



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

# UIBM

<b>DOMANDA NUMERO</b>	<b>102000900883094</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>20/10/2000</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>20/04/2002</b>

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
B	01	D		

Titolo

DISPOSITIVO PER LA SEPARAZIONE DI INQUINANTI LIQUIDI E/O SOLIDI TRASCINATI DA FLUSSI GASSOSI.
---

DESCRIZIONE del brevetto per invenzione industriale:

a nome: SPINELLI Umberto

di nazionalità: italiana

residente in: BRIOSCO MI

**MI 2000 A002282**

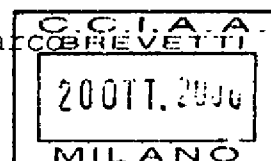
-----

La presente invenzione ha come oggetto un dispositivo per la separazione di inquinanti liquidi e/o solidi trascinati da flussi gassosi.

Nello stato della tecnica attuale, per eliminare microtrascinamenti liquidi e/o solidi da flussi di gas, di aria o di vapore, vengono utilizzate alcune tecniche che comportano innanzitutto una modesta ed instabile efficienza ( $99,5\% > 8 \div 10$  micron), come nel caso di separatori centrifughi, ciclonici o inerziali. Oppure, per ottenere valori di efficienza più spinti ( $99,5\% > 1$  micron), si impiegano separatori a doppio stadio, cioè dotati di un primo stadio a cartucce e di un secondo stadio di tipo inerziale.

Le cartucce sono solitamente del tipo coalescente in fibra di vetro, con soglia di filtrazione molto spinta, per permettere il processo di coalescenza (agglomerazioni di piccole particelle liquide fra loro per formare particelle più grandi).

Queste caratteristiche fanno sì che le cartucce vengano intasate dall'inquinante solido e, che nell'arco



di un tempo relativamente breve, producano una perdita di carico tale da imporre la loro sostituzione.

Il numero di cartucce impiegato è correlato alla portata da smaltire e solitamente è un numero abbastanza elevato.

La loro sostituzione comporta vari problemi e di operazioni, tra i quali elenchiamo, la necessità di un separatore di riserva e la depressurizzazione del separatore su cui fare manutenzione.

A ciò seguono le fasi di bonifica del separatore, apertura del separatore, smontaggio delle cartucce intasate e pulizia degli alloggiamenti cartucce.

Successivamente, si deve naturalmente provvedere al montaggio delle cartucce nuove, alla chiusura del separatore ed alla ripressurizzazione del sistema.

A tutto ciò si deve aggiungere il costo delle nuove cartucce, lo smaltimento di quelle intasate, i trasporti e il personale per tutte le operazioni sopra indicate.

Ovunque ci sia un flusso di gas, aria o vapore esiste la necessità di ripulire questo flusso da tutti gli inquinanti estranei, sia liquidi che solidi.

Avere un flusso di gas, aria o vapore tecnicamente pulito (eliminazione al 99% di microparticelle > 1 micron) potendo garantire questa efficienza a tutti i

livelli di portata entro quella di progetto senza avere processi di intasamento o di erosione, senza necessità di ricambi, né di particolare manutenzione, è l'obbiettivo che si vuole raggiungere con il separatore dell'invenzione.

Lo scopo del dispositivo dell'invenzione è, pertanto, quello di eliminare microparticelle liquide e/o solide da un flusso di gas, aria o vapore.

In particolare, si desidera eliminare microparticelle liquide e/o solide da un flusso di gas, aria o vapore nell'ordine del 99.5% con diametro  $> 1$  micron.

Altro scopo del dispositivo dell'invenzione è quello di mantenere rigorosamente costante la sua efficienza a tutti i livelli di portata entro la massima portata di progetto.

Ulteriore scopo del dispositivo dell'invenzione è realizzare un dispositivo per la separazione di inquinanti che non necessiti di manutenzione, né di ricambi.

Ulteriore scopo del dispositivo dell'invenzione è realizzare un dispositivo per la separazione di inquinanti che non subisca di intasamento o di erosione.

Si desidera infine limitare l'intervento esterno al solo scarico del prodotto separato, intervento che

può essere effettuato manualmente o automaticamente, senza necessità di fermare l'esercizio.

Questi ed altri scopi sono raggiunti da un dispositivo per la separazione di inquinanti liquidi e/o solidi trascinati da flussi gassosi, secondo la rivendicazione 1, a cui si rimanda per brevità.

Ulteriori caratteristiche della presente invenzione sono definite, inoltre, nelle altre rivendicazioni.

Ulteriori scopi e vantaggi della presente invenzione risulteranno chiari dalla descrizione che segue e dai disegni annessi, forniti a puro titolo di esempio esplicativo e non limitativo, nei quali:

- la figura 1 mostra una rappresentazione schematica del dispositivo per la separazione di inquinanti liquidi e/o solidi trascinati da flussi gassosi, secondo la presente invenzione;
- la figura 2 mostra una rappresentazione schematica dell'elemento separatore, relativo al dispositivo della presente invenzione;
- la figura 3 mostra una rappresentazione schematica dell'elemento separatore di figura 2, con indicate le principali relazioni dimensionali;
- la figura 4 mostra una rappresentazione schematica dell'elemento separatore di figura 2, con indicato l'andamento delle correnti al suo interno; e

- la figura 5 mostra una sezione, secondo il piano V-V di figura 4, dell'elemento separatore.

Con particolare riferimento innanzitutto alla figura 1, il dispositivo per la separazione di inquinanti liquidi e/o solidi trascinati da flussi gassosi, secondo la presente invenzione, è indicato globalmente con il riferimento numerico 10.

Il dispositivo 10 prevede un elemento separatore 11, contenuto all'interno di un involucro 12.

L'involucro 12 prevede anche un ingresso gas 13 ed un'uscita gas 14, nonché un canale di drenaggio 15 ed un indicatore di livello 16.

L'elemento separatore prevede una spirale 17; la spirale 17 è contenuta tra due dischi 18 e 19: uno superiore, o disco di uscita 18, con un unico foro centrale di uscita 20 e un disco inferiore, o disco di scarico 19, in cui sono praticate una serie di luci di scarico 21 all'interno del condotto 40 per tutto lo sviluppo dello stesso.

I parametri geometrici della spirale 17 e la distribuzione delle luci di scarico 21 sono di origine sperimentale e sono di fondamentale importanza per il funzionamento del sistema e verranno più dettagliatamente illustrati nel seguito.

Nella parte inferiore dell'elemento separatore 11 è

presente una tramoggia di raccolta 22, la quale si trova immediatamente sotto il disco di scarico 19 e, grazie a precisi parametri geometrici di origine sperimentale, svolge il compito di deviare la quota di flusso uscente dalle luci di scarico 21 delle spire esterne, verso le luci di scarico 21' delle spire interne entro uno spazio ben definito così da creare, nella zona attorno al centro della tramoggia 22, una corona di correnti ascensionali che danno vita ad un vortice (ciclonico) avente rotazione antioraria.

Questo vortice (ciclonico) è composto da una corrente rotatoria esterna ascensionale che, in prossimità del proprio "occhio", inverte il proprio moto divenendo discensionale.

Non è comunque esclusa la possibilità che la rotazione, oraria od antioraria del vortice possa dipendere dall'emisfero boreale od australe della superficie terrestre, a seconda della località geografica nella quale il dispositivo dell'invenzione è impiegato, nulla cambiando nel dispositivo medesimo, né nei concetti inventivi quivi espressi.

La tramoggia 22 è composta da una parte cilindrica, solidale con il diametro esterno del disco di scarico e da un fondo conico convergente al centro con un'apertura circolare 25 in comunicazione, attraverso

un breve condotto verticale, con la zona sottostante del separatore preposta alla raccolta del prodotto separato; inferiormente alla tramoggia 22 è anche presente un elemento divisore 23.

Il principio di funzionamento del dispositivo della presente invenzione si basa sull'utilizzo di un ramo secondario 23 della corrente di strato limite che si genera nel condotto a spirale per effetto della forza centrifuga prodotta dal flusso di gas costretto a percorrere un percorso curvilineo dentro il condotto stesso.

Questo ramo secondario 23, unicamente ad una quota del flusso principale, ha un andamento ortogonale rispetto al piano di avvolgimento della spirale 17 e si muove sulla parete esterna del condotto 40 dall'alto verso il basso ove sono praticate le luci di scarico 21 attraverso le quali esce dalle spire esterne, per rientrare da quelle interne e reinserirsi nel flusso principale ormai prossimo all'uscita.

La funzione della spirale 17 è quella di creare un condotto rettangolare per far defluire il flusso di gas, di costringere tutti i filetti fluidi componenti il flusso ad entrare in contatto con la parete esterna della spirale 17, nonché di originare una forza centrifuga e di avere una sviluppo tale da consentire



la formazione di uno strato limite di spessore sufficiente a garantire aderenza alla parete.

I filetti fluidi del flusso di gas contenenti microparticelle liquide e/o solide sono costretti, stante la curvatura del condotto 40, ad entrare in contatto innumerevoli volte con la parete esterna del condotto 40, in una zona cioè, dove opera la corrente di strato limite. Questa zona si può considerare zona di quiete, dove le velocità sono estremamente ridotte e dove le particelle di inquinante perdono la loro energia e vengono condotte verso lo scarico del ramo secondario della corrente di strato limite e dalla forza di gravità. In questa fase della separazione le particelle liquide avviano un processo di agglomerazione accorrandosi l'una all'altra avvolgendo nel contempo le microparticelle solide che così vengono sottratte al flusso principale in maniera definitiva all'interno di macroparticelle liquide.

In assenza di fase liquida, il compito di separare e mantenere separate, fino all'espulsione nel fondo del serbatoio, le microparticelle solide < 5 microns è delegato al vortice (ciclonico) che si genera sotto il disco di scarico 19 della spirale 17 avviato dalla conformazione geometrica della tramoggia di raccolta 22. Per effetto dell'agglomerazione, le particelle

liquide (contenenti anche pulviscolo solido) arrivano ad essere espulse dai fori di scarico delle spire esterne della spirale 17, dopo aver assunto dimensioni (e quindi massa) sufficientemente grandi da cadere per gravità.

Le particelle solide asciutte o quelle liquide con dimensioni < 5 microns potrebbero invece essere riportate verso l'uscita dalla corrente rifluente dalle spire interne, se non fossero "risucchiate" dal vortice (ciclonico) ed espulse verso il basso una volta raggiunta la zona dell'occhio del vortice ove persiste una corrente rotatoria discensionale.

Al fine di un corretto funzionamento del sistema è necessario mantenere stabile l'aderenza della corrente di strato limite alla parete del condotto 40 pertanto il suo spessore sarà calcolato con la seguente relazione:

$$\delta_s = C * \sqrt{\frac{\nu_{op}}{V_s}} * \sqrt{SV_s} > 0,28125$$

$\delta_s$  = spessore dello strato limite, in mm.

C = coefficiente sperimentale = 0.625

$\nu_{op}$  = viscosità cinematica del gas alle condizioni di progetto (P e T):  $m^2/s \times 10^{-6}$

$V_s$  = velocità del flusso nel condotto : m/s

$SV_s$  = sviluppo del condotto spirale: m

Per sopperire alla portata la spirale 17 può essere a più principi oppure a più elementi ad un principio in parallelo.

La spirale 17 forma il condotto rettangolare 40, il cui lato maggiore H è verticale mentre quello minore P è orizzontale.

Il passo della spirale è costante.

Il lato minore del condotto "P" rappresenta anche il passo.

Il rapporto P/H deve essere  $< 0,0607$ .

Il numero delle spire deve essere  $> 5$ .

L'avvolgimento è in senso orario.

La sezione di imbocco del condotto sarà:

$$P/H = \frac{Q_e * 10^{-6}}{3600 * V_s} = mm^2$$

$Q_e$  = portata effettiva volumetrica in  $m^3/h$ .

$V_s$  = velocità media del flusso di aria o gas all'imbocco del condotto  $m/s < 15$  (per vapore  $\leq 30$ ).

La spirale è realizzata con lamiera avente superficie finitura 2b, composta a pezzi con saldatura TIG priva di qualsiasi asperità.

La spirale, come prima indicato, è contenuta tra due dischi, uno superiore di uscita 18 e uno inferiore di scarico 19.

Quello di uscita 18 ha un foro centrale 20 di diame-

tro  $\phi_u$  tale da indurre una velocità compresa tra 15÷22,5 m/s dipendendo dalla densità del gas. Per il vapore la velocità è < 35÷40 m/s.

Quello inferiore 19 ha una serie di fori di scarico 21, 21' realizzati all'interno del condotto 40 e distribuiti secondo la seguente tabella di origine sperimentale.

%SVIL x TOT.SVIL.CONDOTTO Svc	=mm	%ASC x TOT.ASC mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
26,5	=mm	%	mm <sup>2</sup>
23,3	=mm	25,5=	
19,9	=mm	22,4=	
16,7	=mm	20,4=	
13,6	=mm	17,4=	
		14,3=	

La spirale dovrà avere un rapporto di curvatura che soddisfi la seguente relazione:

$$\frac{\phi_u}{\phi_{\text{spir}}} * \frac{1}{N^{\circ} \text{SPIRE}} \leq 0.055 \text{ (valore adimensionale)}$$

Dovrà avere un rapporto P/SVs < 0,005263 (valore adimensionale).

Ed un rapporto di "contatto"  $Q_e/A_s < 0,065267 \text{ m}^3/\text{s} \times \text{m}^2$

$\phi_u$  = diametro foro di uscita spirale = mm.

$\phi_e \text{ spir}$  = diametro esterno spirale = 2 Rps = mm.

P = passo = mm.

SVs = sviluppo spirale = mm.

Qe = portata volumetrica effettiva m<sup>3</sup>/s.

As = area parete spirale = SVs x H = m<sup>2</sup>

La distribuzione della foratura di scarico è stata ottimizzata sperimentalmente per ottenere la maggiore differenza di pressione tra condotto 40 e tramoggia di scarico 22.

Questa differenza di pressione è tra 30÷50mm H<sub>2</sub>O ed è quella che consente al ramo secondario della corrente di lambire totalmente in senso discensionale la parete esterna delle prime spire del condotto 40, trasportando verso lo scarico l'inquinante contenuto.

La sezione di scarico realizzata con fori  $\phi F = P-2$ , è data dalla seguente relazione:

$$ASC = \frac{AC}{(\phi F + 2)^2} \phi F^2 * 0,785 = mm^2$$

ASC = sezione di scarico in mm<sup>2</sup>

AC = area condotto = SVc x P in mm<sup>2</sup>

$\phi F$  = diametro fori di scarico = P-2 in mm.

Dalla descrizione effettuata risultano chiare le caratteristiche del dispositivo per la separazione di inquinanti liquidi e/o solidi trascinati da flussi gassosi, così come chiari ne risultano i vantaggi ed il funzionamento.

Si vogliono qui esporre le seguenti considerazioni ed osservazioni conclusive, in modo tale da definire con maggiore precisione e chiarezza i suddetti vantaggi.

Il dispositivo permette di garantire l'efficienza della separazione, indipendentemente dalla quantità e qualità dell'inquinante.

Esso presenta, inoltre, grandissima versatilità potendo essere impiegato nei più svariati campi tecnici, dei quali qui di seguito si allegano alcuni possibili esempi.

Il dispositivo può essere impiegato nella protezione delle stazioni di compressione e di riduzione in pipeline per il trasporto di gas naturale, particolarmente in zone non presidiate.

In effetti, l'attuale tecnologia utilizza separatori bi-stadio con cartucce coalescenti e pacco lamellare. Questi necessitano di ricambi e manutenzione, fermate dell'esercizio, bonifiche e cumuli di cartucce da smaltire. I costi di questi separatori sono tra 3 e 6 volte superiori a quello di un separatore come quello dell'invenzione a cui si deve aggiungere il risparmio di ricambi, manutenzioni e fermate di impianto.

Il dispositivo può anche essere impiegato a testa pozzo su piattaforme gas off-shore e on-shore. Il costo dei separatori dell'invenzione è minore dei tra-

dizionali impiegati a fronte di una efficienza 50 volte superiore.

Il dispositivo può anche essere impiegato a protezione di compressori di qualsiasi gas di processo o di stazioni di ricevimento a terra dei sea-line gas, oppure a protezione di turbogas per produzione di energia elettrica.

Altri possibili impieghi del dispositivo secondo la presente invenzione sono: trasferimento vapore per turbine; trattamento aria compressa per qualsiasi impiego; protezione gascromatografi o altri strumenti attraversati da un gas; sulla mandata di compressori per eliminazione olio lubrificante trafilato insieme al gas; in impianti di produzione gas a mezzo membrane molecolari a protezione di queste ultime; nella distribuzione di gas di città a protezione di stazioni di riduzione e misura; su piattaforme olio offshore per il trattamento del gas risalente assieme al petrolio.

Il dispositivo dell'invenzione può anche essere impiegato nel settore ecologico sul trattamento di fumi o vapori immessi in atmosfera in presenza di bassissime pressioni, alte temperature ed elevate portate. Uno degli impieghi principali del dispositivo è negli impianti di etilene (decoking); altri impieghi sono

previsti nell'industria del legno, del cemento e dell'energia in genere.

Il separatore dell'invenzione non ha limiti di impiego per portate, pressioni o temperature. Il principio di funzionamento è adattabile a qualsiasi condizione di progetto.

E' anche chiaro che, nella pratica attuazione dell'invenzione, i materiali, le forme e le dimensioni dei dettagli illustrati potranno essere qualsiasi a seconda delle esigenze e gli stessi potranno essere sostituiti con altri tecnicamente equivalenti.

L'ambito dell'invenzione è definito nelle rivendicazioni allegate alla presente domanda.

Ing. Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.



#### RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo (10) per la separazione di inquinanti liquidi e/o solidi trascinati da flussi gassosi, comprendente un elemento separatore (11), contenuto all'interno di un involucro (12) che prevede un ingresso ed un'uscita gas (13, 14), dove il suddetto elemento separatore (11) prevede una spirale (17), caratterizzato dal fatto che la suddetta spirale (17) è contenuta tra un disco di uscita (18), provvisto di un foro di uscita (20), ed un disco di scarico (19), dove il suddetto disco di scarico (19) presenta una pluralità di luci di scarico (21), relative alle spire esterne della suddetta spirale (17) ed una pluralità di luci di scarico (21'), relative alle spire interne della suddetta spirale (17), in modo tale che i parametri geometrici della suddetta spirale (17) e la distribuzione delle suddette luci di scarico (21, 21') consentono di eliminare microparticelle liquide e/o solide da un flusso di gas.

2. Dispositivo (10), come alla rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che nella parte inferiore del suddetto elemento separatore (11) è presente una tramoggia di raccolta (22), la quale si trova immediatamente sotto il disco di scarico (19) per deviare la quota di flusso uscente dalle luci di scarico (21)

delle spire esterne, verso le luci di scarico (21') delle spire interne entro uno spazio ben definito così da creare, nella zona attorno al centro della suddetta tramoggia (22), una corona di correnti ascensionali che danno vita ad un vortice.

3. Dispositivo (10), come alla rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che la suddetta tramoggia (22) è composta da una parte cilindrica, solidale con il diametro esterno del disco di scarico e da un fondo conico convergente al centro con un'apertura circolare (25) in comunicazione con la zona sottostante del separatore preposta alla raccolta del prodotto separato.

4. Dispositivo (10), come alla rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che inferiormente alla tramoggia (22) è presente un elemento divisore (23).

5. Dispositivo (10), come alla rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il suddetto condotto a spirale permette di utilizzare un ramo secondario (23) della corrente di strato limite che si genera per effetto della forza centrifuga prodotta dal flusso di gas costretto a percorrere un percorso curvilineo dentro il condotto stesso.

6. Dispositivo (10), come ad una o più rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che lo spessore

della parete del suddetto condotto (40) è calcolato con la seguente relazione:  $\delta s = C * \sqrt{\frac{vop}{Vs}} * \sqrt{SVs} > 0,28125$

dove  $\delta s$  è lo spessore dello strato limite, C un coefficiente sperimentale,  $vop$  la viscosità cinematica del gas alle condizioni di progetto (P e T),  $Vs$  la velocità del flusso nel condotto (40) e  $SVs$  lo sviluppo del condotto a spirale.

7. Dispositivo (10), come ad una o più rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la suddetta spirale (17), forma il suddetto condotto rettangolare (40), il cui lato maggiore H è verticale mentre quello minore P è orizzontale, dove il passo della spirale è costante ed il lato minore P del condotto (40)'' rappresenta il passo.

8. Dispositivo (10), come ad una o più rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che, per la suddetta spirale (17), il rapporto P/H deve essere  $< 0,0607$ , ed il numero delle spire deve essere superiore a cinque.

9. Dispositivo (10), come ad una o più rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la sezione di imbocco del condotto (40) è:  $P/H = \frac{Qe * 10^{-6}^2}{3600 * Vs}$ , dove

$Qe$  è la portata effettiva volumetrica e la  $Vs$  è la velocità media del flusso di aria o gas all'imbocco

del condotto.

10. Dispositivo (10), come ad una o più rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il suddetto disco di uscita (18) ha un foro centrale (20) di diametro  $\phi_u$  tale da indurre una velocità compresa tra  $15 \div 22,5$  m/s dipendendo dalla densità del gas, mentre per il vapore la velocità è  $< 35 \div 40$  m/s.

11. Dispositivo (10), come ad una o più rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il suddetto disco di scarico (19) presenta una serie di fori di scarico (21, 21') realizzati all'interno del condotto (40) e distribuiti con interassi decrescenti.

12. Dispositivo (10), come ad una o più rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la suddetta spirale (17) presenta un rapporto di curvatura che soddisfa la seguente relazione  $\frac{\phi_u}{\phi_{\text{spir}}} * \frac{1}{N^{\circ} \cdot \text{SPIRE}} \leq 0.055$  e presenta un rapporto  $P/SVs < 0,005263$ , ed un rapporto di "contatto"  $Q_e/As < 0,065267 \text{ m}^3/\text{s} \times \text{m}^2$ , dove  $\phi_u$  è il diametro del foro di uscita (20) della spirale (17),  $\phi_{\text{spir}}$  è il diametro esterno della spirale (17),  $P$  è il passo,  $SVs$  è lo sviluppo della suddetta spirale (17),  $Q_e$  è la portata volumetrica effettiva e  $As$  è l'area della parete del-

la spirale (17).

13. Dispositivo (10), come ad una o più rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la distribuzione della foratura di scarico presenta una sezione di scarico realizzata con fori  $\phi F = P-2$ , data dalla seguente relazione:  $ASC = \frac{AC}{(\phi F + 2)^2} \phi F^2 * 0,785 = mm^2$ ,

dove ASC è la sezione di scarico, AC è l'area condotta e  $\phi F$  il diametro dei fori di scarico.

14. Dispositivo per la separazione di inquinanti liquidi e/o solidi trascinati da flussi gassosi, come sostanzialmente descritto ed illustrato nei disegni allegati.

Ing. Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.

I MANDATARI  
(firma)

(per se o per gli altri)

LP/lp



MI 2000 A 002282

Fig.1

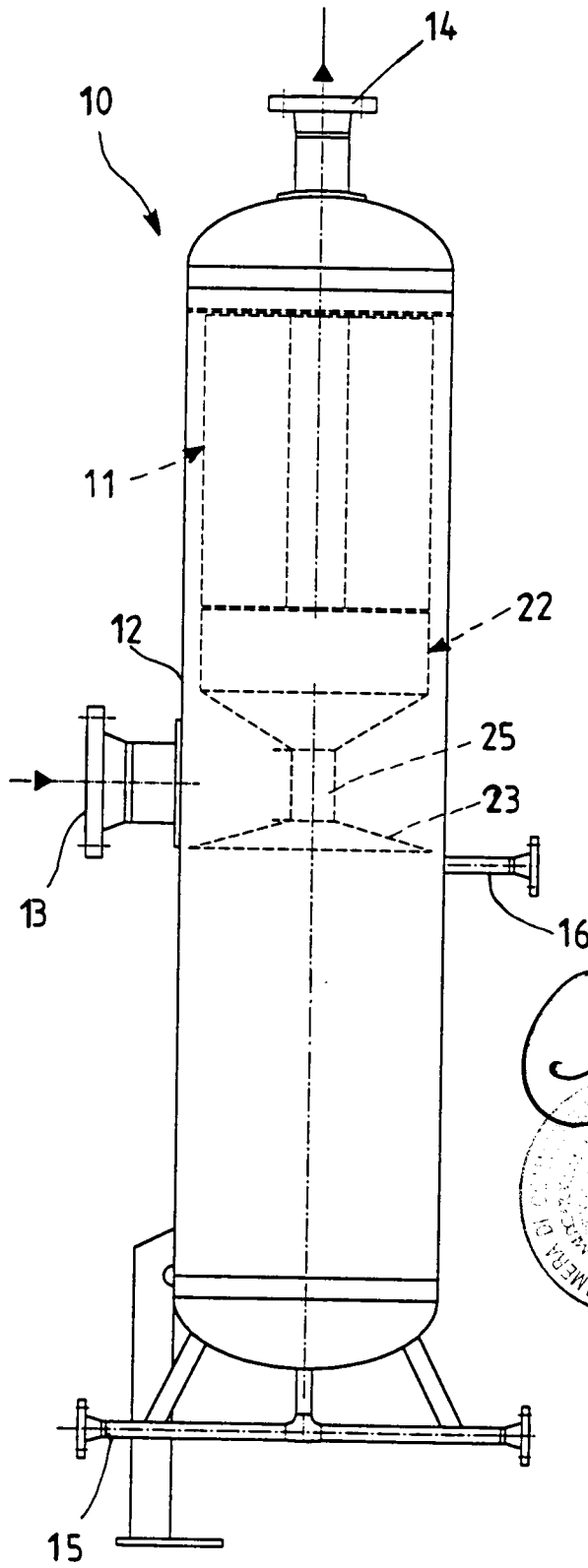


Fig.2

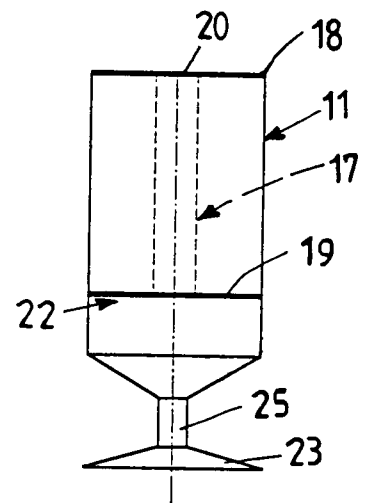
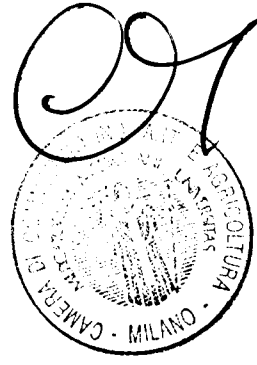
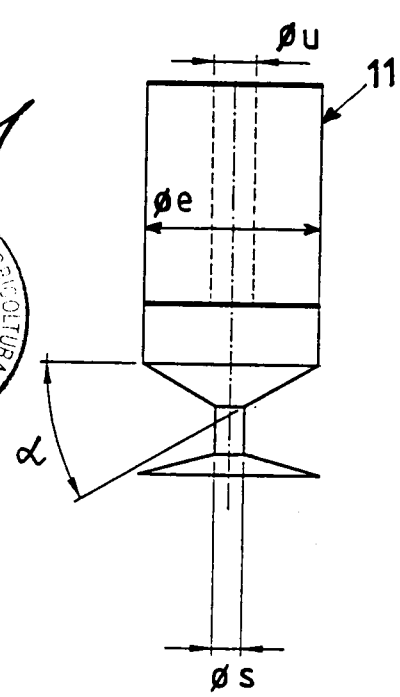


Fig.3



I MANDATARI  
(firma)  
(per se e per gli altri)

MI 2000 A002282

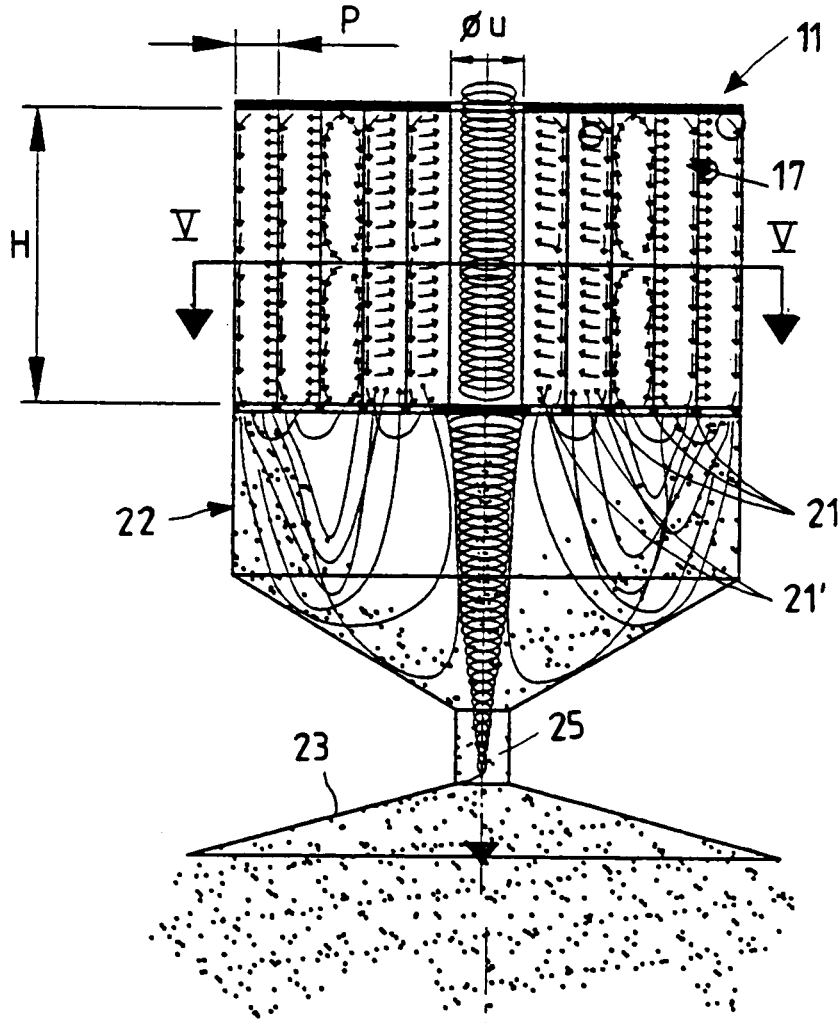


Fig.4

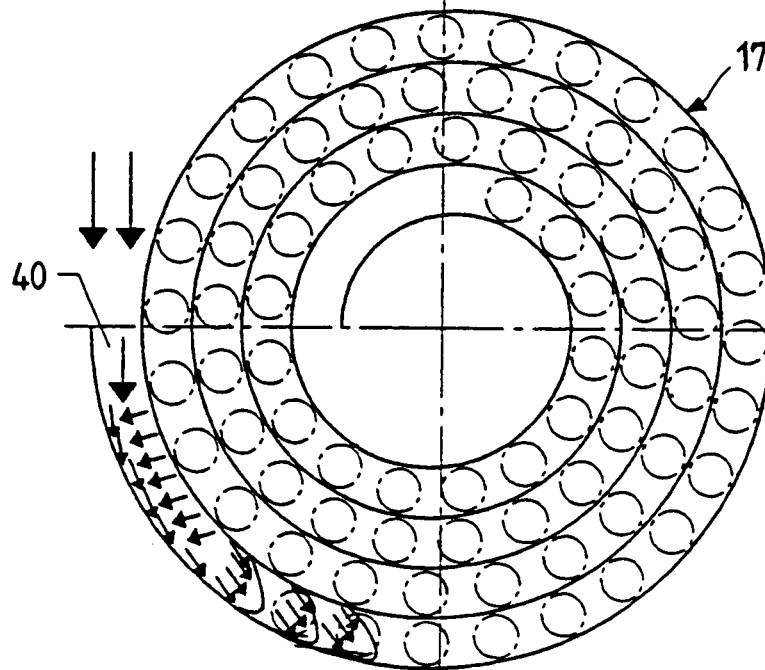
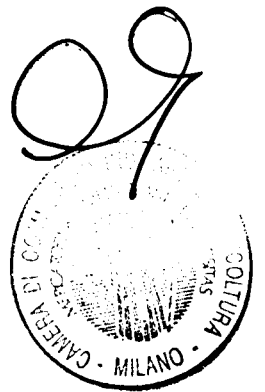


Fig.5