



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **257 373 A3**

4(51) G 01 T 1/20

**AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

(21) WP G 01 T / 282 410 2

(22) 04.11.85

(45) 15.06.88

(71) Akademie der Wissenschaften der DDR, Otto-Nuschke-Straße 22/23, Berlin, 1080, DD

(72) Schmidt, Heinz, Dr. rer. nat. Dipl.-Phys.; Röcker, Jürgen, DD

**(54) Detektor zur Aktivitätsmessung radioaktiver Gase**

(57) Der Detektor eignet sich für die Aktivitätsmessung radioaktiver Gase, insbesondere von Tritiumgas im Konzentrationsbereich  $> 3 \text{ MBq/ml}$ ; er arbeitet bis zu einem Fülldruck von 100 kPa unabhängig vom Fülldruck. Der Detektor besteht aus einer Detektorkammer und einem Sekundärelektronenvervielfacher und ist dadurch gekennzeichnet, daß als Detektorkammer ein Glasröhrchen dient, in das ein mit Szintillationssubstanz beschichteter Glasstab so eingeschmolzen ist, daß der Abstand zwischen dieser Schicht und der Innenwand des Glasröhrchens minimal ist. Der Detektor zeichnet sich durch geringe Selbstabsorptionsverluste und minimalen Memory-Effekt aus.

### Erfindungsanspruch:

1. Detektor zur Aktivitätsmessung radioaktiver Gase, bestehend aus einer Detektorkammer und einem Fotovervielfacher, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Detektorkammer ein Glasrohr (2) dient, in das ein mit Szintillationssubstanz beschichteter Glasstab (3) so eingeschmolzen ist, daß der Abstand zwischen der Szintillationsschicht (4) und der Innenwand des Glasrohres (2) kleiner als 2 mm ist.
2. Detektor nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Ende des Glasrohres (2) abgeschmolzen, das andere Ende für den Anschluß an die Füllvorrichtung vorgesehen ist.
3. Detektor nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Glasrohr (2) für Gasdurchfluß vorgesehen ist.
4. Detektor nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß anstelle des Glasstabes (3) mehrere mit Szintillationssubstanz beschichtete und in geringem Abstand miteinander verbundene Glasstreifen eingesetzt sind.
5. Detektor nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Detektorkammer in einem lichtdichten, reflektierenden Gehäuse (7) untergebracht ist.
6. Detektor nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Szintillationsschicht (4) in die Glasoberfläche eingesintertes Zinksilikat dient.
7. Detektor nach Punkt 1 und 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flächenmasse der Szintillationsschicht (4) etwa  $1 \text{ mg/cm}^2$  beträgt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Detektor zur Aktivitätsmessung radioaktiver Gase, insbesondere von Tritiumgas im Konzentrationsbereich größer als  $3 \text{ MBq} \cdot \text{ml}^{-1} \text{ H-3}$ .

### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Tritiumgas hoher Aktivitätskonzentration wird entweder mit Ionisationskammern, in die das zu messende Gas gefüllt und eventuell mit inaktivem Gas auf einen bestimmten Fülldruck gebracht wird, oder durch Abfüllen des zu messenden radioaktiven Gases in eine geeignete Ampulle und Bestimmung der im Gas erzeugten Bremsstrahlung in einem fensterlosen Proportionalringzählrohr gemessen.

Beide Verfahren, die mit großvolumigen Anordnungen durchgeführt werden, eignen sich nicht für eine fülldruckunabhängige Aktivitätsmessung reinen Tritiumgases hoher Aktivität. Gasgefüllte Ionisationskammern könnten zwar für diesen Zweck eingesetzt werden (auch die Herstellung von Ionisationskammern mit entsprechenden Füllvolumina ist möglich), aber die Ionisationskammercharakteristik würde sich für jeden Fülldruck ändern. Es müßten deshalb für jeden Fülldruck die Betriebsparameter der Ionisationskammer geändert werden, um immer im Sättigungsstrombereich zu arbeiten. Dies wiederum macht die Aufnahme einer großen Anzahl von Aktivitäts-Strom-Eichkurven erforderlich. Ein weiterer Mangel bei der Messung radioaktiver Gase hoher Aktivität besteht darin, daß durch die Herabsetzung des Isolationswiderstandes der Sammelelektrode einer Ionisationskammer ein aktivitätsabhängiger Meßfehler entsteht. Schließlich besitzen die bekannten Detektoren einen hohen Memory-Effekt, der ein häufiges Auswechseln des Detektors erforderlich macht. Bei Betrieb eines Proportional-Ringzählrohres mit Argon-Methan als Zählgas und Aktivitätsmessung über die erzeugte Bremsstrahlung lassen sich zwar Photonen mit Energien  $< 14 \text{ keV}$  nachweisen sowie bei Verwendung des gleichen Glasgefäßes reproduzierbare Ergebnisse erzielen, aber die Anzahl der  $^3\text{H}$ -Teilchen, die in der Glaswand Bremsstrahlung erzeugen, hängt natürlich auch vom Gasdruck ab. So bietet sich dieser Detektor ebenfalls nur an für die Messungen von  $^3\text{H}$ -Gasen unter jeweils gleichem Fülldruck. Außerdem ist der Betrieb eines solchen Detektors aufwendig und teuer (Zählgas!).

Andere Detektoren wurden mit der Zielstellung entwickelt, Strahlenschutzmessungen durchzuführen, d. h. die Konzentration eines radioaktiven Gases (oder mehrerer radioaktiver Gase) in Luft zu bestimmen. Dazu gehören eine Plattenionisationskammer, mit der die Zusammensetzung radioaktiver Gase über acht Größenordnungen ermittelt werden kann (DE 32 42 376), und eine mehrschichtige Szintillationskammer zur simultanen Messung der Konzentration radioaktiver Gase (DE 32 12 666).

### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die direkte Messung der Aktivität radioaktiver Gase hoher Aktivitätskonzentration ohne zusätzliche Messung des Gasdrucks.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Detektor zur Radioaktivitätsmessung radioaktiver Gase, insbesondere für Tritium, aufzubauen,

- der ein wesentliches kleineres Meßvolumen als bisher bekannte Detektoren hat,
- der bis zu einem Fülldruck von 100 kPa (760 Torr) unabhängig vom Fülldruck arbeitet,
- bei dem zusätzlich aktivitätsabhängige Isolationsströme entfallen und
- dessen Memory-Effekt vernachlässigbar klein ist.

Der erfindungsgemäße Detektor besteht aus einer Detektorkammer und einem Sekundärelektronenvervielfacher und ist dadurch gekennzeichnet, daß als Detektorkammer ein Glasröhrchen dient, in das ein mit Szintillatorsubstanz beschichteter Glasstab ober — zur Erreichung einer größeren Empfindlichkeit — mehrere mit Szintillatorsubstanz beschichtete und in geringem Abstand miteinander verbundene (z. B. verkittete) Glasstreifen (z. B. Objektträgerstreifen) so eingeschmolzen sind, daß der Abstand zwischen der Szintillatorschicht und der Innenwand des Glasröhrchens minimal ist, z. B. in der Größenordnung von 0,05 mm liegt, aber nicht größer als 2 mm sein darf. Der Detektor kann sowohl für den diskontinuierlichen Betrieb als auch für Durchflußmessungen ausgelegt werden: im ersten Falle ist das Glasröhrchen an einem Ende abgeschmolzen, während das andere Ende für den Anschluß an die Füllapparatur vorgesehen ist, also z. B. als Schliff ausgeführt ist; im zweiten Falle sind beide Enden des Glasröhrchens offen (der Glasstab mit der Szintillatorschicht ist beispielsweise zentrisch punktförmig eingekittet). Als Szintillatorsubstanz wird zweckmäßigerweise eine Substanz hoher physikalischer Szintillatoreffektivität verwendet, die wegen der geforderten Absorptionseigenschaften des Detektors in die Glasoberfläche eingesintert wird. Eine Schicht von ca. 1 mg/cm<sup>2</sup> Zinksilikat entspricht z. B. den Anforderungen. Ihre physikalische Effektivität beträgt etwa 30 eV/Photon.

Die Detektorkammer kann außerdem in ein lichtdichtes, reflektierendes Gehäuse, z. B. aus Aluminium, eingesetzt werden. Das Szintillationslicht, welches nach Einfallen eines radioaktiven Gases in der Detektorkammer entsteht, wird mit Hilfe eines Sekundärelektronenvervielfachers und mit bekannten Meßgeräten registriert.

Mit Hilfe geeicher radioaktiver Gase kann eine Meßwert-Aktivitäts-Korrelation bei verschiedenen Fülldrücken gemessen werden.

Der erfindungsgemäße Detektor gestattet auch die Messung von Gasen geringerer Aktivitätskonzentration, wenn das Detektorvolumen vergrößert wird, z. B. durch Veränderung des Durchmessers des Glasröhrchens.

Der erfindungsgemäße Detektor gestattet eine direkte Messung der Radioaktivität radioaktiver Gase hoher Aktivitätskonzentration unabhängig vom Fülldruck des Gases und folglich ohne zusätzliche Messung des Gasdrucks. Auch für die energiearme Betastrahlung des Tritiums beträgt der selbstabsorptionsbedingte Verlust bei Füllung mit Normaldruck nur 0,5%.

Das geringe freie Volumen des Detektors macht die Aktivitätsmeßfehler und die Gasverluste beim Abfüllen gasförmiger radioaktiver Stoffe vernachlässigbar klein.

Auch bei Aktivitätsmessungen im 100 GBq-Bereich zeigt der Detektor nach kurzer Evakuierung vor der nächsten Füllung keine Memory-Effekte.

## Ausführungsbeispiel

Die Figur zeigt das Schema eines erfindungsgemäßen Detektors.

Der Detektor besteht aus der Detektorkammer und einem Fotovervielfacher 1. Als Detektorkammer dient ein Glasrohr 2, in das ein Glasstab 3 an einer Seite derart eingeschmolzen ist, daß der Abstand der Oberfläche des Glasstabes 3 von der Innenwand des Glasrohres 2 0,05 mm beträgt. Die Oberfläche des Glasstabes 3 ist mit einer szintillierenden Schicht 4 bedeckt. Diese Schicht 4 wird durch Einsintern von Zinksilikat erzeugt. Die szintillierende Schicht 4 bedeckt den Glasstab 3 über eine Länge, über die der Fotovervielfacher 1 das entstehende Licht erfassen kann. Die andere Seite des Glasrohres 2 besitzt eine elastische Dichtung 5, so daß es über einen Metallrohrstutzen 6 mit der Füllanlage verbunden werden kann. Über eine lichtdichte Zuführung wird das Detektorröhrchen in ein Gehäuse 7 eingeführt, das den Fotovervielfacher 1 zur analogen Registrierung des Szintillationslichtes enthält.

Beim Messen von Tritium mit einem Fülldruck, der dem Normaldruck entspricht, beträgt der selbstabsorptionsbedingte Fehler des Meßwertes nur 0,5%.

Die Empfindlichkeit des Detektors kann durch die angelegte Fotovervielfacherspannung variiert werden. Sie beträgt z. B. bei 200 V Arbeitsspannung  $2,3 \cdot 10^{-12}$  A/mCi/ml und bei 400 V Arbeitsspannung  $4,4 \cdot 10^{-11}$  A/mCi/ml. Der Tritiummeßbereich des beschriebenen Detektors reicht im genannten Arbeitsspannungsbereich von 0,2 mCi/ml bis  $4 \cdot 10^4$  mCi/ml.

Die Empfindlichkeit kann noch erhöht werden, wenn anstelle des beschichteten Glasstabes mehrere Szintillatorbeschichtete Glasplatten, deren Abstände zueinander und zur Glasrohrinnenwand obigem Beispiel entsprechen, in ein einseitig verschlossenes Glasrohr eingeführt werden. Das Detektorvolumen ist in diesem Fall größer als im ersten Ausführungsbeispiel.

257 373

