



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 931 958 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
22.01.2020 Patentblatt 2020/04

(51) Int Cl.:
D06F 35/00 (2006.01) **B08B 7/00 (2006.01)**
H05H 1/48 (2006.01) **B08B 3/10 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13818690.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/075987

(22) Anmeldetag: **09.12.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/090755 (19.06.2014 Gazette 2014/25)

**(54) REINIGUNGSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR REINIGUNG VON GEGENSTÄNDEN MIT
WASSER**

CLEANING APPARATUS AND METHOD FOR CLEANING ARTICLES USING WATER

DISPOSITIF DE NETTOYAGE ET PROCÉDÉ DE NETTOYAGE D'OBJETS AU MOYEN D'EAU

(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 MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **11.12.2012 DE 102012112094**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.10.2015 Patentblatt 2015/43

(73) Patentinhaber: **Plasmatreat GmbH
33803 Steinhagen (DE)**

(72) Erfinder: **Buske, Christiane
33619 Bielefeld (DE)**

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 469 119 WO-A1-2007/143785
US-A- 5 181 399**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Reinigungsvorrichtung, mit einem Reinigungsraum, in dem zu reinigende Gegenstände angeordnet werden können, und mit einem Wasserzufluss, mit dem Wasser in den Reinigungsraum einleitbar ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Reinigung von Gegenständen mit Wasser, bei dem ein Reinigungsraum mit den zu reinigenden Gegenständen gefüllt wird und bei dem in den Reinigungsraum Wasser zum Reinigen der Gegenstände eingeleitet wird.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind solche Reinigungsmaschinen beispielsweise als Waschmaschinen und Geschirrspülmaschinen für den Einsatz im Haushalt, im Gewerbe oder in der Industrie bekannt. Eine Waschmaschine weist beispielsweise einen Reinigungsraum mit einer Wäschetrommel auf, in welcher die schmutzige Wäsche angeordnet werden kann. Während des Waschvorgangs erfolgt die Reinigung der Wäsche dann dadurch, dass mit einem Waschmittel versetztes, erhitztes Wasser wiederholt in die rotierende Wäschetrommel eingeleitet wird, so dass durch das Wasser und das Waschmittel Schmutz aus der Wäsche gelöst und abtransportiert wird. Das Dokument EP 1469119 A1 offenbart eine Reinigungsvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zur Reinigung von Gegenständen mit Wasser gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 12.

[0003] Eine Geschirrspülmaschine weist ebenfalls einen Reinigungsraum auf, in dem schmutziges Geschirr angeordnet werden kann. Während des Reinigungsvorgangs wird das Geschirr dann durch wiederholtes Einleiten von mit Spülmittel versetztem und erhitztem Wasser in den Reinigungsraum gereinigt.

[0004] Die Reinigungswirkung hängt sowohl bei der Waschmaschine als auch bei der Geschirrspülmaschine unter anderem von der Menge und Zusammensetzung des Wasch- bzw. Spülmittels, von der Dauer des Reinigungsvorgangs und von der Temperatur des Wassers ab. Durch die Verwendung des Wasch- bzw. Spülmittels, das Erhitzen des Wassers und die Durchführung des Reinigungsvorgangs über eine bestimmte Dauer werden natürliche Ressourcen und Energie verbraucht. Der Ressourcen- und Energieverbrauch ist besonders hoch, wenn eine besonders intensive Reinigung oder sogar Desinfektion erforderlich ist, wie zum Beispiel bei Kleidung, Geschirr oder Geräten im medizinischen Bereich.

[0005] Durch die Reduktion des Wasch- bzw. Spülmittels, der Wassertemperatur bzw. der Dauer des Reinigungsvorgangs kann zwar eine Ressourcen- und Energieeinsparung erzielt werden, allerdings geht dies häufig zu Lasten der Reinigungswirkung, so dass die Wäsche, das Geschirr oder andere gereinigte Gegenstände nach dem Reinigungsvorgang nicht ausreichend sauber bzw. nicht ausreichend desinfiziert sind.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine gattungsgemäße Reinigungsvorrich-

tung sowie ein gattungsgemäßes Verfahren zur Verfügung zu stellen, bei denen die Reinigungswirkung verbessert werden kann. Weiterhin liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, den Ressourcen- und/oder Energieverbrauch bei der Reinigung zu reduzieren.

[0007] Diese Aufgaben werden bei einer Reinigungsvorrichtung mit einem Reinigungsraum, in dem zu reinigende Gegenstände angeordnet werden können, und mit einem Wasserzufluss, mit dem Wasser in den Reinigungsraum einleitbar ist, erfindungsgemäß zumindest teilweise dadurch gelöst, dass die Reinigungsvorrichtung eine Plasmaquelle zur Erzeugung eines Plasmas aufweist und dass die Plasmaquelle so angeordnet ist, dass das über den Wasserzufluss in den Reinigungsraum einleitbares Wasser zumindest teilweise mit dem Plasma beaufschlagbar ist, und dass die Plasmaquelle als Plasmadüse zur Erzeugung eines Plasmastrahls ausgebildet ist, wobei die Plasmadüse einen Einlass für ein Arbeitsgas und Mittel zur Ionisierung dieses Arbeitsgases aufweist.

[0008] Es wurde erkannt, dass durch die Integration einer Plasmaquelle in eine solche Reinigungsvorrichtung die Reinigungswirkung verbessert werden kann. Durch die Beaufschlagung des Wassers mit dem Plasma können im Wasser reaktive Stoffe, insbesondere reaktive Sauerstoff-haltige Stoffe wie Sauerstoffradikale, Ozon oder Peroxide wie Stickstoffperoxid, gebildet werden. Diese reaktiven Stoffe können im Wasser eine hohe Lebensdauer, teilweise sogar bis zu zwei Stunden, aufweisen, ohne dass es zu einem unerwünschten vorzeitigen Abbau der reaktiven Stoffe durch chemische Reaktionen mit der Luft, insbesondere mit Stickstoff kommt. Daher stehen die reaktiven Stoffe im Wasser lang genug zur Verfügung, um die Reinigungswirkung beim Kontakt des Wassers mit den zu reinigenden Gegenständen zu verbessern. Insbesondere können die reaktiven Stoffe mit Schmutzteilchen auf den zu reinigenden Gegenständen reagieren und so zu einer Reinigung, Bleichung oder Desinfektion der Gegenstände beitragen. Daher kann beispielsweise die Menge an Reinigungsmittel, die Temperatur des Wassers und/oder die Dauer des Reinigungsvorgangs bei gleichbleibender Reinigungswirkung reduziert werden. Insbesondere kann auch die Menge eines Hygienespülers zur Desinfektion reduziert oder ggf. ganz auf diesen verzichtet werden.

[0009] Die Reinigungsvorrichtung weist einen Reinigungsraum auf, in dem zu reinigende Gegenstände angeordnet werden können. Beispiele für einen solchen Reinigungsraum sind der Reinigungsraum mit Wäschetrommel einer Waschmaschine oder der Innenraum einer Spülmaschine. Der Reinigungsraum kann als geschlossene Kammer ausgebildet werden, welche während des Betriebs im Wesentlichen vollständig umschlossen ist. Alternativ kann der Reinigungsraum auch als Tunnel ausgebildet sein, welcher während des Betriebs beispielsweise nur teilweise umschlossen ist. Beispielsweise können die zu reinigenden Gegenstände

während des Betriebs durch den Tunnel transportiert werden.

[0010] Der Reinigungsraum weist vorzugsweise einen Zugang auf, über den die zu reinigenden Gegenstände in den Reinigungsraum hineingelegt werden können bzw. die gereinigten Gegenstände aus dem Reinigungsraum wieder herausgenommen werden können. Der Zugang ist vorzugsweise schließbar, so dass der Reinigungsraum für den Reinigungsvorgang geschlossen werden kann. Der Zugang kann beispielsweise durch eine Tür gebildet werden. Alternativ kann der Zugang auch dadurch bereit gestellt werden, dass der Reinigungsraum von einer mindestens zweiteiligen Umhausung umgeben ist, von der mindestens ein Umhausungsteil verschiebbar oder verschwenkbar ist.

[0011] Die Reinigungsvorrichtung weist einen Wasserzufluss auf, mit dem Wasser in den Reinigungsraum einleitbar ist. Der Wasserzufluss kann über eine externe Wasserversorgung gespeist werden. Weiterhin kann der Wasserzufluss zusätzlich oder alternativ aus einem internen Wasserreservoir gespeist werden. In der Reinigungsvorrichtung kann insbesondere ein Wasserkreislauf vorgesehen sein, so dass das in den Reinigungsraum eingeleitete Wasser wieder aus dem Reinigungsraum heraus und zurück zum Wasserzufluss transportiert wird.

[0012] Die Reinigungsvorrichtung weist eine Plasmaquelle zur Erzeugung eines Plasmas auf. Unter einem Plasma wird ein reaktives Medium mit ionisierten bzw. teilionisierten Molekülen bzw. Atomen verstanden. Bei dem Plasma handelt es sich um einen mit einer Plasmadüse erzeugten Plasmastrahl. Beispiele für Plasmaquellen sind Plasmaquellen, bei denen das Plasma durch kapazitive oder induktive Kopplung, durch dielektrisch behinderte Entladung, durch Koronaentladung oder durch Bogenentladung, insbesondere durch Gleichstrom-, Niederfrequenz- oder Hochfrequenz-Bogenentladung, erzeugt wird.

[0013] Die Plasmaquelle ist so angeordnet, dass das über den Wasserzufluss in den Reinigungsraum einleitbare Wasser zumindest teilweise mit dem Plasma beaufschlagbar ist. Die Plasmaquelle kann so angeordnet sein, dass das Wasser vor oder nach dem Einleiten in den Reinigungsraum mit dem Plasma beaufschlagbar ist. Die Plasmaquelle kann so angeordnet sein, dass das Wasser mit Plasma beaufschlagbar ist, ohne dass die Plasmaquelle selbst mit dem Wasser in Kontakt kommt. Auf diese Weise kann der Verschleiß der Plasmaquelle reduziert werden. Alternativ kann die Plasmaquelle so angeordnet sein, dass im Betrieb mindestens ein Teil der Plasmaquelle in direktem Kontakt mit dem Wasser steht. Beispielsweise kann die Plasmaquelle im Betrieb teilweise in das Wasser eingetaucht sein. Auf diese Weise ist eine besonders effektive Beaufschlagung des Wassers mit Plasma möglich.

[0014] Weiterhin wird die unerwünschte Reaktion der reaktiven Stoffe mit der Umgebungsluft reduziert.

[0015] Das Wasser kann in flüssiger oder gasförmiger

Form, d.h. als Dampf, mit dem Plasma beaufschlagt werden. Weiterhin kann das Wasser auch in Tröpfchenform, insbesondere in vernebelter Form mit dem Plasma beaufschlagt werden. Zur Verneblung des Wassers kann die Reinigungsvorrichtung beispielsweise eine Düse aufweisen, mit der das Wasser vernebelt wird. Eine solche Düse kann beispielsweise so angeordnet sein, dass die Wassertröpfchen aus der Düse in das Plasma, beispielsweise in einen mit einer Plasmadüse erzeugten Plasmastrahl, gelangen.

[0016] In einer ersten Ausführungsform der Reinigungsvorrichtung ist die Reinigungsvorrichtung eine Waschmaschine oder eine Spülmaschine. Es hat sich gezeigt, dass die Integration einer Plasmaquelle in eine Waschmaschine oder in eine Spülmaschine besonders geeignet ist, um die Wasch- bzw. Spülleistung zu verbessern bzw. um Ressourcen oder Energie einzusparen.

[0017] Im Fall der Waschmaschine können damit Wäschestücke besser bzw. wirtschaftlicher gereinigt werden. Durch die desinfizierende Wirkung der reaktiven Stoffe im Wasser ist zudem eine effektive Desinfektion der Wäschestücke möglich. Dies ist besonders vorteilhaft für medizinische Wäsche, wie Dienstbekleidung aus medizinischen Berufen, Wäsche aus Krankenhäusern oder anderen medizinischen oder pflegerischen Einrichtungen.

[0018] Im Fall der Spülmaschine können Geschirr- oder Besteckteile, aber auch zu reinigende Geräte und Geräteteile, z.B. von Küchengeräten oder medizinischen Geräten, besser bzw. wirtschaftlicher gereinigt und/oder desinfiziert werden.

[0019] Alternativ kann die Reinigungsvorrichtung auch ein Wäschetrockner sein, mit dem eine Reinigung der zu trocknenden Wäsche möglich ist. Hierzu kann der Wäschetrockner einen Wasserzufluss aufweisen, um das der Wäsche bei der Trocknung entzogene Wasser der Wäsche zumindest einmal erneut zuzugeben. Vor der Einleitung des Wassers in die Wäsche kann dieses dann durch die Plasmaquelle mit Plasma beaufschlagt werden. Dadurch kann im Wäschetrockner eine zusätzliche Reinigung oder sogar Desinfektion der Wäsche erreicht werden. Dies hat den Vorteil, dass die Wäsche unmittelbar vor der Trocknung gereinigt bzw. desinfiziert werden kann. Auf diese Weise kann eine Rekontamination zwischen der Reinigung und dem Trockenvorgang verhindert werden.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform ist die Reinigungsvorrichtung als Waschmaschine mit Trocknerfunktion ausgebildet. Die Vorteile dieser Ausführungsform ergeben sich aus der Beschreibung der Waschmaschine bzw. des Wäschetrockners.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform der Reinigungsvorrichtung weist die Reinigungsvorrichtung eine Steuerungsvorrichtung zur Durchführung eines Reinigungsvorgangs im Reinigungsraum auf, wobei der Reinigungsvorgang das Einleiten von Wasser in den Reinigungsraum und das zumindest teilweise Beaufschlagen des Wassers mit Plasma umfasst. Die Steuerungsvor-

richtung kann beispielsweise eine elektronische Schaltung, insbesondere mit einem Prozessor und einem Speicher, umfassen. Auf dem Speicher kann beispielsweise ein Programm gespeichert sein, dessen Ausführung auf dem Prozessor die Durchführung des Reinigungsvorgangs verursacht. Die Steuerungsvorrichtung weist bevorzugt eine Eingabeeeinrichtung auf, über die ein Benutzer der Reinigungsvorrichtung Parameter des Reinigungsvorgangs bestimmen und/oder den Reinigungsvorgang starten oder unterbrechen kann. Die Parameter umfassen bevorzugt Parameter der Plasmaquelle. Auf diese Weise kann der Benutzer einstellen, ob bzw. mit welchen Parametern die Plasmaquelle bei einem bestimmten Reinigungsvorgang eingesetzt werden soll. Dadurch ist ein bedarfsgemäßer Einsatz der Plasmaquelle möglich.

[0022] Gemäß der Erfindung ist die Plasmaquelle als Plasmadüse zur Erzeugung eines Plasmastrahls, insbesondere eines atmosphärischen Plasmastrahls, ausgebildet. Es hat sich herausgestellt, dass eine solche Plasmadüse besonders gut geeignet ist, das Wasser mit reaktiven Stoffen anzureichern. Eine besonders effektive Anreicherung kann dadurch erreicht werden, dass der Auslass der Plasmadüse, durch den der Plasmastrahl austritt, so angeordnet ist, dass er im Betrieb bei der Beaufschlagung des Wassers mit dem Plasma unter Wasser liegt. Optional kann an der Plasmadüse ein Käfig vorgesehen sein, in den der Plasmastrahl geleitet wird. Auf diese Weise kann ein unmittelbarer Kontakt des Plasmastrahls mit dem Wasser reduziert werden. Vielmehr können gelangen hierbei die durch den Plasmastrahl angeregten, reaktiven Stoffe durch Öffnungen im Käfig in das Wasser. Dadurch wird das Wasser mit den angeregten Stoffen und damit zumindest indirekt auch vom Plasma beaufschlagt.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform der Reinigungsvorrichtung ist die Plasmadüse als Plasmadüse zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmastrahls durch eine mit einer hochfrequenten Hochspannung erzeugten Bogenentladung in einem Arbeitsfluid, insbesondere in einem Arbeitgas, ausgebildet. Die Entladung erfolgt insbesondere zwischen zwei Elektroden, wobei mindestens eine dieser Elektroden auch durch das zu beaufschlagende Wasser gebildet werden kann.

[0024] Unter einer hochfrequenten Hochspannung wird typischerweise eine Spannung von 1 bis 100 kV, insbesondere 1 bis 50 kV, bevorzugt 5 bis 50 kV, bei einer Frequenz von 1 bis 100 kHz, insbesondere 10 bis 100 kHz, bevorzugt 10 bis 50 kHz verstanden. Die hochfrequente Hochspannung kann eine hochfrequente Wechselspannung, aber auch eine gepulste Gleichspannung sein.

[0025] Auf diese Weise wird ein Plasmastrahl erzeugt, der einerseits eine hohe Reaktivität und andererseits eine verhältnismäßig geringe Temperatur aufweist. Eine solche Plasmadüse ermöglicht einen besonders sicheren und zuverlässigen Betrieb. Da der Plasmastrahl einer solchen Plasmadüse relativ kalt ist, wird die Materialbe-

lastung der Reinigungsvorrichtung reduziert. Als Arbeitsfluid kann insbesondere ein Arbeitsgas, eine Arbeitsflüssigkeit und/oder eine Mischung aus einem Arbeitsgas und einer Flüssigkeit verwendet werden.

5 **[0026]** Vorzugweise wird die Plasmadüse mit einem Arbeitsgas betrieben. Hierdurch kann prozesssicher ein Plasmastrahl bereitgestellt werden. Durch die Verwendung einer Plasmadüse kann das zu beaufschlagende Wasser in der Regel prozesssicherer und/oder effektiver 10 mit reaktiven Stoffen angereichert werden als bei einer einfachen Anordnung von Elektroden im zu beaufschlagenden Wasser.

[0027] Beispielweise kann als Arbeitsgas Luft verwendet werden, ggf. unter Zusatz zusätzlicher Gase wie Sauerstoff und/oder unter Zusatz von Flüssigkeiten wie Wasser.

[0028] Anstelle einer Plasmadüse kann die Plasmaquelle auch als Plasmaquelle zur Erzeugung eines Plasmas mittels dielektrisch behinderter Entladung ausgebildet sein. Eine solche Plasmaquelle weist mindestens zwei Elektroden auf, wobei zwischen den Elektroden ein Dielektrikum angeordnet ist. Das Dielektrikum kann beispielsweise auf einer der Elektroden aufgebracht sein. Mindestens eine Elektrode und/oder das Dielektrikum 20 können auch durch das zu beaufschlagende Wasser gebildet werden.

[0029] In einer weiteren Ausführungsform der Reinigungsvorrichtung weist die Reinigungsvorrichtung eine Sauerstoffzuführung zum Einführen von Sauerstoff in die 30 Plasmaquelle auf. Durch die Sauerstoffzuführung kann die Erzeugung reaktiver Sauerstoffhaltiger Stoffe im Wasser verstärkt werden. Reaktive Sauerstoff-haltige Stoffe wie atomarer Sauerstoff, Ozon oder Peroxide weisen eine hohe Reinigungs- bzw. Desinfektionswirkung 35 auf. Die Sauerstoffzuführung kann aus einer externen Sauerstoffzuleitung oder aus einem internen Sauerstoffreservoir, wie zum Beispiel einer Sauerstoffflasche gespeist werden. Bei Verwendung einer Plasmadüse als Plasmaquelle kann beispielsweise ein Arbeitsgas zum 40 Betrieb der Plasmadüse mit Sauerstoff angereichert werden.

[0030] In einer weiteren Ausführungsform der Reinigungsvorrichtung ist der Wasserzufluss so eingerichtet, dass zumindest ein Teil des Wassers durch die Plasmaquelle 45 hindurch führbar ist. Auf diese Weise kommt es zu einem innigen Kontakt des Plasmas mit dem Wasser und dadurch zu einer vermehrten Erzeugung von reaktiven Stoffen im Wasser. Bei Verwendung einer Plasmadüse kann das Wasser beispielsweise im Bereich des 50 Plasmastrahls oder im Bereich der Entladung in das Düsenrohr der Plasmadüse geleitet werden. Das Wasser kann über den Einlass für das Arbeitgas oder über einen dafür vorgesehenen, separaten Einlass in die Plasmadüse eingeleitet werden.

55 **[0031]** In einer weiteren Ausführungsform der Reinigungsvorrichtung weist die Reinigungsvorrichtung eine Regelungseinrichtung zur Regelung der Plasmaquelle auf, wobei mit der Regelungseinrichtung die Temperatur

innerhalb der Plasmaquelle und/oder die Temperatur des mit der Plasmaquelle erzeugten Plasmas regelbar ist. Mit der Regelungseinrichtung kann die Plasmaquelle so geregelt werden, dass die Erzeugung von reaktiven Stoffen im Wasser optimal erfolgt. Bei einer Plasmadüse als Plasmaquelle kann die Regelung beispielweise über die Spannung, die Frequenz und/oder über den Fluss des durch die Plasmadüse geleiteten Arbeitsfluids erfolgen. Besonders gute Bedingungen für die Erzeugung von reaktiven Sauerstoff-haltigen Stoffen können dadurch erreicht werden, dass die Temperatur auf weniger als 2600 °C, bevorzugt auf weniger als 2500 °C, insbesondere auf weniger als 2400 °C geregelt wird. Besonders gute Bedingungen für die Erzeugung von reaktiven Sauerstoff-haltigen Stoffen können weiterhin dadurch erreicht werden, dass die Temperatur auf weniger als 1600 °C, bevorzugt auf weniger als 1500 °C, insbesondere auf weniger als 1400 °C geregelt wird. Oberhalb dieser Temperaturen entstehen vermehrt Stickstoff-haltige reaktive Stoffe, welche mit den Sauerstoff-haltigen reaktiven Stoffen reagieren und diese dadurch reduzieren.

[0032] In einer weiteren Ausführungsform der Reinigungsvorrichtung weist die Plasmaquelle eine Wasser-kühlung auf, welche insbesondere durch das zu beaufschlagende bzw. beaufschlagte Wasser gespeist werden kann. Die Plasmaquelle kann hierzu bevorzugt Kühlkanäle aufweisen. Bei Verwendung einer Plasmaquelle, die mindestens eine Elektrode aufweist, beispielsweise einer Plasdüse oder einer Plasmaquelle zur Erzeugung eines Plasmas mittels dielektrisch behinderter Entladung, weist mindestens die eine Elektrode eine Wasser-kühlung auf. Beispielsweise kann die Elektrode Kühlkanäle aufweisen, die auf der Oberfläche der Elektrode angeordnet sind oder durch die Elektrode hindurch gehen. Insbesondere kann die Elektrode als Hohlelektrode ausgebildet sein, wobei Wasser der hohle Innenraum der Hohlelektrode den Kühlkanal bildet. Durch die Kühlung der Plasmaquelle können die Temperaturen der Plasmaquelle bzw. des Plasmas reduziert werden, so dass weniger Stickstoff-haltige reaktive Stoffe entstehen.

[0033] In einer weiteren Ausführungsform der Reinigungsvorrichtung weist die Reinigungsvorrichtung eine Messeinrichtung zur Messung mindestens einer Eigenschaft des mit dem Plasma beaufschlagten Wassers auf. Bevorzugte Beispiele für die mindestens eine Eigenschaft sind die Leitfähigkeit, der pH- bzw. pOH-Wert oder die Stickoxidkonzentration des beaufschlagten Wassers. Mit der Messeinrichtung kann beispielsweise eine Kontrolle des mit dem Plasma beaufschlagten Wassers, insbesondere der Konzentration reaktiver Stoffe im beaufschlagten Wasser, erfolgen.

[0034] In einer weiter bevorzugten Ausführungsform weist die Reinigungsvorrichtung neben der Messeinrichtung zudem eine Regelungseinrichtung zur Regelung der Plasmaquelle auf, wobei mit der Regelungseinrichtung die mit der Messeinrichtung gemessene Eigenschaft des beaufschlagten Wassers regelbar ist. Die Regelung dieser Eigenschaft kann beispielsweise über die

Betriebsparameter der Plasmaquelle erfolgen, beispielsweise über die Spannung, die Frequenz und/oder den Arbeitsgasfluss bei Verwendung einer Plasmadüse als Plasmaquelle. Durch die Regelung der mindestens einen gemessenen Eigenschaft des beaufschlagten Wassers, kann insbesondere auch die Konzentration reaktiver Stoffe im beaufschlagten Wasser geregelt werden. Zu diesem Zweck sind insbesondere die Eigenschaften Leitfähigkeit, pH- bzw. pOH-Wert und/oder Stickoxidkonzentration des beaufschlagten Wassers geeignet.

[0035] In einer weiteren Ausführungsform der Reinigungsvorrichtung weist die Reinigungsvorrichtung eine Reinigungsmittelzuführung zum Einleiten eines Reinigungsmittels in den Reinigungsraum auf. Bei einer Waschmaschine kann es sich beispielsweise um festes, insbesondere Pulver- oder Tab-förmiges, oder flüssiges Waschmittel, bei einer Spülmaschine beispielsweise um festes, insbesondere Pulver- oder Tab-förmiges, oder flüssiges Spülmittel handeln. Das Reinigungsmittel kann separat oder zusammen mit dem Wasser in den Reinigungsraum eingeleitet werden. Bevorzugt ist die Reinigungsmittelzuführung so angeordnet, dass das Reinigungsmittel in das Wasser eingebracht wird, bevor das Wasser mit dem Plasma beaufschlagt wird. Dadurch kann das Reinigungsmittel ebenfalls durch das Plasma aktiviert werden.

[0036] In einer weiteren Ausführungsform der Reinigungsvorrichtung weist die Reinigungsvorrichtung einen Wasserabfluss zum Abführen von Wasser aus dem Reinigungsraum auf, wobei der Wasserabfluss so eingerichtet ist, dass zumindest ein Teil des abgeführten Wassers über den Wasserzufluss erneut in den Reinigungsraum einleitbar ist. Auf diese Weise kann dieselbe Wassermenge mehrmals zur Reinigung verwendet werden, so dass der Wasserverbrauch reduziert wird. Weiterhin können die durch die Plasmabeaufschlagung im Wasser erzeugten reaktiven Stoffe besser ausgenutzt werden, da nach einmaligem Durchlauf durch den Reinigungsraum verbliebene reaktive Stoffe im nächsten Durchlauf noch zu einer verbesserten Reinigung führen können.

[0037] Die Plasmaquelle kann in einer weiteren Ausführungsform so im Bereich des Wasserabflusses angeordnet sein, so dass das Wasser vor dem Abführen aus der Reinigungsvorrichtung, insbesondere vor dem Zuführen zur Kanalisation, mit dem Plasma beaufschlagbar ist. Hierdurch kann eine Behandlung des Abwassers mit dem Plasma erreicht werden, wodurch beispielsweise umweltschädliche Schadstoffe im Abwasser reduziert werden können. Beispielsweise können die durch das Plasma in das Wasser eingebrachten reaktiven Stoffe mit Waschmittelresten oder Schmutzresten reagieren und diese chemisch in unbedenklichere Verbindungen umwandeln. Im Bereich des Wasserabflusses kann auch eine zusätzliche Plasmaquelle zur Beaufschlagung des Abwassers vorgesehen sein.

[0038] In einer weiteren Ausführungsform der Reinigungsvorrichtung ist die Plasmaquelle so angeordnet, dass das über den Wasserabfluss und über den Was-

serzufluss erneut in den Reinigungsraum eingeleitete Wasser zumindest teilweise mit dem Plasma beaufschlagbar ist. Auf diese Weise kann die Konzentration der reaktiven Stoffe im Wasser vor der erneuten Einleitung in den Reinigungsraum wieder erhöht werden. Dadurch sind eine gleichbleibend hohe Konzentration der reaktiven Stoffe im Wasser und damit eine gleichbleibend hohe Reinigungswirkung während des Reinigungsvorgangs erreichbar.

[0039] Vorzugsweise weist die Reinigungsvorrichtung eine Pumpe, beispielsweise eine Kreiselpumpe, zum Transport des Wassers auf. In einer Ausführungsform kann die Plasmaquelle im Bereich der Pumpe angeordnet werden, wobei das Wasser bevorzugt unmittelbar vor oder innerhalb der Pumpe mit dem Plasma beaufschlagbar ist. Durch die Pumpenbewegung kann erreicht werden, dass die in das Wasser eingebrachten reaktiven Stoffe gleichmäßig verteilt werden. Die Plasmaquelle kann bevorzugt mit der Pumpe als eine konstruktive Einheit ausgebildet werden.

[0040] Gegenstand der vorliegenden Offenbarung ist daher auch eine Pumpe mit integrierter Plasmaquelle, wobei die Plasmaquelle so angeordnet ist, dass das mit der Pumpe geförderte Medium innerhalb der Pumpe mit Plasma beaufschlagbar ist. Diese Pumpe kann insbesondere für eine der zuvor beschriebenen Reinigungsvorrichtungen verwendet werden.

[0041] Die zuvor beschriebenen Aufgaben werden bei einem Verfahren zur Reinigung von Gegenständen mit Wasser, insbesondere unter Verwendung einer der zuvor beschriebenen Reinigungsvorrichtungen, bei dem ein Reinigungsraum mit den zu reinigenden Gegenständen befüllt wird und bei dem in den Reinigungsraum Wasser zum Reinigen der Gegenstände eingeleitet wird, erfindungsgemäß zumindest teilweise dadurch gelöst, dass das Wasser vor dem Einleiten in den Reinigungsraum mit einem Plasma, insbesondere mit einem atmosphärischen Plasmastrahl, beaufschlägt wird.

[0042] In einer Ausführungsform des Verfahrens ist der Reinigungsraum Teil einer Waschmaschine oder einer Spülmaschine.

[0043] Für die Vorteile dieser Verfahren wird auf die entsprechenden Ausführungen im Zusammenhang mit den zuvor beschriebenen Reinigungsvorrichtungen verwiesen. Weiterhin können die Verfahren mit den für die Reinigungsvorrichtungen beschriebenen Merkmalen entsprechend weitergebildet werden.

[0044] Die zuvor beschriebenen Aufgaben werden erfindungsgemäß zumindest teilweise durch die Verwendung einer Plasmadüse zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmastrahls in einem der zuvor beschriebenen Verfahren gelöst.

[0045] Hinsichtlich der Vorteile und weiteren Ausgestaltungen dieser Verwendung wird auf die Ausführungen im Zusammenhang mit den zuvor beschriebenen Verfahren sowie mit den zuvor beschriebenen Reinigungsvorrichtungen verwiesen.

[0046] Weitere Merkmale und Vorteile der Reinigungs-

vorrichtung, des Verfahrens und der Verwendung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung verschiedener Ausführungsbeispiele, wobei auf die beigelegte Zeichnung Bezug genommen wird.

5 [0047] In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine Waschmaschine als erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßigen Reinigungsvorrichtung, des erfindungsgemäßigen Verfahrens und der erfindungsgemäßigen Verwendung,

Fig. 2 einen Detailausschnitt aus Fig. 1 mit einer Beaufschlagungseinheit,

Fig. 3 eine Spülmaschine als zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßigen Reinigungsvorrichtung, des erfindungsgemäßigen Verfahrens und der erfindungsgemäßigen Verwendung,

Fig. 4 eine Beaufschlagungseinheit gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßigen Reinigungsvorrichtung, des erfindungsgemäßigen Verfahrens und der erfindungsgemäßigen Verwendung,

Fig. 5 eine Beaufschlagungseinheit gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßigen Reinigungsvorrichtung, des erfindungsgemäßigen Verfahrens und der erfindungsgemäßigen Verwendung,

Fig. 6 eine Beaufschlagungseinheit gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßigen Reinigungsvorrichtung, des erfindungsgemäßigen Verfahrens und der erfindungsgemäßigen Verwendung,

Fig. 7 eine Beaufschlagungseinheit gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßigen Reinigungsvorrichtung, des erfindungsgemäßigen Verfahrens und der erfindungsgemäßigen Verwendung,

Fig. 8 eine Beaufschlagungseinheit gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßigen Reinigungsvorrichtung, des erfindungsgemäßigen Verfahrens und der erfindungsgemäßigen Verwendung und

Fig. 9a-b eine Beaufschlagungseinheit gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßigen Reinigungsvorrichtung, des erfindungsgemäßigen Verfahrens und der erfindungsgemäßigen Verwendung.

[0048] Fig. 1 zeigt eine als Waschmaschine ausgebil-

dete Reinigungsvorrichtung 2. Die Reinigungsvorrichtung 2 weist einen Reinigungsraum 4 mit einer drehbaren Wäschetrommel 6 auf. Die Wäschetrommel kann über einen Antrieb (Pfeil 8) in Rotation versetzt werden. Die Reinigungsvorrichtung 2 weist weiterhin einen Wasserzufluss 10 auf, der über eine externe Wasserzuführung 12 gespeist wird. Das Wasser kann über den Wasserzufluss 10 in den Reinigungsraum 4 eingeleitet werden (Pfeil 14). Innerhalb des Reinigungsraums 4 kommt das Wasser während des Reinigungsvorgangs mit der Wäsche in der Wäschetrommel 6 in Kontakt und führt so zu einer Reinigung der Wäsche. Die Reinigungsvorrichtung 2 weist weiterhin einen Wasserabfluss 16 auf, über den das Wasser aus dem Reinigungsraum 4 abgeführt werden kann (Pfeil 18). Das abgeführte Wasser kann dann mit einer Pumpe 20 zumindest teilweise wieder dem Wasserzufluss 10 zugeführt und so erneut in den Reinigungsraum 4 eingeleitet werden.

[0049] Die Reinigungsvorrichtung 2 weist weiterhin eine Reinigungsmittelzuführung 22 auf, mit der ein Reinigungsmittel aus einem Reservoir 24 in das durch den Wasserzufluss 10 fließende Wasser und damit mit diesem in den Reinigungsraum 4 eingeleitet werden kann.

[0050] Weiterhin weist die Reinigungsvorrichtung 2 noch eine Steuerungsvorrichtung 26 zur Durchführung eines Reinigungsvorgangs im Reinigungsraum 4 auf. Die Steuerungsvorrichtung 26 enthält eine elektrische Schaltung mit einem Prozessor, einem Speicher und einer Eingabeeinrichtung, wobei auf dem Speicher verschiedene Reinigungsprogramme gespeichert sind, unter denen ein Benutzer über die Eingabeeinrichtung auswählen kann.

[0051] In den Wasserzufluss 10 der Reinigungsvorrichtung 2 ist eine Beaufschlagungseinheit 28 integriert, deren Aufbau im Detail in Fig. 2 dargestellt ist.

[0052] Die Beaufschlagungseinheit 28 weist einen Leitungsabschnitt 30 mit einem Einlass 32 und einem Auslass 34 auf. Der Einlass 32 und der Auslass 34 sind so an den Wasserzufluss 10 angeschlossen, dass das Wasser aus dem Wasserzufluss 10 durch den Einlass 32 in den Leitungsabschnitt 30 hinein und durch den Auslass 34 wieder hinaus und zurück in den Wasserzufluss 10 fließen kann. Die Beaufschlagungseinheit weist weiterhin eine Plasmaquelle 36 auf, welche vorliegend als Plasmadüse 38 zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmastrahls 40 ausgebildet ist.

[0053] Die Plasmadüse 38 weist ein Düsenrohr 42 aus Metall auf, dass sich konisch zu einer Düsenöffnung 44 verjüngt. Am der Düsenöffnung 44 entgegengesetzten Ende weist das Düsenrohr 42 eine Dralleinrichtung 46 mit einem Einlass 48 für ein Arbeitsgas, beispielsweise Luft.

[0054] Eine Zwischenwand 50 der Dralleinrichtung 46 weist einen Kranz von schräg in Umfangsrichtung angestellten Bohrungen 52 auf, durch die das Arbeitsgas verdrallt wird. Der stromabwärtige, konisch verjüngte Teil des Düsenrohres wird deshalb von dem Arbeitsgas in der Form eines Wirbels 54 durchströmt, dessen Kern auf

der Längsachse des Düsenrohres verläuft. An der Unterseite der Zwischenwand 50 ist mittig eine Elektrode 56 angeordnet, die koaxial in Richtung des verjüngten Abschnittes in das Düsenrohr hineinragt. Die Elektrode 56 ist elektrisch mit der Zwischenwand 50 und den übrigen Teilen der Dralleinrichtung 46 verbunden. Die Dralleinrichtung 46 ist durch ein Keramikrohr 58 elektrisch gegen das Düsenrohr 42 isoliert. Über die Dralleinrichtung 46 wird an die Elektrode 56 eine hochfrequente Hochspannung angelegt, die von einem Transformator 60 erzeugt wird. Der Einlass 48 ist über einen nicht gezeigten Schlauch mit einer unter Druck stehenden Arbeitsgasquelle, mit variablem Durchsatz verbunden. Das Düsenrohr 42 ist geerdet. Durch die angelegte Spannung wird eine Hochfrequenzentladung in der Form eines Lichtbogens 62 zwischen der Elektrode 56 und dem Düsenrohr 42 erzeugt.

[0055] Der Begriff "Lichtbogen" wird hier als phänomenologische Beschreibung der Entladung verwendet, da die Entladung in Form eines Lichtbogens auftritt. Der Begriff "Lichtbogen" wird aber bei Gleichspannungsentladung mit im Wesentlichen konstanten Spannungswerten verstanden.

[0056] Aufgrund der drallförmigen Strömung des Arbeitsgases wird dieser Lichtbogen jedoch im Wirbelkern auf der Achse des Düsenrohres 42 kanalisiert, so dass er sich erst im Bereich der Düsenöffnung 44 zur Wand des Düsenrohres 42 verzweigt. Das Arbeitsgas, das im Bereich des Wirbelkerns und damit in unmittelbarer Nähe des Lichtbogens 62 mit hoher Strömungsgeschwindigkeit rotiert, kommt mit dem Lichtbogen in innige Berührung und wird dadurch zum Teil in den Plasmazustand überführt, so dass ein atmosphärischer Plasmastrahl durch die Düsenöffnung 44 in ein Auslassrohr 64 eintritt.

[0057] Das Auslassrohr 64 der Plasmadüse 38 ist durch die Wand des Leitungsabschnitts 30 geführt und so angeordnet, dass die Auslassöffnung 66 bei der Durchführung von Wasser durch den Leitungsabschnitt 30 unter Wasser liegt. Der aus der Auslassöffnung 66 austretende Plasmastrahl 40 weist eine hohe Reaktivität auf und erzeugt im Wasser 68 reaktive Stoffe, insbesondere reaktive Sauerstoff-haltige Stoffe, die sich insbesondere in Form von Bläschen 70 im Wasser anreichern. Die Bläschen 70 sind in Fig. 2 zur besseren Darstellung stark vergrößert dargestellt.

[0058] Das mit den reaktiven Stoffen angereicherte Wasser 68 kann dann über den Auslass 34 in den Wasserzufluss 10 und darüber in den Reinigungsraum 4 eingeleitet werden. Die reaktiven Stoffe im Wasser 68 führen dort zu einer verbesserten Reinigungswirkung.

[0059] Die Steuerungsvorrichtung 26 ist mit der Plasmadüse 38 verbunden und zur Steuerung der Plasmadüse 38 eingerichtet. Die Steuerungsvorrichtung 26 weist weiterhin eine Regelungseinrichtung zur Regelung der Temperatur innerhalb der Plasmadüse 38 und/oder der Temperatur des Plasmastrahls 40 auf. Zu diesem Zweck können im Bereich der Plasmadüse 38 Thermoelemente zur Messung der Temperatur des Plasma-

strahls 40 oder der Plasmadüse 38 vorgesehen sein.

[0060] Fig. 3 zeigt eine als Spülmaschine ausgebildete Reinigungsvorrichtung 82. Die Reinigungsvorrichtung 82 zeigt im Prinzip einen ähnlichen Aufbau wie die Reinigungsvorrichtung 2 aus Fig. 1. Gleiche Komponenten sind entsprechend mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Für die Funktionsweise dieser gleichen Komponenten wird auf die Beschreibung zu Fig. 1 verwiesen.

[0061] Die Reinigungsvorrichtung 82 weist als Reinigungsraum 84 einen Raum auf, in dem Geschirr, Besteck oder Geräte, wie zum Beispiel medizinische Geräte, angeordnet werden können. In dem Reinigungsraum 84 ist mindestens ein drehbarer Sprüharm 86 vorgesehen, über den das durch den Wasserzufluss 10 in den Reinigungsraum 84 eingeleitete Wasser in diesem verteilt werden kann.

[0062] Die Reinigungsvorrichtung 82 weist zudem ebenfalls eine Beaufschlagungseinheit 28 auf, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist. Mit der Beaufschlagungseinheit 28 wird das Wasser durch die Plasmadüse 38 mit reaktiven Stoffen angereichert, welche im Reinigungsraum 84 zu einer verbesserten Reinigungswirkung führen, so dass die in dem Reinigungsraum angeordneten zu reinigenden Gegenstände besser gereinigt bzw. desinfiziert werden können.

[0063] Fig. 4 zeigt eine Beaufschlagungseinheit 102 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Reinigungsvorrichtung, des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Verwendung. Die Beaufschlagungseinheit 102 weist einen ähnlichen Aufbau auf wie die Beaufschlagungseinheit 28 aus Fig. 2. Gleiche Komponenten sind entsprechend mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Die Beaufschlagungseinheit 102 kann beispielsweise in den Reinigungsvorrichtungen 2 und 82 anstelle der Beaufschlagungseinheit 28 verwendet werden.

[0064] Die Beaufschlagungseinheit 102 weist als Plasmaquelle ebenfalls eine Plasmadüse 38 auf. Für den Aufbau und die Funktion der Plasmadüse 38 wird auf die Beschreibung zu Fig. 2 verwiesen.

[0065] Die Beaufschlagungseinheit 102 unterscheidet sich von der Beaufschlagungseinheit 28 dadurch, dass an das Auslassrohr 64 ein Käfig 104 angeschlossen ist, in den der aus der Auslassöffnung 66 austretende Plasmastrahl 40 eintritt. Die mit dem Plasmastrahl 40 erzeugten reaktiven Stoffe gelangen dann durch die Öffnungen 106 des Käfigs 104 in das Wasser. Bei dieser Ausgestaltung kann ein direkter Kontakt des Plasmastrahls 66 mit dem Wasser außerhalb des Käfigs 104 reduziert oder vermieden werden. Das Wasser wird mit dem angeregten Arbeitsgas um den Plasmastrahl 66 und damit indirekt durch den Plasmastrahl beaufschlagt. Insbesondere kann das durch den Plasmastrahl 66 angeregte Arbeitsgas ebenfalls als Plasma angesehen werden.

[0066] Fig. 5 zeigt eine Beaufschlagungseinheit 112 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Reinigungsvorrichtung, des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Ver-

wendung. Die Beaufschlagungseinheit 112 weist einen ähnlichen Aufbau auf wie die Beaufschlagungseinheit 28 aus Fig. 2. Gleiche Komponenten sind entsprechend mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Die Beaufschlagungseinheit 112 kann beispielsweise in den Reinigungsvorrichtungen 2 und 82 anstelle der Beaufschlagungseinheit 28 verwendet werden.

[0067] Die Beaufschlagungseinheit 112 weist als Plasmaquelle eine Plasmadüse 114 auf, welche einen ähnlichen Aufbau aufweist wie die Plasmadüse 38 aus Fig. 2. Hinsichtlich der gleichen Komponenten wird daher auf die Beschreibung zu Fig. 2 verwiesen.

[0068] Die Beaufschlagungseinheit 112 unterscheidet sich von der Beaufschlagungseinheit 28 dadurch, dass das Düsenrohr 42 und das Auslassrohr 64 innen mit einer Isolierung 116 isoliert sind und dass anstelle des Düsenrohrs 42 der Leitungsabschnitt 30 geerdet ist. Die Plasmadüse 114 wird so betrieben, dass das Wasser, welches in Fig. 5 bis in das Auslassrohr 64 hinein gelangt, als zweite Elektrode für den Lichtbogen 62 fungiert.

[0069] Fig. 6 zeigt eine nicht erfindungsgemäßen Beaufschlagungseinheit 122. Die Beaufschlagungseinheit 122 weist einen Aufbau auf, der zumindest teilweise dem Aufbau der Beaufschlagungseinheit 28 aus Fig. 2 ähnelt. Gleiche Komponenten sind entsprechend mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Die Beaufschlagungseinheit 122 kann beispielsweise in den Reinigungsvorrichtungen 2 und 82 anstelle der Beaufschlagungseinheit 28 verwendet werden.

[0070] Die Beaufschlagungseinheit 122 unterscheidet sich dadurch von der Beaufschlagungseinheit 28, dass anstelle einer Plasmadüse eine Plasmaquelle 124 zur Erzeugung eines Plasmas mittels dielektrisch behindeter Entladung vorgesehen ist. Die Plasmaquelle 124 umfasst eine zentrale Elektrode 126 mit einer dielektrischen Beschichtung 128 sowie eine darum angeordnete Käfigelektrode 130. Zwischen der zentralen Elektrode 126 und der Käfigelektrode 130 wird mittels eines Transformators 60 eine hochfrequente Hochspannung angelegt. Weiterhin wird zwischen der zentralen Elektrode 126 und der Käfigelektrode 130 ein Arbeitsgas eingeblasen (s. Pfeile 132). Die dielektrische Beschichtung 128 verhindert das Ausbilden einer Bogenentladung und führt stattdessen zu einer dielektrisch behinderten Entladung zwischen der zentralen Elektrode 126 und der Käfigelektrode 130. Hierdurch entstehen zwischen der Elektrode 126 und der Käfigelektrode 130 ein Plasma und damit reaktive Stoffe, die im Wasser angereichert werden.

[0071] Fig. 7 zeigt eine Beaufschlagungseinheit 142 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Reinigungsvorrichtung, des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Verwendung. Die Beaufschlagungseinheit 142 weist einen Aufbau auf, der zumindest teilweise dem Aufbau der Beaufschlagungseinheit 28 aus Fig. 2 ähnelt. Gleiche Komponenten sind entsprechend mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Die Beaufschlagungseinheit 142 kann beispielsweise in den Reinigungsvorrichtungen 2

und 82 anstelle der Beaufschlagungseinheit 28 verwendet werden.

[0072] Die Beaufschlagungseinheit 102 weist als Plasmaquelle eine Plasmadüse 38 auf. Für den Aufbau und die Funktion der Plasmadüse 38 wird auf die Beschreibung zu Fig. 2 verwiesen.

[0073] Hinter dem Einlass 32 ist eine Düse 144 angeordnet, mit der das über den Einlass 32 zugeführte Wasser zu Tröpfchen 146 vernebelt werden kann. Die Düse 144 ist so angeordnet, dass die Tröpfchen in den Bereich des Plasmastrahls 40 gelangen und dort mit reaktiven Stoffen angereichert werden. Durch die große spezifische Oberfläche der Tröpfchen kann auf diese Weise eine effektive Anreicherung erreicht werden.

[0074] Anschließend schlagen sich die Tröpfchen wieder als Flüssigkeit 148 nieder, und gelangen dann durch den Auslass 34 in den Wasserzufluss 10 zurück.

[0075] Fig. 8 zeigt eine nicht erfindungsgemäßen Beaufschlagungseinheit 162. Die Beaufschlagungseinheit 162 weist wie die Beaufschlagungseinheit in Fig. 2 einen Einlass 32 und einen Auslass 34 auf. Die Beaufschlagungseinheit 162 kann beispielsweise in den Reinigungsvorrichtungen 2 und 82 anstelle der Beaufschlagungseinheit 28 verwendet werden.

[0076] Die Beaufschlagungseinheit 162 weist ein erstes und ein zweites Reservoir 164a, 164b auf, eine erste und eine zweite Walze 166a, 166b und ein drittes Reservoir 168 auf. Zwischen der ersten und zweiten Walze 166a, 166b ist mittels eines Transformators 60 eine hochfrequente Hochspannung angelegt.

[0077] Im Betrieb wird das über den Einlass 32 zugeführte Wasser dem ersten und dem zweiten Reservoir 164a und 164b zugeführt. Die Zuführung erfolgt dabei vorzugsweise so, dass das Wasser im ersten Reservoir und das Wasser im zweiten Reservoir galvanisch voneinander getrennt sind. Dies kann beispielsweise wie in Fig. 8 durch eine Vertropfung 170a, 170b des Wassers erreicht werden.

[0078] Das Wasser aus dem ersten und zweiten Reservoir 164a, 164b fließt wasserfallartig über die erste und zweite Walze 166a, 166b. Durch die hochfrequente Hochspannung zwischen den Walzen 166a, 166b kommt es zu Entladungen zwischen dem über die erste und dem über die zweite Walze 166a, 166b fließenden Wasser. Das über die erste Walze 166a und über die zweite Walze 166b fließende Wasser fungiert hier als erste bzw. zweite Elektrode. Durch die Entladungen entsteht im Bereich des Wassers ein Plasma, durch das reaktive Stoffe im Wasser angereichert werden. Bevorzugt kann ein Arbeitsgas (Pfeil 172) zwischen die Walzen 166a, 166b geblasen werden.

[0079] Das über die Walzen 166a, 166b fließende Wasser gelangt, vorzugsweise über eine Vertropfung 174a, 174b in das dritte Reservoir 168. Über den Auslass 34 kann das Wasser wieder dem Wasserzufluss zugeleitet werden.

[0080] Fig. 9a und 9b zeigen eine Beaufschlagungseinheit 182 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel

der erfindungsgemäßen Reinigungsvorrichtung, des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Verwendung. Fig. 9b zeigt dabei einen Schnitt durch die in Fig. 9a entsprechend markierte Ebene. Die Beaufschlagungseinheit 182 bildet eine Einheit mit einer Pumpe 184, welche beispielsweise in den

[0081] Reinigungsvorrichtungen 2 und 82 anstelle der Pumpe 20 verwendet werden kann. Auf die Beaufschlagungseinheit 28 kann dann vorzugsweise verzichtet werden.

[0082] Die Pumpe 184 ist in Fig. 9a und 9b als Kreiselpumpe ausgebildet. Die Pumpe 184 weist einen Einlass 186 und einen Auslass 188 sowie ein Pumpengehäuse 190 auf, in dem ein über eine Welle 192 mit einem Motor 194 verbundenes Schaufelrad 196 drehbar angeordnet ist. Durch die Rotation des Schaufelrads 196 wird das Wasser vom Einlass 186 zum Auslass 188 gepumpt. An die Pumpe 184 ist eine Plasmaquelle 198 angeschlossen, welche als Plasmadüse zur Erzeugung eines Plasmastrahls ausgebildet sein kann. Durch Verbindungskanäle 200 zwischen der Plasmaquelle 198 und dem Innenraum des Pumpengehäuses 190 kann das Plasma, vorzugsweise ein oder mehrere Plasmastrahlen, aus der Plasmaquelle 198 in das Pumpengehäuse 190 gelangen, so dass das in dem Pumpengehäuse 190 gepumpte Wasser mit dem Plasma beaufschlagt und dadurch mit reaktiven Stoffen angereichert wird. Die Rotation des Schaufelrads 196 führt dabei zu einer guten Vermischung der reaktiven Stoffe im Wasser.

[0083] Gegenstand der vorliegenden Offenbarung ist weiterhin ein Verfahren, bei dem eine Flüssigkeit einem chemischen Prozess zugeführt wird, insbesondere einer Verbrennung oder (als Edukt) einem chemischen Produktionsprozess, und bei dem die Flüssigkeit vor der Zuführung zu dem chemischen Prozess mit einem Plasma, insbesondere mit einem Plasmastrahl, beaufschlagt wird. Auf diese Weise können in der Flüssigkeit reaktive Stoffe angereichert werden, durch welche die Reaktion verbessert, beispielsweise beschleunigt, werden kann. Die Beaufschlagung durch das Plasma kann damit gleichsam als Katalysator dienen bzw. einen Katalysator ersetzen oder unterstützen.

[0084] Als Plasmaquelle kommen die in dieser Offenbarung zuvor beschriebenen Plasmaquellen in Betracht. Die Beaufschlagung der Flüssigkeit mit dem Plasma kann ebenfalls wie zuvor in dieser Offenbarung beschrieben erfolgen.

[0085] In einer Ausführungsform des Verfahrens wird ein Brenn- bzw. Kraftstoff, beispielsweise Benzin, Diesel oder Kerosin, mit Plasma beaufschlagt, insbesondere vor der Verbrennung des Kraftstoffs in einem Verbrennungsmotor oder in einem Düsentriebwerk. Die Beaufschlagung mit Plasma kann beispielsweise in, vor oder nach einem Vergaser vorgesehen sein. Hierdurch kann die Verbrennung des Kraftstoffs verbessert werden und der Wirkungsgrad des Motors bzw. des Triebwerks erhöht werden.

[0086] In einer weiteren Ausführungsform des Verfah-

rens wird ein flüssiges Edukt für eine chemische Reaktion, vorzugsweise mit mindestens einem zweiten Edukt, vor der Reaktion mit Plasma beaufschlagt. Das Plasma kann in der Flüssigkeit die zur Initiierung der Reaktion erforderliche Energie bereitstellen. Weiterhin kann die Reaktion durch die reaktiven Stoffe in der Flüssigkeit beschleunigt oder verbessert werden.

[0087] Bei der Flüssigkeit kann es sich grundsätzlich auch um ein Gemisch, insbesondere um eine Lösung oder um eine Dispersion, handeln.

Patentansprüche

1. Reinigungsvorrichtung (2, 82),

- mit einem Reinigungsraum (4, 84), in dem zu reinigende Gegenstände angeordnet werden können und
- mit einem Wasserzufluss (10), mit dem Wasser in den Reinigungsraum (4, 84) einleitbar ist,

wobei die Reinigungsvorrichtung (2, 82) eine Plasmaquelle (36) zur Erzeugung eines Plasmas (40) aufweist, wobei das Plasma als ein reaktives Medium mit ionisierten oder teilionisierten Molekülen oder Atomen definiert ist,

- die Plasmaquelle (36) so angeordnet ist, dass das über den Wasserzufluss (10) in den Reinigungsraum (4, 84) einleitbare Wasser zumindest teilweise mit dem Plasma (40) beaufschlagbar ist, **dadurch gekennzeichnet**,
- **dass** die Plasmaquelle (36) als Plasmadüse zur Erzeugung eines Plasmastrahls (40) ausgebildet ist, wobei die Plasmadüse einen Einlass für ein Arbeitsgas und Mittel zur Ionisierung dieses Arbeitsgases aufweist.

2. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,

dass die Reinigungsvorrichtung (2, 82) eine Waschmaschine oder eine Spülmaschine ist.

3. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**,

dass die Reinigungsvorrichtung (2, 82) eine Steuerungsvorrichtung (26) zur Durchführung eines Reinigungsvorgangs im Reinigungsraum (4, 84) aufweist, wobei der Reinigungsvorgang das Einleiten von Wasser in den Reinigungsraum (4, 84) und das zumindest teilweise Beaufschlagen des Wassers mit Plasma (40) umfasst.

4. Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**,

dass die Plasmaquelle (36) als Plasmadüse zur Er-

zeugung eines atmosphärischen Plasmastrahls (40) ausgebildet ist.

5. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**,

dass die Plasmadüse (38) als Plasmadüse zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmastrahls durch eine mit einer hochfrequenten Hochspannung erzeugten Bogenentladung in dem Arbeitsgas ausgebildet ist.

6. Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**,

dass die Reinigungsvorrichtung (2, 82) eine Sauerstoffzuführung zum Einführen von Sauerstoff in die Plasmaquelle (36) aufweist.

7. Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**,

dass der Wasserzufluss (10) so eingerichtet ist, dass zumindest ein Teil des Wassers durch die Plasmaquelle (36) hindurchführbar ist.

8. Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**,

dass die Reinigungsvorrichtung (2, 82) eine Regelungseinrichtung zur Regelung der Plasmaquelle (36) aufweist, wobei mit der Regelungseinrichtung die Temperatur innerhalb der Plasmaquelle (36) und/oder die Temperatur des mit der Plasmaquelle (36) erzeugten Plasmas (40) regelbar ist.

9. Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**,

dass die Reinigungsvorrichtung (2, 82) eine Reinigungsmittelzuführung zum Einleiten eines Reinigungsmittels in den Reinigungsraum (4, 84) aufweist.

10. Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**,

dass die Reinigungsvorrichtung (2, 82) einen Wasserabfluss (16) zum Abführen von Wasser aus dem Reinigungsraum (4, 84) aufweist, wobei der Wasserabfluss (16) so eingerichtet ist, dass zumindest ein Teil des abgeführten Wassers über den Wasserzufluss (10) erneut in den Reinigungsraum (4, 84) einleitbar ist.

11. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**,

dass die Plasmaquelle (36) so angeordnet ist, dass das über den Wasserabfluss (16) und über den Was-

- serzufluss (10) erneut in den Reinigungsraum (4, 84) eingeleitete Wasser zumindest teilweise mit dem Plasma (40) beaufschlagbar ist.
- 12.** Verfahren zur Reinigung von Gegenständen mit Wasser,
 - bei dem ein Reinigungsraum (4, 84) mit den zu reinigenden Gegenständen befüllt wird und
 - bei dem in den Reinigungsraum (4, 84) Wasser zum Reinigen der Gegenstände eingeleitet wird,
 - und das Wasser vor dem Einleiten in den Reinigungsraum (4, 84) mit einem atmosphärischen Plasmastrahl (40) beaufschlagt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Reinigungs- vorrichtung (2, 82) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 verwendet wird.
- 13.** Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Reinigungsraum (4, 84) Teil einer Waschmaschine oder einer Spülmaschine ist.
- 14.** Verwendung einer Plasmadüse (38) zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmastrahls (40) in einem Verfahren nach Anspruch 12 oder 13.
- Claims**
- 1.** Cleaning apparatus (2, 82)
 - having a cleaning chamber (4, 84), in which articles which are to be cleaned can be arranged, and
 - having a water supply (10), with which water can be introduced into the cleaning chamber (4, 84), wherein the cleaning apparatus (2, 82) has a plasma source (36) for generating a plasma (40), wherein the plasma is defined as a reactive medium with ionised or partially ionised molecules or atoms,
 - the plasma source (36) is arranged such that the water which can be introduced into the cleaning chamber (4, 84) via the water supply (10) can be subjected, at least in part, to the plasma (40),
- characterised in that**
- the plasma source (36) is designed as a plasma nozzle for generating a plasma jet (40), wherein the plasma nozzle has an inlet for a working gas and means for ionising this working gas.
- 2.** Cleaning apparatus according to claim 1, **characterised in that** the cleaning apparatus (2, 82) is a washing machine or a dishwasher.
- 3.** Cleaning apparatus according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** the cleaning apparatus (2, 82) has a control device (26) for performing a cleaning process in the cleaning chamber (4, 84), wherein the cleaning process comprises introduction of water into the cleaning chamber (4, 84) and the at least partial subjecting of the water to plasma (40).
 - 4.** Cleaning apparatus according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the plasma source (36) is designed as a plasma nozzle for generating an atmospheric plasma jet (40).
 - 5.** Cleaning apparatus according to claim 4, **characterised in that** the plasma nozzle (38) is designed as a plasma nozzle for generating an atmospheric plasma jet by an arc discharge generated by a high-frequency high voltage in the working gas.
 - 6.** Cleaning apparatus according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the cleaning apparatus (2, 82) has an oxygen supply for introducing oxygen into the plasma source (36).
 - 7.** Cleaning apparatus according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the water supply (10) is configured in such a way that at least part of the water can be passed through the plasma source (36).
 - 8.** Cleaning apparatus according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the cleaning apparatus (2, 82) has a regulating device for regulating the plasma source (36), wherein with the regulating device the temperature within the plasma source (36) and/or the temperature of the plasma (40) generated with the plasma source (36) can be regulated.
 - 9.** Cleaning apparatus according to any one of claims 1 to 8, **characterised in that** the cleaning apparatus (2, 82) has a cleaning agent supply for introducing a cleaning agent into the cleaning chamber (4, 84).
 - 10.** Cleaning apparatus according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** the cleaning apparatus (2, 82) has a water drain (16) for discharging water from the cleaning chamber (4, 84), wherein the water drain (16) is configured such that at least part of the discharged water can be reintroduced via the water supply (10) into the cleaning chamber (4, 84).
 - 11.** Cleaning apparatus according to claim 10, **characterised in that** the plasma source (36) is arranged in such a way that the water reintroduced into the cleaning chamber (4, 84) via the water drain (16) and via the water supply (10) can be subjected, at least in part, to the plasma (40).

12. Method for cleaning articles using water,

- in which a cleaning chamber (4, 84) is filled with the articles which are to be cleaned, and
- in which water for cleaning the articles is introduced into the cleaning chamber (4, 84), and
- prior to being introduced into the cleaning chamber (4, 84), the water is subjected to an atmospheric plasma jet (40), **characterised in that** a cleaning apparatus (2, 82) according to any one of claims 1 to 11 is used.

13. Method according to claim 12, **characterised in that the cleaning chamber (4, 84) is part of a washing machine or a dishwasher.**

14. Use of a plasma nozzle (38) for generating an atmospheric plasma jet (40) in a method according to claim 12 or claim 13.

Revendications

1. Dispositif de nettoyage (2, 82)

- avec un compartiment de nettoyage (4, 84) dans lequel peuvent être disposés des objets à nettoyer et
- avec une arrivée d'eau (10) permettant d'introduire de l'eau dans le compartiment de nettoyage (4, 84),
- ce dispositif de nettoyage (2, 82) présentant une source de plasma (36) pour générer un plasma (40), le plasma étant défini en tant que milieu réactif avec des molécules ou atomes ionisé(e)s ou partiellement ionisé(e)s,
- la source de plasma (36) étant disposée de sorte que l'eau pouvant être introduite par l'intermédiaire de l'arrivée d'eau (10) dans le compartiment de nettoyage (4, 84) puisse être exposée, au moins partiellement, au plasma (40),

caractérisé en ce que

- la source de plasma (36) est conçue en tant que buse à plasma pour générer un jet de plasma (40), la buse à plasma présentant une entrée pour un gaz de travail et des moyens pour ioniser ce gaz de travail.

2. Dispositif de nettoyage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que le dispositif de nettoyage (2, 82) est une machine à laver ou un lave-vaisselle.**

3. Dispositif de nettoyage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**

le dispositif de nettoyage (2, 82) présente un dispositif de commande (26) pour effectuer un processus

de nettoyage dans le compartiment de nettoyage (4, 84), le processus de nettoyage comportant l'introduction d'eau dans le compartiment de nettoyage (4, 84) et l'exposition, au moins partiellement, de l'eau au plasma (40).

4. Dispositif de nettoyage selon l'une des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce que

la source de plasma (36) est conçue en tant que buse à plasma pour générer un jet de plasma atmosphérique (40).

5. Dispositif de nettoyage selon la revendication 4, **caractérisé en ce que**

la buse à plasma (38) est conçue en tant que buse à plasma pour générer un jet de plasma atmosphérique par une décharge en arc produite sous haute tension à haute fréquence dans le gaz de travail.

6. Dispositif de nettoyage selon l'une des revendications 1 à 5,

caractérisé en ce que

le dispositif de nettoyage (2, 82) présente une alimentation en oxygène pour introduire de l'oxygène dans la source de plasma (36).

7. Dispositif de nettoyage selon l'une des revendications 1 à 6,

caractérisé en ce que

l'arrivée d'eau (10) est conçue de telle sorte qu'au moins une partie de l'eau puisse être conduite à travers la source de plasma (36).

8. Dispositif de nettoyage selon l'une des revendications 1 à 7,

caractérisé en ce que

le dispositif de nettoyage (2, 82) présente un dispositif de régulation pour réguler la source de plasma (36), la température à l'intérieur de la source de plasma (36) et/ou la température du plasma (40) généré avec la source de plasma (36) pouvant être réglée avec le dispositif de régulation.

9. Dispositif de nettoyage selon l'une des revendications 1 à 8,

caractérisé en ce que

le dispositif de nettoyage (2, 82) présente une alimentation en produit de nettoyage pour introduire un produit de nettoyage dans le compartiment de nettoyage (4, 84).

10. Dispositif de nettoyage selon l'une des revendications 1 à 9,

caractérisé en ce que

le dispositif de nettoyage (2, 82) présente une sortie d'eau (16) pour évacuer de l'eau hors du compartiment de nettoyage (4, 84), la sortie d'eau (16) étant

conçue de telle sorte qu'au moins une partie de l'eau évacuée puisse être réintroduite à travers l'arrivée d'eau (10) dans le compartiment de nettoyage (4, 84).

5

**11. Dispositif de nettoyage selon la revendication 10,
caractérisé en ce que**

la source de plasma (36) est disposée de telle sorte que l'eau réintroduite par la sortie d'eau (16) et par l'arrivée d'eau (10) dans le compartiment de nettoyage (4, 84) peut être exposée, au moins partiellement, au plasma (40).

10

12. Procédé de nettoyage d'objets avec de l'eau,

15

- selon lequel un compartiment de nettoyage (4, 84) est rempli avec les objets à nettoyer et
- selon lequel de l'eau est introduite dans le compartiment de nettoyage (4, 84) pour nettoyer les objets,
- et l'eau est exposée à un jet de plasma atmosphérique (40) avant l'introduction dans le compartiment de nettoyage (4, 84),

20

caractérisé en ce

25

qu'un dispositif de nettoyage (2, 82) selon l'une des revendications 1 à 11 est utilisé.

13. Procédé selon la revendication 12,

caractérisé en ce que

30

le compartiment de nettoyage (4, 84) fait partie d'une machine à laver ou d'un lave-vaisselle.

14. Utilisation d'une buse à plasma (38) pour générer

un jet de plasma atmosphérique (40) dans une procédé selon la revendication 12 ou 13.

35

40

45

50

55

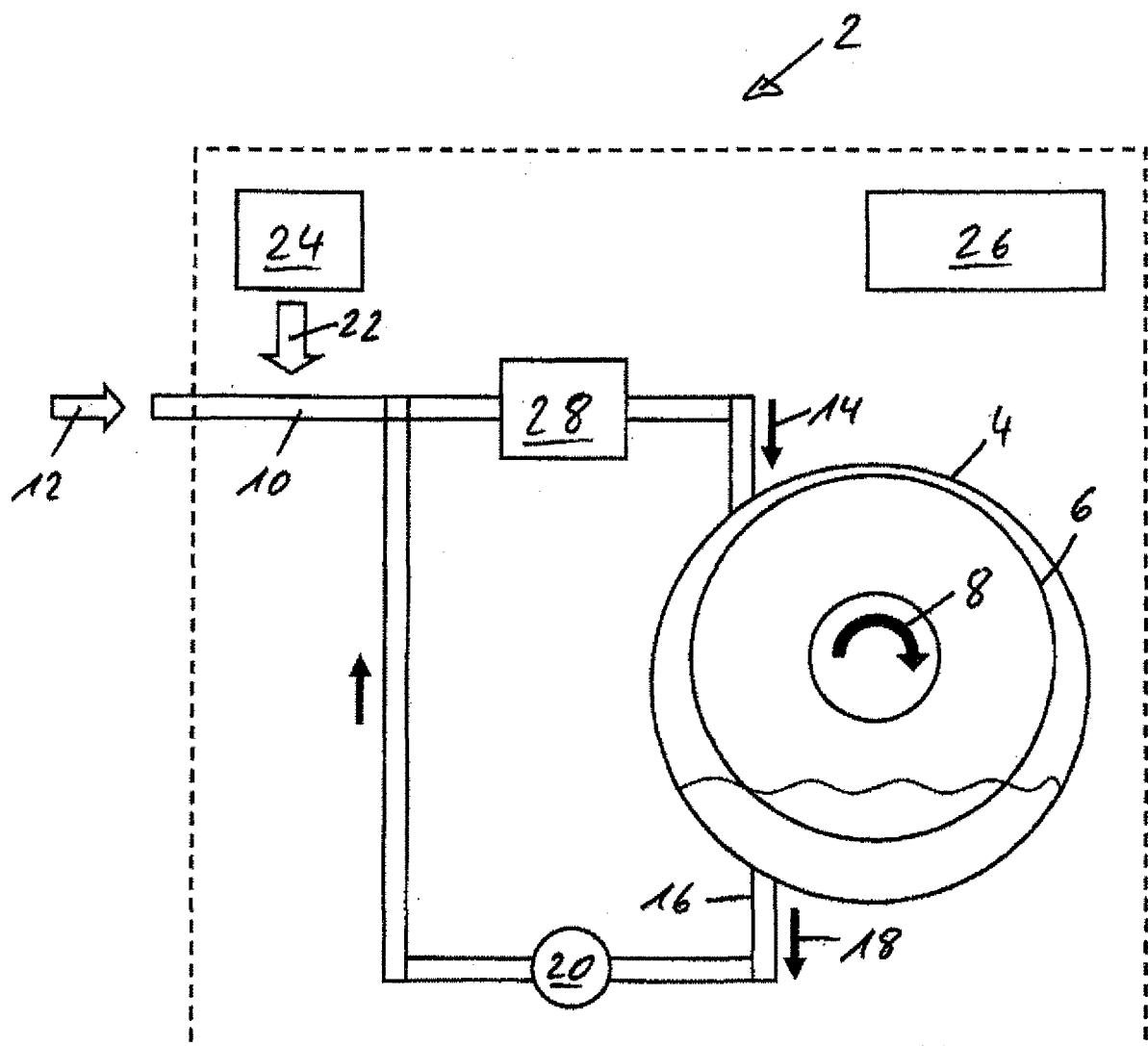


Fig. 1

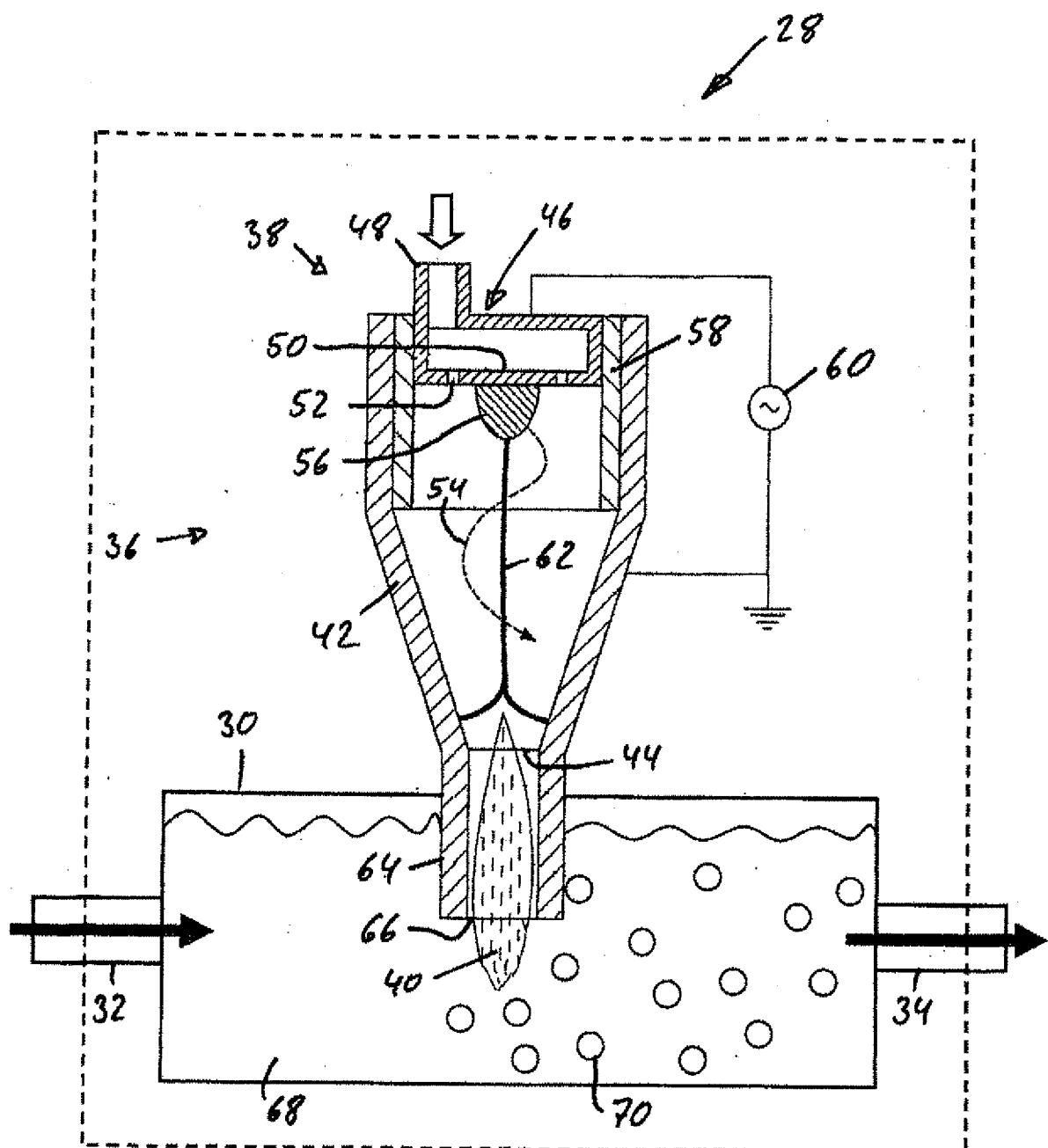


Fig. 2

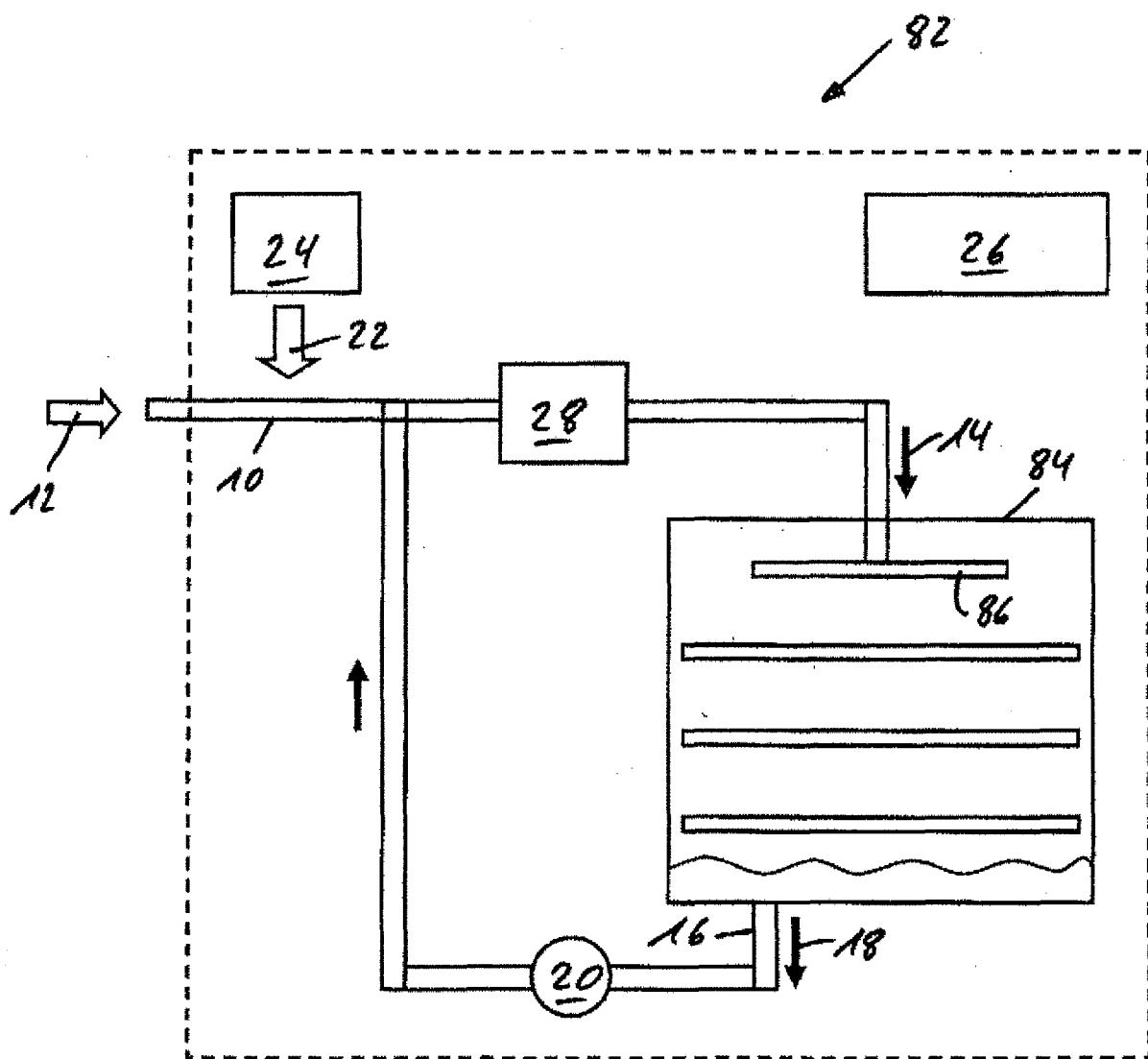


Fig. 3

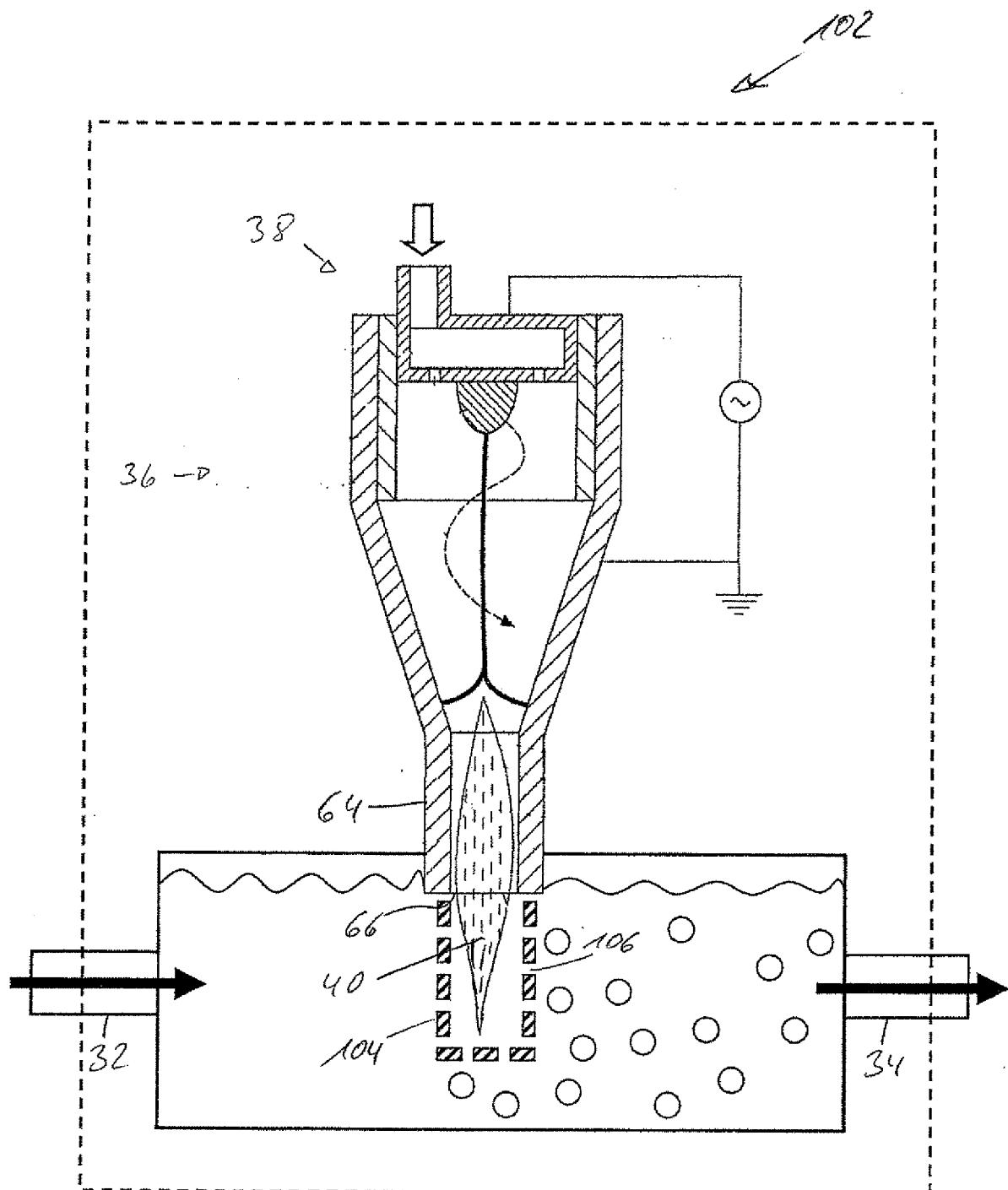


Fig. 4

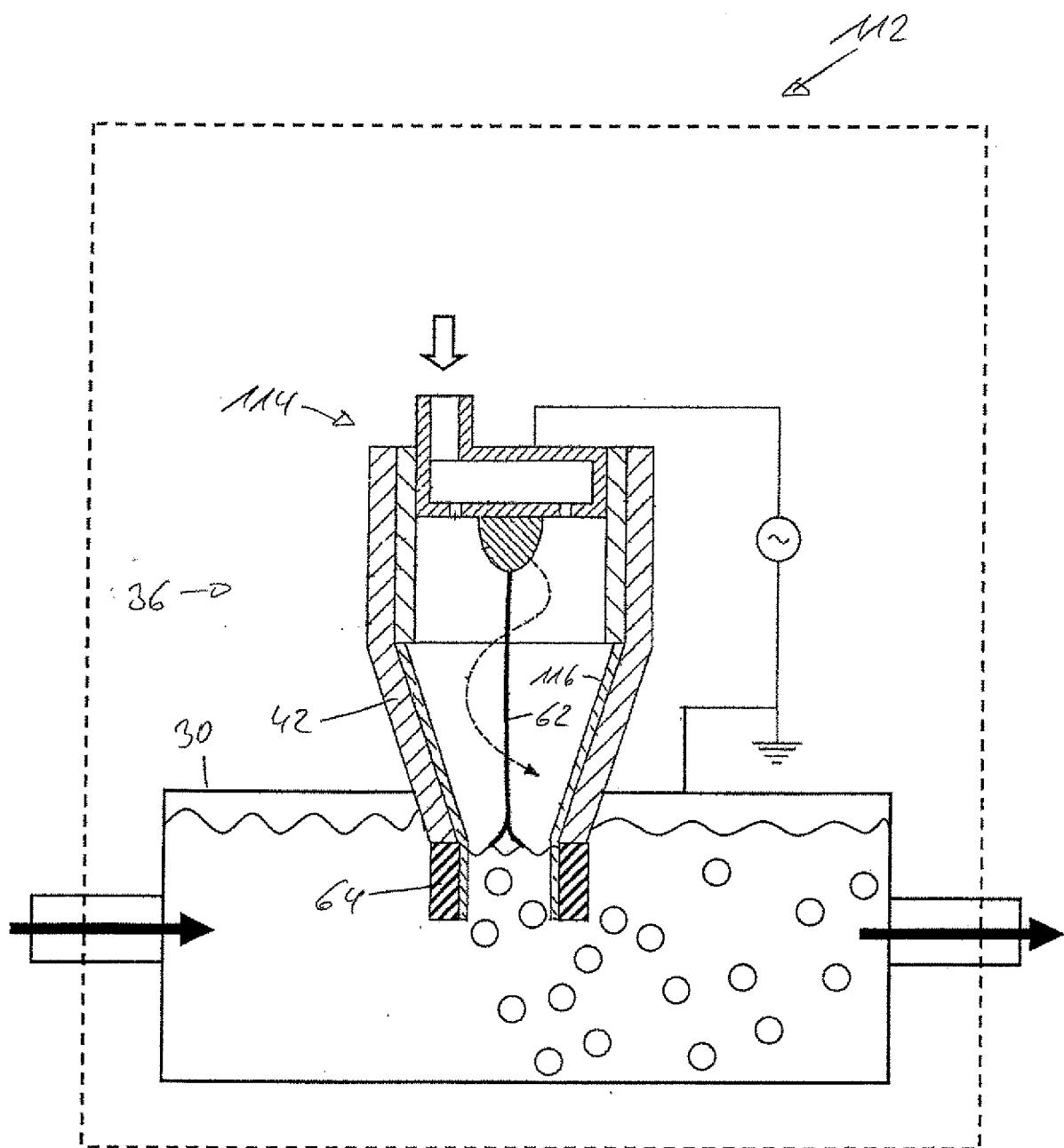


Fig. 5

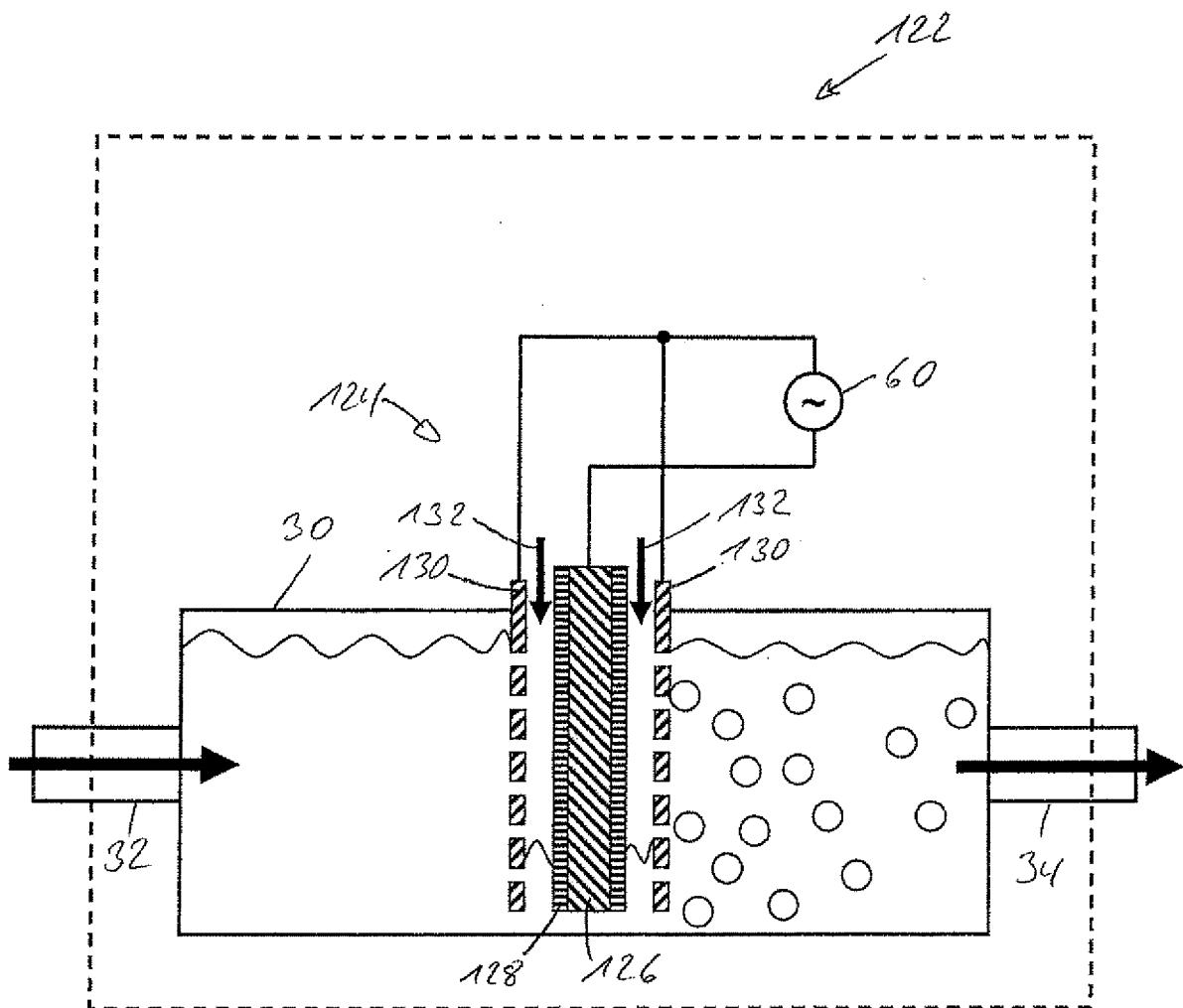


Fig. 6

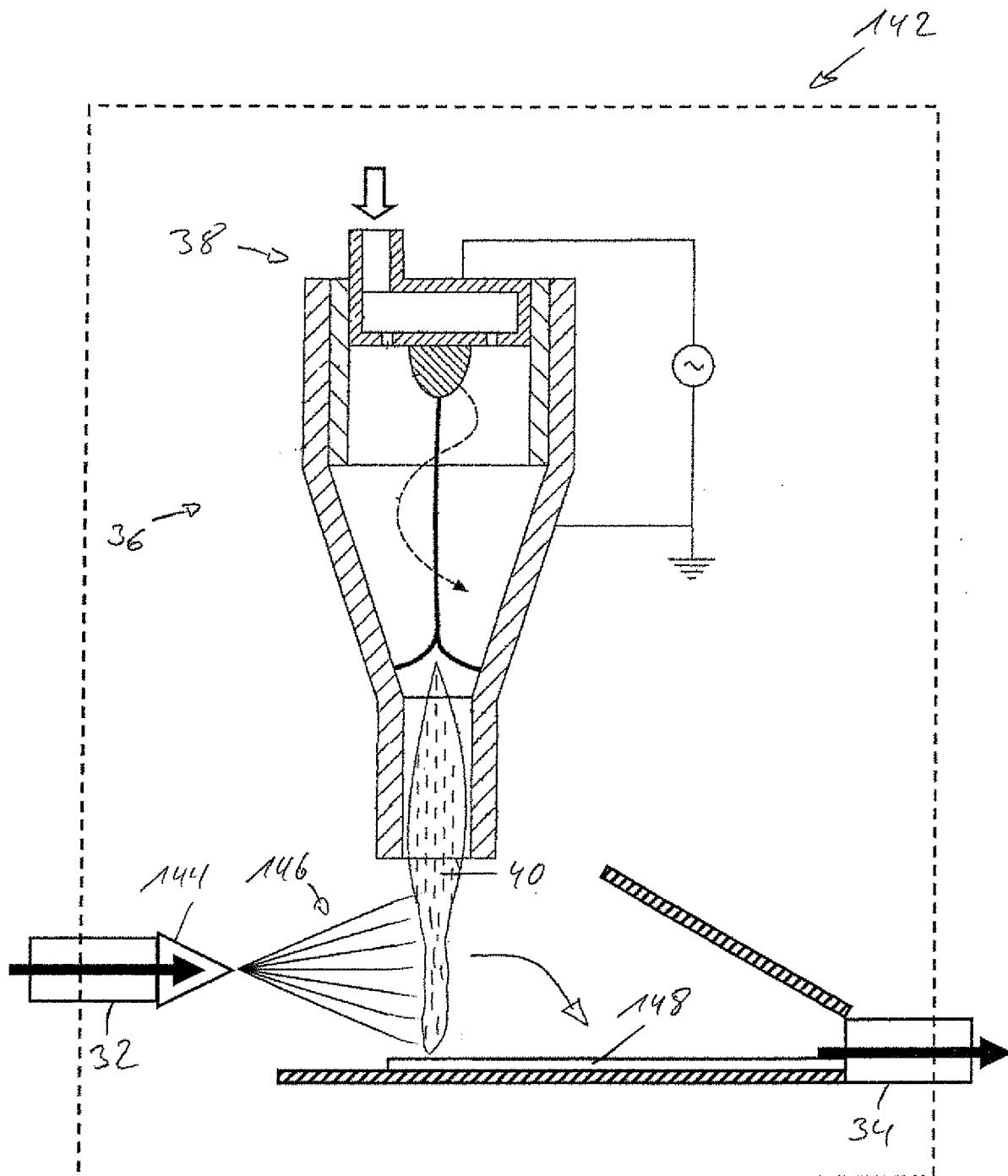


Fig. 7

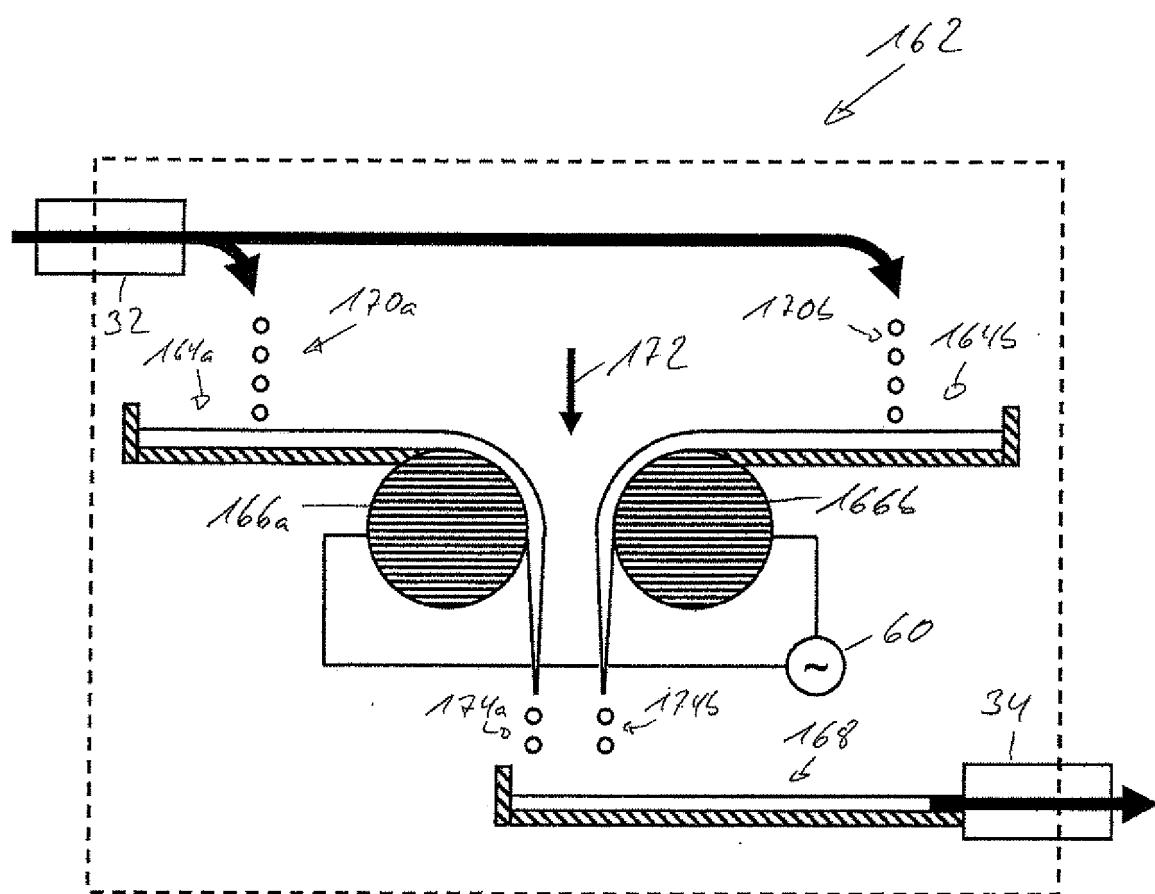


Fig. 8

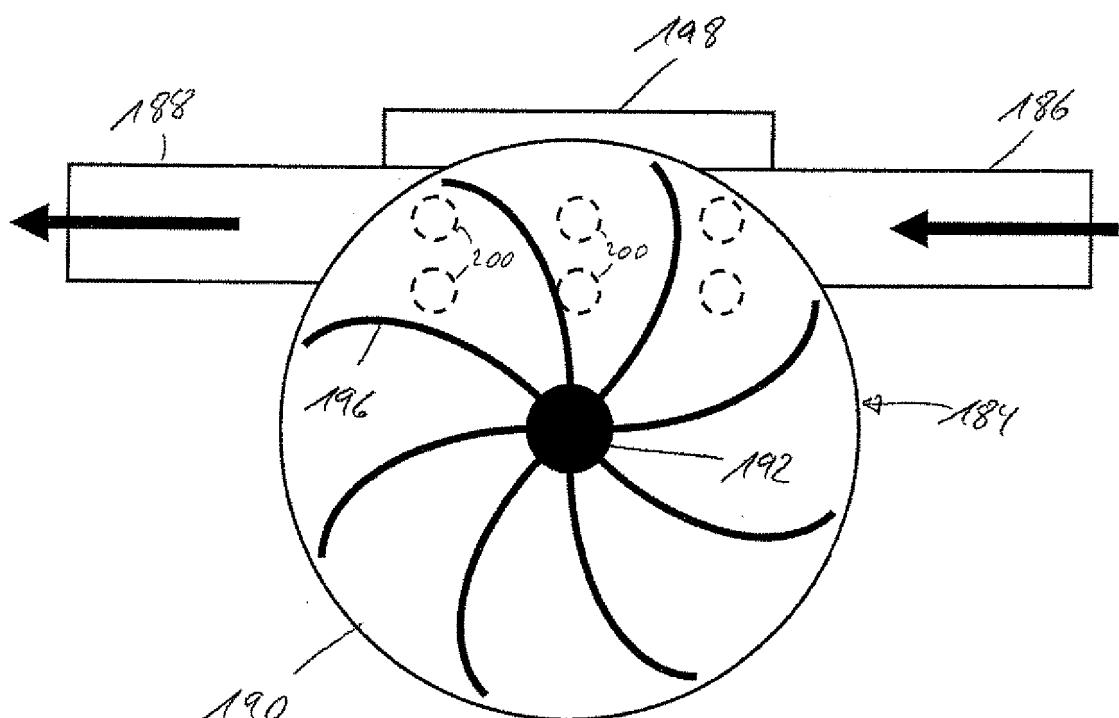
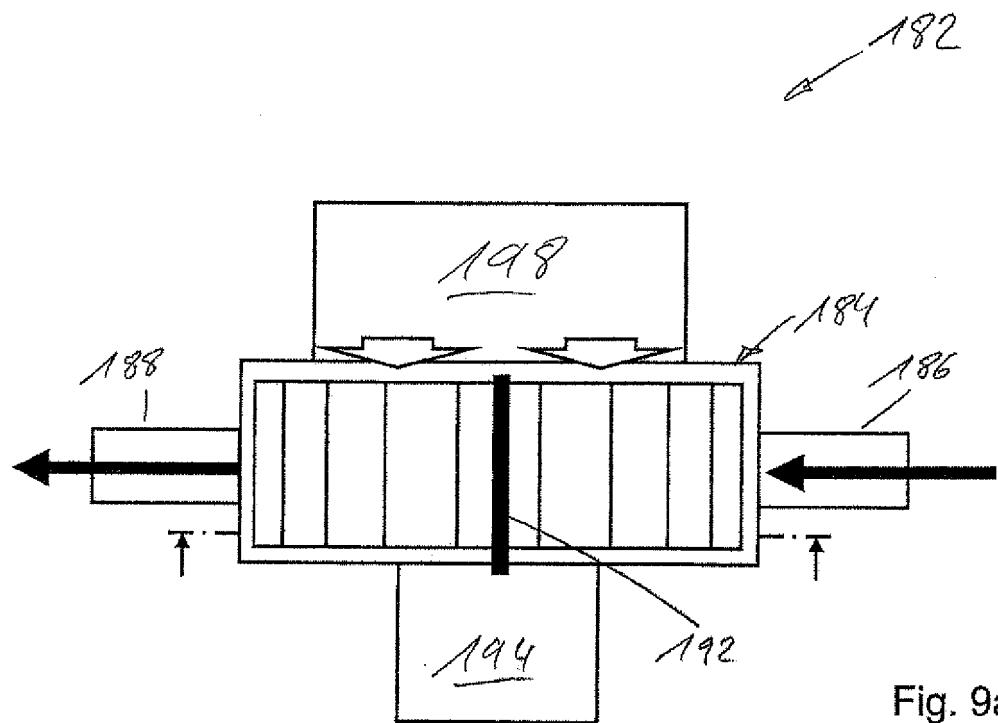


Fig. 9b

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1469119 A1 [0002]