



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 938 251 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.08.1999 Patentblatt 1999/34

(51) Int. Cl.⁶: H05H 3/02

(21) Anmeldenummer: 99102070.2

(22) Anmeldetag: 02.02.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• Tschersich, Karl G., Dr.
52428 Jülich (DE)
• Fleischhauer, Johannes
52525 Heinsberg (DE)

(30) Priorität: 18.02.1998 DE 19806692

(74) Vertreter:
Paul, Dieter-Alfred, Dipl.-Ing. et al
Fichtestrasse 18
41464 Neuss (DE)

(71) Anmelder:
FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH
52425 Jülich (DE)

(54) Vorrichtung zur Erzeugung eines Strahls von Atomen oder Radikalen

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Strahls von Atomen oder Radikalen durch thermische Dissoziation eines Gases, mit einem Rohr (1), das an seinem einen Ende an eine Gasquelle (2) anschließbar ist und an seinem anderen Ende eine Gasaustrittsöffnung (3) aufweist, und einer Heizvorrichtung (4), um das Rohr (1) zu erwärmen, wel-

che dadurch gekennzeichnet ist, daß die Heizvorrichtung (4) wenigstens einen Heizdraht (5) zur Erwärmung des Rohrs (1) durch Wärmestrahlung aufweist und der Heizdraht (5) das Rohr (1) im Bereich der Gasaustrittsöffnung (3) unter Herstellung eines elektrischen Kontakts berührt, im übrigen aber mit Abstand umgibt.

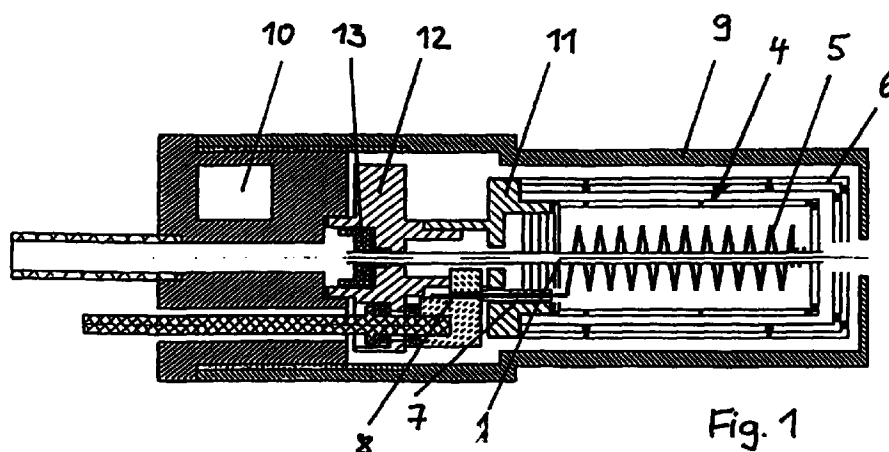


Fig. 1

EP 0 938 251 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Strahls von Atomen oder Radikalen durch thermische Dissoziation eines Gases, mit einem Rohr, das an seinem einen Ende an eine Gasquelle anschließbar ist und an seinem anderen Ende eine Gasaustrittsöffnung aufweist, und einer Heizvorrichtung, um das Rohr zu erwärmen.

[0002] Vorrichtungen zur Erzeugung eines Strahls von Atomen durch thermische Dissoziation eines Gases in einem heißen, axial durchströmten Rohr sind bekannt und beispielsweise in dem Artikel „Some properties of hydrogenated amorphous silicon produced by direct reaction of silicon and hydrogen atoms“ von R.E. Viturro und K. Weiser, erschienen im Philosophical Magazine B, 1986, Vol. 53, Nr. 2, 93-103 beschrieben.

[0003] Für die thermische Dissoziation von Gasen sind sehr hohe Temperaturen erforderlich, die beispielsweise bei Wasserstoff- oder Sauerstoffgasen im Bereich von 1500 K bis 2500 K liegen. Um das gasdurchströmte Rohr auf diese extrem hohe Temperaturen zu erwärmen, werden bei den bekannten Vorrichtungen sogenannte Elektroden-Bombardement-Heizungen verwendet. Dabei wird ein außerhalb des Rohres befindlicher Glühfaden durch direkten Stromdurchgang so hoch erhitzt, daß er Elektronen emittiert, die aufgrund einer zwischen dem Glühfaden und dem Rohr anliegenden Spannung in der Größenordnung von etwa 1000 V auf das Rohr hin beschleunigt werden.

[0004] Diese Art der Heizung durch Elektronen-Bombardement hat zwar den Vorteil, daß eine vergleichsweise große Heizleistung auf das Rohr aufgebracht werden kann. Sie ist jedoch mit dem Nachteil verbunden, daß zur Erzeugung der zwischen Glühfaden und Rohr anliegenden Spannung der Glühfaden nahe Erdpotential und das Rohr auf positiver Hochspannung liegen muß. Die zum Rohr hin beschleunigten Elektronen haben daher in der Rohrnähe ausreichend Energie für eine Stoßionisation des aus der Gasaustrittsöffnung des Rohres austretenden Gases sowie des Restgases. Die dabei entstehenden positiven Ionen werden vom Rohr weg beschleunigt, wobei sie den Atomstrahl kreuzen können und dann wegen ihrer hohen Energie eine unerwünschte Verunreinigung des Atomstrahls darstellen.

[0005] Man kann die Verunreinigung durch Ionen dadurch vermeiden, daß man das Rohr auf Erdpotential und den Glühfaden auf Hochspannung legt. Dies hat aber den Nachteil, daß ein ebenfalls auf Hochspannung liegender „Elektronen-Reflektor“ so angebracht werden muß, daß die Elektronen nur auf das Rohr und nicht auf weitere auf Erdpotential liegende Bauteile hin beschleunigt werden. Ferner ist es erforderlich, die auf Hochspannung liegenden Bauteile zu isolieren und entweichende Elektronen zu unterdrücken, was mit zum Teil erheblichem technischem Aufwand verbunden ist. Generell erfordert die Isolation der auf Hochspannung

liegenden Bauteile besondere konstruktive Beachtung, da diese Bauteile zum Teil auf sehr hohen Temperaturen liegen. Eine besondere Gefahr bildet das Bedampfen der Isolatoren, das zum Versagen der Heizung führt.

[0006] Weiterhin wird häufig als nachteilig angesehen, daß man für die elektrische Versorgung einer Elektronen-Bombardement-Heizung ein Hochspannungsgerät, welches einen Elektronen-Emissionsstrom von etwa 60 mA bis 0,7 Ampère zuläßt, sowie eine Elektronen-Emissionsstrom-Regelung, ohne die der Emissionsstrom wegen der positiven Rückkoppelung zwischen Rohr- und Glühfadentemperatur instabil wäre, benötigt, da hierdurch die Vorrichtung teuer wird.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Strahls von Atomen oder Radikalen durch thermische Dissoziation eines Gases der eingangs genannten Art so auszubilden, daß Verunreinigungen des Atomstrahls weitgehend vermieden werden und gleichzeitig der Aufwand für die elektrische Versorgung und elektrische Isolation gering ist.

[0008] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Heizvorrichtung wenigstens einen Heizdraht zur Erwärmung des Rohres durch Wärmestrahlung aufweist und der Heizdraht das Rohr im Bereich der Gasaustrittsöffnung unter Herstellung eines elektrischen Kontakts berührt, im übrigen aber mit Abstand umgibt. Erfindungsgemäß erfolgt die Erwärmung des Rohrs auf die für die thermische Dissoziation eines Gases erforderliche Temperatur nicht wie im Stand der Technik durch Elektronen-Bombardement, sondern durch Wärmestrahlung. Hierdurch können die mit der Verwendung einer Elektronen-Bombardement verbundenen Nachteile einer Stoßionisation des aus der Mündung austretenden Gases durch die beschleunigten Elektronen beziehungsweise des Erfordernisses eines Elektronen-Reflektors vermieden werden.

[0009] Da für eine Widerstandsheizung keine Hochspannung verwendet zu werden braucht, sind auch das Vorhandensein eines Hochspannungsgeräts und der damit verbundenen aufwendigen Isolation sowie einer Elektronen-Emissionsstrom-Regelung nicht erforderlich. Im Ergebnis ist damit die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erzeugung eines Atomstrahls vergleichsweise einfach im Aufbau und daher preiswert.

[0010] Durch die Kontaktierung des Heizdrahtes am Rohr wird des weiteren erreicht, daß der den Heizdraht durchfließende Heizstrom über das Rohr zur Erde abfließen kann.

[0011] In Ausbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Heizdraht, der beispielsweise wendelförmig ausgebildet sein kann, im Bereich der Gasaustrittsöffnung in wenigstens einer Windung ausläuft, wobei die enge Windung das Rohr umgibt und an diesem anliegt, um einen elektrischen Kontakt mit diesem zu bilden. Bei dieser Ausgestaltung dient das Rohr als Stütze des Heizdrahtes im Bereich der Gasaustrittsöffnung, wodurch verhindert werden kann, daß sich der Heizdraht in heißem Zustand derart verformt, daß in dem

Bereich, in dem er das Rohr mit Abstand umgeben soll, ein Kurzschluß zum Rohr stattfindet, durch den dann Teile des Heizdrahtes nicht mehr vom Strom durchflossen würden. Desweiteren wird auch effektiv verhindert, daß sich ein Kurzschluß zu Wärmereflektoren wie beispielsweise Strahlungsblechen bildet, die das Rohr und den Heizdraht bereichsweise umgeben können, um die vom Heizdraht entwickelte Ohmsche Wärme effektiv zu nutzen. Die Gefahr eines solchen Kurzschlusses wurde insbesondere dann bestehen, wenn in Abweichung von der beschriebenen Ausgestaltung der Heizdraht das Rohr an keiner Stelle berühren würde und gegenüber diesem vollständig isoliert aufgebaut wäre.

[0012] Hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen der Erfindung wird auf die Unteransprüche sowie die nachfolgende Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung verwiesen. In der Zeichnung zeigt

Figur 1 eine Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung eines Strahls von Atomen oder Radikalen gemäß der vorliegenden Erfindung im Längsschnitt und

Figur 2 die erfindungswesentlichen Teile der in Figur 1 gezeigten Vorrichtungen in vergrößerter Darstellung.

[0013] In den Figuren ist eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erzeugung eines Strahls von Atomen oder Radikalen durch thermische Dissoziation eines Gases dargestellt. Beispielsweise kann diese Vorrichtung verwendet werden, um Wasserstoffgas durch Wärmeeinwirkung zu zersetzen und so einen Strom von Wasserstoffatomen zu bilden. Die thermische Dissoziation wird erreicht, indem das zu dissoziierende Gas durch ein Rohr 1 geführt und dabei auf eine zur Zersetzung des Gases führende Temperatur, die etwa im Bereich von 1500 bis 2500 K liegen kann, erhitzt wird. Hierzu weist die Vorrichtung ein Rohr 1 auf, das an seinem einen Ende an eine Gasleitung 2 angeschlossen ist und an seinem anderen Ende eine Gasaustrittsöffnung 3 aufweist. Das Rohr 1 hat in der dargestellten Ausführungsform eine Länge von 64 mm und einen Innendurchmesser von etwa einem mm.

[0014] Zur Erwärmung des Rohres 1 ist eine als Widerstandsheizung ausgebildete Heizvorrichtung 4 vorgesehen. Zu dieser Heizvorrichtung 4 gehört ein wendelförmiger Heizdraht 5 aus einem Wolframmaterial, der das Rohr 1 umgibt und etwa coaxial zu diesem angeordnet ist. Der Heizdraht 5 hat im Vergleich zum Rohr 1 eine große gestreckte Länge von etwa 300 mm und hat einen Durchmesser von 0,5 mm. An seinem einen, zur Gasaustrittsöffnung 3 weisenden Ende läuft der Heizdraht 5 in zwei enge Windungen 5a aus, die am Rohr 1 anliegen und einen elektrischen Kontakt mit diesem bilden, und an seinem anderen Ende ist der Heizdraht 5 isoliert in einer Halterung 7 befestigt und über

eine elektrische Leitung 8 mit einer Spannungsquelle verbunden. Durch die Kontaktierung des Heizdrahtes 5 am Rohr 1 wird erreicht, daß im Betrieb der durch den Heizdraht 5 fließende Heizstrom über das Rohr 1 zur Erde abfließt. Des weiteren stützt das Rohr 1 den Heizdraht 5 und verhindert, daß sich dieser in heißem Zustand so weit verformt, daß sich einerseits zwischen den beiden engen Windungen 5a und der Halterung 7 ein Kurzschluß vom Heizdraht 5 zum Rohr 1 bildet, der zur Folge hätte, daß der Heizstrom direkt über das Rohr 1 abfließen und nicht weiter durch den Heizdraht 5 bis zu den engen Windungen 5a strömen würde, oder daß sich andererseits ein Kurzschluß zwischen dem Heizdraht 5 und anderen Bauteilen bildet. Diese Gefahr würde insbesondere dann bestehen, wenn beide Enden des Heizdrahtes isoliert aus dem mit Strahlungsblechen 6 umgebenen Raum herausgeführt würden.

[0015] Im Heizbereich, in dem das Rohr 1 durch die Heizvorrichtung 4 erwärmt wird, sind das Rohr 1 und der Heizdraht 5 von Wärmereflektoren in der Form von einem Paket von Strahlungsblechen 6 umgeben, die die vom Heizdraht 5 nach außen abgegebene Wärmestrahlung zurück zum Rohr 1 reflektieren, um die von der Heizwendel 5 entwickelte Wärme effektiv zu nutzen.

[0016] Außerhalb der Strahlungsbleche 6 befindet sich ein Gehäuse 9, das als zylindrischer Kupfermantel ausgebildet und mit einer nur schematisch angedeuteten Wasserkühlung 10 verbunden ist. In dem Gehäuse 9 sind die Strahlungsbleche 6 durch ein Bauteil 11, das aus einem Material höher Temperaturbeständigkeit besteht, gehalten. Des weiteren ist in dem Gehäuse 9 eine Halterung 12 vorgesehen, die das gasleitungsseitige Ende des Rohres 1 trägt und mit nicht dargestellten Schrauben gegen den wassergekühlten Körper angezogen und gedichtet ist.

[0017] Im Betrieb wird die Heizwendel 5 mit einer Heizleistung von 150 Watt, die durch eine Heizspannung von 13 Volt und einem Heizstrom von 11,5 Ampère erreicht wird, erwärmt. Versuche haben gezeigt, daß hierdurch in der Nähe der Gasaustrittsöffnung 3 eine Rohrtemperatur von annähernd 2200 K erreicht werden kann, die ausreichend ist, um Wasserstoff zu dissoziieren. Aus der Widerstandserhöhung der Wendel des Heizdrahtes 5 kann abgeschätzt werden, daß die Wendeltemperatur bei 2350 K und damit nur 150 K über der Rohrtemperatur liegt. Eine geringe Übertemperatur des Heizdrahtes gegenüber der Temperatur des Rohres ist günstig für eine geringe Abdampfrate von Wolfram von dem Heizdraht 5 und eine lange Lebensdauer des Heizdrahtes.

[0018] Bei der Durchführung des Versuchs hat sich gezeigt, daß sich die Winkelverteilung des aus der Gasaustrittsöffnung 3 austretenden Strahls von atomarem Wasserstoff sowie dessen Dissoziationsgrad qualitativ wie bei einer zuvor betriebenen Quelle mit Elektronen-Bombardement-Heizung verhält, daß aber die eingangs genannten Nachteile einer Elektronen-Bombardement-Heizung vermieden werden können.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung eines Strahls von Atomen oder Radikalen durch thermische Dissoziation eines Gases, mit einem Rohr (1), das an seinem einen Ende an eine Gasquelle (2) anschließbar ist und an seinem anderen Ende eine Gasaustrittsöffnung (3) aufweist, und einer Heizvorrichtung (4), um das Rohr (1) zu erwärmen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Heizvorrichtung (4) wenigstens einen Heizdraht (5) zur Erwärmung des Rohrs (1) durch Wärmestrahlung aufweist und der Heizdraht (5) das Rohr (1) im Bereich der Gasaustrittsöffnung (3) unter Herstellung eines elektrischen Kontakts berührt, im übrigen aber mit Abstand umgibt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der wenigstens eine Heizdraht (5) wendelförmig ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Heizdraht (5) im Bereich der Gasaustrittsöffnung (3) in wenigstens einer engen Windung (5a) ausläuft, die am Rohr (1) anliegt und einen elektrischen Kontakt mit diesem bildet.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Heizvorrichtung (4) mehrere Heizdrähte zur Erwärmung des Rohrs (1) durch Wärmestrahlung aufweist.
5. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Rohr (1) und der Heizdraht (5) zumindest in dem Bereich, in dem das Rohr (1) durch den Heizdraht (5) erwärmt wird, von Wärmereflektoren, insbesondere von Strahlungsblechen (6), umgeben sind.
6. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Rohr (1) sowie die Heizvorrichtung (4) in einem wassergekühlten Gehäuse (9) angeordnet sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

