

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4469962号
(P4469962)

(45) 発行日 平成22年6月2日(2010.6.2)

(24) 登録日 平成22年3月12日(2010.3.12)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 T 1/169 (2006.01) GO 1 T 1/169 A

請求項の数 8 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-282182 (P2006-282182) (22) 出願日 平成18年10月17日(2006.10.17) (65) 公開番号 特開2008-101922 (P2008-101922A) (43) 公開日 平成20年5月1日(2008.5.1) 審査請求日 平成20年6月23日(2008.6.23)</p>	<p>(73) 特許権者 301032942 独立行政法人放射線医学総合研究所 千葉県千葉市稲毛区穴川四丁目9番1号 (74) 代理人 100097515 弁理士 堀田 実 (74) 代理人 100136548 弁理士 仲宗根 康晴 (74) 代理人 100136700 弁理士 野村 俊博 (72) 発明者 白川 芳幸 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 審査官 木下 忠</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面汚染検査装置及び検査方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 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し、

該境界検出装置は、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_j 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、ことを特徴とする表面汚染検査装置。

【請求項 2】

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 1 に記載の表面汚染検査装置。

【請求項 3】

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が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 1 に記載の表

面汚染検査装置。

【請求項 4】

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。

【請求項 5】

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 4 に記載の表面汚染検査装置。

【請求項 6】

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し、

該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_j 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、ことを特徴とする表面汚染検査方法。

【請求項 7】

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 6 に記載の表面汚染検査方法。

【請求項 8】

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、ことを特徴とする請求項 6 に記載の表面汚染検査方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

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。

【背景技術】

【0002】

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 10 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 11 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

10

20

30

40

50

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 12 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 13 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制を行うことを目的とし、図 14 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 15 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

10

20

30

40

50

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」

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【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。

10

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。

20

【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16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。

30

【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17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。

40

【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。

【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

50

を処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し、

該境界検出装置は、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、ことを特徴とする表面汚染検査装置が提供される。

10

【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が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処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し、

該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、

20

30

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、ことを特徴とする表面汚染検査方法が提供される。

【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。

【発明の効果】

40

【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処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

50

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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

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。

【0028】

図1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2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。

10

20

30

40

50

計数率記憶ステップ S 3 1 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 S 3 2 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 S 3 3 は、傾き差演算ステップ S 3 3 1、開始位置判別ステップ S 3 3 2、及び終了位置判別ステップ S 3 3 3 からなる。

傾き差演算ステップ S 3 3 1 では、傾き演算ステップ S 3 2 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 S 3 3 2 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 S 3 3 3 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 S 3 3 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 S 3 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 3、図 4、図 5 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 3～図 5 において、測定装置 1 3 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 3 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 4 には放射線検出器 1 1 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

10

20

30

40

50

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。

10

【0042】

図 5 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。

20

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。

30

【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。

40

図 1 の床 18 に長さ 1500 mm の線を描いた。この 500 mm の位置に直径 40 mm、厚さ 5 mm 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 ^{3700}Bq 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 0 mm から 1500 mm の位置に向けて 50 mm/sec で、 β 線源 14 の上面から 10 mm 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 6 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 60 sec 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

50

傾き差を100倍して比較を容易にしたものである。

【0047】

図7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。

10

【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8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9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。

20

【0050】

上述したしきい値A、Bは図1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1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。

30

【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。

40

【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_1 で出力し、境界検出ステップS3において、計数率 Y_1 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。

50

【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。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】本発明による表面汚染検査装置の全体構成図である。

【図2】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3】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4】中間位置における計数率の変化を示す模式図である。

【図5】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。

10

【図6】本発明による汚染検査装置の作用を示す図である。

【図7】本発明の作用を詳細に説明するための図6の部分拡大図である。

【図8】図6、7における移動応答と傾き差の関係を示す図である。

【図9】本発明におけるしきい値の説明図である。

【図10】特許文献1の「放射線モニタ」の模式図である。

【図11】特許文献2の「物品搬出モニタ」の模式図である。

【図12】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13】特許文献4の「放射線モニタ」の模式図である。

【図14】特許文献5の「放射線測定装置」の模式図である。

【図15】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

20

【図16】サーベイメータの応答特性を示す図である。

【図17】静止計測と移動計測の出力特性を示す図である。

【符号の説明】

【0058】

- 10 境界検出装置
- 11 放射線検出器
- 12 ケーブル
- 13 測定器
- 14 β 線源
- 15 しきい値設定ダイヤル
- 16 発光体
- 17 発光体
- 18 床
- 19 警報器
- 20 最終点
- 21 直線 (M = 20)
- 22 直線 (N = 5)
- 300 最終点
- 310 直線 (M = 20)
- 320 直線 (N = 5)
- 30 最終点
- 31 直線 (M = 20)
- 32 直線 (N = 5)
- 40 静止測定のグラフ
- 41 移動応答のグラフ
- 42 傾き差を100倍したグラフ
- 50 静止測定のグラフ
- 51 移動応答のグラフ
- 52 傾き差を100倍したグラフ

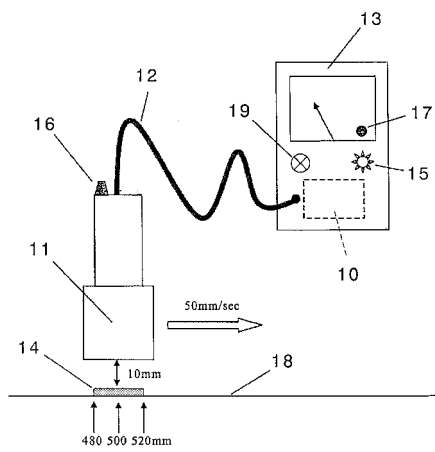
30

40

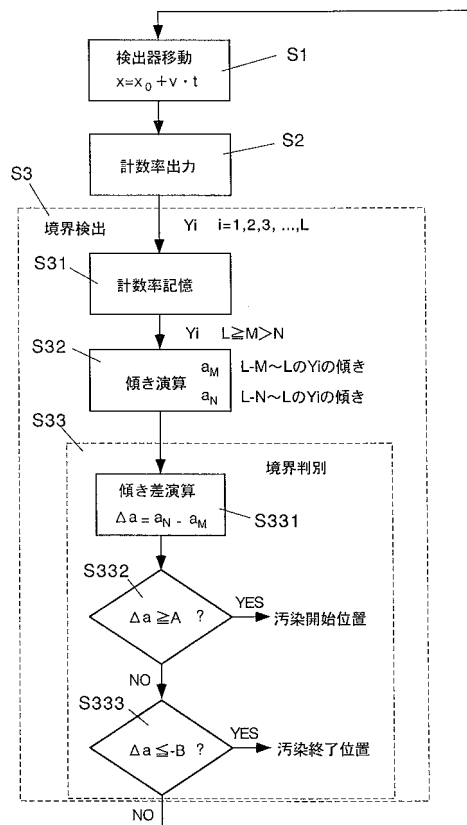
50

- 6 1 移動応答のグラフ
- 6 2 傾き差を100倍したグラフ
- 7 3 傾き差のグラフ

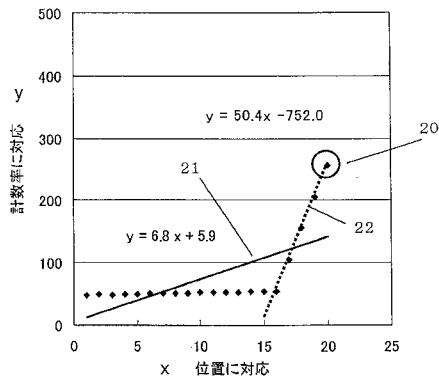
【図1】



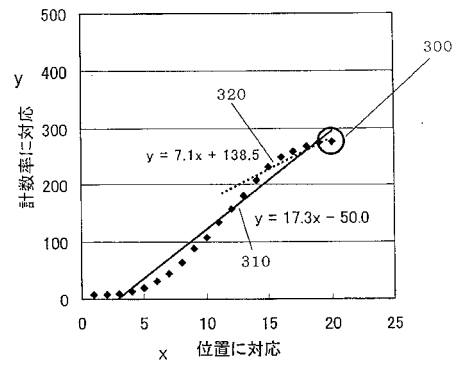
【図2】



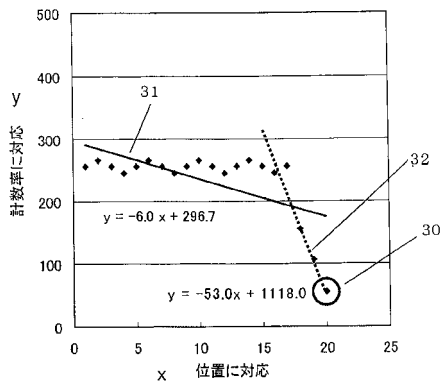
【図 3】



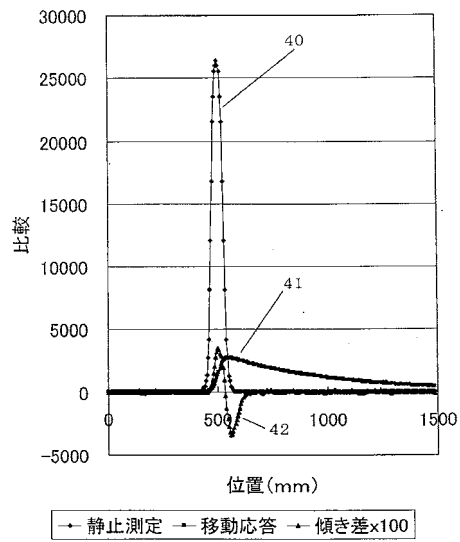
【図 4】



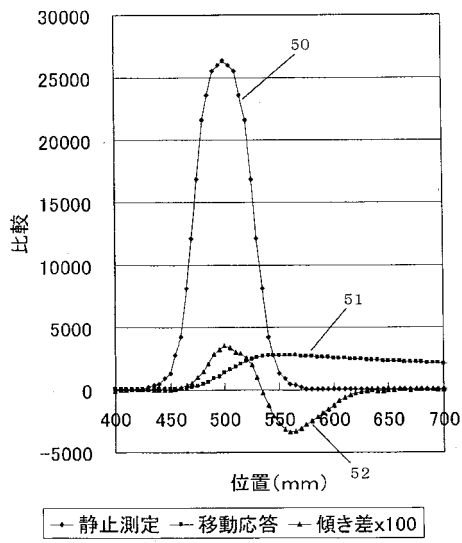
【図 5】



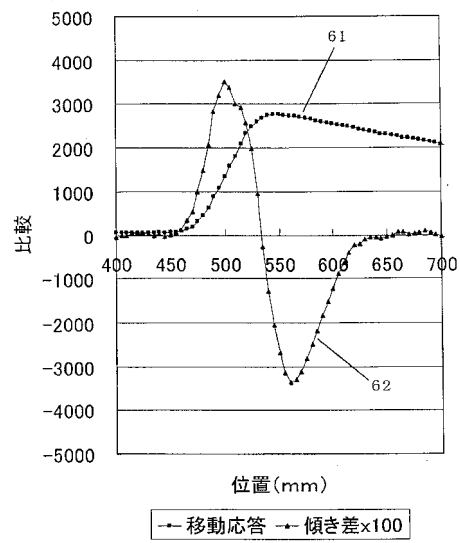
【図 6】



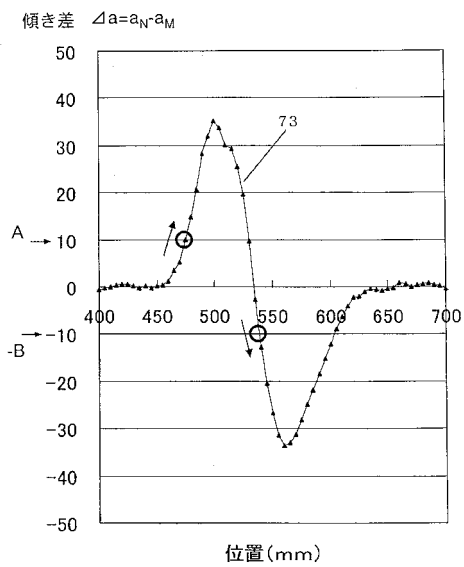
【図 7】



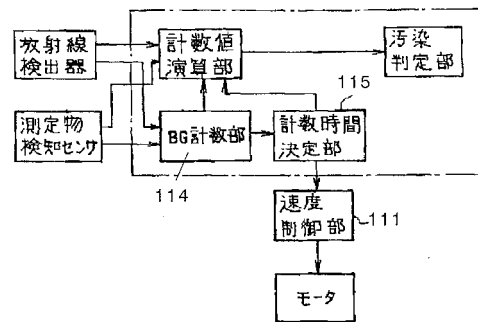
【図 8】



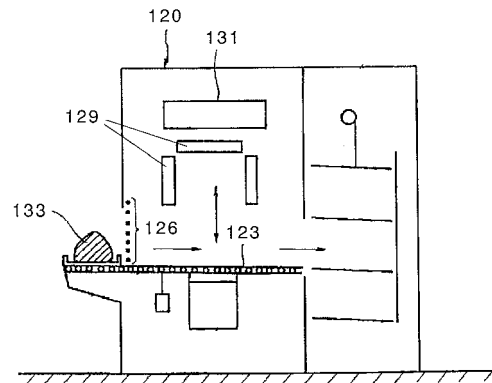
【図 9】



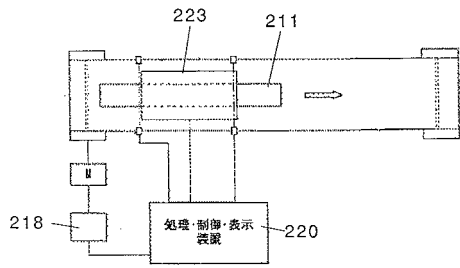
【図 10】



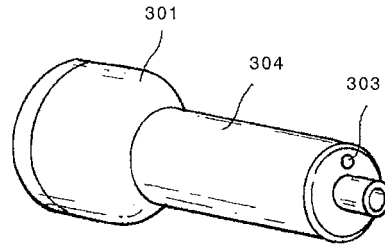
【図 11】



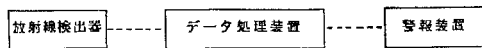
【図 1 2】



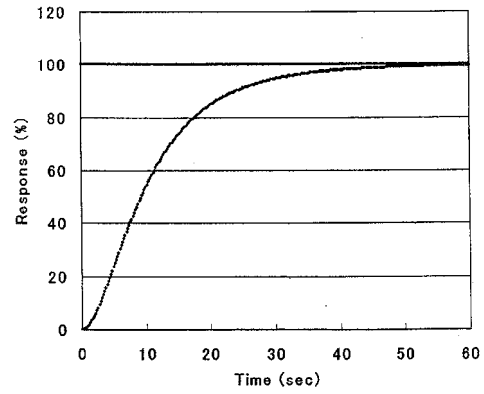
【図 1 5】



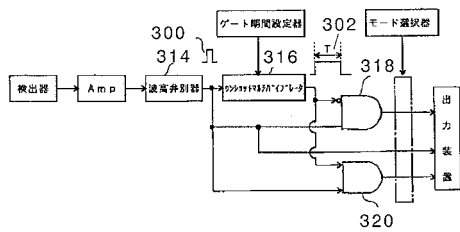
【図 1 3】



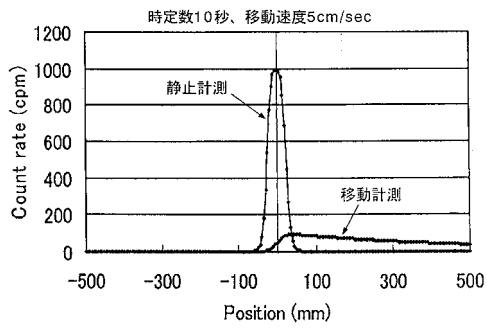
【図 1 6】



【図 1 4】



【図 1 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平02-259588 (JP, A)

特開平07-159542 (JP, A)

白川芳幸, サーベイメータの応答性の高速化, Radioisotopes, 社団法人日本アイソトープ協会
, 2005年 7月15日, Vol. 54, No. 7, pp. 199-204

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01T1/00-7/12

JSTPlus (JDreamII)