

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年5月15日 (15.05.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/056444 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 15/06 (2006.01) G01N 15/02 (2006.01)
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 進士 正人 (SHINJI, Masato) [JP/JP]; 〒7558611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 国立大学法人山口大学工学部内 Yamaguchi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/001210
- (22) 国際出願日: 2007年11月6日 (06.11.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (74) 代理人: 石井良和 (ISHII, Yoshikazu); 〒1030014 東京都中央区日本橋蛸殻町1-6-3 豊第2ビル5階 Tokyo (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
- (30) 優先権データ:
特願2006-299946 2006年11月6日 (06.11.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人山口大学 (YAMAGUCHI UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒7538511 山口県山口市吉田1677-1 Yamaguchi (JP).

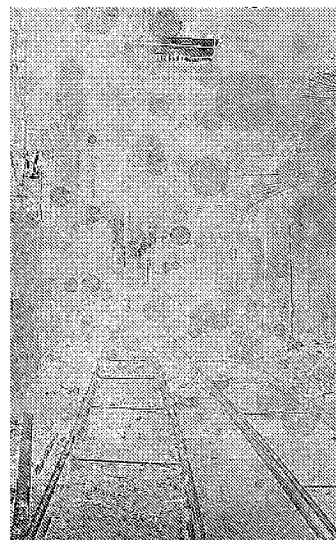
[続葉有]

(54) Title: DUST MEASURING METHOD AND DUST MEASURING DEVICE

(54) 発明の名称: 粉塵測定方法及び粉塵測定装置



(1)



(2)

(57) Abstract: The dust concentration in, e.g., a tunnel is simply measured by means of a portable imager. When the space in a tunnel is imaged by using a strobe of a digital camera, the flash from the strobe is reflected by particles floating in the air. The reflected light is captured and a white-spot image is captured. By counting the white spots, the dust concentration can be estimated. The dust measuring device comprises image extracting means for extracting white spots in an image, area calculating means for calculating the area of the white spots of the image, comparing means for judging whether or not the value calculated by the area calculating means is within a preset region, means for counting the number of the white spots in the preset region, and display means for displaying the count result.

(57) 要約: 携帯可能な撮影装置を使用して簡単にトンネル内等の粉塵濃度を測定できるようにするものであって、トンネル内においてデジタルカメラのストロボを使用して空間を撮影す

[続葉有]



WO 2008/056444 A1



SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

IS, IT, LI, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

ると、空間に浮遊する微粒子にストロボからの閃光が反射し、反射光が白斑画像として撮影される。この白斑の数をカウントすることによって粉塵濃度を推定することが可能となる。粉塵測定装置は、画像中の白斑を抽出する画像抽出手段、白斑画像の面積を計算する面積計算手段、及び面積計算手段で得られた数値が設定範囲内にあるかを判定する比較手段、設定範囲内の白斑画像の数をカウントする手段、及びカウント結果を表示する表示手段とからなる。

明 細 書

粉塵測定方法及び粉塵測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、微粒子の粉塵を簡易な方法によって測定する方法及び装置に関するものである。特に、トンネル建設工事現場において、掘削、ずり積み、ロックボルト打設、吹付けコンクリートなどの作業に伴い発生する粉塵を測定する方法に関する。

背景技術

[0002] トンネルは閉じられた空間であり、掘削による粉塵と共に空間を補強するための吹付け工法によって吹き付けられたセメントモルタルが地山及びモルタル粒子同士の衝突により飛散することから、多量のセメント微粒子がトンネル内に飛散するので、劣悪な作業環境となる。

作業環境における粉塵濃度を測定して粉塵濃度が規定より高い場合は、換気を強化するなどして作業環境を良好に維持する必要がある。

[0003] 空気中に浮遊している粉塵の粒径を測定する装置として、従来、1個の粒子が光照射位置を通過したときに生じる散乱光等を検出することにより、単位体積当たりの気体中に含まれる粒子の数と個々の粒子の大きさを検出するダストカウンタや、レーザ光を用いて干渉縞を作ると共に、そこを1個の粒子が通過することによる干渉縞の変化を検出してその粒子の大きさを測定するフェーズドップラー方式の測定装置が知られている。

[0004] また、粒子群の粒度分布を測定する装置として、従来、分散状態の被測定粒子群にレーザ光を照射することによって生じる回折／散乱光の空間強度分布を測定し、その測定結果を散乱理論に基づいて被測定粒子群の粒度分布に換算する、いわゆるレーザ回折／散乱式の粒度分布測定装置が知られている。このレーザ回折／散乱式の粒度分布測定装置において被測定粒子群を分散させるには、測定粒子を液体中に分散させて懸濁液とする液相法と、測定粒子を気体中に分散させてエアロゾルとする気相法とがある。

半導体産業など粉塵を嫌う産業における粉塵の測定には、投光器と受光器をガスの流れに対して直角方向に対向させて光を横断させ、粉塵による光の透過量の大小を測定して粉塵濃度と関連付けがおこなわれている。

特許文献1：特開2006-10514号公報

特許文献2：特開平11-264796号公報

特許文献3：特開平9-243547号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 従来の粉塵測定は、いずれの測定方法を採用するにしても、サンプルの空気を採取して測定装置にかけるものであり、手間がかかると共に、測定装置が高価であった。

本発明は、トンネル工事現場に限らず携帯可能なデジタルカメラ等の撮影装置を使用して簡単に粉塵を測定できるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0006] フラッシュ等によって閃光を発生して空間を撮影すると、空気中に浮遊している微粒子は閃光を反射し、白色円形画像等の白斑が撮影されることを利用したものであり、画像中の一定大きさの白斑画像の数をカウントすることによって粉塵濃度を測定するものである。

また、白斑画像の明るさを計測することによって微粒子の粒径を推定するものである。

[0007] 微粒子は、空間にほぼ均一に存在していると考えられ、撮影装置から一定距離内にある微粒子からの反射に基づいて白斑画像が撮影されるので、画像中の白斑画像の個数を計測することによって粉塵の濃度を推定することが可能である。白斑画像として撮影される微粒子は、カメラレンズの近傍域に存在するものであり、レンズから微粒子までの距離が大きくなると反射光がカメラに到達しないので白斑画像は撮影されず、一般的な光量のストロボを使用した撮影における限界距離はカメラのレンズから50mm程度である。

白斑画像は、オートフォーカスで撮影した場合、多くのデジタルカメラで

は白色系の円形画像として撮影されるが、特定のデジタルカメラで撮影すると、図2に示すように白斑画像は、六角形の画像として撮影される。これは、デジタルカメラのCCD素子の配列の特異性によるものと考えられる。

[0008] 一眼レフカメラに外付けのストロボを装着して撮影すると、ストロボの装着位置がカメラのレンズの位置より高いため、レンズの直前の領域にはフラッシュが届かず、白斑画像は撮影されない。一方、同じ場所を内蔵ストロボを有するコンパクトカメラでフラッシュ撮影すると白斑画像が撮影されることから、ストロボはレンズの近傍に位置させ、微粒子からの反射光がレンズに入射するようにする必要がある。外付けのストロボを使用する場合は、レンズに装着することができるリングフラッシュを使用する。

前述のように、微粒子の反射光が画像として捉えることができるのは、レンズから約50mm以内であることから、撮影装置の焦点距離を50mm以内に設定して撮影すると、背景の映りこみがなくなり、白斑画像の識別が容易となり、個数のカウントがしやすくなる。

[0009] 撮影場所の背景が白色系であると、微粒子からの反射光に基づく白斑画像がマスキングされてしまうので、撮影時には背景を黒色とするように配慮する。

撮影装置がカラー画像用の場合は、モノクロ処理、エッジ強調処理、減色処理、反転処理などの適宜の画像処理を施して円形画像を抽出して測定の精度を向上させることが可能である。

デジタルカメラがモノクロ撮影モードを有している場合は、その機能を利用して良い。

図面の簡単な説明

[0010] [図1] トンネル内に閃光を発した場合と発しない場合の撮影画像。

[図2] 白斑が六角形となり撮影されるデジタルカメラの画像。

[図3] マクロモードとオートフォーカスで撮影した場合の対比画像。

[図4] トンネル内の粉塵の粒径分布図。

[図5] 本発明の粉塵測定装置のブロック図。

符号の説明

- [0011] 1 画像読取手段
2 円形画像抽出手段
3 面積算定手段
4 比較手段
5 基準値設定手段
6 カウント手段
7 表示手段

発明を実施するための最良の形態

- [0012] 本発明をトンネル内のセメント系の粉塵測定に適用した場合について説明する。

図1の右側の画像は、デジタルコンパクトカメラを使用して施工中のトンネル内を撮影したものである。デジタルカメラをオートフォーカスとし、内蔵ストロボで閃光を発して撮影した。空気中に浮遊するセメント微粒子に閃光が反射して白色の円形画像が多数、種々の大きさで撮影された。一方、図1の左側の画像は、ストロボを使用しない場合であり、微粒子からの反射光が発生しないのでストロボ使用時に出現した白色系円形画像は撮影されない。なお、図1の画像は、撮影したカラー画像をモノクロ処理し、白斑を識別しやすいように白黒反転処理をおこなったものであり、白色系円形画像は円形のグレー画像で示されている。デジタルカメラ自体にモノクロ撮影モードがある場合は、その機能を利用しても良い。

- [0013] 微粒子からの反射光が撮影されるのは、微粒子がカメラのレンズの近傍であることから、デジタルコンパクトカメラをマクロモードにして撮影したのが図3(1)である。図3(2)は、同一場所をほぼ同時刻にデジタルカメラをオートフォーカスにしてストロボを使用して撮影したものであり、図3(3)はストロボを使用しないでオートフォーカスで撮影したものである。

画面の中央の奥に作業用車輛のヘッドライトと作業用の照明具から光が発せられているが、図3(1)のマクロモードにした場合は、全体的にバック

が暗く撮影され、作業用車輛のヘッドライトが円形画像として撮影され、図3(2)では映りこんでいる正面と左側の作業用車輛が撮影されず、背景が黒色系であるので、微粒子の存在を示す白斑画像の識別が容易となっている。

以上のように、ストロボを使用すると、空気中に浮遊している微粒子が照射された光を反射し、この反射光が白斑として撮影される。この現象を利用することによって、撮影した画像中の白斑画像をカウントすることによってセメント微粒子粉塵の濃度を推定することが可能である。

[0014] 吹き付けコンクリートによる粉塵の粒径分布をトンネル内の粉塵を採取して調べた。トンネル内において一定の気体量を吸引し、それに含まれる粉塵をフィルターで採取してサンプルを得、電子顕微鏡で撮影して粉塵をカウントし、粒径と個数を調べた結果のグラフを図4に示す。図4の表からも明らかのように、 $10\mu\text{m}$ を超える粉塵は稀で多くは $2\mu\text{m}$ であった。このことから、粉塵の粒径が $2\mu\text{m}$ 程度であっても本発明によって計測可能であるといえる。

[0015] 図5は、本発明方法に基づく粉塵測定装置の一例のブロック図である。

撮影したデジタル画像を記憶した記憶媒体等から画像を読取る手段1と、読み取った画像から白色系円形画像を抽出する手段2と、その抽出画像の面積を算定する手段3と、その面積を予め設定した基準範囲と比較する比較手段4と、基準範囲内の円形画像をカウントする手段6、及びカウント結果を表示する表示手段7からなるものである。基準範囲は、適宜変更することができるように基準値変更手段5が設けてある。

[0016] 読取り手段から読み取った画像から白色系円形画像の抽出を容易または見逃しを抑制して精度を高めるために、適宜の画像処理を施す。

エッジ処理をおこなって円形画像を抽出しやすくしたり、モノクロ処理、減色処理など、デジタル画像の画像処理手段を適宜採用して円形画像を抽出しやすくする。

産業上の利用可能性

[0017] 以上のように、本発明は、携帯型の撮影装置を使用して簡易にトンネル等の暗所内の粉塵の濃度等を測定することでき、有用なものといえる。

特に、価格が従来の粉塵測定装置に比較して格段に安価であるデジタルカメラを使用する場合は、ポケットに入れて携行することが可能であり、足場の不確かなトンネル内への持ち込みも容易であり、操作はフラッシュ撮影という単純なものであり、撮影自体は気軽におこなうことができる。

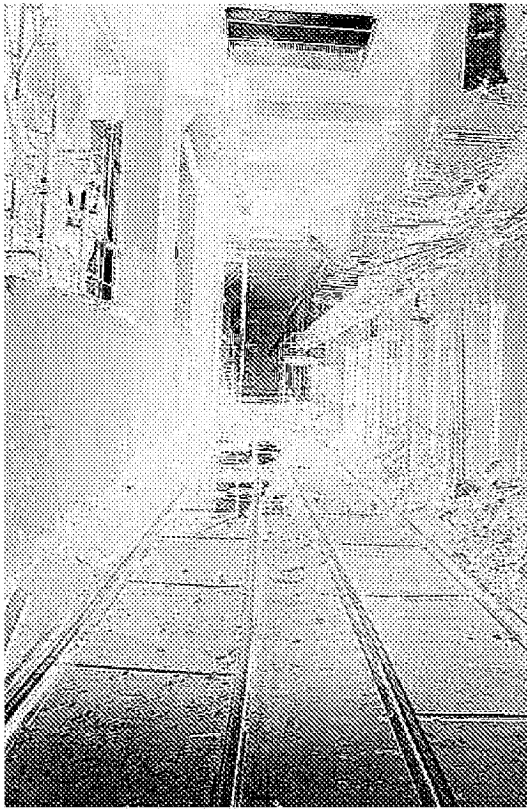
デジタルカメラによる撮影は、通常、撮影者はカメラを目の高さに保持して撮影するので、作業員が吸引する可能性が極めて高い領域の粉塵濃度を簡便に計測することができ、撮影した画像をコンピュータで簡単に解析して濃度を算出することができる。

従って、測定を頻繁におこなうことが可能であり、安価な装置で環境の悪化を即座に認識することができ、粉塵が多く、環境基準を超えたと判断された場合は、換気の強化などで環境改善を図ることができるので作業者は良好な作業環境で仕事をすることができるようになる。

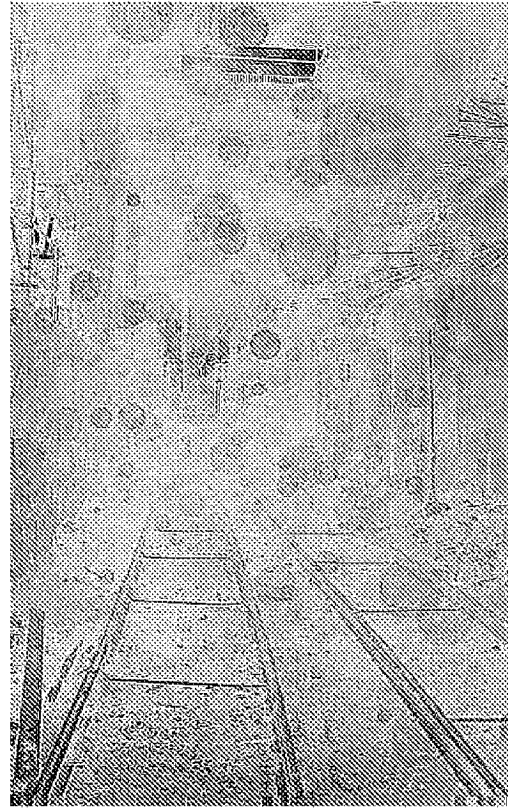
請求の範囲

- [1] 空間に閃光を発生して空間を撮影し、撮影画像中に存在する白斑画像の数をカウントする粉塵測定方法。
- [2] 請求項 1 において、背景を黒色として撮影する粉塵測定方法。
- [3] 請求項 1 において、撮影装置の焦点距離を 50 mm 以下として撮影する粉塵測定方法。
- [4] 画像中の白斑画像を抽出する画像抽出手段、白斑画像の面積を計算する面積計算手段、及び面積計算手段で得られた数値が設定範囲内にあるかを判定する比較手段、設定範囲内の白斑画像の数をカウントする手段、及びカウント結果を表示する表示手段とからなる粉塵測定装置。

[图1]



(1)



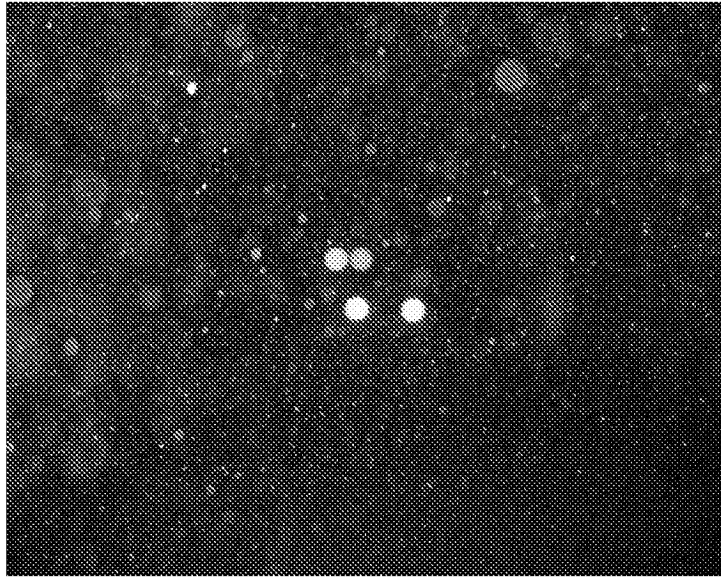
(2)

[图2]



[図3]

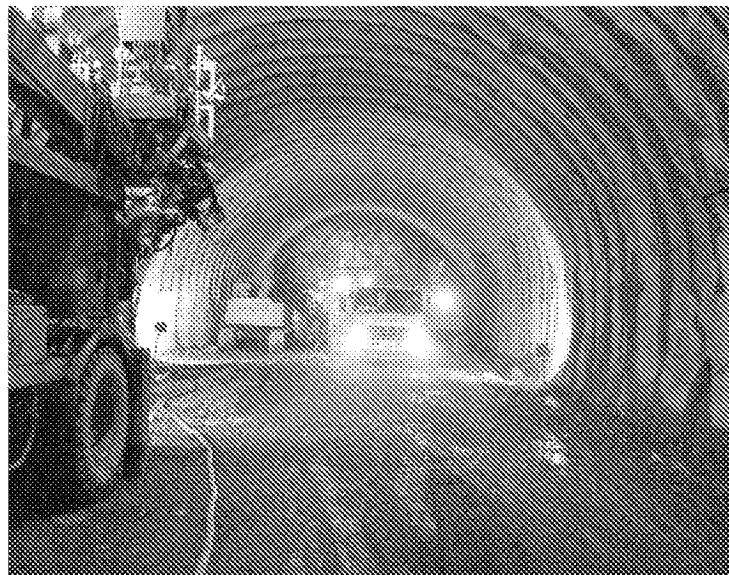
(1)



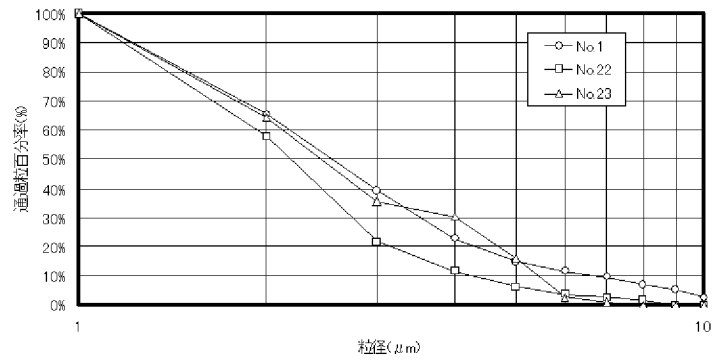
(2)



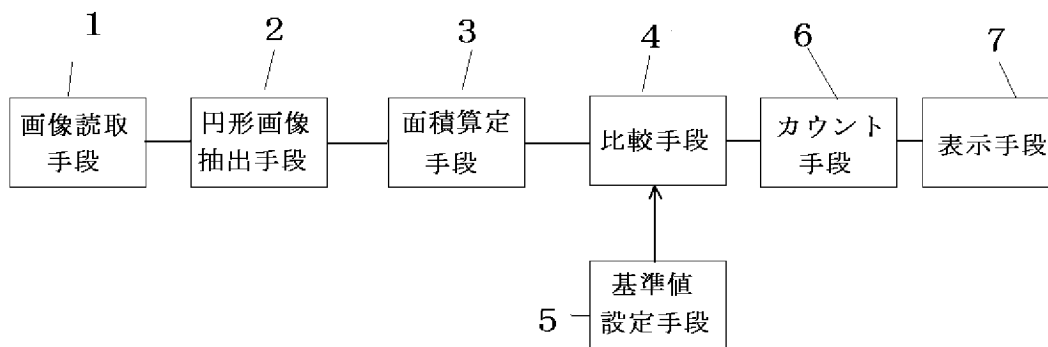
(3)



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/001210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N15/06(2006.01) i, G01N15/02(2006.01) i

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)

G01N15/00-G01N15/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2008 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2008 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2008 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus (JDream2)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X Y | Eiichi NOMURA, "Kukichu no Fuyu Funjin o Satsuei", Shashin Kogyo, 1993.03, Vol.51, No.3, pages 76 to 80 | 1-3, 4 |
| Y A | JP 8-117533 A (Tokyo Kohtetsu Co., Ltd.), 14 May, 1996 (14.05.96), Claim 1 (Family: none) | 4, 1-3 |
| A | JP 4-95757 A (Ohno Research & Development Laboratories Co., Ltd.), 27 March, 1992 (27.03.92), Full text; all drawings (Family: none) | 1-4 |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "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)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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
 "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
 "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
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 February, 2008 (21.02.08)

Date of mailing of the international search report
11 March, 2008 (11.03.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/001210

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2003-302333 A (Shin Nippon Kucho Kabushiki Kaisha), 24 October, 2003 (24.10.03), Full text; all drawings (Family: none) | 1-4 |
| A | CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 83971/1992 (Laid-open No. 49988/1994) (Kabushiki Kaisha Asanuma Kamera Mekanikaru Raboratori), 08 July, 1994 (08.07.94), Full text; all drawings (Family: none) | 1-4 |

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|---------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N15/06(2006.01)i, G01N15/02(2006.01)i | | | | | | | | | | | |
| B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N15/00 - G01N15/14 | | | | | | | | | | | |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">日本国実用新案公報</td> <td style="border: none;">1922-1996年</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">日本国公開実用新案公報</td> <td style="border: none;">1971-2008年</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">日本国実用新案登録公報</td> <td style="border: none;">1996-2008年</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">日本国登録実用新案公報</td> <td style="border: none;">1994-2008年</td> </tr> </table> | | | | 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 | 日本国公開実用新案公報 | 1971-2008年 | 日本国実用新案登録公報 | 1996-2008年 | 日本国登録実用新案公報 | 1994-2008年 |
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 | | | | | | | | | | |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2008年 | | | | | | | | | | |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2008年 | | | | | | | | | | |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2008年 | | | | | | | | | | |
| 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) JSTPlus (JDream2) | | | | | | | | | | | |
| C. 関連すると認められる文献 | | | | | | | | | | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 | | | | | | | | | |
| X Y | 野村英一, 空气中的浮遊粉塵を撮影, 写真工業, 1993.03, Vol. 51, No. 3, p76 - p80 | 1-3, 4 | | | | | | | | | |
| Y A | JP 8-117533 A (東京鋼鐵株式会社) 1996.05.14, 請求項1 (ファミリーなし) | 4, 1-3 | | | | | | | | | |
| A | JP 4-95757 A (株式会社大野技術研究所) 1992.03.27, 全文全図 (ファミリーなし) | 1-4 | | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 | | <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。 | | | | | | | | | |
| * 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | | の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献 | | | | | | | | | |
| 国際調査を完了した日 21.02.2008 | | 国際調査報告の発送日 11.03.2008 | | | | | | | | | |
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | | 特許庁審査官 (権限のある職員) 森 竜介 | 2 J 3 6 0 6 | | | | | | | | |
| | | 電話番号 03-3581-1101 | 内線 3252 | | | | | | | | |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|--|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| A | JP 2003-302333 A (新日本空調株式会社) 2003. 10. 24, 全文全図 (ファミリーなし) | 1-4 |
| A | 日本国実用新案登録出願 4-83971 号(日本国実用新案登録出願公開 6-49988 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (株式会社浅沼カメラメカニカルラボラトリー) 1994. 07. 08, 全文全図 (ファミリーなし) | 1-4 |