

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102023000007455
Data Deposito	18/04/2023
Data Pubblicazione	18/10/2024

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	24	B	7	02

Titolo

Apparato e metodo per il trattamento termico del legno
--

"Apparato e metodo per il trattamento termico del legno"

Titolare: PAGNOZZI Ernesto

Inventore: PAGNOZZI Ernesto.

5

DESCRIZIONE

Settore tecnico dell'invenzione

[0001] La presente descrizione si riferisce al settore tecnico degli apparati e dei metodi per il trattamento termico del legno.

10

Sfondo tecnologico dell'invenzione

[0002] I metodi di trattamento termico del legno attualmente utilizzati nell'industria consistono sostanzialmente nell'esecuzione in sequenza delle seguenti tre fasi:

15

- preriscaldamento del legno precedentemente essiccato per portarlo a valori d'umidità residua prossimi allo zero all'interno di una cella di trattamento fino a che la sua temperatura raggiunge la temperatura di inizio di pirolisi, compresa in un intervallo di temperature di circa 180°C - 230°C, con artifici che ne impediscano la combustione;

20

- trattamento termico vero e proprio, che consiste nel mantenere il legno nel suddetto intervallo di temperature per un tempo prestabilito, impedendone comunque e sempre la combustione;

25

- raffreddamento del legno fino a portarlo a temperature comunque inferiori a 100°C, per poter successivamente esporre il legno all'ambiente esterno senza pericoli di combustione e/o problemi di shock termici della materia
5 legnosa.

[0003] Il brevetto europeo EP 2535156 B1 descrive alcune forme di realizzazione di un apparato comprendente una cella autoclave per il trattamento termico del legno ad alta temperatura. In particolare, l'apparato descritto
10 comprende:

1) un'autoclave, all'interno della quale è definita una camera di trattamento termico atta a contenere il legno a tenuta di vuoto, dotata di un portellone a tenuta stagna per l'introduzione e l'estrazione nella camera di
15 trattamento termico di un carrello di supporto di una catasta di legname che deve essere sottoposta al trattamento termico stesso;

2) un sistema di riscaldamento dell'interno della camera di trattamento termico, che può essere formato da batterie
20 elettriche, o da radiatori a tubi alettati per il riscaldamento tramite vapore e/o olio diatermico, o da una camicia d'olio diatermico esterna alla camera di trattamento termico;

3) un sistema di ventilazione comprendente uno o più
25 ventilatori atti a trasferire l'energia termica dal sistema

di riscaldamento alla materia legnosa tramite circuitazione del gas interno alla camera di trattamento termico;

4) un gruppo di pompaggio a vuoto, comprendente una pompa
5 a vuoto e, eventualmente, un condensatore che è interposto fra la pompa a vuoto e la camera di trattamento termico, atto a condensare qualsiasi vapore e/o gas uscente dal legno, al fine di poter provvedere al suo stoccaggio in un opportuno serbatoio ed al suo smaltimento;

10 5) un sistema di raffreddamento del legno, che può variare nella sua attuazione a seconda della versione del metodo di riscaldamento;

6) un sistema di sicurezza ed allarme che consente di segnalare e/o gestire eventuali situazioni di pericolo.

15 **[0004]** In particolare, nella configurazione di figura 1a del suindicato brevetto europeo EP 2535156 B1, l'apparato di trattamento termico del legno comprende un sistema di riscaldamento avente resistenze elettriche disposte all'interno della camera di trattamento termico ed avente
20 inoltre un sistema di raffreddamento ad aria comprendente una camicia di circolazione d'aria disposta attorno alla camera di trattamento termico. Dunque, nella suddetta configurazione, il riscaldamento della camera di trattamento termico richiede un notevole consumo di energia
25 elettrica.

[0005] Come noto, l'attuale situazione economica e geopolitica internazionale ha portato ad un notevole incremento del costo dell'energia elettrica, così come anche del gas e del gasolio. Questa situazione ha reso
5 particolarmente costosi i processi di trattamento termico del legno poiché questi richiedono notevoli consumi energetici. Inoltre, tali consumi energetici sono attualmente poco compatibili con le esigenze di seguito elencate:

- 10 1) Riduzione dell'inquinamento mondiale;
- 2) Richiesta crescente di fonti di energia termica non inquinanti;
- 3) Smaltimento dei rifiuti-scarti della materia legnosa, che rappresentano il 70% della produzione totale del legno;
- 15 4) Richiesta crescente e costi elevati dell'energia elettrica, del gas e del gasolio;
- 5) Semplificazione e manutenzione dei sistemi di produzione di energia termica.

[0006] Lo scopo della presente invenzione è quello di
20 mettere a disposizione una soluzione che consenta di risolvere in tutto o in parte le problematiche sopra descritte con riferimento agli apparati ed ai metodi di trattamento termico del legno della tecnica nota.

[0007] Questo ed altri scopi sono conseguiti tramite un
25 apparato di trattamento termico del legno come definito

nella rivendicazione 1 nella sua forma più generale, e nelle rivendicazioni da essa dipendenti in alcune forme di esecuzione particolari. Tali scopi sono inoltre conseguiti tramite un metodo di trattamento termico del legno come
5 definito nella rivendicazione 12.

[0008] L'invenzione sarà meglio compresa dalla seguente descrizione dettagliata di sue forme di esecuzione, fatta a titolo esemplificativo e pertanto in nessun modo limitativo in relazione agli allegati disegni, in cui:

10 - la figura 1 mostra una vista isometrica di una parte di un apparato per il trattamento termico del legno in accordo ad una forma di realizzazione non limitativa della presente invenzione;

- la figura 2 mostra una vista schematica in sezione
15 trasversale dell'apparato di trattamento termico del legno di figura 1 in una configurazione operativa di riscaldamento;

- la figura 3 mostra una vista schematica in sezione trasversale dell'apparato di trattamento termico di figura
20 1 in una configurazione operativa di raffreddamento;

- la figura 4 mostra una vista schematica in sezione trasversale di una seconda forma di realizzazione di un apparato di trattamento termico del legno nella configurazione operativa di riscaldamento.

25 **[0009]** Nelle annesse figure elementi uguali o simili

saranno indicati mediante gli stessi segni di riferimento.

[0010] In figura 1 è mostrata una forma di realizzazione esemplificativa e non limitativa di una parte di un apparato 1 di trattamento termico del legno in accordo ad
5 una forma di realizzazione non limitativa della presente invenzione. Nella presente descrizione, l'apparato di trattamento termico 1 sarà anche denominato più brevemente apparato 1 o apparato di trattamento termico 1.

[0011] L'apparato di trattamento termico del legno 1
10 comprende una cella 2 comprendente una camera di trattamento termico 3 atta ad ospitare una massa di legno 4 da trattare termicamente. Preferibilmente, la massa di legno 4 comprende una pluralità di tavole di legno 40 disposte in modo da formare una catasta.

15 [0012] Ad esempio, la cella 2 è, o comprende, un corpo contenitore 16 ad esempio scatolare o cilindrico che si estende lungo un asse di prevalente estensione longitudinale X-X fra due opposte porzioni di estremità 2a, 2b. L'asse di prevalente estensione longitudinale X-X,
20 in una normale configurazione di utilizzo dell'apparato 1 è convenientemente un asse orizzontale o un asse sostanzialmente orizzontale. Le pareti esterne del corpo contenitore 16 sono preferibilmente realizzate in acciaio, ad esempio acciaio inox.

25 [0013] Ad esempio, lungo l'asse di prevalentemente

estensione longitudinale X-X, il corpo contenitore 16 ha una lunghezza compresa nell'intervallo 6 - 15 metri. Nel caso in cui il corpo contenitore 16 sia un corpo contenitore scatolare, detto corpo 16 ha ad esempio una
5 sezione trasversale rettangolare i cui lati, ad esempio, hanno una lunghezza compresa nell'intervallo 2-4 metri. Nel caso in cui il corpo contenitore 16 sia un corpo contenitore cilindrico esso ha ad esempio ha un diametro compreso nell'intervallo 2 metri - 4 metri. La massa di
10 legno 4 da trattare termicamente ha ad esempio un volume compreso nell'intervallo 6 m^3 - 70 m^3 . Ogni qualvolta nella presente descrizione si indica un intervallo di valori, i valori estremi dell'intervallo devono intendersi come inclusi nell'intervallo.

15 **[0014]** Preferibilmente, almeno una delle due porzioni di estremità 2a, 2b del corpo contenitore 16, nell'esempio la porzione di estremità 2a, è una porzione di estremità aperta e la cella 2 comprende un portellone a tenuta di vuoto 30 atto ad essere aperto e chiuso rispettivamente
20 per aprire ed occludere la porzione di estremità aperta 2a. Il portellone a tenuta di vuoto 30 è ad esempio girevolmente incernierato al corpo contenitore 16, preferibilmente mediante una cerniera cilindrica avente convenientemente un asse di cerniera verticale o
25 sostanzialmente verticale.

- [0015] Nella configurazione operativa di apertura, mostrata in figura 1, il portellone a tenuta di vuoto 30 consente di introdurre la massa di legno 4 da trattare nella camera di trattamento termico 3 e di estrarre la massa di legno 4 dopo il trattamento termico dalla camera di trattamento termico 3. Nella configurazione operativa di chiusura, non mostrata nelle figure, il portellone a tenuta di vuoto 30 consente di chiudere ermeticamente la camera di trattamento termico 3.
- 10 [0016] In accordo ad una forma di realizzazione vantaggiosa, la massa di legno 4 poggia su un carrello di supporto 41, ad esempio munito di ruote. La camera di trattamento termico 3 comprende un binario interno 31 di scorrimento del carrello di supporto 41. Preferibilmente,
- 15 l'apparato 1 comprende inoltre un binario esterno 32, che è esterno alla camera di trattamento termico 3, sul quale il carrello di supporto 41 e la massa di legno 4 possono essere poggiati prima di essere introdotti nella camera di trattamento termico 3 e dopo essere estratti dalla camera
- 20 di trattamento termico. Vantaggiosamente, il binario esterno 32 è mobile in modo da poter essere disposto contiguo ed allineato al binario interno 31 per far traslare il carrello di supporto 41 nell'inserimento del carrello 41 e della massa di legno 4 nella camera di
- 25 trattamento 3 e per poter essere poi spostato al fine di

consentire la chiusura del portellone a tenuta di vuoto
30. Dopo il trattamento termico e dopo il raffreddamento
della massa di legno 4 ed inoltre dopo l'apertura del
portellone a tenuta di vuoto, il binario esterno 32 può
5 essere riposizionato allineato e contiguo al binario
interno 31 per consentire l'estrazione della massa di legno
4 dalla camera di trattamento termico 3.

[0017] La cella 2 comprende una camicia di circolazione
d'aria 5 disposta esternamente alla camera di trattamento
10 termico 3 che è adiacente alla camera di trattamento
termico 3 ed è fluidicamente isolata dalla camera di
trattamento termico 3 da almeno una parete di separazione
6. Detta almeno una parete di separazione 6 è una parete
termicamente conduttiva ed è ad esempio realizzata in
15 acciaio inox o in alluminio o in una lega metallica ad
elevata conducibilità termica.

[0018] Con riferimento alle figure 2 e 3, la camicia di
circolazione d'aria 5 comprende un collettore d'ingresso 7
per immettere aria nella camicia di circolazione d'aria 5
20 ed un collettore di uscita 8 per estrarre aria dalla
camicia di circolazione d'aria 5.

[0019] Convenientemente, la cella 2 comprende uno strato
di coibentazione termica 15 che riveste la camicia di
circolazione d'aria 5 dalla parte opposta rispetto alla
25 camera di trattamento termico 3. Detto strato di

coibentazione termica 15 è dunque disposto fra la parete di separazione 6 ed una parete esterna del corpo contenitore 16.

[0020] In accordo ad una forma di realizzazione vantaggiosa, la camicia di circolazione d'aria 5 circonda trasversalmente almeno in parte la camera di trattamento termico 3. Più vantaggiosamente, la camicia di circolazione d'aria 5 circonda trasversalmente, ad esempio circomferenzialmente, con continuità o con sostanziale continuità almeno un tratto longitudinale della camera di trattamento termico 3, ad esempio un tratto longitudinale almeno pari al 50%, o preferibilmente almeno pari al 90%, dell'estensione longitudinale della camera di trattamento termico 3.

[0021] In accordo ad una forma di realizzazione vantaggiosa, l'apparato 1 comprende un sistema di ventilazione avente uno o più ventilatori 18 disposti all'interno della camera di trattamento termico 3 atti a trasferire alla massa legnosa l'energia termica del fluido contenuto all'interno della camera di trattamento termico 3, che ad esempio può essere aria o un gas inerte.

[0022] L'apparato di trattamento termico del legno 1 comprende inoltre un sistema di riscaldamento e raffreddamento della camera di trattamento termico 3, atto ad assumere una configurazione operativa di riscaldamento

ed una configurazione operativa di raffreddamento. Nella configurazione operativa di riscaldamento, il sistema di riscaldamento e raffreddamento consente di riscaldare la camera di trattamento termico 3. Inoltre, nella
5 configurazione operativa di raffreddamento, il sistema di riscaldamento e raffreddamento consente di raffreddare la camera di trattamento termico 3.

[0023] Il sistema di riscaldamento e raffreddamento comprende un condotto di ricircolo 9a, 9b, o un percorso
10 fluidico di ricircolo 9a, 9b, che nella configurazione operativa di riscaldamento è connesso fra il collettore di ingresso 7 ed il collettore di uscita 8 in modo che in tale condotto di ricircolo 9a, 9b passi un flusso di aria che viene immesso nella, ed estratto dalla, camicia di
15 circolazione d'aria 5. Con riferimento alla figura 2, nella configurazione operativa di riscaldamento, il condotto di ricircolo 9a, 9b e la camicia di circolazione d'aria 5 formano un circuito chiuso, più precisamente un percorso fluidico chiuso. Ad esempio, il condotto di ricircolo 9a,
20 9b comprende una tubazione di mandata di aria 9a ed una tubazione di ritorno di aria 9b.

[0024] Il sistema di riscaldamento e raffreddamento comprende inoltre un gruppo riscaldante 10 configurato per riscaldare aria transitante nel condotto di ricircolo 9a,
25 9b per combustione di scarti di legno derivanti dalla

lavorazione del legno, cioè sfruttando energia termica prodotta dalla combustione di materiale legnoso di scarto risultante dalla lavorazione del legno. Preferibilmente, il gruppo riscaldante 10 riscalda aria transitante lungo
5 un tratto limitato del condotto di ricircolo 9a, 9b ed è ad esempio disposto fra la tubazione di ritorno di aria 9b e la tubazione di mandata di aria 9b. La tubazione di mandata di aria 9a è dunque una tubazione di mandata di aria relativamente più calda e la tubazione di ritorno di
10 aria 9b è una tubazione di ritorno di aria relativamente meno calda.

[0025] Il sistema di riscaldamento e raffreddamento comprende inoltre mezzi deviatori di flusso 11a, 11b configurabili o controllabili per aprire il suddetto
15 circuito chiuso nella configurazione operativa di raffreddamento del sistema di riscaldamento e raffreddamento. Tali mezzi deviatori di flusso 11a, 11b sono di conseguenza tali da aprire il suddetto circuito chiuso nella configurazione operativa di raffreddamento
20 del sistema di riscaldamento e raffreddamento. Preferibilmente, i mezzi deviatori di flusso 11a, 11b nella configurazione operativa di raffreddamento sono tali da interrompere la comunicazione fluidica fra la camicia di circolazione di aria 5 ed il condotto di ricircolo 9a, 9b.
25 La configurazione operativa di raffreddamento è

schematicamente rappresentata in figura 3. Preferibilmente, i mezzi deviatori di flusso 11a, 11b sono controllati elettronicamente per stabilire ed interrompere la comunicazione fluidica fra la camicia di circolazione di aria 5 ed il condotto di ricircolo 9a, 9b.

[0026] In accordo ad una forma di realizzazione vantaggiosa, i mezzi deviatori di flusso 11a, 11b comprendono almeno una valvola deviatrice di flusso 11a disposta a monte del collettore di ingresso 7 e/o una valvola deviatrice di flusso 11b disposta a valle del collettore di uscita 8. Preferibilmente, detta almeno una valvola deviatrice 11a, 11b comprende almeno valvola a portello.

[0027] In accordo ad una forma di realizzazione particolarmente vantaggiosa, l'apparato di trattamento termico 1 comprende mezzi atti ad imporre una circolazione forzata di aria nel circuito chiuso e nella camicia di circolazione d'aria 5. Ad esempio, detti mezzi atti ad imporre una circolazione forzata di aria nel circuito chiuso e nella camicia di circolazione d'aria 5 comprendono almeno un ventilatore 12a, 12b, preferibilmente almeno un ventilatore centrifugo 12a, 12b. Preferibilmente, detto almeno un ventilatore 12a, 12b comprende un primo ventilatore 12a disposto a monte del collettore di ingresso 7 ed un secondo ventilatore 12b posto a valle del

collettore di uscita 8. Nel caso in cui si desideri utilizzare soltanto un ventilatore, risulta conveniente prevedere che detto ventilatore sia configurato e disposto per aspirare aria dalla camicia di circolazione d'aria 5 e
5 sia ad esempio il ventilatore 12b disposto a valle del collettore di uscita 8.

[0028] In accordo ad una forma di realizzazione vantaggiosa, i suddetti mezzi atti ad imporre una circolazione forzata di aria nel circuito chiuso e nella
10 camicia di circolazione di aria 5 consentono di imporre una circolazione forzata di aria nella camicia di circolazione di aria 5 sia nella configurazione operativa di riscaldamento sia nella configurazione operativa di raffreddamento.

15 [0029] In accordo ad una forma di realizzazione vantaggiosa, nella configurazione operativa di riscaldamento, il sistema di riscaldamento e raffreddamento è tale far raggiungere all'interno della camera di trattamento termico 3 una temperatura compresa
20 nell'intervallo 180°C-230°C. In questo intervallo di temperature avviene la modificazione della struttura legnosa della massa di legno 4 attraverso molteplici reazioni chimico-fisiche delle sostanze costituenti la stessa. Tali molteplici reazioni termochimiche inducono le
25 seguenti macroscopiche modificazioni delle caratteristiche

del legno:

- COLORE: variazione (scurimento) ed omogeneizzazione del colore in tutto lo spessore del legno, la cui intensità può essere controllata tramite opportune regolazioni dei
5 parametri di processo, ossia temperatura, pressione e tempo di esposizione;
 - DURABILITA': miglioramento della sua durabilità, nel senso che il legno trattato diventa più resistente agli attacchi di funghi ed altri microorganismi xilofagi e
10 quindi specie legnose "tenere" con classe di durabilità 5 quali conifere (come abete, pino e larice) di facile reperibilità e basso valore economico, possono raggiungere la classe 1, tipica di legni "duri" notoriamente considerati molto durabili (come rovere, castagno e teak),
15 il cui valore economico può essere di 3-10 volte superiore a quello delle conifere;
 - IGROSCOPICITA': riduzione della igroscopicità del legno, ossia della sua capacità di assumere o assorbire l'umidità dell'ambiente circostante, rendendolo quasi insensibile
20 alle variazioni climatiche (temperatura e umidità dell'aria);
- STABILITA' DIMENSIONALE: come conseguenza della riduzione dell'igroscopicità, il legno acquista una grande stabilità dimensionale in riferimento alle variazioni dell'umidità
25 ambientale, il cui effetto si riflette nella qualità dei

prodotti finiti (mobili, parquet, serramenti, strumenti musicali etc.) che diventano praticamente insensibili alle variazioni climatiche;

- CARATTERISTICHE MECCANICHE: è stato rilevato un
5 peggioramento del 10-15% di alcune caratteristiche
meccaniche (resistenza a trazione, compressione e taglio),
ma un importante miglioramento della durezza; in altri
termini il legno termo-trattato diventa un po' più fragile,
ma più duro. Questo fenomeno, che potrebbe essere
10 parzialmente limitativo in riferimento alla realizzazione
di travature strutturali per costruzione edilizia, è
assolutamente vantaggioso in tutte le altre applicazioni,
in quanto l'aumento della durezza non solo agevola alcune
delle lavorazioni della materia legnosa quali levigatura e
15 verniciatura, ma permette di ottenere manufatti più
resistenti alle scalfitture accidentali, risultato
fondamentale per la qualità finale dei prodotti finiti,
quali parquet, mobili e serramenti etc.

[0030] In accordo ad una forma di realizzazione
20 particolarmente vantaggiosa, l'apparato 1 comprende
inoltre un primo sensore di temperatura 14a, atto a
misurare la temperatura del flusso di aria in ingresso alla
camicia di circolazione d'aria 5, ed un secondo sensore di
temperatura 14b, atto a misurare la temperatura di aria in
25 uscita dalla camicia di circolazione d'aria 5. In tal modo,

nella configurazione operativa di riscaldamento, il controllo sistema di riscaldamento e raffreddamento può essere effettuato sulla base di una differenza di temperatura fra la temperatura del flusso di aria in
5 ingresso e la temperatura di aria in uscita, ad esempio in modo che tale differenza risulti inferiore a 15°C ad esempio pari a 10°C o pari a circa 10°C. Il controllo del sistema di riscaldamento e raffreddamento può ad esempio essere effettuato controllando i mezzi atti ad imporre una
10 circolazione forzata di aria nel circuito chiuso e nella camicia di circolazione d'aria, ad esempio la velocità del ventilatore 12a e/o del ventilatore 12b. In aggiunta o in alternativa, il controllo del sistema di riscaldamento e raffreddamento può ad esempio essere effettuato
15 controllando il gruppo di riscaldamento 10, in modo da diminuire o aumentare la potenza di riscaldamento dello stesso.

[0031] Convenientemente, il primo sensore di temperatura 14a è disposto nel collettore di ingresso 7 o
20 immediatamente a monte dello stesso ed il secondo sensore di temperatura 14b è disposto nel collettore di uscita 8 o immediatamente a valle dello stesso.

[0032] In accordo ad un a forma di realizzazione vantaggiosa, l'apparato di trattamento termico 1 comprende
25 inoltre una pompa a vuoto 13 operativamente connessa, ad

esempio tramite una tubazione 19, alla camera di trattamento termico 3 e configurata per indurre all'interno della camera di trattamento termico 3 un grado di vuoto compreso nell'intervallo 70-350 mBar di pressione assoluta. La pompa a vuoto 13 nella configurazione operativa di riscaldamento consente di aspirare dalla camera di trattamento termico 3 sostanze che si sprigionano a seguito del riscaldamento della massa legnosa. Queste sostanze possono essere condensate prevedendo un condensatore operativamente interposto fra la camera di trattamento termico 3 e la pompa a vuoto 13 e comunicante con un serbatoio di stoccaggio di dette sostanze. In questo modo, tali sostanze possono essere smaltite riducendo al minimo l'impatto ambientale. Inoltre, grazie alla combinazione di questo grado di vuoto con le temperature selezionate per il trattamento termico (intervallo 180°C-230°C) si previene la combustione della massa legnosa 4 come già spiegato in maggior dettaglio nel brevetto europeo EP 2535156 B1.

[0033] In accordo ad una forma di realizzazione vantaggiosa, come già spiegato in maggior dettaglio nel brevetto europeo EP 2535156 B1, l'apparato di trattamento termico 1 è configurato per assolvere la duplice funzione di essiccatoio sottovuoto e dispositivo per il trattamento termico, in modo da provvedere dapprima all'essiccazione

del legno con temperature comprese fra 50-100 °C e pressioni comprese fra 50-350 mBar, in modo da non danneggiare il legno stesso pur abbassandone l'umidità fino a valori prossimi allo zero, e, successivamente, poterlo
5 esporre alle "brutali" temperature del trattamento di modificazione termo-chimica, con temperature di 180-230 °C e pressioni di 70-350 mBar, utilizzando sempre la stessa camera di trattamento termico 3.

[0034] In accordo ad una forma di realizzazione
10 vantaggiosa, il gruppo di riscaldamento 10 comprende un generatore di aria calda 20 a legna, ad esempio una caldaia che genera aria calda dalla combustione del legno. In questa forma di realizzazione, il gruppo di riscaldamento 10 comprende inoltre un silos di stoccaggio 21 di scarti
15 di legno derivanti dalla lavorazione del legno ed un sistema di trasporto automatico 22 operativamente interposto fra il silos di stoccaggio 21 ed il generatore di aria calda 20 a legna e configurato per alimentare il generatore di aria calda 20 a legna con scarti del legno
20 contenuti nel silos di stoccaggio 21. Il sistema di trasporto automatico 22 comprende ad esempio un convogliatore a coclea preferibilmente controllabile in modo automatico in base all'energia termica richiesta nella configurazione operativa di riscaldamento. Nella
25 configurazione operativa di riscaldamento (figura 2), il

generatore di aria calda 20 è acceso e viene alimentato. Nella configurazione operativa di raffreddamento (figura 3), il generatore di aria calda 20 è spento e non è alimentato.

5 **[0035]** In accordo ad una forma di realizzazione vantaggiosa, l'apparato di trattamento termico 1 comprende una unità di controllo elettronico, non mostrata nelle figure, operativamente connessa al sistema di riscaldamento e raffreddamento e configurata, cioè
10 programmata, per controllare il funzionamento del sistema di riscaldamento e raffreddamento. Tale unità di controllo elettronico è ad esempio operativamente connessa: al primo sensore 14a e/o al secondo sensore 14b e/o al gruppo di riscaldamento 10 e/o ai mezzi atti ad imporre una
15 circolazione forzata di aria nel circuito chiuso e nella camicia di circolazione d'aria e ai mezzi deviatori di flusso 11a, 11b e/o al sistema di ventilazione 18 e/o ad uno o più sensori atti a misurare la temperatura e/o la pressione e/o l'umidità all'interno della camera di
20 trattamento termico 3. L'unità di controllo elettronico comprende ad esempio un PLC ("Programmable Logic Controller").

[0036] In figura 4 è schematicamente rappresentata una seconda forma di realizzazione dell'apparato di
25 trattamento termico del legno 1, che differisce

dall'apparato finora decritto con riferimento alle figure 1-3 per il fatto che il gruppo di riscaldamento 10 comprende uno scambiatore di calore olio-diatermico aria 30 o uno scambiatore di calore vapore-saturo aria 30 atto
5 a trasferire energia termica da olio diatermico o da vapore saturo ad aria circolante nel condotto di ricircolo 9a, 9b. In ogni caso, anche in questa forma realizzativa l'olio diatermico ed il vapore saturo possono essere prodotti sfruttando energia termica sviluppata dalla combustione di
10 scarti di legno.

[0037] Si osservi che la descrizione sopra fatta per l'apparato di trattamento termico del legno 1 corrisponde anche alla descrizione di un metodo di trattamento termico del legno comprendente le fasi di:

- 15 - disporre una massa di legno da trattare 4 in una cella 2 comprendente una camera di trattamento termico 3 atta ad ospitare detta massa di legno 4 da trattare, in cui la cella 2 comprende una camicia di circolazione d'aria 5 disposta esternamente alla camera di trattamento termico 3
20 che è adiacente alla camera di trattamento termico 3 ed è fluidicamente isolata dalla camera di trattamento termico 3 da almeno una parete di separazione 6;
- riscaldare una massa d'aria tramite combustione di scarti di lavorazione del legno ed immettere detta massa d'aria
25 riscaldata nella camicia circolazione d'aria 5 facendola

passare per un condotto di ricircolo operativamente
connesso alla camicia di circolazione d'aria 5 per
riscaldare l'interno della camera di trattamento termico
ed eseguire un trattamento termico del legno ad una
5 temperatura compresa nell'intervallo 180,00 °C - 230,00
°C.

[0038] Al termine di detto trattamento termico, il metodo
comprende inoltre una fase di raffreddare detta massa di
legno aprendo il condotto di ricircolo per immettere aria
10 aspirata dall'ambiente esterno all'interno della camicia
di circolazione d'aria 5 ed abbassare progressivamente la
temperatura all'interno della camera di trattamento
termico 3.

[0039] Sarà ora descritto un esempio non limitativo di
15 funzionamento dell'apparato di trattamento termico del
legno 1 sopra descritto con riferimento alle figure 1-3.

[0040] Il trattamento termico sottovuoto si svolge
preferibilmente in quattro fasi successive, in cui
l'apparato assume la configurazione di figura 2:

20 Fase 0: Preriscaldamento del legno che avviene alla
pressione assoluta di 300 mBar (vuoto) con incremento
costante di temperatura da quella ambiente fino a
raggiungere quella di inizio trattamento pari a 180 °C;

Fase 1: primo gradino di pressione (ad esempio, per portare
25 la pressione assoluta a 316 mBar) e temperatura (192°C) ed

attesa fino al raggiungimento da parte del legno della temperatura di fase 1;

Fase 2: secondo gradino di pressione (ad esempio, per portare la pressione assoluta a 333 mBar) e temperatura
5 (203°C) ed attesa fino al conseguimento da parte del legno della temperatura di fase 2;

Fase 3: terzo gradino di pressione (ad esempio per portare la pressione assoluta a 350 mBar) e temperatura (215°C), che sono i valori finali di trattamento, e mantenimento
10 degli stessi per il tempo necessario ad assicurare l'efficacia del trattamento.

[0041] Al termine della fase 3 viene avviata la fase di raffreddamento: questa fase consiste nel portare l'apparato nella configurazione di figura 3 per far
15 circolare nella camicia di circolazione d'aria 3 aria fredda dell'ambiente al fine di produrre il raffreddamento del legno ad una temperatura finale di 40-60°C.

[0042] Ad esempio, nella fase di raffreddamento sono eseguite le operazioni di seguito indicate:

- 20 I. Spegnimento del generatore di aria calda 20 tramite interruzione dell'alimentazione degli scarti di legname;
II. Disattivazione del ventilatore 12a;
III. Apertura della valvola 11a per permettere l'aspirazione dell'aria fredda dell'ambiente;
25 IV. Mantenimento del funzionamento del ventilatore 12b

per la circolazione forzata dell'aria fredda nella camicia 3;

V. Apertura della valvola a portello 11b per la fuoriuscita dell'aria aspirata dalla camicia 3.

5 [0043] Per quanto concerne in funzionamento della forma di realizzazione di figura 4 il funzionamento è del tutto simile a quello sopra descritto, salvo il fatto che ad esempio il gruppo di riscaldamento 10 comprende una valvola 32 che consente di attivare il flusso di olio-diatermico o
10 vapore sature nello scambiatore 30 nella configurazione operativa di riscaldamento e di interrompere detto flusso nella configurazione operativa di raffreddamento.

[0044] In base a quanto sopra descritto, è possibile dunque comprendere come l'apparato ed il metodo di
15 trattamento termico proposti consentano di conseguire pienamente gli scopi prefissi con riferimento allo stato della tecnica nota. Infatti, l'apparato ed il metodo di trattamento termico proposti consentono di:

- 1) Ridurre l'inquinamento mondiale;
- 20 2) Far fronte ad una richiesta crescente di fonti di energia termica non inquinanti;
- 3) Smaltire i rifiuti-scarti della materia legnosa, che rappresentano il 70% della produzione totale del legno;
- 25 4) Aggirare il problema dato dalla richiesta crescente e

costi elevati dell'energia elettrica e/o gas e/o gasolio;

5) Aumentare la sicurezza delle operazioni di trattamento termico del legno.

5 [0045] In merito ai punti 1)-3) va osservato infatti che dal punto di vista dell'inquinamento l'uso dei residui-scarti del legno come combustibile è un fatto fondamentale, tenuto conto dei seguenti fattori:

- la quantità di CO₂ emessa dal legno nella combustione è
10 pari a quella che l'albero ha assorbito quando era in vita e pertanto non vi è sostanzialmente aumento della CO₂;

- bruciando combustibili fossili quali carbone e derivati del petrolio, si rimettono in atmosfera quantità di CO₂ assorbite dalle foreste milioni di anni fa e quindi si
15 aumenta la concentrazione di CO₂;

- si determina automaticamente uno smaltimento dei residui-scarti di legno, perché questi sono inceneriti durante la loro combustione.

[0046] Fermo restando il principio della presente
20 invenzione, le forme di attuazione ed i particolari di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto è stato descritto ed illustrato a puro titolo di esempio non limitativo, senza per questo uscire dall'ambito di tutela come definito nelle annesse rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Apparato (1) per il trattamento termico del legno
comprendente:

- una cella (2) comprendente una camera di trattamento
5 termico (3) atta ad ospitare una massa di legno (4) da
trattare, in cui la cella (2) comprende una camicia di
circolazione d'aria (5) disposta esternamente alla camera
di trattamento termico (3) che è adiacente alla camera di
trattamento termico ed è fluidicamente isolata dalla camera
10 di trattamento termico (3) da almeno una parete di
separazione (6), in cui la camicia di circolazione d'aria
(5) comprende un collettore d'ingresso (7) per immettere
aria nella camicia di circolazione d'aria (5) ed un
collettore di uscita (8) per estrarre aria dalla camicia
15 di circolazione d'aria (5);

- un sistema di riscaldamento e raffreddamento della
camera di trattamento termico (3), atto ad assumere una
configurazione operativa di riscaldamento ed una
configurazione operativa di raffreddamento;

20 in cui il sistema di riscaldamento e raffreddamento
comprende:

- un condotto di ricircolo (9a, 9b) che nella
configurazione operativa di riscaldamento è connesso
fra il collettore di ingresso (7) ed il collettore
25 di uscita (8) in modo che nel condotto di ricircolo

(9a, 9b) passi un flusso di aria che viene immesso nella, ed estratto dalla, camicia di circolazione d'aria (5), in cui nella configurazione di riscaldamento il condotto di ricircolo (9a, 9b) e la
5 camicia di circolazione d'aria (5) formano un circuito chiuso;

- un gruppo riscaldante (10) configurato per riscaldare aria transitante nel condotto di ricircolo (9a, 9b) per combustione di scarti di legno
10 derivanti dalla lavorazione del legno;

- mezzi deviatori di flusso (11a, 11b) configurabili per aprire il circuito chiuso nella configurazione operativa di raffreddamento del sistema di riscaldamento e raffreddamento.

15 2. Apparato (1) per il trattamento termico del legno secondo la rivendicazione 1, in cui i mezzi deviatori di flusso (11a, 11b) comprendono almeno una valvola deviatrice di flusso (11a) disposta a monte del collettore di ingresso (7) e/o una valvola deviatrice di flusso (11b) posta a
20 valle del collettore di uscita (8).

3. Apparato (1) per il trattamento termico del legno secondo la rivendicazione 2, in cui detta almeno una valvola deviatrice di flusso (11a, 11b) comprende almeno valvola a portello.

25 4. Apparato (1) per il trattamento termico del legno

secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, comprendente mezzi atti ad imporre una circolazione forzata di aria in detto circuito chiuso ed in detta camicia di circolazione d'aria (5).

5 5. Apparato (1) per il trattamento termico del legno secondo la rivendicazione 4, in cui detti mezzi atti ad imporre una circolazione forzata di aria in detto circuito chiuso ed in detta camicia di circolazione d'aria (5) comprendono almeno un ventilatore (12a, 12b).

10 6. Apparato (1) per il trattamento termico del legno secondo la rivendicazione 5, in cui detto almeno un ventilatore (12a, 12b) comprende un primo ventilatore (12a) disposto a monte del collettore di ingresso (7) ed un secondo ventilatore (12b) posto a valle del collettore di
15 uscita (8).

7. Apparato (1) per il trattamento termico del legno secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui nella configurazione operativa di riscaldamento il sistema di riscaldamento e raffreddamento è tale far
20 raggiungere all'interno della camera di trattamento termico (3) una temperatura compresa nell'intervallo 180°C-230°C.

8. Apparato (1) per il trattamento termico del legno secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni,
25 comprendente inoltre una pompa a vuoto (13) operativamente

connessa alla camera di trattamento termico (3) e configurata per indurre all'interno della camera di trattamento termico (3) un grado di vuoto compreso nell'intervallo 70-350 mBar di pressione assoluta.

5 9. Apparato (1) per il trattamento termico del legno secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui il gruppo di riscaldamento (10) comprende un generatore di aria calda (20) a legna.

10 10. Apparato (1) per il trattamento termico del legno secondo la rivendicazione 9, in cui il gruppo di riscaldamento comprende inoltre un silos di stoccaggio (21) di scarti di legno derivanti dalla lavorazione del legno ed un sistema di trasporto automatico (22) operativamente interposto fra il silos di stoccaggio (21) ed il generatore
15 di aria calda (20) a legna e configurato per alimentare il generatore di aria calda (20) a legna con scarti del legno contenuti nel silos di stoccaggio (21).

20 11. Apparato per il trattamento termico del legno secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 8, in cui il gruppo di riscaldamento (10) comprende uno
scambiatore di calore olio-diatermico aria (30) o uno
scambiatore di calore vapore-saturo aria (30) atto a
trasferire energia termica da olio diatermico o da vapore
saturato ad aria circolante nel condotto di ricircolo (9a,
25 9b) .

12. Metodo per il trattamento termico del legno comprendente le fasi di:

- disporre una massa di legno da trattare in una cella (2) comprendente una camera di trattamento termico (3) atta
5 ad ospitare detta massa di legno (4) da trattare, in cui la cella (2) comprende una camicia di circolazione d'aria (5) disposta esternamente alla camera di trattamento termico (3) che è adiacente alla camera di trattamento termico (3) ed è fluidicamente isolata dalla camera di
10 trattamento termico (3) da almeno una parete di separazione (6);

- riscaldare una massa d'aria tramite combustione di scarti di lavorazione del legno ed immettere detta massa d'aria riscaldata nella camicia circolazione d'aria (5)
15 facendola passare per un condotto di ricircolo operativamente connesso alla camicia di circolazione d'aria (5) per riscaldare l'interno della camera di trattamento termico ed eseguire un trattamento termico del legno ad una temperatura compresa nell'intervallo 180,00
20 °C - 230,00 °C;

- al termine di detto trattamento termico, raffreddare detta massa di legno aprendo il condotto di ricircolo per immettere aria aspirata dall'ambiente esterno all'interno della camicia di circolazione d'aria (5) ed abbassare
25 progressivamente la temperatura all'interno della camera

I0202269/PLC

di trattamento termico (3).

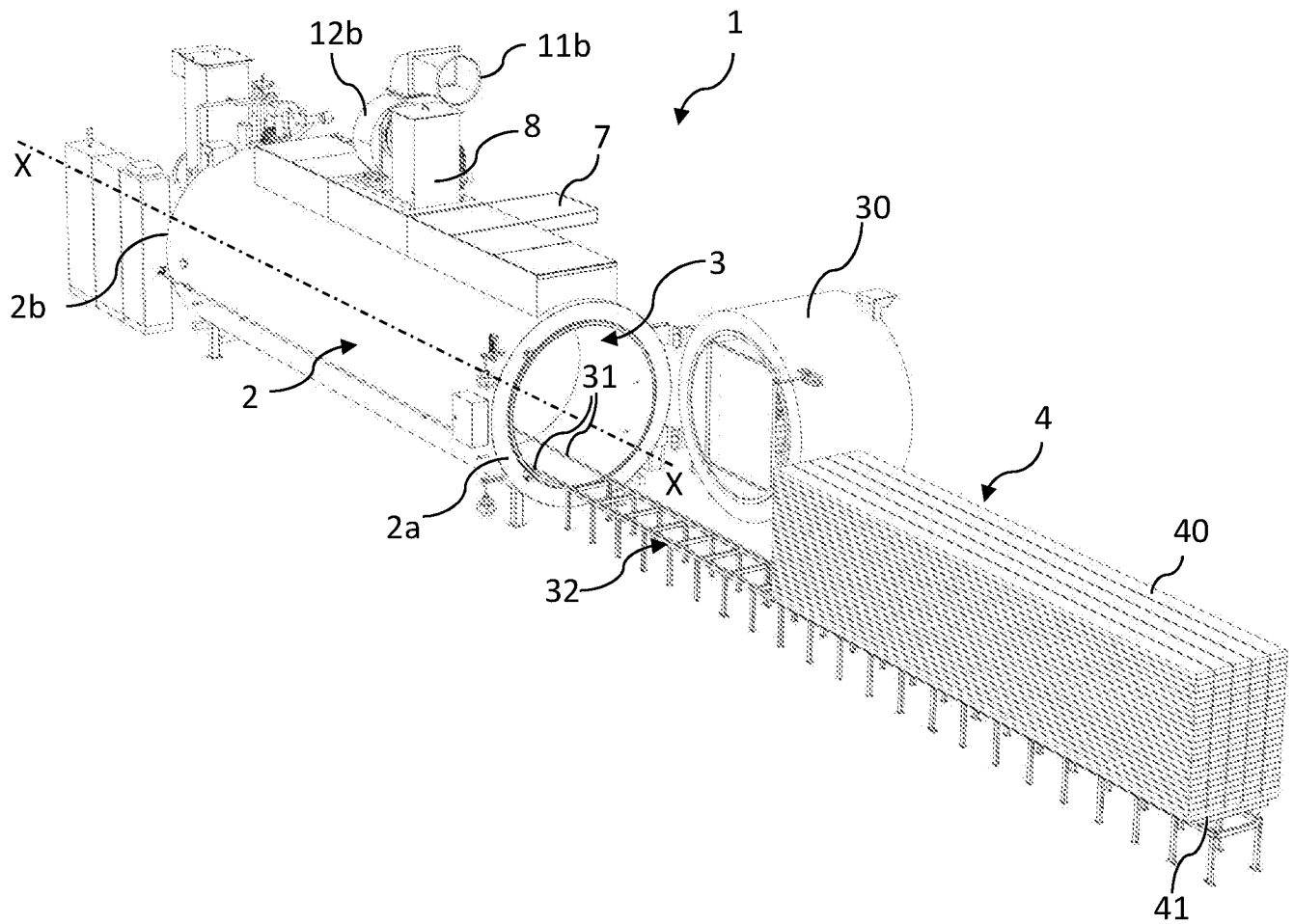


FIG. 1

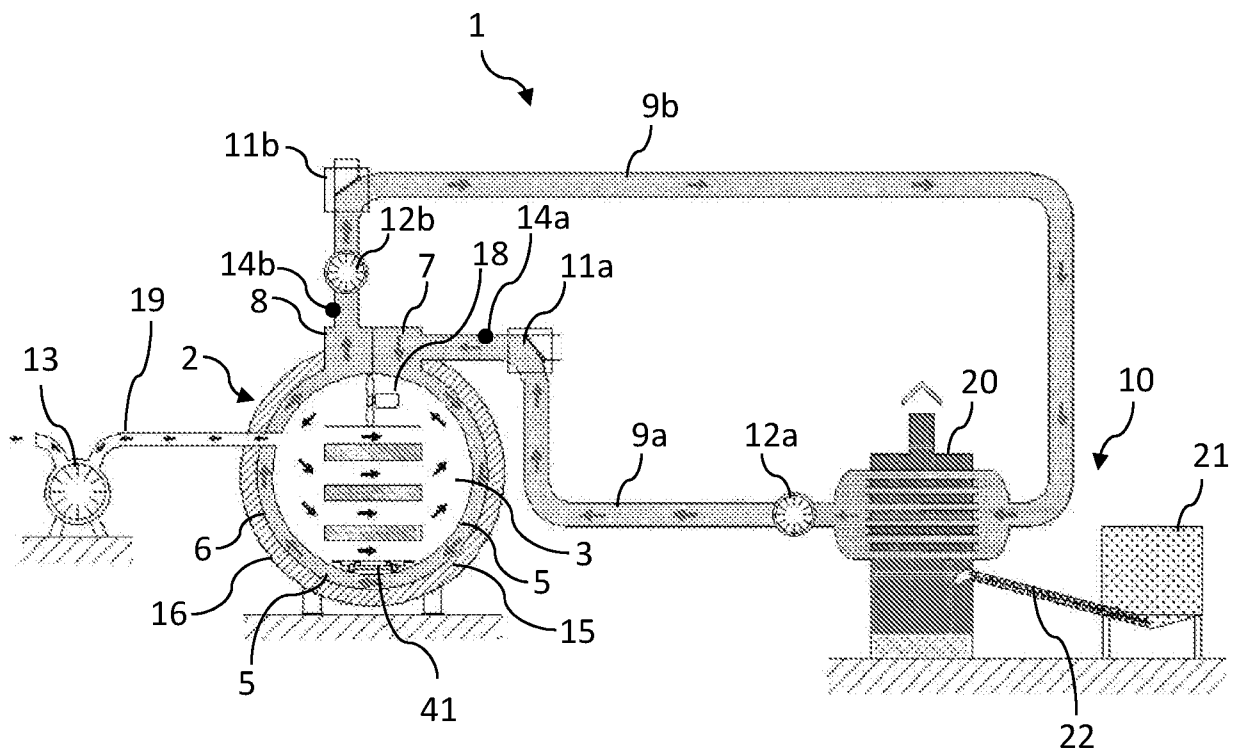


FIG. 2

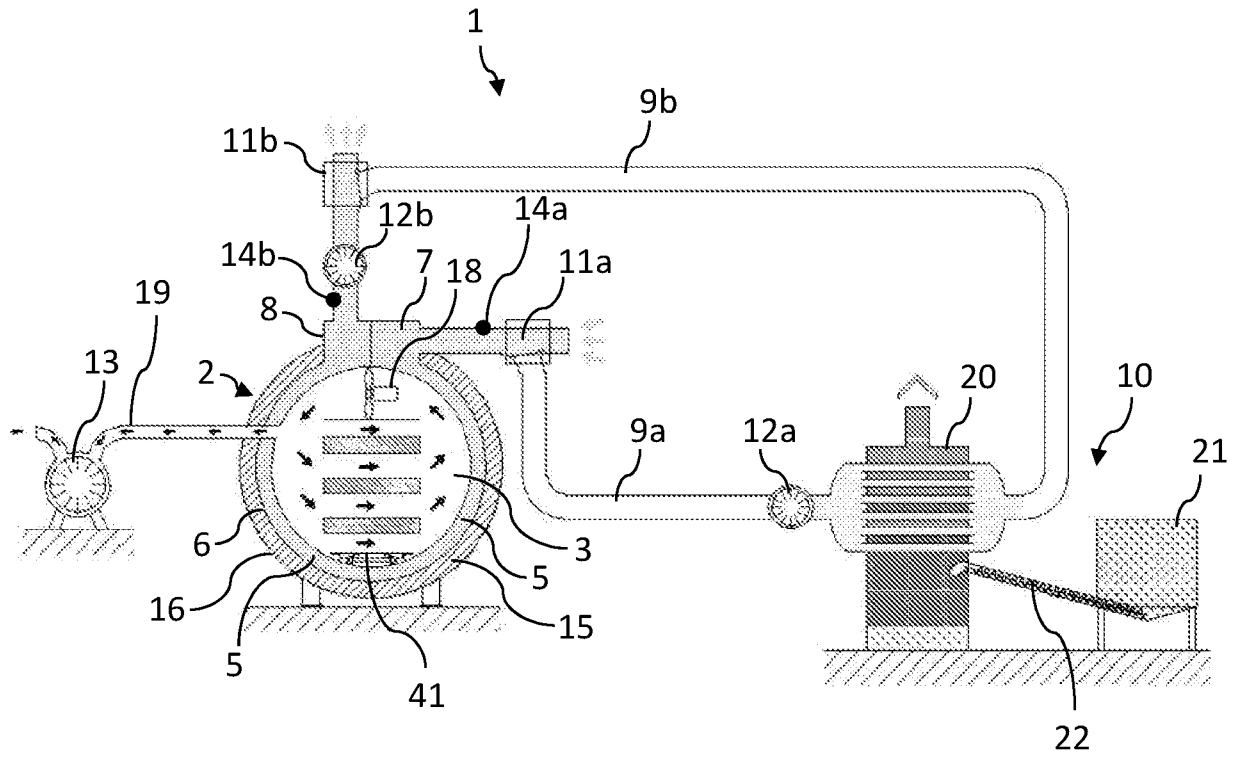


FIG. 3

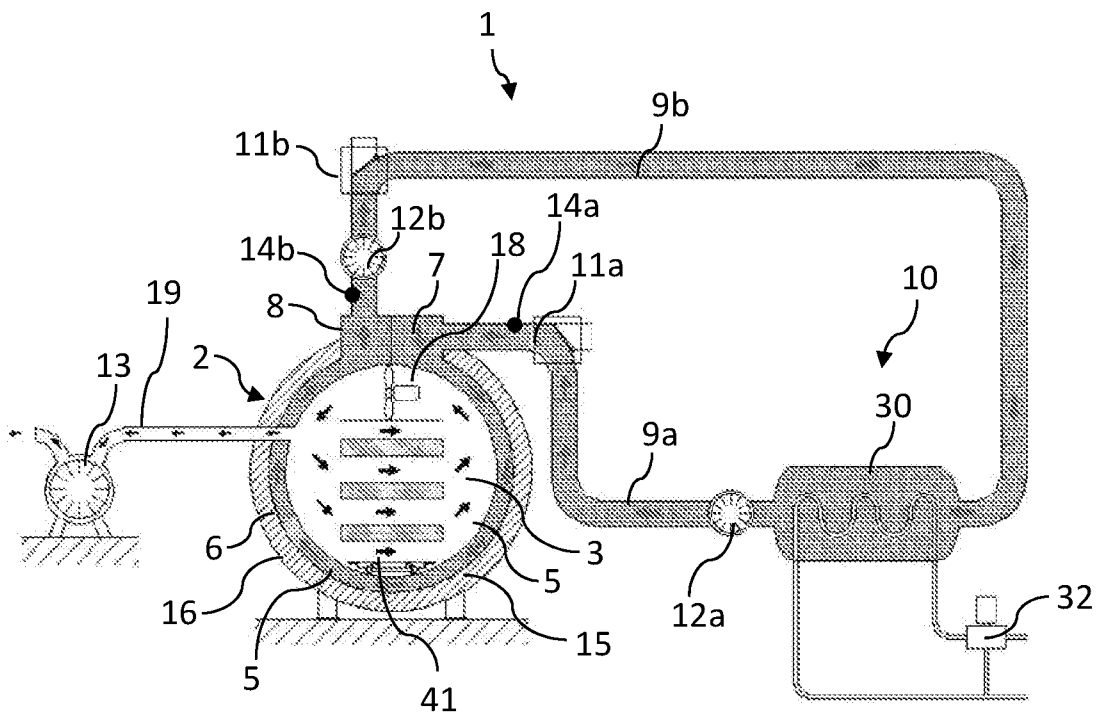


FIG. 4