



(51) International Patent Classification:

H05H 1/24 (2006.01) A61L 9/22 (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/EP20 15/054691

(22) International Filing Date:

5 March 2015 (05.03.2015)

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

61/948,266 5 March 2014 (05.03.2014) US  
1404 185.9 10 March 2014 (10.03.2014) GB

(71) Applicant: NOVAERUS PATENTS LIMITED [IE/IE];  
Oyster Point, Temple Road, Blackrock, Blackrock, Co.  
Dublin (IE).

(72) Inventors: DEANE, Graham; Oyster Point, Blackrock,  
Blackrock, Co. Dublin (IE). MAUGHAN, Kevin; Oyster  
Point, Blackrock, Blackrock, Co. Dublin (IE). SOBERON,  
Felipe; Oyster Point, Blackrock, Blackrock, Co. Dublin  
(IE).

(74) Agents: MOORE, Barry et al; HANNA MOORE &  
CURLEY, 13 Lower Lad Lane, Dublin, D2 (IE).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every

kind of national protection available): 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, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,  
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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every

kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,  
TJ, TM), European (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).

Published:

— with international search report (Art. 21(3))

(54) Title: AIR DISINFECTION AND POLLUTION REMOVAL METHOD AND APPARATUS

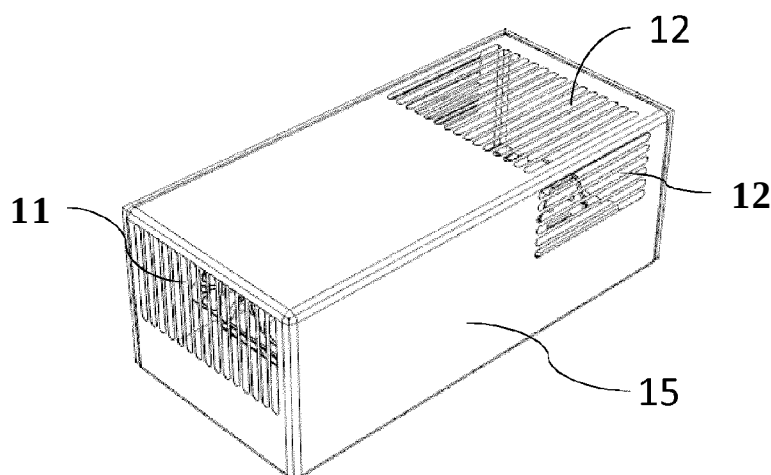


Figure 1

(57) Abstract: An air treatment apparatus comprising: a housing defining an air flow path between an inlet and an outlet; an air flow impeller arranged for inducing a flow of air through said air flow path; and an electrode assembly suspended within the air flow path and orientated transverse to the induced air flow path; wherein the electrode assembly is configured to operably generate a plasma discharge circumferentially about a longitudinal axis of the electrode assembly and within which particles or constituents of air with- in the induced air flow will be exposed to the plasma.



WO 2015/132368 A1

## TITLE

Air disinfection and pollution removal method and apparatus

## 5 FIELD OF INVENTION

The present invention relates to an air treatment method and apparatus. More specifically, the invention relates to a method and apparatus for inactivating pathogens present in indoor air and removing pollutants from the same. Within the context of the present teaching there is provided a  
10 method and apparatus that effects an exposure of air to an atmospheric plasma discharge. This exposure results in a killing of bacteria, viruses and other pathogens in the air. The plasma discharge is also responsible for the dissociation of other pollutants present in the air.

## BACKGROUND OF THE INVENTION

15

Health threatening airborne pollutants may be subdivided into three groups; (a) airborne pathogens comprising any organism that causes disease that spreads throughout the environment via the air; (b) airborne allergens comprising any substance that, when ingested, inhaled, or touched, causes an allergic reaction and, (c) airborne volatile organic compounds  
20 (VOC) comprising any product that is designed to be sprayed at high pressure in the form of tiny particles that remain suspended in the air. The last category includes many cleaning chemicals, hair spray, various types of primer, and fuels such as gasoline and kerosene, as well as other household, beauty, or hobby products. Some fabrics, particularly those recently manufactured, also contribute to indoor airborne VOCs when they outgas, or leak out chemicals in gaseous form,  
25 over time.

Airborne pollutants can build up significantly in indoor environments with the result that the air that we breathe may become contaminated. Considering that on average humans spend approximately 90% of their time in an indoor environment, it will be appreciated that the removal  
30 of pollutants from indoor air is of importance to reduce allergies and prevent infection transmission, such as sick building syndrome.

Airborne pollutant control and removal is typically carried out in heating, ventilation and air conditioning (HVAC) systems by means of filter mediums. Current state of the art HVAC system

filters capture particles ranging from a fraction of a micrometre ( $\mu\text{m}$ ) in diameter. High Efficiency Particulate Air (HEPA) filters are defined (by the US Department of Energy) as those that can capture 99.97% of particles with  $0.3\mu\text{m}$  diameter. These particles are the most penetrating particle size and the filter efficiency is higher for bigger particles. HEPA filters typically consist of randomly arranged fibreglass fibres with diameters between  $0.2$  and  $0.5\mu\text{m}$ . Particles are trapped by the fibres by one of three mechanisms: interception, impaction and diffusion. Still, it is appreciated that these filters do not kill micro-organisms which in time may build up and grow on the filter becoming an actual infection reservoir that can spread the diseases throughout the ventilation system. It is also appreciated that using HEPA filter creates large pressure drops in the HVAC system reducing the overall performance of the ventilation system.

Existing state of the art technologies for the control of airborne pathogens can be categorized as: (a) airborne trapping systems or filters, (b) airborne inactivation systems and, (c) some combination of the above.

Airborne trapping systems include HEPA or similar filters, as described above with said limitations. Alternatively, electrostatic precipitators, such as that described in US patent publication No. 2013/0233172, are used to remove particles from the air. The efficiency of these devices varies with the particle size. In particular, these are known to exhibit poor performance for particles one micron or less in size, allowing airborne bacteria and virus to flow through. Furthermore, electrostatic precipitators tend to build dust on the collection plates reducing its performance over time.

Existing airborne inactivation technologies also include those that make use of chemicals, UV radiation and plasma discharge by-products.

Examples of chemical inactivation include the use of antimicrobial vaporizers, typically ozone or hydrogen peroxide. While these systems are effective, they are also disruptive, requiring the evacuation of indoor space to be treated and therefore are not suitable for use under normal living circumstances.

Alternative inventions for the purification of air comprise the use of ultra violet light (UV) emission to kill airborne bacteria. For example, international publication No. WO 2003/092751, describes a device in which a fluid (e.g. air) is passed through an array of UV lamps. It is appreciated that

in this solution the one and only inactivation mechanism is via UV radiation.

Prior art also includes the use of plasma radicals for sterilisation of air filter medium; see for example US patent publication No. 2004/01 84972 A1. In this document, it is proposed that an upstream plasma discharge can generate active radicals which flow upstream to a medium filter and kill any bacteria or virus trapped by the filter. The filters only capture particles potentially allowing bacteria population to grow over them. The disclosure of this document is such that the plasma radicals kill virus and bacteria trapped by the filter. This document provides, in addition, for a radical destruction filter for the destruction of excess radicals after the filter medium. These radicals are toxic to humans. It is appreciated that failures of said filter may result in release of toxic gases into living spaces.

In summary, current state of the art for air disinfection and pollutant removal rely on either; air trapping devices which result in the accumulation pathogens which affect device performance and becomes a reservoir for infectious diseases or, air inactivation systems which rely on hazardous substances that pose severe risks to human health. It is therefore appreciated that an air treatment solution without the use of filter mediums or equivalent is required. Furthermore, such solution shall not include the generation of hazardous chemical substances.

The invention disclosed in the present document offers a viable solution to air disinfection and pollution control.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

Accordingly, a first embodiment of the application provides an air treatment apparatus as detailed in claim 1. Advantageous embodiments are provided in the dependent claims.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The invention will be more clearly understood from the following description of an embodiment thereof, given by way of example only, with reference to the accompanying drawings, in which:  
Figure 1 is view of an embodiment of the apparatus of the present invention;  
Figure 2 is view of the embodiment of Figure 1 displaying internal components of the apparatus of figure 1;

Figure 3 is a view of the apparatus of Figure 1 displaying internal components and the flow of air through said apparatus;

Figure 4 is a view of the electrode assembly of the apparatus of the present invention; and

Figure 5 is an exploded view of the electrode assembly of figure 4.

5

## DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

The present teaching relates to a method and apparatus for the removal of VOCs and inactivation of pathogens including but not limited to bacteria, virus, fungi and mould.

10

Within the context of the present teaching a method is provided comprising exposing a volume of air to an atmospheric plasma discharge for a given period of time. Said air volume is streamed through an apparatus containing the atmospheric plasma discharge. The apparatus serves as a housing for the plasma discharge and acts as an air duct through which the air volume is streamed.

15

The air is forced through the apparatus housing by an impeller or equivalent air forcing device, e.g. fan. The apparatus comprises of inlet and outlet regions to allow the air flow through the same. The plasma discharge is generated by applying high voltage to a pair set of electrodes. The applied high voltage is generated by suitable power supply able to sustain either a DC or an AC discharge between, around and/or on the surface of said electrode pair.

20

Pathogen inactivation and VOC removal is due to interaction of various species and radiation emanating from the plasma discharge with airborne pathogens. Plasma species include, but are not limited to, electrons, ions, and reactive radicals generated by the discharge. In addition the plasma discharge generates electric fields and ultraviolet radiation. The inactivation efficacy of said plasma discharge is proportional to the energy dissipated by the plasma discharge onto a volume of air flowing in the vicinity of the discharge. This energy is proportional to the power applied to sustain the plasma discharge and the exposure time period. The plasma exposure time of a given volume of air flowing through the apparatus is inversely proportional to the air flow.

25

30

Thus, it is appreciated that the efficacy of the apparatus described here depends on two basic parameters: the plasma discharge power and the air flow. Those skilled in the art will find that there are a range of power and flow rates that meet various degrees of inactivation while meeting other criteria for the air treatment system, including the number of air changes per hour in a given room size and maximum allowed concentration of radicals generated by the plasma discharge.

The present teaching may be further understood with reference to an example embodiment of the apparatus. Figure 1 shows a 3D projection of the apparatus consisting of a housing 15 and air inlet 11 and outlet 12 regions. These regions consist of opening or ventilation grids on the housing of the apparatus 15. Moreover, the apparatus contains within its housing an impeller 23, a set of electrodes 24 and a high voltage supply 26; as indicated in figure 2. Figure 3 further illustrates the flow of air induced by the impeller 23. Air 37 is forced into the apparatus via the inlet region, forced around the electrode set assembly 24 and expelled through the outlet regions 12. The high voltage supply 26, for example a high voltage transformer, sustains a plasma discharge across electrode assembly 24. The electrode configuration and construction can be chosen among a variety of electrode arrangements for atmospheric plasma discharges. Those skilled in the art will find more than one design may fit the apparatus and method described here. For instance, a pair of concentric wire mesh cylinders separated by a cylindrical dielectric barrier, made of ceramic, glass or other suitable material, will suffice.

A preferred embodiment for the electrode assembly and support is shown in Figure 4. This figure further illustrates the flow of air 37 around the surface of electrode assembly 24. In this embodiment, the electrode assembly 24 is shown with an outer wire mesh cylinder 49 and the assembly 24 includes mounting holders 48. The plasma mode in this embodiment is of a dielectric barrier discharge (DBD) type with an inner wire mesh cylinder insulated by a dielectric glass tube as will be explained with reference to figure 5. The cylindrical shape of the electrode assembly ensures that the outer mesh extends completely circumferentially around the electrode assembly and that plasma is discharged evenly in all directions from the electrode assembly.

It will be appreciated that the voltage and current parameters required to achieve a dielectric barrier discharge will depend principally on the nature of the dielectric used, as further discussed herein below. In general operating voltages below 1 kV are not practical, and preferably there is used an operating voltage in the range from 1 to 6 kV, most desirably from 3 to 5 kV, for example about 4 kV. It will be appreciated that the current required to maintain the dielectric barrier discharge is significantly less than that required to initiate it. The current (and hence power) of plasma generator units is normally expressed in terms of the starting current. There should be used a (starting) current in the range from 1 to 10 mA, preferably at least 3 mA. The power of the unit will of course depend on the voltage and current combination. The power should generally be not more than 50 watts, and is preferably at least 4 watts. Typically the power is in the range

from 10 to 40 watts. These power levels have in particular been found to be convenient with an apparatus unit having a conduit volume of the order of 0.02 to 1.0 m<sup>3</sup>.

Even with such low power dielectric barrier discharge units it has been found possible to achieve well contained localized highly inactivating concentrations of anti-pathogenic agents sufficient to inactivate a very wide range of airborne pollutants or pathogens as is evidenced from the data in Table 1 and Table 2 below.

Advantageously the plasma generator is coupled to a transformer which is provided with an anti-surge and/or anti-spike device(s), in order to minimize transient excursions of the output voltage above the normal level which could result in temporary extension of the inactivation zone outside of the housing within which the electrodes are provided and/or generation of excessively high anti-pathogenic agent levels.

Importantly, the transformer is located outside of the direct air flow path to minimize the risk of exposure to plasma/anti-pathogenic agents and possible breakdown in the course of use of the apparatus. As previously mentioned, this also ensures that the transformer does not interfere with the flow of air passed the electrode assembly.

An AC supply may also be provided in the apparatus. Preferably, this is co-located with the transformer such that it too does not obstruct airflow. A wide range of frequencies may be used in the AC supply to the low power dielectric barrier discharge device, and indeed somewhat higher frequencies may safely be used than is possible with conventional high power plasma generators. Conveniently an AC supply with a frequency in the range from 50 to 1000 Hz may be used.

It will be appreciated that the sizing and placement of the electrodes that define the discharge unit with respect to the airflow path is quite important. The conduit within which they are located should not be smaller than a volume required to contain the inactivation zone of the plasma generated by the dielectric barrier discharge and not so large that substantially the whole of the airflow within the housing does not pass through said inactivating zone in the course of its transit through apparatus. It will be appreciated that in this context, the inactivating zone is a volume surrounding the discharge unit containing an elevated concentration of anti-pathogenic agents, sufficient to substantially inactivate airborne pollutants or pathogens. The inactivating zone is situated on the outer surface of the discharge unit and in a downstream direction. The total inactivating zone is

the combination of all upstream, mid, and downstream stages as anti-pathogenic agents tend to disperse in whole volume and cause deactivation of micro-organisms.

Airflow is desirably passed over and under the electrodes of the discharge unit and not passed through it i.e., there are no air gaps within the discharge unit that allow air to enter or that could potentially hold a build-up in anti-pathogenic agents.

In accordance with the present teaching a discharge unit is provided that is there is desirably used with a solid dielectric to provide a dielectric barrier discharge which the present inventors have found provides in order to obtain a more consistent and reliable plasma generation performance. Various geometries are also possible. However, for the present application, a generally tubular geometry, with a tubular dielectric with generally tubular electrodes on the inner and outer faces thereof is preferred. This tubular shape works to direct the airflow around the discharge unit. It will be appreciated that plasma will be generated at both electrodes. Preferably there is used a generally mesh form electrode, providing a coil, in order to maximize the areas of dielectric surface at which plasma is generated. In this connection it will be appreciated that substantially "closed" meshes are less desirable as these reduce the exposed dielectric surface. On the other hand excessively "open" meshes are generally less efficient in the amount of plasma generated for a give size of unit. Most preferably the electrodes are perfectly coaxial cylindrical mesh where the dielectric is sandwiched between them. In this context preferably the low power discharge unit comprises concentric tubular metal gauze electrodes separated by a dielectric.

In a highly preferred embodiment, the low power discharge plasma unit comprises tubular stainless steel gauze electrodes. Whilst various other suitable electrode materials are known in the art, stainless steel is particularly convenient due to inter alia its resistance to corrosion and to oxidative and other damage from the plasma discharge. The purpose of gauze electrodes is to maximize the surface available for the dielectric barrier corona discharge and hence generation of plasma. However, other factors, such as the effects on the electromagnetic field generated, particularly hysteresis effects relating to the generation and collapse of the field during the 50 Hz cycle of the alternating current, also influence the choice of gauze and the fineness of the mesh. In a preferred embodiment the gauze on the outer electrode is coarser than that of the inner electrode as this favours the production of plasma on the outer, rather than inner, electrode. In a more preferred embodiment, the mesh count of the inner electrode is from 50 to 30\*45 to 25 (per inch or 25.4 mm) and that of the outer electrode is 35 to 20\*40 to 20. In a particularly favoured



embodiment, the mesh count of the inner electrode 204 is 40\*34 (per inch or 25.4 mm) using a 38 swg wire (0.15 mm diameter) and that of the outer electrode is 24\*28 using a 30 swg wire (0.3 mm diameter).

- 5 It is also desirable for effective dielectric barrier discharge to take place that the mass of the electrodes be substantially balanced, i.e. to differ by not more than 20%, preferably not more than 10%. This is especially significant in the case of the aforementioned tubular configuration discharge unit.
- 10 It will also be appreciated that the power of the dielectric barrier discharge plasma unit is related to the size of the electrodes. In general it is preferred that each of the mesh electrodes should have an area in the range from 25 to 100 cm<sup>2</sup>, preferably from 40 to 90 cm<sup>2</sup>. Typical examples of a coil provided in accordance with the present teaching is one having a length of 5.5 cm or 13 cm and having a diameter of 2.9 cm diameter. Such coils will have exemplary areas of 50 and
- 15 118 cm<sup>2</sup> respectively. The power consumed by the plasma coils is in the range 10 to 20 W resulting in power density of 0.2 to 0.4 W/cm<sup>2</sup> and 0.08 to 0.16 W/cm<sup>2</sup> for each coil. Desirably a plasma generator comprising a coil per the present teaching will operate with power density values less than 1 W/cm<sup>2</sup> and typically in the range from 0.1 to 0.5 W/cm<sup>2</sup>.
- 20 It will be appreciated that with a solid dielectric, the generation of a plasma through the use of a dielectric barrier discharge is very much dependent on the thickness of the dielectric, and especially at lower voltages, as used in accordance with the present teachings, it is necessary to minimize the thickness of the dielectric. It will also be understood, though, that the discharge unit must be strong enough to avoid damage by the substantial stresses encountered inside a
- 25 discharge plasma region.

Figure 5 shows an exploded view of the electrode assembly 24 and holders 48 of figure 4. The inner wire mesh 510 and outer wire mesh 49 are electrically connected to electrode contacts 512. High voltage is applied to holder contacts 513 enabling high voltage of opposite polarities on the

30 inner 510 and outer 49 wire mesh. Power to drive the electrode assembly is suitably provided by a transformer (not shown). Wiring may be used to provide the voltage from the transformer to the contacts holder 513, which in turn provide the voltage to the electrode contacts 512. The electrode assembly is held together by insulating caps 511. The assembly is supported by the insulating holders 48 and is locked in place on the holders 48 by push rivets 515. The insulating

caps 511 and holders 48 ensure that any voltage applied to the holder contacts 513 is not inadvertently applied to the housing of the apparatus. The holders 48 are mounted inside the housing 15 of the apparatus such that the electrode assembly is positioned transverse to the direction of airflow 37. This can also be observed from figure 3.

5

It should also be noted that the configuration of the inner and outer wire mesh maintaining direct contact around their respective total surface areas of the dielectric glass tube ensures that there are no air pockets around the dielectric assembly 24 where elevated levels of plasma can build up.

10

The transverse positioning of the electrode assembly 24 relative to the air stream conveying the air to be purified or otherwise treated is also important as it ensures that airflow cannot bypass the electrode assembly without being exposed to plasma discharge. Specifically, the electrode assembly is arranged for generating and discharging plasma within an inactivating zone proximal to the electrode unit. The present inventors make use of an understanding that an inactivation efficacy of said plasma discharge is dependent on the air flowing in the vicinity of the plasma discharge and therefore arranging the electrode assembly transverse to the direction of the airflow ensures that an inactivating zone is created around the electrode unit 24 that the airflow 37 must pass through in order to reach the outlet regions 12.

20

In accordance with the present teaching, the mounting of the electrode assembly 24 away from the internal surface of the housing 15 of the apparatus is also beneficial. Such mounting may be provided by use of holders 48 which ensure maximum efficiency of the electrode assembly 24. Plasma is discharged from the outer mesh 49 to create the aforementioned inactivation zone. By having the electrode assembly raised, this inactivation zone extends completely around the electrode assembly and air can pass both above and below the electrode assembly 24 while being subjected to the same level of plasma.

25

The plasma concentration in the inactivating zone, created by the electrode assembly, is sufficient to effectively inactivate airborne pollutant material entrained in the air flow. Furthermore the concentration of plasma decays sufficiently outside the inactivating zone so that the concentration of any anti-pathogenic agents created by the plasma discharge in the cleaned air expelled from the outlet regions 12 of the apparatus is at a physiologically acceptable level.

30

It should be noted that, as described above, the method and apparatus of the present invention does not include the use of physical air filtration system, such as pre-filter, HEPA filters or equivalent.

- 5 In an alternative embodiment of the apparatus, air is directed or forced around the plasma discharge through a ducting system. Said ducting system is designed to ensure that all air flow about the plasma discharge within 1 centimetre of the discharge.

Exemplary testing of an apparatus provided in accordance with the present teaching showed  
10 efficacy in killing both bacteria and virus. Table 1 shows exemplary data for bacteria testing whereas Table 2 shows similar results for viral testing.

|                  |                |         |         |    |         |
|------------------|----------------|---------|---------|----|---------|
| Escherichia coli | Gram -ve       | 2.1E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.typhi murium   | Gram -ve       | 4.6E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| E.agglomerans    | Gram -ve       | 3.9E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| E.ergoviae       | Gram -ve       | 4.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| A.aerogens       | Gram -ve       | 7.1E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.marcescens     | Gram -ve       | 8.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| E.sakazakii      | Gram -ve       | 3.4E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| Ecoli 0157 H:7   | Gram -ve       | 3.5E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| P.aeruginosa     | Gram -ve       | 6.1E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| P.putida         | Gram -ve       | 8.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
|                  |                |         |         |    |         |
| S.aureus oxford  | Gram +ve       | 4.3E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.aureus MSRA    | Gram +ve       | 4.8E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.epidermidis    | Gram +ve       | 3.7E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| M.luteus         | Gram +ve       | 9.0E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.faecalis       | Gram +ve       | 7.3E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.pyogenes       | Gram +ve       | 3.6E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| B.cereus         | Gram +ve       | 7.1E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| B.globigii       | G+ve Spore     | 7.9E+05 | 1.0E+01 | >5 | 99.999  |
| B.subtilis       | G+ve Spore     | 2.1E+05 | 3.0E+01 | >5 | 99.986  |
| B. megaterium    | G+ve Spore     | 6.2E+05 | 9.0E+01 | >5 | 99.985  |
|                  |                |         |         |    |         |
| S.cerevisiae     | Yeast          | 4.3E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.bailli         | Yeast          | 7.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| Pichia mixed sps | Yeast          | 6.3E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.ludwigii       | Yeast          | 6.0E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| A.niger          | Mould mycelial | 6.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| A.flavus         | Mould mycelial | 7.8E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| F.poea           | Mould mycelial | 7.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| P.digitatum      | Mould mycelial | 6.9E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| F.graminerium    | Mould mycelial | 4.3E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| A.niger          | Mould Spore    | 8.2E+05 | 7.0E+01 | >5 | 99.991  |
| A.flavus         | Mould Spore    | 6.7E+05 | 5.0E+01 | >5 | 99.993  |
| F.poea           | Mould Spore    | 8.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| P.digitatum      | Mould Spore    | 6.7E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| F.graminerium    | Mould Spore    | 2.9E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |

Table 1

| Organism           | Class    | Mean cfu/m <sup>3</sup> /Hr at input Treatment stream | Mean cWm <sup>3</sup> /Hr post Treatment exit stream | Mean decline Logcfu/m <sup>3</sup> /Hr post Treatment exit stream | Apparent percentage reduction |
|--------------------|----------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| CTX                | SS DMA   | 4.3E+12                                               | 8.1E+02                                              | >12                                                               | >99.999                       |
| ScV-L-BC           | DS RNA   | 9.2E+12                                               | 4.6E+02                                              | >12                                                               | >99.999                       |
| IFcoV (attenuated) | SS + RNA | 7.1E+12                                               | 3.0E+02                                              | >12                                                               | >99.999                       |
| IT4 Phage          | DS DNA   | 5.3E+12                                               | 7.4E+02                                              | >12                                                               | >99.999                       |

Table 2

In both examples of Table 1 and Table 2, a device per the present teaching with the plasma generator operating at power densities less than 1 W/cm<sup>2</sup> achieved >Log 5 kill rate for all classes of bacteria or viral matter.

Situations in which the anti-microbial applications of the invention are especially useful include hospitals, food preparation areas, laboratories and locations with limited ventilation, where air may be re-circulated. Storage of sterile instruments and materials in an atmosphere sterilised by means of the invention may extend their shelf life, with considerable consequent savings. The invention provides a means of supplying a unit for such storage with sterile, dry air capable of maintaining the sterility of stored instruments for extended periods. One particularly useful application is in flood-damaged buildings, where removal of fungal spores from the air can minimize subsequent growth of mould and development of rot in the fabric of the building, with significant reduction in damage and costs of repair. In another application, the apparatus may be installed in ducting or pipework carrying a flow of air, such as may for example be used in an air-conditioning system.

It will be appreciated that in general where airborne pollutants or pathogens are being removed from a room or other more or less enclosed space, the amount of treatment required will depend on the nature of the pollutant/pathogen, and possibly also the burden or loading thereof in the air. Whilst there may in principle be used multiple passes to progressively reduce the pollutant/pathogen loading, it is a particular advantage of the invention that the relatively high anti-pathogenic agent concentrations which can be achieved with apparatus of the invention within the contained inactivation zone, can usually provide substantially complete inactivation within a

single pass, thereby minimizing the number of air changes required. Typically where it is desired to remove bacterial pollutants there should be provided at least 5 air changes per hour, whilst in the case of locations with moderate to high tobacco smoke loadings, it may be desirable to provide at least 10 or more air changes. The total airflow required to treat a room may be readily  
5 determined from the volume of the room and the number of air changes required. Whilst it might in principle be possible to achieve higher flow rates with larger sizes of apparatus, it is generally preferred to achieve them by using multiple apparatus units. In this connection it will be appreciated that more than one discharge plasma unit may be mounted in the same conduit, provided the inactivation zones of all the generators are contained within the conduit.  
10 Furthermore, more than one discharge unit may be powered by one (common) transformer, albeit the total power of the transformer will then be divided between the discharge units.

The words comprises/comprising when used in this specification are to specify the presence of stated features, integers, steps or components but does not preclude the presence or addition  
15 of one or more other features, integers, steps, components or groups thereof.

**CLAIMS**

1. An air treatment apparatus comprising:

5           a housing defining an air flow path between an inlet and an outlet;  
          an air flow impeller arranged for inducing a flow of air through said air flow path; and  
          an electrode assembly suspended within the air flow path and orientated transverse to  
the induced air flow path;

          wherein the electrode assembly is configured to operate at a power density less than 1  
10   W/cm<sup>2</sup> to operably generate a plasma discharge circumferentially about a longitudinal axis of  
the electrode assembly and within which particles or constituents of air within the induced air  
flow will be exposed to the plasma.

2. The air treatment apparatus of claim 1 wherein the electrode assembly is cylindrically shaped  
15   having a length greater than its diameter, the electrode assembly being orientated within the  
housing such that its longitudinal axis is provided transverse to the induced air flow path.

3. The air treatment apparatus of claim 2 further comprising a holder at each end of the  
electrode assembly for mounting the electrode assembly in the elevated position away from side  
20   walls of housing.

4. The air treatment apparatus of claim 3 wherein the holders comprise an insulating material for  
preventing conduction between the electrode assembly and the housing.

25   5. The air treatment apparatus of claim 2 wherein the electrode assembly includes a cylindrical  
inner mesh and an outer mesh separated by a cylindrical dielectric barrier.

6. The air treatment apparatus of claim 5 wherein the electrode assembly includes an insulating  
cap at each end of the electrode assembly for holding the inner mesh, outer mesh and dielectric  
30   barrier in contact with each other.

7. The air treatment apparatus of claim 5 or 6 wherein a respective surface of the inner mesh  
and an outer mesh is in complete contact with the cylindrical dielectric barrier.

8. The air treatment apparatus of any one of claims 5 to 7 wherein the inner mesh and outer mesh are electrically connected to electrode contacts at each end of the electrode assembly, the contacts providing voltage of opposite polarities to the inner and outer meshes.

5 9. The air treatment apparatus of any one of claims 5 to 8 wherein at least one of the inner mesh and the outer mesh extend completely about the electrode assembly.

10. The air treatment apparatus of claim 9 wherein at least one of the inner mesh and mesh provide a continuous surface about a longitudinal axis of the electrode assembly.

10

11. The air treatment apparatus of any preceding claim wherein the housing comprising a ducting system for directing the air flow path to and about the electrode assembly.

12. The air treatment apparatus of claim 11 wherein the housing is rectangular shaped with the inlet at a first end and the outlet at a second end.

15

13. The air treatment apparatus of claim 12 wherein the outlet includes an outlet region on each of two adjacent sides of the housing.

20 14. The air treatment apparatus of any preceding claim wherein the air exits the outlet transverse to the air flow path.

15. The air treatment apparatus of any preceding claim wherein the coil is operated at a power density in the range from 0.1 to 0.5 W/cm<sup>2</sup>.

25

16. The air treatment apparatus of any preceding claim wherein the plasma generator comprises concentric tubular metal gauze electrodes separated by a dielectric.

17. The air treatment apparatus of claim 16 wherein the electrodes comprise a mesh.

30

18. The air treatment apparatus of claim 16 or 17 wherein an inner and outer electrode are provided and the gauze on the outer electrode is coarser than that of the inner electrode to favour production of plasma on the outer, rather than inner, electrode.

19. The air treatment apparatus of claim 18 wherein the inner electrode has a mesh count of 40\*34 per 25.4 mm using a wire of 0.15 mm diameter and the outer electrode has mesh count of 24\*28 per 25.4 mm using a wire of diameter 0.3 mm.

- 5 20. The air treatment apparatus of any preceding claim wherein all air flow about the plasma discharge is directed within 1 centimetre of the discharge.



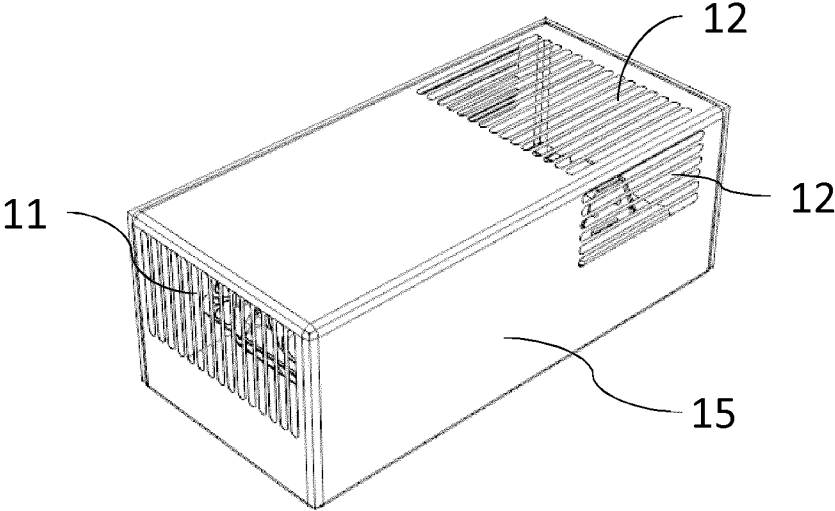


Figure 1

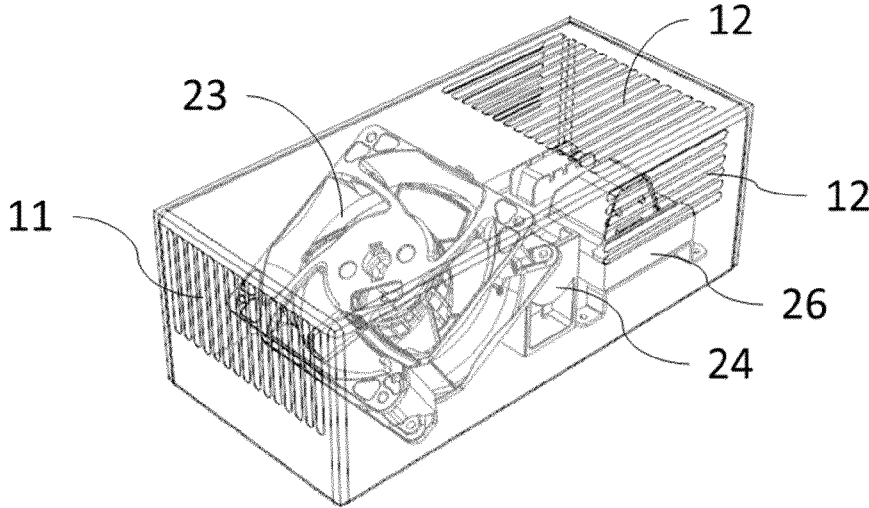


Figure 2

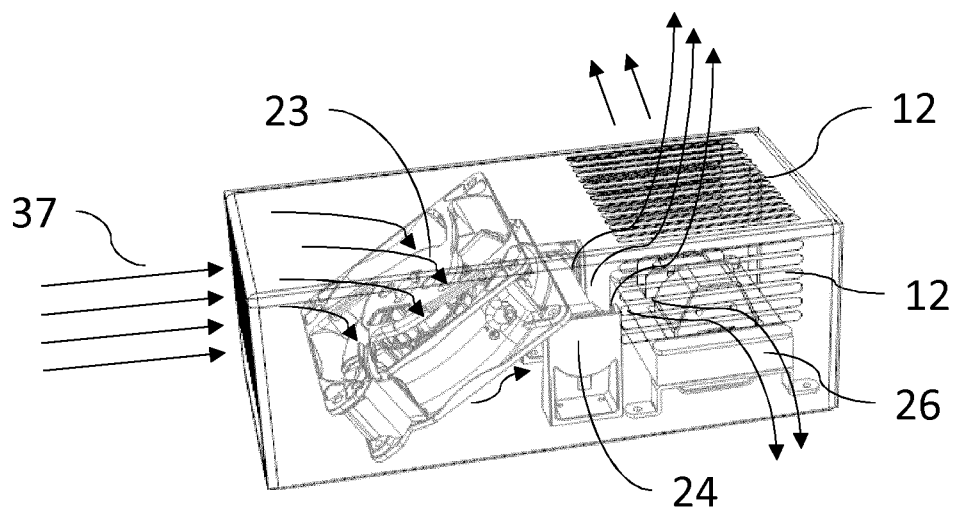


Figure 3

5

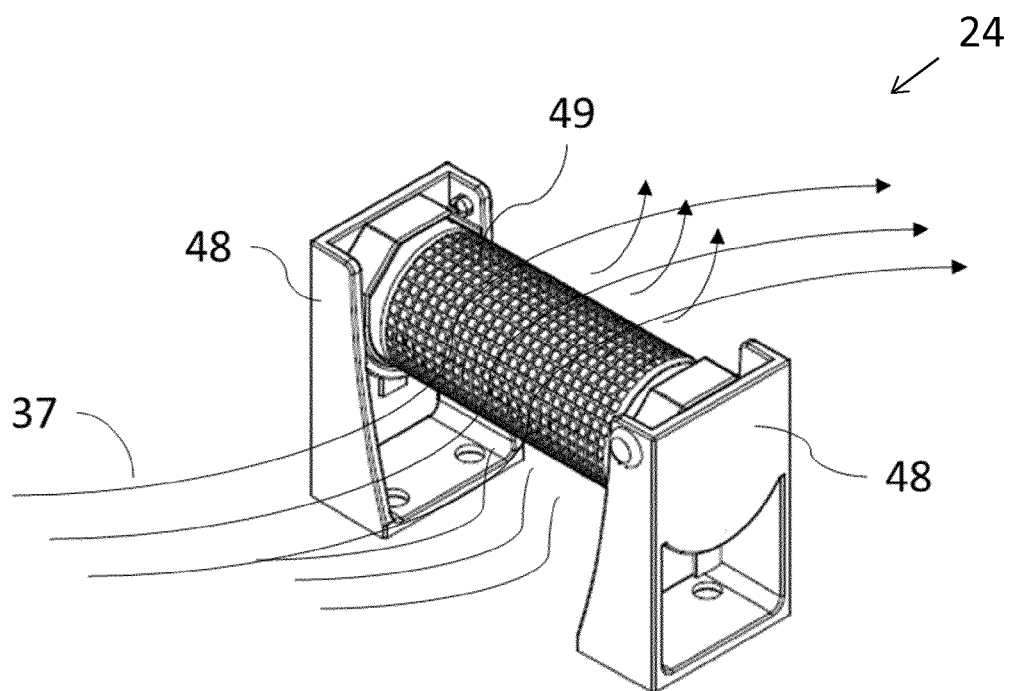


Figure 4

10

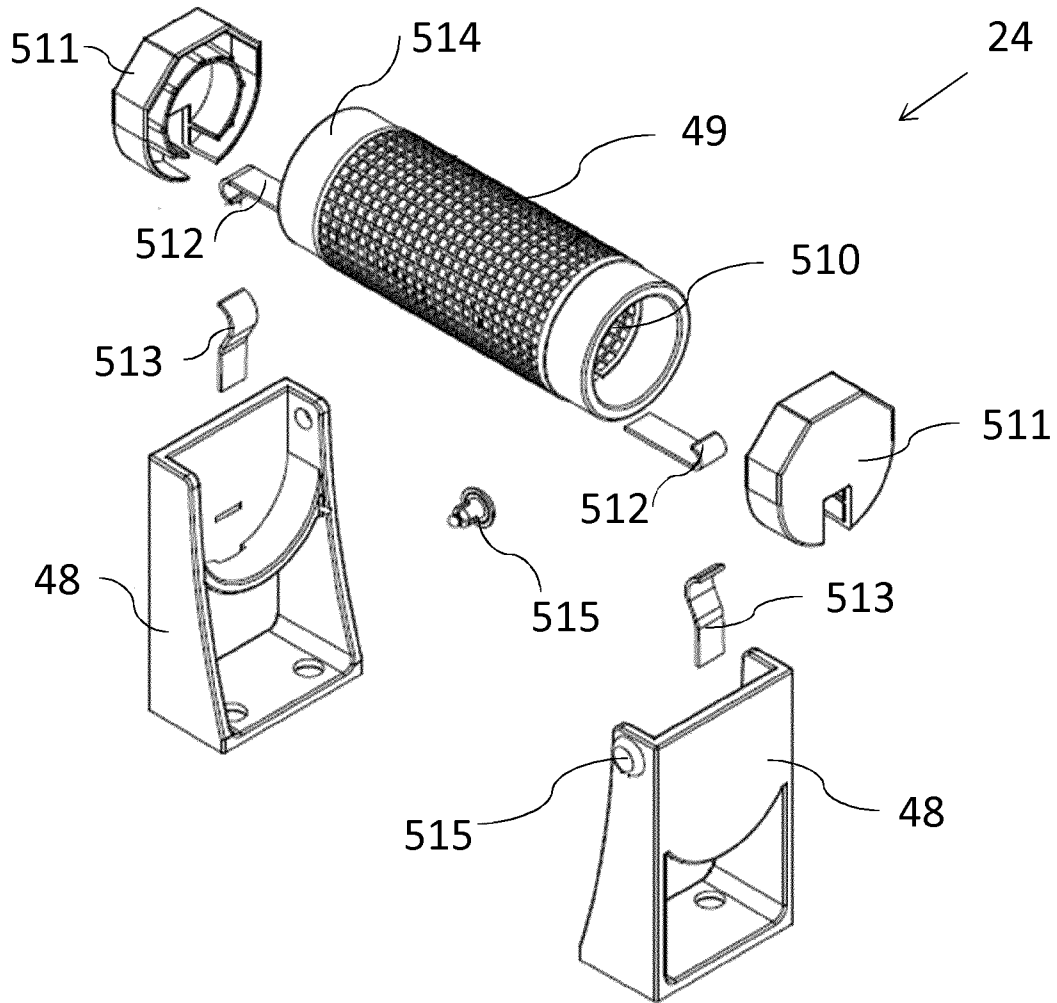


Figure 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/054691

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. H05H1/24 A61L9/22  
 ADD.

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 A61L

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 , WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | US 2006/182672 AI (HALLAM DAVID R [GB]<br>HALLAM DAVID RICHARD [GB] )<br>17 August 2006 (2006-08-17)<br>paragraph [0009] - paragraph [0010]<br>paragraph [0013]<br>paragraph [0019] - paragraph [0022]<br>paragraph [0053] - paragraph [0054]<br>figures 1,4<br>----- | 1-20                  |
| Y         | US 2007/253860 AI (SCHRODER WERNER [DE] )<br>1 November 2007 (2007-11-01)<br>paragraph [0018]<br>paragraph [0059]<br>paragraph [0063]<br>figures 2,4,8<br>-----<br>-/- .                                                                                              | 1-20                  |



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

21 May 2015

Date of mailing of the international search report

29/05/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Capostagno, Eros

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/054691

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                 | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | wo 2011/123512 AI (UNIV DREXEL [US] ; FRIDMAN GREGORY [US] ; FRIDMAN ALEXANDER [US] ; MUKHIN) 6 October 2011 (2011-10-06) paragraph [0034] - paragraph [0051] figures 1,4<br>----- | 1                     |
| A         | wo 2013/076459 AI (TRI AIR DEVELOPMENTS LTD [GB] ) 30 May 2013 (2013-05-30) the whole document<br>-----                                                                            | 5,7-10,<br>16-19      |
| A         | us 2012/093691 AI (MOLE ALAN [GB] ) 19 April 2012 (2012-04-19) paragraph [0068] - paragraph [0069] figure 4<br>-----                                                               | 1, 2, 16,<br>17,20    |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/054691

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)     | Publication<br>date          |
|-------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|------------------------------|
| US 2006182672                             | A l                 | 17-08-2006                     | AT 530203 T 15-11-2011       |
|                                           |                     | AT 530242 T 15-11-2011         |                              |
|                                           |                     | US 2006182672 A l 17-08-2006   |                              |
|                                           |                     | US 2007086932 A l 19-04-2007   |                              |
| -----                                     |                     |                                |                              |
| US 2007253860                             | A l                 | 01-11-2007                     | AU 2005296758 A l 27-04-2006 |
|                                           |                     | CA 2584532 A l 27-04-2006      |                              |
|                                           |                     | DE 102005003923 A l 20-04-2006 |                              |
|                                           |                     | EP 1804841 A2 11-07-2007       |                              |
|                                           |                     | JP 2008516652 A 22-05-2008     |                              |
|                                           |                     | KR 20070090162 A 05-09-2007    |                              |
|                                           |                     | US 2007253860 A l 01-11-2007   |                              |
|                                           |                     | WO 2006042740 A2 27-04-2006    |                              |
| -----                                     |                     |                                |                              |
| WO 2011123512                             | A l                 | 06-10-2011                     | US 2013330229 A l 12-12-2013 |
|                                           |                     | WO 2011123512 A l 06-10-2011   |                              |
| -----                                     |                     |                                |                              |
| WO 2013076459                             | A l                 | 30-05-2013                     | CN 104041193 A 10-09-2014    |
|                                           |                     | EA 201491038 A l 30-09-2014    |                              |
|                                           |                     | EP 2783554 A l 01-10-2014      |                              |
|                                           |                     | GB 2496888 A 29-05-2013        |                              |
|                                           |                     | JP 2015506054 A 26-02-2015     |                              |
|                                           |                     | KR 20140107311 A 04-09-2014    |                              |
|                                           |                     | US 2014294681 A l 02-10-2014   |                              |
|                                           |                     | WO 2013076459 A l 30-05-2013   |                              |
| -----                                     |                     |                                |                              |
| US 2012093691                             | A l                 | 19-04-2012                     | CN 102427831 A 25-04-2012    |
|                                           |                     | EP 2411058 A l 01-02-2012      |                              |
|                                           |                     | GB 2468865 A 29-09-2010        |                              |
|                                           |                     | JP 5598770 B2 01-10-2014       |                              |
|                                           |                     | JP 2012521240 A 13-09-2012     |                              |
|                                           |                     | RU 2011142736 A 27-04-2013     |                              |
|                                           |                     | US 2012093691 A l 19-04-2012   |                              |
|                                           |                     | WO 2010109160 A l 30-09-2010   |                              |
| -----                                     |                     |                                |                              |

## (12) A SZABADALMI EGYÜTTMŰKÖDÉSI SZERZŐDÉS (PCT) ALAPJÁN KÖZZÉTETT NEMZETKÖZI BEJELENTÉS

## (19) Szellemi Tulajdon

Világszervezet  
Nemzetközi Iroda



WIPO | PCT



(10) Nemzetközi Publikációs szám  
**WO 2015/132368 A1**

(43) Nemzetközi megjelenés dátuma:  
2015 Szeptember 11 (2015.09.11.)

## (51) Nemzetközi szabadalmi osztályozás:

H05H 1/24 (2006.01) A61L 9/22 (2006.01)

(21) Nemzetközi kérelem száma: PCT/EP20 15/054691

(22) Nemzetközi bejelentés dátuma: 2015 március 05.(2015.03.05)

(25) Bejelentés Nyelve: Angol

(26) Kiadás Nyelve: Angol

## (30) Elsődleges adatok:

61/948,266 2014. március 05. (2014.03.05.) US  
1404 185.9 2014. március 10. (2014.03.10.) GB

(71) Pályázó: NOVAERUS PATENTS LIMITED [IE/IE];  
Oyster Point, Temple Road, Blackrock, Blackrock, Co.  
Dublin (IE).

(72) Feltalálók: DEANE, Graham; Oyster Point, Blackrock,  
Blackrock, Co. Dublin (IE). MAUGHAN, Kevin; Oyster  
Point, Blackrock, Blackrock, Co. Dublin (IE). SOBERON,  
Felipe; Oyster Point, Blackrock, Blackrock, Co. Dublin  
(IE).

(74) Ügynökök: MOORE, Barry et al; HANNA MOORE &  
CURLEY, 13 Lower Lad Lane, Dublin, D2 (IE).

## (81) Kijelölt Államok (hacsak másképp nem jelzik, minden

nemzeti védelem vonatkozik): 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, DK, DM, DO, DZ,  
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,  
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,  
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

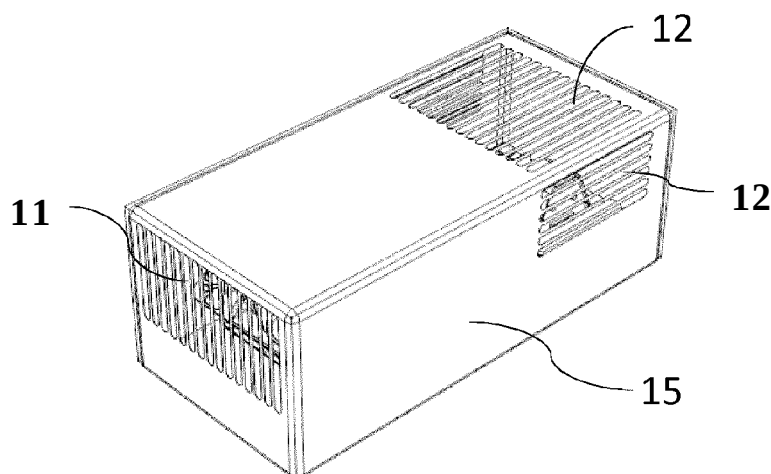
## (84) Kijelölt Államok (hacsak másképp nem jelzik, minden

nemzeti védelem vonatkozik): ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), Eurázsia (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,  
TJ, TM), Európa (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).

## Kiadva:

— nemzetközi keresési jelentéssel (Art. 21(3))

(54) Cím: LEVEGŐFERTŐTLENÍTÉSI ÉS SZENNYEZŐDÉS-ELTÁVOLÍTÁSI MÓDSZER ÉS KÉSZÜLÉK



1 ábra

(57) Kivonat: Levegőkezelő készülék, amely a következőket tartalmazza: egy készülékház, amely levegőáramlási utat biztosít egy bemeneti és egy kimeneti nyílás között; egy levegőáramlási járókerék, amely a levegő áramlásának a levegőáramlási úton történő létrehozására szolgál; és egy, a levegőáramlási úton felfüggesztett és az előidézett levegőáramlási útvonalra keresztirányban elhelyezett elektrodaegység; az elektrodaegység úgy van kialakítva, hogy az elektrodaegység hossz tengelye körül körkörös plazmakisülést hozzon létre, és amelyen belül az indukált légáramban mozgó levegő részecskéi vagy összetevői ki legyenek téve a plazmának.

## CÍM

Levegőfertőtlenítési és szennyeződés-eltávolítási eljárás és készülék

## 5 A TALÁLTMÁNY TERÜLETE

A jelen találmány egy légkezelési módszerre és készülékre vonatkozik. Konkrétabban a találmány egy olyan módszerre és készülékre vonatkozik, amely a beltéri levegőben jelen lévő kórokozók inaktiválására és a szennyező anyagok eltávolítására szolgál. A jelen tanulmány keretében egy olyan módszer és készülék áll rendelkezésre, amely a levegő légköri plazmakisülésnek való kitettségét eredményezi. Ez az expozíció a levegőben lévő baktériumok, vírusok és egyéb kórokozók elpusztítását eredményezi. A plazmakisülés felelős a levegőben lévő egyéb szennyező anyagok disszociációjáért is.

## 15 A TALÁLTMÁNY HÁTTERE

Az egészséget veszélyeztető légszennyező anyagok három csoportra oszthatók: (a) a levegőben terjedő kórokozók, amelyek magukban foglalnak minden olyan betegséget okozó organizmust, amely a levegőn keresztül terjed a környezetben; (b) a levegőben terjedő allergének, amelyek magukban foglalnak minden olyan anyagot, amely lenyelve, belélegezve vagy megérintve allergiás reakciót vált ki, és (c) a levegőben terjedő illékony szerves vegyületek (VOC), amelyek magukban foglalnak minden olyan terméket, amelyet nagy nyomással, levegőben lebegő, apró részecskék formájában történő kipermetezésre terveztek. Az utóbbi kategóriába tartozik számos tisztítószer, hajlakk, különböző típusú alapozó és üzemanyag, például benzin és kerozin, valamint egyéb háztartási, szépségápolási vagy hobbitermékek. Egyes anyagok, különösen az újonnan gyártottak, szintén hozzájárulnak a beltéri levegőben lévő VOC-ok kibocsátásához, amikor idővel gáznemű vegyi anyagokat szivárogtatnak, bocsátanak ki magukból.

A levegőben szálló szennyező anyagok jelentősen felhalmozódhatnak a beltéri környezetben, aminek következtében a belélegzett levegő szennyezetté válhat. Tekintettel arra, hogy az emberek átlagosan idejük mintegy 90%-át beltéri környezetben töltik, érthető, hogy a szennyező anyagok eltávolítása a beltéri levegőből fontos az allergia csökkentése és a fertőzések terjedésének, tehát a "sick building" szindróma megelőzése érdekében.



A légszennyező anyagok alacsony szinten tartása és eltávolítása jellemzően a fűtési, szellőztetési és légkondicionáló (HVAC) rendszerekben történik szűrőközegek segítségével. A jelenlegi korszerű HVAC-rendszerek szűrői a mikrométer (um) átmérőjű részecskéket fogják fel. A nagy hatékonyságú részecskeszűrők (HEPA) az Egyesült Államok Energiaügyi Minisztériuma szerint a 0,3 um átmérőjű részecskék 99,97%-át képesek felfogni. Ezek a részecskék a leginkább behatolásra képes méretűek, és a szűrő hatékonysága nagyobb részecskék esetén nagyobb. A HEPA-szűrők általában véletlenszerűen elrendezett üvegszálakból állnak, amelyek átmérője 0,2 és 0,5 um között van. A részecskéket a szálak három mechanizmus valamelyikével fogják fel: felfogás, elnyelés és diffúzió. Mégis fel kell ismerni, hogy ezek a szűrők nem pusztítják el a mikroorganizmusokat, amelyek idővel felhalmozódhatnak és elszaporodhatnak a szűrőn, és tényleges fertőzési rezervoárrá válhatnak, amely a betegségeket az egész szellőzőrendszerben terjesztheti. Az is ismert, hogy a HEPA-szűrő használata nagy nyomásesést okoz a HVAC-rendszerben, ami csökkenti a szellőzőrendszer általános teljesítményét.

A levegőben terjedő kórokozók elleni védekezésre szolgáló jelenlegi technológiák a következő kategóriákba sorolhatók:

20

(a) levegőben terjedő anyagok felfogására szolgáló rendszerek vagy szűrők, b) levegőben terjedő anyagok inaktiválására szolgáló rendszerek és c) a fentiek valamilyen kombinációja.

25 A légszennyező anyagok felfogására szolgáló rendszerek közé tartoznak a HEPA- vagy hasonló szűrők, a fent leírtak szerint, az említett korlátozásokkal. Alternatív megoldásként a levegőből történő részecskék eltávolítására elektrosztatikus leválasztókat használnak, mint például a 2013/02331 72 számú amerikai szabadalmi kiadványban leírtakat. Ezeknek az eszközöknek a hatékonysága a részecskemérettől függően változik. Különösen ismert, hogy ezek gyenge teljesítményt mutatnak az egy mikron vagy annál kisebb méretű részecskék esetében, és átengedik a levegőben lévő baktériumokat és vírusokat. Továbbá az elektrosztatikus szűrők hajlamosak porosodni a gyűjtőlemezekben, ami idővel csökkenti a teljesítményüket.

30

A levegőben terjedő inaktiválási technológiák közé tartoznak azok is, melyek vegyi anyagokat, UV sugárzást és a plazmakisülés melléktermékeit használják.

5 A kémiai inaktiválásra példa az antimikrobiális párologtató, jellemzően ózon vagy hidrogén-peroxid használatával. Bár ezek a rendszerek hatékonyak, ugyanakkor zavaróak is, mivel a kezelendő beltéri helyiségek kiürítését igénylik, ezért nem alkalmasak normál életkörülmények között történő használatra.

10 A levegő tisztítására szolgáló alternatív találmányok közé tartozik az ultraibolya fény (UV) kibocsátásának alkalmazása a levegőben lévő baktériumok elpusztítására. Például a WO 2003/092751 számú nemzetközi publikáció olyan berendezést ír le, amelyben egy gázt (pl. levegőt) UV-lámpák során vezetnek keresztül. Megérthető, hogy ebben a közegben az egyetlen inaktiválási mechanizmus az UV-sugárzás.

15 A technika jelenlegi állása szerint a plazmagyökök felhasználása a légszűrő közeg sterilizálására is lehetséges; lásd például a 2004/01 84972 A 1 számú amerikai szabadalmi kiadványt. Ebben a dokumentumban azt javasolják, hogy egy felfelé irányuló plazmakisülés aktív gyököket hozhat létre, amelyek a szűrőközegbe áramlanak, és elpusztítják a szűrő által befogott baktériumokat vagy vírusokat. A szűrők csak azokat a  
20 részecskéket fogják fel, amelyek potenciálisan lehetővé teszik a baktériumpopuláció növekedését rajtuk. Ennek a dokumentumnak a tartalma szerint a plazma gyökök elpusztítják a szűrő által csapdába ejtett vírusokat és baktériumokat. Ez a dokumentum emellett említést tesz egy gyökmegsemmisítő szűrőről a szűrőközeg után a felesleges gyökök megsemmisítésére. Ezek a gyökök mérgezőek az emberre. Megérthető, hogy az említett  
25 szűrő meghibásodása mérgező gázok kibocsátását eredményezheti a lakóterekben.

Összefoglalva, a levegő fertőtlenítésének és szennyezőanyag-eltávolításának jelenlegi állása vagy a csapdázó eszközökre támaszkodik, amelyek a kórokozók felhalmozódását eredményezik, ami befolyásolja a készülék teljesítményét, és a fertőző betegségek  
30 rezervoárjává válik, vagy az inaktiváló rendszerekre, amelyek veszélyes anyagokra támaszkodnak, amik súlyos kockázatot jelentenek az emberi egészségre. Ezért felismerték, hogy olyan légkezelési megoldásra van szükség, amely nem használ szűrőközegeket vagy azzal egyenértékű anyagokat. Továbbá az ilyen megoldás nem járhat veszélyes vegyi anyagok előállításával.

A jelen dokumentumban ismertetett találmány életképes megoldást kínál a levegőfertőtlenítése és a szennyezés elleni védelemre.

## 5 A TALÁLMA NY ÖSSZEFOGLALÁSA

A kérelem első megvalósítása a jelen igényben részletezett légkezelő készülékre vonatkozik. További megvalósításokat a kapcsolódó kérelmek írnak le.

## 10 A RAJZOK RÖVID LEÍRÁSA

A találmányt világosabban meg lehet érteni a következő, csak példaként megadott megvalósítás leírásából, a mellékelt rajzokra való hivatkozással, amelyeken:

Az 1. ábra a jelen találmány szerinti készülék egyik megvalósítási formáját mutatja;

15 A 2. ábra az 1. ábra szerinti készülék belső alkatrészeit mutatja;

A 3. ábra a belső alkatrészeket és a készüléken keresztül áramló levegő útját mutatja;

A 4. ábra a jelen találmány szerinti készülék elektródaegységének nézetét mutatja;

Az 5. ábra a 4. ábra elektródaszervelvényének robbantott nézete.

## 20 A TALÁLMA NY RÉSZLETES LEÍRÁSA

A jelen tanulmány a VOC-k eltávolítására és a kórokozók - többek között baktériumok, vírusok, gombák és penészgombák - inaktiválására szolgáló módszerre és készülékre vonatkozik.

25 A jelen tanulmány keretében egy olyan eljárást alkalmaznak, amely során bizonyos légmennyiséget egy adott időtartamig plazma kisülés expozíciónak tesznek ki. Az említett légmennyiséget egy, a légköri plazmakisülést tartalmazó készüléken keresztül áramoltatják. A készülék a plazmakisülés házaként szolgál, és légcsatornaként működik, amelyen a levegő keresztüláramlik. A levegőt egy járókerék vagy azzal egyenértékű  
30 levegőáramoltató eszköz kényszeríti át a készülékházon, pl. ventilátor. A készülék bemeneti és kimeneti nyílásokat tartalmaz, amelyeken keresztül a levegő áramolhat. A plazmakisülést nagyfeszültség elektródapárra történő vezetésével hozzák létre. Az alkalmazott nagyfeszültséget egy megfelelő tápegységgel állítják elő, amely képes egyenáramú vagy váltakozó áramú kisülést fenntartani az említett elektródapár között, körül és/vagy a felületén.

A kórokozók inaktiválása és a VOC-ok eltávolítása a plazmakisülésből származó különféle gyököknek és sugárzásoknak a levegőben lévő kórokozókkal való kölcsönhatásának köszönhető. A plazmában található többek között a kisülés által generált elektronok, ionok és reaktív gyökök. Ezen kívül a plazmakisülés elektromos tereket és ultraibolya  
5 sugárzást is generál. A plazmakisülés inaktiválási hatékonysága arányos a plazmakisülés által a kisülés közelében áramló levegő térfogatára leadott energiával. Ez az energia arányos a plazmakisülés fenntartására alkalmazott teljesítmény és az expozíciós idő hosszával. A berendezésen átáramló levegő adott térfogatának plazmaexpozíciós ideje fordítottan arányos a levegőáramlással.

10

Így érthető, hogy az itt leírt készülék hatékonysága két alapvető paramétertől függ: a plazmakisülés teljesítményétől és a légáramlástól. A szakemberek meg fogják állapítani, hogy létezik olyan teljesítmény- és áramlási sebességtartomány, amely különböző mértékű inaktiválást tesz lehetővé, miközben megfelel a légkezelő rendszerre vonatkozó egyéb  
15 kritériumoknak, beleértve az óránkénti légcserék számát egy adott helyiségméretben és a plazmakisülés által generált gyökök megengedett maximális koncentrációját.

20

A jelen tanulmány a készülék példáján keresztül érthető meg jobban. Az 1. ábra a készülék 3D vetületét mutatja, amely egy házból (15), valamint a légbevezető nyílásból (11, 12) áll. Ezek a területek a készülék házban található. A 2. ábrán látható, hogy a házban található továbbá egy járókerék (23), egy elektródakészlet (24) és egy nagyfeszültségű tápegység (26). A 3. ábra tovább szemlélteti a 23-as járókerék által indukált légáramlást. A levegő (37) a bemeneti részen keresztül jut be a készülékbe, az elektródakészlet (24) körül áramlik, és a kimeneti részen (12) keresztül távozik. A nagyfeszültségű tápegység (26), például egy  
25 nagyfeszültségű transzformátor, fenntartja a plazmakisülést a elektródakészleten (24). Az elektróda-konfiguráció és -konstrukció a légköri plazmakisülésekhez használt különféle elektródaelrendezések közül választható. A szakemberek úgy találják, hogy több kialakítás is megfelelhet az itt leírt készüléknek és módszernek. Például elegendő egy pár koncentrikus dróthálós henger, amelyeket egy kerámiából, üvegből vagy más alkalmas  
30 anyagból készült hengeres dielektromos gát választ el egymástól.

Az elektródaszerelvény és a tartószerkezet javasolt megvalósítása a 4. ábrán látható. Ez az ábra tovább szemlélteti a levegő (37) áramlását az elektródaegység (24) felülete körül. Ebben a megvalósításban az elektródaszerelvény (24) egy külső dróthálós hengerrel (49)

látható, és a szerelvény (24) rögzítő tartókat (48) tartalmaz. A plazma üzemmód ebben a megvalósításban dielektromos gátkisülés (DBD) típusú, egy belső dróthálós hengerrel, amelyet egy dielektromos üvegcső szigetel, ahogyan azt az 5. ábra mutatja. Az elektródaegység hengeres alakja biztosítja, hogy a külső háló teljesen körkörös az elektródaegység körül húzódjon, és hogy a plazma minden irányban egyenletesen keletkezzen az elektródaegységből.

Láthatjuk, hogy a dielektromos gátkisülés eléréséhez szükséges feszültség- és áramparaméterek elsősorban a felhasznált dielektrikum jellegétől függenek, amit az alábbiakban részletezünk. Általában az 1 kV alatti üzemi feszültségek nem praktikusak, és lehetőleg 1 és 6 kV közötti, leginkább 3 és 5 kV közötti, például körülbelül 4 kV körüli üzemi feszültséget használnak. Meg kell érteni, hogy a dielektromos gátkisülés fenntartásához szükséges áram lényegesen kisebb, mint a kisülés elindításához szükséges áram. A plazmagenerátor-egységek áramát (és ezáltal teljesítményét) általában az indítóáramban fejezik ki. Az (indító)áramot 1 és 10 mA, lehetőleg legalább 3 mA körüli tartományban kell alkalmazni. Az egység teljesítménye természetesen a feszültség és az áram kombinációjától függ. A teljesítmény általában nem lehet több 50 wattnál és legalább 4 wattnak kell lennie. A teljesítmény általában 10 és 40 watt közötti tartományban van. Ezek a teljesítményszintek különösen a 0,02-1,0 m<sup>3</sup>-es térfogatú készülékegységek esetében bizonyultak megfelelőnek.

Még az ilyen kis teljesítményű dielektromos gátkisüléssel is lehetségesnek találták, hogy a patogénellenes gyökök jól elszigetelt, lokálisan nagymértékben inaktíváló koncentrációját elérik, amely elegendő a levegőben terjedő szennyező anyagok vagy kórokozók nagyon széles körének inaktiválásához, amint azt az alábbi 1. és 2. táblázat adatai is bizonyítják.

Előnyös, ha a plazmagenerátor egy olyan transzformátorhoz van csatlakoztatva, amely túlfeszültség- és/vagy túlfeszültség-csillapító eszközzel (eszközökkel) van ellátva annak érdekében, hogy minimalizálja a kimeneti feszültségnek a normál szint feletti átmeneti eltéréseit, amelyek az inaktiválási zóna ideiglenes kiterjesztését eredményezhetik a ház körül, amelyben az elektródák vannak elhelyezve, és/vagy túl magas patogénellenes hatóanyagszintek előállítását.

Fontos, hogy a transzformátor a közvetlen légáramlási útvonalon kívül helyezkedik el, így minimalizálja a plazma / patogénellenes anyagoknak való kitettség és a készülék

használata során bekövetkező esetleges meghibásodás kockázatát. Ez azt is biztosítja, hogy a transzformátor nem zavarja az elektródaegységen áthaladó levegő áramlását.

A készülékben egy váltakozó áramú tápegység is elhelyezhető. Ez lehetőleg a transzformátorral egy helyen legyen elhelyezve, úgy, hogy az se akadályozza a légáramlást. A kis teljesítményű dielektromos gátkisüléses készülék váltakozó áramú tápellátásában a frekvenciák széles skálája használható, sőt, valamivel magasabb frekvenciák is biztonságosan alkalmazhatók, mint a hagyományos nagy teljesítményű plazmagenerátorok esetében. Kézenfekvően 50 és 1000 Hz közötti frekvenciájú váltakozó áramú tápegység használható.

Meg kell érteni, hogy a kisülési egységet meghatározó elektródák méretezése és elhelyezése a légáramlási útvonalhoz képest igen fontos. Az a légcsatorna, amelyen belül elhelyezkednek, nem lehet kisebb, mint a dielektromos gátkisülés által létrehozott plazma inaktiválási zónájának befogadásához szükséges térfogat, és nem lehet olyan nagy, hogy lényegében a házon belül ne a teljes légtömeg haladjon át az említett inaktiválási zónán. Érthető, hogy ebben az összefüggésben az inaktiváló zóna a kisülési egységet körülvevő térfogat, amely a levegőben lévő szennyező anyagok vagy kórokozók jelentős mértékű inaktiválásához elegendő, megnövelt koncentrációjú patogénellenes hatóanyagot tartalmaz. Az inaktiváló zóna a tekercs külső felületén és az áramlási irányt tekintve lefelé helyezkedik el.

A teljes inaktiváló zóna az áramlás összes (felső, középső és alsó) rétegének kombinációja, mivel a patogénellenes hatóanyagok hajlamosak a teljes térfogatban eloszlani és a mikroorganizmusok inaktiválását okozni.

A légáramlásnak a kisülési egység elektródái felett és alatt kell áthaladnia, és nem azon keresztül, azaz a kisülő egységen belül nincsenek olyan légrések, amelyek lehetővé teszik a levegő bejutását, vagy amelyekben potenciálisan felhalmozódhatnának a kórokozóellenes anyagok.

A jelen találmánnyal összhangban egy olyan kisülési egységet alkalmaznak, amelyet szilárd dielektrikummal javasolt használni, hogy dielektromos gátkisülést hozzon létre, ami a jelen feltalálók szerint a következetesebb és megbízhatóbb plazmagenerációs teljesítmény elérését biztosítja.

Különböző geometriai formák is lehetségesek. A jelen esetben előnyben részesül egy általában csőszerű geometria, csőszerű dielektrikummal, amelynek belső és külső felületén általában csőszerű elektródák vannak. Ez a csőszerű forma a levegő áramlását a kisülési egység köré irányítja. Mindkét elektródánál plazma keletkezik. Érdemes háló alakú elektródát használni, amely egy tekercset formáz, így maximalizálja a dielektromos felület azon területeit, amelyeken plazma keletkezik. Ebben az összefüggésben fel kell ismerni, hogy a lényegében "zárt" hálók kevésbé alkalmasak, mivel ezek csökkentik a szabad dielektromos felületet. Másrészt a túlságosan "nyitott" hálók általában kevésbé hatékonyak az egység adott méreténél előállított plazma mennyiség szempontjából. A legelőnyösebb, ha az elektródák tökéletesen koaxiális hengeres háló formájúak, amelyek között a dielektrikum szendvicsszerűen helyezkedik el. Jelen esetben a kis teljesítményű kisülési egység koncentrikus cső alakú fémhálós elektródákat tartalmaz, amelyeket dielektrikum választ el egymástól.

Ideális esetben a kis teljesítményű kisülési plazmaegység cső alakú rozsdamentes acélból készült hálóelektródákat tartalmaz. Bár a technika ismer számos más alkalmas elektródaanyagot, a rozsdamentes acél különösen alkalmas, többek között a korrózióval, valamint a plazmakisülés oxidatív és egyéb károsodásaival szembeni ellenállása miatt. A hálóelektródák célja, hogy maximalizálják a dielektromos gátkisülést és ezáltal a plazma előállítása számára rendelkezésre álló felületet. Azonban más tényezők, mint például a létrehozott elektromágneses mezőre gyakorolt hatások, különösen a mezőnek a váltóáram 50 Hz-es ciklusa során történő létrehozásával és összeomlásával kapcsolatos hiszterézishatások is befolyásolják a háló kiválasztását és a háló finomságát. Ideális esetben a külső elektróda hálója durvább, mint a belső elektródáé, mivel ez inkább a külső, mint a belső elektródán történő plazmaképződésnek kedvez. Egy még előnyösebb megvalósításban a belső elektróda szémszáma 50-30\* 45-25 (hüvelykenként vagy 25,4 mm-enként), a külső elektródáé pedig 35-20\* 40-20.

Egy különösen előnyös megvalósításban a belső elektróda 204 szémszáma 40\*34 (hüvelykenként vagy 25,4 mm-enként) 38 swg drótból (0,15 mm átmérőjű), a külső elektródáé pedig 24\*28 30 swg drótból (0,3 mm átmérőjű) áll.

A hatékony dielektromos gátkisüléshez az is szükséges, hogy az elektródák tömege lényegében kiegyensúlyozott legyen, azaz legfeljebb 20%-kal, de lehetőleg legfeljebb 10%-kal térjen el egymástól. Ez különösen fontos a fent említett cső alakú konfigurációjú kisülési

egység esetében.

Az is érthető, hogy a dielektromos gátkisüléses plazmaegység teljesítménye az elektródák méretével függ össze. Általánosságban előnyös, ha minden egyes hálóelektróda felülete 25 és 100 cm<sup>2</sup>, pontosabban 40 és 90 cm<sup>2</sup> között legyen. A jelen tanulmányban szereplő tekercs tipikus hossza 5,5 cm vagy 13 cm és átmérője 2,9 cm. Ezek a tekercsek 50, illetve 118 cm<sup>2</sup> területűek. A plazmatekercsek által felvett teljesítmény 10 és 20 W között van, ami 0,2 és 0,4 W/cm<sup>2</sup> közötti teljesítménysűrűséget, illetve 0,08 és 0,16 W/cm<sup>2</sup> közötti teljesítménysűrűséget eredményez tekercsenként. A jelenlegi tekercset tartalmazó plazmagenerátor 1 W/cm<sup>2</sup>-nél kisebb teljesítménysűrűségű értékekkel működik, jellemzően 0,1 és 0,5 W/cm<sup>2</sup> közötti tartományban.

Meg kell érteni, hogy szilárd dielektrikum esetén a plazma létrehozása dielektromos gátkisülés alkalmazásával nagymértékben függ a dielektrikum vastagságától, és különösen a jelen találmány esetében alkalmazott alacsonyabb feszültségeknél szükséges a dielektrikum vastagságának minimalizálása. Ugyanakkor az is érthető, hogy a kisülési egységnek elég erősnek kell lennie ahhoz, hogy elkerülje a kisülési plazma területén belül fellépő jelentős feszültségek okozta károsodást.

Az 5. és a 4. ábra az elektródaegység (24) és annak tartóinak (48) robbantott nézetét mutatja. A belső drótháló (510) és a külső drótháló (49) elektromosan kapcsolódik az elektróda érintkezőihez (512). A tartó érintkezőire (513) nagyfeszültséget kapcsolnak, amely lehetővé teszi, hogy a belső (510) és a külső (49) drótháló ellentétes polaritású nagyfeszültséget kapjon. Az elektródaszerelvény meghajtásához szükséges áramot egy erre alkalmas transzformátor (nem látható) biztosítja. Elektromos vezetékeket használnak a feszültségnek a transzformátortól az érintkezőtartóhoz (513) való eljuttatására, melyek az elektródaérintkezőket (512) látják el a szükséges feszültséggel. Az elektródaegységet szigetelő sapkák (511) tartják össze. A szerelvényt szigetelőtartók (48) tartják, és ezeket nyomószegecsek (515) rögzítik.

A szigetelő sapkák (511) és a tartók (48) biztosítják, hogy a tartókontaktusokra (513) kapcsolt feszültség véletlenül se kerüljön a készülék házára. A tartók (48) úgy vannak a készülék házába (15) szerelve, hogy az elektródaegység a légáramlás (37) irányával merőlegesen helyezkedik el. Ez a 3. ábrán is megfigyelhető.

Azt is meg kell jegyezni, hogy a belső és külső drótháló elrendezése közvetlen kapcsolatot



tart fenn a dielektromos üvegcső teljes felületével, így biztosítja, hogy a dielektromos egység (24) körül ne legyenek olyan légzsebek, ahol megemelkedett plazma szintek képződhetnek. Az elektródaegység (24) keresztirányú elhelyezkedése a tisztítandó vagy más módon kezelendő levegőt szállító légáramhoz képest szintén fontos, mivel ez biztosítja, hogy a

5 légáramlás ne tudja megkerülni az elektródaegységet anélkül, hogy plazma kisülésnek lenne kitéve. Konkrétan az elektródaegység úgy van elhelyezve, hogy az elektródaegységhez közeli inaktiváló zónában plazmát generáljon és bocsásson ki. A feltalálók abból indulnak ki, hogy a plazmakisülés inaktiválási hatékonysága a plazmakisülés közelében áramló levegőtől függ, és ezért az elektródaegységnek a légáramlás irányával

10 keresztirányú elrendezése biztosítja, hogy az elektródaegység (24) körül inaktiváló zóna alakuljon ki, amelyen a légáramnak (37) át kell haladnia ahhoz, hogy elérje a kimeneti nyílást (12).

Az elektródaegység (24) a készülék házának (15) belső felületétől távolabb történő

15 felszerelése szintén előnyös. Az ilyen rögzítés biztosítható olyan tartók (48) használatával, amelyek az elektródaegység (24) maximális hatékonyságát biztosítják. A plazma a külső hálóból (49) képződik a fent említett inaktiválási zóna létrehozása érdekében. Azáltal, hogy az elektródaszerelvényt megemelték, ez az inaktiválási zóna teljesen körbeöleli az elektródaszerelvényt, és így a levegő az alatt és felett is áthaladhat, miközben ugyanolyan

20 energiájú plazmának van kitéve.

Az elektródaegység által létrehozott inaktiváló zónában a plazmakoncentráció elegendő ahhoz, hogy hatékonyan inaktiválja a levegőben lévő szennyező anyagokat, amelyek a légáramban vannak. Továbbá a plazmakoncentráció az inaktiváló zónán kívül kellőképpen

25 lecsökken, hogy a plazmakisülés által létrehozott patogénellenes anyagok koncentrációja a készülék kimeneti nyílásán (12) kilépő megtisztított levegőben fiziológiailag elfogadható szinten legyen.

Meg kell jegyezni, hogy a fentiekben leírtak szerint a jelen találmány módszere és készüléke

30 nem foglalja magában fizikai légszűrő rendszer, például előszűrő, HEPA-szűrő vagy azzal egyenértékű szűrő használatát.

A készülék egy alternatív megvalósításában a levegőt egy csatornarendszeren keresztül a plazmakisülés köré irányítják vagy kényszerítik. Az említett csatornarendszer úgy van

kialakítva, hogy a plazmakibocsátás körül a teljes levegő a kibocsátástól számított 1 centiméteren belül áramoljon.

A jelen tanulmánnyal összhangban lévő készülék tesztelése mind a baktériumok, mind a vírusok elpusztításában hatékonyságot mutatott. Az 1. táblázat a baktériumok tesztelésére vonatkozó adatokat mutatja, míg a 2. táblázat a vírusok tesztelésére vonatkozó hasonló eredményeket mutatja.

|                  |                |         |         |    |         |
|------------------|----------------|---------|---------|----|---------|
| Escherichia coli | Gram -ve       | 2.1E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.typhi murium   | Gram -ve       | 4.6E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| E.agglomerans    | Gram -ve       | 3.9E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| E.gergoviae      | Gram -ve       | 4.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| A.aerogens       | Gram -ve       | 7.1E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.marcescens     | Gram -ve       | 8.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| E.sakazakii      | Gram -ve       | 3.4E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| E.coli 0157 H:7  | Gram -ve       | 3.5E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| P.aeruginosa     | Gram -ve       | 6.1E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| P.putida         | Gram -ve       | 8.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
|                  |                |         |         |    |         |
| S.aureus oxford  | Gram +ve       | 4.3E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.aureus MSRA    | Gram +ve       | 4.8E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.epidermidis    | Gram +ve       | 3.7E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| M.luteus         | Gram +ve       | 9.0E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.faecalis       | Gram +ve       | 7.3E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.pyogenes       | Gram +ve       | 3.6E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| B.cereus         | Gram +ve       | 7.1E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| B.globigii       | G+ve Spore     | 7.9E+05 | 1.0E+01 | >5 | 99.999  |
| B.subtilis       | G+ve Spore     | 2.1E+05 | 3.0E+01 | >5 | 99.986  |
| B. megaterium    | G+ve Spore     | 6.2E+05 | 9.0E+01 | >5 | 99.985  |
|                  |                |         |         |    |         |
| S.cerevisiae     | Yeast          | 4.3E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.bailli         | Yeast          | 7.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| Pichia mixed sps | Yeast          | 6.3E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| S.ludwigii       | Yeast          | 6.0E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| A.niger          | Mould mycelial | 6.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| A.flavus         | Mould mycelial | 7.8E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| F.poea           | Mould mycelial | 7.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| P.digitatum      | Mould mycelial | 6.9E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| F.graminerium    | Mould mycelial | 4.3E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| A.niger          | Mould Spore    | 8.2E+05 | 7.0E+01 | >5 | 99.991  |
| A.flavus         | Mould Spore    | 6.7E+05 | 5.0E+01 | >5 | 99.993  |
| F.poea           | Mould Spore    | 8.2E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| P.digitatum      | Mould Spore    | 6.7E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |
| F.graminerium    | Mould Spore    | 2.9E+05 | 0.0E+00 | >5 | >99.999 |

1. táblázat

| Kórokozó          | Típus    | Átl. cfu/m <sup>3</sup> /h<br>a bemenő<br>kezelendő<br>légáramlatban | Átl. cfu/m <sup>3</sup> /h<br>a kimenő<br>kezelt<br>légáram-<br>latban | Átl. csökkenés<br>Log/cfu/m <sup>3</sup> /h<br>a kimenő kezelt<br>légáramlatban | Látható<br>százalékos<br>csökkenés |
|-------------------|----------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| CTX               | SS DNA   | 4.3E+12                                                              | 8.1E+02                                                                | >12                                                                             | >99.999                            |
| ScV-L-BC          | DS RNA   | 9.2E+12                                                              | 4.6E+02                                                                | >12                                                                             | >99.999                            |
| FcoV (attenuated) | SS + RNA | 7.1E+12                                                              | 3.0E+02                                                                | >12                                                                             | >99.999                            |
| T4 Phage          | DS DNA   | 5.3E+12                                                              | 7.4E+02                                                                | >12                                                                             | >99.999                            |

2. táblázat

Az 1. és a 2. táblázat szerint is az 1 W/cm<sup>2</sup>-nél kisebb teljesítménysűrűséggel működő plazmagenerátorral rendelkező készülék a baktériumok vagy vírusok minden osztályára vonatkozóan legalább >Log 5 ölési arányt ért el.

Azokon a helyszíneken különösen hasznos a találmány antimikrobiális hatása, ahol a szellőzés korlátozott vagy ahol a levegőt újra keringtetik; ilyen helyek például a kórházak, az élelmiszer-előkészítési területek, a laboratóriumok. A steril műszerek és anyagok a találmány segítségével sterilizált légkörben tarthatók, ami meghosszabbíthatja azok eltarthatósági idejét, ami jelentős megtakarítást eredményezhet. A találmány olyan berendezést biztosít, amely az ilyen tárolásra szolgáló egységet steril, száraz levegővel látja el, amely képes a tárolt műszerek sterilitását hosszabb ideig fenntartani. Az egyik különösen hasznos alkalmazási terület az árvízkárosult épületeknél jelentkezik, ahol a gombaspórák eltávolítása a levegőből minimálisra csökkentheti a penész későbbi növekedését és a rothadás kialakulását az épület szerkezetében, ami jelentősen csökkenti a károkat és a javítási költségeket. Egy másik alkalmazási módnál a készüléket légáramot szállító csatornába vagy csővezetékbe lehet beépíteni, mint például egy légkondicionáló rendszerben.

Általában, amikor a levegőben lévő szennyező anyagokat vagy kórokozókat távolítják el egy helyiségből vagy más, többé-kevésbé zárt térből, a szükséges kezelés mennyisége a szennyező anyag/patogén jellegétől és a levegő terhelésétől függ. Bár a szennyezőanyag/patogén terhelés fokozatos csökkentése érdekében elvileg többszöri

áthaladás is alkalmazható, a találmány különös előnye, hogy a találmány szerinti készülékkel a zárt inaktiválási zónában elérhető viszonylag magas patogénellenes hatóanyag-koncentrációk általában egyszeri áthaladás során lényegében teljes inaktiválást biztosítanak, ezáltal minimalizálva a szükséges légcserek számát.

- 5 Jellemzően ott, ahol a bakteriális szennyeződések eltávolítása a cél, legalább 5-szörös légcserét kell biztosítani óránként, míg a közepes vagy magas dohányfüstterhelésű helyeken kívánatos lehet a legalább 10-szeres, vagy több légcsere biztosítása. A helyiség kezeléséhez szükséges teljes légáramlás könnyen meghatározható a helyiség térfogatából és a szükséges légcserek számából. Bár elvileg lehetséges nagyobb áramlási sebességet elérni nagyobb
- 10 méretű készülékekkel, általában előnyösebb, ha több készülékegységet használnak. Ebben az összefüggésben érthető, hogy egynél több kisülési plazmaegység is felszerelhető ugyanabba a légcsatornába, feltéve, hogy az összes generátor inaktiválási zónája a légcsatornán belül van. Továbbá egynél több kisülési egységet egy (közös) transzformátorral is lehet táplálni, bár a transzformátor teljes teljesítménye ekkor megoszlik a kisülési egységek
- 15 között.

- Az ebben a leírásban használt "magában foglalja" szavak a megadott jellemzők, egész számok, lépések vagy összetevők jelenlétének meghatározására szolgálnak, de nem zárják ki egy vagy több más jellemző, egész szám, lépés, összetevő vagy ezek csoportja jelenlétét
- 20 vagy hozzáadását.

**IGÉNYLÉSEK**

1. Légkezelő készülék, az alábbiakkal:

készülék ház, amely egy bemeneti és egy kimeneti nyílás közötti kényszer  
5 légáramlást eredményez;

egy légáramlást előidéző járókerék (ventilátor), amely a levegő áramlásának  
előidézésére szolgál az említett légáramlási útvonalon keresztül;

és egy a légáramlási útvonalban felfüggesztett és az indukált légáramlási útvonalra  
keresztirányban elhelyezett elektródaegység.

10 ahol az elektródaegység úgy van kialakítva, hogy  $1 \text{ W/cm}^2$ -nél kisebb teljesítmény-  
sűrűséggel működjön, így hossz tengelye körül körkörös plazmakisülést hozzon létre,  
melyben az indukált légáramban lévő levegő részecskék vagy alkotórészek ki lesznek  
téve a plazma hatásának.

15 2. Az 1. pontban leírt légkezelő készülékben az elektródaegység hengeres alakú, hossza  
nagyobb, mint az átmérője, és az elektródaegység úgy van elhelyezve a készülékházban,  
hogy hossz tengelye keresztirányú az indukált légáramlási útvonalra.

3. A 2. pontban leírt légkezelő készülék továbbá tartalmaz egy-egy tartót az  
elektródaegység mindkét végén azért, hogy az elektródaegységet a készülékház  
20 oldalfalaitól megemelt helyzetben, attól távol rögzítse.

4. A 3. pontban leírt légkezelő készülékben lévő tartók szigetelőanyagot tartalmaznak az  
elektródaegység és a készülékház közötti elektromos vezetés megakadályozására.

25 5. A 2. pontban leírt légkezelő készülékben lévő elektródaegység egy henger alakú belső  
hálóból és egy külső hálóból áll, melyeket egy hengeres dielektromos gát választ el  
egymástól.

6. Az 5. pontban leírt légkezelő készülékben lévő elektródaegység mindkét végén egy  
30 szigetelő sapka helyezkedik el, amely a belső hálót, a külső hálót és a dielektromos gátat  
egymással érintkezésben tartja.

7. Az 5. és 6. pontban leírt légkezelő készülékben a belső háló és a külső háló teljes  
felülete érintkezik a hengeres dielektromos gáttal.

8. Az 5.-től 7. pontig leírt légkezelő készülékben a belső háló és a külső háló elektromosan  
csatlakozik az elektródaegység mindkét végén lévő elektródaérintkezőkhöz,

és az érintkezők ellentétes polaritású feszültséget juttatnak a belső és a külső hálóra.

9. Az 5.-től a 8. pontig leírt légkezelő készülékben a belső háló és a külső háló közül legalább az egyik teljes egészében az elektródaegység körül húzódik.

5

10. A 9. pontban leírt légkezelő egységben a belső háló és a külső háló közül legalább az egyik az elektródaegység hossz tengelye körül folytonos felületet biztosít.

10 11. Az előző pontokban leírt légkezelő egység készülékháza egy csőrendszert alkot, amely a levegő áramlási útvonalát az elektródaegységhez, valamint az elektródaegység köré irányítja.

12. A 11. pontban leírt légkezelő egység háza téglalap alakú, ahol a bemenet az egyik végén és a kimenet a másik végén található.

15 13. A 12. pontban leírt légkezelő egység kimeneti nyílása egy kimeneti területrészt tartalmaz a készülékház két szomszédos oldalán.

14. Az előző pontokban leírt légkezelő egységben a levegő a légáramlási útvonalra merőlegesen lép ki a kimeneti nyíláson át.

20 15. Az előző pontokban leírt légkezelő egységben az elektródaegység  $0,1$  és  $0,5 \text{ W/cm}^2$  közötti teljesítménysűrűséggel működik.

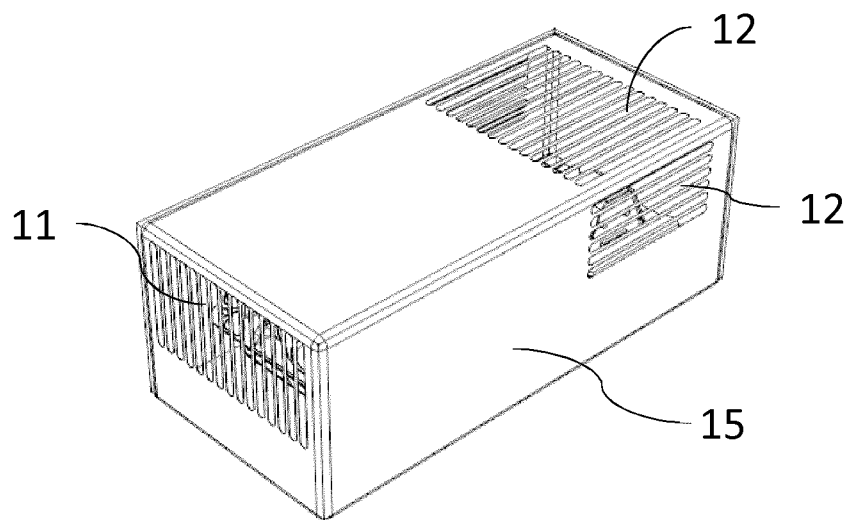
16. Az előző pontokban leírt légkezelő egységben a plazmagenerátor koncentrikus cső alakú fémhálós elektródákat tartalmaz, amelyeket dielektrikum választ el egymástól.

25 17. A 16. pontban leírt légkezelő egységben az elektródák fémhálóból állnak.

18. A 16. és 17. pontban leírt légkezelő egységben a külső elektróda hálószerkezete durvább, mint a belső elektródaé azért, hogy a plazma keletkezését inkább a külső, mint a belső elektródán segítse elő.

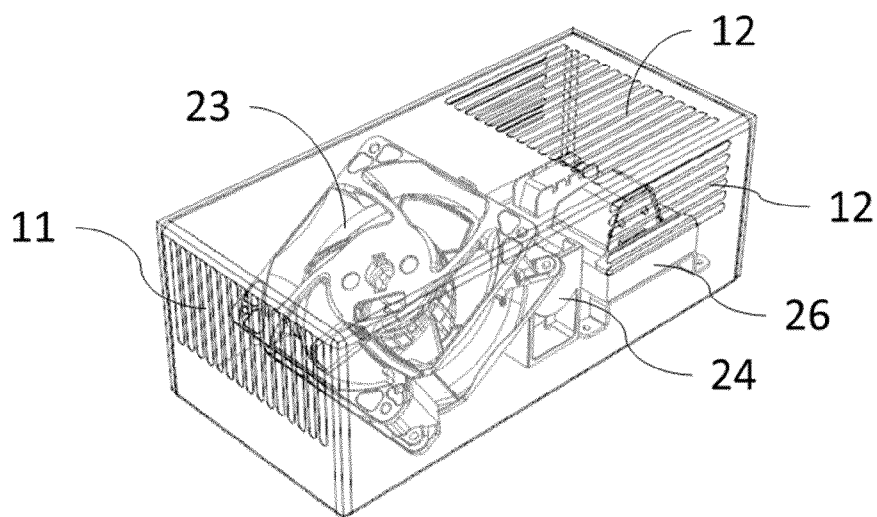
30 19. A 18. pontban leírt légkezelő egységben a belső elektróda szémszáma  $40 \times 34 / 25,4$  mm,  $0,15$  mm átmérőjű huzal használatával, a külső elektróda szémszáma pedig  $24 \times 28 / 25,4$  mm,  $0,3$  mm átmérőjű huzal használatával.

20. Az előző pontokban leírt légkezelő egységben a plazmakisülés körüli teljes légáramlás a kisülés  $1$  centiméterén belülre irányul.



5

Figure 1 1. ábra



10

Figure 2 2. ábra

15

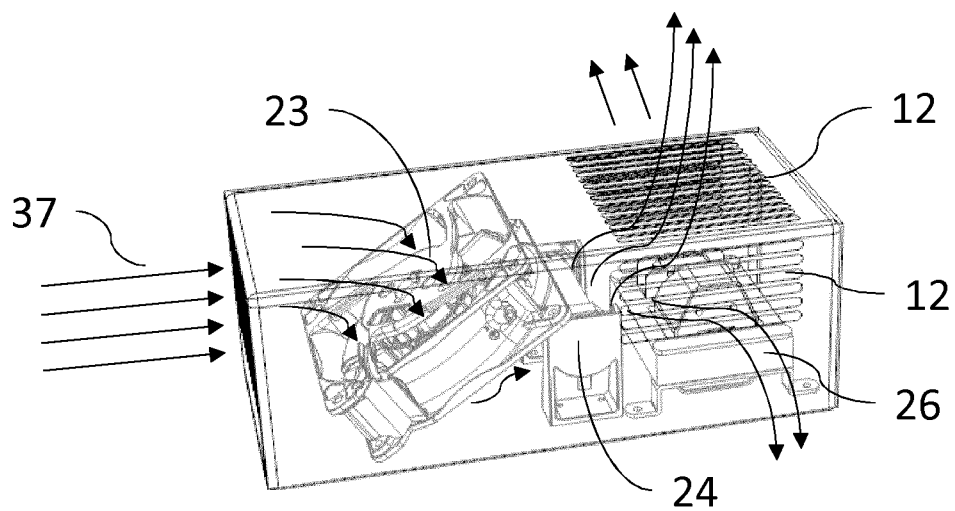


Figure 3 3. ábra

5

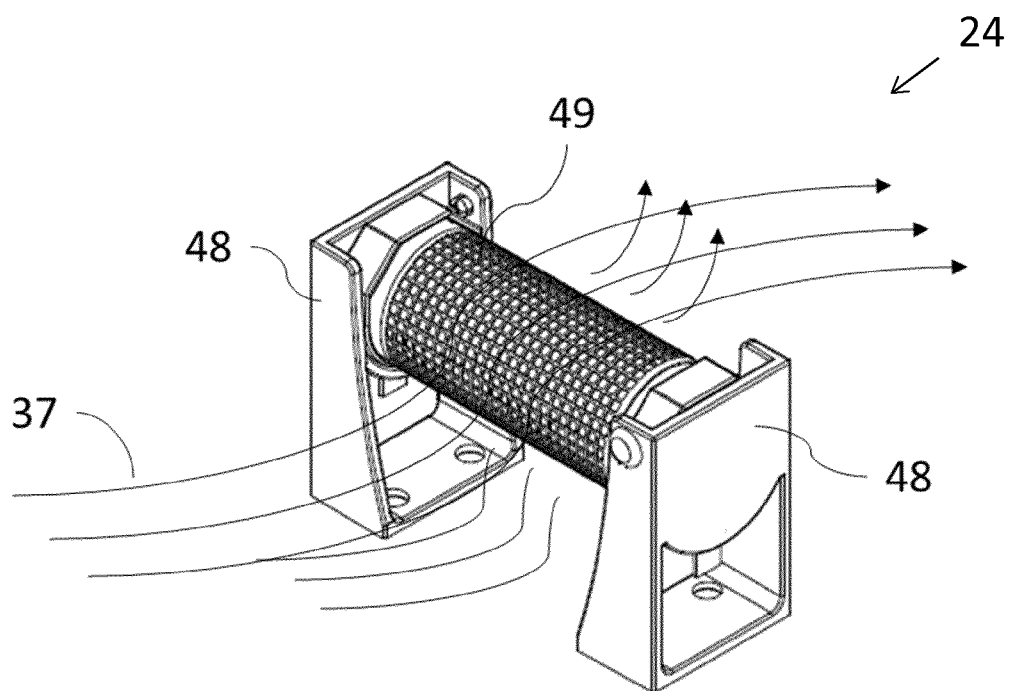


Figure 4 4. ábra

10



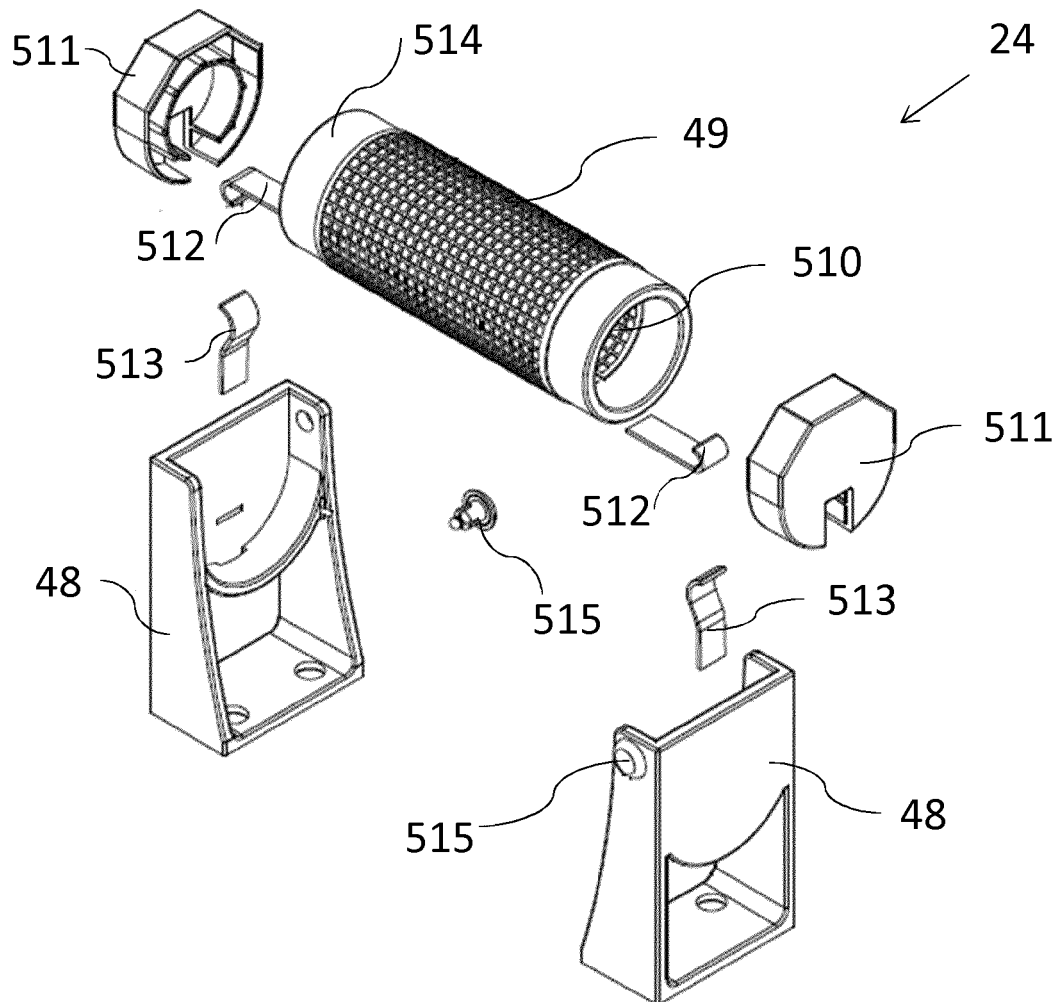


Figure 5 5. ábra

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/054691

A. TÁRGYI ESZKÖZ BESOROLÁSA

INV. H05H1/24

A61L9/22

ADD.

A nemzetközi szabadalmi osztályozás (IPC) vagy a nemzeti osztályozás és az IPC szerint is

B. KERESETT MEZŐK

Minimális keresett dokumentáció (osztályozási rendszer, amelyet osztályozási jelek követnek)

H05H A61L

A minimális dokumentáción kívül keresett dokumentáció, amennyiben az ilyen dokumentumok szerepelnek a keresett mezőkben.

A nemzetközi keresés során felhasznált elektronikus adatbázis (az adatbázis neve és - amennyiben lehetséges - a használt keresőkifejezések)

EPO-Internal , WPI Data

## C. RELEVÁNSNAK ÍTÉLT DOKUMENTUMOK

| Kategória* | A dokumentum kijelentései, adott esetben a vonatkozó részek megjelölésével                                                                                                                                                                                            | Kijelentés száma |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Y          | US 2006/182672 AI (HALLAM DAVID R [GB]<br>HALLAM DAVID RICHARD [GB] )<br>2006 Augusztus 17.(2006-08-17)<br>paragraph [0009] - paragraph [0010]<br>paragraph [0013]<br>paragraph [0019] - paragraph [0022]<br>paragraph [0053] - paragraph [0054]<br>Ábra 1,4<br>----- | 1-20             |
| Y          | US 2007/253860 AI (SCHRODER WERNER [DE] )<br>2007. november 01. (2007-11-01)<br>paragraph [0018]<br>paragraph [0059]<br>paragraph [0063]<br>Ábra 2,4,8<br>-----<br>-/-                                                                                                | 1-20             |



További dokumentumok a C. cella folytatásában találhatók.



Lásd a szabadalomcsalád mellékletét.

\* Az idézett dokumentumok különleges kategóriái:

"A" a technika általános állását meghatározó dokumentum, amely nem tekinthető különösen fontosnak

"E" korábbi bejelentés vagy szabadalom, amelyet a nemzetközi bejelentési napon vagy azt követően tettek közzé

"L" olyan dokumentum, amely kétségesse teheti az elsőbbségi igény(e)ket, vagy amelyet egy másik idézet közzétételi időpontjának megállapítására vagy más különleges okból (a megadottak szerint) idéznek.

"O" szóbeli közlésre, felhasználásra, kiállításra vagy más eszközre utaló irat

"P" a nemzetközi bejelentési napot megelőzően, de az igényelt elsőbbségi napnál későbbi időpontban közzétett dokumentumot

"T" a nemzetközi bejelentési nap vagy az elsőbbségi nap után közzétett későbbi dokumentum, amely nem ütközik a bejelentéssel, de a találmány alapjául szolgáló elv vagy elmélet megértése érdekében hivatkoznak rá

"X" különös jelentőségű dokumentum; az igényelt találmány nem tekinthető újnak vagy nem tekinthető feltalálói tevékenységet magában foglalónak, ha a dokumentumot önmagában tekintjük.

"Y" különös jelentőségű dokumentum; az igényelt találmány nem tekinthető feltalálói tevékenységet magában foglalónak, ha a dokumentumot egy vagy több más ilyen dokumentummal kombinálják, mivel az ilyen kombináció a szakmában jártas személy számára nyilvánvaló.

"&amp;" ugyanannak a szabadalomcsaládnak a tagja

A nemzetközi kutatás tényleges befejezésének időpontja

2015 Május 21

A nemzetközi kutatási jelentés postázásának időpontja

2015/05/29

Az ISA neve és levelezési címe:

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Felhatalmazott tisztviselő

Capostagno, Eros

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/054691

| C(Folytatás). RELEVÁNSNAK ÍTÉLT DOKUMENTUMOK |                                                                                                                                                                                                |                    |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Kategória*                                   | A dokumentum kijelentései, adott esetben a vonatkozó részek megjelölésével:                                                                                                                    | Kijelentés száma   |
| A                                            | wo 2011/123512 AI (UNIV DREXEL [US] ;<br>FRIDMAN GREGORY [US] ; FRIDMAN ALEXANDER<br>[US] ; MUKHIN) 2011. október 06<br>(2011-10-06) paragraph [0034] - paragraph<br>[0051]<br>Ábra 1, 4 ----- | 1                  |
| A                                            | wo 2013/076459 AI (TRI AI R DEVELOPMENTS<br>LTD [GB] ) 2013. május 30 (2013-05-30)<br>a teljes dokumentum -----                                                                                | 5,7-10,<br>16-19   |
| A                                            | us 2012/093691 AI (MOLE ALAN [GB] )<br>2012. április 19 (2012-04-19)<br>paragraph [0068] - paragraph [0069]<br>Ábra 4 -----                                                                    | 1, 2, 16,<br>17,20 |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/054691

| A keresési jelentésben hivatkozott<br>szabadalmi dokumentum | Kiadás dátuma | Szabadalom család tagja(i)                                                                                                                                                                                                                      | Kiadás dátuma |
|-------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| US 2006182672                                               | Al 2006-08-17 | AT 530203 T 2011-11-15<br>AT 530242 T 2011-11-15<br>US 2006182672 Al 2006-08-17<br>US 2007086932 Al 2007-04-19                                                                                                                                  |               |
| US 2007253860                                               | Al 2007-11-01 | AU 2005296758 Al 2006-04-27<br>CA 2584532 Al 2006-04-27<br>DE 102005003923 Al 2006-04-20<br>EP 1804841 A2 2007-07-11<br>JP 2008516652 A 2008-05-22<br>KR 20070090162 A 2007-09-05<br>US 2007253860 Al 2007-11-01<br>WO 2006042740 A2 2006-04-27 |               |
| WO 2011123512                                               | Al 2011-10-06 | US 2013330229 Al 2013-12-12<br>WO 2011123512 Al 2011-10-06                                                                                                                                                                                      |               |
| WO 2013076459                                               | Al 2013-05-30 | CN 104041193 A 2014-09-10<br>EA 201491038 Al 2014-09-30<br>EP 2783554 Al 2014-10-01<br>GB 2496888 A 2013-05-29<br>JP 2015506054 A 2015-02-26<br>KR 20140107311 A 2014-09-04<br>US 2014294681 Al 2014-10-02<br>WO 2013076459 Al 2013-05-30       |               |
| US 2012093691                                               | Al 2012-04-19 | CN 102427831 A 2012-04-25<br>EP 2411058 Al 2012-02-01<br>GB 2468865 A 2010-09-29<br>JP 5598770 B2 2014-10-01<br>JP 2012521240 A 2012-09-13<br>RU 2011142736 A 2013-04-27<br>US 2012093691 Al 2012-04-19<br>WO 2010109160 Al 2010-09-30          |               |