

Brevet No

87966

du 01 JUL. 1991

Titre délivré 15 FEV. 1993

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

1.1.93
aj. 18 m.

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

COMMUNAUTE EUROPEENNE DE L'ENERGIE ATOMIQUE (EURATOM)

Bâtiment Jean Monnet

Plateau du Kirchberg

L-2920 LUXEMBOURG

dépose(nt) ce 01 JUL. 1991

à 11.00 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg:

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant:

Anordnung zur Messung des Plutoniumgehalts von Abfallfässern

GOLT, GOLT

2. la description en langue allemande de l'invention en trois exemplaires;

3. une planches de dessin, en trois exemplaires;

4. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg, le 01 JUL. 1991;

5. la délégation de pouvoir, datée de le :

6. le document d'ayant cause (autorisation);

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont):

Walter HAGE, Via Volta 59, I-21038 AROLO

Bent PEDERSEN, Via Marconi 52, I-21027 ISPRA

Uwe WENG, Via C. Colombo 19, Lungo Lago, I-21027 ISPRA

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de déposée(s) en (8)

le (9)

sous le N° (10)

au nom de (11)

élit(é lisent) domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg la Commission des Communautés européennes, DG XIIIC/1, L-2920 LUXEMBOURG

solicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées, avec ajournement de cette délivrance à dix-huit mois.

Le déposant / mandataire:

A. STRUB, Fondé de pouvoir

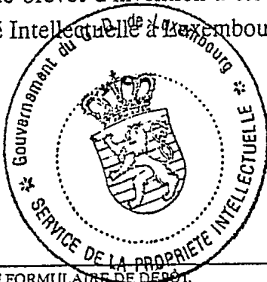
II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du: 01 JUL. 1991

à 11.00 heures

Pr. le Ministre de l'Économie et des Classes Moyennes,
p. d.

Le chef du service de la propriété intellectuelle,



A 68007

EXPLICATIONS RELATIVES AU FORMULAIRE DE DÉPÔT

(1) s'il y a lieu "Demande de certificat d'addition au brevet principal, à la demande de brevet principal No. du" - (2) inscrire les nom, prénom, profession, adresse du demandeur, lorsque celui-ci est un particulier ou les dénomination sociale, forme juridique, adresse du siège social, lorsque le demandeur est une personne morale - (3) inscrire les nom, prénom, adresse du mandataire agréé, conseil en propriété industrielle, muni d'un pouvoir spécial, s'il y a lieu: "représenté par agissant en qualité de mandataire" - (4) date de dépôt en toutes lettres - (5) titre de l'invention - (6) inscrire les noms, prénoms, adresses des inventeurs ou l'indication "(voir) désignation séparée (suivra)", lorsque la désignation se fait ou se fera dans un document séparé ou encore l'indication "ne pas mentionner", lorsque l'inventeur signe ou signera un document de non-mention à joindre à une désignation séparée présente ou future - (7) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité, brevet européen (CBE), protection internationale (PCT) - (8) Etat dans lequel le premier dépôt a été effectué ou, le cas échéant, Etats désignés dans la demande européenne ou internationale prioritaire - (9) date du premier dépôt - (10) numéro du premier dépôt complété, le cas échéant, la date de l'office récepteur CBE/PCT - (11) nom du titulaire du premier dépôt - (12) adresse du domicile effectif ou élu au Grand-Duché de Luxembourg - (13) signature du demandeur ou du mandataire agréé

Brevet N°

87966

du 01 JUL. 1991

Titre délivré

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

1.1.93
aj. 18 m.

I. Requête

COMMUNAUTE EUROPEENNE DE L'ENERGIE ATOMIQUE (EURATOM)

Bâtiment Jean Monnet

Plateau du Kirchberg

L-2920 LUXEMBOURG

dépose(nt) ce 01 JUL. 1991

à 11.00 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg:

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant:

Anordnung zur Messung des Plutoniumgehalts von Abfallfässern

2. la description en langue allemande de l'invention en trois exemplaires;

3. une planches de dessin, en trois exemplaires;

4. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg, le 01 JUL. 1991;

5. la délégation de pouvoir, datée de le

6. le document d'ayant cause (autorisation);

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont):

Walter HAGE, Via Volta 59, I-21038 AROLO

Bent PEDERSEN, Via Marconi 52, I-21027 ISPRA

Uwe WENG, Via C. Colombo 19, Lungo Lago, I-21027 ISPRA

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de

déposée(s) en (8)

le (9)

sous le N° (10)

au nom de (11)

élit(élisent) domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg La Commission des Communautés européennes, DG XIIIC/1, L-2920 LUXEMBOURG

solicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées, avec ajournement de cette délivrance à dix-huit mois.

Le déposant / mandataire:

A. STRUB, Fondé de pouvoir

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du: 01 JUL. 1991

à 11.00 heures

Pr. le Ministre de l'Économie et des Classes Moyennes,

p. d.

Le chef du service de la propriété intellectuelle,



A 68007

EXPLICATIONS RELATIVES AU FORMULAIRE DE DÉPÔT
(1) s'il y a lieu "Demande de certificat d'addition au brevet principal, à la demande de brevet principal No. du" - (2) inscrire les nom, prénom, profession, adresse du demandeur, lorsque celui-ci est un particulier ou les dénomination sociale, forme juridique, adresse du siège social, lorsque le demandeur est une personne morale - (3) inscrire les nom, prénom, adresse du mandataire agréé, conseil en propriété industrielle, muni d'un pouvoir spécial, s'il a lieu: "représenté par agissant en qualité de mandataire" - (4) date de dépôt en toutes lettres - (5) titre de l'invention - (6) inscrire les noms, prénoms, adresses des inventeurs ou l'indication "(voir) désignation séparée (suivra)", lorsque la désignation se fait ou se fera dans un document séparé, ou encore l'indication "ne pas mentionner", lorsque l'inventeur signe ou signera un document de non-mention à joindre à une désignation séparée présente ou future - (7) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité, brevet européen (CBE), protection internationale (PCT) - (8) Etat dans lequel le premier dépôt a été effectué ou, le cas échéant, Etats désignés dans la demande européenne ou internationale prioritaire - (9) date du premier dépôt - (10) numéro du premier dépôt complété, le cas échéant, par l'indication de l'office récepteur CBE/PCT - (11) nom du titulaire du premier dépôt - (12) adresse du domicile effectif ou élu au Grand-Duché de Luxembourg - (13) 2, 6, 12 ou 18 mois - (14) signature du demandeur ou du mandataire agréé

P/2301

Anordnung zur Messung des Plutoniumgehalts
von Abfallfässern

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Messung des Plutoniumgehalts von Abfallfässern, gemäß der Meßmethode der Bestimmung der spontanen Neutronenemissionsrate von Plutonium-

10

isotopen mit geradzahliger Massenzahl,
- mit einem rohrförmigen Detektormodul, in den das zu messende Faß hineingesteckt wird und der zahlreiche Zähler für thermische Neutronen in einer Moderatormasse eingebettet aufweist,
- mit einem Mischer, der die Zählimpulse der einzelnen Zähler
15 zu einem gemeinsamen Signalzug zusammenführt,
- und mit einem Frequenzanalysator, der den gemeinsamen Signalzug analysiert.

15

Plutoniumabfälle liegen oft fein verteilt zwischen anderen
20 Abfällen und dicht gepackt in Fässern vor und lassen sich daher nur schlecht durch ihre Gammastrahlung nachweisen, denn diese wird durch die übrigen Abfälle stark geschwächt. Nur eine Erfassung von passiven Neutronen führt zu ausreichend genauen Resultaten, sofern die Plutoniummengen nicht zu gering
25 sind. Wenn dagegen beispielsweise in einem 220 l Faß Plutoniummengen in Milligrammbereich nachgewiesen werden sollen, dann ergibt sich damit eine sehr lange Meßdauer, die zudem von kosmischer Strahlung beeinflusst wird. Diese Strahlung führt zu Zerfallsvorgängen, die in den Detektoren genauso erfaßt werden
30 wie die passive Neutronenstrahlung des nachzuweisenden Plutoniums.

30

Es ist bekannt, die Messung des Plutoniumgehalts in einem Faß mit strahlenden Abfällen durch Bestimmung der spontanen Spaltneutronen-Emissionsrate von Plutoniumisotopen mit gerader Massennummer, nämlich Pu238, Pu240, Pu242, zu ermitteln. Die starke Alphaaktivität der meisten Plutoniumisotope und ihrer Zerfallsprodukte erzeugt über (α ,n) Reaktionen zufallsverteilte einzelne Neutronenemissionen. Eine Isolierung der durch spontane Spaltung erzeugten Meßsignale gegenüber Meßsignalen, die von dieser (α ,n) Reaktion stammen, ist über eine zeitkorrelierte Analyse dieser Signale möglich. Hierbei werden die von einem zu messenden Abfallfaß ausgehenden Neutronen in einem Moderator abgebremst und teilweise von Neutronendetektoren absorbiert, die in der Moderatorstruktur verteilt sind. Die in den Detektoren absorbierten Neutronen werden in Echtzeit in elektrische Signale umgesetzt, verstärkt und in einen Impulssignalzug umgewandelt. Dieser Impulssignalzug wird ausgewertet, und zwar in Fenstern, die entweder von jedem Impuls des Signalzugs oder zufällig oder periodisch getriggert werden. Die Auswertung erfolgt in einem Analysator, der entweder die Frequenzverteilung des Signals im Beobachtungsfenster oder unmittelbar die Momente oder faktoriellen Momente dieser Verteilung registriert.

Es ist üblich, von der Frequenzverteilung oder den Momenten, die in dem Abfallfaß gemessen werden, den Hintergrund abzuziehen, der in einer separaten Messung ohne Faß ermittelt wird. Diese Berücksichtigung des Hintergrunds wird besonders wichtig für geringe Plutoniummengen.

Der Hintergrund ist jedoch zeitlich nicht stationär, sondern besteht vielmehr aus zahlreichen sogenannten Bursts mit sehr

unterschiedlichen Wiederholungen mit einer recht hohen Zahl von in einem Beobachtungsfenster auftretenden Signalen. Viele dieser Hintergrundsignale besitzen die gleiche exponentielle Zeitfunktion wie die Spaltneutronen. Einige Signale besitzen
5 jedoch eine kürzere Antwortfunktion und beruhen auf Kollisionen von kosmischen Strahlungspartikeln mit dem Gas, z.B. ^3He oder BF_3 , mit dem die Neutronendetektoren gefüllt sind.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Anordnung zur Messung
10 des Plutoniumgehalts von Abfallfässern anzugeben, die insbesondere für die Erfassung geringer Plutoniummengen geeignet ist und den auf der kosmischen Strahlung beruhenden Meßfehler verringert.

15 Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 definierte Anordnung gelöst. Die Erfindung wird nun anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels mit Hilfe der Zeichnungen näher erläutert.

20 Figur 1 zeigt Zeitdiagramme, die sich beim Betrieb einer erfindungsgemäßen Anordnung ergeben.

Figur 2 zeigt die erfindungsgemäße Anordnung im Blockschaltbild.

25 Figur 3 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungswesentlichen Bauteils der Anordnung von Figur 2.

In Figur 2 ist die erfindungsgemäße Anordnung schematisch
30 dargestellt. Sie besteht aus einem rohrförmigen Detektormodul 1, in dessen Innerem entlang der Rohrachse 2 ein Abfallfaß 3

angeordnet werden kann, dessen Plutoniumgehalt gemessen werden soll. In der Rohrwandung des Detektormoduls befinden sich zahlreiche Zähler 4 und 5 für thermische Neutronen, die in eine Moderatormasse 6 eingebettet sind. Die elektrischen Ausgangssignale der einzelnen Zähler werden in je einem Verstärker, z.B. 7, verstärkt und in je einem Diskriminator, z.B. 8, in kurze Einheitsimpulse umgewandelt, die dann in einer gemeinsamen Mischstufe 9 zu einem gemeinsamen Signalzug zusammengeführt werden. Dieser Signalzug ist in Figur 1 in Zeile A anhand eines Beispiels dargestellt.

Auf die Mischstufe 9 folgt ein Totzeitkreis 10, der in Figur 3 im einzelnen dargestellt ist und Ausgangssignale liefert, wie sie in der Zeile D in Figur 1 in Antwort auf die in Zeile A vorliegenden Ausgangsimpulse des Mischers dargestellt sind. Der Ausgang des Totzeitkreises 10 führt zum Eingang eines Frequenzanalysators 11 bekannter Bauart, der das Ergebnis seiner Analyse an einen Rechner oder einen digitalen Speicher zur Umrechnung der Meßergebnisse in die gesuchten Prozentangaben an spaltbarem Material im Faß 3 liefert. Die Messung kann sich über Stunden erstrecken, falls besonders präzise Angaben gefordert werden.

Allgemein sind zwei Typen von Analysatoren bekannt. Im ersten Typ triggert jeder ankommende Impuls nach einer einstellbaren Verzögerung T ein Beobachtungsfenster fester Dauer τ , in dem die Anzahl der Impulse gezählt und registriert wird. In der zweiten Art von Analysatoren werden die Beobachtungsfenster entweder zufällig oder periodisch geöffnet und die Analysatoren ermitteln Frequenzen oder Momente des Auftretens bestimmter Impulsvielfache, die umgerechnet werden können in die

spontane Spaltungsrate, die (α, n) Reaktionsrate, die Neutrendetektionswahrscheinlichkeit und die Neutronenmultiplikationsrate.

5 Für die Messung eines nur geringen Plutoniumanteils, in der Größenordnung von einigen Gramm pro 220 Liter-Faß, müssen zwei Messungen durchgeführt werden, nämlich eine erste ohne und eine zweite mit Abfallfaß, um den Signaluntergrund berücksichtigen zu können.

10

Messungen der Frequenzverteilungen der kosmischen Strahlung und anderer Hintergrundstrahlung haben gezeigt, daß stets Frequenzen mit verhältnismäßig vielen Impulsen im Beobachtungsfenster stets zu beobachten waren. Spontane Spaltneutronen aufgrund des Plutoniumanteils ergeben dagegen nur wenig
15 Anteile für das Auftreten von mehr als sechs Impulsen pro Fenster. Solche Ereignisse können nicht durch Neutronen erzeugt worden sein, die abgebremst wurden und vom Detektor als thermische Neutronen nach einer thermischen Diffusionszeit in der Größenordnung der Dauer des Beobachtungsfensters erfaßt
20 werden. Um diese hintergrundspezifischen Erscheinungen auszuschalten, wurde erfindungsgemäß der Totzeitkreis 10 vor dem Analysator 11 eingefügt. Dieser Kreis ist in Figur 3 detailliert ausgeführt. Er besteht im wesentlichen aus einem Taktgeber 13, einem Zähler 14 und einem UND-Tor 15. Der Zähler 14
25 ist ein nicht-zyklischer Zähler der Kapazität k , d.h. daß er bei Erreichen seines Zählzustands k weitere vom Taktgeber 13 kommende Zählimpulse nicht mehr berücksichtigt und in diesem Zählzustand stehenbleibt, bis er über einen Nullsetzungseingang RZ wieder auf den Zählanzfangszustand gebracht wird. Der
30 Nullsetzeingang des Zählers 14 ist mit einem Eingang 16 des

Totzeitkreises verbunden und empfängt von dort den gemeinsamen Impulszug der Mischstufe 9, wie er in Zeile A in Figur 1 dargestellt ist. Dieser Impulszug enthält eine Vielzahl von mehr oder minder dicht gepackten Impulsen. Jeder dieser Impulse
5 setzt also den Zähler 14 auf Null, unabhängig von dessen augenblicklichem Zählzustand. Liegen diese Impulse nahe genug beieinander, dann erreicht der Zähler 14 nie seinen Zählendzustand k.

10 In Zeile B der Figur 1 ist der Zählzustand dieses Zählers symbolisch dargestellt, wobei der höchste Pegel der Linie B dem Zählzustand k und der niedrigste dem Zählzustand 0 zugeordnet ist. Man erkennt, daß jeder Impuls des gemeinsamen Signalzugs gemäß Zeile A den Zähler auf Null setzt und daß der
15 Zählzustand k nur erreicht wird, wenn längere Zeit kein Nullsetzungsimpuls aufgetreten ist. Der Zähler 14 besitzt einen Ausgang, der nur aktiviert ist, wenn der Zählzustand k erreicht ist. Das Signal, das an diesem Ausgang verfügbar ist, ist für die beispielhafte Impulsfolge gemäß Zeile A in Figur 1
20 in Zeile C wiedergegeben. Dieses Signal steuert das UND-Tor 15, welches andererseits eingangsseitig mit dem Eingang 16 des Totkreises und ausgangsseitig mit einem Ausgang 17 des Totkreises verbunden ist, der zum Analysator führt.

25 Aufgrund der dargestellten Schaltelemente des Totkreises gemäß Figur 3 ergibt sich am Ausgang 17 eine Folge von Impulsen, wie sie in Zeile D wiedergegeben ist. Hier sind also diese Vielfachereignisse aufgrund der kosmischen Strahlung unterdrückt, und nur die verbleibenden Impulse werden in bekannter Weise im
30 Frequenzanalysator 11 analysiert. Man kann also von einem Totzeitkreis mit variabler Totzeit sprechen.

Die Zeilen E bis H deuten die an sich bekannte Auswertung dieses verbleibenden Signalzugs im Analysator an. In Zeile E beispielsweise wird die Auswertung des Beobachtungsfensters der Länge τ gezeigt, das vom ersten gezeigten Impuls in Zeile D ausgeht und nach einer Verzögerung T fest vorgegebener Dauer beginnt. Man erkennt, daß zwei weitere Impulse in diesem Fenster auftreten. Mit dem zweiten Impuls aus Zeile D wird ein Auswertevorgang angestoßen, der in Zeile F dargestellt ist. In dieses Beobachtungsfenster fällt nur ein einziger Impuls. Der dritte Impuls in der Zeile D führt zur Erfassung von zwei Impulsen (Zeile G) und der vierte Impuls zur Erfassung von drei Impulsen (Zeile H), usw. So wird fortlaufend die Anzahl der in den verschiedenen Beobachtungsfenstern auftretenden Impulse erfaßt und statistisch ausgewertet. Daraus lassen sich dann die Anteile spaltbaren Materials errechnen. Die Unsicherheit über die vorliegende Hintergrundstrahlung wird so deutlich verringert, so daß die Empfindlichkeit der Anordnung bei niedrigem Gehalt an spaltbarem Material oder besonders gut abgeschirmtem spaltbarem Material erhöht wird.

20

Die Erfindung ist nicht im einzelnen auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt, insbesondere was die Ausführungsform des Totzeitkreises gemäß Figur 3 angeht.

ANSPRÜCHE

1. Anordnung zur Messung des Plutoniumgehalts von Abfallfä-
s-
5 sern (3) gemäß der Meßmethode der Bestimmung der spontanen
Neutronenemissionsrate von Plutoniumisotopen mit geradzahliger
Massenzahl (Pu238, Pu240, Pu242),
- mit einem rohrförmigen Detektormodul (1), in den das zu
messende Faß hineingesteckt wird und der zahlreiche Zähler (4,
5) für thermische Neutronen in eine Moderator-
10 masse (6) einge-
bettet aufweist,
- mit einer Mischstufe (9), die die Zählimpulse der einzelnen
Zähler zu einem gemeinsamen Signalzug zusammenführt,
- und mit einem Frequenzanalysator (11), der den gemeinsamen
15 Signalzug analysiert, dadurch gekennzeichnet, daß dem Fre-
quenzanalysator ein Totzeitkreis (10) vorgeordnet ist, der den
Signalzug empfängt und nur die Signale des Signalszugs an den
Frequenzanalysator weitergibt, die außerhalb seiner Totzeitin-
tervalle auftreten, wobei ein Totzeitintervall fester Dauer
vom jedem Zählersignal nach dessen Auftreten initiiert wird
20 und jedes in einem Totzeitintervall auftretende weitere Zäh-
lersignal ein eigenes Totzeitintervall erzeugt, das sich dem
vorherigen überlagert.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der
25 Totzeitkreis (10) einen von einem Taktgeber (13) fortgeschal-
teten azyklischen Zähler (14) einer der Totzeit fester Dauer
entsprechenden Gesamtkapazität aufweist, daß der Signalzug (A)
an den Nullsetzungseingang (RZ) dieses Zählwerts (14) angelegt
wird, und daß dieser Zähler (14) die Weitergabe der Signale
30 des Signalzugs an die Signalverarbeitungsmittel nur zuläßt,
wenn er seinen letzten Zählzustand (k) erreicht hat.

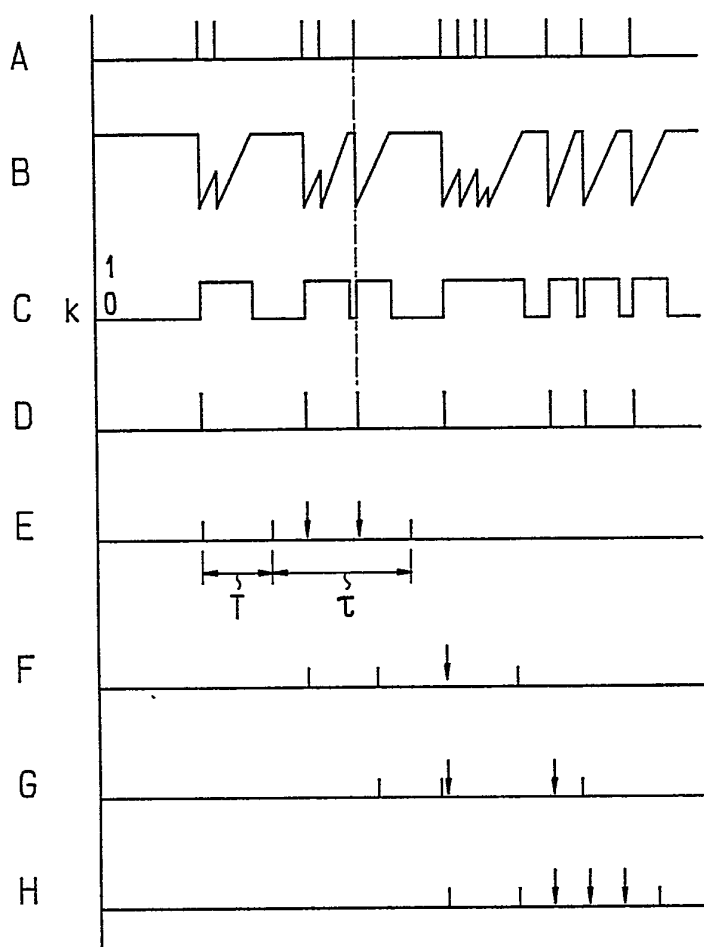


Fig. 1

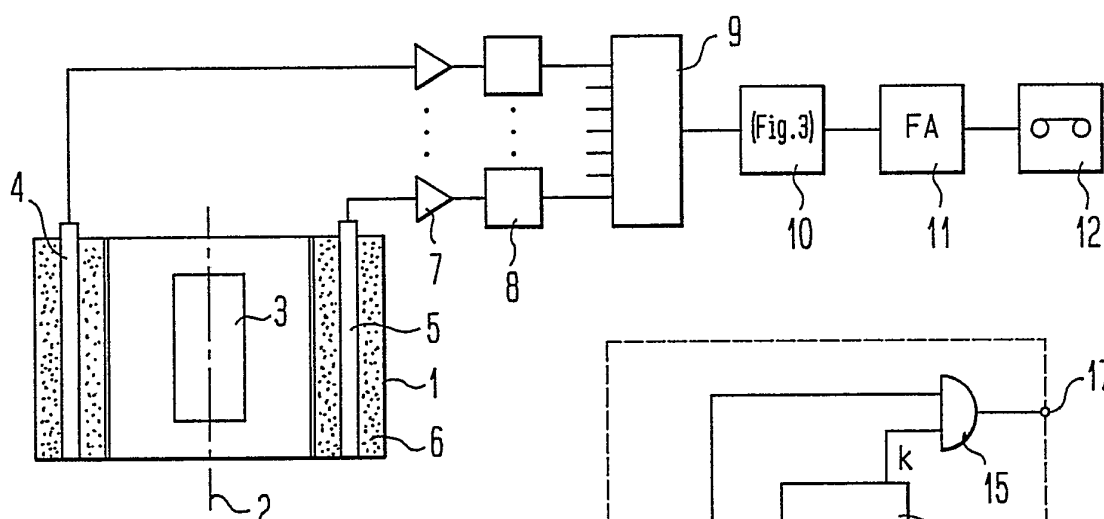
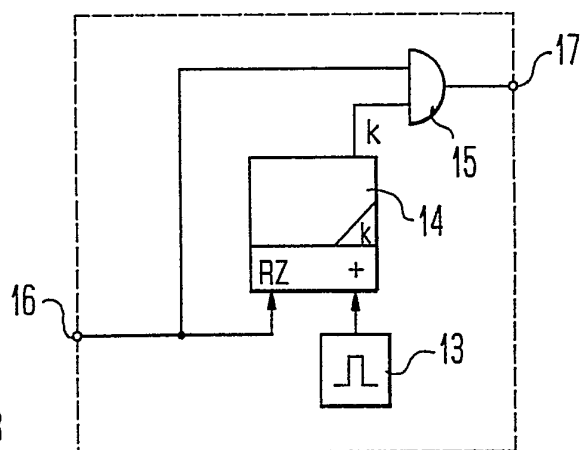


Fig. 2

Fig. 3



Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Messung des Plutoniumgehalts von Abfallfässern (3) gemäß der Meßmethode der Bestimmung der spontanen Neutronenemissionsrate von Plutoniumisotopen mit geradzahliger Massenzahl (Pu238, Pu240, Pu242),
- 10 - mit einem rohrförmigen Detektormodul (1), in den das zu messende Faß hineingesteckt wird und der zahlreiche Zähler (4, 5) für thermische Neutronen in einer Moderatormasse (6) eingebettet aufweist,
- mit einer Mischstufe (9), der die Zählimpulse der einzelnen
- 15 Zähler zu einem gemeinsamen Signalzug zusammenführt,
- und mit einem Frequenzanalysator (11), der den gemeinsamen Signalzug analysiert.

Erfindungsgemäß ist dem Frequenzanalysator ein Totzeitkreis

20 (10) vorgeordnet, der den Signalzug empfängt und nur die Signale des Signalzugs an den Frequenzanalysator weitergibt, die außerhalb seiner Totzeitintervalle auftreten, wobei ein Totzeitintervall fester Dauer vom jedem Zählersignal nach dessen Auftreten initiiert wird und jedes in einem Totzeitintervall

25 auftretende weitere Zählersignal ein eigenes Totzeitintervall erzeugt, das sich dem vorherigen überlagert.

Figur 2

Zusammenfassung

