

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年4月24日 (24.04.2008)

PCT

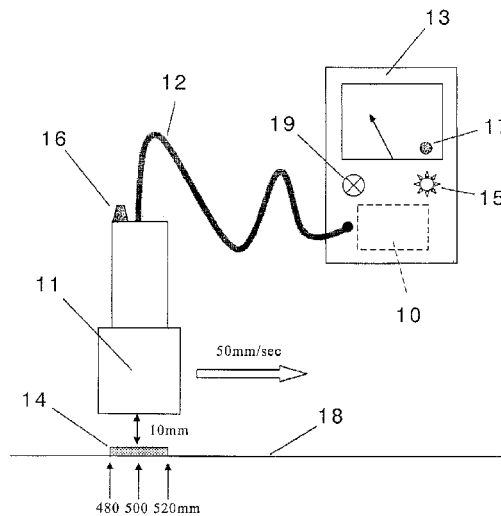
(10) 国際公開番号
WO 2008/047487 A1

- (51) 国際特許分類:
G01T 1/169 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/057184
- (22) 国際出願日: 2007年3月30日 (30.03.2007)
- (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 2006-282182
2006年10月17日 (17.10.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政
法人放射線医学総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE
OF RADIOLOGICAL SCIENCES) [JP/JP]; 〒2638555
千葉県千葉市稲毛区穴川四丁目9番1号 Chiba (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 白川 芳幸 (SHI-
RAKAWA, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒2638555 千葉県千葉
市稲毛区穴川四丁目9番1号 独立行政法人放射線
医学総合研究所内 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 堀田 実 (HOTTA, Minoru); 〒1080014 東京都
港区芝五丁目26番20号 建築会館4階 アサ国際
特許事務所 Tokyo (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH,
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, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR,

[続葉有]

(54) Title: SURFACE CONTAMINATION EXAMINING DEVICE AND METHOD

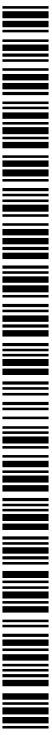
(54) 発明の名称: 表面汚染検査装置及び検査方法



(57) Abstract: A surface contamination examining device comprises a radiation sensor (11) and a computing/displaying device (13) for displaying the counting rate indicating the radiation strength. The computing/displaying unit has a boundary detecting device (10) for detecting the boundary of the contamination (14) of the object to be measured by a radioactive substance while the radiation sensor is moved along the surface (18) of an object to be measured. The boundary detecting device (10) includes counting rate storage means for storing the counting rate Y_i at a constant time interval sequentially, slope computing means for computing the slopes a_M , a_N of the approximation lines from the immediately previous M counting rates Y_i including the final counting rate Y_M (M is an integer of 3 or larger) and the immediately previous N counting rates Y_i (N is an integer smaller than M) including the final counting rate Y_M , and boundary judging means for judging the boundary of the contamination of the object to be measured by a radioactive substance on the basis of the slopes a_M , a_N of the lines.

(57) 要約: 放射線検出器 11 と放射線強度を計数率で表示する演算表示装置 13 とを備える。演算表示装置は、放射線検出器を被測定物の表面 18 に沿って移動する際に、放射性物質による被測定物の汚染 14 の境界を検出する境界検出装置 10 を有する。

[続葉有]



WO 2008/047487 A1



KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, 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, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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, IS, IT, LT, 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,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

境界検出装置 10 は、計数率 Y_i を一定の時間間隔で順に記憶する計数率記憶手段と、最終の計数率 Y_M (M は 3 以上の整数) を含む直前 M 個の計数率 Y_i と、最終の計数率 Y_M を含む直前 N 個 (N は M より小さい整数) の計数率 Y_i とからそれぞれの近似直線の傾き a_M , a_N を演算する傾き演算手段と、直線の傾き a_M , a_N から放射性物質による被測定物の汚染の境界を判別する境界判別手段とを備える。

明 細 書

表面汚染検査装置及び検査方法

発明の背景

[0001] 発明の技術分野

本発明は、放射性物質による表面汚染を検査する表面汚染検査装置及び検査方法に関するものである。

[0002] 関連技術の説明

原子力施設等において放射性物質による表面汚染の検査手段として、例えば特許文献1～6が既に提案されている。

[0003] 特許文献1の「放射線モニタ」は、バックグラウンドの変動に応じた最適な汚染計数時間の自動設定を目的とし、図1に示すように、被測定物をコンベアに載せて搬送し被測定物の汚染状態を判定するものにおいて、バックグラウンドレベルを測定するバックグラウンド測定手段114と、バックグラウンド測定手段114により測定された測定値と予め定められている汚染管理レベルとからバックグラウンドを含まない真の計数値を汚染管理レベルの範囲内に入れる汚染計数時間を求める計数時間決定手段115と、計数時間決定手段115により決定された汚染計数時間に応じてコンベアの速度を制御する速度制御手段111とを具備するものである。

[0004] 特許文献2の「物品搬出モニタ」は、搬出物品の汚染検査に係わる作業性の向上を目的とし、図2に示すように、被検物133を自動搬送路123にてモニタ本体120内へ移送し、モニタ本体120内の放射線検出器129で被検物133から放出される放射線量を測定し、その測定値から当該被検物133の汚染の有無を監視するものにおいて、モニタ本体120の物品挿入側における自動搬送路123の近傍に設けられ、被検物133の安定度を検出する安定度検出手段126と、この安定度検出手段126で検出された被検物133の安定度に応じて当該被検物133の搬送速度を調整する搬送速度制御手段131とを具備するものである。

[0005] 特許文献3の「表面汚染検査装置およびその検査方法」は、移動させながら被測定物の放射線汚染の有無を効率的かつ自動的に判断し、被測定物の汚染測定を臨機応変に高い信頼性を保って精度よく能率的に測定可能とすることを目的とし、図3に

示すように、被測定物211の移動に応じて測定部位を変えながら放出放射線量を測定する放射線検出手段223と、この放射線検出手段223からの測定値の上昇傾向を監視する監視判定手段220と、この監視判定手段220で測定値の上昇傾向が認められるとき、コンベア速度を減速あるいは切換えまたは停止させるようにコンベア駆動用モータを制御するモータ速度制御手段218とを有し、監視判定手段220で測定値の上昇傾向が認められるとき、コンベア速度を減速あるいは停止制御して被測定物211からの放出放射線量を測定し、被測定物の汚染の有無を判断するものである。

[0006] 特許文献4の「放射線モニタ」は、放射線レベルの異常上昇を初期段階で早期にかつ確実に検知して、対策処置を早期に行なえることを最も主要な目的とし、図4において、放射線レベルが上昇したことを検知するデータ処理として、一定時間 t 毎に計数して N を取得し、毎回最新データを N_1 とし計数毎に N_1 を含む新計数時間帯 T_s とその前の旧時間帯 T_b を設定して、夫々の計数率 n_s 、 n_b の差である上昇レベル計数率 n を求め、 n を測定する時の統計誤差の関係式を用い上昇レベル判定値 a を求めて n と a とを比較し、 n が a より大である場合は予告警報を行い、 n が a より小である場合は T_s の時間帯を延長して、 T_b を T_s の延長分だけ前にシフトさせ、同様の処理で上昇レベル計数率 n と上昇レベル判定値 a を求めかつ比較して予告判定を行ない、 T_s が予め設定した T_{\max} になるまで繰り返し、 T_{\max} になったら次の計数 t で同様の処理を順次行なうものである。

[0007] 特許文献5の「放射線測定装置」は、サーベイメータにおいて、バックグラウンドに惑わされず能率的に汚染箇所の特定を行うことを目的とし、図5に示すように、波高弁別器314から検出パルス300が検出されるとワンショットマルチバイブレータ316から所定の幅 T をもったパルス302が出力される。その幅 T の外に別の検出パルス300が発生すると、それはアンド回路318及び320によってバックグラウンドとして判定され、バックグラウンド以外の検出パルスが測定結果として出力されるものである。

[0008] 特許文献6の「サーベイメータにおける視覚表示付き検出器」は、放射能による汚染を検出器と測定器が分離されたタイプのサーベイメータにより測定する場合、頻繁な視線の移動を行なったり、聴覚的に汚染の程度を知らせるためのクリック音を発さ

せることなく、放射能による汚染の有無を測定できると共に、放射能測定値が管理基準値を超えたら聴覚的表示が点灯、点滅するようにすることを目的とし、図6に示すように、検出器と測定器とが分離された型式のサーベイメータにおいて、検出器の把持部304の背面等、測定者が視認しやすい部位に1又は複数の発光体303による視覚表示手段を装備し、検出器のシンチレータ部301に入力された放射線のパルスに同期して、発光体303を点灯又は点滅させるようにしたものである。

- [0009] 特許文献1:特開平6-148334号公報、「放射線モニタ」
特許文献2:特開平6-64714号公報、「物品搬出モニタ」
特許文献3:特開平18-177883号公報、「表面汚染検査装置およびその検査方法」
特許文献4:特開平6-324150号公報、「放射線モニタ」
特許文献5:特開平10-197644号公報、「放射線測定装置」
特許文献6:特開平13-228256号公報、「サーベイメータにおける視覚表示付き検出器」
- [0010] 上述したように放射性物質による表面汚染の従来の検査手段は、代表的には特許文献1のようにバックグラウンドレベルの変動に応じて最適な汚染計数時間を自動的に設定したり、特許文献2のように被測定物の検査速度を調整して作業性向上を図ったり、特許文献3のように信頼度ファクタによって被測定物の検査モードを可変するものである。
- また特許文献4のように測定データの得られた種々の時間帯から計数率の上昇率から汚染の有無を初期段階に発見するものである。
- [0011] あるいは特許文献5のように検出パルスの到達時間間隔からバックグラウンドか汚染かを判断するものである。
- [0012] あるいは特許文献6のように管理基準値を設け、前記管理基準値を超えたら発光体が点滅又は点灯するものである。
- [0013] 上述した従来の各検査手段で用いるサーベイメータは、放射線を検出する放射線検出器とこれからの出力パルス进行处理し放射線強度(例えば計数率:cpmで表示する)を表示する演算表示装置とからなる。しかし、図7に示すようにサーベイメータは、

1次遅れ系で近似され、応答の指標である時定数を10秒と設定した場合には、同一位置に静止して計測する場合でも、実際の放射線強度に達するまでに例えば、厳格には60秒、一般的には時定数の3倍の30秒程度の時間を要していた。

[0014] そのため、従来の各検査手段では、汚染の有無の検出時間をサーベイメータの時定数を3秒に切り替えて検出時間を短縮していたが、汚染の有無の検出時間を短縮していたが、この場合でも10秒前後、同一位置に静止する必要があった。

[0015] しかし、汚染の有無の単なる検出ではなく、汚染の範囲、すなわち汚染の境界(汚染開始位置と汚染終了位置)を把握するには、汚染可能範囲全域にわたりサーベイメータを移動させながら検査する必要がある。

この場合、図8に示すように、静止計測値は汚染範囲近傍で高い値を示すが、サーベイメータを移動させながら検出する場合には、汚染開始位置では検出遅れのため検出値が低く、汚染終了位置でも検出遅れのため高い検出値となるので、汚染開始位置及び汚染終了位置を決定することができなかった。

そのため、汚染の境界(汚染開始位置と汚染終了位置)を正確に把握するには、汚染の境界付近で何度もサーベイメータを往復移動させ、あるいは静止を繰り返す必要があり、汚染位置を特定するために長時間を要していた。

発明の要約

[0016] 本発明は、上述した問題点を解決するために創案されたものである。すなわち本発明の目的は、境界付近での往復移動や静止を繰り返すことなく、被測定物の汚染の境界(汚染開始位置と汚染終了位置)を短時間に正確に特定することができる表面汚染検査装置及び検査方法を提供することにある。

発明の開示

課題を解決するための手段

[0017] 本発明によれば、放射線を検出する放射線検出器と、該放射線検出器からの出力パルス进行处理し放射線強度を計数率で表示する演算表示装置とを備え、

該演算表示装置は、放射線検出器をほぼ一定の速度で被測定物の表面に沿って移動する際に、放射性物質による被測定物の汚染の境界を検出する境界検出装置を有する、ことを特徴とする表面汚染検査装置が提供される。

[0018] 本発明の好ましい実施形態によれば、前記境界検出装置は、前記計数率 Y_i ($i=1, 2, 3, \dots, L$: L は3以上の整数)を所定の時間間隔で順に記憶する計数率記憶手段と、

所定範囲における M 個 (M は3以上の整数)の計数率 Y_i と、 M 個の内の N 個 (N は M より小さい整数)の計数率 Y_i と、からそれぞれを近似する直線の傾き a_M, a_N を演算する傾き演算手段と、

前記直線の傾き a_M, a_N を比較することで放射性物質による被測定物の汚染の境界を判別する境界判別手段とを備える。

[0019] 前記所定の時間間隔は等間隔である、のが好ましい。

また、前記境界判別手段は、前記直線の傾き差 $\Delta a = a_N - a_M$ を演算し、傾き差 Δa が所定の正のしきい値を超える場合に汚染開始位置と判別し、傾き差 Δa が所定の負のしきい値を絶対値を超える場合に汚染終了位置と判別する。

[0020] さらに、被測定物の汚染の境界位置を表示する表示装置を備える。

[0021] 前記表示装置は、発光器及び／又は警報器である、ことが好ましい。

[0022] また、本発明によれば、放射線を検出する放射線検出器をほぼ一定の速度で被測定物の表面に沿って移動する検出器移動ステップと、

前記放射線検出器からの出力パルス进行处理し放射線強度を計数率で出力する計数率出力ステップと、

前記計数率の変化から放射性物質による被測定物の汚染の境界を検出する境界検出ステップとを有する、ことを特徴とする表面汚染検査方法が提供される。

[0023] 本発明の好ましい実施形態によれば、前記境界検出ステップは、前記計数率 Y_i ($i=1, 2, 3, \dots, L$: L は3以上の整数)を所定の時間間隔で順に記憶する計数率記憶ステップと、

所定範囲における M 個 (M は3以上の整数)の計数率 Y_i と、 M 個の内の N 個 (N は M より小さい整数)の計数率 Y_i と、からそれぞれを近似する直線の傾き a_M, a_N を演算する傾き演算ステップと、

前記直線の傾き a_M, a_N を比較することで放射性物質による被測定物の汚染の境界を判別する境界判別ステップとを有する。

[0024] 前記所定の時間間隔は等間隔である、のが好ましい。

また、前記境界判別ステップにおいて、前記直線の傾き差 $\Delta a = a_N - a_M$ を演算し、傾き差 Δa が所定の正のしきい値を超える場合に汚染開始位置と判別し、傾き差 Δa が所定の負のしきい値を絶対値が超える場合に汚染終了位置と判別する、ことが好ましい。

[0025] 上記本発明の装置及び方法によれば、放射線検出器をほぼ一定の速度で被測定物の表面に沿って移動する際に、放射性物質による被測定物の汚染の境界を検出する境界検出装置を有し、

検出器移動ステップにおいて、放射線を検出する放射線検出器をほぼ一定の速度で被測定物の表面に沿って移動し、

計数率出力ステップにおいて、前記放射線検出器からの出力パルス进行处理し放射線強度を計数率で出力し、

境界検出ステップにおいて、前記計数率の変化から放射性物質による被測定物の汚染の境界を検出するので、境界付近での往復移動や静止を繰り返すことなく、1回の操作で被測定物の汚染の境界(汚染開始位置と汚染終了位置)を特定することができる。

[0026] 従って本発明によれば、放射性物質による表面汚染の特定、すなわち汚染と非汚染の境界が容易にかつ迅速に特定することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]特許文献1の「放射線モニタ」の模式図である。

[図2]特許文献2の「物品搬出モニタ」の模式図である。

[図3]特許文献3の「表面汚染検査装置およびその検査方法」の模式図である。

[図4]特許文献4の「放射線モニタ」の模式図である。

[図5]特許文献5の「放射線測定装置」の模式図である。

[図6]特許文献6の「サーベイメータにおける視覚表示付き検出器」の模式図である。

[図7]サーベイメータの応答特性を示す図である。

[図8]静止計測と移動計測の出力特性を示す図である。

[図9]本発明による表面汚染検査装置の全体構成図である。

[図10]本発明による表面汚染検査方法の全体フロー図である。

[図11]汚染開始位置近傍における計数率の変化を示す模式図である。

[図12]中間位置における計数率の変化を示す模式図である。

[図13]汚染終了位置近傍における計数率の変化を示す模式図である。

[図14]本発明による汚染検査装置の作用を示す図である。

[図15]本発明の作用を詳細に説明するための図14の部分拡大図である。

[図16]図14、図15における移動応答と傾き差の関係を示す図である。

[図17]本発明におけるしきい値の説明図である。

好ましい実施例の説明

[0028] 以下、本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。なお各図において、共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明は省略する。

図9は、本発明による表面汚染検査装置の全体構成図である。この図において、本発明の表面汚染検査装置は、例えば β 線を検出するGMサーベイメータであり、放射線検出器11と演算表示装置13とを備える。

放射線検出器11は、放射線(例えば β 線)を検出する。ケーブル12は、放射線検出器11と演算表示装置13を電氣的に接続し、その間のデータを送受信する。演算表示装置13は、放射線検出器11からの出力パルス进行处理し放射線強度を計数率 Y_i ($i = 1, 2, 3, \dots, L$; L は3以上の整数)で表示する。

[0029] 放射線検出器11は、手持ちが可能であり、被測定物の表面18からほぼ一定の距離(例えば10mm)を隔てたまま表面18に沿ってほぼ一定の速度(例えば50mm/sec)で移動させることができる。この移動は手動で行ってもよく、あるいはなんらかの移動装置(例えば車輪付き台車)を用いてもよい。なお、この場合に台車の車輪は、被測定物の汚染14に直接接触しないように、離れた位置に設けるのがよい。

演算表示装置13は、境界検出装置10を内蔵し、放射線検出器11をほぼ一定の速度で被測定物の表面に沿って移動する際に、この境界検出装置10により、放射性物質による被測定物の汚染14の境界を検出するようになっている。

[0030] 境界検出装置10は、図示しない計数率記憶手段、傾き演算手段、境界判別手段を備える。境界検出装置10は例えばマイクロコンピュータであり、計数率記憶手段は

例えばRAMであり、傾き演算手段と境界判別手段は、例えばコンピュータプログラムである。

計数率記憶手段は、計数率 Y_i ($i=1, 2, 3, \dots, L$: L は3以上の整数)を一定の時間間隔(好ましくは等間隔)で順に記憶する。

傾き演算手段は、記憶した最終の計数率 Y_M (M は3以上の整数)を含む直前 M 個の計数率 Y_i と、記憶した最終の計数率 Y_M を含む直前 N 個(N は M より小さい整数)の計数率 Y_i と、からそれぞれを近似する直線の傾き a_M, a_N を演算する。

境界判別手段は、前記直線の傾き a_M, a_N から放射性物質による被測定物の汚染の境界を判別する境界判別手段を備える。

[0031] 図10は、本発明による表面汚染検査方法の全体フロー図である。この図において、本発明の表面汚染検査方法は、検出器移動ステップS1、計数率出力ステップS2、境界検出ステップS3を有する。

検出器移動ステップS1では、放射線を検出する放射線検出器11をほぼ一定の速度で被測定物の表面18に沿って移動する。この移動距離 x は、初期位置 x_0 、移動速度 v 、経過時間 t から、式(1)で表示することができる。

$$x = x_0 + v \cdot t \dots (1)$$

[0032] 計数率出力ステップS2では、放射線検出器11からの出力パルス进行处理し放射線強度を計数率 Y_i ($i=1, 2, 3, \dots, L$: L は3以上の整数)で出力する。

[0033] 境界検出ステップS3は、計数率記憶ステップS31、傾き演算ステップS32、及び境界判別ステップS33を有する。

計数率記憶ステップS31では、新しい計数率 Y_i ($i=1, 2, 3, \dots, L$: L は3以上の整数)が出力されるたびに順に記憶する。

傾き演算ステップS32では、新しい計数率 Y_i が記憶されるたびに、記憶した最終の計数率 Y_M (M は3以上の整数)を含む直前 M 個の計数率 Y_i と、記憶した最終の計数率 Y_M を含む直前 N 個(N は M より小さい整数)の計数率 Y_i と、からそれぞれを近似する直線の傾き a_M, a_N の演算を繰り返す。

[0034] 境界判別ステップS33は、傾き差演算ステップS331、開始位置判別ステップS332、及び終了位置判別ステップS333からなる。

傾き差演算ステップS331では、傾き演算ステップS32が傾きを演算するたびに直線の傾き差 $\Delta a = a_N - a_M$ を演算する。

開始位置判別ステップS332では、傾き差 Δa が所定の正のしきい値 A を超える場合に汚染開始位置と判別する。

終了位置判別ステップS333では、傾き差 Δa が所定の負のしきい値 $-B$ を絶対値が超える(すなわち傾き差 Δa が負のしきい値 $-B$ より小さい)場合に汚染終了位置と判別する。

[0035] 上述した境界判別ステップS33により、直線の傾き a_M, a_N から放射性物質による被測定物の汚染の境界を判別することができる。

従って、上述した境界検出ステップS3により、計数率の変化から放射性物質による被測定物の汚染の境界を検出することができる。

[0036] 図11、図12、図13は、汚染開始位置近傍、中間位置、汚染終了位置近傍における計数率の変化を示す模式図である。これらの図において、横軸は位置 x に対応し、縦軸の各点は計数率 y に対応する。

[0037] 以下、図11～図13において、測定装置13の計数率出力を一定間隔でサンプリングし、このデータを用いて汚染検査を実施する方法を説明する。

[0038] 図11には汚染開始位置近傍における20点のデータが示されている。横軸 x は位置に対応する量であり、縦軸 y は計数率に対応する量である。最終点20 ($M=20$) を含め、前時刻の値20点に対して直線を用いて最小自乗近似を行なうと $y = 6.8x + 5.9$ なる直線21が得られる。従って、直線21の傾き a_M は、6.8である。

一方、最終点20を含め、前時刻の値5点 ($N=5$) に対して直線を用いて最小自乗近似を行なうと $y = 50.4x - 752.0$ なる直線22が得られる。従って、直線22の傾き a_N は、50.4である。

ここで後者の傾きから前者の傾きを減じると、傾き差 $\Delta a = a_N - a_M = 50.4 - 6.8 = 43.6$ 、すなわち傾き差43.6が得られる。例えば、傾き差 $A=10$ をしきい値として設定すると、この値を低い方から超えた場合、その地点を汚染の開始位置とする。

[0039] 上述した方法の意味を解説する。直線21はバックグラウンドが高い場合も低い場合も、これらの計数率の大きさに依存せず、変化が小さい場合は傾きがゼロ近傍である。

汚染の開始位置に到達すると、ゼロ近傍から正の値にゆっくり変化する。一方、直線22は変化に敏感で、バックグラウンドの場合は直線21同様に傾きはゼロ近傍であるが、汚染の開始位置に到達すると直線21より大きな正の傾きを有する。したがって直線22の傾きから直線21の傾きを減じた傾き差は正の値を示すこととなる。

[0040] 図12には放射線検出器11の検出面に比較して小さい汚染の終了位置近傍における20点のデータが示されている。最終点300(M=20)を含め、前時刻の値20点に対して直線を用いて最小自乗近似を行なうと $y = 17.3x - 50.0$ なる直線310が得られる。従って、直線310の傾き a_M は、17.3である。

また最終点300を含め、前時刻の値5点(N=5)に対して直線を用いて最小自乗近似を行なうと $y = 7.1x + 138.5$ なる直線320が得られる。従って、直線320の傾き a_N は、7.1である。

ここで後者の傾きから前者の傾きを減じると、傾き差 $\Delta a = a_N - a_M = 7.1 - 17.3 = -10.2$ 、すなわち傾き差-10.2が得られる。

[0041] 上述した方法の意味を解説する。直線310はサーベイメータが汚染箇所を通過後も応答遅れのために正の傾きを示す。一方、直線320は変化に敏感で、汚染の終了位置に到達すると直線310より小さな正の傾きを有する。したがって直線320の傾きから直線310の傾きを減じた傾き差は負の値を示すこととなる。このように計数率は上昇中でもすでに汚染位置を終了している場合、傾き差は明瞭に負の値を示す。

[0042] 図13には放射線検出器11の検出面に比較して大きいすなわち広い汚染の終了位置近傍における20点のデータが示されている。最終点30(M=20)を含め、前時刻の値20点に対して直線を用いて最小自乗近似を行なうと $y = -6.0x + 296.7$ なる直線31が得られる。従って、直線31の傾き a_M は、-6.0である。

また最終点30を含め、前時刻の値5点(N=5)に対して直線を用いて最小自乗近似を行なうと $y = -50.3x + 1118.0$ なる直線32が得られる。従って、直線32の傾き a_N は、-50.3である。

ここで後者の傾きから前者の傾きを減じると、傾き差 $\Delta a = a_N - a_M = -50.3 - (-6.0) = -44.3$ 、すなわち傾き差-44.3が得られる。例えば、傾き差-10をしきい値-B(Bは正数)として設定すると、この値を大きい方から超えた場合、その地点を

汚染の終了位置とする。

[0043] 上述した方法の意味を解説する。直線31はサーベイメータが広い汚染箇所を通過中は、そのレベルが高い場合も低い場合も、これらの計数率の大きさに依存せず、変化が小さい場合は傾きがゼロ近傍である。汚染の終了位置に到達してもゼロ近傍の正の値から、しばらく時間が経過した後、負の値にゆっくり変化する。一方、直線32は変化に敏感で、汚染の終了位置に到達すると直線31より小さい正の値、あるいは絶対値の大きな負の傾きを有することが実験によって確かめられている。したがって直線32の傾きから直線31の傾きを減じた傾き差は負の値を示すこととなる。

[0044] 上述したように、本発明では、正のしきい値Aを傾き差 Δa がグラフの下から上に向かって超えた位置を汚染の開始位置とし、負の設定値 $-B$ を傾き差 Δa がグラフの上から下に超えた位置を汚染の終了位置とする。

実施例 1

[0045] 上述した本発明の汚染検査方法を内蔵した汚染検査装置とその実施例について説明する。

図9の床18に長さ1500mmの線を描いた。この500mmの位置に直径40mm、厚さ5mmの円盤状のストロンチウム90なる法の規制を受けない微弱な3700Bqの β 線源14を置いて汚染箇所とした。GM管を有する放射線検出器11を0mmから1500mmの位置に向けて50mm/secで、 β 線源14の上面から10mmの距離を保ちながら移動させた。計数率(cpm)は0.1秒でサンプリングした。

[0046] 図14は本発明による汚染検査装置の作用を示す図である。グラフ41は移動応答を示し、サンプリングした計数率である。静止測定のグラフ40は種々の位置で60secの間、静止状態で待って指示値を読んだもの、すなわち静止測定の結果である。グラフ42は傾き差を100倍して比較を容易にしたものである。

[0047] 図15は本発明の作用を詳細に説明するために500mm付近を拡大したものである。移動応答を表すグラフ51は汚染開始位置(480mm)を超えたところから立ち上がり、汚染終了位置(520mm)を通過後も上昇を続け、その後、ゆっくりと減少するが、1500mmの位置でもバックグラウンドの5倍程度の値を示す。この場合、応答も特性を示す時定数は10secに設定した。グラフ50は静止測定であるが、 β 線源14からの β

線はあらゆる方向に放出されるため、汚染開始位置の前方の430mm、汚染終了位置の後方の570mmの位置でもバックグラウンドの4倍程度の値を示した。グラフ52は傾き差のグラフである。

- [0048] さらに詳細な移動応答と傾き差の関係を図示したものが図16である。傾き差を示すグラフ62は移動応答のグラフ61とほぼ同位置で立ち上がり、汚染の中心である500mmに位置で最大値を示した。またグラフ62はグラフ61がまだ上昇中のときに下降に転じ、530mmで負の値を示した。
- [0049] 図17は本発明におけるしきい値の説明図である。ここでは正のしきい値Aを10、および負のしきい値-Bを-10に設定した。傾き差 Δa のグラフ73でしきい値を丸印で示した。正のしきい値を矢印のように下から上に超える場所が汚染開始位置で475mmであった。負のしきい値を矢印のように上から下に超える場所が汚染終了位置で530mmであった。これは実際の汚染開始位置が480mm、汚染終了位置が520mmと比較して十分な精度である。移動応答のみでは、1回の測定で汚染の開始位置も終了位置も、特に終了位置を特定することは困難であることから本発明の顕著な効果がわかる。
- [0050] 上述したしきい値A, Bは図9のしきい値設定ダイヤル15によって正負を決めることができる。汚染の管理レベルを厳しくする場合はしきい値A, Bの絶対値を小さくすればよく、汚染の管理レベルをゆるやかにする場合はしきい値の絶対値を大きくすればよい。
- [0051] 図9において、本発明の表面汚染検査装置は、さらに被測定物の汚染の境界位置を表示する表示装置を備える。この例において、表示装置は、放射線検出器11に付けた発光器16(LEDなど)、測定装置13に付けた発光器17(LEDなど)、測定装置13に付けた警報器19(ブザーなど)である。
- [0052] 発光器16, 17は、例えば汚染開始位置で点灯し、点灯を継続し、汚染終了位置で消灯する。
- [0053] また、汚染開始位置で測定装置13に付けたブザーなどによる警報器19の警報音を発生させ、警報音を継続し、汚染終了位置で警報音を消すようにしてもよい。
- [0054] さらに、次は発光器16, 17と警報器19は、併用してもよく、一方のみでもよい。

[0055] 上述したように本発明の装置及び方法によれば、放射線検出器11をほぼ一定の速度で被測定物の表面18に沿って移動する際に、放射性物質による被測定物の汚染14の境界を検出する境界検出装置10を有する。この装置を用いて本発明の方法では、検出器移動ステップS1において、放射線を検出する放射線検出器11をほぼ一定の速度で被測定物の表面に沿って移動し、計数率出力ステップS2において、放射線検出器11からの出力パルス进行处理し放射線強度を計数率 Y_i で出力し、境界検出ステップS3において、計数率 Y_i の変化から放射性物質による被測定物の汚染14の境界を検出することができる。

従って、境界付近での往復移動や静止を繰り返すことなく、1回の操作で被測定物の汚染の境界(汚染開始位置と汚染終了位置)を特定することができる。

[0056] なお、本発明は上述した実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更できることは勿論である。

請求の範囲

- [1] 放射線を検出する放射線検出器と、該放射線検出器からの出力パルス进行处理し放射線強度を計数率で表示する演算表示装置とを備え、
該演算表示装置は、放射線検出器をほぼ一定の速度で被測定物の表面に沿って移動する際に、放射性物質による被測定物の汚染の境界を検出する境界検出装置を有する、ことを特徴とする表面汚染検査装置。
- [2] 前記境界検出装置は、前記計数率 Y_i ($i=1, 2, 3, \dots, L$: L は3以上の整数)を所定の時間間隔で順に記憶する計数率記憶手段と、
所定範囲における M 個 (M は3以上の整数)の計数率 Y_i と、 M 個の内の N 個 (N は M より小さい整数)の計数率 Y_i と、からそれぞれを近似する直線の傾き a_M, a_N を演算する傾き演算手段と、
前記直線の傾き a_M, a_N を比較することで放射性物質による被測定物の汚染の境界を判別する境界判別手段とを備える、ことを特徴とする請求項1に記載の表面汚染検査装置。
- [3] 前記所定の時間間隔は等間隔である、ことを特徴とする請求項2に記載の表面汚染検査装置。
- [4] 前記境界判別手段は、前記直線の傾き差 $\Delta a = a_N - a_M$ を演算し、傾き差 Δa が所定の正のしきい値を超える場合に汚染開始位置と判別し、傾き差 Δa が所定の負のしきい値を絶対値を超える場合に汚染終了位置と判別する、ことを特徴とする請求項2に記載の表面汚染検査装置。
- [5] さらに、被測定物の汚染の境界位置を表示する表示装置を備える、ことを特徴とする請求項1に記載の表面汚染検査装置。
- [6] 前記表示装置は、発光器及び／又は警報器である、ことを特徴とする請求項5に記載の表面汚染検査装置。
- [7] 放射線を検出する放射線検出器をほぼ一定の速度で被測定物の表面に沿って移動する検出器移動ステップと、
前記放射線検出器からの出力パルス进行处理し放射線強度を計数率で出力する計数率出力ステップと、

前記計数率の変化から放射性物質による被測定物の汚染の境界を検出する境界検出ステップとを有する、ことを特徴とする表面汚染検査方法。

- [8] 前記境界検出ステップは、前記計数率 Y_i ($i=1, 2, 3, \dots, L$: L は3以上の整数)を所定の時間間隔で順に記憶する計数率記憶ステップと、

所定範囲における M 個 (M は3以上の整数)の計数率 Y_i と、 M 個の内の N 個 (N は M より小さい整数)の計数率 Y_i と、からそれぞれを近似する直線の傾き a_M , a_N を演算する傾き演算ステップと、

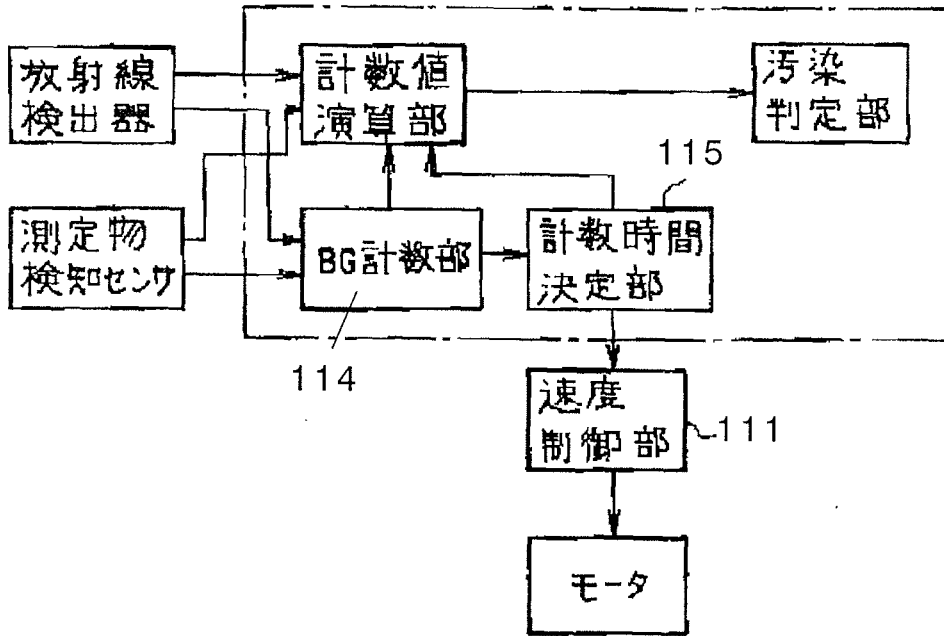
前記直線の傾き a_M , a_N を比較することで放射性物質による被測定物の汚染の境界を判別する境界判別ステップとを有する、ことを特徴とする請求項7に記載の表面汚染検査方法。

- [9] 前記所定の時間間隔は等間隔である、ことを特徴とする請求項8に記載の表面汚染検査方法。

- [10] 前記境界判別ステップにおいて、前記直線の傾き差 $\Delta a = a_N - a_M$ を演算し、傾き差 Δa が所定の正のしきい値を超える場合に汚染開始位置と判別し、傾き差 Δa が所定の負のしきい値を絶対値を超える場合に汚染終了位置と判別する、ことを特徴とする請求項8に記載の表面汚染検査方法。

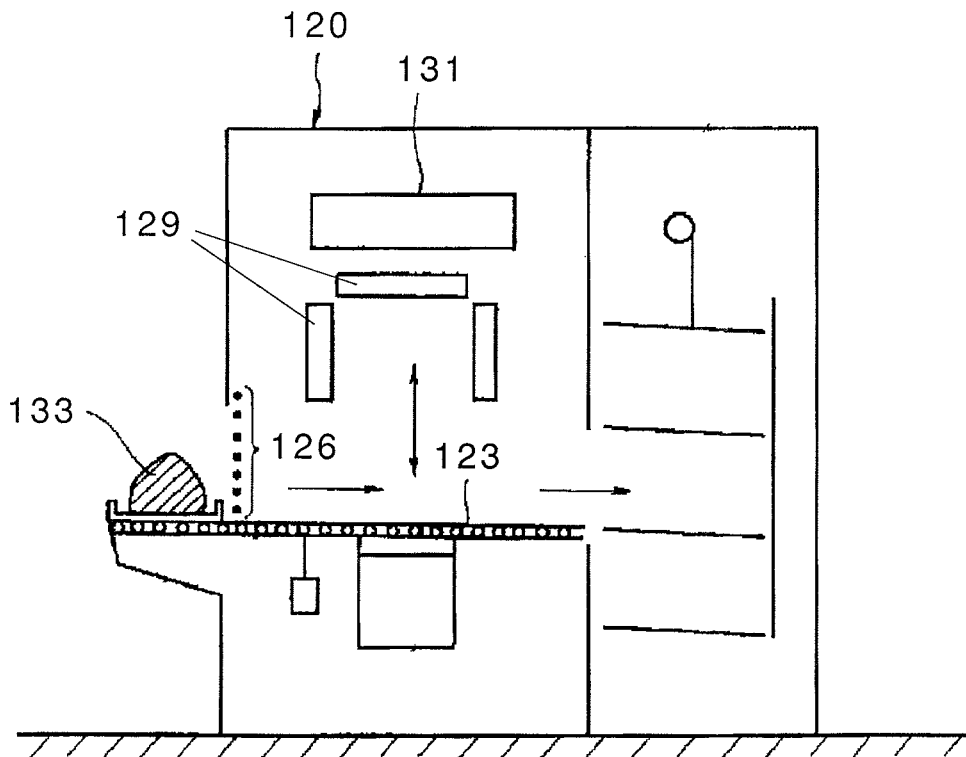
[図1]

先行技術



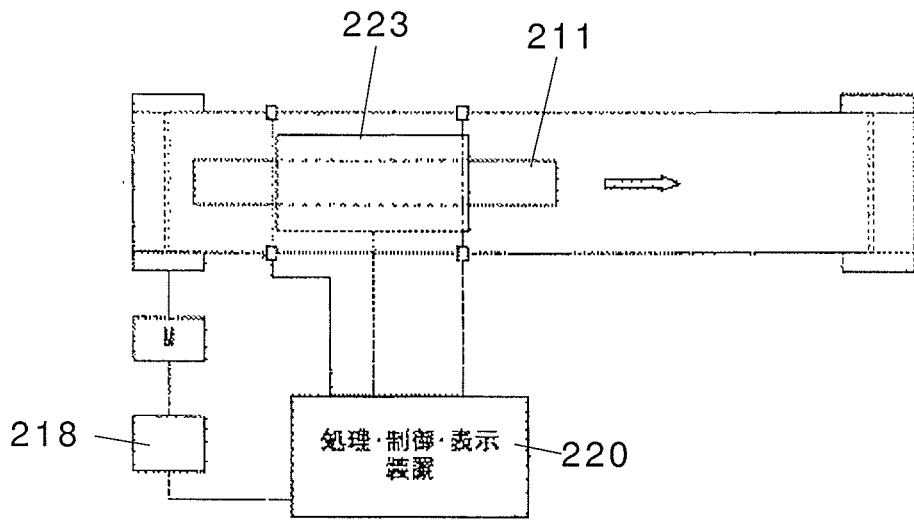
[図2]

先行技術



[図3]

先行技術



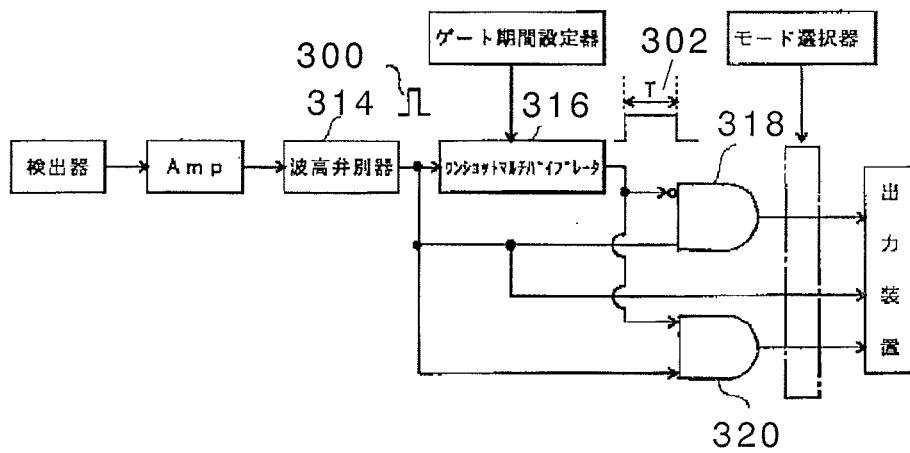
[図4]

先行技術



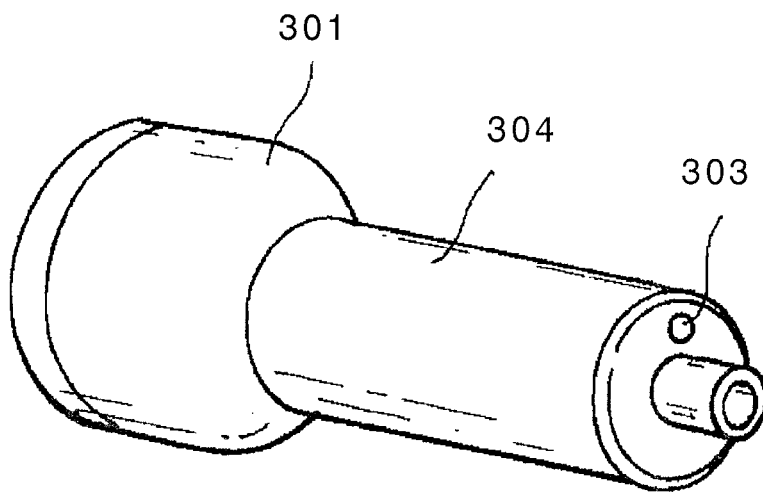
[図5]

先行技術



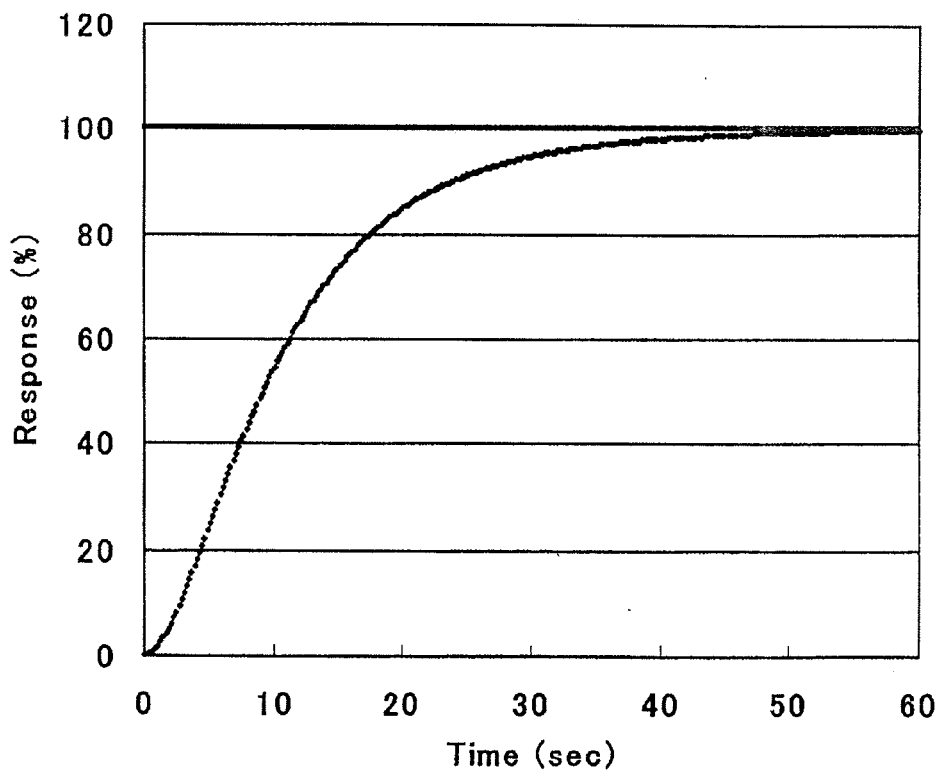
[図6]

先行技術



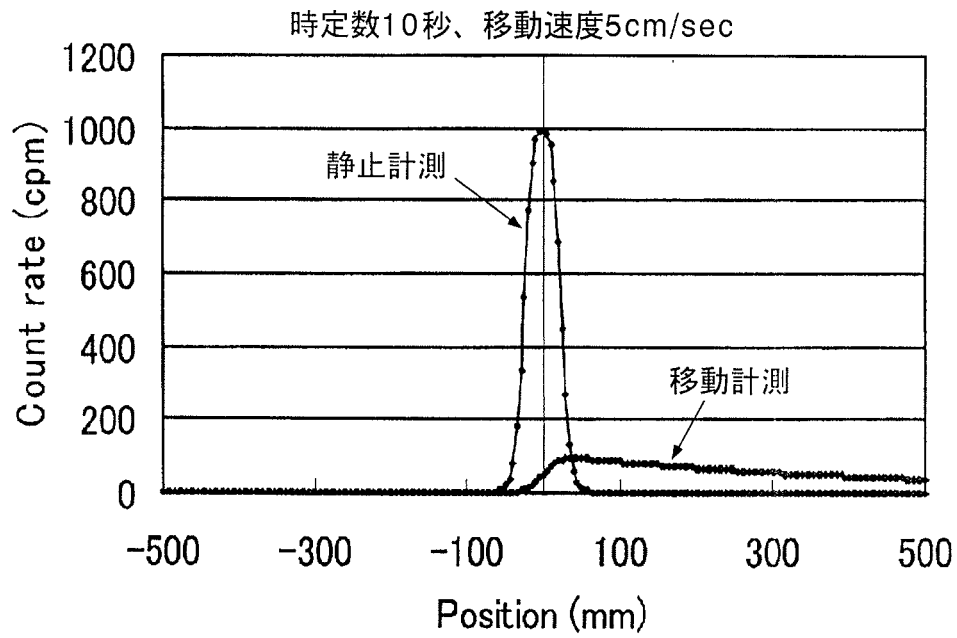
[図7]

先行技術

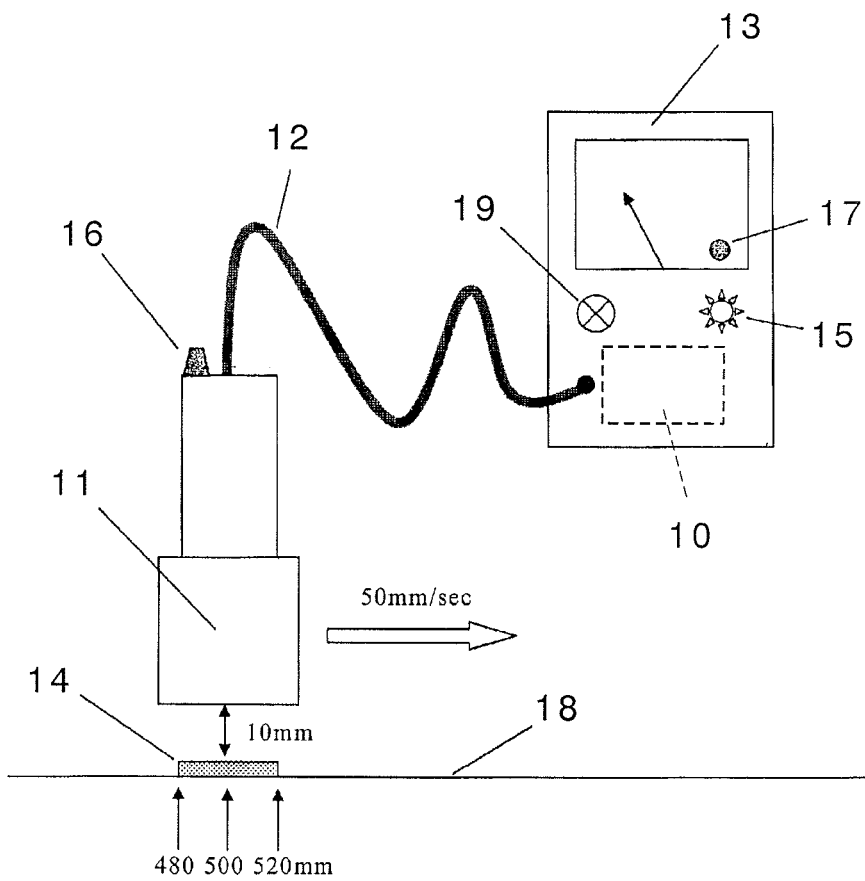


[図8]

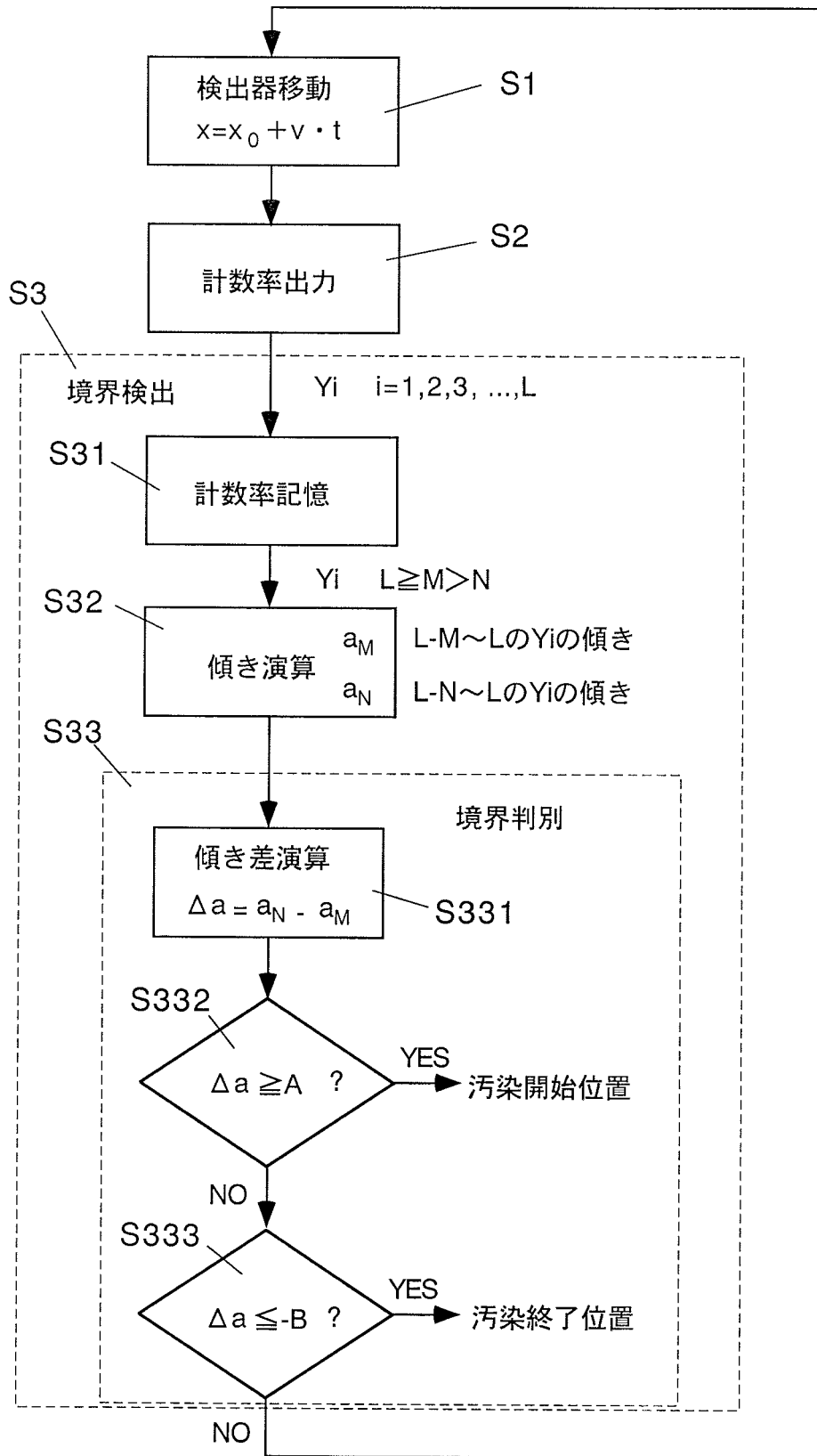
先行技術



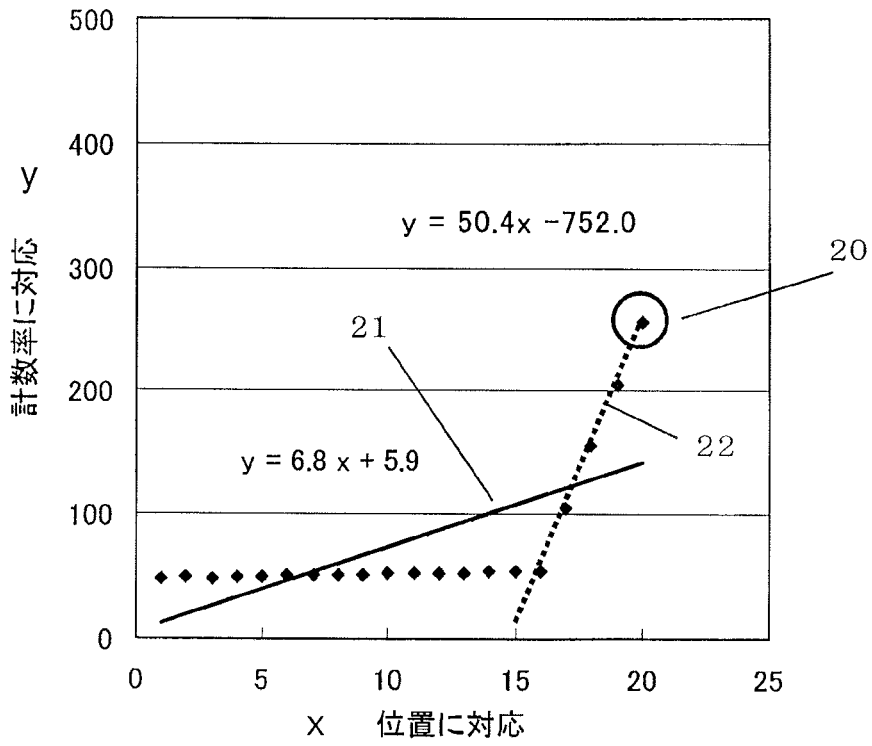
[図9]



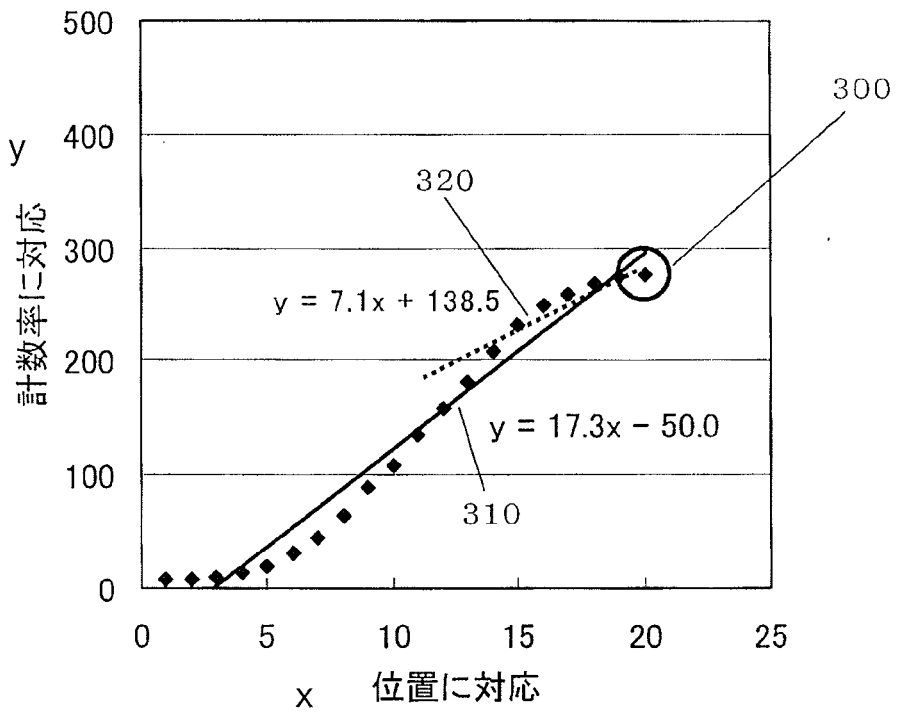
[図10]



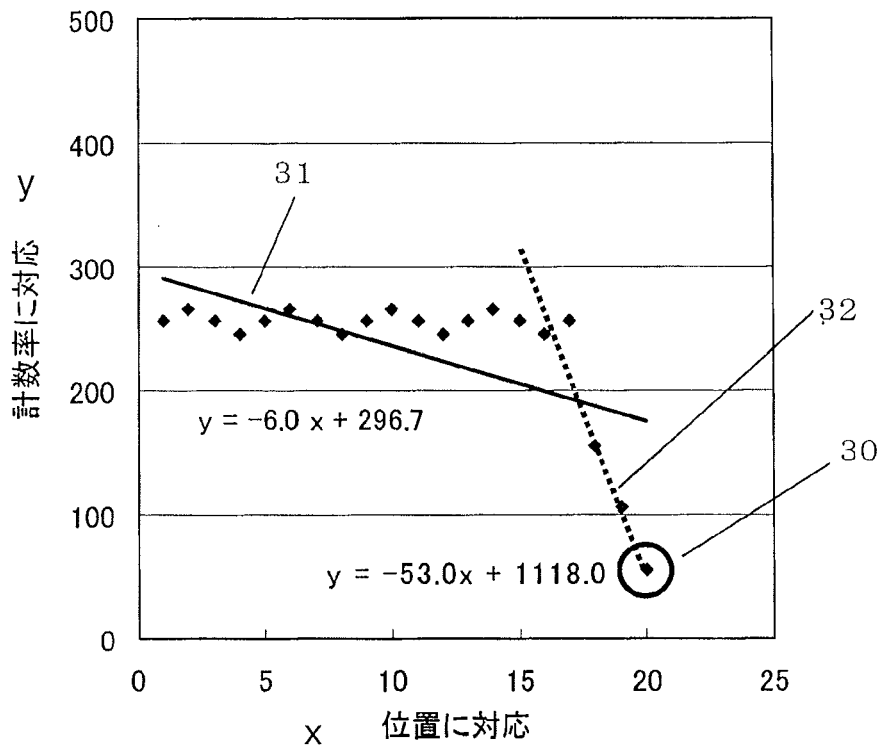
[図11]



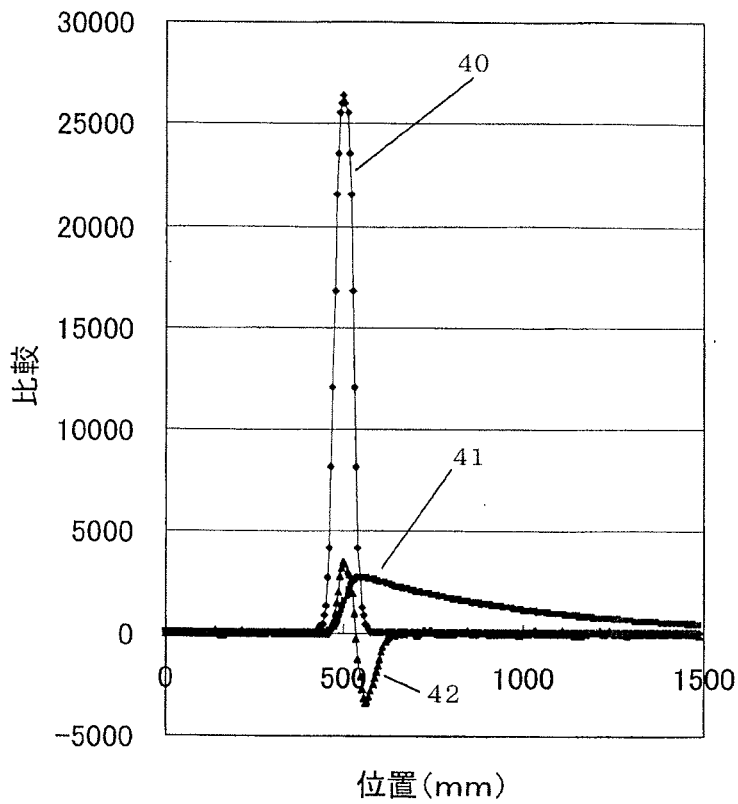
[図12]



[図13]

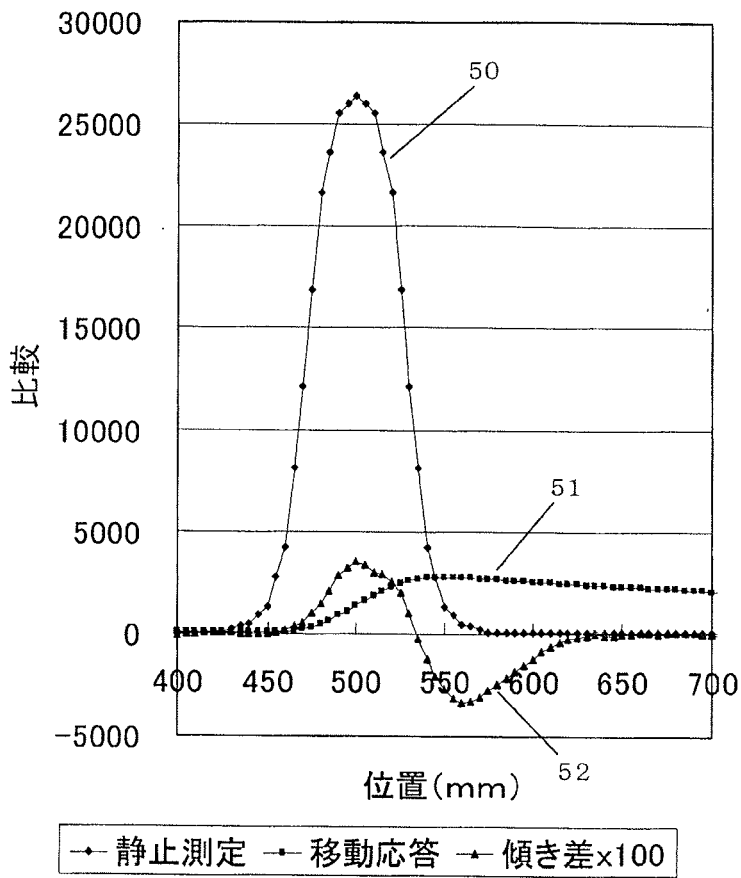


[図14]

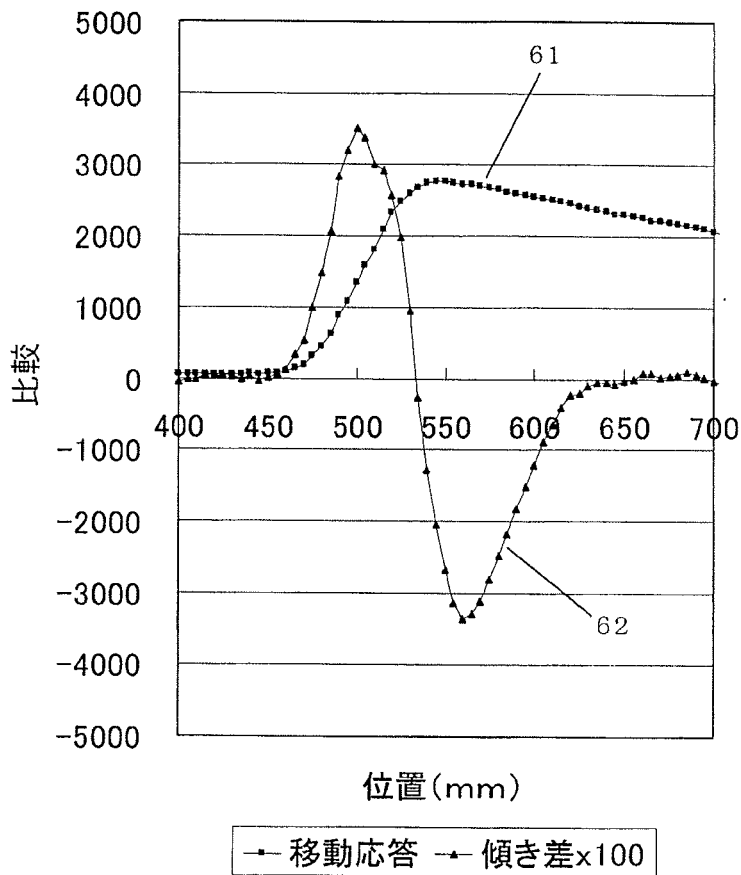


● 静止測定 ▲ 移動応答 ▼ 傾き差x100

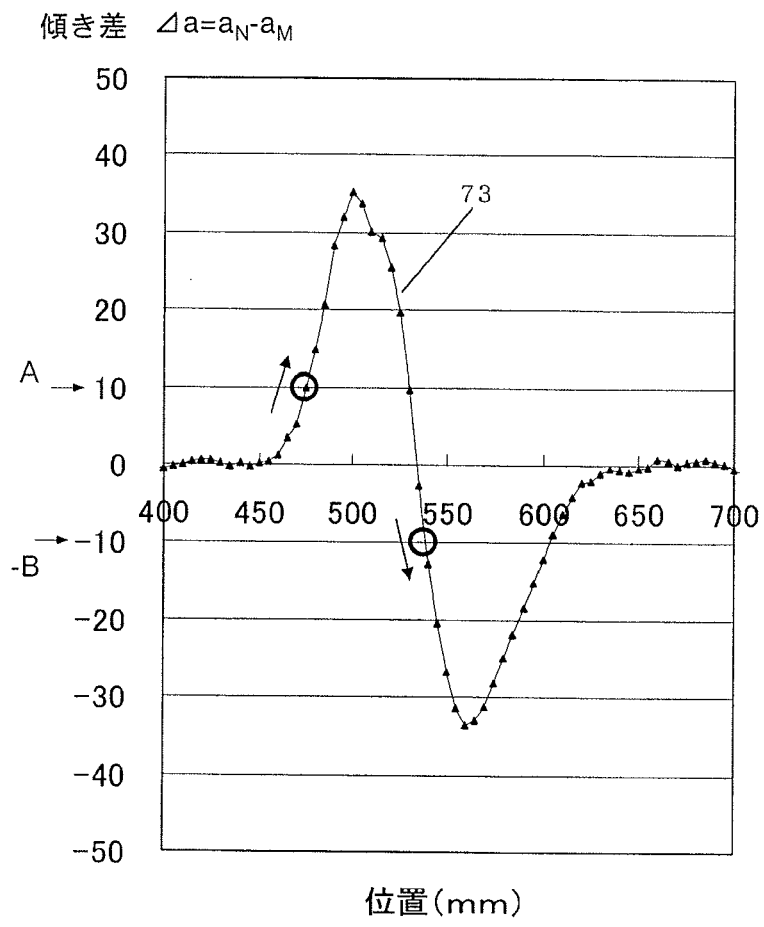
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP2007/057184
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01T1/169(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)
G01T1/169, G21C17/00

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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.
X A	JP 2-259588 A (Toshiba Corp.), 22 October, 1990 (22.10.90), Page 2, upper right column, line 9 to page 3, upper left column, line 4; Fig. 4 (Family: none)	1, 7 2-6, 8-10
A	JP 7-159542 A (Aloka Co., Ltd.), 23 June, 1995 (23.06.95), Par. No. [0004]; Figs. 3 to 4 (Family: none)	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 18 June, 2007 (18.06.07)	Date of mailing of the international search report 26 June, 2007 (26.06.07)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/057184

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
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:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The matter common to the inventions of claims 1-6 is a surface contamination examining device of the invention of claim 1, and the matter common to the inventions of claims 7-10 is a surface contamination examining method of the invention of claim 7.

However, the international search has revealed that the inventions of claims 1, 7 is not novel since it is disclosed in document JP 2-259588 A (Toshiba Corp.), 22 October, 1990 (22.10.90), from line 9, the upper right column, page 2 to line 4, the upper left column, page 3, figure 4.

The inventions of claims 1-10 (Continued to the extra sheet.)

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. 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. 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.:

Remark on Protest
the

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/057184

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

obviously do not satisfy the requirement of unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01T1/169(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. G01T1/169, G21C17/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007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 請求の範囲の番号
X A	JP 2-259588 A (株式会社東芝) 1990. 10. 22, 第2頁右上欄第9行～ 第3頁左上欄第4行、第4図 (ファミリー無し)	1, 7 2-6, 8-10
A	JP 7-159542 A (アロカ株式会社) 1995. 06. 23, 段落【0004】、第3-4 図 (ファミリー無し)	1-10

☐ 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、一般的な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

18.06.2007

国際調査報告の発送日

26.06.2007

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)

今浦 陽恵

21

3904

電話番号 03-3581-1101 内線 3273

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-6に係る発明の共通事項は請求の範囲1に係る発明の表面汚染検査装置である。そして、請求の範囲7-10に係る発明の共通事項は請求の範囲7に係る発明の表面汚染検査方法である。

しかしながら、調査の結果、請求の範囲1及び7に係る発明は、文献JP 2-259588 A（株式会社東芝）1990.10.22、第2頁右上欄第9行～第3頁左上欄第4行、第4図に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

よって、請求の範囲1-10に係る発明は発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。