

51

Int. Cl. 2:

G 21 G 1/10

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES PATENTAMT



Behördeneigentum

DE 27 07 390 A 1

11

Offenlegungsschrift 27 07 390

21

Aktenzeichen: P 27 07 390.1

22

Anmeldetag: 21. 2. 77

43

Offenlegungstag: 24. 8. 78

31

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung des Isotopes Jod-123

71

Anmelder: Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, 7500 Karlsruhe

72

Erfinder: Schulz, Friedhelm, 7521 Liedolsheim; Schütz, Reiner, 7520 Bruchsal

DE 27 07 390 A 1

Patentansprüche :

1. Verfahren zur Erzeugung des Isotopes Jod-123 durch Kernreaktionen in einem Tellurtarget, wobei das Target gekühlt und das Jod-123 mittels Wärmebehandlung aus dem Target ausgetrieben wird, gekennzeichnet durch die Verwendung von Tellurdioxid, durch eine direkte Oberflächenkühlung des Tellurdioxidtargets (28) während der für die Auslösung der Kernreaktionen notwendigen Bestrahlung, und durch Erhitzung des Tellurdioxidtargets (28) nach der Bestrahlung auf Temperaturen bis oder über 750 °C.
2. Vorrichtung zur Durchführung der Bestrahlung und Kühlung gemäß dem Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einer beweglichen Targethalterung (18, 20, 23) das Tellurdioxidtarget (28) in einem Gehäuse (1, 5) befestigt ist, daß das Target (28) hinter einem Fenster (10) in der Gehäusewandung angeordnet ist, und daß das Kühlmedium durch einen Zwischenraum (29) zwischen Targetoberfläche (27) und Fenster (10) vorbeiführbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (1, 5) aus einem Haubenteil (5) mit dem Fenster (10, 11) und einem zylinderförmigen Einsatz (6) besteht, der die Targethalterung (18, 20, 23) trägt, die in einem Raumteil (7) angeordnet ist, der von dem Einsatz (6) und dem Gehäuse (5) gebildet ist, und daß in dem Einsatz (6) Zu- und Abführungsbohrungen (30, 31) für das Kühlmedium eingefügt sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Targethalterung aus einem Plättchen (23) zur Aufnahme des Tellurdioxidtargets (28), einem Spannstück (20) für das Plättchen (23) gegenüber der Gehäusewandung (11), einer Exzenter-schraube (21) und einer Führung (22, 25) für das Spannstück (20) besteht.

809834/0298⁶

ORIGINAL INSPECTED

2707390

- 2 -

5. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Fenster (10) eine Blende (13) an einer am Gehäuse (5) befestigte Halterung (12) angeordnet ist.

- 7 -

809834/0298

Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung des Isotopes Jod-123

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Erzeugung des Isotopes Jod-123 durch Kernreaktionen in Tellurtargets, wobei das Target gekühlt und das Jod-123 mittels Wärmebehandlung aus dem Target ausgetrieben wird.

Die Produktion von Jod-123 gewinnt in den letzten Jahren zunehmend für die Nuklearmedizin an Bedeutung. Es ist das beste Radioisotop des Jod zur In-Vivo-Anwendung. Seine 159KeV-Gammastrahlung erzeugt Probendurchdringungen, die besonders für die Anwendung im Zusammenhang mit hochauflösenden Gammakameras geeignet sind und wird zu mehr als 80 % in dünnen Detektorkristallen nachgewiesen. Weiterhin erzeugt ihre Halbwertszeit von 13,3 Stunden und das Fehlen von β -Strahlung eine sehr geringe Strahlungs-dosis im Patienten. So beträgt die Dosis von Jod-123 nur einige Prozent derjenigen, die durch eine vergleichbare Menge von Jod-131 erzeugt würde.

- 4 -

Es ist bereits eine Methode bekannt, Jod-123 zu produzieren (Int. Conf. on Cyclotrons and their Applications (Birkhäuser, Basel, 1975), p. 461-464)). Es werden metallische Tellur-targets verwendet, die mit einem Protonenstrahl der Intensität von 3 bis 4 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ bestrahlt und mit Wasser gekühlt werden. Um jedoch eine Menge von Jod-123 mit einem Dosiswert von 1 Ci zu erhalten, müssen Bestrahlungszeiten von einigen Stunden und sehr großflächige Targets von 4 bis 6 cm^2 sowie zwei Gramm Tellur benutzt werden. Die Beschränkung der Strahlintensität kann zwar in gewissem Maße durch die Verwendung von vakuumdicht versiegelten Targets aufgehoben werden, jedoch ist es dann notwendig, um das Jod aus dem Tellur zu gewinnen, das Target samt seinem Behälter zu zerstören und bei 350 °C trocken zu destillieren. Dies stellt hohe Anforderungen an die Rückgewinnungstechnik des Tellurs bei einer dennoch geringen Ausbeute von Jod-123. Bei der Bestrahlung und Extraktion ist außerdem eine Oxidation des Tellurmetalls nahezu nicht zu verhindern. Dies hat zur Folge, daß eine chemische Rückgewinnung nach dem Bestrahlungs-Extraktions-Zyklus notwendig wird.

Die Aufgabe, die die Erfindung zu lösen hat, besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu seiner Durchführung zu bieten, mit denen Jod-123 in größeren Mengen durch eine höhere thermische Belastbarkeit und durch wiederholte Verwendbarkeit des Targets nach einem Bestrahlungs-Extraktions-Zyklus ohne chemische Rückgewinnung des Targetmaterials erzeugt werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß gekennzeichnet durch die Verwendung von Tellurdioxid als Targetmaterial, durch eine direkte Oberflächenkühlung des Tellurdioxidtargets während der für die Auslösung der Kernreaktionen notwendigen Bestrahlung und durch Erhitzung des Tellurdioxidtargets nach der Bestrahlung auf Temperaturen bis zu oder über 750 °C.

- 2 -

809834/0298

Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sieht erfindungsgemäß vor, daß in einer beweglichen Targethalterung das Tellurdioxidtarget in einem Gehäuse befestigt ist, daß das Target hinter einem Fenster in der Gehäusewandung angeordnet ist, und daß das Kühlmedium durch einen Zwischenraum zwischen Targetoberfläche und Fenster vorbeigeführt ist.

Eine Weiterführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß das Gehäuse aus einem Haubenteil mit dem Fenster und einem zylinderförmigen Einsatz besteht, der die Targethalterung trägt, die in einem Raumteil angeordnet ist, der von dem Einsatz und dem Gehäuse gebildet ist, und daß in dem Einsatz Zu- und Abführungsbohrungen für das Kühlmedium eingefügt sind.

Eine Ausführung der Vorrichtung sieht vor, daß die Targethalterung aus einem Plättchen zur Aufnahme des Tellurdioxidtargets, einem Spannstück für das Plättchen gegenüber der Gehäusewandung, einer Exzentrerschraube und einer Führung für das Spannstück besteht. Vor dem Fenster kann in bevorzugter Weise eine Blende an einer am Gehäuse befestigten Halterung angeordnet sein.

Die wesentlichsten Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß durch die Verwendung von Tellurdioxid-Glastargets die Bestrahlungsbelastbarkeit der Targets wesentlich erhöht werden kann, wobei die Targetoberfläche direkt mit Kühlmedium, insbesondere Kühlwasser, kühlbar ist. Eine weitere Aufoxidation des Targetmaterials ist dadurch verhindert, wobei zusätzlich Festigkeitsprobleme des Targetmaterials durch die kristalline Konsistenz des Targetmaterials ausbleiben. Auch wird das Tellurdioxidtarget durch die Wärmebehandlung nicht zerstört.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels sowohl für das Verfahren als auch eine Vorrichtung zur Durchführung desselben anhand der Figuren 1 und 2 näher erläutert.

- 6 -

Im vorliegenden Fall wurde zur Erzeugung des Jod-123-Isotopes die Kernreaktion $^{124}\text{Te}(p,2n)^{123}\text{J}$ ausgewählt. Denkbar sind jedoch auch die Reaktionen $^{127}\text{J}(p,5n)^{123}\text{Xe}$ oder $^{127}\text{J}(d,6n)^{123}\text{Xe}$ mit Folgereaktionen. Als Bestrahlungsart wird ein Protonenstrom mit 26 MeV Energie gewählt, der auf ein Target fällt, in dem 150 mgr/cm² Tellurium-124 mit 96 %iger Anreicherung enthalten ist. Die Verunreinigung beträgt am Ende der Bestrahlung einen Wert von $< 1\%$ Jod-124. Das Target (siehe auch Fig. 1 und 2) besteht aus einem erschmolzenen Telluriumdioxid, welches von einem Protonenstrom von bis zu 50 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ getroffen wird. Die Extraktion des Jod-123 wird durch trockene Destillation bei Temperaturen bis oder über 730 °C, insbesondere 750 °C, durchgeführt. Die Ausbeute beträgt 9 mci/ $\mu\text{A}/\text{h}$ mit einem Rest von Jod-124 im Bereich $< 1\%$.

Die Figur 1 zeigt einen Targetträgerkörper, der im wesentlichen aus einem Grundkörper 1 mit Wasseranschlüssen 2, 3 und Kontaktplättchen 4 für elektrische Anschlüsse sowie einem Haubenkörper 5 und einem zylinderförmigen Innenkühlkopf 6, welcher den Innenraum 7 des Haubenteiles 5 nur z.T. ausfüllt, besteht. Grundkörper 1 und Haubenteil 5 sind mittels Schraubverbindungen 8 aneinandergeflanscht, während die Dichtung über einen O-Ring 9 erfolgt. Am oberen Haubenteil ist ein Fenster 10 eingefügt, welches von einer Cu-Be-Folie 11 verschlossen ist. Vor dem Fenster ist an einer Halterung 12 aus Bornitrit eine Tantalblende 13 mit Blendenöffnung 14 aufgestellt. Die Einfallsrichtung des Protonenstrahls 16 ist durch einen Pfeil gekennzeichnet.

Auf den Innen-Kühlkopf 6 ist die Targethalterung aufmontiert. Sie besteht aus einem Aufsatzstück 18 mit u-förmiger Ausnehmung 19 (siehe auch Fig. 2), einem Spannstück 20 sowie einer Exzenter-schraube 21 und Führung 22. Das Spannstück 20 trägt das Aufsatzstück 18, an welchem das Targetplättchen 23 in einer Ausnehmung 24 (siehe Fig. 2) gehalten ist. Mit dem Spannstück 20, welches in Führungsnuten 25 an der Halterung 22 geführt ist, wird das

- 4 -

.4 -

Targetplättchen 23 durch Drehungen der Exzenter-schraube 21 hinter die Fensterfolie 11 in Bestrahlungsstellung gebracht. Die Exzenter-schraube 21 ist mittels eines Zylinderstiftes 26 am Innen-Kühlkopf 6 arretierbar.

Auf der Vorderfläche 27 des Targetplättchens 23 ist das eigentliche Target 28 befestigt. Es handelt sich um kristallines Tellurdioxid. Das Targetplättchen 23 besteht aus Platin. Der Protonenstrom 16 trifft durch das $\frac{1}{10}$ mm dicke Kupfer-Befenster 10 bzw. 11 und einen Wasserfilm 29, welcher im Zwischenraum hinter dem Fenster 11 und der Oberfläche des Targets 28 bzw. des Targetplättchens 23 gebildet wird, auf das Target 28 auf. Die Targetoberfläche wird durch ein dünnes Platinnetz stabilisiert. Ströme bis 50 uA (Protonen) können ohne Bedenken verwendet werden.

Die Kühlung erfolgt im vorliegenden Fall über das Kühlmedium Wasser, welches über Bohrungen 2, 3 (sie liegen nebeneinander, so daß nur eine sichtbar ist) und die Zu- und Abführbohrungen 30 und 31 im Innen-Kühlkopf 6 zu der Targetoberfläche gebracht wird. Die Zuführung 30 steht in Verbindung mit einem Spalt 32 und dem Zwischenraum 29 über dem Target 28. Dieser Zwischenraum ist dann mit dem Teilraum 7 in der Haube 5 verbunden, von dem aus die Rückführung des Kühlwassers zu der Abführleitung 31 stattfindet.

In Fig. 2 ist eine Aufsicht auf das Wassertarget mit dem Haubenteil 5, dem Grundkörper 1, der Halterung 12 für die Blende 13 vor dem Fenster 10 und ein Teil der Halterung für das Targetplättchen 23 dargestellt. Die Blende 13 wird mittels Schrauben 33 sowohl mechanisch gehalten als auch elektrisch mit einem Kontakt 34 verbunden. Die Befestigung der Haltestücke 12 für die Blende 13 erfolgt über Senkschrauben 35, von denen eine in Fig. 1 zu sehen ist. Der elektrische Kontakt 34 steht mit einem der Kontaktplättchen 4 in Verbindung.

- 8 -

Leerseite

Nummer: 27 07 390
 Int. Cl. 2: G 21 G 1/10
 Anmeldetag: 21. Februar 1977
 Offenlegungstag: 24. August 1978

2707390 Fig.1 -9-

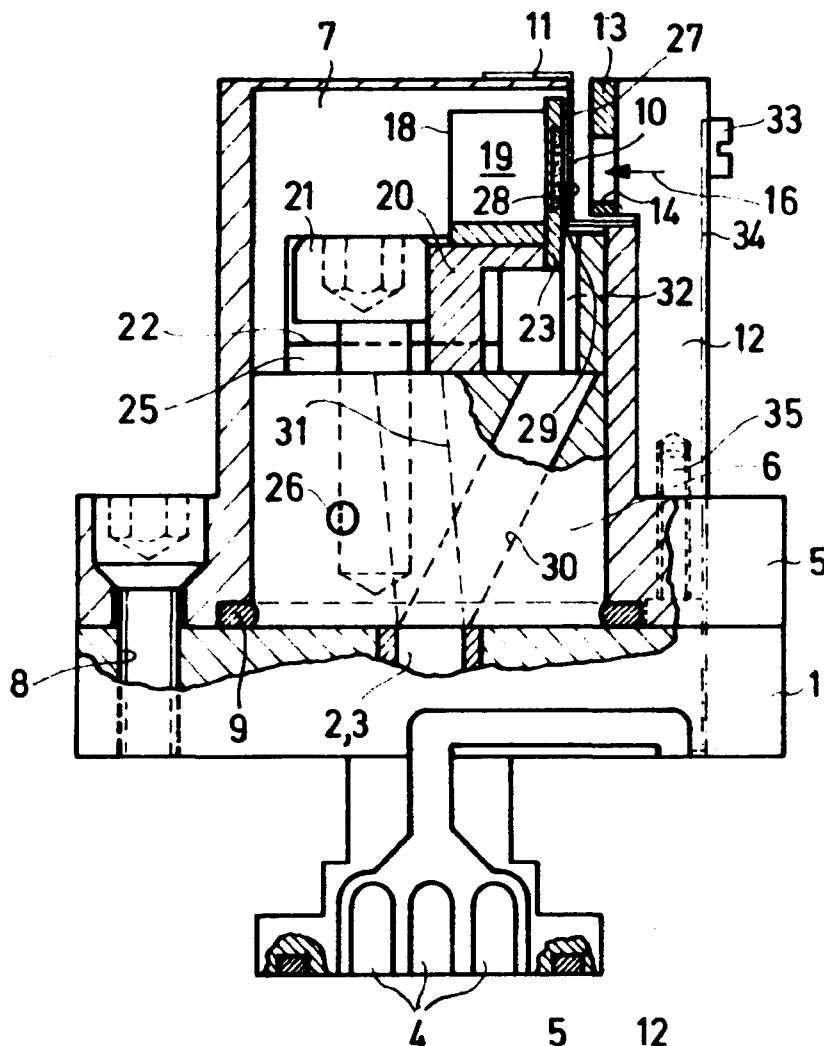
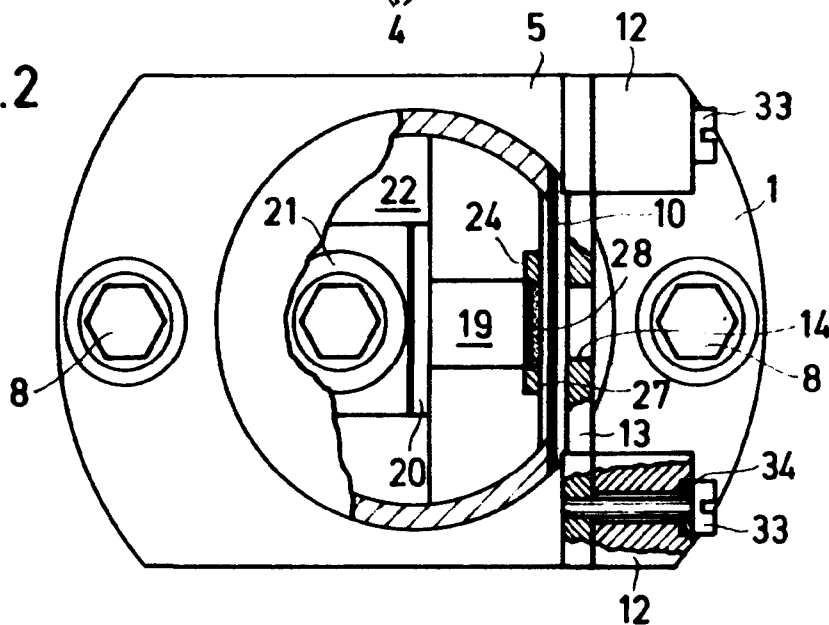


Fig. 2



809834/0298