

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4939734号
(P4939734)

(45) 発行日 平成24年5月30日 (2012.5.30)

(24) 登録日 平成24年3月2日 (2012.3.2)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 N 15/00 (2006.01)	GO 1 N 15/00 C
GO 1 N 15/06 (2006.01)	GO 1 N 15/06 D

請求項の数 14 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-111857 (P2004-111857)	(73) 特許権者	504137347
(22) 出願日	平成16年4月6日 (2004.4.6)		マター・エンジニアリング・アクチェンゲ
(65) 公開番号	特開2004-354370 (P2004-354370A)		ゼルシャフト
(43) 公開日	平成16年12月16日 (2004.12.16)		スイス国、5610ヴォーレン、プレムガ
審査請求日	平成19年3月22日 (2007.3.22)		ルターストラーセ、62
(31) 優先権主張番号	03405248.0	(74) 代理人	100069556
(32) 優先日	平成15年4月11日 (2003.4.11)		弁理士 江崎 光史
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100092244
			弁理士 三原 恒男
		(74) 代理人	100111486
			弁理士 鍛冶澤 實
		(72) 発明者	ハインツ・ブルチャー
			スイス国、ルドルフシュテッテン、ヘレン
			ベルクストラーセ、46

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 浮遊粒子の検出、特性化及び／又は除去をするための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エアゾールが揮発性の浮遊粒子と固体の浮遊粒子を含有する、エアゾールのキャリアガス内の浮遊粒子の特性化、分離及び／又は除去をするための方法であって、この方法が、希釈ガスでエアゾールを希釈するステップと、この希釈をするステップの後に、揮発性の浮遊粒子が蒸発して揮発性の物質になる温度にエアゾールを加熱するステップを有し、この加熱をするステップが、希釈をするステップが行なわれる場所から離れた場所で行なわれ、エアゾールを希釈するステップでは、元の温度にエアゾールを後から冷却した場合でも揮発性の物質がもはや凝縮しないように、希釈が調整されること、エアゾール内に残っている固体の浮遊粒子を検出し、固体の浮遊粒子が存在した場合には、固体の浮遊粒子を特性化する及び／又はその量を測定するために、エアゾールの少なくとも適当な分量を分析するステップが行なわれることを特徴とする方法。

【請求項 2】

エアゾールを加熱するステップで、エアゾールが、少なくとも180°Cの温度に加熱されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

請求項1又は2に記載の方法を実施するための装置であって、この装置が、ガス供給部及びガス導出部と、希釈ガスでエアゾールを希釈するための希釈ユニット(13)と、揮発性の浮遊粒子が蒸発して揮発性の物質になる温度にエアゾールを加熱するための加熱手段とを備え、希釈ユニットが、加熱手段から場所を離してエアゾールの流れ方向で加熱手

段の前に接続されており、元の温度にエアゾールを後から冷却した場合でも揮発性の物質がもはや凝縮しないように希釈が行なわれるよう、希釈ユニットが調整されていること、エアゾールの流れ方向で希釈ユニットと加熱手段の後に接続された、希釈及び加熱後にエアゾール内に残っている固体の浮遊粒子の特性化及びノ又は定量化をすることが可能な測定ユニットが設けられていることを特徴とする装置。

【請求項 4】

加熱手段が、これらの加熱手段が、標準運転でエアゾールを少なくとも 180 °C の温度に加熱するように形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

特性化すべき生ガスを有する生ガス通路(1)内に、時間的に一定でない容積流が存在し、少なくとも1つの測定ユニットへと測定ガスを供給するための測定ガス通路(4)が存在する、請求項 1 又は 2 に記載の、エアゾールのキャリアガス内の浮遊粒子の特性化、分離及びノ又は除去をするための方法であって、この方法が、希釈ガスを測定ガス通路(4)に貫流させるステップと、生ガス通路(1, 21)内の容積流を確認するステップと、単位時間毎に搬送される生ガス量が、生ガス通路(1, 21)内の容積流に依存して、生ガス通路内の容積流が大きくなればなるほど増々大きくなるように搬送が調整される、測定ガス通路内に生ガス通路(1, 21)からの生ガスを搬送するステップを備えることを特徴とする方法。

10

【請求項 6】

単位時間毎に搬送される生ガス量が、生ガス通路(1, 21)内の容積流に比例することを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

20

【請求項 7】

生ガス通路内の容積流が、生ガス通路からの生ガスを搬送する場所から空間的な間隔を置いて確認されること、この空間的な間隔に依存する時間差を修正して、単位時間ごとに搬送される生ガス量が、生ガス通路(1, 21)内の容積流に比例することを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

測定ガス通路内の容積流も確認されること、単位時間毎に生ガス通路から測定ガス通路へと搬送される生ガス量が、測定ガス通路内の希釈ガスの容積流が大きくなればなるほど増々大きくなることを特徴とする請求項 5 ~ 7 のいずれか 1 つに記載の方法。

30

【請求項 9】

単位時間毎に搬送される生ガス量が、測定ガス通路内の容積流に比例することを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

測定ガス通路内の容積流が、生ガスを測定ガス通路へと搬送する場所から空間的な間隔を置いて確認されること、この空間的な間隔に依存する時間差を修正して、単位時間毎に搬送される生ガス量が、測定ガス通路内の容積流に比例することを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

エアゾール流入口を有する生ガス通路と、希釈ガス流入口を有する測定ガス通路と、測定ガス通路へと生ガス通路からのエアゾールを配量して搬送するための搬送手段(13)とを備える、請求項 5 ~ 10 のいずれか 1 つに記載の方法を実施するための装置において、生ガス通路内でのエアゾール貫流を設定するための手段と、測定ガス通路への生ガスの搬送を調整するための調整器(12)とが設けられており、この調整器が、搬送手段が生ガス通路内の生ガス容積流が大きくなればなるほど増々多く生ガスを搬送するように、形成されかつ搬送手段と作用結合していることを特徴とする装置。

40

【請求項 12】

少なくともエアゾールの一部分が、冷却による過飽和状態の揮発性の物質の蒸気を備えられ、これにより揮発性の物質が浮遊粒子の表面で凝縮し、これにより滴が生じ、そして引き続き滴が光線を通るように移送され、これにより迷光パルスを生じさせ、この迷光パ

50

ルスが、滴をカウントするために検出される、請求項 1 又は 2 又は 7 ~ 10 のいずれか 1 つに記載のエアゾールのキャリアガス内の浮遊粒子の特性化、分離及び / 又は除去をするための方法において、迷光パルス強度の頻度分布が、検出及び評価されることを特徴とする方法。

【請求項 1 3】

多数の粒子の迷光パルスの迷光パルス強度が、検出及び評価されること、確認された迷光パルス強度の頻度分布に基づいて、検出された全ての迷光パルスの量に対する、迷光パルス検出限度の近傍の低い強度を有する迷光パルスの量の割合が確認されることを特徴とする請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

エアゾールが揮発性の物質を備えることができる飽和器(41)と、揮発性の物質を過飽和状態にすることが可能である条件が支配する、冷却手段(42)を備えているコンデンサ(43)と、コンデンサからの浮遊粒子が光線を通るように移送可能である測定室と、浮遊粒子において光線の光を分散させることによって生じさせられる迷光パルスの数を検出するための検出手段とを備える、請求項 1 2 又は 1 3 に記載の方法を実施するための装置において、迷光パルス強度の頻度分布を評価するために形成されている評価手段が設けられていることを特徴とする装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、キャリアガス内の浮遊粒子の検出、特性化及び / 又は除去の分野に関する。特に、この発明は、キャリアガス内の浮遊粒子の特性化、分離及び / 又は除去をするための方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

家庭、個人輸送、貨物輸送及び産業における排出物源からの排気ガスは、浮遊粒子を含有する。浮遊粒子及びキャリアガスから成る物質混合物は、しばしばエアゾールと呼ばれる。特に、微小な浮遊粒子は、公衆の心配の原因を与える。何故なら、これらの浮遊粒子は、肺に入り、健康上の作用を有してしまうからである。

30

【0003】

放出物源の特性化及び排気ガス内の浮遊粒子の測定のため、第 1 のステップで純粋な試料を得なければならず、これらの試料の浮遊粒子濃度は、放出物源から放出される有害な浮遊粒子の量に関する直接の情報を可能にする。更に、その有害性を考慮したできるだけ表現力のある浮遊粒子の特性化を可能にする測定法が提供されなければならない。

【0004】

パーティクル測定のため、伝統的に重量測定の方法が適用される。即ち、例えばフィルタで分離されるパーティクルの質量が測定され、排気ガスの有害性のための指標として使用される。よりによって、肺に入るのので特に危険な小さい平均サイズのパーティクルが、大きな粒子と比べて重要でないことが欠点である。

40

【0005】

従って、エンジン及び自動車のパーティクル放出物を測定する場合、確認されるパーティクルの数は、特性値として重要性を増す。

【0006】

有害性に見合った測定結果を重量測定の測定値として供給したり、例えばパーティクル数をその全質量の代わりに確認する測定方法及び相応の装置を任意に使用可能にすることは望ましい。このようなことは、新しい排気ガス基準を習得する場合にも必要とされる(例えば、計画案では、UNECE/GPPEのパーティクル測定プログラム(PMP))。加えて、測定装置は、この測定装置が局所的な道路交通局及び車庫等の測定用試験台で使用できるように、できるだけ安価でコンパクトであるべきである。

50

【 0 0 0 7 】

これらの条件に適合される測定方法及び装置への道を、本発明は行く。

【 0 0 0 8 】

パーティクル数の確認をするための測定方法は、それ自身公知である。しかしながら、以下の問題が生じる：

【 0 0 0 9 】

1．希釈：完全な排気ガス流は決して測定することができないので、その浮遊粒子濃度が確認される全浮遊粒子量に関する情報を可能にする試料が採取可能でなければならない。従来技術によれば、測定システムの前には、しばしばいわゆる全流量希釈器が接続される：排気ガス全体が測定システムに供給され、付加的に、測定システム内の容積流が排気ガス量に依存せず一定であるように多く希釈ガスが添加される。この方法で、測定システム内の浮遊粒子の濃縮が、確認される全パーティクル量に比例することが得られる。測定のために、任意の大きさの部分量だけが測定システム内のガスから分岐され、その中に含まれるパーティクル濃度が確認されなければならない。しかしながら、全流量希釈を基盤とする測定システムは、非常に費用がかかり、大きくそして高価である。何故なら、非常に大きなガス容積が処理されなければならないからである（測定システム内の容積流は、エンジンが例えば全負荷の場合、最大の排気ガス流よりも大きくなければならない）。

10

【 0 0 1 0 】

2．揮発性の浮遊粒子：浮遊粒子は、揮発性及び固体の物質の混合物である。このような状況は、例えばディーゼル排気ガスの場合に存在し、この場合、固体の塵埃粒子は、主に炭素から成り、揮発性の粒子は、凝縮された炭化水素及び/又は硫酸及び水から成る。多くの場合、固体の浮遊粒子から揮発性の浮遊粒子を分離するか、又は揮発性の浮遊粒子を除去することが望ましい。例えば、気道の疾病が問題である場合、主に固体の浮遊粒子は、排気ガスの有害性に寄与する。加えて、揮発性の浮遊粒子の有害性の場合 - 有害性の程度は、現在の調査の対象である - 、他の測定基準が基準となり、その数は、第1の近似では重要ではないものの、全質量は重要である。

20

【 0 0 1 1 】

測定ガスから揮発性の浮遊粒子を除去するため、従来技術によれば、いくつかの手がある：

【 0 0 1 2 】

熱吸収器：熱吸収器（しばしば、熱剥離器とも呼ばれる）は、2～3年前から使用された、また種々の供給者（T S I / T o p a s ; D e k a t i）によって宣伝されたエアゾールから揮発性のパーティクルを除去するための装備である。熱吸収器は、加熱されたチューブから成り、このチューブ内で、エアゾールは一定の温度にされ、これにより揮発性のエアゾール成分を蒸発させることができ、これに、いわゆるチャコールトラップが続き、このチャコールトラップにおいて、エアゾール蒸気混合物が線材格子壁部を有するチューブを経て案内され、このチューブの外に、チャコール（顆粒）が存在する。揮発性のエアゾール成分の蒸気分子は、その強力な拡散運動に基づいて、チャコール粒にまで前進し、ここで蒸気分子は、吸収され、従ってエアゾールから除去される。蒸発していない固体のエアゾールパーティクルは、格子壁部を有するチューブを経るガス流に従う。チャコールトラップの後では、エアゾールは、チャコールによる吸収に基づいて、既に全く凝縮しないか、些細なほどにしか濃縮しないほど僅かにしか蒸気を含んでいない。揮発性のエアゾール成分の除去は、望ましくない状況の下ではチャコールの飽和度に依存する。

30

40

【 0 0 1 3 】

エジェクタ希釈器（D e k a t i）：フィンランドの会社D e k a t iは、いわゆるエジェクタ希釈器を提供し、このエジェクタ希釈器の場合、生エアゾールは、ノズルによって案内され、高速の希釈空気流によって共に移動される。エジェクタ希釈器の欠点は、希釈特性の狭い調整幅及びその圧力特性への依存である。

【 0 0 1 4 】

3．小さいパーティクルの場合の測定難度：慣用の測定法は、その限界を、非常に小さい

50

浮遊粒子をカウントする際に有し、これらの浮遊粒子は、数に関して特に重要とすることができる。

【 0 0 1 5 】

浮遊粒子をカウントするためのそれ自身慣用の方法は、光線を通過する際のこのパーティクルの迷光に基づく。このため、パーティクルは、ノズルによって連続的な光線を経るように吹き付けられる。ノズル直径、パーティクル濃度及び光線直径を相応に寸法設定することによって、それぞれただ1つの個別のパーティクルが光線内に存在することを保証することができる。光線を通過する際、パーティクルは、光を、光線方向以外¹⁰の空間方向に分散させる。従って、これらの空間方向に配設されているフォトダイオードは、パーティクルが通過している間の光強度の上昇を検出する。従って、このようにして測定された迷光パルス¹⁰の数は、カウント光学体へと噴射されているパーティクルの数と等しい。

【 0 0 1 6 】

分散された光の強度は、強くパーティクルの大きさに依存する。200 ~ 300 nmのパーティクルサイズ以下²⁰で、迷光信号の設定は、非常に費用がかかるか、又は実際もはや可能でない。従って、光分散に関する粒子カウントの方法は、しばしばいわゆる凝縮核カウンタ(CNC)と組み合わせて使用される。即ち、微小範囲にあるパーティクルが、パーティクルによって分散される光の強度が僅かであるために、光学的な方法によるカウントから逃れるので、パーティクルは、凝縮核カウンタにおいて、パーティクルがカウントのために十分な迷光信号を供給するまで、液体の蒸発によって物理的に「拡大」される。このため、微小パーティクルを含有するエアゾールは、先ず飽和した液体の蒸気を介して²⁰導かれ、引き続き、強く冷却することによってコンデンサ内で蒸気の過飽和が発生され、その結果、この蒸気は、使用可能な表面上で、特にパーティクル上で凝縮する。パーティクル上で凝縮する滴が凝縮プロセスの終了までに達する直径は、全くエアゾールパーティクルの元の大きさに依存しない。

【 0 0 1 7 】

しばしば、ブタノールは、蒸発した液体として使用される。即ち、パーティクルを含有するガスは、先ず、加熱された区間(35 °C)を経てブタノール浴の上を流れる。この場合、ガスは、ブタノール蒸気によって飽和される。引き続き、冷やされた部分(コンデンサ, 10 °C)が続き、ここで、蒸気は、温度が下げられたために過飽和にされ、パーティクルは凝縮する。パーティクルは、このようにして典型的に約10 µmの直径の滴へと成長する。³⁰

【 0 0 1 8 】

但し、滴形成は、先ず、導入されたエアゾールパーティクルのある程度の最小直径以上で機能する。過飽和は、均質な核形成が、即ち凝縮核のない滴形成が何ら生じないような大きさであるだけでよい。他方で、過飽和は、非常に小さい粒子も成長すること(粒子が小さい場合の蒸気圧増大)ができるようにできるだけ大きくあるべきである。過飽和が生じた場合は、最小の直径 D_k が、ケルビンが与えた方程式によって設定される：

即ち、

$$D_k = 4 \cdot \sigma \cdot M / (R T \cdot \rho \cdot \ln(S))$$

であり、ここで

D_k : ケルビン直径

σ : 表面張力

M : 蒸気分子のモル質量

ρ : 液体の密度

R : 気体定数

S : 過飽和

である。

【 0 0 1 9 】

10

20

30

40

50

方程式は、蒸気の種類から成る滴のために、即ち先ず、既に少なくとも1つの蒸気の単層がパーティクル上に吸着している場合に通用する。この単層が生じる条件は、パーティクル表面に依存する。

【0020】

凝縮核カウンタ(CNC)にとって、これは、以下のことを意味する：

【0021】

1. 第1の層を形成するための条件が満たされなければならない(パーティクル材料、表面構造に依存する)。

【0022】

2. パーティクルが更なる成長をすることができるように、臨界的な過飽和が達せられなければならないか、もしくは、 $D > D_k$ でなければならない。

10

【0023】

これらのこと以外に、更にまたCNCにおける拡散損失も、非常に小さいパーティクルの測定を妨げてしまう。

【0024】

パーティクルサイズのための典型的な下限は、約20nmであるか、又は更にこれよりも小さい。今日では既に、3nmである場合に既に50%の効率を備えるモデルがある。CNCにおいて生じる滴の最終サイズは、全くパーティクルサイズに依存しない。

【0025】

エンジン及び自動車の排出物から成るパーティクルを測定する場合、-例えば、試料採取の際の凝縮物形成のために-パーティクルの些細でない割合が、直径と関係する凝縮核カウンタのこの限界感度の近傍に存在する。その際、測定結果は、瞬間的な、また標準的に安定してないパーティクルのサイズ分布に強く依存し、従ってもはや信頼性がない。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0026】

本発明は、即ち以下の課題を提起する：

【0027】

本発明の第1の課題は、エアゾールの十分な特性化又は処理のためにもう固体の塵埃粒子しか残っていないように、揮発性の浮遊粒子を分離するための装置を提供することである。装置は、既存の装置の欠点を回避し、特に製造及び取り扱いが簡単で、確実に働き、そしてできるだけ十分に揮発性の浮遊粒子の除去を可能にすべきである。

30

【0028】

本発明の第2の課題は、変化する容積流からの時間に臨界的なパーティクル測定をする際の邪魔な影響因子を最小化し、その際、不利な全流量希釈から離れる方法及び装置を提供することである。

【0029】

本発明の更なる課題は、測定がもはや確実でなく、場合によっては別の方法によって補完されなければならない状態の確定を可能にする方法及び装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

40

【0030】

本発明の第1の態様に依りて提供された揮発性の浮遊粒子を分離するための方法及び相応の装置は、加熱区間及び希釈ユニットに基づく。例えば、装置は、

- a) 加熱区間及び後続の希釈ユニット、又は、
 - b) 希釈ユニット及び後続の加熱区間、
- を備えている。

【0031】

加熱区間では、エアゾールの温度が、その揮発性の成分が気体相へと移行するように高められる。従って、加熱区間の終端部には、変更された物質混合物が存在し、この物質混合物には、もう蒸発してない物質だけがパーティクルとして存在し、しかしながら揮発性

50

の物質は蒸気として存在する。

【0032】

希釈システムでは、パーティクルフリーのキャリアガスをエアゾールへと混合することによって、粒子と滴の濃度が減少させられるのに対し、物質的なパーティクルの組成又は揮発性の滴の固体のパーティクルに対する割合は変化しない。希釈をするために使用されるパーティクルフリーのキャリアガスのために、キャリアガス内に含有されるエアゾール内に滴又は蒸気として存在する物質の割合が無視可能なほど僅かであると見なすことができる。従って、希釈プロセスは、このような物質の蒸気圧を減少させる。全希釈ユニット及び希釈をするために使用されるパーティクルフリーのキャリアガスは、加熱することができる。

10

【0033】

a) による装置（希釈ユニットが後に接続される）の場合、揮発性の物質は、先ず加熱区間で蒸発させられ、後続の希釈によって、固体のパーティクルの濃度が減少させられるばかりでなく、この位置で蒸気相内に存在する揮発性の物質の蒸気圧も減少させられる。十分な希釈の調整によって、この蒸気圧は、揮発性の物質が元のエアゾールの温度へと後続の冷却を行なう場合でももはや凝縮しないように、強く低減させることができる。従って、装置から出る物質混合物は、もう固体のパーティクルしか含んでいない。

【0034】

b) による装置（希釈ユニットが前に接続される）の場合、先ず、固体のパーティクルの濃度も、揮発性の滴の濃度も、希釈ユニットにおいて低下させられる。次に、後続の加熱区間では、揮発性の物質が蒸気相へと移行される。十分な希釈の調整によって、揮発性の滴の濃度は、エアゾールの元の温度へと後続の冷却を行なう場合でももはや凝縮しないように、加熱区間での蒸発の後、これらの物質の蒸気圧が低いように低下させることができる。従って、装置から出る物質混合物は、もう固体のパーティクルしか含んでいない。

20

【0035】

本発明の第2の態様によれば、特性化すべきエアゾールの希釈及び/又は測定ガスの準備を可能にする方法及び装置が問題であり、測定ガスにおける浮遊粒子の濃度は、確認される全浮遊粒子量に特有である。

【0036】

言及した費用のかかる全流量希釈の原理を断念してもよい場合、測定のために読み取られる試料容積から、設備によって確認される全排気ガス容積を算出しなければならない。これは、容積流の測定を、測定システムにおいても主排気システムにおいても必要とし、並びにこの測定の考慮を、データ確認又はデータ評価において必要とする。

30

【0037】

排気ガス流が一定の容積流である場合、データ評価は、比例因数との測定データの乗算に限定される。しかしながら、一定の場合、排気ガス容積流は、シャシダイナモ上での走行サイクルの間の車両排出物をほぼ測定する場合に激しい時間的な変動に支配されている。その際、正確なデータ評価のために、付加的な時間臨界的な影響値が考慮されなければならない。この影響値は、ほぼ、

- 排気ガスシステム内の容積流測定と、測定計器内での対応のパーティクル煙の到着との間の時間差、
 - 測定計器への搬送経路上でのパーティクル煙の（フランク部の）拡散を条件としたばやけ、
 - 急速に変化するパーティクル濃度への計器内で実現される測定原理の応答特性、
- である。

40

【0038】

これらの要求は、本発明の第2の態様に適合する。

【0039】

生ガス通路（主システム）内での容積流測定の測定値は、希釈ユニット内の希釈特性を時間的に変化させるために使用される。希釈ユニットによって、生ガス通路からの生ガスは、

50

配量されて測定ガス通路へと搬送され、その際、搬送は、単位時間毎に搬送される生ガス量が生ガス通路内の容積流に依存して、生ガス通路内の容積流が大きくなればなるほど増々大きくなるように調整される。

【0040】

従って、希釈ユニットは、排気ガス容積流が多い場合には少ない希釈が行なわれ、これに対して、排気ガス容積流が少ない場合には多くの希釈が行なわれ、排気ガス容積流がゼロに下がった場合、希釈特性は、無限になり、即ち、測定計器にはパーティクルフリーの希釈ガスだけが供給される。

【0041】

排気ガス（生ガス通路＝主系統）及び測定ガス（測定ガス通路＝補助系統）の容積流の測定は、種々の公知の測定原理によって実現することができ、従って、これから入手可能な測定データの調達を前提とすることができる。

【0042】

特に優れた実施形によれば、調整は、希釈ユニットから出るパーティクル流が、その時間の経過中に排気系統内のパーティクル流に正確に比例する（場合によっては、容積流測定部及び希釈ユニットからの空間的な間隔によって条件付けられた極僅かな時間差を除いて比例し、この時間差は、例えば電氣的に修正することができる）ように選択される。従って、希釈ユニットの後に接続された測定計器がパーティクル濃度の時間の経過を測定し、この時間の経過は、正に排気ガス主系統を経るパーティクル流に相当する。

【0043】

既の実現されたテクノロジーに基づいた希釈ユニットの実施形は、いわゆる回転式希釈器（又はカルーセル希釈器）であり、この回転式希釈器の場合、キャビティを備えているディスクが小さい生ガス容積をパーティクルフリーの希釈ガスへと移行させる（このような回転式希釈器 - タイプ MD 19 - 2 E - は、本特許出願人、即ち、Matter Engineering AGによって入手可能で有り；相応の情報は、Ch. Hueglin, L. Scherrer及びH. Burtscher, J. Aerosol Sci. 28, p. 1049 (1997) にて、又は直接製造者にて知ることができる）。ディスクがゆっくりと回転すればするほど増々希釈流に達する生ガスが少なくなり、そして増々希釈特性が高くなる。回転周波数は、ユーザ側の規定値から、例えば希釈ガス流から確認され、従って、同じ規定値及び変化する測定ガス流の場合、- ほぼ別の測定計器の接続によって - 希釈特性が回転周波数を適合させることによって一定のままである。

【0044】

ディスクの回転周波数のための上記の制御原理は、排気系統内で測定される容積流も、回転周波数の計算部へと入るように拡大される。例えば、静止している排気ガスの場合（「エンジン停止」に相応）、容積流はゼロから測定され、回転周波数のための予調整値は、容積流値（この場合はゼロ）と乗算され、従って、排気ガスが静止している場合、ディスクも回転しない。

【0045】

本発明の第3の態様によれば、同様に方法上のあるステップが、粒子数に敏感な比較的コンパクトなエアゾールのための特性化装置に向かって行く方法及び装置が提供される。凝縮核カウンタ（CNC）が取り付けられており、この凝縮核カウンタの場合、前述の粒子についての問題は、臨界的な大きさの近傍またはその下で生じる。

【0046】

凝縮核カウンタに導入されるエアゾールパーティクルがある程度の最低値を下回った場合、凝縮プロセスは、蒸気の過飽和度が与えられている場合、全く使用することができないか、又は非常にゆっくりでしか使用することができない。従って、このように小さいエアゾールパーティクルにおいて凝縮される滴は、大きな出口パーティクル上で凝縮される滴よりも明らかに小さな直径を有する。

【0047】

凝縮核カウンタの通常の運転様式の場合、カウント光学体によって確定される迷光の閃

10

20

30

40

50

光が、迷光の閃光をパーティクルの信号として評価の際に考慮するために、ある程度の最低強度を備えるかどうかは確定される。これにより、CNCは、パーティクル濃度を測定するが、しかしながらそれ自身いかなる値情報も供給しない。この値情報は、必要な場合、可動性分析器又はディフューザバッテリーとの組合せによって得なければならない。

【0048】

加えて、本発明の第3の態様によれば、簡単な差別を超えて、迷光パルスの強度は、強度の頻度分布を確認することができるほど敏感に検出される。

【0049】

これにより、本発明のこの態様は、カウント光学体で、小さい滴が著しく低減された強度の分散信号を発生する特性を利用する。即ち、小さい強度の光パルスの発生は、エアゾール内での小さなパーティクルの発生を示す。「小さい」は、ここでは「直径に関する計器の検出限度の近傍にある」を意味する。

【0050】

「小さい」光パルスの相対的な頻度がある程度の値を越えた場合、これは、検出限度の範囲内に大量のパーティクル数があることを示し、従って、もはや全パーティクル数の確実な測定を前提とすることはできない。

【0051】

この方法は、パーティクル測定のためのパラメータに依存せず、従って、結果の有効性を確認するための付加的な基準として使用することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0052】

以下に、本発明の実施例を、図面を基にして詳細に説明する。

【0053】

図1a及び1bによる本発明の実施形は、全流量希釈の原理に基づいており、生ガス通路から流入する全てのガスが、測定ガス通路に供給される。希釈ユニットは、これらの場合、即ち生ガスに対する希釈ガスの添加部だけから成り、その際、希釈ガスは、特に本質的に浮遊粒子を含んでいない。

【0054】

図1aによれば、生ガス通路1に流入する浮遊粒子を含有するガスは、加熱区間2で、揮発性の浮遊粒子が蒸発するように激しく加熱される。燃焼排気ガスの場合、このために必要な温度は、通常少なくとも約180°C又は少なくとも200°Cである。最大の温度は、使用される生材料に依存し、例えば約400°Cである。何故なら、温度が高い場合、触媒の効果が金属表面上で生じ、測定結果を歪曲してしまうからである。望ましい温度は、例えば約190°C~350°Cであり、特に望ましいのは、200°C~300°Cの範囲である。加熱区間2に存在する加熱手段は、チューブ加熱部を備えるが、しかしながらまた他の加熱手段も、例えばガス通路内を延在するフィラメントも考慮可能である。

【0055】

希釈ガス通路3を介して、希釈ガスが供給される。希釈ガス通路は、この位置で生ガス通路に合流し、この位置で、ここに存在する燃焼排気ガスが更に完全に加熱されており、即ち、例えば依然として180°C又は200°C~400°Cの温度範囲内にある。希釈は、蒸発した揮発性のエアゾールが測定ガス通路4内で再び凝縮することがないことを生じさせる。

【0056】

図1bによる装置は、希釈ガス通路3が流動方向で加熱区間2の前に配設されていることによって図1aによる装置と区別される。

【0057】

- 非常に概略的にしか示していない - 図1a及び1bによる装置は、異なった様式で使用できるか、部分的に変更することができる：

- 例えば、生ガス通路1に導入されたガスは、例えば燃焼排気ガスとして受ける生ガス全

10

20

30

40

50

体である必要はなく、むしろ、このガスの一部分だけが使用されてもよい。

- 希釈ガス通路 3 に導入されるガス量は、例えば、測定ガス通路 4 を流れるガス量が常に一定であるように調整することができる。

- 全流量希釈の原理から逸脱して、生ガスの一部分だけを、希釈ガスと共に測定ガス通路に供給してもよい。このため、更に以下にもう 1 つの例が続くが、そこでは本発明の第 2 の態様と組み合わせている。

【 0 0 5 8 】

本発明の第 2 の態様の実施形は、図 2 に示されている。容積流測定手段、例えば第 1 の測定プローブ 1 1 は、生ガス通路 1 内に存在する容積流を確認する。測定結果は、調整器 1 2 に供給される。この調整器は、希釈ユニット、例えばそれ自身公知のカルーセル希釈器 1 3 を調整する。希釈ユニットは、測定ガス通路 4 に生ガス（例えば排気ガス）の一部分だけが供給されるように、配設及び形成されている。調整は、測定ガス通路 4 に単位時間毎に供給される生ガスの量が生ガス通路内の容積流が大きくなればなるほど増々大きくなるように行なわれる。望ましい実施形によれば、測定ガス通路 4 に供給される生ガス量は容積流に比例する。測定ガス通路 4 に流入する希釈ガスの容積流は、適当な手段（正確なポンプ、絞り）によって一定に保つことができる。これに対して選択的又は補完的に、測定ガス通路内に容積流測定手段、例えば第 2 の測定プローブ 1 4 が存在していてもよく、その際、その場合は、測定ガス通路に供給される生ガス量は、例えば、生ガス量が希釈ガスの容積流にも比例するように調整される。

【 0 0 5 9 】

容積流の測定は、それ自身公知の様式で、例えばホットワイヤフローメータで、ベンチュリ管を介する圧力降下の測定によって、タービンフローメータ等で行なわれる。しかしながらまた、既にそれ自身公知の生ガスの容積流に関するデータが処理されるように構成されていてもよい。例えば、容積流に関する非常に正確なデータは、現代的な内燃機関のエンジン電気系統内に存在するデータから、例えばターボチャージャの回転数及び充填圧から確認することができる。この後者の場合、生ガス通路内の容積流の確認をするための手段は、電子通信手段だけから成り、この通信手段は、エンジン電気系統と接続しており、これから、容積流データを読み取ることができる。

【 0 0 6 0 】

図 3 には、測定ガスを準備するために使用される装置が示されており、この測定ガスは、揮発性の浮遊粒子を含んでおらず、測定ガスにおける固体の浮遊粒子の濃度は、生ガス通路内の浮遊粒子量に比例する。この装置は、前に示した本発明の両方の態様の原理を組み合わせている。

【 0 0 6 1 】

生ガス通路 2 1 から、2 次生ガス通路 3 1 を介してポンプ 2 6 によって生ガスが分岐される。第 1 の加熱区間 2 で、この生ガスは加熱され、引き続き希釈される。希釈は、ここではカルーセル希釈器 1 3 を介して測定ガス通路へと行なわれ、この測定ガス通路 - この図では通路の上の腕 - へと希釈ガスが流入する。パーティクルフィルタ 2 2 は、希釈ガスが浮遊パーティクルフリーであることを保証するために、前に接続されていてもよい。示した装置では、カルーセル希釈器 1 3 の後に、第 2 の加熱区間 2 ' が接続されている。第 1 及び第 2 の加熱区間 2 , 2 ' は、例えば所望の気化のための温度（例えば 1 8 0 ° C ~ 4 0 0 ° C ）が、先ず第 2 の加熱区間 2 ' 内もしくはその後で達成され、従って、即ち、第 1 の加熱区間が、例えば生ガスの温度が 2 次生ガス通路 3 1 に入る際に露点以下に下がり、これにより生ガス通路 2 1 内に既に存在しない新しい揮発性のパーティクルが生じることを回避するために、予加熱段として役立つように協働することができる。希釈ガス予熱区間 2 '' は、例えば、希釈ガスを生ガスとほぼ同じ温度に予熱するために使用することができる。第 2 の加熱区間 2 ' の前の生ガス及び希釈ガスの温度は、例えば 7 0 ° C ~ 1 6 0 ° C である。

【 0 0 6 2 】

生ガス通路 2 1 内には、容積流を確認するための第 1 の測定プローブ 1 1 が存在する。

調整器 1 2 は、測定ガス通路 4 への生ガスの供給を、例えば、測定ガス通路 4 に単位時間毎に供給される生ガスの量が、生ガス通路 2 1 内の容積流に比例し、これに応じて測定ガス通路内の希釈ガス容積流にも比例するように調整し、後者は、第 2 の測定プローブ 1 4 によって確認される。別の測定プローブ 2 3 , 2 4 , 2 5 は、測定ガス通路及び 2 次生ガス通路内のガスの温度及び圧力の確認のために使用され、これらのプローブによって確認される値は、同様に調整器 1 2 によって作用を受ける調整部に入力することができる（示されてない）。

【 0 0 6 3 】

示された例では、第 1 の測定プローブ 1 1 が、流動方向に、生ガス通路 2 1 内の 2 次生ガス通路 3 1 の分岐部の後に取り付けられている。2 次生ガス通路において分岐された生ガスの量は、多くの場合異なっており、無視することができない。しかしながらまた相応の修正も行なうことができ、例えば、ポンプ 2 6 がしばしば正確に分かっている単位時間毎の容積を送り、加えて、測定プローブ 2 4 , 2 5 による圧力及び温度の測定が情報を供給することもできる。これに対して選択的に、第 1 の測定プローブ 1 1 は、2 次生ガス通路の分岐部の前に取り付けることができる。

【 0 0 6 4 】

図面には、更に較正用エアゾールを導入するための接続管 2 7 が図示されている。これにより、測定ガス通路 4 内に存在する、又はこの測定ガス通路の後ろに接続された測定システムを較正することができる。

【 0 0 6 5 】

希釈ガスとして、- 他の全ての実施形におけるように - 何か 1 つのガスを利用することができる。特に、本質的にいかなる浮遊粒子も備えるべきでなく、即ち、浮遊粒子濃度は、生ガスの浮遊粒子濃度よりもはるかに少なくあるべきである。しばしば、フィルタを通された空気を希釈ガスとして使用することが有効となる。

【 0 0 6 6 】

測定ガス通路に続き、測定ガス通路内に存在するエアゾールを特性化するための測定ユニットを接続することができる。この測定ユニットは、種々の物理的な原理に基づき、浮遊粒子の物理的及び化学的な特性を特性化する。例えば、粒子における光の分散、粒子に対して拡散させられた電荷、光電的な収量、可動性等が、又は粒子質量も分析することができる。異なった複数の測定ユニットを平行に接続することや、事情によっては直列に相前後して配設することもでき、異なった物理的な原理の組合せは、測定値の表現力を高める。測定ガス通路に続き配設することができる測定ユニットのための特に望ましい例は、更に以下でこれから説明する本発明の第 3 の態様による凝縮核カウンタである：

【 0 0 6 7 】

以下で、本発明の第 3 の態様の実施形を説明する。このため、図 4 には、概略的に浮遊粒子をカウントするための凝縮核カウンタが図示されている。凝縮核カウンタは、それ自身公知であり、従って、器具の詳細及び凝縮核カウンタの機能方法は、ここでは概略的にしか説明すべきでない。本発明の第 3 の態様が公知又は新しいそれぞれの凝縮核カウンタ構造と組み合わせることができることが理解される。一般的に小さい（例えば約 1 l / m i n ）一定の測定ガスの量は、測定ガス通路 4 から分岐される（このために存在する場合には使用されるポンプ、絞り、調整手段等は、ここでは図示されてない）。測定ガスは、加熱された飽和器 4 1 （例えば約 3 5 ° C の温度）を経て案内され、この飽和器において、例えばブタノールを含んだスポンジと接触する（当然、ブタノールの代わりに他の揮発性の物質も考慮可能である）。引き続き、冷却手段 4 2 を備えているコンデンサ 4 3 （温度：例えば約 1 0 ° C ）を経て導かれ、ここでは、そこを支配する温度で過飽和状態にあるブタノールが、浮遊粒子の表面で凝縮する。しかしながら、冒頭で述べた限定に基づいて、これは、十分な質量のある程度の最小半径を有する浮遊粒子のためにだけ、その場合である。コンデンサ 4 3 に続き、測定ガスは、流出ノズル 4 4 によって測定室へと達し、この測定室において、光源 4 5 - 典型的にレーザダイオード - によって発生させられる光線 4 7 が流出ノズル 4 4 の流出口の直後に位置する測定室に焦点調整される。ブタ

10

20

30

40

50

ノール滴（凝縮核としての浮遊粒子を有する）において分散された光は、焦点調整手段 46 を経由して光検出器 49 に達し、分散されない光は、ブラインド 48 によって吸収される。光検出器によって発生させられる光パルスは、評価ユニット 50 に達する。

【 0 0 6 8 】

本発明によれば、評価ユニット 50 において - この評価ユニットは、信号のアナログ及び / 又はデジタルの電子的な増幅、評価及び / 又は変調をするための手段並びに電子的なデータ処理手段を有することができる - 迷光強度による評価を行なう。即ち、このような評価は測定の信頼性を指摘することが認められる。図解するために、図 5 a 及び 5 b には、2 つのグラフが図示されており、これらの図は、種々の状況のために、ある程度の継続測定をしている間に確認される測定パルスの頻度 (C) を、パルス強度 (I) の関数で表す (即ち、グラフは、本来のヒストグラムである)。パルス強度 I は、粒子サイズに依存する。非常に小さいパルス強度は、その表面に十分に凝縮物が堆積することができる粒子に相応する。

10

【 0 0 6 9 】

両方のグラフでは、 I_{t_h} が限界強度を表し、この限界強度の下では、測定結果が何ら確認できないか、信頼性のある測定結果がもはや確認できない。61 で、測定された曲線が指示されており、62 で、もはや測定可能でない限界強度の下の領域内の頻度分布が指示されており、この限界強度は、即ち実際にアプローチ可能でない。その強度が限界強度の下にあるパルスは、カウントの際に検出されない。

【 0 0 7 0 】

20

図 5 a は、標準の場合を表す。測定された頻度分布 61 の推移から、測定可能でないパルスの頻度 (点線 62 によって図示されている) が少ないことを、正に大きな信頼性と共に結論付けることができる。測定された頻度分布 61 が大きな強度に起因して I_{t_h} にかけて本質的に降下又は上昇している図 5 b のような場合、これはその場合ではない。ここで、測定可能でない領域内の頻度が多いことが考慮されなければならない。これに応じて、測定可能な領域にあるパルス (図 5 b におけるような) だけをカウントする測定結果は、利用することができない。これは、却下すべきものである。

【 0 0 7 1 】

内燃機関の排気ガス中の固体の浮遊粒子は、本来、常に比較的「大きく」、即ち、その大きさは、ほとんどそれぞれ現代の凝縮核カウンタの検出限界の下にはない。このための理由は、燃焼室内を非常に高い固体の浮遊粒子の濃度が支配し、これにより、必然的に集塊への凝結が行なわれることである。(その他には、例えばガスタービンの場合がその場合である)。この理由から、「小さい」浮遊粒子の高い濃度は、しばしば以下の 2 つの意義の一方を有する：

30

a . 未だ揮発性の浮遊粒子が存在する。ここで議論した本発明の第 3 の態様が、本発明の第 1 の態様と組み合わせられた場合、これは、一般的に、機能不良があること、例えば加熱区間が十分に加熱されていないことを意味する。

b . 他の測定方法で更に試験されなければならない「異常な」固体の浮遊粒子が存在する。このようなものは、例えば燃料内の添加剤によって、例えば時折使用されるセリウム添加剤によって作用を受けてしまう。

40

【 0 0 7 2 】

測定結果が有用であるか又は却下しなければならないかの識別は、頻度分布 (パルス強度の関数での) を基にして種々の様式ですることができる。例えば、限界値の上にある一定の強度間隔 I 内で測定されるパルスの頻度を、確認し、かつ測定された全体強度と関係付けることができる。強度間隔 I 内で測定されるパルスの割合が、ある程度の調整可能な百分率を上回った場合、測定が却下される。これに対して選択的に、C (I) 曲線の増加は、 I_{t_h} の近傍で設定することもでき、また測定は、例えば、この増加が負である場合に却下すること、又は C (I) 曲線の最大値を I_{t_h} の時の値と比較することもできる等々である。

【 0 0 7 3 】

50

従って、本発明のこの第3の態様による装置は、頻度分布を電子的に分析するための手段を包含し、従って、頻度分布に基づいて、ある程度の限界値の下の粒子の頻度に対する機能的推理をすることができる。

【0074】

要約すると、本発明の第1の態様によれば、揮発性の浮遊粒子は、第1のステップで、エアゾールが、揮発性の浮遊粒子が蒸発する温度に加熱され、第2のステップで、エアゾールが希釈ガスによって希釈されることによって除去される。第1及び第2のステップの順番は、交換することができる。第2の態様によれば、生ガスの希釈は、生ガスが、測定ガスが貫流する測定ガス通路に供給され、その際、単位時間毎に搬送される生ガスの量は、生ガス通路内の容積流に依存するように、行なわれる。本発明の第3の態様によれば、凝縮核カウンタ内で、測定される迷光パルスの数ばかりでなく、測定の信頼性に関する表現をできるようにするために、これらの迷光パルスの強度も評価される。

10

【0075】

第1、第2及び第3の態様を実現するためのユニットは、互いに組み合わせることができ、これは、有利な結果をもたらす。しかしながらまた、このようなユニットは、選択的又は補完的に、-従来技術による、又は新しく開発された-エアゾールの特性化、分離又は除去をするための別の方法及び装置と組み合わせることもできる。特に、本発明の第1の態様と第3の態様の組合せは、固体の浮遊粒子だけの粒子数の確実な測定に関して、又は、本発明の第1の態様と第2の態様の組合せ又は第2の態様と第3の態様の組合せも、有害な浮遊粒子を測定するための設備の周辺部及びエネルギー消費部の縮小に関して有利である。

20

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図1a】本発明の第1の態様の実施形の概略図を示す。

【図1b】本発明の第1の態様の実施形の概略図を示す。

【図2】本発明の第2の態様の実施形の概略図を示す。

【図3】揮発性の浮遊粒子を含んでおらず、固体の浮遊粒子の濃度が生ガス通路内の浮遊粒子量に比例する測定ガスを準備するための装置の概略図を示す。

【図4】本発明の第3の態様の実施形の概略図を示す。

【図5a】迷光パルスの仮の頻度分布をその強度の関数で示す。

【図5b】迷光パルスの仮の頻度分布をその強度の関数で示す。

30

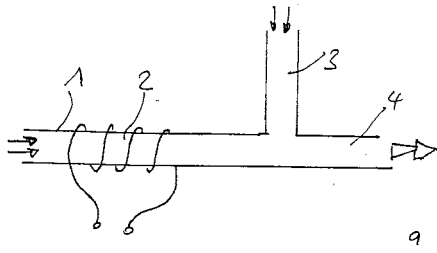
【符号の説明】

【0077】

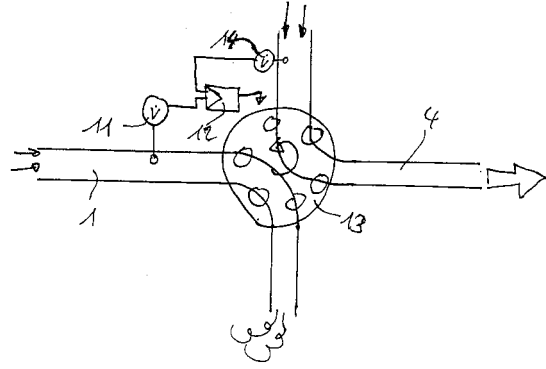
- 2 第1の加熱区間
- 2' 第2の加熱区間
- 2" 希釈ガス予熱区間
- 4 測定ガス通路
- 11 第1の測定プローブ
- 12 調整器
- 13 カルーセル希釈器
- 14 第2の測定プローブ
- 21 生ガス通路
- 22 パーティクルフィルタ
- 23 測定プローブ
- 24 測定プローブ
- 25 測定プローブ
- 26 ポンプ
- 27 接続管
- 31 2次生ガス通路

40

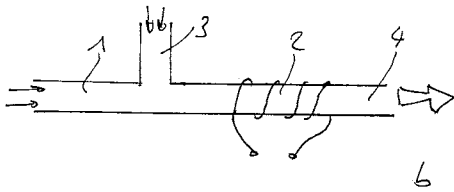
【図 1 a】



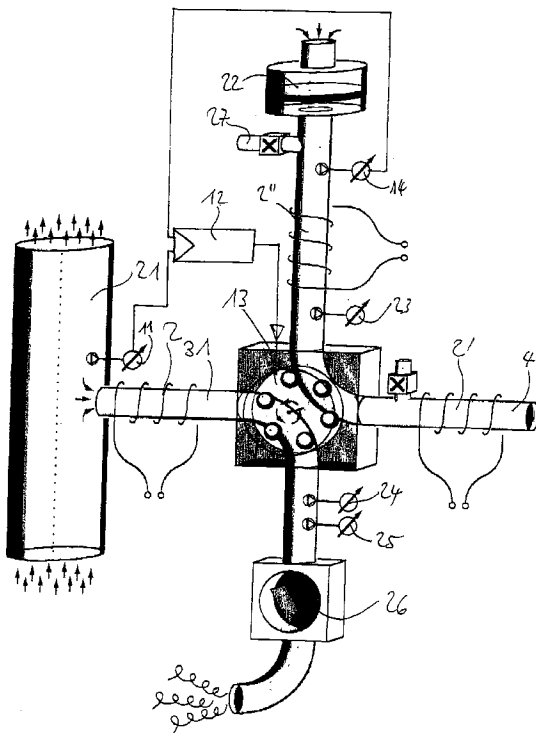
【図 2】



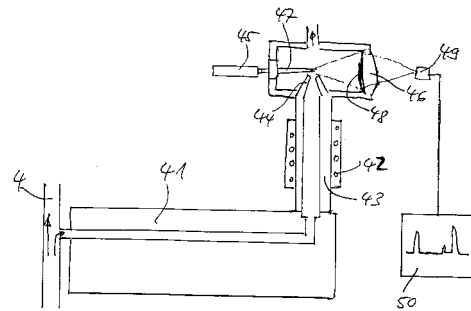
【図 1 b】



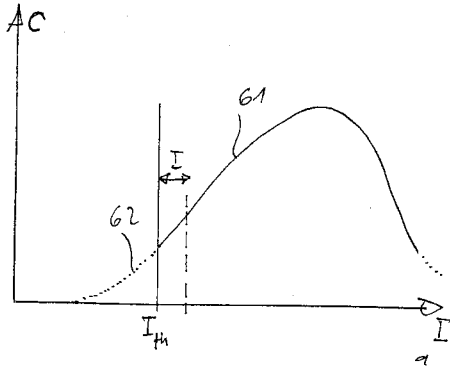
【図 3】



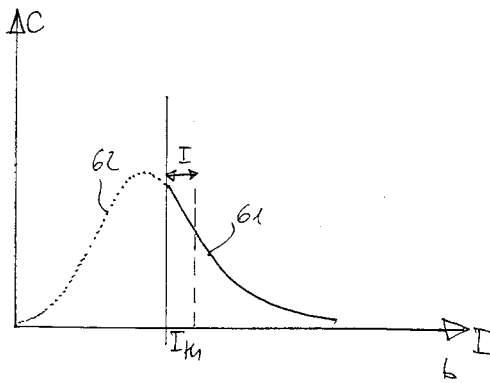
【図 4】



【 5 a】



【 5 b】



フロントページの続き

- (72)発明者 マルクス・カスパー
スイス国、ヴィデン、ドルフストラーセ、42
- (72)発明者 ウルリッヒ・マター
スイス国、バーデン、ザンクト・アナヴェーク、14

審査官 河野 隆一郎

- (56)参考文献 特開平03-099248(JP,A)
特開平06-130007(JP,A)
特開昭59-206741(JP,A)
特開昭62-222145(JP,A)
特開2002-365193(JP,A)
特公平06-063961(JP,B2)
特公平06-076961(JP,B2)
特公昭03-024981(JP,B1)
特表2003-532110(JP,A)
特表2004-511769(JP,A)
米国特許第06439027(US,B1)
米国特許第06016711(US,A)
特公平03-024981(JP,B2)
国際公開第01/084116(WO,A1)
特開平08-193950(JP,A)
Ch. Hueglin et al, AN ACCURATE, CONTINUOUSLY ADJUSTABLE DILUTION SYSTEM(1:10 TO 1:10⁴) FOR SUBMICRON AEROSOLS, J. Aerosol Sci., 1997年, Vol. 28, No. 6, p1049 - p1055

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 15/00 - 15/14
JSTPlus(JDreamII)
JST7580(JDreamII)