

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 2923811 C2

⑥① Int. Cl. 3:
B01D 59/34

⑰ Aktenzeichen: P 29 23 811.7-43
⑱ Anmeldetag: 12. 6. 79
⑲ Offenlegungstag: 18. 12. 80
⑳ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 25. 4. 85

DE 2923811 C2

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

⑳ Patentinhaber:

Kraftwerk Union AG, 4330 Mülheim, DE

㉑ Erfinder:

Janner, Karl, Dipl.-Phys., 8520 Erlangen, DE;
Gregorius, Klaus, Dipl.-Phys., 8524 Neunkirchen, DE

㉒ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-OS 26 59 590
DE-OS 23 11 584
US 41 13 509

㉓ Vorrichtung zur Trennung von gasförmigen Isotopengemischen

DE 2923811 C2

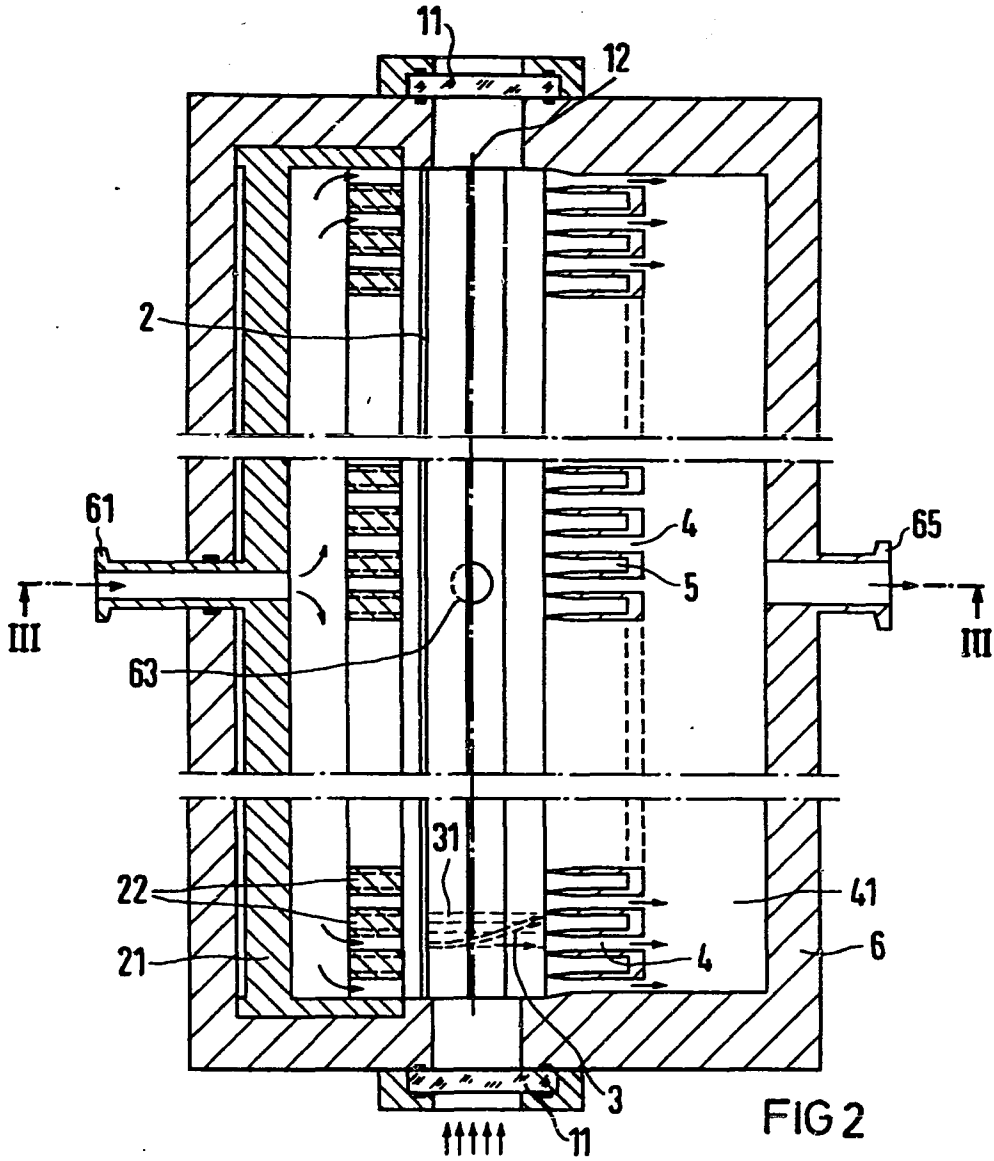


FIG 2

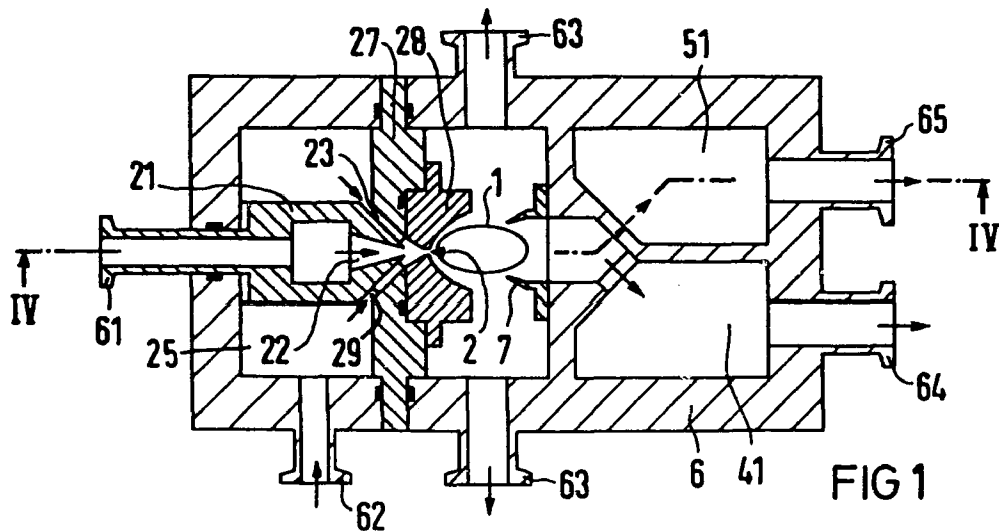


FIG 1

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Trennung von gasförmigen Isotopengemischen, bestehend aus einem evakuierbaren Behälter, der mit fensterartigen Durchlässen für den Zutritt einer elektromagnetischen Strahlung und mit Anschlußstutzen für die Zuführung des Isotopengemisches sowie eventueller Zusatzgase und für die Abführung getrennter Bestandteile versehen ist

und in dem auf der einen Seite des Ausbreitungsweges der elektromagnetischen Strahlung eine schlitzenartig geformte Düse zur Ausbildung eines Gasstrahls des Isotopengemisches

und auf der anderen Seite des Ausbreitungsweges der elektromagnetischen Strahlung Auffangeinrichtungen für die getrennten Bestandteile des Isotopengemisches angeordnet sind, denen Abschäler vorgeschaltet sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Düse (28) ein zur Düse hin ebenfalls schlitzenartig geformter Gaszuführungskörper (21) vorgeschaltet ist,

daß der Schlitz des Gaszuführungskörpers (21) durch senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Strahlung verlaufende Wände (22) unterteilt ist, wodurch eine Vielzahl von Einzeldüsen (2) für das gasförmige Isotopengemisch ausgebildet wird,

und daß die Auffangeinrichtungen (4, 5) in entsprechender Anzahl vorhanden sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß oberhalb und unterhalb der Einzeldüsen (2) Abstandsstege (23) angeordnet sind, die zur Justierung der Lage des Gaszuführungskörpers (21) gegenüber der Düse (28) dienen und deren Zwischenräume schmale Auslässe für ein Inertgas oder Inertgasgemisch ergeben, wobei die Abstandsstege (23) für die Auslässe des Inertgases oder Inertgasgemisches abwechselnd mit den Wänden (22) für die Einzeldüsen (2) angeordnet sind und die durch die Abstandsstege (23) gebildeten Auslässe mit einem Zuführungsraum (25) für das Inertgas oder Inertgasgemisch verbunden sind.

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Trennung von Stoffgemischen und ist bei der konstruktiven Ausgestaltung einer Vorrichtung anzuwenden, mit der gasförmige Isotopengemische unter Anwendung einer elektromagnetischen Strahlung getrennt werden.

Bekannte Vorrichtungen dieser Art bestehen aus einem evakuierbaren Behälter, der mit fensterartigen Durchlässen für den Zutritt einer elektromagnetischen Strahlung und mit Anschlußstutzen für die Zuführung des Isotopengemisches sowie eventueller Zusatzgase und für die Abführung getrennter Bestandteile versehen ist. In dem evakuierbaren Behälter sind auf der einen Seite des Ausbreitungsweges der elektromagnetischen Strahlung eine schlitzenartig geformte Düse zur Ausbildung eines Gasstrahls des Isotopengemisches und auf der anderen Seite des Ausbreitungsweges der elektromagnetischen Strahlung Auffangeinrichtungen für die getrennten Bestandteile des Isotopengemisches angeordnet, wobei den Abfangeinrichtungen Abschäler vorgeschaltet sind (DE-OS 26 59 590, US-PS 41 19 509).

Für diese bekannten Vorrichtungen ist charakteristisch, daß den unterschiedlichen Molekülen des Molekülstrahles durch die elektromagnetische Strahlung eine unterschiedliche Geschwindigkeit und Strömungsrichtung erteilt wird. Dabei besteht aber die Gefahr, daß die aus dem Molekülstrahl herausgedrängten angeregten Teilchen in Bereiche mit der ursprünglichen Isotopenzusammensetzung gelangen, so daß der dort erreichbare Trenneffekt und damit der Anreicherungsgrad nur recht gering ist.

Ausgehend von einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1 liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Vorrichtung konstruktiv so auszugestalten, daß sich ein besserer Trenneffekt und damit ein besserer Anreicherungsgrad ergibt, wobei die den Trenneffekt beeinträchtigenden Grenzschichten wenigstens teilweise vermieden sind.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist gemäß der Erfindung vorgesehen, daß der Düse ein zur Düse hin ebenfalls schlitzenartig geformter Gaszuführungskörper vorgeschaltet ist, daß der Schlitz des Gaszuführungskörpers durch senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Strahlung verlaufende Wände unterteilt ist, wodurch eine Vielzahl von Einzeldüsen für das gasförmige Isotopengemisch ausgebildet wird, und daß die Auffangeinrichtungen in entsprechender Anzahl vorhanden sind.

Zur weiteren Verbesserung des mit der neuen Vorrichtung erzielten Trenneffekten kann die Vorrichtung in Weiterbildung der Erfindung auch derart ausgebildet sein, daß oberhalb und unterhalb der Einzeldüsen Abstandsstege angeordnet sind, die zur Justierung der Lage des Gaszuführungskörpers gegenüber der Düse dienen und deren Zwischenräume schmale Auslässe für ein Inertgas bzw. ein Inertgasgemisch ergeben, wobei die Abstandsstege für die Auslässe des Inertgases bzw. Inertgasgemisches abwechselnd mit den Wänden für die Einzeldüsen angeordnet sind und die durch die Abstandsstege gebildeten Auslässe mit einem Zuführungsraum für das Inertgas bzw. Inertgasgemisch verbunden sind.

Ein Ausführungsbeispiel der neuen Vorrichtung ist in den Fig. 1 und 2 im Querschnitt sowie im Längsschnitt dargestellt. Diese Vorrichtung dient zur Trennung eines Isotopengemisches, das aus $^{235}\text{UF}_6$ - und $^{238}\text{UF}_6$ -Molekülen besteht.

Gemäß den Fig. 1 und 2 ist zur Bestrahlung eines Isotopengemisches als elektromagnetische Welle eine Laserstrahlung vorgesehen, die von einem nicht näher dargestellten Lasergerät ausgeht. Diese Strahlung tritt über ein Fenster 11 in die Vorrichtung ein und durchsetzt sie entlang ihrer gedachten Achse 12. Das Fenster 11 ist über Dichtungen auf das Gehäuse 6 der Vorrichtung aufgesetzt. Entlang der Achse 12 der Laserstrahlung ist eine Reihe von Düsen 2 vorgesehen, durch die hindurch die zu trennende gasförmige Stoffmischung beispielsweise adiabatisch entspannt wird. Dabei sind die Düsen 2 mit Hilfe einer Schlitzdüse 28 (Grunddüse) ausgebildet, die auf einen Düsenträger 27 montiert ist, der seinerseits in das Gehäuse 6 eingespannt ist. Die Zuführung des zu trennenden Stoffgemisches geschieht über einen Zuführungskörper 21, dessen schlitzenförmige Austrittsöffnungen kurz vor der Engstelle der Schlitzdüse 28 liegen. Abstandsstege 23 sorgen dabei für diese räumliche Zuordnung. In der vorderen Ausströmöffnung des Zuführungskörpers 21 sind nun zur Ausbildung der Einzeldüsen 2 und damit der dünnen Stoffgemischstrahlen 3 Teilungskörper 22 vorgesehen. — Über

einen Anschlußstutzen 6', der abdichtend durch das Gehäuse geführt ist, ist der Zuführungskörper 21 mit einem nicht dargestellten Vorratsbehälter für eine Mischung aus beispielsweise UF_6 und einem Zusatzgas verbunden.

Der entspannte Stoffgemischstrahl, der sich mit Überschallgeschwindigkeit bewegt, tritt in die den Düsen 2 gegenüberliegenden Diffusoren 4 ein. Durch die Ablenkung des magnetischen Feldes der Laserstrahlung 1 jedoch werden beispielsweise die $235 UF_6$ -Moleküle angeregt und polarisiert und treten aus dem Stoffgemischstrahl aus. Sie treten daher nicht mehr mit in die Diffusoren 4 ein, sondern in die zwischen diesen liegenden Räumen 5 und von dort in einen Sammelraum 51, aus dem sie abgesaugt werden. Das an $235 UF_6$ abgereicherte Stoffgemisch, das in die Diffusoren 4 eintritt, gelangt aus diesen in den Sammelraum 41 und wird von dort wieder abgesaugt. Die dazu vorgesehenen, jedoch nicht dargestellten Pumpen stellen dabei nicht nur den Abtransport der zugeführten Gase sicher, sondern dienen im Zusammenwirken mit Stellorganen, wie z. B. Ventilen, auch der Einstellung der richtigen Druckverhältnisse, damit in Zusammenwirken mit einer entsprechenden Wandgestaltung der Diffusoren, die an sich bekannt ist, eine sogenannte Druckrückgewinnung eintritt, in deren Gefolge die Gasgeschwindigkeit wieder in den Unterschallbereich gelangt.

Wichtig ist dabei, daß die die Düsen 2 verlassenden Gasstrahlen 3 dünn sind — ihre Dicke sollte weniger als das 10^4 -fache der mittleren freien Weglänge betragen —, um das $235 UF_6$ rasch mit relativ kleiner Laserleistungsdichte aus den Gasstrahl herauszuführen und um die Stoßhäufigkeit zwischen polarisiertem bzw. angeregtem $235 UF_6$ und $238 UF_6$ auf seinem Weg quer durch die Gasstrahlen nicht zu groß werden zu lassen.

Zur weiteren Verbesserung des Trenneffektes der dargestellten Vorrichtung ist vorgesehen, daß sich zwischen den parallel zueinander verlaufenden Stoffgemischstrahlen 3 Zwischengasstrahlen 31 aus einem Inertgas oder einem Inertgasgemisch, z. B. Edelgasen, Stickstoff usw., befinden. Hierzu ist einerseits der Raum 25 über einen weiteren Anschlußstutzen 62 mit einem nicht dargestellten Vorratsbehälter für ein innerstes Zwischengas verbunden. Andererseits sind die Abstandsstege 23, die auch zur Justierung der Lage der Zuführungskörper 21 gegenüber der Düse 28 dienen, oberhalb und unterhalb der durch die Teilungskörper 22 gebildeten Einzeldüsen 2 so angeordnet, daß sich Zwischenräume 29 zwischen den Stegen 23 ergeben. Durch diese Zwischenräume 29 hindurch können Inertgase oder Inertgasgemische aus dem Raum 25 in die Düse 28 strömen und dort nach ihrer Entspannung dünne Gasstrahlen 31 bilden, die sich entlang der Achse 12 der Laserstrahlung mit den Stoffgemischstrahlen 3 abwechseln. Durch diese Abwechslung der Schichtung der Stoffgemischstrahlen 3 mit denen der inerten Zwischengase 31 werden durch die besondere Form ihrer Erzeugung Grenzschichten zwischen den Gasstrahlen vermieden. Zwischengas und UF_6 -haltige Mischung werden bezüglich Molekulargewicht und Adiabatenexponent so aufeinander abgestimmt, daß sie nahezu die gleiche Geschwindigkeit haben. Neben der Vermeidung der schädlichen Grenzschichten zwischen den Teilgasströmen ist auf diese Weise auch die Druckrückgewinnung in den Diffusoren 4 und deren Zwischenräumen 5, die wiederum an Absaugeräume 41 und 51 angeschlossen sind, ermöglicht bzw. verbessert.

Wie bereits erwähnt, entfallen hier die Grenzschichten zwischen den geschichteten Gasströmungen 3 und

31, jedoch nicht jene an der Stirnseite derselben. Zur Unschädlichmachung dieser verbleibenden Grenzschichten werden diese ganz oder teilweise durch einen Abschäler 7 von den Gasströmungen 3 und 31 abgetrennt und über die Anschlußstutzen 63 mit einem nicht dargestellten Pumpensystem abgesaugt, so daß nur die selektiv angeregten Teile der Stoffgemischstrahlen 3 mit ihren nicht abgelenkten und abgelenkten Anteilen in die Diffusoren 4 und 5 eintreten. Die Strömung wird durch genügend kleine Abmessungen der Düse, entsprechende Wahl der Strömungsparameter und der Gaszusammensetzung im Bereich von Düsen und Diffusoreintritt laminar gehalten, um eine störende Durchmischung der Stoffgemischstrahlen und Zwischenstrahlen, also z. B. der UF_6 -haltigen und neutralen Gasstrahlen, zu vermeiden. Der Bereich der Strahlung 1 ist in der Fig. 1 mit einem Oval dargestellt. Ein derartiger Strahlungsquerschnitt kann beispielsweise durch Reflektion zwischen nicht dargestellten Spiegeln erzeugt werden, wobei für den Fall der magnetischen Ablenkung der Laserstrahl so geführt wird, daß er den Gasstrahl immer in gleicher Richtung durchsetzt.

Die Vorrichtung gemäß Fig. 1 und 2 ermöglicht somit eine getrennte Zufuhr des gasförmigen Stoffgemisches sowie des Zwischengases zur in Einzeldüsen 2 unterteilten Entspannungsdüse 28. Dabei werden grenzschichtfreie, geschichtete und adiabatisch entspannte Gasströme 3 und 31 gebildet. Zum Auffangen dieser Gasströme sind die Diffusoren 4 und deren ebenfalls als Diffusoren wirkende Zwischenräume 5 vorgesehen, wobei in dem Diffusor 5 nicht nur das Zwischengas, sondern auch z. B. die durch das magnetische Feld der Laserstrahlung abgelenkten $235 UF_6$ -Moleküle unter Druckrückgewinnung aufgefangen, zum Sammelraum 51 und über den Absaugestutzen 65 weitergeleitet werden. Die an $235 UF_6$ abgereicherte Gasmischung tritt unter Druckrückgewinnung durch den Diffusor 4 in den Sammelraum 41 und gelangt über den Anschlußstutzen 64 zur Absaugpumpe.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen
