MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	**102021000011783**
Data Deposito	**07/05/2021**
Data Pubblicazione	**07/11/2022**

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
A	61	L	9	20

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
A	61	M	16	10

Titolo

DISPOSITIVO PER LA DISINFEZIONE DI UN FLUSSO DI ARIA MEDIANTE RADIAZIONI UV-C E SISTEMA DI RESPIRAZIONE ASSISTITA COMPRENDENTE TALE DISPOSITIVO

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"DISPOSITIVO PER LA DISINFEZIONE DI UN FLUSSO DI ARIA MEDIANTE RADIAZIONI UV-C E SISTEMA DI RESPIRAZIONE ASSISTITA COMPRENDENTE TALE DISPOSITIVO"

di ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA

di nazionalità italiana

con sede: VIALE DEL PARCO MELLINI 84

00136 ROMA (RM)

Inventori: LOMBINI Matteo, ZANUTTA Alessio, BIANCO Andrea, LESSIO Luigi, CORTECCHIA Fausto, MALAGUTI Giuseppe, PARESCHI Giovanni, DIOLAITI Emiliano, DE ROSA Adriano

**** *** ***

La presente invenzione è relativa ad un dispositivo per la disinfezione di un flusso di aria mediante radiazioni UV-C. L'invenzione trova sue forme di applicazione preferite nella disinfezione dell'aria espirata da un paziente sottoposto a respirazione assistita non invasiva.

In questo periodo di emergenza dovuto alla pandemia Covid-19, sta assumendo un ruolo fondamentale la disinfezione degli ambienti a causa dell'elevata infettività. Per la disinfezione ambientale si possono utilizzare tecniche collaudate di germicidi, radiazione UV, ecc.

Più critico è il trattamento dell'aria che proviene direttamente da un paziente a cui sia stato applicato un

ausilio per la respirazione, per esempio, in reparti ospedalieri per malati subacuti. In questi casi, non sempre l'aria è trattata prima di essere reimmessa nell'ambiente e l'unica soluzione per tutelare pazienti già fragili e operatori sanitari dall'esposizione ai patogeni consiste nel dotare tutti i soggetti di dispositivi di protezione individuale (DPI). Ciò comporta rischi non trascurabili in caso di utilizzo non corretto dei DPI e per il loro smaltimento. Anche nel caso in cui l'aria espirata dal paziente viene trattata prima di essere reimmessa nell'ambiente, ad esempio mediante filtri elettrostatici o a membrana, i filtri devono essere cambiati dopo alcune ore di servizio, con costi notevoli di gestione e smaltimento, e con l'ulteriore difficoltà di seguire protocolli stringenti per mantenere il livello di igiene richiesto.

Nell'ottica di superare le criticità connesse con l'uso di filtri per trattare l'aria espirata da un paziente sottoposto ad ossigenoterapia non invasiva, sono stati sviluppati dispositivi di disinfezione UV, in particolare sistemi UV che emettono radiazioni appartenenti alla banda UV-C (tra 250 e 280 nm), attraverso i quali viene fatto passare il flusso d'aria. Tuttavia, tali sistemi UV, per raggiungere adeguati livelli di disinfezione dell'aria, richiedono un dosaggio di radiazioni di diversi mJ/cm2 (variabile a seconda del microorganismo da inattivare) che

risulta ottenibile utilizzando sorgenti di potenza relativamente elevata e/o una permanenza relativamente lunga dell'aria in un'area confinata soggetta alle radiazioni.

Ne consegue che i sistemi noti hanno limiti applicativi notevoli; in particolare, non sono adatti alla realizzazione di soluzioni compatte, portatili e/o facilmente applicabili a sistemi di respirazione assistita ad alto flusso.

WO 92/20974 A1 descrive un dispositivo per la disinfezione di un flusso d'aria turbolento e ad elevata portata in un condotto di un sistema di condizionamento di ambienti mediante radiazione UV. Il dispositivo comprende un deflettore di ingresso provvisto di una pluralità di aperture ed atto a rendere uniforme il flusso d'aria, ed una pluralità di lampade UV longitudinali intorno alle quali sono disposti deflettori elicoidali aventi lo scopo di creare un flusso rotatorio e sostanzialmente laminare di aria intorno alle lampade.

Il suddetto dispositivo non può essere utilizzato efficacemente in sistemi di respirazione assistita a causa delle sue elevate dimensioni; inoltre, poiché il flusso in tali sistemi è già sostanzialmente laminare, il dispositivo suddetto sarebbe sostanzialmente inefficace.

Scopo della presente invenzione è la realizzazione di un dispositivo per la disinfezione di un flusso di aria che sia privo degli inconvenienti dei dispositivi noti e sopra

specificati.

In particolare, scopo della presente invenzione è quello di realizzare un dispositivo compatto e portatile per la disinfezione di un flusso d'aria espirata da un paziente sottoposto a respirazione assistita non invasiva.

Il suddetto scopo è raggiunto da un dispositivo secondo la rivendicazione 1.

La presente invenzione è inoltre relativa a un sistema di respirazione assistita secondo la rivendicazione 12.

L'invenzione permette una maggiore efficacia di inattivazione di microorganismi patogeni presenti nell'aria espirata dal paziente per mezzo di radiazione UV-C grazie all'introduzione di un percorso forzato con traiettoria elicoidale che assicura una permanenza relativamente lunga dell'aria nel dispositivo.

L'impiego di LED come sorgente di radiazione UV permette di combinare un'alta efficienza luminosa, dimensioni ridotte, robustezza e lunga durata.

Ciò consente di realizzare un dispositivo compatto che può essere vantaggiosamente integrato a sistemi di respirazione assistita esistenti.

Per una migliore comprensione della presente invenzione vengono descritte nel seguito alcune forme di attuazione preferite con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

la figura 1 è una vista prospettica e schematica di un

dispositivo di disinfezione secondo l'invenzione;

la figura 2 è uno schema che illustra una forma di attuazione di un sistema di respirazione assistita provvisto di un dispositivo secondo la presente invenzione; e

la figura 3 è una vista prospettica di una seconda forma di attuazione di un dispositivo di disinfezione secondo l'invenzione.

Con riferimento alla figura 1, è illustrato schematicamente un esempio di attuazione di un dispositivo di disinfezione 1 secondo la presente invenzione.

Il dispositivo 1 comprende un corpo cavo 2 provvisto di una parete laterale 3 di forma cilindrica di asse A e due pareti di base 4, 5. Il corpo 2 comprende inoltre un'apertura di ingresso 6 ricavata al centro della parete di base 4 e comunicante con un condotto di ingresso 7, e di un'apertura di uscita 8, comunicante con un condotto di uscita 9 e ricavata al centro della parete di base 5.

Il dispositivo 1 comprende un deflettore 10 a forma di elicoide coassiale al corpo cavo 2 ed alloggiato al suo interno, il cui bordo esterno è tangente ad una superficie interna 12 della parete laterale 3 del corpo cavo 2 in modo da cooperare sostanzialmente a tenuta con la stessa.

Preferibilmente, il deflettore 10 è a forma di elicoide rigato. Nell'esempio illustrato, il deflettore 10 è a forma di elicoide retto con generatrici radiali estendentisi

dall'asse A alla superficie interna 12 della parete laterale 3.

Il deflettore 10 forma pertanto, con la parete laterale 3 del corpo cavo 2 un condotto elicoidale 13.

Convenientemente, il passo dell'elicoide è scelto in modo che una sezione del condotto 13 presenti un'area circa uguale a quella dell'apertura di ingresso 6, mentre la sua lunghezza, misurata lungo un asse elicoidale del condotto stesso, è compresa tra 5 e 10 volte la lunghezza assiale del corpo cavo 2.

Il dispositivo 1 comprende infine una o più sorgenti 15 di radiazioni UV-C, preferibilmente di una lunghezza d'onda compresa nel campo 250-280 nm.

Le sorgenti 15 sono preferibilmente costituite da LED.

Nell'esempio illustrato, le sorgenti 15 sono disposte sulla superficie interna 12 della parete laterale 3, ad esempio lungo una generatrice assiale di tale superficie, ed equispaziate tra loro di una distanza pari al passo dell'elicoide, in modo tale che ciascuna sorgente sia posta in posizione intermedia tra due spire successive dell'elicoide.

In alternativa, le sorgenti 15 possono essere disposte alternate su generatrici opposte della superficie 12, oppure lungo un percorso elicoidale estendentesi lungo il condotto elicoidale 13.

Le sorgenti 15 possono essere alimentate da una batteria 16, convenientemente incorporata nel dispositivo 1.

La superficie interna 12 della parete laterale 3, così come le superfici interne delle pareti di base 4, 5 non interessate dalle aperture 6, 8, sono riflettenti (speculari o diffondenti). Ai fini della presente invenzione, il termine "riflettente" viene utilizzato ad indicare una superficie o rivestimento avente riflettanza di almeno 0.8 (ovvero 80%).

Ad esempio, tali superfici possono essere definite da un film di alluminio con riflettanza ρ=0.92.

Convenientemente, anche il deflettore 10 presenta una superficie riflettente.

Pertanto, il corpo cavo 2, grazie alla sua superficie totale interna riflettente, si comporta come una cavità ottica che genera un effetto moltiplicativo dell'intensità di illuminazione dovuto alle riflessioni multiple delle radiazioni al proprio interno. Anche il deflettore 10, se realizzato con materiale riflettente, contribuisce alla moltiplicazione dell'intensità per effetto di riflessioni multiple.

Tale effetto moltiplicativo è tanto maggiore quanto maggiore è la riflettanza del rivestimento interno e del deflettore 10. Altri materiali adatti a costituire un rivestimento riflettente possono essere coperture riflettenti metalliche (con superficie speculare o diffondente)

depositate sotto vuoto o con altri metodi, o coperture riflettenti depositate sotto vuoto con struttura a multistrato contenenti materiali dielettrici (ad esempio SiO_2) per ottenere un'alta riflettività nella regione UV-C e al contempo filtrare altre bande e proteggere la superficie rispetto a perdite di riflettività (ad esempio per ossidazione). Il corpo cavo 2 può essere anche costituito da una lamiera metallica (ad esempio Alluminio), con superficie interna riflettente (speculare o diffondente), opportunamente lavorata.

Il volume di aria contaminato possiede un bassissimo assorbimento alle radiazioni UV, dell'ordine di grandezza dell'1%, e non diminuisce perciò l'intensità luminosa in quantità significative.

Alle velocità di flusso tipicamente associate ad un'applicazione ad alto flusso come ad esempio nel caso di un casco di iperventilazione, dell'ordine di grandezza di circa 5 m/s, l'aria mantiene un flusso sostanzialmente laminare. Il tempo di permanenza dell'aria all'interno del dispositivo 1, supponendo che la velocità si mantenga inalterata rispetto ad un dispositivo comparatico privo del deflettore 10, aumenta di un fattore compreso tra 5 e 10. Pertanto, a parità di densità di energia di irraggiamento, aumenta proporzionalmente il dosaggio delle radiazioni sul flusso e conseguentemente l'efficacia di disinfezione.

In figura 2 è illustrato nel suo complesso con 20 un sistema di ventilazione assistita non invasivo.

Il sistema comprende essenzialmente, in modo noto:

- un dispositivo ventilatore 21, avente lo scopo di produrre un flusso di aria o eventualmente una miscela gassosa di aria arricchita con ossigeno (nel seguito per brevità "l'aria");
- un dispositivo di condizionamento 22 dell'aria avente lo scopo di controllarne temperatura e umidità; e
- un dispositivo 23 di interfaccia paziente/ventilatore, avente lo scopo di trasportare l'aria fino alle vie respiratorie esterne del paziente.

Il dispositivo di interfaccia 23 può essere rappresentato, ad esempio, da un casco di ventilazione. La tipologia di interfaccia dipende essenzialmente dal flusso d'aria somministrato.

Come schematizzato in figura 2, in alcuni casi e prevalentemente nei sistemi ad alto flusso (ad esempio nei caschi di ventilazione utilizzati in ambito ospedaliero), l'aria espirata viene incanalata in un condotto di emissione 25, comunicate con il dispositivo 1 realizzato secondo l'invenzione. Pertanto, l'aria contaminata, contenuta nel condotto di emissione 25, viene fatta passare attraverso il dispositivo di disinfezione 1 prima di essere reimmessa nell'ambiente tramite il condotto di uscita 9.

In figura 3 è illustrata una variante del dispositivo di disinfezione di figura 1 in cui i condotti di ingresso 7 e di uscita 9 sono realizzati sulla parete laterale 3 del corpo 2, in prossimità delle rispettive pareti di base 4, 5. I condotti 7, 9 si estendono lungo rispettivi prolungamenti del condotto elicoidale 13, ovvero in direzione sostanzialmente tangenziale, in modo da non determinare brusche variazioni di velocità o pressione del flusso in ingresso nel dispositivo e in uscita dallo stesso.

Da un esame delle caratteristiche dei dispositivi 1 realizzati secondo la presente invenzione sono evidenti i vantaggi che essa consente di ottenere.

L'incremento del tempo di permanenza dell'aria nel dispositivo 1 dovuto al prolungamento del suo cammino lungo una traiettoria elicoidale imposta dal deflettore 10 consente un'efficace disinfezione di aria laminare ad alto flusso tramite le molteplici riflessione delle radiazioni UV-C entro il dispositivo 1. Pertanto, il dispositivo 1 realizzato secondo la presente invenzione può essere implementato nei sistemi di respirazione che si avvalgono di interfacce ventilatore/paziente ad alto flusso, come ad esempio nella soluzione di figura 2.

Risulta infine chiaro che al dispositivo 1 illustrato possono essere apportate modifiche e varianti che non escono dall'ambito di tutela definito dalle rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo per la disinfezione di un flusso di aria, comprendente un corpo cavo (2) avente un asse (A), una parete laterale (3) e due pareti di base (4,5) provviste di superfici interne riflettenti, un'apertura di ingresso (6) e un'apertura di uscita (8) ricavate nelle, o in prossimità delle, rispettive pareti di base, almeno una sorgente (15) di radiazioni UV-C disposta all'interno del corpo cavo (2), e un deflettore (10) a forma di elicoide alloggiato assialmente nel corpo cavo (2);

caratterizzato dal fatto che il corpo cavo (2) è cilindrico e che un bordo esterno del deflettore (10) coopera sostanzialmente a tenuta con una superficie interna (12) della parete laterale (3) del corpo cavo (2) in modo da definire con detta parete laterale (3) un condotto elicoidale (13) percorso dall'intero flusso.

2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, in cui una sezione del condotto elicoidale (13) è circa uguale a quella dell'apertura di ingresso (6) del corpo cavo (2).

3. Dispositivo secondo la rivendicazione 1 o 2, comprendente un condotto di ingresso (7) e un condotto di uscita (9) disposti lungo rispettivi prolungamenti del condotto elicoidale (13).

4. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui il condotto elicoidale (13) presenta una

lunghezza compresa tra 5 e 10 volte la lunghezza assiale del corpo cavo (2).

5. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui il deflettore (10) è a forma di elicoide rigato.

6. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui il deflettore (10) è a forma di elicoide retto.

7. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui il deflettore (10) presenta una superficie riflettente.

8. Dispositivo secondo la rivendicazione 7, in cui le superfici interne del corpo cavo (2) e la superficie del deflettore (10) hanno una riflettanza pari ad almeno 0.8 (80%).

9. Dispositivo secondo la rivendicazione 8, in cui almeno una di dette superfici presenta un rivestimento comprendente un film di alluminio.

10. Dispositivo secondo la rivendicazione 8 o 9, caratterizzato dal fatto che almeno una di dette superfici è costituita da un materiale otticamente speculare nella banda UV-C.

11. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui la sorgente (15) di radiazioni UV-C comprende uno o più LED disposti sulla superficie interna

(12) della parete laterale (3) del corpo cavo (2).

12. Sistema di respirazione assistita comprendente un ventilatore (21), un dispositivo di condizionamento (22), un dispositivo di interfaccia (23) per trasportare un flusso prodotto dal ventilatore (21) verso le vie respiratorie esterne del paziente e un dispositivo di disinfezione (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, collegato al dispositivo di interfaccia (23) tramite un condotto di emissione (25), in modo da intercettare l'aria espirata dal paziente.

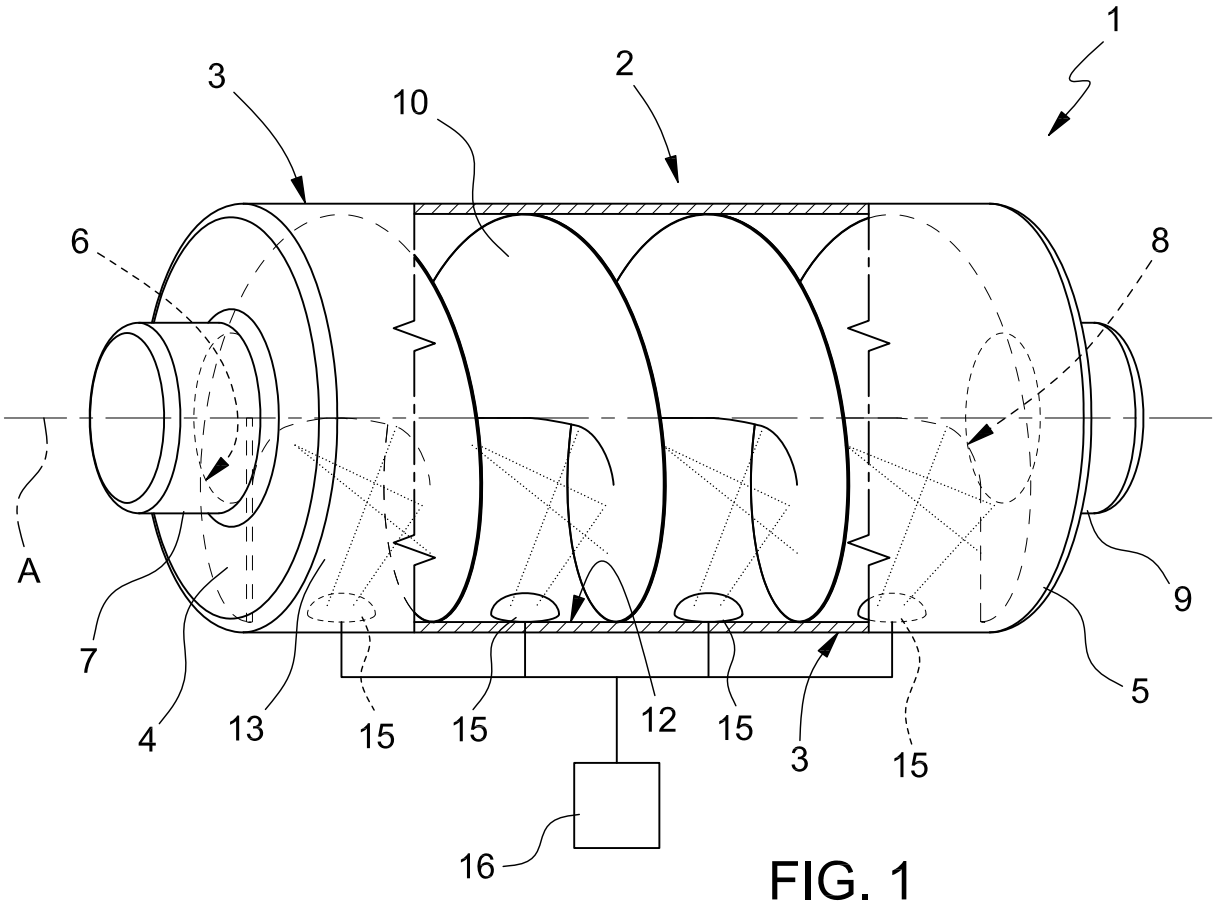

FIG. 1

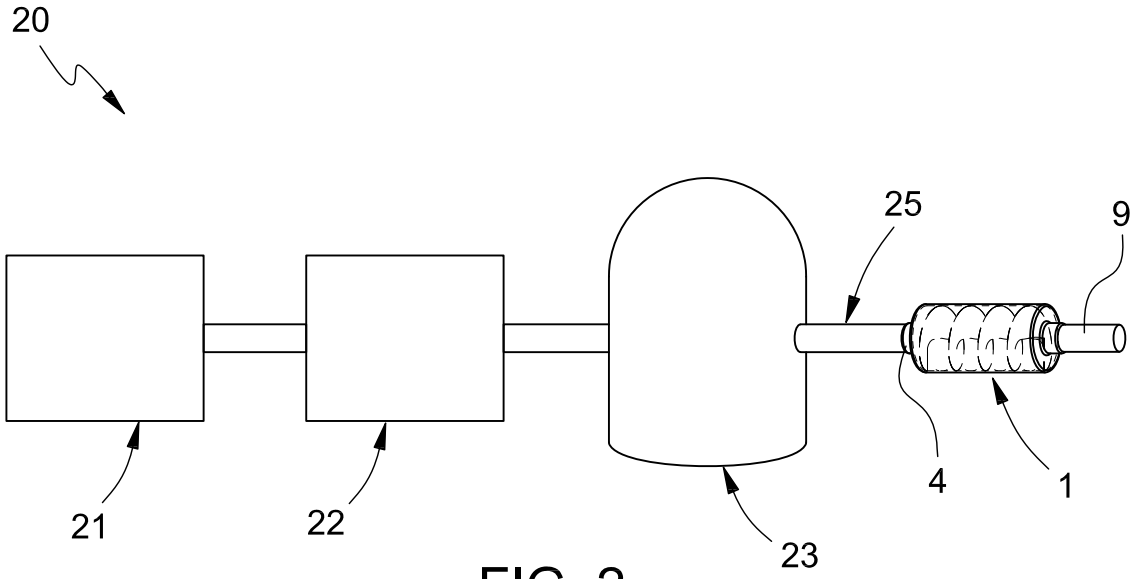

FIG. 2

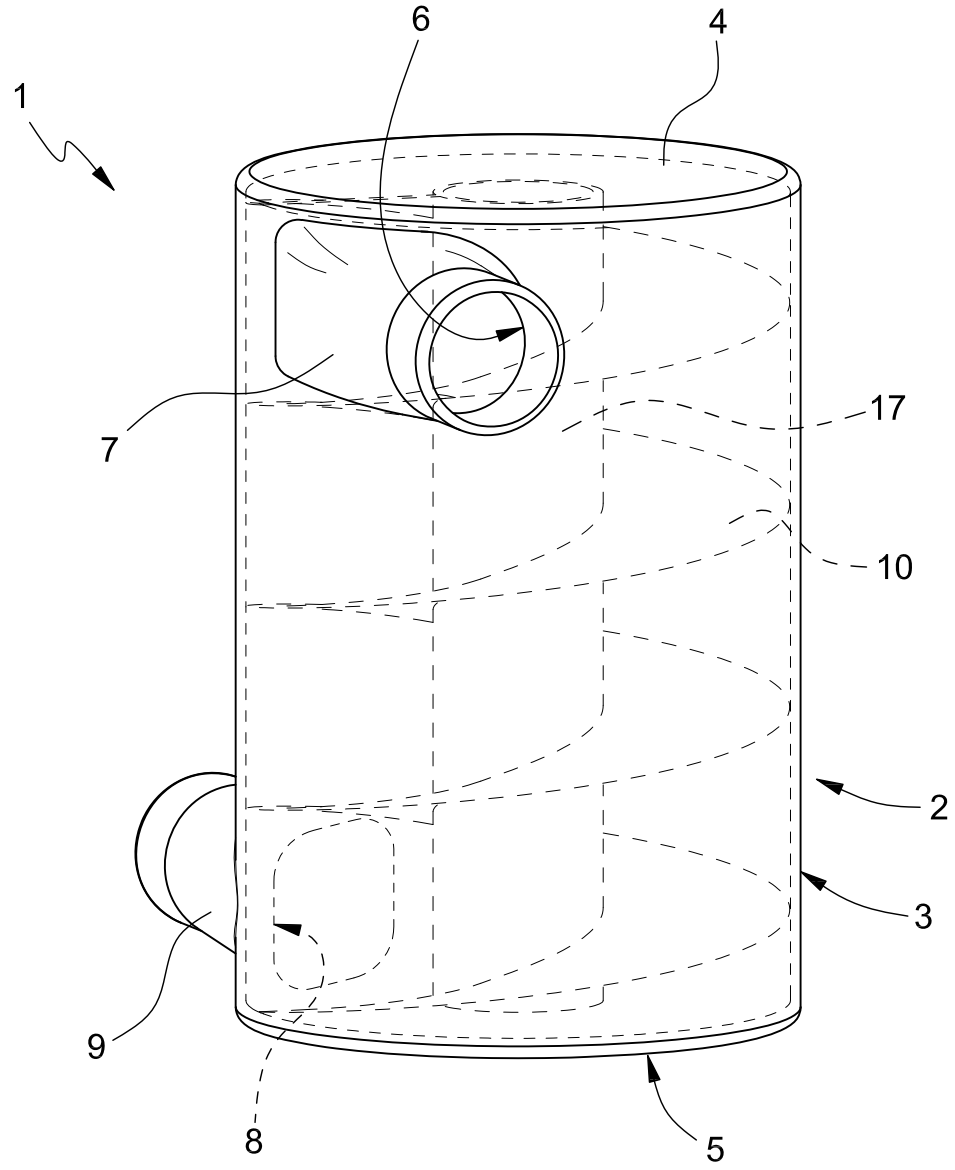

FIG. 3