

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5046076号
(P5046076)

(45) 発行日 平成24年10月10日(2012.10.10)

(24) 登録日 平成24年7月27日(2012.7.27)

(51) Int.Cl.		F I			
GO 1 N	15/02	(2006.01)	GO 1 N	15/02	B
GO 1 N	15/06	(2006.01)	GO 1 N	15/06	D
GO 1 N	21/64	(2006.01)	GO 1 N	21/64	Z
GO 1 N	21/65	(2006.01)	GO 1 N	21/65	

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2005-369725 (P2005-369725)	(73) 特許権者	505374783
(22) 出願日	平成17年12月22日(2005.12.22)		独立行政法人日本原子力研究開発機構
(65) 公開番号	特開2007-171012 (P2007-171012A)		茨城県那珂郡東海村村松4番地49
(43) 公開日	平成19年7月5日(2007.7.5)	(74) 代理人	100075270
審査請求日	平成20年7月10日(2008.7.10)		弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男
		(74) 代理人	100096013
			弁理士 富田 博行
		(74) 代理人	100092015
			弁理士 桜井 周矩
		(72) 発明者	大図 章
			茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4 独立行政法人日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター原子力科学研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 特定物質を含むエアロゾルの遠隔選別画像計測法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザーレーダー装置において、

レーザー出射地点より離れた屋外または室内大気中に浮遊するエアロゾル（大気中に浮遊する固体、液体、ミスト状の微粒子群の総称）にレーザー照射を施す手段と、

エアロゾルに付着しているか、またはエアロゾルに含まれる特定の物質からレーザー照射による光励起によって発生する特有の波長の光のみを画像として検出する手段であって、前記特有の波長はいずれも照射されたレーザーの波長とは異なり、前記画像には、前記特定の物質を含む個々のエアロゾルからの光が斑点として形成される、前記検出手段と、

前記画像に形成された斑点の個数及び輝度に基づいて、限られた特定の空間に前記特定の物質を含むエアロゾルのみの、個数、粒径または物質の量、あるいは、濃度の情報を特定の物質を含まない他の浮遊するエアロゾルと区別して遠隔において計測する手段と、を備える、エアロゾル選別計測装置。

【請求項2】

前記特有の波長の光は、レーザー光励起によって生じる蛍光、りん光、もしくはフォトルミネッセンス光の発光現象によって発生するものであることを特徴とする請求項1に記載のエアロゾル選別計測装置。

【請求項3】

前記特定の物質とは、天然または人為的に生成された化学物質、有機物、無機物であり、レーザー光照射により照射するレーザー光とは波長が異なる波長の光を発する物質であ

ることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のエアロゾル選別計測装置。

【請求項 4】

装置構成として、

前記レーザー照射を施す手段は、レーザー光発生装置とレーザー出射光学系とを備え、前記特有の波長の光のみを画像として検出する手段は、光の集光光学系と、検出する光を波長によって選別する光学フィルターまたは回折格子である光学機器と、光の検出部である高速ゲート機能を有する高感度2次元光検出器とを備え、

前記計測する手段は、制御計測系からなり、ある任意の距離はなれた大気中の限られた空間からのエアロゾル個々に含まれる特定の物質から発する照射するレーザー光とは波長が異なるレーザー照射による特有の光を画像として計測することが可能であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のエアロゾル選別計測装置。

10

【請求項 5】

前記高速ゲート機能とは、前記高感度2次元光検出器においてレーザー出射からの任意の時間遅れ（遅延時間）の後、あるゲート時間幅内の光信号強度を時間分解して画像として検出するもので、前記制御計測系により、これら遅延時間及びゲート時間を制御することによりレーザー出射地点より任意の距離にある大気中の限られた空間までの距離及びその空間の奥行きを制御することが可能で、その空間にあるエアロゾル群からの照射するレーザー光とは波長が異なる光を画像として捕らえることが可能な請求項 4 に記載のエアロゾル選別計測装置。

【請求項 6】

20

前記高速ゲート機能付き高感度2次元光検出器で計測される大気中遠方からのエアロゾル個々からの照射するレーザー光とは波長が異なる光の画像は、特定の物質が付着または特定の物質を含むエアロゾル一つが一つの斑点として写しだされ、それら斑点が集合したものであり、これを解析することにより大気中の限られた空間に特定の物質を含むエアロゾルの数、かつその斑点の輝度によりエアロゾルの粒径または特定の物質の量を計測することを可能とする請求項 4 又は請求項 5 に記載のエアロゾル選別計測装置。

【請求項 7】

高感度2次元光検出器の高速ゲート機能によるシャッター時間の遅延時間及びレーザーの出射方向を連続的に変化、制御させることにより、大気中に浮遊する特定の物質を含むエアロゾルの数、粒径、量、及び濃度の空間3次元分布情報を計測することができる請求項 4 乃至請求項 6 のいずれかに記載のエアロゾル選別計測装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザーレーダー装置または他のエアロゾル分析装置等を用いて大気中のエアロゾルの分析または計測を必要としている分野、特に大気中のエアロゾル、微粒子等を観測または分析する大気環境分析分野で利用できる。また、本発明は、自然現象及び様々な産業活動、交通車両などにより大気中に放出され、大気中を浮遊するSPM、アスベスト、ディーゼル粉塵等の有害環境汚染物質、火山などによる火山灰、スギ花粉の飛散状況等を追跡調査する環境計測産業、学術分野で利用できる。

40

【背景技術】

【0002】

大気中に浮遊するエアロゾルに付着している、またはエアロゾルが含んでいる特定の物質を従来の技術で調べる場合には、エアロゾルを含む空気を吸引してフィルター上に捕集して、対象となる物質を物理または化学処理などによって選別、濃縮してその物質を特定する既存の分析装置で調査する方法等が一般的に用いられている。また、エアロゾルの組成元素を調べるために捕集したエアロゾルをプラズマ化して分光する原子吸光法やICP発光分析法、エアロゾルの組成元素をイオンとして検出するスパークイオン源質量分析法、二次イオン質量分析器（SIMS）による分析、或いはX線またはγ線等の放射線を利用する

50

蛍光X線分析や放射化分析法などがある。さらに、エアロゾルの組成物質を形状または色彩等の画像情報から判別する電子顕微鏡または光学顕微鏡を用いる方法がある（非特許文献1）。

【0003】

一方、大気中の遠隔計測分野では、レーザーライダー（別名ライダー）装置においては、差分吸収法ライダー、蛍光散乱ライダーやラマン散乱ライダーなどの手法で大気中に浮遊するエアロゾルの化学物質の量を特定する技術が従来用いられている（非特許文献2）。差分吸収法ライダーは、主にガス状の特定の物質が吸収する光波長と同等の波長を有するレーザー光と波長の違うレーザー光を同時に大気中に伝播させて、伝播中での特定の物質によるレーザー光またはレーザー散乱光の特定の物質による光吸収を計測して解析してその量を特定するものである。蛍光散乱ライダーやラマン散乱ライダーは、大気中にレーザー照射して対象とする特定の物質からなる蛍光またはラマン散乱光を計測してその特定の物質からなるエアロゾルの総量を求めるものである。これらライダー技術を用いる方法は、特定の物質によるレーザー光の総吸収量や蛍光、ラマン散乱光の総量という一つの信号の強弱から特定の物質の総量を求めるものである。さらに、ライダー技術として公開されている特許技術（特許文献1）では、特定空間に浮遊するエアロゾルからの照射するレーザー光の照射するレーザー光と波長が同一な後方散乱光を可視化画像計測して画像処理によりエアロゾル数量や粒径を特定することは可能であるが、特定の物質からなるエアロゾルまたはそれを含むか、または特定の物質が付着しているエアロゾルを選別して計測することは不可能である。

【特許文献1】特開2004-233078号公報

【非特許文献1】諫早典夫、中江茂、平沢紘介編集：「空気清浄のための浮遊微粒子の計測・制御総合技術」、R&Dプランニング、1987年発行

【非特許文献2】南茂夫、合志陽一編集：「分光技術ハンドブック」、朝倉書店、1990年発行

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の大気中に浮遊するエアロゾルを捕集して分析する方法は、長い計測時間と煩雑な手間を必要とする。また、この方法では、捕集が困難な遠隔の場所では計測が不可能である。さらに、吸引した空気の容積によりその空気に含まれる特定の物質の平均濃度等は計測できるが、特定の物質を含有するか（付着する場合も含む）か、または特定の物質からのみなるエアロゾルの個数及び粒径等の情報を非接触で直接（リアルタイム）計測することはできない。さらに、組成元素を分析する方法では、同様に長い計測時間と煩雑な手間を必要とするが組成元素の分析によりエアロゾルが含む特定の物質を間接的に推定することができるが、直接分析することできない。

【0005】

電子或いは光学顕微鏡による方法でも長い計測時間と煩雑な手間を必要とし、大気中に浮遊している特定の物質を含んだエアロゾルを非接触かつ遠隔で選別して計測することは不可能である。大気中の遠隔計測が可能である従来のライダー技術でも、検出できる特定の物質の総量または濃度等は測定できるが、上記の捕集する方法と同様には特定の物質を含有するか（付着する場合も含む）か、または特定の物質から形成されるエアロゾルの個数等を計測することは不可能である。特許開示技術（前記公開公報）においては、大気中に浮遊する多種雑多なエアロゾルの計測を目的とするもので、エアロゾルの種類に関係なく多種雑多のエアロゾルの個数、濃度、粒径等を計測できるが、特定の物質からなるエアロゾルまたはそれを含むエアロゾルの個数、濃度等のみを選別して計測することは不可能である。

【0006】

従来技術では、長い計測時間と煩雑な手間をかけて大気中に浮遊する特定の物質を含むエアロゾルを捕集計測及び分析して特定の物質の量を計測、又は推定することは可能であ

るが、特定の物質を含むエアロゾルの個数またはそのエアロゾルに含まれる量を非接触で遠隔かつリアルタイムで計測することは不可能であるという問題点がある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明では、大気中の限られた空間に浮遊する特定の物質からなるエアロゾルまたは特定の物質を含むエアロゾルの個数またはそのエアロゾルに含まれる量を遠隔かつリアルタイムで計測するために、エアロゾルにレーザー照射を施し、その結果、レーザー光と特定の物質による相互作用により、その特定の物質が照射するレーザー光と波長が異なるレーザー光励起で発光する蛍光、りん光、またはフォトルミネッセンス等の特定の物質が発生する特有の光を可視化して画像計測し、画像処理により計数する方法を用いる。

10

【0008】

即ち、本発明では、限られた空間に浮遊する特定の物質からなるエアロゾルまたは特定の物質を含むエアロゾル群から発せられる特定の物質に起因する光のみを検出することができる。これらの光は、計測した画像上で斑点として観測され、その輝度はそのエアロゾルに含まれるエアロゾルの量に依存する。その画像中の斑点の数量とそれぞれの輝度を画像処理、ないし画像解析することによって、大気中の限られた空間に浮遊する特定の物質からなるエアロゾルまたは特定の物質を含むエアロゾルの個数またはそのエアロゾルに含まれる量を遠隔かつリアルタイムで計測することが可能となる。

【発明の効果】

【0009】

20

本発明により、従来の方法で不可能であった大気中に浮遊する特定の物質を含んだエアロゾル等の数、大きさ等を測定することが可能となる。そのエアロゾルの空間分布を広範囲、精度良くかつ瞬時にリアルタイム計測することができる。このため、気象、大気環境分野で、例えばエアロゾル中の火山灰、黄砂等の物質の特定、または自動車排気ガスによる大気汚染、及びアスベストなどの環境公害等での特定物質の飛散情報を瞬時に正確に得られる。これら計測データが必要な環境対策に役立てることによって環境保護、保全に貢献することができる。またある工場施設等より有害な物質が大気中に誤って放出されエアロゾルとして大気環境中に浮遊しているような不測の事態に本発明を用いれば、施設周囲の住民及び通行者等に時々刻々変動し浮遊する有害エアロゾルの大気空間分布及び時間的変動等の正確な情報を提供できる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

図1に示すように、天然または人為的に生成された化学物質、有機物、無機物等の物質に電磁波の一種である1.光または光の一種であるレーザー光が照射されると、光は物質表面で反射或いは散乱されて、その物質表面から照射した光と同一の波長を有する2.散乱光(弾性散乱光)を発する。この他に、物質表面で光屈折して物質による吸収を受けながら物質内を伝播し3.透過する光がある。この透過する光の波長も照射する光の波長と同じである。さらに、物質表面及び物質内部から照射した光の波長とは異なる波長を有する4.と5.の物質固有の光が発生する(濱口宏夫、尾崎幸洋、寺島紀夫、尾鍋研太郎、堀田和明編集:「レーザー分光計測の基礎と応用」、アイピーシー出版、1992年発行)。それらは、照射された光とその物質との相互作用または吸光作用の結果生じる物質の光励起に基づく発光現象である4.蛍光、りん光及びフォトルミネッセンス光等、または光の非弾性散乱現象により5.ストークスラマン光、アンチストークラマン光などのラマン散乱光等である。

40

【0011】

これらの照射する光と波長が異なる光は、一般的に良く知られているものであり、それらを利用した分光技術により物質の特定や物質分析が実用技術として広く用いられている。それら照射する光の波長と異なる物質から発生する特有の光の強度は、一般的に照射した光と同一の波長を有する散乱光(弾性散乱光)の強度よりも小さいという特徴がある。この特定の物質から発生する照射した光の波長と異なる特有の光のみを計測することにより

50

限られた空間に浮遊する特定の物質を含むエアロゾルを特定の物質を含まない他のエアロゾルと区別して計測することが可能となる。

【0012】

その具体的な方法を以下に示す。パルスレーザー光を計測対象となる大気のエアロゾル群に向けて広げて大気中に出射する。レーザー光の伝播中、大気中に存在するエアロゾル群からレーザー光の出射方向に向けて、レーザー光とエアロゾルの相互作用によりレーザー光の波長と同一の波長を有する後方散乱光とエアロゾルを形成する物質に起因する照射するレーザー光の波長と異なる波長を有する上述の光が発せられる。このレーザーの伝播方向とは逆方向にエアロゾルから発生する光をレーザーの出射地点付近より照射するレーザー光と同一の波長の光を遮断しかつ照射するレーザー光の波長と異なる特定の波長の光のみを透過させる光波長選別器または光学フィルター等を装備した望遠鏡等の集光光学素子に高速ゲート機能を有するCCDカメラ、MCP等の2次元光検出器で観測する。

10

【0013】

このとき、2次元光検出器の高速ゲート機能により、2次元光検出素子のシャッター時間及びレーザー出射からの遅延時間であるシャッタータイミングを制御すると観測地点より任意の距離にある大気中の限られた空間に浮遊するエアロゾル個々より発せられる特定の波長を有する光のみを画像として計測することが可能となる。

【0014】

光波長選別器または光学フィルター等で透過する光の波長を特定の物質がレーザー照射によって発する固有の波長に設定すれば、計測対象とするエアロゾルにその特定の物質が付着しているかまたは構成物質として含有されているかを計測することができる。その特定の物質の固有の光が検出されれば、計測対象となる限られた空間に浮遊するエアロゾルにその特定の物質が含まれていることが分かる。

20

【0015】

計測した画像は、エアロゾル個々からの光が点として写しだされ、それら点の集まった星雲状或いは斑点状のものとなる。それら点の数及び点の輝度は、パルスレーザー光が照射された任意の空間に浮遊し、特定の物質からなるエアロゾルまたは特定の物質が付着しているか、含有するエアロゾルの数及び特定の物質の大きさや量を表すので、それらを画像処理または画像解析により計測することによって任意の限られた大気空間に浮遊するそれら特定の物質を含むエアロゾルの数、大きさ及び特定の物質の量を計測することができる。

30

【実施例】

【0016】

(測定例または実験データ)

図2に本発明を用いたレーザーレーダー方式による特定物質を含むエアロゾルの遠隔選別画像計測装置の概略図を示す。装置は、1)パルスレーザー装置、2)高速ゲートシャッター付高感度CCD(Charge Coupled Devices)カメラ、3)出射レーザービーム光学系(凹レンズ等)、4)集光光学系(望遠レンズ等)、5)装置計測制御解析部、及び6)光学フィルターまたは回折格子等の光を波長によって選別する光学機器から構成される。本発明の実施例では、あらかじめレーザー照射により照射するレーザー光の波長と異なる波長の光(蛍光)を発生する物質(色素)を含むエアロゾルミスト(粒径:数ミクロン~数十ミクロン)を測定空間内に発生させて、その物質を含むエアロゾルのみを他の特定の物質を含まないエアロゾルと区別して計測する試験を実施した。

40

【0017】

まず、7)パルスレーザー光を3)出射レーザービーム光学系を用いて図2に示すようにレーザービーム径を拡げて測定対象となる大気空間に向けて照射する。7)パルスレーザー光は、3)出射レーザービーム光学系から出射された後、そのビーム径を広げつつ大気中を伝播する。このパルスレーザー光が通過する大気の8)レーザー伝播領域からは、9)大気中に浮遊する多種雑多のエアロゾル群から図のようにレーザー出射地点に向けて10)レーザー照射による大気中に浮遊する多種雑多のエアロゾル群からの照射レーザー光の波長と同

50

一 波長の後方散乱光が発せられる。これらの光は、8) レーザー伝播領域にある全てのエアロゾルからレーザーの伝播に合わせて次々に発生する。また、これらの光は、図2の4) 集光光学系である望遠鏡等の集光器の前または後に設置、または4) 集光光学系の中に組み込まれた6) 光学フィルターまたは回折格子等の光を波長によって選別する機器により特定の波長を有する光のみが選別され、2) 高速ゲート機能を有する高感度2次元光検出器の光検出面上に画像として検出することができる。

【0018】

この2次元光検出器のゲート(シャッター)を長い時間開放した場合、近距離から遠方にあるエアロゾルまでの光がレーザーの伝播に合わせて続々と集光されてしまい、どの画像がどの空間にあるエアロゾルから発せられた光かが見分けがつかなくなる。そこで高速ゲート機能を用いて2次元光検出器に集光される光を区切るために高速ゲート(短い時間幅5ナノ秒、ナノ = 10^{-9})のシャッターをかけると、図2のように8) レーザー伝播領域の2) 高速ゲートシャッター付高感度CCD(Charge Coupled Devices)カメラで観測される11) 特定の空間にあるエアロゾル群から発せられた光のみを波長によって選別し画像として写しだすことが可能となる。

10

【0019】

さらに、5) 装置計測制御解析部を用いてカメラのシャッターを施すタイミングをパルスレーザーの射出時間よりある遅延時間に設定すると、図2のようにレーザー射出地点より任意の距離はなれた8) レーザーの伝播領域の限られた空間にあるエアロゾル群からの特定の波長を有する光のみを画像として取り出すことが可能となる。得られた画像は、レーザー照射により照射したレーザー光と波長の異なる光を発するエアロゾルからの光が点として、それらが集まった斑点状或いは星雲状のものとなる。

20

【0020】

図3には、上述の計測装置において、直径約0.5cmのYAGレーザー光(波長532nm、パルス幅1ns及びパルスエネルギー~30mJ)を3) 射出レーザービーム光学系に焦点距離-30cmの凹レンズを用いて室内大気中に照射し、約5m遠方の限られた室内大気内の特定空間(縦約18cm、横24cm、奥行き1m)に浮遊する9) 多種雑多なエアロゾル等より光の弾性散乱であるミー散乱あるいはレイリー散乱に起因する照射レーザー光の波長と同一波長の10) 散乱光を画像として計測したものである。この画像を5) 装置計測制御解析部で解析処理して11) 特定空間内の多種雑多なエアロゾルの個数及び粒径を計測するのが開示特許技術(公開番号:特開2004-233078)の方法である。本発明では、この方法とは違い、特定の物質がレーザー照射により照射レーザー光の波長と異なる光を発生する現象を利用するために6) 光学フィルターまたは回折格子等の光を波長によって選別する光学機器を新たに設置して照射するレーザー光の波長と違う波長の光を計測して特定の物質を含むかまたは特定の物質により形成される特定のエアロゾルのみを点の画像として計測し、その点の数からその特定の物質を含むエアロゾルの個数、粒径等を計測するものである。これにより、特定の限られた空間内に特定の物質を含むエアロゾルの濃度がわかり、その点の輝度により特定物質の量、大きさを推測することができる。

30

【0021】

図4は、照射するレーザー光の波長(532nm)の光を遮断して透過させず、光波長670nm近傍の光のみを透過させる光学フィルターを6) 光学フィルターまたは回折格子等の光を波長によって選別する機器に用いた場合に図3と同様の光感度で観測した画像である。図4には図3のような斑点が現れないことから、レーザー光の波長(532nm)と同じ波長を有するエアロゾルからの10) 散乱光は検出されず、多種雑多の特定の空間中のエアロゾルからの照射レーザー光と波長が異なり、この光学フィルターを通過する光は極端に小さいことがわかる。

40

【0022】

この状態で、使用する照射レーザー光の光励起により波長670nm近傍に最も強く蛍光を発する色素(オキサジン170、Oxazine170:K. Kato, Opt. Commun. 19(1) p.18, 1976)が溶かされたアルコール(メタノール)溶液(0.08g/l)の13) 色素を含むエアロゾルミストを

50

12)噴霧器を用いて、その11)特定空間内に噴霧して発生させた。その結果、図5のようなミストに溶解された色素から発する14)特有の光(~670nm)のみを検出し、そのミストの噴霧状態が観測された。図5の画像中、黒い部分はミストが希薄またはその空間に存在しないため白く斑点が写らない所である。この画像の濃淡によりその特定空間内の色素を含んだエアロゾルの空間分布が観測できる。また、この画像を連続的に検出することにより特定空間内でも13)エアロゾルミストの空間分布の時間変動を容易に観測することが可能となる。そのミストの空間分布は、噴霧された初期状態から拡散及び室内空調の空気の流れにより変動し、図6のように斑点が希薄になる。

【0023】

図6の上部の黒い部分は、室内空調によりミストを含まない空気が特定空間の上部より流れ込んだためミストが希薄な領域である。図6中の白い点一つは、レーザー照射による光励起により6)光学フィルターまたは回折格子等の光を波長によって選別する機器の光学フィルターを透過することの可能な特有の波長の蛍光を発する色素を含んだエアロゾルである13)アルコールミスト一つに相当するものである。また、その点の輝度は、ミストの大きさまたは色素の量に依存し、輝度が高ければ、そのミストに含まれる色素の量は多くなる。

【0024】

これら図6中の白い点の数及び輝度を開示特許技術(公開番号：特開2005-221241)のような画像処理解析技術で計数すれば、斑点の輝度が色素の量またはミストの大きさに依存するので、その輝度を基にして色素を含むエアロゾルであるミストの数を表した図7のようなヒストグラムを得ることができる。その結果、限られた特定空間内に浮遊する色素を含む大小のミストのエアロゾル総数16,813個を計測することができた。本実施例により、レーザー照射により特定の物質を含むエアロゾルの個数、濃度、大きさ、粒径、及びエアロゾルが含む特定の物質の量等の計測が、レーザー照射によるエアロゾルが含む特定の物質からの固有の光画像計測により可能であることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】光或いはレーザー光が物質に照射されたときの光関連の諸現象、及び光照射の結果物質から発生する物質固有の照射する光の波長と異なる波長を有する光または散乱光の説明図である。

【図2】本発明方式を実施した特定物質を含むエアロゾルの遠隔選別画像計測装置の概略図である。

【図3】本発明方式で照射したレーザー光と同一の波長を有する散乱光を観測したエアロゾル画像である。

【図4】本発明方式で照射したレーザー光の波長よりも長い波長(~670nm)の光を透過する光学フィルターを設置してエアロゾルからの光を観測した画像である。

【図5】本発明方式で照射したレーザー光の波長よりも長い波長の蛍光を発する色素を有するエアロゾルミストの噴霧初期状態を観測した画像である。

【図6】本発明方式で照射したレーザー光の波長よりも長い波長の蛍光を発する色素を含有するエアロゾルミストが空气中を拡散した状態を観測した画像である。

【図7】図6の画像をコンピュータ上で画像解析処理して色素を含むエアロゾルミストの個数を画像の斑点輝度を基に取得したヒストグラム図である。

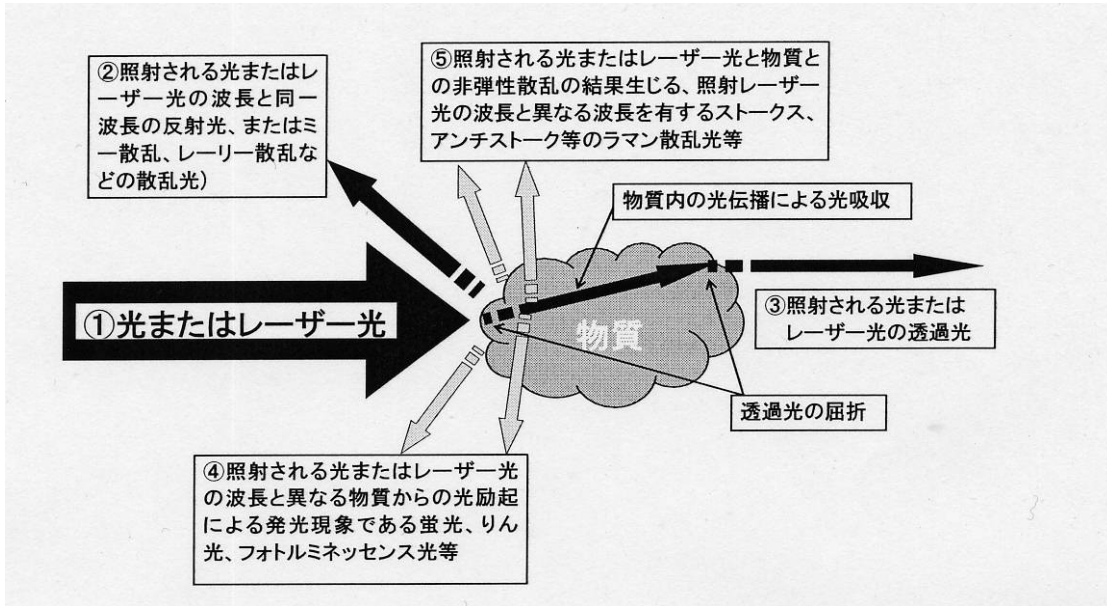
10

20

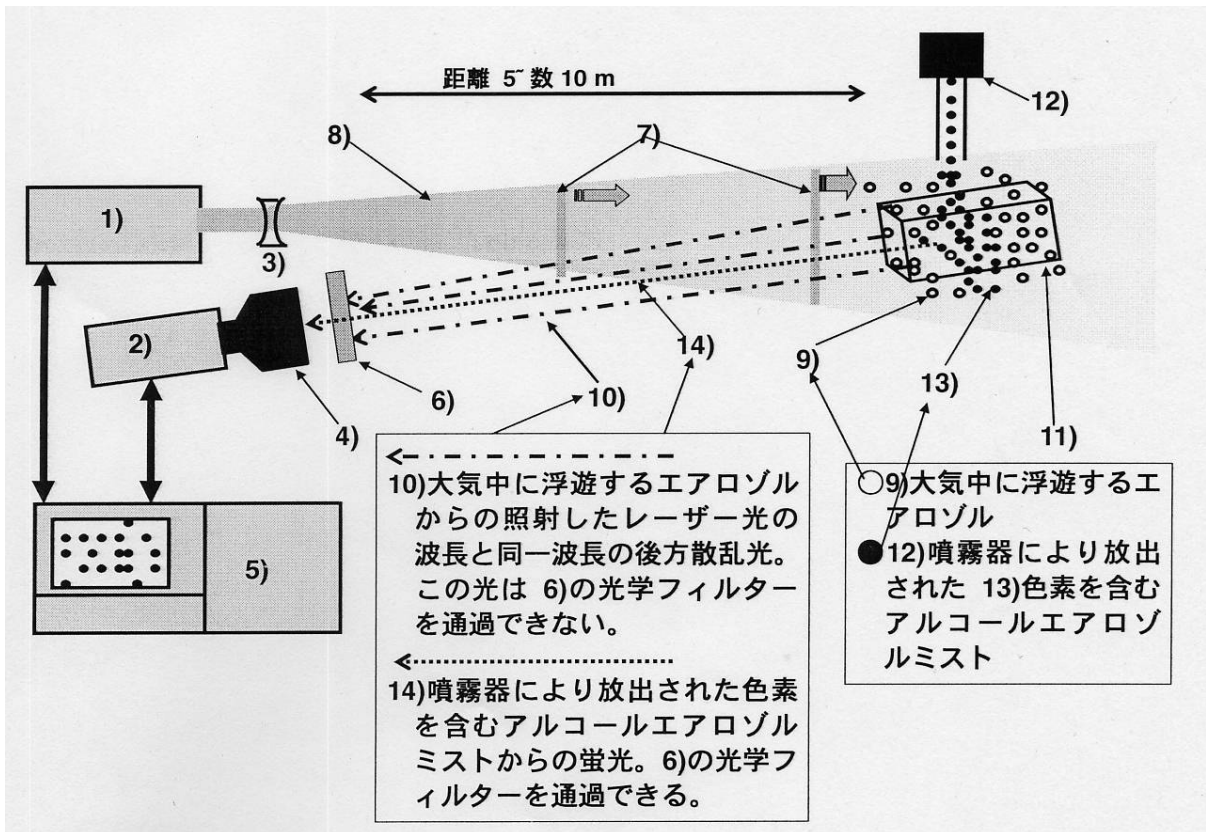
30

40

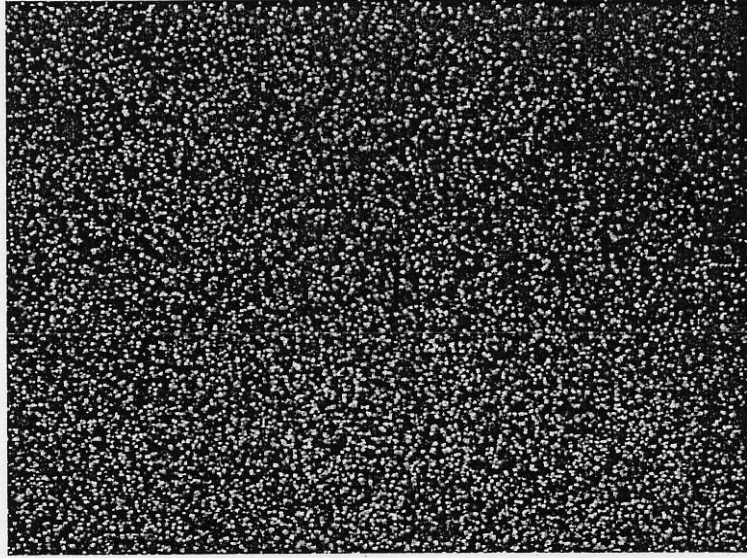
【 図 1 】



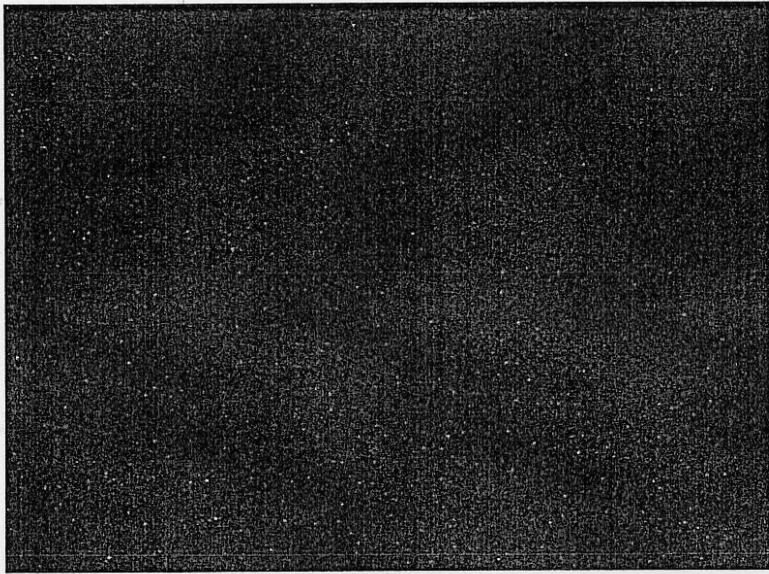
【 図 2 】



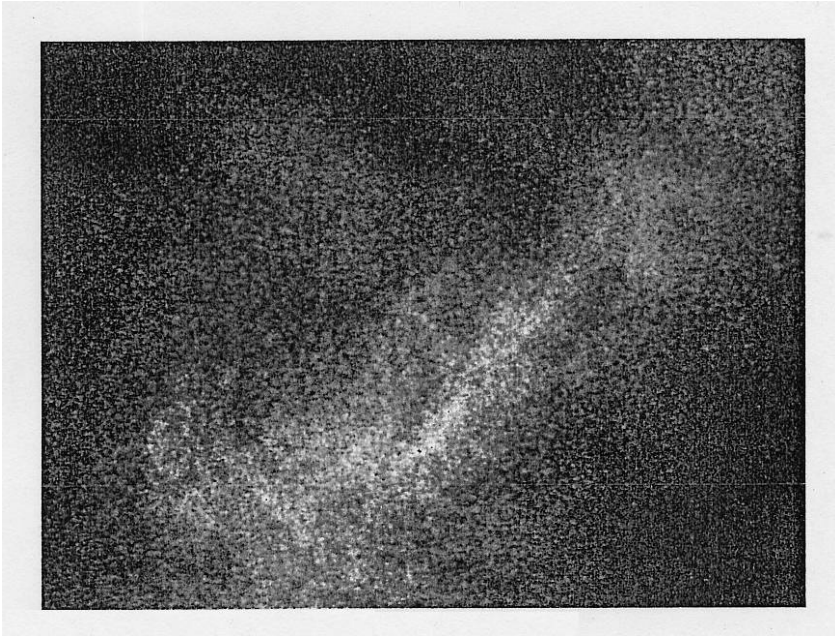
【 3】



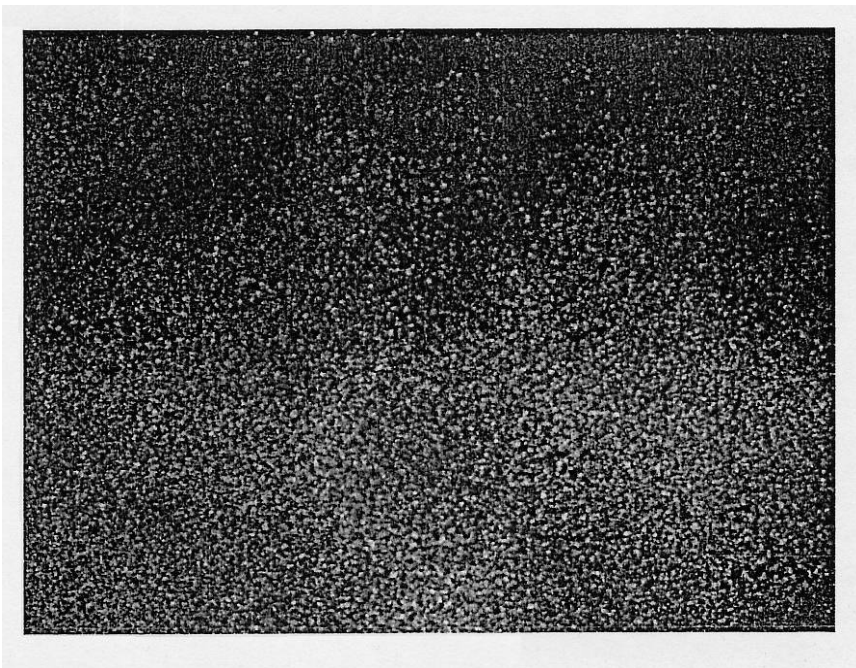
【 4】



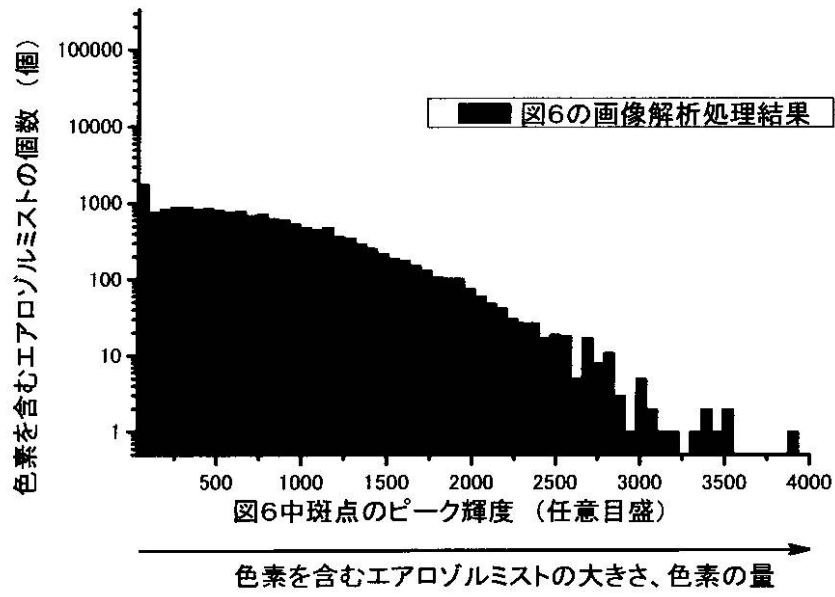
【図 5】



【図 6】



【 図 7 】



フロントページの続き

審査官 河野 隆一朗

- (56)参考文献 特公昭51-029036(JP, B1)
特開2002-250769(JP, A)
特開2004-233078(JP, A)
特開平08-086734(JP, A)
特開平02-176542(JP, A)
特開2001-050894(JP, A)
特開2003-042943(JP, A)
特開2005-134273(JP, A)
特公昭49-048794(JP, B1)

Y.Murakami, Y.Izawa, S.Kitamura, Y.Suzuki, C.Yamanaka, and M.Nishimura, Laser Radar, Data Processing System and Measurements of Air Pollutions, International Federation of Automatic Control Environmental Systems Planning Design and Control, 1979年, No.1, P.109-116

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 15/02
G01N 15/06
G01N 21/64
G01N 21/65