



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102009901726886
Data Deposito	27/04/2009
Data Pubblicazione	27/10/2010

Classifiche IPC

Titolo

REATTORE AUTOTERMICO CILINDRICO PER LA PRODUZIONE DI GAS COMBUSTIBILE CON SISTEMA DI ENTRATA ARIA A FLUSSO TANGENZIALE

Descrizione del brevetto per Invenzione Industriale dal titolo:

"REATTORE AUTOTERMICO CILINDRICO PER LA PRODUZIONE DI GAS COMBUSTIBILE CON SISTEMA DI ENTRATA ARIA A FLUSSO TANGENZIALE"

di MARTINI Pierluigi, di nazionalità italiana e residente in Via Marconi 19, 10030 Vestignè (TO).

Inventore designato: MARTINI Pierluigi, Via Marconi 19 - 10030 Vestignè (TO).

Depositata il

27 APR 2009

No.

TO 2009 A 000328

RIASSUNTO

La presente invenzione riguarda un reattore autotermico cilindrico per la produzione di gas combustibile con sistema di entrata aria a flusso tangenziale, comprendente almeno una prima parete cilindrica esterna al reattore, che realizza con la parete del reattore una intercapedine in cui fluisce il gas combustibile generato nel reattore medesimo, ed almeno una seconda parete cilindrica, esterna a detta prima parete, che realizza con detta prima parete una intercapedine in cui fluisce l'aria necessaria per il funzionamento del processo di gassificazione.

La caratteristica dell'invenzione consiste nel fatto che all'interno della intercapedine in cui fluisce l'aria, ovvero delle intercapedini qualora siano esse in numero maggiore di uno, è disposta una spirale, che compie all'interno dell'intercapedine almeno un giro completo, avente detta spirale la funzione di obbligare l'aria che viene fatta entrare nell'intercapedine a muoversi verso l'alto, o rispettivamente verso il basso, realizzando nella intercapedine medesima una o più rotazioni complete rispetto all'asse verticale del cilindro del reattore, con la conseguenza di far acquisire all'aria un moto a flusso tangenziale rispetto alla parete cilindrica interna dell'intercapedine in cui fluisce detta aria ed in particolare rispetto alla parete del reattore medesimo.

DESCRIZIONE

La presente invenzione ha per oggetto un reattore autotermico cilindrico per la produzione di gas combustibile con sistema di entrata aria a flusso tangenziale, secondo il preambolo della rivendicazione 1.

Il reattore costituisce un miglioramento di una tecnologia di gassificazione di sostanze organiche che ha quasi un secolo di storia di applicazioni, ovvero con il gas combustibile prodotto in movimento nella stessa direzione e verso della sostanza organica che viene ad essere caricata nel reattore dall'alto. Tale tecnologia viene comunemente designata come "equicorrente" o "a gas aspirato dal basso".

Come è ben noto, esponendo la sostanza organica contenuta in un reattore equicorrente, all'azione del calore generato da una parziale combustione della medesima sostanza in difetto di ossigeno, avviene inizialmente la cosiddetta "pirolisi", ovvero la sostanza organica si decompone formando del gas, una massa solida carboniosa ("carbonella") e dei "catrami", i quali ultimi sono composti chimici che sono volatili all'interno del reattore, ma che qualora non vengano distrutti all'interno del reattore stesso, a motivo del loro alto peso molecolare, dopo il raffreddamento del gas o condensano o rimangono in forma di inquinanti nel gas combustibile finale che costituisce l'obiettivo del processo.

Una dettagliata descrizione delle diverse varianti, in generale adottate per la realizzazione di un reattore secondo la tecnologia di gassificazione con movimento del gas equicorrente, sono riportate nel basilare documento "Wood gas as engine fuel." - Food and Agriculture Organization. Rome: FAO, 1986. ISBN: 92-5-102436-7.

Le differenze tra le diverse soluzioni sono principalmente incentrate sulla zona del reattore che è immediatamente al di sopra o al di sotto del piano in cui viene realizzata l'entrata dell'aria esterna per ottenere la parziale combustione.

Il funzionamento di un reattore di gassificazione è ottimale qualora, al di sotto della zona di combustione, nella parte inferiore del medesimo detta

"di riduzione", quasi la totalità dei catrami e gran parte della carbonella, inizialmente formatisi, siano in detto reattore convertiti in un gas combustibile grezzo, in modo che sul fondo del reattore rimanga un solido ad alto contenuto di composti chimici inorganici ("cenere"), che vengono rimossi attraverso una griglia disposta al fondo del reattore.

Il reattore equicorrente presenta come criticità la difficoltà di ottenere un'effettiva omogeneità di comportamento di tutte le particelle di sostanza organica della carica. Se, per una cattiva distribuzione dell'aria nella massa della carica, avviene una anisotropia del fronte di fiamma, le particelle, che non siano state adeguatamente interessate dal calore generato dalla combustione, possono dar luogo alla formazione di catrami in ritardo, ad es. nella zona di riduzione, per cui non vi sono le condizioni di temperatura, e di durata della permanenza nel reattore, sufficienti per una conversione accettabile di detti catrami in gas.

Per rimediare a tale criticità, il brevetto Europeo No. EP1616932A1 costituisce un miglioramento riguardo l'efficacia nella distruzione dei catrami, mediante l'inserimento, al di sotto del piano in cui viene realizzata l'entrata dell'aria esterna, di una ulteriore griglia, a forma tronco conica e rivolta con la parte più stretta verso l'alto, attraverso la quale sono costretti a passare, insieme con i prodotti della parziale combustione che sono ad alta temperatura, anche i prodotti volatili che si sono formati nella pirolisi. Inoltre tale accorgimento ha l'effetto di aumentare in volume la zona di combustione, trasmettendo quindi il calore in modo omogeneo alla massa della carica che si trova al di sopra di detta zona di combustione e favorendo quindi lo svolgimento dei fenomeni di pirolisi.

Tuttavia un reattore di gassificazione realizzato secondo il brevetto Europeo No. EP1616932A1 presenta un grave difetto, in quanto è possibile che si determinino condizioni in cui i componenti inorganici ("ceneri"), inevitabilmente sempre presenti nelle sostanze organiche, possono fondere in corrispondenza con i passaggi liberi nella griglia suddetta. Quando tale fusione avviene il flusso del gas combustibile nella griglia cessa, il reattore

deve essere fermato e, dopo il suo raffreddamento si constata che si è formato un blocco all'interno del reattore costituito dalla griglia e da una massa parzialmente fusa, blocco che si deve rimuovere manualmente con martello e scalpello, con notevole impegno da parte del personale e perdita di produttività da parte dell'impianto causa la lunga fermata dello stesso necessaria.

Scopo principale della presente invenzione è quello di indicare un reattore autotermico per la produzione di gas combustibile, che risulti altrettanto efficiente nella distruzione dei catrami rispetto al brevetto Europeo No. EP1616932A1, ma che permetta di superare gli inconvenienti sopra citati riguardo il funzionamento del brevetto medesimo.

Per raggiungere tale scopo, forma oggetto della presente invenzione un reattore autotermico cilindrico per la produzione di gas combustibile con sistema di entrata aria a flusso tangenziale, incorporante le caratteristiche delle rivendicazioni allegate, che fanno parte integrante della presente descrizione.

Il vantaggio di un'entrata aria nel reattore tangenzialmente è quello di poter distribuire l'aria comburente uniformemente in tutta la massa della carica delle sostanze organiche, consentendo così la realizzazione di processi ottimali, prima di pirolisi e poi di gassificazione, in termine di rendimento di trasformazione e di limitazione della formazione di prodotti chimici indesiderati.

Inoltre, poiché per la disposizione dei flussi e dell'aria comburente e del gas combustibile generato nel reattore, si vengono a realizzare le condizioni per cui si ha uno scambio di calore tra detta aria e detto gas, oltre che a beneficiare di un recupero energetico, si ha un innalzamento della temperatura dell'aria comburente il che favorisce ulteriormente il buon andamento dei processi di pirolisi e di gassificazione.

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

che rappresentano una visione schematica di un reattore autotermico cilindrico per la produzione di gas combustibile con sistema di entrata aria a flusso tangenziale, oggetto della presente invenzione.

Ref

Nella versione più semplice, e con riferimento alle figure 1 (vista schematica frontale) e 2 (vista schematica dall'alto) detto reattore comprende:

- una camera verticale 1, delimitata lateralmente da una parete cilindrica 2, in cui dall'alto viene introdotta una sostanza organica solida 101 in forma di particelle, mediante un convenzionale dispositivo di alimentazione automatica non illustrato nelle figure;

- una zona tronco conica 3 di restringimento della sezione libera di detta camera 1 del reattore;

- una zona cilindrica 4, designata con il termine "gola", secondo la consuetudine relativamente ai reattori di gassificazione equicorrente, in cui si raggiungono le temperature più elevate necessarie per il buon andamento dei processi di trasformazione chimica;

- una zona 5 sottostante la gola 4 e sovrastante una griglia 6, detta zona 5 avente la funzione di contenere la carbonella 102, detta carbonella essendo il residuo solido della prima decomposizione della sostanza organica 101; in detta zona 5 avvengono i fenomeni chimici detti "di riduzione", con la definitiva formazione di un gas combustibile grezzo 103;

- una griglia 6, avente lo scopo di consentire, attraverso di essa, la rimozione, secondo opportune modalità qui non definite, della frazione 104, detta cenere, della carbonella che non ha partecipato al processo di trasformazione in gas ed è costituita in parte da costituenti inorganici ed in parte da costituenti organici residui;

- un contenitore 7 per la cenere 104 che passa attraverso la griglia 6, contenitore dal quale, mediante un dispositivo non illustrato nelle figure, viene in automatico estratta la cenere 104;

- un setto divisorio 8, avente la funzione di limitare il trascinamento delle particelle più leggere della cenere 104 da parte del gas combustibile grezzo

103;

- una parete cilindrica 9 esterna alla parete 2 della camera 1 del reattore, avente la funzione di creare con detta parete 2 un'intercapedine 10 in cui di far salire il gas combustibile verso l'alto, e di consentire allo stesso l'uscita da un opportuno condotto 11, per l'invio alle successive fasi del processo, quali la depurazione del gas combustibile grezzo e l'utilizzo del medesimo;

- una zona 12 alla base dell'intercapedine 10 avente la funzione di favorire una prima sedimentazione delle particelle di cenere 104 eventualmente trascinate dal gas combustibile grezzo 103;

- una certa numerosità di portelli di ispezione e pulizia 13, posti al di sotto della intercapedine 10, aventi la funzione di consentire, durante la manutenzione periodica a reattore fermo, la rimozione delle particelle, della cenere 104 trascinate dal gas combustibile 103, più pesanti ed eventualmente depositate nella detta zona 12 durante il funzionamento del reattore;

- un ventilatore 14, ed una tubazione 15 di collegamento del ventilatore al reattore, aventi lo scopo di fornire l'aria 105, necessaria per realizzare la parziale combustione della sostanza organica 101 nella camera 1 del reattore;

- una parete cilindrica 16 esterna a detta parete cilindrica 9, avente la funzione di creare con detta parete 9 un'intercapedine 17 in cui far passare l'aria 105 dopo che la medesima aria è stata immessa nella tubazione 15;

- una spirale 18 avente la funzione di obbligare l'aria 105 che viene fatta entrare nell'intercapedine 17 a muoversi verso l'alto rimanendo al di sotto di detta spirale 18, realizzando così nella intercapedine medesima una o più rotazioni complete rispetto all'asse verticale del cilindro del reattore, con la conseguenza di far acquisire all'aria un moto a flusso tangenziale, rispetto alla parete cilindrica interna dell'intercapedine 17 in cui fluisce detta aria;

- una certa numerosità di ugelli 19 di entrata dell'aria 105 nella camera 1 del reattore, essendo il particolare posizionamento degli ugelli nella camera 1, il loro numero, l'inclinazione degli ugelli rispetto alla tangente alla parete 2 del reattore, la larghezza e l'altezza degli ugelli medesimi, definiti opportunamente caso per caso in funzione della tipologia di sostanza

organica 101 utilizzata e della portata oraria in volume del gas combustibile che si intende produrre: nell'esempio illustrato nelle figure 1 e 2 il numero è di 16 ugelli; la caratteristica di detti ugelli 19, come appare nelle figure 1 e 2, è di consentire all'aria 105, che si muove con moto tangenziale nella intercapedine 17, di attraversare l'intercapedine 10 in cui fluisce il gas combustibile 103 senza alcun contatto diretto con il gas medesimo, e di entrare tangenzialmente nella camera 1 del reattore, al fine di poter distribuire l'aria comburente uniformemente in tutta la massa della carica delle sostanze organiche;

- una certa numerosità di portelli di ispezione 20, posti al di sopra della intercapedine 10, aventi la funzione di consentire, durante la manutenzione periodica a reattore fermo, la rimozione dello sporco eventualmente formatosi sulle pareti dell'intercapedine 10 medesima e la caduta del medesimo sul fondo dell'intercapedine nella zona 12, per una successiva rimozione attraverso i suddetti portelli 13;

- una tubazione 21 collegata ad un bruciatore, non illustrato nelle figure, che viene attivato in fase di avvio del funzionamento del reattore ed avente la funzione di generare prodotti di combustione ad alta temperatura che, miscelati nella tubazione 15 con l'aria comburente in essa introdotta dal ventilatore 14, favoriscono l'avvio del reattore per effetto di un innalzamento della temperatura e dell'aria comburente e delle diverse parti del reattore lambite dalla miscela gassosa;

- una serranda 22 sulla tubazione 15 collegata al ventilatore 14 ed un'altra serranda 23, sulla tubazione 21 collegata al bruciatore, aventi nel periodo di avviamento del reattore la funzione di regolare la portata dei flussi di prodotti di combustione del bruciatore e di aria comburente; durante il funzionamento normale del reattore la serranda 23 è totalmente chiusa.

Un'altra delle possibili varianti del reattore è illustrata nel disegno schematico della figura 3. In detta variante sia le intercapedini in cui fluisce l'aria che le intercapedini in cui fluisce il gas combustibile sono due, essendo le intercapedini alternativamente disposte tra loro. Di conseguenza sia il

flusso del gas combustibile grezzo che il flusso dell'aria comburente risultano essere modificati nel loro percorso in quanto entrambi devono percorrere ognuno due intercapedini in luogo di una sola.

Oltre ai componenti di cui alla prima versione di reattore illustrati nelle figure 1 e 2, in questa seconda versione si aggiungono:

- una parete cilindrica 24 esterna a detta parete cilindrica 16, avente la funzione di creare con detta parete 16 un'intercapedine 25 in cui far passare, con movimento dall'alto verso il basso, il gas combustibile grezzo proveniente dall'intercapedine 10; in analogia con l'intercapedine 10, detta intercapedine 25 dispone di portelli di ispezione 20 e di portelli di pulizia 13;

- una parete cilindrica 26 esterna a detta parete cilindrica 24, avente la funzione di creare con detta parete 24 un'intercapedine 27 in cui far passare l'aria 105 dopo che la medesima aria è stata immessa nella tubazione 15; di conseguenza nell'intercapedine 17 l'aria proveniente dall'intercapedine 27 fluisce con un movimento dall'alto verso il basso; per rendere possibile il collegamento tra le due intercapedini in cui fluisce l'aria è realizzato il passaggio 28 che attraversa, senza che si mescolino i due fluidi gassosi, l'intercapedine 25 in cui fluisce il gas combustibile grezzo;

- nell'intercapedine 27 è presente una spirale 29 avente la funzione di obbligare l'aria 105 che viene fatta entrare nell'intercapedine 27 a muoversi dal basso verso l'alto rimanendo al di sotto di detta spirale 29; l'aria 105, raggiunta la parte superiore della intercapedine 27, passa attraverso il passaggio 28 e fluisce nell'intercapedine 17, muovendosi dall'alto verso il basso sino a raggiungere la zona degli ugelli 19, passare attraverso ad essi ed entrare tangenzialmente nella camera 1 del reattore.

Il vantaggio di questa seconda versione del reattore consiste nella maggiore superficie di scambio termico tra il gas combustibile caldo e l'aria da riscaldare, per cui la più elevata temperatura dell'aria ulteriormente garantisce l'omogeneità dell'andamento dei processi prima di pirolisi e poi di combustione.

Numerose sono le varianti possibili ai reattori descritti come esempio,

senza per questo uscire dai principi di novità insiti nell'idea inventiva, così come è chiaro che nella sua attuazione pratica le forme dei dettagli illustrati potranno essere diverse, e gli stessi potranno essere sostituiti con degli elementi tecnicamente equivalenti. Dunque è facilmente comprensibile che la presente invenzione non è limitata all'apparato ed al metodo precedentemente descritti, ma è passibile di varie modificazioni, perfezionamenti, sostituzioni di parti ed elementi equivalenti senza però allontanarsi dall'idea dell'invenzione, così come è precisato nelle seguenti rivendicazioni.

* * * * *


MINISTERO DEL COMMERCIO
E DELL'AGRICOLTURA

RIVENDICAZIONI

1. Reattore autotermico cilindrico per la produzione di gas combustibile con sistema di entrata aria a flusso tangenziale, comprendente almeno una prima parete cilindrica esterna al reattore, che realizza con la parete del reattore una intercapedine in cui fluisce il gas combustibile generato nel reattore medesimo, ed almeno una seconda parete cilindrica, esterna a detta prima parete, che realizza con detta prima parete una intercapedine in cui fluisce l'aria necessaria per il funzionamento del processo di gassificazione,

caratterizzato dal fatto che

all'interno della intercapedine in cui fluisce l'aria, ovvero delle intercapedini qualora siano esse in numero maggiore di uno, è disposta una spirale, che compie all'interno dell'intercapedine almeno un giro completo, avente detta spirale la funzione di obbligare l'aria che viene fatta entrare nell'intercapedine a muoversi verso l'alto, o rispettivamente verso il basso, realizzando nella intercapedine medesima una o più rotazioni complete rispetto all'asse verticale del cilindro del reattore, con la conseguenza di far acquisire all'aria un moto a flusso tangenziale rispetto alla parete cilindrica interna dell'intercapedine in cui fluisce detta aria ed in particolare rispetto alla parete del reattore medesimo.

2. Reattore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere una parete cilindrica (9) esterna alla parete (2) della camera (1) del reattore, avente la funzione di creare con detta parete (2) un'intercapedine (10) in cui di far salire il gas combustibile grezzo verso l'alto.

3. Reattore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere una parete cilindrica (16) esterna a detta parete cilindrica (9), avente la funzione di creare con detta parete (9) un'intercapedine (17) in cui far passare l'aria (105) dopo che la medesima aria è stata immessa nella tubazione (15).

4. Reattore secondo le rivendicazioni 1, e 3, caratterizzato dal fatto

di comprendere una spirale (18) avente la funzione di obbligare l'aria (105) che viene fatta entrare nell'intercapedine (17) a muoversi verso l'alto rimanendo al di sotto di detta spirale (18), realizzando così nella intercapedine medesima una o più rotazioni complete rispetto all'asse verticale del cilindro del reattore, con la conseguenza di far acquisire all'aria un moto a flusso tangenziale, rispetto alla parete cilindrica interna dell'intercapedine 17 in cui fluisce detta aria.

5. Reattore secondo le rivendicazioni 1, 3 e 4, caratterizzato dal fatto di comprendere una certa numerosità di ugelli (19) di entrata dell'aria (105) nella camera (1) del reattore, essendo il particolare posizionamento degli ugelli nella camera (1), il loro numero, l'inclinazione degli ugelli rispetto alla tangente alla parete (2) del reattore, la larghezza e l'altezza degli ugelli medesimi, definiti opportunamente caso per caso in funzione della tipologia di sostanza organica (101) utilizzata e della portata oraria in volume del gas combustibile che si intende produrre: nell'esempio illustrato nelle figure 1 e 2 il numero è di 16 ugelli; la caratteristica di detti ugelli (19), come appare nella figura 2, è di consentire all'aria (105), che si muove con moto tangenziale nella intercapedine (17), di attraversare l'intercapedine (10) in cui fluisce il gas combustibile (103) senza alcun contatto diretto con il gas medesimo, e di entrare tangenzialmente nella camera (1) del reattore, al fine di poter distribuire l'aria comburente uniformemente in tutta la massa della carica delle sostanze organiche.

6. Reattore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere un setto divisorio (8), avente la funzione di limitare il trascinamento delle particelle più leggere della cenere (104) da parte del gas combustibile grezzo (103).

7. Reattore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere una certa numerosità di portelli di ispezione (20), posti al di sopra della intercapedine (10), aventi la funzione di consentire, durante la manutenzione periodica a reattore fermo, la rimozione dello sporco eventualmente formatosi sulle pareti dell'intercapedine (10) medesima e la

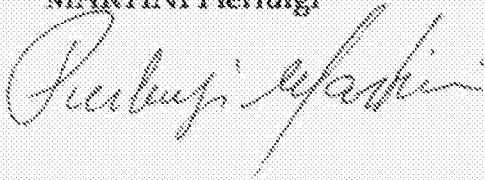
caduta del medesimo sul fondo dell'intercapedine nella zona (12), per una successiva rimozione attraverso i portelli (13).

8. Reattore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere una tubazione (21) collegata ad un bruciatore, che viene attivato in fase di avvio del funzionamento del reattore ed avente la funzione di generare prodotti di combustione ad alta temperatura che, miscelati nella tubazione (15) con l'aria comburente in essa introdotta dal ventilatore (14), favoriscono l'avvio del reattore.

9. Reattore secondo le rivendicazioni 1, e 8, caratterizzato dal fatto di comprendere una serranda (22) sulla tubazione (15) collegata al ventilatore (14) ed un'altra serranda (23), sulla tubazione (21) collegata al bruciatore, aventi nel periodo di avviamento del reattore la funzione di regolare la portata dei due flussi, rispettivamente di prodotti di combustione del bruciatore e di aria comburente; durante il funzionamento normale del reattore la serranda (23) è totalmente chiusa.

10. Reattore autotermico cilindrico per la produzione di gas combustibile con sistema di entrata aria a flusso tangenziale, secondo gli insegnamenti innovativi della presente descrizione e dei disegni annessi, che costituiscono la soluzione preferita dell'invenzione rivendicata.

MARTINI Pierluigi



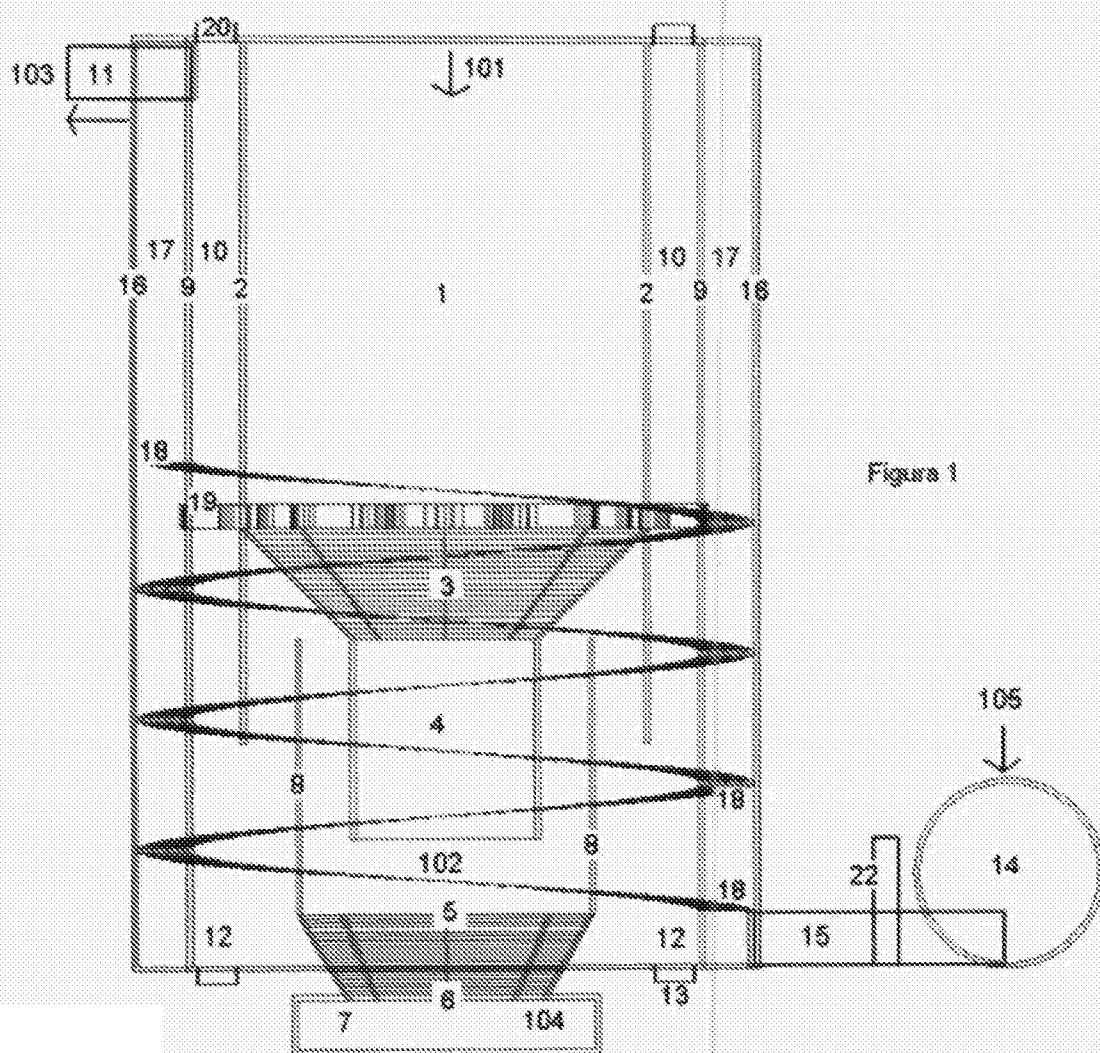
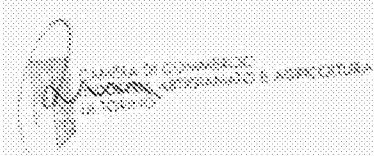


Figura 1

Carlo J. Jostin

TAVOLA 1



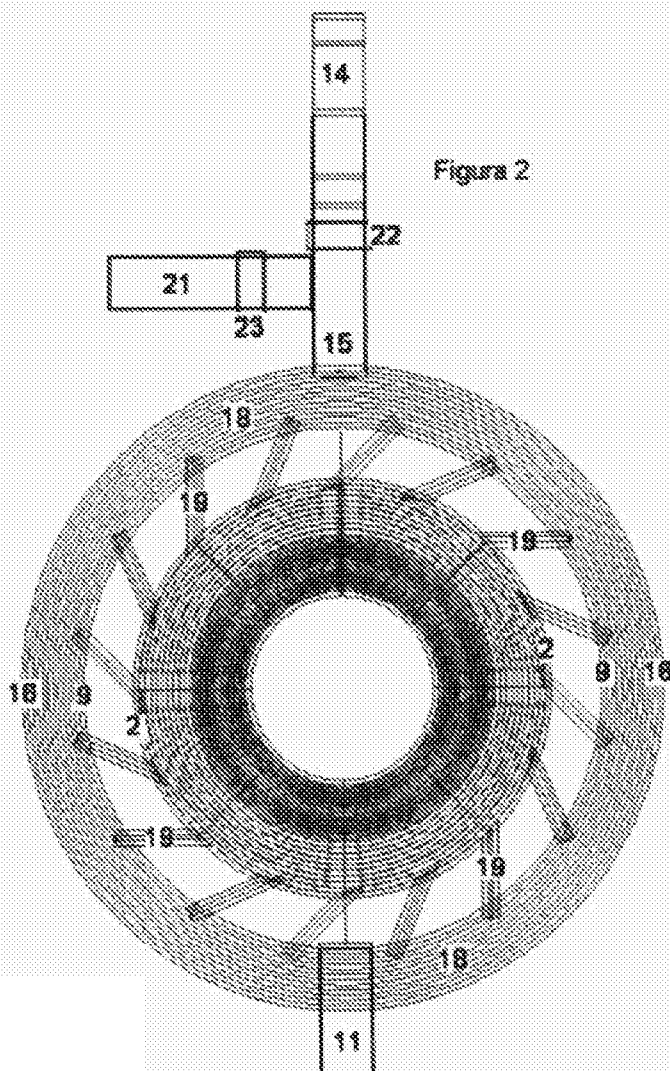
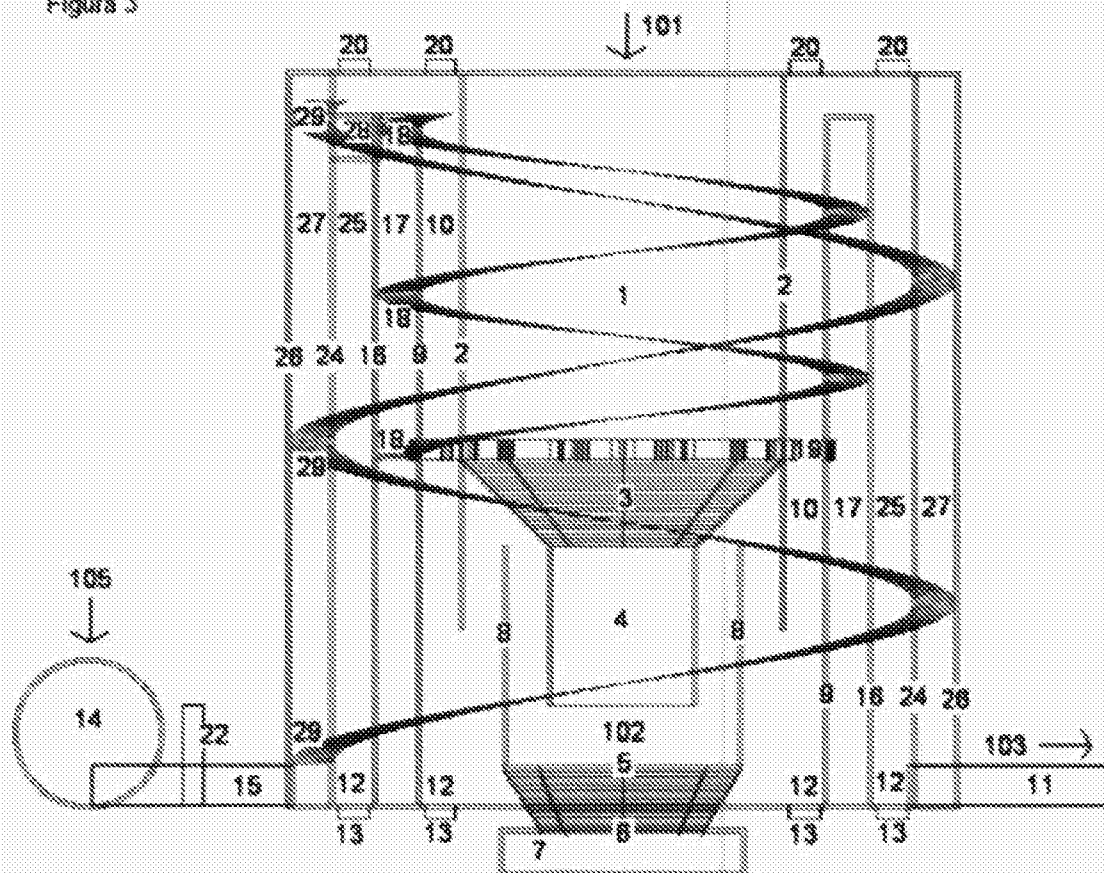


TAVOLA 2

UFFICIO DI COMMERCIO
E AGRICOLTURA
E AGRICOLTURA

Handwritten signature

Figura 3



Progetto definitivo

TAVOLA 3

