



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102018000006824
Data Deposito	29/06/2018
Data Pubblicazione	29/12/2019

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	26	B	17	02

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	26	B	17	08

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	26	B	3	04

Titolo

APPARATO DI TRATTAMENTO ED ESSICCAZIONE DI MATRICI UMIDE E RELATIVO METODO DI TRATTAMENTO ED ESSICCAZIONE DI MATRICI UMIDE.

TITOLARE: SOLWA S.R.L.

DESCRIZIONE

CAMPO DI APPLICAZIONE

5 La presente invenzione riguarda un apparato di
trattamento ed essiccazione di matrici umide e un
relativo metodo di trattamento ed essiccazione di
matrici umide.

STATO DELLA TECNICA

10 Innanzitutto la presente invenzione trova particolare,
ancorché non esclusiva, applicazione nel settore tecnico
del trattamento e dell'essiccazione di materie o matrici
umide, quali alimenti in genere e/o nel campo dei fanghi
di varia origine, per ridurne il contenuto acquoso e/o
15 altri composti volatili, nonché materiali di diversa
natura umidi o bagnati.

Come è noto, esistono vari sistemi sia a livello
industriale che artigianale per l'essiccazione delle
matrici umide. A livello mondiale vi sono sistemi volti
20 all'ottimizzazione dei processi in grado di asportare
l'acqua presente all'interno della matrice che si
desidera disidratare. Varie tecnologie si sono
sviluppate negli anni fra cui l'uso di sistemi a
microonde (MAD), radio frequenza (RFD) o essiccatori a
25 infrarossi (IRD). Il metodo più economico, robusto e

diffuso a livello globale sono delle camere di essiccazione al cui interno si innalza la temperatura, attendendo che avvenga l'evaporazione del contenuto idrico dalla matrice solida. Negli ultimi decenni al
5 semplice surriscaldamento si è aggiunta la funzione di ventilazione della camera di essiccazione con l'iniezione di aria calda (AD). Si è infatti dimostrato come l'effetto della ventilazione aiuti sensibilmente nella diminuzione dei tempi di essiccazione e la sua
10 efficienza. La ventilazione influisce principalmente nella creazione di un ambiente secco all'interno dell'essiccatore, asportando l'umidità derivante dall'evaporazione della matrice umida e creando quindi un ambiente secco che stimola l'evaporazione stessa.

15 Gli essiccatori noti ad aria calda convenzionalmente presentano due fonti di alimentazione energetica, una termica ed una elettrica, quest'ultima impiegata per la movimentazione dell'aria all'interno della camera di essiccazione. Il maggior costo di gestione di un impianto
20 di essiccazione deriva dal rilevante consumo di energia (combustibili o energia elettrica) necessario per innalzare la temperatura dell'aria immessa nel sistema. Allo stato attuale il costo di gestione varia dai 20 ai 60 €/ton di acqua estratta dal substrato umido, valore
25 variabile dal tipo di substrato trattato e

dall'ottimizzazione dell'essiccatore impiegato, nonché dal combustibile impiegato per la generazione di calore. Per ovviare a tali costi di gestione si stanno ricercando metodi che permettano di trovare fonti energetiche alternative economiche, quali la radiazione solare o
5 fonti rinnovabili, nonché l'efficienza di gestione dei flussi d'aria surriscaldata.

In merito ai flussi d'aria essi devono svolgere una varietà di funzioni per poter raggiungere la massima
10 efficienza di estrazione di acqua dalla matrice umida in essiccazione. Tali requisiti possono essere così elencati:

- Uniforme distribuzione della ventilazione all'interno della camera di essiccazione, al fine di
15 garantire un'uniformità di trattamento dell'intero prodotto soggetto al procedimento di essiccamento;

- Veloce ed efficace asportazione del vapore dal materiale in essiccamento, al fine di coadiuvarne una rapida essiccazione;

- 20 - Minore volume possibile di ventilazione e con la minore pressione di spinta, al fine di ridurre sia i consumi elettrici degli organi di movimentazione (ventilatori) che i consumi energetici per il riscaldamento della massa d'aria.

25 Vi sono poi specifici problemi tecnici legati alla

tipologia di matrici umide da trattare.

Le matrici umide, in particolare quelle di origine biologica, presentano una densità ed un comportamento fisico variabile in funzione del loro contenuto di umidità. Generalmente le matrici umide allo stato palabile presentano un contenuto in acqua dal 86% al 70% del peso. Tali matrici tendono a formare agglomerati, derivanti dalle caratteristiche fisiche e chimiche che le costituiscono, generando una difficoltà nella loro gestione e lavorazione con mezzi meccanici. A tale scopo un sistema di carico delle matrici umide all'interno di un forno di essiccazione risulta necessario al fine di raggiungere l'obiettivo di mantenere una granulometria costante, una distribuzione sull'intera larghezza della tavola di lavoro ed impedire la possibile formazione di "ponti" all'interno della tramoggia e della bocca di immissione nel forno.

Un altro problema che si riscontra è la diminuzione del volume della matrice umida durante le fasi di essiccazione. Man mano che l'acqua viene asportata dalla matrice umida essa subisce un processo di agglomerazione in granuli e una riduzione di volume consistente (fino al 60% del volume iniziale). Tale riduzione del volume comporta la formazione di spazi vuoti all'interno dei nastri di trasporto presenti all'interno di un

essiccatore, determinando una perdita di efficienza del processo essiccativo (perdita di "aria utile"). Tale perdita si evidenzia maggiormente se il processo si svolge all'interno di un essiccatore a circuito chiuso dell'aria, dove la massa d'aria viene raffreddata e surriscaldata attraverso degli scambiatori di calore rispettivamente raffreddati o riscaldati da fluidi o vapori a diverse temperature, attraverso ma non esclusivamente da una pompa di calore. Tale perdita di "aria utile" determina una deriva termica del sistema stesso ed in particolare di pompa di calore, causando una sovratemperatura e una riduzione dell'efficienza.

Al fine di migliorare l'efficienza energetica degli apparati di trattamento ed essiccazione di matrici umide sono stati introdotti sistemi a pompa di calore.

Tali sistemi a pompa di calore, consentono di ridurre sensibilmente i consumi energetici ma sono estremamente sensibili alla tipologia /granulometria di matrice umida da trattare: in altre parole l'efficienza ottenibile mediante l'impiego di scambiatori di calore in cui la forzante principale per l'essiccazione non risiede nella temperatura dell'aria immessa ma nella sua differenza di pressione di vapore fra il fango e l'umidità relativa dell'aria. In tali sistemi infatti l'efficienza è fortemente legata al grado di frantumazione o

granulometria della matrice umida che deve essere finemente controllata al fine di sfruttare tutti i vantaggi di risparmio energetico connessi all'utilizzo di dette pompe di calore. Gli attuali sistemi a pompa di calore dell'arte nota non consentono un adeguato sfruttamento dei vantaggi ottenibili tramite l'impiego di pompe di calore in cui la forzante principale per l'essiccazione non risiede nella temperatura dell'aria immessa ma nella sua differenza di pressione di vapore fra il fango e l'umidità relativa dell'aria.

PRESENTAZIONE DELL'INVENZIONE

Alla luce di quanto sopra è evidente che le soluzioni dell'arte nota non consentono la realizzazione di un apparato di essiccazione che sia efficiente nell'estrazione di acqua dalla matrice umida in essiccazione, pur garantendo consumi energetici contenuti.

E' quindi sentita l'esigenza di realizzare un apparato o dispositivo in grado di essiccare, efficacemente e a bassi costi, dei materiali umidi all'interno di una camera di essiccazione.

Tali esigenze sono soddisfatte da un apparato di essiccazione di matrici umide in accordo con la rivendicazione 1 e da un metodo di essiccazione di matrici umide secondo la rivendicazione 28.

DESCRIZIONE DEI DISEGNI

Ulteriori caratteristiche ed i vantaggi della presente invenzione risulteranno maggiormente comprensibili dalla descrizione di seguito riportata di suoi esempi preferiti e non limitativi di realizzazione, in cui:

- la figura 1 è una vista prospettica di un sistema di caricamento di matrici umide o fanghi per un apparato di essiccazione in accordo con una forma di realizzazione della presente invenzione;

10 - la figura 2 rappresenta una vista laterale del sistema di caricamento dei fanghi di figura 1, dal lato della freccia II di figura 1;

- la figura 3 rappresenta una vista in pianta dell'apparato di caricamento dei fanghi di un apparato di essiccazione di figura 1, dal lato della freccia III di figura 1;

20 - la figura 4 rappresenta una vista laterale, in sezione parziale, dell'apparato di caricamento delle matrici umide (fanghi) di un apparato di essiccazione di figura 1, dal lato della freccia IV di figura 1;

- la figura 5 rappresenta una vista laterale dell'apparato di caricamento delle matrici umide (fanghi) di un apparato di essiccazione di figura 1, dal lato della freccia V di figura 1;

25 - le figure 6-7 rappresentano viste laterali, da

differenti angolazioni, di un rullo di ingresso dell'apparato di caricamento delle matrici umide (fanghi) di un apparato di essiccazione di figura 1 in accordo con una forma di realizzazione della presente
5 invenzione;

- le figure 8-10 rappresentano rispettivamente una vista prospettica e due viste laterali di un sistema di frantumazione intermedio per l'apparato di essiccazione della presente invenzione, secondo una possibile forma
10 di realizzazione della presente invenzione;

- le figure 11-13 rappresentano viste prospettiche di parti interne dell'apparato di essiccazione secondo forme di realizzazione della presente invenzione.

Gli elementi o parti di elementi in comune tra le forme
15 di realizzazione descritte nel seguito saranno indicati con medesimi riferimenti numerici.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA

Con riferimento alle suddette figure, con 4 si è globalmente indicato un apparato di caricamento delle
20 matrici umide (fanghi) di un apparato di essiccazione 6 per una matrice umida 8 in accordo con la presente invenzione.

E' da premettere che, ai fini dell'ambito di tutela della presente invenzione, non è rilevante la specifica
25 tipologia di matrice umida da trattare. Ad esempio,

l'apparato trova la sua applicazione principale su
matrici umide sciolte, ma può essere anche applicato a
materiali uniti, come piani o tessuti, bagnati per i
quali è necessaria un'essiccazione o asciugatura del
5 materiale.

La matrice umida può anche essere di tipo alimentare.

L'apparato di essiccazione 6 delle matrici umide
(fanghi) 8 comprende un corpo contenitore 10 che delimita
una camera di essiccazione 12, adatta ad alloggiare
10 almeno una matrice umida 8 da essiccare secondo un
predeterminato grado di essiccazione. Per determinato
grado di essiccazione si intende che la matrice umida
può avere una umidità residua al termine del procedimento
di essiccazione, in funzione delle necessità
15 dell'utente. Tale grado di essiccazione potrà essere
determinato dall'utente agendo su opportuni parametri
dell'apparato, come meglio descritto nel seguito.

La camera di essiccazione 12 presenta un'idonea
coibentazione termica isolante al fine di non disperdere
20 all'esterno il flusso termico fluido, preferibilmente
aria calda, in essa insufflata, e presenta chiusure
ermetiche.

Il corpo contenitore 10, o tramoggia di carico, si
estende da un'apertura di ingresso 16, per l'immissione
25 della matrice umida 8 da essiccare, ad un'apertura di

uscita 20, per la definizione dello strato di materiale in ingresso alla camera di essiccazione di un apparato di essiccazione di matrici umide. Tale apertura di uscita 20, composta da una paratia, è in grado di isolare, in
5 sinergia con il materiale umido 8, l'interno della camera di essiccazione dall'ambiente esterno.

L'apparato di essiccazione 6 comprende mezzi di insufflazione/aspirazione ad aria 24 adatti a generare ed inviare un flusso fluido di essiccazione, quale aria,
10 sulla matrice umida 8 all'interno di detta camera di essiccazione 12, per asportare umidità e/o acqua da detta matrice umida 8. L'utilizzo di aria quale mezzo di essiccazione è certamente preferito; in ogni caso è possibile utilizzare altri mezzi di essiccazione, allo
15 stato gassoso.

I mezzi di insufflazione/aspirazione 24 possono comprendere mezzi di ventilazione forzata, quali ad esempio ventole (non rappresentate), che ventilazione naturale, quali ad esempio camini (non rappresentati),
20 per creare la portata di fluido necessaria.

L'apparato di essiccazione 6 comprende inoltre mezzi di convogliamento 28 della matrice umida 8 all'interno dell'apparato di essiccazione 6.

Ad esempio i mezzi di convogliamento 28 comprendono una
25 tramoggia 30, all'interno della quale si può riversare

la matrice umida 8 da trattare, e un nastro trasportatore 32, disposto lungo un piano inclinato 34, che trasporta la matrice umida 8 lungo una direzione longitudinale X-X.

5 Vantaggiosamente, i mezzi di convogliamento 28 comprendono almeno un rullo di ingresso 36, disposto in modo da intercettare la matrice umida 8 trasportata dal nastro trasportatore 32.

Il rullo di ingresso 36 è disposto lungo una direzione
10 trasversale T-T, perpendicolare alla direzione longitudinale X-X, ed è rotante attorno ad un asse di rotazione R-R parallelo alla direzione trasversale T-T. Tra il rullo di ingresso 36 e il piano inclinato 34 del nastro trasportatore 32 si individua una feritoia 40 che
15 costituisce un filtro di ingresso allo spessore della matrice umida 8, detto spessore essendo al più pari ad un'altezza di detta feritoia 40.

Pertanto, detta feritoia 40 in sinergia con l'apertura di uscita 20 è conformata in modo che la matrice umida
20 8 costituisca un tappo all'immissione di aria dall'esterno all'interno dell'apparato di essiccazione 6, in modo da realizzare un sistema chiuso che non immette e non riceve aria dall'esterno.

Preferibilmente, il rullo di ingresso 36 è conformato in
25 modo da distribuire la matrice umida 8 su tutta la

larghezza del nastro trasportatore 32 e da frantumare gli agglomerati di matrice umida 8 aventi diametro o spessore superiore alla feritoia 40.

Secondo una forma di realizzazione, il rullo di ingresso 5 36 è un rullo cavo che presenta una pluralità di pareti di vaglio 44 per la matrice umida 8, adatte a frantumare gli agglomerati della matrice umida 8.

Secondo una forma di realizzazione, il rullo di ingresso 36 comprende una pluralità di barre 48, disposte 10 angolarmente a passo costante, in modo da risultare distanziate tra loro e da individuare cavità 52 tra barre 48 contigue tra loro.

Le barre 48 agiscono da pareti di vaglio 44 per la matrice umida 8.

15 Preferibilmente, dette barre 48 sono parallele all'asse di rotazione R-R del rullo di ingresso 36.

Preferibilmente, dette barre 48 sono orientate radialmente rispetto all'asse di rotazione R-R del rullo di ingresso 36.

20 Secondo una forma di realizzazione, dette barre 48 sono fissate a piattelli circolari 56 fissati all'asse di rotazione R-R del rullo di ingresso 36, in modo da non presentare superfici di adesione alla matrice umida trattata e allo stesso tempo in grado di meglio gestire 25 il quantitativo di materiale in movimentazione verso

l'apertura di uscita 20 dell'apparato di essiccazione 6.
I piattelli circolari 56 hanno dunque la funzione di
irrigidimento della struttura del rullo di ingresso 36
e devono presentare uno spessore/ingombro il più
5 possibile ridotto in modo da favorire il passaggio della
matrice umida.

Preferibilmente, il rullo di ingresso 36, cavo, è
controrotante, attorno all'asse di rotazione R-R,
rispetto ad un verso di avanzamento del nastro
10 trasportatore 32 che trasporta la matrice umida 8. In
questo modo si ottiene l'effetto di far ricadere
all'indietro, per effetto gravitazionale, il materiale
umido in eccedenza alla corretta immissione
nell'apparato di caricamento 4.

15 Il nastro trasportatore 32 è munito di palettature 60
contro lo slittamento della matrice umida 8 trasportata
dal nastro trasportatore 32 medesimo.

Le palettature 60 servono anche per contrastare l'azione
di gravità dal momento che il nastro trasportatore 32
20 non è piano bensì è inclinato, rispetto ad un piano
orizzontale, di un angolo compreso tra 20° e 30°.

Preferibilmente detto angolo è pari a 24°.

Più in generale, il nastro trasportatore 32 è inclinato,
rispetto ad un piano orizzontale, di un angolo legato
25 alla larghezza trasversale del nastro trasportatore 32

secondo la seguente formula: $\alpha = \theta * L/2$ in cui α è l'angolo del nastro trasportatore 32 inclinato, L è la larghezza del nastro trasportatore 32 e θ è l'angolo di riposo tipico del materiale umido 8 da trattare. Questo
5 ultimo deriva, in maniera nota, dalle proprietà adesive e dal coefficiente di attrito statico del materiale umido 8 trattato.

Secondo una forma di realizzazione, l'apparato di essiccazione 6 comprende un sistema di frantumazione
10 intermedio 64 posto all'interno del corpo contenitore 10 dell'apparato di essiccazione 6, in grado di interessare e frantumare l'intera massa di materiale, ossia di matrice umida 8, in fase di essiccazione.

Preferibilmente, detto sistema di frantumazione
15 intermedio 64 è collocato circa a metà del percorso complessivo del nastro trasportatore 32 all'interno del corpo contenitore dell'apparato di essiccazione 6, in posizione idonea al fine che il materiale umido 8 abbia creato una prima fase di essiccazione superficiale in
20 modo da evitare la possibilità che il materiale umido 8 stesso possa ri-agglomerarsi.

Infatti, i fanghi di origine biologica presentano un comportamento variabile durante la fase di essiccazione. A livello scientifico è stato dimostrato che il materiale
25 biologico, durante l'essiccazione, presenta una fase di

transizione definita "sticky phase" che va dal 20% al 60% in peso di sostanza secca. In tale fase il materiale ha un comportamento particolarmente appiccicoso che tende ad incollarsi sia a livello interno al materiale che, esternamente, alle superfici di contatto. Superata la concentrazione del 60% all'interno del materiale fangoso vengono meno le forze di adesione interne e quelle di adesione alle superfici, comportando una tendenza alla frantumazione degli agglomerati e una significativa riduzione del volume.

Attraverso una serie di test sui materiali trattati si è potuto osservare che gli agglomerati di fango lambiti da aria deumidificata, ad esempio con una temperatura compresa fra 50°C a 75 °C, formano uno strato superficiale estremamente secco, definibile "crosta", che rallenta l'essiccazione dell'intera massa all'interno dell'agglomerato. Si rende quindi necessario un sistema di frantumazione intermedio 64 appositamente realizzato posto all'interno dell'apparato di essiccazione 6 in posizione idonea, al fine di frantumare gli agglomerati dopo che essi abbiano creato una prima "crosta" esterna non adesiva, sminuzzando tali agglomerati e permettendo all'aria secca di essiccare la parte interna.

Se tale sistema di frantumazione fosse posto all'inizio

del processo di essiccazione si osserverebbe una ri-
agglomerazione del fango o matrice umida 8, vanificando
l'effetto del sistema di frantumazione medesimo. Invece,
grazie ad una prima formazione di superfici secche e non
5 più appiccicose si è in grado di evitare la formazione
di nuovi agglomerati.

Preferibilmente, il sistema di frantumazione intermedio
64 è collocato in una posizione in cui la matrice umida
8 viene fatta cadere da un nastro trasportatore
10 sovrastante 32' ad un nastro trasportatore sottostante
32'', in modo da intercettare e frantumare la matrice
umida in caduta.

In altre parole, per interessare l'intera massa della
matrice umida 8 trattata, tale sistema di frantumazione
15 intermedio 64 trova la sua preferibile collocazione, ma
non vincolante, quando il materiale non si trovi adagiato
sul nastro di trasporto 32. Ne deriva che l'apparato di
essiccazione 6 comprende due o più nastri di trasporto
posti a diverse altezze, e nel passaggio del materiale
20 fra il nastro posto più in alto 32' e quello sottostante
32'' si colloca il sistema di frantumazione intermedio
64.

Pertanto la massa di matrice umida 8 viene frantumata
quando di trova in caduta libera o sul bordo dal nastro
25 trasportatore sovrastante 32' al nastro trasportatore

sottostante 32''.

Preferibilmente, il sistema di frantumazione intermedio 64 è collocato in una posizione, all'interno dell'apparato di essiccazione 6, non lambita da un flusso di aria, in modo da evitare la dispersione del materiale frantumato all'interno del corpo contenitore 10.

Dunque, l'area di posizionamento del sistema di frantumazione intermedio 64 dovrà essere preferibilmente priva di immissione di aria di essiccazione, al fine di evitare la dispersione del materiale più fine.

Preferibilmente, il sistema di frantumazione intermedio 64 è un sistema rotante che ruota in verso conforme al verso di caduta del materiale trasportato dal nastro sovrastante 32', in modo da provocare una proiezione verso il basso della matrice umida 8 in caduta dal nastro trasportatore sovrastante 32', incrementando in questo modo l'effetto di polverizzazione del fango o matrice umida 8, coadiuvato dall'impatto con il nastro sottostante 32''.

Secondo una forma di realizzazione, il sistema di frantumazione intermedio 64 comprende una barra rotante 68 munita di perni di frantumazione 72.

La barra rotante 68 ha un'ampiezza trasversale pari all'ingombro trasversale del nastro trasportatore 32.

I perni di frantumazione 72, preferibilmente, sono

agganciati perpendicolarmente all'asse di rotazione della barra rotante 68.

Secondo una forma di realizzazione, i perni di frantumazione 72 presentano un primo tratto 73 avente
5 forma lineare per 2/3 della lunghezza del perno medesimo, dal lato di attacco alla barra rotante 68 e un secondo tratto 74 curvato con angolo compreso fra 30° e 60° nella parte distale dall'asse di rotazione.

Tale curvatura deve essere considerata verso il senso di
10 rotazione del sistema di frantumazione intermedio 64.

Tale caratteristica curvatura permette, nel caso accidentale di materiale non frantumabile (oggetti accidentalmente caduti) di bypassare il sistema di frantumazione intermedio 64 senza danneggiare lo stesso,
15 e allo stesso tempo di avere un angolo di attacco della matrice umida 8 positivo, in grado di frantumare il materiale (in caso contrario lo appiattirebbe sul nastro).

Preferibilmente, detti perni di frantumazione, rispetto
20 ad un piano di sezione perpendicolare alla barra rotante, sono disposti equispaziati, ad almeno 90° fra loro.

In altre parole, se si prevedono 4 perni, essi saranno equispaziati angolarmente di 90 gradi, se si prevedono 3 perni, essi saranno equispaziati angolarmente di 120
25 gradi e così via.

Preferibilmente, l'apparato di essiccazione 6 comprende, posta intorno al sistema di frantumazione intermedio 64, una parete antiaderente 76 su cui il materiale umido sollevato e frantumato possa scivolare e ricadere sul
5 nastro trasportatore sottostante 32''.

Detta parete antiaderente 76 è in grado di far scivolare via il fango o matrice umida 8 una volta frantumato senza che esso si accumuli. Tale innovazione si rende particolarmente vantaggiosa e connessa sinergicamente
10 alle caratteristiche intrinseche di un apparato di essiccazione 6 a nastri con ricircolo dell'aria a bassa temperatura, in cui la forzante principale dell'essiccazione è data dalla differenza di pressione di vapore dell'umidità dell'aria.

15 In particolare, dal punto di vista fluidodinamico e termodinamico, come sopra accennato, l'apparato di essiccazione 6 comprende mezzi di insufflazione/aspirazione ad aria 24 adatti a generare ed inviare un flusso fluido di essiccazione, quale aria,
20 sulla matrice umida 8 all'interno di detta camera di essiccazione 12, per asportare umidità e/o acqua da detta matrice umida 8.

Secondo una possibile forma di realizzazione, l'apparato di essiccazione 6 comprende almeno uno scambiatore di
25 calore 80 raffreddato sotto la temperatura di rugiada al

fine di condensare l'umidità dell'aria che deriva dalla matrice umida 8.

Preferibilmente, il flusso di essiccazione viene ricircolato attraverso due scambiatori di calore uno
5 raffreddato 82 e uno surriscaldato 84 al fine di deumidificare prima e surriscaldare/essiccare poi l'aria di ricircolo.

Detti scambiatori di calore 82,84 possono essere integrati in una pompa di calore.

10 Verrà ora descritto il funzionamento di un apparato di essiccazione in accordo con la presente invenzione e il relativo metodo di essiccazione.

In particolare, la matrice umida 8 viene introdotta attraverso la tramoggia 30, sul nastro trasportatore 32,
15 inclinato con opportuna angolatura rispetto all'orizzontale.

Il nastro trasportatore 32 è dotato di palette 60, al fine di rompere eventuali formazioni di "ponti" o slittamenti fra fango e nastro, lungo un piano inclinato.

20 Prima del culmine di suddetto nastro trasportatore 32 viene posto un rullo di ingresso 36, motorizzato che giri in senso opposto all'avanzamento del nastro trasportatore 32 stesso. Tale rullo di ingresso 36 risulta costituito da una barra centrale sulla quale
25 vengono agganciati e fissati almeno due piattelli

circolari 56 di pari diametro. Su tali piattelli circolari sono fissate le barre rotanti 68, preferibilmente metalliche ma non esclusivamente, perpendicolari rispetto ai piattelli circolari 56 e
5 preferibilmente radiali rispetto all'asse di rotazione del rullo di ingresso 36.

Grazie a tale struttura, il rullo di ingresso 36 riesce a frantumare la matrice umida 8 in pezzi di minori dimensioni ed anche a distribuirla nella larghezza
10 trasversale del nastro trasportatore 32.

Al tempo stesso, il rullo di ingresso 36 riesce ad impedire un intasamento del processo grazie al fatto che si viene a creare uno spazio vuoto interno fra le barre rotanti 68 e l'asse di rotazione del rullo di ingresso
15 36. L'azione combinata fra il nastro trasportatore 32, precedentemente descritto, che trasporta verso l'alto il materiale fangoso o matrice umida 8 e la rotazione in contro senso del rullo di ingresso 36, fa sì che solo il fango o matrice umida 8 di uno spessore compreso fra il
20 nastro trasportatore 32 e il rullo di ingresso 36 sia in grado di proseguire l'ascesa determinata da parte del nastro trasportatore 32, mentre il materiale con granulometria superiore a suddetta distanza rullo di ingresso 36 / nastro trasportatore 32 ricade
25 all'indietro sotto la spinta gravitazionale.

L'azione congiunta di due forze contrapposte (ascendente del nastro trasportatore 32 e discendente gravitazionale) andrà a creare un'area immediatamente precedente al rullo di ingresso 36 caratterizzata da movimento vorticoso verso il basso della matrice umida. Tale movimento porta ad un'apertura del materiale fangoso verso l'esterno e quindi ad una distribuzione della matrice umida 8 sull'intera larghezza trasversale del nastro trasportatore 32 e conseguentemente nell'ingresso nella camera di essiccazione 12. Vi è quindi un preciso legame fra l'inclinazione del nastro trasportatore 32 e la sua ampiezza trasversale. La caduta verso il basso del materiale oltre alla sua distribuzione, porta anche alla rottura degli agglomerati fangosi di maggiori dimensioni. Tale rottura è coadiuvata dalla struttura stessa del rullo di ingresso 36, che con le sue barre rotanti 68, preferibilmente a forma rettangolare, riesce ad infrangere la superficie degli agglomerati.

Il rullo di ingresso è volutamente lasciato libero all'interno per impedire eventuali guasti alla struttura derivanti da presenza di materiali solidi di grosse dimensioni, accidentalmente (neanche così di rado in ambito operativo) presenti e frammisti al fango. Tali materiali solidi, in mancanza di parti vuote, potrebbero

infatti incastrarsi fra il nastro trasportatore 32 e il rullo di ingresso 36.

In ultima battuta, data la natura tendenzialmente appiccicosa del fango umido 8, la caratteristica del rullo di ingresso 36 vuoto permette che non vi siano punti di accumulo del fango sul rullo medesimo. Se vi fosse un cilindro pieno con delle barre esterne, nel giro di poco tempo operativo si creerebbe uno strato di materiale fangoso che annullerebbe la presenza delle barre rotanti 68. La mancanza di una superficie interna fa sì che il materiale fangoso si accumuli solo in minima parte sulle barre rotanti 68 ma, in ogni caso, non si viene a creare uno strato di fango consistente, in quanto l'eccedenza di matrice umida 8 cade all'interno del rullo di ingresso 36 e di conseguenza (grazie ai vuoti tra le barre) sul nastro trasportatore sottostante.

Superato il vaglio effettuato dal rullo di ingresso 36, la matrice umida, sempre grazie ai nastri trasportatori 32, procede all'interno della camera di essiccazione 12 dove viene sottoposto all'azione del flusso di aria di essiccazione. Il fango 8 prima di accedere alla camera di essiccazione 12 incontra un'ulteriore fessura o apertura di uscita 20, di altezza pari o leggermente inferiore alla distanza fra i nastri trasportatori 32 e il rullo di ingresso 36. Tale fessura o apertura di

uscita 20 permette, date le sue dimensioni, di rallentare in minima parte la matrice umida 8 e quindi costituire un tappo all'ingresso e/o uscita dell'aria esterna all'interno della camera di essiccazione 12.

- 5 Preferibilmente, secondo la presente innovazione si essicca il fango o matrice umida 8 attraverso un ricircolo dell'aria a temperatura compresa fra 50 e 75 °C, con una fase di deumidificazione e successivo surriscaldamento e abbattimento dell'umidità relativa.
- 10 In particolare si osserva che la forzante principale dell'evaporazione non risiede nella temperatura di evaporazione del fango o matrice umida 8 ma nella differenza di pressione di vapore fra il fango o matrice umida 8 e l'umidità relativa dell'aria.
- 15 Ad esempio, la circolazione dell'aria e la sua deumidificazione avviene attraverso uno scambiatore di calore 82 raffreddato sotto la temperatura di rugiada al fine di condensare l'umidità dell'aria che deriva dalla matrice umida.
- 20 Preferibilmente, è prevista la fase di ricircolare la medesima aria all'interno dell'apparato di essiccazione 6 al fine di ottenere un sistema chiuso, per non avere emissioni in atmosfera e per mantenere uniforme le prestazioni dell'apparato di essiccazione.
- 25 Dunque l'apparato di essiccazione 6 è completamente

privo di immissioni ed emissioni di aria all'esterno, al fine di evitare scompensi e perdite di efficienza nella gestione dell'umidità all'interno della camera di essiccazione 12.

5 Il materiale almeno parzialmente essiccato, all'interno della camera di essiccazione 12, viene ulteriormente sottoposto all'azione di frantumazione del sistema di frantumazione intermedio 64.

Infatti, come visto, i fanghi di origine biologica
10 presentano un comportamento variabile durante la fase di essiccazione: il materiale biologico, durante l'essiccazione, presenta una fase di transizione definita "sticky phase" che va dal 20% al 60% in peso di sostanza secca. In tale fase il materiale ha un
15 comportamento particolarmente appiccicoso che tende ad incollarsi sia a livello interno al materiale che, esternamente, alle superfici di contatto. Superata la concentrazione del 60% all'interno del materiale fangoso vengono meno le forze di adesione interne e quelle di
20 adesione alle superfici, comportando una tendenza alla frantumazione degli agglomerati e una significativa riduzione del volume.

Gli agglomerati di fango lambiti da aria deumidificata, ad esempio con una temperatura compresa fra 50°C a 75
25 °C, formano uno strato superficiale estremamente secco,

definibile "crosta", che rallenta l'essiccazione dell'intera massa all'interno dell'agglomerato. Si rende quindi necessario il sistema di frantumazione intermedio 64 appositamente realizzato posto all'interno 5 dell'apparato di essiccazione 6 in posizione idonea, al fine di frantumare gli agglomerati dopo che essi abbiano creato una prima "crosta" esterna non adesiva, sminuzzando tali agglomerati e permettendo all'aria secca di essiccare la parte interna.

10 Dunque la matrice umida 8, parzialmente essiccata, viene sottoposta all'azione dei perni di frantumazione 72 del sistema di frantumazione intermedio 64.

Come visto la frantumazione avviene durante la caduta della matrice 8 da un nastro trasportatore sovrastante 15 32' ad un nastro trasportatore sottostante 32'', in modo da migliorare la frantumazione del materiale. Inoltre, il sistema di frantumazione intermedio 64 è un sistema rotante che ruota in verso conforme al verso di caduta del materiale trasportato dal nastro sovrastante 32', in 20 modo da provocare una proiezione verso il basso della matrice umida 8 in caduta dal nastro trasportatore sovrastante 32', aumentandone la forza cinetica ed incrementando in questo modo ulteriormente l'effetto di polverizzazione del fango o matrice umida 8.

25 Come si può apprezzare da quanto descritto, la presente

invenzione consente di superare gli inconvenienti presentati nella tecnica nota.

Infatti, la presente invenzione consente di ottenere una essiccazione completa e a costi ridotti.

5 L'invenzione prevede quindi un sistema di carico in un forno per l'essiccazione di matrici umide idoneamente realizzato per non generare "ponti" del materiale e allo stesso tempo per distribuire uniformemente il materiale sull'intera larghezza del nastro trasportatore.

10 Inoltre l'invenzione risiede nella realizzazione di un idoneo sistema di frantumazione del materiale in essiccazione, al fine di uniformare la dimensione degli agglomerati, posto all'interno dell'essiccatore in una posizione idonea al fine di non assistere ad una
15 riformazione degli stessi agglomerati.

Il dispositivo presenta dei sistemi di condensazione e surriscaldamento dell'aria circolante nel forno di essiccazione per incentivare l'asportazione dell'umidità del materiale umido, combinando l'abbassamento
20 dell'umidità relativa dell'aria e l'azione meccanica dell'aria stessa. Il dispositivo inoltre è composto da un sistema gestito da una o più pompe di calore o fluidi in grado di generare delle superfici fredde per la condensazione dell'umidità e di superfici surriscaldate
25 per l'aumento della temperatura dell'aria e il suo

conseguente abbassamento dell'umidità relativa.

L'utilizzo delle pompe di calore viene ottimizzato grazie al trattamento delle matrici umide sia all'ingresso che all'interno dell'apparato di
5 essiccazione: in questo modo si massimizzano le prestazioni energetiche di essiccazione per incentivare l'asportazione dell'umidità del materiale umido, combinando l'abbassamento dell'umidità relativa dell'aria e l'azione meccanica dell'aria stessa.

10 Un tecnico del ramo, allo scopo di soddisfare esigenze contingenti e specifiche, potrà apportare numerose modifiche e varianti agli apparati di essiccazione e ai metodi di essiccazione sopra descritti, tutte peraltro contenute nell'ambito dell'invenzione quale definito
15 dalle seguenti rivendicazioni.

TITOLARE: SOLWA S.R.L.

RIVENDICAZIONI

1. Apparato di essiccazione (6) di una matrice umida
5 (8) comprendente:

- mezzi di insufflazione/aspirazione ad aria (24),
adatti a generare almeno un flusso di essiccazione
diretto verso la matrice umida (8) in modo da favorire
l'asportazione di acqua da detta matrice umida (8),

10 - mezzi di convogliamento (28) della matrice umida
(8) all'interno dell'apparato di essiccazione (6),
comprendenti un nastro trasportatore (32) che trasporta
la matrice umida (8) lungo una direzione longitudinale
(X-X),

15 caratterizzato dal fatto che

l'apparato di essiccazione (6) comprende un sistema di
frantumazione intermedio (64) posto all'interno di un
corpo contenitore (10) dell'apparato di essiccazione
(6), in grado di interessare e frantumare l'intera massa
20 di matrice umida (8) in fase di essiccazione.

2. Apparato di essiccazione (6) secondo la
rivendicazione 1, in cui detto sistema di frantumazione
intermedio (64) è collocato circa a metà del percorso
complessivo del nastro trasportatore (32) all'interno
25 del corpo contenitore (10) dell'apparato di essiccazione

(6), in posizione idonea al fine che la matrice umida (8) abbia creato una prima fase di essiccazione superficiale in modo da evitare la possibilità che il materiale umido stesso possa ri-agglomerarsi.

5 **3.** Apparato di essiccazione (6) secondo la rivendicazione 1 o 12, in cui il sistema di frantumazione intermedio (64) è collocato in una posizione in cui la matrice umida (8) viene fatta cadere da un nastro trasportatore sovrastante (32') ad un nastro
10 trasportatore sottostante (32''), in modo da intercettare e frantumare la matrice umida (8) in caduta.

4. Apparato di essiccazione (6) secondo la rivendicazione 1, 2 o 3, in cui il sistema di frantumazione intermedio (64) è collocato in una
15 posizione, all'interno dell'apparato di essiccazione (6), non lambita da un flusso di aria, in modo da evitare la dispersione del materiale frantumato.

5. Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, in cui il sistema di
20 frantumazione intermedio (64) è un sistema rotante che ruota in verso concorde al verso di caduta del materiale trasportato da un nastro trasportatore sovrastante (32'), in modo da provocare una proiezione verso il basso della matrice umida (8) in caduta, incentivandone la
25 forza d'impatto e la conseguente frantumazione.

6. Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui il sistema di frantumazione intermedio (64) comprende una barra rotante (68) munita di perni di frantumazione (72).
- 5 7. Apparato di essiccazione (6) secondo la rivendicazione 6, in cui la barra rotante (68) ha un'ampiezza trasversale pari all'ingombro trasversale del nastro trasportatore (32).
8. Apparato di essiccazione (6) secondo la
10 rivendicazione 6 o 7, in cui detti perni di frantumazione (72) sono agganciati perpendicolarmente all'asse di rotazione della barra rotante (68).
9. Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 6 a 8, in cui detti perni di
15 frantumazione (72) presentano un primo tratto (73) di forma lineare per $2/3$ della lunghezza del perno, dal lato di attacco alla barra rotante (68) e un secondo tratto (74) curvato con angolo compreso fra 30° e 60° nella parte distale dall'asse di rotazione.
- 20 10. Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 6 a 9, in cui detti perni di frantumazione (72), rispetto ad un piano di sezione perpendicolare alla barra rotante (68), sono disposti equispaziati ad almeno 90° fra loro.
- 25 11. Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi

delle rivendicazioni da 1 a 10, in cui l'apparato di essiccazione (6) comprende, posta intorno al sistema di frantumazione intermedio (64), una parete antiaderente (76) su cui il materiale umido (8) sollevato e frantumato
5 possa scivolare e ricadere sul nastro trasportatore sottostante (32'').

12. Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detti mezzi di convogliamento (28) comprendono almeno un rullo di
10 ingresso (36), disposto in modo da intercettare la matrice umida (8) trasportata dal nastro trasportatore (32), il rullo di ingresso (36) essendo disposto lungo una direzione trasversale (T-T), perpendicolare alla direzione longitudinale (X-X), ed essendo rotante
15 attorno ad un asse di rotazione parallelo alla direzione trasversale (T-T) in senso opposto rispetto ad un verso di avanzamento della matrice umida (8).

13. Apparato di essiccazione (6) secondo la rivendicazione 12, in cui tra il rullo di ingresso (36)
20 e il nastro trasportatore (32) si individua una feritoia (40) che costituisce un filtro di ingresso allo spessore della matrice umida (8), detto spessore essendo al più pari ad un'altezza di detta feritoia (40).

14. Apparato di essiccazione (6) secondo la
25 rivendicazione 13, in cui detta feritoia (40) è

conformata in modo che la matrice umida (8) costituisca un tappo all'immissione di aria dall'esterno all'interno dell'apparato di essiccazione (6).

5 **15.** Apparato di essiccazione (6) secondo la rivendicazione 13 o 14, in cui il rullo di ingresso (36) è conformato in modo da distribuire la matrice umida (8) su tutta la larghezza del nastro trasportatore (32) e da frantumare gli agglomerati di matrice umida (8) aventi diametro o spessore superiore alla feritoia (40).

10 **16.** Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 12 a 15, in cui il rullo di ingresso (36) è un rullo cavo che presenta una pluralità di pareti di vaglio (44) per la matrice umida (8), adatte a frantumare gli agglomerati della matrice umida (8).

15 **17.** Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 12 a 16, in cui il rullo di ingresso (36) comprende una pluralità di barre (48), disposte angolarmente a passo costante, in modo da risultare distanziate e da individuare cavità (52) tra
20 barre (48) contigue tra loro, dette barre (48) agendo da pareti di vaglio (44) per la matrice umida (8).

18. Apparato di essiccazione (6) secondo la rivendicazione 17, in cui dette barre (48) sono parallele all'asse di rotazione del rullo di ingresso (36).

25 **19.** Apparato di essiccazione (6) secondo la

rivendicazione 17 o 18, in cui dette barre (48) sono orientate radialmente rispetto all'asse di rotazione del rullo di ingresso (36).

20. Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi
5 delle rivendicazioni da 17 a 19, in cui dette barre (48) sono fissate a piattelli circolari (56) fissati all'asse di rotazione del rullo di ingresso (36), in modo da non presentare superfici di adesione alla matrice umida (8) trattata e da gestire il quantitativo di materiale in
10 movimentazione verso un'apertura di uscita (20) dell'apparato di essiccazione (6).

21. Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 12 a 20, in cui il nastro trasportatore (32) è munito di palettature (60) contro
15 lo slittamento della matrice umida (8) trasportata dal nastro trasportatore (32) medesimo.

22. Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 12 a 21, in cui il rullo di ingresso (36) è controrotante, attorno all'asse di
20 rotazione, rispetto ad un verso di avanzamento del nastro trasportatore (32) che trasporta la matrice umida (8).

23. Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 12 a 22, in cui il nastro trasportatore (32) è inclinato, rispetto ad un piano
25 orizzontale, di un angolo compreso tra 20° e 30°.

24. Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 12 a 23, in cui il nastro trasportatore (32) è inclinato, rispetto ad un piano orizzontale, di un angolo legato ad una larghezza trasversale del nastro trasportatore (32) e alle proprietà fisiche del materiale umido (8) trattato, secondo la seguente formula: $\alpha = \theta * L/2$ con α pari all'angolo di inclinazione del nastro trasportatore (32) inclinato, L pari alla larghezza del nastro trasportatore (32) e θ pari all'angolo di riposo tipico del materiale umido da trattare.

25. Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 24, in cui l'apparato di essiccazione (6) comprende almeno uno scambiatore di calore (80) raffreddato sotto la temperatura di rugiada al fine di condensare l'umidità dell'aria che deriva dalla matrice umida (8).

26. Apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il flusso di essiccazione viene ricircolato attraverso due scambiatori di calore (80) uno raffreddato (82) e uno surriscaldato (84) al fine di deumidificare prima e surriscaldare/essiccare poi l'aria di ricircolo.

27. Apparato di essiccazione (6) secondo la rivendicazione 26, in cui detti scambiatori di calore

(80,82,84) sono integrati in una pompa di calore.

28. Metodo di essiccazione di una matrice umida (8) comprendente le fasi di convogliare almeno una matrice umida (8) all'interno di un apparato di essiccazione (6) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti.

29. Metodo di essiccazione secondo la rivendicazione 28, in cui la forzante principale per l'essiccazione non risiede nella temperatura dell'aria immessa, ma nella sua differenza di pressione di vapore fra la matrice umida (8) e l'umidità relativa dell'aria.

30. Metodo di essiccazione secondo la rivendicazione 28 o 29, in cui la circolazione dell'aria e la sua deumidificazione avviene attraverso uno scambiatore di calore (80) raffreddato sotto la temperatura di rugiada al fine di condensare l'umidità dell'aria che deriva dalla matrice umida (8).

31. Metodo di essiccazione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 28 a 30, in cui è prevista la fase di immettere aria all'interno dell'apparato di essiccazione (6) con una temperatura compresa fra i 50°C e 75°C, al fine di abbattere quanto più possibile l'umidità relativa dell'aria di essiccazione e agevolare termicamente l'essiccazione stessa della matrice umida (8).

32. Metodo di essiccazione secondo una qualsiasi delle

rivendicazioni da 28 a 31, in cui è prevista la fase di ricircolare la medesima aria all'interno dell'apparato di essiccazione (6) al fine di ottenere un sistema chiuso, per non avere emissioni in atmosfera e per
5 mantenere uniforme le prestazioni dell'apparato di essiccazione (6).

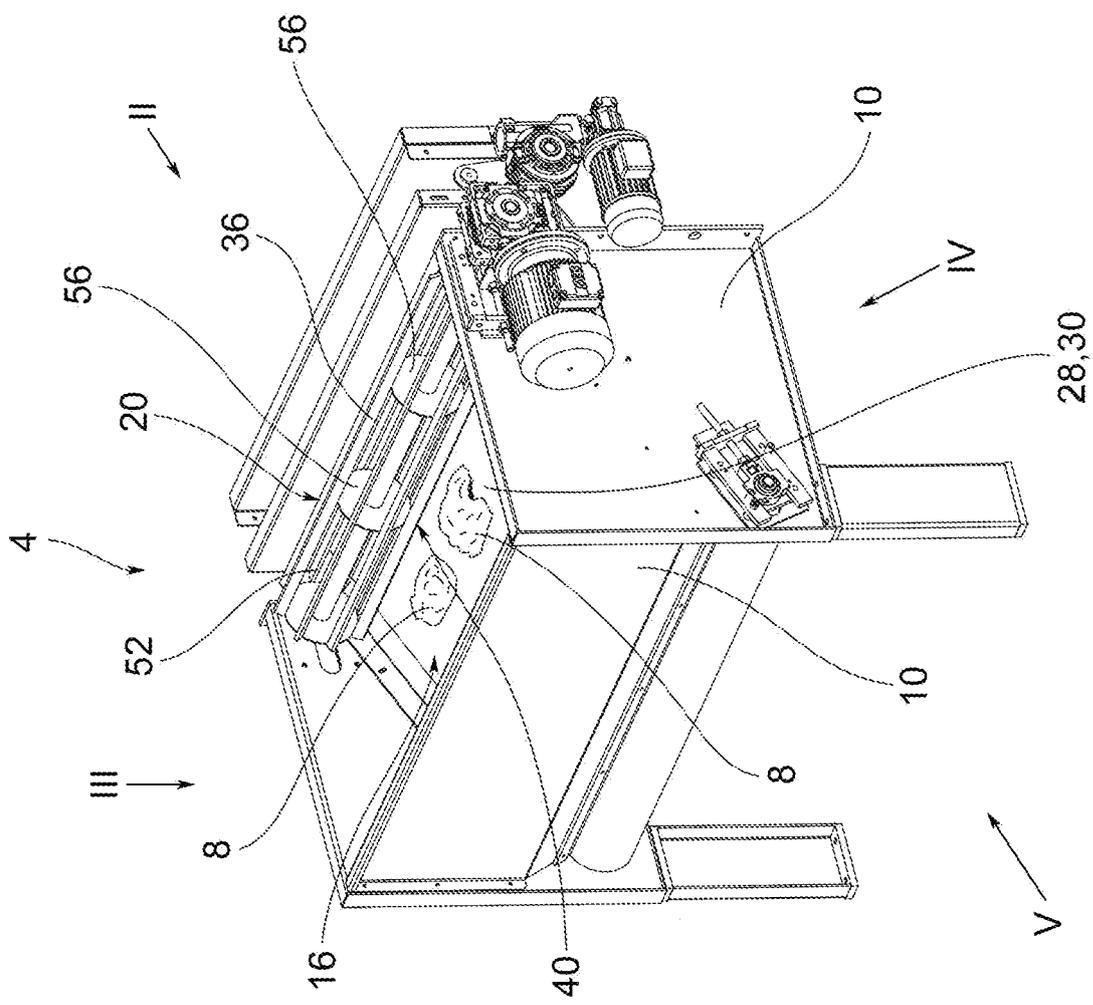


FIG.1

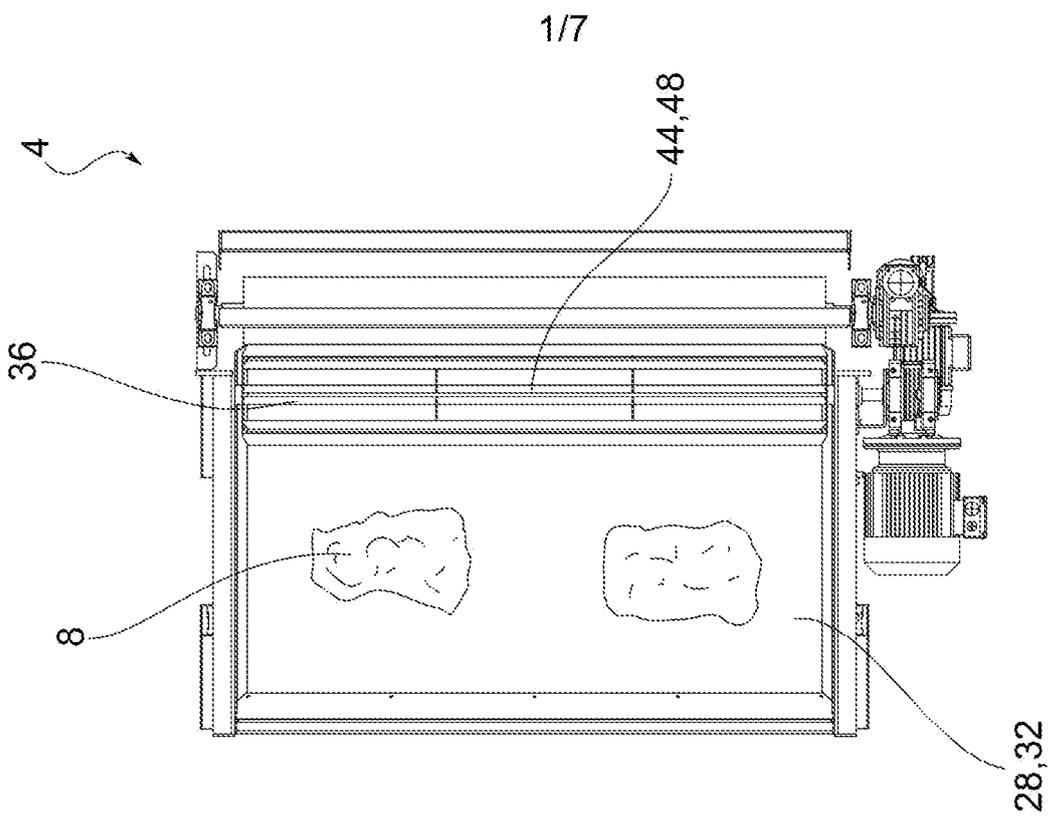


FIG.3

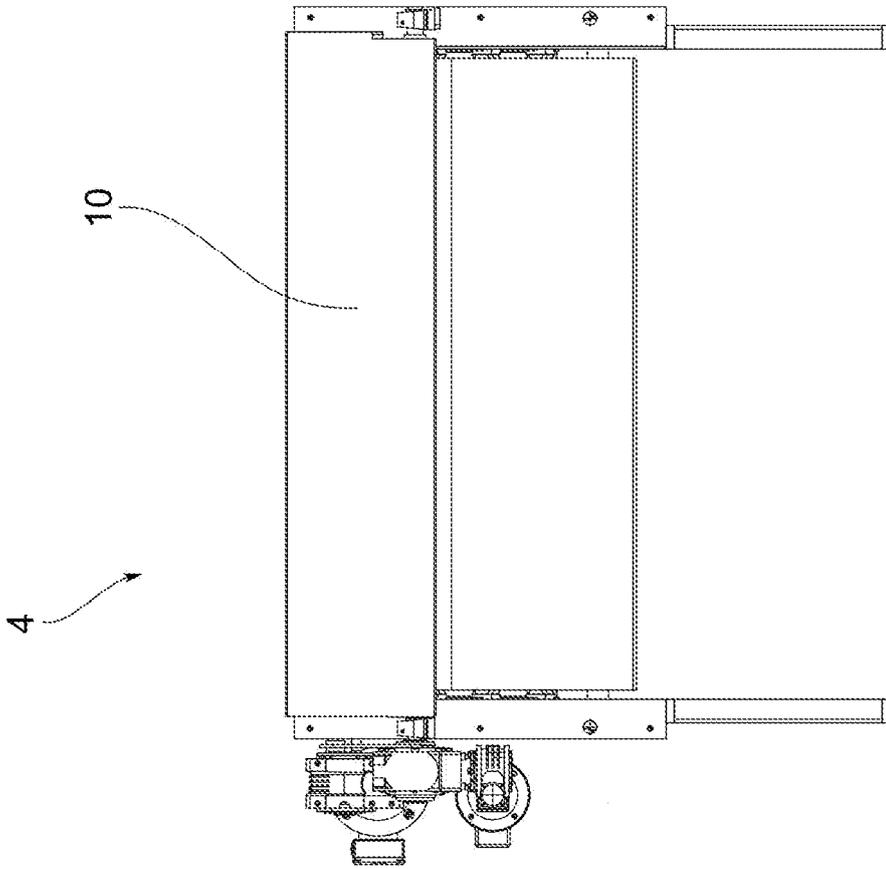


FIG.2

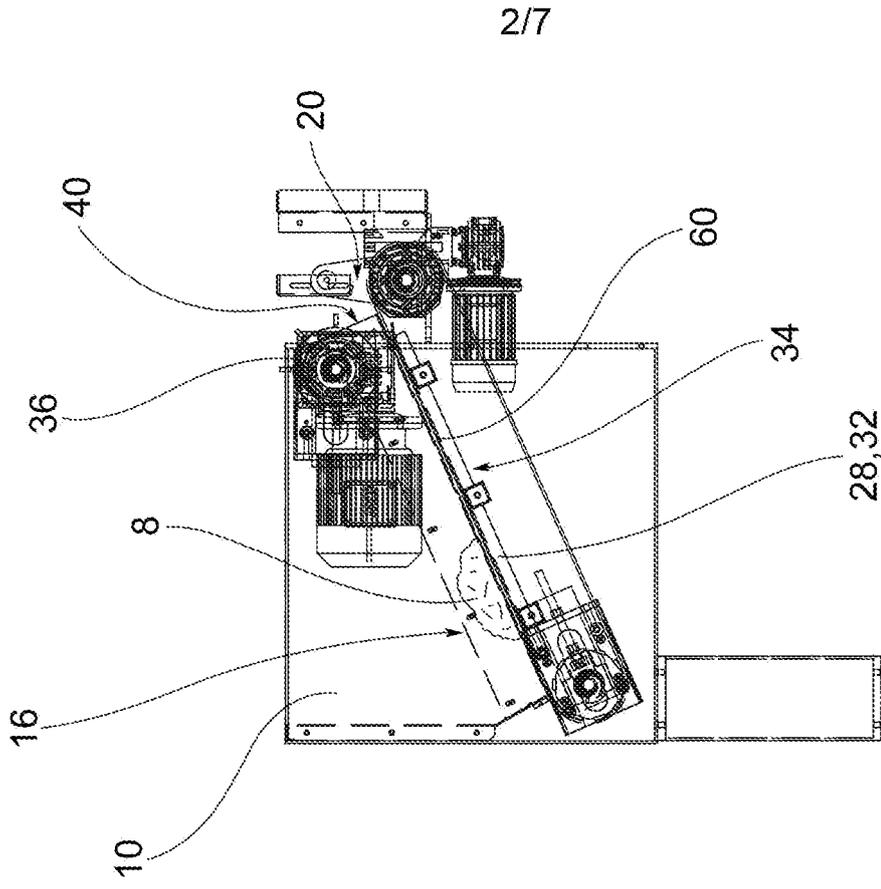


FIG.4

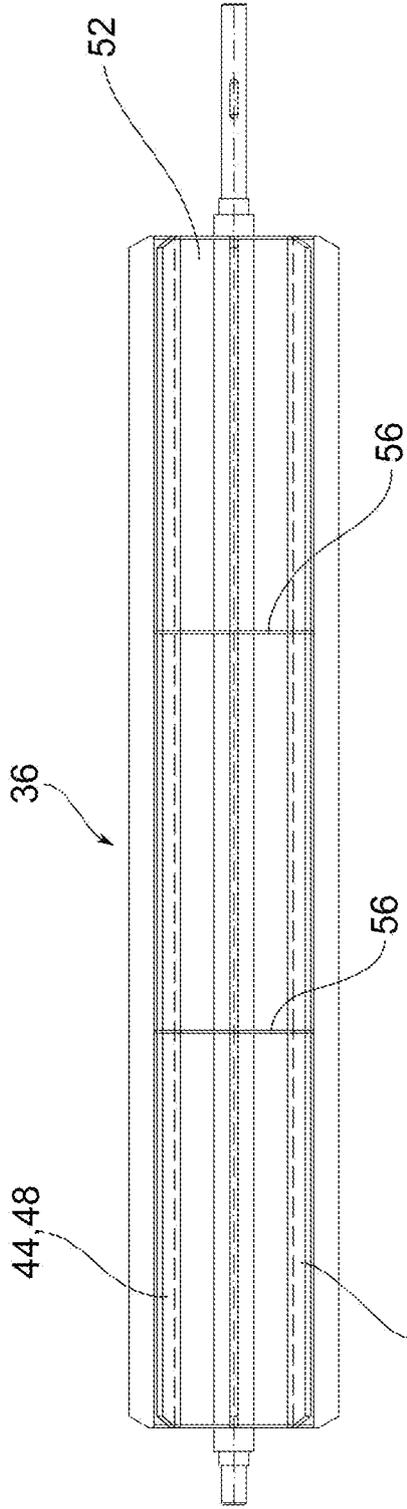


FIG. 6

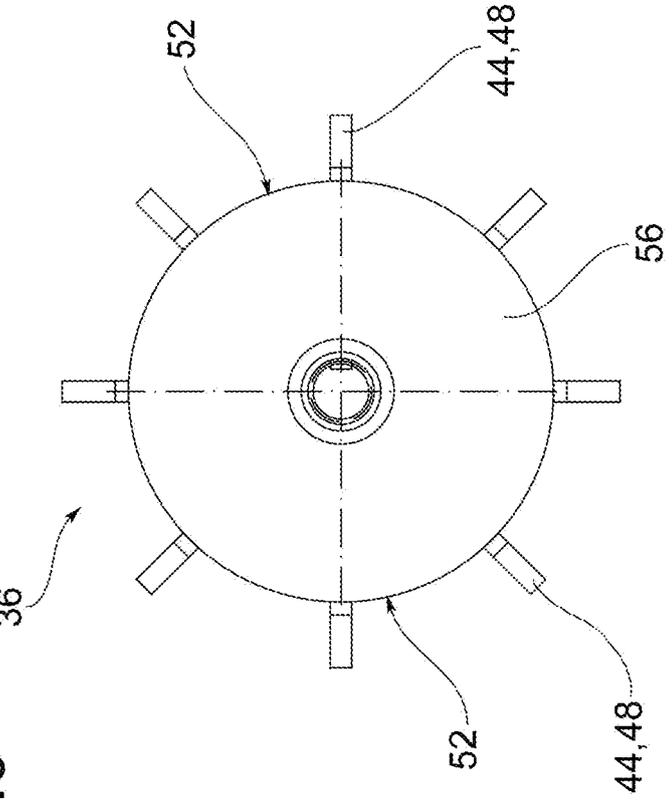


FIG. 7

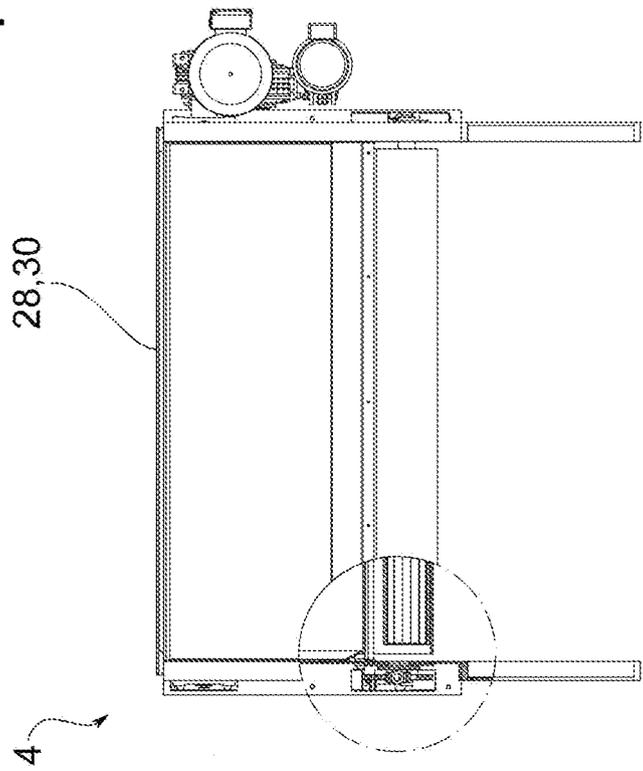


FIG. 5

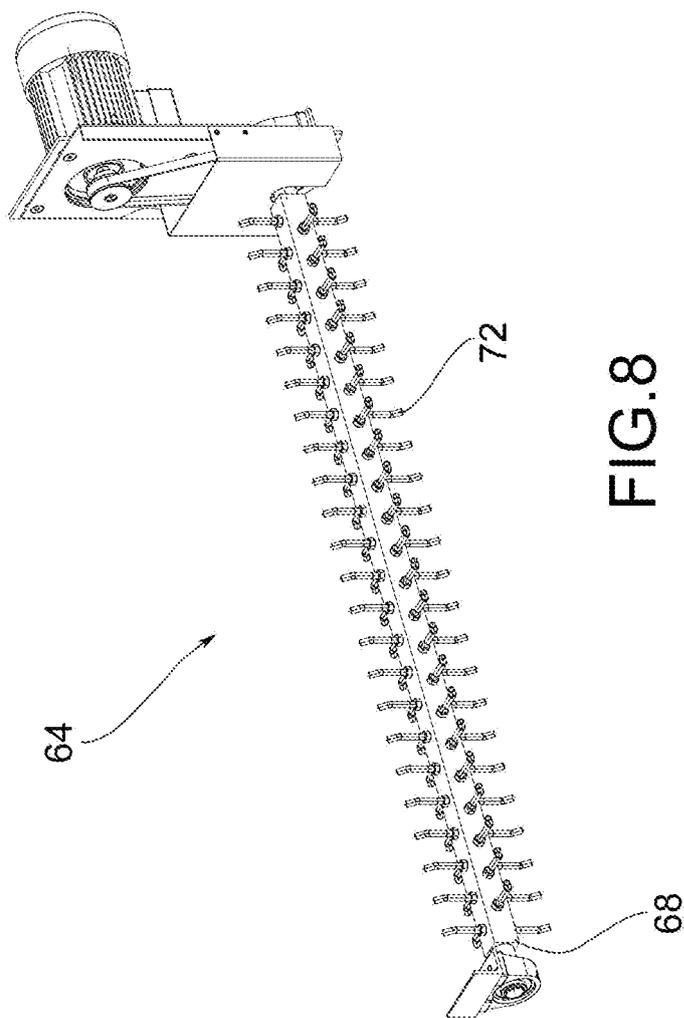


FIG. 8

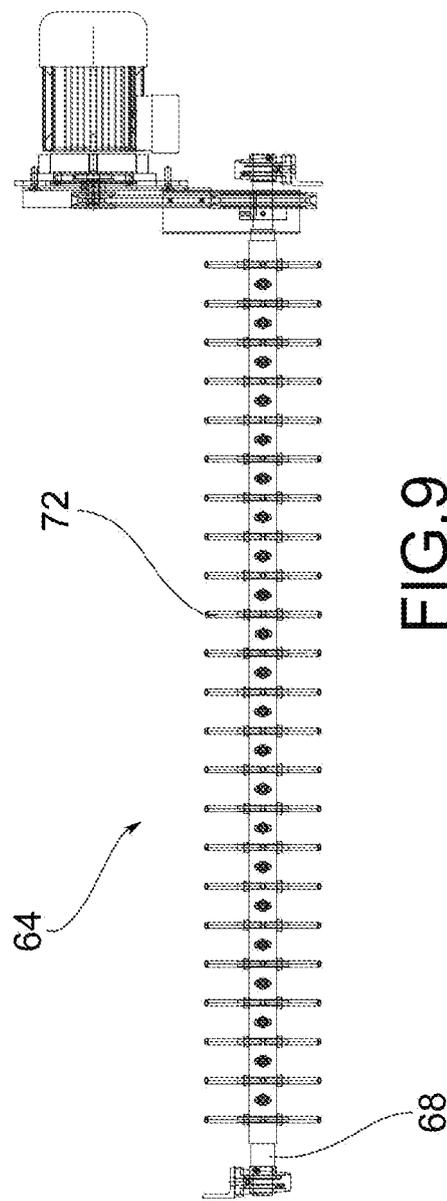


FIG. 9

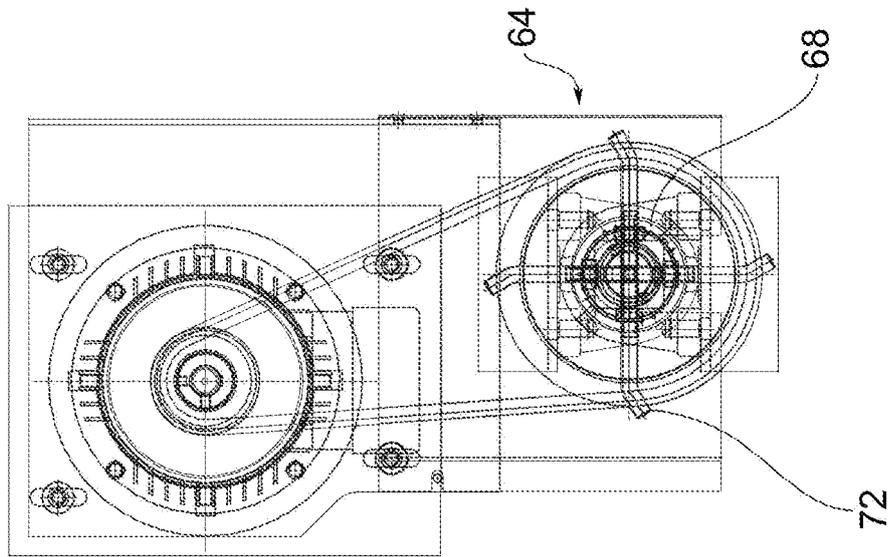


FIG. 10

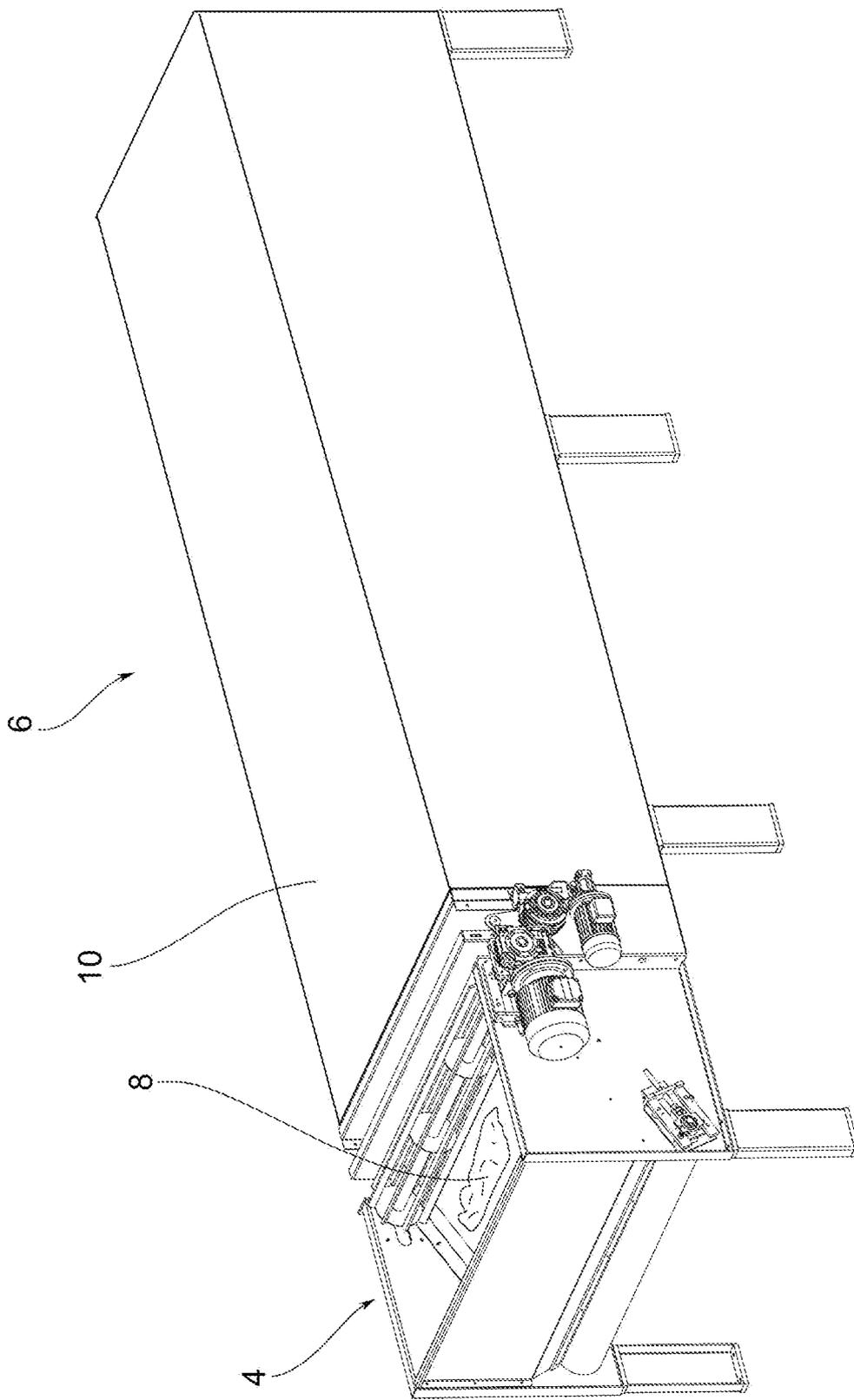


FIG.11

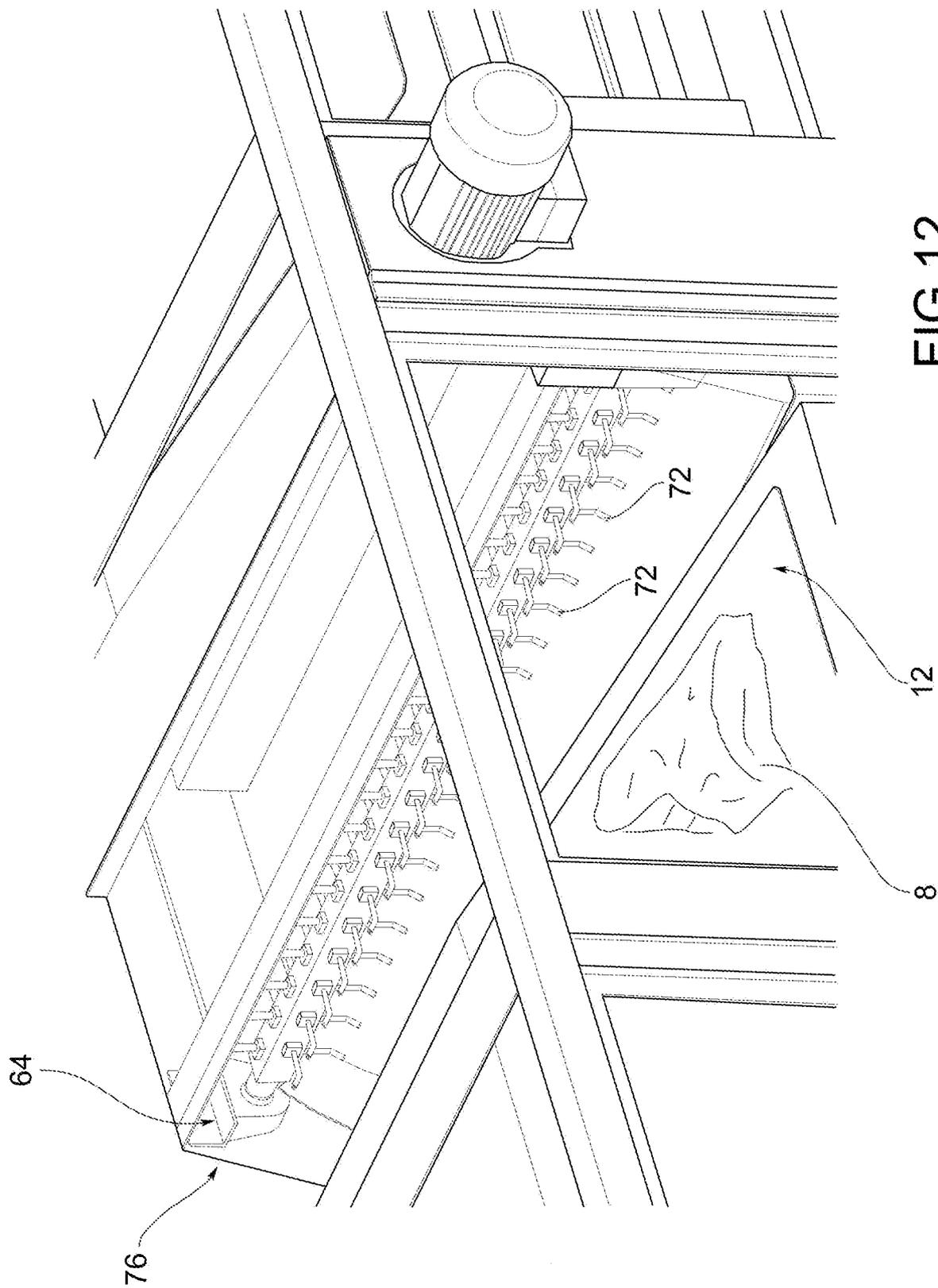


FIG. 12

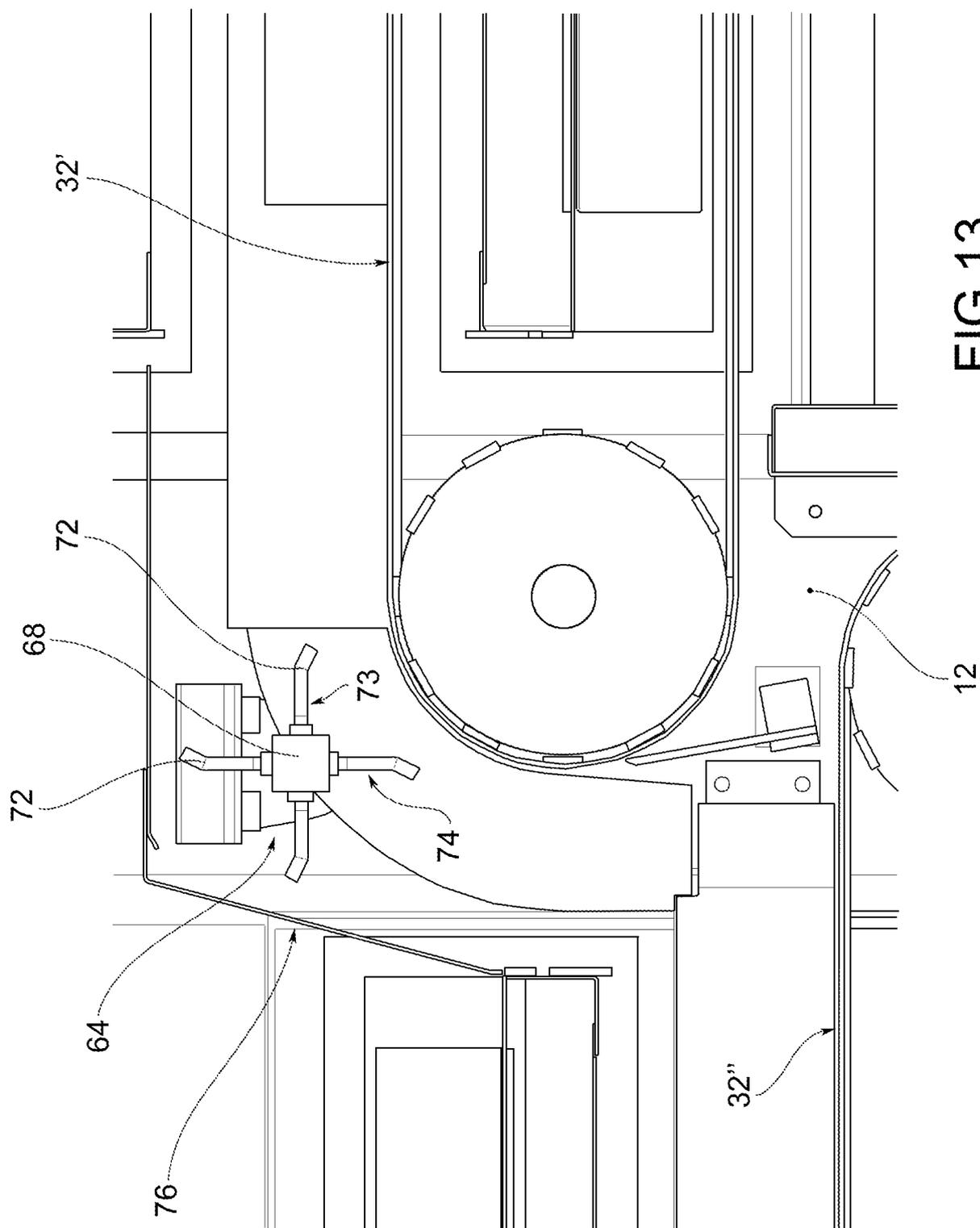


FIG.13