

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000021851
Data Deposito	12/08/2021
Data Pubblicazione	12/02/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	01	D	53	62

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	01	D	53	84

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	12	M	1	12

Titolo

Dispositivo portatile multifunzionale che utilizza alghe o microalghe fotosintetiche
--

Milano

DESCRIZIONE dell'invenzione avente per titolo:
"Dispositivo portatile multifunzionale che utilizza
alghe o microalghe fotosintetiche"

Titolare: U-EARTH BIOTECH LTD.
P.IVA: 031666618
Nazionalità: Great Britain
Domiciliato in: 172 Fulham Road, SW10 9PR,
London, Great Britain
Inventrice designata: MAGGIO Elisabetta
Classe IPC: B 01 D

La presente invenzione riguarda un dispositivo di
rimozione di CO₂ e di produzione di ossigeno,
preferibilmente un dispositivo compatto e portatile,
comprendente un involucro di dispositivo, una o più
spire, una soluzione acquosa di alghe o microalghe
fotosintetiche, mezzi di pompaggio della soluzione,
mezzi di pompaggio dell'aria e una sorgente di luce
configurata per illuminare dette alghe o microalghe
fotosintetiche all'interno di detta spira (o spire).

10

Diversi studi evidenziano una stretta relazione tra gli
inquinanti e gravi patologie - come malattie
cardiovascolari, cerebrovascolari o polmonari - con alti
costi sociali ed economici, dimostrando che
l'inquinamento atmosferico, colpisce negativamente tutti
gli esseri umani (Powe e Willis, 2004; Pope et al.,
2008; Manes et al., 2012). Inoltre, l'inquinamento

15

atmosferico ha un forte effetto sul clima della Terra: contribuisce alle "piogge acide", compromette la visibilità e danneggia le colture e le superfici di edifici e monumenti preziosi, e diminuisce lo strato
5 protettivo di ozono nell'atmosfera superiore. L'inquinamento dell'aria contiene numerose sostanze di origine sia naturale che antropica. Le fonti antropogeniche includono le emissioni causate dai processi di combustione dei veicoli a motore, dalla
10 combustione di combustibili solidi e dall'industria; le fonti naturali includono il fumo degli incendi, la polvere soffiata dal vento e le emissioni biogeniche dalla vegetazione. I principali inquinanti prodotti da queste fonti sono la materia in forma di particolato,
15 l'ozono, gli ossidi di azoto e l'anidride solforosa. L'inquinamento dell'aria comprende anche i gas a effetto serra, come il metano, gli ossidi di azoto e l'anidride carbonica (CO₂). In particolare, il biossido di carbonio rappresenta circa l'82% delle emissioni di gas serra,
20 essendo uno dei principali istigatori del cambiamento climatico. L'inquinamento atmosferico e il cambiamento climatico sono due facce della stessa medaglia: entrambi sono in gran parte causati dalle stesse fonti e hanno soluzioni simili.

25 In questo contesto, il verde gioca un ruolo vitale, poiché rimuove dall'aria l'anidride carbonica che riscalda il mondo e produce ossigeno. Inoltre, migliora il microclima e la qualità dell'aria, riducendo in particolare la concentrazione ambientale di alcuni
30 inquinanti (Litschke et al., 2008).

Tuttavia, il verde urbano ha bisogno di tempo per essere ripopolato, mentre l'emergenza climatica aumenta più rapidamente di tale ripopolamento. La riforestazione richiede tempo in termini di crescita e tasso di sopravvivenza delle piante e non può essere un'opzione per una questione di spazio nelle aree urbane ad alta densità dove sarebbe più necessario. La riforestazione da sola non basta a salvarci dall'attuale crisi climatica. Per questo motivo, i ricercatori stanno cercando soluzioni più efficaci e scalabili.

Le città e le comunità locali di tutto il mondo stanno lavorando a stretto contatto per risolvere il problema del clima. Inoltre, in termini di crediti di carbonio come compensazione per le aziende che generano inquinamento, c'è un crescente bisogno di tecnologie verdi che possano fornire un risultato che possa essere facilmente tracciato e calcolato. Per riassumere i 3 principali problemi alla radice delle crisi globali sono: Eccesso di produzione di CO2 a causa della combustione di combustibili fossili, diminuzione dei livelli di ossigeno nell'atmosfera a causa della deforestazione, eccesso di produzione di inquinanti e gas serra che sta uccidendo milioni di persone all'anno e generando un costo diretto e indiretto che è stimato al 3,3% del PIL globale (fonte <https://www.weforum.org/agenda/2020/02/the-economic-burden-of-air-pollution>). Lavorare su tecnologie innovative e rispettose del clima per la pulizia dell'aria può contribuire sia alla mitigazione del

cambiamento climatico che al miglioramento degli standard di salute.

La Richiedente, dopo una lunga e intensa ricerca e
5 sviluppo, ha sviluppato un dispositivo in grado di
fornire una risposta adeguata alle limitazioni, agli
svantaggi e ai problemi esistenti. In particolare, la
Richiedente ha progettato un dispositivo in grado di
sottrarre CO₂ dall'atmosfera e rilasciare ossigeno con un
10 tasso di riduzione elevato e misurabile. In questo
contesto, l'inventrice della presente domanda di
brevetto ha trovato che una soluzione possibile e
fattibile è rappresentata dalla tecnologia di sequestro
delle alghe. Le alghe possono essere utilizzate in
15 diversi modi per ridurre la concentrazione di anidride
carbonica nell'atmosfera. Oltre ad essere la soluzione
più efficiente per lo stoccaggio dell'anidride
carbonica, possono essere facilmente utilizzate in una
varietà di altri prodotti o materiali sostenibili e
20 commerciali. Sia gli alberi che le alghe sequestrano
l'anidride carbonica naturalmente. Gli alberi la
"consumano" come parte del loro processo di fotosintesi
"assorbendo" carbonio nei loro tronchi e radici e
rilasciando ossigeno nell'aria. Le alghe replicano lo
25 stesso processo ma "assorbono" il carbonio sotto forma
di altre alghe. Le alghe possono consumare più anidride
carbonica degli alberi perché possono coprire più
superficie, crescere più velocemente ed essere più
facilmente controllate da un dispositivo di rimozione di
30 CO₂ e di produzione di ossigeno (come un bioreattore),

data la sua dimensione relativa. Un bioreattore può contenere grandi quantità di alghe e ottimizzare il loro ciclo di crescita (e relativo sequestro) in un modo che è più facile degli alberi e prende la crescita eccessiva
5 delle alghe, le disidrata, e infine le mette ad uso come combustibile o biomassa.

Forma oggetto della presente invenzione un dispositivo di rimozione di CO_2 e produzione di ossigeno che
10 comprende un involucro di dispositivo, una o più spire, una soluzione acquosa di alghe o microalghe fotosintetiche, mezzi di pompaggio della soluzione, mezzi di pompaggio dell'aria, e una sorgente di luce configurata per l'illuminazione di dette alghe o
15 microalghe fotosintetiche all'interno di detta spira(e), avente le caratteristiche delle allegate rivendicazioni.

Di seguito saranno descritte, a titolo di esempio non limitativo, forme di realizzazione preferite della
20 presente invenzione, con l'aiuto delle figure allegate, che mostrano:

- figura 1 e figura 2: viste prospettiche di dispositivi per la rimozione di CO_2 e la produzione di ossigeno, oggetto della presente invenzione, secondo diverse forme
25 di realizzazione;
- figura 3: una vista laterale del dispositivo mostrato in figura 2;
- figura 4: una vista in sezione lungo il piano IV-IV mostrato in figura 3;

- figura 5: una vista in sezione lungo il piano V-V mostrato in figura 3;
- figura 6: una vista in sezione lungo il piano VI-VI mostrato in figura 3;
- 5 - figura 7: una schematizzazione dei flussi d'aria che entrano ed escono dal dispositivo di rimozione della CO₂, secondo una possibile forma di realizzazione;
- figura 8: una vista in sezione di un dispositivo di rimozione di CO₂, secondo un'altra possibile forma di
- 10 realizzazione, lungo il piano VIII-VIII mostrato in figura 3, dove le spire sono state omesse per chiarezza.

Nelle figure precedenti, il numero di riferimento 1 indica globalmente un dispositivo di rimozione di

15 biossido di carbonio e di produzione di ossigeno (brevemente: "dispositivo di rimozione di CO₂") secondo la presente invenzione.

Il dispositivo di rimozione di CO₂ 1 è preferibilmente un

20 dispositivo portatile. Nella presente descrizione, "portatile" significa che tale dispositivo ha dimensioni e peso che permettono di spostarlo da un luogo all'altro senza un'installazione permanente.

25 Tale dispositivo di rimozione di CO₂ 1 comprende un involucro di dispositivo 2, una o più spire 6, una soluzione acquosa di alghe o microalghe fotosintetiche, mezzi di pompaggio della soluzione 28, mezzi di pompaggio dell'aria 14, e una sorgente di luce 16

configurata per illuminare dette alghe o microalghe fotosintetiche all'interno di dette spire.

L'involucro di dispositivo 2 si sviluppa attorno a un
5 asse di dispositivo X (preferibilmente un asse di
dispositivo X verticale) in modo da delimitare una
cavità di dispositivo 4.

Quindi, l'involucro di dispositivo 2 comprende una
parete di involucro 38 che si sviluppa in modo tubolare
10 intorno all'asse di dispositivo X e circonda la
cavità di dispositivo 4.

La cavità di dispositivo 4 ha preferibilmente - in un
piano ortogonale rispetto all'asse di dispositivo X -
15 una sezione trasversale poligonale (ad esempio
triangolare, quadrata, rettangolare, pentagonale o
esagonale), una sezione trasversale a spirale, una
sezione trasversale circolare, una sezione trasversale
ellittica o una sezione trasversale a goccia.

20

L'involucro di dispositivo è preferibilmente un
involucro di dispositivo termicamente isolato, e/o la
cavità di dispositivo 4 è a temperatura controllata.

25 Preferibilmente, il dispositivo di rimozione di CO₂ 1
comprende anche un soffitto di dispositivo 36 collegato
all'involucro di dispositivo 2. Più preferibilmente, il
soffitto di dispositivo 36 delimita un'estremità assiale
superiore della cavità di dispositivo 4.

Il soffitto di dispositivo 36 comprende preferibilmente una porzione a forma di cupola 40.

Una superficie complessiva del soffitto di dispositivo 36 e dell'involucro di dispositivo 2 preferibilmente compresa da 5% a 90%, più preferibilmente compresa da 10% a 60%, è almeno parzialmente permeabile alla luce (cioè almeno parzialmente trasparente alla luce).

Preferibilmente, l'involucro di dispositivo 2 delimita un'apertura di accesso 22 alla cavità di dispositivo 4, preferibilmente un'apertura di accesso longitudinale 22 (cioè che si sviluppa parallelamente all'asse di dispositivo X).

15

Il dispositivo di rimozione di CO₂ 1 comprende preferibilmente una chiusura di dispositivo 24 mobile - preferibilmente: ruotabile o scorrevole - rispetto all'involucro di dispositivo 2 tra una posizione sovrapposta (si veda ad esempio figura 3 o figura 7) all'apertura di accesso 22 e una posizione spostata da detta apertura di accesso 22 (si veda ad esempio figura 1 o figura 2).

Preferibilmente, la chiusura di dispositivo 24 è attaccata alla parete di involucro 38 in modo incernierato. Nelle forme rappresentate, un asse di rotazione della chiusura di dispositivo 24 è sostanzialmente parallelo all'asse di dispositivo X.

30

Un dispositivo di visualizzazione (per esempio uno schermo di visualizzazione digitale o un pannello illuminato) è preferibilmente posizionato alla chiusura di dispositivo 24, rivolto in una direzione opposta
5 rispetto alla cavità di dispositivo 4.

Dette una o più spire 6 sono alloggiare nella cavità di dispositivo 4 preferibilmente in corrispondenza o in prossimità dell'involucro di dispositivo 4.

10 Ogni spira 6 delimita un compartimento di spira 8 in comunicazione fluidica con un ingresso dell'aria e un'uscita dell'aria. L'aria atmosferica può conseguentemente entrare nel compartimento di spira 8 - spostato o forzato dai mezzi di pompaggio dell'aria 14 -
15 attraverso l'ingresso dell'aria e può uscire dal compartimento di spira 8 attraverso l'uscita dell'aria.

Ogni spira 6 comprende una parete di spira 12 che è almeno parzialmente permeabile alla luce (cioè almeno
20 parzialmente trasparente alla luce), in modo che la luce possa entrare nel/nei compartimento/i di spira 8. La parete di spira 12 è preferibilmente almeno parzialmente costituita da un materiale almeno parzialmente permeabile alla luce, come il vetro o un materiale
25 polimerico trasparente (come il cloruro di polivinile (PVC)).

È importante che la parete di spira 12 sia permeabile alle lunghezze d'onda della luce che sono radiazioni fotosinteticamente attive (PAR; *photosynthetically*

active radiations) per le alghe o microalghe fotosintetiche nella soluzione acquosa.

Preferibilmente, la densità di flusso di fotoni fotosintetici (PPFD; *photosynthetic photon flux density*) della radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) è compresa da 50 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ a 800 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$.

PAR designa la gamma spettrale (banda d'onda) della radiazione solare da 400 a 700 nanometri che gli organismi fotosintetici sono in grado di utilizzare nel processo di fotosintesi. La densità di flusso di fotoni fotosintetici (PPFD, $\mu\text{mol fotoni m}^{-2} \text{s}^{-1}$) è definita come la densità di flusso di fotoni della PAR, poiché la fotosintesi è un processo quantico. La PAR può essere misurata con sensori/metri quantici noti nell'arte.

Nelle forme di realizzazione mostrate nelle figure, detta/e spira/e 6 ha/hanno un asse di sviluppo prevalente che è sostanzialmente parallelo all'asse di dispositivo X.

Dette spire (6) sono preferibilmente spaziate intorno ad una circonferenza esterna della cavità di dispositivo 4 e delimitano uno spazio interno di dispositivo 30.

La soluzione acquosa di alghe o microalghe fotosintetiche riempie almeno parzialmente (ad esempio: completamente) il compartimento o i compartimenti di spira 8.

Il compartimento di spira 8 ha preferibilmente una sezione trasversale sostanzialmente circolare. Preferibilmente, un diametro interno della spira è compreso da 1 centimetro a 20 centimetri (cm), più
5 preferibilmente compreso da 2 cm a 15 cm, ancora più preferibilmente compreso da 1 cm a 10 cm.

Una capacità totale massima di detta almeno una spira 6 è preferibilmente compresa da 100 litri a 10.000 litri
10 (l), preferibilmente compresa da 200 l a 5.000 l, più preferibilmente compresa da 500 l a 2.000 l, ancora più preferibilmente compresa da 700 l a 1.500 l, ulteriormente preferibilmente compresa da 900 l a 1.100 l.

15

Dette alghe o microalghe fotosintetiche sono preferibilmente selezionate tra alghe o microalghe d'acqua dolce e/o alghe o microalghe marine.

20 Dette alghe o microalghe d'acqua dolce sono preferibilmente selezionate dal gruppo che comprende o, alternativamente, consiste di *Spirulina* sp., *Synechocystis* sp., *Chlorella* sp., *Scenedesmus* sp., e loro miscele.

25 Dette alghe o microalghe marine sono preferibilmente selezionate dal gruppo che comprende o, alternativamente, consiste in *Nannochloropsis* sp., *Dunaliella* sp., *Phaeodactylum* sp. e loro miscele.

Il dispositivo di rimozione di CO_2 1 comprende preferibilmente una pluralità di spire separate 6, dove "separate" significa che la soluzione acquosa contenuta in una certa spira non si mescola con la soluzione
5 acquosa contenuta in un'altra spira. Secondo questa forma di realizzazione, ogni spira 6 è preferibilmente riempita con una soluzione acquosa di una diversa alga o microalga fotosintetica.

- 10 Come esempio, una prima spira potrebbe essere riempita con un'alga o microalga d'acqua dolce e un'altra spira potrebbe essere riempita con un'alga o microalga marina. Come altro esempio, una prima spira potrebbe essere riempita con un'alga o microalga d'acqua dolce di un
15 primo tipo (come una *Spirulina sp.*) e un'altra potrebbe essere riempita con un'alga o microalga d'acqua dolce di un secondo tipo (come una *Synechocystis sp.*). Come esempio ulteriore, una prima spira potrebbe essere riempita con un'alga o microalga marina di un primo tipo
20 (come una *Dunaliella sp.*) e un'altra potrebbe essere riempita con un'alga o microalga marina di un secondo tipo (come una *Phaeodactylum sp.*).

- Preferibilmente, le alghe o microalghe fotosintetiche in
25 detta soluzione acquosa sono in una quantità - riferita ad un peso secco di dette alghe o microalghe fotosintetiche - compresa da 0,01 g a 10 g, preferibilmente compresa da 0,05 g a 5 g, ancora più preferibilmente compresa da 0,1 g a 2 g, per ogni litro
30 di soluzione acquosa.

I mezzi di pompaggio della soluzione 28 sono previsti per spostare la soluzione acquosa di alghe o microalghe fotosintetiche lungo dette una o più spire 6. In altre
5 parole, i mezzi di pompaggio della soluzione 28 forzano la soluzione acquosa di alghe o microalghe fotosintetiche attraverso le spire 6.

Questo evita gradienti di concentrazione e - attraverso lo spostamento e la conseguente miscelazione - permette
10 alle alghe o microalghe fotosintetiche contenute in una soluzione acquosa solitamente torbida di raggiungere una posizione più vicina alla parete di spira 12 parzialmente permeabile alla luce.

I mezzi di pompaggio dell'aria 14 sono fluidicamente
15 collegati a detto ingresso dell'aria in modo da gorgogliare un flusso d'aria atmosferica attraverso detta soluzione acquosa.

In questo modo, quando l'aria atmosferica gorgoglia attraverso detta soluzione acquosa, la concentrazione di
20 CO₂ in detta aria può essere ridotta dai processi fotosintetici effettuati dalle alghe o microalghe fotosintetiche. Una quantità di ossigeno è prodotta da detti processi fotosintetici.

25 I mezzi di pompaggio dell'aria 14 sono preferibilmente situati in corrispondenza di una base del dispositivo di rimozione della CO₂.

Preferibilmente, detta aria atmosferica gorgogliata attraverso la soluzione acquosa è aria contenuta, o che
30 entra, nella cavità di dispositivo 4.

Più preferibilmente, l'aria atmosferica gorgogliata attraverso la soluzione acquosa è aria che è stata purificata (o pretrattata) dal dispositivo di purificazione biologica dell'aria 10 descritto di seguito.

La sorgente di luce 16 è configurata per l'illuminazione di dette alghe o microalghe fotosintetiche attraverso detta parete di spira 12.

10 Preferibilmente, detta sorgente di luce 16 comprende o, alternativamente, consiste di uno o più diodi a emissione di luce (LED), preferibilmente uno o più LED regolabili nella propria/loro intensità luminosa.

15 Il dispositivo di rimozione di CO_2 1 comprende preferibilmente un dispositivo di purificazione biologica dell'aria 10 almeno parzialmente posizionato in detto spazio interno di dispositivo 30. Preferibilmente, il dispositivo di purificazione biologica dell'aria comprende un additivo di biomassa configurato per digerire i contaminanti dell'aria.

Detto dispositivo di purificazione biologica dell'aria 10 preferibilmente comprende:

- 25 - un serbatoio 20 per accogliere un liquido;
- un filtro di supporto biologico configurato per accogliere un additivo di biomassa e comprendente un passaggio d'aria, l'additivo di biomassa essendo configurato per digerire i contaminanti nell'aria che

passa attraverso il passaggio d'aria tramite bio-ossidazione,

- un sistema di tubi configurato per trasportare il liquido dal serbatoio 20 al filtro di supporto biologico, fornendo così un'umidità sufficiente per l'additivo di biomassa per digerire i contaminanti;
- una o più prese d'aria 32 per permettere all'aria contaminata di entrare nel dispositivo, e
- una o più uscite d'aria 34 per scaricare l'aria purificata.

Preferibilmente, il dispositivo di purificazione biologica dell'aria ha le caratteristiche della domanda internazionale n. WO 2019/194890 A1, in particolare dei paragrafi da [0017] a [0041] e da [0060] a [0091] della descrizione. Questi paragrafi della domanda internazionale n. WO 2019/194890 A1 sono qui incorporati per riferimento.

Preferibilmente detto dispositivo di purificazione biologica dell'aria 10 comprende una soffiante o ventola di aspirazione 42 (visibile in figura 4) di detta aria contaminata nel dispositivo, e una parete di guida a spirale 44 che guida detta aria contaminata lungo un percorso che si avvolge a spirale da detta una o più prese d'aria 32 attraverso il filtro di supporto biologico (si veda ad esempio figura 8).

In questo modo, il ventilatore di aspirazione o la soffiante 42 crea una depressione nella cavità di

dispositivo 4, in modo che l'aria contaminata possa essere aspirata nella cavità di dispositivo 4 attraverso detta una o più prese d'aria 32 e possa essere condotta attraverso detto filtro di supporto biologico dalla
5 parete di guida a spirale 44.

Nella presente descrizione l'espressione "spirale" significa che - in un piano ortogonale rispetto all'asse di dispositivo X - la parete di guida 44 ha la forma di
10 una curva che si avvolge intorno a un punto centrale fisso (situato in corrispondenza dell'asse di dispositivo X) a una distanza continuamente crescente da detto punto.

15 Preferibilmente, la/le spira/e sporgono verticalmente oltre il serbatoio 20.

Preferibilmente, dette spire 6 e una superficie esterna 18 di detto serbatoio 20 definiscono un'intercapedine
20 anulare 22 che crea un passaggio per il flusso d'aria situato fluidicamente tra detta presa (o prese) d'aria 32 e detta uscita (o uscite) d'aria di detto dispositivo biologico di purificazione dell'aria 10.

25 Preferibilmente, il dispositivo di rimozione di CO₂ 1 comprende anche mezzi di rilevamento della luce e mezzi di gestione e controllo 26, dove i mezzi di gestione e controllo 26 sono operativamente collegati ai mezzi di rilevamento della luce e alla sorgente di luce 16, e
30 comprende anche detto soffitto di dispositivo 36

collegato a detto involucro di dispositivo 2, in cui detto soffitto di dispositivo 36 e/o detto involucro di dispositivo 2 è/sono almeno parzialmente permeabile/i alla luce.

- 5 Preferibilmente, i mezzi di gestione e di controllo 26 sono operativamente collegati ai mezzi di rilevamento della luce e alla sorgente di luce 16 in modo da regolare un'intensità di illuminazione della sorgente di luce 16 in base a segnali ricevuti dai mezzi di
10 rilevamento della luce.

Secondo una forma preferita, l'involucro di dispositivo 2 delimita attraverso il suo spessore una o più prese d'aria 32 e comprende almeno un membro di chiusura di
15 detta una o più prese d'aria 32. Ogni membro di chiusura è mobile (preferibilmente attraverso mezzi motori elettrici) tra una configurazione sovrapposta a una presa d'aria 32 e una configurazione spostata da detta presa d'aria 32.

20

- Preferibilmente, il dispositivo di rimozione di CO₂ 1 comprende mezzi di rilevamento della luce, mezzi di gestione e controllo 26 e detti mezzi motori elettrici. I mezzi di gestione e di controllo 26 sono
25 operativamente collegati ai mezzi di rilevamento della luce, alla sorgente di luce 16 e ai mezzi motori elettrici in modo che - in base a segnali ricevuti dai mezzi di rilevamento della luce - detti mezzi di gestione e di controllo 26 regolino un'intensità di
30 illuminazione della sorgente di luce 16 e/o azionino i

mezzi motori elettrici in modo da spostare il/i membro/i di chiusura dalla configurazione sovrapposta alla configurazione spostata, e viceversa.

- 5 Secondo queste forme di realizzazione, il dispositivo di rimozione di CO₂ 1 realizza un'illuminazione combinata, utilizzando la luce naturale e la luce artificiale della sorgente di luce in modo variabile. La suddetta
conneessione operativa dei mezzi di gestione e controllo
10 26 e dei mezzi di rilevamento della luce (ed eventualmente dei mezzi motori elettrici) permette di regolare l'intensità di illuminazione della sorgente di luce 16 e/o la configurazione del/i membro/i di chiusura in base alla quantità effettiva di luce naturale
15 disponibile.

- Preferibilmente, l'intensità di illuminazione della sorgente di luce 16 è regolata in modo che le alghe o microalghe fotosintetiche ricevano da 15 ore a 17 ore di luce (più preferibilmente 16 ore) e stiano da 7 ore a 9
20 ore al buio (più preferibilmente 8 ore).

- Preferibilmente, i mezzi di rilevamento della luce sono situati nella cavità di dispositivo 4, preferibilmente in corrispondenza di detta una o più spire 6.

25

Il dispositivo di rimozione di CO₂ 1 preferibilmente comprende mezzi di misurazione di:

- il valore del pH; e/o
- il valore della temperatura; e/o
- 30 - la torbidità; e/o

- l'ossigeno disciolto;

della o nella soluzione acquosa di alghe o microalghe fotosintetiche.

Come esempio, le alghe o microalghe fotosintetiche

5 possono essere coltivate nelle seguenti condizioni:

- temperatura compresa da 15°C a 35°C; e/o

- valore di pH compreso da 6,5 a 10.

Vantaggiosamente, il dispositivo di rimozione di CO₂ e di
10 produzione di ossigeno secondo la presente invenzione -
mentre assorbe e distrugge l'inquinamento dell'aria - è
in grado di digerirlo per bio-ossidazione attraverso
l'uso di un composto specifico fatto di batteri aerobi e
anaerobi aggiunto al dispositivo periodicamente
15 (preferibilmente: settimanalmente, mensilmente, o dopo
un numero predeterminato di settimane o mesi).

La combinazione delle due biotecnologie - depuratore
biologico di aria e coltivazione di microalghe - crea un
sistema simbiotico in grado di affrontare i 3 problemi
20 elencati nel problema tecnico di cui sopra. Il sistema
di purificazione dell'aria attrae e abbatte gli
inquinanti dell'aria utilizzando la loro carica
elettrica e li tratta all'interno del serbatoio
dell'acqua per mezzo di batteri (preferibilmente non
25 OGM, batteri non patogeni), creando le condizioni per la
parte di coltivazione delle microalghe del dispositivo
per operare al meglio.

La coltivazione concentrata di microalghe all'interno
del dispositivo ha l'effetto secondario di catturare CO₂
30 dall'aria e rilasciare ossigeno in una quantità

calcolata come potenzialmente 200-400 alberi. Il dispositivo è compatto (preferibilmente con un diametro massimo compreso tra 120 cm e 150 cm, e/o un'altezza massima compresa tra 200 cm e 300 cm) per massimizzare l'effetto in uno spazio limitato.

Vantaggiosamente, l'involucro specificamente progettato avvolto intorno al dispositivo ha le seguenti funzioni:

- 1) reindirizzare il flusso d'aria per creare un vortice appositamente progettato intorno all'unità per distrarre il flusso di particelle e ottimizzare la cattura;
- 2) modulare la luce attraverso aperture attraverso le quali le spire che contengono le alghe possono ottimizzare la percentuale di luci naturali rispetto alle luci artificiali ai fini del risparmio energetico;
- 3) alloggiare pannelli solari e dispositivi microeolici per ottimizzare la sorgente e il consumo di energia, dato che il sistema funziona preferibilmente 24 ore su 24, 7 giorni su 7;
- 4) alloggiamento di un pannello di comunicazione interattivo per ospitare pubblicità o qualsiasi tipo di comunicazione per avere un impatto economicamente sostenibile per le amministrazioni cittadine, in grado di utilizzare il dispositivo come supporto di comunicazione multifunzionale che può generare introiti.

Vantaggiosamente, mezzi di gestione e controllo progettati su misura (preferibilmente una scheda elettronica) azionano una serie specifica di sensori di qualità dell'aria, acqua e luce posti all'interno del

dispositivo e nell'area circostante collegati a un sistema cloud.

Un software progettato su misura, attraverso algoritmi proprietari, controlla le funzioni operative a distanza, controllando lo stato fisico ottimale necessario affinché i sistemi biologici combinati operino al meglio, e calcolando il sequestro di CO₂ (riduzione) e la produzione di ossigeno per i crediti di carbonio da rilasciare allo sponsor.

10

Vantaggiosamente, la coltivazione in batch delle microalghe viene parzialmente raccolta periodicamente e immagazzinata sul fondo dell'unità in un dispositivo di setacciatura e refrigerazione appositamente progettato, gestito dal cloud in IoT pronto per essere prelevato e riutilizzato per produrre proteine o fertilizzanti biologici per soddisfare un ciclo di economia circolare totale e raggiungere il massimo grado possibile di sostenibilità.

20

Le forme di realizzazione del suddetto dispositivo possono essere sostituite o modificate da una persona esperta secondo le contingenze. Tali sostituzioni o modifiche sono anche da considerarsi incluse nell'ambito della protezione specificata nelle seguenti rivendicazioni.

25

Inoltre, ogni forma di realizzazione può essere implementata indipendentemente dalle altre forme di realizzazione descritte.

30

ELENCO DEI NUMERI DI RIFERIMENTO

- | | | |
|----|----|---|
| | 1 | dispositivo di rimozione di CO ₂ |
| 5 | 2 | involucro di dispositivo |
| | 4 | cavità di dispositivo |
| | 6 | spira |
| | 8 | compartimento di spira |
| | 10 | dispositivo di purificazione biologica dell'aria |
| 10 | 12 | parete di spira |
| | 14 | mezzo di pompaggio dell'aria |
| | 16 | sorgente di luce |
| | 18 | superficie esterna del serbatoio |
| | 20 | serbatoio |
| 15 | 22 | intercapedine anulare |
| | 24 | chiusura di dispositivo |
| | 26 | mezzi di gestione e controllo |
| | 28 | mezzi di pompaggio della soluzione |
| | 30 | spazio interno di dispositivo |
| 20 | 32 | presa/e d'aria del dispositivo di depurazione biologica dell'aria |
| | 34 | uscita(e) d'aria del dispositivo di depurazione biologica dell'aria |
| | 36 | soffitto di dispositivo |
| 25 | 38 | parete di involucro |
| | 40 | porzione a forma di cupola |
| | 42 | ventilatore o soffiante di aspirazione |
| | 44 | parete di guida a forma di spirale |
| | X | asse di dispositivo, preferibilmente verticale |

1. Un dispositivo di rimozione di CO₂ (1) che comprende:
 - un involucro di dispositivo (2) che si sviluppa intorno ad un asse di dispositivo (X) in modo da delimitare una cavità di dispositivo (4);
 - una o più spire (6) alloggiata nella cavità di dispositivo (4), ogni spira (6) delimitando un compartimento di spira (8) in comunicazione fluidica con un ingresso dell'aria e un'uscita dell'aria;
 dove ogni spira (6) comprende una parete di spira (12) che è almeno parzialmente permeabile alla luce;
 - una soluzione acquosa di alghe o microalghe fotosintetiche che riempie almeno parzialmente il/1 compartimento/1 di spira (8);
 15 - mezzi di pompaggio della soluzione (28) per spostare la soluzione acquosa di alghe o microalghe fotosintetiche lungo dette una o più spire (6);
 - mezzi di pompaggio dell'aria (14) collegati fluidamente a detto ingresso dell'aria in modo da far gorgogliare un flusso di aria atmosferica attraverso detta soluzione acquosa;
 - una sorgente di luce (16) configurata per illuminare dette alghe o microalghe fotosintetiche attraverso detta parete di spira (12)
 25 2. Il dispositivo di rimozione di CO₂ (1) secondo la rivendicazione 1, in cui detta/e spira/e (6) ha/hanno un asse di sviluppo prevalente che è sostanzialmente

RIVENDICAZIONI

parallelo all'asse di dispositivo (X), preferibilmente un asse di dispositivo (X) verticale.

3. Il dispositivo di rimozione di CO₂ (1) secondo una
5 qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui dette
spire (6) sono distanziate attorno a una circonferenza
esterna della cavità di dispositivo (4), e in cui dette
spire (6) delimitano uno spazio interno di dispositivo
(30).

10

4. Il dispositivo di rimozione di CO₂ (1) secondo la
rivendicazione 3, comprendente inoltre un dispositivo di
purificazione biologica dell'aria (10) almeno
parzialmente posizionato in detto spazio interno di
15 dispositivo (30);

detto dispositivo biologico di purificazione dell'aria
(10) comprende: un serbatoio (20) per accogliere un
liquido, un filtro di supporto biologico configurato per
accogliere un additivo di biomassa e comprendente un
20 passaggio d'aria, l'additivo di biomassa essendo
configurato per digerire i contaminanti nell'aria che
passa attraverso il passaggio d'aria tramite bio-
ossidazione, un sistema di tubi configurato per
trasportare il liquido dal serbatoio (20) al filtro di
25 supporto biologico, fornendo così umidità sufficiente
per l'additivo di biomassa per digerire i contaminanti;
una o più prese d'aria (32) per permettere all'aria
contaminata di entrare nel dispositivo, e una o più
uscite d'aria (34) per scaricare l'aria purificata.

30

5. Il dispositivo di rimozione di CO_2 (1) secondo la rivendicazione 4, in cui dette spire (6) e una superficie esterna (18) di detto serbatoio (20) definiscono un'intercapedine anulare (22) che crea un
- 5 passaggio per il flusso d'aria situato fluidicamente tra detta presa d'aria (32) e detta uscita d'aria (34) di detto dispositivo di purificazione biologica dell'aria (10).
- 10 6. Il dispositivo di rimozione di CO_2 (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto dispositivo di purificazione biologica dell'aria (10) comprende un ventilatore di aspirazione (42) di detta
- 15 aria contaminata all'interno del dispositivo, e una parete di guida a spirale (44) che guida detta aria contaminata lungo un percorso a spirale da detta una o più prese d'aria (32) attraverso detto filtro di supporto biologico.
- 20 7. Il dispositivo di rimozione di CO_2 (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente inoltre:
- mezzi di rilevamento della luce;
 - mezzi di gestione e controllo (26), operativamente

25 collegati ai mezzi di rilevamento della luce e alla sorgente di luce (16);

 - un soffitto di dispositivo (36) collegato all'involucro di dispositivo (2), dove detto soffitto di dispositivo (36) e/o detto involucro di dispositivo (2)

30 è/sono almeno parzialmente permeabili alla luce;

in cui detti mezzi di gestione e controllo (26) sono collegati operativamente ai mezzi di rilevamento della luce e alla sorgente di luce (16) in modo da regolare un'intensità di illuminazione della sorgente di luce (16) in base a segnali ricevuti dai mezzi di rilevamento della luce.

8. Il dispositivo di rimozione di CO₂ (1) secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui detta sorgente di luce (16) comprende o, alternativamente, consiste di uno o più diodi a emissione di luce (LED), preferibilmente uno o più LED regolabili nella loro intensità luminosa.

9. Il dispositivo di rimozione di CO₂ (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui dette alghe o microalghe fotosintetiche sono selezionate tra:
- il gruppo comprendente o, alternativamente, consistente di *Spirulina sp.*, *Synechocystis sp.*, *Chlorella sp.*, *Scenedesmus sp.*, e loro miscele; e/o
- il gruppo comprendente o, alternativamente, consistente di *Nannochloropsis sp.*, *Dunaliella sp.*, *Phaeodactylum sp.* e loro miscele.

10. Il dispositivo di rimozione di CO₂ (1) secondo la rivendicazione 9, comprendente una pluralità di spire (6) separate, in cui ogni spira (6) è riempita con una soluzione acquosa di una diversa alga o microalga fotosintetica.

1 / 5

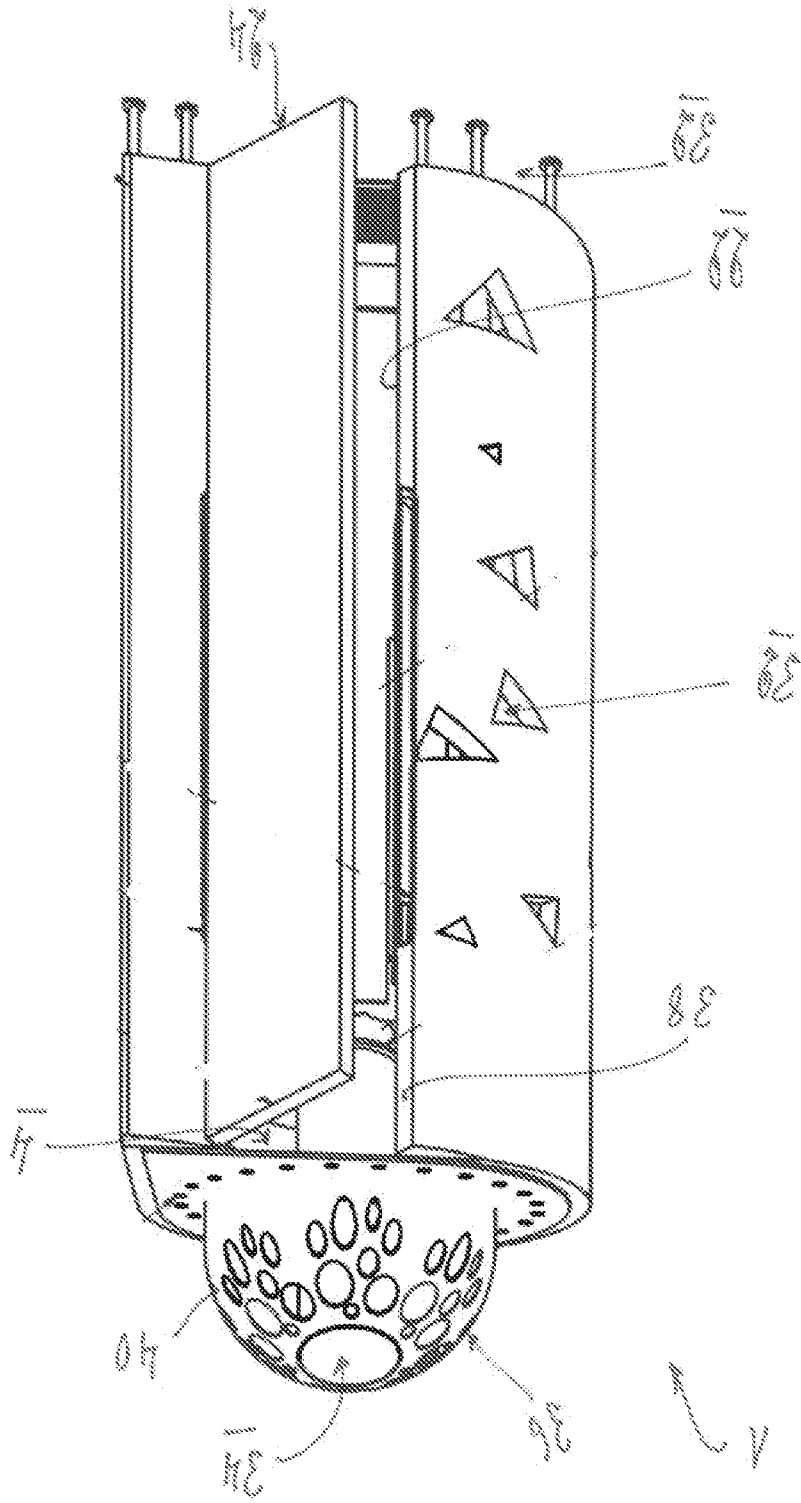


FIG. 1

2 / 5

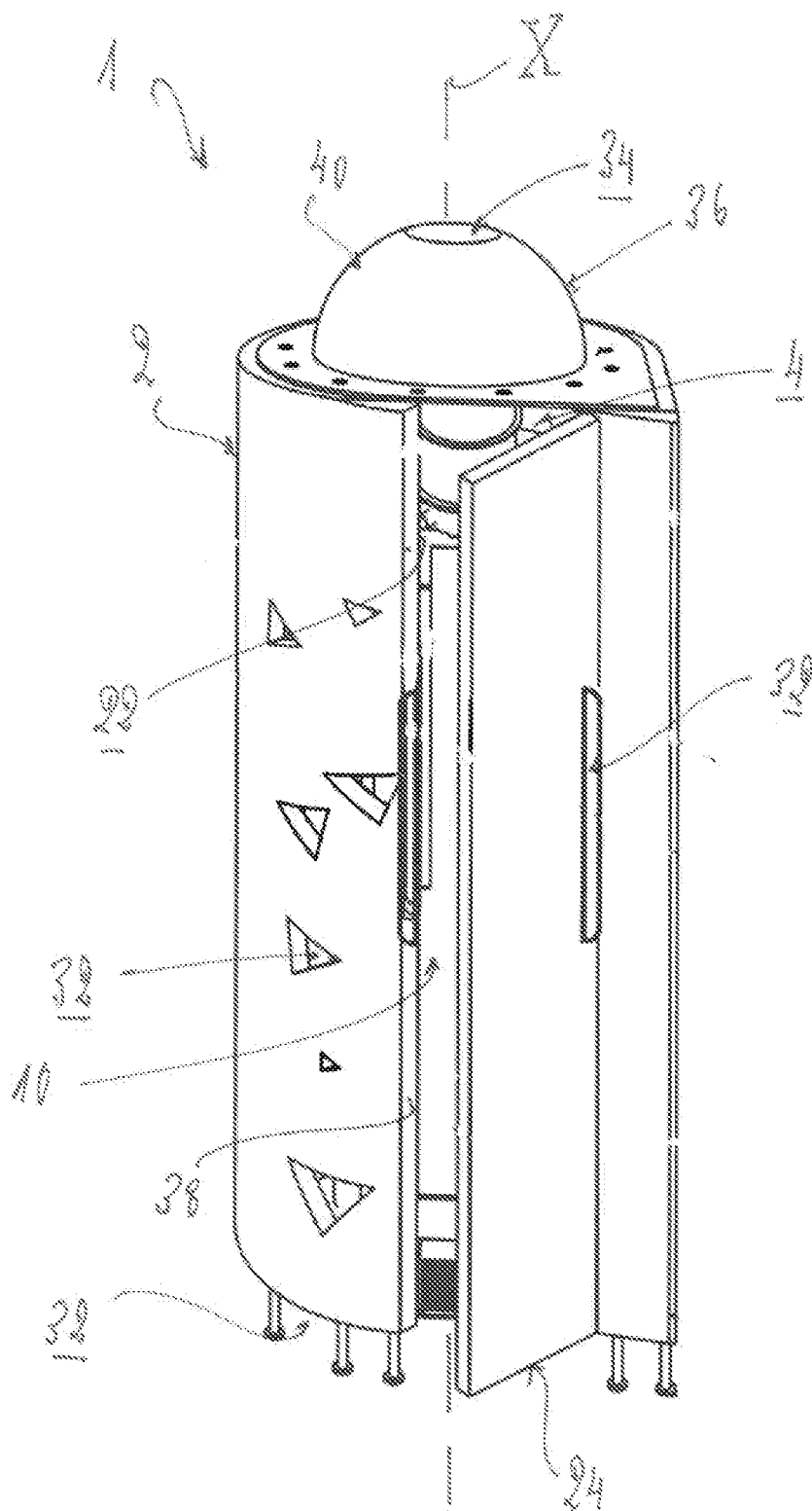


FIG. 2

3 / 5

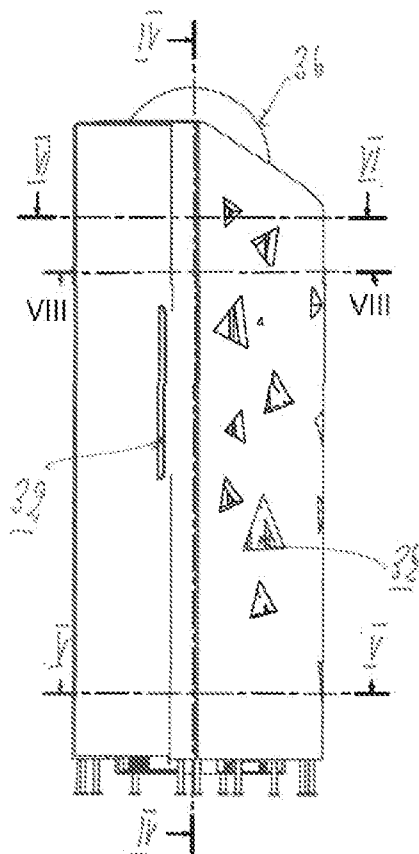


FIG. 3

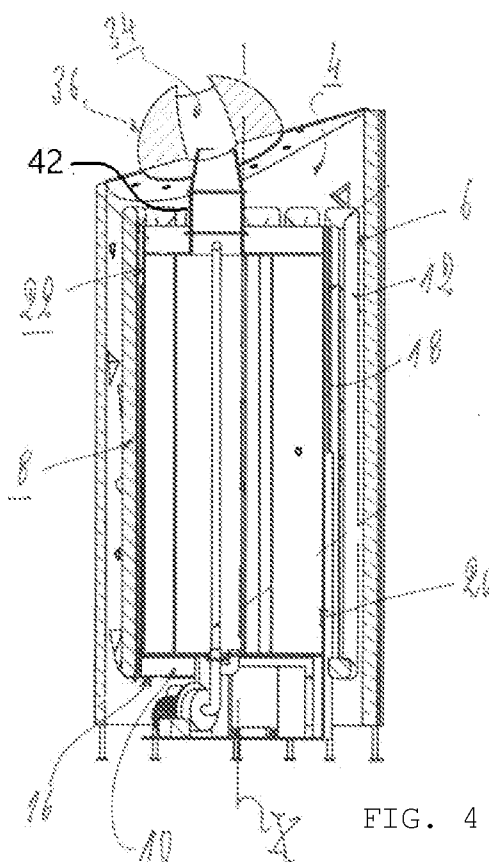


FIG. 4

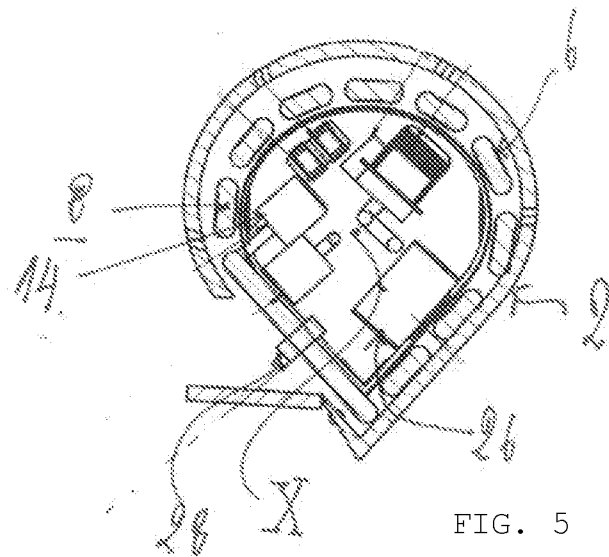


FIG. 5

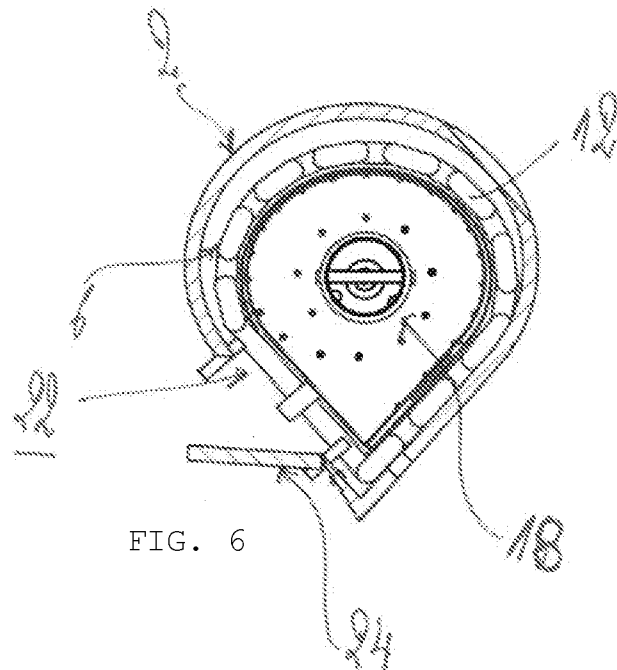


FIG. 6

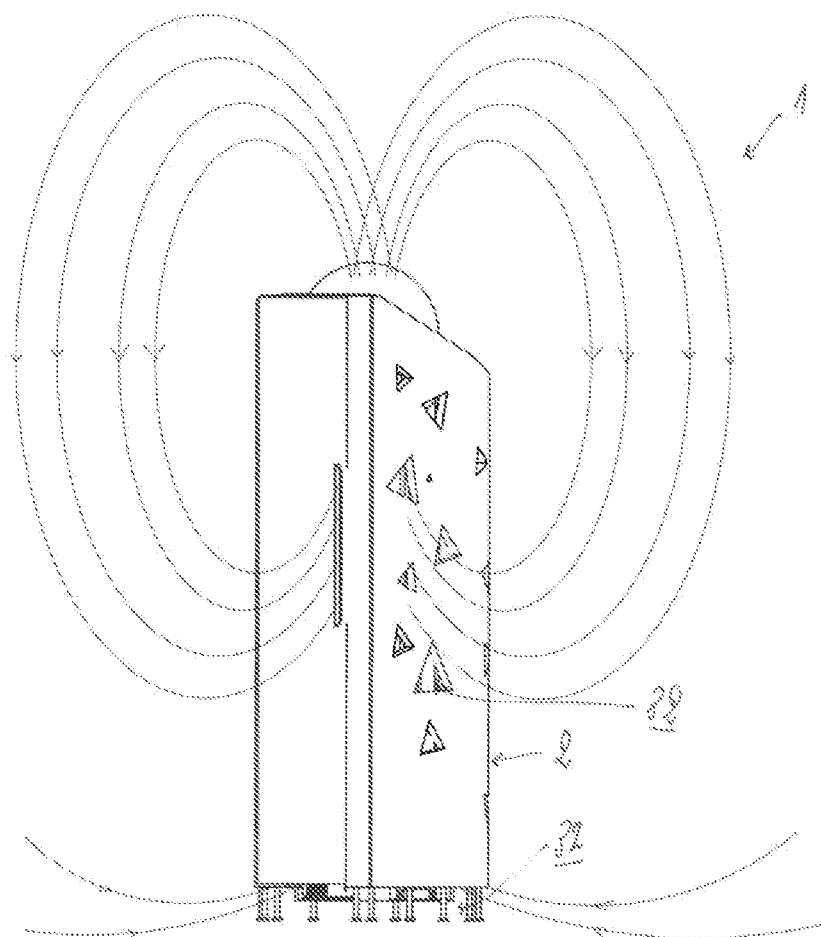


FIG. 7

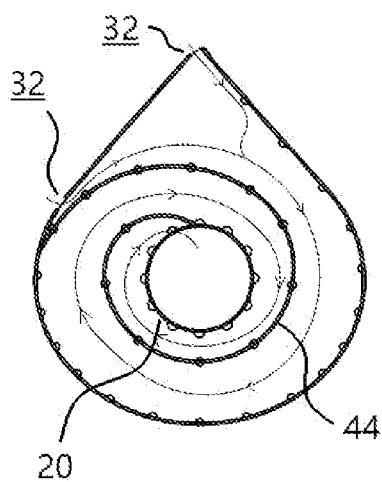


FIG. 8