

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3622790 A1**

⑤1 Int. Cl. 4:
G01 T 1/167
G 01 T 1/15

⑳ Aktenzeichen: P 36 22 790.0
㉑ Anmeldetag: 7. 7. 86
㉒ Offenlegungstag: 21. 1. 88

Behördenamt

DE 3622790 A1

⑦1 Anmelder:
Nusec GmbH, 2150 Buxtehude, DE

⑦4 Vertreter:
Hauck, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000
München; Schmitz, W., Dipl.-Phys., 6200
Wiesbaden; Graalfs, E., Dipl.-Ing., 2000 Hamburg;
Wehnert, W., Dipl.-Ing., 8000 München; Döring, W.,
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 4000
Düsseldorf; Reichert, H., Rechtsanw., 2000 Hamburg

⑦2 Erfinder:
Kröger, Jürgen, Dipl.-Ing., 2100 Hamburg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Zuordnung der Aktivität kontaminierter od. aktivierter Bauteile und Materialien und Anordnung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Strahlungsaktivität kontaminierter Bauteile mittels Detektoren, deren Meßwerte in einem Rechner verarbeitet und angezeigt werden. Aus den vorgegebenen Parametern wird kontinuierlich mit Ablauf der Meßzeit die aktuelle und fehlerorientierte Schwellen-Kontamination SK oder Schwellen-Impulsrate SI ermittelt und mit dem tatsächlich anstehenden Meßwert der spezifischen Oberflächenaktivität oder massenspezifischen Aktivität KO bzw. Impulsrate IO verglichen.

DE 3622790 A1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Zuordnung der Aktivität kontaminierter oder aktivierter Bauteile Materialien zum grenzüber- bzw. -unterschreitenden Bereich unter Vorgabe eines zulässigen Fehlers mittels Detektoren, deren Meßwerte in einem Rechner verarbeitet und angezeigt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß als vorgegebene Parameter der jeweilige Grenzwert AG , die maximal zulässige Bezugsgröße F und mit dem Sicherheitsfaktor K die zulässige Fehlerquote erstrangig bestimmt werden, daß als auf den verwendeten Detektor bezogene geräteabhängige Parameter die tatsächlich zutreffende Bezugsgröße FD als Fensterfläche eines verwandten Alpha-Beta- oder Beta-Gamma-Detektors bzw. das maximale Füllgewicht einer Gamma-Meßplatzgeometrie, der Kalibrierfaktor fg für die Kontaminations- bzw. Aktivierungsnuklide oder ein bestimmtes Leitnuklid und der Kalibrierfaktor fu für die Untergrundstrahlung NP am Meßort nach Wahl des Detektors bestimmt werden, daß als umgebungsabhängiger Parameter der aktuelle Untergrundpegel am Meßplatz fortlaufend ermittelt und der entsprechende Meßwert fortlaufend nachgeführt oder in bestimmten Zeitabständen eingegeben wird, daß als situationsabhängige Parameter die aktuelle Detektorbeaufschlagung FB bzw. der Füllungsgrad einer Gamma-Meßplatzanordnung und der mittlere Meßabstand a des Detektors von der Flächen- bzw. Volumenquelle bestimmt und ggf. durch Fernbedienung weitergegeben wird, daß dann die maximal vertretbare Einzel-Meßzeit t_{max} festgelegt wird und daß dann aus den vorgegebenen Parametern kontinuierlich mit Hilfe der Meßzeit die aktuelle und fehlerorientierte Schwellen-Kontamination SK oder Schwellen-Impulsrate SI ermittelt und mit dem tatsächlich anstehenden Meßwert der spezifischen Oberflächenaktivität oder massenspezifischen Aktivität KO bzw. Impulsrate IO verglichen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie mit einem Alpha-Beta-, Beta-Gamma-Detektor oder mit einem Gamma-Detektor die Oberfläche eines zu messenden Bauteils rasterartig kontinuierlich oder vorzugsweise integral-digital gemessen wird, bis die jeweils gemessene Kontamination KO bzw. die Impulsrate IO die nach Ablauf der aktuellen Meßzeit anstehende Schwellen-Kontamination bzw. Schwellen-Impulsrate unterschreitet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß mit einem Gamma-Meßplatz die massenspezifische Aktivität des in eine Meßanordnung mit einem oder mehrer Detektoren eingebrachten Materials in mehreren Meßpositionen integral-digital gemessen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelten Daten für die Schwellen-Kontamination SK oder Schwellen-Impulsrate SI und die gemessenen Daten der Kontamination oder der Impulsrate sowie beliebig weitere relevante Daten z. B. zur Berechnung der Gesamtaktivität und der massenspezifischen Aktivität unter Protokollierung der effektiven Meßzeiten über eine Datenausgabereinheit ausgegeben und/oder in dem Rechner aufsummiert und verarbeitet werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwellen-Kontamination SK und die Schwellen-Impulsrate SI während des Meßvorgangs permanent dem Nullpegel am Meßort angepaßt wird.
6. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 5, mit mindestens einem als Meßwertaufnehmer ausgebildeten Detektor und einer Meßwertverarbeitungseinheit mit einem eine Mikroprozessoreinheit aufweisenden Rechner mit einer Programmierereinheit, dadurch gekennzeichnet, daß an der Meßwertverarbeitungseinheit (5) ein fester Signalanschluß (8) für den Nullpegel NP und eine Dateneingabeeinrichtung (9) für die Eingabe geräteabhängiger Meßparameter, meßsituationsabhängiger Parameter, vorgegebener Grenzwertparameter und der maximalen Einzel-Meßzeit angeordnet sind, die mit der Mikroprozessoreinheit des Rechners (6) in Wirkverbindung stehen, mittels derer parameterabhängig die fehlerorientierte Schwellen-Kontamination SK nach der Beziehung

$$SK = AG * f(a) - K * \sqrt{\frac{AG * f(a) * fg * 100 * F}{F * FD * FB} + \frac{NP * fg^2 * 100^2}{fu * FD * FB^2}}$$

oder die fehlerorientierte Schwellen-Impulsrate SI nach der Beziehung

$$SI = \frac{AG * f(a) * F * FD * FB}{fg * F * 100} - K * \sqrt{\frac{AG * f(a) * F * FD * FB}{fg * F * 100} + \frac{NP * FD}{fu}}$$

ermittelt wird, wobei AG der Grenzwert (Bq/cm^2) der Kontamination, K der Sicherheitsfaktor zur Festlegung der zulässigen Fehlerquote, F die maximal zulässige Bezugsgröße (cm^2, g) fg der Kalibrierfaktor ($Bq * slmp$), FD die Fensterfläche (cm^2), fu der Kalibrierfaktor für die Nullpegelstrahlung ($Bq * s / Imp * cm^2$), NP der Nullpegel am Meßort (Bq/cm^2), FB die Beaufschlagung der Fensterfläche (%), a der mittlere Meßabstand (cm) ist.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertverarbeitungseinheit (5) mit mindestens einem Detektor (3) für die α - β Detektion bzw. γ -Detektion verbunden ist.
8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertverarbeitungseinheit (5) mit einer Datenausgabereinheit (10) verbindbar ist.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zuordnung der Aktivität kontaminierter oder aktivierter Bauteile und Materialien zum grenzwertüber- bzw. unterschreitenden Bereich unter Vorgabe eines zulässigen Fehlers mittels Detektoren, deren Meßwerte in einem Rechner verarbeitet und angezeigt werden, und eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens. 5

Es ist bekannt, bei Bauteilen mit definierter Oberfläche und einfacher Geometrie eine kontinuierliche flächendeckende Messung der α - β -Oberflächenkontamination durchzuführen. In der Regel werden Grenzwerte für die festhaftende Oberflächenkontamination und die massenspezifische Aktivität festgelegt, die bei Materialien mit definierbarer Oberfläche beide einzuhalten sind. Für Materialien mit nicht definierbarer Oberfläche gilt lediglich der massenbezogene Grenzwert. 10

Der Nachweis der Einhaltung des jeweiligen Grenzwertes kann in den meisten Fällen nur durch Anwendung unterschiedlicher Meßverfahren erbracht werden. Zur Messung der Oberflächenkontamination kommt in der Regel die α - β -Kontaminationsmessung mit einem Großflächen-Proportionszählrohr, zur Messung der massenspezifischen Aktivität die γ -Detektion zur Anwendung. Bei Messung eines Nuklid-Gemisches differieren die Verfahren hinsichtlich der Detektierbarkeit der Einzelnuclide. Dies wird ggf. durch Einschränkung des entsprechenden Grenzwertes für die dedektierbaren Strahlenkomponenten bzw. für ein gut dedektierbares Einzelnuclid berücksichtigt, wobei erhöhte Anforderungen an die Meßtechnik bzw. erhöhter Meßaufwand in Kauf genommen werden muß. Die meßtechnisch relevante Freigabebedingungen betreffen hauptsächlich die Homogenität der Restaktivitätsverteilung. Im Hinblick auf die Entfaltung des flächenbezogenen Grenzwertes bedeutet dies die Verpflichtung zur flächiger Rastermessung. Zur weiteren Absicherung der Homogenität ist die zulässige Rasterfläche gesetzlich bzw. durch behördliche Anordnung auf einen Maximalwert von zur Zeit 100 cm² begrenzt. Im Hinblick auf die Einhaltung des massenspezifischen Grenzwertes kann die zu ermittelnde Aktivität über eine Masse von maximal 10 kg gemittelt werden. Weiterhin wird zur Vermeidung vom Fehluordnungen einer grenzwertüberschreitenden Aktivität zum freien Material ein deutlicher Abstand der aktuellen Aktivität zur Grenzwertaktivität gefordert. Wegen der Vielzahl der erforderlichen Einzelmessungen wird zur Berechnung der Gesamtaktivität eines Bauteils oder seiner massenspezifischen Aktivität die Flächengrenzwertaktivität oder die Schwellen-Kontamination herangezogen. Einzelmeßergebnisse werden aufgrund des hohen Aufwandes bei bekannten Verfahren nicht protokolliert und aufsummiert. Wegen der hohen Anforderungen ist der Meßaufwand relativ hoch und die Begrenzung der erforderlichen Meßzeit auf ein wirtschaftlich vertretbares Maß von großer Bedeutung. Hierbei besteht aber das Problem, daß eine Verkürzung der Meßzeit immer zu einer größeren statistischen Unsicherheit des Einzel-Ergebnisses führt. Die Nachteile der eingeführten Meßverfahren beruhen darin, daß die in den jeweiligen Recher der Meßeinheit eingegebenen Schwellen-Werte jeweils nur für die zur Berechnung angesetzte Meßzeit und jeweils nur für einen Detektor und die für eine Meßsituation ermittelten Kalibrierdaten zutreffen. Für eine Vielzahl möglicher Meßsituationen und eine optimalen Anpassung der Meßzeit an die tatsächlich vorliegende Kontamination sind die bisher bekannten Meßverfahren nicht ausreichend flexibel. Eine geringfügige Überschreitung der Schwellen-Kontamination, die immer noch deutlich unter dem Grenzwert liegt, die bei entsprechender Meßzeitverlängerung dem freien Bereich zugeordnet werden würde, wird als grenzwert-überschreitend eingestuft. Hiernach wird das gesamte Bauteil zur Dekontaminations-Nachbehandlung zurück geleitet und muß anschließend neu vermessen werden. Andererseits werden auch Bereiche an Bauteilen mit äußerst geringer Kontamination immer in der vollen Meßzeit gemessen. 15
20
25
30
35
40

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Anordnung zur Messung der Strahlungsaktivität kontaminierter und aktivierter Bauteile aufzuzeigen, das gegenüber den bekannten Verfahren einfacher durchzuführen und in der Anwendung flexibler ist, wobei bei den Freigabe-Messungen der Nachweis der Unterschreitung eines vorgegebenen Meßwertes mit einer definierten Sicherheit erfolgen soll. 45

Erfindungsgemäß erfolgt die Lösung der Aufgabe dadurch, daß als vorgegebene Parameter der jeweilige Grenzwert AG , die maximal zulässige Bezugsgröße F und mit dem Sicherheitsfaktor K die zulässige Fehlerquote erstrangig bestimmt werden, daß als auf den verwendeten Detektor bezogene geräteabhängige Parameter die tatsächlich zutreffende Bezugsgröße FD als Fenstergröße eines verwandten Alpha-Beta- oder Beta-Gamma-Detektors bzw. das maximale Füllgewicht einer Gamma-Meßplatzgeometrie, der Kalibrierfaktor fg für die Kontaminations- bzw. Aktivierungsnuklide oder ein bestimmtes Leitnuclid und der Kalibrierfaktor fu für die Untergrundstrahlung NP am Meßort nach Wahl des Detektors bestimmt werden, daß als umgebungsabhängige Parameter der aktuelle Untergrundpegel am Meßplatz fortlaufend ermittelt und der entsprechende Meßwert fortlaufend nachgeführt oder in bestimmten Zeitabständen eingegeben wird, daß als situationsabhängige Parameter die aktuelle Detektorbeaufschlagung FB bzw. der Füllungsgrad einer Gamma-Meßplatzanordnung und der mittlere Meßabstand a des Detektors von der Flächen- bzw. Volumenquelle bestimmt und ggf. durch Fernbedienung weitergegeben wird, daß dann die maximal vertretbare Einzelmeßzeit t_{max} nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten festgelegt wird und daß dann aus den vorgegebenen Parametern kontinuierlich mit Ablauf der Meßzeit die aktuelle und fehlerorientierte Schwellen-Kontamination SK oder Schwellen-Impulsrate SI ermittelt und mit dem tatsächlich anstehenden Meßwert der spezifischen Oberflächenaktivität oder massenspezifischen Aktivität KO bzw. Impulsrate IO verglichen wird. Mit Einführung der fehlerorientierten Schwellenwerte ist die auslegbare Formulierung "deutlicher Abstand" durch einen statistischen exakt definierten und meßzeitangepaßten Wert ersetzt. 50
55
60

Weitere Merkmale der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen beschrieben und am Beispiel der schematisch als Blockdiagramm dargestellten Anordnung zur Messung der Strahlungseffektivität näher erläutert. 65

Die Anordnung 1 zur Ermittlung der Strahlungsaktivität kontaminierter Bauteile weist eine Meßwertverarbeitungseinheit 5 auf, die mit einem Meßwertaufnehmer 2 verbunden ist. Der Meßwertaufnehmer 2 ist als

Detektor 3 ausgebildet und führt seine Meßwerte über einen Meßkanal 4 der Meßwertverarbeitungseinheit 5 zu. Die Meßwertverarbeitungseinheit 5 weist einen Rechner mit einer Mikroprozessoreinheit sowie einer Programmeneinheit 7 auf. An der Meßwertverarbeitungseinheit 5 ist ein fester Signalanschluß 8 für den Nullpegel *NP* vorgesehen. Eine Dateneingabeeinrichtung 9 dient zur Eingabe der geräteabhängigen Meßparameter, meßsituationenabhängiger Parameter, vorgegebener Grenzwertparameter und der maximalen Einzelmeßzeit. Die Dateneingabeeinrichtung 9 steht mit der Mikroprozessoreinheit des Rechners 6 in Wirkverbindung. An dem Rechner 6 der Meßwertverarbeitungseinheit 5 ist ferner noch eine Datenausgabeeinheit 10 angeschlossen, mittels derer die einzelnen Meßvorgänge protokolliert werden können.

Mittels der Mikroprozessoreinheit des Rechners 6 wird parameterabhängig die fehlerorientierte Schwellenkontamination *SK* nach der Beziehung

$$SK = AG * f(a) - K \sqrt{\frac{AG * f(a) * f_g * 100 * F}{F * FD * FB} + \frac{NP * f_g^2 * 100^2}{f_u * FD * FB^2}} \quad t$$

oder die fehlerorientierte Schwellen-Impulsrate *SI* nach der Beziehung

$$SI = \frac{AG * f(a) * F * FD * FB}{f_g * F * 100} - K \sqrt{\frac{AG * f(a) * F * FD * FB}{f_g * F * 100} + \frac{NP * FD}{f_u}}$$

ermittelt. Hierbei bedeuten *F* maximale zul. Bezugsgröße (cm², g), *f_g* Kalibrierfaktor (Bq*s/Imp), *FD* Fensterfläche (cm²), *NP* Nullpegel am Meßort (Bq/cm²), *f_u* Kalibrierfaktor für Nullpegel Strahlung (Bq*s/Imp.*cm²) *FB* Beaufschlagung (%) und *a* mittlerer Meßabstand (cm). Solange *SK*, *SI* > *KO*, *SO* sind, erfolgt eine Fortgestaltung der Meßzeit bis $t \geq t_{max}$, dann ergeht das Signal "Grenzwertüberschreitung". Die Meßwerte können ausgedruckt werden.

Das beschriebene Meßverfahren ermöglicht mit einem Minimum an Handhabungsaufwand und Anforderung an die Befähigung des Personals die Anwendung von und den Wechsel auf die verschiedenen Detektorarten sowie die Anpassung an die meßtechnisch noch bearbeitungsfähigen Meßsituationen. Meß- und Bedienungsfehler werden weitgehend ausgeschlossen. Besonders wird die erforderliche Meßzeit jeweils den tatsächlich vorhandenen Kontaminationsbedingungen und Meßsituationen angepaßt und damit nicht nur der Meßaufwand auf das tatsächlich erforderliche Maß reduziert, sondern auch der durch vorzeitigen Abbruch einer Einzelmessung verursachte Dekontaminationsaufwand nahezu vermieden. Weiterhin gestattet die das Verfahren durchführende Anordnung 1 die Protokollierung der Ergebnisse jeder Einzelmessung und das Aufsummieren der Ergebnisse. Es ist somit die Erfassung der Gesamt-Restaktivität eines Bauteils und damit die genaue Berechnung der massenspezifischen Aktivität möglich. Hierdurch können auch Bauteilkategorien mit ungünstigem hohem Flächen/Massenverhältnis noch mit Aussicht auf Erfolg dahingehend überprüft werden, ob sie zur Freigabe geeignet sind.

- Leerseite -

