

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901939307A1

Publication Date

20121026

Applicant

ZUOLO SANTE UMBERTO

Title

IMPIANTO PERFEZIONATO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE
VARIAZIONE DI CONCENTRAZIONE DI UN SOLUTO IN UN SOLVENTE

IMPIANTO PERFEZIONATO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA
MEDIANTE VARIAZIONE DI CONCENTRAZIONE DI UN SOLUTO
IN UN SOLVENTE

DESCRIZIONE

Il presente trovato ha per oggetto un impianto perfezionato per la produzione di energia mediante variazione di concentrazione di un soluto in un solvente.

E' noto che la seconda legge della termodinamica pone limiti invalicabili alla quantità di energia sfruttabile in un ciclo dal quale ci si prefigge di ottenere lavoro.

Dato per assunto che:

- l'exergia è un parametro che si ricava dalle conclusioni del ciclo di Carnot, il quale stabilisce in linea teorica la massima energia sfruttabile in un ciclo termico, una volta che siano definite la temperatura massima e la temperatura minima di lavoro;
- l'anergia, o energia inutilizzabile, si ricava per differenza tra l'energia globale messa in gioco nel ciclo, sottraendo l'exergia del ciclo stesso; è evidente che l'exergia è tanto maggiore quanto maggiore è la differenza di temperature

alle quali il ciclo lavora, e che l'energia si manifesta, ai fini dell'utilizzo, con differenti qualità a seconda delle temperature alle quali viene fornita.

Complessi bilanci energetici ed economici spesso rendono inutilizzabili vaste fonti di calore, proprio perchè il loro basso livello exergetico non risulta sufficiente a compensare i costi di impianto.

La sempre più grave crisi energetica costringe però inevitabilmente a porre l'attenzione su tali grandi riserve di energia 'di bassa qualità', le quali raramente trovano a tutt'oggi impianti il cui costo giustifichi la ricerca e lo sviluppo in questa direzione.

In tal senso, è oggetto del brevetto italiano n° 1.268.985, con data di priorità 20 luglio 1994, a nome del medesimo richiedente, un impianto per la produzione di energia mediante variazioni di concentrazione di un soluto in un solvente, la cui peculiarità è quella di comprendere, idraulicamente e termicamente collegati o isolati, - una prima apparecchiatura per operazioni diffusionali con, in entrata, uno o più flussi di

almeno una soluzione con un soluto presentante solubilità sensibile a variazioni di temperatura, ed, in uscita, almeno due primi flussi a concentrazioni diverse di detto soluto,

- almeno un dispositivo di pompaggio, per un primo flusso,

- una seconda apparecchiatura per operazioni diffusionali per il passaggio di materia secondo il fenomeno dell'osmosi tra detti due primi flussi; tale seconda apparecchiatura presenta in uscita almeno due secondi flussi dei quali almeno uno è convogliato in entrata ad un gruppo generatore, con detta prima apparecchiatura che è collocata in una prima zona a temperatura inferiore rispetto ad una seconda zona ove è collocata detta seconda apparecchiatura; le differenti temperature sono determinate da mezzi frigoriferi e/o fonti di calore.

Un simile impianto, pur progettualmente efficiente, si presta a dei perfezionamenti.

Ad esempio, si è provato che le celle in cui avviene il processo osmotico, il quale determina l'incremento di pressione nel flusso a più alta concentrazione di soluto, a sua volta diretto al

gruppo generatore, non è sufficiente che siano riscaldate per fare sì che i cristalli di soluto si disciolgano in modo ottimale, ottimizzando di conseguenza il passaggio osmotico.

Inoltre, un simile impianto non presenta alcun sistema di regolazione del gradiente di concentrazione tra i flussi che si incrociano nelle celle osmotiche, e questo implica l'assenza di controllo e regolazione di ciò che avviene nel gruppo generatore.

Il compito del presente trovato è quello di realizzare un impianto perfezionato per la produzione di energia mediante variazione di concentrazione di un soluto in un solvente, capace di ovviare agli inconvenienti del citato impianto noto.

Nell'ambito di tale compito, uno scopo del trovato è quello di realizzare un impianto perfezionato in cui il fenomeno osmotico sia ottimizzato.

Un altro scopo del trovato è quello di realizzare un impianto perfezionato in cui il gradiente di concentrazione tra i flussi di solvente che si incrociano nelle celle osmotiche sia controllabile e regolabile.

Non ultimo scopo del trovato è quello di proporre un impianto perfezionato per la produzione di energia mediante variazione di concentrazione di un soluto in un solvente, realizzabile con componenti e tecnologie note.

Questo compito, nonchè questi ed altri scopi che meglio appariranno in seguito, sono raggiunti da un impianto perfezionato per la produzione di energia mediante variazioni di concentrazione di un soluto in un solvente, comprendente,

- una prima apparecchiatura per operazioni diffusionali con, in entrata, uno o più flussi di almeno una soluzione con soluto presentante solubilità sensibile a variazioni di temperatura, ed, in uscita, almeno due primi flussi a concentrazioni diverse di detto soluto,
- almeno un dispositivo di pompaggio, per uno di detti due primi flussi,
- una seconda apparecchiatura per operazioni diffusionali per il passaggio di materia secondo il fenomeno dell'osmosi tra detti due primi flussi, detta seconda apparecchiatura presentando, in uscita, almeno due secondi flussi a concentrazione più simile rispetto a detti due

primi flussi, almeno uno di detti secondi flussi essendo convogliato in entrata ad

- un gruppo generatore,

essendo almeno detta prima apparecchiatura collocata in una prima zona a temperatura inferiore rispetto ad una seconda zona ove è collocata almeno detta seconda apparecchiatura, detto impianto perfezionato caratterizzandosi per il fatto che detta seconda apparecchiatura comprende mezzi generatori di ultrasuoni atti a velocizzare i processi osmotici, e mezzi di controllo dei gradienti di concentrazione tra i due primi flussi.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del trovato risulteranno maggiormente dalla descrizione di una forma di esecuzione preferita, ma non esclusiva, dell'impianto perfezionato secondo il trovato, illustrata, a titolo indicativo e non limitativo, negli uniti disegni, in cui:

- la figura 1 illustra uno schema di un impianto perfezionato secondo il trovato;
- la figura 2 rappresenta un esempio di cella osmotica facente parte di un impianto perfezionato secondo il trovato;

Con riferimento alle figure citate, un impianto perfezionato per la produzione di energia mediante variazioni di concentrazione di un soluto in un solvente è indicato complessivamente con il numero 10.

Tale impianto perfezionato 10 comprende:

- una prima apparecchiatura 11 per operazioni diffusionali, con in entrata un primo flusso 12 di una soluzione con soluto presentante solubilità sensibile a variazioni di temperatura, ed, in uscita, due flussi, secondo flusso 13 e terzo flusso 14, a concentrazioni diverse di detto soluto,
- un dispositivo di pompaggio 15, per il secondo flusso 13,
- una seconda apparecchiatura 16 per operazioni diffusionali per il passaggio di materia secondo il fenomeno dell'osmosi tra i due flussi secondo 13 e terzo 14; tale seconda apparecchiatura 16 presenta in uscita due flussi, quarto flusso 17 e quinto flusso 18, aventi tra loro concentrazione più simile rispetto ai flussi secondo 13 e terzo 14, di tali flussi in uscita 17 e 18, uno è convogliato in entrata ad

- un gruppo generatore 19.

La prima apparecchiatura 11 è collocata in una prima zona 20 a temperatura inferiore rispetto ad una seconda zona 21 ove è collocata la seconda apparecchiatura 16.

La peculiarità dell'impianto perfezionato 10 risiede nel fatto che la seconda apparecchiatura 16 comprende mezzi generatori di ultrasuoni 22 atti ad ottimizzare e velocizzare i processi osmotici, ed inoltre nel fatto che lo stesso impianto perfezionato 10 comprende anche mezzi 23 di controllo dei gradienti di concentrazione tra i flussi secondo 13 e terzo 14.

Nella forma realizzativa dell'impianto perfezionato 10 qui descritta, da intendersi esemplificativa e non limitativa del trovato stesso, la prima apparecchiatura 11 comprende un apparecchio cristallizzatore 24, con il quale si effettua la cristallizzazione da soluzioni.

Come è noto, la cristallizzazione è quel processo per cui ad esempio in una soluzione data da un soluto disciolto in un solvente, mediante opportune metodologie, in sè note, si realizza la precipitazione del soluto in forma di cristalli,

con conseguente impoverimento in termini di concentrazione della soluzione, ove con concentrazione di un determinato soluto nella soluzione si intende il rapporto tra la quantità del soluto rispetto alla quantità totale di soluzione.

La cristallizzazione realizza una soluzione più diluita contenente cristalli pressochè puri di soluto, la quale soluzione viene divisa nei due flussi secondo 13 di soluzione con cristalli precipitati, in gergo magma cristallino, e terzo 14 di soluzione diluita.

Le apparecchiature per la cristallizzazione sono da tempo in sè note e impiegate in campo industriale.

Nell'esempio qui descritto, l'apparecchio cristallizzatore 24 è di tipo Howard, costituito da una carcassa troncoconica attraversata dal basso verso l'alto dalla soluzione da cristallizzare, mentre la parte superiore si allarga in una sezione conica molto ampia; l'apparecchio comprende anche una camicia esterna di raffreddamento e serpentini interni, sempre di raffreddamento.

Il cristallizzatore Howard presenta una ulteriore camera all'interno, attraversata da fluido raffreddante.

I cristalli, una volta formatisi, sono mantenuti in sospensione dalla corrente che fluisce dal basso verso l'alto, in modo da impedire la separazione fino a che tali cristalli non abbiano raggiunto una predeterminata dimensione voluta.

In sintesi, l'apparecchio cristallizzatore 24 funziona in continuo e con asportazione selettiva dei cristalli.

Il dispositivo di pompaggio 15 è dato da una pompa dosatrice volumetrica, ad esempio del tipo a palette.

La seconda apparecchiatura 16, per operazioni diffusionali, è qui descritta, sempre a titolo esemplificativo e non limitativo del trovato, comprende una serie di celle, di cui in figura 1 ne sono indicate a titolo esemplificativo tre, rispettivamente 25, 25a, 25b, le quali celle sono costituite da dispositivi solitamente impiegati nel campo dell'ultrafiltrazione, microfiltrazione, nanofiltrazione, eccetera, sfruttando la semipermeabilità di membrane in sè note.

In tale impianto perfezionato 10, le celle 25, 25a e 25b vengono usate in senso inverso rispetto al loro normale uso di filtrazione, infatti vengono impiegate immettendo in ciascuna due flussi a diversa concentrazione, e precisamente il secondo flusso 13, con i cristalli di soluto, ed il terzo flusso 14, a bassissima concentrazione.

All'interno di ciascuna cella 25, 25a, 25b avviene, attraverso la membrana, il passaggio di solvente dal flusso di soluzione a concentrazione più bassa, il terzo flusso 14, verso il flusso di soluzione a concentrazione più alta, il secondo flusso 13, a motivo del gradiente di concentrazione che si instaura.

Un esempio di cella 25 è schematizzato in figura 2.

Tale cella 25 è ivi esemplificata come essere data da due semigusci 26 e 27, all'interno di ciascuno dei quali è definito un vano, 28 e 29 rispettivamente, di passaggio per la soluzione.

I due vani 28 e 29 sono aperti uno sull'altro per interposizione di una membrana osmotica 30.

Nel primo vano 28 entra da un primo tubo d'ingresso 31 il terzo flusso 14 di soluzione a

bassissima concentrazione, ovvero sostanzialmente solo solvente; il terzo flusso 14 esce dal primo vano 28 tramite il primo tubo d'uscita 32; con 33 è indicato un tubo per la misurazione della pressione nel primo vano 28.

Nel secondo tubo d'ingresso 34, relativo al secondo vano 29, entra il secondo flusso 13 di soluzione, o con cristalli o con elevata concentrazione, la quale soluzione ad elevata concentrazione esce poi dal secondo tubo d'uscita 35; con 36 è indicato un tubo per la misurazione della pressione nel secondo vano 29.

Per ognuno dei vani 28 e 29 è presente un sistema di rilevazione della temperatura, ad esempio un termometro 37 e 38.

Come da figura 1, è visibile che le celle 25, 25a e 25b sono collegate in modo che il terzo flusso 14 le attraversi in una prima direzione una dopo l'altra, in serie quindi, con tale flusso di soluzione a bassa concentrazione che attraversa solo i primi vani corrispondenti, mentre il secondo flusso 13 percorre i secondi vani rispettivi in controcorrente.

La membrana osmotica 30 è una membrana

semipermeabile nanoporosa.

Oppure, tale membrana osmotica 30 è data da una membrana in fibre ceramiche porose, con pellicola semipermeabile, all'interno o all'esterno, in zeolite.

Il gradiente osmotico che si determina all'interno di una cella 25, 25a e 25b porta ad un passaggio di solvente dal primo vano 28 al secondo vano 29, richiamato dall'elevata concentrazione di KNO_3 nella soluzione transitante nel secondo vano 29, e di conseguenza un aumento di pressione nella condotta portante il quarto flusso 17 verso il gruppo generatore 19.

Si è sperimentalmente provato che è assai vantaggioso inserire in ciascuna delle celle 25, 25a e 25b un generatore di ultrasuoni, o sonificatore, rispettivamente 42, 42a e 42b.

Tale generatore di ultrasuoni, agendo nella soluzione, favorisce il flusso osmotico attraverso la membrana 30, favorendo quindi l'incremento di pressione all'imbocco della turbina 39.

Tale generatore di ultrasuoni è dato, ad esempio e non esclusivamente, da un convertitore di energia elettrica in ultrasuoni a 20 Khz, e da un

trasduttore che trasforma tali ultrasuoni in una vibrazione meccanica di uguale frequenza, la quale vibrazione giunge alla soluzione mediante una sonda, ovvero una asta in titanio, immersa nella soluzione stessa.

L'energia che si diparte dal puntale della sonda sottopone il fluido ad una pressione acustica estremamente elevata e producente cavitazione, la quale favorisce il flusso osmotico attraverso la membrana.

Si è inoltre verificato che il fenomeno dell'osmosi si esaurisce più rapidamente, e quindi ciò accelera il ciclo dell'impianto.

Il gruppo generatore 19 è dato ad esempio da una turbina idraulica la cui tipologia è determinata valutando la potenza complessiva, o meglio la pressione in entrata, realizzabile dalle celle 25, 25a e 25b.

Un primo condotto 40 porta il secondo flusso di soluzione 13 dall'apparecchio cristallizzatore 24 ad una prima cella 25, mentre un secondo condotto 41 porta il quinto flusso 18 in uscita dalla stessa prima cella 25 a ricircolare verso la turbina.

Su tale secondo condotto 41 sono posti i mezzi ausiliari di controllo dei gradienti osmotici 23.

Tali mezzi ausiliari di controllo 23 si concretizzano ad esempio in una pompa circolatrice 43.

Tale pompa circolatrice 43 consente, con regolazioni di portata modeste, di ottenere rapide variazioni sui gradienti di concentrazione tra i due flussi che interagiscono nelle celle 25 eccetera, potendosi in tal modo ottimizzare ulteriormente lo scambi osmotico e quindi l'efficienza del gruppo generatore 19.

Infatti la pompa circolatrice 43 consente di regolare il ritorno della soluzione diluita residua, ovvero il quinto flusso 18, parzialmente riconcentrata per la sottrazione di solvente avvenuta nelle celle, verso l'apparecchio cristallizzatore 24.

L'impianto è completato poi dalle fonti di calore 44, 44a e 44b per le celle, che possono essere le più svariate, dall'energia solare ai flussi di recupero da altre produzioni industriali, termiche, geotermiche, e simili nonchè equivalenti.

L'aumento di temperatura nelle celle è necessario per determinare il discioglimento dei cristalli di soluto nel solvente all'ingresso del secondo flusso 13 nelle celle, e quindi per favorire il processo osmotico all'interno delle stesse.

All'apparecchio cristallizzatore 24 sono associati ulteriori mezzi frigorigeni 45, oltre a quelli di cui già è dotato, atti a controllare la temperatura dei flussi 13 e 14 in uscita dall'apparecchio cristallizzatore 24 prima che questi vengano inviati alle celle.

La prima zona a bassa temperatura 20 è quindi quella interessata dall'azione dei mezzi frigorigeni 45, mentre la seconda zona ad alta temperatura 21 è quella interessata dalle fonti di calore 44, 44a e 44b.

Come sopra accennato, il soluto è ad esempio nitrato di potassio, il solvente è acqua.

Il funzionamento dell'impianto perfezionato 10 secondo il trovato è il seguente.

L'apparecchio cristallizzatore 24 riceve la soluzione in un primo flusso 12 a concentrazione intermedia, in uscita dal gruppo generatore 19, ed effettua una separazione della soluzione nei due

flussi secondo 13 e terzo 14 come sopra descritti, cioè secondo flusso 13 con cristalli precipitati, e terzo flusso 14 di soluzione molto diluita.

La pompa dosatrice 15 spinge il secondo flusso 13 all'ingresso della prima cella 25, tramite uno scambiatore di calore 50, ove il secondo flusso 13, di magma cristallino, ovvero comprendente cristalli di soluto in una soluzione molto diluita, viene preriscaldato acquistando calore dalla soluzione in uscita dal gruppo generatore 19; ciò mentre, con il medesimo scambiatore 50, anche il terzo flusso 14 viene anch'esso preriscaldato dal medesimo flusso uscente dal gruppo generatore 19.

Nella prima cella 25 le fonti di calore 44 provocano il discioglimento dei cristalli ed il forte incremento di concentrazione del soluto nel solvente.

Tale secondo flusso 13, mano a mano che passa da una prima cella 25 ad una adiacente cella 25a e poi 25b, viene diluito per il passaggio osmotico di solvente portato nelle celle dal terzo flusso 14 di soluzione a bassa concentrazione.

Il passaggio di solvente dal terzo flusso 14 al

secondo flusso 13 all'interno delle celle avviene tramite le membrane semipermeabili 30.

Il passaggio di solvente aumenta la pressione del quarto flusso 17, ovvero il flusso di soluzione ad elevata concentrazione uscente dalla terza cella 25b in direzione della turbina e dei mezzi generatori.

Il quinto flusso 18 viene reinviato, come sopra descritto, all'apparecchio cristallizzatore 11 dove si ricongiunge al quarto flusso 17 uscente dal gruppo generatore 19.

Sono anche opportunamente presenti, non illustrate per semplicità, valvole di non ritorno atte ad impedire riflussi di fluido operativo.

Non illustrata nelle figure, è ovviamente presente una unità di controllo del processo, comprendente un microprocessore preposto a ricevere in ingresso segnali di pressione, temperatura, flusso e concentrazione dei vari flussi di soluzione, stato delle valvole in ingresso ed uscita dei vari elementi, nonché della quantità di energia erogata dal gruppo generatore; la medesima unità di controllo è atta ad emettere segnali di controllo per il comando dell'impianto.

Tale unità di controllo consente di ottimizzare il rendimento dell'impianto perfezionato 10.

Si è in pratica constatato come il trovato raggiunga il compito e gli scopi preposti.

In particolare, con il trovato si è messo a punto un impianto perfezionato in cui il fenomeno osmotico sia ottimizzato, grazie all'adozione dei mezzi ad ultrasuoni posti ad operare all'interno delle celle in cui avviene il passaggio osmotico.

Inoltre, con il trovato si è realizzato un impianto perfezionato in cui il gradiente di concentrazione tra i flussi di solvente che si incrociano nelle celle osmotiche è controllabile e regolabile assai facilmente, grazie alla pompa circolatrice sul ramo di ritorno del flusso di soluzione a bassa concentrazione verso l'apparecchio di cristallizzazione.

In più, con il trovato si è messo a punto un impianto perfezionato che grazie allo scambiatore di calore 50 ha una resa ancora migliore rispetto al progetto noto.

Non ultimo, con il trovato si è messo a punto un impianto perfezionato per la produzione di energia mediante variazione di concentrazione di un soluto

in un solvente, realizzabile con componenti e tecnologie note.

Il trovato, così concepito, è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo; inoltre, tutti i dettagli potranno essere sostituiti da altri elementi tecnicamente equivalenti.

In pratica, i materiali impiegati, nonché le dimensioni e le forme contingenti, potranno essere qualsiasi a seconda delle esigenze e dello stato della tecnica.

Ove le caratteristiche e le tecniche menzionate in qualsiasi rivendicazione siano seguite da segni di riferimento, tali segni sono stati apposti al solo scopo di aumentare l'intelligibilità delle rivendicazioni e di conseguenza tali segni di riferimento non hanno alcun effetto limitante sull'interpretazione di ciascun elemento identificato a titolo di esempio da tali segni di riferimento.

RIVENDICAZIONI

- 1) Impianto perfezionato (10) per la produzione di energia mediante variazioni di concentrazione di un soluto in un solvente, comprendente,
- una prima apparecchiatura (11) per operazioni diffusionali con, in entrata, uno o più flussi (12) di almeno una soluzione con soluto presentante solubilità sensibile a variazioni di temperatura, ed, in uscita, almeno due primi flussi (13, 14) a concentrazioni diverse di detto soluto,
 - almeno un dispositivo di pompaggio (15), per uno di detti due primi flussi,
 - una seconda apparecchiatura (16) per operazioni diffusionali per il passaggio di materia secondo il fenomeno dell'osmosi tra detti due primi flussi (13, 14), detta seconda apparecchiatura (16) presentando, in uscita, almeno due secondi flussi (17, 18), a concentrazioni più simili di soluto rispetto a detti primi flussi, di detti secondi flussi almeno uno (17) essendo convogliato in entrata ad
 - un gruppo generatore (19),
- essendo almeno detta prima apparecchiatura (11)

collocata in una prima zona (20) a temperatura inferiore rispetto ad una seconda zona (21) ove è collocata detta almeno seconda apparecchiatura (16),

detto impianto perfezionato (10) caratterizzandosi per il fatto che detta seconda apparecchiatura (16) comprende mezzi generatori di ultrasuoni (22) atti a velocizzare i processi osmotici, e mezzi (23) di controllo dei gradienti di concentrazione tra i due primi flussi (13, 14).

2) Impianto perfezionato, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la prima apparecchiatura (11) comprende un apparecchio cristallizzatore (24), atto a dividere la soluzione in due flussi, un secondo flusso (13), di soluzione con cristalli precipitati, e terzo flusso (14) di soluzione diluita.

3) Impianto perfezionato secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto che detto dispositivo di pompaggio (15) è dato da una pompa dosatrice volumetrica, ad esempio del tipo a palette.

4) Impianto perfezionato secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto che

detta seconda apparecchiatura (16), per operazioni diffusionali, comprende una serie di celle (25, 25a, 25b) le quali celle sono costituite da dispositivi solitamente impiegati nel campo dell'ultrafiltrazione, microfiltrazione, nanofiltrazione, eccetera.

5) Impianto perfezionato secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto che ciascuna cella (25, 25a, 25b) comprende due semigusci (26, 27), all'interno di ciascuno dei quali è definito un vano (28, 29), di passaggio per la soluzione, detti vani (28, 29) essendo aperti uno sull'altro per interposizione di una membrana osmotica (30).

6) Impianto perfezionato secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto che detta membrana osmotica (30) è una membrana semipermeabile nanoporosa, oppure è data da una membrana in fibre ceramiche porose, con pellicola semipermeabile in zeolite..

7) Impianto perfezionato secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto in ciascuna delle celle (25, 25a, 25b) è posto un generatore di ultrasuoni (42, 42a e 42b).

8) Impianto perfezionato secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto che detto generatore di ultrasuoni è dato da un convertitore di energia elettrica in ultrasuoni a 20 Khz, e da un trasduttore che trasforma tali ultrasuoni in una vibrazione meccanica di uguale frequenza, la quale vibrazione giunge alla soluzione mediante una sonda, ovvero una asta in titanio, immersa nella soluzione stessa, o altro generatore di ultrasuoni simile ed equivalente.

9) Impianto perfezionato secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto che su un condotto (41) di ritorno della soluzione a bassa concentrazione dalle celle verso l'apparecchio cristallizzatore (24) sono posti i mezzi di controllo dei gradienti osmotici (23).

10) Impianto perfezionato secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto che detti mezzi ausiliari di controllo (23) sono dati da una pompa circolatrice (43) preposta ad ottenere rapide variazioni sui gradienti di concentrazione tra i due flussi che interagiscono nelle celle (25, 25a, 25b), potendosi in tal modo ottimizzare ulteriormente lo

scambi osmotico e quindi l'efficienza del gruppo generatore (19).

11) Impianto perfezionato secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto di comprendere uno scambiatore di calore (50) preposto a preriscaldare i flussi (13, 14) in uscita da detto apparecchio cristallizzatore (24), usufruendo del flusso in uscita da detto gruppo generatore (19).

CLAIMS

1. An improved system (10) for generating energy by means of variations in the concentration of a solute in a solvent, comprising

- a first apparatus (11) for diffusion operations which has, in input, one or more flows (12) of at least one solution with a solute whose solubility is sensitive to temperature variations and, in output, at least two first flows (13, 14) at different concentrations of said solute,

- at least one pumping device (15), for one of said two first flows,

- a second apparatus (16) for diffusion operations for the passage of matter according to the phenomenon of osmosis between said two first flows (13, 14), said second apparatus (16) having, in output, at least two second flows (17, 18), at more similar solute concentrations with respect to said first flows, at least one (17) of said second flows being conveyed in input to

- a generator assembly (19),

at least said first apparatus (11) being arranged in a first region (20) at a lower temperature than a second region (21) where said

at least one second apparatus (16) is located,

said improved system (10) being characterized in that said second apparatus (16) comprises ultrasound generation means (22), which are adapted to speed up osmosis processes, and means (23) for controlling the concentration gradients between the two first flows (13, 14).

2. The improved system according to claim 1, characterized in that the first apparatus (11) comprises a crystallization apparatus (24), which is adapted to divide the solution into two flows, a second flow (13) of solution with precipitated crystals and a third flow (14) of diluted solution.

3. The improved system according to the preceding claims, characterized in that said pumping device (15) is constituted by a volumetric dosing pump, for example of the vane type.

4. The improved system according to the preceding claims, characterized in that said second apparatus (16) for diffusion operations comprises a series of cells (25a, 25b), which are constituted by devices usually used in the field of ultrafiltration, microfiltration,

nanofiltration, et cetera.

5. An improved system according to the preceding claims, characterized in that each cell (25, 25a, 25b) comprises two half-shells (26, 27), inside each of which there is a compartment (28, 29) for the passage of the solution, said compartments (28, 29) being open onto each other by virtue of the interposition of an osmotic membrane (30).

6. The improved system according to the preceding claims, characterized in that said osmotic membrane (30) is a nanoporous semipermeable membrane or is constituted by a membrane made of porous ceramic fibers with a semipermeable zeolite film.

7. The improved system according to the preceding claims, characterized in that in each one of the cells (25, 25a, 25b) there is an ultrasound generator (42, 42a, 42b).

8. The improved system according to the preceding claims, characterized in that said ultrasound generator is constituted by a device for converting electric power into ultrasound at 20 KHz and by a transducer that converts said

ultrasound into a mechanical vibration having the same frequency, said vibration reaching the solution by means of a probe, or a titanium rod, which is immersed in said solution, or other similar and equivalent ultrasound generator.

9. The improved system according to the preceding claims, characterized in that the means for controlling the osmosis gradients (23) are arranged on a duct (41) for the return of the solution at low concentration from the cells toward the crystallization apparatus (24).

10. The improved system according to the preceding claims, characterized in that said auxiliary control means (23) are constituted by a circulation pump (43), which is designed to achieve rapid variations in the concentration gradients between the two flows that interact in the cells (25, 25a, 25b), thus allowing to optimize further the osmotic exchange and thus the efficiency of the generator assembly (19).

11. The improved system according to the preceding claims, characterized in that it comprises a heat exchanger (50) which is designed to preheat the flows (13, 14) in output from said

crystallization apparatus (24), utilizing the flow in output from said generator assembly (19).

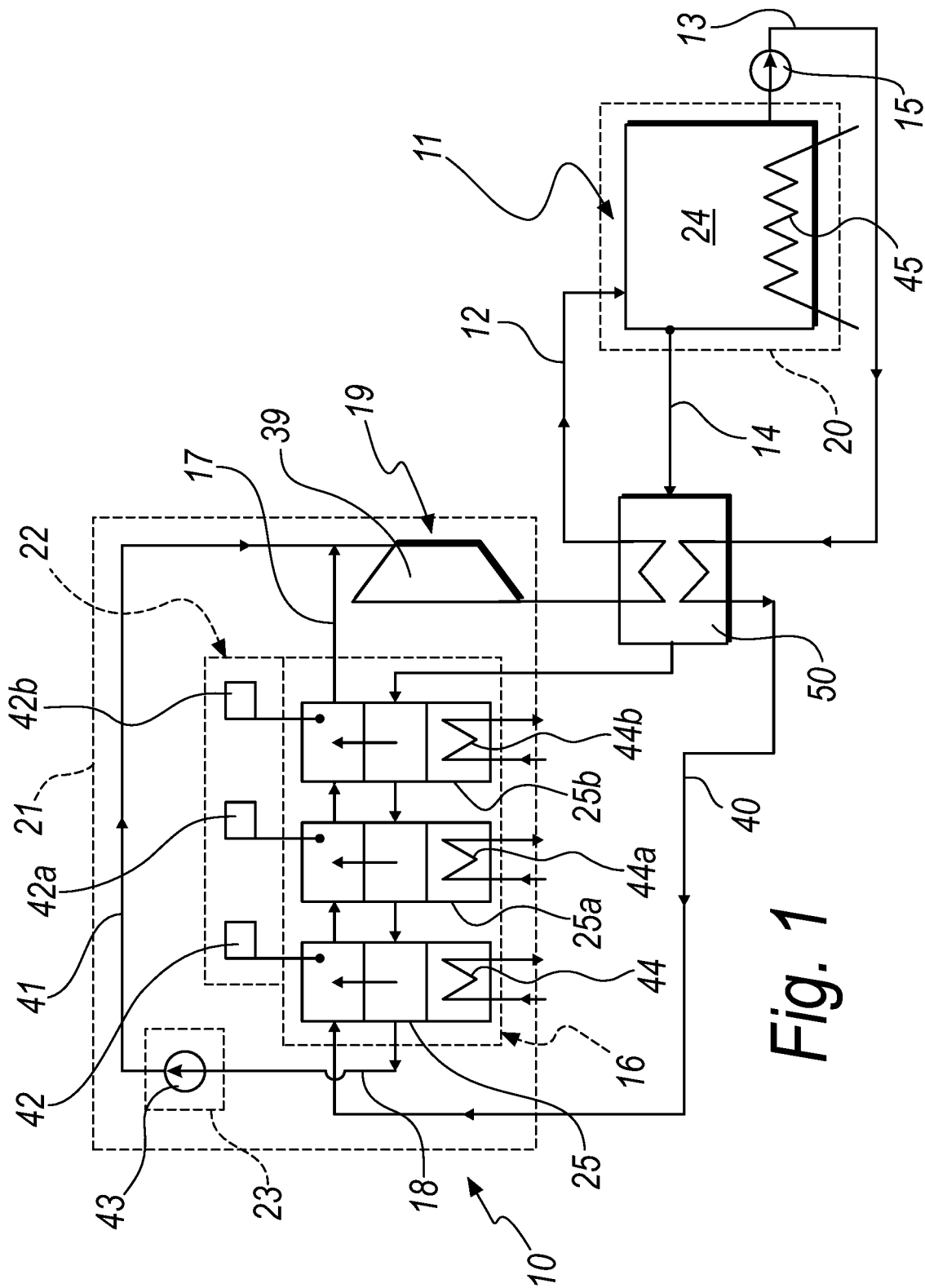


Fig. 1

