

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 3 月 6 日(06.03.2014)

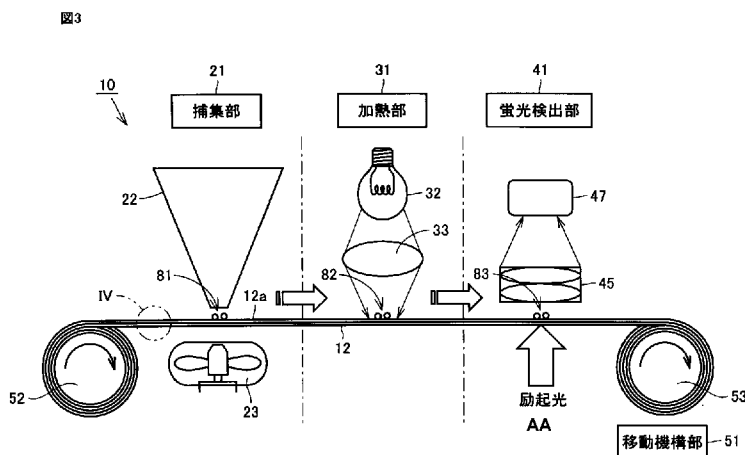


(10) 国際公開番号
WO 2014/034355 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 15/06 (2006.01) *G01N 21/64* (2006.01)
G01N 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/070574
- (22) 国際出願日: 2013 年 7 月 30 日(30.07.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-190043 2012 年 8 月 30 日(30.08.2012) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 藤田 英明(FUJITA, Hideaki). 加茂 友規(KAMO, Tomonori). 鈴木 暁大(SUZUKI, Akihiro). 上山 春樹(KAMIYAMA, Haruki). 北村 和也(KITAMURA, Kazuya).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).
- (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PARTICLE DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 粒子検出装置



- 21 Collection unit
31 Heating unit
41 Fluorescence detection unit
51 Transfer mechanism
AA Excitation light

(57) Abstract: A particle detection device (10) is a particle detection device for detecting particles derived from organisms. This particle detection device (10) is provided with: a collection sheet (12); a collection unit (21) that introduces particles in the air into the device and collects the particles on the collection sheet (12); a heating unit (31) that heats the particles collected on the collection sheet (12) so as to increase the fluorescence emitted from the particle; a fluorescence detection unit (41) that detects the fluorescence emitted from the particles collected on the collection sheet (12); and a transfer mechanism (51) that transfers the collection sheet (12). Due to this configuration, the particle detection device is able to be reduced in the measurement time and measurement cost.

(57) 要約: 粒子検出装置 (10) は、生物由来の粒子を検出する粒子検出装置である。粒子検出装置 (10) は、捕集シート (12) と、空気中の粒子を装置内に導入し、捕集シート (12) に捕集する捕集部 (21) と、粒子から発せられる蛍光が増大す

るように、捕集シート (12) に捕集された粒子を加熱する加熱部 (31) と、捕集シート (12) に捕集された粒子から発せられる蛍光を検出する蛍光検出部 (41) と、捕集シート (12) を移動させる移動機構部 (51) とを備える。このような構成により、測定時間の短縮や測定費用の低減が図られる粒子検出装置、を提供する。

明 細 書

発明の名称：粒子検出装置

技術分野

[0001] この発明は、一般的には、粒子検出装置に関し、より特定的には、生物由来の粒子を検出する粒子検出装置に関する。

背景技術

[0002] 従来の粒子検出装置に関して、たとえば、特開2007-135476号公報には、空中浮遊微生物を簡便にサンプリングして、計数することを目的とした空中浮遊微生物の検出方法が開示されている（特許文献1）。

[0003] 特許文献1に開示された空中浮遊微生物の検出方法は、大気中に存在する微生物を粘着シート上に捕集する工程と、粘着シートの微生物捕集面を培地表面に接触させ、微生物の分裂増殖を行なう工程と、粘着シート越しに分裂増殖した微生物を観察して計数する工程を有する。

[0004] また、特開2002-357532号公報には、大気中の浮遊粒子状物質濃度と花粉濃度とを同時に測定することを目的とした浮遊粒子状物質の測定装置が開示されている（特許文献2）。

[0005] 特許文献2に開示された測定装置は、試料ガス中の浮遊粒子状物質をろ紙上に捕集する浮遊粒子状物質捕集部と、ろ紙上の浮遊粒子状物質に β 線を照射して、その透過量を検出して浮遊粒子状物質を検知する浮遊粒子状物質検出器と、浮遊粒子状物質内に含まれる花粉に紫外線を照射して、発生する蛍光強度を検出して花粉量を検知する花粉検出器とを備える。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2007-135476号公報

特許文献2：特開2002-357532号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献 1 に開示された空中浮遊微生物の検出方法においては、たとえば、空気中の微生物をエアサンプラーにより粘着シートに捕集し、捕集した微生物を培養させ（1～7日間）、微生物のコロニー数を測定する。しかしながら、このような微生物の培養を利用した検出方法では、測定結果を得るために非常に長い時間を要するとともに、測定費用が増大してしまう。

[0008] そこでこの発明の目的は、上記の課題を解決することであり、測定時間の短縮や、測定費用の低減が図られる粒子検出装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] この発明に従った粒子検出装置は、生物由来の粒子を検出する粒子検出装置である。粒子検出装置は、シート状部材と、空気中の粒子を装置内に導入し、シート状部材に捕集する捕集部と、粒子から発せられる蛍光が増大するように、シート状部材に捕集された粒子を加熱する加熱部と、シート状部材に捕集された粒子から発せられる蛍光を検出する蛍光検出部と、シート状部材を移動させる移動機構部とを備える。

[0010] このように構成された粒子検出装置によれば、空気中の粒子の捕集に熱容量が小さいシート状部材を用いることによって、加熱部による粒子の加熱時間を短縮するとともに、加熱部における消費エネルギーを低減することが可能となる。これにより、測定時間の短縮や、測定費用の低減が図られる粒子検出装置を実現することができる。

[0011] また好ましくは、シート状部材は、粘着面を有する。捕集部は、装置内に導入された空気中の粒子をシート状部材に吹き付けることによって、粒子を粘着面に捕集する。このように構成された粒子検出装置によれば、より簡易な装置構成で粒子を捕集することができる。

[0012] また好ましくは、移動機構部は、捕集部によりシート状部材に粒子を捕集する第 1 位置と、加熱部により粒子を加熱する第 2 位置と、蛍光検出部により蛍光を検出する第 3 位置との間でシート状部材を移動させる。このように構成された粒子検出装置によれば、捕集部による粒子の捕集工程と、加熱部による粒子の加熱工程と、蛍光検出部による蛍光検出工程との間でシート状

部材を自在に移動させることができる。

[0013] また好ましくは、シート状部材は、捕集部によりシート状部材に粒子を捕集する第1位置と、加熱部により粒子を加熱する第2位置と、蛍光検出部により蛍光を検出する第3位置との間で連続的にシート状に延在する。このように構成された粒子検出装置によれば、捕集部による粒子の捕集工程、加熱部による粒子の加熱工程および蛍光検出部による蛍光検出工程のうち複数の工程を、並行して実施することができる。

[0014] また好ましくは、加熱部は、粒子に向けて光を発する光源を有する。このように構成された粒子検出装置によれば、光源から発せられた光を粒子に向けて照射することにより、粒子をより短時間で加熱することができる。

[0015] また好ましくは、移動機構部は、捕集部に向けてシート状部材を供給するシート供給部と、蛍光検出部からシート状部材を回収するシート回収部とを有する。このように構成された粒子検出装置によれば、シート供給部から捕集部に向けてシート状部材を供給しつつ、蛍光検出部からシート回収部にシート状部材を回収することによって、粒子の測定を連続的に実施することができる。

[0016] また好ましくは、粒子検出装置は、ロール状に巻かれたシート状部材を収容し、装置に対して着脱自在に設けられた筐体をさらに備える。このように構成された粒子検出装置によれば、定期的に筐体を交換することによって、粒子の測定を連続的に実施することができる。

[0017] また好ましくは、粒子検出装置は、加熱部による加熱前の粒子から検出された蛍光量と、加熱部による加熱後の粒子から検出された蛍光量との差分から、生物由来の粒子を検出する。このように構成された粒子検出装置によれば、生物由来以外の粒子に起因する測定誤差を低減して、生物由来の粒子を高精度に検出することができる。

発明の効果

[0018] 以上に説明したように、この発明に従えば、測定時間の短縮や、測定費用の低減が図られる粒子検出装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]加熱前後における生物由来の粒子の蛍光強度の変化と、加熱前後における粉塵の蛍光強度の変化とを示すグラフである。
- [図2]加熱前後の蛍光強度の増大量 ΔF と、生物由来の粒子濃度との関係を示すグラフである。
- [図3]この発明の実施の形態における粒子検出装置を示す側面図である。
- [図4]図3中の2点鎖線ⅠⅤで囲まれた範囲を拡大して示す側面図である。
- [図5]図3中の粒子検出装置に設けられた捕集部を示す側面図である。
- [図6]図5中の捕集部の変形例を示す側面図である。
- [図7]図3中の粒子検出装置に設けられた加熱部を示す側面図である。
- [図8]図7中の加熱部の第1変形例を示す側面図である。
- [図9]図7中の加熱部の第2変形例を示す側面図である。
- [図10]図3中の粒子検出装置に設けられた蛍光検出部を示す斜視図である。
- [図11]図3中の捕集シートの交換方法を説明するための斜視図である。
- [図12]図3中の粒子検出装置の動作の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

- [0020] この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、以下で参照する図面では、同一またはそれに相当する部材には、同じ番号が付されている。
- [0021] 本実施の形態における粒子検出装置は、花粉や微生物、カビといった生物由来の粒子を検出するための装置である。最初に、本実施の形態における粒子検出装置を用いて生物由来の粒子を検出する原理について説明する。
- [0022] 図1は、加熱前後における生物由来の粒子の蛍光強度の変化と、加熱前後における粉塵の蛍光強度の変化とを示すグラフである。
- [0023] 空気中に浮遊する生物由来の粒子に紫外光または青色光を照射すると、生物由来の粒子は蛍光を発する。しかしながら、空気中には化学繊維の埃など（以下、粉塵ともいう）の、同様に蛍光を発する粒子が浮遊しており、蛍光を検出するのみでは、生物由来の粒子からのものであるのか粉塵からのもの

であるのかが区別されない。

[0024] 一方、図 1 中に示すように、生物由来の粒子および粉塵に対してそれぞれ加熱処理を施し、加熱前後における蛍光強度（蛍光量）の変化を測定すると、粉塵から発せられる蛍光強度が加熱処理によって変化しないのに対して、生物由来の粒子から発せられる蛍光強度は、加熱処理によって増加する。本実施の形態における粒子検出装置では、生物由来の粒子と粉塵とが混合する粒子に対して、加熱前後の蛍光強度を測定し、その差分を求めることにより、生物由来の粒子の量を特定する。

[0025] 図 2 は、加熱前後の蛍光強度の増大量 ΔF と、生物由来の粒子濃度との関係を示すグラフである。

[0026] 図 2 を参照して、具体的には、加熱前の蛍光強度と加熱後の蛍光強度との差から、蛍光強度の増大量 ΔF_1 を算出する。予め用意した蛍光強度の増大量 ΔF と生物由来の粒子濃度 N との関係に基づき、算出された増大量 ΔF_1 に対応する生物由来の粒子濃度 N_1 を特定する。なお、増大量 ΔF と生物由来の粒子濃度 N との対応関係は、予め実験的に決められる。

[0027] 続いて、本実施の形態における粒子検出装置の構成について説明する。図 3 は、この発明の実施の形態における粒子検出装置を示す側面図である。

[0028] 図 3 を参照して、本実施の形態における粒子検出装置 10 は、捕集シート 12 と、捕集部 21 と、加熱部 31 と、蛍光検出部 41 とを有する。

[0029] 捕集部 21 と、加熱部 31 と、蛍光検出部 41 とは、互いに間隔を隔てて配置されている。捕集部 21 と、加熱部 31 と、蛍光検出部 41 とは、直線上に並んで配置されている。その直線上において、加熱部 31 は、捕集部 21 と蛍光検出部 41 との間に配置されている。捕集部 21 は、後述するシート供給ドラム 52 と隣り合って設けられ、蛍光検出部 41 は、後述するシート回収ドラム 53 と隣り合って設けられている。

[0030] 図 4 は、図 3 中の 2 点鎖線 I-V で囲まれた範囲を拡大して示す側面図である。図 3 および図 4 を参照して、捕集シート 12 は、生物由来の粒子を捕集するシート状部材として設けられている。本実施の形態では、捕集シート 1

2が、生物由来の粒子と化学繊維の埃などの粉塵とが混合した粒子を捕集する。

[0031] 捕集シート12は、シート状に形成されている。捕集シート12は、所定の幅を有しつつ一方向に延伸するシート状に形成されている。捕集シート12は、薄板状に形成されている。捕集シート12は、後述するシート供給ドラム52およびシート回収ドラム53に巻き回される程度に柔軟性を有する。

[0032] 捕集シート12は、捕集部21による捕集シート12に粒子を捕集する第1位置としての捕集位置81と、加熱部31による粒子を加熱する第2位置としての加熱・冷却位置82と、蛍光検出部41により粒子から発せられる蛍光を検出する第3位置としての蛍光検出位置83との間で連続的にシート状に延在する。捕集シート12は、捕集位置81および蛍光検出位置83間の距離よりも大きい長さを有する。

[0033] 捕集シート12は、捕集した粒子を保持する粘着面12aを有する。粘着面12aは、粘着性を有する。本実施の形態では、粘着面12aが、捕集シート12と同じ一方向に連続的にシート状に延在する。

[0034] 捕集シート12は、基材13および粘着剤14から構成されている。基材13は、所定の幅を有しつつ一方向に延伸するシート状に形成されている。粘着剤14は、基材13の一方の表面に設けられている。捕集した粒子を保持する捕集シート12の粘着面12aは、粘着剤14の表面により構成されている。

[0035] このような構成によれば、粒子が粘着面12aに粘着されるため、粒子の捕集を簡易な構成で実現することができる。また、粒子をより安定して粘着面12aに保持させ、捕集位置81、加熱・冷却位置82および蛍光検出位置83間を移動させることができる。

[0036] 基材13として、高い耐熱性と、適当な強度とを兼ね備える材料が用いられることが好ましい。より具体的には、基材13として、高い耐熱性を有する樹脂材料、たとえばポリイミドが用いられることが好ましい。基材13と

して、硝子や各種金属製の板材（たとえば、銅）が用いられてもよい。基材 1 3 が粘着剤 1 4 よりも高い熱伝導率を有する場合に、基材 1 3 の厚みは、粘着剤 1 4 の厚みよりも大きいことが好ましい。

[0037] 粘着剤 1 4 として、アクリル系またはシリコン系の粘着剤が用いられることが好ましい。

[0038] 粘着剤 1 4 は、捕集位置 8 1、加熱・冷却位置 8 2 および蛍光検出位置 8 3 間のピッチごとに基材 1 3 に対して設けられてもよい。この場合、捕集シート 1 2 の低コスト化を図るとともに、捕集シート 1 2 の不要部分への粒子の付着を防ぐことができる。

[0039] 図 5 は、図 3 中の粒子検出装置に設けられた捕集部を示す側面図である。図 5 を参照して、捕集部 2 1 は、空気中の粒子を装置内に導入し、捕集シート 1 2 に捕集する。

[0040] 捕集部 2 1 は、捕集筒 2 2 およびファン 2 3 を有する。ファン 2 3 は、空気を装置内に取り込み、その空気を捕集シート 1 2 に向けて吹き付ける空気流れを発生させる。捕集筒 2 2 は、ファン 2 3 の駆動によって装置内に取り込まれた空気を捕集シート 1 2 に向けて案内する。

[0041] 捕集筒 2 2 は、吸引部 2 2 p および排出部 2 2 q を有する。捕集筒 2 2 は、筒形状を有する。捕集筒 2 2 は、吸引部 2 2 p および排出部 2 2 q を開口端とする筒形状を有する。捕集筒 2 2 は、吸引部 2 2 p において大径を有し、排出部 2 2 q において小径を有する。捕集筒 2 2 は、吸引部 2 2 p から排出部 2 2 q に向かうほど小さくなる直径を有する。捕集筒 2 2 は、排出部 2 2 q が捕集シート 1 2 の粘着面 1 2 a と対向するように位置決めされている。ファン 2 3 は、捕集シート 1 2 を挟んで捕集筒 2 2 の反対側に配置されている。

[0042] 捕集部 2 1 による捕集工程時、ファン 2 3 の駆動に伴って、空気中の粒子 9 0 が吸引部 2 2 p を通じて捕集筒 2 2 の内部に吸引される。粒子 9 0 は、生物由来の粒子 9 1 と、化学繊維の埃などの粉塵（無機ゴミ） 9 2 とを含む。捕集筒 2 2 に吸引された粒子 9 0 は、吸引部 2 2 p から先細りの排出部 2

2 q に近づくに従って加速し、排出部 2 2 q を通じて捕集シート 1 2 の粘着面 1 2 a に吹き付けられる。粒子 9 0 は、粘着性を有する粘着面 1 2 a に保持されることによって、捕集シート 1 2 に捕集される。

[0043] なお、粒子 9 0 の捕集には、培養法の捕集で利用可能なエアサンプラー装置が用いられてもよい。

[0044] 図 6 は、図 5 中の捕集部の変形例を示す側面図である。図 6 を参照して、本変形例では、図 5 中の捕集筒 2 2 に替えて捕集筒 2 7 が設けられ、さらに、放電電極としての静電針 2 5 および電源部としての高圧電源 2 6 が設けられている。捕集筒 2 7 は、静電針 2 5 と対向して位置決めされた捕集シート 1 2 に向けて、粒子を含む空気を案内する。高圧電源 2 6 は、捕集シート 1 2 と静電針 2 5 との間に電位差を生じさせるための電源部として設けられている。

[0045] 本変形例においては、捕集シート 1 2 は、硝子から形成されている。その硝子の表面には、導電性の透明被膜が形成されている。

[0046] 静電針 2 5 は、高圧電源 2 6 から延出し、捕集筒 2 7 を貫通して捕集筒 2 7 の内部に達している。静電針 2 5 は、捕集シート 1 2 の表面と対向して配置されている。本実施の形態では、静電針 2 5 が、高圧電源 2 6 の正極に電氣的に接続されている。捕集シート 1 2 に設けられた被膜は、高圧電源 2 6 の負極に電氣的に接続されている。

[0047] なお、静電針 2 5 が高圧電源 2 6 の正極に電氣的に接続されている場合に、捕集シート 1 2 に設けられた被膜が接地電位に接続されてもよいし、静電針 2 5 が高圧電源 2 6 の負極に電氣的に接続され、捕集シート 1 2 に設けられた被膜が高圧電源 2 6 の正極に電氣的に接続されてもよい。

[0048] 捕集部 2 1 による捕集工程時、ファン 2 3 の駆動に伴って、装置外の空気が捕集筒 2 7 を通って捕集シート 1 2 に向けて導入される。この際、高圧電源 2 6 によって静電針 2 5 と捕集シート 1 2 との間に電位差を発生させると、空気中の粒子は、静電針 2 5 の周囲で正極に帯電される。正極に帯電された粒子が、静電気力によって捕集シート 1 2 に移動し、導電性の被膜に吸着

されることによって、捕集シート 12 に捕集される。

[0049] このように本変形例では、静電気力を利用した静電捕集により、粒子を捕集シート 12 に捕集する。この場合、粒子の検出時に粒子を確実に捕集シート 12 に保持するとともに、粒子の検出後には粒子を容易に捕集シート 12 から除去することができる。

[0050] また、放電電極として針状の静電針 25 を用いることによって、帯電した粒子を、静電針 25 に対向する捕集シート 12 の表面であって、発光素子の照射領域に対応した極めて狭い領域に吸着させることができる。これにより、後述する蛍光検出工程において、吸着された微生物を効率的に検出することができる。

[0051] 図 7 は、図 3 中の粒子検出装置に設けられた加熱部を示す側面図である。図 7 を参照して、加熱部 31 は、捕集部 21 により捕集シート 12 に捕集された粒子を加熱する。

[0052] 加熱部 31 は、ランプ 32 および集光レンズ 33 を有する。ランプ 32 は、光を発する光源として設けられている。ランプ 32 は、捕集シート 12 の粘着面 12a と対向して配置されている。ランプ 32 としては、ハロゲンランプや遠赤外線ヒーター、レーザ、キセノンランプなどが用いられる。集光レンズ 33 は、ランプ 32 から発せられた光を捕集シート 12 の粘着面 12a 上に集光する。集光レンズ 33 は、ランプ 32 と捕集シート 12 との間に配置されている。

[0053] 捕集シート 12 は、ランプ 32 から発せられた光を吸収可能な光吸収部材から形成されることが好ましい。

[0054] 加熱部 31 による加熱工程時、ランプ 32 から発せられた光が集光レンズ 33 を通じて捕集シート 12 の粘着面 12a 上に集光される。これにより、捕集シート 12 が加熱され、さらに温度上昇した捕集シート 12 から粒子への伝熱によって、捕集シート 12 に捕集された粒子が加熱される。本実施の形態では、光を集光させることによって捕集シート 12 の局所的な加熱が可能となる。これにより、より短時間で粒子を加熱するとともに、ランプ 32

における消費電力を低減させることができる。

[0055] 図8は、図7中の加熱部の第1変形例を示す側面図である。図8を参照して、本変形例では、光吸収部材36がさらに設けられる。光吸収部材36は、ランプ32から発せられた光の吸収率が高い材料から形成されている。光吸収部材36は、粘着面12aの裏側に配置される捕集シート12の裏面と接触して設けられている。

[0056] 捕集シート12は、ランプ32から発せられた光が透過可能な光透過性部材から形成されている。

[0057] このような構成では、加熱部31による加熱工程時、光吸収部材36が、ランプ32から発せられた光を吸収することによって加熱され、さらに温度上昇した光吸収部材36および捕集シート12からの伝熱によって、捕集シート12に捕集された粒子が加熱される。

[0058] 図9は、図7中の加熱部の第2変形例を示す側面図である。図9を参照して、本変形例では、図7中のランプ32および集光レンズ33に替えて、発熱部としてのセラミックヒータ37が設けられる。セラミックヒータ37は、粘着面12aの裏側に配置される捕集シート12の裏面と接触して設けられている。

[0059] 捕集シート12としては、セラミックヒータ37で発生した熱を伝え易い金属材料（たとえば、銅）や、小さい厚み（100 μ m以下）を有する樹脂材料（たとえば、ポリイミドなど）が用いられることが好ましい。

[0060] このような構成では、加熱部31による加熱工程時、セラミックヒータ37で発生した熱によって捕集シート12が加熱され、さらに温度上昇した捕集シート12から粒子への伝熱によって、粒子が加熱される。

[0061] 図10は、図3中の粒子検出装置に設けられた蛍光検出部を示す斜視図である。図10を参照して、蛍光検出部41は、捕集シート12に捕集された粒子から発せられる蛍光を検出する。本実施の形態では、蛍光検出部41が、加熱部31による加熱前後の粒子から発せられる蛍光をそれぞれ検出する。

- [0062] 蛍光検出部 4 1 は、発光素子 4 3 および集光レンズ 4 2 と、受光素子 4 4 およびフレネルレンズ 4 5 とを有する。発光素子 4 3 および集光レンズ 4 2 は、捕集シート 1 2 の粘着面 1 2 a に励起光を照射するための励起光学系として設けられ、受光素子 4 4 およびフレネルレンズ 4 5 は、励起光学系からの励起光の照射に伴って粒子 9 0 から発せられる蛍光を受光する受光光学系として設けられている。
- [0063] 発光素子 4 3 としては、たとえば、波長 4 0 5 n m の青色のレーザ光を発生する半導体レーザ素子が用いられる。発光素子 4 3 として、L E D (Light Emitting Diode) が用いられてもよい。発光素子 4 3 から発せられる光は、生物由来の粒子を励起して蛍光を発せさせるものであれば、紫外または可視いずれの領域の波長を有してもよい。受光素子 4 4 としては、たとえば、フォトダイオードまたはイメージセンサなどが用いられる。
- [0064] 発光素子 4 3 で発生した励起光 E L は、集光レンズ 4 2 を経由して集光され、捕集シート 1 2 の粘着面 1 2 a 上の励起光照射領域 4 6 に照射される。励起光 E L は、捕集シート 1 2 の粘着面 1 2 a に対して斜めに入射する。図 1 0 中において、符号 O D 1 が付された一点鎖線は、励起光 E L の光線方向を示す。ここで、光線方向とは、光（この場合は励起光 E L）の光束成分の進行する方向をいう。励起光 E L の光線方向 O D 1 は、励起光学系の光軸ということもできる。
- [0065] 捕集シート 1 2 の粘着面 1 2 a で励起光 E L が正反射した光は、反射光 R L を形成する。図 1 0 中において、符号 O D 2 が付された一点鎖線は、反射光 R L の光線方向を示す。励起光 E L が捕集シート 1 2 の粘着面 1 2 a に対して斜めに入射するため、粘着面 1 2 a で正反射する反射光 R L も粘着面 1 2 a に対して斜めに反射する。
- [0066] 励起光照射領域 4 6 には、粒子 9 0 が捕集されている。粒子 9 0 は、微生物などの生物由来の粒子 9 1 と、化学繊維の埃などの塵埃 9 2 とを含む。図 1 0 において符号 F が付された矢印は、粒子 9 0 が発した蛍光を示す。蛍光 F は、粒子 9 0 の表面の励起光 E L が照射された部分から全方位に向かって

放出される。受光光学系へ向かう蛍光Fは、フレネルレンズ45を経由して集光され、受光素子44により受光される。蛍光Fを集光するための集光レンズをフレネルレンズ45にすることで、集光レンズを薄型化できるので、粒子検出装置10の小型化および軽量化を達成できる。

[0067] なお、測定面積が大きい場合は、光学系または捕集シート12をスキャンすることによって粘着面12aの全面を測定してもよい。また、図3中に示すように、CCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) のような撮像素子47により、蛍光画像を撮像し、輝点数をカウントすることによって、蛍光を発している粒子個数をカウントしてもよい。

[0068] 図3を参照して、本実施の形態における粒子検出装置10は、移動機構部51をさらに有する。移動機構部51は、粒子検出装置10内で捕集シート12を移動させる。移動機構部51は、捕集位置81と、加熱・冷却位置82と、蛍光検出位置83との間で、捕集シート12を移動させる。

[0069] 移動機構部51は、シート供給ドラム52と、シート回収ドラム53と、これらのドラムを回転駆動させる図示しないモータとを有する。捕集シート12は、シート供給ドラム52とシート回収ドラム53との間に掛け渡され、その両端においてシート供給ドラム52およびシート回収ドラム53に巻き回されている。図示しないモータの駆動に伴ってシート供給ドラム52およびシート回収ドラム53が回転することにより、捕集シート12に捕集された粒子が、捕集位置81と、加熱・冷却位置82と、蛍光検出位置83との間で移動する。

[0070] なお、本発明においては、捕集シート12が必ずしもロール状に収容される必要はなく、たとえば、捕集シート12が複数層に折り重なった状態で収容されてもよい。

[0071] 図11は、図3中の捕集シートの交換方法を説明するための斜視図である。図11を参照して、本実施の形態における粒子検出装置10は、筐体としてのシートカセット71をさらに有する。

[0072] シートカセット 7 1 は、シート供給ドラム 5 2 またはシート回収ドラム 5 3 を収容可能な筐体形状を有する。シートカセット 7 1 には、ロール状に巻かれた捕集シート 1 2 が収容されている。粒子検出装置 1 0 には、シート供給ドラム 5 2 を収容するシートカセット 7 1 と、シート回収ドラム 5 3 を収容するシートカセット 7 1 とが設けられている。シートカセット 7 1 は、蓋 7 3 を開閉することによって、粒子検出装置 1 0 に対して着脱自在に設けられている。

[0073] 捕集シート 1 2 は、複数回数の測定が可能なシート長さを有する。測定が終了した捕集シート 1 2 は、シート回収ドラム 5 3 にロール状に回収される。規定回数の測定が終了したら、シートカセット 7 1 を交換することによって、新規な捕集シート 1 2 が巻かれたシート供給ドラム 5 2 を装置に装着するとともに、測定後の捕集シート 1 2 が巻かれたシート回収ドラム 5 3 を装置から取り外す。この場合、測定後の粒子が付着した捕集シート 1 2 は、ロール状に巻かれ、粒子が脱落することはないため、粒子による装置の汚染を防止でき、安全かつ簡易に捕集シート 1 2 の交換が可能となる。

[0074] シートカセット 7 1 を用いることによって、メンテナンスフリーで簡易に粒子の連続測定を実施することができる。

[0075] 続いて、本実施の形態における粒子検出装置 1 0 を用いた粒子検出方法の工程について説明する。

[0076] 図 1 2 は、図 3 中の粒子検出装置の動作の流れを示すフローチャートである。図 1 2 を参照して、まず、捕集位置 8 1 において粒子の捕集工程を実施する（S 1 0 1）。本工程では、ファン 2 3 を駆動させることによって、装置外の空気を捕集筒 2 2 内に導入する。捕集筒 2 2 内に取り込んだ空気を捕集シート 1 2 の粘着面 1 2 a に吹き付けることによって、空気中の粒子を捕集シート 1 2 に捕集する。

[0077] 次に、捕集シート 1 2 に捕集した粒子を、捕集位置 8 1 から蛍光検出位置 8 3 に移動させる（S 1 0 2）。次に、蛍光検出部 4 1 により、粒子に向けて励起光を照射するとともに、励起光の照射に伴って粒子から発せられる蛍

光を受光する。これにより、粒子の加熱前の蛍光強度を測定する（S 1 0 3）。

[0078] 次に、加熱前の蛍光強度が測定された粒子を、蛍光検出位置 8 3 から加熱・冷却位置 8 2 に移動させる（S 1 0 4）。次に、加熱部 3 1 により、粒子に向けて光を照射することによって粒子を加熱する。その後、粒子への光の照射を停止することによって粒子を冷却する。本実施の形態では、この粒子の加熱・冷却工程と並行して、捕集位置 8 1 において、ファン 2 3 を駆動させることによって、次の測定用の粒子を捕集シート 1 2 に捕集する（S 1 0 5）。

[0079] 次に、加熱・冷却工程を経た粒子を、加熱・冷却位置 8 2 から蛍光検出位置 8 3 に移動させる（S 1 0 6）。なお、本工程では、次の測定用の粒子が捕集位置 8 1 から加熱・冷却位置 8 2 に移動することになる。次に、蛍光検出部 4 1 により、粒子に向けて励起光を照射するとともに、励起光の照射に伴って粒子から発せられる蛍光を受光する。これにより、粒子の加熱後の蛍光強度を測定する（S 1 0 7）。

[0080] 次に、加熱後の蛍光強度が測定された粒子を、蛍光検出位置 8 3 からシート回収ドラム 5 3 に回収する（S 1 0 8）。これと同時に、加熱・冷却位置 8 2 に待機していた次の測定用の粒子を蛍光検出位置 8 3 に移動させ、加熱前の蛍光検出工程を実施する。

[0081] 以上の工程を繰り返すことによって、生物由来の粒子の検出を連続的に実施することができる。

[0082] 本実施の形態では、空気中の粒子の捕集に熱容量が小さい捕集シート 1 2 を用いることによって、上記の加熱・冷却工程時における加熱時間および冷却時間を短縮するとともに、ランプ 3 2 やセラミックヒータ 3 7 で消費される電力を低減することができる。また、より安価で小型の加熱装置にて粒子を加熱することが可能となるため、粒子検出装置の低コスト化や小型化を図ることができる。

[0083] また、本実施の形態では、加熱・冷却工程の並行して、次の測定用の粒子

の捕集工程を実施するため、より短時間での連続測定が可能となる。なお、次の測定用の粒子を捕集するタイミングは、上記の加熱・冷却工程時に限られず、たとえば、加熱後の蛍光強度の測定時（S 1 0 7）であってもよい。

[0084] なお、本実施の形態では、加熱前後の蛍光量の差分を測定することで、生物由来以外の粒子による蛍光の影響を排除したが、本発明はこれに限られるものではない。たとえば、撮像素子により、加熱後の増大された蛍光状態のみを撮像し、輝度の閾値を設定して、一定の輝度以上の蛍光を生物由来の粒子によるものと判定してもよい。

[0085] 以上に説明した、この発明の実施の形態における粒子検出装置 1 0 の構造についてまとめて説明すると、本実施の形態における粒子検出装置 1 0 は、生物由来の粒子を検出する粒子検出装置である。粒子検出装置 1 0 は、シート状部材としての捕集シート 1 2 と、空気中の粒子を装置内に導入し、捕集シート 1 2 に捕集する捕集部 2 1 と、粒子から発せられる蛍光が増大するように、捕集シート 1 2 に捕集された粒子を加熱する加熱部 3 1 と、捕集シート 1 2 に捕集された粒子から発せられる蛍光を検出する蛍光検出部 4 1 と、捕集シート 1 2 を移動させる移動機構部 5 1 とを備える。

[0086] このように構成された、この発明の実施の形態における粒子検出装置 1 0 によれば、空気中の粒子の捕集に熱容量が小さい捕集シート 1 2 を用いることによって、測定時間の短縮や測定費用の低減を図ることができる。

[0087] なお、本実施の形態における粒子検出装置 1 0 は、生物由来の粒子を検出するための装置単体として用いられてもよいし、空気清浄機やエアコンディショナ、加湿器、除湿機、掃除機、冷蔵庫、テレビなどの家電製品に組み込まれてもよい。

[0088] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

[0089] この発明は、主に、花粉や微生物、カビといった生物由来の粒子を検出する装置として利用される。

符号の説明

[0090] 10 粒子検出装置、12 捕集シート、12a 粘着面、13 基材、14 粘着剤、21 捕集部、22, 27 捕集筒、22p 吸引部、22q 排出部、23 ファン、25 静電針、26 高圧電源、31 加熱部、32 ランプ、33, 42 集光レンズ、36 光吸収部材、37 セラミックヒータ、41 蛍光検出部、43 発光素子、44 受光素子、45 フレネルレンズ、46 励起光照射領域、47 撮像素子、51 移動機構部、52 シート供給ドラム、53 シート回収ドラム、71 シートカセット、73 蓋、81 捕集位置、82 加熱・冷却位置、83 蛍光検出位置、90, 91 粒子、92 塵埃。

請求の範囲

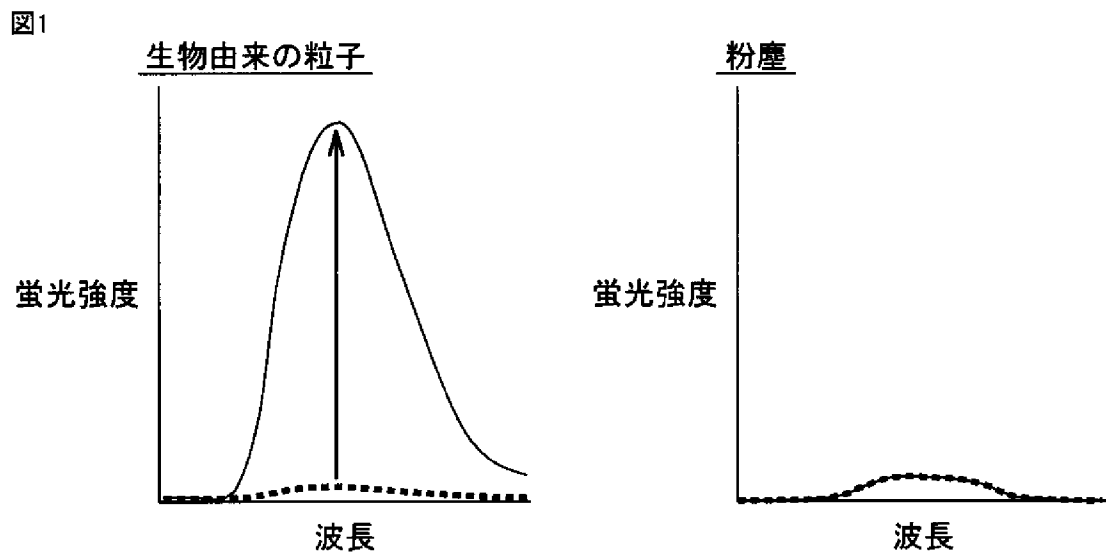
- [請求項1] 生物由来の粒子を検出する粒子検出装置であって、
シート状部材と、
空気中の粒子を装置内に導入し、前記シート状部材に捕集する捕集部と、
粒子から発せられる蛍光が増大するように、前記シート状部材に捕集された粒子を加熱する加熱部と、
前記シート状部材に捕集された粒子から発せられる蛍光を検出する蛍光検出部と、
前記シート状部材を移動させる移動機構部とを備える、粒子検出装置。
- [請求項2] 前記シート状部材は、粘着面を有し、
前記捕集部は、装置内に導入された空気中の粒子を前記シート状部材に吹き付けることによって、粒子を前記粘着面に捕集する、請求項1に記載の粒子検出装置。
- [請求項3] 前記移動機構部は、前記捕集部により前記シート状部材に粒子を捕集する第1位置と、前記加熱部により粒子を加熱する第2位置と、前記蛍光検出部により蛍光を検出する第3位置との間で前記シート状部材を移動させる、請求項1または2に記載の粒子検出装置。
- [請求項4] 前記シート状部材は、前記捕集部により前記シート状部材に粒子を捕集する第1位置と、前記加熱部により粒子を加熱する第2位置と、前記蛍光検出部により蛍光を検出する第3位置との間で連続的にシート状に延在する、請求項1から3のいずれか1項に記載の粒子検出装置。
- [請求項5] 前記加熱部は、粒子に向けて光を発する光源を有する、請求項1から4のいずれか1項に記載の粒子検出装置。
- [請求項6] 前記移動機構部は、前記捕集部に向けて前記シート状部材を供給するシート供給部と、前記蛍光検出部から前記シート状部材を回収する

シート回収部とを有する、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

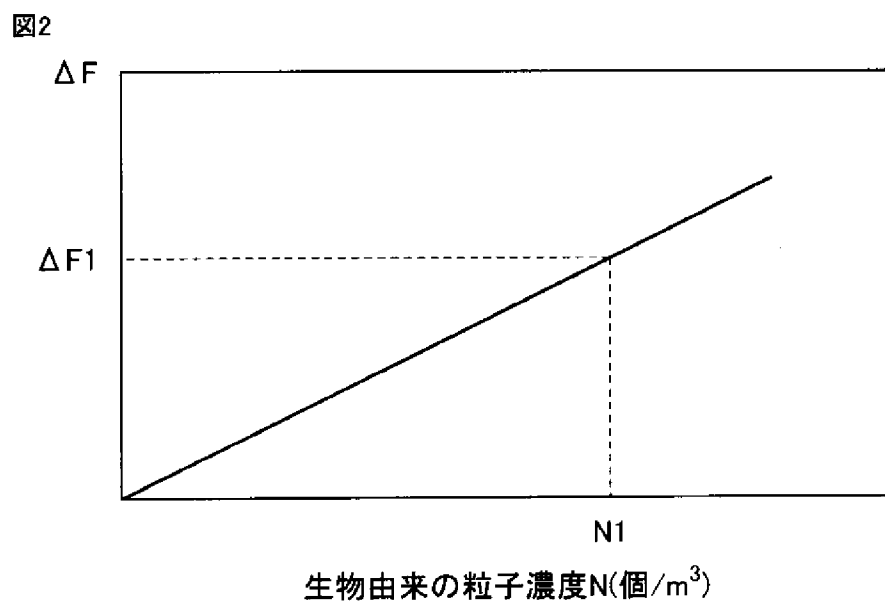
[請求項7] ロール状に巻かれた前記シート状部材を収容し、装置に対して着脱自在に設けられた筐体をさらに備える、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

[請求項8] 前記加熱部による加熱前の粒子から検出された蛍光量と、前記加熱部による加熱後の粒子から検出された蛍光量との差分から、生物由来の粒子を検出する、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

[図1]

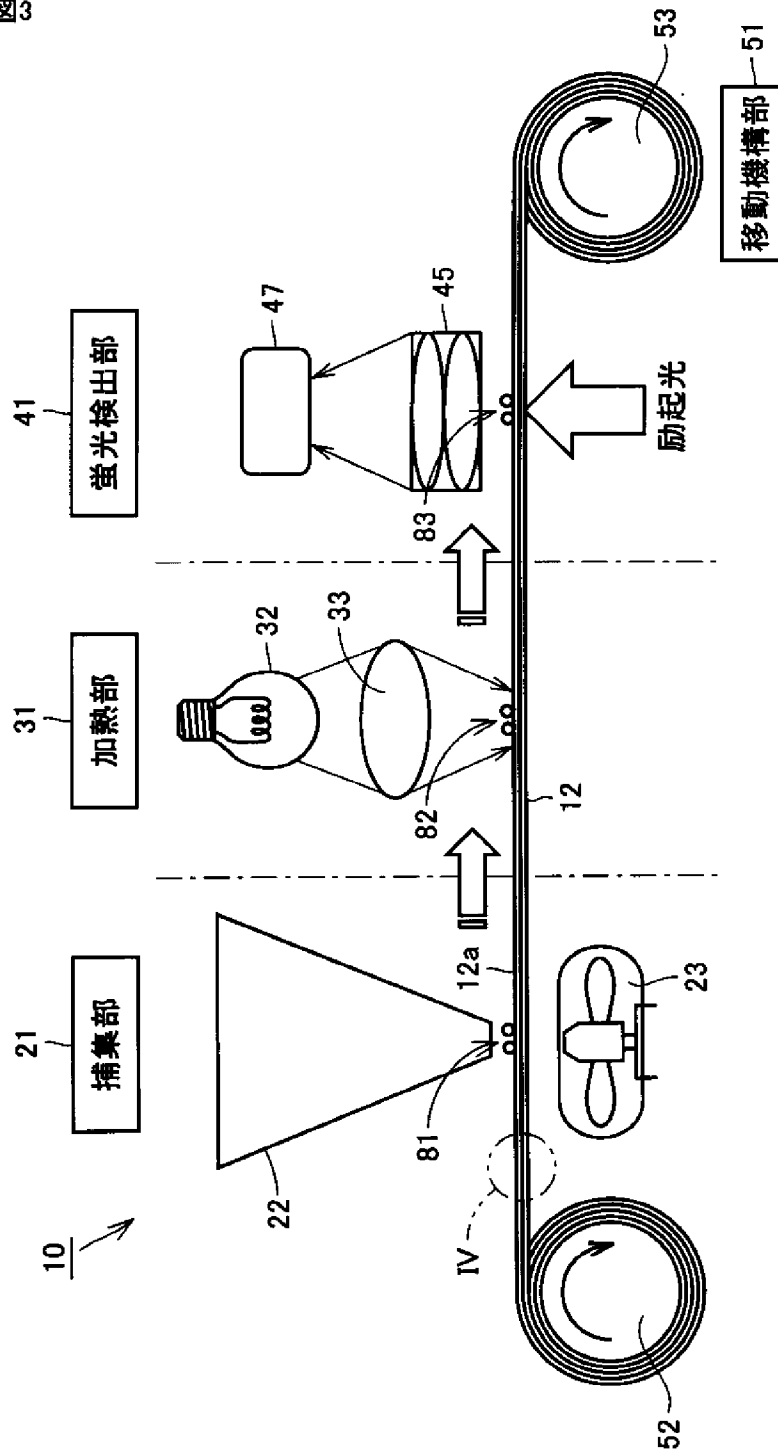


[図2]



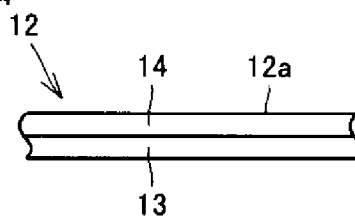
[図3]

図3

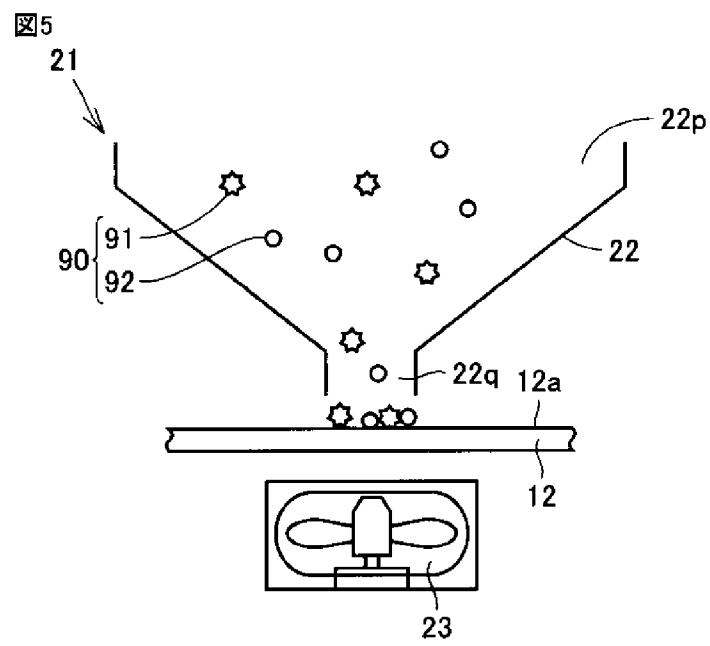


[図4]

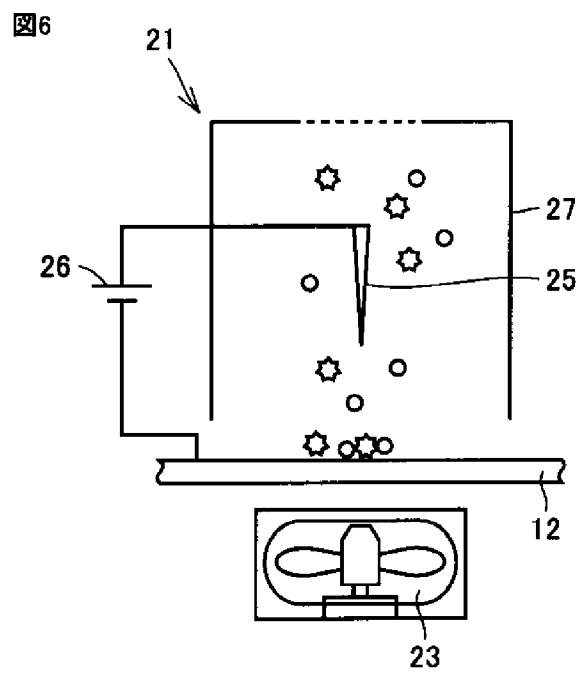
図4



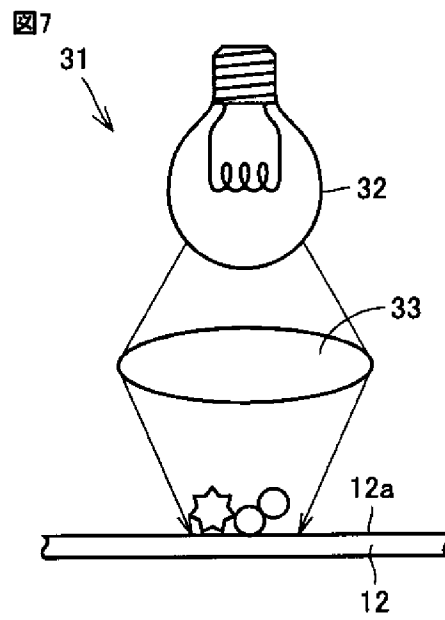
[図5]



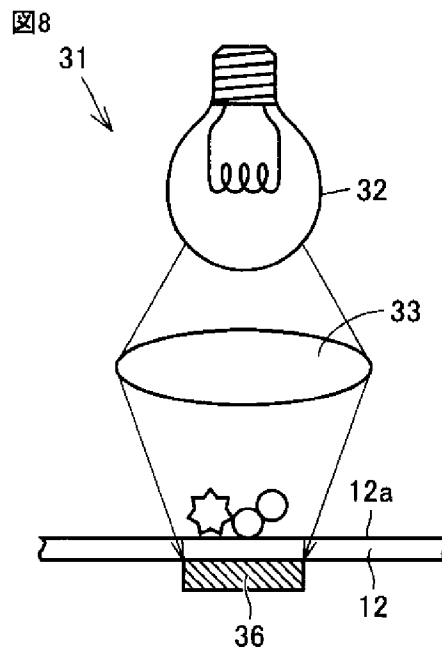
[図6]



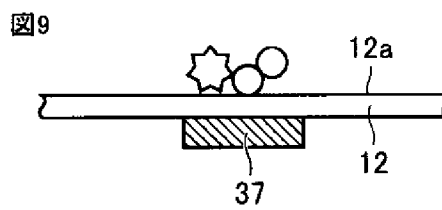
[図7]



[図8]

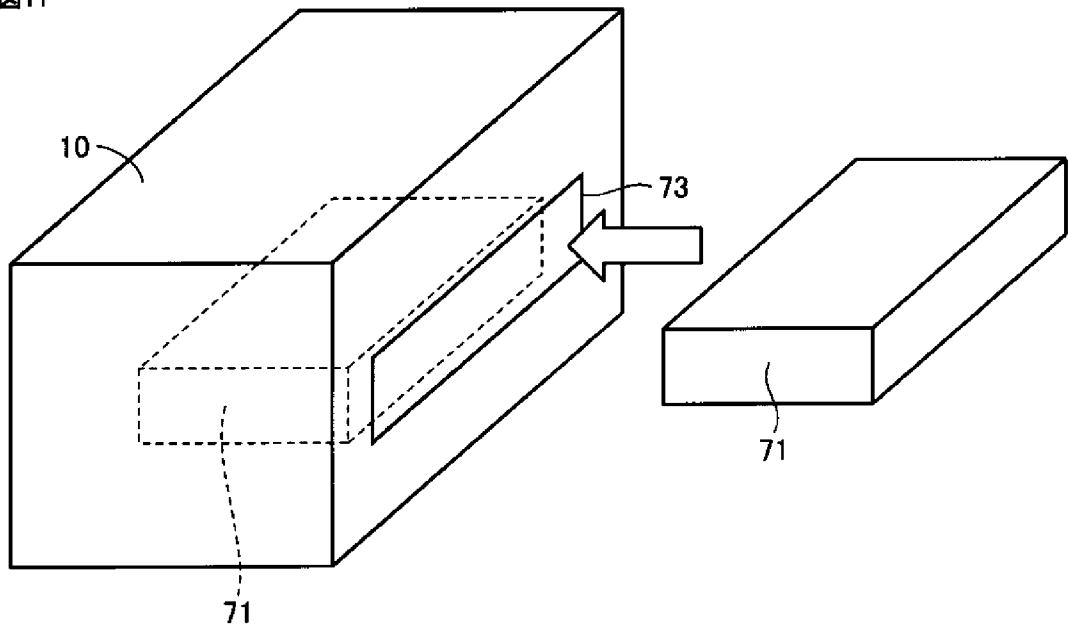


[図9]



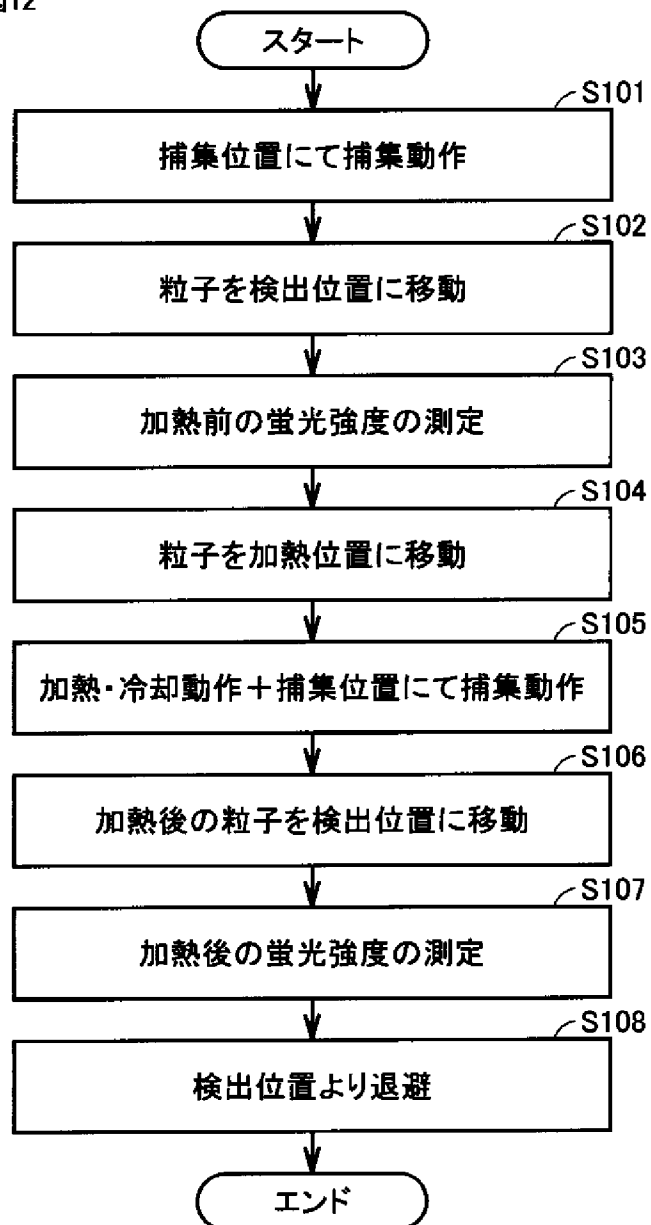
[図11]

図11



[図12]

図12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070574

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N15/06(2006.01)i, G01N1/02(2006.01)i, G01N21/64(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)

G01N15/06, G01N1/02, G01N21/64

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2011/104770 A1 (SHARP KABUSHIKI KAISHA), 01 September 2011 (01.09.2011), paragraph [0113]; fig. 19 & JP 2013-520639 A & US 2012/0315666 A1 & EP 2539428 A & CN 102770525 A & KR 10-2012-0123576 A	1-8
Y	JP 2002-357532 A (Shimadzu Corp.), 13 December 2002 (13.12.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
Y	JP 2008-51631 A (JFE Steel Corp.), 06 March 2008 (06.03.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

☒ 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
09 September, 2013 (09.09.13)

Date of mailing of the international search report
17 September, 2013 (17.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070574

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-162343 A (Kimoto Electric Co., Ltd.), 22 June 2006 (22.06.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	WO 2012/081358 A1 (Sharp Corp.), 21 June 2012 (21.06.2012), all drawings; all drawings & JP 2012-127727 A	1-8
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 74406/1987 (Laid-open No. 183541/1988) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 November 1988 (25.11.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N15/06(2006.01)i, G01N1/02(2006.01)i, G01N21/64(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（I P C））

Int.Cl. G01N15/06, G01N1/02, G01N21/64

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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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）

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 請求項の番号
Y	WO 2011/104770 A1 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) 2011.09.01, [O 1 1 3], F i g. 1 9 & JP 2013-520639 A & US 2012/0315666 A1 & EP 2539428 A & CN 102770525 A & KR 10-2012-0123576 A	1 - 8
Y	JP 2002-357532 A (株式会社島津製作所) 2002.12.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 8
Y	JP 2008-51631 A (J F E スチール株式会社) 2008.03.06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

0 9 . 0 9 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 9 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

2 J

9 1 1 6

▲高▼見 重雄

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 2

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 請求項の番号
Y	JP 2006-162343 A (紀本電子工業株式会社) 2006.06.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 8
A	WO 2012/081358 A1 (シャープ株式会社) 2012.06.21, 全図, 全図 & JP 2012-127727 A	1 - 8
A	日本国実用新案登録出願 62-74406 号 (日本国実用新案登録出願公開 63-183541 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱重工業株式会社) 1988.11.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 8