

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| <b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b> | <b>102021000030032</b> |
| <b>Data Deposito</b>                | <b>26/11/2021</b>      |
| <b>Data Pubblicazione</b>           | <b>26/05/2023</b>      |

Classifiche IPC

| Sezione | Classe | Sottoclasse | Gruppo | Sottogruppo |
|---------|--------|-------------|--------|-------------|
| F       | 24     | F           | 8      | 192         |

| Sezione | Classe | Sottoclasse | Gruppo | Sottogruppo |
|---------|--------|-------------|--------|-------------|
| F       | 24     | F           | 8      | 22          |

| Sezione | Classe | Sottoclasse | Gruppo | Sottogruppo |
|---------|--------|-------------|--------|-------------|
| F       | 24     | F           | 8      | 80          |

| Sezione | Classe | Sottoclasse | Gruppo | Sottogruppo |
|---------|--------|-------------|--------|-------------|
| F       | 24     | F           | 110    | 50          |

Titolo

|                                                               |
|---------------------------------------------------------------|
| PROCESSO E APPARATO PER LA PURIFICAZIONE DELL'ARIA AMBIENTALE |
|---------------------------------------------------------------|

Descrizione dell'invenzione avente per titolo:

**"PROCESSO E APPARATO PER LA PURIFICAZIONE DELL'ARIA  
AMBIENTALE"**

a nome di **OVER S.p.A.**, di nazionalità italiana, con sede  
5 in Via Maffio Maffii, 11 - **00157 ROMA**

Inventori: Adriano CEROCCHI, Vincenzo GUTTADAURIA, Lorena  
NAPPA

\*\*\*\*\*

La presente invenzione concerne un processo e un  
10 apparato per il trattamento dell'aria ambientale, in  
particolare per la purificazione della stessa.

Nel contesto della presente invenzione, con  
l'espressione "purificazione" ci si riferisce a un  
trattamento dell'aria ambientale volto ad eliminare o  
15 perlomeno ridurre in maniera consistente microrganismi  
quali batteri, virus e funghi presenti nell'aria di un  
ambiente, oltre ad abbattere la quantità di particelle  
solide sospese, come polvere e simili.

Allo stato dell'arte sono note svariate tipologie di  
20 apparati per la filtrazione e purificazione dell'aria.

Fra queste, sono piuttosto diffusi apparati  
equipaggiati con dispositivi precipitatori elettrostatici  
(o ESP).

Tali dispositivi precipitatori elettrostatici  
25 sottopongono l'aria ambientale a un campo elettrico (o

elettrostatico) molto intenso nel quale si genera una scarica elettrica (chiamata scarica effetto "corona") la quale genera coppie di ioni-elettroni. Gli ioni sono attratti dall'elettrodo negativo (di captazione) del dispositivo, mentre gli elettroni tendono a muoversi verso l'elettrodo positivo (di scarica) del dispositivo. In questa fase, gli ioni prodotti entrano in collisione con le particelle di contaminante in sospensione e cedono loro una carica elettrica. Le particelle di polveri caricate sono quindi attratte verso gli elettrodi di captazione dove, una volta a contatto con essi, perdono la loro carica e precipitano lungo le pareti.

Oltre alla riconosciuta capacità di abbattimento delle particelle solide sospese, i precipitatori elettrostatici espletano tuttavia anche un'azione di danneggiamento dei microrganismi presenti nell'aria.

In letteratura sono descritti gli effetti dei campi elettrici di elevata intensità su microorganismi come batteri e virus.

L'inattivazione dei microrganismi dipende non solo dalla resistenza alla trazione della membrana cellulare, ma anche dalla loro forma e consistenza. Campi elettrici ad elevata tensione possono quindi causare danni agli acidi nucleici delle particelle virali, riducendo così l'efficienza di amplificazione degli acidi nucleici.

Quando i microrganismi sono esposti a una corrente elettrica, o a un campo indotto, si generano stress sulle cellule stesse cambiandone le proprietà della superficie e persino la forma.

5 Inoltre un campo elettrico esterno può modulare la differenza di potenziale di membrana. La differenza di potenziale transmembrana indotta dal campo elettrico è una funzione complessa delle conduttività specifiche della membrana, del citoplasma, dello spessore della  
10 membrana e della dimensione cellulare.

Quando la differenza di potenziale transmembrana risultante raggiunge valori di soglia vicini a 250 mV, le membrane diventano permeabili. La parte permeabilizzata della superficie cellulare è una funzione lineare del  
15 reciproco dell'intensità del campo.

Quando una cellula è permeabilizzata, può verificarsi un rigonfiamento osmotico che porta all'ingresso di vapore acqueo nella cellula. Questo aumento del volume cellulare può portare alla rottura della membrana.

20 In letteratura esistono diversi modelli teorici su ciò che avviene nella cellula e nelle sue membrane a livello molecolare come quello visco-elettrico, il modello di rottura dielettrica e il "modello di elettroporazione".

Diversi studi riportano che non è chiaro se  
25 l'inattivazione dei microrganismi sia l'esito del danno

strutturale che provoca la perdita dei componenti cellulari essenziali o sia attribuita alla disfunzione metabolica a seguito dell'esposizione a un campo elettrostatico.

5 Secondo Mendis et al.<sup>(1)</sup> la membrana a doppio strato lipidico può essere idealizzata come un condensatore, le cui armature sono separate da un mezzo elastico uniforme, in cui la tensione applicata porta a una forza elettrica di compressione che alla fine porta a un catastrofico  
10 collasso della membrana.

Il campo elettrostatico negativo ha un effetto inattivante potenzialmente più forte sui microrganismi rispetto al campo elettrostatico positivo e si ipotizza che possa avere a che fare con la carica netta del  
15 microrganismo.

Studi di Mainelis et al.<sup>(2)</sup> su microrganismi trasportati dall'aria hanno anche indicato che i microorganismi portano una carica elettrica negativa netta; in pratica, una frazione maggiore di batteri ha più cariche negative  
20 sulla superficie esterna rispetto a cariche positive. Inoltre, lo stesso studio ha mostrato che i microorganismi sensibili nell'aria sono meno suscettibili ai danni impartiti da ulteriori cariche negative rispetto alle cariche positive.

25 L'esposizione di microrganismi con una carica netta

negativa a un campo elettrostatico negativo può causare il riorientamento delle cariche, il quale modificherebbe il loro potenziale di membrana.

Le cellule dipendono dal loro potenziale di membrana per la loro attività metabolica di base. Per tale motivo, è probabile che le alterazioni del potenziale inducano danni alla cellula. In generale, l'inattivazione dipende dall'intensità del campo elettrostatico e, in alcuni casi, dalla polarità, nonché dal tempo di trattamento.

Altri studi<sup>(3,4)</sup> teorizzano che i meccanismi che coinvolgono specie reattive generati nelle corone, contribuiscono all'inattivazione.

Ciò è coerente con l'osservazione che l'inattivazione è aumentata dopo l'inizio dell'effetto corona. L'ESP utilizzato in questo studio produce un plasma localizzato (o regione di gas ionizzato) nelle immediate vicinanze che circondano il filo di acciaio inossidabile (l'elettrodo di scarica). Questi ioni quindi si attaccano o interagiscono con molecole di gas che creano le specie reattive.

Le specie reattive presenti nelle scariche effetto corona possono portare all'inattivazione attraverso un danno sufficiente alla struttura proteica o dell'acido nucleico dei microorganismi.

Il danno diretto alla proteina del rivestimento, alla

proteina di maturazione o a porzioni delle regioni codificanti sul genoma dell'RNA potrebbe rendere il virione non infettivo.

I tipi e la quantità di specie reattive prodotte per  
5 effetto corona dipendono dal fatto che l'ESP sia azionato con un potenziale applicato negativo o positivo (cioè, negativo o corona positiva, rispettivamente), che potrebbero influenzare le efficienze di inattivazione. Infatti, i valori di riduzione logaritmica ottenuti con  
10 la corona negativa sono statisticamente significativamente più alti rispetto alla corona positiva.

Oltre agli apparati equipaggiati con i dispositivi precipitatori elettrostatici sopra citati, per la  
15 purificazione dell'aria, in particolare per l'eliminazione dei microrganismi in essa dispersi, sono noti anche apparati che impiegano radiazioni luminose con lunghezze d'onda nel campo degli UV.

Anche in questo caso sono stati studiati gli effetti  
20 che tali radiazioni provocano su microrganismi come virus, batteri e funghi.

Tali effetti sono suddivisi principalmente in tre categorie: le reazioni foto-indotte nel DNA che inibiscono la replicazione dei microrganismi, la  
25 generazione di specie reattive all'ossigeno all'interno

dei microrganismi che possono danneggiare la cellula e i danni alla membrana.

Per quanto riguarda il primo effetto, i raggi UV promuovono le transizioni elettroniche agli stati eccitati se le lunghezze d'onda sono appropriate. Questa eccitazione può favorire un cambiamento di legame all'interno di un sistema specifico.

Nel caso del DNA, è stato studiato che la transizione elettronica dovuta a lunghezza d'onda degli UV a 254 nm favorisce un cambiamento strutturale. Pertanto, in quella gamma di lunghezze d'onda l'assorbimento UV sarà estremamente intenso. La più importante fotoreazione indotta dai raggi UV fra e all'interno di Nas, risulta nel legame covalente di due basi spazialmente adiacenti lungo un singolo filamento di DNA.

Le variabili che concorrono in questo fenomeno sono la temperatura, il tempo di esposizione, il rapporto tra potenza della lampada, volume e l'umidità relativa.

La quantità di raggi UV è definita dalla seguente equazione:

$$UV_{dose} = I \left( \frac{W}{cm^2} \right) \cdot T(s)$$

Se la quantità (dose) non è sufficiente (in genere  $< 2,1 Jcm^{-2}$ ) i batteri possono riparare parte del danno al DNA.

D'altra parte, le proteine (ossia il componente

principale delle cellule procariotiche ed eucariotiche e il capsido virale) sono un altro bersaglio della foto ossidazione.

Il danno fotochimico indiretto consiste  
5 nell'assorbimento della luce da parte dei sensibilizzanti e nel trasferimento di elettroni all'ossigeno molecolare ( $O_2$ ) disciolto nei fluidi.

Alcuni studi<sup>(5)</sup> hanno determinato che il trattamento con UV ha indotto un danno alla membrana cellulare che è  
10 stato valutato mediante l'utilizzo del colorante fluorescente ioduro di propidio (PI). Il danno alla membrana indotto dai raggi UV può essere quindi un potenziale meccanismo di inattivazione battericida.

Come detto sopra, sul mercato esistono apparati per la  
15 purificazione dell'aria ambientale che implementano una delle due tecnologie descritte.

Entrambe le tipologie, ossia apparati equipaggiati con dispositivi ESP oppure con sorgenti di radiazioni UV, hanno tuttavia una efficacia di abbattimento limitata e  
20 in alcuni casi addirittura insufficiente, in particolare per quanto concerne gli apparati a radiazione UV.

Tali apparati purificatori sono in genere impiegati in ambienti chiusi di abitazioni, uffici, negozi, locali, ecc. e, spesso, sono indipendenti dagli impianti di  
25 riscaldamento e raffrescamento, giacché installati

successivamente alla realizzazione di tali impianti e in ambienti già arredati.

Per tali motivi, l'ingombro complessivo è un fattore determinante nella scelta di tali apparati, specialmente  
5 quando devono essere collocati negli ambienti di case o uffici.

Per entrambe le tecnologie considerate, l'efficacia di abbattimento dei microorganismi presenti nell'aria cresce all'aumentare del tempo di esposizione del volume di aria  
10 trattato rispettivamente al campo elettrostatico generato dall'ESP o al campo elettromagnetico generato dalle sorgenti di radiazione ultravioletta.

Trattandosi di apparati che trattano un flusso di aria in movimento, il tempo di esposizione, a sua volta,  
15 dipende dalle dimensioni dell'apparato. A parità di portata di aria trattata (il cui valore minimo è funzione del tipo di ambiente e delle sue dimensioni) e a prescindere dalla conformazione dell'apparato, in linea generale si può affermare che una zona di trattamento  
20 dell'aria con una maggiore estensione nella direzione di movimento del flusso di aria consente una maggiore capacità di abbattimento dei microrganismi.

Tuttavia, considerati i limiti sopra citati, gli apparecchi della tecnica nota offrono spesso un  
25 compromesso fra i due fattori, capacità di abbattimento e

ingombri, risultando in molti casi poco efficaci.

Oltre alle dimensioni dell'apparato, un altro aspetto non trascurabile per questi apparati è il loro costo di produzione e, quindi, il prezzo di vendita.

5     Difatti, anche laddove elevati ingombri non costituiscono un problema, la realizzazione di un apparato con una zona di trattamento più estesa implica l'adozione di un maggior numero di materie prime e componenti con un conseguente aumento dei costi.

10    Oltre a ciò, aumentando anche le sorgenti che generano i campi elettrostatico ed elettromagnetico (elettrodi e sorgenti UV) aumentano proporzionalmente anche i consumi di energia elettrica dell'apparato.

15    In questo contesto, è scopo della presente invenzione proporre un processo e un apparato per il trattamento dell'aria ambientale che superino i limiti della tecnica nota.

20    In particolare, è scopo della presente invenzione mettere a punto un processo e un apparato per mezzo dei quali sia possibile purificare l'aria di un ambiente eliminando completamente, o quasi, sia microrganismi quali virus, batteri, funghi e simili, sia particolato e inquinanti in sospensione, potenzialmente dannosi per la salute.

25    Un altro scopo della presente invenzione è di proporre

un apparato per il trattamento dell'aria ambientale poco ingombrante che possa essere collocato in modo agevole in qualunque ambiente, anche domestico.

5      Ulteriore scopo della presente invenzione è di mettere a disposizione un apparato economico e, quindi, accessibile a una vasta utenza sia professionale sia privata a basso impatto ambientale.

10      Gli scopi succitati sono raggiunti da un processo per la purificazione dell'aria ambientale conforme alla rivendicazione 1 e da un apparato conforme alla rivendicazione 7.

15      Nel dettaglio, secondo l'invenzione, il processo per la purificazione dell'aria ambientale comprendente una prima fase che prevede di predisporre una zona di trattamento confinata con almeno un ingresso e almeno un'uscita per un flusso di aria in movimento.

20      Detta zona di trattamento, tipicamente, comprende un volume delimitato da una o più pareti disposte in maniera da presentare due passaggi in comunicazione con l'ambiente, rispettivamente per l'ingresso e per l'uscita del flusso di aria.

25      Secondo l'invenzione, la zona di trattamento comprende un primo stadio e un secondo stadio. Detti stadi primo e secondo sono disposti fra l'ingresso e l'uscita della zona di trattamento e sono comunicanti fra loro. Secondo

una variante preferita dell'invenzione, il secondo stadio è posto a valle del primo stadio nella direzione del flusso di aria fra l'ingresso e l'uscita. Secondo una variante alternativa, il primo stadio e il secondo stadio  
5 possono essere invertiti rispetto alla direzione del flusso dell'aria.

Il processo comprende un'ulteriore fase che prevede di generare, nel primo stadio della zona di trattamento, un campo elettrostatico e una fase successiva, o contestuale  
10 alla precedente, che prevede di generare nel secondo stadio della zona di trattamento, un campo elettromagnetico tramite radiazione UV.

Il processo secondo l'invenzione comprende un'ulteriore fase che prevede di generare un flusso di  
15 aria fra l'ingresso e l'uscita della zona di trattamento. Nel dettaglio, il flusso di aria in ingresso nella zona di trattamento comprende aria da purificare prelevata dall'ambiente ove è collocata detta zona di trattamento.

In particolare, secondo una prima forma di  
20 realizzazione dell'invenzione, è previsto di guidare il flusso di aria attraverso il campo elettrostatico nel primo stadio e, in seguito, attraverso il campo elettromagnetico nel secondo stadio della zona di trattamento.

25 Secondo una forma di realizzazione alternativa

dell'invenzione, è previsto di guidare il flusso di aria attraverso il campo elettromagnetico nel secondo stadio e, in seguito, attraverso il campo elettrostatico nel primo stadio della zona di trattamento.

5 Durante questa fase, il flusso di aria è quindi esposto in sequenza prima al campo elettrostatico e successivamente al campo elettromagnetico o viceversa.

Infine, il processo prevede di guidare il flusso di aria in uscita dal secondo stadio verso l'uscita della  
10 zona di trattamento.

Il flusso di aria purificata in uscita dalla zona di trattamento è quindi reimmesso nell'ambiente.

Con il processo di trattamento dell'aria di un ambiente sopra descritto è possibile ottenere  
15 un'efficacia particolarmente elevata di abbattimento degli inquinanti e inattivazione di eventuali microrganismi quali virus, batteri e funghi che possono essere presenti.

La richiedente ha infatti sorprendentemente scoperto  
20 che l'esposizione di tali microrganismi sia a un campo elettrostatico sia a un campo elettromagnetico, provoca ad essi un danno cellulare molto elevato, maggiore della somma degli effetti generati dai due campi energetici applicati singolarmente.

25 Secondo la prima variante descritta, tale effetto è

verosimilmente legato al danneggiamento parziale delle cellule del microrganismo, provocato dal campo elettrostatico, il quale permette al campo elettromagnetico di espletare un'azione più efficace rispetto a quella che si otterrebbe su cellule integre.

Più nel dettaglio, quando il microrganismo attraversa il campo elettrico la sua membrana è parzialmente danneggiata e/o presenta una maggiore permeabilità. In un mezzo aereo, l'aumentata permeabilità della membrana provoca una perdita citoplasmatica poiché la densità delle molecole all'interno delle cellule è molto maggiore rispetto a quelle presenti nell'aria. Il danno alla membrana causato dal campo elettromagnetico può quindi essere potenziato dalla maggiore vulnerabilità dei microrganismi. Inoltre, a causa della perdita citoplasmatica, il DNA e le sue proteine del capsido sono più vicine alla membrana e sono quindi più soggette all'azione del campo elettromagnetico.

Inoltre, sempre nella prima variante ove il flusso attraversa prima il primo stadio e poi il secondo, poiché detto primo stadio è configurato anche per rimuovere dal flusso d'aria una quota considerevole di particolato sospeso, l'efficacia del campo elettromagnetico sui microrganismi è migliorata grazie alla minore probabilità che il particolato faccia da schermo nei confronti dei

microrganismi consentendo ai microrganismi di essere esposti completamente ed efficacemente alla radiazione elettromagnetica.

Ciò che è stato verificato dalla richiedente mediante  
5 dei test effettuati con un apparato per la purificazione dell'aria che implementa il metodo dell'invenzione (che sarà descritto nel prosieguo), è che l'impiego dei detti due campi energetici permette di raggiungere soglie di abbattimento dei microrganismi decisamente più alte  
10 rispetto alla somma degli effetti dei singoli campi impiegati da soli, ovvero si realizza un effetto sinergico fra gli effetti dei due campi.

Secondo un aspetto dell'invenzione il valore del campo elettrostatico adottato nel primo stadio è scelto in  
15 funzione dei parametri geometrici del primo stadio e dei componenti impiegati; più in generale il valore del campo elettrostatico è scelto fra un valore minimo tale da poter innescare l'effetto corona e un valore massimo tale da non provocare scariche elettriche.

20 In questo modo si massimizza l'efficacia di abbattimento limitando la formazione di ozono, ma anche il dimensionamento dei componenti dell'apparato purificatore che implementa il processo sia il consumo energetico.

25 Secondo una variante preferita, il campo

elettrostatico è generato da un dispositivo comprendente degli elettrodi di captazione e degli elettrodi di scarica disposti nel primo stadio della zona di trattamento. Ancora più preferibilmente, gli elettrodi di scarica comprendono una schiera di fili metallici tesi lungo uno o più piani paralleli e disposti fra due elettrodi di captazione in forma di piastre o placche metalliche.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, il campo elettromagnetico nel secondo stadio della zona di trattamento è ottenuto con una radiazione ultravioletta con lunghezza d'onda compresa fra 250 nm e 280 nm.

Tale range permette di ottenere una efficace sterilizzazione ma anche di distruggere eventuale ozono presente nel flusso d'aria, compreso quello eventualmente formato nel primo stadio dal campo elettrostatico.

Detta radiazione ultravioletta è generata da sorgenti di luce ultravioletta disposte nel secondo stadio. Dette sorgenti sono preferibilmente configurate per irradiare in modo uniforme tutto il volume del secondo stadio ove scorre il flusso di aria. Ad esempio, dette sorgenti possono essere distribuite in modo uniforme lungo la zona perimetrale che delimita il secondo stadio oppure collocate nella zona di passaggio del flusso d'aria e orientate in maniera da diffondere la radiazione a 360°.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, la zona di trattamento comprende un canale che si estende sostanzialmente linearmente fra l'ingresso e l'uscita. In pratica, l'ingresso e l'uscita sono disposti in  
5 corrispondenza di estremità opposte della zona di trattamento. In questo modo si evita che in ingresso sia prelevata dall'ambiente parte dell'aria appena purificata fuoriuscita dall'uscita della camera di trattamento e non ancora miscelata con il resto dell'aria ambientale.

10 Inoltre, l'adozione di un canale rettilineo massimizza l'efficacia di azione dei due stadi poiché favorisce un flusso d'aria laminare e senza vortici, questi ultimi, infatti, potrebbero ridurre gli effetti dei campi elettrostatico e elettromagnetico.

15 Il primo stadio e il secondo stadio sono posti preferibilmente consecutivamente l'uno rispetto all'altro, ossia il flusso di aria in uscita dal primo stadio entra direttamente nel secondo stadio.

20 In questo modo, oltre a ridurre le dimensioni della zona di trattamento, gli effetti del campo elettromagnetico sui microrganismi sono ottimizzati poiché si ottiene la massima esposizione degli stessi alla senza tuttavia produrre ozono.

25 La velocità media del flusso d'aria può variare in base alle dimensioni della zona di trattamento, in

particolare dell'estensione dei due stadi nella direzione del flusso dell'aria. Tipicamente tale velocità è compresa fra 2 m/s e 5 m/s.

Come già detto, la presente invenzione riguarda anche  
5 un apparato per purificare l'aria ambientale configurato per implementare il processo di purificazione sopra descritto.

Secondo l'invenzione, l'apparato comprende un corpo che definisce un volume interno nel quale è ricavata una  
10 zona di trattamento. Detto corpo è fornito di almeno due aperture, rispettivamente un ingresso e un'uscita, che mettono in comunicazione la zona di trattamento con l'ambiente esterno.

Secondo un modo di realizzazione preferito, la zona di  
15 trattamento ha la conformazione di un condotto o canale sostanzialmente rettilineo delimitato alle estremità rispettivamente dall'ingresso e dall'uscita.

Secondo l'invenzione, la zona di trattamento comprende un primo stadio equipaggiato con un dispositivo di  
20 generazione di un campo elettrostatico e un secondo stadio equipaggiato con un dispositivo per la generazione di un campo elettromagnetico.

L'apparato comprende inoltre un dispositivo di ventilazione configurato per generare un flusso d'aria  
25 fra l'ingresso e l'uscita della zona di trattamento. Più

precisamente, il dispositivo di ventilazione è configurato per aspirare aria ambientale dall'ingresso e portarla verso l'uscita attraversando gli stadi primo e secondo della zona di trattamento.

5 Secondo un aspetto dell'invenzione, il dispositivo di generazione del campo elettrostatico comprende una coppia di piastre metalliche, che fungono da elettrodi di captazione, fra le quali sono disposti una pluralità di elettrodi filiformi, che fungono da elettrodi di scarica.

10 Gli elettrodi di scarica sono collegati a un alimentatore ad alta tensione mentre le piastre metalliche sono, preferibilmente, elettricamente a terra (a 0 V).

15 La tensione di alimentazione degli elettrodi di captazione è scelta in funzione delle dimensioni degli elettrodi di captazione, dalla loro distanza e dalla distanza fra essi e gli elettrodi di scarica. Come accennato sopra, la tensione di alimentazione è scelta in maniera da poter innescare l'effetto corona senza  
20 produrre scariche elettriche e ozono.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, il dispositivo di generazione del campo elettromagnetico comprende una o più sorgenti di radiazione ultravioletta, preferibilmente con lunghezza d'onda compresa fra 250 nm  
25 e 280 nm, più preferibilmente fra 250 nm e 260 nm.

Detta almeno una sorgente è preferibilmente del tipo LED. Secondo un modo di realizzazione dell'invenzione, la sorgente può comprendere una lampada provvista di una pluralità di LED orientati a 360° attorno a un asse trasversale rispetto alla direzione del flusso dell'aria e contornata da superficie riflettente. Secondo questa variante, la sorgente è collocata in una zona centrale del secondo stadio, ossia rimane immersa nel flusso d'aria.

In alternativa, la sorgente può comprendere una schiera di LED disposti su un supporto piano lastriforme, il quale può essere applicato alle pareti interne che delimitano il secondo stadio.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, il dispositivo di ventilazione è posto in prossimità dell'uscita della zona di trattamento. Detto dispositivo, spingendo l'aria presente nella zona di trattamento verso l'esterno attraverso l'uscita, genera una depressione all'interno di detta zona di trattamento, la quale provoca l'aspirazione di aria ambientale dall'ingresso.

L'apparato ha nel complesso una forma appiattita ossia presenta le dimensioni di larghezza e di altezza più sviluppate rispetto allo spessore. Il limitato spessore dell'apparato consente di ottenere due vantaggi. Il primo è che l'apparato può essere agevolmente applicato a una

parete senza interferire in modo significativo con l'ambiente. Ciò è particolarmente utile in ambienti quali case, uffici, scuole o negozi, poiché è possibile corredare l'apparto di un involucro esterno con un design  
5 ricercato che si può coniugare con l'arredamento dell'ambiente.

Il secondo vantaggio è che una zona di trattamento con una conformazione piatta e sottile (dove l'ingresso e l'uscita sono disposte in genere alle estremità della  
10 larghezza, e comunque non dello spessore) permette di avere un flusso di aria altrettanto piatto e sottile che permette sia al generatore del campo elettrostatico sia al generatore del campo elettromagnetico, di lavorare con la massima efficacia su tutto il volume del rispettivo  
15 stadio.

La zona di trattamento, che ha, preferibilmente, detta conformazione piatta e sottile presenta il rapporto fra le dimensioni della larghezza, fra l'ingresso e l'uscita, o dell'altezza, perpendicolare alla larghezza in un  
20 piano, e la dimensione dello spessore compreso, preferibilmente, fra 2 e 12.

L'apparato comprende inoltre un'unità di controllo connessa ai dispositivi per la generazione dei campi elettrostatico ed elettromagnetico e al dispositivo di  
25 ventilazione.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, l'apparato, può comprendere inoltre almeno un sensore indicativo della qualità dell'aria in ingresso, ad esempio un sensore che rileva la quantità di particolato presente nel flusso d'aria.

Secondo una variante preferita, l'unità di controllo è connessa a detto sensore ed è configurata per comandare i dispositivi di generazione dei campi elettrostatico e/o elettromagnetico, in funzione del valore del particolato (PM) misurato dal sensore.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del presente trovato appariranno maggiormente chiari dalla descrizione di un esempio di realizzazione preferita, ma non esclusiva, di un apparato per la purificazione dell'aria ambientale, come illustrato nelle figure allegate in cui:

- le figure 1a e 1b sono due viste prospettiche frontali dell'apparato secondo una forma di realizzazione della presente invenzione;
- la figura 2 è una vista frontale dell'apparato di figura 1 parzialmente smontato;
- la figura 3 è una vista in sezione trasversale dell'apparato di figura 1.

Con riferimento alle figure allegate, l'apparato per la purificazione dell'aria, indicato nel complesso con 1, comprende un corpo scatolare 10 con un vano interno 11.

Nella variante illustrata, il corpo 10 ha una forma sostanzialmente a parallelepipedo con due facce principali 12, 13, definite anche faccia frontale e faccia posteriore, e facce laterali 14-17. Secondo un  
5 modo di realizzazione dell'invenzione, l'apparato è concepito per essere fissato a una parete verticale in corrispondenza di una delle facce principali, nello specifico la faccia posteriore 13. L'apparato 1 può tuttavia essere eventualmente posto a terra, in appoggio  
10 su una delle facce laterali o sulla faccia posteriore.

Il corpo 10 può eventualmente comprendere degli elementi decorativi applicati esternamente, come ad esempio pannelli di rivestimento, cornici, ecc., non illustrati nelle figure, per renderne l'aspetto  
15 maggiormente gradevole ed eventualmente coordinato con l'arredamento, specialmente nel caso in cui l'apparato sia collocato in ambienti domestici, in uffici o in strutture alberghiere.

Nell'esempio illustrato, il corpo 10 è formato da due  
20 semi parti a guscio 10a, 10b unite su un piano parallelo alle facce principali 12, 13.

Il vano interno 11 è posto in comunicazione con l'esterno tramite due passaggi (aperture) 18, 19, nel seguito definiti rispettivamente anche ingresso e uscita,  
25 ricavati su due facce laterali 14, 16. Detto vano 11

corrisponde alla zona di trattamento dell'apparato.

Il flusso di aria da trattare è movimentato da un gruppo motoventilatore 20 posto in corrispondenza dell'uscita 19 atto a generare una depressione nel vano 11 aspirando aria ambientale dall'ingresso 18 ed espellendola dall'uscita 19, dopo aver attraversato il vano 11 secondo una direzione F indicata dalla freccia nelle figure.

Nell'esempio illustrato il gruppo motoventilatore 20 comprende un motore 21 che aziona una ventola radiale 22.

Nel vano interno 11 sono presenti il primo stadio 30 e il secondo stadio 40 per il trattamento dell'aria.

Il primo stadio 30 è collocato a valle dell'ingresso 18 nella direzione F del flusso dell'aria. Detto primo stadio 30 comprende un elemento di supporto 31, ad esempio una cornice quadrangolare, al quale sono applicati degli elettrodi 32 in forma di fili metallici preferibilmente disposti paralleli ed equidistanti fra loro. Più nel dettaglio, l'elemento di supporto 31 e gli elettrodi 32 giacciono su un piano parallelo al flusso F dell'aria nel vano 11 e, preferibilmente, parallelo alle facce principali 12, 13 del corpo 10.

Tipicamente l'elemento di supporto 31 e gli elettrodi 32 sono disposti nel vano 11 a una distanza intermedia fra le facce principali 12, 13, ossia pressappoco al

centro del vano nel senso dello spessore del corpo 10.

Gli elettrodi 32 sono elettricamente connessi a un alimentatore ad alta tensione 35.

Il primo stadio comprende inoltre una coppia di  
5 piastre 33 in metallo, ciascuna fissata a una semi-parte  
10a, 10b del corpo 10, fra le quali sono disposti  
l'elemento di supporto 31 e gli elettrodi 32 (fig. 3). In  
pratica dette piastre 33 definiscono un tratto di canale  
attraversato dal flusso dell'aria che investe gli  
10 elettrodi 32.

Secondo un modo di realizzazione, dette piastre 33  
sono parallele fra loro e disposte affacciate a una  
distanza di circa 20-60 mm. Tale distanza può chiaramente  
variare in funzione delle dimensioni complessive del  
15 corpo 10.

Le piastre 33 sono elettricamente collegate a terra.

Il secondo stadio 40 è posto a valle del primo stadio  
30 nella direzione F del flusso dell'aria.

Il secondo stadio 40 comprende almeno una o,  
20 preferibilmente, due o più lampade 41 che emettono luce  
ultravioletta. Dette lampade 41 sono preferibilmente di  
tipo LED e comprendono una pluralità di LED disposti su  
un supporto piano oppure cilindrico. Nel primo caso  
almeno due lampade 41 sono disposte affacciate fra loro e  
25 fra esse scorre il flusso di aria. Nel secondo caso, come

nell'esempio illustrato, le lampade sono disposte sostanzialmente al centro del corpo 10, nel senso dello spessore, così da rimanere immerse nel flusso di aria e, grazie alla disposizione cilindrica dei LED, possono irradiare in modo uniforme tutto il flusso di aria. Secondo quest'ultima variante, preferibilmente le pareti interne del vano 11 in corrispondenza del secondo stadio 40 sono rivestite con un materiale riflettente alla luce in maniera da diffondere la radiazione ultravioletta in modo ancora più uniforme.

Il flusso di aria in uscita dal secondo stadio 40 è spinto dal gruppo motoventilatore 20 verso l'uscita 19.

I vari componenti dell'apparato, ad esempio il gruppo motoventilatore 20, l'alimentatore 35 ad alta tensione e le lampade 41, sono controllati da una unità di controllo inclusa in una scheda elettronica 50 collocata in un alloggiamento 25 del corpo 10, preferibilmente separato dal vano 11 dove sono collocati i due stadi 30, 40.

Detta unità di controllo può gestire ad esempio la velocità di rotazione del motore 21, la tensione erogata dall'alimentatore 35 ad alta tensione e l'accensione o spegnimento di quest'ultimo e delle lampade 41.

L'apparato è equipaggiato anche con dei sensori 60 per il monitoraggio dell'aria ambientale. Anche detti sensori 60, come la scheda elettronica 50, sono preferibilmente

collocati in una zona interna dell'apparato separata dal vano 11. Più in dettaglio detti sensori sono posti in comunicazione con l'ambiente esterno in corrispondenza di una faccia laterale 15 del corpo trasversale alle facce 14, 16 dove sono ricavati l'ingresso e l'uscita dell'aria. In questo modo è possibile monitorare dell'aria ambientale che non è mescolata con aria trattata appena espulsa dall'uscita 19.

Come accennato sopra, la richiedente ha effettuato dei test con un apparato secondo la presente invenzione per valutare l'efficacia di abbattimento di virus, batteri e funghi.

L'apparato impiegato per il test corrisponde a quello sopra descritto con riferimento alle figure.

Il primo stadio ha una dimensione in larghezza (nella direzione del flusso dell'aria) di circa 41 cm, un'altezza di 33 cm e uno spessore, inteso come distanza fra le piastre, di 4 cm.

Il secondo stadio ha una dimensione in larghezza di circa 16 cm, un'altezza di 33 cm e uno spessore, di 8 cm.

La tensione di alimentazione degli elettrodi di scarica utilizzata è pari a 10 kV.

Le lampade a LED impiegate hanno una lunghezza d'onda pari a 254 nm.

La portata di aria in uscita dall'apparato durante le

prove del test è di 80 mc/h.

Il test è stato eseguito secondo il protocollo della norma ISO 15714:2019 "Method of evaluating the UV dose to airborne microorganisms transiting in-duct ultraviolet germicidal irradiation devices".

Le procedure descritte di seguito vengono eseguite con ciascuno dei seguenti microrganismi: *Serratia marcescens* ATCC13880, *Bacillus subtilis* ATCC6633 e *Cladosporium sphaerospermum* ATCC11289. *Serratia marcescens* è un batterio gram-negativo appartenente alla famiglia delle Enterobacteriaceae che rappresenta il microrganismo con elevata suscettibilità alle radiazioni UV.

*Bacillus Subtilis*, è un batterio Gram-positivo della famiglia delle Bacillaceae, che rappresenta il microrganismo a bassa suscettibilità.

Infine, *Cladosporium sphaerospermum* è un fungo sporigeno che rappresenta i funghi con elevata resistenza ai raggi UV.

Il microrganismo di prova viene inizialmente coltivato su un terreno di coltura solido su piastra. Dalle colonie ottenute sulla piastra, dopo opportune diluizioni, si ottiene una soluzione microbica alla concentrazione ufc/mL desiderata per l'inoculazione.

La sospensione microbica viene quindi introdotta nel flusso d'aria tramite un generatore di aerosol collegato

nella zona di ingresso. Il campionamento del microrganismo è ottenuto da un campionatore d'aria (SAS) nella zona di uscita del dispositivo; in questo sistema l'aria viene aspirata a velocità fissa per tempi  
5 variabili attraverso una testata con una serie di piccoli fori. Il flusso d'aria laminare risultante è diretto sulla superficie di una piastra di agar contenente un mezzo di crescita microbica. Le piastre del terreno di coltura vengono quindi incubate.

10 Il test come sopra descritto è stato eseguito per tre volte per ciascuna delle condizioni di funzionamento dell'apparato sotto riportate:

a) generatore del campo elettrostatico e lampade a LED UVC attivati;

15 b) generatore del campo elettrostatico e lampade a LED UVC disattivati;

Si è verificato che ogni risultato ottenuto abbia una differenza relativa inferiore al 50%, in caso contrario il risultato anomalo viene scartato.

20 Nella tabella 1 che segue sono riportati i valori di inattivazione batterica ottenuti con l'apparato nella condizione a) ossia in funzione:

| Microorganism                     | cfu/m <sup>3</sup> average value<br>UV-C lamp off (N <sub>0</sub> ) | cfu/m <sup>3</sup> average value<br>UV-C lamp on (N) | INACTIVATION RATE                                                |                        |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------|
|                                   |                                                                     |                                                      | N <sub>0</sub> /N % = (N <sub>0</sub> -N)/N <sub>0</sub><br>x100 | Log(N <sub>0</sub> /N) |
| <i>Serratia marcescens</i>        | 1.100                                                               | 0                                                    | 100 %                                                            | 3,56                   |
| <i>Bacillus subtilis</i>          | 213                                                                 | 0                                                    | 100 %                                                            | 2,85                   |
| <i>Clostridium sphaerospermum</i> | 1.733                                                               | 10                                                   | 99,42 %                                                          | 2,24                   |

tabella 1

La richiedente ha eseguito ulteriori due test solo con  
 5 il microorganismo marcescente *Serratia marcescens*, con le  
 stesse modalità di prova sopra descritte, ma con le  
 seguenti condizioni operative dell'apparato:

- a) generatore del campo elettrostatico attivato e  
 lampade a LED UVC disattivate (tabella 2);  
 10 b) generatore del campo elettrostatico disattivato  
 e lampade a LED UVC attivate (tabella 3);

| cfu/m <sup>3</sup> average value<br>ESP and UVC lamp off<br>(N <sub>0</sub> ) | cfu/m <sup>3</sup> average<br>value UVC lamp on (N) |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 250                                                                           | 185                                                 |
| INACTIVATION RATE                                                             |                                                     |
| N <sub>0</sub> /N% = (N <sub>0</sub> -N)/N <sub>0</sub> x100                  | Log(N <sub>0</sub> /N)                              |
| 26,0%                                                                         | 0,13                                                |

tabella 2

| <i>cfu/m<sup>3</sup> average value<br/>ESP and UVC lamp<br/>off (N<sub>0</sub>)</i> | <i>cfu/m<sup>3</sup> average value<br/>ESP on (N)</i> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 118                                                                                 | 35                                                    |
| <b>INACTIVATION RATE</b>                                                            |                                                       |
| <i>N<sub>0</sub>/N% = (N<sub>0</sub>-N)/N<sub>0</sub>×100</i>                       | <i>Log(N<sub>0</sub>/N)</i>                           |
| 70,2%                                                                               | 0,53                                                  |

5

tabella 3

Come si può apprezzare dai dati scaturiti dai test, il processo per la purificazione dell'aria ambientale secondo la presente invenzione permette di ottenere una efficacia di abbattimento dei microrganismi addirittura totale per quanto riguarda virus e batteri.

10

Come accennato sopra, ciò è dovuto all'azione combinata e in sequenza del generatore del campo elettrostatico e delle sorgenti di radiazione UVC.

15

Tale combinazione, difatti, consente di ottenere una efficacia di abbattimento comunque superiore rispetto alla somma dei valori di abbattimento delle singole sorgenti, come dimostrato dai dati delle tabelle 2 e 3.

20

La richiedente ha effettuato inoltre dei test con l'apparato con le stesse caratteristiche geometriche ma variando i parametri delle sorgenti dei campi energetici (verso condizioni teoricamente peggiorative) per valutare l'efficacia di abbattimento di virus, batteri e funghi anche in condizioni non ottimali.

I test sono stati condotti con una tensione di alimentazione degli elettrodi di scarica pari a 5kV (limite inferiore per questa geometria per l'attivazione dell'effetto corona).

5 Le lampade a LED UV-C impiegate nei test precedenti sono invece state sostituite con sorgenti con emissioni nello spettro degli UV-A. Nello specifico, è stata impiegata una lampada che emette una radiazione con una lunghezza d'onda compresa fra 380 nm e 400 nm.

10 La portata di aria in uscita dall'apparato durante le prove del test pari a 130 mc/h; una maggiore portata, quindi velocità, comporta minore esposizione ai campi energetici.

I test sono stati condotti sui microorganismi *Bacillus subtilis* e *Cladosporium sphaerospermum*.  
15

Nella tabella 5 sono indicate le percentuali di inattivazione per *Bacillus subtilis* con alimentazione degli elettrodi di scarica pari a 5 kV e una sola lampada UV-A.

20 Nella tabella 7 sono invece elencate le percentuali di inattivazione per il *Cladosporium sphaerospermum* con alimentazione degli elettrodi di scarica pari a 10 kV e lampade UV-A.

| <i>Subtilis – CFU average with ESP at 5KV</i>                          |                                                                  |                                                                         |                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <i>cfu/m<sup>3</sup> valore medio<br/>ESP e UV off (N<sub>0</sub>)</i> | <i>cfu/m<sup>3</sup> valore<br/>medio ESP on (N) + UV<br/>on</i> | <i>Cfu/m<sup>3</sup> valore<br/>medio ESP on (N)<br/>(7KV) + UV off</i> | <i>cfu/m<sup>3</sup> valore<br/>medio ESP off (N)<br/>(7KV) + UV on</i> |
| 62                                                                     | 36,5                                                             | 17                                                                      | 22                                                                      |

tabella 4

| <i>Subtilis Inactivation rate</i>     |                                                                         |                                                                          |                                                                              |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <i>ESP and UV off (N<sub>0</sub>)</i> | <i>cfu/m<sup>3</sup> average<br/>value ESP on (N) (7KV) +<br/>UV on</i> | <i>cfu/m<sup>3</sup> average<br/>value ESP on (N) (7KV)<br/>+ UV off</i> | <i>cfu/m<sup>3</sup><br/>average value ESP<br/>off (N) (7KV) + UV<br/>on</i> |
| NA                                    | 85%                                                                     | 34%                                                                      | 35%                                                                          |

tabella 5

| <i>cladosporium sphaerospermum – CFU average with ESP at 5KV</i>       |                                                                  |                                                                          |                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <i>cfu/m<sup>3</sup> valore medio<br/>ESP e UV off (N<sub>0</sub>)</i> | <i>cfu/m<sup>3</sup> valore<br/>medio ESP on (N) + UV<br/>on</i> | <i>Cfu/m<sup>3</sup> valore<br/>medio ESP on (N)<br/>(10kv) + UV off</i> | <i>cfu/m<sup>3</sup> valore<br/>medio ESP off (N)<br/>(10kv) + UV on</i> |
| 8811                                                                   | 0                                                                | 8810                                                                     | 67                                                                       |

5

tabella 6

| <i>cladosporium sphaerospermum - Inactivation rate</i> |                                      |                                       |                                       |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>ESP and UV off (N<sub>0</sub>)</i>                  | <i>ESP on (N) (10kv) + UV<br/>on</i> | <i>ESP off (N)<br/>(10kv) + UV on</i> | <i>ESP on (N)<br/>(10kv) + UV off</i> |
| NA                                                     | 100%                                 | 0%                                    | 99,2%                                 |

tabella 7

Dai risultati ottenuti, nonostante i parametri adottati teoricamente peggiorativi, si è dimostrato che la combinazione dei campi energetici permette di raggiungere una efficacia di abbattimento comunque superiore rispetto alla somma dei valori di abbattimento dati dai singoli campi energetici.

Nel dettaglio, nella tabella 5 è possibile notare come la vicinanza al limite minimo per l'innesco dell'effetto corona comporti un abbassamento delle performance di inattivazione del campo elettrostatico ma, tuttavia, che la combinazione delle due sorgenti di energia aumenta considerevolmente la percentuale di inattivazione del microorganismo testato.

Dalla tabella 7, invece, si può notare che in virtù della maggiore massa e differenza della membrana esterna del *Cladosporium sphaerospermum*, l'efficacia di inattivazione è maggiormente dovuta ai campi elettrostatici ma solo l'unione con i campi elettromagnetici permette di raggiungere l'efficienza di inattivazione massima.

La presente invenzione è stata descritta a scopo illustrativo e non limitativo, secondo alcune forme preferite di attuazione. Il tecnico esperto del settore potrà trovare numerose altre forme di attuazione e varianti, tutte ricadenti nell'ambito di protezione delle

rivendicazioni che seguono.

Bibliografia

- 1) Mendis et al. - IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE,  
VOL. 28, NO. 4, AUGUST 2000
- 2) Mainelis et al. - Electrical charges on airborne  
5 microorganisms - Aerosol Science 32 (2001) 1087}1110
- 3) Danil Dobrynin et. Al. - Inactivation of bacteria  
using dc corona discharge: role of ions and humidity -  
New J Phys. Author manuscript; available in PMC 2012  
Mar 6.
- 10 4) Manuela Buonanno et al. - Far-UVC light (222nm)  
efficiently and safely inactivates airborne human  
coronaviruses Reports volume 10, Article number:  
10285 (2020) Cite this article
- 15 5) Marcela Schenk et al. - Inactivation of Escherichia  
coli, Listeria innocua and Saccharomyces cerevisiae by  
UV-C light: Study of cell injury by flow cytometry -  
LWT - Food Science and Technology, Volume 44, Issue 1,  
2011.

### RIVENDICAZIONI

1. Un processo per la purificazione dell'aria ambientale, comprendente le seguenti fasi:

- 5 a) predisporre una zona di trattamento (11) confinata con almeno un ingresso (18) e almeno un'uscita (19) per un flusso di aria in movimento;
- b) generare, un in primo stadio (30) della zona di trattamento (11), un campo elettrostatico;
- 10 c) generare, in un secondo stadio (40) della zona di trattamento (11), un campo elettromagnetico;
- d) generare un flusso di aria fra l'ingresso (18) e l'uscita (19) della zona di trattamento;
- e) guidare il flusso di aria attraverso i campi elettrostatico e magnetico nel primo stadio (30) e nel
- 15 secondo stadio (40) della zona di trattamento (11);
- f) guidare il flusso di aria in uscita dalla zona di trattamento (11).

2. Il processo secondo la rivendicazione 1, nel quale è previsto di guidare il flusso di aria attraverso il campo elettrostatico nel primo stadio (30) e, in seguito,

20 attraverso il campo elettromagnetico nel secondo stadio (40) della zona di trattamento (11).

3. Il processo secondo la rivendicazione 1 o 2, nel quale il campo elettrostatico è generato da un dispositivo

25 comprendente degli elettrodi di scarica (32) e degli

elettrodi di captazione (33) disposti nel primo stadio (30) della zona di trattamento (11).

4. Il processo secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, nel quale il campo elettromagnetico nel secondo stadio (40) è ottenuto con una radiazione ultravioletta con lunghezza d'onda compresa fra 250 nm e 280 nm.

5. Il processo secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, nel quale la zona di trattamento (11) comprende un canale che si estende sostanzialmente linearmente fra l'ingresso e l'uscita.

6. Il processo secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, nel quale il primo stadio (30) e il secondo stadio (40) sono posti consecutivamente l'uno rispetto all'altro, ossia il flusso di aria in uscita da uno stadio entra direttamente nell'altro.

7. Un apparato (1) per la purificazione dell'aria ambientale, comprendente:

- un corpo (10) che definisce un vano (11) interno nel quale è ricavata una zona di trattamento, detto corpo (10) avendo almeno un'apertura (18) d'ingresso e un'apertura (19) di uscita le quali mettono in comunicazione la zona di trattamento (11) con l'ambiente esterno;

- un primo stadio (30), nella zona di trattamento

- (11), equipaggiato con un dispositivo (32, 33) di generazione di un campo elettrostatico;
- un secondo stadio (40), nella zona di trattamento (11) equipaggiato con un dispositivo (41) per la generazione di un campo elettromagnetico;
  - un dispositivo di ventilazione (20), configurato per generare un flusso d'aria fra l'ingresso (18) e l'uscita (19) della zona di trattamento (11);
  - un'unità di controllo connessa ai dispositivi (32, 33, 41) per la generazione dei campi elettrostatico ed elettromagnetico e al dispositivo di ventilazione (20).
8. L'apparato (1) secondo la rivendicazione 7, nel quale la zona di trattamento (11) ha la conformazione di un condotto o canale sostanzialmente rettilineo delimitato alle estremità rispettivamente dall'ingresso (18) e dall'uscita (19).
9. L'apparato (1) secondo la rivendicazione 8, nel quale la zona di trattamento (11) ha una conformazione piatta e sottile dove il rapporto fra le dimensioni della larghezza, fra l'ingresso e l'uscita, o dell'altezza, perpendicolare alla larghezza in un piano, e la dimensione dello spessore è compreso fra 2 e 12.
10. L'apparato (1) secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, nel quale il dispositivo di

generazione del campo elettromagnetico comprende una o più sorgenti di radiazione ultravioletta, con lunghezza d'onda compresa fra 250 nm e 280 nm.

11. L'apparato (1) secondo una qualunque delle  
5 rivendicazioni precedenti, nel quale il dispositivo di generazione del campo elettrostatico comprende una coppia di piastre metalliche (33), che fungono da elettrodi di captazione, fra le quali sono disposti una pluralità di elettrodi (32) filiformi che fungono da elettrodi di  
10 scarica e nel quale gli elettrodi di scarica sono collegati a un alimentatore (35) ad alta tensione e le piastre metalliche sono elettricamente a terra.

12. L'apparato (1) secondo la rivendicazione 11, nel quale la tensione di alimentazione degli elettrodi di  
15 captazione (32) è regolata in maniera da innescare l'effetto corona senza produrre scariche elettriche.

13. L'apparato (1) secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, comprendente almeno un sensore (60) indicativo della qualità dell'aria in  
20 ingresso, l'unità di controllo essendo connessa a detto sensore ed essendo configurata per comandare i dispositivi di generazione dei campi elettrostatico e/o elettromagnetico, in funzione dei valori misurati da detto almeno un sensore.

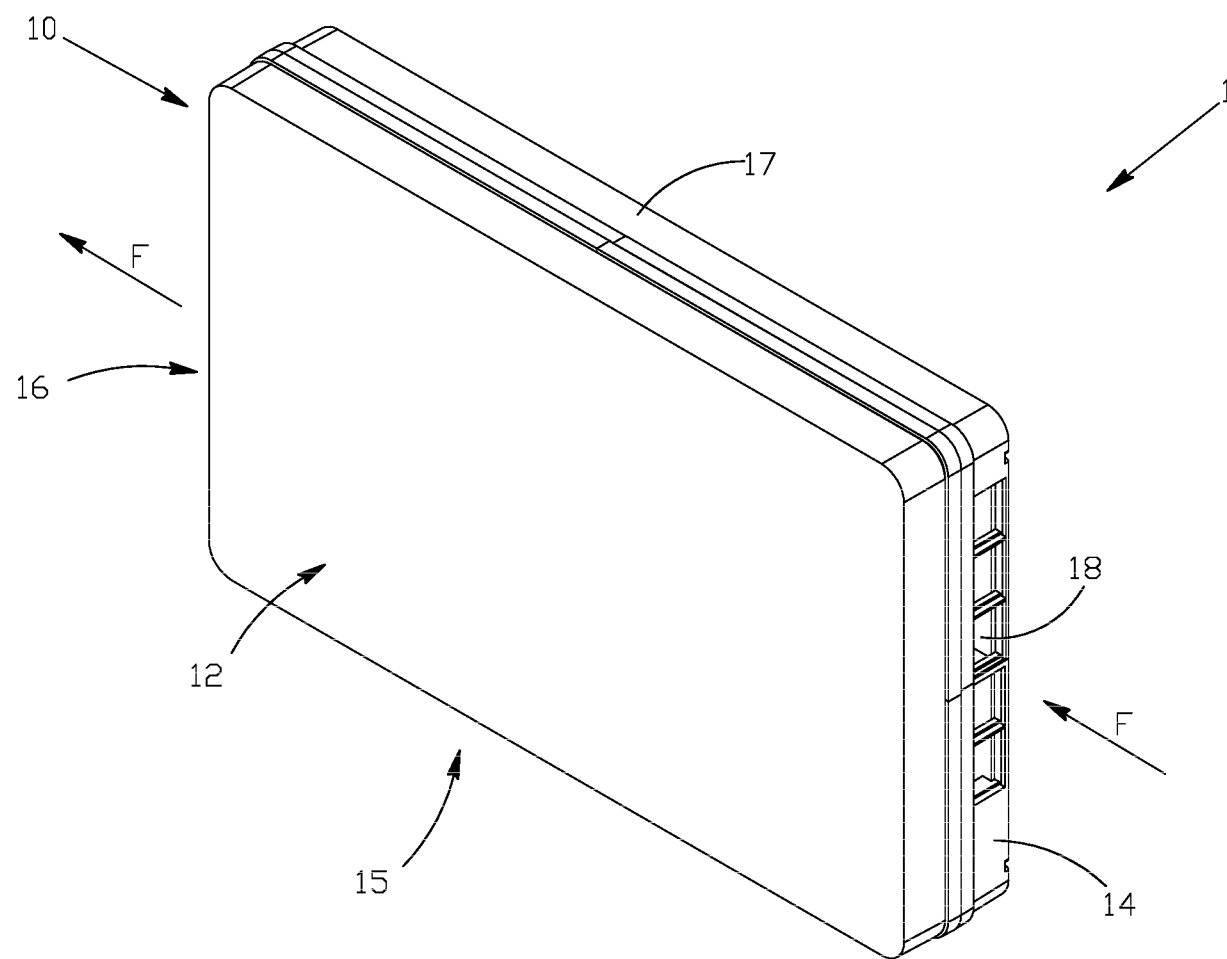
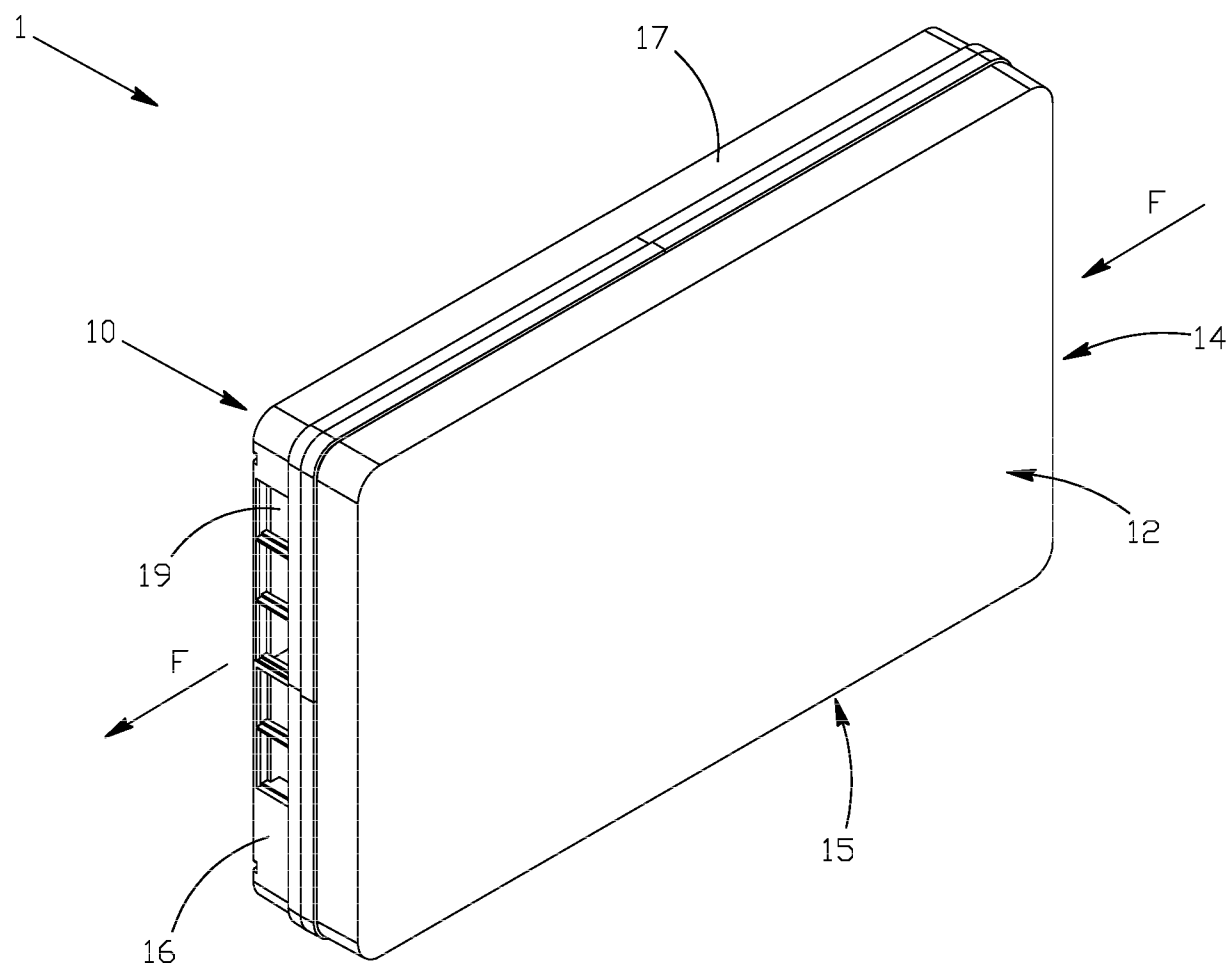


Fig.1a



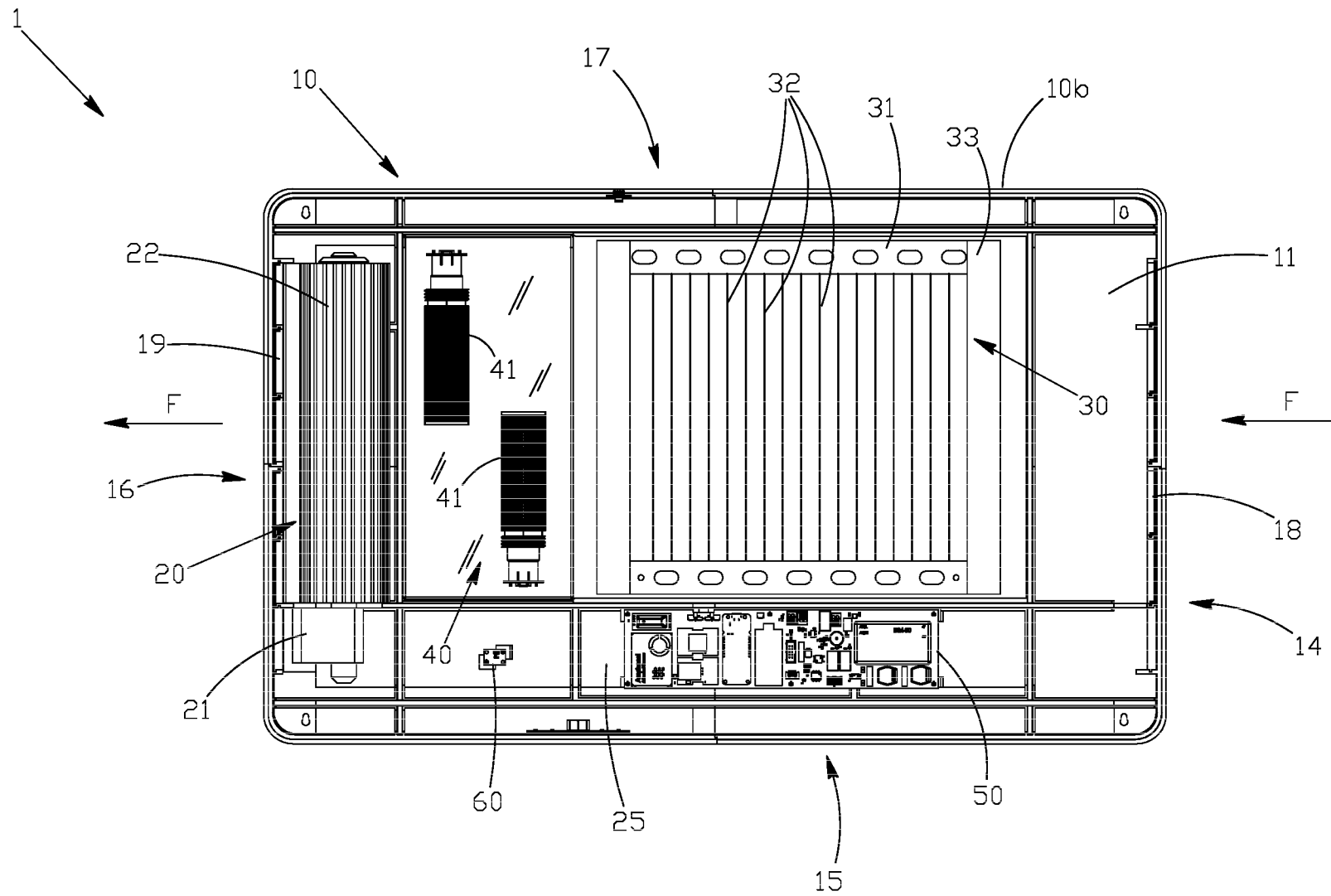


Fig.2

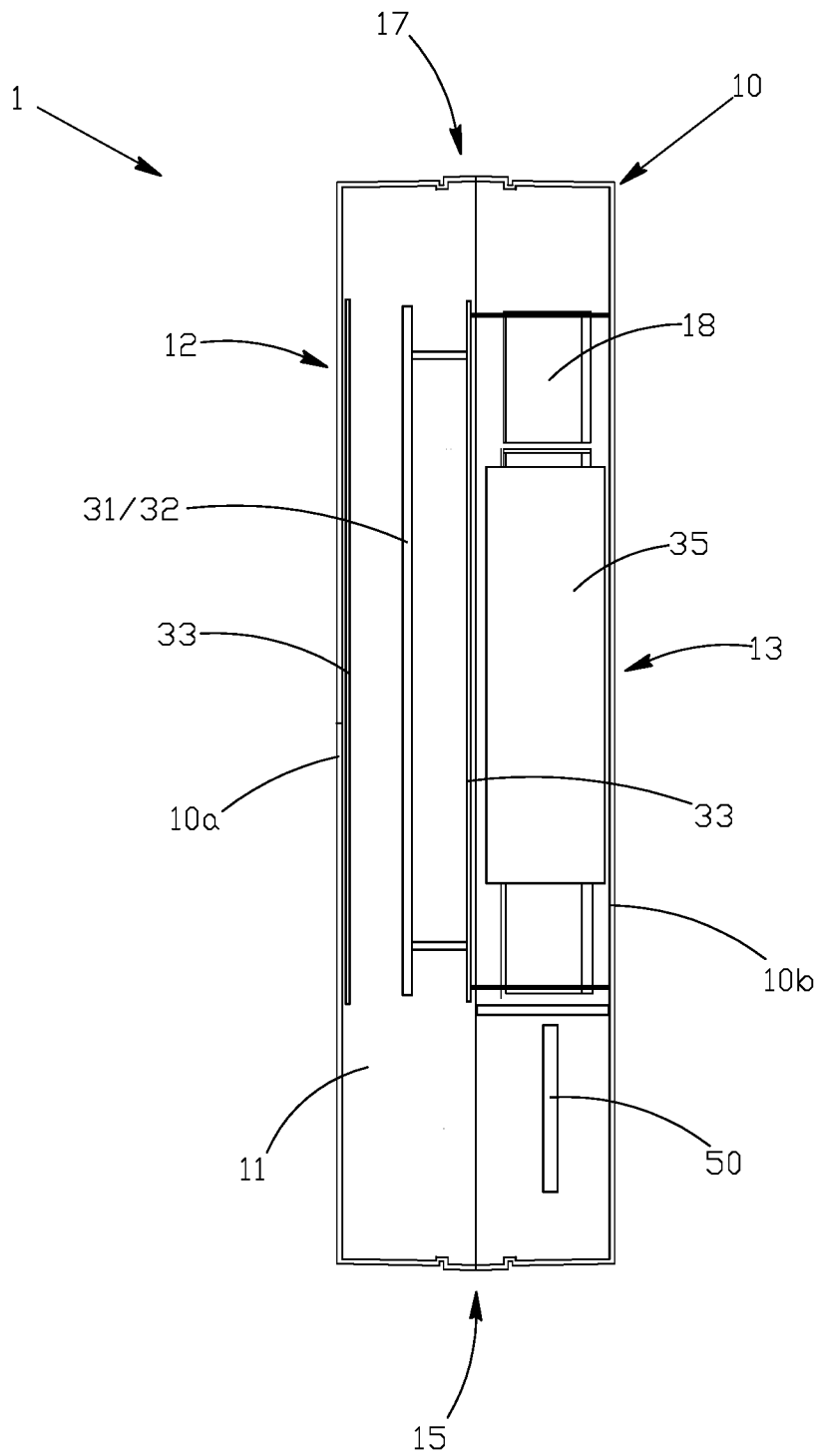


Fig.3