

# ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901956209A1

Publication Date

20121220

Applicant

PETRACCA MAURO

Title

APPARECCHIATURA E PROCEDIMENTO PER LA DECOMPOSIZIONE  
TERMOCHIMICA A CICLO CONTINUO DI UNA BIOMASSA

Classe Internazionale: F 24 B 001 / 0000

Descrizione del trovato avente per titolo:

"APPARECCHIATURA E PROCEDIMENTO PER LA DECOMPOSIZIONE  
TERMOCHIMICA A CICLO CONTINUO DI UNA BIOMASSA"

5 a nome DELLA TOFFOLA DANIELE di cittadinanza italiana  
residente in Via Pavia, 68 - 33042 Buttrio (UD) e PETRACCA  
MAURO di cittadinanza italiana residente in Via Laipacco,  
197 - 33100 Udine (UD).

dep. il al n.

10

\* \* \* \* \*

#### CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente trovato si riferisce ad un'apparecchiatura e  
ad un procedimento per la decomposizione termochimica a  
ciclo continuo di una biomassa, in grado di sviluppare una  
15 combustione e produrre carbone vegetale, noto come biochar.  
Quest'ultimo può essere utilizzato come ammendante in campo  
agricolo, incrementando la fertilità del suolo di una  
percentuale mediamente compresa fra circa 10% e circa 20%.

In particolare, il presente trovato si basa sul processo  
20 di pirolisi, o di gassificazione, per produrre energia  
termica con elevati rendimenti e con basse emissioni di  
particolato, di monossido di carbonio e di CO<sub>2</sub>, e trova  
applicazione in ambito domestico e/o industriale e può  
essere utilizzato in caldaie, o in stufe per ambienti e/o  
25 per la cottura di vivande, o altro, oltre che per la

Il Mandatario  
LORENZO FABRO  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.

P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

produzione di biochar.

#### STATO DELLA TECNICA

È nota la pirolisi, ossia il processo di decomposizione fisica e chimica di una biomassa quale, ad esempio, pellet, cippati, o derivati del legno in generale, che avviene  
5 mediante il riscaldamento della biomassa a temperature comprese fra circa 300°C e circa 600°C. La pirolisi decompone la materia della biomassa in due parti: una gassosa ed una solida. La parte gassosa è costituita da una  
10 miscela infiammabile di gas e di un composto condensabile, chiamato TAR, mentre la parte solida è composta da carbone. I gas derivanti da questo processo vengono utilizzati nei dispositivi di pirolisi per alimentare una combustione, che può anche avvenire in un luogo situato distante dalla  
15 biomassa, e che a sua volta contribuisce a mantenere attivo il processo di pirolisi.

È anche noto il processo di gassificazione che avviene quando una biomassa è riscaldata ad una temperatura compresa fra circa 1000°C e circa 1100°C in presenza di  
20 ossigeno. In questo caso, come prodotto della reazione si ottiene un gas altamente combustibile, costituito principalmente da idrogeno e monossido di carbonio.

È noto un dispositivo di combustione che si basa sul processo di pirolisi, o di gassificazione, avente una  
25 camera interna nella quale viene caricata la biomassa e al

Il mandatario  
**LORENZO FABRO**  
(per sé e per gli altri)  
**STUDIO GLP S.r.l.**  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

- di sopra della quale viene generato un cosiddetto "tappo di fiamma". La camera interna comprende, nella parte superiore, un'apertura in prossimità della quale si sviluppa una fiamma che, consumando l'ossigeno, impedisce a quest'ultimo di scendere in direzione della sottostante biomassa. Il calore della combustione e dei gas residui, scendendo nella camera interna in prossimità della biomassa, provoca la pirolisi, e/o la gassificazione di quest'ultima.
- 10 Un inconveniente di questo dispositivo di combustione noto è che ha un funzionamento discontinuo, perché il processo di combustione avviene fino a quando la biomassa, che è stata caricata nella camera, è completamente consumata dal processo di pirolisi, o gassificazione.
- 15 Quando il processo termina, a causa dell'esaurimento della biomassa, è necessario ricaricare la camera interna, e poi riavviare il processo mediante una fase di riaccensione. Queste operazioni richiedono quindi l'intervento di un operatore.
- 20 È anche noto un dispositivo per la pirolisi funzionante in continuo, ovvero con un caricamento continuo e automatico di biomassa. Questo dispositivo non ha un funzionamento cosiddetto "in camera chiusa" e comprende una camera per la pirolisi che è ricavata internamente ad un
- 25 lungo tubo cilindrico in acciaio, disposto orizzontalmente

e all'interno del quale scorre la biomassa, spinta da idonei mezzi, come ad esempio una coclea. Al di sotto della suddetta camera è disposto un bruciatore adatto a riscaldare la camera stessa ad una temperatura adatta a  
5 provocare il processo di pirolisi. Il bruciatore è alimentato con una parte del gas prodotto nella camera. La restante parte del gas prodotto dal processo di pirolisi può essere utilizzata per altri scopi, o stoccata e utilizzata in un secondo momento.

10 Il suddetto dispositivo di pirolisi a camera chiusa ha però l'inconveniente di avere una struttura complessa, e di richiedere un bruciatore separato dalla camera di combustione e mezzi di raccolta dei gas prodotti.

Uno scopo del presente trovato è quello di realizzare  
15 un'apparecchiatura per la decomposizione termochimica a ciclo continuo di una biomassa che produca energia sotto forma di calore e che possa funzionare in continuo senza richiedere l'intervento dell'utente, o di un operatore, che sia economica, di dimensioni contenute e semplice da  
20 realizzare.

Un ulteriore scopo del presente trovato è quello di mettere a punto un procedimento per la decomposizione termochimica a ciclo continuo di una biomassa che emetta energia sotto forma di calore e che permetta di ottenere  
25 biochar come prodotto residuo.

Il mandatario  
LORENZO FABRO  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.R.L.

P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

Per ovviare agli inconvenienti della tecnica nota e per ottenere questi ed ulteriori scopi e vantaggi, la Richiedente ha studiato, sperimentato e realizzato il presente trovato.

5

#### ESPOSIZIONE DEL TROVATO

Il presente trovato è espresso e caratterizzato nelle rivendicazioni indipendenti. Le rivendicazioni dipendenti espongono altre caratteristiche del presente trovato, o varianti dell'idea di soluzione principale.

10

In accordo con i suddetti scopi, un'apparecchiatura per la decomposizione termochimica a ciclo continuo di una biomassa comprende una camera di reazione nella quale è adatto a prodursi un processo di pirolisi, o di gassificazione, con generazione di gas, di detta biomassa, e mezzi di alimentazione di biomassa e di aria comburente, preferibilmente, ma non necessariamente, a velocità variabile.

15

Secondo un aspetto caratteristico del presente trovato, l'apparecchiatura comprende, inoltre, un primo condotto disposto lungo un primo asse passante per la camera di reazione e attraverso il quale la biomassa è adatta ad essere convogliata verso la camera di reazione mediante mezzi di alimentazione in continuo, un secondo condotto, disposto lungo un secondo asse, sostanzialmente perpendicolare al primo asse e collegato alla camera di

20

25

Il mandatario  
**LORENZO FABRO**  
(per sé e per gli altri)  
**STUDIO GLP S.r.l.**

P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

reazione per permettere la combustione di almeno una parte dei gas prodotti dalla pirolisi, o dalla gassificazione.

L'apparecchiatura comprende, inoltre, mezzi di contenimento disposti esternamente alla camera di reazione, sostanzialmente all'intersezione dei suddetti due assi, per definire un'intercapedine attorno alla camera di reazione e ad almeno una parte del secondo condotto, prime vie di passaggio per la comunicazione fluidica fra la camera di reazione e la suddetta intercapedine, e seconde vie di passaggio per la comunicazione fluidica fra l'interno del secondo condotto e la suddetta intercapedine.

Secondo un ulteriore aspetto caratteristico del presente trovato, la camera di reazione è definita da una prima parte del primo condotto.

Secondo una forma di realizzazione del presente trovato, il primo condotto comprende un primo elemento tubolare cilindrico, ad esempio metallico, ed il secondo condotto comprende un secondo elemento tubolare cilindrico, anch'esso ad esempio metallico, fissato al primo elemento tubolare cilindrico in corrispondenza della camera di reazione.

Secondo un ulteriore aspetto caratteristico del presente trovato, dette prime vie di passaggio comprendono una pluralità di primi fori passanti ricavati nella parte inferiore di detto primo elemento tubolare cilindrico.

Il mandatario  
LORENZO FABRO  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

Secondo un ulteriore aspetto del presente trovato, dette  
seconde vie di passaggio comprendono una pluralità di  
secondi fori passanti ricavati in detto secondo elemento  
tubolare cilindrico e disposti radialmente, che mettono in  
5 comunicazione la suddetta intercapedine con l'interno del  
secondo condotto.

Secondo una variante del presente trovato, detti secondi  
fori passanti sono regolabili in altezza.

Secondo un ulteriore aspetto del presente trovato, i  
10 suddetti mezzi di contenimento comprendono un contenitore  
chiuso avente una chiusura a forma di corona circolare, la  
quale è posta al di sopra dei suddetti secondi fori  
passanti ed è attraversata dal secondo elemento tubolare  
cilindrico. Il contenitore comprende, nella sua parte  
15 inferiore, un'apertura nella quale sono disposti mezzi di  
ventilazione adatti a convogliare la suddetta aria nella  
suddetta intercapedine.

Secondo un ulteriore aspetto del presente trovato, i  
suddetti mezzi di alimentazione comprendono una coclea, che  
20 è adatta ad essere fatta ruotare a velocità variabile e che  
è disposta all'interno di una seconda parte del suddetto  
primo condotto, a monte della suddetta camera di reazione  
rispetto ad un senso di alimentazione della suddetta  
biomassa.

25 Secondo un ulteriore aspetto del presente trovato, il

Il mandatario  
**LORENZO FABRO**  
(per sé e per gli altri)  
**STUDIO GLP S.R.L.**  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE



suddetto primo condotto comprende anche una terza parte disposta a valle della camera di reazione rispetto al senso di alimentazione della suddetta biomassa. Nella suddetta terza parte del primo condotto, mezzi di chiusura sono  
5 disposti lungo detto primo asse per regolare la quantità di prodotto residuo in uscita da detta camera di reazione ed il successivo scarico automatico.

Secondo un ulteriore aspetto del presente trovato, l'apparecchiatura comprende inoltre un terzo elemento  
10 tubolare cilindrico che è fissato al suddetto primo condotto nella suddetta terza parte, è rivolto verso il basso ed è adatto ad essere riempito parzialmente con acqua per lo spegnimento del prodotto residuo in uscita dalla suddetta camera di reazione e per impedire l'accesso di  
15 aria in quest'ultima. Il presente trovato include, inoltre, un procedimento per un'apparecchiatura per la decomposizione termochimica a ciclo continuo di una biomassa, avente una camera di reazione nella quale è adatto a prodursi un processo di pirolisi, o di  
20 gassificazione, della biomassa.

Secondo un aspetto caratteristico del presente trovato, la biomassa viene convogliata lungo un primo condotto disposto lungo un primo asse nella suddetta camera di reazione, in modo continuo, mediante mezzi di  
25 alimentazione. La combustione di gas prodotti dalla

Il mandatario  
LORENZO FABRO  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

suddetta pirolisi o dalla suddetta gassificazione avviene in un secondo condotto, disposto lungo un secondo asse, sostanzialmente perpendicolare al primo asse e collegato alla camera di reazione. L'aria viene convogliata in un'intercapedine per alimentare la suddetta combustione. L'intercapedine è definita da mezzi di contenimento disposti esternamente alla camera di reazione, sostanzialmente all'intersezione dei due assi, e ad almeno una parte del secondo condotto.

Il presente trovato include inoltre la possibilità di regolare la produzione di calore agendo sulla velocità della coclea di alimentazione della biomassa, sulla velocità di afflusso dell'aria comburente e sull'altezza dei fori delle seconde vie di passaggio.

#### ILLUSTRAZIONE DEI DISEGNI

Queste ed altre caratteristiche del presente trovato appariranno chiare dalla seguente descrizione di una forma preferenziale di realizzazione, fornita a titolo esemplificativo, non limitativo, con riferimento agli annessi disegni in cui:

- la fig. 1 è una vista schematica di un'apparecchiatura per la decomposizione termochimica a ciclo continuo di una biomassa secondo il presente trovato;
- la fig. 2 è una sezione schematica di un particolare

dell'apparecchiatura di fig. 1;

- la fig. 3 è un'ulteriore sezione schematica di un particolare dell'apparecchiatura di fig. 2;

- la fig. 4 è una vista dall'alto parzialmente sezionata dell'apparecchiatura di fig. 2;

DESCRIZIONE DI UNA FORMA PREFERENZIALE DI REALIZZAZIONE

Con riferimento alla fig. 1, un'apparecchiatura 10 per la decomposizione termochimica a ciclo continuo di una biomassa, secondo il presente trovato, comprende una sezione di caricamento 11, adatta ad immettere una biomassa in una sezione di combustione 13, all'interno della quale avviene la pirolisi della biomassa. L'apparecchiatura 10 comprende, inoltre, una sezione di raccolta 15 del biochar, ovvero dei residui della pirolisi composti sostanzialmente da carbone vegetale.

La biomassa può essere costituita da pellet, piccoli pezzetti di legno pressato, cippati, altri combustibili di origine vegetale, o altro.

La sezione di caricamento 11 comprende una tramoggia 21 adatta a contenere la biomassa da sottoporre al processo di pirolisi. In particolare, la tramoggia 21 comprende una prima apertura 23, disposta nella parte superiore, adatta alla ricarica della biomassa da parte dell'utente ed una seconda apertura 25, disposta nella parte inferiore, sotto la quale è disposta orizzontalmente una prima coclea 27 che

Il mandatario  
**LORENZO FABRO**  
(per sé e per gli altri)  
**STUDIO GLP S.r.l.**

P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

immette la biomassa proveniente dalla tramoggia 21 in un raccordo verticale 29 avente superiormente una valvola 31 per l'aria in ingresso e/o in uscita. Alla base del primo raccordo verticale 29 è disposta orizzontalmente una  
5 seconda coclea 33 all'interno di un primo condotto 35 in acciaio, avente sostanzialmente una forma cilindrica. La seconda coclea 33 è adatta ad immettere la biomassa in una camera di reazione 37 della sezione di combustione 13. Vantaggiosamente, sia la prima coclea 27 che la seconda  
10 coclea 33 sono comandate da un primo motore 39. In particolare, quest'ultimo è connesso direttamente alla seconda coclea 33 ed è connesso alla prima coclea 27 mediante una cinghia 41 disposta su una coppia di pulegge 43.

15 Con riferimento alle fig. 2 e 3, la camera di reazione 37 è definita da una prima parte 48 del primo condotto 35, ha un ingresso 44 ed un'uscita 46 delle biomasse, comunicanti rispettivamente con una seconda parte 50 ed una terza parte 64 del primo condotto 35, ed è situata  
20 all'incrocio fra il primo condotto 35 cilindrico in acciaio, disposto orizzontalmente lungo un primo asse X, ed un secondo condotto 45 cilindrico in acciaio, disposto verticalmente lungo un secondo asse Y, che è fissato al primo condotto 35 in modo da formare una "T" rovesciata, e  
25 comunicante con la camera di reazione 37. Il secondo

Il mandatario  
LORENZO FABRO  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.

P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

condotto 45 ha un'apertura di emissione 47 rivolta verso l'alto, attraverso la quale viene espulso il calore assieme a vapori e gas di combustione.

Il primo condotto 35 è provvisto di una pluralità di prime vie di passaggio, nella fattispecie primi fori 49 passanti, ricavati nella parte inferiore. I primi fori 49 sono disposti lungo una linea inclinata rispetto al primo asse X.

Il secondo condotto 45 è provvisto di una pluralità di seconde vie di passaggio, nella fattispecie secondi fori 51 passanti, che sono disposti in modo radiale, e che descrivono una linea sostanzialmente orizzontale.

Attorno alla camera di reazione 37, ovvero in prossimità dell'intersezione fra il primo condotto 35 ed il secondo condotto 45, sono disposti mezzi di contenimento, nella fattispecie un contenitore 53 metallico che è chiuso superiormente attorno al secondo condotto 45 e lateralmente attorno al primo condotto 35. Il contenitore 53, che è di forma sostanzialmente cilindrica e simmetrico rispetto al secondo asse Y, ha un'apertura inferiore 55 (figure 2 e 3), e definisce un'intercapedine 57 vuota, rispetto ai due condotti 35 e 45.

In prossimità dell'apertura inferiore 55 è posta una ventola 59, vantaggiosamente provvista di un motore elettrico non rappresentato nelle figure.

Il mandatario  
LORENZO FABRO  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.

P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

I primi fori 49 sono configurati per la comunicazione fluidica tra la camera di reazione 37 e l'intercapedine 57, mentre i secondi fori 51 sono configurati per la comunicazione fluidica tra l'interno del secondo condotto  
5 45 e l'intercapedine 57.

Facendo nuovamente riferimento alla fig. 1, la sezione di raccolta 15 comprende un mezzo di chiusura mobile 63, che è posto internamente lungo una terza parte 64 del primo condotto 35 in prossimità dell'uscita 46 della camera di  
10 combustione. Il mezzo di chiusura mobile 63 è vantaggiosamente comandato da un secondo motore 65 ed è mobile orizzontalmente lungo il primo condotto 35 per regolare la fuoriuscita di cenere, o del biochar, dalla camera di reazione 37.

15 In prossimità dell'uscita 46 della camera di reazione 37 è disposto un condotto obliquo 67, o verticale, che è comunicante all'estremità superiore con la terza parte 64 del primo condotto 35 essendo fissato alla parte inferiore di quest'ultimo. Inoltre, il condotto obliquo 67 comunica,  
20 alla sua estremità inferiore, con un condotto di recupero 69. All'interno di quest'ultimo, è disposta verticalmente una terza coclea 71, che è comandata da un terzo motore 73 e che è prevista per il sollevamento e la rimozione dei residui di reazione che si depositano alla base del  
25 condotto obliquo 67.

Vantaggiosamente, il condotto obliquo 67 ed il condotto di recupero 69 sono riempiti di acqua fino ad un livello L costante, al fine di spegnere e/o raffreddare il biochar in uscita dalla camera di reazione 37. Il livello L di acqua all'interno del condotto obliquo e del condotto di recupero 69 è mantenuto costante da un serbatoio di compensazione 75.

L'apparecchiatura 10 fin qui descritta funziona nel seguente modo.

10 Facendo riferimento alla fig. 1, una biomassa viene caricata dalla prima apertura 23 della tramoggia 21, fuoriuscendone dalla seconda apertura 25, per poi essere trasportata dalla prima coclea 27 e dalla seconda coclea 33 verso la camera di reazione 37, secondo un verso F.

15 Nella camera di reazione 37 il processo di pirolisi e/o di gassificazione della biomassa viene avviato con l'accensione di una candeletta di tipo noto e non rappresentata nei disegni. La ventola 59 (figure 2 e 3) forza l'aria A all'interno dell'intercapedine 57.

20 In accordo con la forma di realizzazione di fig. 3, l'aria A passa ai lati del primo condotto 35, in prossimità dei primi fori 49, che sono situati ad una prima distanza D1 dai rispettivi lati del contenitore 53. Salendo, l'aria A passa poi ai lati del secondo condotto 45, in prossimità dei secondi fori 51, che sono situati ad una seconda

25

distanza D2, maggiore della suddetta prima distanza D1, dai  
rispettivi lati del contenitore 53. Di conseguenza, la  
sezione di passaggio dell'aria A in prossimità dei primi  
fori 59 è inferiore alla sezione di passaggio dell'aria in  
5 prossimità dei secondi fori 51. Ne consegue che, essendo il  
flusso di aria A costante in tutta l'intercapedine 57, la  
velocità della stessa è più alta in prossimità dei primi  
fori 49 rispetto a quella in prossimità dei secondi fori  
51. La pressione all'interno dell'intercapedine 57 è, in  
10 questo caso, più alta in prossimità dei secondi fori 51  
rispetto a quella in prossimità dei primi fori 49. Ne  
consegue che, attraverso i secondi fori 51, l'aria A passa  
dall'intercapedine 57 all'interno del secondo condotto 45  
e, attraverso i primi fori 49, almeno una parte dei gas G  
15 di pirolisi/gassificazione passano dalla camera di reazione  
37 all'intercapedine 57.

L'aria A nell'intercapedine 57 si mescola quindi con i  
gas G1 e questa miscela viene immessa nel secondo condotto  
45 attraverso i secondi fori 51. In prossimità di questi  
20 ultimi, e all'interno del secondo condotto 45, avviene la  
combustione della miscela (fig. 4). La combustione consuma  
l'ossigeno apportato dall'aria A e produce residui di  
combustione G2 gassosi ad alta temperatura. Parte di questi  
residui di combustione G2 sono emessi nell'atmosfera  
25 attraverso l'apertura di emissione 47 superiore (fig. 3),

Il mandatario  
LORENZO FABRO  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.R.L.  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE



la restante parte viene invece richiamata attraverso la camera di reazione 37 a causa dell'effetto di richiamo sopra descritto. In questo caso, i residui di combustione G2 gassosi, passando nella camera di reazione 37, cedono  
5 calore alla biomassa provocandone la pirolisi e/o la gassificazione in funzione della temperatura e della quantità di ossigeno apportata. I gas G prodotti dalla pirolisi e/o dalla gassificazione della biomassa vanno nuovamente ad alimentare il processo di combustione nel  
10 secondo condotto 45, come sopra descritto. La fiamma che si sviluppa nel secondo condotto 45 esercita quindi la funzione di "tappo di fiamma", impedendo all'ossigeno dell'aria situata al di sopra dell'apertura di emissione 47 di entrare nella camera di reazione 37.

15 In accordo con un'ulteriore forma di realizzazione del presente trovato, la prima distanza D1 e la seconda distanza D2 sono fra loro simili, o poco diverse. Di conseguenza le pressioni in prossimità dei secondi fori 51 e in prossimità dei primi fori 49, l'effetto di richiamo  
20 sopra descritto è trascurabile. In questo caso, il calore sviluppato dalla combustione in prossimità dei secondi fori 51 è sufficiente a provocare la pirolisi e/o la gassificazione della biomassa che si trova nella camera di reazione 37. I gas G1 così prodotti salgono dalla camera di  
25 reazione 37 al secondo condotto 45 dall'interno, ossia

senza passare attraverso l'intercapedine 57. In questo caso, i gas G1 si mescolano all'ossigeno entrante dai fori 51 ed alimentano la combustione.

In generale, la combustione in prossimità dei fori 51 è data dai gas G1 provenienti direttamente dalla camera di combustione 37 attraverso il secondo condotto 45 e dai gas G1 provenienti dall'intercapedine 57.

Secondo varianti del presente trovato, il secondo condotto 45 comprende una sezione mobile, che può essere fatta scorrere verticalmente lungo il secondo asse Y, per alzare o abbassare la fila di secondi fori 51, in modo tale da cambiare la posizione lungo il secondo asse Y dei secondi fori 51 utilizzati per lo scambio di gas, e quindi per la combustione.

La pirolisi e/o la gassificazione nella camera di reazione 37 possono essere controllate agendo sulla velocità di rotazione della seconda coclea 33 che determina in modo diretto la velocità di transizione delle biomasse all'interno della camera di reazione 37. Inoltre, aumentando la velocità di rotazione della ventola 59 si determina un maggiore apporto di ossigeno alla combustione. È possibile che, in presenza di un eccessivo apporto d'aria A nell'intercapedine 57, la combustione all'interno del secondo cilindro 45 non consumi tutto l'ossigeno apportato. Di conseguenza, in forme di realizzazione, i gas G2 che

Il mandatario  
LORENZO FABRO  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.

P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

vengono richiamati all'interno della camera di reazione 37  
contengono una quantità di ossigeno che può contribuire a  
provocare, in presenza di temperature elevate, la  
gassificazione della biomassa. La regolazione della  
5 velocità di rotazione della ventola 59 e della velocità  
della seconda coclea 33 permette di scegliere il tipo di  
reazione che avviene all'interno della camera di reazione  
37: ad esempio, a basse velocità di rotazione della ventola  
59 e a bassa velocità di rotazione della seconda coclea 33  
10 avviene prevalentemente la pirolisi della biomassa  
all'interno della camera di reazione 37, mentre ad alte  
velocità di rotazione della ventola 59, e a bassa velocità  
di avanzamento della seconda coclea 33 avviene  
prevalentemente la gassificazione della biomassa  
15 all'interno della camera di reazione 37.

La gassificazione della biomassa apporta gas G1 di  
reazione che provocano una combustione intensa, ma non  
permette di ottenere biochar come prodotto residuo.  
Viceversa, il processo di pirolisi della biomassa apporta  
20 gas G che genera una reazione meno intensa e più  
controllata, e come prodotto residuo della reazione si può  
ottenere carbone vegetale, ovvero biochar, che può essere  
vantaggiosamente utilizzato come ammendante in campo  
agricolo.

25 Il mezzo di chiusura mobile 63 può essere utilizzato per

forzare la permanenza della biomassa all'interno della camera di reazione 37 durante l'avvio della reazione evitando la perdita di biomassa non pirolizzata o gassificata, oppure, in un secondo momento, per regolare lo scarico del biochar attraverso il condotto obliquo 67. Qui il biochar viene spento e/o raffreddato dall'acqua per poi essere raccolto dalla terza coclea 71, essiccato e stoccato.

È chiaro che alla stufa pirolitica fin qui descritta possono essere apportate modifiche e/o aggiunte di parti, senza per questo uscire dall'ambito del presente trovato.

È anche chiaro che, sebbene il presente trovato sia stato descritto con riferimento ad alcuni esempi specifici, una persona esperta del ramo potrà senz'altro realizzare molte altre forme equivalenti di stufa pirolitica, aventi le caratteristiche espresse nelle rivendicazioni e quindi tutte rientranti nell'ambito di protezione da esse definito.

RIVENDICAZIONI

1. Apparecchiatura per la decomposizione termochimica a ciclo continuo di una biomassa, comprendente una camera di reazione (37) nella quale è adatto a prodursi un processo di pirolisi, o di gassificazione, con generazione di gas (G1) di detta biomassa, essendo presenti mezzi di alimentazione aria (A), **caratterizzata dal fatto che** comprende, inoltre, un primo condotto (35) disposto lungo un primo asse (X) passante per detta camera di reazione (37) e attraverso il quale detta biomassa è atta ad essere convogliata verso detta camera di reazione (37) mediante mezzi di alimentazione (27, 33) in continuo; un secondo condotto (45), disposto lungo un secondo asse (Y), sostanzialmente perpendicolare a detto primo asse (X), e comunicante con detta camera di reazione (37); e mezzi di contenimento (53) disposti esternamente a detta camera di reazione (37), per definire un'intercapedine (57) attorno a detta camera di reazione (37) e ad almeno una parte di detto secondo condotto (45), prime vie di passaggio (49) essendo previste per la comunicazione fluidica tra detta camera di reazione (37) e detta intercapedine (57), e seconde vie di passaggio (51) essendo previste per la comunicazione fluidica tra l'interno di detto secondo condotto (45) e detta intercapedine (57).
2. Apparecchiatura come nella rivendicazione 1,

Il mandatario  
LORENZO FABRO  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.

P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

**caratterizzata dal fatto che** detta camera di reazione (37) è definita da una prima parte (48) di detto primo condotto (35).

3. Apparecchiatura come nella rivendicazione 2,  
5 **caratterizzata dal fatto che** detto primo condotto (35) comprende un primo elemento tubolare cilindrico **e che** detto secondo condotto (45) comprende un secondo elemento tubolare cilindrico che è fissato sostanzialmente perpendicolare a detto primo elemento tubolare cilindrico  
10 in corrispondenza di detta camera di reazione (37).

4. Apparecchiatura come nella rivendicazione 3,  
**caratterizzata dal fatto che** dette prime vie di passaggio comprendono una pluralità di primi fori (49) passanti ricavati nella parte inferiore di detto primo elemento  
15 tubolare cilindrico.

5. Apparecchiatura come nella rivendicazione 3 o 4,  
**caratterizzata dal fatto che** dette seconde vie di passaggio comprendono una pluralità di secondi fori (51) passanti ricavati in detto secondo condotto (45) e disposti  
20 radialmente che mettono in comunicazione detta intercapedine (57) con l'interno di detto secondo condotto (45).

6. Apparecchiatura come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che**  
25 detti mezzi di contenimento comprendono un contenitore (53)

Il mandatario  
LORENZO FABRO  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.

P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

chiuso verso l'alto e avente un'apertura (55) **e che** detti  
mezzi di alimentazione aria (A) comprendono mezzi di  
ventilazione (59), i quali sono disposti in detta apertura  
(55) e sono adatti a convogliare detta aria (A) in detta  
5 intercapedine (57).

7. Apparecchiatura come in una qualsiasi delle  
rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto che**  
detti mezzi di alimentazione comprendono una coclea (33),  
disposta all'interno di una seconda parte (50) di detto  
10 primo condotto (35), a monte di detta camera di reazione  
(37) rispetto ad un senso (F) di alimentazione di detta  
biomassa.

8. Apparecchiatura come in una qualsiasi delle  
rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto che**  
15 detto primo condotto (35) comprende anche una terza parte  
(64) disposta a valle di detta camera di reazione (37)  
rispetto al senso (F) di alimentazione di detta biomassa **e**  
**che** in detta terza parte (64) di detto primo condotto (35)  
sono disposti mezzi di chiusura (63) disposti lungo detto  
20 primo asse (X) per regolare la quantità di prodotto residuo  
in uscita da detta camera di reazione (37).

9. Apparecchiatura come nella rivendicazione 8,  
**caratterizzata dal fatto che** comprende inoltre un terzo  
elemento tubolare cilindrico (67), il quale è fissato a  
25 detta terza parte (64) di detto primo condotto (35), è

rivolto verso il basso ed è adatto ad essere riempito parzialmente con acqua per lo spegnimento del prodotto residuo in uscita dalla suddetta camera di reazione (37) e per impedire l'accesso di aria in quest'ultima.

5 10. Apparecchiatura come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto che** comprende inoltre una sezione di caricamento (11) avente una tramoggia (21), adatta a contenere detta biomassa, e mezzi di immissione (27), adatti ad immettere la biomassa  
10 proveniente da detta tramoggia (21) in un raccordo verticale (29) comunicante con detta coclea (33).

11. Procedimento per la decomposizione termochimica a ciclo continuo di una biomassa, mediante un'apparecchiatura (10) avente una camera di reazione (37) nella quale è adatto a  
15 prodursi un processo di pirolisi, o di gassificazione, di detta biomassa, **caratterizzato dal fatto che** detta biomassa viene convogliata lungo un primo condotto (35) disposto lungo un primo asse (X) in detta camera di reazione (37) in modo continuo mediante mezzi di alimentazione (27, 33); in  
20 un secondo condotto (45), disposto lungo un secondo asse (Y), sostanzialmente perpendicolare a detto primo asse (X) e collegato a detta camera di reazione (37) avviene la combustione dei gas (G1) prodotti da detta pirolisi o da detta gassificazione in detta camera di reazione (37); e  
25 viene convogliata aria (A) in un'intercapedine (57) per



alimentare detta combustione, detta intercapedine (57) essendo definita da mezzi di contenimento (53) disposti esternamente a detta camera di reazione (37), e ad almeno una parte di detto secondo condotto (45); detti gas (G1)  
5 passano da detta camera di reazione (37) a detta intercapedine (57) attraverso prime vie di passaggio, e detta aria (A), eventualmente mescolata a detti gas (G1), passa da detta intercapedine (57) a detto secondo condotto (45) per alimentare detta combustione.

p. DELLA TOFFOLA DANIELE e PETRACCA MAURO

FF/GDF 20.06.2010

Il mandatario  
LORENZO FABRO  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

CLAIMS

1. Apparatus for the continuous-cycle thermo-chemical decomposition of a bio-mass, comprising a reaction chamber (37) in which a process of pyrolysis or gasification is suitable to be produced, with the generation of gases (G1) of said bio-mass, means to feed air (A) also being present, **characterized in that** it also comprises a first pipe (35) disposed along a first axis (X) passing through said reaction chamber (37) and through which said bio-mass is able to be conveyed toward said reaction chamber (37) by means of continuous feed means (27, 33); a second pipe (45), disposed along a second axis (Y), substantially perpendicular to said first axis (X), and communicating with said reaction chamber (37); and containing means (53) disposed outside said reaction chamber (37) to define an interstice (57) around said reaction chamber (37) and at least a part of said second pipe (45), first passage ways (49) being provided for the fluidic communication of said reaction chamber (37) and said interstice (57), and second passage ways (51) being provided for the fluidic communication between the inside of said second pipe (45) and said interstice (57).
2. Apparatus as in claim 1, **characterized in that** said

reaction chamber (37) is defined by a first part (48) of said first pipe (35).

3.Apparatus as in claim 2, **characterized in that** said first pipe (35) comprises a first cylindrical tubular element **and in that** said second pipe (45) comprises a second cylindrical tubular element which is attached substantially perpendicular to said first cylindrical tubular element in correspondence with said reaction chamber (37).

10 4.Apparatus as in claim 3, **characterized in that** said first passage ways comprise a plurality of first through holes (49) made in the lower part of said first cylindrical tubular element.

5.Apparatus as in claim 3 or 4, **characterized in that** 15 said second passage ways comprise a plurality of second through holes (51) made in said second pipe (45) and disposed radially which put said interstice (57) in communication with the inside of said second pipe (45).

6.Apparatus as in any claim hereinbefore, **characterized** 20 **in that** said containing means comprise a container (53) closed toward the top and having an aperture (55), **and in that** said means to feed air (A) comprise ventilation means (59), which are disposed in said aperture (55) and are suitable to convey said air (A) in said 25 interstice (57).

7.Apparatus as in any claim hereinbefore, **characterized in that** said feed means comprise a screw (33), disposed inside a second part (50) of said first pipe (35), upstream of said reaction chamber (37) with respect to  
5 a direction (F) of feed of said bio-mass.

8.Apparatus as in any claim hereinbefore, **characterized in that** said first pipe (35) also comprises a third part (64) disposed downstream of said reaction chamber (37) with respect to the direction (F) of feed of said  
10 bio-mass, **and in that** in said third part of said first pipe (35) closing means (63) are disposed, along said first axis (X), in order to regulate the quantity of residual product exiting from said reaction chamber (37).

15 9.Apparatus as in claim 8, **characterized in that** it also comprises a third cylindrical tubular element (67), which is attached to said third part (64) of said first pipe (35), faces downward and is suitable to be partly filled with water in order to extinguish the  
20 residual product exiting from said reaction chamber (37) and to prevent the access of air to said chamber.

10. Apparatus as in any claim hereinbefore, **characterized in that** it also comprises a loading section (11) having a hopper (21) suitable to contain  
25 said bio-mass, and introduction means (27) suitable to

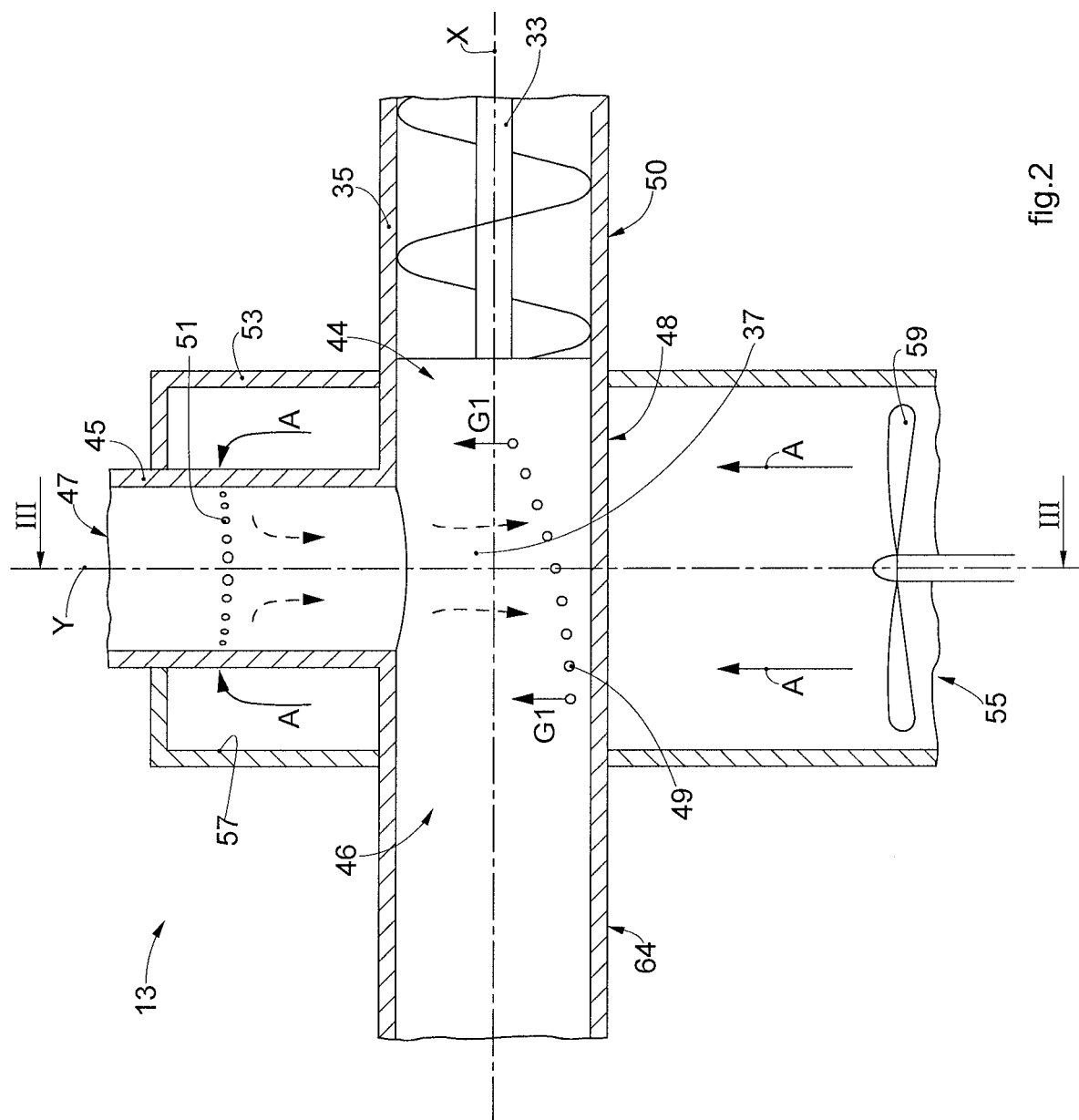
introduce the bio-mass arriving from said hopper (21) into a vertical connector (29) communicating with said screw (33).

11. Method for the continuous-cycle thermo-chemical  
5 decomposition of a bio-mass, by means of an apparatus (10) having a reaction chamber (37) in which a process of pyrolysis or gasification of said bio-mass is suitable to be produced, **characterized in that** said bio-mass is conveyed continuously along a first pipe  
10 (35) disposed along a first axis (X) in said reaction chamber (37) by means of feed means (27, 33); the combustion of the gases (G1) produced by said pyrolysis or said gasification in said reaction chamber (37) takes place in a second pipe (45), disposed along a  
15 second axis (Y), substantially perpendicular to said first axis (X) and connected with said reaction chamber (37); and air (A) is conveyed into an interstice (57) to feed said combustion, said interstice (57) being defined by containing means (53) disposed outside said  
20 reaction chamber (37) and outside at least a part of said second pipe (45); said gases (G1) pass from said reaction chamber (37) to said interstice (57) through first passage ways (51), and said air (A), possibly mixed with said gases (G1), passes from said interstice  
25 (57) to said second pipe (45) to feed said combustion.

Il mandatario  
LORENZO FABRO  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.

P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE





3/4

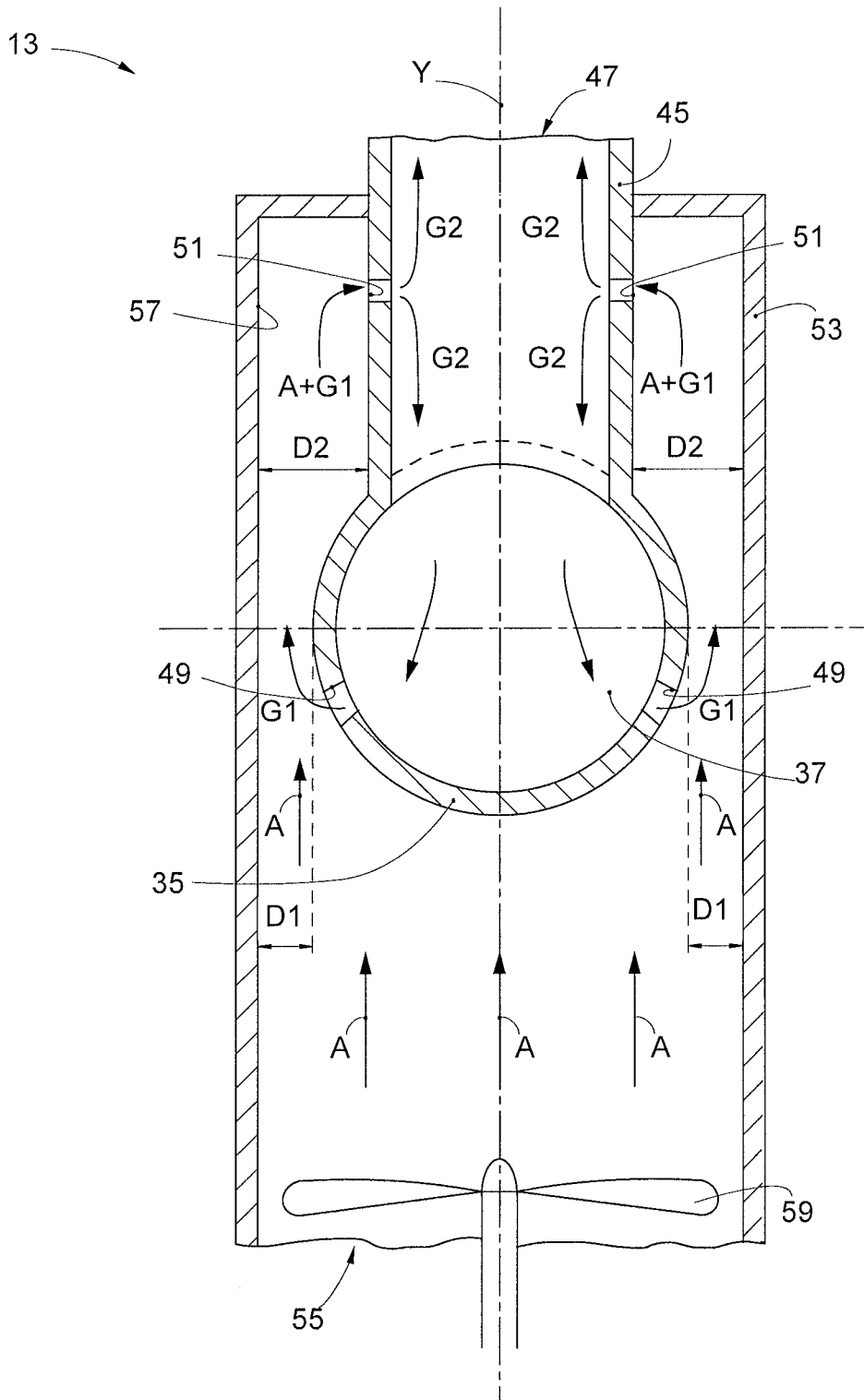


fig.3



4/4

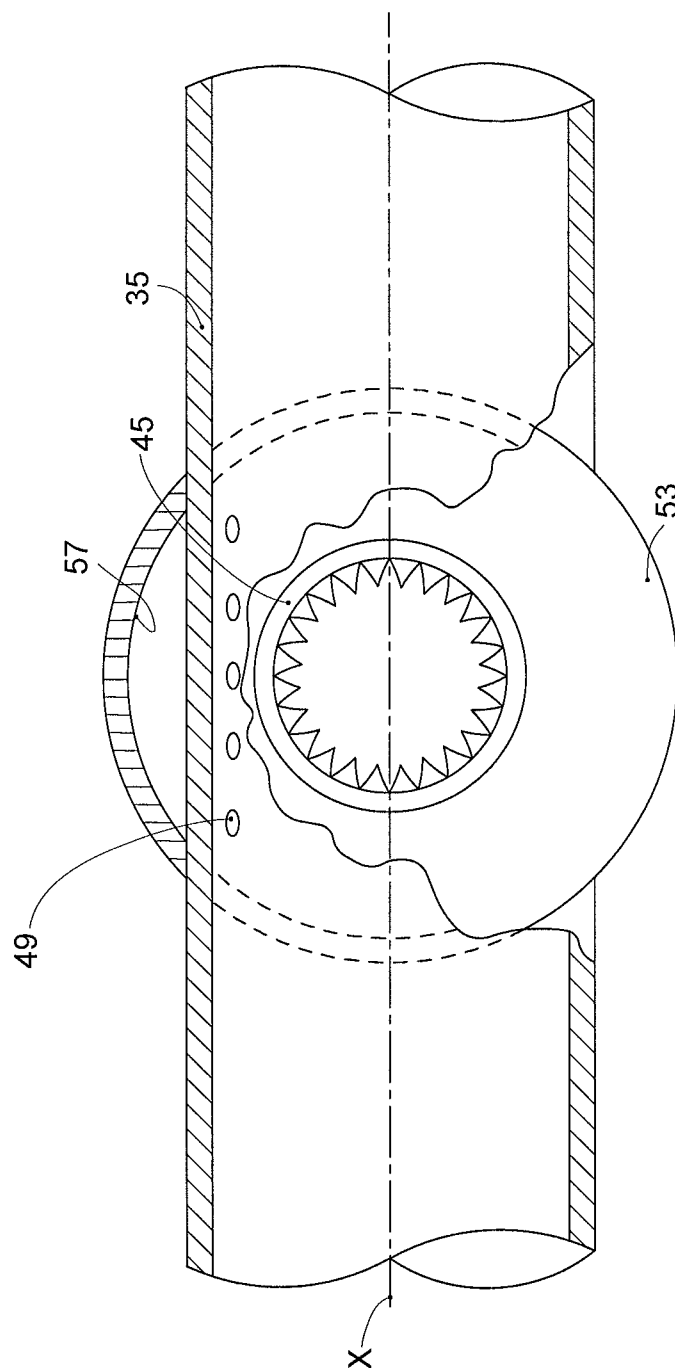


fig.4