

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000028121
Data Deposito	04/11/2021
Data Pubblicazione	04/05/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	10	G	1	08

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	10	B	47	34

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	10	B	57	12

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	10	B	47	18

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	10	B	53	07

Titolo

IMPIANTO E PROCESSO DI DEPOLIMERIZZAZIONE TERMO-CATALITICA DI MATERIE PLASTICHE POLIOLEFINICHE PER LA PRODUZIONE DI IDROCARBURI

TITOLARE: LIFENERGY ITALIA S.R.L.

DESCRIZIONE

Campo di applicazione

- 5 [0001] Forma oggetto della presente invenzione un impianto ed un processo di depolimerizzazione termocatalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi.
- [0002] Vantaggiosamente, l'impianto ed il processo di depolimerizzazione secondo l'invenzione sono destinati in particolare ad utilizzare come Materia Prima gli scarti plastici industriali poliolefinici (tabella UNI 10667/18) intercettati prima del loro smaltimento come rifiuti per convertirli in idrocarburi.
- 15 [0003] In particolare, le caratteristiche degli idrocarburi producibili con l'impianto ed il processo secondo l'invenzione rientrano nei criteri previsti dalla norma EN 590. L'impianto ed il processo di depolimerizzazione secondo l'invenzione sono quindi in grado di partire da una Materia Prima Seconda "MPS" poliolefinica (così come definita dalla norma) per ottenere un gasolio direttamente commercializzabile, senza ulteriori trattamenti, previa miscelazione con analogo prodotto di origine fossile in percentuali variabili in funzione del grado di purezza
- 20
- 25

dell'idrocarburo ottenuto dall'impianto secondo l'invenzione.

[0004] Eventualmente, l'impianto ed il processo di depolimerizzazione secondo l'invenzione possono essere
5 destinati ad utilizzare come Materia Prima anche rifiuti plastici.

Stato della tecnica

[0005] Generalmente i processi noti di depolimerizzazione termo-catalitica di materie plastiche presentano una
10 produttività non elevata, in termini di frazione di materia plastica trasformata in idrocarburi.

[0006] Il processo di depolimerizzazione viene condotto riscaldando la materia plastica all'interno di un reattore in presenza di catalizzatori così da innescare
15 reazioni di pirolisi. Per massimizzare la resa del processo è necessario garantire in tutta la massa di materia plastica all'interno del reattore una temperatura di pirolisi il più possibile omogenea. Le modalità di riscaldamento del reattore giocano quindi
20 un ruolo essenziale non solo nella produttività, ma anche sulla qualità degli idrocarburi prodotti.

[0007] Il brevetto EP1212387B1 descrive un processo di depolimerizzazione termo-catalitica di materiale plastico all'interno di un reattore che è riscaldato
25 esternamente da una camera di combustione all'interno

della quale vengono bruciati parte dei composti in forma gassosa ottenuti dalla depolimerizzazione. Il reattore è dotato internamente di un miscelatore.

[0008] Anche la domanda internazionale W02005/087897
5 descrive un processo di depolimerizzazione termocatalitica di materiale plastico all'interno di un reattore, che è riscaldato solo esternamente ed è dotato di un miscelatore.

[0009] Il riscaldamento del reattore dall'esterno
10 comporta inevitabilmente la formazione di gradienti di temperatura nella massa di materia plastica. Generalmente, infatti, l'azione di rimescolamento esercitata dal miscelatore non è sufficiente ad omogeneizzare la massa di materia plastica. Ciò
15 influisce negativamente sia sulla produttività del processo che risulta essere bassa, sia sulla qualità degli idrocarburi prodotti che risulta essere molto variabile e difficilmente controllabile.

[0010] Tale problematica è stata affrontata nel brevetto
20 EP2242570B1, in cui viene proposto di riscaldare il reattore non solo esternamente, ma anche internamente. Il reattore è dotato di un miscelatore interno, le cui pale sono dotate di resistenze elettriche. In tal modo, è possibile fornire calore anche dall'interno del
25 reattore, riducendo i gradienti termici all'interno

della massa di materia plastica.

[0011] La soluzione proposta in EP2242570B1, pur consentendo una riduzione dei gradienti termici all'interno del reattore, presenta tuttavia dei limiti
5 operativi legati al fatto che a causa dei forti attriti in gioco le resistenze elettriche si usurano molto rapidamente. Ciò impone continui interventi di manutenzione che condizionano negativamente l'operatività dell'impianto e l'efficienza del processo
10 produttivo.

[0012] È quindi molto sentita l'esigenza di disporre di impianti e processi di depolimerizzazione termocatalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi che possano garantire nel
15 reattore di depolimerizzazione termocatalitica condizioni di temperatura maggiormente uniformi e al contempo stabilità di funzionamento così da raggiungere un'elevata produttività.

[0013] Ad oggi tale esigenza è però ancora insoddisfatta.

20 Presentazione dell'invenzione

[0014] Pertanto, scopo principale della presente invenzione è quello di eliminare in tutto o in parte gli inconvenienti della tecnica nota sopra citata, mettendo a disposizione un impianto di
25 depolimerizzazione termocatalitica di materie

plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi, che possa garantire all'interno del reattore di depolimerizzazione termo-catalitica condizioni di temperatura maggiormente uniformi.

5 [0015] Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un impianto di depolimerizzazione termo-catalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi che consenta una maggiore stabilità di
10 funzionamento così da raggiungere un'elevata produttività.

[0016] Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un impianto di depolimerizzazione termo-catalitica di materie
15 plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi che sia alimentabile in modo efficiente con scarti plastici industriali poliolefinici come materia prima senza penalizzarne la stabilità di funzionamento.

[0017] Un ulteriore scopo della presente invenzione è
20 quello di mettere a disposizione un impianto di depolimerizzazione termo-catalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi che sia operativamente affidabile e semplice da gestire.

25 [0018] Un ulteriore scopo della presente invenzione è

quello di mettere a disposizione un processo di depolimerizzazione termo-catalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi, che possa garantire all'interno del
5 reattore di depolimerizzazione termo-catalitica condizioni di temperatura maggiormente uniformi.

[0019] Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un processo di depolimerizzazione termo-catalitica di materie
10 plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi che sia alimentabile in modo efficiente con scarti plastici industriali poliolefinici come materia prima senza penalizzarne la stabilità di funzionamento.

Breve descrizione dei disegni

15 [0020] Le caratteristiche tecniche dell'invenzione, secondo i suddetti scopi, sono chiaramente riscontrabili dal contenuto delle rivendicazioni sotto riportate ed i vantaggi della stessa risulteranno maggiormente evidenti nella descrizione dettagliata che
20 segue, fatta con riferimento ai disegni allegati, che ne rappresentano una o più forme di realizzazione puramente esemplificative e non limitative, in cui:

[0021] - la figura 1 mostra uno schema semplificato di un impianto di depolimerizzazione secondo una forma
25 realizzativa preferita dell'invenzione;

[0022] - la figura 2 mostra un dettaglio ingrandito di una parte dell'impianto di figura 1 relativo ad un reattore e a due camere di ricircolazione esterna;

[0023] - la figura 3 mostra una vista ortogonale in
5 sezione di un reattore dell'impianto di figura 1;

[0024] - la figura 4 mostra una vista prospettica di un miscelatore interno del reattore di figura 3;

[0025] - la figura 5 mostra una vista ortogonale in sezione di una prima camera di ricircolazione esterna
10 dell'impianto di figura 1;

[0026] - la figura 6 mostra una vista prospettica di un miscelatore interno della prima camera di ricircolazione esterna di figura 5;

[0027] - la figura 7 mostra una vista ortogonale in
15 sezione di una camera di concentrazione del residuo solido dell'impianto di figura 1;

[0028] - la figura 8 mostra una vista prospettica di un miscelatore interno della camera di concentrazione del residuo solido di figura 7; e

20 [0029] - la figura 9 mostra uno schema di flusso di una sezione di pretrattamento di materiali poliolefinici di scarto da alimentare all'impianto di figura 1.

Descrizione dettagliata

[0030] L'impianto di depolimerizzazione termo-catalitica
25 di materie plastiche poliolefiniche per la produzione

di idrocarburi secondo l'invenzione è stato indicato complessivamente con 1 nelle Figure allegate.

[0031] A meno che non sia specificato esplicitamente il contrario, nel presente testo i seguenti termini
5 presentano il significato indicato qui sotto.

[0032] Per materie plastiche poliolefiniche si intende un materiale polimerico, vantaggiosamente anche materiale polimerico di scarto (o rifiuti), costituito principalmente da poliolefine. Con l'espressione
10 materiale plastico costituito principalmente da poliolefine si intende un materiale plastico il cui contenuto di poliolefine sia di almeno l'80% in peso (rispetto al peso complessivo del materiale plastico), preferibilmente di almeno il 95% in peso.

15 [0033] Per composti relativamente basso bollenti si intende dei composti che si liberano (vale dire si separano) dalle materie plastiche durante la depolimerizzazione almeno parziale, vantaggiosamente completa, di almeno parte di dette materie plastiche. I
20 composti relativamente basso bollenti presentano temperature di ebollizione inferiori alla temperatura di ebollizione delle materie plastiche.

[0034] Per gas sostanzialmente incondensabili si intende sostanze la cui temperatura di ebollizione è inferiore
25 a 25° C, vantaggiosamente inferiore a 10° C, in

particolare propano e/o butano.

[0035] Vantaggiosamente, l'impianto di depolimerizzazione secondo l'invenzione è destinato ad utilizzare come Materia Prima gli scarti plastici industriali poliolefinici (tabella UNI 10667/18) intercettati prima
5 del loro smaltimento come rifiuti per convertirli in idrocarburi.

[0036] In particolare, le caratteristiche degli idrocarburi producibili con l'impianto secondo
10 l'invenzione rientrano nei criteri previsti dalla norma EN 590. L'impianto di depolimerizzazione secondo l'invenzione è quindi in grado di partire da una Materia Prima Seconda "MPS" poliolefinica (così come definita dalla norma) per ottenere un gasolio
15 direttamente commercializzabile, senza ulteriori trattamenti, previa miscelazione con analogo prodotto di origine fossile in percentuali variabili in funzione del grado di purezza degli idrocarburi ottenuti dall'impianto secondo l'invenzione.

20 [0037] L'impianto 1 può tuttavia utilizzare come materie plastiche poliolefiniche anche materiali che non siano necessariamente di scarto.

[0038] Eventualmente, l'impianto ed il processo di depolimerizzazione secondo l'invenzione possono essere
25 destinati ad utilizzare come Materia Prima anche

rifiuti plastici.

[0039] In accordo ad una forma realizzativa generale dell'invenzione, l'impianto di depolimerizzazione termo-catalitica 1 comprende un reattore 10 all'interno
5 del quale sono destinate ad avvenire in presenza di un catalizzatore reazioni di pirolisi di materie plastiche poliolefiniche con conseguente depolimerizzazione almeno parziale delle stesse e produzione di idrocarburi relativamente basso bollenti.

10 [0040] All'interno del reattore, oltre agli idrocarburi relativamente basso bollenti che si separano dalla massa di materie plastiche e catalizzatore in forma di vapore, si forma un residuo solido, formato da coke e catalizzatore, che tende ad accumularsi sul fondo del
15 reattore.

[0041] Come illustrato nelle Figure 2 e 3, il reattore 10 comprende almeno una parete laterale 11, una parete di fondo 12 ed una parete superiore 13 che delimitano una camera di reazione 14, all'interno della quale sono
20 destinati ad essere disposti il catalizzatore e le materie plastiche poliolefiniche.

[0042] Il reattore 10 comprende almeno un'apertura di alimentazione 15 attraverso la quale le materie plastiche poliolefiniche e il catalizzatore vengono
25 alimentati a detto reattore 10 e che è ricavata in

prossimità della parete superiore 13.

[0043] Vantaggiosamente, l'impianto 1 comprende un sistema 40 per alimentare materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore nel reattore 10. Tale

5 sistema 40 verrà descritto più in dettaglio nel seguito

[0044] Il reattore 10 comprende almeno un'apertura di uscita 16 attraverso la quale gli idrocarburi relativamente basso bollenti (generati dalle reazioni di pirolisi) lasciano il reattore e che è ricavata in

10 prossimità della parete superiore 13.

[0045] L'impianto 1 comprende un sistema 60 di raccolta degli idrocarburi relativamente basso bollenti generati nel reattore 10. Tale sistema 60, che verrà descritto più in dettaglio nel seguito, è fluidicamente collegato

15 all'apertura di uscita 16 del reattore

[0046] Vantaggiosamente, il reattore 10 comprende almeno un'apertura di estrazione 19 attraverso la quale il residuo solido delle reazioni di pirolisi può essere estratto dal reattore 10 e che è ricavata in prossimità

20 della parete di fondo 12. Vantaggiosamente, l'impianto 1 comprende un sistema 50 di estrazione del residuo solido, che è fluidicamente collegato all'apertura di estrazione 19 e verrà descritto più in dettaglio nel seguito.

25 [0047] Il reattore 10 comprende inoltre:

[0048] - mezzi riscaldanti 17 associati ad almeno una delle pareti di detto reattore, preferibilmente la parete laterale 11; e

[0049] - un miscelatore interno 18.

5 [0050] Preferibilmente, i mezzi riscaldanti 17 sono costituiti da resistenze elettriche. In particolare, i mezzi riscaldanti 17 sono costituiti da fasce riscaldanti elettriche montate all'esterno del reattore 10. Il riscaldamento avviene quindi per conduzione, 10 cioè la fascia scaldante a contatto con la parete esterna del reattore riscalda la superficie esterna del mantello del reattore il quale, per conduzione, cede il calore al fluido al suo interno.

[0051] Vantaggiosamente, i mezzi riscaldanti 17 sono 15 regolati da un'unità di controllo (non illustrata nelle figure allegate) in funzione della temperatura all'interno del reattore 10, rilevata tramite una pluralità di sensori di temperatura 170 di cui è vantaggiosamente dotato il reattore 10.

20 [0052] Vantaggiosamente, in uso l'eventuale innalzamento della pressione all'interno della camera di reazione 14 monitorato da indicatori e trasmettitori di pressione (non illustrati nelle figure allegate) collegati alla suddetta unità di controllo. In caso di innalzamento 25 della pressione oltre un predefinito limite di soglia,

è previsto l'attivazione di dispositivi di sfiato (ad esempio dischi di rottura) fluidicamente collegati ad una torcia (non illustrata nelle figure allegate) per la termo-ossidazione dei vapori di idrocarburi espulsi dal reattore in sovrappressione.

[0053] Preferibilmente, come illustrato nelle figure 3 e 4, il miscelatore interno 18 del reattore 10 è configurato per mescolare la massa di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore solo in prossimità della parete di fondo 12 del reattore 10 (evitando che tale massa si attacchi al fondo) e per favorire lo spostamento di tale massa verso la parete laterale 11 del reattore 10. L'azione del miscelatore interno 18 favorisce il flusso della massa di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore, nonché del residuo solido in formazione verso una o più aperture inferiori 22, 32 ricavate nella parete laterale 11, la cui funzione sarà chiarita nel seguito della descrizione.

[0054] Più in dettaglio, il miscelatore del reattore è trascinato da un gruppo moto/riduttore elettrico 18a (preferibilmente con numero di giri costante) tramite un albero 18b, che coassiale alla camera di reazione 14 e alla cui base sono calettate le pale 18c del miscelatore.

[0055] Secondo l'invenzione l'impianto 1 comprende almeno

una camera di ricircolazione esterna 20, 30 delle materie plastiche poliolefiniche mescolate al catalizzatore contenute nel reattore 10.

[0056] Come illustrato nelle figure 1 e 2 tale almeno una

5 camera di ricircolazione esterna 20, 30 è:

[0057] - disposta esternamente al reattore;

[0058] - fluidicamente collegata alla camera di reazione 14 del reattore 10 tramite una apertura superiore 21, 31 ricavata in prossimità della parete superiore 13 del
10 reattore ed una apertura inferiore 22, 32 ricavata in prossimità della parete di fondo 12 del reattore;

[0059] - dotata di un miscelatore interno 23, 33 configurato per imprimere in uso alle materie plastiche poliolefiniche mescolate al catalizzatore un moto
15 ascensionale attraverso detta camera di ricircolazione 20, 30 dall'apertura inferiore 22, 32 all'apertura superiore 21, 31 in modo da generare nella camera di reazione 14 moti convettivi discensionali dall'apertura superiore 21, 31 verso l'apertura inferiore 22, 32; e

20 [0060] - dotata di mezzi riscaldanti 24, 34 che in uso sono atti a fornire calore al flusso di materie plastiche/catalizzatore che attraversa la camera di ricircolazione 20, 30.

[0061] Si è potuto verificare che i suddetti moti

25 discensionali indotti all'interno del reattore 10 dalla

ricircolazione esterna ed il calore fornito all'interno di detta camera di ricircolazione 20, 30 al flusso circolante riducono i gradienti termici nella massa di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore all'interno del reattore, favorendo così l'uniformità di temperatura in ogni punto del reattore.

[0062] L'aumentata uniformità di temperatura favorisce la resa del processo di pirolisi e quindi la produttività dell'impianto 1.

10 [0063] L'impianto di depolimerizzazione termo-catalitica secondo l'invenzione può quindi garantire all'interno del reattore di depolimerizzazione termo-catalitica condizioni di temperatura maggiormente uniformi rispetto ad analoghi impianti di tipo noto. Da ciò
15 deriva anche una maggiore stabilità di funzionamento dell'impianto 1.

[0064] L'uniformità di temperatura e la correlata stabilità di funzionamento dell'impianto consentono inoltre la produzione di idrocarburi relativamente
20 basso bollenti aventi una qualità meno variabile e quindi più controllabile.

[0065] Vantaggiosamente, l'impianto 1 di depolimerizzazione può comprendere due o più distinte camere di ricircolazione esterna, ciascuna delle quali
25 è fluidicamente collegata alla camera di reazione 14

del reattore 10 tramite una rispettiva apertura inferiore una rispettiva apertura superiore.

[0066] Il numero e le dimensioni delle camere di ricircolazione esterna sono legati alle dimensioni del reattore 10. All'aumentare delle dimensioni del reattore aumenta il numero e/o le dimensioni delle camere di ricircolazione esterna. Un tecnico esperto del settore, definite le dimensioni del reattore, è in grado di dimensionare le camere di ricircolazione al fine di assicurare fenomeni di ricircolazione all'interno del reattore tali da assicurare condizioni più possibile uniformi di temperatura all'interno del reattore stesso.

[0067] Preferibilmente, il rapporto $V_r / \Sigma V_{cr}$ tra il volume del reattore V_r e la sommatoria dei volumi delle camere di ricircolazione esterna ΣV_{cr} può essere compreso tra 3,5 e 4,0. Preferibilmente il reattore è realizzato con un rapporto L/D tra altezza L e diametro interno D compreso tra 1,0 e 1,25.

[0068] In accordo alla forma realizzativa preferita dell'invenzione, illustrata nelle figure allegate, l'impianto 1 comprende due distinte camere di ricircolazione esterna delle materie plastiche poliolefiniche mescolate al catalizzatore contenute nel reattore 10. Una prima camera di ricircolazione è

indicata con 20, mentre una seconda camera di ricircolazione indicata con 30.

[0069] Preferibilmente, dette due distinte camere di ricircolazione esterna 20 e 30 sono disposte
5 esternamente al reattore in posizioni diametralmente opposte tra loro. La prima camera di ricircolazione esterna 20 è collegata alla camera di reazione 14 tramite una prima apertura superiore 21 e una prima apertura inferiore 22; la seconda camera di
10 ricircolazione esterna 30 è collegata alla camera di reazione 14 tramite una seconda apertura superiore 31 e una seconda apertura inferiore 32.

[0070] Vantaggiosamente, il miscelatore 23,33 di ciascuna camera di ricircolazione è trascinato da un gruppo
15 moto/riduttore elettrico 23a/33a tramite un albero 23b/33b, su cui sono calettate le pale 23c/33c del miscelatore. Preferibilmente, il gruppo moto/riduttore elettrico 23c/33c è a giri variabile. Operativamente, la possibilità variare i giri del miscelatore consente
20 di controllare l'efficienza della reazione di pirolisi cambiando di fatto il tempo di permanenza del fluido (materie plastiche /catalizzatore) nel reattore. Il tempo di permanenza è inversamente proporzionale alla velocità di rotazione del miscelatore della camera di
25 ricircolazione.

[0071] Preferibilmente, ciascuna camera di ricircolazione 20, 30 è delimitata da un corpo tubolare 200, 300. Il miscelatore interno 23, 33 di ciascuna camera di ricircolazione 20, 30 comprende una pluralità di pale
5 che sono distribuite lungo tutto lo sviluppo longitudinale di detto corpo tubolare e sono rotanti attorno ad un asse di rotazione coassiale a detto corpo tubolare 200, 300. Vantaggiosamente, come illustrato nella figura 5, le pale sono sostanzialmente rasenti la
10 superficie interna del corpo tubolare.

[0072] In accordo alla forma realizzativa preferita dell'invenzione, illustrata nelle figure 5 e 6, la suddetta pluralità di pale comprende:

[0073] - pale miscelatrici 23a configurate per imprimere
15 alle materie plastiche poliolefiniche mescolate al catalizzatore un moto ascensionale lungo detto corpo tubolare; e

[0074] - pale sminuzzatrici 23b per rompere eventuali parti solide ancora presenti nella massa di materie
20 plastiche poliolefiniche e catalizzatore.

[0075] Preferibilmente, come illustrato nelle figure 5 e 6, le pale sminuzzatrici 23b sono concentrate in un unico gruppo e sono precedute e seguite da una o più di dette pale miscelatrici 23a.

25 [0076] Preferibilmente, i mezzi riscaldanti 24, 34

ciascuna camera di ricircolazione 20,30 sono costituiti da resistenze elettriche. In particolare, i mezzi riscaldanti 24, 34 sono costituiti da fasce riscaldanti elettriche montate all'esterno del corpo tubolare 200, 300 che forma il mantello di ciascuna camera di ricircolazione.

[0077] Vantaggiosamente, i mezzi riscaldanti 24, 34 sono regolati da un'unità di controllo (non illustrata nelle figure allegate) in funzione della temperatura all'interno della camera di ricircolazione 20,30, rilevata tramite una pluralità di sensori di temperatura 240 di cui è vantaggiosamente dotata la camera di ricircolazione 20, 30.

[0078] Preferibilmente, come illustrato nella figura 1, il sistema 40 per alimentare materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore in detto reattore 10 comprende un estrusore a vite 41 che è dotato di mezzi riscaldanti 42 ed è atto a trasformare una miscela di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore in una massa fluida da alimentare al reattore 10.

[0079] Vantaggiosamente l'estrusore a vite 41 è dotato di un degasatore (non illustrato nelle figure allegate), per abbattere le tracce di composti leggeri volatili tra cui le molecole d'acqua presenti sotto forma di umidità.

[0080] Preferibilmente, il catalizzatore è miscelato con le materie plastiche poliolefiniche nell'estrusore 41. A tale scopo, l'estrusore 41 comprende una tramoggia di carico 44 che riceve le materie plastiche poliolefiniche ed il catalizzatore dosato tramite un dosatore.

[0081] Vantaggiosamente, l'estrusore 41 può essere dotato all'uscita di un filtro per trattenere i materiali solidi eventualmente presenti nelle materie plastiche.

10 [0082] Operativamente, il rammollimento delle materie plastiche all'interno dell'estrusore 41 è monitorato tramite un controllo puntuale della temperatura, effettuato in una pluralità di zone lungo tutto l'estrusore.

15 [0083] Vantaggiosamente, il livello del materiale all'interno del reattore 10 è rilevato tramite un trasmettitore di livello collegato all'unità di controllo. L'anello di regolazione previsto per il mantenimento del livello desiderato all'interno del reattore agisce sulla portata delle materie plastiche e catalizzatore caricata nel reattore, variando la velocità della vite dell'estrusore 41.

20 [0084] Vantaggiosamente, l'estrusore 41 viene dimensionato in funzione della capacità produttiva dell'impianto 1, nonché delle caratteristiche delle

materie plastiche trattate. Tale dimensionamento è di per sé alla portata di un tecnico del settore.

[0085] Preferibilmente, il reattore 10 può essere caricato di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore fino al 40-65% della propria altezza, al fine di lasciare sulla sommità un volume libero per l'evaporazione degli idrocarburi relativamente basso bollenti.

[0086] Più in dettaglio, una possibile modalità di regolazione del livello di riempimento della camera di reazione 14 prevede che l'estrusore 41 alimenti la portata di set point tra il valore di livello nullo ed il 50% del livello massimo raggiungibile. Una volta raggiunto un livello pari al 50% del livello massimo raggiungibile, l'estrusore 41 rallenta la velocità di rotazione della vite in modo da scalare la portata alimentata in maniera proporzionale al valore di set point a zero fino al raggiungimento del livello massimo.

[0087] Preferibilmente come illustrato nella figura 1, il sistema di alimentazione 40 è fluidicamente collegato al reattore 10 in modo indiretto tramite una prima camera di ricircolazione esterna 20. In tal caso, l'apertura di alimentazione 15 del reattore 10 coincide con l'apertura superiore 21 alla quale è connessa detta

prima camera di ricircolazione 20. A sua volta, la prima camera di ricircolazione 20 è dotata di un'apertura di ingresso 25 in corrispondenza della quale è connessa fluidicamente con il sistema di alimentazione 40. In particolare, l'estrusore a vite 41 è fluidicamente collegato in uscita alla prima camera di ricircolazione 20 in corrispondenza di detta apertura di ingresso 25.

[0088] Preferibilmente, l'apertura di ingresso 25 è disposta tra l'apertura superiore 21 e l'apertura inferiore 22 della prima camera di ricircolazione 20, ancora più preferibilmente in prossimità di detta apertura inferiore 22.

[0089] Preferibilmente come illustrato nella figura 1, il sistema 50 di estrazione del residuo solido è fluidicamente collegato al reattore 10 in modo indiretto tramite una seconda camera di ricircolazione esterna 30. In tal caso, l'apertura di estrazione 19 del reattore 10 coincide con l'apertura inferiore 32 alla quale è connessa la seconda camera di ricircolazione 30. A sua volta, la seconda camera di ricircolazione 30 è dotata di un'apertura di scarico 35 in corrispondenza della quale la seconda camera 50 è connessa al sistema di estrazione 50.

[0090] Più in dettaglio, da un punto di vista operativo,

il flusso attraverso l'apertura superiore 31 è regolato da una prima valvola 36, mentre il flusso attraverso l'apertura di scarico 35 è regolato da una seconda valvola 37. La prima valvola 36 e la seconda valvola 37 sono pilotabili in modo coordinato così che il flusso attraverso l'apertura superiore 31 sia alternativo al flusso attraverso l'apertura di scarico 35. In uso quando è impedito il flusso attraverso l'apertura superiore 31 il miscelatore 33 di detta seconda camera di ricircolazione imprime al residuo solido accumulato sul fondo del reattore 10 un moto ascensionale attraverso la seconda camera di ricircolazione 30 dall'apertura inferiore 32 verso l'apertura di scarico 35.

[0091] Vantaggiosamente, come illustrato nelle figure 1 e 2, l'impianto 1 può comprendere una pompa 38, preferibilmente ad ingranaggi, che è installata in un condotto di collegamento tra l'apertura inferiore 32 del reattore 10 e la seconda camera di ricircolazione 30 ed è atta a generare un flusso verso detta seconda camera di ricircolazione 30.

[0092] In accordo alla forma realizzativa preferita dell'invenzione, illustrata nelle figure allegate, il sistema 50 di estrazione del residuo solido comprende una camera 51 di concentrazione del residuo solido che:

[0093] - è fluidicamente connessa in ingresso all'apertura di scarico 35 della seconda camera di ricircolazione 30;

[0094] - è dotata di un miscelatore interno 52 e di mezzi
5 riscaldanti 53;

[0095] - è fluidicamente connessa in uscita al sistema 60 di raccolta degli idrocarburi relativamente basso bollenti in modo tale che possano essere raccolti eventuali quantità di idrocarburi relativamente basso
10 bollenti liberati per evaporazione dal residuo solido;
ed

[0096] - è dotata di un'apertura 54 di espulsione del residuo solido concentrato.

[0097] Operativamente, la camera di concentrazione 51
15 provvede a concentrare il residuo solido (coke di pirolisi e catalizzatore), mescolando il residuo solido ed operando alla temperatura di reazione così da favorire l'evaporazione della frazione liquida ancora presente che si unisce al flusso di vapore principale.

20 [0098] Grazie all'azione della camera di concentrazione 51 è possibile estrarre dal residuo solido sostanzialmente tutta la quantità residua di idrocarburi relativamente basso bollenti ancora presenti, da un alto facendo evaporare le quantità già
25 presenti e dall'altro completando le reazioni di

pirolisi.

[0099] Preferibilmente, come illustrato nelle figure
allegate, la camera di concentrazione 51 è delimitata
da una tramoggia 500 avente una parte superiore
5 cilindrica e una parte inferiore di forma troncoconica.

[00100] Preferibilmente, come illustrato nelle figure
7 e 8, il miscelatore interno 52 della camera 51 di
concentrazione del residuo solido comprende:

[00101] - una pluralità di coclee miscelatrici 52a,
10 che impegnano sostanzialmente tutto il volume della
camera 51, e

[00102] - una pluralità di lame raschiatrici 52b che
sono configurate per raschiare almeno il fondo di detta
camera 51, preferibilmente le pareti della porzione
15 troncoconica della tramoggia 500.

[00103] Vantaggiosamente il miscelatore 52 è
configurato per svolgere due differenti funzioni
operative: la prima miscelare il residuo solido durante
la fase di concentrazione, la seconda favorire
20 contemporaneamente lo scarico e la pulizia della parte
bassa, troncoconica, del mantello della camera di
concentrazione 51.

[00104] Più in dettaglio, il miscelatore 52 della
camera di concentrazione 51 è trascinato da un gruppo
25 moto/riduttore elettrico 52c (preferibilmente con

numero di giri costante) tramite un albero 52d, che coassiale alla camera di concentrazione 51 e al quale sono calettate le coclee miscelatrici e lame raschiatrici.

5 [00105] Preferibilmente, i mezzi riscaldanti 53 della camera di concentrazione 51 sono costituiti da resistenze elettriche. In particolare, i mezzi riscaldanti 53 sono costituiti da fasce riscaldanti elettriche montate all'esterno della tramoggia di forma
10 troncoconica 500 che forma il mantello della camera di concentrazione 51.

[00106] Vantaggiosamente, i mezzi riscaldanti 53 sono regolati da un'unità di controllo (non illustrata nelle figure allegate) in funzione della temperatura
15 all'interno della camera di concentrazione 51, rilevata tramite una pluralità di sensori di temperatura 530 di cui è vantaggiosamente dotata la camera di concentrazione 51.

[00107] Vantaggiosamente, il residuo solido
20 concentrato viene scaricato dalla camera di concentrazione 51 tramite l'apertura 54 di espulsione. In particolare, come illustrato nella figura 1, una volta scaricato, il residuo solido concentrato viene raccolto da un nastro trasportatore 55 immerso in un
25 bagno d'acqua, in modo tale da raffreddare il residuo

alla temperatura ambiente prima di raccoglierlo in contenitori di smaltimento.

[00108] Preferibilmente, come illustrato nella figura 1, il sistema 60 di raccolta degli idrocarburi
5 relativamente basso bollenti comprende:

[00109] - un separatore bifasico 61, nel quale in uso gli idrocarburi relativamente basso bollenti generati nell'impianto 1 allo stato di vapore formano una miscela liquido/vapore;

10 [00110] - almeno un condensatore 62, collegato al separatore bifasico 61 per ricevere la fase vapore della miscela liquido/vapore e condensarla così da separare la frazione di gas incondensabili dalla frazione condensabile;

15 [00111] - almeno un serbatoio di raccolta idrocarburi condensabili 63, che è collegato a detto separatore bifasico 61 e a detto almeno un condensatore 62 per raccogliere la frazione condensabile degli idrocarburi relativamente basso bollenti generati in detto impianto
20 1; e

[00112] - un sistema 70 di estrazione gas incondensabili che è collegato a detto almeno un condensatore 62 per estrarre la frazione incondensabile degli idrocarburi relativamente basso bollenti generati
25 nell'impianto 1.

[00113] In particolare, il sistema 70 di estrazione dei gas incondensabili può comprendere un eiettore e una torcia di termo-ossidazione (non illustrati nelle figure allegate). In alternativa alla combustione in
5 torcia, i gas incondensabili possono essere alimentati ad un motore endotermico abbinato ad un gruppo alternatore per la produzione di energia elettrica (utilizzabile nello stesso impianto 1). Vantaggiosamente, il calore dei fumi di combustione del
10 motore endotermico può essere recuperato in uno scambiatore termico (ad esempio a fascio tubiero), ad esempio per la produzione di aria calda utilizzabile per preriscaldare le materie plastiche poliolefiniche.

[00114] Preferibilmente, il reattore 10 con le
15 relative camere di ricircolazione esterna 20 e 30, e, se prevista, la camera di concentrazione 51 del residuo solido, operano ad una pressione leggermente superiore a quella atmosferica per evitare ingressi d'aria nell'impianto 1. A tale scopo, tali parti dell'impianto
20 1 sono tamponati con azoto.

[00115] Vantaggiosamente, come già anticipato, l'impianto 1 di depolimerizzazione secondo l'invenzione è destinato ad essere alimentato con materie plastiche poliolefiniche costituite da materiali poliolefinici di
25 scarto. In tal caso, come illustrato nella figura 9, il

sistema 40 per alimentare materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore nel reattore 10 comprende preferibilmente una sezione 400 di pretrattamento di detti materiali poliolefinici di
5 scarto.

[00116] A sua volta la sezione 400 di pretrattamento dei materiali poliolefinici di scarto comprende:

[00117] - una prima linea di pretrattamento 410 destinata a trattare materiali poliolefinici di scarto
10 aventi rigidezza strutturale; e

[00118] - una seconda linea di pretrattamento 420 destinata a trattare materiali poliolefinici di scarto privi di rigidezza strutturale.

[00119] In particolare, i materiali poliolefinici di
15 scarto aventi rigidezza strutturale possono essere costituiti da materozze, residui di spurgo delle macchine produttrici, oggetti estrusi e soffiati, oggetti finiti rigidi.

[00120] I materiali poliolefinici di scarto privi di
20 rigidezza strutturale possono essere costituiti da scarti provenienti da prodotti estrusi e laminati in sfoglia (bobine scarto di film per imballaggi, di film estensibili, di film per sacchi in rafia, per shoppers, per nastri adesivi, top di coperture, rifili di bobine,
25 etc.). Si tratta di materiale che, una volta

pretagliato, è caratterizzato da flessibilità e in alcuni casi da impalpabilità.

[00121] Preferibilmente, come illustrato nella figura 9, la prima linea di pretrattamento 410 comprende un
5 dispositivo di triturazione 411 atto a triturare i materiali poliolefinici di scarto per ridurli in materiale avente una pezzatura omogenea predefinita, che possa essere introdotta direttamente nell'estrusore attraverso la tramoggia di alimentazione forzata. Ad
10 esempio, tale pezzatura può avere l'aspetto di "quadrattini informi" aventi dimensioni massime 14 x 14 mm con spessori sull'ordine di alcuni millimetri, compatibili con la bocca di carico della vite dell'estrusore.

15 [00122] Vantaggiosamente, la prima linea di pretrattamento 410 può comprendere anche un dispositivo di vagliatura 412 a valle di detto dispositivo di triturazione 411.

[00123] In alternativa, la sezione di pretrattamento
20 400 può essere sprovvista della prima linea di pretrattamento 410 nel caso in cui i materiali poliolefinici di scarto aventi rigidità strutturale siano forniti dall'esterno già pretriturati, nella pezzatura predefinita, ad esempio all'interno di big
25 bags che saranno svuotati in un apposito reparto di

pretrattamento; successivamente, tramite un trasporto a coclea, il materiale verrà avviato ad un silos del materiale rigido.

[00124] Preferibilmente, come illustrato nella figura
5 9, la seconda linea di pretrattamento 420 comprende mezzi per agglomerare i materiali poliolefinici di scarto privi di rigidità strutturale. In particolare, i suddetti mezzi di agglomerazione possono essere costituiti da un dispositivo densificatore per
10 plastiche bassofondenti 421 atto a trasformare i materiali poliolefinici di scarto privi di rigidità strutturale in materiale a più alta densità avente una pezzatura omogenea predefinita.

[00125] Operativamente, il trattamento di
15 agglomerazione e riduzione dei volumi permette un compattamento che dà alla materia plastica la consistenza necessaria al successivo trasporto verso la tramoggia dell'estrusore.

[00126] Preferibilmente, i materiali poliolefinici di
20 scarto privi di rigidità strutturale verranno consegnati dal fornitore in spezzoni aventi dimensioni massime coerenti con quanto disposto dalla tabella UNI 10667-2018; quindi per almeno l'80% della quantità fornita tali materiali saranno sotto forma di spezzoni
25 inferiori o uguali a 100 x 100 mm; preferibilmente, la

consegna avverrà tramite big bags che saranno svuotati nella tramoggia di carico di un nastro pesa di alimentazione del densificatore. Il materiale, una volta densificato, tramite una coclea viene avviato ad un silos dedicato al materiale densificato.

[00127] Vantaggiosamente, la suddetta sezione 400 di pretrattamento di detti materiali poliolefinici di scarto comprende un silos di raccolta 430 nel quale confluiscono la prima 410 e la seconda 420 linea di pretrattamento. Il silos di raccolta 430 è dotato di un miscelatore interno 431 per miscelare i materiali poliolefinici provenienti da dette due linee di pretrattamento ed ottenere una miscela omogenea di tali due materiali.

[00128] A sua volta il silos di raccolta 430 è collegato al suddetto estrusore a vite 41 per alimentarlo con la miscela omogenea di materiali poliolefinici provenienti da dette due linee di pretrattamento.

[00129] Vantaggiosamente, il sistema 40 per alimentare materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore nel reattore 10 comprende un dosatore (non illustrato nelle figure allegate) atto ad alimentare detto estrusore a vite 41 con catalizzatore.

[00130] Grazie alla sezione 400 di pretrattamento è

quindi possibile ottenere da materiali poliolefinici di scarto un materiale omogeneo che può essere alimentato all'estrusore e quindi al reattore in modo efficiente. In particolare, si evitano tutte le problematiche legate all'alimentazione di materiale non omogeneo.

[00131] In tal senso, particolarmente importante è il pretrattamento dei materiali poliolefinici di scarto privi di rigidità strutturale. Il pretrattamento riduce le dimensioni dei frammenti plastici e li riaggrega sottoforma di pezzi a più alta densità e di dimensioni predefinite. In tal modo si otterrà un'alimentazione più uniforme e una conseguente migliore razionalità degli impianti, nonché una più elevata produzione dell'estrusione in quanto il materiale sarà compattato e omogeneizzato così da renderlo assimilabile ad un mono-prodotto con altri vantaggi anche in termini di regolazione dei parametri delle sezioni successive dell'impianto 1. In particolare la consistente diminuzione del volume del materiale introdotto permette ulteriori vantaggi anche in termini di riduzione degli spazi di stoccaggio del materiale plastico trattato e di semplificazione del suo trasporto.

[00132] Grazie alla sezione 400 di pretrattamento l'impianto 1 di depolimerizzazione termo-catalitica di

materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi secondo l'invenzione è quindi alimentabile in modo efficiente con scarti plastici industriali poliolefinici come materia prima senza penalizzarne la
5 stabilità di funzionamento.

[00133] La stabilità di funzionamento, in combinazione a condizioni omogenee di temperatura all'interno del reattore (che assicurano reazioni di pirolisi ad alta resa e stabili), consente la
10 produzione di idrocarburi aventi una qualità non variabile e controllabile, caratteristiche queste importanti (assieme alla tipologia di materia plastica alimentata) per consentire la produzione di gasolio di elevata qualità.

15 ESEMPIO

[00134] È stato realizzato un impianto di depolimerizzazione termo-catalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi in accordo a quanto previsto
20 dall'invenzione.

[00135] In particolare l'impianto è dotato di un reattore e di due distinte camere di ricircolazione esterna.

[00136] Il reattore ha le seguenti dimensioni:
25 diametro interno 1188 mm; altezza 1334 mm. Il

miscelatore del reattore è trascinato da un gruppo moto / riduttore elettrico della potenza di 5.5 kW, con velocità di rotazione pari a 25 RPM.

[00137] Ciascuna camera esterna di miscelazione ha le
5 seguenti dimensioni: diametro interno 400 mm; altezza 1480 mm. Il miscelatore di ciascuna camera di ricircolazione esterna è trascinato da un gruppo moto / riduttore elettrico della potenza di 11 kW azionato da VSD "Variable Speed Drive" per poter modificare la
10 velocità di rotazione da 200 RPM a 700 RPM.

[00138] Il reattore è dotato di una pluralità di sensori di temperatura atti a rilevare l'andamento della temperatura all'interno della camera di reazione.

[00139] L'impianto è stato messo in funzione; in
15 condizioni di regime, cioè una volta raggiunta la temperatura di pirolisi, è stato valutato l'andamento della temperatura all'interno del reattore. Il gradiente termico medio rilevato all'interno del reattore nella massa di materie plastiche
20 poliolefiniche e catalizzatore, tra la sommità e la base di tale massa è stato di circa 5 °C. Si tratta di condizioni di temperatura molto omogenee se confrontate con analoghi impianti di tipo noto.

* * *

25 [00140] Forma oggetto della presente invenzione un

processo di depolimerizzazione termo-catalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi.

[00141] Il processo secondo l'invenzione viene
5 condotto in un impianto di depolimerizzazione termo-catalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi, in particolare come quello oggetto della presente invenzione ed in particolare come sopra descritto. Per tale ragione si descrive di
10 seguito il processo utilizzando gli stessi riferimenti numerici utilizzati per descrivere l'impianto di depolimerizzazione 1. Per la descrizione dell'impianto di depolimerizzazione in cui viene condotto il processo secondo l'invenzione si fa riferimento alla descrizione
15 precedentemente fatta dell'impianto 1. Inoltre i vantaggi ottenibili con il processo secondo l'invenzione sono gli stessi di quelli descritti in relazione all'impianto 1. Per semplicità di esposizione, neppure i vantaggi del processo secondo
20 l'invenzione verranno descritti nuovamente.

[00142] In accordo ad una forma di implementazione generale dell'invenzione, il processo di depolimerizzazione termo-catalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di
25 idrocarburi è condotto in un impianto 1 di

depolimerizzazione termo-catalitica di materie plastiche poliolefiniche secondo l'invenzione e comprende le seguenti fasi operative:

[00143] - a) alimentare materie plastiche poliolefiniche e un catalizzatore nel reattore 10 attraverso l'apertura di alimentazione 15;

[00144] - b) riscaldare tramite i mezzi riscaldanti 17 del reattore 10 la massa di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore ad una temperatura compresa tra 380°C e 450°C per innescare in presenza del catalizzatore reazioni di pirolisi delle materie plastiche poliolefiniche con depolimerizzazione almeno parziale delle stesse e produzione di idrocarburi relativamente basso bollenti che lasciano il reattore 10 in fase vapore attraverso l'apertura di uscita 16; e

[00145] - c) ricircolare - durante detta fase b) di riscaldamento - una parte della massa di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore contenuta nel reattore attraverso almeno una camera di ricircolazione esterna 20, 30, al contempo riscaldando tale parte ricircolata ad una temperatura compresa tra 380°C e 450°C tramite i mezzi riscaldanti 24, 34 di detta camera di ricircolazione 20, 30 così da generare moti discensionali nella massa di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore all'interno del

reattore.

[00146] I suddetti moti discensionali all'interno del reattore 10 ed il calore fornito all'interno di detta camera di ricircolazione 20, 30 riducono i gradienti termici nella massa di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore.

[00147] Il catalizzatore è scelto in modo da favorire la reazione di depolimerizzazione delle materie plastiche poliolefiniche. Esempi non limitativi di catalizzatori che possono essere utilizzati a questo scopo sono riportati in US4584421, il cui contenuto è qui integralmente richiamato per completezza di descrizione. Preferibilmente, il catalizzatore consiste di zeolite naturale.

[00148] Preferibilmente, in detta fase a) di alimentazione le materie plastiche poliolefiniche sono alimentate al reattore 10 in uno stato fluido, previo passaggio attraverso l'estrusore 41 riscaldato, che per azione meccanica di compressione e azione di riscaldamento determina il rammollimento delle materie plastiche poliolefiniche.

[00149] Preferibilmente il catalizzatore viene alimentato nel reattore 10 assieme alle materie plastiche, premiscelato con esse nell'estrusore 41.

[00150] Preferibilmente, la suddetta fase a) di

alimentazione viene effettuata tramite una prima camera di ricircolazione esterna 20 che fa da collegamento fluidico tra l'estrusore 41 ed il reattore 10.

[00151] Preferibilmente, le materie plastiche
5 poliolefiniche alimentate al reattore sono costituite da materiali poliolefinici di scarto, i quali ancora più preferibilmente sono costituiti dal 95 % in peso di poliolefine.

[00152] In via del tutto preferita, i materiali
10 poliolefinici di scarto sono costituiti da uno o più polimeri scelti nel gruppo costituito da polietilene, polipropilene, polibutadiene e polistirene.

[00153] Vantaggiosamente, il processo di
depolimerizzazione termo-catalitica comprende una fase
15 d) di pretrattare in modo differenziato detti materiali poliolefinici di scarto separandoli in due tipologie:

[00154] - materiali poliolefinici di scarto aventi
rigidezza strutturale; e

[00155] - materiali poliolefinici di scarto privi di
20 rigidezza strutturale.

[00156] Vantaggiosamente, nella suddetta fase d) di
pretrattamento i materiali poliolefinici di scarto
aventi rigidezza strutturale sono triturati per ridurli
in materiale avente una pezzatura omogenea predefinita.

25 [00157] Vantaggiosamente, nella suddetta fase d) di

pretrattamento i materiali poliolefinici di scarto privi di rigidità strutturale sono agglomerati e densificati in modo da ottenere materiale a più alta densità avente una pezzatura omogenea predefinita.

5 [00158] Preferibilmente, i materiali poliolefinici di scarto privi di rigidità strutturale sono agglomerati e densificati in modo da ottenere materiale a più alta densità avente una pezzatura omogenea predefinita tramite un trattamento di densificazione in continuo
10 per plastiche bassofondenti che comprende:

[00159] - una plasticizzazione del materiale tramite frizionamento con lame rotanti così da innalzare la temperatura del materiale stesso e renderlo omogeneo e a più alta densità;

15 [00160] - una solidificazione del materiale omogeneo, preferibilmente tramite raffreddamento con getti d'acqua; e

[00161] - una triturazione del materiale omogeneo solidificato tramite dette lame rotanti per ridurlo ad
20 una pezzatura predefinita, preferibilmente in forma simil-sferoidale irregolare, avente preferibilmente dimensioni di circa 2 mm di diametro.

[00162] Vantaggiosamente, dopo la fase d) di pretrattamento, le suddette due tipologie di materiali
25 poliolefinici di scarto vengono miscelate insieme ed

alimentate all'estrusore 41 per essere poi inviate al reattore 10.

[00163] Preferibilmente, il processo di depolimerizzazione comprende inoltre:

5 [00164] - una fase e) di estrarre il residuo solido delle reazioni di pirolisi dal reattore 10 attraverso l'apertura di estrazione 19, preferibilmente detta fase e) essendo condotta in discontinuo; ed

[00165] - una fase f) di concentrare detto residuo
10 solido estratto da detto reattore 10, nella quale all'interno della camera 51 di concentrazione il residuo solido viene rimescolato ad una temperatura compresa tra 250°C e 450°C facendo evaporare la frazione liquida di idrocarburi relativamente basso
15 bollenti ancora presenti.

[00166] Il residuo solido concentrato è scaricato dal fondo di detta camera 51 di concentrazione, mentre gli idrocarburi relativamente basso bollenti vengono estratti dalla sommità di detta camera 51 e raccolti
20 assieme agli idrocarburi che lasciano il reattore 10.

[00167] Preferibilmente, la suddetta fase e) di estrazione del residuo solido viene effettuata tramite una seconda camera di ricircolazione esterna 30 collegata fluidicamente in modo temporaneo alla camera
25 di concentrazione 51.

[00168] Preferibilmente, il processo di depolimerizzazione comprende inoltre una fase g) di condensare gli idrocarburi relativamente basso bollenti che in fase vapore lasciano il reattore 10 ed
5 eventualmente la camera 51 di concentrazione del residuo solido, separando la frazione condensabile dalla frazione incondensabile.

[00169] L'invenzione permette di ottenere numerosi vantaggi in parte già descritti.

10 [00170] L'impianto 1 di depolimerizzazione termocatalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi secondo l'invenzione consente di ottenere all'interno del reattore di depolimerizzazione termocatalitica condizioni di
15 temperatura maggiormente uniformi.

[00171] L'impianto 1 di depolimerizzazione termocatalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi secondo l'invenzione è in grado di garantire una maggiore stabilità di
20 funzionamento così da raggiungere una più elevata produttività.

[00172] L'impianto 1 di depolimerizzazione termocatalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi secondo l'invenzione è
25 alimentabile in modo efficiente con scarti plastici

industriali poliolefinici come materia prima senza che ciò ne penalizzi la stabilità di funzionamento.

[00173] La stabilità di funzionamento, in combinazione a condizioni omogenee di temperatura
5 all'interno del reattore (che assicurano reazioni di pirolisi ad alta resa e stabili), consente la produzione di idrocarburi aventi una qualità non variabile e controllabile, caratteristiche queste importanti (assieme alla tipologia di materia plastica
10 alimentata) per consentire la produzione di gasolio di elevata qualità.

[00174] L'impianto 1 di depolimerizzazione termocatalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi secondo l'invenzione è
15 operativamente affidabile e semplice da gestire.

[00175] Il processo di depolimerizzazione termocatalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi secondo l'invenzione consente di effettuare la depolimerizzazione termocatalitica
20 delle materie plastiche poliolefiniche in condizioni di temperatura maggiormente uniformi.

[00176] Infine, il processo di depolimerizzazione termocatalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi secondo l'invenzione è
25 alimentabile in modo efficiente con scarti plastici

industriali poliolefinici come materia prima senza penalizzarne la stabilità di funzionamento.

[00177] L'invenzione così concepita raggiunge pertanto gli scopi prefissi.

5 [00178] Ovviamente, essa potrà assumere, nella sua realizzazione pratica anche forme e configurazioni diverse da quella sopra illustrata senza che, per questo, si esca dal presente ambito di protezione.

[00179] Inoltre tutti i particolari potranno essere
10 sostituiti da elementi tecnicamente equivalenti e le dimensioni, le forme ed i materiali impiegati potranno essere qualsiasi a seconda delle necessità.

TITOLARE: LIFENERGY ITALIA S.R.L.

RIVENDICAZIONI

1. Impianto (1) di depolimerizzazione termo-
5 catalitica di materie plastiche poliolefiniche per la
produzione di idrocarburi comprendente un reattore (10)
all'interno del quale sono destinate ad avvenire in
presenza di un catalizzatore reazioni di pirolisi di
materie plastiche poliolefiniche con conseguente
10 depolimerizzazione almeno parziale delle stesse e
produzione di idrocarburi relativamente basso bollenti,
in cui detto reattore (10) comprende:
- almeno una parete laterale (11), una parete di fondo
(12) ed una parete superiore (13) che delimitano una
15 camera di reazione (14), all'interno della quale sono
destinati ad essere disposti il catalizzatore e le
materie plastiche poliolefiniche;
- almeno un'apertura di alimentazione (15) attraverso
la quale le materie plastiche poliolefiniche e il
20 catalizzatore vengono alimentati a detto reattore (10)
e che è ricavata in prossimità della parete superiore
(13);
- almeno un'apertura di uscita (16) attraverso la quale
gli idrocarburi relativamente basso bollenti lasciano
25 il reattore e che è ricavata in prossimità della parete

superiore (13);

- mezzi riscaldanti (17) associati ad almeno una delle pareti di detto reattore, preferibilmente la parete laterale (11); e

5 - un miscelatore interno (18);

in cui detto impianto (1) comprende un sistema (60) di raccolta degli idrocarburi relativamente basso bollenti generati in detto reattore che è fluidicamente collegato all'apertura di uscita (16) di detto reattore

10 (10), **caratterizzato dal fatto di** comprendere almeno una camera di ricircolazione esterna (20; 30) delle materie plastiche poliolefiniche mescolate al catalizzatore contenute nel reattore (10), detta almeno una camera di ricircolazione esterna (20; 30) essendo:

15 - disposta esternamente al reattore;

- fluidicamente collegata alla camera di reazione del reattore tramite una apertura superiore (21; 31) ricavata in prossimità della parete superiore (13) del reattore ed una apertura inferiore (22; 32) ricavata in

20 prossimità della parete di fondo (12) del reattore;

- dotata di un miscelatore interno (23; 33) configurato per imprimere in uso alle materie plastiche poliolefiniche mescolate al catalizzatore un moto ascensionale attraverso detta camera di ricircolazione

25 (20; 30) dall'apertura inferiore (22; 32) all'apertura

superiore (21; 31) in modo da generare nella camera di reazione moti convettivi discensionali dall'apertura superiore (21; 31) verso l'apertura inferiore (22; 32); e

5 - dotata di mezzi riscaldanti (24; 34).

2. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo la rivendicazione 1, comprendente almeno due distinte camere di ricircolazione esterna (20; 30) delle materie plastiche poliolefiniche mescolate al catalizzatore
10 contenute nel reattore (10), dette almeno due distinte camere di ricircolazione esterna (20; 30) essendo disposte esternamente al reattore in posizioni diametralmente opposte tra loro ed essendo fluidicamente collegate alla camera di reazione (14)
15 tramite distinte aperture superiori (21; 31) ed aperture inferiori (22; 32).

3. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui il miscelatore interno (18) di detto reattore (10) è configurato per mescolare
20 la massa di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore in prossimità della parete di fondo (12) del reattore (10) e per favorire lo spostamento di tale massa verso la parete laterale (11) del reattore (10).

4. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo la
25 rivendicazione 1, 2 o 3, in cui ciascuna camera di

ricircolazione (20; 30) è delimitata da un corpo tubolare ed in cui il miscelatore interno (23; 33) di ciascuna camera di ricircolazione (20; 30) comprende una pluralità di pale che sono distribuite lungo tutto
5 lo sviluppo longitudinale di detto corpo tubolare e sono rotanti attorno ad un asse di rotazione coassiale a detto corpo tubolare, ed in cui preferibilmente detta pluralità di pale comprende:

- pale miscelatrici (23a) configurate per imprimere
10 alle materie plastiche poliolefiniche mescolate al catalizzatore un moto ascensionale lungo detto corpo tubolare; e
- pale sminuzzatrici (23b) per rompere eventuali parti solide presenti nella massa di materie plastiche
15 poliolefiniche e catalizzatore.

5. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, comprendente un sistema (40) per alimentare materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore in detto reattore (10),
20 in cui detto sistema di alimentazione (40) comprende un estrusore a vite (41) che è dotato di mezzi riscaldanti (42) ed è atto a trasformare una miscela di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore in una massa fluida da alimentare al reattore (10), preferibilmente
25 detto estrusore a vite (41) essendo dotato di un

degasatore (43).

6. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo la rivendicazione 5, in cui detto sistema di alimentazione (40) è fluidicamente collegato a detto reattore (10) in modo indiretto tramite una prima camera di ricircolazione esterna (20), detta apertura di alimentazione (15) del reattore (10) coincidendo con l'apertura superiore (21) alla quale è connessa detta prima camera di ricircolazione (20), ed in cui detta prima camera di ricircolazione (20) è dotata di un'apertura di ingresso (25) per la connessione fluidica con detto sistema di alimentazione (40), detto estrusore a vite (41) essendo fluidicamente collegato in uscita a detta prima camera di ricircolazione (20) in corrispondenza di detta apertura di ingresso (25).

7. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto reattore (10) comprende almeno un'apertura di estrazione (19) attraverso la quale il residuo solido delle reazioni di pirolisi viene estratto dal reattore (10) e che è ricavata in prossimità della parete di fondo (12), ed in cui detto impianto (1) comprende un sistema (50) di estrazione del residuo solido fluidicamente collegato a detta apertura di estrazione (19).

8. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo la rivendicazione 7, in cui detto sistema di estrazione (50) è fluidicamente collegato a detto reattore (10) in modo indiretto tramite una seconda camera (30) di ricircolazione esterna (20; 30), detta apertura di estrazione (19) del reattore (10) coincidendo con l'apertura inferiore (32) alla quale è connessa detta seconda camera di ricircolazione (30), ed in cui detta seconda camera di ricircolazione (30) è dotata di un'apertura di scarico (35) in corrispondenza della quale la seconda camera (50) è connessa al sistema di estrazione (50), il flusso attraverso detta apertura superiore (31) essendo regolato da una prima valvola (36), mentre il flusso attraverso detta apertura di scarico (35) essendo regolato da una seconda valvola (37), detta prima valvola (36) e detta seconda valvola (37) essendo pilotabili in modo coordinato così che il flusso attraverso detta apertura superiore (31) sia alternativo al flusso attraverso detta apertura di scarico (35), in uso quando è impedito il flusso attraverso detta apertura superiore (31) il miscelatore (33) di detta seconda camera di ricircolazione imprimendo al residuo solido accumulato sul fondo del reattore (10) un moto ascensionale attraverso detta seconda camera di ricircolazione (30) dall'apertura

inferiore (32) verso l'apertura di scarico (35).

9. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo la rivendicazione 8, comprendente una pompa (38), preferibilmente ad ingranaggi, che è installata in un
5 condotto di collegamento tra l'apertura inferiore (32) del reattore (10) e la seconda camera di ricircolazione (30) ed è atta a generare un flusso verso detta seconda camera di ricircolazione (30).

10. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo la rivendicazione 7, 8 o 9, in cui detto sistema (50) di estrazione del residuo solido comprende una camera (51) di concentrazione del residuo solido che:

- è fluidicamente connessa in ingresso all'apertura di scarico (35) della seconda camera di ricircolazione
15 (30);

- è dotata di un miscelatore interno (52) e di mezzi riscaldanti (53);

- è fluidicamente connessa in uscita al sistema (60) di raccolta degli idrocarburi relativamente basso bollenti
20 in modo tale che possano essere raccolti eventuali quantità di idrocarburi relativamente basso bollenti liberati per evaporazione dal residuo solido; ed

- è dotata di un'apertura (54) di espulsione del residuo solido concentrato.

25 11. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo la

rivendicazione 10, in cui il miscelatore interno (52) di detta camera (51) di concentrazione del residuo solido comprende una pluralità di coclee miscelatrici (52a), che impegnano sostanzialmente tutto il volume
5 della camera (51), e una pluralità di lame raschiatrici (52b) che sono configurate per raschiare almeno il fondo di detta camera (51).

12. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto
10 sistema (60) di raccolta degli idrocarburi relativamente basso bollenti comprende:

- un separatore bifasico (61), nel quale in uso gli idrocarburi relativamente basso bollenti generati nell'impianto (1) allo stato di vapore formano una
15 miscela liquido/vapore;

- almeno un condensatore (62), collegato al separatore bifasico (61) per ricevere la fase vapore della miscela liquido/vapore e condensarla così da separare la frazione di gas incondensabili dalla frazione
20 condensabile;

- almeno un serbatoio di raccolta idrocarburi condensabili (63), che è collegato a detto separatore bifasico (61) e a detto almeno un condensatore (62) per raccogliere la frazione condensabile degli idrocarburi
25 relativamente basso bollenti generati in detto impianto

(1); e

- un sistema (70) di estrazione gas incondensabili che è collegato a detto almeno un condensatore (62) per estrarre la frazione incondensabile degli idrocarburi
5 relativamente basso bollenti generati in detto impianto (1).

13. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto impianto (1) è destinato ad essere alimentato con
10 materie plastiche poliolefiniche costituite da materiali poliolefinici di scarto ed in cui detto sistema (40) per alimentare materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore in detto reattore (10) comprende una sezione (400) di pretrattamento di detti
15 materiali poliolefinici di scarto che a sua volta comprende:

- una prima linea di pretrattamento (410) destinata a trattare materiali poliolefinici di scarto aventi rigidità strutturale; e
20 - una seconda linea di pretrattamento (420) destinata a trattare materiali poliolefinici di scarto privi di rigidità strutturale.

14. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo la rivendicazione 13, in cui detta prima linea di
25 pretrattamento (410) comprende un dispositivo di

triturazione (411) atto a triturare i materiali poliolefinici di scarto per ridurli in materiale avente una pezzatura omogenea predefinita, preferibilmente detta prima linea di pretrattamento (410) comprendendo
5 anche un dispositivo di vagliatura (412) a valle di detto dispositivo di triturazione (411).

15. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo la rivendicazione 13 o 14, in cui detta seconda linea di pretrattamento (420) comprende mezzi per agglomerare i
10 materiali poliolefinici di scarto privi di rigidità strutturale, preferibilmente detti mezzi di agglomerazione essendo costituiti da un dispositivo densificatore per plastiche bassofondenti (421) atto a trasformare i materiali poliolefinici di scarto privi
15 di rigidità strutturale in materiale a più alta densità avente una pezzatura omogenea predefinita.

16. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo le rivendicazioni 13, 14 o 15, in cui detta sezione (400) di pretrattamento di detti materiali poliolefinici di
20 scarto comprende un silos di raccolta (430) nel quale confluiscono la prima (410) e la seconda (420) linea di pretrattamento ed in cui il silos di raccolta (430) è dotato di un miscelatore interno (431) per miscelare i materiali poliolefinici provenienti da dette due linee
25 di pretrattamento ed ottenere una miscela omogenea di

tali due materiali.

17. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo le rivendicazioni 5 e 16, in cui il silos di raccolta (430) è collegato a detto estrusore a vite (41) per
5 alimentarlo con detta miscela omogenea di materiali poliolefinici provenienti da dette due linee di pretrattamento.

18. Impianto (1) di depolimerizzazione secondo la rivendicazione 17, in cui detto sistema (40) per
10 alimentare materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore in detto reattore (10) comprende un dosatore atto ad alimentare detto estrusore a vite (41) con catalizzatore.

19. Processo di depolimerizzazione termo-
15 catalitica di materie plastiche poliolefiniche per la produzione di idrocarburi caratterizzato dal fatto di essere condotto in un impianto (1) di depolimerizzazione termo-catalitica di materie plastiche poliolefiniche secondo una qualsiasi delle
20 rivendicazioni precedenti, detto processo comprendendo le seguenti fasi operative:

- a) alimentare materie plastiche poliolefiniche e un catalizzatore nel reattore (10) attraverso l'apertura di alimentazione (15);
- 25 - b) riscaldare tramite i mezzi riscaldanti (17) del

reattore (10) la massa di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore ad una temperatura compresa tra 380°C e 450°C per innescare in presenza del catalizzatore reazioni di pirolisi delle materie plastiche poliolefiniche con depolimerizzazione almeno parziale delle stesse e produzione di idrocarburi relativamente basso bollenti che lasciano il reattore (10) in fase vapore attraverso l'apertura di uscita (16); e

10 - c) ricircolare - durante detta fase b) di riscaldamento - una parte della massa di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore contenuta nel reattore attraverso almeno una camera di ricircolazione esterna (20; 30), al contempo riscaldando tale parte

15 ricircolata ad una temperatura compresa tra 380°C e 450°C tramite i mezzi riscaldanti (24; 34) di detta camera di ricircolazione (20; 30), così da generare moti discensionali nella massa di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore all'interno del

20 reattore, in cui detti moti discensionali all'interno del reattore (10) ed il calore fornito all'interno di detta camera di ricircolazione (20; 30) riducono i gradienti termici nella massa di materie plastiche poliolefiniche e catalizzatore.

25 20. Metodo secondo la rivendicazione 19, in cui in

detta fase a) di alimentazione le materie plastiche poliolefiniche sono alimentate al reattore (10) in uno stato fluido, previo passaggio attraverso l'estrusore (41) riscaldato, che per azione meccanica di compressione e azione di riscaldamento determina il rammollimento delle materie plastiche poliolefiniche, ed in cui preferibilmente detto catalizzatore viene alimentato in detto reattore assieme a dette materie plastiche, premiscelato con esse in detto estrusore (41).

21. Processo secondo la rivendicazione 19 o 20, in cui la fase a) di alimentazione viene effettuata tramite una prima camera di ricircolazione esterna (20) che fa da collegamento fluidico tra l'estrusore (41) ed il reattore (10).

22. Processo secondo la rivendicazione 19, 20 o 21, in cui le materie plastiche poliolefiniche alimentate a detto reattore sono costituite da materiali poliolefinici di scarto, preferibilmente costituiti dal 95 % in peso di poliolefine, ed in cui detto processo comprende una fase d) di pretrattare in modo differenziato detti materiali poliolefinici di scarto separandoli in due tipologie:

- materiali poliolefinici di scarto aventi rigidità strutturale; e

- materiali poliolefinici di scarto privi di rigidità strutturale.

23. Processo secondo la rivendicazione 22, in cui in detta fase d) di pretrattamento i materiali poliolefinici di scarto aventi rigidità strutturale sono triturati per ridurli in materiale avente una pezzatura omogenea predefinita.

24. Processo secondo la rivendicazione 22 o 23, in cui in detta fase d) di pretrattamento i materiali poliolefinici di scarto privi di rigidità strutturale sono agglomerati e densificati in modo da ottenere materiale a più alta densità avente una pezzatura omogenea predefinita, preferibilmente tramite un trattamento di densificazione in continuo per plastiche bassofondenti che comprende:

- una plasticizzazione del materiale tramite frizionamento con lame rotanti così da innalzare la temperatura del materiale stesso e renderlo omogeneo e a più alta densità;
- 20 - una solidificazione del materiale omogeneo, preferibilmente tramite raffreddamento con getti d'acqua; e
- una triturazione del materiale omogeneo solidificato tramite dette lame rotanti per ridurlo ad una pezzatura predefinita, preferibilmente in forma simil-sferoidale

irregolare, avente preferibilmente dimensioni di circa 2 mm di diametro.

25. Processo secondo la rivendicazione 22, 23 o 24, in cui dette due tipologie di materiali poliolefinici di scarto, dopo la fase d) di pretrattamento, vengono miscelate insieme ed alimentate all'estrusore (41) per essere poi inviate al reattore (10).

26. Processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 19 a 25, comprendente:

- una fase e) di estrarre il residuo solido delle reazioni di pirolisi dal reattore (10) attraverso l'apertura di estrazione (19), preferibilmente detta fase e) essendo condotta in discontinuo; ed
- 15 - una fase f) di concentrare detto residuo solido estratto da detto reattore (10), in cui all'interno della camera (51) di concentrazione il residuo solido viene rimescolato ad una temperatura compresa tra 250°C e 450°C facendo evaporare la frazione liquida di idrocarburi relativamente basso bollenti ancora presenti,

in cui il residuo solido concentrato è scaricato dal fondo di detta camera (51) di concentrazione, mentre gli idrocarburi relativamente basso bollenti vengono estratti dalla sommità di detta camera (51) e raccolti

assieme agli idrocarburi che lasciano il reattore (10).

27. Processo secondo la rivendicazione 26, in cui detta fase e) di estrazione del residuo solido viene effettuata tramite una seconda camera di ricircolazione
5 esterna (30) collegata fluidicamente in modo temporaneo alla camera di concentrazione (51).

28. Processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 19 a 27, comprendente una fase g) di condensare gli idrocarburi relativamente basso bollenti
10 che in fase vapore lasciano il reattore (10) ed eventualmente la camera (51) di concentrazione del residuo solido, separando la frazione condensabile dalla frazione incondensabile.

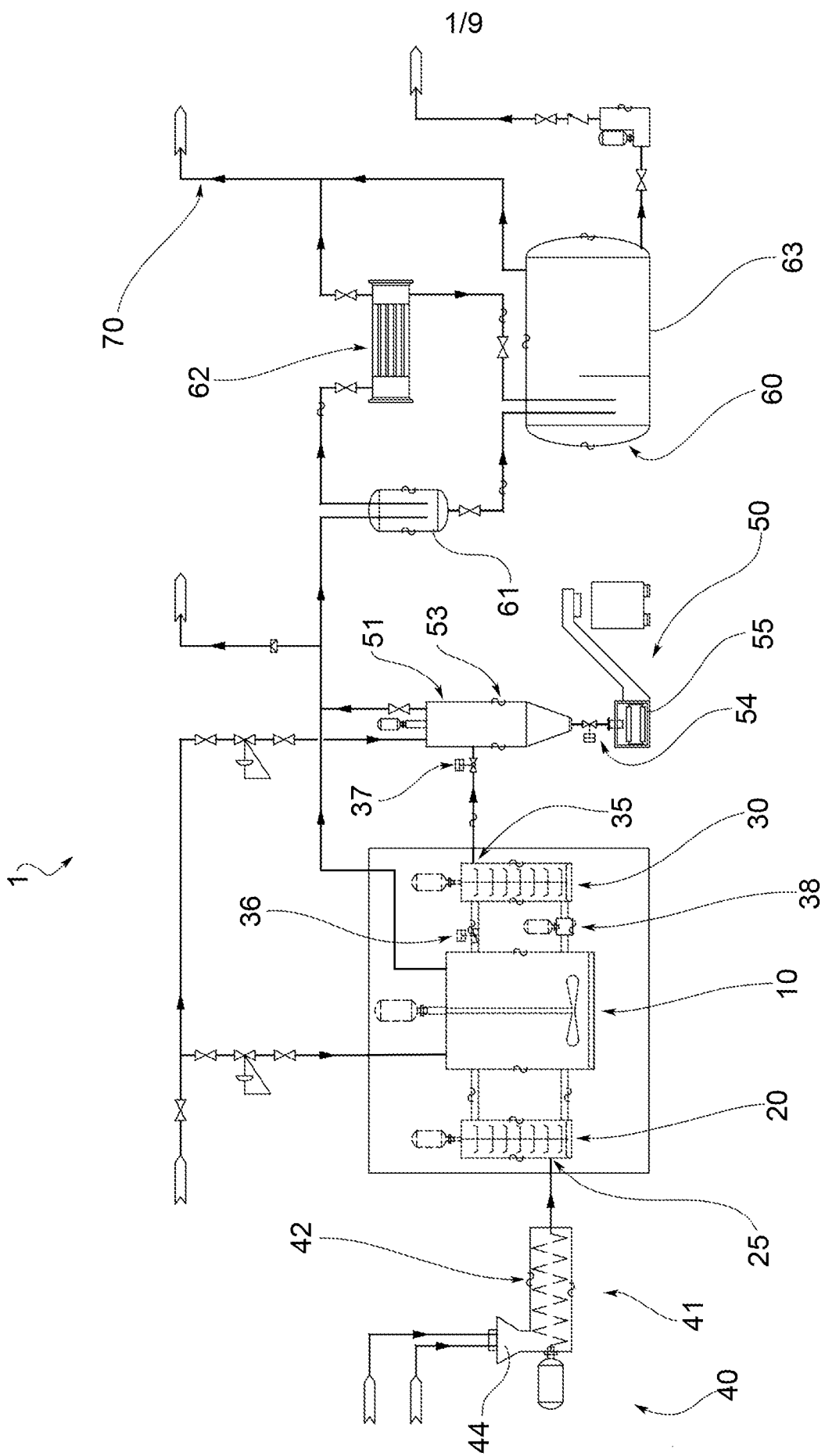


FIG.1

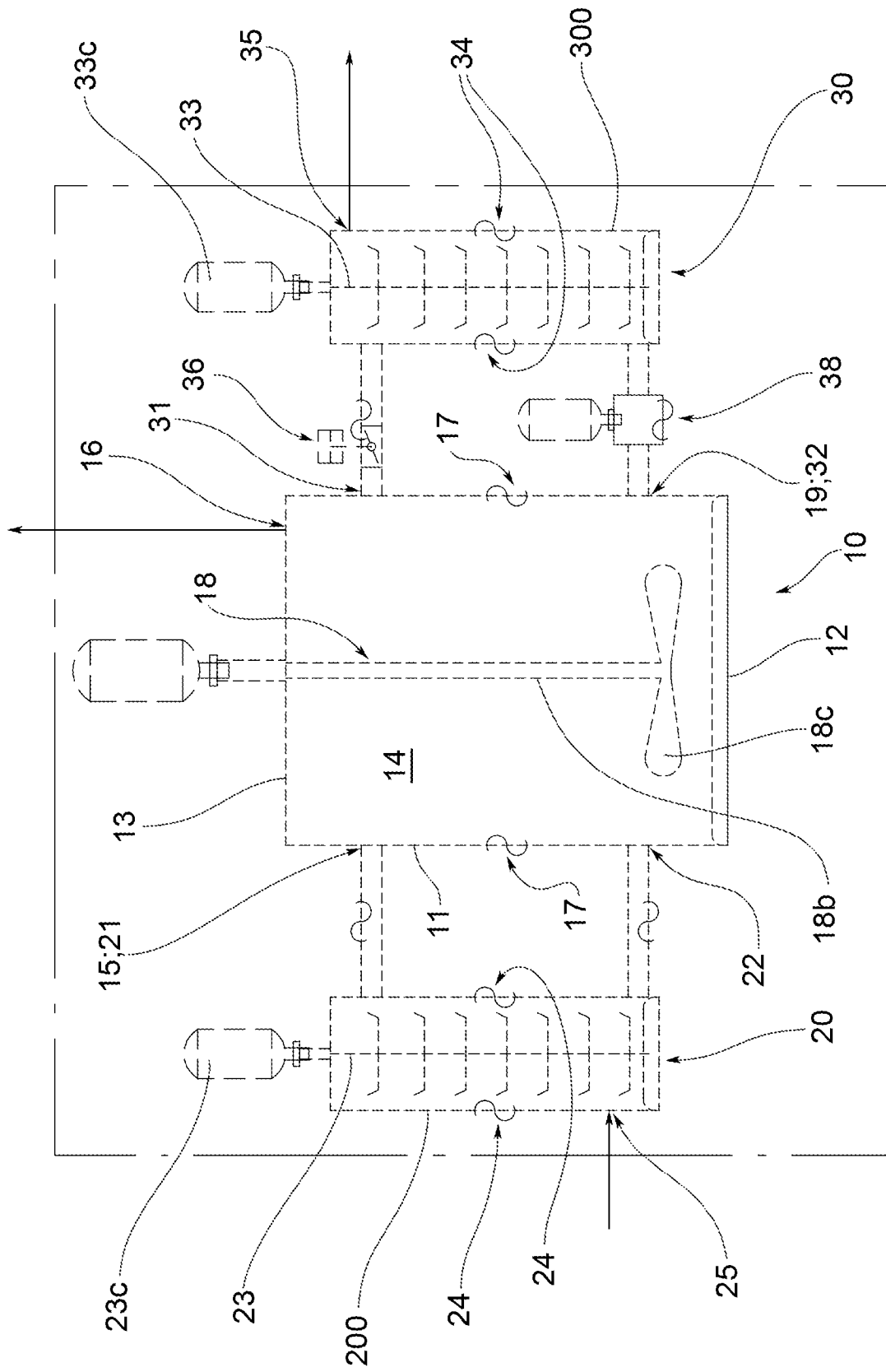
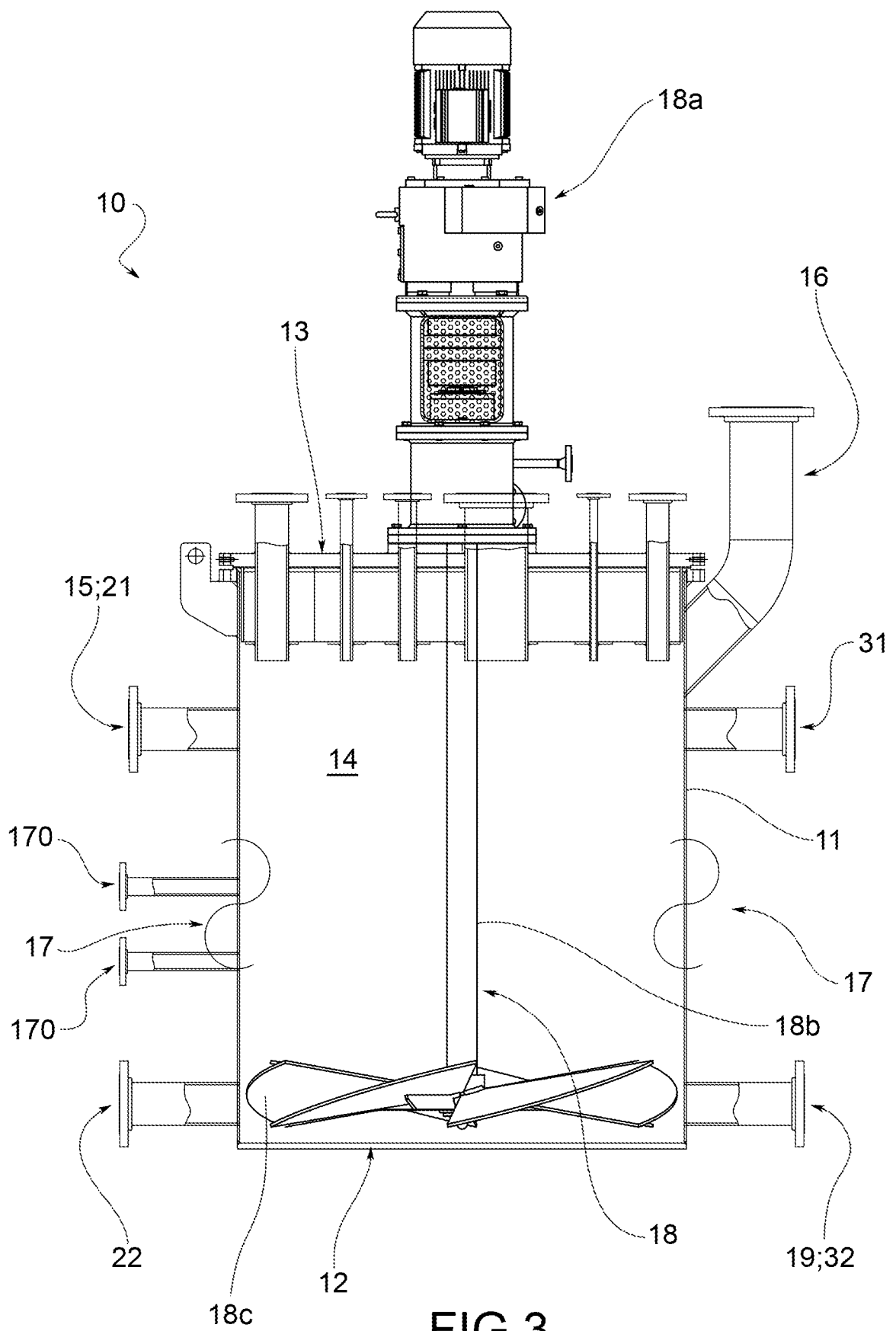


FIG.2



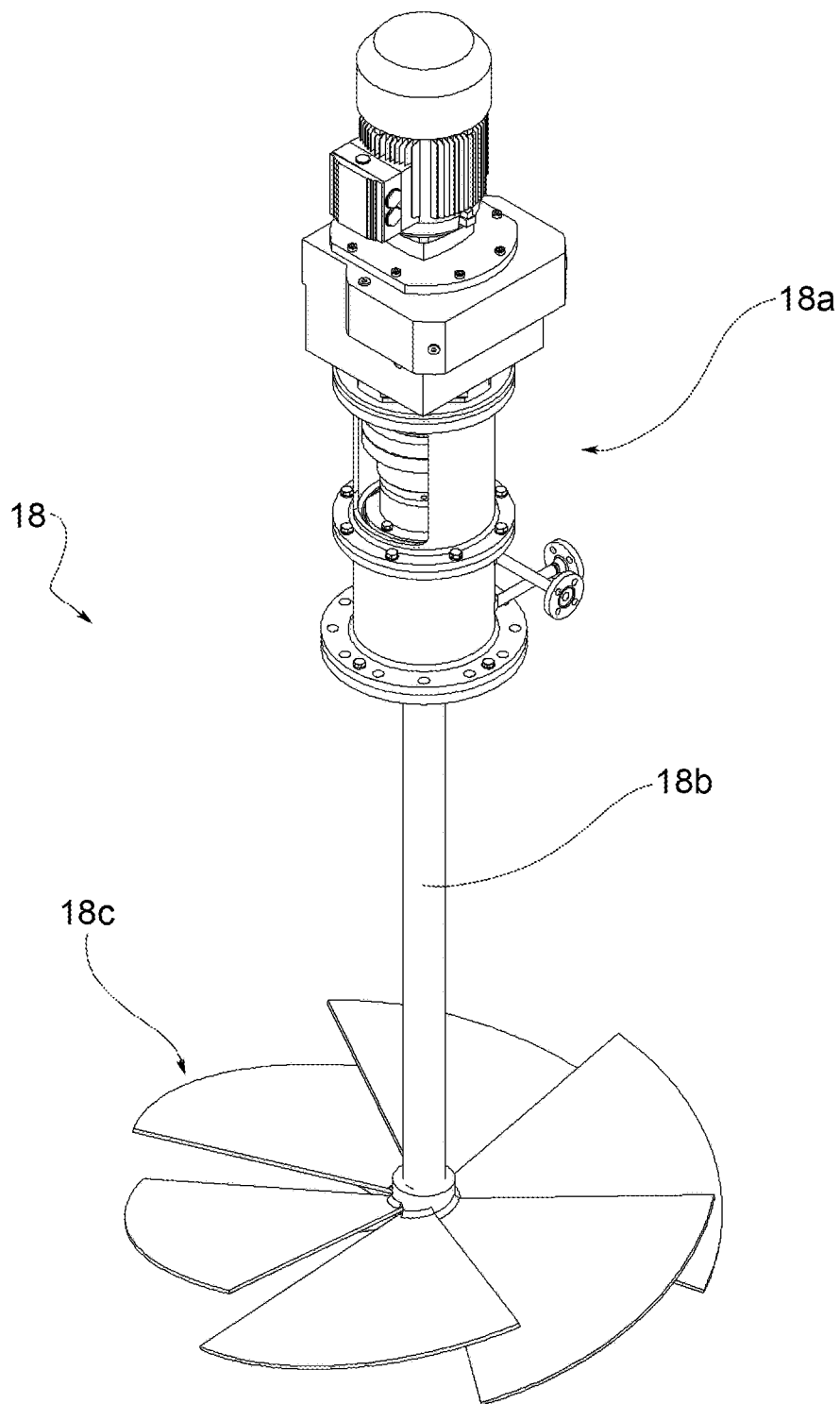


FIG.4

5/9

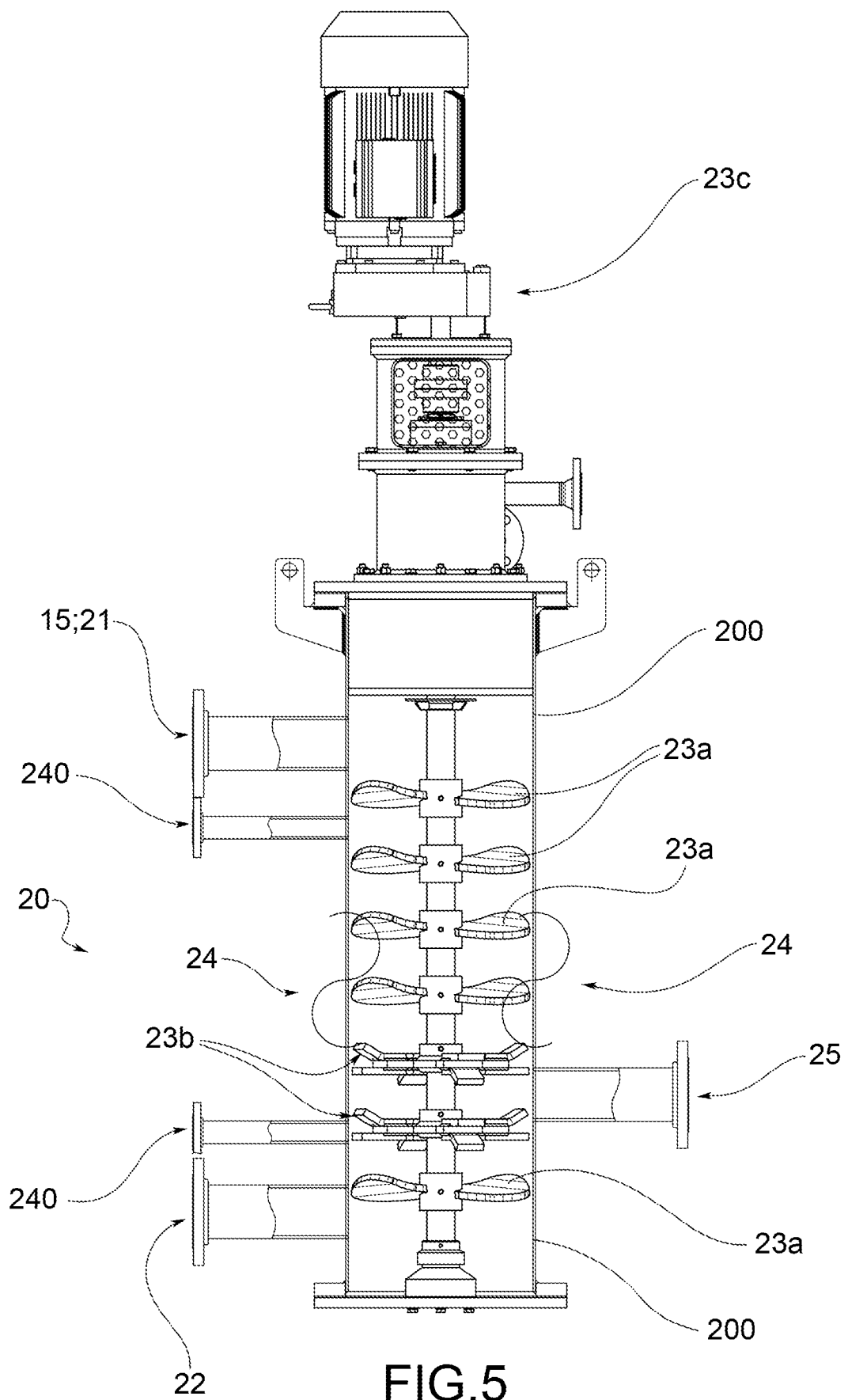


FIG.5

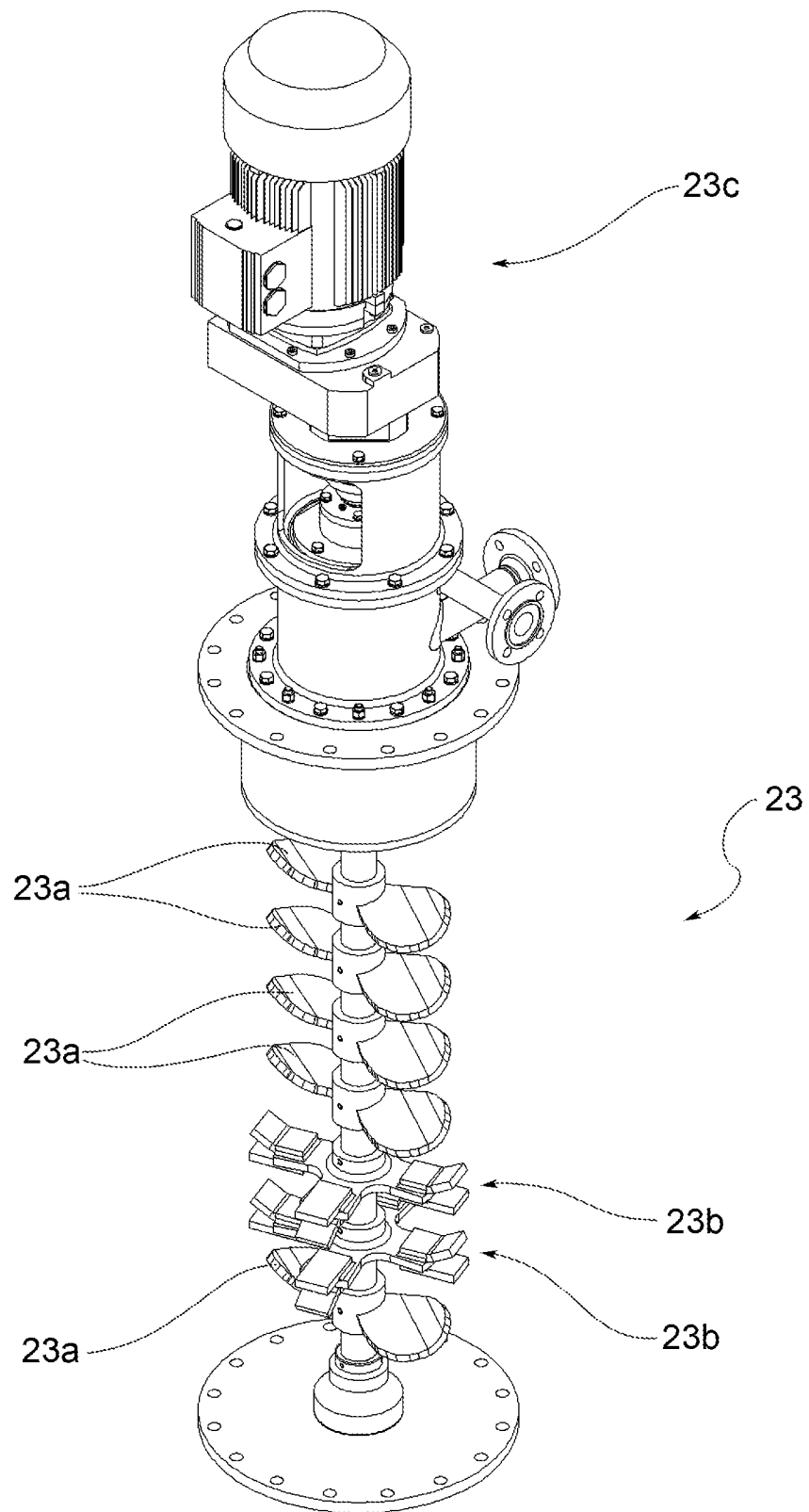


FIG.6

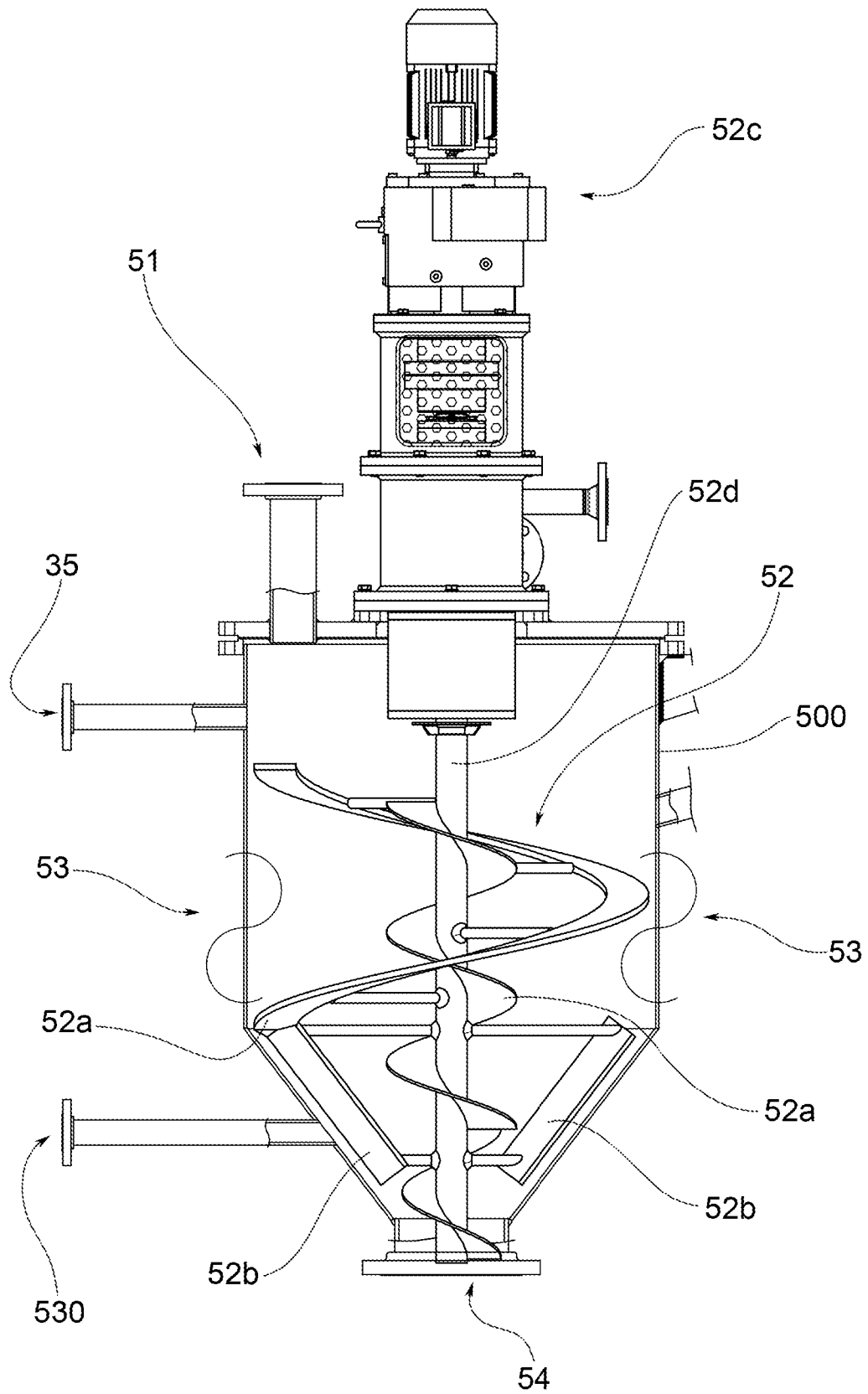


FIG. 7

8/9

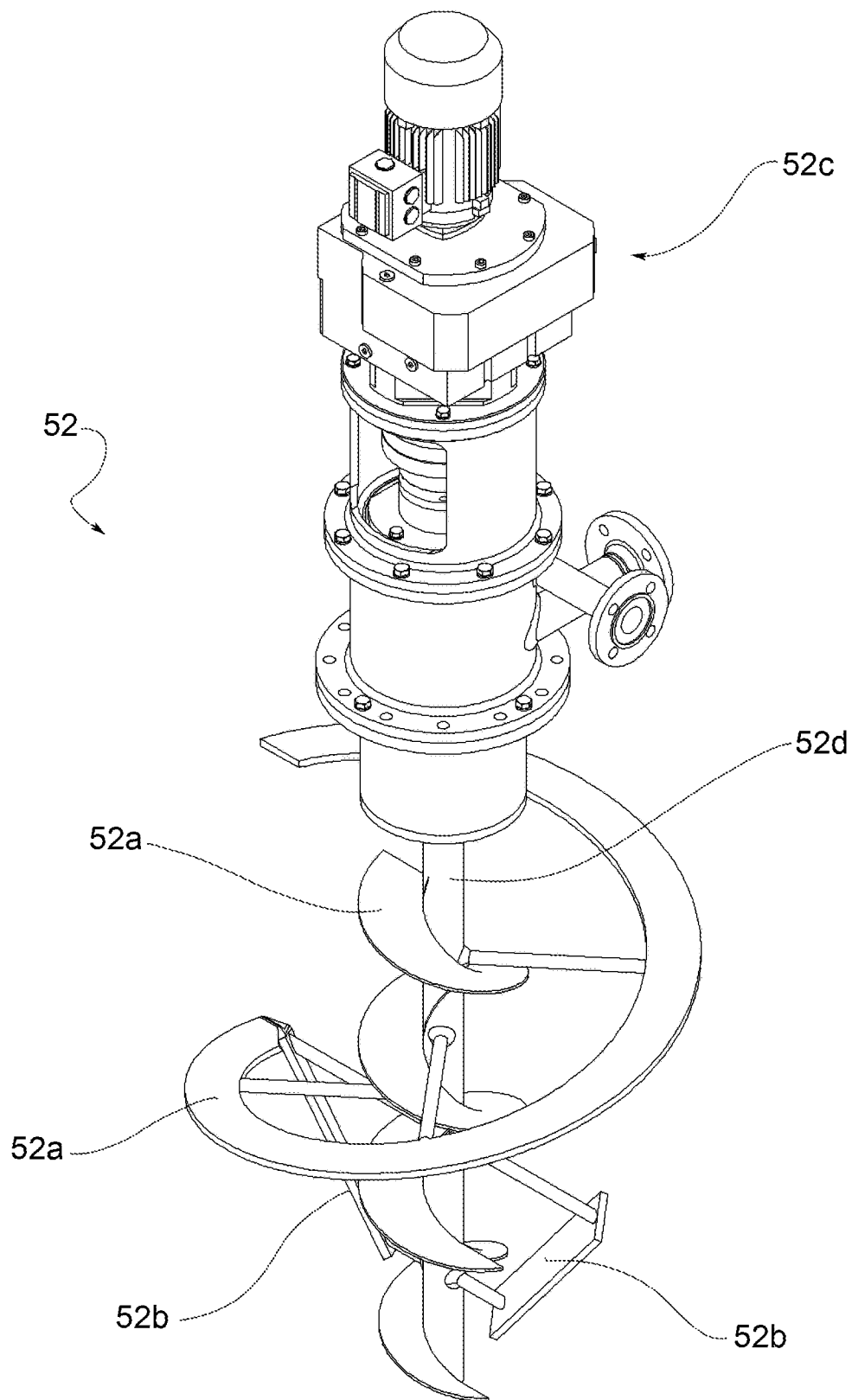


FIG.8

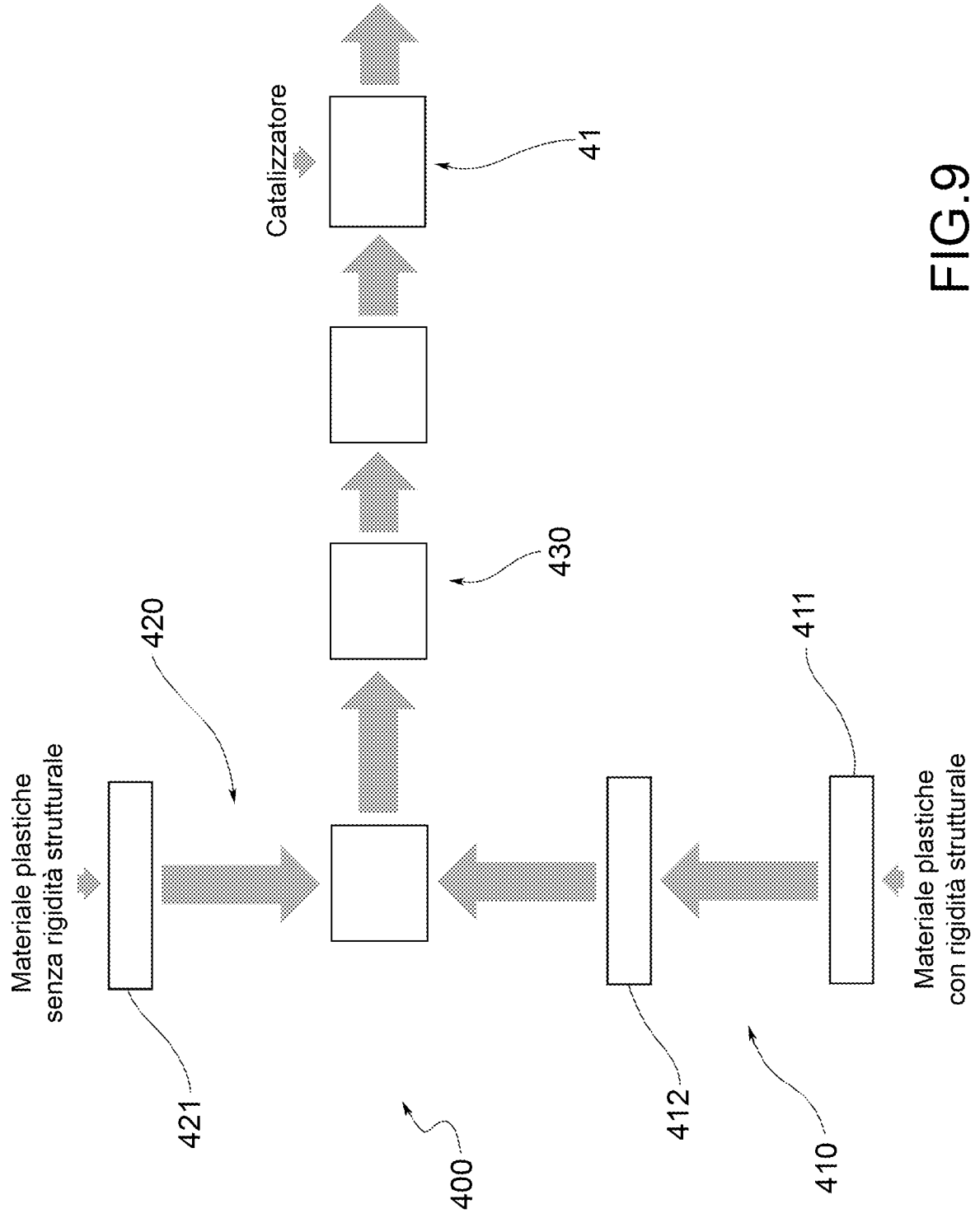


FIG.9