況は、初期火災の成長の初期段階において大幅に希釈されることが予想される実際の保安対象環境をシミュレートすることを意図したものである。いくつかの異なる燃料サンプルを別々にホットプレート上で加熱して、煙エアロゾルを発生させた。さらに、いくつかの粉塵サンプルも評価した。この場合は、ホットプレートを用いず、ファン及びダクト吸気口のところで粉塵をかきませて放出した。

#### 【0083】

空気伝搬粒子が監視装置に取り込まれた後、2つの監視装置チャネルA及びBの出力を測定して、静かな(清浄な空気の)状態からの電圧偏位を取得した。

#### 【0084】

その結果、燃料タイプが異なれば、発生する煙エアロゾルの速度も濃度も様々であることが観察された。様々な燃料が加熱され、燃えるにつれ、エアロゾル粒子のサイズが時間とともに変化し、それによって、チャネルA及びBからの相対出力が同調して変化することが推測される。図9は、(測定が整定する過渡事象を考慮した後の)多種類の粒子サイズに対する反応として、チャネルAに対する比で表されたチャネルB出力を示す。これらのデータを比で示したのは、ここでは関心の対象が粒子サイズなので、様々な空気伝搬粒子密度が関与していることを明らかにするためである。各水平バーの長さ及び位置は、各たなびきの過程で発生した比の範囲を表している。多くのケースでは、比は最高値まで急速に上昇し、その後、ゆっくり下降した。いくつかのケースでは、値が下がった期間を経て、再度上昇した。そのようなパターン(シグニチャ)のいくつかは、明確に双峰である

10

20

30

40

50

ことが観察された。

【0085】

図9はまた、明確に平均粒子サイズの順に並んだこれらの燃料及び粉塵発生源に対する監視装置の相対感度を表している。それによれば、ナイロン管材料は最初、最も小さいサイズの粒子を発生させている(ピーク比5.3)。試験が半分完了した後、比はゆっくり下降する。このとき実際には、燃料がホットプレート上で融解し、比較的長い時間にわたってエアロゾルを発生させている。スチレンフォームの作用も同様である。チャートの下の方にある燃料ほど、黒こげになって固体の炭素質残留物を生成する傾向がある。

【0086】

熱線試験は、ケーブルが過熱して初期の熱分解に至る状況をシミュレートするために、長さ2mのPVC絶縁電線を、2VAC「スコープ」変圧器から供給される高圧電流を通して加熱したものである。

【0087】

はんだ樹脂の結果は、短い樹脂芯はんだを融解させた結果であり、その、チャートにおける場所は、比較的大きな粒子(高融点の液滴)が発生したことを示している。

【0088】

蒸気の結果は、変則的である。発生源である沸騰するやかんから取得される出力読み取り値が非常に小さく、警報を発する状況にならないのに、その比によって、粒子サイズがチャートの下の方に位置するからである。これと異なり、(タルカムパウダーを含む)各種粉塵発生源の場合は、他の発生源はすべて、大きな出力読み取り値を示し、小さいのはチャネル出力比だけであった。

【0089】

明らかに、煙エアロゾルと粉塵との間には、粒子サイズに関して大きな違いがあるので、本発明を用いて、警報を発する過程で、必要な煙発生源と不要な粉塵発生源とを区別することが可能である。

【0090】

比が1に近い場合は、チャネルA(赤外など)をチャネルB(青など)から引いた結果、読み取り値が非常に小さくなり、これらの発生源によって不要な警報が発せられることを避けることが可能であることが理解されよう。この比が1より有意に大きい場合は、チャネルAをチャネルBから引いても、警報が発せられる。この引き算の処理によって特定の種類の煙について監視装置の出力を下げるができるのは確かであるが、粉塵発生源による不要な警報を避けることができるという事実によって、監視装置をより高感度で動作させることが可能になる。

【0091】

さらに、この結果は、多くの燃料において熱分解によって最初に放出される粒子が比較的小さいことを示している公開データと整合性があると考えられる。したがって、ここで用いているタイプの監視装置は、熱分解の最も早い警報を発することが可能である。

【0092】

(回路説明)

図10は、煙の検知に有効な本発明の一形態を、ブロック図として概略的に示したものである。この回路は光投射器1及び2のペアを駆動する。各投射器は異なる波長(色)特性及び/又は偏光特性を有する。各投射器は別々に駆動され、短い継続時間(たとえば、0.4ミリ秒)の光パルスを、(たとえば)150ミリ秒及び350ミリ秒の間隔で交互に発する。これによって空気特性を毎秒2回更新して、低消費電力に見合った高いサンプリングリフレッシュレートを得ることが可能になる。

【0093】

監視装置室3を通過する空気伝搬粒子から散乱した光の一部が、受光モジュール4内の光電池(図示せず)で受光される。この信号が受光モジュール4で増幅され、利得制御6を含む主増幅器5に渡される。増幅された信号は、(同期検波器7、8のペアと、バッファ付きサンプルホールド回路9、10のペアとを含む)弁別器に渡される。弁別器は、2

10

20

30

40

50

つの個々の投射器から引き出された信号を2つのチャネル、すなわち参照符号9で示されたチャネルAと、参照符号10で示されたチャネルBとに分ける。この2つのチャネルは、空気中の粒子の種類についての情報を提供する。チャネルAは、特に粉塵粒子に応答し、チャネルBは、主に煙に対して感度を有するが、粉塵に対してもいくらかの感度を有する。これは、粉塵と煙の粒子のサイズ範囲がそれぞれに広く、ある程度重なることがあるためである。したがって、後続の回路で、加算器11が、チャネルAの粉塵の読み取り値を、チャネルBの煙の読み取り値から引く。この結果として得られる信号は、本質的に煙だけの密度を示す。

#### 【0094】

この煙密度信号がしきい値検知回路12に加えられる。この回路は、検知された火災危険性レベルに応じて一連の3つのランプ及びリレー13を動作させる。これらのランプ及びリレーは、たとえば、A1（警告、又はレベル1）、A2（対策、又はレベル2）、及びA3（火災、又はレベル3）として表される。一般に、これらの警報レベルは、不透明度が0.03、0.06、及び0.10%/mの場合にほぼ相当する煙密度を示している。ただし、監視装置はこれ以外の設定に較正することも可能であり、信号及び設定は、本発明の個々の応用に適切であるように構成されることが可能であることを理解されたい。

#### 【0095】

さらに、チャネルAからの直接出力14を用いて、煙の密度レベルに関係なく、粉塵レベルがいつ高いかが示される。この出力を、試験、稼動、及び実演の補助に用いることも可能である。この出力はまた、監視装置がいつ粉塵を弁別しているかを示す。

#### 【0096】

加算器11に適用される「フェールセーフ」回路として、追加のランプ及びリレー13を構成することが可能である。これらは、監視装置が適切な感度で正常に動作しない場合に障害警報を発する。加算器11のアナログ出力はさらに、障害及び警報の告知のリモート処理に用いることが可能である。あるいは、チャネルA及びBのそれぞれのアナログ出力を用いて、障害及び警報の告知のリモートシグニチャ解析及び処理を行うことが可能である。

#### 【0097】

クロックジェネレータ15は、必要に応じて適切なタイミング信号を出力することが可能であり、電源部16は、適切な電圧で回路の全構成要素に電力を網目状に送ることが可能である。

#### 【0098】

非常に高いレベルの煙又は粉塵が発生しても、弁別器チャネルの出力信号が飽和しないことが必要である。そのような飽和が起こると、2つの投射器から生成された相対信号レベルの情報が失われ、それによって、弁別機能が損なわれる。第1に、増幅器は、（たとえば）飽和信号レベルの半分の信号レベルでフルスケール動作が行われるように、大きな「ヘッドルーム」が設けられている。第2に、自動利得制御が設けられている。弁別器チャネルのDC出力電圧は、飽和レベルに達するがないように、利得制御装置に帰還されている。

#### 【0099】

（利得制御）

図11に示すように、演算増幅器の中域利得は、入力抵抗に対する帰還抵抗の比で決定される。図11のIC3aの場合の電圧利得はR4/R3であり、IC3bの場合の電圧利得はR6/R5である。高域周波数の折れ点は、C4・R4及びC6・R6で決定され、低域周波数の折れ点は、C1・(R1//R2)、C3・R3、及びC5・R5で決定される。増幅器間はDC結合され、DCバイアスはR1及びR2によって設定される。

#### 【0100】

利得制御装置IC4は、一般に、近接結合されたLDR（光依存抵抗器）及びLED（発光ダイオード）を光密（light-tight）ケース内に含む。LDRの抵抗値は調整可能であり、その値は、LEDを通じて供給される電流によって決定され、その電流はR7によ

10

20

30

40

50

って外部制御される。R 7 を通る電流がゼロの場合、LDR の抵抗値は実質的に無限大であり、10 ~ 20 mA の電流が流れるとき、抵抗値は、10 k ~ 100 k の範囲まで下がる。一般には、このLDR は、R4 又は R6 の両端に接続される。この接続の場合は、動作中に高域周波数の折れ点 (C4・R4 又は C6・R6) が上昇し、それによって、増幅器の望ましい周波数応答及び位相特性が乱れるという不利点がある。さらに、この接続では、利得制御のダイナミックレンジが不十分であることがわかっている。

#### 【0101】

この2段の回路は増幅信号に対して非反転なので、LDR を、第2段 (IC3b) の出力から第1段 (IC3a) の入力にかけて接続することが可能である。これにより、使用できる有効なダイナミックレンジが大幅に広がる。さらに、IC4 が動作状態になつても、折れ点 C4・R4 及び C6・R6 はいずれも影響を受けない。

#### 【0102】

R7 を駆動する電流は、信号レベルが十分大きくなるまで利得制御動作が有効にならないよう、ツエナーダイオード D5 及び D6 を介して、チャネルA 及びチャネルB のサンプルホールド電圧信号 (高位から低位に変化する) から得られる。

#### 【0103】

重要なことに、LDR、LED、及びツエナーダイオードの組み合わせの特性は、急峻でも線形でもない。その特性は非線形であり、対数利得関数を与える効果を有する。利得が急峻に変化すると、動作が不安定又は不規則になる。信号レベルが高くなると利得が急に低下し、これによって出力が急に低下し、これによって IC4 の駆動電圧が低下し、これによって利得が再び上昇するからである。この結果、警報出力リレーにチャタリングが発生する可能性がある。非線形設計は、入力が高レベルに上昇したときの出力増加が小さくなるよう考慮したものであり、これによって制御のダイナミックレンジが広くなる。

#### 【0104】

この監視装置の通常のフルスケール感度は、最高警報しきい値 (「火災」) に対応して、0.1 % / m の不透明度に対応し、このレベルより下で中間的な警報しきい値が使用可能である。また、この対数特性を用いて、警報出力しきい値を、警報のレベルが高いほど非線形領域に入るよう決めることが可能である。この方法により、0.01 % / m のような非常に低い煙密度で第1レベル警報 (「警告」) を発することが可能な分解能を与え、警報の最高レベルを 1 % / m、10 % / m、あるいはさらに高い煙密度まで上げることが可能である。

#### 【0105】

##### (検知室の光学)

図12は、様々な波長及び / 又は偏光で動作する投射器の光線図である。明確にするために、例示的な光線を、それらの位置がビームの中心 1201、左端又は右端 1202 にある場合について示した。実際には、これらのビームは、短いパルス継続時間で交互に動作する。図に示すように、ビームは、検知室の中央の監視領域 (ゾーン) 1207 を通るように、レンズ付き投射器本体 1203、1204 によって形成され、絞り 1205、1206 によって制限される。このゾーン 1207 を煙又は粉塵が通過すると、ビームエネルギーのわずかな一部がこれらの粒子から様々な方向に散乱する。このエネルギーの一部が主受光絞り 1208 の方向に散乱し、そこから、レンズ 1209 に入る。レンズ 1209 は、このエネルギーを受光セル 1210 内の光電池に合焦させる。この経路では中間絞りが避けられていることに注目されたい。これは、検知室内で反射して、不適切な方向から来る迷光が、それらの中間絞りに反射してレンズに入る可能性があるからである。

#### 【0106】

直接ビーム 1201、1202 は吸収ギャラリー 1211 に入り、そこで、高吸収壁 1212 での複数の反射によって光エネルギーが消散する。ギャラリーは、残存光が出現可能になる前に多くの反射を発生させるために、複数の反射をギャラリーの最奥端 1213 に誘導するように設計されている。この吸収と主絞り形状とを、検知室及びビーム絞りと組み合わせると、最初のビームの残存光によって、煙又は粉塵の粒子から散乱した光があ

10

20

30

40

50

ふれることを避けられる。

【0107】

光線1214は、受光レンズ及び主絞りによって、光電池に対する感度がよくなる領域を示している。図に示すように、この、感度のよい領域は、監視ゾーン1207内で合焦するが、光電池1210は、光軸に沿って、そのゾーンの先まで感度を維持する。この拡張された感度は、検知室の最奥端で、吸収領域1215によって制限される。設計意図は、投射器1203、1204からのごくわずかの光エネルギーがこの吸収領域に落ちるようになることである。これらの光エネルギーは、粒子から散乱した光をあふれさせる傾向がある。この不要な光は、主に、投射器絞り1205、1206からの反射から発生する。この吸収領域を隠すことと、迷光をこの領域の外に反射させることとを組み合わせると、そのあふれる光を最小にすることが可能である。さらに、吸収領域の壁は、投射光を吸収するように黒色であることが好ましい。

【0108】

図13は、投射器絞り1205、1206からの反射で発生する、典型的な、不要な光線を示す。これらは、中央の吸収領域1215に達することを妨げられている。この図はまた、主絞り1217を通過して、受光ギャラリー1218内で吸収される不要な光線1216も含んでいる。さらに、主絞り1217に反射した不要な光線1219は、受光モジュール1210内で光電池の軸外で合焦するように示されており、(図14の1401に示すように)受光モジュール1210内で光電池絞りによって避けられている。

【0109】

これらすべての方法の組み合わせは、空気伝搬粒子から散乱した光があふれるのを避けるように動作する。この課題の困難さは、散乱光の強度が一般に投射器の光より1億倍低いという事実からわかる。

【0110】

図12に示したように、投射器からの光1202の中央の円錐内の明るさは、検知室での1次の明るさであると見なされる。この明るい光は、吸収ギャラリー1211に誘導され、吸収ギャラリー1211内で複数の反射を経て効率的に吸収される。この中央の円錐角の外側は、投射器の光学的諸特性と投射器絞りからの反射とによってもたらされる2次の明るさ1220である。ゆえに、投射器絞り部分は、全体として、様々な方向に明るいと見なされなければならない。したがって、投射器絞りを受光器又はレンズ絞りの視界から隠さなければならないが、これは主絞り1217の位置決めによって達成される。このように投射器絞りを隠すために、投射器絞り1205、1206の最外端から、主絞り1217の最内端を経て、レンズ絞り1222の最外端に至る線(図13の破線)によって検知室形状を設定する。これは、本発明の実施形態の目的が、実用可能な最小限のサイズで最大限の感度の監視装置を作成することであることを特徴づける形状である。

【0111】

主絞り1217は、投射器の中央の円錐1202の外側にあって、投射器絞り1203、1204からの2次の明るさの光1220にさらされる。したがって、主絞り1217は、3次の明るさの光1219を様々な方向に反射する。この説明での「~次の明るさ」は、必ずしも10倍を意味するものではないことに注意されたい。黒色の表面が投射光の99%を吸収し、反射するわずか1%が非鏡面反射による散乱でさらに減衰するとすると、明るさは1000分の1以下まで減衰しうる。したがって、3次の明るさは、厳密な測定値ではなく、相対的な目安を与える。この3次の明るさの光1219のわずかな一部がレンズ絞り1208及びレンズ1209に向かって反射される。図14に示すように、レンズ1209がこの不要な光1219を受光セル1210の軸外で合焦させ、不要な光1219は受光絞り1401によって行く手をふさがれる。焦点距離が相対的に長く、主絞りが広い両凸レンズを用いると、主絞り1217に反射した不要な光線(軸外)を受光セル1210の脇に落とすことが可能であり、その光線を受光絞り1401によって減衰させることが可能である。

【0112】

10

20

30

40

50

不要な光を必要な光と分離する制御を行うには、レンズの合焦を比較的精密に制御することが必要であると考えられていた。そこで、(図15に示す)焦点距離が比較的短い非球面レンズ1501が提案された。そのようなレンズは、受光セルの表面全体の端から端までの合焦を厳密に制御することによって、球面収差を回避し、写真品質の画像を形成することが可能である。図15は、そのようなレンズ1501が、監視ゾーン1207(図12)で検知された粒子から受光した散乱光を合焦させる動作を示している。図15はまた、主絞り1217及び受光セル1210とレンズ1501との位置関係を示している。図16は、その一方で、そのような非球面レンズを用いると、主絞りに反射した不要な光の一部が受光セルに落ちることを示している。これによって、必要な光があふれる。

## 【0113】

図12では、(2つの凸面を有する)比較的厚い両凸レンズが用いられており、これにより詳細に示したのが図14及び17である。図14に示すように、不要な光1219は軸外方向から到達するため、このタイプのレンズ1402の球面収差が光線の2つの集合をより分離する方向に作用する。この分離は、比較的長い焦点距離を用いることによってさらに助長される(そして、分離は焦点距離に比例することがわかっている)。図17に示すように、両凸レンズ1402の使用が可能であるのは、受光セル1210で正確な写真画像を形成する必要がないからである。必要なのは光を集めることだけであって、焦点は、関係する光線経路ほど重要ではない。このように、検知された粒子からの散乱光の相対的最大量が(図示したように、照射された受光セル1210の表面のほとんどすべてに光が当たるように)受光セルに落ちることが可能であって、不要な光が、上述のように受光絞り1401によって受光セルからブロックされるか、受光セルの脇にそれるように、受光セル1210及びレンズ1402の形状が決定されることが好ましい。

## 【0114】

## (流体力学)

流体力学の立場からの検知室の設計は、非常に重要である。本発明の一実施形態は、通気ダクトを通過する空気の、連続的であって微量ながら代表的なサンプルを収集する小型ダクトプローブ(たとえば、やはり本発明者による、同時係属中の米国特許出願第2003/0011770号で開示されているプローブ)を含む。

## 【0115】

図13に示すように、環境からサンプルされた、空気などの流体は、吸気口1301から本発明の検知室に引き込まれ、検知室及び監視ゾーン1207(図12)を通過し、排気口1302から排出される。サービス間隔を長くするために、粉塵を効率的に除去できる比較的大きなフィルタ1303を、大きな損失水頭(圧力低下)をこうむることなく用いることが可能である。使用が好ましいタイプのフィルタは、深さがあり、穴が大きく、セルが開いたフォームフィルタである。フィルタが除去するように設計される最小の粉塵粒子は、一般に、フィルタの穴サイズの平均より少なくとも10倍小さい。粉塵の除去は、ブラウン運動(速い熱振動)の結果、達成される。粉塵粒子は、ブラウン運動によって、実際のサイズより何倍も大きいかのように作用し合う。粉塵は、深いフィルタを空気流が通過する際に統計的に除去されるので、有害と考えられるほとんどすべての粉塵が、空気流がフィルタ出口1314から出るまでに除去される。これによって、その先の検知室内での粉塵の蓄積(汚れ)が最小限になり、保守期間が大幅に延びることがわかっている。一方、フィルタの開いた構造により、先行技術の吸気式煙検知器で発生した重大な問題、すなわち、時間が経つにつれ煙粒子が除去されるようになり、感度が低下する問題は回避される。さらに、このフィルタは、フィルタに粉塵が蓄積されるにつれてフィルタ内の損失水頭が目立って増えるタイプのフィルタではない。

## 【0116】

一般に、煙粒子は0.01~1ミクロンの範囲にあり、空気伝搬粉塵粒子は1~100ミクロンの範囲にある。しかしながら、現実には、最小規模の粉塵粒子が最大規模の煙粒子より小さいため、1ミクロンの境界にいくらかの重なりが存在する。したがって、フィルタが完全な粉塵捕捉器でなければならないというのは適切ではない。したがって、煙に

10

20

30

40

50

対する感度の低下を防ぐには、ほんのわずかの粉塵粒子がフィルタを通過するようにしなければならない。これについては別の方で対応する必要がある（後で開示する）。

【0117】

フィルタ1303の両側に左右対称のディフューザ1312、1313がある。フィルタの出口面1314はディフューザ1313に向かっており、ディフューザ1313は、空気流を効率的に再結合し、空気流の向きを90°回転させ、空気流を通路1304に渡す。本発明の好ましい実施形態では、この通路は、吸気管の5倍程度の断面積まで狭くなり、そのため損失が非常に低いまで、局所的な空気速度が、フィルタの出口面1314での空気速度の8倍程度になる。

【0118】

好ましい実施形態では、2つのセンサ素子1305、1306が取り付け可能であり、一方のセンサ素子1306はフィルタの出口に、もう一方のセンサ素子1305はこの狭い領域1304内に取り付け可能である。この配置では、センサ1306は、フィルタを出る相対的に非常に低速の空気流にさらされるので、センサはほとんど冷却されない。このセンサ1306は、シュラウド1307によってさらに冷却から保護される。一方、センサ1305は、格段に高速の空気流に比較的完全にさらされ、したがって、センサ1306よりも実質的に冷却される。2つのセンサ1305、1306は、同じ周囲空気温度にさらされることが好ましい。既知の温度依存性を有する同等の素子を利用できることが好ましく、それによって、それらの素子がさらされる異なる空気流速度に起因する異なる冷却率を用いて、各センサ間で異なる電圧を発生させることができ、それによって、周囲空気温度にほとんど依存しない形で空気速度の測定値を与えることが可能である。

【0119】

これらのセンサは、米国特許第4781065号で開示されているタイプのセンサであることが可能であるが、本発明の装置におけるセンサの位置は独特である。

【0120】

さらに、本発明の装置では、それらのセンサは、ダクトフィルタ1303を通過した後の空気流にさらされるので、汚れは最小限になる。汚れがあると、センサ1305、1306の冷却特性の妨げになり、それによって、空気流測定回路の正確さが損なわれる。

【0121】

空気流は、さらに先のディフューザ1308まで続く。ディフューザ1308は、投射器1203（図12）の光吸収ギャラリー1308でもある。空気流が吸収ギャラリー1308の開口部に達すると、方向の変化が与えられ、速度が吸気管での速度の25分の1程度以下まで下がる。したがって、ギャラリー1308を通過し、監視ゾーン1207（図12）を横切り、第2のギャラリー1309に入る空気流においては、損失がほとんど発生しない。ここで速度は比較的低いので、空気流内に粉塵粒子が残っているとすれば、それらは、（フィルタ1303の効果で）数も少なく、サイズも小さく、運動量が非常に小さいので、遠心力によって流体中の浮遊から遠心分離されることはなく、それによって、監視ゾーン1207の近傍内で汚れになる可能性が最小限になる。粉塵粒子の遠心分離の傾向があるとすれば、それらの運動量の方向は、それらの粒子が無害のままで主オリフィス1217からそれていく方向であろう。

【0122】

空気流は、第2の吸収ギャラリー1309のほうに引き込まれ、ディフューザの動作によって、徐々に、かつ、効率的に加速され、排気口1302の方向を向く。排出空気は、前述の米国特許第4781065号の記載のように、サンプリング環境（ダクトなど）に効率的に戻っていく。

【0123】

空気流が、損失を最小限にし、層流を助長するように、一連の段階を通過する様子を説明した。したがって、検知室は、新鮮な空気サンプルによって、非常に効率的かつ迅速に一掃され、煙の残留が最小限になる。大きな断面積の場所で局所的に速度が低くなるにもかかわらず、煙レベルの変化に対する検知室アセンブリの応答はまったく敏速であり、煙

10

20

30

40

50

監視警報の目的に好適であることが明らかになった。

【0124】

本発明の監視装置の中では圧力低下がほとんどないので、監視装置内部のどの場所でも絶対圧力は、ダクト内部の圧力と同等である。ダクト内部と、監視装置が設置される周囲環境との間に大きな圧力差がある可能性があるので、監視装置は、良好な圧力シールを維持して、どのポイントでも漏れがないようにしなければならない。漏れの可能性は、検知室の同等な半分同士をフラットなはめあいフランジ1310で結合することを含む、検知室の設計によって最小限になる。したがって、検知室の密閉には、フラットなガスケットが1つだけ必要である。一実施形態では、厚みのある独立気泡フォームのガスケットが、検知室フランジの偏平度のばらつきに容易に適合して、プラスチック射出成形において起こりうる微量のそりやゆがみを吸収できるので好ましい。検知室の、特に監視ゾーン1207付近の、検知室壁の光吸収特性に敏感な領域は、小さなりム1311を延長して、検知室の半分同士の中央結合部で一緒にすることによって、ガスケットから隠されている。検知室の半分同士の実際の接合は、これらのリムの場所でのみ行われることが好ましい。これによって、はめあい部品の偏平度についての製造上の要求が大幅に簡素化される。

【0125】

ここまで説明は、ダクトプローブの使用を念頭においたものであるが、本発明の他の実施形態では、プローブを他の手段に置き換えて、監視対象の流体サンプル（空気など）を取り込むことが可能である。この、他の手段（米国特許第4781065号で開示されている）は、20mm径などの小口径パイプ内のベンチュリ装置であることが可能である。このパイプは、ベンチュリの上流又は下流に設置された吸気ポンプ又はファン（吸気装置）に接続されることが可能である。下流に設置された場合は、1つの吸気装置に複数の監視装置を接続することが可能である。各監視装置の上流で、小口径パイプが火災ゾーン全体にわたって伸びることが可能である。流体が監視又は検知される領域又はゾーンに伸びる網又はノズルとして、サンプリングパイプを構成することが可能である。前記各パイプはノズルを含むことが可能である。前記各パイプ及びノズルは、多数の小さな穴を含み、各穴の近傍の空気を穴からパイプに吸引することが可能である。そのような穴のすべてから集められた空気サンプルは、断続的に、又は比較的連続的にベンチュリのほうへ引き込まれる。ベンチュリは、パイプ内の空気の一部が監視装置に引き込まれ、監視装置の空気流がパイプに戻るまでに煙又は粉塵の存在が感知されるように設計されている。その後、すべての空気が吸気装置に吸引され、排気される。

【0126】

ダクトプローブ又はベンチュリの場合は、使用可能な空気の一部だけが監視装置を通過することが好ましいことに注意されたい。この、空気の一部（サンプル）は、メインの空気流と同じ密度の煙及び/又は粉塵を含む。しかしながら、監視装置を通過する空気流を慎重に最小化することによって、粉塵フィルタ内の粉塵の蓄積率を最小化することが可能であり、それによって、監視装置の感度に影響を及ぼすことなく、保守間隔を最大化することが可能である。

【0127】

本発明のさらなる代替実施形態では、ベンチュリを用いる代わりに、監視装置を小口径チューブ（たとえば、内径が5mmのもの）に直接接続することが可能である。これは、小口径チューブを数メートル程度の短い距離で用いる場合に好適であり、この場合はすべての空気流が監視装置を通過するが流速が小さくなるので、必ずしも保守間隔に影響するとは限らない。小口径チューブを長い距離で用いる場合に応答時間を短縮しようとする、圧力低下が非常に大きくなり、必然的に吸気装置の圧力が高くなり、エネルギー消費が大きくなる。

【0128】

（監視装置の取り付け）

図18に示すように、監視装置1801（たとえば、本発明による監視装置）を、取り付けタブ1803を用いて、平らな側面、円形の表面、又は他の形状の表面（ダクト18

10

20

30

40

50

02など)に取り付けることが可能である。監視装置1801は、たとえば、ねじ、又は他の好適な手段(図示せず)によって固定することが可能である。監視装置を取り付ける際には、タブ1803を、監視装置を固定する場所の表面に適合するように、単純に曲げる。たとえば、図18に示すように、ダクトに取り付ける際に、タブがダクトの表面に適合するまでタブを曲げる。このダクトは、200mm(8インチ)径ほどの小ささでもよい。タブ1803は、監視装置1801のハウジングと一体化していてもよい。この場合は、ハウジングに形成された溝穴(図示せず)でタブの動く範囲を定め、タブを変形させずに曲げることが可能になるので、ダクト表面又は他の取り付け表面にタブをしっかりと固定することが可能である。

## 【0129】

本発明の特定の実施形態との関連で本発明を説明してきたが、さらなる修正が可能であることが理解されよう。本出願は、本発明の原理に一般的に従う、本発明のあらゆる変形形態の使用及び翻案を包含するものであり、本発明に関連し、かつ、これまでに説明した本質的な特徴に適用可能な技術における、既知の、又は慣例的な実施に含まれる、本開示からの逸脱を含む。

## 【0130】

本発明は、本発明の本質的特徴の趣旨から逸脱することなく様々な形態で実施可能であるので、前述の実施形態は、特に断らない限り、本発明を限定するものではなく、むしろ、添付の特許請求項で定義される、本発明の趣旨及び範囲にあまねく含まれるものであると解釈されるべきであることを理解されたい。様々な修正及び等価な構成は、本発明並びに添付の特許請求項の趣旨及び範囲に含まれるものとする。したがって、個々の実施形態は、本発明の原理を実施することが可能な様々な方法を例示したものであると理解されたい。添付の特許請求項におけるミーンズプラスファンクション条項は、定義された機能、及び構造的等価物のみならず等価構造物を実施するものとして構造物を包含するものとする。たとえば、釘が円柱状の表面を用いて木製部品同士を固定するのに対し、ねじはらせん状の表面を用いて木製部品同士を固定するという点において、釘とねじとは構造的等価物ではないと言えるが、木製部品同士を固定するという状況においては、釘とねじとは等価構造物である。

## 【0131】

本明細書で用いた場合の「含む(contains/comprising)」は、提示された特徴、整数、ステップ、又は構成要素の存在を明示する意味であるが、1つ又は複数の他の特徴、整数、ステップ、構成要素、又はこれらからなる群の存在又は追加を除外しない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0132】

【図1】ある範囲にわたる粒子サイズの粒子に対して青430nm及び赤660nmの波長の光を照射した結果を示す図である。

【図2】ある範囲にわたる粒子サイズの粒子に対して青430nm及び緑530nmの波長の光を照射した結果を示す図である。

【図3】ある範囲にわたる粒子サイズの粒子に対して青470nm及び赤外940nmの波長の光を照射した結果を示す図である。

【図4】青信号から赤信号を相対減算した結果を示す図である。

【図5】青信号から緑信号を相対減算した結果を示す図である。

【図6】青信号から赤外信号を相対減算した結果を示す図である。

【図7】各種タイプの燃料における、経過時間に対する粒子サイズの成長を示す図である。

【図8】各種燃料及び火炎の成長の各段階の煙に対する赤外チャネル及び青チャネルの応答の比較を示す図である。

【図9】たなびきにおける所定の燃料からの空気伝搬粒子に反応するチャネルB出力及びチャネルA出力の相対比を示す図である。

10

20

30

40

50

【図10】本発明の一実施形態による煙監視装置の概略ブロック図である。

【図11】本発明の一実施形態による利得制御増幅器の一形態の回路図である。

【図12】光経路の表示を含む、好ましい検知室形状を示す図である。

【図13】光経路の表示を含む、好ましい検知室形状を示す図である。

【図14】本発明の一態様による両凸レンズの使用を示す図である。

【図15】本発明の一態様による非球面レンズの相対動作を示す図である。

【図16】本発明の一態様による非球面レンズの使用を示す図である。

【図17】本発明の一態様による両凸レンズの相対動作を示す図である。

【図18】ダクト設備に検知器ユニットを取り付ける例を示す図である。

【符号の説明】

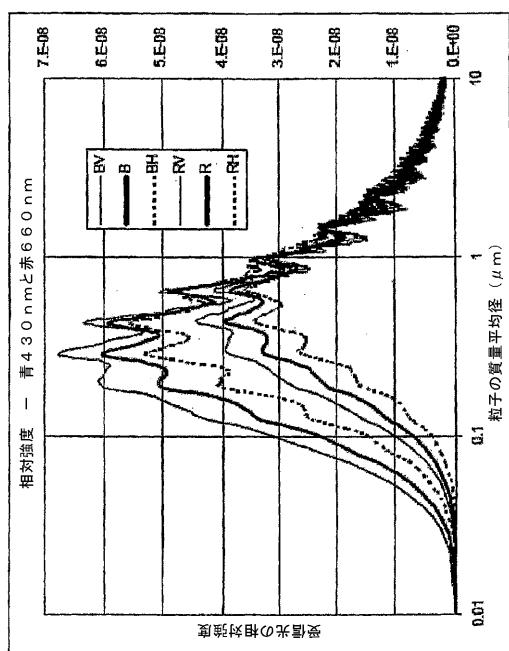
10

【0133】

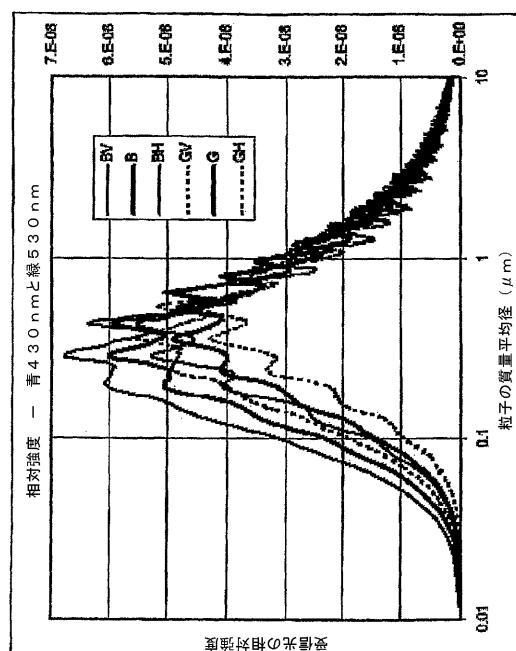
1、2 光投写器、4 受光モジュール、5 主増幅器、9、10 バッファ付きサンプルホールド回路、11 加算器、12 しきい値検知回路、13 リレー、14 直接出力、15 クロックジェネレータ、16 電源部、17 監視装置室、1201、1202 直接ビーム、1203、1204 レンズ付き投射器本体、1205、1206 絞り、1208 主受光絞り、1209 レンズ、1210 受光セル、1211 吸収ギャラリー

20

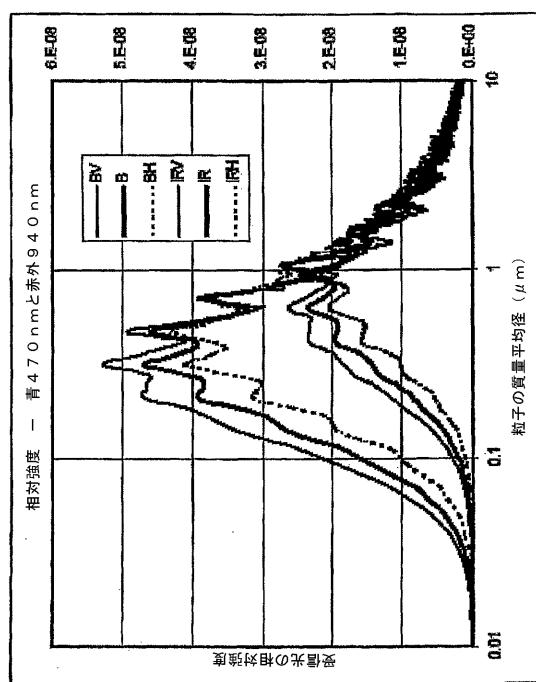
【図1】



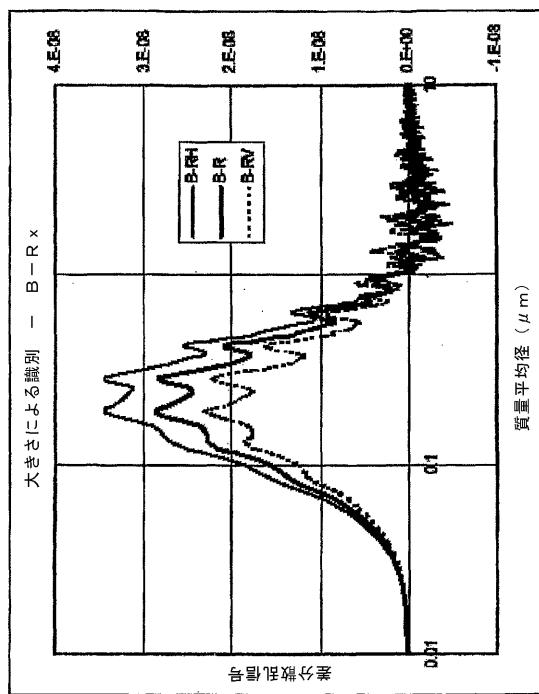
【図2】



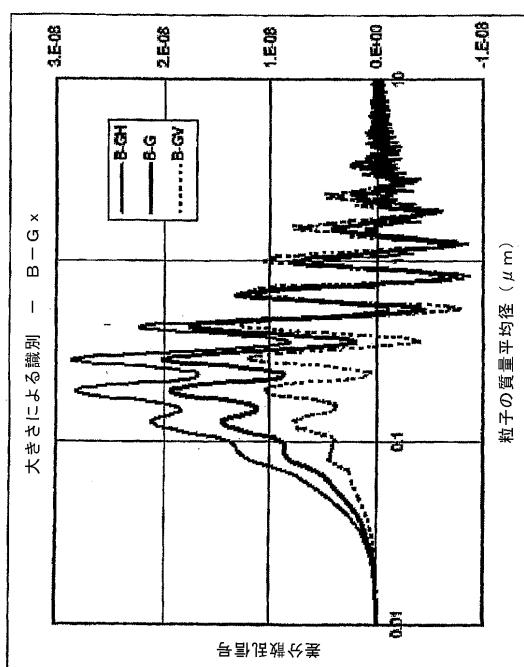
【図3】



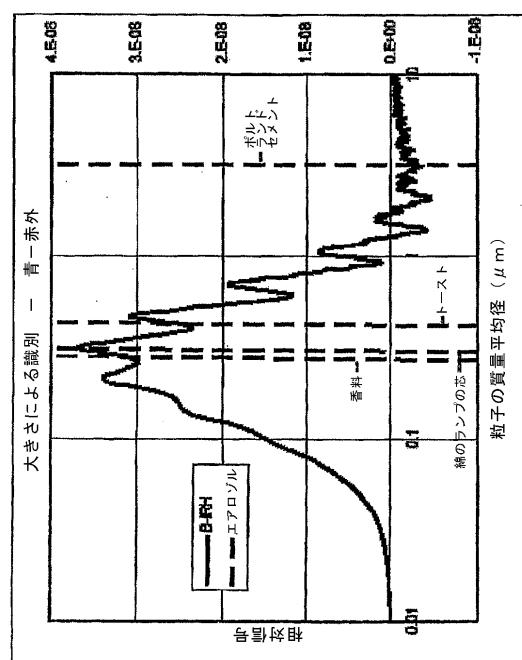
【図4】



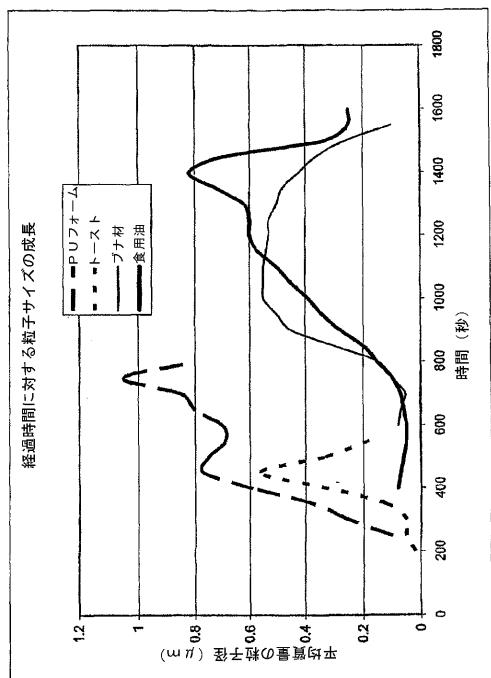
【図5】



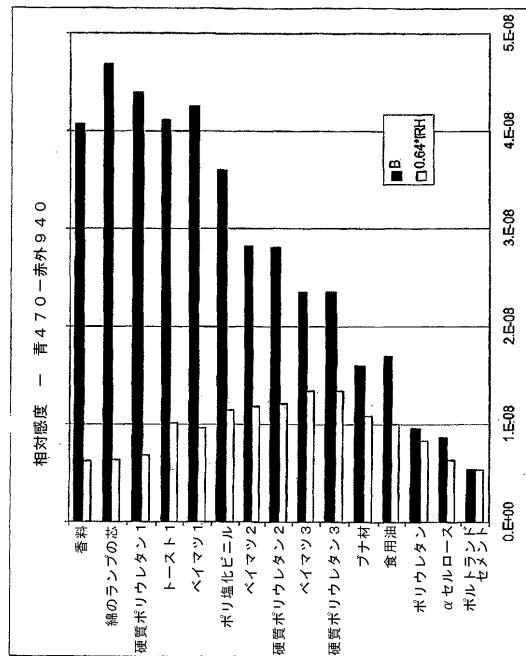
【図6】



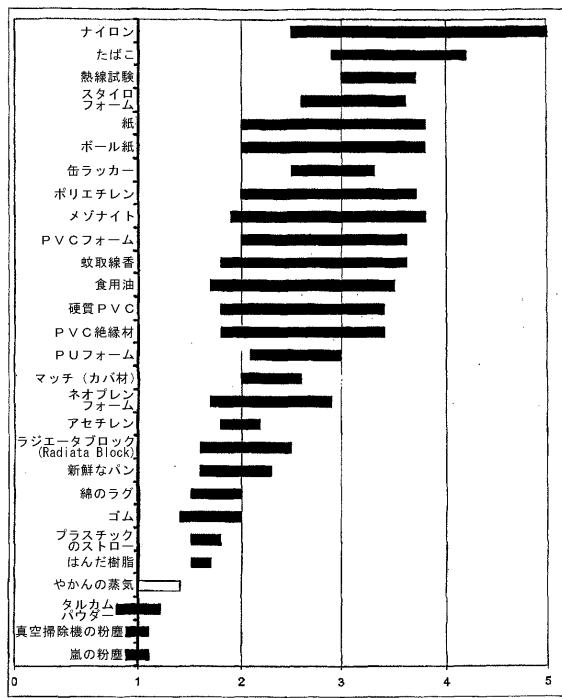
【図7】



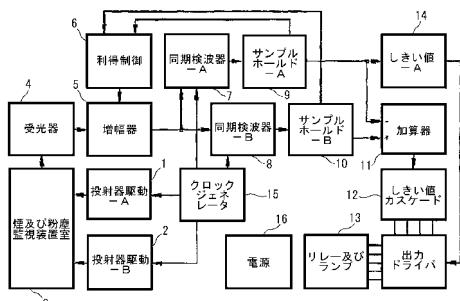
【図8】



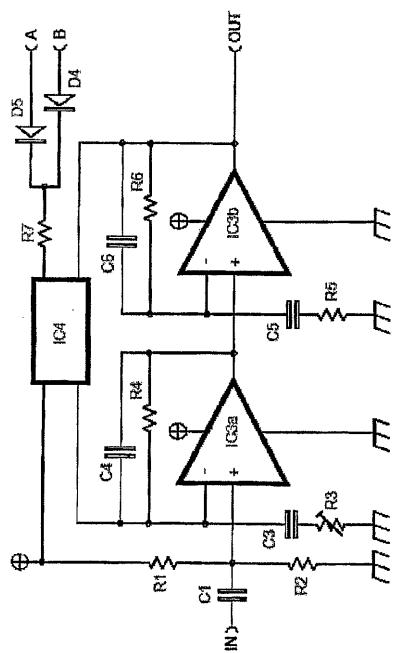
【図9】



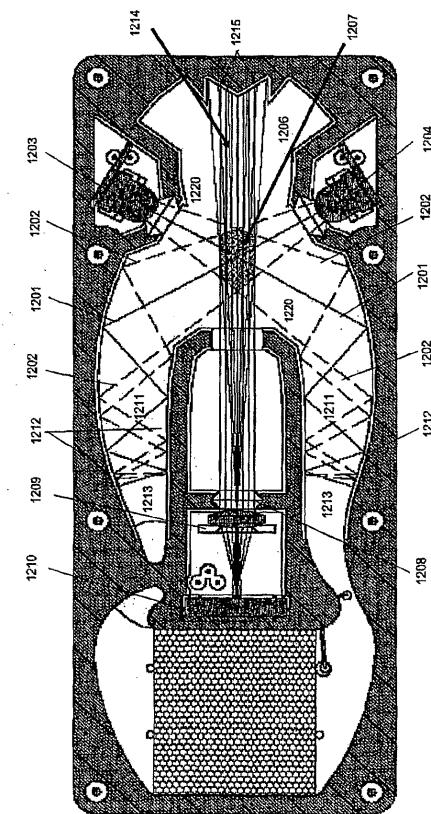
【図10】



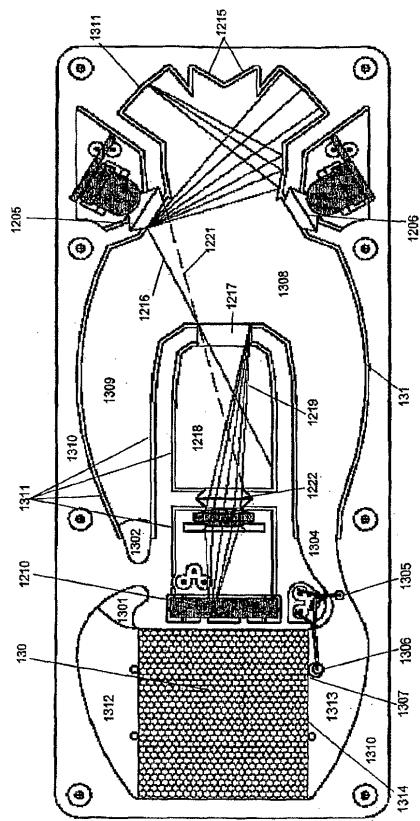
【 図 1 1 】



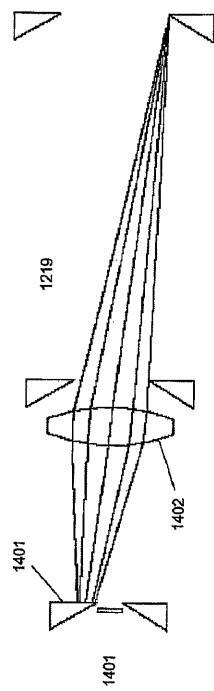
## 【 図 1 2 】



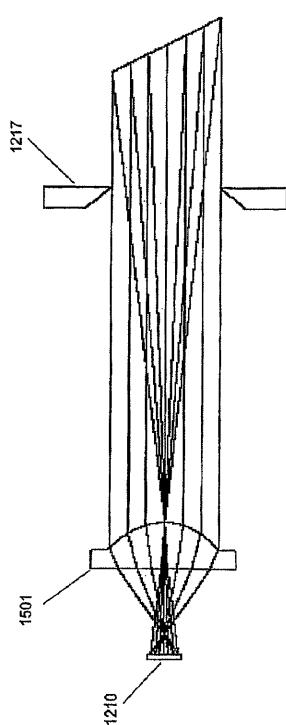
【 図 1 3 】



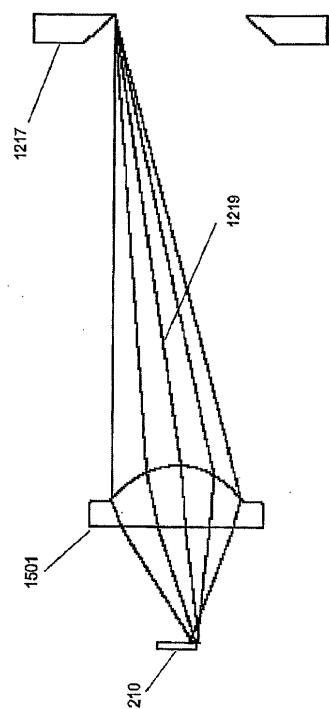
【 図 1 4 】



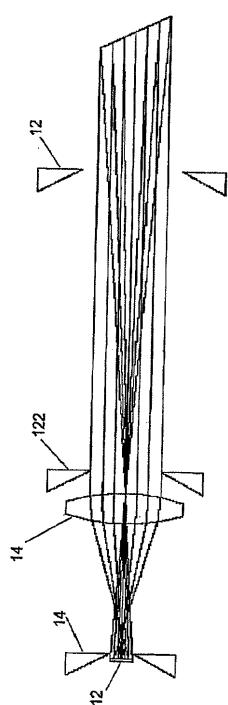
【 図 1 5 】



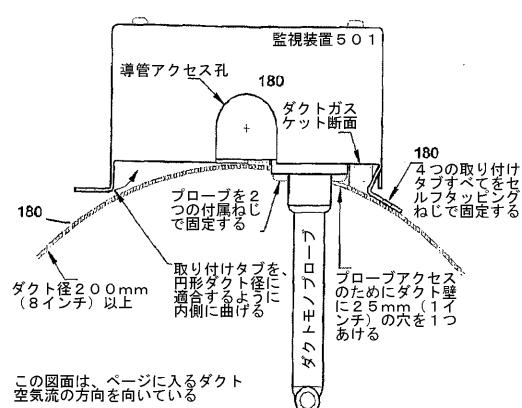
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/AU2004/001435
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
Int. Cl.?: G08B 17/00, 17/10, 17/103, 17/107		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
WPAT: IPC marks + Keywords: SMOKE, DETECT+, FIRE, SENS+, DUST, PARTICLE?, ALARM, WAVELENGTH? FREQUENC+, COLO?R, INFRA RED, IR.		
ESPACE: SMOKE, DECTECTOR, COMPUTER, LENS		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2001/059737 A (COLE) 16 August 2001 Entire document	1-16, 22, 44, 46-49
Y	Entire document	33, 45
Y	US 4181439 A (TRESCH et al) 1 January 1980 Entire document, see column 4 lines 61-66, column 6, drawings	33
Y	US 6414746 B (STETTNER et al.) 2 July 2002 Entire document, see abstract, drawings	45
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"B" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 21 December 2004		Date of mailing of the international search report 6 JAN 2005
Name and mailing address of the ISA/AU AUSTRALIAN PATENT OFFICE PO BOX 200, WODEN ACT 2606, AUSTRALIA E-mail address: pct@ipaaustralia.gov.au Facsimile No. (02) 6285 3929		Authorized officer  CHARLES BERKO Telephone No : (02) 6283 2169

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/AU2004/001435
C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2002/0101345 A (PAT TOK et al) 1 August 2002 Entire document	45
X	WO 2000/007161 A (RUNCIMAN) 10 February 2000 Entire document	1-16, 46-49
Y	Entire document	22, 44
X	GB 2319604 A (KIDDE FIRE PROTECTION LIMITED) 27 May 1998 Entire document	1-16, 46-49
Y	Entire document	22, 44
X	US 3982130 A (TRUMBLE) 21 September 1976 Entire document	1-16, 46-49
X	GB 2273769 A (ELLWOOD et al) 29 June 1994 Entire document	1-16, 46-49
Y	US 4426640 A (BECCONSALL et al) 17 January 1984 Entire document	1-16, 22, 44, 46-49
Y	GB 2193570 A (THE SECRETARY OF STATE FOR DEFENCE) 10 February 1988 Entire document	1-16, 22, 44, 46-49
Y	US 4906978 A (BEST et al) 6 March 1990 Entire document	1-16, 22, 44, 46-49
Y	GB 2267963 A (APPLEBY et al) 22 December 1993 Entire document	1-16, 22, 44, 46-49

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/AU2004/001435				
<b>Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)</b>						
This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:						
1.	<input type="checkbox"/> Claims Nos.:	because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:				
2.	<input checked="" type="checkbox"/> Claims Nos.: 23.	because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:  No meaningful construction can be placed on the claim				
3.	<input type="checkbox"/> Claims Nos.:	because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a)				
<b>Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)</b>						
This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:						
See Supplemental Box sheet						
1.	<input type="checkbox"/> As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.					
2.	<input type="checkbox"/> As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.					
3.	<input type="checkbox"/> As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:					
4.	<input checked="" type="checkbox"/> No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:	1-16, 22, 33, 44, 45, and 46-49				
<b>Remark on Protest</b> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>No protest accompanied the payment of additional search fees.</td> </tr> </table>			<input type="checkbox"/>	The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.	<input type="checkbox"/>	No protest accompanied the payment of additional search fees.
<input type="checkbox"/>	The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.					
<input type="checkbox"/>	No protest accompanied the payment of additional search fees.					

INTERNATIONAL SEARCH REPORT	International application No. PCT/AU2004/001435
<b>Supplemental Box</b> <small>(To be used when the space in any of Boxes I to VIII is not sufficient)</small>	
<b>Continuation of Box No: III</b>	
<p>The multiple inventions found in the application are as follows:</p>	
<p><b><u>Group 1.</u></b></p>	
<p>(a) Claims 1-16, and 46-49, are directed to determination of the presence of particles of predetermined size(s) in a fluid sample. The former subgroup being characterised by responsiveness to a signal(s) sample and illumination by first and second wavelengths of light, while the latter is/are characterised by responsiveness to a logarithmic scaled signal exemplified in appended claims by an alarm.</p>	
<p>(b) Claim 22, is directed to determination of a service interval for a particle monitor, is/are characterised by determination of the presence of dust particle(s) distinctly from smoke particles, and measure of the presence thereof, and providing indication when a predetermined threshold is reached.</p>	
<p>(c) Claim 33, directed "In combination" to a biconvex lens with the monitor of claim 15, 21 or 32.</p>	
<p>(d) Claim 44, directed to an apparatus to detect particles is characterised by a processor adapted to operate in accordance with a set of instructions, and adapted to perform the method of anyone of claims 1-14.</p>	
<p>(e) Claim 45, directed to a computer program product, is characterised by a usable medium having readable program and system codes for detecting the presence of particles in accordance with anyone of claims 1-14 in association with a data processing system. <i>For the purpose of this report, this appended claim has been added to this group. However, a separate search would be required for completeness.</i></p>	
<p>Thus, what these sets of claims have in common is determination of the presence of particles, and some indication thereof. This is considered to constitute a "first" special technical feature.</p>	
<p><b><u>Group 2.</u></b> Claims 17-21, directed to a gain control apparatus adapted for providing particle monitor control, is/are characterised by first and second gain stage amplifiers such that amplifier frequency response is unaffected by controlled feedback.</p>	
<p>This is considered to constitute a "second" special technical feature.</p>	
<p><b><u>Group 3.</u></b> Claims 24-31 directed to a particle monitoring chamber is/are characterised by a primary iris preventing light impinging directly on a lens adapted to focus light toward a receiver cell.</p>	
<p>This is considered to constitute a "third" special technical feature.</p>	
<p><b><u>Group 4.</u></b> Claims 34-38, directed to determination of velocity of fluid flowing through a given area, is characterised by sensor paths of substantially similar temperature characteristics, and the determination based on measure of cooling effect of fluid passing the sensors.</p>	
<p>This is considered to constitute a "fourth" special technical feature.</p>	
<p><b><u>Group 5.</u></b> Claims 39-43 directed to mounting a housing on a duct, is/are characterised by a tab element, shaped to fit the profile of the duct near the mounting area, and used to attach the housing.</p>	
<p>This is considered to constitute a "fifth" special technical feature.</p>	
<p>None of these sets of claims have any special technical features in common as required by Rule 13.2. The claimed invention lacks unity.</p>	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/AU2004/001435**

This Annex lists the known "A" publication level patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The Australian Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent Document Cited in Search Report				Patent Family Member			
WO 0159737	AU 31426/01	EP 1261953	US 2003011770				
US 4181439	AU 23207/77	BE 852827	CA 1096461				
	CH 592932	CH 615288	DE 2619082				
	DE 2705263	FR 2357888	GB 1533192				
	JP 52119975	NL 7702835	SE 7703071				
US 6414746	NONE						
US 2002101345	US 6469623						
WO 0007161	AU 52564/99	CA 2339170	EP 1101210				
	ZA 200101433						
GB 2319604	GB 2319605						
US 3982130	NONE						
GB 2273769	NONE						
US 4426640	AU 61839/80	EP 0026046	JP 56049940				
GB 2193570	NONE						
US 4906978	NONE						
GB 2267963	NONE						
Due to data integration issues this family listing may not include 10 digit Australian applications filed since May 2001.							
END OF ANNEX							

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

G 0 1 N 15/06

D

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,M,A,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

F ターム(参考) 5C085 AA03 AB01 AC07 BA33 CA02 CA15 CA23 DA07 DA08 EA08  
EA27 EA40 FA06 FA20