

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902088725A1

Publication Date

20130102

Applicant

LISANTI VITTORIO

Title

GASSIFICATORE IN CONTINUO, IN PARTICOLARE PER BIOMASSE E
RIFIUTI URBANI E INDUSTRIALI.

originario in un gas combustibile (syngas) mediante combustione parziale.

In particolare, il processo di gassificazione procede sempre attraverso tre fasi:

- pirolisi, ovvero la trasformazione per cracking termico del materiale solido in prodotti gassosi e residui carboniosi;
- combustione di parte dei prodotti della pirolisi con un agente ossidante (aria, ossigeno);
- gassificazione del residuo carbonioso prodotto dalla pirolisi a spese del calore dei prodotti di combustione.

Nella prima fase si ha la demolizione termica delle molecole dei prodotti da trattare, con formazione di prodotti gassosi a vario peso molecolare e residuo carbonioso. La combustione genera il calore necessario per far avvenire la pirolisi e per trasformare in gas leggeri (CO , H_2 , CH_4) i prodotti della pirolisi stessa. In questa fase deve avere luogo anche il cracking termico dei prodotti gassosi di pirolisi a peso molecolare elevato, che nella fase di utilizzo dei gas possono dar luogo a condensazione di liquidi e catrami.

Negli anni sono state sviluppate molte tecnologie per la gassificazione di svariati

combustibili solidi. Per impianti di taglia medio-piccola la tecnologia più comunemente utilizzata è quella del reattore a letto mobile di tipo "down-draft". In questo sistema il solido viene alimentato dall'alto nel reattore in modo da formare un letto di solido che lentamente avanza verso il basso.

Il reattore, nella sua parte superiore, è a tenuta in modo tale da forzare i gas immessi o prodotti nel reattore stesso ad uscire attraverso la parte inferiore del letto, dove vengono invece lasciate delle aperture. Ad una certa quota viene immessa dell'aria o dell'ossigeno attraverso ugelli collocati sulla periferia del reattore. L'aria immessa comporta la combustione parziale dei gas di pirolisi nelle vicinanze dei punti di immissione dell'aria. Il calore sviluppato causa la pirolisi del materiale presente immediatamente al di sopra della zona di immissione di aria. I prodotti volatili della pirolisi fluiscono verso il basso attraversando la zona dove avviene la combustione e prendendovi parte.

La combustione dei gas di pirolisi porta quindi alla formazione di elevate quantità di CO_2 e H_2O . Nella zona di combustione la temperatura può

arrivare localmente a superare i 1200-1300°C.

I gas caldi, per uscire dal reattore, devono quindi attraversare la parte inferiore del letto, costituita dal residuo carbonioso. In tale situazione avvengono le seguenti reazioni endotermiche di gassificazione del carbonio:



Altre reazioni che portano alla formazione di idrocarburi leggeri (metano per esempio), sia per motivi cinetici che termodinamici hanno un effetto più limitato.

Il residuo carbonioso, in parte gassificato, viene estratto insieme alle ceneri attraverso una griglia posta alla base del reattore. Attraverso la stessa griglia vengono estratti anche i gas prodotti dal gassificatore, che escono quindi ad una temperatura di almeno 800°C.

Il reattore noto appena descritto soffre però ancora di una serie di limitazioni, quali le seguenti:

- l'aria viene generalmente immessa dai lati del reattore, in una zona occupata dal letto di materiale combustibile. La sua penetrazione nel letto è quindi per forza di cose limitata e di

conseguenza anche la zona di combustione rimane limitata. Si può venire quindi a creare in prossimità dell'asse del gassificatore una zona relativamente fredda che può essere attraversata da gas e catrami prodotti dalla pirolisi senza che questi subiscano cracking, venendo quindi in parte ritrovati nel gas finale. L'importanza di tale criticità cresce notevolmente col crescere delle dimensioni dell'impianto. Spesso i gassificatori, a valle dell'immissione dell'aria, hanno una sezione minore per agevolare la miscelazione dei gas, ma nello stesso tempo la sezione minore favorisce la creazione di ponti di solido che bloccano il fluire verso il basso del letto;

- il residuo carbonioso reagisce secondo le reazioni (1) e (2) di cui sopra riducendo rapidamente la temperatura del gas. Nelle zone inferiori del letto, tale temperatura è spesso troppo bassa per consentire alle reazioni (1) e (2) di avvenire con sufficiente rapidità portando al completo esaurimento del residuo. Oltre a questo, sempre nella zona inferiore del letto, il gas raggiunge spesso condizioni vicine all'equilibrio termodinamico e non riesce comunque a convertire il carbonio in CO a prescindere dagli aspetti

cinetici.

Conseguenza delle precedenti considerazioni è che normalmente una quantità rilevante di residuo carbonioso viene estratto dal reattore insieme alle ceneri. Questo aspetto, oltre a nuocere all'efficienza del processo non permette di raggiungere le specifiche richieste dalla legislazione comunitaria (direttiva 200/76 CE) in termini di massimo contenuto di carbonio nelle ceneri prodotte dal trattamento termico dei rifiuti. Anche nelle condizioni di lavoro più favorevoli la quantità di tar prodotto è dell'ordine di 0,5-1 g/Nm³ di gas.

Inoltre, in caso di materiali che producono un residuo carbonioso fragile e fine come quello originato dalla pirolisi di rifiuti o biomasse molto suddivise (paglia, sfalci, ecc...), si forma alla base del gassificatore un letto di particelle solide molto fini che rende problematico il flusso dei gas uscenti, in fase di gassificazione.

Scopo quindi della presente invenzione è quello di risolvere i suddetti problemi della tecnica anteriore fornendo un gassificatore in continuo, in particolare per biomasse e rifiuti urbani e industriali, avente maggiore efficienza

rispetto a quanto proposto dalla tecnica nota permettendo, in particolare, uno sfruttamento maggiore di residuo carbonioso riducendone sostanzialmente la quantità presente nelle ceneri.

Un altro scopo della presente invenzione è quello di fornire un gassificatore in continuo, in particolare per biomasse e rifiuti urbani e industriali, nel quale anche in prossimità della zona assiale della camera di reazione sia mantenuta una temperatura adeguata a garantire il cracking dei gas e dei catrami prodotti dalla pirolisi che attraversano tale zona.

Inoltre, uno scopo della presente invenzione è quello di fornire un gassificatore in continuo, in particolare per biomasse e rifiuti urbani e industriali in grado di garantire l'esaurimento completo del residuo carbonioso grazie a reazioni esotermiche di combustione, col raggiungimento nelle zone più calde del letto di temperature ampiamente superiori a 1000 °C.

I suddetti ed altri scopi e vantaggi dell'invenzione, quali risulteranno dal seguito della descrizione, vengono raggiunti con un gassificatore in continuo, in particolare per biomasse e rifiuti urbani e industriali, come

quello descritto nella rivendicazione 1. Forme di realizzazione preferite e varianti non banali della presente invenzione formano l'oggetto delle rivendicazioni dipendenti.

Resta inteso che tutte le rivendicazioni allegare formano parte integrante della presente descrizione.

Risulterà immediatamente ovvio che si potranno apportare a quanto descritto innumerevoli varianti e modifiche (per esempio relative a forma, dimensioni, disposizioni e parti con funzionalità equivalenti) senza discostarsi dal campo di protezione dell'invenzione come appare dalle rivendicazioni allegare.

La presente invenzione verrà meglio descritta da alcune forme preferite di realizzazione, fornite a titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la FIG. 1 mostra una vista schematica in sezione laterale di una realizzazione preferita del gassificatore secondo la presente invenzione; e
- la FIG. 2 mostra un diagramma schematico illustrante i flussi di materia/energia in un impianto dotato di un gassificatore secondo la presente invenzione.

Facendo riferimento alla FIG. 1 è possibile notare che una realizzazione preferita del gassificatore in continuo 1 di tipo "down-draft", in particolare per biomasse e rifiuti urbani e industriali, secondo la presente invenzione comprende almeno una camera di reazione 3 suddivisa in almeno una porzione superiore 3a ed almeno una porzione inferiore di esaurimento 3b da almeno una griglia mobile 21 di estrazione di carbonella e di sostegno del letto solido, tale camera di reazione 3 avente almeno una prima estremità superiore dotata di almeno una apertura 5 di immissione delle sostanze da gassificare all'interno di tale camera 3, tale camera 3 essendo dotata internamente di almeno un albero di agitazione rotante 13, avente asse di rotazione sostanzialmente verticale, tale albero 13 essendo dotato di una pluralità di aperture 15 di erogazione all'interno di tale camera 3 di almeno un fluido comburente come, per esempio, aria o aria arricchita di ossigeno tecnico, opportunamente preriscaldato a temperatura sufficiente per garantire l'innesco delle reazioni di ossidazione.

Preferibilmente, tale albero 13 è dotato di almeno un condotto assiale interno 14 mettente in

comunicazione tali aperture 15 con almeno un mezzo sorgente di tale fluido comburente attraverso, per esempio, almeno una apertura 16 di immissione di tale fluido comburente all'interno di tale condotto 14. Preferibilmente, l'albero 13 è dotato di mezzi di coibentazione interna in modo tale da non disperdere il calore sensibile del fluido preriscaldato che passa al suo interno. Ancora più preferibilmente, l'albero 13 è dotato almeno inferiormente di una estremità di agitazione 17 dotata di una pluralità di tali aperture 15.

Preferibilmente, le estremità di agitazione 17 sono dotate esternamente di almeno uno strato di materiale refrattario di protezione termica con lo scopo di proteggere le parti metalliche interne dalle alte temperature che si generano a causa dalle reazioni di ossidazione e dell'utilizzo di un fluido comburente fortemente preriscaldato.

Il gassificatore 1 secondo la presente invenzione comprende inoltre almeno una griglia mobile 21 di estrazione della carbonella e di sostegno del letto solido, tale griglia 21 essendo disposta al di sotto dell'estremità inferiore di tale albero 13.

Vantaggiosamente, la griglia mobile 21 e

l'albero 13 possono avere movimenti del tutto indipendenti l'uno dall'altra: in particolare, il movimento della griglia 21 può essere sia verticale alternato che rotatorio e qualora esso sia rotatorio, preferibilmente la griglia 21 e l'albero 13 avranno senso di rotazione opposto.

Il gassificatore 1 secondo la presente invenzione comprende inoltre almeno una apertura 23 di fuoriuscita del gas combustibile prodotto all'interno della camera di reazione 3, tale apertura 23 essendo preferibilmente disposta al di sotto di tale griglia 21.

La porzione inferiore di esaurimento 3b è quindi disposta al di sotto della griglia 21 ed ha preferibilmente le pareti perimetrali dotate di mezzi 25 di immissione di almeno un fluido per l'esaurimento della carbonella (per esempio aria) preriscaldato a temperatura di almeno 450-500 °C tale da far raggiungere, a causa delle reazioni di combustioni, temperature di picco maggiori di 1200 °C, in seguito a sua combustione, tale porzione inferiore 3b essendo rivestita di almeno uno strato di un materiale refrattario ed avente preferibilmente forma rastremata verso una estremità inferiore dotata di un mezzo estrattore

delle ceneri 27.

Ovviamente, l'immissione delle sostanze da gassificare all'interno della camera di reazione 3 può avvenire attraverso un opportuno mezzo di caricamento in sé noto nella tecnica come, per esempio, almeno una tramoggia o, ancora più preferibilmente, almeno una camera di caricamento 7 collegata a tale apertura 5 mediante l'interposizione di almeno un primo mezzo valvolare 9 cooperante con almeno un secondo mezzo valvolare 11 posto a chiusura di almeno una apertura di caricamento di tale camera di caricamento 7, tali mezzi valvolari 9, 11 aventi funzionamento di apertura/chiusura alternati in modo tale da garantire la tenuta necessaria per forzare i gas immessi o prodotti nella camera di reazione 3a ad uscire attraverso le aperture della griglia 21.

Grazie quindi alle caratteristiche del gassificatore 1 secondo la presente invenzione come sopra descritto, è possibile vantaggiosamente conseguire i seguenti risultati tecnici:

- la parte di letto di solido interessata dalla pirolisi e quindi dal rammollimento della plastica eventualmente presente è continuamente mossa mediante l'albero 13 per evitare la formazione di

ponti e agglomerati dovuti al materiale plastico presente;

- il fluido comburente è distribuito uniformemente all'interno della camera di reazione 3 attraverso le aperture 15 in modo tale da rendere inutile il restringimento generalmente adottato nei gassificatori down-draft della tecnica nota e da rendere più estesa la zona calda di combustione. Si noti che il preriscaldamento del fluido comburente è necessario per ottenere una combustione stabile, in quanto i punti di immissione del comburente stesso sono mobili ed è quindi richiesta una continua accensione del letto: inoltre, la quantità di fluido comburente immessa, non dovendo gassificare per intero il residuo, è minore rispetto a sistemi della tecnica anteriore con la stessa potenzialità e quindi anche il calore generato è inferiore, da qui un'ulteriore necessità di preriscaldamento del fluido comburente. Infine, il riscaldamento consente di recuperare energia;

- sotto la zona di combustione (che avviene per lo più con il gas di pirolisi) si forma un letto di residuo carbonioso che viene solo in parte consumato dalle reazioni di gassificazione con CO_2 e H_2O e che viene sostenuto dalla griglia mobile 21

che, mediante il suo movimento, fa cadere il solido con una portata fissata;

- il residuo carbonioso e la cenere che cadono attraverso la griglia 21 si accumulano nella sottostante porzione inferiore di esaurimento (3b) dove vengono completamente esauriti grazie all'immissione dal basso del fluido di esaurimento, tale fluido essendo preferibilmente aria preriscaldata a temperatura di almeno 450-500°C: in questo modo si ubbidisce alla direttiva 2000/76/CE che limita fortemente la presenza di residuo carbonioso nelle ceneri.

Come esempio di applicazione del gassificatore 1 secondo la presente invenzione, si esaminano qui di seguito le prestazioni di un impianto come quello della FIG. 2, tale impianto comprendente in linea:

- almeno un sistema di triturazione 101 del rifiuto alimentato;
- almeno un dispositivo di deferrizzazione 103;
- almeno un mezzo di stoccaggio 105 del rifiuto sterilizzato;
- almeno un mezzo di alimentazione 107 del rifiuto da tale mezzo di stoccaggio 105 alla camera di caricamento 7 del gassificatore 1;

- almeno un tale gassificatore 1 secondo la presente invenzione;
- almeno un mezzo 109 di lavaggio del gas con fase liquida organica per la rimozione dei catrami residui e di un mezzo di lavaggio 110 con una soluzione acquosa basica per la rimozione dei gas acidi;
- almeno un gasometro 111;
- almeno un motore 113 alimentato da tale gas combustibile con mezzi di evacuazione.

L'impianto 100 di cui sopra è stato alimentato con un rifiuto a 515 Kg/h (il gassificatore 1 risulta quindi essere alimentato con il rifiuto deferrizzato pari a 500 kg/h) avente le proprietà riportate nella seguente Tabella 1.

Potere calorifico (kcal/kg) del tal quale	4000
INERTI/metalli	16.8%
Umidità totale	10.4%
Composizione elementare (dry ash free), percentuale in peso	
C	57.6 %
H	7.4 %
O	34.2 %
N	0.8 %

Tabella 1: composizione elementare e PCI del rifiuto

In tal modo è possibile ottenere un gas combustibile con un potere calorico inferiore di almeno 1250 kcal/ Nm³ (su gas umido).

Nella seguente Tabella 2 sono riportate le caratteristiche fondamentali dei vari flussi di materia/energia nei tratti dell'impianto 100 indicati con i relativi riferimenti letterali da A a I:

Correnti	A	B	C	D	E	F
Composizione						
H2O % vol	0	0	0	0	6.3	6.3
O2 % vol	21	90	21	0.21	0	0
N2 % vol	79	10	79	0.79	44	44
H2 % vol	0	0	0	0	20.5	20.5
CH4 % vol	0	0	0	0	0	0
CO % vol	0	0	0	0	23.3	23.3
CO2 % vol	0	0	0	0	5.5	5.5
Portata kg/h	950	0	125	845	1400	1400
Temperatura °C	25	25	500	500	880	620

Tabella 2

Nella seguente Tabella 3 sono invece riportati i parametri fondamentali legati al bilancio energetico dell'impianto 100:

Bilanci alla sezione di massificazione		
Potenza data da combustione diretta del Rifiuto	2340	kW
Calore perso con ceneri calde	25	kW

Calore dissipato per raffreddamento gas fino a 25	260	kW
Perdite varie	55	kW
Potenza termica da combustione diretta del gas	2000	kW

Tabella 3

Si sono descritte alcune forme preferite di attuazione dell'invenzione, ma naturalmente esse sono suscettibili di ulteriori modifiche e varianti nell'ambito della medesima idea inventiva. In particolare, agli esperti nel ramo risulteranno immediatamente evidenti numerose varianti e modifiche, funzionalmente equivalenti alle precedenti, che ricadono nel campo di protezione dell'invenzione come evidenziato nelle rivendicazioni allegate.

RIVENDICAZIONI

1. Gassificatore in continuo (1) di tipo "down-draft", in particolare per biomasse e rifiuti urbani e industriali, caratterizzato dal fatto di comprendere almeno una camera di reazione (3) suddivisa in almeno una porzione superiore (3a) ed almeno una porzione inferiore di esaurimento (3b) da almeno una griglia mobile (21) di estrazione di carbonella e di sostegno del letto solido, detta camera di reazione (3) avente almeno una prima estremità superiore dotata di almeno una apertura (5) di immissione di sostanze da gassificare all'interno di detta camera (3), detta camera (3) essendo dotata internamente di almeno un albero di agitazione rotante (13), detto albero (13) essendo dotato di una pluralità di aperture (15) di erogazione all'interno di detta camera (3) di almeno un fluido comburente preriscaldato a temperatura sufficiente per garantire l'innesco delle reazioni di ossidazione.

2. Gassificatore (1) secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detto fluido comburente è aria o aria arricchita di ossigeno tecnico.

3. Gassificatore (1) secondo la rivendicazione

1, caratterizzato dal fatto che detto albero (13) è dotato di almeno un condotto assiale interno (14) mettente in comunicazione dette aperture (15) con almeno un mezzo sorgente di detto fluido comburente preriscaldato attraverso almeno una apertura (16) di immissione di detto fluido comburente all'interno di detto condotto (14).

4. Gassificatore (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto albero (13) è dotato almeno inferiormente di una estremità di agitazione (17) dotata di una pluralità di dette aperture (15), dette estremità di agitazione (17) essendo dotate esternamente di almeno uno strato di materiale refrattario di protezione termica.

5. Gassificatore (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta griglia mobile (21) è disposta al di sotto di un'estremità inferiore di detto albero (13).

6. Gassificatore (1) secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detta griglia (21) e detto albero (13) hanno movimenti indipendenti l'uno dall'altra.

7. Gassificatore (1) secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detto movimento di detta griglia (21) è verticale

alternato o rotatorio.

8. Gassificatore (1) secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che anche detto albero (13) ha movimento rotatorio ma con verso di rotazione opposto a quello di detta griglia (21).

9. Gassificatore (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere almeno una apertura (23) di fuoriuscita di un gas combustibile prodotto all'interno di detta camera di reazione (3), detta apertura (23) essendo disposta al di sotto di detta griglia (21).

10. Gassificatore (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta porzione inferiore di esaurimento (3b) disposta al di sotto di detta griglia (21) ha delle pareti perimetrali dotate di mezzi (25) di immissione di un fluido comburente di esaurimento di detta carbonella tale da far raggiungere a causa delle reazioni di combustioni temperature di picco maggiori di 1200 °C, detta porzione inferiore (3b) essendo rivestita di almeno uno strato di un materiale refrattario e avente forma rastremata verso una estremità inferiore dotata di un mezzo

estrattore delle ceneri (27).

CLAIMS

1. Gasifier in continuous (1) of a "down-draft" type, particularly biomasses and urban and industrial wastes, characterised in that it comprises at least one reaction chamber (3) divided in at least one upper portion (3a) and at least one lower exhaustion portion (3b) by at least one mobile grid (21) for drawing charcoal and supporting the solid bed, said reaction chamber (3) having at least one first upper end provided with at least one opening (5) for introducing substances to be gasified inside said chamber (3), said chamber (3) being internally provided with at least one rotating agitating shaft (13), said shaft (13) being provided with a plurality of openings (15) for delivering inside said chamber (3) at least one comburent fluid preheated at a sufficient temperature for allowing the triggering of the oxidation reactions.

2. Gasifier (1) according to the preceding claim, characterised in that said comburent fluid is air or air enriched with technical oxygen.

3. Gasifier (1) according to claim 1, characterised in that said shaft (13) is provided with at least one internal axial duct (14) putting

in communication said openings (15) with at least sourcing means of said preheated comburent fluid by means of at least one opening (16) for introducing said comburent fluid inside said duct (14).

4. Gasifier (1) according to claim 1, characterised in that said shaft (13) is at least inferiorly provided with an agitating end (17) provided with a plurality of said openings (15), said agitating end (17) being externally provided with at least one layer of refractory material for thermal protection.

5. Gasifier (1) according to claim 1, characterised in that said mobile grid (21) is arranged under a lower end of said shaft (13).

6. Gasifier (1) according to the preceding claim, characterised in that said grid (21) and said shaft (13) have movements independent one each other.

7. Gasifier (1) according to the preceding claim, characterised in that said movement of said grid (21) is an alternated vertical or a rotating movement.

8. Gasifier (1) according to the preceding claim, characterised in that even said shaft (13) has a rotating movement but with rotation direction opposed to that of said grid (21).

9. Gasifier (1) according to any one of the preceding claims, characterised in that it comprises at least one opening (23) for the coming out of a combustible gas produced inside said reaction chamber (3), said opening (23) being arranged under said grid (21).

10. Gasifier (1) according to any one of the preceding claims, characterised in that said lower exhaustion portion (3b) arranged under said grid (21) has perimetral walls provided with means (25) for introducing a comburent fluid for exhausting said charcoal so to reach peak temperatures greater than 1200 °C due to the combustion reaction, said lower portion (3b) being covered with at least one layer of a refractory material and having a shape tapered toward a lower end provided with a means adapted to extract ashes (27).

1/2

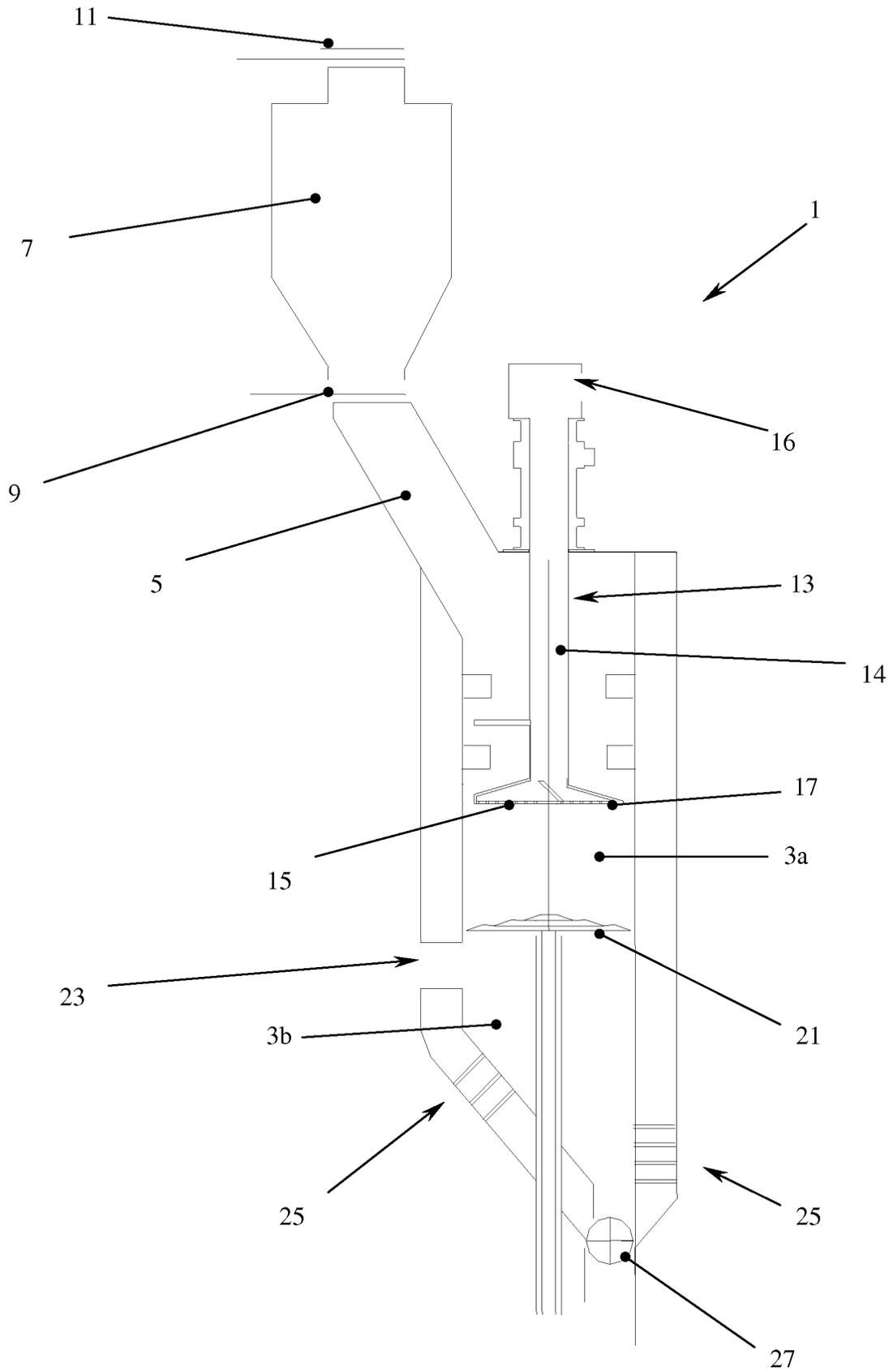


FIG. 1

