

①⑨ BUNDEREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 27 18 030 C 2

⑤① Int. Cl. 5:
B 01 D 59/34
B 01 D 53/00

⑰ Aktenzeichen: P 27 18 030.9-43
⑱ Anmeldetag: 22. 4. 77
⑳ Offenlegungstag: 26. 10. 78
㉔ Veröffentlichungstag: 16. 12. 82

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Kraftwerk Union AG, 4330 Mülheim, DE

⑦② Erfinder:
Janner, Karl, Dipl.-Phys.; Gregorius, Klaus, Dipl.-Phys.;
Müller, Reinhold, Dipl.-Ing., 8520 Erlangen, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE-OS 24 47 762

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur photochemischen Trennung eines Stoffgemisches

DE 27 18 030 C 2

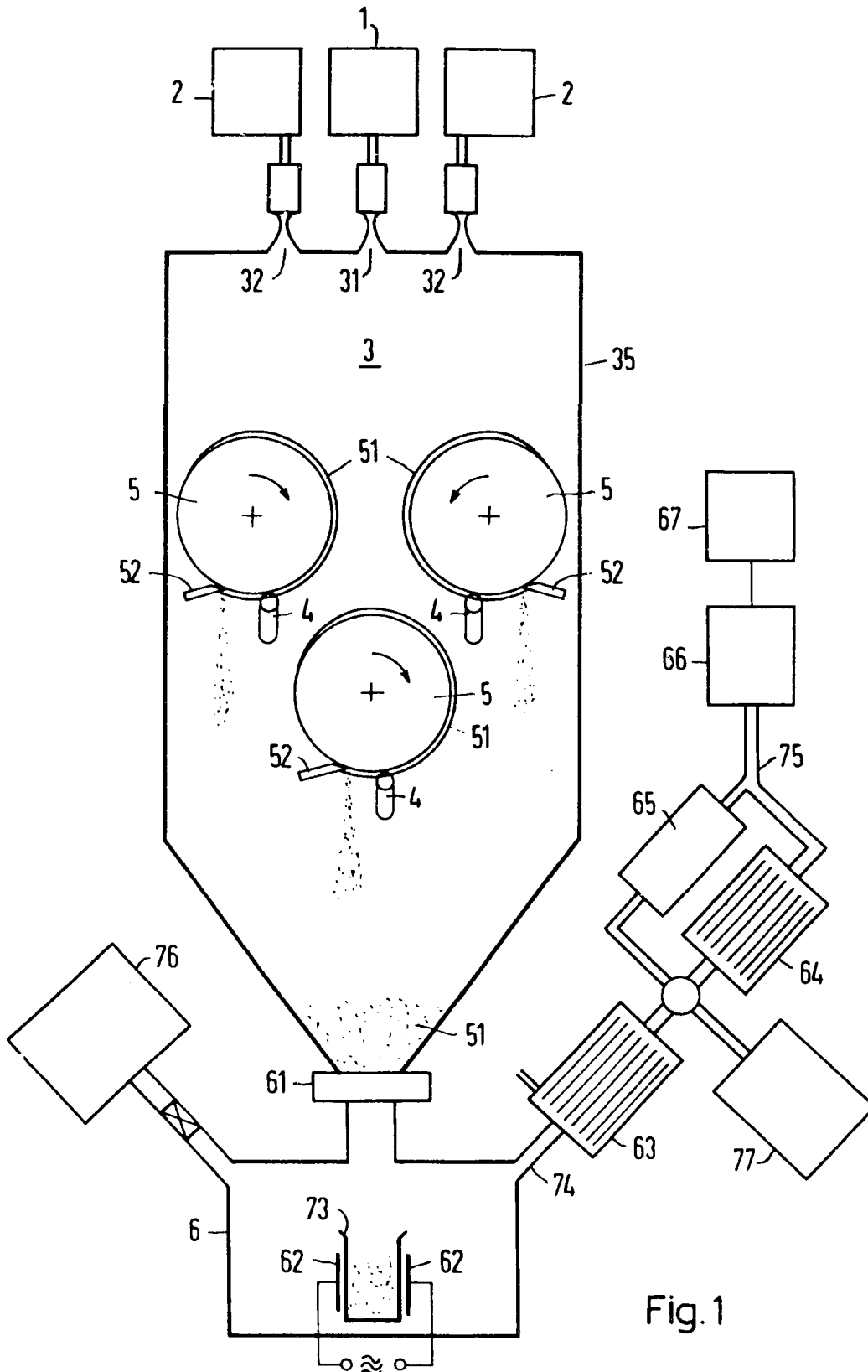


Fig. 1

Patentansprüche:

1. Verfahren zum photochemischen Trennen eines Stoffgemisches, insbesondere eines Gemisches aus Isotopenverbindungen, durch selektive Anregung des einen Stoffes durch eine elektromagnetische Strahlung geeigneter Wellenlänge und Energiedichte in Gegenwart eines chemischen Reaktionspartners, bei dem das Stoffgemisch und der Reaktionspartner im dampfförmigen Zustand getrennt voneinander durch adiabatische Entspannung auf Temperaturen unter 100 K abgekühlt werden und bei dem der angeregte Stoff mit dem chemischen Reaktionspartner eine Reaktion eingeht und die gebildeten Reaktionsprodukte und die unveränderten Teile des Stoffgemisches voneinander getrennt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die unter 100 K abgekühlten Dämpfe des Stoffgemisches und des im Überschuß zugeführten Reaktionspartners in einem auf ungefähr die gleiche Temperatur gekühlten Raum miteinander gemischt werden, wobei der Reaktionspartner im Mischraum oder an gekühlten Oberflächen zu Feststoffen kondensiert, in die die Stoffgemischteilchen eingelagert sind, und daß danach die kondensierten Feststoffe der selektiv anregenden elektromagnetischen Strahlung ausgesetzt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gemisch aus Reaktionspartner und eingelagerten Stoffgemischteilchen in einen vom Mischraum getrennten Raum überführt wird, in welchem das Gemisch der elektromagnetischen Strahlung ausgesetzt wird, und daß die Reaktionsprodukte in dem gleichen oder einem weiteren Raum mit eigener Temperatur- und Vakuumsteuerung durch fraktionierte Destillation von den übrigen Stoffen abgetrennt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das kondensierte Gemisch, bevor es der elektromagnetischen Strahlung ausgesetzt wird, unter Aufrechterhaltung seiner Temperatur zu einem Körper verpreßt wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3, mit einer Bestrahlungseinrichtung und einer Mischkammer, in deren Wandung Entspannungsdüsen (31, 32) angeordnet sind, die mit Vorratsbehältern für das Stoffgemisch (1) und den Reaktionspartner (2) in Verbindung stehen, dadurch gekennzeichnet, daß in der Mischkammer (3) rotierbare, mit Abschälmessern (52) versehene Kühlwalzen (5) vorgesehen sind und daß die Bestrahlungseinrichtung (4) so beschaffen ist, daß die auf den Kühlwalzen befindliche Schicht (51) in ihrer ganzen Dicke und Breite von der Strahlung erfaßt wird.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3, mit einem Laser als Bestrahlungseinrichtung und mit einer Mischkammer angeordneten Entspannungsdüsen, die mit Vorratsbehältern für das Stoffgemisch und den Reaktionspartner in Verbindung stehen, dadurch gekennzeichnet, daß die Entspannungsdüsen (31, 32) auf einem drehbar gelagerten Rad (33) angeordnet und tangential ausgerichtet sind, daß das Rad von einer im Querschnitt U-förmigen unbeweglichen Auffängerwand (54) umgeben ist, deren Innenseite

von einer drehbar angeordneten messerartigen Abnahmeeinrichtung (55) erreichbar ist und daß die Auffängerwand (54) eine Öffnung (57) für den Austrag des kondensierten Gemisches in eine mit dem Laser (41, 42) versehene Bestrahlungskammer (73) besitzt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Rad (33) als Scheibe durchgehend gleicher Festigkeit ausgeführt ist, in dem und in dessen Antriebsachse zu den Düsen führende Kanäle für das Stoffgemisch (1) und den Reaktionspartner (2) angeordnet sind, wenigstens für den Anlauf ein nach Art eines Spaltrohrmotors auf Antriebsachse und umgebendem, an eine Vakuumeinrichtung angeschlossenen Gehäuse (35a) angeordneter Elektromotor (50) vorgesehen ist und für die Stoffzuführung zu den Kanälen abgedichtete Räume zwischen Gehäuse (35) und Antriebsachse (34) vorgesehen sind.

7. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwei wechselseitig beschickbare Bestrahlungskammern (73) mit eingebauten, an einen HF-Generator anschließbaren Kondensatorplatten (62) vorgesehen sind und an eine Einrichtung (74) zur fraktionierten Kondensation und Absaugung der verdampften Stoffe anschließbar sind.

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Trennung von Stoffen und ist bei der photochemischen Behandlung solcher Stoffgemische anzuwenden, die in Gegenwart eines chemischen Reaktionspartners sowie nach Abkühlung auf Temperaturen unter 100 K einer selektiven elektromagnetischen Strahlung ausgesetzt werden.

Bei einem bekannten Verfahren zur Trennung von Stoffgemischen, insbesondere von Isotopengemischen wie beispielsweise UF_6 , wird das Stoffgemisch getrennt von oder gemeinsam mit einem chemischen Reaktionspartner durch adiabatische Entspannung auf Temperaturen unter 100 K abgekühlt und das bereits vorhandene oder erst nach der Abkühlung gebildete Gemisch aus Stoffgemisch und Reaktionspartner noch vor der Kondensation einer Laserstrahlung geeigneter Wellenlänge ausgesetzt. Infolge isotopenselektiver Anregung des einen Stoffgemischteiles kommt es zu einer chemischen Reaktion zwischen der angeregten Verbindung und dem Reaktionspartner. Das Reaktionsprodukt wird anschließend durch bekannte chemische Verfahren oder durch fraktionierte Destillation aus dem Stoffverband herausgelöst und abgetrennt (DE-OS 24 47 762).

Bei dem bekannten Verfahren ist es für eine wirtschaftliche Ausnutzung der Strahlung notwendig, daß die anzuregende Isotopenverbindung gegenüber der Laserstrahlung einen möglichst hohen Absorptionskoeffizienten aufweist. Dies bedeutet, daß die Effektivität einer Isotopentrennung nach diesem Verfahren sowohl von der Verfügbarkeit einer Laserwellenlänge, bei der die Absorption der Isotopenverbindung stark selektiv ist, als auch von einem ausreichend großen Absorptionskoeffizienten der anzuregenden Isotopenverbindung bei dieser Wellenlänge abhängt.

Ausgehend von einem Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1 sowie in Anbetracht der Situation, wonach die Schaffung der aufgezeigten Verhältnisse mit Schwierigkeiten verbun-

den ist, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, für die photochemische Trennung von Stoffgemischen unter Anwendung der Abkühlung durch adiabatische Entspannung einen wirtschaftlicheren Weg aufzuzeigen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist gemäß der Erfindung vorgesehen, daß die unter 100 K abgekühlten Dämpfe des Stoffgemisches und des im Überschuß zugeführten Reaktionspartners in einem auf ungefähr die gleiche Temperatur gekühlten Raum miteinander gemischt werden, wobei der Reaktionspartner im Mischraum oder an gekühlten Oberflächen zu Feststoffen kondensiert, in die das Stoffgemischteilchen eingelagert sind, und daß danach die kondensierten Feststoffe der selektiv anregenden elektromagnetischen Strahlung ausgesetzt werden.

Das wesentlichste Merkmal des neuen Verfahrens ist darin zu sehen, daß das Stoffgemisch und der Reaktionspartner bei so tiefer Temperatur gemischt werden, daß ohne Bestrahlung praktisch noch keine Reaktion eintritt und daß erst ein in festem Zustand befindliches Stoffgemisch der Laserstrahlung ausgesetzt wird. Damit ist es möglich, auch an Stellen mit sehr kleinem Extinktionskoeffizienten der anzuregenden Isotopenverbindung einzustrahlen, da im Vergleich zum dampfförmigen Zustand eine sehr hohe Dichte des Materials vorliegt, so daß insgesamt noch mit einer hohen Absorption der Lichtquanten und damit einer hohen selektiven Anregungswahrscheinlichkeit gerechnet werden kann. Im Falle von UF_6 als einer zu trennenden Isotopenverbindung können dadurch im sichtbaren Spektrum der Wellenlängenbereich $310 \text{ nm} \leq \lambda \leq 410 \text{ nm}$ an den Stellen mit ausreichender Selektivität, jedoch geringer Extinktion, und im infraroten Spektrum Kombinationsschwingungen mit kleiner Extinktion, wie z. B. $3\mu_3$, nutzbar gemacht werden.

Der prinzipielle Ablauf des Verfahrens ist folgender:

Als Beispiel für die zu trennende Isotopenverbindung wird UF_6 gewählt. Diese und der Reaktionspartner werden getrennt voneinander durch adiabatische Entspannung in Düsen so stark abgekühlt, daß einerseits beim anschließenden Mischen praktisch keine gegenseitigen Reaktionen auftreten und andererseits wenigstens ein Gas, z. B. der Reaktionspartner, übersättigt ist oder an einer genügend kalten Wand kondensiert. Das UF_6 wird zusammen mit einem den Adiabatenkoeffizienten erhöhenden Zusatzgas in einer zentralen Düse entspannt, der Reaktionspartner in einer anderen, beispielsweise die erstere umfassenden Ring- oder Schlitzdüse. Die Entspannungsdaten der beiden Düsen werden dabei so gewählt, daß die Relativgeschwindigkeiten zwischen diesen beiden Gasströmen unmittelbar vor der Mischung möglichst klein sind. Die Gasströme werden außerdem so lange in einem Mischraum geführt, bis eine vollständige Durchmischung sowie, falls nicht vorwiegend in einer Wand kondensiert wird, anschließende Kondensation, d. h. Kristallbildung stattgefunden hat. Dabei wird das UF_6 in die Matrix des kondensierenden Reaktionspartners ein- bzw. angebaut. Die miteinander eingebaute Menge an Zusatzgas muß dabei kleingehalten werden, damit die Selektivität nicht in unzulässigem Maße gestört und die beabsichtigten Photoreaktionen zwischen dem UF_6 und dem Reaktionspartner nicht behindert werden. Geeignet ist z. B. Helium, da dieses nur schwer eingebaut wird.

Die so hergestellten Kristalle werden im Bereich der Resonanzfrequenz des abzutrennenden Isotops an einer Stelle ausreichender Selektivität bestrahlt, so daß

Photoreaktionen zwischen diesen Molekülen und Elementen des Reaktionspartners ablaufen. Um eine möglichst große Effektivität der Bestrahlung zu erreichen, dazu gehört auch die gleichmäßige Erfassung möglichst der gesamten erzeugten Kristallsubstanz, können die Kristalle vor der Bestrahlung in solche Formen gefüllt oder zu solchen Formkörpern gepreßt werden, bei welchen die gestreute oder reflektierte Strahlung wieder auf zu bestrahlende Substanz trifft.

Die Abtrennung der angereicherten Komponente von den übrigen erfolgt z. B. durch fraktionierte Destillation. Auch dieser Vorgang muß bei so tiefen Temperaturen ablaufen, daß unselektive thermische Reaktionen noch nicht störend wirken. Dieser Verfahrensschritt wird zweckmäßig in vakuummäßig abgetrennten Kammern erfolgen. Für die Temperatureinstellung des Kristallpulvers oder Formkörpers, die für die genaue Einhaltung der Destillationsbedingungen erforderlich ist, wird beispielsweise die leicht regelbare kapazitive Hochfrequenzbehandlung vorgesehen. Gegenüber anderen thermischen Steuerungen ermöglicht diese eine praktisch gleichmäßige Wärmebringung im gesamten Volumen des Kristallpulvers oder Formkörpers.

Zur weiteren Erläuterung dieses Verfahrens sei auf zwei in den Fig. 1 und 2 schematisch dargestellte Einrichtungen zur Durchführung desselben verwiesen. Einander entsprechende Bauteile sind dabei mit gleichen Bezugszeichen versehen.

In Fig. 1 ist eine Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens schematisch dargestellt. Sie besteht zunächst aus dem Vorratsbehälter 1 für das zu trennende Isotopengemisch, dem bereits auch das Zusatzgas beigemischt sein kann und das über die Düse 31 in den Mischraum 3 austritt. Im Vorratsgefäß 2 befindet sich der Reaktionspartner, z. B. Jodwasserstoff, und gelangt über die Düsen 32 ebenfalls in den Mischraum 3. Die Düsen 32 können dabei aus einer Vielzahl einzelner Düsen, jedoch auch als eine ringförmige Schlitzdüse, ausgebildet sein. Im Mischraum 3 mischen sich die eintretenden, durch ihre adiabatische Entspannung sehr stark unterkühlten Gase. Durch Einstellung der Drücke in den Vorratsbehältern und im Mischraum 3 sowie durch eine entsprechende Düsenauslegung wird dafür gesorgt, daß die Geschwindigkeit der Teilgasströme im Mischraum etwa gleich ist bzw. zumindest nicht so verschieden ist, daß die Relativgeschwindigkeit zwischen den Reaktionspartnern während des Mischvorganges in störendem Maß zu unerwünschten, d. h. nichtselektiven Reaktionen führt.

Der Teilchenstrom gelangt anschließend innerhalb des Behandlungsraumes 35 zu langsam umlaufenden, auf tiefer Temperatur gehaltenen Walzen 5 und schlägt sich dort als Schicht 51 nieder. Die Temperatur der Schicht wird durch Kühlung der Walzen so niedrig eingestellt, z. B. 20K, daß die anschließende Bestrahlung eine selektive Anregung erlaubt. Das nichtdargestellte Kühlmedium muß dabei die in Wärme umgesetzte kinetische Energie des Teilchenstromes sowie die Kondensationswärme abführen. Die Feststoffschicht wird infolge der Drehung der Walzen durch einen Laserstrahl 4 hindurchbewegt, der insbesondere hinsichtlich der Auftreffrichtung der Laserstrahlung so eingestellt ist, daß die Schicht auf der ganzen belegten Länge der Walze durchstrahlt wird. Die Drehgeschwindigkeit der Walzen wird dabei so eingestellt, daß die je Umdrehung aufwachsende Schichtdicke gerade so groß ist, daß einerseits die an der inneren Grenze dieser

Schicht befindlichen Moleküle des einen Isotops mit ausreichender Wahrscheinlichkeit angeregt werden, andererseits aber auch der absorbierte Strahlungsanteil möglichst groß wird. Um dies zu erreichen, ist es zweckmäßig, die Oberflächen der Walzen gut reflektierend auszubilden. Durch diese Strahlung wird die eine Isotopenverbindung selektiv angeregt und dadurch eine selektive chemische Reaktion mit dem Reaktionspartner, also z. B. Jodwasserstoff, ausgelöst, so daß nunmehr die ursprünglichen Isotope nicht mehr in einer gleichen, sondern in unterschiedlichen Verbindungsformen vorliegen.

Die chemische Umwandlung infolge der Laserbestrahlung läuft in diesem Beispiel entsprechend folgender Gleichung ab:



Das angeregte Uranisotop, z. B. U 235 liegt somit dann bevorzugt in der Verbindungsform UF_5 vor. UF_5 ist dabei ein Feststoff, der erst bei wesentlich höheren Temperaturen verdampft als UF_6 .

Die auf diese Weise umgewandelte Schicht 51 wird anschließend über einen Schaber 52 mechanisch abgestreift und fällt in Pulverform auf den Behälterboden. Dieser Behälterboden ist über einen Vakuumschieber 61 abgeschlossen.

Unterhalb dieses Vakuumschiebers 61 befindet sich eine Vakuumkammer 6, in die durch Öffnen des Schiebers 61 das Feststoffpulver 51 zur Durchführung einer fraktionierten Destillation abgefüllt werden kann. Zur Durchführung dieses Vorganges sind zwei Kondensatorelektroden 62 vorgesehen, die an einen nichtdargestellten Hochfrequenzgenerator angeschlossen sind. Durch Einschalten dieses Generators findet eine praktisch gleichmäßige Erwärmung des zwischen den Elektroden befindlichen Pulvers 51 statt. Dadurch dampfen zunächst bei einer Temperatur von ca. 170 K der Reaktionspartner Jodwasserstoff und das Reaktionsprodukt HF ab und gelangen über die Absaugleitung 74 und 75 sowie die Pumpe 66 zu einem Sammelbehälter 67. In diesem Leitungszug ist außerdem noch ein Abscheider 63 für mitgerissenes UF_6 und UF_5 vorgesehen. Diese beiden Stoffe verdampfen erst bei wesentlich höheren Temperaturen, so daß während des Abdampfens von HJ und HF noch keine die Selektivität der chemischen Umwandlung störende Reaktionen stattfinden können.

Die eigentliche Trennung des Isotopengemisches UF_6 von dem überwiegend nur ein Uranisotop enthaltenden UF_5 und Jod erfolgt aufgrund der großen Dampfdruckunterschiede dieser Substanzen einfach durch Abpumpen oder Umkondensieren des UF_6 und J_2 aus den Räumen 73 und 63 bei höheren Temperaturen. UF_6 kann bei einer Temperatur der Behälter 73 und 63 von 250 K in den Behälter 64 umkondensiert, J_2 bei einer Temperatur der Behälter 73 und 63 von 310 K in den Behälter 65 umkondensiert werden. Die Behälter 64 und 65 befinden sich dabei auf Temperaturen von ca. 190 K.

Die Entfernung des in den Behältern 63 und 73 zurückgebliebenen angereicherten, in Form von UF_5 vorliegenden Urans, kann nun durch Umwandeln mittels F_2 aus dem Vorratsbehälter 76 in UF_6 und Kondensation desselben in dem Behälter 77 oder durch Abpumpen erfolgen.

Die Kondensationswalzen 5 werden nach dieser Vorrichtung durch den Teilchenstrahl aus den Düsen 31 und 32 mit sehr hoher Geschwindigkeit beaufschlagt, wobei sich zwangsläufig die kinetische Energie wieder

in Wärmeenergie umwandelt. Diese muß durch eine entsprechende Kühlung der Walzen 5 abgeführt werden. Dies bedeutet letztlich einen zusätzlichen Energie- und Kostenaufwand für die Kühlmaschinen. Zur Verringerung desselben wird eine zweite Vorrichtung vorgeschlagen, die in der Fig. 2 schematisch näher dargestellt ist.

Die grundsätzliche Änderung dieser Vorrichtung gegenüber jener aus Fig. 1 besteht darin, daß die Austrittsdüsen 31 und 32 nicht mehr in einer unbeweglichen Behälterwand angeordnet sind, sondern an der Stirnseite einer schnell rotierenden Scheibe gleicher Festigkeit. Die Düsen 31 und 32 sind dabei so angebracht, daß die Gasstrahlen tangential austreten und durch die damit bewirkten Rückstoßkräfte die Scheibe 33 beschleunigen bzw. auf einer sehr hohen Umdrehungsgeschwindigkeit halten. Der Elektromotor 50 kann diese Bewegung unterstützen oder als Generator wirkend bremsen und so zur Regelung und durch Messen des aufgenommenen bzw. abgegebenen Stromes oder der Spannung zur Kontrolle der Rotation benutzt werden. Die Drehzahl wird im eingefahrenen Zustand so hoch, daß die Relativgeschwindigkeit zwischen den Teilchenstrahlen und der Wandung des Gehäuses 35 nunmehr sehr gering ist und beim Auftreffen auf der gekühlten, im Querschnitt etwa U-förmigen Auffängerwand 54, die mit Hilfe von Stützen 39 im Gehäuse 35 befestigt ist, praktisch keine wesentliche kinetische Energie mehr in Wärme umgewandelt wird, so daß eine Kühlung derselben entweder entfällt oder zumindest im Vergleich z. B. in Fig. 1 verhältnismäßig gering gehalten werden kann. Die im Gasraum gebildeten Kondensationsprodukte werden an die Wand 54 geschleudert und bilden einen Belag 51, der durch den über die Welle 56 langsam drehbaren Schaber 55 abgenommen und über eine Öffnung 57 in eine kombinierte Bestrahlungs- und Trenneinrichtung befördert wird. Diese besteht aus einem Gehäuse 7, das durch eine Mittelwand 78 in zwei Kammern aufgeteilt ist, die wiederum durch je einen Vakuumschieber 72 gegenüber dem Behandlungsraum bzw. der Einfüllöffnung 57 abschließbar sind. Eine Schwenklappe 71 sorgt dafür, daß das aus der Öffnung 57 herabrieselnde Kondensat 51 entweder in die eine bzw. die andere Kammer gelangt. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Zustand wird gerade die rechte Kammer gefüllt, die linke ist durch den Schieber 72 vakuummäßig abgeschlossen. Das Kondensat gelangt dabei in den Raum zwischen zwei Kondensatorelektroden 62, die wie gemäß Fig. 1, an einen nichtdargestellten Hochfrequenzgenerator angeschlossen sind. In der linken Kammer ist der Raum zwischen den beiden Elektroden 62 vollkommen mit dem Kondensat 51 gefüllt. In Richtung senkrecht zur Zeichnungsebene sind entsprechend Fig. 3 zwei Lasereinrichtungen 41 und 42 vorgesehen, die nunmehr in die »Kondensatorfüllung« 51 einstrahlen, so daß dadurch die selektive Anregung der einen Isotopenverbindung sowie die dadurch ermöglichte chemische Reaktion mit dem Reaktionspartner stattfindet. Die Leistung der Laserstrahlenquelle sowie der Querschnitt und die Form der zu durchstrahlenden Schicht der Teilchen 51 sind dabei so aufeinander abgestimmt, daß eine etwa gleichmäßige Strahlungsabsorption über den gesamten Querschnitt der Füllung 51 erreicht wird. Dazu und zur besseren Ausnutzung der Strahlung, die durch die Kristallschüttung diffus gestreut wird, ist es z. B. zweckmäßig, die inneren Oberflächen des Behälters 73 reflektierend

auszubilden und für den Eintritt der Strahlung nur schmale Fenster vorzusehen. Anschließend an diese Bestrahlung wird der nichtdargestellte Hochfrequenz-generator eingeschaltet, so daß nunmehr die fraktionierte Destillation stattfindet und die Destillationsprodukte über die Leitung 74, in gleicher Weise wie im Beispiel nach Fig. 1, zur weiteren fraktionierten Kondensation abgeführt und getrennt gesammelt werden.

Alsdann wird nach Umlagen der Schwenklappe 71 und Öffnen des Vakuumschiebers 72 eine Füllung des anderen Behälters 73 mit dem Kondensat 51 aus der Öffnung 57 vorgenommen. Anschließend wird die rechte Kammer durch den Vakuumschieber 72 abgeschlossen, das zwischen den Elektroden 62 befindliche Kondensat 51 entsprechend Fig. 3 bestrahlt und, wie vorstehend beschrieben, die darin enthaltenen Substanzen getrennt usw.

Die Zuführung der Reaktionspartner aus den Vorratsbehältern 1 und 2 erfolgt über die hohle, beispielsweise in Kugellagern 36 gelagerte Welle 34 sowie Kanäle in der Scheibe 33, außerdem sind Lippendichtungen 37 vorgesehen, damit eine saubere Trennung der zugeführten Reaktionspartner vor ihrer Zusammenführung bzw. ihrem Austritt aus den rotierenden Düsen 31 und 32 gewährleistet ist. Der unter anderem für den Anlauf der rotierenden Düsen vorgesehene Antriebsmotor kann, wie hier dargestellt, als Spaltrohrmotor 50 aufgebaut sein, die Gehäusewand 35a ist an dieser Stelle gegenüber der normalen Wandstärke wesentlich dünner gehalten. Gegenüber den den Gehäusewandbereich 35a umschließenden äußeren Feldwicklungen 40 befinden sich auf der Welle 34 die zugehörigen Rotorteile, wobei dieser Motor als Synchronmotor, aber auch als Asynchronmotor auf-

baut sein kann. Anstelle dieses Antriebes könnte selbstverständlich auch ein Turbinenantrieb vorgesehen werden. Da diese Antriebselemente in ihrer Konstruktion jedoch für den eigentlichen Trennvorgang keinen Einfluß haben, wurde von der Beschreibung näherer diesbezüglicher Einzelheiten Abstand genommen.

Bei entsprechend reibungsarmer Lagerung der Welle 34 — z. B. durch Gaslager, Magnetlager usw. — kann auf einen besonderen Antrieb verzichtet werden, die Rückstoßkräfte der die Düsen verlassenden Gasströme bringen die Scheibe 33 auf eine solche Geschwindigkeit, daß die Auftreffgeschwindigkeit der Teilchen auf die Auffängerwand 54 nur noch so gering ist, daß keine großen Anforderungen an die Kühlleistung gestellt werden müssen. Aus diesem Grunde ist ein nach diesen Prinzipien aufgebauter Apparat auch für andere technische Zwecke, z. B. für die Gasverflüssigung geeignet.

Für die isotopenspezifische Anregung der Feststoffteilchen sind alle aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren möglich. Dabei soll insbesondere auf die Mehrquantenabsorption durch kurze Lichtimpulse hingewiesen werden, desgleichen ist auch die Durchführung eines Zweistufenprozesses möglich, bei dem z. B. in der ersten Stufe mit der $3\nu_3$ -Schwingung und in der zweiten Stufe mit einer entsprechenden UV-Schwingung gleichzeitig eingestrahlt wird. Die Wellenzahl der $3\nu_3$ liegt dabei für UF_6 bei 1873 cm^{-1} und jene einer geeigneten UV-Strahlung bei ca. $30\,000\text{ cm}^{-1}$.

Da das Zusatzgas lediglich als Hilfsmittel zur Verbesserung der adiabatischen Entspannung Verwendung findet, ansonsten an der chemischen Umsetzung aber nicht beteiligt ist, kann man bei jenen Stoffen, die bereits einen genügend großen Adiabatenkoeffizienten besitzen, auf den Zusatz eines solchen verzichten.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

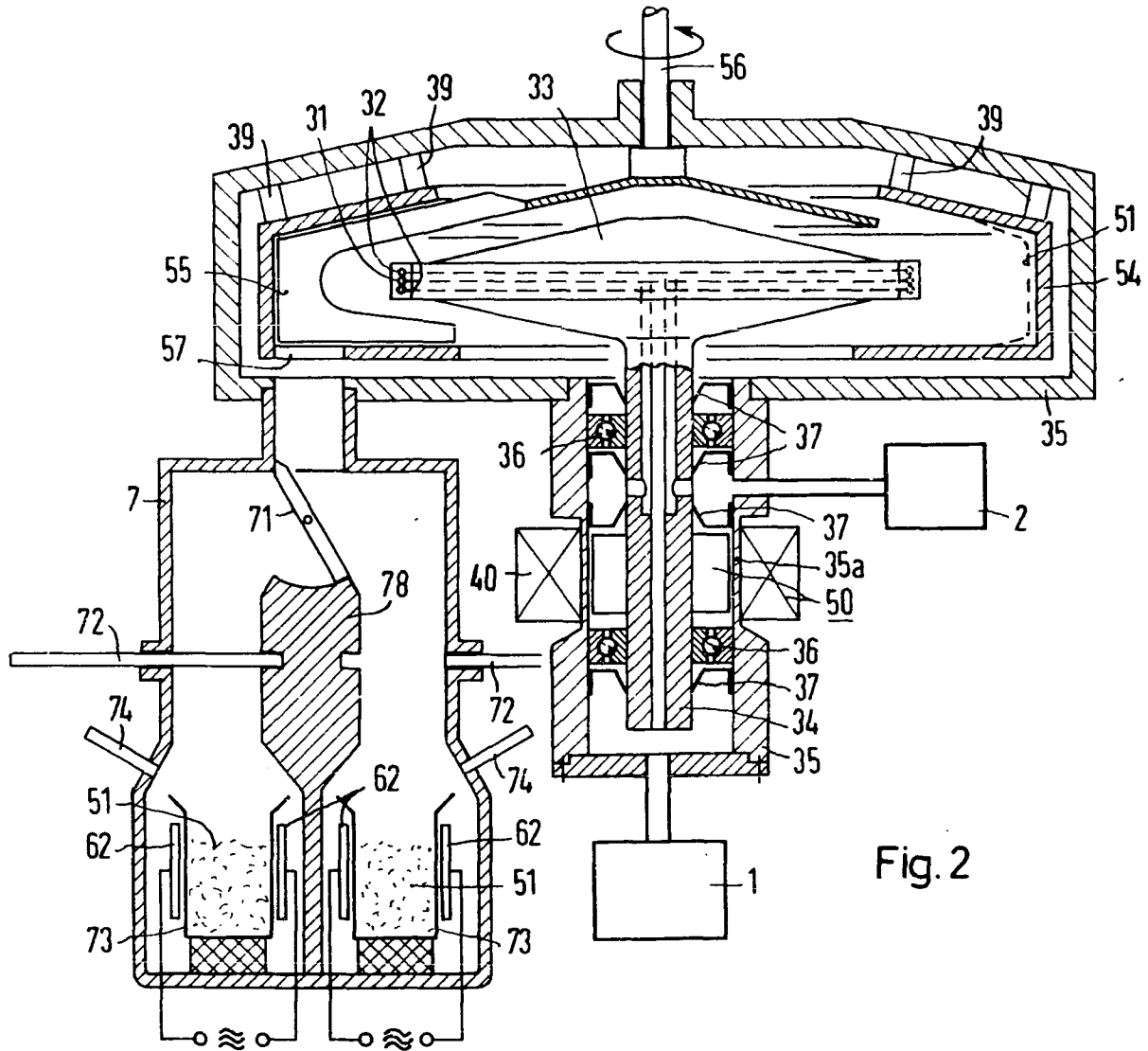


Fig. 2

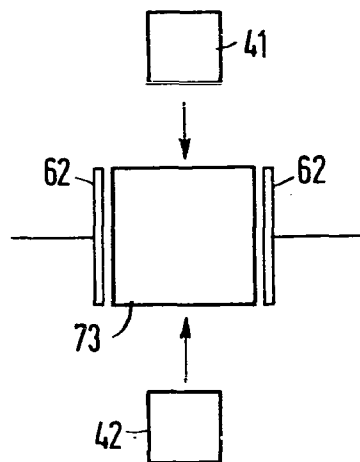


Fig. 3