

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. August 2023 (10.08.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/148265 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H05H 1/24 (2006.01) C02F 1/78 (2023.01)
C02F 1/46 (2023.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/052558

(22) Internationales Anmeldedatum:
02. Februar 2023 (02.02.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 102 681.7
04. Februar 2022 (04.02.2022) DE

(71) Anmelder: TDK ELECTRONICS AG [DE/DE]; Rosen-
heimer Str. 141 e, 81671 München (DE).

(72) Erfinder: NETTESHEIM, Stefan; Hadamarstr. 3a, 93051
Regensburg (DE).

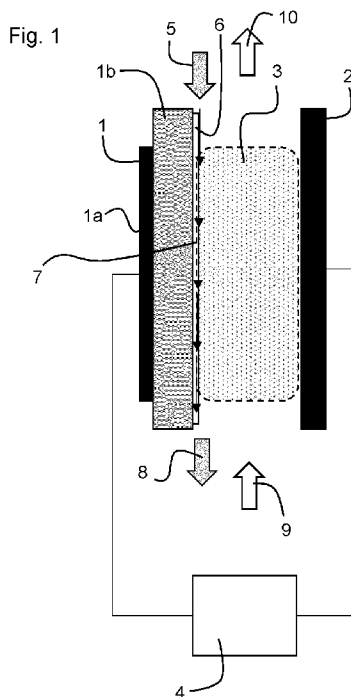
(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-
WALTSGESELLSCHAFT MBH; Schloßschmidstr. 5,
80639 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL,
ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: DEVICE FOR GENERATING A PLASMA-ACTIVATED LIQUID, APPARATUS, AND METHOD FOR CLEANING
AND/OR STERILISATION

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG EINER PLASMA-AKTIVIERTEN FLÜSSIGKEIT, GERÄT UND
VERFAHREN ZUR REINIGUNG UND/ODER STERILISATION



(57) Abstract: The present invention relates to a device for generating a plasma-activated liquid, said device comprising: a first flat electrode (1) and a second flat electrode (2), the first flat electrode (1) and the second flat electrode (2) being separated by a discharge space (3); a voltage source (4) which is designed to apply a voltage between the first flat electrode (1) and the second flat electrode (2) so that an electric discharge is ignited in the discharge space (3) between the first flat electrode (1) and the second flat electrode (2); and a liquid supply (5) which is designed to supply a liquid to the discharge space (3) such that the liquid forms a liquid film (7) in the discharge space (3), which liquid film is exposed to the electric discharge when the electric discharge is ignited in the discharge space (3). The invention also relates to an apparatus comprising such a device and to a method for cleaning and/or sterilisation in which the device is used.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Plasma-aktivierten Flüssigkeit, aufweisend: eine erste flächige Elektrode (1) und eine zweite flächige Elektrode (2), wobei die erste flächige Elektrode (1) und die zweite flächige Elektrode (2) durch einen Entladungsraum (3) voneinander getrennt sind, eine Spannungsquelle (4), die dazu ausgestaltet ist, zwischen der ersten flächigen Elektrode (1) und der zweiten flächigen Elektrode (2) eine Spannung anzulegen, so dass in dem Entladungsraum (3) zwischen der ersten flächigen Elektrode (1) und der zweiten flächigen Elektrode (2) eine elektrische Entladung gezündet wird, und eine Flüssigkeitszufuhr (5), die dazu ausgestaltet ist, dem Entladungsraum (3) eine Flüssigkeit derart zuzuführen, dass die Flüssigkeit in dem Entladungsraum (3) einen Flüssigkeitsfilm (7) bildet, der der elektrischen Entladung ausgesetzt ist, wenn in dem Entladungsraum (3) die elektrische Entladung gezündet wird. Weitere Aspekte betreffen ein Gerät, das eine solche Vorrichtung aufweist, und Verfahren zur Reinigung und/oder Sterilisation, bei denen die Vorrichtung verwendet wird.

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Beschreibung

Vorrichtung zur Erzeugung einer Plasma-aktivierten
Flüssigkeit, Gerät und Verfahren zur Reinigung und/oder
5 Sterilisation

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur
Erzeugung einer Plasma-aktivierten Flüssigkeit, ein Gerät,
das eine derartige Vorrichtung aufweist, sowie Verfahren zur
10 Reinigung und/oder Sterilisation.

Die Übertragung der chemischen Reaktivität und der Energie
eines gasförmigen Plasmas auf Wasser oder auf eine andere
Flüssigkeit ist ein technischer Ansatz, der eine Flüssigkeit
15 mit einer bemerkenswerten, vorübergehenden biologischen
Breitbandaktivität erzeugen kann. Wird Wasser als Flüssigkeit
genutzt, kann durch diesen Prozess sogenanntes Plasma-
aktiviertes Wasser (PAW) erzeugt werden. Die Eigenschaften
von PAW machen es zu einer umweltfreundlichen Lösung für ein
20 breites Spektrum biotechnologischer Anwendungen, zum Beispiel
in der Wasseraufbereitung, der Reinigung von Oberflächen und
in der Biomedizin. Auch für verschiedene Haushaltsgeräte
können die Eigenschaften von PAW vorteilhaft genutzt werden.

25 Die im Stand der Technik bekannten Systeme zur Erzeugung von
Plasma-aktivierten Flüssigkeiten weisen jedoch oft eine hohe
Komplexität auf und erlauben es darüber hinaus nicht, die
Mischverhältnisse und die Dosierung einer Prozessflüssigkeit
und eines Prozessgases einfach und zuverlässig einzustellen.
30 Daraus resultiert, dass diese Systeme im Betrieb häufig
instabil sind. Beispielsweise zeigt US 2004/0076543 A1 ein
System, in dem Plasma-behandeltes Wasser verwendet wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nunmehr, zumindest einen Nachteil des Stands der Technik zu überwinden. Eine weitere Aufgabe ist es, ein vorteilhaftes Verfahren zur Reinigung und/oder Sterilisation anzugeben.

5

Die Aufgaben werden durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Ausführungsbeispiele und Weiterentwicklungen der Erfindung.

10

Es wird eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Plasma-aktivierten Flüssigkeit vorgeschlagen, die eine erste flächige Elektrode und eine zweite flächige Elektrode aufweist, wobei die erste flächige Elektrode und die zweite flächige Elektrode durch einen Entladungsraum voneinander getrennt sind. Die Vorrichtung weist ferner eine Spannungsquelle auf, die dazu ausgestaltet ist, zwischen der ersten flächigen Elektrode und der zweiten flächigen Elektrode eine Spannung anzulegen, so dass in dem Entladungsraum zwischen der ersten flächigen Elektrode und der zweiten flächigen Elektrode eine elektrische Entladung gezündet wird. Die Vorrichtung weist eine Flüssigkeitszufuhr auf, die dazu ausgestaltet ist, dem Entladungsraum eine Flüssigkeit derart zuzuführen, dass in dem Entladungsraum die Flüssigkeit einen Flüssigkeitsfilm bildet, der der elektrischen Entladung ausgesetzt ist, wenn in dem Entladungsraum die elektrische Entladung gezündet wird.

Der Flüssigkeitsfilm kann dabei auf einer der flächigen Elektroden oder auf einem in dem Entladungsraum angeordneten Körper ausgebildet werden. Als Flüssigkeitsfilm wird hier eine dünne zusammenhängende Schicht der Flüssigkeit bezeichnet, die die Oberfläche benetzt. Ein Flüssigkeitsfilm

kann sich in seinen Fließeigenschaften von einer voluminösen Flüssigkeit unterscheiden. Eine Flüssigkeit kann dann als Flüssigkeitsfilm bezeichnet werden, wenn die Dicke der Flüssigkeit kleiner als 1 mm ist.

5

Bei der elektrischen Entladung in dem Entladungsraum werden in einem Gas in dem Entladungsraum Spezies aktiviert, beispielsweise Ozon, NO_x und/oder Peroxide. Diese aktivierten Spezies können an den Flüssigkeitsfilm abgegeben werden, wodurch die Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsfilm Plasma-aktiviert wird.

Für die Verwendung in einer Vorrichtung zur Erzeugung einer Plasma-aktivierten Flüssigkeit eignet sich ein Flüssigkeitsfilm besonders gut, da der Flüssigkeitsfilm im Vergleich einer voluminösen Flüssigkeit eine sehr große Oberfläche besitzt, die der elektrischen Entladung in dem Entladungsraum ausgesetzt ist. Bei einer elektrischen Entladung in dem Entladungsraum finden eine durch die Entladung induzierte Plasmachemie und eine Energieübertragung auf den Flüssigkeitsfilm auf einer großen Oberfläche des Flüssigkeitsfilmes statt.

Bei einer elektrischen Entladung im Entladungsraum kann es an einer Grenzfläche zwischen dem Flüssigkeitsfilms und einem Gas zu einem Austausch von aktivierten Spezies kommen, die in dem Gas durch die elektrische Entladung erzeugt werden. Da der Flüssigkeitsfilm eine große Oberfläche aufweist, kann der Austausch der aktivierten Spezies mit einer hohen Austauschrate erfolgen. Eine hohe Austauschrate zwischen der aktivierten Spezies ist gleichbedeutend mit einer hohen Effizienz der Vorrichtung. Die Verwendung des Flüssigkeitsfilms ermöglicht es, in kurzer Zeit eine Plasma-

aktivierte Flüssigkeit mit einer hohen Konzentration an aktivierten Spezies zu erzeugen. Durch die geringe Dicke des Flüssigkeitsfilms ist eine diffusionslimitierte Austauschrate innerhalb der Flüssigkeit hoch und ein neues Gleichgewicht von aktiven Spezies kann sich in der Flüssigkeit schnell einstellen.

Die Verwendung eines Flüssigkeitsfilms in einer Vorrichtung zur Erzeugung einer Plasma-aktivierten Flüssigkeit, bei der die Flüssigkeit des Flüssigkeitsfilms Plasma-aktiviert wird, ermöglicht es ferner, eine einfache Vorrichtung mit einem wenig komplexen Aufbau zu konstruieren. Durch eine entsprechende Einstellung der Flüssigkeitszufuhr und gegebenenfalls einer Flüssigkeitsabfuhr kann die Flüssigkeit auf einfache Weise dosiert werden. Analog kann über eine Einstellung einer Fließrate einer Gaszufuhr und einer Gasabfuhr das verwendete Gas dosiert werden. Somit lässt sich ein Mischverhältnis von Flüssigkeit und Gas in dem Entladungsraum gezielt steuern. Die Ausgangsstöchiometrie in dem Plasma-aktivierten Gas und in der Plasma-aktivierten Flüssigkeit lässt sich durch ein einfaches und robustes Dosiersystem leicht steuern. Durch eine Wahl einer Temperatur des Gesamtprozesses in dem Entladungsraum kann der Dampfdruck der Flüssigkeit in der Gasphase eingestellt werden und so in dem Entladungsraum die Zusammensetzung der unter Energiezufuhr entstehenden Spezies variiert werden. Die leicht regelbaren Parameter Temperatur, Fließrate der Flüssigkeit und Fließrate des Gases können es somit ermöglichen, die Plasma-Aktivierung der Flüssigkeit zu kontrollieren und die Art der generierten aktivierten Spezies zu steuern.

Eine Elektrode kann als „flächig“ bezeichnet werden, wenn sie dazu ausgestaltet ist, die elektrische Entladung an ihrer Oberfläche auszulösen. Eine flächige Elektrode kann eine im Wesentlichen zweidimensionale Fläche aufweisen, an der eine Spannung angelegt werden kann. Die flächige Elektrode kann planar sein und kann dementsprechend im Wesentlichen in einer Ebene angeordnet sein. Die flächige Elektrode kann jedoch auch eine Fläche haben, die nicht planar ist, sondern einen Oberflächen eines dreidimensionalen Körpers bildet, z.B. eine Oberfläche eines Zylinders. Eine flächige Elektrode weist eine Fläche auf, auf der der Flüssigkeitsfilm gebildet werden kann.

Vorzugsweise weist der Flüssigkeitsfilm eine Dicke von 0,2 mm oder weniger auf, vorzugsweise von 0,1 mm oder weniger. Die Dicke des Flüssigkeitsfilms kann zwischen 50 nm und 0,2 mm liegen, vorzugsweise zwischen 100 nm und 0,1 mm.

Bei einem Flüssigkeitsfilm, der eine Dicke von weniger als 50 nm aufweist, können sich leicht Öffnungen in dem Film bilden und der Flüssigkeitsfilm könnte eine der flächigen Elektroden oder einen anderen Körper nicht durchgängig bedecken, was zu einer ungleichmäßigen elektrischen Entladung führen könnte. Durch eine ungleichmäßige Entladung könnte die Vorrichtung beschädigt werden oder die Lebensdauer der Vorrichtung verkürzt werden. Dieses wird vorzugsweise durch einen Flüssigkeitsfilm mit einer Dicke von zumindest 50 nm vermieden.

Bei einem Flüssigkeitsfilm, der eine Dicke von 0,2 mm oder weniger aufweist, ist das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen des Flüssigkeitsfilms ausreichend groß, so dass ein Austausch von aktiven Spezies an der Grenzfläche des

Flüssigkeitsfilms und des Gases im Entladungsraum mit hoher Effizienz erfolgt. Durch die geringe Dicke des Flüssigkeitsfilms von 0,2 mm oder weniger kann eine diffusionslimitierte Austauschrate innerhalb der Flüssigkeit
5 hoch sein und ein neues Gleichgewicht von aktiven Spezies kann sich in der Flüssigkeit schnell einstellen.

Weist der Flüssigkeitsfilm eine Dicke in dem bevorzugten Bereich von 100 nm bis 0,1 mm auf, ist die Bildung von
10 Öffnungen in dem Flüssigkeitsfilm selbst auf schlecht benetzbaren Untergründen ausgeschlossen und die Effizienz der Plasma-Aktivierung ist sehr hoch.

Die erste flächige Elektrode kann eine dielektrische Schicht
15 aufweisen, die dem Entladungsraum zugewandt ist. Alternativ oder ergänzend kann die zweite flächige Elektrode eine dielektrische Schicht aufweisen, die dem Entladungsraum zugewandt ist. Weist zumindest eine der beiden flächigen Elektroden eine dielektrische Schicht auf, wird die
20 elektrische Entladung als dielektrische Barriereentladung gezündet.

Die dielektrische Schicht kann dabei diejenige flächige Elektrode bedecken, auf der der Flüssigkeitsfilm angeordnet
25 ist. Dadurch kann ein direkter Kontakt des Flüssigkeitsfilms mit einer leitfähigen Kontaktfläche der flächigen Elektrode vermieden werden. Alternativ oder ergänzend kann die dielektrische Schicht eine der flächigen Elektroden bedecken, auf der kein Flüssigkeitsfilm angeordnet ist. Dabei kann die
30 dielektrische Schicht das Brennverhalten bei der elektrischen Entladung optimieren.

Die dielektrische Schicht der ersten flächigen Elektrode und/oder die dielektrische Schicht der zweiten flächigen Elektrode können porös und/oder rau sein. Poröse und raue Schichten zeichnen sich durch eine gute Benetzbarkeit mit einer Flüssigkeit aus. Insbesondere kann der Flüssigkeitsfilm auf der dielektrischen Schicht erzeugt werden. Durch die poröse oder raue Eigenschaft der Schicht kann sichergestellt werden, dass der Flüssigkeitsfilm auf der Schicht verbleibt, um mit Plasma aktiviert zu werden. Die Rauigkeit oder Porosität der Schicht sorgt dafür, dass die Elektrode eine gute Benetzbarkeit aufweist und erleichtert eine homogene Dosierung der Flüssigkeit und die Verteilung der Flüssigkeit zu einem durchgehenden Flüssigkeitsfilm. Durch die guten Benetzungseigenschaften einer rauen und/oder porösen Elektrode kann stets eine definierte Trennung von flüssiger Phase und Gasphase sichergestellt werden.

Die poröse Schicht kann kleine Hohlräume aufweisen. Eine Schicht kann hier als porös angesehen werden, sofern das Hohlraumvolumen der Schicht zumindest 5 % des Gesamtvolumens der Schicht beträgt, vorzugsweise 10 % des Gesamtvolumens, insbesondere 20 % des Gesamtvolumens. Eine Schicht wird als rau angesehen, wenn die Oberfläche der Schicht uneben ist. Dementsprechend kann die Oberfläche der Schicht mikroskopische Vertiefungen und mikroskopische Erhöhungen aufweisen, die die Oberfläche der Schicht vergrößern und die Bildung des Flüssigkeitsfilms erleichtern.

Die Flüssigkeitszufuhr kann dazu ausgestaltet sein, die Flüssigkeit derart in den Entladungsraum zuzuführen, dass die Flüssigkeit an einer Oberfläche der ersten flächigen Elektrode, die dem Entladungsraum zugewandt ist, den Flüssigkeitsfilm ausbildet. Vorzugsweise wird diese

Oberfläche der ersten flächigen Elektrode von der dielektrischen Schicht gebildet. Dadurch, dass der Flüssigkeitsfilm auf der Elektrode ausgebildet wird, kann eine einfache und wenig komplexe Vorrichtung konstruiert werden, bei der eine große Oberfläche des Flüssigkeitsfilms der Entladung direkt ausgesetzt ist.

Die erste flächige Elektrode kann eine Transportschicht eines porösen Materials aufweisen. Die Transportschicht kann die Oberfläche der ersten flächigen Elektrode ausbilden, die dem Entladungsraum zugewandt ist. Dabei kann das poröse Material der Transportschicht dielektrisch sein. Die Flüssigkeit kann sich sowohl innerhalb der Transportschicht bewegen als auch an der Oberfläche der Transportschicht den Flüssigkeitsfilm ausbilden. Die Transportschicht weist eine hohe Porosität auf, sodass die Flüssigkeit innerhalb der Transportschicht durch Kapillarkräfte bewegt werden kann.

Vorzugsweise ist die Flüssigkeitszufuhr dabei dazu ausgestaltet, eine Flüssigkeit der Transportschicht zuzuführen, sodass die Flüssigkeit durch die Transportschicht bewegt wird und den Flüssigkeitsfilm an der Oberfläche der Transportschicht ausbildet. Die Verwendung einer derartigen Flüssigkeitszufuhr, die die Flüssigkeit nicht unmittelbar auf die Oberfläche der ersten Elektrode aufbringt, sondern diese in die Transportschicht einführt, ermöglicht eine besonders genaue Dosierung der Flüssigkeit. Über die Flüssigkeitszufuhr kann dabei laufend Flüssigkeit nachdosiert werden, sodass ein Flüssigkeitsfilm mit einer konstanten Dicke auf der Oberfläche der Transportschicht bestehen bleibt.

In dem Entladungsraum kann ein poröser Körper angeordnet sein, der von der ersten flächigen Elektrode und von der

zweiten flächigen Elektrode jeweils durch ein Spalt getrennt ist. Die Flüssigkeitszufuhr kann dazu ausgestaltet sein, den Flüssigkeitsfilm auf einer Oberfläche des porösen Körpers zu erzeugen. Dementsprechend wird kein poröser Film auf den
5 Elektroden selbst erzeugt. Der Flüssigkeitsfilm in dem Spalt zwischen der ersten Elektrode und dem Körper sowie ein Flüssigkeitsfilm in dem Spalt zwischen der zweiten Elektrode und dem Körper können jeweils Plasma-aktiviert werden. Durch die Verwendung des zusätzlichen porösen Körpers kann in
10 diesem Ausführungsbeispiel somit in einem einzigen Entladungsraum eine größere Menge an Plasma-aktivierter Flüssigkeit erzeugt werden.

In einer Ausführungsform kann in dem Entladungsraum ein
15 poröser Körper angeordnet sein, der von der ersten flächigen Elektrode und von der zweiten flächigen Elektrode jeweils durch einen Spalt getrennt ist, wobei die Flüssigkeitszufuhr dazu ausgestaltet ist, den Flüssigkeitsfilm auf einer Oberfläche des porösen Körpers zu erzeugen, die der ersten
20 Elektrode zugewandt ist, und einen weiteren Flüssigkeitsfilm auf einer Oberfläche des porösen Körpers zu erzeugen, die der zweiten Elektrode zugewandt ist, wobei auf der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode kein Flüssigkeitsfilm erzeugt wird. Der poröse Körper kann in einem Spalt zwischen
25 der ersten und der zweiten Elektrode angeordnet sein.

Die Vorrichtung kann eine Reaktionskammer aufweisen, in der der Entladungsraum angeordnet ist. Die Reaktionskammer kann eine Flüssigkeitsentnahme aufweisen, die zur Abgabe der
30 Plasma-aktivierten Flüssigkeit ausgestaltet ist. Bei der Flüssigkeitsentnahme kann es sich beispielsweise um ein Ventil handeln. Die Flüssigkeitsentnahme kann es ermöglichen,

in kontrollierter Weise Plasma-aktivierte Flüssigkeit aus der Reaktionskammer zu entnehmen.

Die Vorrichtung kann ein Flüssigkeitsreservoir aufweisen, das die Flüssigkeit enthält. Die Flüssigkeitszufuhr kann dazu ausgestaltet sein, die Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsreservoir zu entnehmen und dem Entladungsraum zuzuführen, wobei die Vorrichtung einen Flüssigkeits-Rückführkanal aufweist, der dazu ausgestaltet ist, die Flüssigkeit aus der Reaktionskammer in das Flüssigkeitsreservoir zurückzuführen. Die Flüssigkeit kann somit in einem Kreislauf verwendet werden und mehrfach aktiviert werden. Zudem kann in dem Flüssigkeitsreservoir Plasma-aktivierte Flüssigkeit angesammelt werden. Bei Plasma-aktivierten Flüssigkeiten können der Produktionsort und der Ort der Anwendung verschieden sein. Die Verwendung muss nicht unmittelbar nach der Herstellung erfolgen, sondern eine Lagerung und eine spätere Verwendung der aktivierten Flüssigkeit sind möglich. Plasma-aktivierte Flüssigkeiten behalten ihre antibakterielle Wirkung über einen Zeitraum von mehreren Monaten.

Die Vorrichtung kann ein Gasreservoir aufweisen, wobei eine Gaszufuhr dazu ausgestaltet ist, ein Gas aus dem Gasreservoir zu entnehmen und der Reaktionskammer zuzuführen. Die Vorrichtung kann dazu ausgestaltet sein, das Gas in dem Entladungsraum bei der elektrischen Entladung zu aktivieren. Das Gas kann zwischen dem Gasreservoir und der Reaktionskammer in einem Kreislauf geführt werden und dabei mehrfach aktiviert werden. In dem Gasreservoir kann auf diese Weise aktiviertes Gas angesammelt werden.

Die Reaktionskammer kann eine Gasentnahme aufweisen, die zur Abgabe des aktivierten Gases ausgestaltet ist. Das aktivierte Gas kann beispielsweise zur Reinigung oder Sterilisation verwendet werden.

5

Die Vorrichtung kann einen Rezirkulationskanal aufweisen, der dazu ausgestaltet ist, das aktivierte Gas aus der Reaktionskammer in das Gasreservoir zurückzuführen.

- 10 Das Flüssigkeitsreservoir und das Gasreservoir können miteinander verbunden sein und ein Ausgang des Rezirkulationskanals kann in dem Flüssigkeitsreservoir angeordnet sein, sodass am Ausgang des Rezirkulationskanals abgegebenes aktiviertes Gas durch die Flüssigkeit in dem
- 15 Flüssigkeitsreservoir strömt. Beispielsweise kann das aktivierte Gas in Form von Blasen abgegeben werden. Bei dem Durchströmen der Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir kann das aktivierte Gas zumindest einen Teil seiner aktiven Spezies an die Flüssigkeit abgeben, die somit mit den aktiven
- 20 Spezies angereichert wird.

- Die erste flächige Elektrode und die zweite flächige Elektrode können planar oder zylindersymmetrisch sein. Ist die erste oder die zweite flächige Elektrode
- 25 zylindersymmetrisch, so formt die jeweilige Elektrode eine Oberfläche eines Zylinders. Es kann sich dabei um eine innere oder eine äußere Oberfläche eines Hohlzylinders handeln.a

- Die Flüssigkeit kann in der Vorrichtung nur unter Nutzung der
- 30 freien Konvektion bewegt werden. Beispielsweise kann die Vorrichtung auf aktive pumpende Elemente verzichten und die Flüssigkeit nur durch Kapillarkräfte und Gravitation bewegen. Somit kann die Vorrichtung energieeffizient arbeiten.

Wird der Flüssigkeitsfilm auf der ersten flächigen Elektrode oder auf der zweiten flächigen Elektrode erzeugt, kann der Flüssigkeitsfilm die jeweilige Elektrode kühlen. Eine

5 Überhitzung des Entladungsraumes kann somit vermieden werden. Zusätzlich könnte die Flüssigkeit vor der Zuführung in den Entladungsraum mittels eines Kühlmechanismus gekühlt werden.

Ein weiterer Aspekt betrifft ein Gerät, das die oben
10 beschriebene Vorrichtung zur Erzeugung von einer Plasma-aktivierten Flüssigkeit aufweist. Bei dem Gerät kann es sich um ein Haushaltsgerät, beispielsweise ein Bodenpflegegerät, einen Reinigungsroboter, eine Kaffeemaschine, eine Spülmaschine oder einen Trockner handeln. Alternativ kann es
15 sich auch um andere Geräte handeln, zum Beispiel ein Gerät zur Wasseraufbereitung oder ein in der Biomedizin verwendetes medizinisches Gerät handeln.

Weitere Aspekte betreffen ein Verfahren zur Reinigung
20 und/oder Sterilisation. Bei diesem Verfahren kann mit der oben beschriebenen Vorrichtung eine Plasma-aktivierte Flüssigkeit und/oder ein Plasma-aktiviertes Gas erzeugt werden, wobei die Flüssigkeit und/oder das Gas zur Reinigung und/oder Sterilisation verwendet werden.

25

Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand der Figuren erläutert.

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer
30 Vorrichtung zur Erzeugung einer Plasma-aktivierten Flüssigkeit.

Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Vorrichtung.

Figur 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der
5 Vorrichtung.

Figur 4 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel der Vorrichtung.

10 Figur 5 zeigt ein fünftes Ausführungsbeispiel der Vorrichtung.

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Erzeugung einer Plasma-aktivierten
15 Flüssigkeit. Die Vorrichtung weist eine erste flächige Elektrode 1 und eine zweite flächige Elektrode 2 auf. Die beiden flächigen Elektroden sind durch einen Entladungsraum 3 voneinander getrennt.

20 Ferner weist die Vorrichtung eine Spannungsquelle 4 auf, die mit der ersten flächigen Elektrode 1 und mit der zweiten flächigen Elektrode 2 verbunden ist. Die Spannungsquelle 4 ist dazu ausgestaltet, zwischen den beiden flächigen Elektroden 1, 2 eine Spannung anzulegen. Bei der Spannung
25 kann es sich um eine Wechselspannung oder um eine gepulste Spannung handeln. Wird von der Spannungsquelle 4 eine Spannung zwischen den beiden flächigen Elektroden 1, 2 angelegt, entsteht in dem Entladungsraum 3 zwischen den beiden flächigen Elektroden 1, 2 ein elektrisches Feld,
30 dessen Feldstärke zur Zündung einer elektrischen Entladung ausreicht.

Die Vorrichtung weist eine Flüssigkeitszufuhr 5 auf, die dem Entladungsraum 3 eine Flüssigkeit zuführt. Bei der Flüssigkeit kann es sich beispielsweise um Wasser oder um eine andere Prozessflüssigkeit handeln. Bei dem in Figur 1
5 gezeigten Ausführungsbeispiel wird die Flüssigkeit von der Flüssigkeitszufuhr 5 auf ein erstes Ende einer Oberfläche 6 der ersten flächigen Elektrode 1 aufgebracht. Die Flüssigkeit fließt an der Oberfläche 6 der ersten flächigen Elektrode 1 entlang und bildet dabei auf der Oberfläche 6 der ersten
10 flächigen Elektrode 1 einen Flüssigkeitsfilm 7.

An einem zweiten Ende der Oberfläche 6 der ersten flächigen Elektrode 1, das dem ersten Ende gegenüberliegt, weist die Vorrichtung eine Flüssigkeitsentnahme 8 auf. An der
15 Flüssigkeitsentnahme 8 kann die Flüssigkeit von der ersten flächigen Elektrode 1 entnommen werden. Zwischen der Flüssigkeitszufuhr 5 und der Flüssigkeitsentnahme 8 fließt die Flüssigkeit als Flüssigkeitsfilm 7 durch den Entladungsraum 3. In dem Entladungsraum 3 wird die
20 Flüssigkeit der elektrischen Entladung ausgesetzt und dadurch Plasma-aktiviert.

Die erste flächige Elektrode 1 weist eine leitfähige Kontaktfläche 1a und eine dielektrische Schicht 1b auf. Bei
25 der leitfähigen Kontaktfläche 1a kann es sich um eine Metallfläche handeln. Die leitfähige Kontaktfläche 1a ist mit der Spannungsquelle 4 verbunden, wobei von der Spannungsquelle 4 ein elektrisches Potential an die leitfähige Kontaktfläche 1a angelegt werden kann.

30

Die dielektrische Schicht 1b bedeckt die leitfähige Kontaktfläche 1a derart, dass die dielektrische Schicht die Oberfläche 6 der ersten flächigen Elektrode 1 ausbildet, die

zu dem Entladungsraum 3 weist. Der Flüssigkeitsfilm 7 bildet sich an der Oberfläche 6 der dielektrischen Schicht. Bei der elektrischen Entladung wirkt die dielektrische Schicht 1b als Barriere, so dass die elektrische Entladung als dielektrische
5 Barriereentladung (DBD) gezündet wird.

Die dielektrische Schicht 1b ist vorzugsweise rau und/oder porös. Eine raue und/oder poröse Schicht zeichnet sich durch eine gute Benetzbarkeit mit der Flüssigkeit aus. Durch die
10 raue und/oder poröse Ausgestaltung der dielektrischen Schicht 1b wird sichergestellt, dass der Flüssigkeitsfilm 7 auf der dielektrischen Schicht ausgebildet werden kann und die dielektrische Schicht mit der Flüssigkeit benetzt bleibt.

15 Die zweite flächige Elektrode 2 weist eine leitfähige Kontaktfläche 2a auf, die mit der Spannungsquelle 4 verbunden ist. Die leitfähige Kontaktfläche 2a der zweiten flächigen Elektrode 2 ist nicht von einer dielektrischen Schicht bedeckt.

20 Die Vorrichtung weist ferner eine Gaszufuhr 9 und eine Gasentnahme 10 auf. Ein Gas wird von der Gaszufuhr 9 in den Entladungsraum 3 eingeführt und von der Gasentnahme 10 aus dem Entladungsraum 3 abgezogen. Dabei kann eine Fließrichtung
25 des Gases von der Gaszufuhr zur Gasentnahme entgegengesetzt zu einer Fließrichtung der Flüssigkeit von der Flüssigkeitszufuhr 5 zur Flüssigkeitsentnahme 8 sein. Bei dem Gas kann es sich um Luft oder ein anderes Prozessgas handeln.

30 Durch die elektrische Entladung in dem Entladungsraum 3 werden in dem Gas in dem Entladungsraum 3 chemische Spezies, z.B. Ozon, NO_x oder Peroxiden, erzeugt. Die Grenzfläche des Flüssigkeitsfilms 7 ist in Kontakt mit dem Gas und nimmt aus

einer Gasphase des Gases an der Grenzfläche erzeugte Spezies auf. Das Gas wird durch die elektrische Entladung mit den erzeugten Spezies angereichert und kann zusätzlich durch den Austausch mit dem Flüssigkeitsfilm Dampf aufnehmen, zum
5 Beispiel Wasserdampf.

Die Flüssigkeit des mit den chemischen Spezies angereicherten Flüssigkeitsfilms 7 wird somit zu einer Plasma-aktivierten Flüssigkeit. Das Gas wird ebenfalls mit den chemischen
10 Spezies sowie mit Wasserdampf angereichert und ist somit ebenfalls Plasma-aktiviert. Die Vorrichtung erzeugt somit eine Plasma-aktivierte Flüssigkeit und ein Plasma-aktiviertes Gas.

15 Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zur Erzeugung der Plasma-aktivierten Flüssigkeit.

Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel weist die erste flächige Elektrode 1 eine leitfähige Kontaktfläche 1a, einen
20 Fluidverteiler 11 und eine poröse Transportschicht 12 auf, die übereinander gestapelt sind, wobei die poröse Transportschicht 12 die Oberfläche 6 der ersten flächigen Elektrode 1 ausbildet, die dem Entladungsraum 3 zugewandt ist.

25

Der Fluidverteiler 11 ist mit der Flüssigkeitszufuhr 5 verbunden. Die Flüssigkeitszufuhr 5 gibt die Flüssigkeit an den Fluidverteiler 11, der über den die Flüssigkeit der porösen Transportschicht 12 zugeführt wird. Bei dem
30 Fluidverteiler 11 kann es sich um ein Volumen handeln, das von der Flüssigkeitszufuhr 5 mit Flüssigkeit gefüllt wird. In seiner einfachsten Ausgestaltung kann der Fluidverteiler 11 somit ein Gefäß sein. In alternativen Ausführungsformen kann

der Fluidverteiler 11 ein strukturiertes Volumen sein, das beispielsweise eine mäanderförmige oder kanalförmige Verteilerstruktur aufweist.

- 5 Die poröse Transportstruktur 12 saugt die Flüssigkeit durch Kapillarkräfte aus dem Fluidverteiler 11. In der porösen Transportschicht 12 wird die Flüssigkeit durch Kapillarkräfte durch die Transportschicht 12 hindurch bewegt und zu einem Flüssigkeitsfilm 7 an der Oberfläche der porösen
- 10 Transportschicht 12 ausgebreitet. Über den Fluidverteiler 11 kann die Flüssigkeit dabei stetig nachdosiert werden. Der Flüssigkeitsfilm 7 an der Oberfläche 6 der porösen Transportstruktur ist der elektrischen Entladung im Entladungsraum 2 ausgesetzt. Dadurch wird der
- 15 Flüssigkeitsfilm 7, wie in Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben, Plasma-aktiviert.

- Bei dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die zweite flächige Elektrode 2 mit einer dielektrischen Schicht
- 20 2b beschichtet. Die dielektrische Schicht 2b bildet dabei eine dielektrische Barriere gegenüber dem Entladungsraum 3, so dass die elektrische Entladung als dielektrische Barriereentladung gezündet wird. Die Flüssigkeit des an der Oberfläche 6 der ersten flächigen Elektrode 1 ausgebildeten
- 25 Flüssigkeitsfilm 7 wird durch die dielektrische Barriereentladung aktiviert und kann als aktivierte Flüssigkeit an der Flüssigkeitsentnahme entnommen werden. Die Flüssigkeit kann insbesondere durch die Gravitationskraft von der Oberfläche der ersten flächigen Elektrode 1 zu der
- 30 Flüssigkeitsentnahme 8 gelangen.

Die Flüssigkeit in dem Fluidverteiler 11 befindet sich zwischen der leitfähigen Kontaktfläche 1a der ersten

flächigen Elektrode 1 und der zweiten flächigen Elektrode. Somit befindet sich die Flüssigkeit in dem Fluidverteiler 11 bei einer elektrischen Entladung in einem Strompfad. Damit die elektrische Entladung durch die Flüssigkeit nicht negativ beeinflusst wird, ist es erforderlich, dass die Flüssigkeit
5 eine gewisse Leitfähigkeit besitzt.

Figur 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Vorrichtung. Das dritte Ausführungsbeispiel ist eine
10 Abwandlung des zweiten Ausführungsbeispiels, bei der die Position der ersten flächigen Elektrode verändert wurde.

In dem dritten Ausführungsbeispiel ist die erste flächige Elektrode zwischen dem Fluidverteiler 11 und der
15 Transportschicht 12 angeordnet. Die erste flächige Elektrode weist dabei Öffnungen auf, durch die die Flüssigkeit von dem Fluidverteiler 11 zu der porösen Transportschicht 12 gelangt.

Die Flüssigkeit in dem Fluidverteiler 11 ist in dem dritten
20 Ausführungsbeispiel bei einer elektrischen Entladung nicht in dem Strompfad angeordnet. Dementsprechend gibt es in dem dritten Ausführungsbeispiel keine Einschränkung hinsichtlich der verwendbaren Flüssigkeit.

25 Figur 4 zeigt eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Plasma-aktivierten Flüssigkeit gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel.

Das vierte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem
30 vorherigen Ausführungsbeispielen dadurch, dass die Flüssigkeit und das Gas jeweils in einem Kreislauf geführt werden. Ein weiterer Unterschied des vierten Ausführungsbeispiels von dem ersten bis dritten

Ausführungsbeispiel besteht darin, dass der Flüssigkeitsfilm 7 nicht auf einer Oberfläche einer der beiden flächigen Elektroden 1, 2 ausgebildet wird, sondern auf einem porösen Körper 13, der in dem Entladungsraum 3 angeordnet ist und der
5 jeweils durch einen Spalt 14 von der ersten flächigen Elektrode 1 und von der zweiten flächigen Elektrode 2 getrennt ist.

Beide Unterschiede sind getrennt voneinander zu betrachten
10 und können jeweils einzeln auch bei alternativen Ausgestaltungen der Ausführungsbeispiele aus Figur 1, Figur 2 oder Figur 3 vorgesehen sein. Insbesondere könnte der Flüssigkeitsfilm 7 auf dem porösen Körper 13 im Entladungsraum 3 ausgebildet werden, ohne dass das Gas
15 und/oder die Flüssigkeit in einem Kreislauf geführt wird. Alternativ könnte das Gas und/oder die Flüssigkeit in einem Kreislauf geführt werden und der Flüssigkeitsfilm 7 könnte auf einer Oberfläche einer der beiden flächigen Elektroden 1, 2 ausgebildet werden.

20 Die in Figur 4 gezeigte Vorrichtung weist eine Reaktionskammer 15 auf. In der Reaktionskammer 15 sind die erste und die zweite flächige Elektrode 1, 2 angeordnet. Der Entladungsraum 3 zwischen den beiden Elektroden 1, 2 ist
25 ebenfalls in der Reaktionskammer 15 angeordnet. In dem Entladungsraum 3 ist der poröse Körper 13 angeordnet. Die Flüssigkeitszufuhr 5 trägt die Flüssigkeit auf den porösen Körper 13 auf. Dazu kann der poröse Körper 13 beispielsweise mit der Flüssigkeit betropfelt werden. Alternativ könnte die
30 Flüssigkeitszufuhr 5 einen Schlauch aufweisen, dessen Auslass entweder an dem porösen Körper 13 anliegt oder von dem porösen Körper 13 umschlossen ist.

Die Flüssigkeit wird durch Kapillarkräfte durch den porösen Körper 13 hindurch und an der Oberfläche des porösen Körpers 13 entlang bewegt und bildet auf der Oberfläche des porösen Körpers 13 den Flüssigkeitsfilm 7. Die elektrische Entladung
5 wird nunmehr in dem Spalt 14 zwischen der ersten flächigen Elektrode 1 und dem porösen Körper 13 sowie in dem Spalt 14 zwischen der zweiten flächigen Elektrode 2 und dem porösen Körper 13 gezündet. Durch die elektrische Entladung in dem Entladungsraum 3 werden in dem Gas chemische Spezies, z.B.
10 Ozon, NO_x oder Peroxiden, erzeugt. An der Grenzfläche zwischen dem Flüssigkeitsfilm und dem Gas kommt es zu dem Austausch von chemischen Spezies und von Wasserdampf. Dabei wird der Flüssigkeitsfilm mit den chemischen Spezies aktiviert. Das Gas wird ebenfalls mit den chemischen Spezies
15 sowie mit Wasserdampf angereichert.

Der Flüssigkeitsfilm 7 fließt entlang der Oberfläche des porösen Körpers 13 und tropft aufgrund der Gravität in einen unter dem porösen Körper 13 angeordneten Sammelbehälter 16,
20 in dem Plasma-aktivierte Flüssigkeit gesammelt wird.

Die Reaktionskammer 15 ist gas- und flüssigkeitsdicht, um den unkontrollierten Austritt von Plasma-aktiviertem Gas, insbesondere von Ozon, zu vermeiden. Die Reaktionskammer 15
25 weist jedoch die im Folgenden beschriebenen Ein- und Auslässe für Gas und Flüssigkeit auf. Die Reaktionskammer 15 weist die Flüssigkeitsentnahme 8 auf, über die Plasma-aktivierte Flüssigkeit aus dem Sammelbehälter 16 entnommen werden kann. Die entnommene Flüssigkeit kann für einen gewünschten Zweck
30 weiter verwendet werden, beispielsweise zur Reinigung, Sterilisation, Aktivierung usw. Die Reaktionskammer 15 weist die Gasentnahme 10 auf, über die das aktivierte Gas aus der Reaktionskammer 15 entnommen werden kann. Auch das aktivierte

Gas kann zur Reinigung, Sterilisation, Aktivierung oder ähnlichen Zwecken verwendet werden.

Die in Figur 4 gezeigte Vorrichtung weist ferner ein
5 Flüssigkeitsreservoir 17 und ein Gasreservoir 18 auf. Dabei können das Gasreservoir 18 und das Flüssigkeitsreservoir 17 miteinander verbunden sein und beispielsweise in einem einzigen Behälter ausgebildet sein.

10 Die Vorrichtung weist einen Flüssigkeits-Rückführkanal 19 auf, über den Plasma-aktivierte Flüssigkeit aus dem Sammelbehälter 15 entnommen werden kann und dem Flüssigkeitsreservoir 17 zugeführt werden kann. Die Flüssigkeit kann dementsprechend in einem Kreislauf bewegt
15 werden, wobei die Flüssigkeit zunächst aus dem Flüssigkeitsreservoir 17 von der Flüssigkeitszufuhr 5 entnommen wird und dem porösen Körper 13 zugeführt wird. Nach der Plasmaaktivierung im Entladungsraum 3 gelangt die Flüssigkeit in den Sammelbehälter 15 und wird anschließend
20 entweder an der Flüssigkeitsentnahme 8 entnommen und verwendet oder über den Flüssigkeits-Rückführkanal 19 dem Flüssigkeitsreservoir 17 zugeführt. Auf diese Weise kann Plasma-aktivierte Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir 17 angesammelt werden.

25 Über einen Rezirkulationskanal 20 kann Gas aus der Reaktionskammer 15 entnommen werden und dem Gasreservoir 18 zugeführt werden. Dabei kann ein Auslass 21 des Rezirkulationskanals 20 in dem Flüssigkeitsreservoir 17
30 angeordnet sein. Das Gas, das aus dem Entladungsraum 3 in das Gasreservoir 18 zurückgeführt wird, durchströmt dementsprechend zunächst das Flüssigkeitsreservoir 17. Beispielsweise kann der Auslass 21 des Rezirkulationskanals

20 einen Bläschenbilder aufweisen, der dafür sorgt, dass das zurückgeführte Gas in Form von Bläschen durch die Flüssigkeit aufsteigt. Dabei geht zumindest ein Teil der aktiven Spezies aus dem zurückgeführten Gas in Lösung und reichert die
5 Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir 17 an.

Das Gas wird in einem Kreislauf geführt. Das Gas befindet sich zunächst in dem Gasreservoir 18 und wird von der Gaszufuhr 9 aus diesem entnommen und dem Entladungsraum 3
10 zugeführt. In dem Entladungsraum 3 wird das Gas durch die elektrische Entladung aktiviert. Anschließend wird das Gas entweder an der Gasentnahme 10 entnommen oder aus dem Entladungsraum 3 über den Rezirkulationskanal 10 zu dem Gasreservoir 18 zurückgeführt.

15 Die Steuerung des Flüssigkeitskreislaufs und des Gaskreislaufs können dabei mittels Elementen vorgenommen werden, deren Funktionsweise durch Differenzdrücke gesteuert wird, insbesondere mittels Pumpen, Ventilen und Drosseln.

20 Das Gasreservoir 18 und das Flüssigkeitsreservoir 17 können jeweils mit einem Nachdosiermechanismus 17a, 18a ausgestattet sein. Über den Nachdosiermechanismus 17a kann neue, frische Flüssigkeit dem Flüssigkeitsreservoir zugeführt werden. Über
25 den Nachdosiermechanismus 18a kann neues, frisches Gas dem Gasreservoir 18 zugeführt werden. Auf diese Weise können die Entnahme von Flüssigkeit über die Flüssigkeitsentnahme 8 sowie die Entnahme von Gas über die Gasentnahme 10 ausgeglichen werden.

30 Über die Nachdosiermechanismen 17a, 18a kann die chemische Zusammensetzung der zirkulierenden Flüssigkeiten und Gase eingestellt werden. Dabei kann ein Mengenverhältnis zwischen

frischem, nicht aktivierten Gas und aktiviertem Gas in gewünschter Weise eingestellt werden. Auch ein Mengenverhältnis zwischen frischer, nicht aktivierter Flüssigkeit und aktivierter Flüssigkeit kann eingestellt werden.

In dem Behälter kann ferner eine Pumpe angeordnet sein, die dafür sorgt, dass die Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir 17 zirkuliert.

Figur 5 zeigt einen Querschnitt durch eine Vorrichtung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel. In dem ersten bis vierten Ausführungsbeispiel sind die flächigen Elektroden 1, 2 jeweils im Wesentlichen zweidimensionale Flächen, die sich in einer Ebene erstrecken. In dem fünften Ausführungsbeispiel sind die erste flächige Elektrode 1 und die zweite flächige Elektrode 2 jeweils zu einer Zylinderform gekrümmt. Die erste flächige Elektrode 1 bildet dabei einen inneren Zylinder und die zweite flächige Elektrode bildet einen äußeren Zylinder, wobei die beiden Zylinder konzentrisch zueinander angeordnet sind. Der äußere Zylinder umschließt den inneren Zylinder.

Der Entladungsraum 3 ist in einem Hohlraum zwischen dem von der ersten flächigen Elektrode 1 gebildeten Zylinder und dem von der zweiten flächigen Elektrode 2 gebildeten Zylinder angeordnet. Der Entladungsraum 3 ist dabei ringförmig oder hülsenförmig.

Das fünfte Ausführungsbeispiel basiert dabei auf dem ersten Ausführungsbeispiel. Der Flüssigkeitsfilm 7 wird auf der Oberfläche der dielektrischen Schicht 1b erzeugt, die dem Entladungsraum 3 zugewandt ist, wie in Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel erläutert wurde. Dadurch, dass die

beide flächigen Elektroden 1, 2 jeweils zu dreidimensionalen Zylindern gekrümmt sind, wird die für den Flüssigkeitsfilm zur Verfügung stehende Fläche vergrößert und es kann eine größere Menge einer Plasma-aktivierten Flüssigkeit erzeugt werden.

In einer alternativen Ausführungsform kann die zweite flächige Elektrode 2 den inneren Zylinder bilden und die erste flächige Elektrode 1 kann den äußeren Zylinder bilden.

Ferner können die erste flächige Elektrode 1 und die zweite flächige Elektrode 2 auch bei dem zweiten, dem dritten und dem vierten Ausführungsbeispiel jeweils zu einer Zylinderform gekrümmt sein. Dabei kann entweder die erste flächige Elektrode 1 den inneren Zylinder und die zweite flächige Elektrode 2 den äußeren Zylinder bilden. Alternativ kann die erste flächige Elektrode 1 den äußeren Zylinder und die zweite flächige Elektrode 2 den inneren Zylinder bilden.

Bei dem vierten Ausführungsbeispiel ist der poröse Körper 13 in dieser alternativen Ausführungsform ringförmig. Der ringförmige poröse Körper 13 ist dabei in dem ringförmigen Entladungsraum 3 zwischen der ersten flächigen Elektrode 1, die einen Zylinder bildet, und der zweiten flächigen Elektrode 2, die ebenfalls einen Zylinder bildet, angeordnet.

Die mit der Vorrichtung gemäß einem der hier gezeigten Ausführungsbeispiele erzeugte Plasma-aktivierte Flüssigkeit kann für verschiedene Anwendungen genützt werden. Die Flüssigkeit kann beispielsweise in einem Behälter gespeichert werden und als regeneratives Putzmittel genutzt werden. Die Flüssigkeit behält dabei ihre zur Reinigung und Sterilisation vorteilhaften Eigenschaften über mehrere Monate.

Die Flüssigkeit kann in eine Sprühflasche eingefüllt werden und zur Verwendung versprüht werden. Ein Schwamm kann mit der Flüssigkeit getränkt werden und die Flüssigkeit kann über den
5 Schwamm auf einer zu behandelnden Fläche aufgebracht werden. Ferner kann die Flüssigkeit in einem Dosierspender oder in einem Lappen verwendet werden. Die Flüssigkeit kann in einer trockenen oder feuchten Kammer zur Reinigung, Pflege oder Sterilisation von Gegenständen verwendet werden,
10 beispielsweise in einem Geschirrrreiniger, zur Sterilisation eines Mund-Nase-Schutzes oder einer Zahnspange.

Die Vorrichtung kann in eine Vielzahl von Haushaltsgeräten integriert werden, in denen die Plasma-aktivierte Flüssigkeit
15 zur Reinigung, Sterilisation oder Aktivierung genutzt werden kann. Beispielsweise kann die Vorrichtung in einem Bodenpflegegerät, einem Reinigungsroboter oder einer Kaffeemaschine zur Reinigung oder Entkalkung verwendet werden. Die Vorrichtung könnte in eine Spülmaschine, eine
20 Waschmaschine oder einem Trockner integriert werden, so dass die vorteilhaften Eigenschaften der Plasma-aktivierten Flüssigkeit und des Plasma-aktivierten Gases genutzt werden können.

Bezugszeichenliste

	1	erste flächige Elektrode
	1a	leitfähige Kontaktfläche
5	1b	dielektrische Schicht
	2	zweite flächige Elektrode
	2a	leitfähige Kontaktfläche
	2b	dielektrische Schicht
	3	Entladungsraum
10	4	Spannungsquelle
	5	Flüssigkeitszufuhr
	6	Oberfläche der ersten flächigen Elektrode
	7	Flüssigkeitsfilm
	8	Flüssigkeitsentnahme
15	9	Gaszufuhr
	10	Gasentnahme
	11	Fluidverteiler
	12	Transportschicht
	13	poröser Körper
20	14	Spalt
	15	Reaktionskammer
	16	Sammelbehälter
	17	Flüssigkeitsreservoir
	17a	Nachdosiermechanismus
25	18	Gasreservoir
	18a	Nachdosiermechanismus
	19	Flüssigkeits-Rückführkanal
	20	Rezirkulationskanal
	21	Auslass

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung einer Plasma-aktivierten Flüssigkeit, aufweisend:
 - 5 eine erste flächige Elektrode (1) und eine zweite flächige Elektrode (2), wobei die erste flächige Elektrode (1) und die zweite flächige Elektrode (2) durch einen Entladungsraum (3) voneinander getrennt sind, eine Spannungsquelle (4), die dazu ausgestaltet ist,
10 zwischen der ersten flächigen Elektrode (1) und der zweiten flächigen Elektrode (2) eine Spannung anzulegen, so dass in dem Entladungsraum (3) zwischen der ersten flächigen Elektrode (1) und der zweiten flächigen Elektrode (2) eine elektrische Entladung gezündet wird,
15 und
eine Flüssigkeitszufuhr (5), die dazu ausgestaltet ist, dem Entladungsraum (3) eine Flüssigkeit derart zuzuführen, dass die Flüssigkeit in dem Entladungsraum (3) einen Flüssigkeitsfilm (7) bildet, der der
20 elektrischen Entladung ausgesetzt ist, wenn in dem Entladungsraum (3) die elektrische Entladung gezündet wird.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1,
25 wobei die Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsfilm (7) durch die elektrische Entladung Plasma-aktiviert wird.
3. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Flüssigkeitsfilm (7) eine Dicke zwischen 50 nm
30 und 0,2 mm aufweist.
4. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

wobei die erste flächige Elektrode (1) eine dielektrische Schicht (1b) aufweist, die dem Entladungsraum (3) zugewandt ist,
und/oder

5 wobei zweite flächige Elektrode (2) eine dielektrische Schicht (2b) aufweist, die dem Entladungsraum (3) zugewandt ist.

10 5. Vorrichtung gemäß dem vorherigen Anspruch,
wobei die dielektrische Schicht (1b) der ersten flächigen Elektrode (1) porös und/oder rau ist,
und/oder
wobei die dielektrische Schicht (2b) der zweiten flächigen Elektrode (2) porös und/oder rau ist.

15 6. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die Flüssigkeitszufuhr (5) dazu ausgestaltet ist, die Flüssigkeit derart in den Entladungsraum (3) zuzuführen, dass die Flüssigkeit an einer Oberfläche (6) der ersten flächigen Elektrode (1), die dem
20 Entladungsraum (3) zugewandt ist, den Flüssigkeitsfilm (7) ausbildet.

25 7. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die erste flächige Elektrode (1) eine Transportschicht (12) eines porösen Materials aufweist, die die Oberfläche (6) der ersten flächigen Elektrode (1) ausbildet, die dem Entladungsraum (3) zugewandt ist.

30 8. Vorrichtung gemäß dem vorherigen Anspruch,
wobei die Flüssigkeitszufuhr (5) dazu ausgestaltet ist, eine Flüssigkeit der Transportschicht (12) zuzuführen, so dass die Flüssigkeit durch die Transportschicht (12)

bewegt wird und den Flüssigkeitsfilm (7) an der Oberfläche (6) der ersten flächigen Elektrode (1) ausbildet.

- 5 9. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei in dem Entladungsraum (3) ein poröser Körper (13) angeordnet ist, der von der ersten flächigen Elektrode (1) und von der zweiten flächigen Elektrode (2) jeweils durch einen Spalt (14) getrennt ist,
- 10 wobei die Flüssigkeitszufuhr (5) dazu ausgestaltet ist, den Flüssigkeitsfilm (7) auf einer Oberfläche des porösen Körpers (13) zu erzeugen.
10. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8,
- 15 wobei in dem Entladungsraum (3) ein poröser Körper (13) angeordnet ist, der von der ersten flächigen Elektrode (1) und von der zweiten flächigen Elektrode (2) jeweils durch einen Spalt (14) getrennt ist,
- wobei die Flüssigkeitszufuhr (59) dazu ausgestaltet ist,
- 20 den Flüssigkeitsfilm (7) auf einer Oberfläche des porösen Körpers (13) zu erzeugen, die der ersten Elektrode (1) zugewandt ist, und einen weiteren Flüssigkeitsfilm auf einer Oberfläche des porösen Körpers (13) zu erzeugen, die der zweiten Elektrode (2) zugewandt ist,
- 25 wobei auf der ersten Elektrode (1) und der zweiten Elektrode (2) kein Flüssigkeitsfilm erzeugt wird.
11. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Vorrichtung eine Reaktionskammer (15) aufweist,
- 30 in der der Entladungsraum (3) angeordnet ist, wobei die Reaktionskammer (15) eine Flüssigkeitsentnahme (8) aufweist, die zur Abgabe einer Plasma-aktivierten Flüssigkeit ausgestaltet ist.

12. Vorrichtung gemäß dem vorherigen Anspruch,
wobei die Vorrichtung ein Flüssigkeitsreservoir (17)
aufweist, das die Flüssigkeit enthält,
5 wobei die Flüssigkeitszufuhr (5) dazu ausgestaltet ist,
die Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsreservoir (17) zu
entnehmen und die Flüssigkeit dem Entladungsraum (3)
zuzuführen,
wobei die Vorrichtung einen Rückführkanal (19) aufweist,
10 der dazu ausgestaltet ist, die Flüssigkeit aus der
Reaktionskammer (15) in das Flüssigkeitsreservoir (17)
zurückzuführen.
13. Vorrichtung gemäß Anspruch 11 oder Anspruch 12,
15 wobei die Vorrichtung ein Gasreservoir (18) aufweist,
wobei eine Gaszufuhr (9) dazu ausgestaltet ist, ein Gas
aus dem Gasreservoir (18) zu entnehmen und das Gas der
Reaktionskammer (15) zuzuführen,
wobei die Vorrichtung dazu ausgestaltet ist, das Gas in
20 dem Entladungsraum (3) bei der elektrischen Entladung zu
aktivieren.
14. Vorrichtung gemäß Anspruch 13,
wobei die Vorrichtung einen Rezirkulationskanal (20)
25 aufweist, der dazu ausgestaltet ist, das Plasma-
aktivierte Gas aus der Reaktionskammer (15) in das
Gasreservoir (18) zurückzuführen.
15. Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 12 und 14,
30 wobei das Flüssigkeitsreservoir (17) und das Gasreservoir
(18) miteinander verbunden sind und ein Ausgang (21) des
Rezirkulationskanals (20) in dem Flüssigkeitsreservoir
(17) angeordnet ist, so dass am Ausgang (21) des

Rezirkulationskanals (20) abgegebenes Plasma-aktiviertes Gas durch die Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir (17) strömt.

- 5 16. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 11 bis 15,
wobei die Reaktionskammer (15) eine Gasentnahme (10)
aufweist, die zur Abgabe eines Plasma-aktivierten Gases
ausgestaltet ist.
- 10 17. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die erste flächige Elektrode (1) planar oder
zylindersymmetrisch ist,
und/oder
wobei die zweite flächige Elektrode (2) planar oder
15 zylindersymmetrisch ist.
18. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die Vorrichtung keine aktiv pumpenden Elemente
aufweist und die Flüssigkeit in der Vorrichtung nur durch
20 Kapillarkräfte und Gravitation bewegt wird.
19. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche,
wobei der Flüssigkeitsfilm (7) die erste flächige
Elektrode (1) und/oder die zweite flächige Elektrode (2)
25 kühlt.
20. Gerät aufweisend eine Vorrichtung gemäß einem der
Ansprüche 1 bis 19.
- 30 21. Gerät gemäß Anspruch 20,
wobei es sich bei dem Gerät um ein Haushaltsgerät,
beispielsweise ein Bodenpflegegerät, einen

Reinigungsroboter, eine Kaffeemaschine, eine Spülmaschine
oder einen Trockner, handelt
oder

5 wobei es sich bei dem Gerät um ein Gerät zur
Wasseraufbereitung oder ein medizinisches Gerät handelt.

22. Verfahren zur Reinigung und/oder Sterilisation, bei dem
mit einer Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19
eine Plasma-aktivierte Flüssigkeit erzeugt wird und bei
10 dem die Plasma-aktivierte Flüssigkeit zur Reinigung
und/oder Sterilisation verwendet wird.

23. Verfahren zur Reinigung und/oder Sterilisation, bei dem
mit einer Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19
15 ein aktiviertes Gas erzeugt wird und bei dem das
aktivierte Gas zur Reinigung und/oder Sterilisation
verwendet wird.

Fig. 1

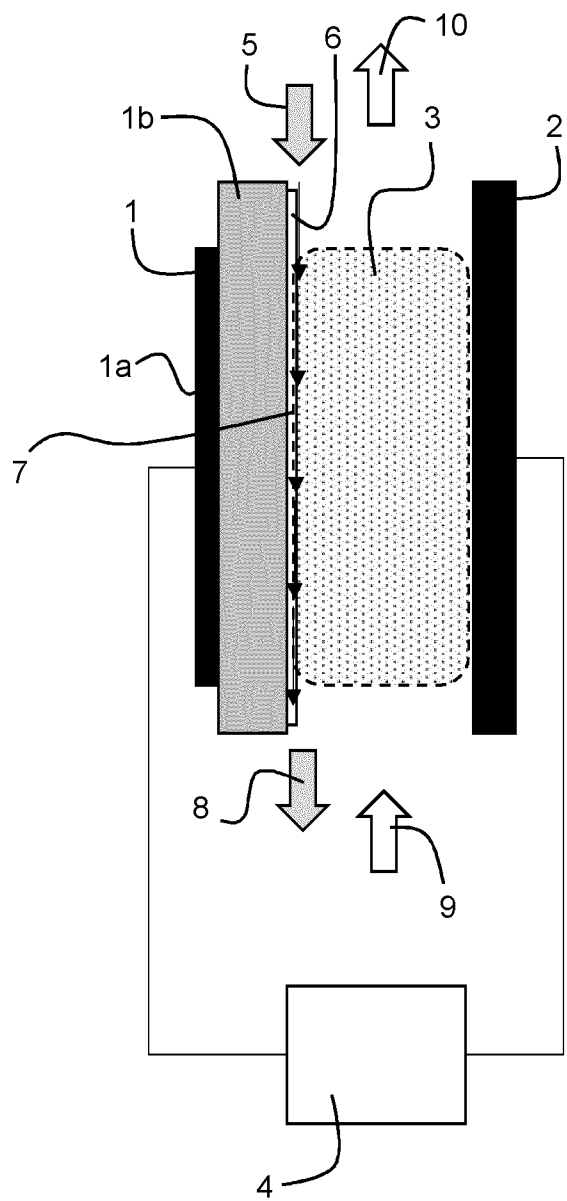


Fig. 2

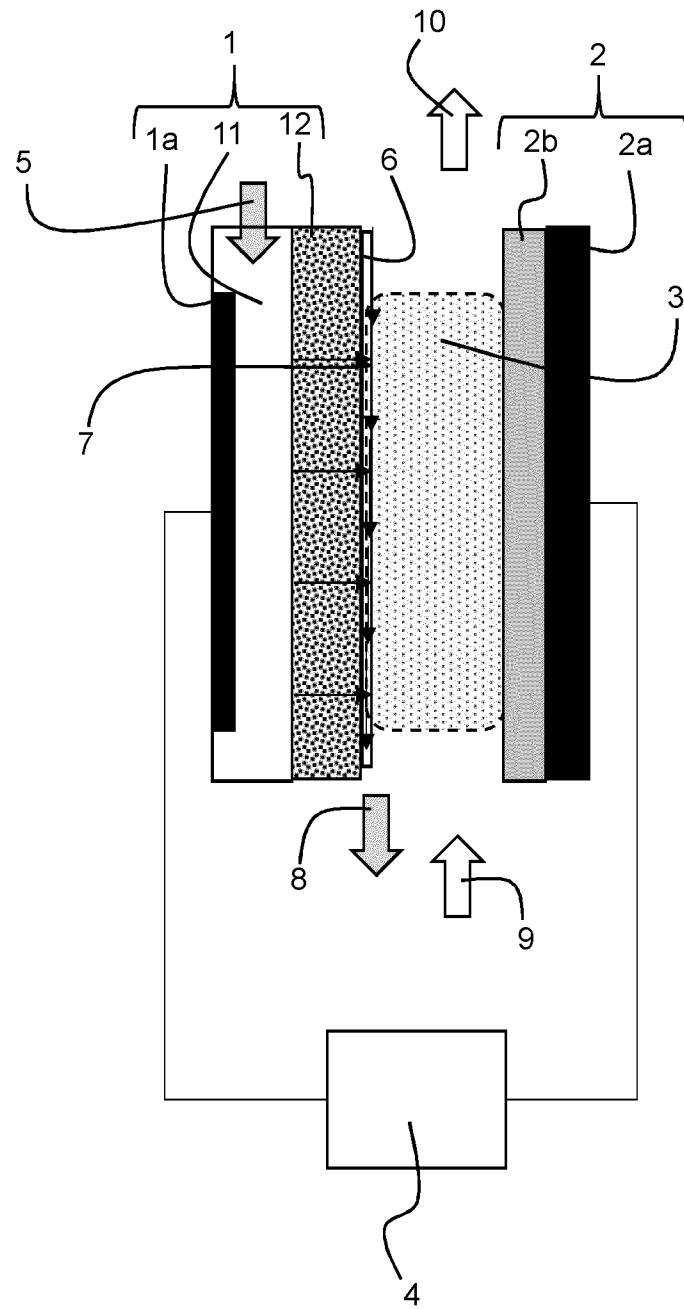


Fig. 3

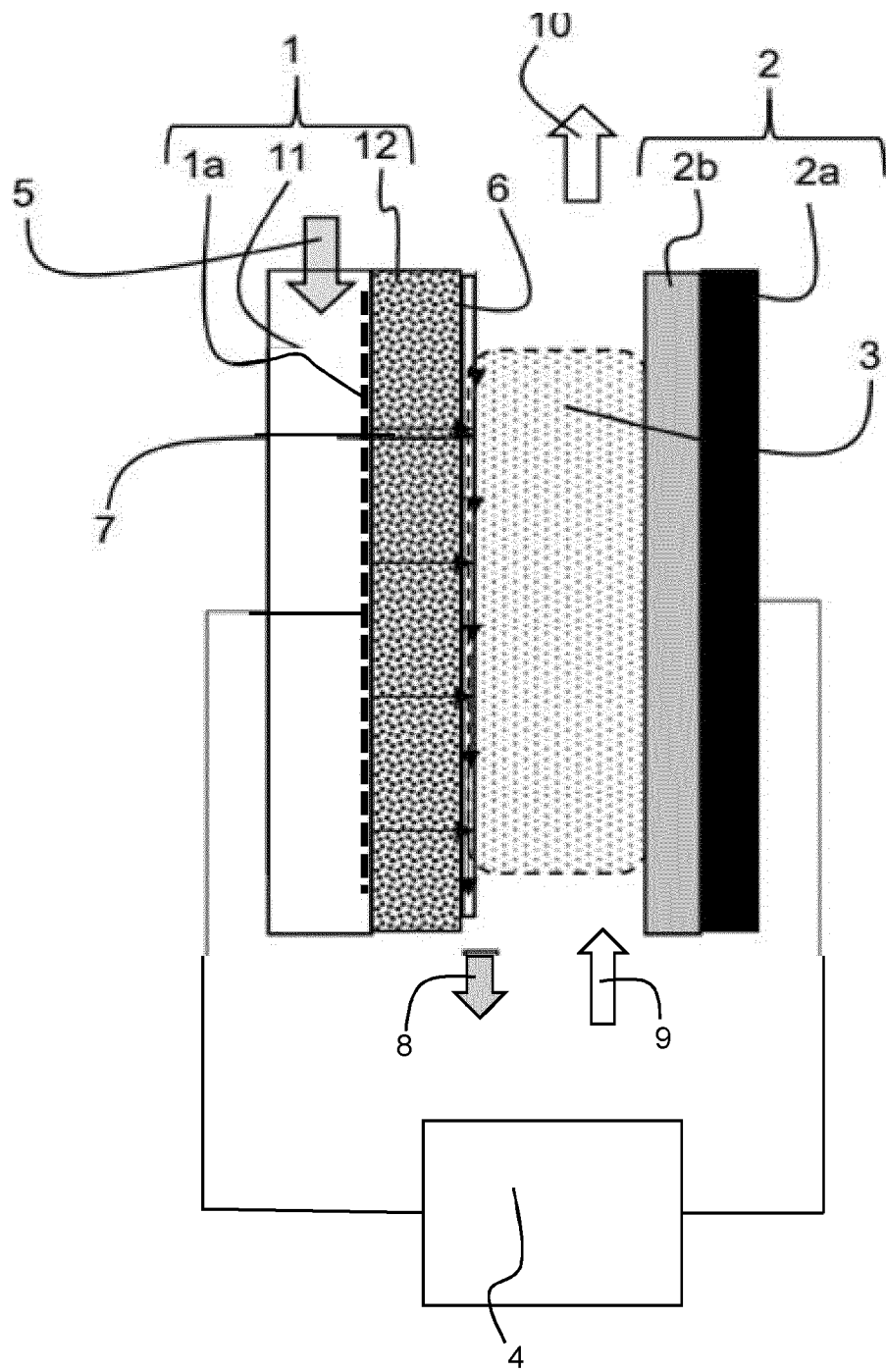


Fig. 4

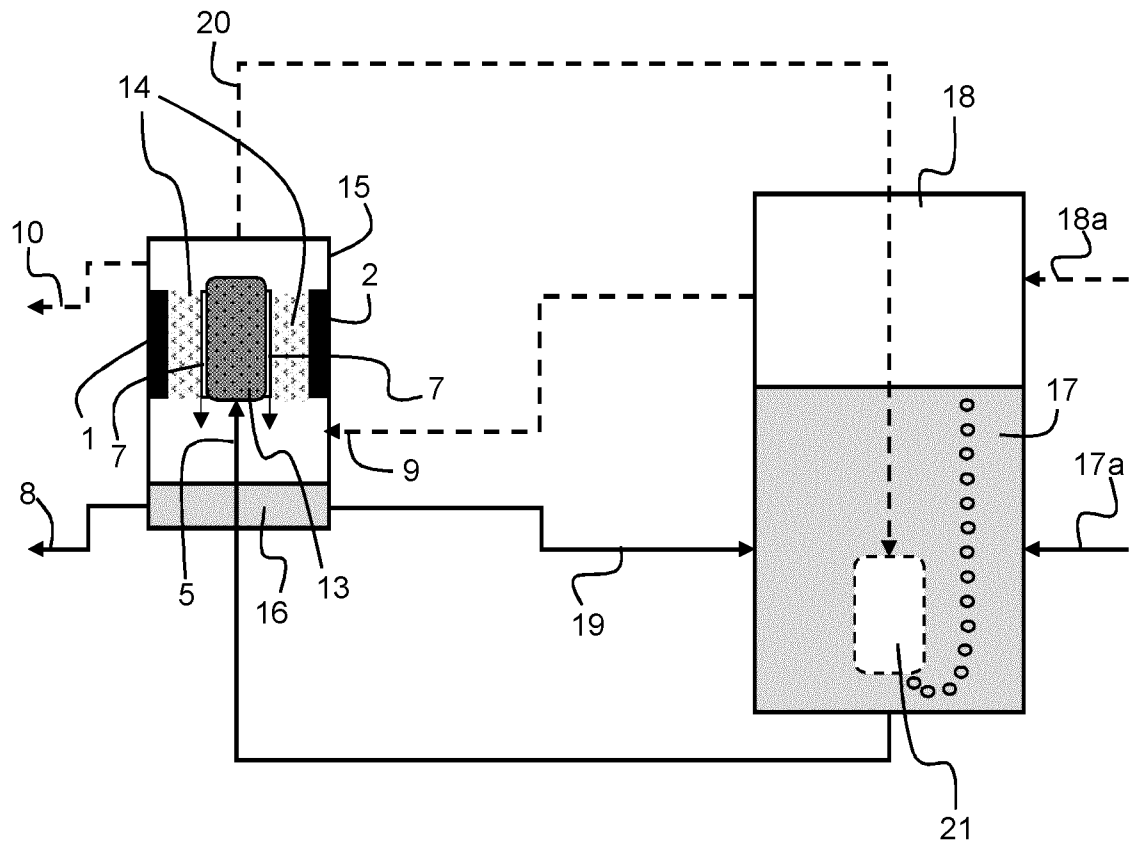
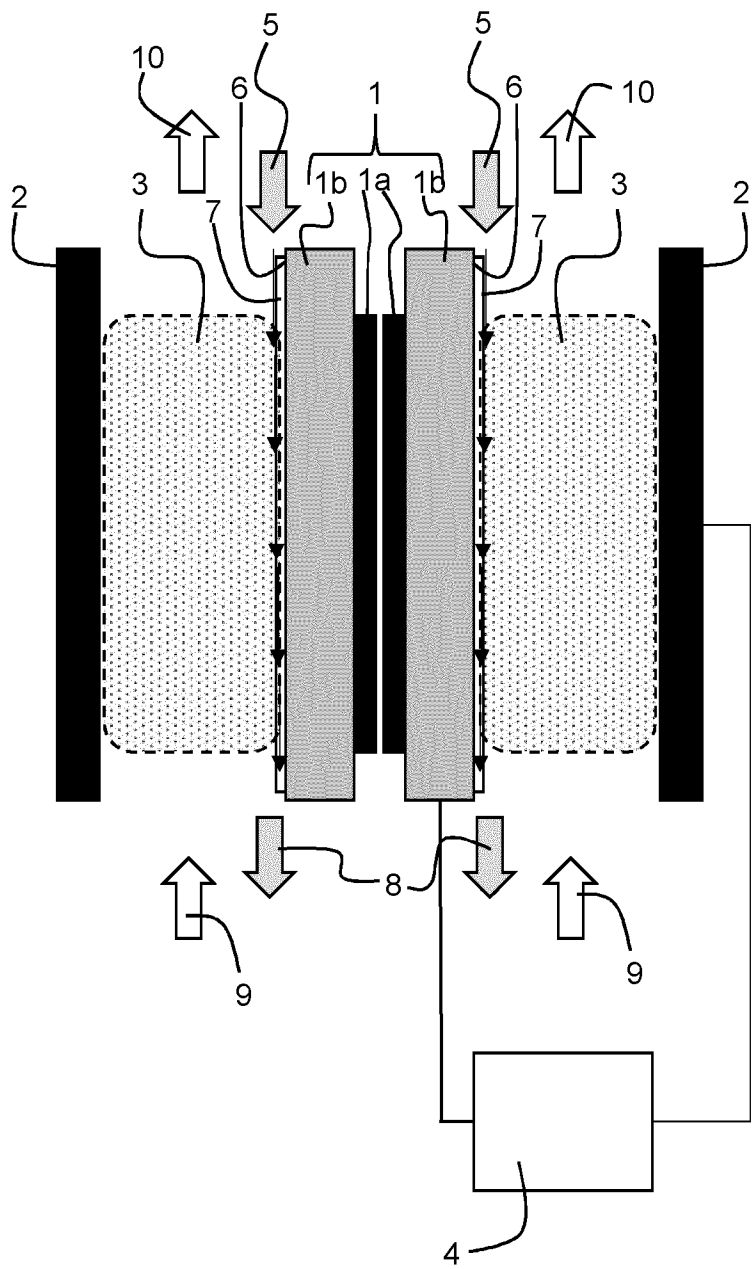


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/052558

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H05H 1/24**(2006.01)i; **C02F 1/46**(2023.01)i; **C02F 1/78**(2023.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05H; C02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	BAROCH P ET AL. "Special type of plasma dielectric barrier discharge reactor for direct ozonization of water and degradation of organic pollution" <i>JOURNAL OF PHYSICS D: APPLIED PHYSICS</i> , INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING, BRISTOL, GB, Vol. 41, No. 8, 21 April 2008 (2008-04-21), page 85207 ISSN: 0022-3727, XP020133574	1-6,9,11,12,17,19-23
A	figure 1 page 1, left-hand column, paragraph 1 - page 3, left-hand column, paragraph 1 abstract page 5, right-hand column, paragraph 1	10
X	US 2016074829 A1 (KITANO KATSUHISA [JP] ET AL) 17 March 2016 (2016-03-17)	1-4,6,11,17,19,20,22,23
A	figures 1.2, 3.16	10
X	JP 2007196121 A (UNIV NAGOYA) 09 August 2007 (2007-08-09) figures 1-3 paragraph [0001] - paragraph [0028]	1-8,11-13,16-21,23
X	JP 2012096141 A (TOKYO ELECTRON LTD) 24 May 2012 (2012-05-24) figures 1-3 paragraph [0001] - paragraph [0078]	1-3,17,19-23



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 April 2023

Date of mailing of the international search report

25 April 2023

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Clemente, Gianluigi

Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FENG XUELAN ET AL. "Gas-liquid dielectric barrier discharge falling film reactor for the decoloration of dyeing water : Gas-liquid DBD falling film reactor for decoloration of dyeing water" <i>JOURNAL OF CHEMICAL TECHNOLOGY AND BIOTECHNOLOGY</i>, Hoboken, USA, Vol. 91, No. 2, 04 December 2014 (2014-12-04), pages 431-438 DOI: 10.1002/jctb.4594 ISSN: 0268-2575, XP093039453 figure 1 abstract page 431, left-hand column, paragraph 1 - page 433, left-hand column, paragraph 1	1-4,6,11,16,17,19-21,23
X	HAMA AZIZ KOSAR HIKMAT ET AL. "Removal of dichloroacetic acid from aqueous solution using non-thermal plasma generated by dielectric barrier discharge and nano-pulse corona discharge" <i>SEPARATION AND PURIFICATION TECHNOLOGY</i>, NL, Vol. 216, 01 June 2019 (2019-06-01), pages 51-57 DOI: 10.1016/j.seppur.2019.01.074 ISSN: 1383-5866, XP093039454 figures 1,2 Summary page 52, left-hand column, paragraph 5 - page 52, right-hand column, paragraph 3	1-4,6,11-13, 16,17,19,20,23
X	VESNA V KOVACEVIC ET AL. "Measurement of reactive species generated by dielectric barrier discharge in direct contact with water in different atmospheres" <i>JOURNAL OF PHYSICS D: APPLIED PHYSICS, INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING, BRISTOL, GB</i>, Vol. 50, No. 15, 13 March 2017 (2017-03-13), page 155205, [retrieved on 2017-03-13] DOI: 10.1088/1361-6463/AA5FDE ISSN: 0022-3727, XP020315326	1-3,11-13,16, 17,19-21,23
Y	figure 1 abstract page 2, right-hand column, paragraph 3 - page 3, left-hand column, paragraph 3	14,15
Y	US 2018327283 A1 (PEMEN AUGUST JOHANNES MARIE [NL] ET AL) 15 November 2018 (2018-11-15) figures 3A, 3B	14, 15
A	EP 3562276 A1 (LEIBNIZ INSTITUT FUER PLASMAFORSCHUNG UND TECH E V [DE]) 30 October 2019 (2019-10-30) the whole document	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/052558

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2016074829	A1	17 March 2016	EP	3006408	A1	13 April 2016
				JP	6025083	B2	16 November 2016
				JP	WO2014188725	A1	23 February 2017
				US	2016074829	A1	17 March 2016
				WO	2014188725	A1	27 November 2014
JP	2007196121	A	09 August 2007	JP	4635204	B2	23 February 2011
				JP	2007196121	A	09 August 2007
JP	2012096141	A	24 May 2012	JP	5778911	B2	16 September 2015
				JP	2012096141	A	24 May 2012
US	2018327283	A1	15 November 2018	AU	2015367787	A1	29 June 2017
				CA	2969487	A1	23 June 2016
				CN	107406280	A	28 November 2017
				DK	3235350	T3	03 May 2021
				EP	3235350	A1	25 October 2017
				ES	2869598	T3	25 October 2021
				KR	20170097063	A	25 August 2017
				US	2018327283	A1	15 November 2018
				WO	2016096751	A1	23 June 2016
EP	3562276	A1	30 October 2019	EP	3562276	A1	30 October 2019
				ES	2863980	T3	13 October 2021
				LT	3562276	T	10 May 2021
				PL	3562276	T3	12 July 2021
				US	2019322550	A1	24 October 2019

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H05H1/24 C02F1/46 C02F1/78 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H05H C02F		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	BAROCH P ET AL: "Special type of plasma dielectric barrier discharge reactor for direct ozonization of water and degradation of organic pollution", JOURNAL OF PHYSICS D: APPLIED PHYSICS, INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING, BRISTOL, GB, Bd. 41, Nr. 8, 21. April 2008 (2008-04-21), Seite 85207, XP020133574, ISSN: 0022-3727	1-6, 9, 11, 12, 17, 19-23
A	Abbildung 1 Seite 1, linke Spalte, Absatz 1 - Seite 3, linke Spalte, Absatz 1 Zusammenfassung Seite 5, rechte Spalte, Absatz 1 ----- -/-	10
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 17. April 2023		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 25/04/2023
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Clemente, Gianluigi

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2016/074829 A1 (KITANO KATSUHISA [JP] ET AL) 17. März 2016 (2016-03-17)	1-4, 6, 11, 17, 19, 20, 22, 23
A	Abbildungen 1, 2, 3, 16 -----	10
X	JP 2007 196121 A (UNIV NAGOYA) 9. August 2007 (2007-08-09) Abbildungen 1-3 Absatz [0001] - Absatz [0028] -----	1-8, 11-13, 16-21, 23
X	JP 2012 096141 A (TOKYO ELECTRON LTD) 24. Mai 2012 (2012-05-24) Abbildungen 1-3 Absatz [0001] - Absatz [0078] -----	1-3, 17, 19-23
X	FENG XUELAN ET AL: "Gas-liquid dielectric barrier discharge falling film reactor for the decoloration of dyeing water : Gas-liquid DBD falling film reactor for decoloration of dyeing water", JOURNAL OF CHEMICAL TECHNOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, Bd. 91, Nr. 2, 4. Dezember 2014 (2014-12-04), Seiten 431-438, XP093039453, Hoboken, USA ISSN: 0268-2575, DOI: 10.1002/jctb.4594 Abbildung 1 Zusammenfassung Seite 431, linke Spalte, Absatz 1 - Seite 433, linke Spalte, Absatz 1 -----	1-4, 6, 11, 16, 17, 19-21, 23
X	HAMA AZIZ KOSAR HIKMAT ET AL: "Removal of dichloroacetic acid from aqueous solution using non-thermal plasma generated by dielectric barrier discharge and nano-pulse corona discharge", SEPARATION AND PURIFICATION TECHNOLOGY, Bd. 216, 1. Juni 2019 (2019-06-01), Seiten 51-57, XP093039454, NL ISSN: 1383-5866, DOI: 10.1016/j.seppur.2019.01.074 Abbildungen 1, 2 Zusammenfassung Seite 52, linke Spalte, Absatz 5 - Seite 52, rechte Spalte, Absatz 3 ----- -/--	1-4, 6, 11-13, 16, 17, 19, 20, 23

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	VESNA V KOVACEVIC ET AL: "Measurement of reactive species generated by dielectric barrier discharge in direct contact with water in different atmospheres", JOURNAL OF PHYSICS D: APPLIED PHYSICS, INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING, BRISTOL, GB, Bd. 50, Nr. 15, 13. März 2017 (2017-03-13), Seite 155205, XP020315326, ISSN: 0022-3727, DOI: 10.1088/1361-6463/AA5FDE [gefunden am 2017-03-13]	1-3, 11-13, 16,17, 19-21,23
Y	Abbildung 1 Zusammenfassung Seite 2, rechte Spalte, Absatz 3 - Seite 3, linke Spalte, Absatz 3 -----	14,15
Y	US 2018/327283 A1 (PEMEN AUGUST JOHANNES MARIE [NL] ET AL) 15. November 2018 (2018-11-15) Abbildungen 3A, 3B -----	14,15
A	EP 3 562 276 A1 (LEIBNIZ INSTITUT FUER PLASMAFORSCHUNG UND TECH E V [DE]) 30. Oktober 2019 (2019-10-30) das ganze Dokument -----	1-23

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/052558

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2016074829 A1	17-03-2016	EP 3006408 A1	13-04-2016
		JP 6025083 B2	16-11-2016
		JP WO2014188725 A1	23-02-2017
		US 2016074829 A1	17-03-2016
		WO 2014188725 A1	27-11-2014
JP 2007196121 A	09-08-2007	JP 4635204 B2	23-02-2011
		JP 2007196121 A	09-08-2007
JP 2012096141 A	24-05-2012	JP 5778911 B2	16-09-2015
		JP 2012096141 A	24-05-2012
US 2018327283 A1	15-11-2018	AU 2015367787 A1	29-06-2017
		CA 2969487 A1	23-06-2016
		CN 107406280 A	28-11-2017
		DK 3235350 T3	03-05-2021
		EP 3235350 A1	25-10-2017
		ES 2869598 T3	25-10-2021
		KR 20170097063 A	25-08-2017
		US 2018327283 A1	15-11-2018
		WO 2016096751 A1	23-06-2016
EP 3562276 A1	30-10-2019	EP 3562276 A1	30-10-2019
		ES 2863980 T3	13-10-2021
		LT 3562276 T	10-05-2021
		PL 3562276 T3	12-07-2021
		US 2019322550 A1	24-10-2019