

(19)



(11)

EP 4 379 742 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.06.2024 Patentblatt 2024/23

(21) Anmeldenummer: **23212820.7**

(22) Anmeldetag: **28.11.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
G21C 17/017 ^(2006.01) **G21F 9/00** ^(2006.01)
G21F 9/28 ^(2006.01) **B08B 9/032** ^(2006.01)
B08B 9/055 ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B08B 9/0322; G21C 17/017; G21F 9/004;
G21F 9/28; B08B 9/0553

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **01.12.2022 DE 102022131914**

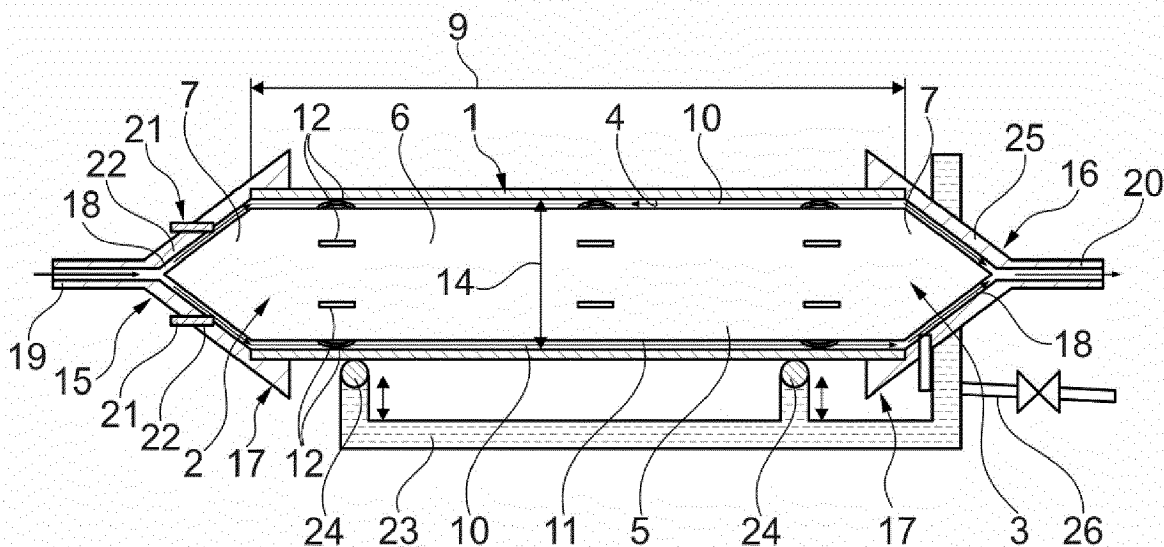
(71) Anmelder: **RWE Nuclear GmbH**
45141 Essen (DE)

(72) Erfinder:
• **Wolff, Dr. Holger**
45141 Essen (DE)
• **Molitor, Hans-Peter**
45141 Essen (DE)
(74) Vertreter: **Schwenderling, Jens**
KEENWAY Patentanwälte Neumann Heine
Taruttis
PartG mbB
Postfach 103363
40024 Düsseldorf (DE)

(54) DEKONTAMINATION VON ROHRLEITUNGSABSCHNITTEN

(57) Das hiervorgestellte Verfahren zur chemischen Dekontamination eines Rohrleitungsabschnittes (1) beruht darauf, dass nicht der vollständige Querschnitt des Rohrleitungsabschnittes (1) von einem Dekontaminationsmittel durchströmt wird. Vielmehr wird ein Blockierkörper (5) in den Rohrleitungsabschnitt (1) eingeführt, so dass nur in einem umlaufenden Spalt (10) Dekontami-

nationsmittel strömt. So kann das notwendige Volumen an Dekontaminationsmittel deutlich reduziert werden. Gleichzeitig wird der zur Erreichung einer bestimmten Reynoldszahl notwendige Volumenstrom deutlich gesenkt, so dass insgesamt der Dekontaminationsvorgang effizienter durchgeführt werden kann.

**Fig. 1****EP 4 379 742 A1**

Beschreibung

[0001] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Dekontaminieren von kontaminierten Rohrleitungsabschnitten, beispielsweise aus einem Primärkreislauf eines Kernkraftwerkes.

[0002] Kontaminationen können beispielsweise auf dem Anhaften von Radionukliden oder von chemischen Verbindungen beruhen. Insbesondere bei kerntechnischen Anlagen wie einem Kernkraftwerk kommt es zur Kontamination mit Radionukliden, beispielsweise in einem Primärkreislauf eines Kernkraftwerkes. Beim Austausch von Bauteilen oder auch beim Rückbau der kerntechnischen Anlage ist eine Dekontamination notwendig, um die Menge an zu deponierendem radioaktiven Material zu reduzieren. So ist es beispielsweise bekannt, radioaktiv kontaminierte Oberflächen eines Bauteils mechanisch abzutragen, bis die Kontamination entfernt ist. Hierdurch muss nicht das vollständige Bauteil deponiert werden, sondern nur das abgetragene Material. Weiterhin ist es bekannt, die Kontaminationen chemisch zu lösen, indem ein Dekontaminationsmittel beispielsweise umfassend Salzsäure mit der zu dekontaminierenden Oberfläche in Kontakt gebracht wird, so dass die Kontaminationen durch chemische Reaktionen abgelöst werden und die Reaktionsprodukte im Dekontaminationsmittel verbleiben. Das Dekontaminationsmittel ist dann entweder vollständig zu dekontaminieren oder es muss eine Aufkonzentrierung beispielsweise durch Verdampfung und ähnlichem erfolgen. Dies ist insbesondere dann aufwändig, wenn Rohrleitungen mit großem Durchmesser von 400 mm [Millimeter] und mehr chemisch dekontaminiert werden sollen, da die Menge an Dekontaminationsmittel durch die großen Rohrdurchmesser erheblich ist.

[0003] Hierauf aufbauend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile bei der chemischen Dekontaminierung von Rohrleitungen zumindest teilweise zu überwinden. Die Aufgabe wird gelöst mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs. Die abhängigen Ansprüche sind auf vorteilhafte Weiterbildungen gerichtet.

[0004] Vorsorglich sei angemerkt, dass die hier verwendeten Zahlwörter ("erste", "zweite", ...) vorrangig (nur) zur Unterscheidung von mehreren gleichartigen Gegenständen, Größen oder Prozessen dienen, also insbesondere keine Abhängigkeit und/oder Reihenfolge dieser Gegenstände, Größen oder Prozesse zueinander zwingend vorgeben. Sollte eine Abhängigkeit und/oder Reihenfolge erforderlich sein, ist dies hier explizit angegeben oder es ergibt sich offensichtlich für den Fachmann beim Studium der konkret beschriebenen Ausgestaltung.

[0005] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Dekontaminieren eines Rohrleitungsabschnitts, der einen Anfangsbereich und einen Endbereich aufweist, durch Inkontaktbringen einer Innenfläche des Rohrleitungsab-

schnitts mit einem Dekontaminationsmittel, zeichnet sich dadurch aus, dass ein Blockierkörper in den Rohrleitungsabschnitt eingeführt wird, der sich zumindest über die Länge des Rohrleitungsabschnittes erstreckt und das Innere des Rohrleitungsabschnitts bis auf einen zwischen einer Außenfläche des Blockierkörpers und der Innenfläche des Rohrleitungsabschnitts liegenden Spalt blockiert, wobei der Blockierkörper über Abstandshalter verfügt, die sich von der Außenfläche des Blockierkörpers in Richtung der Innenfläche des Rohrleitungsabschnitts erstrecken und die den Spalt definieren, wobei das Dekontaminationsmittel durch den Spalt vom Anfangsbereich zum Endbereich strömt.

[0006] Bei dem vorliegenden Verfahren handelt es sich um ein Verfahren zum chemischen Dekontaminieren. Der Rohrleitungsabschnitt ist bevorzugt zylindförmig ausgebildet und ist bevorzugt ein Stück eines Rohres, welches beispielsweise aus einem Primärkreislauf einer kerntechnischen Anlage getrennt wurde. Die Kontaminationen auf der Innenfläche des Rohrleitungsabschnitts sowie eventuell dort aufgetragene Beschichtungen werden durch chemische Reaktionen mit dem Dekontaminationsmittel gelöst, die entsprechenden Reaktionsprodukte werden mit dem Dekontaminationsmittel fortgespült. Rohrleitungsabschnitte sind üblicherweise ausschließlich im Inneren kontaminiert, da, selbst im Primärkreislauf einer kerntechnischen Anlage, nur das Innere des Rohrleitungsabschnitts mit einer kontaminierten Flüssigkeit in Kontakt kommt. Durch das hier vorgestellte Verfahren kann das für die Durchführung der chemischen Dekontamination notwendige Volumen an Dekontaminationsmittel deutlich reduziert werden, da nicht mehr das Innere des Rohrleitungsabschnitts vollständig mit Dekontaminationsmittel geflutet wird sondern nur noch der Spalt. Bevorzugt hat der Spalt eine Höhe zwischen 15 und 20 mm [Millimeter]. Durch die Ausbildung eines kleinen Spaltes kann im Vergleich zu einer vollständigen Füllung des Rohrleitungsabschnitts mit chemischem Dekontaminationsmittel eine für eine schnelle Dekontamination notwendige minimale Strömungsgeschwindigkeit, die eine nicht laminare Strömung an der Innenfläche des Rohrleitungsabschnitts bewirkt, einfacher erreicht werden. Insbesondere kann im Vergleich zu einer Vollströmung die Förderleistung beziehungsweise der notwendige Volumenstrom bei identischer erreichbarer Reynoldszahl deutlich reduziert werden.

[0007] Bevorzugt weist der Blockierkörper zumindest in dem Bereich, der im Inneren des Rohrleitungsabschnitts liegt, eine Geometrie auf, die der Geometrie des Rohrleitungsabschnitts entspricht. Durch entsprechende Geometrien ist es möglich, auf einfache Weise einen Spalt im wesentlichen konstanter Höhe zu definieren.

[0008] Bevorzugt umfasst der Blockierkörper einen Zylinderabschnitt, der im Inneren des Rohrleitungsabschnitts liegt. Insbesondere bei einem zylindrischen Rohrleitungsabschnitt auf einfache Art und Weise ein Spalt im wesentlichen konstanter Höhe definiert werden. Bei einem Spalt im wesentlichen konstanter Höhe kön-

nen so überwiegend konstante Strömungsverhältnisse und dadurch bedingt überwiegend konstante Reaktionsbedingungen erreicht werden.

[0009] Bevorzugt weist der Zylinderabschnitt eine Zylinderlänge auf, die größer oder gleich einer Länge des Rohrleitungsabschnitts ist. Bevorzugt wird somit der gesamte Rohrleitungsabschnitt mit dem Zylinderabschnitt gefüllt, so dass die gesamte Innenfläche an einem Spalt im wesentlichen konstanter Höhe liegt. So können im wesentlichen gleichmäßige Reaktionsbedingungen im gesamten Verlauf des Rohrleitungsabschnitts erreicht werden. Bevorzugt schließen sich endständig an den Zylinderabschnitt zwei Kegelabschnitte an, die den Rohrleitungsabschnitt überragen.

[0010] Bevorzugt weist der Zylinderabschnitt einen Zylinderdurchmesser und der Rohrleitungsabschnitt einen Innendurchmesser auf und die Differenz zwischen Innendurchmesser und Rohrleitungsabschnitt liegt bei 30 bis 40 mm [Millimeter]. Die Höhe des Spaltes entspricht dann der Hälfte der Differenz. Die Höhe des Spaltes liegt also bevorzugt bei 15 bis 20 mm. Alternativ oder zusätzlich weist bevorzugt der Zylinderabschnitt einen Zylinderdurchmesser und der Rohrleitungsabschnitt einen Innendurchmesser auf und der Quotient aus Zylinderdurchmesser und Innendurchmesser liegt zwischen 0,8 und 0,97. Durch Ausbildung eines niedrigen Spaltes zwischen der Innenfläche des Rohrleitungsabschnitts und dem Blockierkörper kann bei einem geringen Volumenstrom eine hohe Strömungsgeschwindigkeit und damit eine hohe Reynoldszahl erreicht werden. Die zumindest quasiturbulente Strömung ermöglicht so eine effizientes Inkontaktbringen des Dekontaminationsmittels mit der Innenfläche des Rohrleitungsabschnitts und damit eine effiziente chemische Dekontamination bei geringem Volumenstrom des Dekontaminationsmittels.

[0011] Bevorzugt weist der Blockierkörper durch die Abstandshalter einen Maximaldurchmesser und der Rohrleitungsabschnitt einen Innendurchmesser auf und die Differenz zwischen Innendurchmesser und Maximaldurchmesser liegt im Bereich von 10 bis 15 mm. Alternativ oder zusätzlich ist es bevorzugt, dass der Blockierkörper durch die Abstandshalter einen Maximaldurchmesser und der Rohrleitungsabschnitt einen Innendurchmesser aufweist und der Quotient aus Maximaldurchmesser und Innendurchmesser im Bereich von 0,85 bis 0,98 liegt. Der Maximaldurchmesser wird durch die Abstandshalter bestimmt. Liegt also beispielsweise ein zylinderförmiger Blockierkörper oder ein Blockierkörper mit einem Zylinderabschnitt vor mit einem Zylinderdurchmesser, so ist der Maximaldurchmesser größer als der Zylinderdurchmesser, aber kleiner als der Innendurchmesser. Der Maximaldurchmesser wird durch den maximalen Abstand senkrecht zur Längsachse von gegenüberliegenden Abstandshaltern bestimmt. Beispielsweise liegt ein Innendurchmesser bei 400 mm und der Zylinderdurchmesser bei 360 mm. Haben die Abstandshalter eine Erstreckung von 10 mm in radialer Richtung bezogen auf die Längsachse des Rohrleitungsab-

schnitts, so beträgt der Maximaldurchmesser 380 mm. Die Ausbildung der Abstandshalter so, dass der Maximaldurchmesser kleiner als der Innendurchmesser ist, ermöglicht ein einfaches Einführen des Blockierkörpers in den Rohrleitungsabschnitt und ein einfaches Herausziehen des Blockierkörpers aus dem Rohrleitungsabschnitt, ohne, dass dieser leicht verklemmen kann. Das Handling des Blockierkörpers wird dadurch wesentlich vereinfacht. Zudem liegen die Abstandshalter strömungsbedingt nicht ständig an der Innenfläche des Rohrleitungsabschnitts an, so dass die Dekontamination vollflächig erfolgt und damit auch die Bereiche der Innenfläche des Rohrleitungsabschnitts dekontaminiert werden, an denen die Abstandshalter zeitweise anliegen.

[0012] Bevorzugt ist der Blockierkörper oder zumindest der Blockierkörper im Bereich der Außenfläche aus einem Stoff ausgebildet, der inert gegenüber den chemisch aktiven Komponenten des Dekontaminationsmittels ist. Könnte man das folgende als beispielhaft kenntlich machen Bevorzugt ist der Blockierkörper zumindest im Bereich der Außenfläche aus mindestens einem Kunststoff ausgebildet, der inert gegenüber den chemisch aktiven Komponenten des Dekontaminationsmittels ist. Insbesondere ist der Blockierkörper zumindest im Bereich der Außenfläche aus einem Kunststoff ausgewählt aus den folgenden Kunststoffen ausgebildet: Polyethylen (PE) und Polytetrafluorethylen (PTFE) Diese Kunststoffe sind insbesondere inert in Bezug auf Salzsäure, reagieren also nicht mit Salzsäure. Salzsäure ist grundsätzlich ein bevorzugter Aktivbestandteil eines Dekontaminationsmittels, welches weitere Bestandteile, insbesondere Wasser, umfassen kann. Polyethylen und/oder Polytetrafluorethylen ermöglichen die Ausbildung eines Blockierkörpers, der vielfach einsetzbar ist, ohne, dass er durch das Dekontaminationsmittel angegriffen wird. Weiterhin bevorzugt ist die Ausbildung des Blockierkörpers zumindest im Bereich seiner Außenfläche aus mindestens einem der folgenden Kunststoffe: Polyethylen (PE), Polytetrafluorethylen (PTFE), Polypropylen (PP), Polystyrol (PS), Polyvinylchlorid (PVC), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polycarbonat (PC) und Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer (ABS-Kunststoff). Für diese Kunststoffe und Mischungen von mindestens zweien dieser Kunststoffe ist es bevorzugt, ein Dekontaminationsmittel auszuwählen, dessen chemisch aktive Komponenten den oder die Kunststoffe nicht angreifen.

[0013] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die gezeigten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und Erkenntnissen aus der vorliegenden Beschreibung und/oder Figuren zu kombinieren. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren und insbesondere die dargestellten Größenverhältnisse nur schematisch sind. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen

gleiche Gegenstände, so dass ggf. Erläuterungen aus anderen Figuren ergänzend herangezogen werden können. Es zeigen:

- Fig. 1 schematisch einen Rohrleitungsabschnitt, der dekontaminiert wird;
- Fig. 2 schematisch einen Blockierkörper wie in Fig. 1 eingesetzt; und
- Fig. 3 ein Beispiel einer Anlage zur Dekontamination eines Rohrleitungsabschnitts, in der das Verfahren zur Dekontamination eines Rohrleitungsabschnitts wie hier beschrieben eingesetzt wird.

[0014] Fig. 1 zeigt schematisch einen Rohrleitungsabschnitt 1, der dekontaminiert wird. Die Kontamination kann radioaktiv, biologisch und/oder chemisch sein. Bevorzugt handelt es sich bei dem Rohrleitungsabschnitt 1 um einen Rohrleitungsabschnitt 1, der aus einer kerntechnischen Anlage und insbesondere aus einem Primärkreislauf einer kerntechnischen Anlage ausgebaut worden ist. Der Rohrleitungsabschnitt 1 weist einen Anfangsbereich 2 und einen Endbereich 3 auf. Eine Innenfläche 4, also die innere Oberfläche des Rohrleitungsabschnitts 1 wird dekontaminiert, da sie beispielsweise in einem Primärkreislauf einer kerntechnischen Anlage mit Radionukliden kontaminiert wurde. Zur Dekontamination wird die Innenfläche 4 mit einem Dekontaminationsmittel, beispielsweise umfassend Salzsäure (HCl), insbesondere in Wasser dissoziierte Salzsäure, in Kontakt gebracht. Durch chemische Reaktionen werden die Kontaminationen auf der Innenfläche 4 und gegebenenfalls dort vorhandene Beschichtungen gelöst und die entstehenden Reaktionsprodukte in dem Dekontaminationsmittel aufgenommen. Durch Spülen des Inneren des Rohrleitungsabschnitts 1 mit dem Dekontaminationsmittel wird die Innenfläche 4 des Rohrleitungsabschnitts 1 mit dem Dekontaminationsmittel in Kontakt gebracht und gleichzeitig werden die Reaktionsprodukte aus dem Rohrleitungsabschnitt 1 herausgespült. Der Blockierkörper 5 ist in Fig. 2 im Detail gezeigt. Die folgende Beschreibung bezieht sich, sofern nicht explizit anderes ausgeführt ist, sowohl auf Fig. 1 als auch auf Fig. 2.

[0015] Zur Durchführung der Dekontamination wird ein Blockierkörper 5 in den Rohrleitungsabschnitt 1 eingeführt. Der Blockierkörper 5 ist dabei aus einem Material gefertigt, welches nicht mit dem Dekontaminationsmittel reagiert, insbesondere ist es aus Polyethylen (PE) und/oder Polytetrafluorethylen (PTFE) oder mit einer Oberfläche aus Polyethylen und/oder Polytetrafluorethylen ausgebildet, insbesondere, wenn Salzsäure als Dekontaminationsmittel eingesetzt wird.

[0016] Der Blockierkörper 5 weist einen Zylinderabschnitt 6, sowie endständig an den Zylinderabschnitt 6 anschließende Kegelschnitte 7 auf. Der Zylinderabschnitt 6 weist eine Zylinderlänge 8 und einen Zylinder-

durchmesser 27 (vgl. Fig. 2) auf, wobei die Zylinderlänge 8 einer Länge 9 des Rohrleitungsabschnitts 1 entspricht oder etwas über oder unter der Länge 9 liegt, so dass die Kegelschnitte 7 den Rohrleitungsabschnitt 1 überragen. Der Blockierkörper 5 und insbesondere der Zylinderabschnitt 6 des Blockierkörpers 5 blockieren das Innere des Rohrleitungsabschnitts 1 bis auf einen Spalt 10, der außen zwischen einer Außenfläche 11 des Zylinderabschnitts 6 und der Innenfläche 4 des Rohrleitungsabschnitts 1 liegt. Um den Spalt 10 zu definieren, weist der Blockierkörper 5 an seiner Außenfläche 11 liegende Abstandshalter 12 auf, die ein Anlegen der Innenfläche 4 des Rohrleitungsabschnitts 1 an die Außenfläche 11 des Blockierkörpers 5 verhindern und so den Spalt 10 offenhalten.

[0017] Der Blockierkörper 5 weist dabei in seinem Zylinderabschnitt 6 an mehreren bestimmten Stellen in Längsrichtung des Zylinderabschnitts 6 mehrere Abstandshalter 12 auf, die über den Umfang des Zylinderabschnitts 6 verteilt sind, bevorzugt gleichverteilt sind. In einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung des Zylinderabschnitts 6 definieren die Abstandshalter 12 (vgl. Fig. 2) einen Maximaldurchmesser 13, der kleiner ist als ein Innendurchmesser 14 des Rohrleitungsabschnitts 1 aber größer als der Zylinderdurchmesser 27. Dadurch ist der Blockierkörper 5 leicht in den Rohrleitungsabschnitt 1 einzuschieben, gleichzeitig bleibt durch die Abstandshalter 12 der Spalt 10 weiterhin bestehen. Strömungsbedingt liegen die Abstandshalter 12 nicht ständig an der Innenfläche 4 des Rohrleitungsabschnitts 1 an, so dass die Dekontamination vollflächig erfolgt. Bevorzugt unterscheiden sich der Maximaldurchmesser 13 und der Innendurchmesser 14 um mindestens 20 und höchstens 30 mm [Millimeter]. Bevorzugt unterscheiden sich der Zylinderdurchmesser 27 und der Innendurchmesser 14 um mindestens 30 und höchstens 40 mm, so dass der Spalt eine Größe von bevorzugt 15 bis 20 mm aufweist.

[0018] Weiterhin ist am Anfangsbereich 2 des Rohrleitungsabschnitts 1 ein Einlauftrichter 15 ausgebildet. Am Endbereich 3 des Rohrleitungsabschnitts 1 ist ein Auslauftrichter 16 ausgebildet. Einlauftrichter 15 und Auslauftrichter 16 sind kegelförmig ausgebildet und entsprechen in ihrer Geometrie den Kegelschnitten 7. Einlauftrichter 15 und Auslauftrichter 16 sind innen mit einem elastomeren Kunststoff ausgebildet. Bevorzugt sind Einlauftrichter 15 und Auslauftrichter 16 aus einem nicht oder nur wenig elastischen Material ausgebildet, in das eine Dichtung aus einem elastomeren Material wie beispielsweise Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM) eingelegt wird, die eine dichte Anlage an den Anfangsbereich 2 und den Endbereich 3 ermöglichen.

[0019] Über Verbindungsbereiche 17, die im Falle einer eingelegten Dichtung durch die Dichtung gebildet werden, sind Einlauftrichter 15 und Auslauftrichter 16 dicht mit dem Rohrleitungsabschnitt 1 verbunden, so dass sich zwischen Einlauftrichter 15 und Kegelschnitt 7 und Auslauftrichter 16 und entsprechendem Kegelschnitt 7 ein Spalt 18 bildet, der strömungstechnisch mit

dem Spalt 10 verbunden ist. Im Betrieb strömt Dekontaminationsmittel durch eine Zuleitung 19 in den Spalt 18 des Einlauftrichters 15, den Spalt 10 zwischen Blockierkörper 5 und Innenfläche 4 des Rohrleitungsabschnitts 1, den Spalt 18 des Auslauftrichters 16 und eine Ableitung 20. Durch das Inkontaktbringen und die Anströmung der Innenfläche 4 des Rohrleitungsabschnitts 1 wird die Innenfläche 4 dekontaminiert.

[0020] Das Dekontaminationsmittel strömt durch den Spalt 10 an der zu dekontaminierenden Innenfläche 4 vorbei. Im Vergleich zu einer Situation, in der der vollständige Rohrleitungsabschnitt 1 vom Dekontaminationsmittel durchströmt wird, wird das notwendige Volumen an Dekontaminationsmittel deutlich reduziert. Dies reduziert auch die Menge an später aufzubereitendem Dekontaminationsmittel erheblich. Gleichzeitig kann durch den im Vergleich zum Innendurchmesser 14 des Rohrleitungsabschnitts 1 deutlich verringerten Strömungsquerschnitt die für eine effiziente Dekontamination notwendige Mindestströmungsgeschwindigkeit energieeffizienter erreicht werden.

[0021] Der Blockierkörper 5 umfasst weiterhin Fixierstifte 21, die reibschlüssig in entsprechende Ausnehmungen 22 des Einlauftrichters 15 eingreifen und so den Blockierkörper 5 am Einlauftrichter 15 fixieren. Im vorliegenden Beispiel sind drei Fixierstifte 21 in Umfangsrichtung in Bezug auf die Längsachse des Zylinderabschnitts 6 gleich verteilt, so dass zwei in Umfangsrichtung in Bezug auf die Längsachse des Zylinderabschnitts 6 benachbarte Fixierstifte 21 jeweils gleiche Winkel zueinander aufweisen.

[0022] Der Rohrleitungsabschnitt 1 wird bevorzugt in einem Aufnahmegerüst 23 gehalten. Dieses umfasst zwei Rollen 24, die in vertikaler Richtung verstellbar sind, um eine Zentrierung des Auslauftrichters 16 in Bezug auf das Aufnahmegerüst 23 zu ermöglichen. Der Auslauftrichter 16 ist dabei in einer Ausnehmung 25 des Aufnahmegerüsts 23 aufgenommen. Weiterhin ist eine Ablassleitung 26 ausgebildet, die ein Ablassen des Dekontaminationsmittels ermöglicht. Durch die vertikale Verstellbarkeit der Rollen 24 können Rohrleitungsabschnitte 1 unterschiedlicher Durchmesser im Aufnahmegerüst 23 aufgenommen werden.

[0023] Fig. 3 zeigt schematisch eine Anlage 28 zur Dekontamination eines Rohrleitungsabschnitts 1, der in eine Aufnahme 29 eingebracht ist. Die Aufnahme 29 umfasst das in Fig. 1 gezeigte und erlaubt somit, den Rohrleitungsabschnitt 1 auf dem Aufnahmegerüst 23 abzusetzen. Daran anschließend wird die zentrale Längsachse des Rohrleitungsabschnitts 1 vertikal an der Mittelachse des Auslauftrichters 16, der bevorzugt fest mit dem Aufnahmegerüst 23 verbunden ist, eingestellt. Der mit dem Einlauftrichter 15 über die Fixierstifte 21 verbundene Blockierkörper 5 wird in den Rohrleitungsabschnitt 1 eingeführt und der Einlauftrichter 15 so gegen den Rohrleitungsabschnitt 1 bewegt, dass sich der Rohrleitungsabschnitt 1 zunächst horizontal in Richtung des Auslauftrichters 16 verschiebt. Ausgehend vom Einlauftrichter

15 wird ein Druck auf den Rohrleitungsabschnitt 1 aufgebracht, so dass sich der Anfangsbereich 2 an den Einlauftrichter 15 und der Endbereich 3 an den Auslauftrichter 16 anschmiegen und so eine flüssigkeitsdichte Verbindung zwischen Einlauftrichter 15, Rohrleitungsabschnitt 1 und Auslauftrichter 16 entsteht.

[0024] Die am Zylinderabschnitt 6 des Blockierkörpers 5 angebrachten Abstandshalter 12 ermöglichen eine Abstützen des Zylinderabschnitts 6 an der Innenfläche 4 des Rohrleitungsabschnitts 1, wobei jedoch durch die Ausgestaltung der Abstandshalter 12 gewährleistet ist, dass sich der Blockierkörper 5 in einem durch die Differenz zwischen Maximaldurchmesser 13 und Innendurchmesser 14 des Rohrleitungsabschnitts 1 definierten Maße bewegen kann, so dass beim Durchströmen des Spaltes 10 mit Dekontaminationsmittel eine leichte Bewegung des Blockierkörpers 5 erfolgt, die eine vollflächige Dekontamination der Innenfläche 4 des Rohrleitungsabschnitts 1 bewirkt.

[0025] Die Aufnahme 29 weist weiterhin nicht gezeigte Heizmittel auf, über die der Rohrleitungsabschnitt 1 bevorzugt auf eine Dekontaminationstemperatur von beispielsweise 70°C oder mehr beheizbar ist. Nach Verbinden des Rohrleitungsabschnitts 1 mit der Aufnahme 29 wie hier beschrieben und gegebenenfalls nach Aufheizung des Rohrleitungsabschnitts 1 erfolgt die Dekontamination wie im Folgenden beispielhaft beschrieben.

[0026] In einem Reservoir 30 wird das Dekontaminationsmittel mit chemisch aktiven Komponenten, beispielsweise Salzsäure, vorgehalten. Bevorzugt weist das Reservoir 30 einen beheizbaren Bereich 31 auf. Der beheizbare Bereich 31 ist insbesondere im unteren Teil des Reservoirs 30 ausgebildet, kann aber auch das gesamte Reservoir 30 umfassen. Hier erfolgt eine Aufheizung des Dekontaminationsmittels auf eine Temperatur, die mindestens der Dekontaminationstemperatur entspricht. Über dem Reservoir 30 ist eine Absauganlage 32 ausgebildet, die sich gegebenenfalls bildende Dämpfe über dem Reservoir 30 absaugt. Über eine Zuleitung 33 kann Dekontaminationsmittel und andere Stoffe in das Reservoir 30 eingebracht werden, beispielsweise Salzsäure (HCl) und Kupfer(II)Chlorid (CuCl₂).

[0027] Über eine Leitung 34, die über ein Ventil 35 absperr- und offenbar ist, wird Dekontaminationsmittel zur Aufnahme 29 geleitet und strömt durch Spalt 18 innerhalb des Einlauftrichters 15 in und durch den Spalt 10, wo es zur Reaktion mit Substanzen auf der Innenfläche 4 des Rohrleitungsabschnitts 1 kommt. Vom Spalt 10 strömt das Dekontaminationsmittel mit den Reaktionsprodukten durch den Spalt 18 im Auslauftrichter 16 zur Ableitung 36 zu einem Filter 37, in dem Feststoffe, insbesondere ausgefallene Reaktionsprodukte, ausgefiltert werden. Der Filter 37 weist eine Abschirmung 38 auf, die vom Filtrat ausgehende Strahlung abschirmt. Eine Pumpe 39, die in der Ableitung 36 ausgebildet ist, fördert den Strom an Dekontaminationsmittel zu einem Dreiwegeventil 40. Je nach Stellung des Dreiwegeventils 40 strömt das Dekontaminationsmittel über eine Rückleitung 41

zurück zum Reservoir 30. Ist das Dekontaminationsmittel verbraucht, ist es also nicht mehr genügend chemisch reaktiv, so kann über eine andere Stellung des Dreiwegeventils 40 die Dekontaminationslösung in einen Neutralisationsbehälter 42 strömen, in der eine chemische Neutralisation erfolgt. Über eine zweite Pumpe 43 kann die neutralisierte Dekontaminationslösung über einen zweiten Filter 44 einer weiteren Behandlung oder der Umwelt zugeführt werden.

[0028] Das hiervorgestellte Verfahren zur chemischen Dekontamination eines Rohrleitungsabschnittes 1 beruht darauf, dass nicht der vollständige Querschnitt des Rohrleitungsabschnittes 1 von einem Dekontaminationsmittel durchströmt wird. Vielmehr wird ein Blockierkörper 5 in den Rohrleitungsabschnitt 1 eingeführt, so dass nur in einem umlaufenden Spalt 10 Dekontaminationsmittel strömt. So kann das notwendige Volumen an Dekontaminationsmittel deutlich reduziert werden. Gleichzeitig wird der zur Erreichung einer bestimmten Reynoldszahl notwendige Volumenstrom deutlich gesenkt, so dass insgesamt der Dekontaminationsvorgang effizienter durchgeführt werden kann.

Bezugszeichen

[0029]

- | | |
|----|------------------------------------|
| 1 | Rohrleitungsabschnitt |
| 2 | Anfangsbereich |
| 3 | Endbereich |
| 4 | Innenfläche |
| 5 | Blockierkörper |
| 6 | Zylinderabschnitt |
| 7 | Kegelabschnitt |
| 8 | Zylinderlänge |
| 9 | Länge |
| 10 | Spalt |
| 11 | Außenfläche |
| 12 | Abstandshalter |
| 13 | Maximaldurchmesser |
| 14 | Innendurchmesser |
| 15 | Einlauftrichter |
| 16 | Auslauftrichter |
| 17 | Verbindungsbereich |
| 18 | Spalt |
| 19 | Zuleitung |
| 20 | Ableitung |
| 21 | Fixierstift |
| 22 | Ausnehmung |
| 23 | Aufnahmegestell |
| 24 | Rolle |
| 25 | Ausnehmung |
| 26 | Ablassleitung |
| 27 | Zylinderdurchmesser |
| 28 | Anlage zur Dekontamination |
| 29 | Aufnahme für Rohrleitungsabschnitt |
| 30 | Reservoir |
| 31 | beheizter Bereich |

- | | |
|----|----------------------------|
| 32 | Absaugung |
| 33 | Zuleitung |
| 34 | Leitung |
| 35 | Ventil |
| 5 | 36 Ableitung |
| | 37 Filter |
| | 38 Abschirmung |
| | 39 Pumpe |
| | 40 Dreiwegeventil |
| 10 | 41 Rückleitung |
| | 42 Neutralisationsbehälter |
| | 43 zweite Pumpe |
| | 44 zweiter Filter |

15

Patentansprüche

- | | |
|----|--|
| 1. | Verfahren zum Dekontaminieren eines Rohrleitungsabschnittes (1), der einen Anfangsbereich (2) und einen Endbereich (3) aufweist, durch Inkontaktbringen einer Innenfläche (4) des Rohrleitungsabschnittes (1) mit einem Dekontaminationsmittel, dadurch gekennzeichnet, dass ein Blockierkörper (5) in den Rohrleitungsabschnitt (1) eingeführt wird, der sich zumindest über die Länge (9) des Rohrleitungsabschnittes (1) erstreckt und das Innere des Rohrleitungsabschnittes (1) bis auf einen zwischen einer Außenfläche (11) des Blockierkörpers (1) und der Innenfläche (4) des Rohrleitungsabschnittes (1) liegenden Spalt (10) blockiert, wobei der Blockierkörper (5) über Abstandshalter (12) verfügt, die sich von der Außenfläche (11) des Blockierkörpers (5) in Richtung der Innenfläche (4) des Rohrleitungsabschnittes (1) erstrecken und die den Spalt (10) definieren, wobei das Dekontaminationsmittel durch den Spalt (10) vom Anfangsbereich (2) zum Endbereich (3) strömt. |
| 25 | |
| 2. | Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Blockierkörper (5) einen Zylinderabschnitt (6) umfasst, der im Inneren des Rohrleitungsabschnittes (1) liegt. |
| 30 | |
| 3. | Verfahren nach Anspruch 2, bei dem der Zylinderabschnitt (6) eine Zylinderlänge (8) aufweist, die größer oder gleich einer Länge (9) des Rohrleitungsabschnittes (1) ist. |
| 35 | |
| 4. | Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem der Zylinderabschnitt (6) einen Zylinderdurchmesser (27) und der Rohrleitungsabschnitt (1) einen Innendurchmesser (14) aufweist und die Differenz zwischen Innendurchmesser (14) und Rohrleitungsabschnitt (1) bei 30 bis 40 mm [Millimeter] liegt. |
| 40 | |
| 5. | Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem der Zylinderabschnitt (6) einen Zylinderdurchmesser (27) und der Rohrleitungsabschnitt (1) einen Innendurchmesser (14) aufweist und der Quotient |
| 45 | |
| 50 | |
| 55 | |

aus Zylinderdurchmesser (27) und Innendurchmesser (14) zwischen 0,8 und 0,97 liegt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Blockierkörper (5) durch die Abstandshalter (12) einen Maximaldurchmesser (13) und der Rohrleitungsabschnitt (1) einen Innendurchmesser (14) aufweist und die Differenz zwischen Innendurchmesser (14) und Maximaldurchmesser (13) im Bereich von 20 bis 30 mm liegt. 5
10

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Blockierkörper (5) durch die Abstandshalter (12) einen Maximaldurchmesser (13) und der Rohrleitungsabschnitt (1) einen Innendurchmesser (14) aufweist und der Quotient aus Maximaldurchmesser (13) und Innendurchmesser (14) im Bereich von 0,85 bis 0,98 liegt. 15

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Blockierkörper (5) zumindest im Bereich der Außenfläche (11) aus mindestens einem Kunststoff ausgewählt aus den folgenden Kunststoffen ausgebildet ist: Polyethylen (PE) Polytetrafluorethylen (PTFE), Polypropylen (PP), Polystyrol (PS), Poly-Vinyl-Chlorid (PVC), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polycarbonat (PC) und Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS). 20
25

30

35

40

45

50

55

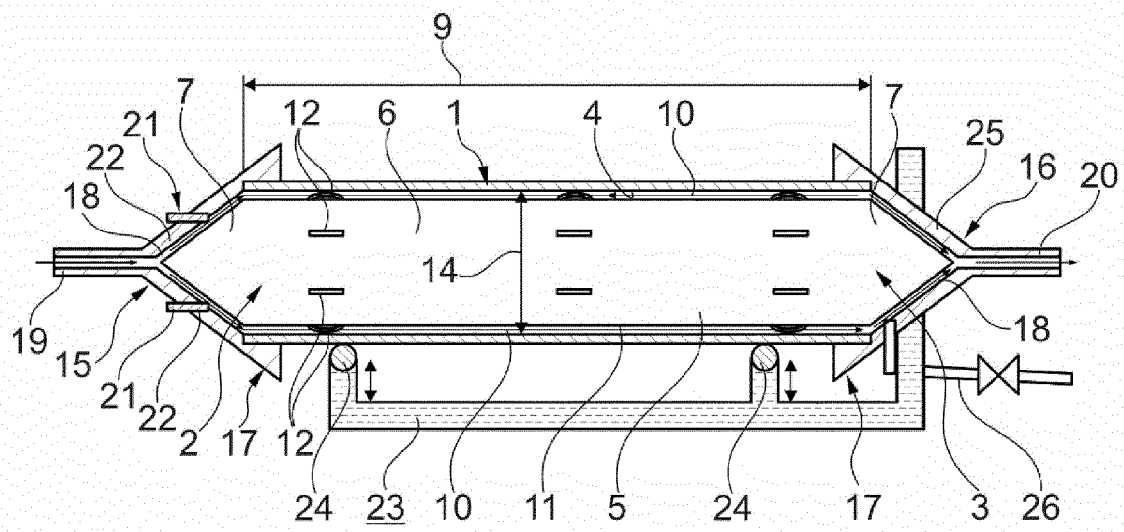


Fig. 1

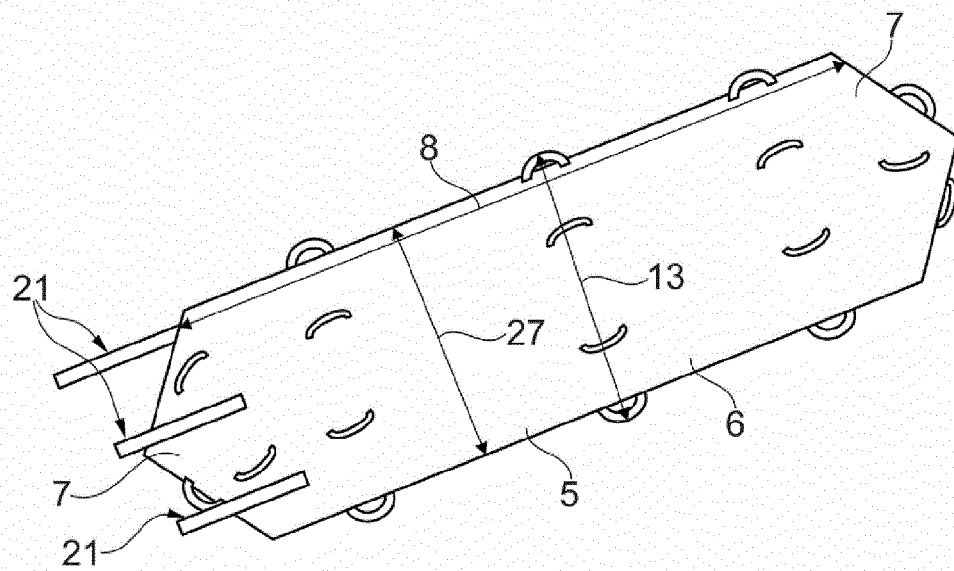


Fig. 2

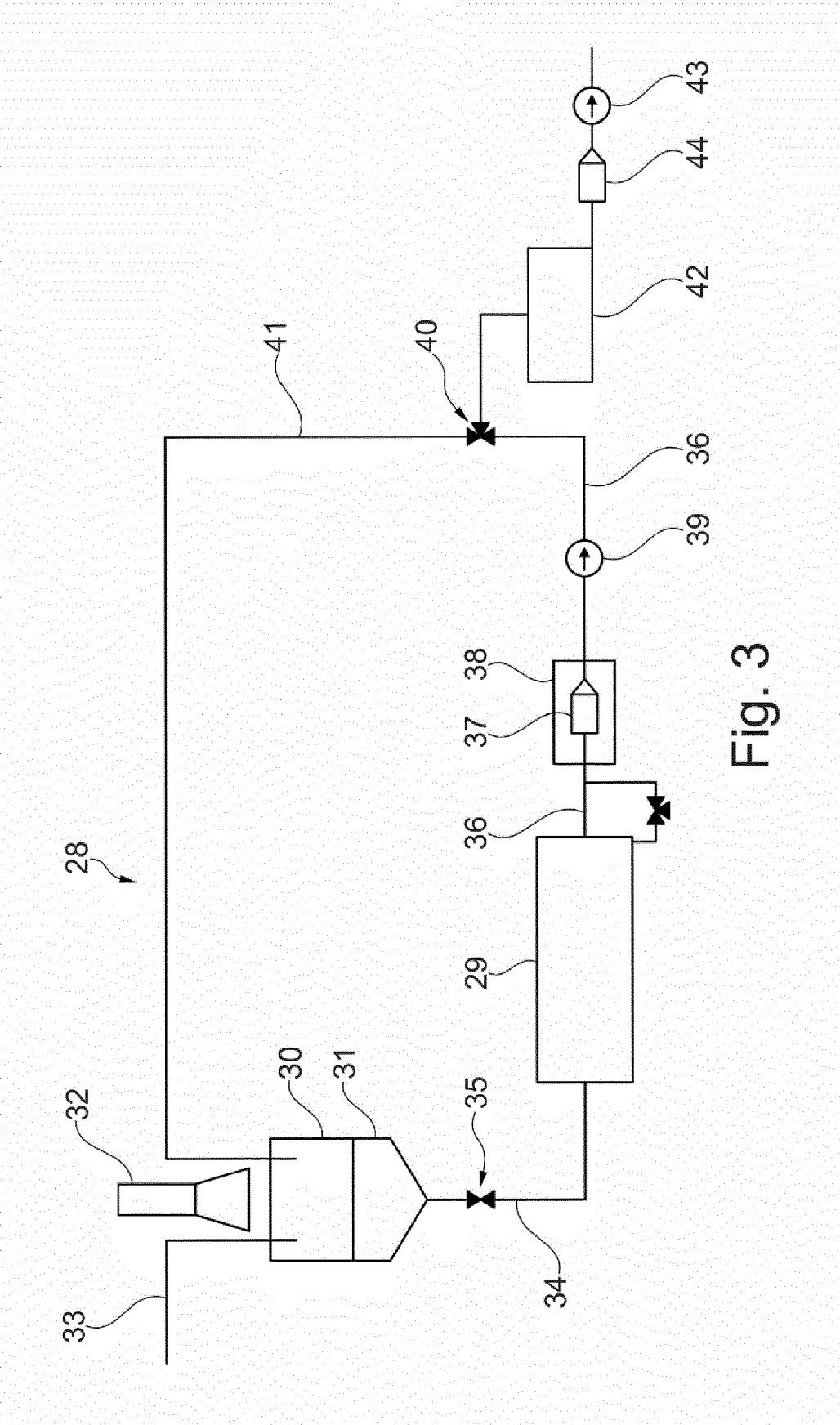


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 2820

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|--|--|--|---|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X | JP H01 318999 A (NIPPON ATOMIC IND GROUP CO; TOSHIBA CORP) 25. Dezember 1989 (1989-12-25) | 1-5, 7, 8 | INV. G21C17/017 G21F9/00 G21F9/28 B08B9/032 |
| A | * Absatz [0001]; Abbildungen 1, 3 * ----- | 6 | |
| A | JP 2022 054423 A (HAZAMA ANDO CORP) 6. April 2022 (2022-04-06) * Absatz [0031]; Abbildung 1 * ----- | 1-8 | ADD. B08B9/055 |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G21C G21F |
| Recherchenort München | | Abschlußdatum der Recherche 15. April 2024 | Prüfer Sewtz, Michael |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument | | | |

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.****EP 23 21 2820**

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-04-2024

| | | | | |
|----|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 10 | Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
| | JP H01318999 A | 25-12-1989 | KEINE | |
| 15 | JP 2022054423 A | 06-04-2022 | KEINE | |
| 20 | | | | |
| 25 | | | | |
| 30 | | | | |
| 35 | | | | |
| 40 | | | | |
| 45 | | | | |
| 50 | | | | |
| 55 | | | | |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82