

51

Int. Cl. 2:

**G 21 K 5/00**

G 21 G 4/06

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



**DE 23 11 525 C 3**

11

# Patentschrift **23 11 525**

21

Aktenzeichen: P 23 11 525.5-33

22

Anmeldetag: 8. 3. 73

43

Offenlegungstag: 19. 9. 74

44

Bekanntmachungstag: 8. 6. 78

45

Ausgabetag: 8. 2. 79

Patentschrift stimmt mit der Auslegeschrift überein

30

Unionspriorität:

32 33 31

—

54

Bezeichnung: **Strahlungskreislauf mit einem ionisierende Strahlung emittierenden Aktivitätsträger**

73

Patentiert für: **Institut fiziki Akademii Nauk Latvjskoj SSR, Latvjskaja SSR, Rischskij rajon (Sowjetunion)**

74

Vertreter: **Beetz sen., R., Dipl.-Ing.; Lamprecht, K., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 8000 München**

72

Erfinder: **Gavar, Valdis Valdovitsch, Jurmala Latvjskaja; Dindun, Aleksandr Stanislavovitsch, Latvjskaja; Kramer, Mark Maksimovitsch, Riga; Platacis, Ernest Janovitsch; Mikelson, Artur Eduardovitsch; Latvjskaja; Tomson, Elma Janovitsch, Riga (Sowjetunion)**

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

GB 8 86 089

US 29 82 710

SU 2 10 954

**DE 23 11 525 C 3**



## Patentanspruch:

Strahlungskreislauf mit einem ionisierende Strahlung emittierenden Aktivitätsträger, der mittels mehrerer Pumpen in dem aus einem Aktivitätserzeuger, mindestens einer Bestrahlungsvorrichtung, einer Sammelvorrichtung und diese miteinander verbindenden Rohrleitungen gebildeten Kreislauf in Umlauf gehalten wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Kreislauf eine unterhalb des Aktivitätserzeugers (1) und der Bestrahlungsvorrichtung(en) (7, 12) angeordnete Mischkammer (3) aufweist, deren oberer Teil mit den Ausgängen und deren unterer Teil über jeweils eine Pumpe (4, 9, 16) mit den Eingängen des Aktivitätserzeugers (1) und der Bestrahlungsvorrichtung(en) (7, 12) verbunden ist.

Die Erfindung betrifft einen Strahlungskreislauf nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs.

Derartige Strahlungskreisläufe werden in Forschung und Industrie für chemische, physikalische und biologische Bestrahlungen als Strahlungsquellen verwendet.

Es sind als Gammastrahler dienende Strahlungskreisläufe bekanntgeworden (vgl. zum Beispiel A. S. Dindun, W. W. Gawar, A. J. Tomson »Strahlungskreisläufe als Gammastrahler«, Verlag »Sinatne«, Riga 1969, S. 151—162), die zusammen mit Forschungskernreaktoren arbeiten. Solche Strahlungskreisläufe sind Systeme mit einem Aktivitätserzeuger, der in der Nähe der Spaltzone des Kernreaktors angeordnet ist, einer Bestrahlungsvorrichtung, einer Sammelvorrichtung für den Aktivitätsträger und einer Pumpe, die den Umlauf des gammastrahlenden Aktivitätsträgers im Kreislauf aufrechterhält, wobei die Bestandteile durch Rohrleitungen untereinander verbunden sind. Der den Aktivitätserzeuger durchfließende gammastrahlende Aktivitätsträger wird unter Einwirkung von vom Kernreaktor ausgestrahlten Neutronen radioaktiv und gelangt durch Rohrleitungen in die Bestrahlungsvorrichtung, wo seine Gammastrahlung für die Durchführung von Bestrahlungsvorgängen benutzt wird.

Beim Ausschalten der Strahlungskreisläufe muß man den gammastrahlenden Aktivitätsträger in die Sammelvorrichtung abfließen lassen, um den Zugang zu der Bestrahlungsvorrichtung sicherzustellen bzw. eine Bestrahlung des Bedienungspersonals auszuschließen.

Bei den bekannten Strahlungskreisläufen sind für das Ablassen des Gammastrahlers fernbetätigte Absperrvorrichtungen vorgesehen, gegebenenfalls für die Sicherstellung des Selbstflusses und die Vermeidung der Entstehung von »hydraulischen Fangtaschen« die Verbindungsleitungen zwischen Aktivitätserzeuger und Bestrahlungsvorrichtung derart verlegt, daß die eine Rohrleitung weit oberhalb der anderen zu liegen kommt.

Nachteilig ist bei den bekannten Strahlungskreisläufen das Vorhandensein von fernbetätigten mechanischen Absperrvorrichtungen, die insbesondere bei einem aggressiven Aktivitätsträger nicht betriebssicher sind. In den Fällen, wo man durch Einführung der oberen und der unteren Verbindungsleitung zwischen Aktivitätserzeuger und Bestrahlungsvorrichtung auf die Absperrvorrichtungen verzichten kann, muß man bei

der oberen Rohrleitung einen besonderen biologischen Schutz unter Inkaufnahme eines größeren konstruktiven Aufwandes und höherer Investitionen vorsehen.

In der Regel weisen die bekannten Strahlungskreisläufe nur einen Aktivitätserzeuger und nur eine Bestrahlungsvorrichtung auf (vgl. zum Beispiel GB-PS 8 86 089). Der Einsatz mehrerer Aktivitätserzeuger und Bestrahlungsvorrichtungen kann bei den bekannten Strahlungskreisläufen nur unter Einführung mechanischer Absperrvorrichtungen geschehen. Bei der Dauerwirkung einer hohen radioaktiven Bestrahlungsstärke und eines chemisch aktiven gammastrahlenden Aktivitätsträgers sind die Absperrvorrichtungen unzuverlässig im Betrieb, so daß die Gefahr längerer Betriebsunterbrechungen besteht.

Aus der US-PS 29 82 710 sind bereits Strahlungskreisläufe der eingangs genannten Art bekannt, bei denen mehrere Bestrahlungsvorrichtungen mit jeweils einer zugeordneten Pumpe parallel geschaltet sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter Beseitigung der aufgeführten Nachteile einen Strahlungskreislauf zu schaffen, bei dem keine mechanischen Absperrvorrichtungen eingesetzt sind, der Aktivitätsträger als Mischung von im Aktivitätserzeuger frisch aktivierten und von in der Bestrahlungsvorrichtung bereits verwendeten Bestandteilen der Bestrahlungsvorrichtung zuführbar ist und bei einem Ausschalten des Strahlungskreislaufs trotzdem in Selbstfluß aus dem Aktivitätserzeuger und der Bestrahlungsvorrichtung abfließt, und keine »hydraulischen Fangtaschen« entstehen.

Diese Aufgabe wird durch die Lehre nach dem Kennzeichen des Anspruchs gelöst.

Der erfindungsgemäße Strahlungskreislauf enthält keine mechanischen Absperrvorrichtungen, die unzuverlässig sind, und gewährleistet bei seinem Stillsetzen aufgrund der Schwerkraft ein sicheres Abfließen des Aktivitätsträgers aus dem Aktivitätserzeuger und der Bestrahlungsvorrichtung und keine Entstehung von »hydraulischen Fangtaschen«.

Der erfindungsgemäße Strahlungskreislauf hat noch den Vorteil, daß man an ihn mehrere Bestrahlungsvorrichtungen gleichzeitig oder nacheinander anschließen kann, wozu man keine mechanischen Absperrvorrichtungen im Kreislauf zu haben braucht.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der aus einer einzigen Figur bestehenden Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Strahlungskreislaufes wiedergegeben ist, näher erläutert.

Der in der Zeichnung wiedergegebene Strahlungskreislauf enthält einen Aktivitätserzeuger 1, der ausgangsseitig über eine Rohrleitung 2 mit dem oberen Teil, eingangsseitig über eine elektromagnetische Pumpe 4 und eine Rohrleitung 5 mit dem unteren Teil einer Mischkammer 3 verbunden ist. Die Rohrleitungen 2 und 5 sind in einen gemeinsamen biologischen Schutz 6 eingebettet. Der Strahlungskreislauf enthält ferner eine Bestrahlungsvorrichtung 7, die ausgangsseitig über eine Rohrleitung 8 mit dem oberen Teil, eingangsseitig über eine elektromagnetische Pumpe 9 und eine Rohrleitung 10 mit dem unteren Teil der Mischkammer 3 verbunden ist. Die Rohrleitungen 8 und 10 sind in einen gemeinsamen biologischen Schutz 11 eingebettet. Eine zusätzliche Bestrahlungsvorrichtung 12 ist an die Mischkammer 3 in gleicher Weise, und zwar über Rohrleitungen 13 und 14, eingebettet in einen gemeinsamen biologischen Schutz 15 angeschlossen, und eine dritte elektromagnetische Pumpe 16 ist ähnlich

an die Mischkammer 3 angeschlossen. Eine Sammelvorrichtung 17 für einen gammastrahlenden Aktivitätsträger 18 ist durch eine Rohrleitung 19 an den unteren Teil und durch eine weitere Rohrleitung 20 an den oberen Teil der Mischkammer 3 geführt. Das Vorhandensein der Rohrleitung 20 gestattet es, ein Vakuum in dem ganzen Strahlungskreislauf-Volumen mittels nur einer Vakuumpumpe 21, angeschlossen durch eine Rohrleitung 22 an die Sammelvorrichtung 17, aufrechtzuerhalten. Das Vakuum braucht man, um einem Eindringen von Gasblasen in die Rohrleitungen 2, 5, 8, 10, 13, 14, 19, 20, 22 und die elektromagnetischen Pumpen 4, 9, 16 vorzubeugen und darüber hinaus den gammastrahlenden Aktivitätsträger 18 gegen die Außenluft abzuschließen.

Der Aktivitätserzeuger 1 stellt eine Rohrschlange dar, die im Reflektor der Spaltzone des Kernreaktors (in der Zeichnung nicht zu sehen) untergebracht ist und in der dort strömende gammastrahlende Aktivitätsträger 18 unter Neutronenbestrahlung aktiviert wird. Als den gammastrahlenden Aktivitätsträger nimmt man eine flüssige Metall-, z. B. eine Gallium-Zinn-Legierung, deren Schmelztemperatur 11°C beträgt. Andere gammastrahlende Aktivitätsträger sind Indium-Gallium- und Indium-Wismut-Legierungen sowie reines Indium.

Die Bestrahlungsvorrichtungen 7 und 12, die zur räumlichen Konzentration des radioaktiven gammastrahlenden Aktivitätsträgers dienen, stellen ein Gefäß dar, dessen Form dem Bestrahlungsvorgang angepaßt ist. Bei Forschungsarbeiten kann die Bestrahlungsvorrichtung beispielsweise in Form eines geschlossenen Zylinders mit einem inneren coaxialen Kanal ausgeführt werden, wodurch man hohe Gammastrahlungsstärken erreicht. Als die Pumpen 4, 9, 16 können elektromagnetische Pumpen eines beliebigen Typs verwendet werden. Sie müssen nur einen Druck aufbringen, der hoch genug ist, um einen Umlauf des gammastrahlenden Aktivitätsträgers im Strahlungskreislauf aufrechtzuerhalten und den Anforderungen einer Arbeit unter Bedingungen radioaktiver Strahlung gerecht zu werden. Die Mischkammer 3 stellt ein ausreichend langes (Länge-Durchmesser-Verhältnis etwa 10) Rohrleitungsstück dar, in dem eine innige Durchmischung des vom Aktivitätserzeuger 1 und des von den Bestrahlungsvorrichtungen 7 und 12 kommenden gammastrahlenden Aktivitätsträgers 18 zustande kommt.

Die Mischkammer 3 ist derart anzuordnen, daß ihr oberer Teil tiefer als die unteren Teile des Aktivitätserzeugers 1 und der Bestrahlungsvorrichtungen 7 und 12 liegt, wodurch das Abfließen des gammastrahlenden Aktivitätsträgers 18 bei einer Ausschaltung des Strahlungskreislaufs sichergestellt ist.

Die Sammelvorrichtung stellt einen Behälter dar, der so dimensioniert ist, daß er den ganzen gammastrahlenden Aktivitätsträger 18 aufnehmen kann. Alle Bestandteile des Strahlungskreislaufs müssen aus gegen chemische oder radioaktive Einwirkung beständigem Material, z. B. aus rostfreiem Stahl, bestehen.

Im vorliegenden Beispiel handelt es sich um Strahlungskreisläufe nur mit einer zusätzlichen Bestrahlungsvorrichtung 12. An den gleichen Strahlungskreislauf können aber auch bei Bedarf weitere zusätzliche Bestrahlungsvorrichtungen angeschlossen werden, wobei ihr Anschluß in der gleichen Weise wie bei der

Bestrahlungsvorrichtung 12 erfolgt.

Die Funktion des Strahlungskreislaufs läßt sich wie folgt darstellen:

Vor Einschalten des Kreislaufs befindet sich der gammastrahlende Aktivitätsträger 18 in der Sammelvorrichtung 17. Nach Einschaltung der Pumpe 4 wird der gammastrahlende Aktivitätsträger 18 über die Rohrleitung 19 und die Mischkammer 3 aus der Sammelvorrichtung 17 abgesaugt und über die Rohrleitung 5 in den Aktivitätserzeuger 1 gefördert. Im Aktivitätserzeuger 1 wird der gammastrahlende Aktivitätsträger 18 unter Neutronenstrahlung vom Kernreaktor aktiviert. Daraufhin gelangt der gammastrahlende Aktivitätsträger in die Mischkammer 3. Die Pumpe 9 wird eingeschaltet, und der aktive gammastrahlende Aktivitätsträger 18 wird aus der Mischkammer 3 über die Rohrleitung 10 in die Bestrahlungsvorrichtung 7 umgepumpt, wo ein radioaktiver Zerfall von Atomkernen des gammastrahlenden Aktivitätsträgers erfolgt und ein Gammastrahlungsfeld im Umgebungsraum entsteht. Von der Bestrahlungsvorrichtung 7 fließt der gammastrahlende Aktivitätsträger 18 durch die Rohrleitung 8 in die Mischkammer 3 zurück, von wo aus er von der Pumpe 4 über die Rohrleitung 5 in den Aktivitätserzeuger 1 zur Aktivierung für den nächsten Zyklus gefördert wird.

Da die Halbwertszeit des wichtigsten Arbeitselementes des gammastrahlenden Aktivitätsträgers, nämlich für Indium, 54 min beträgt, erreicht der Strahlungskreislauf seine Nennleistung 2,5 bis 3 h nach seiner Inbetriebnahme.

Die zusätzliche Bestrahlungsvorrichtung 12 wird durch Einschalten der elektromagnetischen Pumpe 16 in Betrieb genommen. Dabei findet eine automatische Neuverteilung der Strahlungsleistung statt, die in den Bestrahlungsvorrichtungen 7 und 12 frei wird. In diesem Fall ist die aus beiden Bestrahlungsvorrichtungen 7 und 12 resultierende Summenstrahlungsleistung größer als die Leistung der ersten Bestrahlungsvorrichtung 7 bei Stillstand der zweiten zusätzlichen Bestrahlungsvorrichtung 12.

Die Umlaufgeschwindigkeit des gammastrahlenden Aktivitätsträgers 18 im Strahlungskreislauf, wie sie von den Pumpen 4, 9, 16 aufrechterhalten wird, muß groß genug sein, damit der Umlauf des gammastrahlenden Aktivitätsträgers 18 während eines Zyklus eine Zeit dauert, die kleiner als die Hälfte der Halbwertszeit für den wichtigsten Arbeitsstoff, also für Indium, ist.

Beim Arbeiten des Strahlungskreislaufs, der am Forschungskernreaktor des Physik Instituts der Akademie der Wissenschaften der Litauischen SSR mit einer Leistung von 2 MW angebaut wurde, baute sich im Innenkanal des der zylinderförmigen Bestrahlungsvorrichtung 7 ein Gammastrahlungsfluß von 5000  $\gamma$ -Quanten/s Intensität auf. Dabei war der Verlust an Strahlungsleistung gegenüber einem Strahlungskreislauf ohne Mischkammer 3 unbedeutend und betrug nur 2 bis 3%.

Ein Stillsetzen des Strahlungskreislaufs erfolgt durch Abstellen der Pumpen 4, 9, 16. Dabei hört der Umlauf des gammastrahlenden Aktivitätsträgers 18 auf, und dieser fließt durch Schwerkraft in die Sammelvorrichtung 17 ab.