

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901812962A1

Publication Date

20110824

Applicant

IDROPAN DELL'ORTO DEPURATORI SRL

Title

METODO PER LA PURIFICAZIONE DI UN FLUIDO MEDIANTE UN
CONDENSATORE A FLUSSO PASSANTE, ED APPARECCHIATURA PER LA
PURIFICAZIONE DI UN FLUIDO, IN PARTICOLARE ATTA ALLA
REALIZZAZIONE DI TALE METODO.

METODO PER LA PURIFICAZIONE DI UN FLUIDO MEDIANTE UN CONDENSATORE A FLUSSO PASSANTE, ED APPARECCHIATURA PER LA PURIFICAZIONE DI UN FLUIDO, IN PARTICOLARE ATTA ALLA REALIZZAZIONE DI TALE METODO.

D E S C R I Z I O N E

5 Campo di applicazione

La presente invenzione concerne un metodo per la purificazione di un fluido mediante un condensatore a flusso passante, ed una apparecchiatura per la purificazione di un fluido, in particolare per la realizzazione di tale metodo, secondo il preambolo delle rispettive rivendicazioni indipendenti.

10 I condensatori a flusso passante sono notoriamente impiegati per rimuovere da fluidi, e più in particolare solitamente da liquidi, concentrazioni indesiderate di contaminanti, ad esempio costituiti da sali disciolti al loro interno.

Ad esempio è noto il loro impiego per la dissalazione dell'acqua di mare, per l'addolcimento di acque particolarmente dure ovvero più in generale per la rimozione dall'acqua di sali (quali
15 cloruri e solfati), di nitrati, di nitriti, di ammoniaca, di metalli pesanti, di sostanze organiche o di microinquinanti in genere, ovvero ancora per la deionizzazione di fluidi ad esempio di processi industriali o altro.

La presente invenzione si inserisce pertanto nell'ambito industriale della purificazione di fluidi ed in particolare nell'ambito della deionizzazione di fluidi e della dissalazione di acqua.

20 Stato della tecnica

I condensatori a flusso passante comprendono, tradizionalmente, una pluralità di elettrodi sovrapposti, tra i quali è fatto passare il fluido da purificare. Gli elettrodi sono formati con strati di materiali conduttori affacciati l'uno all'altro e sono caricati ad opposte polarità da un alimentatore a corrente continua per generare tra gli elettrodi contigui un campo elettrostatico.

25 Durante una prevista fase di servizio, il fluido scorre tra gli elettrodi a diversa polarità e gli

ioni, ad esempio di sali disciolti, e/o le particelle cariche presenti nel fluido, vengono attratti dagli elettrodi e trattenuti su di essi dall'azione del campo elettrico.

In una fase di rigenerazione successiva alla fase di servizio, il campo elettrico viene rimosso e gli ioni, che si sono accumulati sugli elettrodi, vengono evacuati mediante l'impiego di un
5 flusso di scarico.

Gli strati alternati di elettrodi sono tra loro separati da strati spaziatori, in cui scorre il flusso di fluido. Tali strati spaziatori sono ottenuti in un materiale non conduttivo e poroso quale ad esempio un tessuto di nylon.

Condensatori a flusso passante del tipo noto sopra indicato sono ad esempio descritti nei
10 brevetti US 6,413,409 e US 5,360,540.

Il funzionamento di tali condensatori prevede l'alternarsi di fasi di servizio, in cui ha luogo la concentrazione di soluti in corrispondenza degli elettrodi, e di fasi di rigenerazione, in cui i soluti accumulatisi sugli elettrodi sono rimossi mediante il flusso di scarico.

La capacità degli elettrodi di catturare gli ioni in soluzione e le particelle cariche è una
15 caratteristica che incide positivamente sul funzionamento del condensatore. Gli elettrodi nei condensatori a flusso passante assorbono e rilasciano elettrostaticamente i contaminanti di cariche ioniche e partecipano attivamente al processo di deionizzazione del liquido da trattare. Gli elettrodi sono allo scopo formati da strutture porose di materiali conduttori.

Sono ad esempio noti a riguardo numerosi materiali impiegabili per la realizzazione degli
20 elettrodi come ad esempio carbonio attivo spugnoso stampato in forma di fogli o di fibre come descritto ad esempio nel brevetto US 6,413,409 ovvero fogli di una miscela comprendente PTFE come descritto ad esempio nel brevetto US 6,413,409

Ulteriormente, è noto dal brevetto US 6,709,560 la possibilità di associare alle superfici degli strati conduttori degli elettrodi strati di materiale permeabile o semipermeabile, in particolare
25 in grado di intrappolare selettivamente gli ioni che migrano verso il corrispondente elettrodo

sotto l'azione del campo. Tali strati sono ad esempio costituiti da una membrana semi-permeabile selettivamente di tipo a scambio anionico o di tipo a scambio cationico. Gli ioni sono così trattenuti o intrappolati nello strato di tale materiale prossimo all'elettrodo verso il quale migrano, non essendo più sottoposti all'azione vorticoso del fluido. L'utilizzo di questi materiali ha consentito di migliorare l'efficienza dei condensatori a flusso consentendo di trattenere e concentrare sugli elettrodi una maggiore quantità di ioni e, più in generale, di contaminanti caricati.

È bene osservare che diversamente, da altri sistemi di elettrodeionizzazione, il metodo di rimozione dei soluti impiegato nei condensatori a flusso non coinvolge sostanzialmente reazioni di ossido riduzione ed il passaggio di corrente tra gli elettrodi è principalmente dovuto alla cessione di carica a seguito del contatto degli ioni con gli elettrodi sotto l'azione del campo.

Un problema molto sentito nel settore di riferimento attiene alla necessità di evitare che i soluti precipitino all'interno del condensatore a flusso intasando i canali di passaggio del fluido e rendendo così alla lunga inservibile lo stesso condensatore.

Come è noto quando i sali presenti in una soluzione superano il loro punto di saturazione precipitano dando origine a cristalli o incrostazioni.

Ad esempio, il solfato di calcio ed il carbonato di calcio sono sovente compresi nel fluido da trattare, quale una sorgente d'acqua da deionizzare, in concentrazioni tali da raggiungere facilmente il punto di saturazione all'interno del condensatore a flusso, in particolare in corrispondenza degli elettrodi ove ne è prevista la concentrazione. Conseguentemente tali sali tendendo a precipitare ed ad incrostare il condensatore. I cristalli che si formano durante la precipitazione possono chiudere i pori dello strato distanziatore e diminuire od occludere del tutto il passaggio del fluido da trattare.

A tale riguardo, il brevetto US 5,425,858 descrive un condensatore a flusso passante in cui gli

strati distanziatori definiscono canali a serpentina per l'evacuazione del liquido in forma di lunghe vie di uscita per il flusso. Le lunghe vie di flusso dei canali a serpentina rendono difficile spurgare il condensatore prima che avvenga la cristallizzazione. Cristalli e precipitati possono così facilmente depositarsi entro le vie di flusso dei canali degli strati distanziatori, 5 otturandoli. Inoltre, i precipitati che hanno parzialmente incrostato le vie di flusso a serpentina, determinano una riduzione del flusso di passaggio del fluido ed offrono ulteriori punti di incrostazione per altri precipitati che risulteranno così successivamente più difficili da rimuovere.

Al fine di ovviare a questi inconvenienti il brevetto EP 861114, considera il processo cinetico 10 che porta alla formazione dei cristalli e dei precipitati incrostanti, ed insegna ad utilizzare un condensatore a flusso configurato in modo tale che i canali di passaggio del fluido attraverso il condensatore siano particolarmente brevi e preferibilmente diritti.

L'espulsione completa dei soluti durante la fase di rigenerazione è particolarmente importante per evitare che gli stessi soluti disciolti nel liquido da trattare abbiano nel tempo la possibilità 15 di instaurare quei processi cinetici che li portano a precipitare e con ciò a sedimentare nel condensatore. Inoltre, una migliorata e più completa espulsione dei soluti consentirebbe di aumentare l'efficienza del condensatore.

Il brevetto US2008078672 mostra un condensatore a flusso passante dotato di elettrodi porosi con posizionate membrane semi-permeabili adiacenti agli elettrodi, le quali sono 20 vantaggiosamente provviste di una pluralità di fori che consentono, durante la fase di rigenerazione del condensatore, di meglio e più completamente evacuare gli ioni soluti intrappolati in precedenza nel piccolo volume definito in corrispondenza degli elettrodi.

Durante la fase di rigenerazione, gli ioni intrappolati in tale volume ovvero nella membrana semipermeabile nonché in corrispondenza dei pori del materiale che compone l'elettrodo, 25 sono agevolati dai suddetti fori ad allontanarsi dagli elettrodi per poi essere trasportati fuori

dal condensatore dal flusso di scarico.

Sono noti altresì condensatori a flusso passante in cui, durante una prevista fase di sanificazione, nel liquido è introdotto da trattare un prodotto acido, ad esempio acido citrico, in grado di attaccare i sedimenti e le incrostazioni già formatesi nei canali di passaggio del
5 condensatore sciogliendole progressivamente nel flusso di scarico.

Tali prodotti acidi sono generalmente introdotti nel liquido in forma di pastiglie quando si è constatata una avvenuta diminuzione del flusso che passa attraverso il condensatore a dimostrazione che i canali di passaggio si sono almeno parzialmente otturati a causa delle precipitazioni indesiderate di sali. Tali pastiglie, al contatto con il flusso di liquido da trattare,
10 passano per lisciviazione in soluzione e raggiungendo le incrostazioni le sciolgono nel flusso di scarico.

Quest'ultimo metodo di funzionamento del condensatore passante si è dimostrato non scevro di inconvenienti. Innanzitutto, la fase di sanificazione è prevista solo quando le precipitazioni di sali si sono già verificate e quindi solo dopo che il condensatore ha manifestato
15 malfunzionamenti e rendimento ridotto. Inoltre, per disciogliere le incrostazioni, ad esempio del calcare già formatosi per la precipitazione del bicarbonato di calcio, è necessario impiegare una notevole quantità di prodotto acido e per un notevole tempo di utilizzo. Infine, capita spesso che canali completamente otturati da incrostazioni non siano più in grado di ricevere il fluido e quindi non possano più essere ripuliti dalle incrostazioni mediante tale fase
20 di sanificazione.

I condensatori a flusso di tipo finora noto non prevedono un processo di funzionamento che consenta di inibire sul nascere o quantomeno di ridurre in modo importante le precipitazioni di sali nei condensatori a flusso usati ad esempio per la dissalazione dell'acqua.

In particolare, i metodi di funzionamento finora adottati per i condensatori a flusso non
25 tengono sufficientemente in considerazione la cinetica che porta i sali disciolti nel fluido da

trattare a precipitare entro il condensatore a flusso.

Presentazione dell'invenzione

In questa situazione il problema alla base della presente invenzione è pertanto quello di eliminare i problemi della tecnica nota sopra citata, mettendo a disposizione un metodo per la purificazione di un fluido mediante un condensatore a flusso passante, il quale consenta di inibire, o per lo meno di ostacolare, la formazione di precipitati all'interno del condensatore medesimo.

Un altro scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un metodo per la purificazione di un fluido mediante un condensatore a flusso passante, il quale consenta di sciogliere le incrostazioni eventualmente formatesi al suo interno.

Un altro scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un metodo per la purificazione di un fluido mediante un condensatore a flusso passante, il quale abbia costi di manutenzione contenuti richiedendo pochi interventi.

Un altro scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un metodo per la purificazione di un fluido mediante un condensatore a flusso passante, il quale possa essere impiegato per la sanificazione dell'acqua per impianti idraulici ad uso civile ed industriale, senza alterare l'odore o il sapore dell'acqua medesima, e che risulti del tutto sicuro per la salute degli utenti che la consumano.

Un altro scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione una apparecchiatura per la purificazione di un fluido da contaminati mediante un condensatore a flusso passante, in particolare suscettibile di operare in accordo con il metodo secondo l'invenzione, che sia semplice ed economica da realizzare ed operativamente del tutto affidabile.

Un altro scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione una apparecchiatura per la purificazione di un fluido da contaminati mediante un condensatore a

flusso passante, la quale possa operare in modo del tutto automatico.

Breve descrizione dei disegni

Le caratteristiche tecniche del trovato, secondo i suddetti scopi, sono chiaramente riscontrabili dal contenuto delle rivendicazioni sottoriportate ed i vantaggi dello stesso risulteranno
5 maggiormente evidenti nella descrizione dettagliata che segue, fatta con riferimento al disegno allegato, che ne rappresenta una forma di realizzazione puramente esemplificativa e non limitativa, in cui:

- la figura 1 mostra uno schema di funzionamento di una apparecchiatura per la purificazione da contaminati di un fluido mediante un condensatore a flusso passante secondo l'invenzione;

10 - la figura 2 mostra schematicamente un particolare della apparecchiatura per la purificazione di un fluido oggetto della presente invenzione relativo ad una porzione in sezione degli strati che compongono il condensatore a flusso passante;

- le figura 3, 4 e 5 mostrano una particolare ingrandito della sezione di figura 2 in corrispondenza di tre diverse fasi operative del metodo per la purificazione di un fluido
15 mediante un condensatore a flusso passante, secondo l'invenzione.

Descrizione dettagliata di un esempio di realizzazione preferita

Con riferimento agli uniti disegni è stato indicato nel suo complesso con 1 un esempio di apparecchiatura per la purificazione di un fluido da contaminati, oggetto della presente invenzione.

20 L'apparecchiatura 1, secondo l'invenzione, si presta ad essere impiegata per la purificazione di fluidi da particelle ionizzate presenti al suo interno suscettibili di risentire della presenza di un campo elettrico, quali ad esempio ioni in soluzione.

Nel seguito verrà indicato genericamente con il termine di particelle ionizzate qualunque contaminante disciolto nel fluido da trattare in grado di essere attratto da un campo
25 elettrostatico, come in particolare gli ioni disciolti in una soluzione.

L'apparecchiatura si presta pertanto ad operare per la deionizzazione di fluidi di processi industriali e per la deionizzazione dell'acqua, in particolare per la desalinizzazione dell'acqua di mare, essendo in particolare in grado di rimuovere dal suo interno sali in soluzione (quali cloruri e solfati), nitrati, nitriti, ammoniaca, ed altri contaminanti polarizzati di sostanze organiche o di microinquinanti in genere.

Nell'esempio realizzativo illustrato nello schema allegato l'apparecchiatura per la purificazione di un fluido, comprende un condensatore a flusso passante 2 formato, in modo di per sé noto, da una pluralità di elettrodi 3 collegati elettricamente, mediante appositi collettori, ad un alimentatore DC a corrente continua. Quest'ultimo carica gli elettrodi 3 contigui a differente polarità in modo da definire una pluralità di coppie di elettrodi contraffacciati che formano le armature di altrettanti condensatori in serie tra cui si instaurano campi elettrici.

Gli elettrodi sono caricati ad esempio ad una tensione di 1,6 Volt e sono ottenuti con strati sovrapposti e contraffacciati di materiale conduttore, separati tra loro da strati separatori 4 entro cui scorre il flusso di fluido da trattare contenente le particelle ionizzate che si desidera almeno in parte rimuovere.

Gli strati conduttori che formano gli elettrodi 3 sono in un materiale conduttore con struttura porosa ovvero con una formazione di pori superficiali che offrono una notevole superficie di scambio con il liquido.

Il materiale che compone gli strati conduttori potrà essere un qualsiasi materiale notoriamente impiegato nei processi elettrochimici dei condensatori a flusso e comprenderà tradizionalmente carbone attivo spugnoso ovvero potrà essere costituito da uno qualunque dei materiali descritti ad esempio nel brevetto US 6,413,409 qui allegata per riferimento dalla riga 64 di colonna 3 alla riga 41 di colonna 4, ovvero da fogli flessibili conduttivi di PTFE e particelle di carbonio come descritti nel brevetto US 7,175,783 qui allegato per riferimento,

ovvero ancora da un qualunque materiale descritto nel brevetto US 6,709,560, qui allegato per riferimento, dalla riga 26 di colonna 6 alla riga 23 di colonna 7.

5 Gli strati separatori 4 potranno a loro volta essere ad esempio costituiti da materiali altamente porosi non conduttivi, in grado di isolare gli elettrodi consentendo il passaggio del flusso di fluido, come ad esempio un materiale sintetico poroso o altri materiali di materiali spaziatori non conduttivi come fibra di vetro o un tessuto di nylon.

Le dimensioni la forma e la distribuzione degli strati di materiale conduttore che compongono gli elettrodi 3 ovvero le dimensioni la forma e la distribuzione degli strati di materiale separatore interposti tra gli elettrodi non formano oggetto di specifica rivendicazione e non
10 verranno descritti in dettaglio in quanto ben noti ad un tecnico del settore e, a puro titolo di esempio descritti nel brevetto US 6,413,409 ovvero nel brevetto US 6,709,560, qui allegato per riferimento, in particolare dalla riga 11 alla riga 23 di colonna 7.

L'apparecchiatura 1 comprende inoltre un impianto idraulico, il quale alimenta il condensatore a flusso passante 2 con un flusso di fluido da trattare mediante una condotta di
15 alimentazione 5 intercettata da una prima elettrovalvola 6.

Il flusso di fluido che attraversa il condensatore 2 è convogliato in una condotta di estrazione 7, la quale è suddivisa in un ramo di servizio 8, suscettibile di trasportare il flusso di fluido trattato dal condensatore 2 avente una ridotta concentrazione di particelle ionizzate, ed in un
20 ramo di evacuazione 9, suscettibile di trasportare un flusso di scarico solitamente, come verrà meglio indicato nel seguito, avente una elevata concentrazione di particelle ionizzate.

Con riferimento alla forma realizzativa illustrata a titolo esemplificativo in figura 1, il ramo di servizio 8 è intercettato da una seconda elettrovalvola 10 mentre il ramo di evacuazione 9 è intercettato da una terza elettrovalvola 11.

Il condensatore a flusso passante 2 è alimentato da un alimentatore 20 a corrente continua
25 dotato di una scheda di controllo a circuiti integrati 12, la quale controlla, nelle diverse fasi

operative del ciclo di funzionamento del condensatore 2, tipicamente mediante interruttori a semiconduttori, la tensione applicata agli elettrodi mediante appositi collettori di collegamento.

5 Tale ciclo potrà ad esempio prevedere, in modo di per sé del tutto tradizionale e ben noto al tecnico del settore: una fase di carica, in cui l'alimentatore 20 carica gli elettrodi 3 contigui a
differenti polarità per portarli ad una tensione di esercizio costante e, ad esempio, pari a 1,6 V; ed una fase di servizio, in cui con gli elettrodi caricati, il flusso di fluido da trattare è
forzato a passare attraverso il condensatore 2, mediante la condotta di alimentazione 5 e la
condotta di estrazione 7. Durante tale fase di servizio ha luogo la depurazione del fluido dalle
10 particelle polarizzate dovuta al fatto che le particelle ionizzate vengono attratte dai rispetti
elettrodi a polarità opposta alla loro determinando un progressivo accumulo delle stesse
particelle ionizzate sugli stessi elettrodi.

Una volta raggiunta la programmata saturazione degli elettrodi con le particelle polarizzate
presenti nel fluido, è prevista una fase di rigenerazione, in cui con gli elettrodi 3 disattivati, un
15 flusso di fluido di scarico è forzato a passare nel condensatore 2 con conseguente rimozione
delle particelle ionizzate accumulate sugli elettrodi 3.

Durante questa fase si ha la chiusura della elettrovalvola 10 del ramo di servizio 8 e l'apertura
della terza elettrovalvola 11 del ramo di evacuazione 9. Solitamente, il flusso che passa nel
ramo di evacuazione 9 è da considerarsi uno scarto e, nel caso si tratti di una apparecchiatura
20 per la deionizzazione dell'acqua, sarà inviato al normale scarico 17 previsto dell'impianto
idraulico.

Con il termine "disattivati" si deve intendere tutte quelle condizioni a cui sono sottoposti gli
elettrodi 3 prima di riprendere la fase di carica e che generalmente prevedono una fase di
scarica con cortocircuitazione degli elettrodi 3, una fase di scarica positiva in cui gli elettrodi
25 3 sono sottoposti ad una tensione a polarità invertita, volta ad allontanare le particelle cariche

dagli elettrodi 3, in cui si erano accumulate, ed una fase di assenza di tensione prima di riprendere la fase di carica.

Solitamente prima di riprendere la fase di servizio ha luogo anche una fase di preproduzione, in cui il flusso di fluido da trattare continua ad essere convogliato allo scarico in attesa che i
5 condensatore 2 raggiunga la carica alla tensione prevista e quindi gli elettrodi 3 siano completamente efficienti per la loro azione di depurazione del liquido dalle particelle ionizzate.

La suddetta fase di carica assorbe inizialmente dall'alimentatore 20 una corrente di spunto piuttosto elevata che tende a calare man mano che il condensatore 2 si carica fino a diventare
10 piuttosto modesta durante la fase di servizio e sostanzialmente equivalente alla carica scambiata dagli elettrodi 3 con il fluido.

Tutte le suddette fasi sono di carica e scarica sono gestite dalla scheda 12 dell'alimentatore 20 in modo di per sé noto.

Pertanto con il termine "disattivati" riferito agli elettrodi 3 si devono intendere tutte quelle
15 possibili condizioni di tensione presenti agli elettrodi 3 nella fase di rigenerazione quali: la condizione di elettrodi cortocircuitati, la condizione di elettrodi caricati a polarità invertita, la condizione di elettrodi non collegati all'alimentatore.

Una unità di controllo logico cpu master 13 aziona le diverse fasi operative della apparecchiatura 1. Vantaggiosamente, la cpu 13 è collegata ad un sensore di conducibilità 15
20 posto ad intercettazione della condotta di estrazione 7, per verificare la conducibilità del fluido che è stata trattata dal condensatore a flusso 2, e ad un misuratore di flusso 16, posto ad intercettazione della condotta di alimentazione 5, per verificare la portata di flusso in ingresso al condensatore di a flusso 2.

Grazie ai valori assunti di portata e di conducibilità, la cpu 13 può variare in modo
25 programmabile il suo funzionamento prevedendo ad esempio fasi di servizio più o meno

lunghe rispetto alle fasi di rigenerazione.

Secondo l'idea alla base della presente invenzione, l'apparecchiatura 1 comprende inoltre un serbatoio 18 di un prodotto solubilizzante e mezzi di immissione 19, idraulicamente connessi al serbatoio 18, suscettibili di introdurre, con il flusso della condotta di alimentazione 5 interrotto dalla prima elettrovalvola 6, una dose di prodotto solubilizzante ricevuto dal serbatoio 18, in una sezione 21 della condotta di alimentazione 5 posta a monte del condensatore 2.

Una volta immessa la suddetta dose di prodotto solubilizzante nella sezione 21 della condotta di alimentazione 5, l'unità di controllo logico 13 comanda l'avanzamento di una portata di trasporto di fluido attraverso la sezione 21, la quale portata è determinata nella sua quantità mediante un temporizzatore e/o mediante il misuratore di flusso 16, per trasportare la dose di prodotto solubilizzante entro il condensatore 2 e farla giungere in corrispondenza ed a contatto degli elettrodi 3.

L'avanzamento laminare del flusso di fluido nella condotta di alimentazione 5 determina una modesta diluizione della dose di prodotto solubilizzante fino all'ingresso del condensatore, consentendo di economizzare la quantità di prodotto solubilizzante da impiegare e quindi permette con un serbatoio di dimensioni modeste di avere un funzionamento automatico della apparecchiatura 1 anche per tempi molto prolungati.

La suddetta portata di trasporto di fluido, l'unità 13 arresta nuovamente il flusso di fluido della condotta di alimentazione 5 comandando nuovamente la chiusura della valvola 6.

A questo punto, l'apparecchiatura 1 resta spenta, ovvero in stand-by, per un intervallo di attesa di almeno 5 minuti e preferibilmente di 10-30 minuti, in cui le particelle ionizzate diffondono almeno parzialmente nella dose di prodotto solubilizzante che si è fermata nel condensatore 2, a partire dai pori interstiziali presenti negli strati di materiale conduttore degli elettrodi 3.

In accordo con la forma realizzativa preferenziale della presente invenzione illustrata nello schema di figura 1, i mezzi di iniezione 19 sono ottenuti con una siringa volumetrica 22, la quale aspira un prodotto solubilizzante concentrato dal serbatoio 18 e lo invia attraverso una condotta di mandata 23, intercettata da una prima valvola di non ritorno 30, alla sezione 21 della condotta di alimentazione 5.

Vantaggiosamente, la suddetta siringa volumetrica 22 ha una camera di caricamento prodotto divisa con uno stantuffo da una camera in pressione, la quale è collegata mediante una condotta di derivazione 40 intercettata da una terza valvola 24 alla condotta di alimentazione 5 posta a monte della prima valvola 6 e collegata, mediante una condotta di uscita 25, intercettata da una quarta valvola 26, allo scarico 17 a pressione ambiente.

Funzionalmente, con la prima valvola 6 chiusa, la cpu 13 comanda l'apertura della terza valvola 24 che porta pressione alla camera della siringa 22 spostando lo stantuffo vincendo la forza di reazione di mezzi elasticamente cedevoli (quali una semplice molla 27), così da emettere la dose di prodotto solubilizzante fuori dalla camera di caricamento prodotto facendola percorrere la condotta di mandata 23 fino ad immetterla nella sezione 21 della condotta di alimentazione 5.

A questo punto, la cpu 13 chiude la terza valvola 24 ed apre la quarta valvola 26 consentendo allo stantuffo della siringa 22 di arretrare sotto l'azione della molla provocando una depressione che richiama un nuova dose di prodotto dal serbatoio 18 attraverso una prevista condotta di collegamento 28 intercettata da una seconda valvola di non ritorno 29.

Con il termine "prodotto solubilizzante" si dovrà intendere un qualunque prodotto, vantaggiosamente in particolare disponibile in una soluzione per una facilità di immissione nel condensatore 2, suscettibile di aumentare la solubilità delle specifiche particelle ionizzate con cui è destinato ad interagire nella prevista applicazione, aumentandone la soglia di precipitazione. Esso sarà per tanto ad esempio costituito da una soluzione contenente un

controione in grado di inibire, entro certi limiti, la precipitazione dello ione contenuto nel fluido da trattare e così ad esempio costituito potrà essere costituito da una soluzione acida per la solubilizzazione di carbonati o di nitrati.

5 In accordo con una forma realizzativa preferenziale della presente invenzione gli elettrodi 3 comprendono uno strato di materiale semipermeabile 31, il quale potrà essere associato in vario modo allo strato di materiale conduttore. Più in dettaglio, tale strato 31 potrà essere separato dallo strato di materiale conduttore ovvero sovrapposto a suo rivestimento, ovvero ancora infiltrato nei suoi pori o costituito nello stesso stato di materiale conduttore come ad esempio descritto nel brevetto US 6,709,560, qui allegato per riferimento, dalla riga 27 di
10 colonna 6 alla riga 10 di colonna 7.

In accordo con l'esempio illustrato nelle allegate figure 2-4, lo strato di materiale semipermeabile 31 è separato mediante un distanziatore 32 dalla superficie dell'elettrodo 3.

Tale ulteriore strato di materiale semipermeabile 31 potrà essere ottenuto con una membrana semipermeabile ovvero con uno o più strati di materiale caricato come ad esempio descritto
15 nel brevetto US 6,709,560, qui allegato per riferimento, dalla riga 50 di colonna 4 alla riga 10 di colonna 7.

Come descritto nel brevetto US 7,175,783, lo strato di materiale semipermeabile è atto ad intrappolare selettivamente gli ioni che migrano verso gli elettrodi 3 sotto l'azione del campo durante la fase di servizio, consentendo di migliorare le prestazioni del condensatore 2 ovvero
20 di trattenere, nella suddetta fase di servizio, una maggiore quantità di particelle cariche. Queste ultime vengono poi, almeno in parte, rilasciate dagli elettrodi 3 durante la successiva fase di rigenerazione, in particolare passando attraverso previsti fori 33 ricavati nello strato di materiale semipermeabile 31.

La presente invenzione ha sorprendentemente potuto verificare che, programmando a
25 scadenze preimpostate l'immissione di una dose di prodotto solubilizzante in corrispondenza

degli elettrodi 3, con le suddette modalità, ed attendendo conseguentemente per un intervallo di tempo di attesa superiore ai 5 minuti, è possibile prevenire in modo automatico la formazione di incrostazioni e di precipitazioni, che, diversamente, possono diminuire o, peggio, compromettere l'efficienza della apparecchiatura 1.

- 5 Con il termine di “pori interstiziali” si dovranno intendere tutti i pori, micropori o fori presenti negli elettrodi 3 ovvero negli strati che compongono gli elettrodi 3 quali gli strati di materiale conduttore e di materiale semipermeabile 31. Essi sono stati indicati con il riferimento all'esempio realizzativo riportato nelle allegate figure 2-4 con il numero 34 con riferimento ai pori degli strati di materiale conduttore e di materiale semipermeabile 31, e con il numero 33
10 con riferimento ai fori, di dimensioni maggiori dei pori 34, ricavati sullo strato di materiale semipermeabile 31.

Forma oggetto della presente invenzione anche un metodo per la purificazione di un fluido mediante un condensatore a flusso passante, il quale in particolare potrà impiegare l'apparecchiatura 1 sopra descritta di cui, per semplicità di esposizione verranno mantenuti i
15 riferimenti numerici e la nomenclatura.

Il suddetto metodo prevede la ripetizione ciclica di: una fase di carica, in cui l'alimentatore 18 carica gli elettrodi 3 contigui ad una differente polarità; una fase di servizio, in cui il flusso di fluido da trattare è forzato a passare nel condensatore 2 attraverso gli elettrodi 3 con conseguente migrazione delle particelle ionizzate verso gli elettrodi 3 alla polarità opposta
20 rispetto alla loro e con progressivo accumulo delle particelle ionizzate sugli elettrodi 3 medesimi; ed una fase di rigenerazione, in cui con gli elettrodi 3 disattivati, un flusso di fluido di scarico è forzato a passare nel condensatore 2 con conseguente rimozione delle particelle ionizzate accumulate sugli elettrodi.

Secondo l'idea alla base della presente invenzione il metodo per la purificazione del fluido
25 dispone inoltre di una fase di pulizia atta a contrastare la precipitazione delle particelle

ionizzate, il quale prevede: una fase di introduzione di una dose di prodotto solubilizzante nel condensatore 2 in corrispondenza degli elettrodi 3; una fase di arresto, in cui il flusso di fluido è arrestato per un intervallo di almeno 5 minuti con conseguente almeno parziale diffusione delle particelle ionizzate dai pori interstiziali degli elettrodi nella dose di prodotto solubilizzante atto a mantenere in soluzione le stesse particelle ionizzate; ed una fase di scarico, in cui la dose di prodotto solubilizzante contenete le particelle ionizzate diffuse al suo interno è espulsa mediante un flusso di fluido di scarico.

Vantaggiosamente, la suddetta fase di introduzione, è ottenuta interrompendo l'alimentazione del flusso di fluido verso il condensatore 2; immettendo la dose di prodotto solubilizzante nella sezione 21 della condotta di alimentazione 5 a monte del condensatore 2; riavviando il flusso di fluido per fare avanzare attraverso la sezione 21 una portata di trasporto in misura tale da portare la dose di prodotto solubilizzante immessa nella sezione 21 in corrispondenza degli elettrodi 3.

In accordo con una forma realizzativa preferenziale della presente invenzione, la suddetta dose di prodotto solubilizzante è inserita in modo misurato nella condotta di alimentazione 5 mediante mezzi di iniezione volumetrici 19, in particolare a siringa 22.

La fase di pulizia è avviata ripetutamente dalla unità di controllo logico programmabile 13, in particolare ciclicamente, al raggiungimento di un predefinito numero di cicli di fasi di servizio e di fasi di rigenerazione.

Tale predefinito numero di cicli potrà essere determinato in modo automatico dalla unità di controllo logico programmabile 13 in funzione dei dati di portata e/o dei dati di conducibilità ricevuti rispettivamente dal misuratore di flusso 16, posto ad intercettazione della condotta di alimentazione 5, e dal sensore di conducibilità 15, posto ad intercettazione del flusso di fluido che percorre la condotta di estrazione 7.

La fase di pulizia potrà inoltre essere avviata in modo automatico dalla unità di controllo

logico programmabile 13 a seguito di ogni fermata del condensatore 2, ad esempio dovuta al riempimento del bacino o serbatoio che la condotta di estrazione 7 alimenta durante la fase di servizio.

Nel caso in cui gli elettrodi 3 siano dotati di strato di materiale semipermeabile 31, durante la fase di arresto, le particelle ionizzate diffondono almeno parzialmente nella dose di prodotto solubilizzante sia dai pori interstiziali 3 degli strati di materiale conduttore 3 sia anche dai pori interstiziali 34 degli strati di materiale semipermeabile 31 comprensivi anche dei previsti fori 33 vantaggiosamente ricavati su questi ultimi strati.

Le figure 3, 4 e 5 illustrano, seppure schematicamente, le fasi di servizio di immissione e di arresto, e di scarico del metodo oggetto dell'invenzione, con riferimento ad una forma realizzativa esemplificativa di condensatore 2, del quale è stato riprodotto in figura 2 solo una coppia di elettrodi 3 della pluralità che compone il condensatore 2 medesimo.

Nella figura 3 le particelle ionizzante, indicate con P vengono attratte dall'elettrodo di opposta polarità, passando selettivamente lo strato di materiale semipermeabile 31 e disponendosi nell'interspazio definito tra tale strato e la superficie dell'elettrodo 3, nonché nei pori interstiziali 33, 34 degli strati di materiale conduttore e di materiale semipermeabile 31.

Una volta che la dose di prodotto solubilizzante, contenente ad esempio un controione indicato con C nelle allegate figure 2-5, giunge dopo la fase di introduzione in prossimità dell'elettrodo 3 rimanendovi a contatto per tutta la fase di arresto, le particelle ionizzate P diffondono dai pori interstiziali 33, 34 degli strati di materiale conduttore e di materiale semipermeabile 31, comprensivi dei fori 33 ricavati su quest'ultimo strato 31, distribuendosi nella suddetta dose di prodotto solubilizzante che ne inibisce la precipitazione, come indicato in figura 4.

In figura 5 è indicato l'avvio della fase di scarico, in cui la dose di prodotto solubilizzante contenete le particelle ionizzate diffuse al suo interno è espulsa mediante un flusso di fluido di

scarico.

Il dispositivo così concepito raggiunge pertanto gli scopi prefissi.

Ovviamente, esso potrà assumere, nella sua realizzazione pratica anche forme e configurazioni diverse da quella sopra illustrata senza che, per questo, si esca dal presente

5 ambito di protezione.

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

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per la purificazione di un fluido mediante un condensatore a flusso passante avente:

- una pluralità di elettrodi sovrapposti, contraffacciati a differente polarità, dotati di pori interstiziali e comprendenti ciascuno uno strato di materiale conduttore;
- una pluralità di strati spaziatori, ciascuno dei quali è interposto tra gli elettrodi a differente polarità, ed è suscettibile di ricevere un flusso di fluido da trattare contenente particelle ionizzate;

detto condensatore essendo elettricamente connesso ad un alimentatore a corrente continua suscettibile di caricare detti elettrodi a detta differente polarità per creare tra di essi un campo elettrico;

detto metodo comprendendo ciclicamente:

- almeno una fase di carica, in cui detto alimentatore carica detti elettrodi a detta differente polarità;

- almeno una fase di servizio, in cui un flusso di detto fluido da trattare è forzato a passare, mediante una condotta di alimentazione ed una condotta di estrazione, in detto condensatore attraverso detti elettrodi con conseguente migrazione di dette particelle ionizzate verso gli elettrodi a polarità opposta alla loro e con progressivo accumulo di dette particelle ionizzate su detti elettrodi;

- almeno una fase di rigenerazione, in cui con detti elettrodi disattivati, un flusso di fluido di scarico è forzato a passare in detto condensatore con conseguente rimozione di dette particelle ionizzate accumulate su detti elettrodi;

caratterizzato dal fatto di comprendere:

almeno una fase di pulizia atta a contrastare la precipitazione di dette particelle ionizzate, la quale prevede:

- una fase di introduzione di una dose di un prodotto solubilizzante in detto condensatore in corrispondenza di detti elettrodi;

5 - una fase di arresto, in cui detto flusso di fluido è arrestato per un intervallo di almeno 5 minuti con conseguente almeno parziale diffusione di dette particelle ionizzate dai pori interstiziali di detti elettrodi in detta dose di prodotto solubilizzante suscettibile di mantenere in soluzione dette particelle ionizzate;

- almeno una fase di scarico in cui detta dose di prodotto solubilizzante contenente dette particelle ionizzate diffuse al suo interno è espulsa mediante un flusso di fluido di scarico.

10 2. Metodo per la purificazione di un fluido secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta fase di introduzione, è ottenuta interrompendo l'alimentazione di detto flusso di fluido verso detto condensatore; immettendo detta dose di prodotto solubilizzante in una sezione di detta condotta di alimentazione a monte di detto condensatore; riavviando detto flusso di fluido per fare avanzare attraverso detta sezione una portata di trasporto in misura
15 atta a portare detta dose di prodotto solubilizzante immessa in detta sezione in corrispondenza di detti elettrodi.

3. Metodo per la purificazione di un fluido secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto detta dose di prodotto solubilizzante è inserita in modo misurato in detta condotta di alimentazione mediante mezzi di iniezione volumetrici, in
20 particolare a siringa.

4. Metodo per la purificazione di un fluido secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto detta fase di pulizia è avviata ciclicamente da una unità di controllo logico programmabile al raggiungimento di un predefinito numero di cicli di fasi di servizio e di fasi di rigenerazione.

25 5. Metodo per la purificazione di un fluido secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal

fatto detto predefinito numero di cicli è determinato da detta unità di controllo logico programmabile in funzione dei dati di portata e/o dei dati di conducibilità ricevuti da almeno un misuratore di flusso, posto ad intercettazione del flusso di fluido che attraversa detto condensatore, e da almeno un sensore di conducibilità, posti ad intercettazione del flusso di
5 fluido che ha attraversato detto condensatore.

6. Metodo per la purificazione di un fluido secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto detta fase di pulizia è avviata a seguito della fermata di detto condensatore.

7. Metodo per la purificazione di un fluido secondo una qualunque delle rivendicazioni
10 precedenti, caratterizzato dal fatto che durante detta fase di arresto dette particelle ionizzate diffondono da almeno uno strato di materiale semipermeabile di almeno un detto elettrodo atto ad intrappolare selettivamente gli ioni che migrano verso lo stesso elettrodo sotto l'azione del campo, e caratterizzata dal fatto che dette particelle ionizzate diffondono almeno parzialmente in detta dose di prodotto solubilizzante dai pori interstiziali di detti strati di materiale
15 semipermeabile e di detti strati di materiale conduttore di detti elettrodi.

8. Metodo per la purificazione di un fluido secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detto strato di materiale semipermeabile è provvisto di una pluralità di fori attraverso i quali durante detta fase di arresto dette particelle ionizzate diffondono in detta dose di prodotto solubilizzante.

20 9. Apparecchiatura per la purificazione di un fluido, la quale comprende:

- almeno un condensatore a flusso passante, in particolare per la realizzazione del metodo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, avente:

- una pluralità di elettrodi sovrapposti, contraffacciati a differente polarità, dotati di pori interstiziali e comprendenti ciascuno uno strato di materiale
25 conduttore;

- una pluralità di strati spaziatori, ciascuno dei quali è interposto tra gli elettrodi a differente polarità, ed è suscettibile di ricevere un flusso di fluido da trattare contenente particelle ionizzate;
 - un impianto idraulico, suscettibile di alimentare detto condensatore a flusso passante con un flusso di fluido da trattare mediante una condotta di alimentazione intercettata da una prima elettrovalvola, e suscettibile di ricevere il flusso da detto condensatore mediante una condotta di estrazione suddivisa in almeno un ramo di servizio, suscettibile di trasportare un flusso di fluido trattato da detto condensatore a flusso passante ed intercettato da una seconda elettrovalvola, ed in almeno un ramo di evacuazione suscettibile di trasportare un flusso di scarico ed intercettato da almeno una terza elettrovalvola;
 - un alimentatore a corrente continua elettricamente collegato a detti elettrodi e suscettibile di caricarli contraffacciati a differente polarità per creare tra di essi un campo elettrico;
 - una unità di controllo logico programmabile suscettibile di comandare dette elettrovalvole in apertura ed in chiusura secondo fasi operative prefissate;
- 15 caratterizzata dal fatto di comprendere:
- un serbatoio di prodotto solubilizzante;
 - mezzi di immissione idraulicamente connessi a detto serbatoio, suscettibili di introdurre, a flusso interrotto di detta condotta di alimentazione, in particolare mediante detta prima elettrovalvola, una dose di prodotto solubilizzante ricevuto da detto serbatoio, in una sezione di detta condotta di alimentazione posta a monte di detto condensatore; detta unità di controllo logico comandando l'avanzamento attraverso detta sezione di una portata di trasporto di fluido misurata per trasportare detta dose di prodotto solubilizzante entro detto condensatore in corrispondenza di detti elettrodi.
10. Apparecchiatura per la purificazione di un fluido secondo la rivendicazione 9, caratterizzata dal fatto che detti mezzi di iniezione comprendono una siringa collegata a detta

sezione di detta condotta di alimentazione.

11. Apparecchiatura per la purificazione di un fluido secondo la rivendicazione 9, caratterizzata dal fatto che detto unità di controllo arresta in tempi programmati l'alimentazione a detto condensatore per un intervallo di almeno 5 minuti in cui dette
5 particelle ionizzati diffondono almeno parzialmente in detta dose di prodotto solubilizzante dai pori interstiziali di detti strati di materiale conduttore di detti elettrodi.

12. Apparecchiatura per la purificazione di un fluido secondo la rivendicazione 9, caratterizzata dal fatto che detti elettrodi comprendono uno strato di materiale semipermeabile associato allo strato di materiale conduttore atto ad intrappolare selettivamente gli ioni che
10 migrano verso detti elettrodi sotto l'azione del campo, e caratterizzata dal fatto che detto unità di controllo arresta in tempi programmati l'alimentazione a detto condensatore per un intervallo di almeno 5 minuti in cui dette particelle ionizzati diffondono almeno parzialmente in detta dose di prodotto solubilizzante dai pori interstiziali di detti strati di materiale semipermeabile e di detti strati di materiale conduttore di detti elettrodi.

CLAIMS

1. Method for purifying a fluid through a through-flow condenser having:

- a plurality of stacked electrodes, facing one another with different polarity, equipped with interstitial pores and each comprising a layer of conductive material;

- a plurality of spacing layers, each of which is arranged between the electrodes with different polarity, and is able to receive a flow of fluid to be treated containing ionised particles;

said condenser being electrically connected to a direct current power supply able

to charge said electrodes with said different polarity to create an electric field between them;

said method cyclically comprising:

- at least one charging step, in which said power supply charges said electrodes with different polarity;

- at least one service step, in which a flow of said fluid to be treated is forced to pass, through a supply conduit and a removal conduit, into said condenser through said electrodes with consequent migration of said ionised particles towards the electrodes with opposite polarity to their own and with progressive accumulation of said ionised particles on said electrodes;

- at least one regeneration step, in which with said electrodes deactivated, a flow of discharge fluid is forced to pass into said condenser with consequent removal of said ionised particles that have accumulated on said electrodes;

characterised in that it comprises:

at least one cleaning step suitable for counteracting the precipitation of said ionised particles, which foresees

- a step of introducing a dose of a solubilising product into said condenser at said electrodes;
- a stopping step, in which said flow of fluid is stopped for a period of at least 5 minutes with consequent at least partial diffusion of said ionised particles from the interstitial pores of said electrodes in said dose of solubilising product able to keep said ionised particles in solution;
- at least one discharge step in which said dose of solubilising product containing said diffused ionised particles inside it is expelled through a flow of discharge fluid.

2. Method for purifying a fluid according to claim 1, characterised in that said introduction step is obtained by interrupting the supply of said flow of fluid towards said condenser; introducing said dose of solubilising product into a section of said supply conduit upstream of said condenser; restarting said flow of fluid to make a transportation flow rate move through said section at a rate suitable for bringing said dose of solubilising product introduced into said section up to said electrodes.

3. Method for purifying a fluid according to any one of the previous claims, characterised in that said dose of solubilising product is inserted in a measured manner into said supply conduit through volumetric injection means, in particular with a syringe.

4. Method for purifying a fluid according to any one of the previous claims, characterised in that said cleaning step is started up cyclically by a programmable logic control unit once a predetermined number of service step and regeneration step cycles have been reached.

5. Method for purifying a fluid according to claim 4, characterised in that said

predetermined number of cycles is determined by said programmable logic control unit as a function of the flow rate data and/or the conductivity data received from at least one flow measurer, positioned to intercept the flow of fluid that passes through said condenser, and from at least one conductivity sensor,
5 positioned to intercept the flow of fluid that has passed through said condenser.

6. Method for purifying a fluid according to any one of the previous claims, characterised in that said cleaning step is started up after said condenser has stopped.

7. Method for purifying a fluid according to any one of the previous claims,
10 characterised in that during said stopping step said ionised particles diffuse from at least one layer of semi-permeable material of at least one of said electrodes suitable for selectively trapping the ions that migrate towards the same electrode under the action of the field, and characterised in that said ionised particles diffuse at least partially into said dose of solubilising product from the interstitial
15 pores of said layers of semi-permeable material and of said layers of conductive material of said electrodes.

8. Method for purifying a fluid according to claim 7, characterised in that said layer of semi-permeable material is provided with a plurality of holes through which during said stopping step said ionised particles diffuse into said dose of
20 solubilising product.

9. Apparatus for purifying a fluid, which comprises

- at least one through-flow condenser, in particular to carry out the method according to one or more of the previous claims, having:

- a plurality of stacked electrodes, facing one another with different
25 polarity, equipped with interstitial pores and each comprising a layer of

conductive material;

- a plurality of spacing layers, each of which is arranged between the electrodes with different polarity, and is able to receive a flow of fluid to be treated containing ionised particles;

5 - a hydraulic system, able to supply said through flow condenser with a flow of fluid to be treated through a supply conduit intercepted by a first electrovalve, and able to receive the flow from said condenser through a removal conduit divided into at least one service branch, able to transport a flow of fluid treated by said through flow condenser and intercepted by a second electrovalve, and into
10 at least one removal branch able to transport a discharge flow and intercepted by at least one third electrovalve;

- a direct current power supply electrically connected to said electrodes and able to charge the interfacing ones with different polarity to create an electric field between them;

15 - a programmable logic control unit able to control said electrovalves to open and close according to the predetermined operative steps;

characterised in that it comprises:

- a tank of solubilising product;

- introduction means hydraulically connected to said tank, able to introduce,
20 with the flow of said supply conduit interrupted, in particular through said first electrovalve, a dose of solubilising product received from said tank, into a section of said supply conduit arranged upstream of said condenser; said logic control unit controlling the forward movement through said section of a fluid transportation flow rate measured to transport said dose of solubilising
25 product in said condenser up to said electrodes.

10. Apparatus for purifying a fluid according to claim 9, characterised in that said injection means comprise a syringe connected to said section of said supply conduit.

5 11. Apparatus for purifying a fluid according to claim 9, characterised in that said control unit stops the supply to said condenser at programmed times for a period of at least 5 minutes in which said ionised particles diffuse at least partially in said dose of solubilising product from the interstitial pores of said layers of conductive material of said electrodes.

10 12. Apparatus for purifying a fluid according to claim 9, characterised in that said electrodes comprise a layer of semi-permeable material associated with the layer of conductive material suitable for selectively trapping the ions that migrate towards said electrodes under the action of the field, and characterised in that said control unit stops the supply to said condenser at programmed times for a period of at least 5 minutes in which said ionised particles diffuse at least partially in
15 said dose of solubilising product from the interstitial pores of said layers of semi-permeable material and of said layers of conductive material of said electrodes.

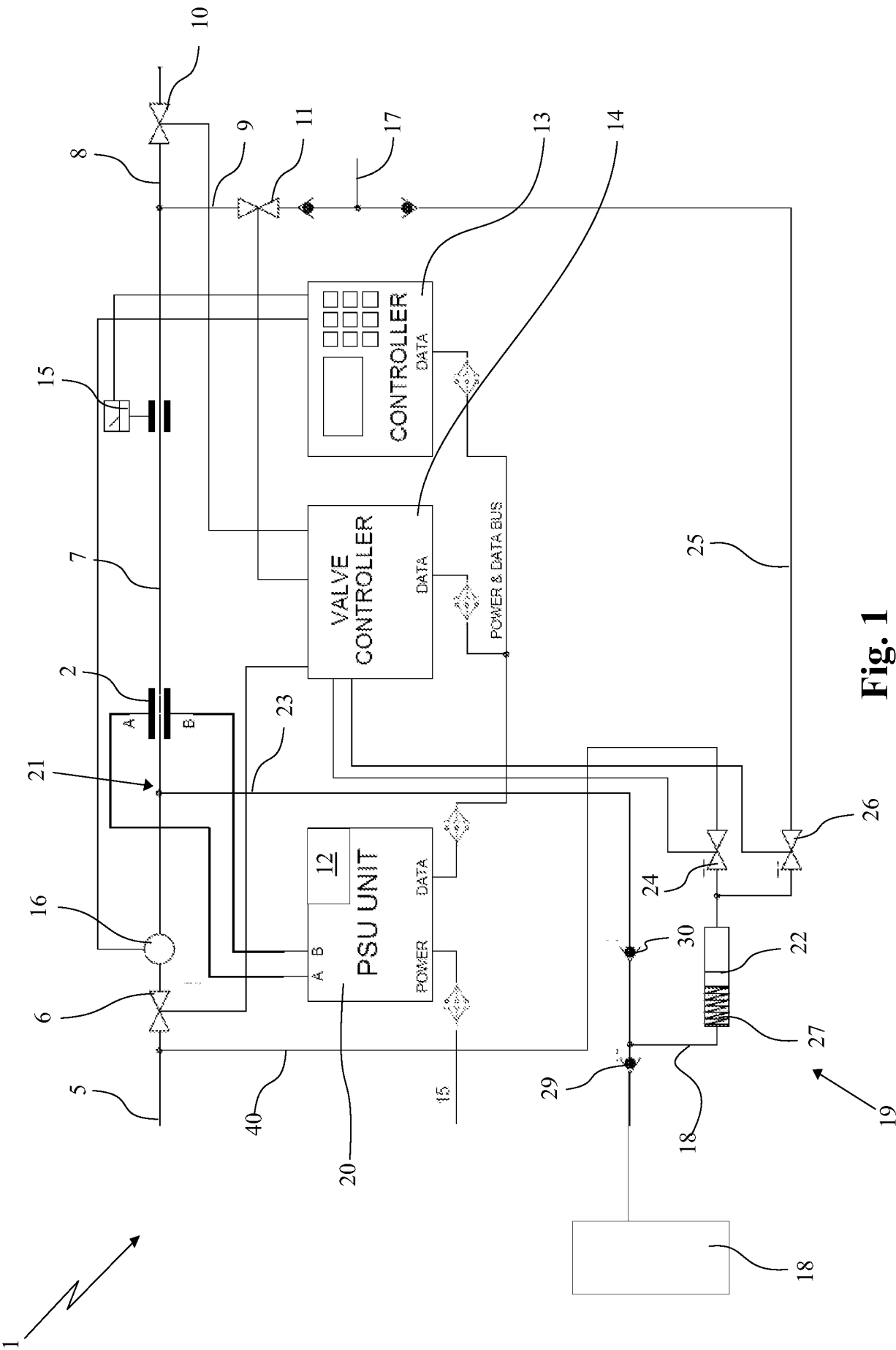


Fig. 1

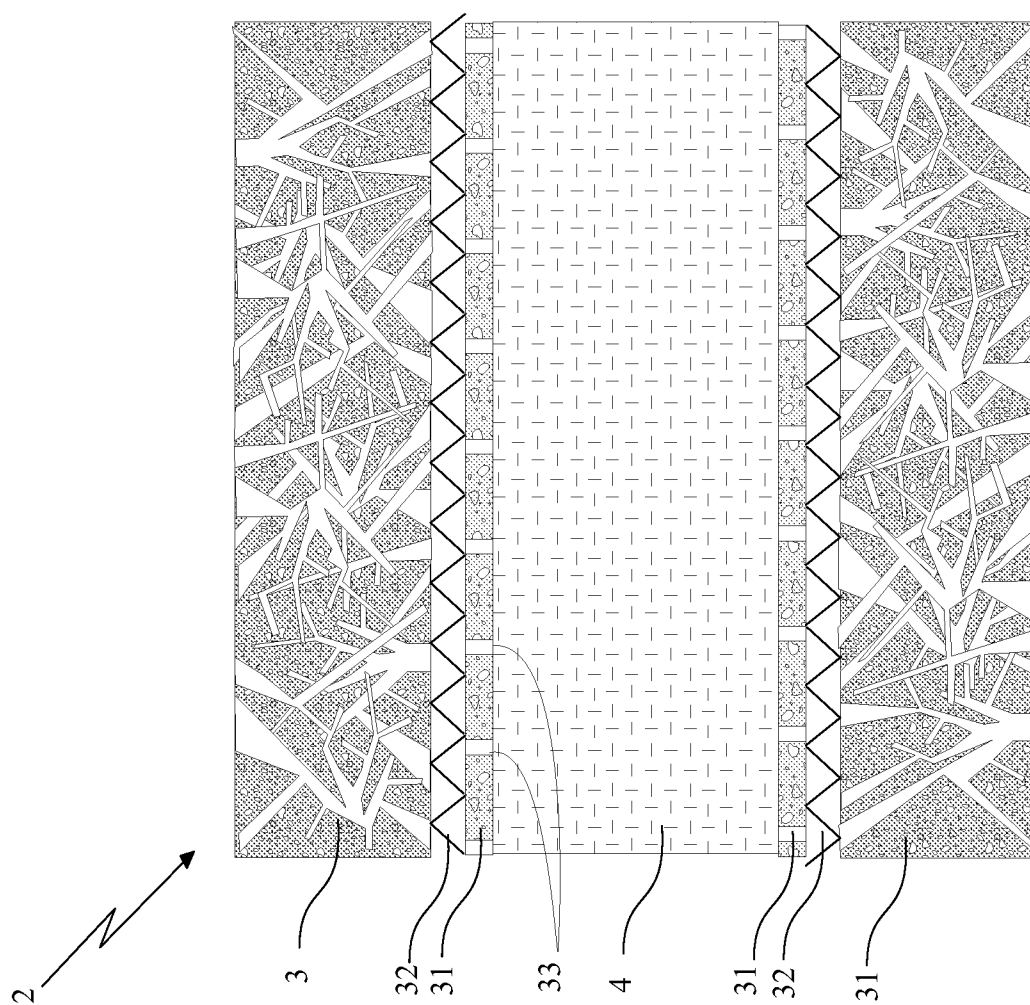


Fig. 2

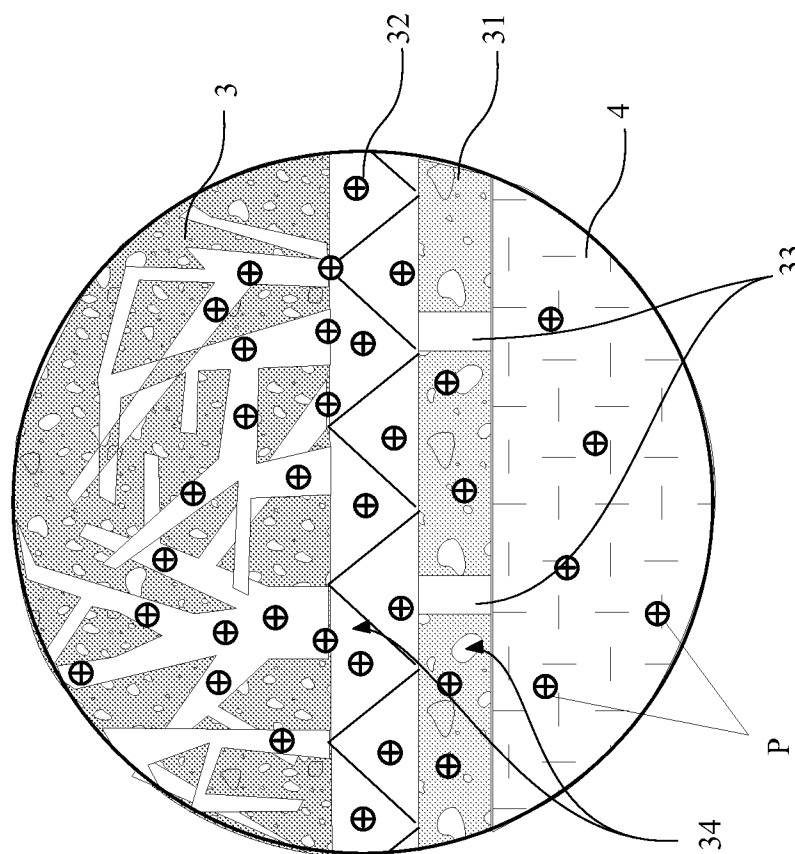


Fig. 3

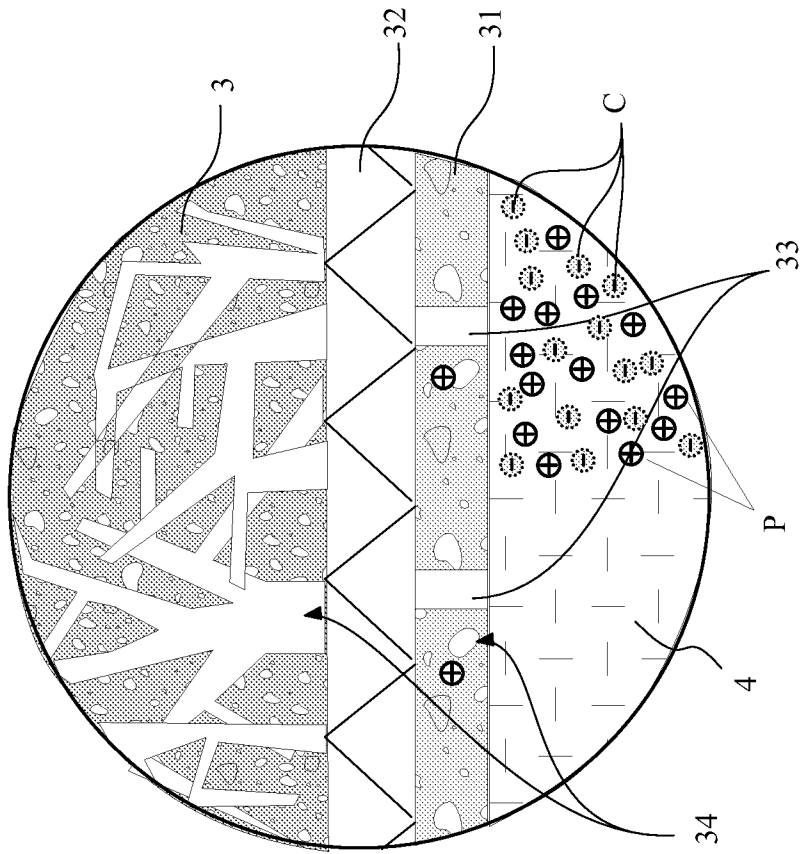


Fig. 5

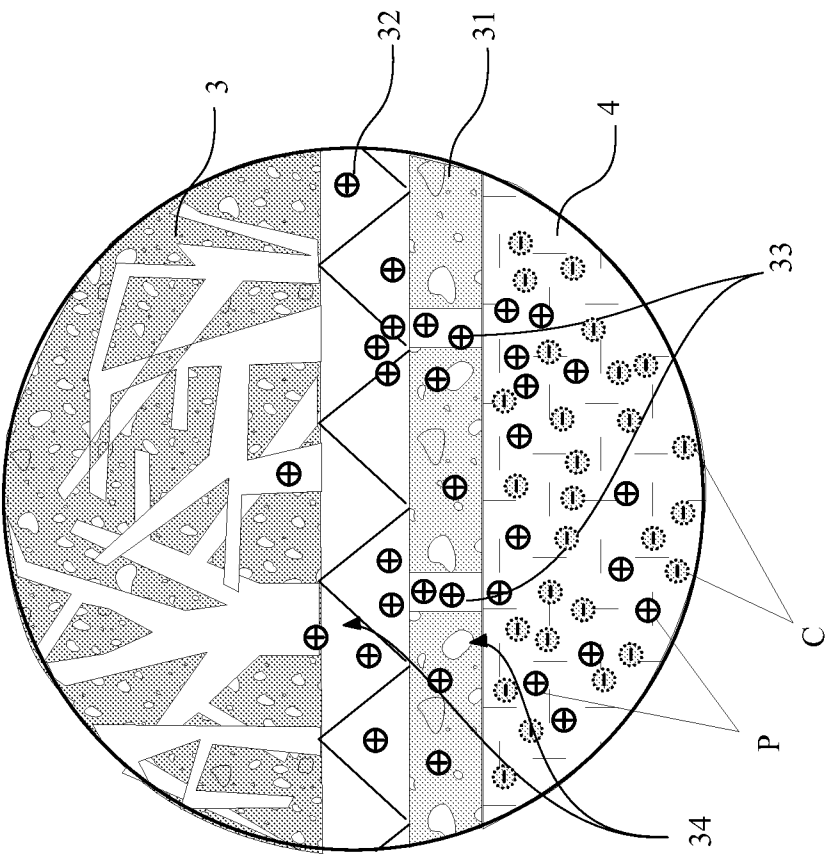


Fig. 4