(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
11. November 2021 (11.11.2021)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/223986 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
A61L 2/00 (2006.01) *A61L 2/22* (2006.01)
A61L 2/18 (2006.01) *H05H 1/24* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/060009

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. April 2021 (19.04.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 112 195.4
06. Mai 2020 (06.05.2020) DE

(71) Anmelder: **PLASMATREAT GMBH** [DE/DE]; Queller Straße 76-80, 33803 Steinhagen (DE).

(72) Erfinder: **BUSKE, Christian**; Großdornberger Straße 111, 33619 Bielefeld (DE).

(74) Anwalt: **COHAUSZ & FLORACK PATENT- UND RECHTSANWÄLTE PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT MBB**; Bleichstraße 14, 40211 Düsseldorf (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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,

WO 2021/223986 A2

(54) Title: DEVICE FOR DISINFECTING PARTS, IN PARTICULAR BODY PARTS, USE OF THE DEVICE, AND PLASMA SOURCE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR DESINFEKTION VON TEILEN, INSBESONDERE KÖRPERTEILEN, VERWENDUNG DER VORRICHTUNG SOWIE PLASMAQUELLE

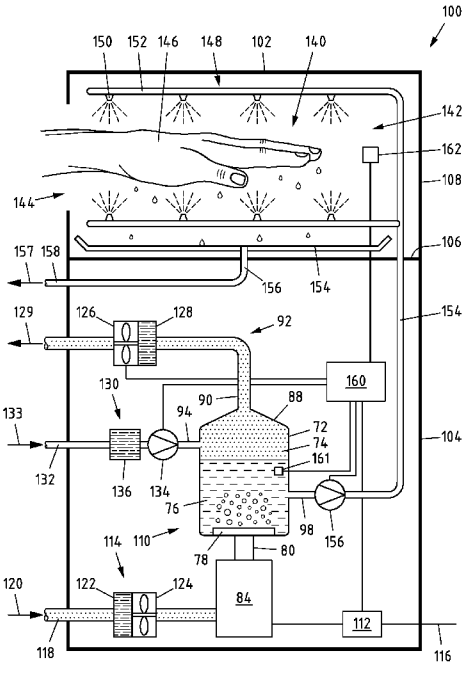


Fig.4

(57) Abstract: The invention relates to a device (100, 200, 210, 230, 240) for disinfecting parts, in particular body parts (146), preferably hands, the device having a disinfection region (140), in which a body part (146) to be disinfected can be held, and having application means (148), which are designed to apply, in particular to spray, a liquid disinfectant on a body part (146) being held in the disinfection region (140), the device (100, 200, 210, 230, 240) having a production unit (70, 92, 110, 242), which is designed to produce plasma-activated water, and the production unit (70, 92, 110, 242) being connected to the application means (148) in such a way that plasma-activated water produced by the production unit (70, 92, 110, 242) is supplied to the application means (148) as disinfectant. The invention also relates to the use of the device (100, 200, 210, 230, 240) to disinfect body parts (146), in particular hands. The invention further relates to a plasma source (260).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) zur Desinfektion von Teilen, insbesondere von Körperteilen (146), vorzugsweise von Händen, mit einem Desinfektionsbereich (140), in den ein zu desinfizierendes Körperteil (146) gehalten werden kann, und mit Beaufschlagungsmitteln (148), die dazu eingerichtet sind, ein in den Desinfektionsbereich (140) gehaltenes Körperteil (146) mit einem flüssigen Desinfektionsmittel zu beaufschlagen, insbesondere zu besprühen, wobei die Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) eine Herstellungseinheit (70, 92, 110, 242) aufweist, die dazu eingerichtet ist, plasmaaktiviertes Wasser herzustellen, und wobei die Herstellungseinheit (70, 92, 110, 242) derart mit den Beaufschlagungsmitteln (148) verbunden ist, dass von der Herstellungseinheit (70, 92, 110, 242) hergestelltes plasmaaktiviertes Wasser den Beaufschlagungsmitteln (148) als Desinfektionsmittel zugeführt wird. Die Erfindung betrifft weiterhin die Verwendung der Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) zur Desinfektion von Körperteilen (146), insbesondere von Händen. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Plasmaquelle (260).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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, 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, 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).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere Körperteilen, Verwendung der Vorrichtung sowie Plasmaquelle

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere Körperteilen, vorzugsweise von Händen, mit einem Desinfektionsbereich, in den ein zu desinfizierendes Teil gehalten werden kann, und mit Beaufschlagungsmitteln, die dazu eingerichtet sind, ein in den Desinfektionsbereich gehaltenes Teil mit einem flüssigen Desinfektionsmittel zu beaufschlagen, insbesondere zu besprühen. Die Erfindung betrifft darüber hinaus eine Plasmaquelle zur Erzeugung eines reaktiven Gasstroms, insbesondere für die Verwendung in der zuvor genannten Vorrichtung.

Aus dem Stand der Technik sind Handdesinfektionsvorrichtungen bekannt, die beispielsweise in Eingangsbereichen von Krankenhäusern aufgestellt werden. Diese Handdesinfektionsvorrichtungen weisen einen Behälter mit einem flüssigen Desinfektionsmittel auf, das bei Betätigung eines Hebels oder automatisch bei Detektion einer Hand im Bereich der Vorrichtung über eine Düse ausgegeben wird und damit eine Handdesinfektion ermöglicht.

Die Geräte haben den Nachteil, dass der Betrieb für einen Nachfüllvorgang unterbrochen werden muss, wenn das Desinfektionsmittel im Behälter aufgebraucht ist. Darüber hinaus kann es besonders in Krisenzeiten zu Beschaffungsproblemen von Desinfektionsmittel kommen, so dass eine derartige Vorrichtung ggf. über längeren Zeitraum nicht betrieben werden kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere von Körperteilen, vorzugsweise von Händen, zur Verfügung zu stellen, die möglichst ohne längere Unterbrechungen betrieben werden kann.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere von Körperteilen, vorzugsweise von Händen, mit einem Desinfektionsbereich, in den ein zu desinfizierendes Teil gehalten werden kann, und mit Beaufschlagungsmitteln, die dazu eingerichtet sind, ein in den Desinfektionsbereich gehaltenes Teil mit einem flüssigen Desinfektionsmittel zu beaufschlagen, insbesondere zu besprühen, erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Vorrichtung eine Herstellungseinheit aufweist, die dazu eingerichtet ist, plasmaaktiviertes Wasser herzustellen, und dass die Herstellungseinheit derart mit den Beaufschlagungsmitteln verbunden ist, dass von der Herstellungseinheit hergestelltes plasmaaktiviertes Wasser den Beaufschlagungsmitteln als Desinfektionsmittel zugeführt wird.

Auf diese Weise kann die Vorrichtung das zum Betrieb erforderliche flüssige Desinfektionsmittel aus typischerweise ohne weiteres verfügbaren Ressourcen (z.B. Wasser, Luft, Strom) selbst herstellen, so dass der Betrieb von einem externen Desinfektionsmittelnachschub unabhängig und damit mit weniger Unterbrechungen erfolgen kann.

Unter plasmaaktiviertem Wasser wird flüssiges Wasser oder eine flüssige wässrige Lösung verstanden, die durch die Einwirkung von einem aus einer atmosphärischen Plasmaquelle austretenden reaktiven Gasstrom aktiviert worden ist. Insbesondere kann das Wasser unmittelbar mit atmosphärischem Plasma, wie zum Beispiel einem atmosphärischen Plasmastrahl, beaufschlagt werden, das heißt mit einem aus einer Plasmaquelle austretenden Arbeitsgas, das sich zumindest teilweise noch im Plasmazustand befindet. Alternativ kann das Wasser auch mit dem aus der Plasmaquelle austretenden Arbeitsgas beaufschlagt werden, nachdem das Arbeitsgas bereits wieder rekombiniert ist, das heißt sich nicht mehr im Plasmazustand befindet. Es wurde festgestellt, dass auch in einem solchen rekombinierten Arbeitsgas noch ausreichend reaktive Spezies, beispielsweise Ozon oder Stickoxide, enthalten sind, die im Wasser relativ langlebige reaktive Spezies wie zum Beispiel Hydroxylradikale, Wasserstoffperoxid, Salpetersäure oder salpetrige Säure bilden.

Entsprechend kann das plasmaaktivierte Wasser durch Einwirkung eines aus einer atmosphärischen Plasmaquelle austretenden Arbeitsgases auf flüssiges Wasser hergestellt werden.

Die oben genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß weiterhin gelöst durch die Verwendung der zuvor beschriebenen Vorrichtung oder einer Ausführungsform davon zur Desinfektion von Teilen, insbesondere von Körperteilen, vorzugsweise von Händen. Bei den Teilen kann es sich demnach insbesondere um Körperteile, vorzugsweise um Hände handeln. Entsprechend handelt es sich bei der Vorrichtung vorzugsweise um eine Händedesinfektionsvorrichtung. Alternativ kann die Vorrichtung auch als Fußdesinfektionsvorrichtung ausgebildet sein. Weiterhin ist es denkbar, andere Teile, zum Beispiel nicht-sterile medizinische Instrumente oder Hilfsmittel, mit der Vorrichtung zu desinfizieren, indem diese in den Desinfektionsbereich der Vorrichtung gehalten werden.

Im Folgenden werden verschiedene Ausführungsformen der Vorrichtung und der Verwendung beschrieben, die jeweils einzeln für die Vorrichtung und die Verwendung gelten. Darüber hinaus können die einzelnen Ausführungsformen miteinander kombiniert werden.

Bei einer Ausführungsform ist der Desinfektionsbereich in einem zumindest teilweise umschlossenen Desinfektionsraum mit einer Öffnung, durch die ein zu desinfizierendes Teil, insbesondere Körperteil, in den Desinfektionsraum hineingehalten werden kann, angeordnet. Auf diese Weise wird vermieden, dass plasmaaktiviertes Wasser auf andere Körperteile oder auf die Bekleidung der die Vorrichtung verwendenden Person gelangt.

Insbesondere kann der Desinfektionsraum von einer oder mehreren Gehäusewänden umgeben sein, wobei die Öffnung zum Hineinhalten eines zu desinfizierenden Teils, insbesondere Körperteils, in den Desinfektionsraum in einer der ein oder mehreren Gehäusewände vorgesehen sein kann. Die Öffnung kann zum Beispiel schlitzförmig

ausgestaltet sein, so dass eine flache Hand durch die Öffnung in den Desinfektionsraum hineingehalten werden kann.

Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst die Vorrichtung ein Gehäuse, in dem der Desinfektionsbereich und die Herstellungseinheit untergebracht sind. Dies ermöglicht das Aufstellen der Vorrichtung als kompaktes Gerät.

Vorzugsweise sind der Desinfektionsbereich und die Herstellungseinheit in zwei, insbesondere durch eine Zwischenwand, voneinander getrennten Gehäusebereichen des Gehäuses untergebracht. Auf diese Weise können beim Betrieb der Herstellungseinheit entstehende Nebenprodukte, wie zum Beispiel Ozon oder Stickoxide, weitgehend aus dem Desinfektionsbereich gehalten werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Vorrichtung Belüftungsmittel auf, die dazu eingerichtet sind, einen Luftstrom von der Öffnung durch den Desinfektionsraum zu einem Luftauslass zu bewirken. Beispielsweise kann an einer der Öffnung gegenüber liegenden Gehäusewand ein Ventilator vorgesehen sein, der Luft aus dem Desinfektionsraum absaugt. Auf diese Weise wird der Austritt von plasmaaktiviertem Wasser oder von Gasen wie Ozon oder Stickoxiden aus der Öffnung reduziert und vermieden, wodurch die Bediensicherheit erhöht wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist ein Filter, insbesondere ein Aktivkohlefilter, derart angeordnet, dass ein zum Luftauslass strömender Luftstrom durch den Filter geleitet wird. Auf diese Weise kann der Gehalt bestimmter Gase, insbesondere Ozon oder Stickoxide, im Luftstrom reduziert werden, bevor der Luftstrom aus der Vorrichtung heraus, insbesondere in die Umgebung, geleitet wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform weisen die Beaufschlagungsmittel ein oder mehrere Düsen auf, die dazu eingerichtet sind, das flüssige Desinfektionsmittel zu versprühen und/oder zu vernebeln. Auf diese Weise wird eine flächige und

gleichmäßige Beaufschlagung des Teils, insbesondere Körperteils, mit plasmaaktiviertem Wasser erreicht.

Bei einer weiteren Ausführungsform sind die Beaufschlagungsmittel derart angeordnet, um ein in den Desinfektionsbereich gehaltenes Teil, insbesondere Körperteil, von mehreren Seiten mit flüssigem Desinfektionsmittel zu beaufschlagen. Insbesondere können die Beaufschlagungsmittel einander gegenüber angeordnete Düsen umfassen. Auf diese Weise kann eine mehrseitige Beaufschlagung des Teils, insbesondere Körperteils, mit plasmaaktiviertem Wasser erreicht werden, so dass das Teil, insbesondere Körperteil, während der Beaufschlagung nicht gedreht werden muss.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Vorrichtung eine Ableiteinrichtung auf, die dazu eingerichtet ist, überschüssiges Desinfektionsmittel aus dem Desinfektionsbereich abzuführen. Auf diese Weise wird verhindert, dass sich Desinfektionsmittel am Boden des Desinfektionsbereichs ansammelt. Die Ableiteinrichtung kann beispielsweise eine am Boden des Desinfektionsbereichs angeordnete, vorzugsweise trichterförmige Auffangschale umfassen, über die das Desinfektionsmittel zu einem Auslass geführt wird. Der Auslass kann beispielsweise zu einem Anschlusspunkt der Vorrichtung für eine Abwasserleitung oder zu einem Auffangbehälter der Vorrichtung führen, der beispielsweise im Gehäuse der Vorrichtung angeordnet sein kann. Das Vorsehen eines Auffangbehälters erlaubt einen flexibleren Einsatz der Vorrichtung, wie zum Beispiel an Orten, an denen keine externe Abwasserleitung zur Verfügung steht.

Bei einer Ausführungsform weist die Herstellungseinheit einen Aktivierungsraum zur Aufnahme eines Wasservolumens und eine Plasmaquelle zur Erzeugung eines reaktiven Gasstroms mittels elektrischer Entladung in einem Arbeitsgas auf, wobei die Plasmaquelle derart an den Aktivierungsraum angeschlossen ist, dass ein mit der Plasmaquelle erzeugter reaktiver Gasstrom in den Aktivierungsraum eingeleitet wird. Auf diese Weise kann flüssiges Wasser bzw. eine wässrige Lösung im

Aktivierungsraum mit einem reaktiven Gasstrom beaufschlagt werden, so dass sich darin reaktive Spezies anreichern und auf diese Weise plasmaaktiviertes Wasser hergestellt wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist in dem Aktivierungsraum ein Tellerbelüfter oder ein Belüftungselement aus porösem Material angeordnet und die Plasmaquelle ist derart an den Aktivierungsraum angeschlossen, dass der reaktive Gasstrom durch den Tellerbelüfter oder durch das Belüftungselement geleitet wird.

Ein Tellerbelüfter weist typischerweise eine gasdurchlässige Membran, beispielsweise eine Membran mit einer Vielzahl, insbesondere hunderter oder tausender, kleiner Öffnungen auf, durch die der reaktive Gasstrom in Form kleiner Bläschen mit entsprechend großer Oberfläche im Verhältnis zum Volumen in die Flüssigkeit gelangt und dadurch stark mit dieser wechselwirkt. Eine ähnlich starke Wechselwirkung wird durch die Verwendung eines Belüftungselements aus porösem Material, zum Beispiel aus poröser Keramik mit dessen großer innerer Oberfläche erreicht.

Eine geeignete Herstellungseinheit mit einem Tellerbelüfter ist beispielsweise aus der EP 3 470 364 A1 bekannt.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Herstellungseinheit eine Wasserzuführeinrichtung auf, die dazu eingerichtet ist, Wasser in den Aktivierungsraum einzubringen. Auf diese Weise kann plasmaaktiviertes Wasser hergestellt werden, ohne dass Unterbrechungen zum händischen Wiederauffüllen des Aktivierungsraums erforderlich sind. Die Wasserzuführeinrichtung kann ein Steuerglied, beispielsweise ein steuerbares Ventil oder eine steuerbare Pumpe, umfassen, um Wasser bei Bedarf oder zu bestimmten Zeitpunkten und/oder in bestimmten Mengen in den Aktivierungsraum einzubringen. Die Wasserzuführeinrichtung kann zu einem Anschlusspunkt der Vorrichtung für eine Wasserleitung, insbesondere Frischwasserleitung, führen. Auf diese Weise ist eine im Wesentlichen ununterbrochene externe Versorgung mit Wasser gewährleistet,

wodurch ein praktisch ununterbrochener Betrieb der Vorrichtung ermöglicht wird. Die Wasserzuführeinrichtung kann alternativ oder zusätzlich auch zu einem Wasserreservoir der Vorrichtung führen, das beispielsweise im Gehäuse der Vorrichtung angeordnet sein kann. Das Vorsehen eines Wasserreservoirs erlaubt einen flexibleren Einsatz der Vorrichtung, wie zum Beispiel an Orten, an denen keine externe Wasserversorgungsleitung zur Verfügung steht.

Die Wasserzuführeinrichtung kann ein oder mehrere Filter, insbesondere einen Enthärtungsfilter und/oder einen Bakterien- und/oder Virenfilter aufweisen, durch den das Wasser vor dem Einbringen in den Aktivierungsraum geleitet wird. Auf diese Weise kann ein Verkalken oder Verkeimen der Vorrichtung verhindert werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Herstellungseinheit eine Gasabführeinrichtung auf, die dazu eingerichtet ist, einen Gasstrom aus dem Aktivierungsraum abzuführen, insbesondere abzusaugen. Auf diese Weise kann der reaktive Gasstrom nach dem Durchlaufen durch die Flüssigkeit im Aktivierungsraum gezielt abgeführt werden, so dass sich darin enthaltene Gase wie Stickoxide oder Ozon nicht unkontrolliert in der Vorrichtung verteilen. Die Gasabführeinrichtung kann beispielsweise einen Ventilator aufweisen, der den Gasstrom aus dem Aktivierungsraum absaugt.

Die Gasabführeinrichtung weist vorzugsweise einen Filter, beispielsweise einen Aktivkohlefilter, auf, durch den der abgeführte Gasstrom geleitet wird, um den Gehalt bestimmter Gase wie Ozon oder Stickoxiden zu reduzieren.

Die Gasabführeinrichtung kann auch so ausgestaltet sein, dass zumindest ein Teil des über die Gasabführeinrichtung abgeführten Gasstroms der Plasmaquelle als Arbeitsgas zuführt wird. Auf diese Weise ist ein Umluftbetrieb möglich, der eine stärkere Anreicherung reaktiver Spezies im wiederholt durch die Plasmaquelle geleiteten Gasstrom und damit eine effektivere Herstellung des plasmaaktivierten Wassers ermöglicht.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Vorrichtung eine Steuereinrichtung auf, die dazu eingerichtet ist, den Betrieb der Vorrichtung zu steuern. Die Steuereinrichtung kann insbesondere einen Speicher mit Befehlen aufweisen, deren Ausführung auf mindestens einem Mikroprozessor der Steuereinrichtung die Steuerung der Vorrichtung bewirkt.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Vorrichtung einen Zwischenspeicher auf, der zur Zwischenspeicherung des plasmaaktivierten Wassers zwischen die Herstellungseinheit und die Beaufschlagungsmitteln geschaltet ist. Auf diese Weise kann der Betrieb der Beaufschlagungsmittel vom Betrieb der Herstellungseinheit getrennt werden. Es wurde erkannt, dass sich die reaktiven Spezies im plasmaaktivierten Wasser für eine bestimmte Zeit halten, so dass es möglich ist, das plasmaaktivierte Wasser mit der Herstellungseinheit auf Vorrat zu erzeugen, der im Zwischenspeicher gelagert wird, bis das plasmaaktivierte Wasser über die Beaufschlagungsmittel in den Desinfektionsbereich ausgegeben wird.

Die Herstellungseinheit kann kontinuierlich oder diskontinuierlich betrieben werden. Beispielsweise kann am Zwischenspeicher ein Füllstandssensor vorgesehen sein, wobei eine vorzugsweise vorgesehene Steuereinrichtung der Vorrichtung dazu eingerichtet ist, die Herstellung von plasmaaktiviertem Wasser mit der Herstellungseinheit zu bewirken, wenn der mit dem Füllstandssensor bestimmte Füllstand im Zwischenspeicher unter einen vorgegebenen Wert fällt.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Vorrichtung zwei wechselweise betreibbare Herstellungseinheiten auf. Auf diese Weise kann zum Beispiel auf einen gesonderten Zwischenspeicher verzichtet werden, da das für den Betrieb der Beaufschlagungsmittel erforderliche plasmaaktivierte Wasser aus dem Aktivierungsraum der zu einem Zeitpunkt jeweils nicht betriebenen Herstellungseinheit entnommen wird, während mit der jeweils anderen Herstellungseinheit neues plasmaaktiviertes Wasser erzeugt wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Plasmaquelle dazu eingerichtet ist, den reaktiven Gasstrom mittels einer dielektrisch behinderten Entladung in einem Arbeitsgas zu erzeugen. Durch eine dielektrisch behinderte Entladung können in dem Gasstrom sehr hohe Konzentrationen bestimmter reaktiver Spezies, insbesondere Ozon, erzeugt werden. Durch die Verwendung eines solchen reaktiven Gasstroms zur Herstellung des plasmaaktivierten Wassers kann die Bildung von Hydroxylradikalen in der Flüssigkeit bewirkt werden, die eine gute Desinfektionswirkung bewirken.

Zur Erzeugung der dielektrisch behinderten Entladung können insbesondere mindestens zwei Elektroden und ein dazwischen angeordnetes Dielektrikum vorgesehen sein, das eine direkte elektrische Entladung zwischen den zwei Elektroden behindert. Vorzugsweise ist eine der Elektroden geerdet. Weiterhin ist insbesondere eine Spannungsquelle vorgesehen, um die Elektroden mit einer hochfrequenten Hochspannung zu beaufschlagen, beispielsweise mit einer Spannungsstärke im Bereich von 5 bis 15 kV und einer Spannungsfrequenz im Bereich von 7,5 bis 25 kHz, insbesondere 13 bis 14 kHz.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Plasmaquelle dazu eingerichtet, den reaktiven Gasstrom mittels einer bogenartigen elektrischen Entladung, insbesondere einer hochfrequenten bogenartigen Entladung, in einem Arbeitsgas zu erzeugen.

Auf diese Weise kann in dem Gasstrom eine hohe Konzentration bestimmter reaktiver Spezies erzeugt werden, insbesondere Stickoxide und/oder vollständig oder teilweise ionisierte oder angeregte Atome oder Moleküle. Ozon wird gegenüber dielektrisch behinderten Entladungen nur zu einem geringen Anteil erzeugt, wodurch die Ozonbelastung reduziert wird. Demgegenüber werden durch eine hochfrequente bogenartige Entladung vermehrt Stickoxide erzeugt, insbesondere bei der Verwendung von Luft als Arbeitsgas. Durch die Verwendung eines solchen reaktiven Gasstroms zur Herstellung des plasmaaktivierten Wassers können die Bildung von salpetriger Säure oder Salpetersäure in der Flüssigkeit und damit ein niedriger pH-

Wert des plasmaaktivierten Wassers erreicht werden, wodurch eine gute Desinfektionswirkung erzielt wird.

Zur Erzeugung der bogenartigen elektrischen Entladung sind insbesondere mindestens zwei Elektroden vorgesehen sowie eine Spannungsquelle, um die Elektroden mit einer hochfrequenten Hochspannung zu beaufschlagen. Die hochfrequente Hochspannung zur Erzeugung einer hochfrequenten bogenartigen Entladung weist insbesondere eine Spannungsstärke im Bereich von 1 – 100 kV, vorzugsweise 1 – 50 kV, weiter bevorzugt 10 – 50 kV, und eine Frequenz von 1 – 300 kHz, insbesondere 1 – 100 kHz, vorzugsweise 10 – 100 kHz, weiter bevorzugt 10 – 50 kHz, auf.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Plasmaquelle eine Arbeitsgaszuführung auf, die dazu eingerichtet ist, die Plasmaquelle mit Umgebungsluft als Arbeitsgas zu versorgen. Durch die Verwendung von Umgebungsluft als Arbeitsgas wird eine gesonderte Arbeitsgaszuführung entbehrlich, wodurch ein flexiblerer Einsatz der Vorrichtung erreicht wird. Die Arbeitsgaszuführung kann insbesondere einen Ventilator oder Kompressor umfassen, um das Arbeitsgas mit vorgegebenem Druck und/oder Volumenstrom zur Plasmaquelle zu führen. Um eine Verunreinigung oder Verkeimung der Vorrichtung zu verhindern, umfasst die Arbeitsgaszuführung vorzugsweise einen Filter, beispielsweise einen Feinstaubfilter und/oder einen Bakterien- und/oder Virenfilter.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Plasmaquelle dazu eingerichtet, den reaktiven Gasstrom in einem ersten Betriebsmodus mittels einer dielektrisch behinderten Entladung und in einem zweiten Betriebsmodus mittels einer bogenartigen Entladung in einem Arbeitsgas zu erzeugen. Auf diese Weise können verschiedenartige reaktive Spezies, insbesondere Hydroxylradikale im ersten Betriebsmodus und Salpetersäure bzw. salpetrige Säure im zweiten Betriebsmodus, in der Flüssigkeit angereichert werden, wodurch die Desinfektionswirkung des plasmaaktivierten Wassers weiter verbessert wird. Die Plasmaquelle ist bei dieser

Ausführungsform vorzugsweise wie die weiter unten beschriebene Plasmaquelle ausgebildet.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, die Plasmaquelle abwechselnd im ersten und im zweiten Betriebsmodus zu betreiben. Das Umschalten zwischen den Betriebsmodi kann zum Beispiel durch die Beaufschlagung verschiedener Elektroden der Plasmaquelle bewirkt werden oder auch durch die Umstellung von Betriebsparametern, insbesondere der elektrischen Spannung und/oder des Arbeitsgasflusses.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Plasmaquelle ein Düsenrohr mit einer Düsenöffnung auf, es sind in dem Düsenrohr eine Innenelektrode und eine Dralleinrichtung zum Verdrallen eines durch das Düsenrohrs zur Düsenöffnung geleiteten Arbeitsgases angeordnet, wobei zwischen dem Düsenrohr und der Innenelektrode eine hochfrequente Hochspannung zur Erzeugung einer bogenartigen Entladung zwischen Innenelektrode und Düsenrohr anlegbar ist, und es sind in dem Düsenrohr eine DBD-Elektrode, ein zwischen dem Düsenrohr und der DBD-Elektrode angeordnetes Dielektrium und ein zwischen dem Düsenrohr und der DBD-Elektrode verlaufender Entladungskanal für ein durch das Düsenrohr zur Düsenöffnung geleitetes Arbeitgas angeordnet, wobei zwischen dem Düsenrohr und der DBD-Elektrode eine hochfrequente Hochspannung zur Erzeugung einer dielektrisch behinderten Entladung zwischen DBD-Elektrode und Düsenrohr in dem Entladungskanal anlegbar ist. Auf diese Weise wird eine kompakte Plasmaquelle bereitgestellt, die wahlweise in einem ersten Betriebsmodus mit einer dielektrisch behinderten Entladung zwischen DBD-Elektrode und Düsenrohr und in einem zweiten Betriebsmodus mit einer bogenartigen Entladung zwischen Innenelektrode und Düsenrohr betrieben werden kann.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Vorrichtung eine Detektoreinrichtung auf, die dazu eingerichtet ist, zu detektieren, wenn ein Teil, insbesondere ein Körperteil, in den Desinfektionsbereich gehalten wird, und die Steuereinrichtung ist

dazu eingerichtet, die Ausgabe von Desinfektionsmittel über die Beaufschlagungsmittel zu bewirken, wenn die Detektoreinrichtung detektiert hat, dass ein Teil, insbesondere ein Körperteil, in den Desinfektionsbereich gehalten wird. Auf diese Weise wird die Benutzerfreundlichkeit der Vorrichtung erhöht. Zudem reduziert sich das Risiko für Schmierinfektionen, da der Nutzer keine Bedienelemente des Geräts manuell betätigen muss.

Alternativ oder zusätzlich kann an der Vorrichtung auch ein Nutzerbetätigungselement, insbesondere ein Fußtaster, vorgesehen sein, dessen Betätigung die Ausgabe von Desinfektionsmittel über die Beaufschlagungsmittel bewirkt. Insbesondere kann eine Steuereinrichtung der Vorrichtung dazu eingerichtet sein, bei Betätigung eines Nutzerbetätigungselements die Ausgabe von Desinfektionsmittel über die Beaufschlagungsmittel zu bewirken. Ein solches Nutzerbetätigungselement lässt sich relativ preisgünstig in die Vorrichtung integrieren, wodurch die Herstellungskosten für die Vorrichtung reduziert werden. Bevorzugt ist der Einsatz eines Fußtasters als Nutzerbetätigungselement, da auf diese Weise Schmierinfektionen verhindert werden können.

Bei einer Ausführungsform ist das Nutzerbetätigungselement dazu eingerichtet, eine Pumpe zum Fördern des plasmaaktivierten Wassers zu den Beaufschlagungsmitteln anzutreiben. Beispielsweise kann ein Fußtaster mit integrierter Pumpe vorgesehen sein, so dass das Drücken des Fußtasters die Pumpe antreibt. Auf diese Weise können die Beaufschlagungsmittel mit Nutzerkraft betrieben werden, so dass eine elektrische Förderpumpe entbehrlich ist. Auf diese Weise können die Herstellungskosten für die Vorrichtung reduziert werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst die Vorrichtung eine Luftbeaufschlagungseinrichtung, die dazu eingerichtet ist, ein in den Desinfektionsbereich gehaltenes Teil, insbesondere ein Körperteil, mit einem vorzugsweise erwärmten Luftstrom zu beaufschlagen. Auf diese Weise kann nach Beaufschlagung des Teils, insbesondere Körperteils, mit plasmaaktiviertem Wasser

und ggf. einer Einwirkzeit die Verdunstung des plasmaaktivierten Wassers von dem Teil, insbesondere Körperteil, beschleunigt werden. Die Verdunstung kann insbesondere durch einen erwärmten Luftstrom beschleunigt werden. Die Luftbeaufschlagungseinrichtung kann vom Prinzip her zum Beispiel wie eine Heißluftdusche aufgebaut sein.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, die Vorrichtung gemäß einem vorgegebenen Desinfektionsprogramm zur Desinfektion eines Teils, insbesondere Körperteils, zu steuern, insbesondere wenn die vorzugsweise vorgesehene Detektoreinrichtung detektiert hat, dass ein Teil, insbesondere ein Körperteil, in den Desinfektionsbereich gehalten wird, oder wenn das vorzugsweise vorgesehene Nutzerbetätigungselement betätigt wurde. Durch die Steuerung gemäß einem vorgegebenen Desinfektionsprogramm können gleichbleibende Desinfektionsergebnisse erzielt werden.

Das Desinfektionsprogramm umfasst insbesondere einen oder mehrere Desinfektionszeitabschnitte, in denen eine Ausgabe von Desinfektionsmittel über die Beaufschlagungsmittel bewirkt wird. Insbesondere kann in den ein oder mehreren Desinfektionszeitabschnitten jeweils eine vorgegebene Menge Desinfektionsmittel über eine vorgegebene Dauer ausgegeben werden. Auf diese Weise kann die ausgegebene Desinfektionsmittelmenge pro Zeit zum Beispiel so eingestellt werden, dass eine effektive Desinfektionswirkung erreicht wird, ohne dass zu viel Desinfektionsmittel verschwendet wird bzw. sich zu viel überschüssiges Desinfektionsmittel im Desinfektionsraum ansammelt.

Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst das Desinfektionsprogramm einen oder mehrere Einwirkzeitabschnitte, in denen die Ausgabe von Desinfektionsmittel über die Beaufschlagungsmittel reduziert oder gestoppt ist. Auf diese Weise wird dem bereits auf die Haut gelangten Desinfektionsmittel Zeit zur Entfaltung seiner desinfizierenden Eigenschaften gegeben, wodurch die Desinfektionswirkung verbessert wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst das Desinfektionsprogramm einen Luftbeaufschlagungszeitabschnitt, insbesondere am Ende des Desinfektionsprogramms, in dem eine vorzugsweise vorgesehene Luftbeaufschlagungseinrichtung betrieben wird. Auf diese Weise erhöht sich der Nutzerkomfort.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Vorrichtung eine Nutzeranzeige auf und die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, den Nutzer mittels der Nutzeranzeige über den Ablauf des Desinfektionsprogramms zu informieren. Bei der Nutzeranzeige kann es sich beispielsweise um ein oder mehrere Leuchtanzeigen, z. B. LEDs, oder um einen Bildschirm, zum Beispiel um einen TFT-, LCT- oder OLED-Bildschirm handeln. Die Steuereinrichtung kann dazu eingerichtet sein, den Nutzer über die Nutzeranzeige über das Ende des Desinfektionsprogramms zu informieren, zum Beispiel durch das Aufleuchten oder Erlöschen einer Lampe oder durch das Umschalten einer Anzeige auf eine andere Farbe. Auf diese Weise weiß der Nutzer, wann er das Teil, insbesondere Körperteil, wieder aus der Vorrichtung herausnehmen kann. Weiterhin ist es denkbar, dem Nutzer über die Anzeige den Fortschritt eines durchlaufenen Desinfektionsprogramms oder die Restzeit bis zum Ende des Desinfektionsprogramms anzuzeigen. Dies erhöht den Nutzerkomfort der Vorrichtung.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Vorrichtung einen Sensor zur Bestimmung von Messwerten für eine Eigenschaft, insbesondere chemische Eigenschaft, eines Wasservolumens im Aktivierungsraum oder des mit der Herstellungseinheit hergestellten plasmaaktivierten Wassers auf und die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, die Vorrichtung abhängig von den Messwerten zu steuern. Auf diese Weise kann die Beschaffenheit des aktuell in der Herstellung befindlichen oder bereits hergestellten plasmaaktivierten Wassers kontrolliert und die Vorrichtung abhängig davon gesteuert werden. Insbesondere kann die Herstellungseinheit abhängig von den Messwerten gesteuert werden. Auf

diese Weise kann eine gleichbleibende Qualität des plasmaaktivierten Wassers erreicht werden. Weiterhin kann die Steuereinrichtung zum Beispiel den Betrieb der Beaufschlagungsmittel unterbinden, wenn die Messwerte außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegen. Auf diese Weise kann verhindert werden, dass plasmaaktiviertes Wasser mit zu geringer Desinfektionswirkung oder mit zu hohen und für die Haut ggf. schädlichen Gehalten bestimmter Spezies über die Beaufschlagungsmittel ausgegeben wird. Auf diese Weise wird die Betriebssicherheit der Vorrichtung erhöht.

Als Sensoren zur Bestimmung von Messwerten für eine Eigenschaft, insbesondere chemische Eigenschaft, des Wasservolumens im Aktivierungsraum oder des mit der Herstellungseinheit hergestellten plasmaaktivierten Wassers können zum Beispiel ein oder mehrere Sensoren zum Bestimmen des pH-Werts und/oder zur Bestimmung des Gehalts bestimmter Inhaltsstoffe, wie zum Beispiel von Hydroxylradikalen, Salpetersäure und/oder salpetriger Säure, vorgesehen sein, die zum Beispiel im Aktivierungsraum, in einem vorzugsweise vorgesehenen Zwischenspeicher und/oder in einer Leitung zu den Beaufschlagungsmitteln angeordnet sein können.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Vorrichtung einen Sensor zur Bestimmung von Messwerten für eine Eigenschaft der Atmosphäre im Desinfektionsbereich auf und die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, die Vorrichtung abhängig von den Messwerten zu steuern. Der Sensor kann insbesondere die Ozon- und/oder Stickoxidkonzentration der Atmosphäre im Desinfektionsbereich messen. Die Steuereinrichtung kann insbesondere dazu eingerichtet sein, den Betrieb vorzugsweise vorgesehener Belüftungsmittel zu starten oder zu erhöhen und/oder die Durchführung weiterer Desinfektionsvorgänge zu unterbinden, wenn die Konzentrationen bestimmter Stoffe wie Ozon oder Stickoxiden oberhalb eines jeweiligen vorgegebenen Grenzwerts liegen. Auf diese Weise kann die Bediensicherheit der Vorrichtung erhöht werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Vorrichtung eine Nutzeranzeige auf und die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, die Betriebsbereitschaft der Vorrichtung oder deren Fehlen über die Nutzeranzeige anzuzeigen. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung über die Nutzeranzeige die Anzeige fehlender Betriebsbereitschaft bewirken, zum Beispiel durch Aufleuchten oder Erlöschen einer entsprechenden Anzeige, wenn nicht ausreichend plasmaaktiviertes Wasser zur Verfügung steht, wenn die Beschaffenheit des plasmaaktivierten Wassers außerhalb vorgegebener Grenzwerte liegt und/oder wenn die Atmosphäre im Desinfektionsbereich außerhalb vorgegebener Grenzwerte liegt. Zusätzlich oder alternativ kann die Steuereinrichtung über die Nutzeranzeige beispielsweise die Anzeige der Betriebsbereitschaft bewirken, zum Beispiel durch Aufleuchten oder Erlöschen einer entsprechenden Anzeige, wenn ausreichend plasmaaktiviertes Wasser zur Verfügung steht, wenn dessen Beschaffenheit innerhalb vorgegebener Grenzwerte liegt und/oder wenn die Atmosphäre im Desinfektionsbereich innerhalb vorgegebener Grenzwerte liegt. Auf diese Weise werden der Bedienkomfort und die Bediensicherheit verbessert.

Der vorliegenden Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zu Grunde, eine vorteilhafte Plasmaquelle vorzuschlagen, insbesondere für die Verwendung in der zuvor beschriebenen Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Plasmaquelle zur Erzeugung eines reaktiven Gasstroms, insbesondere eines Plasmastrahls, mit einem elektrisch leitfähigen Düsenrohr, das eine stromabwärtsseitige Düsenöffnung aufweist, aus der im Betrieb der reaktive Gasstrom austritt, mit einem stromaufwärtsseitigen ersten Arbeitsgas-Einlass, der über einen ersten Strömungskanal mit der Düsenöffnung verbunden ist, und mit einem stromaufwärtsseitigen zweiten Arbeitsgas-Einlass, der über einen zweiten Strömungskanal mit der Düsenöffnung verbunden ist, wobei der erste Strömungskanal zumindest abschnittsweise zwischen dem Düsenrohr und einer DBD-Elektrode verläuft, wobei zwischen Düsenrohr und DBD-Elektrode ein Dielektrikum angeordnet ist und eine hochfrequente Hochspannung zwischen der

DBD-Elektrode und dem Düsenrohr anlegbar ist, und wobei im zweiten Strömungskanal eine Innenelektrode angeordnet ist, wobei zwischen der Innenelektrode und dem Düsenrohr eine hochfrequente Hochspannung anlegbar ist.

Auf diese Weise wird eine Plasmaquelle bereitgestellt, die zum einen zur Erzeugung eines reaktiven Gasstroms mittels dielektrisch behinderter Entladung in einem Arbeitsgas und zum anderen zur Erzeugung eines reaktiven Gasstroms durch eine hochfrequente Bogenentladung in einem Arbeitsgasstrom eingerichtet ist. Auf diese Weise können mit einer Plasmaquelle bedarfsweise verschiedene Arten reaktiver Gasströme bzw. reaktive Gasströme mit verschiedenen reaktiven Spezies erzeugt werden.

Die Plasmaquelle umfasst vorzugsweise eine Spannungsquelle zum Anlegen einer hochfrequenten Hochspannung zwischen Düsenrohr und DBD-Elektrode und/oder zwischen Düsenrohr und Innenelektrode. Das Düsenrohr ist vorzugsweise geerdet.

Die Plasmaquelle ist vorzugsweise dazu eingerichtet, wahlweise in einem ersten und in einem zweiten Betriebsmodus betrieben werden zu können.

Bei dem ersten Betriebsmodus wird ein Arbeitsgas in den ersten Arbeitsgas-Einlass eingeleitet und eine hochfrequente Hochspannung wird zwischen der DBD-Elektrode und dem Düsenrohr angelegt. Da das Dielektrikum direkte Entladungen zwischen der DBD-Elektrode und dem Düsenrohr behindert, kommt es im ersten Betriebsmodus in dem zwischen der DBD-Elektrode und dem Düsenrohr verlaufenden Abschnitt des ersten Strömungskanals zu dielektrisch behinderten Entladungen, durch die der durch den ersten Strömungskanal geleitete Arbeitsgasstrom angeregt und/oder mit reaktiven Spezies angereichert wird, so dass ein reaktiver Gasstrom aus der Düsenöffnung austritt.

Bei dem zweiten Betriebsmodus wird ein Arbeitsgas in den zweiten Arbeitsgas-Einlass eingeleitet und eine hochfrequente Hochspannung wird zwischen der

Innenelektrode und dem Düsenrohr angelegt, so dass sich eine bogenartige Entladung zwischen der Innenelektrode und dem Düsenrohr ausbildet, mit der der Arbeitsgasstrom wechselwirkt, wobei das Arbeitsgas zumindest teilweise in den Plasmazustand überführt wird, so dass ein reaktiver Gasstrom in Form eines atmosphärischen Plasmastrahls aus der Düsenöffnung der Plasmadüse austritt.

Die zuvor beschriebene Plasmaquelle kann insbesondere als Plasmaquelle in der weiter oben beschriebenen Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen oder einer Ausführungsform davon verwendet werden.

Vorzugsweise ist im zweiten Strömungskanal eine Dralleinrichtung angeordnet, die das Arbeitsgas im zweiten Strömungskanal verdrallt. Auf diese Weise kann die bogenartige Entladung in der Mitte des Düsenrohrs kanalisiert werden, bevor sie zum Düsenrohr gelangt. Dies verbessert die Stabilität der bogenartigen Entladung und vergrößert deren Wechselwirkungsbereich mit dem Arbeitsgas.

Vorzugsweise umfasst die Plasmaquelle eine Steuereinrichtung, die dazu eingerichtet ist, die Plasmaquelle wahlweise im ersten oder im zweiten Betriebsmodus zu betreiben. Zu diesem Zweck kann die Steuereinrichtung insbesondere dazu eingerichtet sein, die jeweilige Arbeitsgasversorgung zum ersten und zweiten Einlass sowie vorzugsweise die vorzugsweise vorgesehene Spannungsquelle zum Anlegen einer hochfrequenten Hochspannung zwischen Düsenrohr und DBD-Elektrode und/oder zwischen Düsenrohr und Innenelektrode zu steuern. Insbesondere kann die Steuereinrichtung dazu eingerichtet sein, wechselweise zwischen dem ersten und zweiten Betriebsmodus umzuschalten, beispielsweise in vorgegebenen Zeitintervallen.

Der erste und der zweite Strömungskanal können sich vor der Düsenöffnung zu einem gemeinsamen Strömungskanal vereinigen.

Die Innenelektrode und die DBD-Elektrode können elektrisch leitend miteinander verbunden sein. Dies ermöglicht einen einfacheren Aufbau und eine einfachere Beschaltung der Plasmaquelle. Das Umschalten zwischen dem ersten und zweiten Betriebsmodus kann bei elektrisch leitend verbundener Innenelektrode und DBD-Elektrode durch Einstellung der Spannungsstärke und Einstellung des Arbeitsgasdurchsatzes oder Auswahl des Arbeitsgas-Einlasses erfolgen. Insbesondere werden die Spannung und der Arbeitsgasdurchsatz beim Umschalten vom ersten Betriebsmodus zum zweiten Betriebsmodus erhöht.

Die Innenelektrode und die DBD-Elektrode können auch gegeneinander isoliert und über jeweilige Anschlüsse unabhängig voneinander mit einer hochfrequenten Hochspannung gegenüber dem Düsenrohr beaufschlagt werden. Das Umschalten zwischen dem ersten und dem zweiten Betriebsmodus kann in diesem Fall durch wahlweises Anlegen einer hochfrequenten Hochspannung zwischen DBD-Elektrode und Düsenrohr oder zwischen Innenelektrode und Düsenrohr und optional zusätzlich durch Einstellung der Spannungsstärke und/oder Einstellung des Arbeitsgasdurchsatzes oder Auswahl des Arbeitsgas-Einlasses erfolgen.

Im ersten Betriebsmodus wird vorzugsweise eine hochfrequente Hochspannung mit einer Spannungsstärke im Bereich von 5 bis 15 kV und einer Spannungsfrequenz im Bereich von 7,5 bis 25 kHz, insbesondere 13 bis 14 kHz, zwischen der DBD-Elektrode und dem Düsenrohr angelegt.

Im zweiten Betriebsmodus wird vorzugsweise eine hochfrequente Hochspannung mit einer Spannungsstärke im Bereich von 1 – 100 kV, vorzugsweise 1 – 50 kV, weiter bevorzugt 10 – 50 kV, und eine Frequenz von 1 – 300 kHz, insbesondere 1 – 100 kHz, vorzugsweise 10 – 100 kHz, weiter bevorzugt 10 – 50 kHz, zwischen der Innenelektrode und dem Düsenrohr angelegt. Die Spannungsstärke ist im zweiten Betriebsmodus vorzugsweise höher als im ersten Betriebsmodus.

Weitere Merkmale und Vorteile der Vorrichtung und der Verwendung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, wobei auf die beigefügte Zeichnung Bezug genommen wird.

In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine Plasmaquelle in Form einer Plasmadüse zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmastrahls mittels einer bogenartigen Entladung,

Fig. 2 eine Plasmaquelle in Form einer Düse zur Erzeugung eines reaktiven Gasstroms mittels dielektrisch behinderter Entladung,

Fig. 3 eine Herstellungseinheit zur Herstellung von plasmaaktiviertem Wasser,

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere Körperteilen, und für dessen Verwendung,

Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere Körperteilen,und für dessen Verwendung,

Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere Körperteilen,und für dessen Verwendung,

Fig. 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere Körperteilen,und für dessen Verwendung,

Fig. 8 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere Körperteilen,und für dessen Verwendung und

Fig. 9a-b ein Ausführungsbeispiel für eine Plasmaquelle mit zwei Betriebsmodi.

Fig. 1 zeigt in schematischer Schnittansicht eine Plasmaquelle 2 in Form einer Plasmadüse zur Erzeugung eines reaktiven Gasstroms 26 in Form eines atmosphärischen Plasmastrahls mittels einer bogenartigen Entladung,

Die Plasmadüse 2 weist ein Düsenrohr 4 aus Metall auf, das sich konisch zu einer Düsenöffnung 6 verjüngt. An dem der Düsenöffnung 6 entgegen gesetzten Ende weist das Düsenrohr 4 eine Dralleinrichtung 8 mit einem Einlass 10 für einen Gasstrom, insbesondere eines Arbeitsgases, beispielsweise Luft oder Stickstoff, auf.

Eine Zwischenwand 12 der Dralleinrichtung 8 weist einen Kranz von schräg in Umfangsrichtung angestellten Bohrungen 14 auf, durch die der Gasstrom verdrallt wird. Der stromabwärtige, konisch verjüngte Teil des Düsenrohres wird deshalb von dem Gasstrom in der Form eines Wirbels 16 durchströmt, dessen Kern auf der Längsachse des Düsenrohres verläuft. An der Unterseite der Zwischenwand 12 ist mittig eine Innenelektrode 18 angeordnet, die koaxial in Richtung des verjüngten Abschnittes in das Düsenrohr hineinragt. Die Elektrode 18 ist elektrisch mit der Zwischenwand 12 und den übrigen Teilen der Dralleinrichtung 8 verbunden. Die Dralleinrichtung 8 ist durch ein Keramik- oder Quarzglasrohr 20 elektrisch gegen das Düsenrohr 4 isoliert. Über die Dralleinrichtung 8 wird an die Elektrode 18 eine hochfrequente Hochspannung angelegt, die von einem Transformator 22 erzeugt wird. Der Einlass 10 wird über eine nicht gezeigte Leitung mit einem Gasstrom 23 versorgt. Das Düsenrohr 4 ist geerdet. Durch die angelegte Spannung wird eine Hochfrequenzentladung in der Form eines Lichtbogens 24 zwischen der Elektrode 18 und dem Düsenrohr 4 erzeugt.

Die Begriffe „Lichtbogen", „Bogenentladung" bzw. „bogenartige Entladung" werden vorliegend als phänomenologische Beschreibung der Entladung verwendet, da die Entladung in Form eines Lichtbogens auftritt. Der Begriff „Lichtbogen" wird anderweitig auch als Entladungsform bei Gleichspannungsentladungen mit im Wesentlichen konstanten Spannungswerten verwendet. Vorliegend handelt es sich

jedoch um eine Hochfrequenzentladung in Form eines Lichtbogens, also um eine hochfrequente, bogenartige Entladung.

Aufgrund der drallförmigen Strömung des Arbeitsgases wird dieser Lichtbogen jedoch im Wirbelkern auf der Achse des Düsenrohres 4 kanalisiert, so dass er sich erst im Bereich der Düsenöffnung 6 zur Wand des Düsenrohres 4 verzweigt. Das Arbeitsgas, das im Bereich des Wirbelkerns und damit in unmittelbarer Nähe des Lichtbogens 24 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 26 durch die Düsenöffnung 6 aus der Plasmadüse 2 austritt.

Fig. 2 zeigt in perspektivischer schematischer Schnittansicht eine weitere Plasmaquelle 32 in Form einer Düse zur Erzeugung eines reaktiven Gasstroms mittels dielektrisch behinderter Entladung.

Die Düse 32 weist ein Düsenrohr 34 aus Metall auf, an dessen stromaufwärtsseitigem Ende 35 ein Verteilerkopf 36 mit einem Einlass 37 für einen Gasstrom 38, zum Beispiel Luft, und mit einem ringförmigen Verteilerkanal 40 angeordnet ist. Am gegenüberliegenden stromabwärtsseitigen Ende 42 des Düsenrohrs 34 ist eine Auslassdüse 44 mit einer Düsenöffnung 46 angeordnet, aus der im Betrieb der mit reaktiven Spezies angereicherte reaktive Gasstrom 38 austritt.

Vom Verteilerkopf 36 erstreckt sich ein Keramikrohr 48 derart durch das Düsenrohr 34 bis in die Auslassdüse 44, dass sich von dem Verteilerkanal 40 ein ringförmiger Entladungskanal 50 zwischen dem Düsenrohr 34 und dem Keramikrohr 48 bis zur Auslassdüse 44 erstreckt. Anstelle eines Keramikrohrs kommt zum Beispiel auch ein Rohr aus Quarzglas in Betracht.

Auf der Innenseite des Keramikrohrs 48 ist eine rohrförmige Hochspannungselektrode 52 aus Metall angeordnet, die über ein

Hochspannungskabel 54 mit einem Transformator 56 verbunden ist, mit dem zwischen der Hochspannungselektrode 52 und dem als Gegenelektrode wirkenden, geerdeten Düsenrohr 34 eine hochfrequente Hochspannung angelegt werden kann. Anstelle einer rohrförmigen Hochspannungselektrode 52 kommt zum Beispiel auch eine anders geformte Hochspannungselektrode in Betracht, beispielsweise in Form eines gerundeten Blechs.

Im Keramikrohr 48 sind isolierende Stopfen 58 angeordnet, die die Hochspannungselektrode 52 einschließen und weiterhin verhindern, dass Arbeitsgas in den Bereich der Hochspannungselektrode 52 strömt oder durch das Keramikrohr 48 aus der Düse 32 herausströmt. Weiterhin ist ein Dichtungsring 60 in eine ringförmige Nut 62 am Verteilerkopf 36 eingesetzt, die den Verteilerkopf 36 zum Keramikrohr 48 abdichtet.

Um das Düsenrohr 34 kann eine Kühlmittelleitung 64 vorgesehen sein, durch die im Betrieb ein Kühlmittel zur Kühlung des Düsenrohrs 34 geleitet werden kann. Die Kühlmittelleitung 64 kann zum Beispiel wie dargestellt spiralförmig um das Düsenrohr 34 verlaufen.

Im Betrieb wird ein Gasstrom 38 durch den Einlass 37 in den Verteilerkopf 36 eingeleitet, so dass der Gasstrom 38 durch den ringförmigen Entladungskanal 50 strömt.

Mit dem Transformator 56 wird zwischen der Hochspannungselektrode 52 und dem Düsenrohr 34 eine hochfrequente Hochspannung angelegt, so dass es im Entladungskanal 50 im Bereich der Hochspannungselektrode 52 zu dielektrisch behinderten Entladungen kommt, durch die in dem dort strömenden Gasstrom 38 reaktive Spezies, insbesondere Ozon, erzeugt werden.

Der mit den reaktiven Spezies angereicherte reaktive Gasstrom 38 tritt aus der Düsenöffnung 46 aus.

Figur 3 zeigt eine Herstellungseinheit 70 zur Herstellung von plasmaaktiviertem Wasser in schematischer Schnittansicht.

Die Herstellungseinheit 70 umfasst einen Behälter 72, zum Beispiel aus Glas, der einen Aktivierungsraum 74 zur Aufnahme eines Wasservolumens 76 umgibt. Anstelle eines Glaszylinders können auch andersartig geformte Behälter verwendet werden. Weiterhin kann der Behälter zum Beispiel auch aus Kunststoff, vorzugsweise PVC, oder Metall bestehen. Am Boden des Behälters ist ein Tellerbelüfter 78 vorgesehen, der eine Zuleitung 80 für ein Arbeitsgas aufweist sowie eine Membran 82.

An die Zuleitung 80 ist eine Plasmaquelle 84 zur Erzeugung eines reaktiven Gasstroms derart angeschlossen, dass der aus der Plasmaquelle 84 austretende reaktive Gasstrom 86 über die Zuleitung 80 in den Tellerbelüfter 78 eingeleitet wird. Die gasdurchlässige Membran 82 weist eine Vielzahl, insbesondere tausender, kleiner Öffnungen (In der schematischen Darstellung in Fig. 3 sind die Öffnungen übertrieben groß dargestellt.) auf, durch die der reaktive Gasstrom 86 in Form kleiner Bläschen in das Wasservolumen 76 gelangt. Auf diese Weise kommt das im Aktivierungsraum 74 befindliche Wasservolumen 76 in innige Berührung mit dem reaktiven Gasstrom 86 aus der Plasmaquelle 84, sodass die aktiven Spezies im reaktiven Gasstrom 86, insbesondere Ozon und/oder Stickoxide, langlebige reaktive Spezies, insbesondere Hydroxylradikale, Wasserstoffperoxid, salpetrige Säure oder Salpetersäure, in dem Wasservolumen 76 bilden. Auf diese Weise lässt sich plasmaaktiviertes Wasser herstellen.

Anstelle des Tellerbelüfters 78 kann im Behälter 72 ein Belüftungselement aus porösem Material, zum Beispiel aus poröser Keramik, angeordnet sein, in den der reaktive Gasstrom 86 über die Zuleitung 80 eingeleitet wird. Durch die große innere Oberfläche eines solchen Belüftungselements kommt es zu einer intensiven Wechselwirkung zwischen reaktivem Gasstrom 86 und Wasser des Wasservolumens 76, wodurch sich ebenfalls plasmaaktiviertes Wasser herstellen lässt.

Die Plasmaquelle 84 kann insbesondere wie die Plasmaquelle 2 aus Fig. 1 ausgebildet sein. Eine solche Plasmaquelle erzeugt einen reaktiven Gasstrom in Form eines Plasmastrahls 26, der einen recht hohen Gehalt an Stickoxiden sowie teilweise ionisierte Atome und Moleküle aufweist. Die Wechselwirkung eines solchen Gasstroms mit dem Wasservolumen 76 ergibt plasmaaktiviertes Wasser mit einem Gehalt an salpetriger Säure und/oder Salpetersäure und dadurch mit niedrigem pH-Wert. Es wurde festgestellt, dass auf diese Weise erzeugtes plasmaaktiviertes Wasser eine gute Desinfektionswirkung hat. Vergleichsversuche haben zudem gezeigt, dass die Desinfektionswirkung dieses plasmaaktivierten Wassers besser ist als eine wässrige Lösung mit vergleichbarem Gehalt an salpetriger Säure und/oder Salpetersäure, die ohne Plasmaaktivierung hergestellt wurde.

Alternativ kann die Plasmaquelle 84 auch wie die Plasmaquelle 32 aus Fig. 2 ausgebildet sein. Eine solche Plasmaquelle erzeugt einen reaktiven Gasstrom 38, der einen recht hohen Gehalt an Ozon sowie ggf. teilweise ionisierte Atomen und Moleküle aufweist. Die Wechselwirkung eines solchen Gasstroms mit dem Wasservolumen 76 ergibt plasmaaktiviertes Wasser mit einem Gehalt an Hydroxylradikalen und ggf. Wasserstoffperoxid. Es wurde festgestellt, dass auf diese Weise erzeugtes plasmaaktiviertes Wasser ebenfalls eine gute Desinfektionswirkung hat.

Es ist auch denkbar, mehrere Plasmaquellen einzusetzen. Zum Beispiel kann neben der Plasmaquelle 84 noch eine weitere Plasmaquelle 85 vorgesehen sein, die einen weiteren reaktiven Gasstrom 87 über die in diesem Fall zum Beispiel ein T-Stück aufweisende Zuleitung 80 zum Tellerbelüfter 78 führt. Insbesondere können verschiedenartige Plasmaquellen eingesetzt werden, um die Beschaffenheit des plasmabehandelten Wassers bedarfsgemäß einzustellen. Wird als Plasmaquelle 84 zum Beispiel eine Plasmaquelle wie die Plasmaquelle 2 aus Fig. 1 und als Plasmaquelle 85 eine Plasmaquelle wie die Plasmaquelle 32 aus Fig. 2 eingesetzt, lässt sich plasmaaktiviertes Wasser herstellen, das durch die Stickoxide aus der Plasmaquelle 84 einen niedrigen pH-Wert und durch das Ozon aus der Plasmaquelle 85 einen

Gehalt an Hydroxylradikalen aufweist. Das auf diese Weise erzeugte plasmaaktivierte Wasser hat sich in Versuchen als besonders effektives Desinfektionsmittel erwiesen. Neben der Desinfektionswirkung hat sich die Kombination von reaktiven Gasströmen aus einer Plasmaquelle wie in Fig. 1 und einer Plasmaquelle wie in Fig. 2 auch deshalb als vorteilhaft erwiesen, weil der Plasmastrahl 26, insbesondere bei der Verwendung von Luft als Arbeitsgas, einen Teil des im reaktiven Gasstroms 38 enthaltenen Ozons umwandelt, wodurch sich die Ozonbelastung bei gleichzeitig guter Desinfektionswirkung des plasmaaktivierten Wassers reduzieren lässt.

Um den Anteil des reaktiven Gasstroms 86, der nicht im Wasser 76 gelöst wird, kontrolliert abführen, insbesondere absaugen zu können, weist der Behälter 72 einen Deckel 88 mit einem Absaugstutzen 90 auf, an dem eine in Fig. 3 nicht dargestellte Absaugeinrichtung angeschlossen ist. Der Absaugstutzen 90 und die nicht dargestellte Absaugeinrichtung stellen somit eine Gasabführeinrichtung 92 zum Absaugen eines Gasstroms aus dem Aktivierungsraum 74 dar.

Weiterhin weist die Herstellungseinheit 70 einen an eine in Fig. 3 nicht dargestellte Wasserversorgung angeschlossenen Einlass 94 auf, um den Aktivierungsraum 74 mit Wasser zu befüllen. Der Einlass 94 und die nicht dargestellte Wasserversorgung stellen somit eine Wasserzuführeinrichtung 96 zum Einbringen von Wasser in den Aktivierungsraum 74 dar.

Die Herstellungseinheit 70 weist weiterhin einen Auslass 98 zum Auslass des plasmaaktivierten Wassers aus dem Aktivierungsraum 74 auf.

Fig. 4 zeigt nun ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere Körperteilen, und für dessen Verwendung.

Die Vorrichtung 100 weist ein Gehäuse 102 mit einem ersten Gehäusebereich 104 und einem davon durch eine Zwischenwand 106 getrennten zweiten Gehäusebereich 108 auf.

In dem ersten Gehäusebereich 104 ist eine Herstellungseinheit 110 angeordnet, die zum Beispiel wie die Herstellungseinheit 92 aus Fig. 3 ausgestaltet sein kann. Einander entsprechende Komponenten sind entsprechend mit gleichen Bezugszeichen versehen und es wird insoweit auf die obige Beschreibung zu Fig. 3 verwiesen.

An die Plasmaquelle 84, die zum Beispiel wie die Plasmaquelle 2 aus Fig. 1 oder wie die Plasmaquelle 32 aus Fig. 2 ausgebildet sein kann, sind eine Spannungsquelle 112 zur Versorgung der Plasmaquelle 84 mit hochfrequenter Hochspannung und eine Arbeitsgaszuführung 114 zur Versorgung der Plasmaquelle 84 mit Arbeitsgas angeschlossen. Die Spannungsquelle 112, die insbesondere einen Transformator umfasst, kann über ein Netzkabel 116 an das Stromnetz oder eine lokale Spannungsversorgung, zum Beispiel einen Generator, angeschlossen werden.

Die Arbeitsgaszuführung 114 umfasst einen Lufteinlass 118 am Gehäuse 102 zum Einlass von Umgebungsluft 120, optional einen Filter 122 zum Filtern der Umgebungsluft und einen Kompressor 124 zum Verdichten der Umgebungsluft, um den gewünschten Arbeitsgasdruck einzustellen. Auf diese Weise kann die Plasmaquelle 84 mit Umgebungsluft betrieben werden, so dass keine gesonderte Arbeitsgasquelle erforderlich ist, wodurch ein flexiblerer Einsatz der Vorrichtung 100 ermöglicht wird. Stattdessen kann aber auch eine gesonderte Arbeitsgasversorgung vorgesehen sein, zum Beispiel aus einem Arbeitsgasleitungssystem oder einer Gasflasche mit Arbeitsgas, beispielweise wenn diese am Einsatzort der Vorrichtung 100 ohnehin zur Verfügung steht.

Die Gasabführeinrichtung 92 umfasst neben dem Absaugstutzen 90 einen Ventilator 126, um überschüssiges reaktives Gas aus dem Aktivierungsraum 74 abzusaugen, und optional eine Gasbehandlungseinheit 128 zum Entfernen oder Umwandeln bestimmter Gehalte des abgesaugten reaktiven Gases. Die Gasbehandlungseinheit 128 kann beispielsweise einen Filter, wie zum Beispiel einen Aktivkohlefilter, und/oder

einen Katalysator aufweisen, der zum Beispiel Stickoxide oder Ozon umwandelt. Mit einer solchen Gasbehandlungseinheit 128 ist es zum Beispiel denkbar, den abgesaugten Gasstrom 129 der Umgebungsluft wieder zuzuführen. Alternativ kann der abgesaugte Gasstrom 129 auch gesondert abgeführt werden, beispielsweise zu einer externen Gasbehandlungseinheit.

Der aus dem Aktivierungsraum 74 abgesaugte Gasstrom 129 kann bei einer Ausgestaltung zumindest teilweise der Plasmaquelle 84 als Arbeitsgas zugeführt werden. Durch einen solchen Umluftbetrieb können der Gehalt an reaktiven Spezies im reaktiven Gasstrom und damit die Konzentration reaktiver Spezies im plasmabehandelten Wasser erhöht werden.

Der Einlass 94 ist an eine Wasserversorgung 130 angeschlossen, die mittels einer Leitung 132 mit dem Wassernetz oder einem lokalen Wasserbehälter zur Versorgung mit Frischwasser 133 verbunden werden kann. Die Wasserversorgung 130 umfasst vorzugsweise ein Zuflusssteuerglied 134, beispielsweise ein steuerbares Ventil oder eine Pumpe, mit dem eine bestimmte Wassermenge zu gewünschten Zeitpunkten in den Behälter 72 eingelassen werden kann. Die Wasserversorgung 130 kann weiterhin eine Wasserbehandlungseinheit 136 aufweisen. Die Wasserbehandlungseinheit 136 kann insbesondere einen Filter umfassen, um beispielsweise Keime wie Bakterien, Viren oder Sporen, oder Verunreinigungen aus dem Wasser zu entfernen. Zusätzlich oder alternativ kann die Wasserbehandlungseinheit 136 auch einen Enthärtungsfilter umfassen, um den Härtegrad des Wassers zu reduzieren und beispielsweise ein Verkalken der Vorrichtung 100 zu vermeiden.

In dem zweiten Gehäusebereich 108 ist der Desinfektionsbereich 140 in einem im Wesentlichen umschlossenen Desinfektionsraum 142 vorgesehen. In einer Wand des Gehäuses 102 ist eine schlitzförmige Öffnung 144 vorgesehen, durch die ein Nutzer ein Körperteil, insbesondere eine Hand 146 in den Desinfektionsraum 142 halten kann.

In dem Desinfektionsraum 142 sind weiter Beaufschlagungsmittel 148 in Form von mit Düsen 150, beispielsweise Verneblerdüsen, versehenen Leitungen 152 angeordnet. Die Leitungen 152 sind über eine Zuleitung 154 und eine Pumpe 156 mit dem Auslass 98 des Behälters 72 verbunden, so dass das plasmaaktivierte Wasser aus dem Behälter 72 gesteuert über die Düsen 150 in den Desinfektionsraum 142 und damit auf ein darin angeordnetes Körperteil 146 zu dessen Desinfektion abgegeben werden kann.

Die Düsen 150 sind vorzugsweise so angeordnet, dass ein in den Desinfektionsraum 142 gehaltenes Körperteil 146 gleichzeitig von mehreren Seiten mit plasmaaktiviertem Wasser beaufschlagt werden kann.

Im zweiten Gehäuseteil 108 ist am Boden eine Auffangwanne 154 mit einem daran angeschlossenen Abfluss 156 vorgesehen, um überschüssiges plasmaaktiviertes Wasser 157 aufzunehmen und abzuführen, beispielweise über eine vorgesehene Abflussleitung 158 in ein Abwassernetz oder einen lokalen Abwasserbehälter.

Zur Steuerung des Betriebs der Vorrichtung 100 ist weiterhin eine Steuereinrichtung 160 vorgesehen, die im vorliegenden Beispiel im ersten Gehäusebereich 104 angeordnet ist. Die Steuereinrichtung 160 ist mit den steuerbaren Komponenten der Vorrichtung 100 verbunden und umfasst vorzugsweise mindestens einen Mikroprozessor und mindestens einen Speicher mit Befehlen, deren Ausführung auf dem mindestens einen Mikroprozessor den gesteuerten Betrieb der Vorrichtung 100 bewirkt.

Die Steuereinrichtung 160 ist insbesondere dazu eingerichtet, die einzelnen Komponenten der Herstellungseinheit 110 so anzusteuern, dass plasmaaktiviertes Wasser produziert wird. Insbesondere steuert die Steuereinrichtung 160 das Zuflusssteuerglied 134 derart an, dass der Behälter 72 mit einer vorgegebenen Menge Wasser 76 gefüllt wird. Weiterhin steuert die Steuereinrichtung 160 die Spannungsquelle 112 und den Kompressor 124 an, um die Plasmaquelle 84 mit

Arbeitsgas und Spannung zu versorgen, so dass ein reaktiver Gasstrom erzeugt wird, der über den Tellerbelüfter 78 mit dem Wasser 76 in Wechselwirkung gebracht wird, so dass auf diese Weise plasmaaktiviertes Wasser hergestellt wird.

Im Behälter 72 kann ein Sensor 161 angeordnet sein, der Messwerte für eine chemische Eigenschaft, insbesondere für den pH-Wert oder für die Wasserstoffperoxid-Konzentration, des Wasservolumens 76 im Aktivierungsraum 76 erzeugt und die Steuereinrichtung 160 kann dazu eingerichtet sein, die Herstellungseinheit 110 abhängig von den Messwerten zu steuern. Auf diese Weise kann die Plasmaquelle 84 zum Beispiel so lange betrieben werden, bis ein bestimmter pH-Wert des plasmaaktivierten Wassers erreicht ist.

Weiterhin steuert die Steuereinrichtung 160 insbesondere die Pumpe 156 an, um das hergestellte plasmaaktiverte Wasser über die Zuleitung 154 zu den Beaufschlagungsmitteln 148 zu pumpen, so dass das plasmaaktiverte Wasser über die Düsen vernebelt und so in den Desinfektionsraum 142 eingebracht wird. Um das plasmaaktiverte Wasser zielgerichtet auszugeben, kann in den Desinfektionsraum 142 zum Beispiel eine Detektoreinrichtung 162, zum Beispiel ein Bewegungssensor, angeordnet sein, die das Hineinhalten eines Körperteils in den Desinfektionsraum 142 detektiert und die Steuereinrichtung 160 kann dazu eingerichtet sein, die Ausgabe einer vorzugsweise vorgegebenen Menge plasmaaktiverten Wassers über die Beaufschlagungsmittel 148 zu bewirken, wenn über die Detektoreinrichtung die Anwesenheit eines Körperteils 146 im Desinfektionsraum 142 detektiert wurde. Alternativ dazu kann auch eine Nutzerschnittstelle (nicht dargestellt) zum Beispiel ein außen am Gehäuse angeordneter Knopf oder ein Fußtaster, vorgesehen sein, dessen Betätigung die Steuereinrichtung 160 veranlasst, die Ausgabe von plasmaaktivertem Wasser über die Beaufschlagungsmittel 148 zu bewirken.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere Körperteilen, und für dessen Verwendung. Die Vorrichtung 200 weist einen ähnlichen Aufbau auf wie die Vorrichtung 100 aus Fig. 4, wobei einander

entsprechende Komponenten mit denselben Bezugsziffern versehen sind und insoweit auf die obige Beschreibung der Vorrichtung 100 Bezug verwiesen wird.

Die Vorrichtung 200 unterscheidet sich dadurch von der Vorrichtung 100, dass die Wasserversorgung 130 einen integrierten Wasservorratsbehälter 202 umfasst, so dass ein Anschluss an eine externe Wasserversorgung entbehrlich ist. Weiterhin führt der Abfluss 156 der Auffangwanne 154 zu einem in die Vorrichtung 200 integrierten Abwasserbehälter 204, so dass ein Anschluss an ein Abwassernetz entbehrlich ist. Auf diese Weise ist ein sehr flexibler Einsatz der Vorrichtung 200 möglich, da für den Betrieb nur eine Spannungsversorgung bereitgestellt werden muss. Dies erlaubt beispielsweise einen Einsatz in Bereichen, wie im Foyer eines Gebäudes, in dem zwar Strom, jedoch weder ein Wasseranschluss noch ein Abfluss zur Verfügung stehen. In einer Ausgestaltung ist zusätzlich eine Aufnahme für einen Energiespeicher in das Gerät vorgesehen, beispielsweise eine vorzugsweise wieder aufladbare Batterie. Auf diese Weise kann die Vorrichtung 200 sogar unabhängig von der Verfügbarkeit einer externen Spannungsversorgung betrieben werden.

Fig. 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere Körperteilen, und für dessen Verwendung. Die Vorrichtung 210 weist einen ähnlichen Aufbau auf wie die Vorrichtung 100 aus Fig. 5, wobei einander entsprechende Komponenten mit denselben Bezugsziffern versehen sind und insoweit auf die obige Beschreibung der Vorrichtung 100 Bezug verwiesen wird. In Fig. 6 ist im Wesentlichen nur der obere Teil der Vorrichtung 210 dargestellt. Der untere Teil der Vorrichtung 210 ist identisch zum unteren Teil der Vorrichtung 100.

Die Vorrichtung 210 unterscheidet sich dadurch von der Vorrichtung 200, dass die Vorrichtung 210 Belüftungsmittel 212 aufweist, die dazu eingerichtet sind, einen Luftstrom 214 von der Öffnung 144 zu einem an der gegenüberliegenden Seite des Desinfektionsraums 142 vorgesehenen Luftauslass 216 zu bewirken. Zu diesem Zweck ist an dem Luftauslass 216 ein Ventilator 218 angeordnet, der den Luftstrom 214 erzeugt. Weiterhin ist vorzugsweise ein Abluftfilter 220 vorgesehen,

beispielsweise ein Aktivkohlefilter, der den Gehalt bestimmter Spezies, beispielsweise Stickoxide und/oder Ozon, im Luftstrom 214 reduziert, bevor dieser in die Umgebung gelangt. Durch den Luftstrom 214 wird verhindert, dass der mit den Düsen 150 erzeugte Nebel aus plasmaaktiviertem Wasser oder gasförmige reaktive Spezies wie Stickoxide und/oder Ozon aus der Öffnung 144 zum Nutzer herausgelangen.

Fig. 7 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere Körperteilen, und für dessen Verwendung. Die Vorrichtung 230 weist einen ähnlichen Aufbau auf wie die Vorrichtung 210 aus Fig. 6, wobei einander entsprechende Komponenten mit denselben Bezugsziffern versehen sind und insoweit auf die obige Beschreibung der Vorrichtung 210 Bezug verwiesen wird. In Fig. 7 ist im Wesentlichen nur der obere Teil der Vorrichtung 230 dargestellt. Der untere Teil der Vorrichtung 210 ist identisch zum unteren Teil der Vorrichtung 210 bzw. 100.

Die Vorrichtung 230 unterscheidet sich dadurch von der Vorrichtung 210, dass im Desinfektionsraum 142 eine Luftbeaufschlagungseinrichtung 232 angeordnet ist, die im vorliegenden Beispiel zwei Heißluftdüsen 234 aufweist, mit denen ein in den Behandlungsraum 142 gehaltenes Körperteil 146 mit einem erwärmten Luftstrom beaufschlagt werden kann. Auf diese Weise kann die Wasserverdunstung von dem mit plasmaaktivertem Wasser benetzten Körperteil 146 beschleunigt werden.

Die Steuereinrichtung 160 kann insbesondere dazu eingerichtet sein, die Vorrichtung 230 gemäß einem vorgegebenen Desinfektionsprogramm zu steuern, beispielsweise wenn mittels des Sensors 162 das Hineinhalten eines Körperteils 146 in den Desinfektionsraum 142 detektiert wurde. Bei dem Desinfektionsprogramm kann beispielsweise für einen ersten Desinfektionszeitabschnitt eine bestimmte Menge an plasmaaktiviertem Wasser für eine vorgegebene Zeitdauer über die Beaufschlagungsmittel 148 ausgegeben werden. An den Desinfektionszeitabschnitt kann sich optional ein Einwirkzeitabschnitt anschließen, für den die Ausgabe plasmaaktiviertem Wasser über die Beaufschlagungsmittel 148 gestoppt wird.

Anschließend kann ein Luftbeaufschlagungszeitabschnitt folgen, für den die Steuereinrichtung 160 die Luftbeaufschlagungseinrichtung 232 aktiviert, so dass das Körperteil 146 mit einem warmen Luftstrom beaufschlagt wird.

Beispielsweise kann ein Desinfektionsprogramm einen Desinfektionszeitabschnitt von 30s und einen anschließenden Luftbeaufschlagungszeitabschnitt von 15s umfassen. Alternativ kann ein Desinfektionsprogramm beispielsweise einen Desinfektionszeitabschnitt von 10s und einen anschließenden Einwirkzeitabschnitt von 20s umfassen. Weiter alternativ kann ein Desinfektionsprogramm zum Beispiel einen Desinfektionszeitabschnitt von 10s, einen Einwirkzeitabschnitt von 20s und einen anschließenden Luftbeaufschlagungszeitabschnitt von 15s umfassen.

Die Vorrichtung 230 weist vorzugsweise eine Nutzeranzeige 236 auf, über die der Nutzer der Vorrichtung 230 über den Ablauf des Desinfektionsprogramms informiert werden kann. Bei der Nutzeranzeige 236 kann es sich um einen Bildschirm oder wie in Fig. 7 dargestellt einfach um eine Leuchtanzeige handeln, deren Farbe dem Nutzer anzeigt, ob das Desinfektionsprogramm beendet ist und er das Körperteil 146 aus der Vorrichtung 230 entnehmen kann.

Im Desinfektionsraum 142 kann ein Sensor 238 zur Bestimmung von Messwerten einer Eigenschaft, beispielsweise der Ozonkonzentration, der Atmosphäre im Desinfektionsbereich 140 vorgesehen sein und die Steuereinrichtung 160 kann dazu eingerichtet sein, die Vorrichtung 230 abhängig von diesen Messwerten zu steuern, beispielsweise den Ventilator 218 zu betreiben oder schneller zu betreiben, wenn die Ozonkonzentration im Desinfektionsbereich 140 oberhalb eines vorgegebenen Grenzwerts liegt. Weiterhin kann die Steuereinrichtung 160 auch dazu eingerichtet sein, über die Nutzeranzeige 236 die fehlende Betriebsbereitschaft der Vorrichtung 230 anzuzeigen, solange die Ozonkonzentration im Desinfektionsbereich 140 oberhalb eines vorgegebenen Grenzwerts liegt.

Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel kann der Sensor 238 zum Beispiel auch zur Bestimmung von Messwerten für die Wasserstoffperoxid-Konzentration der Atmosphäre im Desinfektionsbereich 140 eingerichtet sein und die Steuereinrichtung 160 kann dazu eingerichtet sein, die Vorrichtung 230, insbesondere die Herstellungseinheit und/oder die Beaufschlagungsmittel, abhängig von diesen Messwerten zu steuern. Auf diese Weise kann beispielsweise die Wasserstoffperoxid-Konzentration im Desinfektionsbereich 140 auf einen vorgegebenen Sollbereich eingeregelt werden.

Fig. 8 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zur Desinfektion von Teilen, insbesondere Körperteilen, und für dessen Verwendung. Die Vorrichtung 240 unterscheidet sich von der Vorrichtung 100 aus Fig. 4 lediglich durch eine von der Herstellungseinheit 110 verschiedene Herstellungseinheit 242. In Fig. 8 ist der Übersicht halber lediglich diese andere Herstellungseinheit 242 dargestellt.

Die Herstellungseinheit 242 weist neben dem Behälter 72 noch einen weiteren Behälter als Zwischenspeicher 244 auf, der über eine Flusssteuerglied 246, beispielsweise ein steuerbares Ventil oder eine Pumpe, mit dem Auslass 98 verbunden ist.

Auf diese Weise kann die Steuereinrichtung 160 das im Behälter 72 hergestellte plasmaaktivierte Wasser in den Zwischenspeicher 244 überführen und dort zwischenlagern. Das plasmaaktiverte Wasser kann dann bedarfsgemäß über den Auslass 248 des Zwischenspeichers 244 über die Pumpe 156 (s. Fig. 4) den Beaufschlagungsmitteln 148 zugeführt werden, während unabhängig davon im Behälter 72 neues plasmaaktiviertes Wasser hergestellt werden kann. Auf diese Weise kann ein möglichst unterbrechungsfreier Desinfektionsbetrieb der Vorrichtung 240 gewährleistet werden.

Die Fig. 9a-b zeigen ein Ausführungsbeispiel für eine Plasmaquelle zur Erzeugung eines reaktiven Gasstroms. Die Plasmaquelle 260 kann zum Beispiel bei einer der

Vorrichtungen 100, 200, 210, 230 und 240 anstelle der Plasmaquelle 84 verwendet werden.

Die Plasmaquelle 260 weist einen ähnlichen Aufbau auf wie die Plasmadüse 2 aus Fig. 1, wobei einander entsprechende Komponenten mit gleichen Bezugszeichen versehen sind und insoweit auf die obige Beschreibung zu Fig. 1 Bezug genommen wird.

Die Plasmaquelle 260 unterscheidet sich dadurch von der Plasmaquelle 2, dass zwischen dem Düsenrohr 4 und dem Keramik- oder Quarzglasrohr 20 ein ringförmiger Kanal 262 vorgesehen ist, in den über einen Einlass 264 ein Arbeitsgas 266 eingeleitet werden kann. Zudem ist der Bereich des Keramik- oder Quarzglasrohrs 20 bei der Plasmaquelle 260 verlängert, um einen längeren Kanal 262 zu ermöglichen.

Weiterhin ist an der dem Kanal 262 abgewandten Seite des Keramik- oder Quarzglasrohrs 20 eine DBD-Elektrode 268 angeordnet, die bei der Plasmaquelle 260 in Fig. 9a-b elektrisch mit der Dralleinrichtung 8 verbunden bzw. einteilig mit dieser gebildet ist, so dass mit dem Transformator 22 eine hochfrequente Hochspannung zwischen DBD-Elektrode 268 und Düsenrohr 4 angelegt werden kann.

Der Einlass 264 stellt also einen stromaufwärtsseitigen ersten Arbeitsgas-Einlass dar, der über einen ersten Strömungskanal in Form des ringförmigen Kanals 262 und einen gemeinsamen Strömungskanal 272 mit der Düsenöffnung 6 verbunden ist. Der Einlass 10 stellt entsprechend einen stromaufwärtsseitigen zweiten Arbeitsgas-Einlass dar, der über einen zweiten Strömungskanal 274 und den gemeinsamen Strömungskanal 272 mit der Düsenöffnung 6 verbunden ist.

Der erste Strömungskanal in Form des Kanals 262 verläuft zwischen dem Düsenrohr 4 und der DBD-Elektrode 268, wobei zwischen dem Düsenrohr 4 und der DBD-

Elektrode 268 ein Dielektrikum in Form des Keramik- oder Quarzglasrohrs 20 angeordnet ist.

Die Dralleinrichtung 8 und die Innenelektrode 18 sind im zweiten Strömungskanal 274 angeordnet.

Die Plasmaquelle 260 kann in zwei verschiedenen Betriebsmodi betrieben werden, wobei in einem ersten Betriebsmodus reaktive Spezies in einem Gasstrom mittels dielektrisch behinderter Entladung und in einem zweiten Betriebsmodus ein atmosphärischer Plasmastrahls mittels bogenartiger Entladung erzeugt werden können.

Im ersten, in Fig. 9a dargestellten Betriebsmodus wird mit dem Transformator 22 eine hochfrequente Hochspannung zwischen DBD-Elektrode 268 und Düsenrohr 4 angelegt und es wird ein Arbeitsgas in den Einlass 264 (erster Arbeitsgas-Einlass) und durch den Kanal 262 (erster Strömungskanal) geleitet. Da die DBD-Elektrode 268 durch das Keramik- oder Glasrohr 20 vom Düsenrohr getrennt ist, kommt es im Kanal 266 zu dielektrisch behinderten Entladungen 276, wodurch sich im Gasstrom des Arbeitsgases 266 reaktive Spezies bilden und ein reaktiver Gasstrom 270 mit hohem Ozongehalt aus der Düsenöffnung 6 austritt.

Im zweiten, in Fig. 9b dargestellten Betriebsmodus wird mit dem Transformator 22 eine hochfrequente Hochspannung zwischen Innenelektrode 18 und Düsenrohr 4 angelegt und es wird ein Arbeitsgas in den Einlass 10 (zweiter Arbeitsgas-Einlass) eingeleitet, so dass es – wie für die Plasmadüse 2 in Fig. 1 beschrieben – zu einer bogenartigen Entladung 24 in einem Arbeitsgas kommt und ein Plasmastrahl 26 aus der Düsenöffnung 6 austritt, der einen hohem Stickoxidanteil und teilweise oder vollständig ionisierte Atome oder Moleküle aufweist.

Der Betrieb der Plasmaquelle 260 im ersten oder zweiten Betriebsmodus kann insbesondere durch die Auswahl des Einlasses 264 oder 10 (erster oder zweiter

Arbeitsgas-Einlass) für die Einleitung des Arbeitsgases sowie durch die vom Transformator 22 bereitgestellte Spannungsstärke eingestellt werden, die für die bogenartige Entladung (zweiter Betriebsmodus) höher ist als für die dielektrisch behinderte Entladung (erster Betriebsmodus).

Weiterhin ist es auch denkbar, die Innenelektrode 18 und die DBD-Elektrode 268 gegeneinander zu isolieren und unabhängig voneinander mit dem Transformator zu verbinden, so dass wahlweise entweder die Innenelektrode 18 oder DBD-Elektrode 268 gegenüber dem Düsenrohr 4 mit Spannung beaufschlagt werden kann.

Wird die Plasmaquelle 260 zum Beispiel anstelle der Plasmaquelle 84 der Vorrichtung 100, 200, 210, 230 oder 240 verwendet, so ist die Steuereinrichtung 160 vorzugsweise dazu eingerichtet, die Plasmaquelle 260 bei der Herstellung von plasmaaktivertem Wasser wechselweise im ersten und zweiten Betriebsmodus zu betreiben. Auf diese Weise kann das Wasser im Aktivierungsraum 74 mit verschiedenartigen reaktiven Gasströmen (270 und 26) plasmaaktiviert werden, wodurch sich eine bessere Desinfektionswirkung erzielen lässt.

Eine weitere Plasmaquelle, die für eine der Vorrichtungen 100, 200, 210, 230 und 240 anstelle der Plasmaquelle 84 verwendet werden kann, ist die in Fig. 5 der WO 2016/087357 A2 dargestellte Erzeugungseinheit. Diese Erzeugungseinheit weist einen ersten und einen zweiten Erzeugungsabschnitt auf, die wechselweise betrieben werden können. Bei Betrieb des ersten Erzeugungsabschnitts wird ein mit reaktiven Sauerstoffspezies angereicherter reaktiver Gasstrom mittels dielektrisch behinderter Entladung in einem Arbeitsgasstrom erzeugt. Bei Betrieb des zweiten Erzeugungsabschnitts wird ein atmosphärischer Plasmastrahl durch eine bogenartige Entladung in einem Arbeitsgasstrom erzeugt.

Bei Verwendung einer solchen Erzeugungseinheit anstelle der Plasmaquelle 84 der Vorrichtung 100, 200, 210, 230 oder 240, ist die Steuereinrichtung 160 vorzugsweise dazu eingerichtet, den ersten und den zweiten Erzeugungsabschnitt wechselweise zu

betreiben. Auf diese Weise kann das Wasser im Aktivierungsraum 74 mit verschiedenartigen reaktiven Gasströmen plasmaaktiviert werden, wodurch sich eine bessere Desinfektionswirkung erzielen lässt.

5

Patentansprüche

1. Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) zur Desinfektion von Teilen, insbesondere von Körperteilen (146), vorzugsweise von Händen,
   - mit einem Desinfektionsbereich (140), in den ein zu desinfizierendes Teil (146) gehalten werden kann, und
   - mit Beaufschlagungsmitteln (148), die dazu eingerichtet sind, ein in den Desinfektionsbereich (140) gehaltenes Teil (146) mit einem flüssigen Desinfektionsmittel zu beaufschlagen, insbesondere zu besprühen,

   dadurch gekennzeichnet,
   - dass die Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) eine Herstellungseinheit (70, 92, 110, 242) aufweist, die dazu eingerichtet ist, plasmaaktiviertes Wasser herzustellen, und
   - dass die Herstellungseinheit (70, 92, 110, 242) derart mit den Beaufschlagungsmitteln (148) verbunden ist, dass von der Herstellungseinheit (70, 92, 110, 242) hergestelltes plasmaaktiviertes Wasser den Beaufschlagungsmitteln (148) als Desinfektionsmittel zugeführt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass der Desinfektionsbereich (140) in einem zumindest teilweise umschlossenen Desinfektionsraum (142) mit einer Öffnung (144) angeordnet ist, durch die ein zu desinfizierendes Teil (146) in den Desinfektionsraum (142) hineingehalten werden kann.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung Belüftungsmittel (212) aufweist, die dazu eingerichtet sind, einen Luftstrom (214) von der Öffnung (144) durch den Desinfektionsraum (142) zu einem Luftauslass (216) zu bewirken.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Beaufschlagungsmittel (148) ein oder mehrere Düsen (150) aufweisen, die dazu eingerichtet sind, das flüssige Desinfektionsmittel zu versprühen und/oder zu vernebeln.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Herstellungseinheit (70, 92, 110, 242) einen Aktivierungsraum (74) zur Aufnahme eines Wasservolumens (76) und eine Plasmaquelle (2, 32, 84, 85, 260) zur Erzeugung eines reaktiven Gasstroms (26, 38, 86, 87) mittels elektrischer Entladung in einem Arbeitsgas aufweist, wobei die Plasmaquelle (2, 32, 84, 85, 260) derart an den Aktivierungsraum (74) angeschlossen ist, dass ein mit der Plasmaquelle (2, 32, 84, 85, 260) erzeugter reaktiver Gasstrom (26, 38, 86, 87) in den Aktivierungsraum eingeleitet wird.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass in dem Aktivierungsraum ein Tellerbelüfter (78) oder ein Belüftungselement aus porösem Material angeordnet ist und dass die Plasmaquelle (2, 32, 84, 85, 260) derart an den Aktivierungsraum (74) angeschlossen ist, dass der reaktive Gasstrom (26, 38, 86, 87) durch den Tellerbelüfter (78) oder durch das Belüftungselement geleitet wird.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Herstellungseinheit (70, 92, 110, 242) eine Gasabführeinrichtung (92) aufweist, die dazu eingerichtet ist, einen Gasstrom aus dem Aktivierungsraum (74) abzuführen, insbesondere abzusaugen.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) einen Zwischenspeicher (244) aufweist, der zur Zwischenspeicherung des

plasmaaktivierten Wassers zwischen die Herstellungseinheit (70, 92, 110, 242) und die Beaufschlagungsmittel (148) geschaltet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Steuereinrichtung (160) aufweist, die dazu eingerichtet ist, den Betrieb der Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) zu steuern.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Plasmaquelle (84, 85, 260) dazu eingerichtet ist, den reaktiven Gasstrom (26, 38, 86, 87) in einem ersten Betriebsmodus mittels einer dielektrisch behinderten Entladung und in einem zweiten Betriebsmodus mittels einer bogenartigen Entladung in einem Arbeitsgas zu erzeugen, wobei die Plasmaquelle (84, 85, 260) vorzugsweise gemäß Anspruch 20 ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (160) dazu eingerichtet ist, die Plasmaquelle (84, 85, 260) abwechselnd im ersten und im zweiten Betriebsmodus zu betreiben.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) eine Detektoreinrichtung (162) aufweist, die dazu eingerichtet ist, zu detektieren, wenn ein Teil, insbesondere Körperteil (146), in den Desinfektionsbereich (140) gehalten wird, und dass die Steuereinrichtung (160) dazu eingerichtet ist, die Ausgabe von Desinfektionsmittel über die Beaufschlagungsmittel (148) zu bewirken, wenn die Detektoreinrichtung (162) detektiert hat, dass ein Teil (146) in den Desinfektionsbereich (140) gehalten wird.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass an der Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) ein Nutzerbetätigungselement, insbesondere ein Fußtaster, vorgesehen ist, dessen Betätigung die Ausgabe von Desinfektionsmittel über die Beaufschlagungsmittel (148) zu bewirken.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) eine Luftbeaufschlagungseinrichtung (232) umfasst, die dazu eingerichtet ist, ein in den Desinfektionsbereich (140) gehaltenes Körperteil (146) mit einem vorzugsweise erwärmten Luftstrom zu beaufschlagen.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (160) dazu eingerichtet ist, die Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) gemäß eines vorgegebenen Desinfektionsprogramms zur Desinfektion eines Teils (146) zu steuern, insbesondere wenn die vorzugsweise vorgesehene Detektoreinrichtung (162) detektiert hat, dass ein Teil, insbesondere Körperteil (146), in den Desinfektionsbereich (140) gehalten wird, oder wenn das vorzugsweise vorgesehene Nutzerbetätigungselement betätigt wurde.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) eine Nutzeranzeige (236) aufweist und die Steuereinrichtung (160) dazu eingerichtet ist, den Nutzer mittels der Nutzeranzeige (236) über den Ablauf des Desinfektionsprogramms zu informieren.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) einen Sensor (161) zur Bestimmung von Messwerten für eine Eigenschaft, insbesondere chemische Eigenschaft, eines Wassersvolumens (76) im

Aktivierungsraum (74) oder des mit der Herstellungseinheit (70, 92, 110, 242) hergestellten plasmaaktivierten Wassers aufweist und dass die Steuereinrichtung (160) dazu eingerichtet ist, die Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) abhängig von den Messwerten zu steuern.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) einen Sensor (238) zur Bestimmung von Messwerten für eine Eigenschaft der Atmosphäre im Desinfektionsbereich (140) aufweist und dass die Steuereinrichtung (160) dazu eingerichtet ist, die Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) abhängig von den Messwerten zu steuern.

19. Verwendung einer Vorrichtung (100, 200, 210, 230, 240) nach einem der Ansprüche 1 bis 18 zur Desinfektion von Teilen, insbesondere von Körperteilen (146), vorzugsweise von Händen.

20. Plasmaquelle (260) zur Erzeugung eines reaktiven Gasstroms (26, 270), insbesondere eines Plasmastrahls,

- mit einem elektrisch leitfähigen Düsenrohr (4), das eine stromabwärtsseitige Düsenöffnung (6) aufweist, aus der im Betrieb der reaktive Gasstrom (26, 270) austritt,
- mit einem stromaufwärtsseitigen ersten Arbeitsgas-Einlass (264), der über einen ersten Strömungskanal (262) mit der Düsenöffnung (6) verbunden ist, und
- mit einem stromaufwärtsseitigen zweiten Arbeitsgas-Einlass (10), der über einen zweiten Strömungskanal (274) mit der Düsenöffnung (6) verbunden ist,
- wobei der erste Strömungskanal (262) zumindest abschnittsweise zwischen dem Düsenrohr (4) und einer DBD-Elektrode (268) verläuft, wobei zwischen Düsenrohr (4) und DBD-Elektrode (268) ein Dielektrikum (20) angeordnet ist und eine hochfrequente Hochspannung zwischen der DBD-Elektrode (268) und dem Düsenrohr (4) anlegbar ist, und

- wobei im zweiten Strömungskanal (274) eine Innenelektrode (18) angeordnet ist, wobei zwischen der Innenelektrode (18) und dem Düsenrohr (4) eine hochfrequente Hochspannung anlegbar ist.

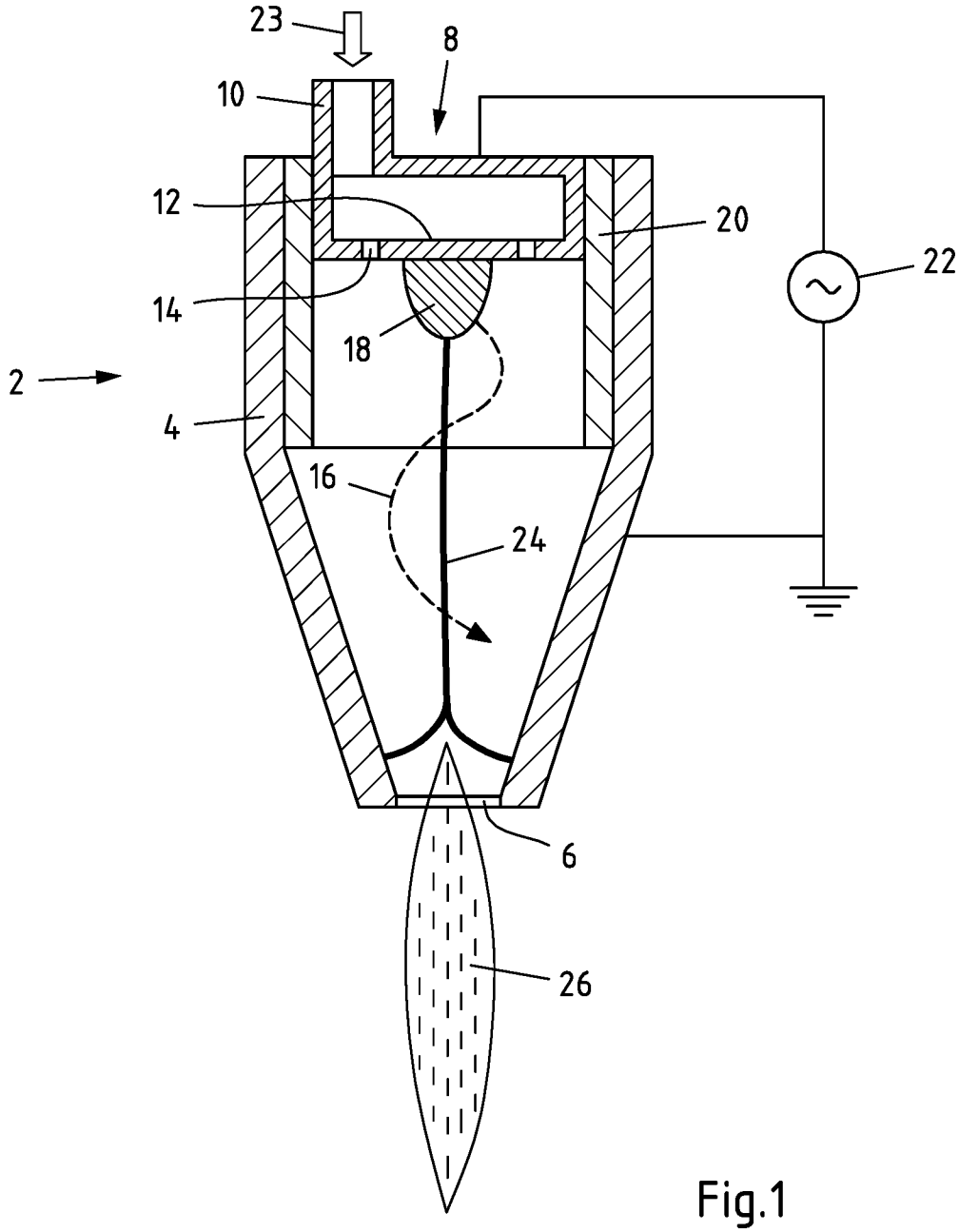


Fig.1

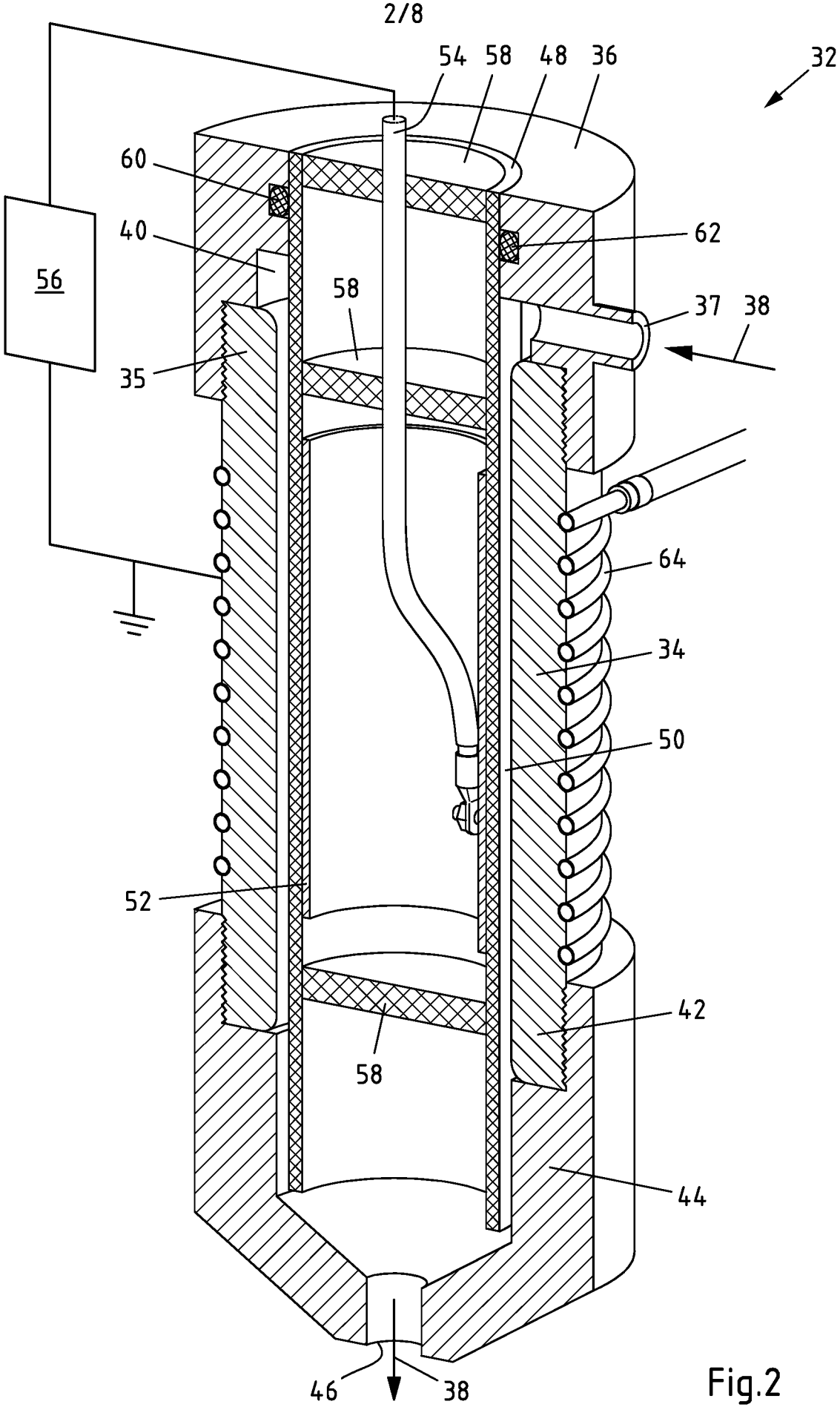


Fig.2

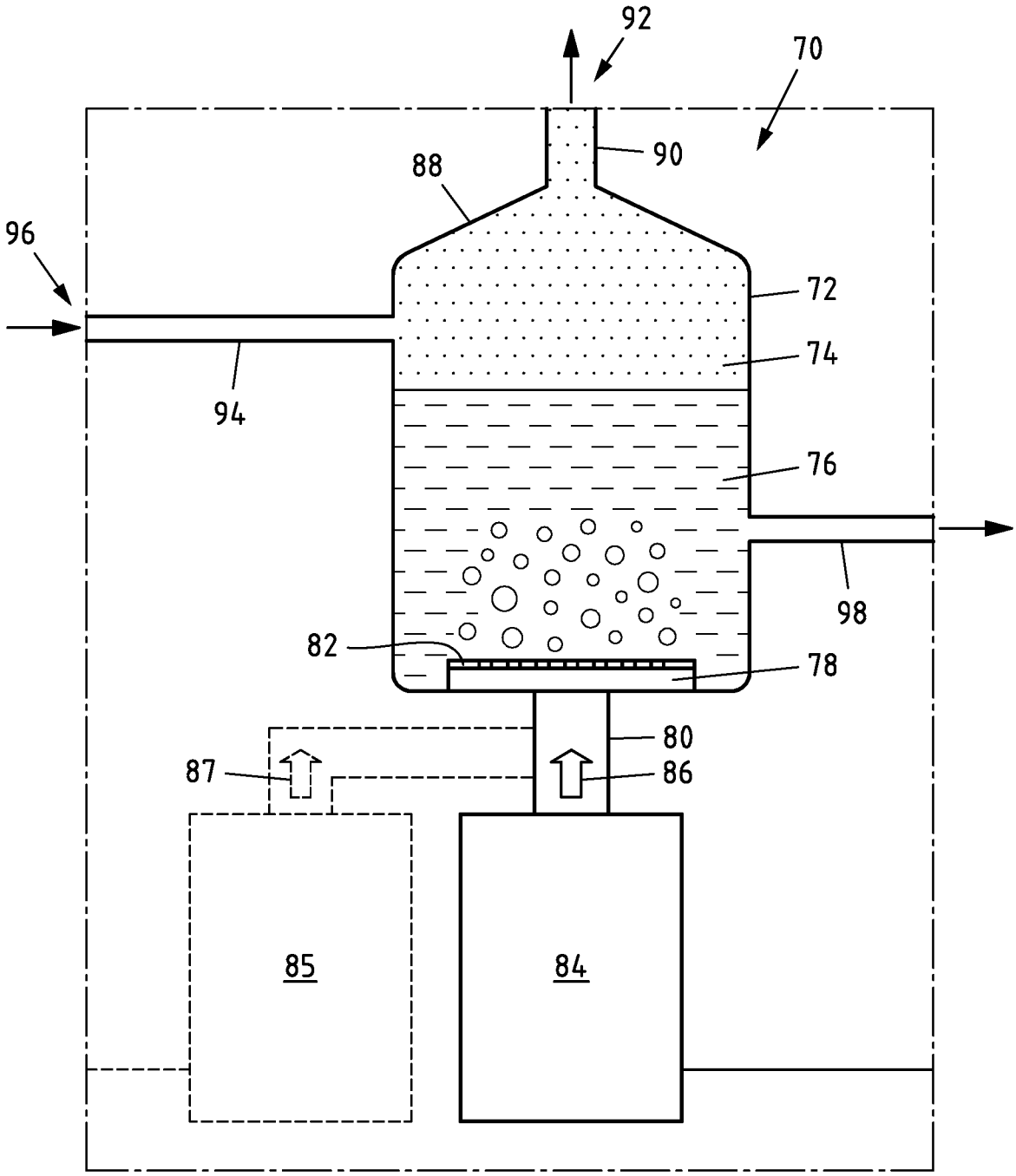


Fig.3

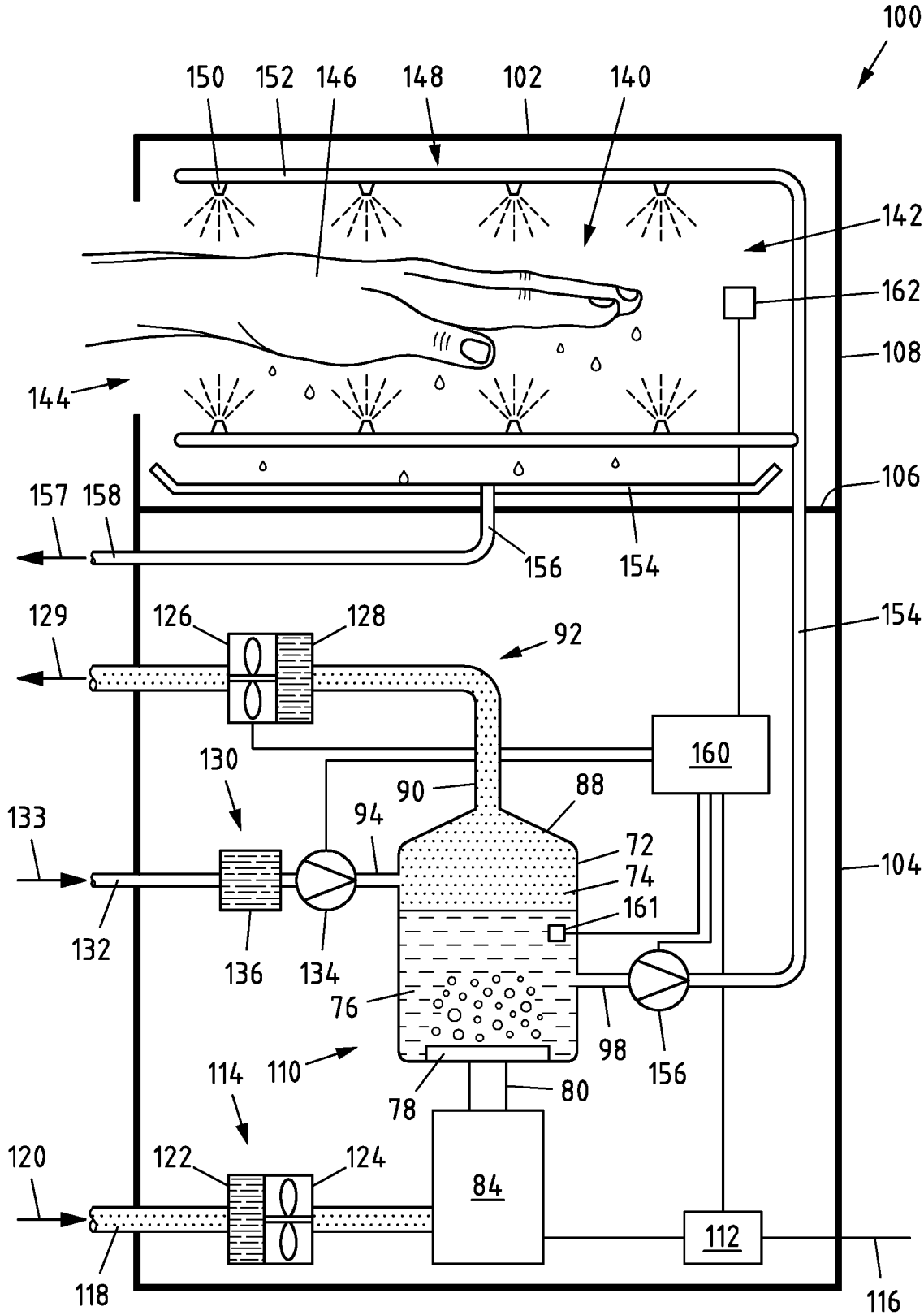

100
150
152
146
148
102
140
142
162
108
144
106
157
158
156
154
129
126
128
92
154
160
130
90
88
133
94
72
74
104
161
132
136
134
76
98
156
114
110
78
80
120
122
124
84
112
118
116

Fig.4

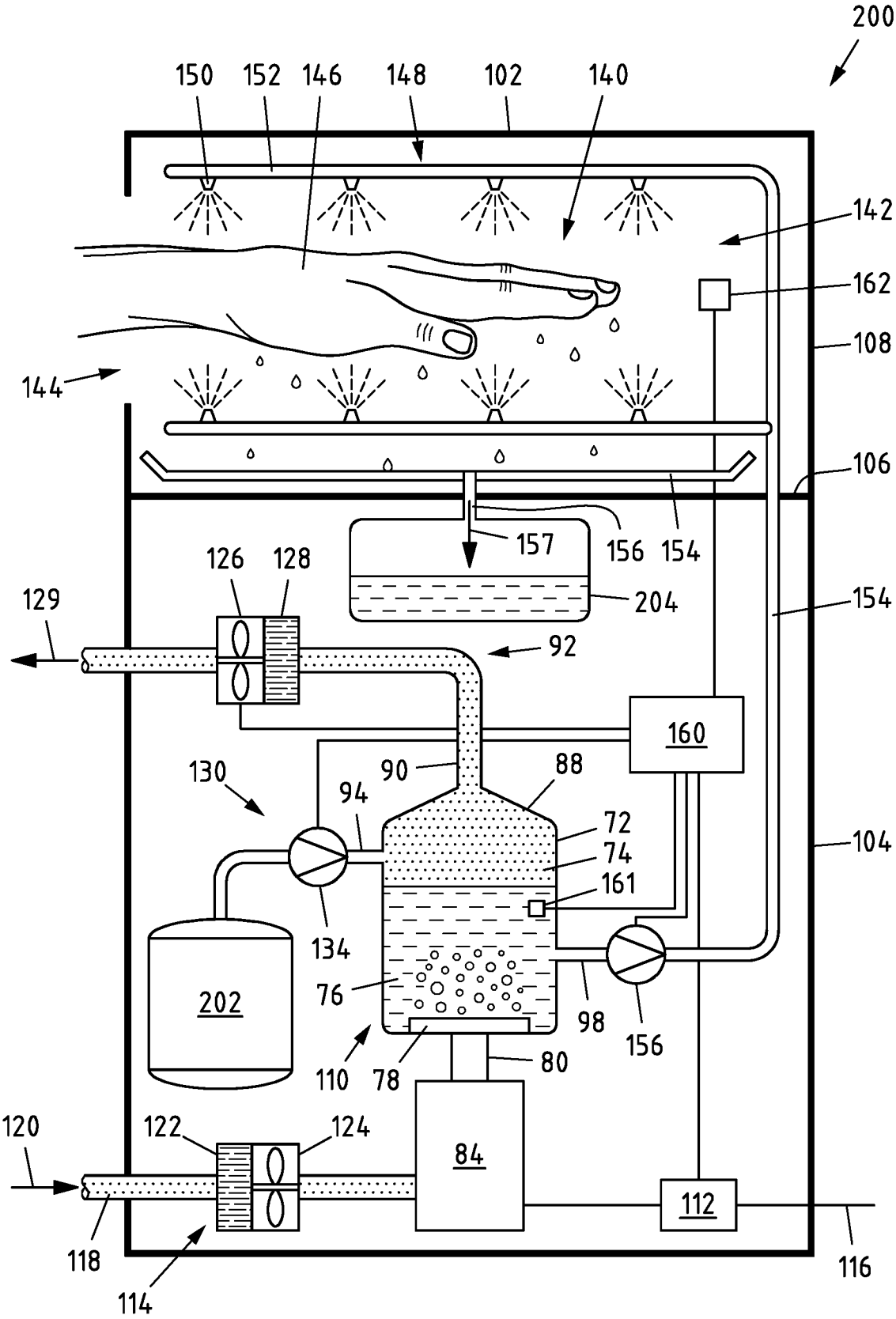

200
150
152
146
148
102
140
142
162
108
144
106
157
156
154
126
128
204
129
154
92
160
130
90
88
94
72
74
104
161
134
202
76
98
156
110
78
80
120
122
124
84
112
118
116
114

Fig.5

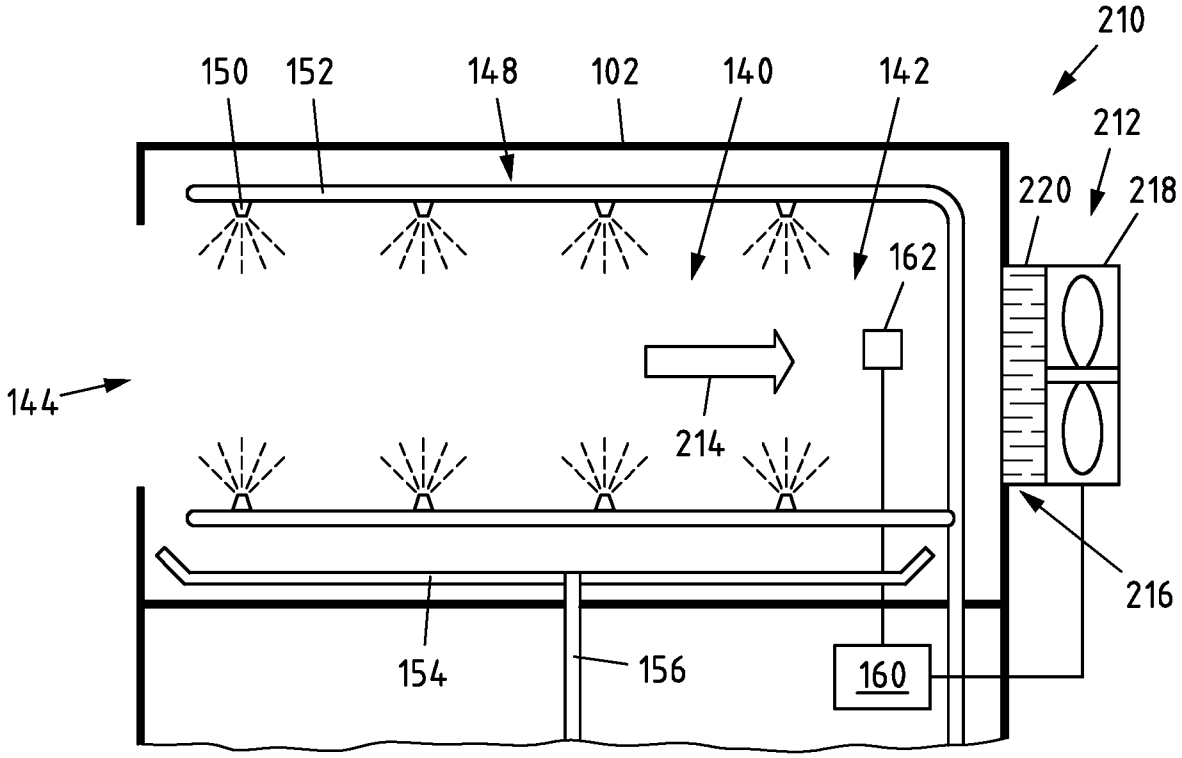

210
150
152
148
102
140
142
212
220
218
162
144
214
216
154
156
160

Fig.6

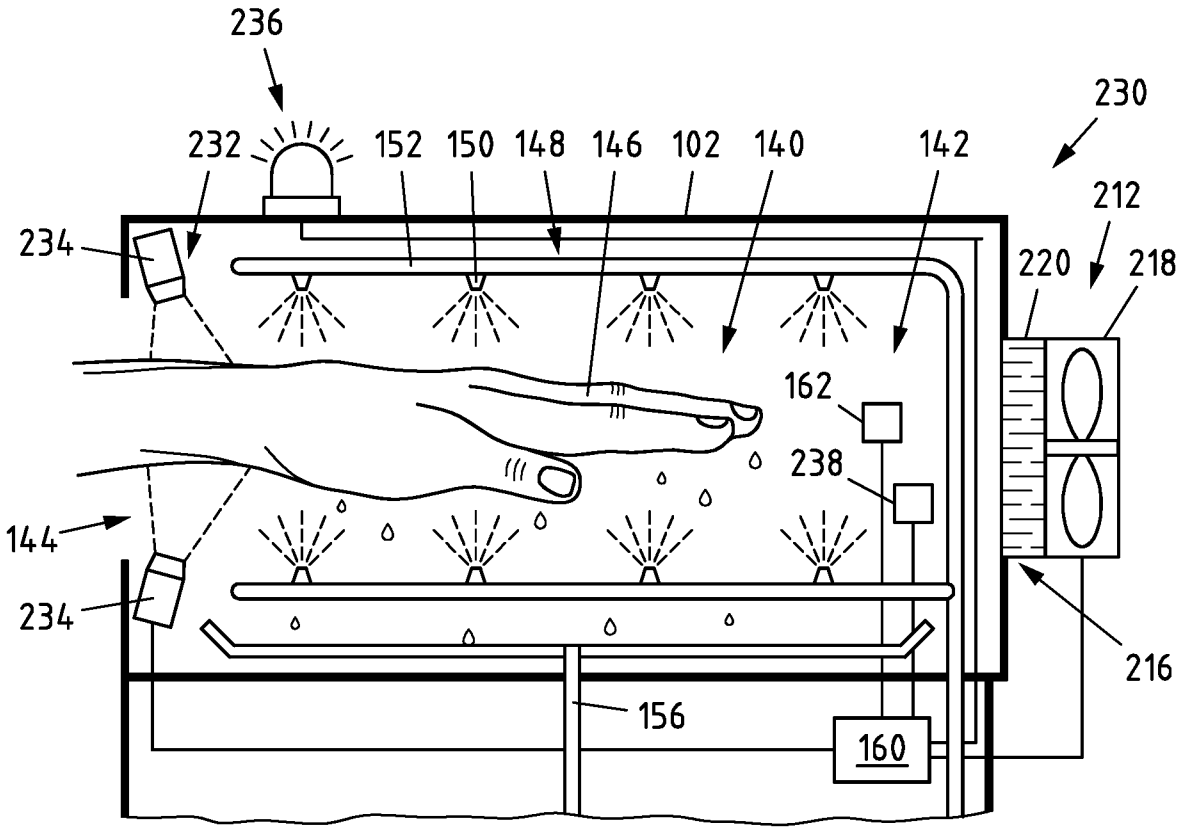

236
230
232
152
150
148
146
102
140
142
212
234
220
218
162
238
144
234
216
156
160

Fig.7

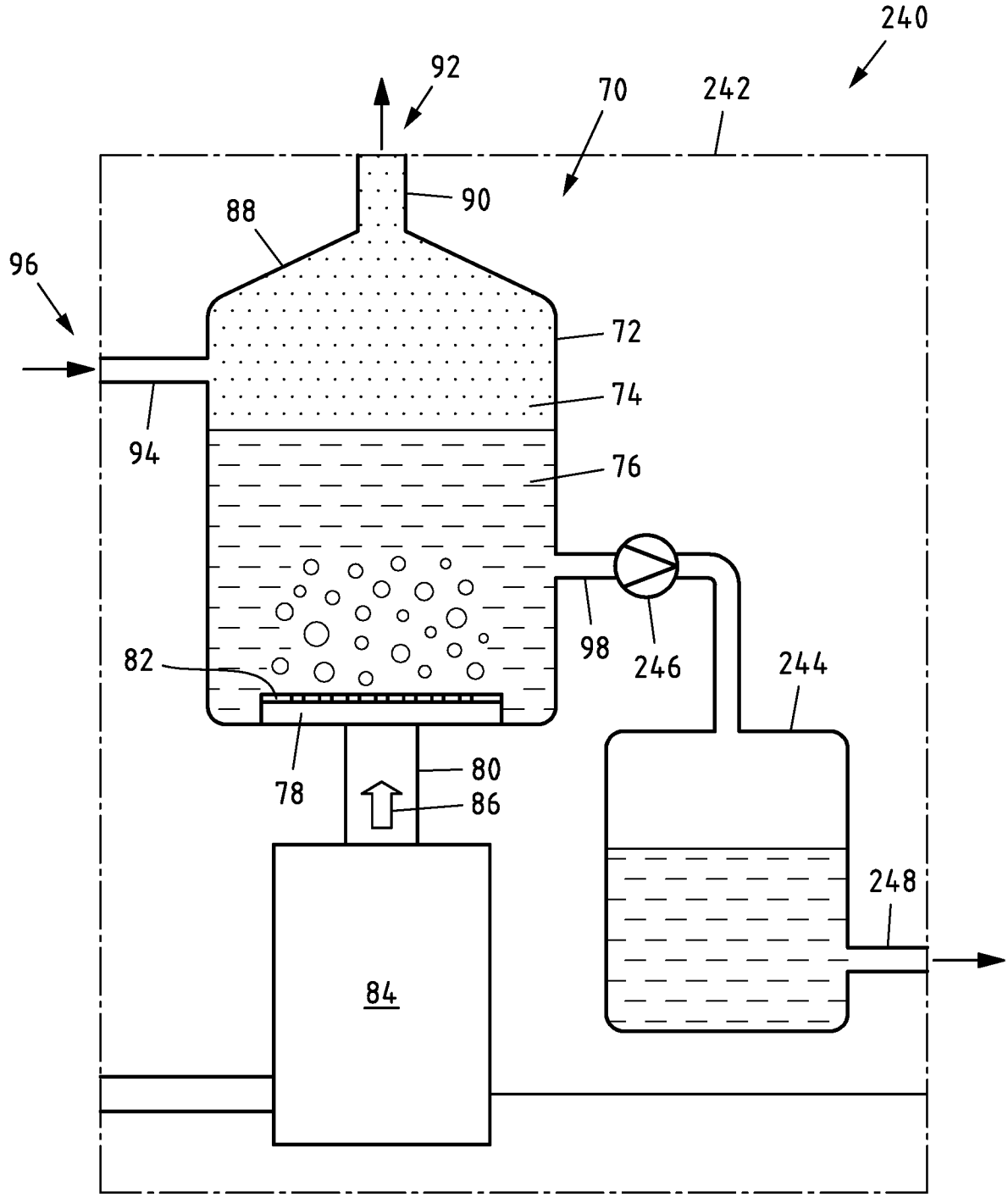


Fig.8

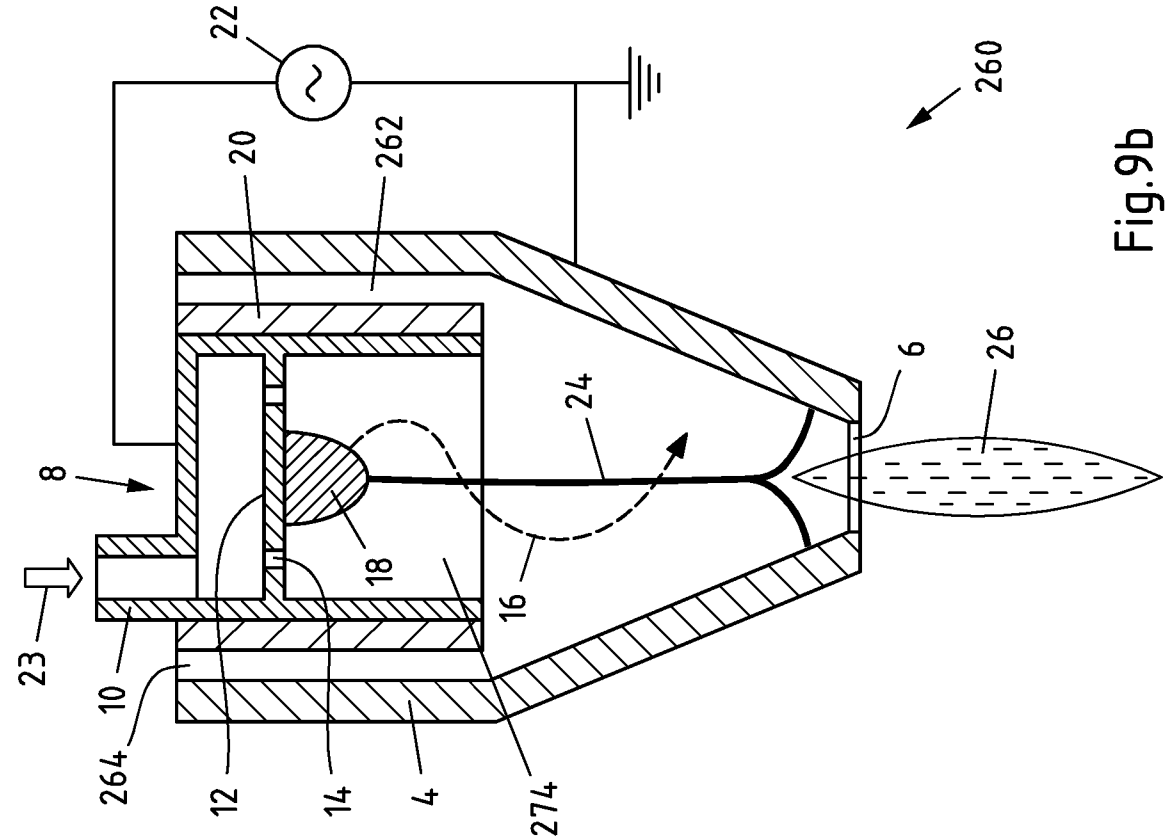

22
260
20
262
8
24
6
26
18
16
23
10
264
12
14
4
274

Fig.9b

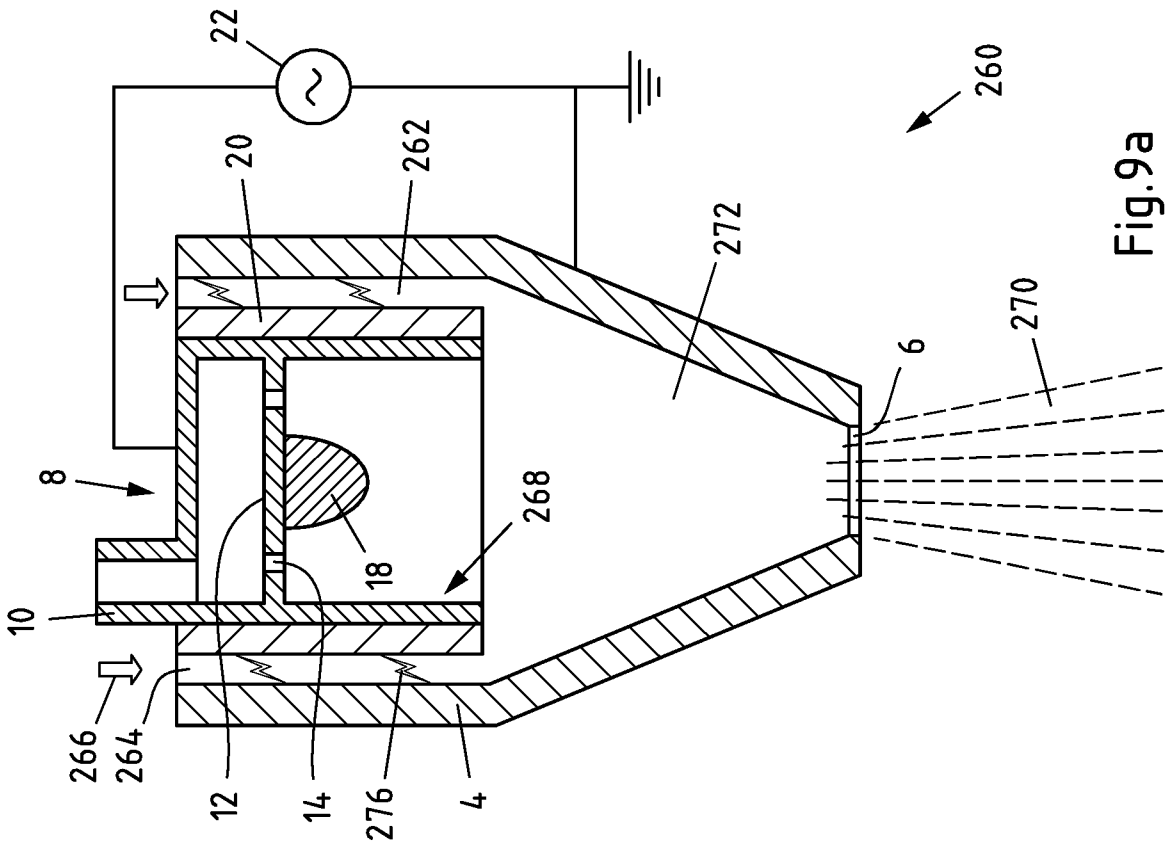

22
260
20
262
272
270
6
8
18
268
10
266
264
12
14
276
4

Fig.9a