



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UTBM

DOMANDA NUMERO	101995900485942
Data Deposito	19/12/1995
Data Pubblicazione	19/06/1997

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	28	C		
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	28	D		

Titolo

DISPOSITIVO PER LO SCAMBIO DI MATERIA.

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un dispositivo per lo scambio di materia, tra sostanze allo stato liquido, ovvero allo stato di vapore, ovvero allo stato gassoso.

Sono note nell'impiantistica chimica le colonne di rettifica utilizzate per separare tra di loro due o più sostanze, aventi temperature di ebollizione diverse a pari pressione. Tali colonne di rettifica possono servire per la separazione definitiva di certe sostanze, come nel caso di raffinazione di petrolio, oppure per una separazione ciclica di sostanze, come avviene ad esempio in un impianto frigorifero ad assorbimento, ove la colonna di rettifica è prevista per separare continuamente due sostanze che, in un'altra parte dell'impianto frigorifero, sono state fatte riassorbire l'una dall'altra.

In Fig. 1 viene rappresentata a titolo esemplificativo una colonna di rettifica del tipo cosiddetta "a piatti forati", utilizzata nel caso di una separazione ciclica di due sostanze.

In tale figura, con A è indicato un primo ingresso, dal quale entrano nella colonna, sotto forma di miscela di vapori, le sostanze da separare provenienti da un generatore di vapore; tale miscela di vapori è ovviamente molto ricca della sostanza più volatile, poiché già il generatore di vapore stesso funge parzialmente da distillatore; con B è indicato un secondo ingresso, dal quale entra nella colonna, allo stato liquido, una miscela ricca (ma meno di quella che entra in A), della sostanza più volatile; il liquido proveniente da B scende attraverso dei piatti, cadendo dall'uno al successivo, attraverso degli stramazzi indicati con T; in questa caduta, il liquido è attraversato da bolle di vapore che passano attraverso dei fori F praticati nei citati piatti; tali fori sono sufficientemente piccoli da essere attraversabili dal vapore ma non dal liquido, in modo che ogni piatto può risultare pieno di liquido sino al livello dello stramazzo T.

La miscela di vapori in ingresso da A, salendo e venendo a contatto con la miscela liquida in discesa, si purifica, nel senso che la sostanza meno volatile condensa parzialmente, mentre la sostanza più volatile allo stato liquido, proveniente da B, in parte vaporizza.

Ing. Roberto Dini



Il risultato è che dalla sommità della colonna, da una prima uscita indicata con L, uscirà del vapore particolarmente ricco della sostanza più volatile, mentre da una seconda uscita, indicata con P, dal fondo della colonna uscirà del liquido particolarmente povero della sostanza più volatile stessa.

Nel seguito della presente descrizione, per miscela "ricca" si intenderà sempre una miscela con concentrazione particolarmente elevata della sostanza più volatile ed il contrario si intenderà per miscela "povera".

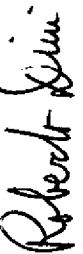
Il processo di rettifica appena descritto è sostanzialmente adiabatico; esso può essere migliorato se, alla sommità della colonna, il vapore, prima di uscire da L, viene sufficientemente raffreddato (ad es. tramite un serpentino), per far condensare e ricadere in basso buona parte dei residui della sostanza meno volatile, pur mantenendo la temperatura sufficientemente alta da evitare che la maggior parte della sostanza più volatile condensi.

Il grado di purezza della sostanza estratta per distillazione dipende teoricamente solo dalle temperature e pressioni a cui avviene il processo; in pratica, tuttavia, l'efficienza dell'operazione dipende anche dal tempo e dalla superficie di contatto tra fase liquida e vapore.

Un altro metodo, meno diffuso, di separazione di sostanze è quello denominato "a film gravitazionali"; in luogo dei piatti forati sono in questo caso previste delle pareti, sulle quali scorre verso il basso, per gravità, distribuita dall'alto, la miscela da distillare. La miscela deve bagnare la parete distribuendosi in un film sottile: in questo caso, la zona di contatto tra le fasi liquido e vapore (dove avviene lo scambio di materia) è costituita dalla superficie del film anziché dalla superficie delle bolle, come nel caso della colonna a piatti forati.

Il dispositivo a film gravitazionali è costruttivamente molto più semplice della colonna a piatti forati, rispetto alla quale richiede inoltre minor volume della miscela da purificare ed il vapore che sale non deve vincere la perdita di carico dei fori nei piatti e degli strati di liquido da

Ing. Roberto Dini



attraversare.

Le colonne di rettifica a piatti forati sono molto efficienti, poichè la dispersione di bolle di vapore nella fase liquida produce una superficie di contatto molto elevata tra le due fasi ma, in particolare se destinate ad impianti frigoriferi ad assorbimento di piccola potenza (quali ad esempio refrigeratori o pompe di calore domestiche), hanno i seguenti svantaggi:

- la costruzione è complicata e non automatizzabile;
- il vapore che, attraverso i piatti forati, gorgoglia in ciascuno strato di liquido, produce molta schiuma, la quale deve dissolversi prima che il vapore raggiunga il piatto successivo (in caso contrario la colonna di rettifica perde di efficienza); ciò pone dei limiti alla vicinanza tra i piatti e quindi alla altezza minima della colonna, mentre il contenimento degli ingombri in altezza è molto importante in tutte le applicazioni di tipo non industriale;
- il diametro della colonna resta eccessivo rispetto agli ingombri accettabili per una macchina di piccola potenza di uso non industriale;
- considerate le elevate pressioni operative, il volume del dispositivo è eccessivo rispetto alla possibilità di esonero dalla applicazione di particolari norme di sicurezza, vigenti per serbatoi contenenti liquidi surriscaldati sotto pressione;
- l'inserimento di serpentine di scambio termico, per produrre la parziale ebollizione o condensazione delle sostanze, allo scopo di migliorare il processo di rettificazione, è laborioso;
- lo svuotamento della colonna, opportuno specie in piccoli impianti di uso non industriale per eliminare sostanze tossiche prima di procedere a riparazioni, è impossibile poichè il liquido non può essere drenato attraverso i fori, praticati nei piatti, intenzionalmente troppo piccoli.

La tecnica di distillazione a film gravitazionali presenta invece i seguenti svantaggi:

- debbono essere realizzate ampie superfici su cui far scorrere il film gravitazionale e nel

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

contempo si debbono eventualmente inserire scambiatori di calore per il riscaldamento o il raffreddamento della miscela da distillare: ciò risulta eccessivamente laborioso, se si desiderano dispositivi ragionevolmente compatti;

- deve essere impedito che il film gravitazionale si rompa, raccogliendosi in rivoli che offrirebbero una insufficiente superficie di contatto liquido-vapore; ciò richiede che la superficie sia non repellente, ma bagnabile dal liquido da distillare e che il film in caduta non acceleri troppo in velocità (cosa che appunto produce la rottura del film in rivoli); non sono note a tal riguardo tecniche per garantire la formazione del film che siano efficaci in generale per qualsiasi pressione, temperatura e natura chimica della miscela da distillare.

Sono anche noti gli scambiatori di calore a piastre; nella loro versione più diffusa e consolidata, tali scambiatori sono costituiti da lastre metalliche, impacchettate tra di loro in modo da definire un certo numero di cavità parallele.

Attraverso tali cavità vengono fatti transitare due fluidi, che si possono denominare primario e secondario, tra i quali avviene uno scambio termico; se il fluido primario scorre nelle cavità di numero pari, il fluido secondario scorre in quelle di numero dispari, sicché in ciascuna cavità uno dei due fluidi può scambiare calore con l'altro attraverso entrambe le lastre che delimitano la cavità stessa. Delle guarnizioni di forma opportuna confinano ciascuno dei due fluidi nelle rispettive cavità e fungono da distanziale tra una lastra piana e la successiva.

Alcune delle citate lastre presentano dei fori in opportune posizioni, generalmente agli angoli, attraverso i quali passano i fluidi che devono essere distribuiti nelle cavità; la presenza o meno di fori di passaggio in almeno alcune delle lastre permette, secondo tecniche note, di disporre tutte le cavità attraversate dallo stesso fluido in parallelo tra loro, oppure di realizzare percorsi costituiti da pacchetti di cavità parallele, ma disposte tra loro in serie.

Le lastre attraverso le quali avviene lo scambio termico presentano generalmente una superficie corrugata, poichè su di essa viene ricavata per imbutitura una serie di canali paralleli

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

e disposti a spina di pesce; le lastre vengono assemblate assieme, ponendole una diritta una rovesciata, e così via, in modo che i citati canali di una lastra si presentino incrociati rispetto a quelli della lastra successiva; la presenza di tali canali migliora lo scambio termico, sia perchè aumenta la superficie effettiva di scambio, sia soprattutto perchè aumenta la turbolenza dei fluidi, che vengono costretti a compiere un percorso sinuoso tra i canali.


Ulteriore scopo dei citati canali è quello di permettere un contatto tra due lastre successive, in piccole zone ravvicinate e regolarmente distribuite, in modo che eventuali differenze di pressione, anche rilevanti, tra i due fluidi possano essere sopportate dalle lastre senza deformazioni; tutti gli sforzi vengono in tal modo scaricati su due piastroni terminali, di chiusura del pacchetto di lastre, serrati da tiranti.

Sono anche noti degli scambiatori di calore a piastre in cui le citate lastre costituenti le cavità sono lisce; in tali scambiatori sono previste delle reti metalliche che sostanzialmente riempiono la cavità, senza per questo impedire che i fluidi scorrano attraverso l'intreccio delle maglie della rete, in modo da consentire, sia la necessaria turbolenza, che il contatto, meccanico e termico, tra una lastra piana e la successiva; per il resto tali scambiatori non differiscono sostanzialmente dai precedenti.

Sono infine noti degli scambiatori di calore nei quali, svasando per imbutitura i bordi di ciascuna lastra piana, non è necessario utilizzare guarnizioni, poiché la tenuta può essere in tal caso garantita tramite brasatura, dopo aver inserito ciascuna lastra piana a bordi svasati nella successiva.

Tra i vantaggi principali degli scambiatori di calore a piastre vi è la possibilità di realizzare superfici di scambio molto estese, pur con ingombri molto ridotti, e l'estrema semplicità con cui si possono ottenere percorsi serie-parallelo di vario tipo, anche molto complessi, semplicemente alternando nella composizione dello scambiatore pochi tipi di lastre secondo una opportuna sequenza.

Ing. Roberto Dini



Gli scambiatori a piastre del tipo utilizzando guarnizioni in gomma presentano degli inconvenienti, quali la difficoltà di montaggio in modo totalmente automatico e la insufficiente affidabilità nel caso di impiego con liquidi tossici o corrosivi, specie se ad alta pressione. Anche le versioni saldate presentano peraltro dei limiti, in quanto l'accoppiamento tra i bordi svasati delle lastre non è solitamente sufficientemente preciso da consentire l'utilizzo di leghe brasanti che garantiscono la più elevata resistenza meccanica e chimica; queste ultime richiedono infatti accoppiamenti particolarmente precisi tra i pezzi da unire; pertanto importanti utilizzi quali impianti frigoriferi ad ammoniaca (sia ad assorbimento che a compressione meccanica, sono praticamente preclusi agli scambiatori a piastre).

In generale, scopo della presente invenzione è quello di risolvere i problemi sopra citati dei dispositivi di tipo noto e di indicare un dispositivo per lo scambio di materia che sia efficiente, di semplice e compatta realizzazione, di costo contenuto e di impiego particolarmente versatile.

In tale ambito, un primo scopo della presente invenzione è quello di indicare un dispositivo per lo scambio di materia che sia realizzabile tramite elementi modulari, sostanzialmente piani, ottenibili con semplici lavorazioni meccaniche.

Un secondo scopo dell'invenzione è quello di indicare un dispositivo per lo scambio di materia che sia ottenibile con un minimo assortimento di detti elementi modulari, impiegati in modo ripetitivo ed in quantità diversa a seconda dei casi, sicché la sua componibilità automatica risulti estremamente semplice.

Un terzo scopo dell'invenzione è quello di indicare un dispositivo per lo scambio di materia che risulti compatto e di dimensioni ridotte, a pari capacità, rispetto ai dispositivi noti.

Un quarto scopo dell'invenzione è quello di indicare un dispositivo per lo scambio di materia in cui la formazione dei film gravitazionali sia ottenibile in modo semplice ed economico.

Un quinto scopo dell'invenzione è quello di indicare un dispositivo per lo scambio di materia

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

in cui sia agevole incorporare, in zone opportune, degli scambiatori di calore per la somministrazione o la sottrazione di calore, o per entrambi detti scambi termici, senza per questo rendere più complessa la tecnica di montaggio automatico e sempre facendo uso esclusivamente di un minimo assortimento di elementi sostanzialmente piani, impiegati in modo ripetitivo ed in quantità diversa a seconda delle zone e delle capacità di scambio termico desiderate.

Tali scopi sono raggiunti secondo la presente invenzione attraverso un dispositivo per lo scambio di materia incorporante le caratteristiche delle rivendicazioni allegate, che formano parte integrante della presente descrizione.

Ulteriori scopi e vantaggi della presente invenzione risulteranno chiari dalla descrizione particolareggiata che segue e dai disegni annessi, forniti a puro titolo di esempio esplicativo e non limitativo, che illustrano:

- la Fig. 1 rappresenta una colonna di rettifica a piatti forati secondo l'arte nota;
- le Figg. da 2 a 9 rappresentano componenti ed assiemi atti a costruire uno scambiatore di calore "a piastre forate", utili per un'applicazione vantaggiosa dell'invenzione;
- le Figg. da 10 a 20 rappresentano componenti ed assiemi di un dispositivo per lo scambio di materia compatto secondo la presente invenzione.

Nelle citate figure, ove sono state omesse le parti che non interessano la descrizione del trovato, tutti gli elementi sono rappresentati in posizione verticale.

Gli elementi raffigurati in Fig. 1 che, come già detto illustra una colonna di rettifica secondo l'arte nota, sono stati già definiti ed illustrati nella esposizione dell'attuale stato dell'arte.

In Fig. 2 è mostrata una generica lastra piana di separazione tra due successive cavità di uno scambiatore a piastre; tale lastra, indicata nel suo complesso con 1, presenta:

- un primo passaggio, indicato con IP, delimitato da un foro di passaggio 2, per il transito di un fluido primario da *distribuire* nelle cavità facenti parte di un circuito primario dello

Ing. Roberto Dini



scambiatore,

- un secondo passaggio, indicato con US, delimitato da un foro di passaggio 3, per il transito di un fluido secondario da *raccogliere* dalle cavità facenti parte di un circuito secondario dello scambiatore,
- un terzo passaggio, indicato con UP, delimitato da un foro di passaggio 4, per il transito del citato fluido primario da *raccogliere* dalle cavità facenti parte del circuito primario dello scambiatore,
- un quarto passaggio, indicato con IS, delimitato da un foro di passaggio 5, per il transito del citato fluido secondario da *distribuire* nelle cavità facenti parte del circuito secondario dello scambiatore.

In Fig. 3 è mostrata una generica lastra piana forata, avente la funzione di distanziare e supportare delle lastre di Fig. 2, oltre che di distribuire e procurare turbolenza dei fluidi.

Come si nota, tale piastra forata, indicata con 6, presenta gli stessi passaggi già definiti in Fig. 2, contrassegnati con gli stessi riferimenti IP, US, UP ed IS, delimitati rispettivamente da fori di passaggio 7, 8, 9 e 10. La piastra 6 presenta inoltre una schiera di fori di attraversamento, indicati con 11, disposti in maniera regolare sostanzialmente su tutta la sua superficie; la schiera di fori di attraversamento 11 è opportunamente interrotta in prossimità dei fori di passaggio 7 e 9, mentre interseca i fori di passaggio 8 e 10.

In Fig. 4, con 6.R è indicata una lastra piana forata identica a quella di Fig. 3, ma ruotata in senso circolare di 180°; i riferimenti IP, US, UP ed IS identificano gli stessi passaggi come già definiti con riferimento alla Fig. 2, i quali sono però ora delimitati, a causa della rotazione della piastra, rispettivamente dai fori di passaggio 9, 10, 7 e 8; è inoltre visibile la già citata schiera di fori di attraversamento 11.

In Fig. 5 è mostrato, in assonometria, il criterio di impacchettamento delle lastre delle Figg. 2, 3 e 4, allo scopo di realizzare una generica porzione di uno scambiatore a piastre. In tale Fig.

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

5, sono mostrate la lastra piana forata 6 di Fig. 3, la lastra piana forata 6.R di Fig. 4 e la lastra piana di separazione 1 di Fig. 2.

In Fig. 6 è mostrata frontalmente una generica porzione di uno scambiatore di calore utilizzando lastre piane del tipo illustrato nelle Figg. 3 e 4; come si nota, una lastra piana forata 6 risulta sovrapposta ad una lastra piana forata 6.R in modo che le schiere di fori di attraversamento 11, relative ad entrambe dette lastre 6 e 6.R possano definire dei percorsi di attraversamento, alcuni dei quali vengono indicati con 12; nel caso specifico della Fig. 6, i percorsi di attraversamento 12 sono relativi ad un fluido proveniente dal passaggio IS e diretto al passaggio US.

In Fig. 7 sono mostrati con maggior dettaglio alcuni degli innumerevoli percorsi 12, definiti dai fori di attraversamento 11 delle lastre piane forate 6 e 6.R, tra loro sovrapposte; in tale Fig. 7, con 11.A è indicata una delle zone di contatto tra le lastre piane forate 6 e 6.R, mentre con 11.B è indicato uno dei varchi di attraversamento, che si ottengono in virtù della posizione sfalsata delle schiere di fori di attraversamento 11 praticate sulle lastre piane forate 6 e 6.R.

Ai fini dell'ottenimento di uno scambiatore di materia e/o calore secondo l'invenzione, le lastre in precedenza illustrate vengono quindi impacchettate tra loro in modo da definire un certo numero di cavità parallele.

A tale scopo, la Fig. 8 mostra lateralmente, in una generica sezione A - A di Fig. 6, la sequenza di cavità ottenibili dalla composizione alternata di una lastra piana di separazione 1 di Fig. 2, di una lastra piana forata 6 di Fig. 3, di una lastra piana forata 6.R di Fig. 4, di una ulteriore lastra piana di separazione 1, e così via. Nella figura sono inoltre indicate le schiere di fori di attraversamento 11 ed i varchi di attraversamento 11.B.

La Fig. 9 è simile alla Fig. 8, ma in questo caso la prima e la terza cavità (da sinistra) sono realizzate ciascuna tramite due lastre forate 6 e due lastre forate 6.R; la Fig. 9 chiarisce quindi come ciascuna cavità possa in realtà essere costituita da un numero imprecisato di lastre, anche

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

diverso da cavità a cavità.

Come detto, prima di descrivere la realizzazione ed il funzionamento del dispositivo di distillazione e di rettifica compatto secondo l'invenzione, per ragioni di semplicità espositiva si ritiene utile esaminare il funzionamento di uno scambiatore di calore "a piastre forate" realizzato secondo la tecnica illustrata nelle Figg. da 2 a 9, la cui applicazione risulta particolarmente vantaggiosa ai fini della presente invenzione.

Come detto, la lastra piana forata 6.R di Fig. 4 è, in pratica, costituita dalla lastra piana forata 6 di Fig. 3 ruotata in senso circolare di 180°; praticando in detta lastra piana forata 6 la schiera di fori di attraversamento 11, in opportuna posizione non simmetrica rispetto al centro della lastra stessa, e quindi sovrapponendo le lastre forate 6 e 6.R in modo da far coincidere gli assi dei fori delimitanti i passaggi IP, US, UP ed IS, dette schiere di fori di attraversamento 11 si sovrappongono sfalsate fra loro, come evidente in Fig. 6, in modo da realizzare i varchi di attraversamento 11.B mostrati in Fig. 7. Fra le due lastre 6 e 6.R permangono comunque ampie zone di contatto 11.A; in virtù della presenza di dette zone di contatto 11.A, sia periferiche che interne alle schiere di fori di attraversamento 11, le lastre 6 e 6.R possono essere solidamente unite tramite incollaggio, brasatura o altre tecniche note, per ottenere una struttura meccanicamente resistente e termicamente conduttiva.

Il procedimento di assemblaggio può essere continuato indefinitamente, come schematizzato in Fig. 5, alternando lastre piane forate 6 e 6.R e ponendo all'inizio ed alla fine del pacchetto costituito da dette lastre piane forate 6 e 6.R due lastre piane di separazione 1 di Fig. 2; in tal modo è possibile ottenere delle cavità nelle quali, come evidenziato in Fig. 6, un fluido (ad es. il fluido secondario), può liberamente circolare dal passaggio IS al passaggio US, secondo gli innumerevoli percorsi di attraversamento 12. Tale fluido non può tuttavia in nessun modo fuoriuscire all'esterno, nè mescolarsi al fluido primario transitante nei passaggi IP ed UP.

Se alla cavità la cui composizione è appena stata descritta se ne alterna un'altra in cui le lastre

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

piane forate 6 e 6.R sono disposte ribaltate di 180°, indifferentemente rispetto all'asse orizzontale o verticale (ottenendo così una figura speculare rispetto a quella di Fig. 6), allora in questa ulteriore cavità sarà il fluido primario a poter liberamente circolare dal passaggio IP al passaggio UP, senza poter in nessun modo nè fuoriuscire all'esterno nè mescolarsi al fluido secondario transitante nei passaggi IS ed US.

La generica lastra piana di separazione 1 mostrata in Fig. 2 può anche essere considerata come la piastra più esterna di uno scambiatore di calore; in tal caso, in corrispondenza dei fori di passaggio 2, 3, 4 e 5 possono essere fissati dei boccagli (ad esempio identici ai boccagli indicati con 51 nella Fig. 19); tramite tali boccagli, un fluido primario può essere introdotto nello scambiatore attraverso il passaggio IP ed estratto attraverso il passaggio UP; analogamente, un fluido secondario può essere introdotto attraverso il passaggio IS ed estratto attraverso il passaggio US.

Si può notare dalle Figg. 2, 4, 5 e 6 che detti passaggi IP, UP, IS ed US continuano attraverso tutte le piastre 1, 6 e 6.R senza per questo che i citati fluidi primario e secondario, come già dimostrato, possano venire in contatto materiale tra loro; si ottiene al contrario, attraverso le lastre piane di separazione 1, un contatto termico tra i fluidi che scorrono in parallelo e in controcorrente; come peraltro si intuisce, circuiti più complessi costituiti da gruppi di cavità disposte in parallelo tra loro ed in serie rispetto ad altri gruppi di cavità possono ottenersi facilmente, con accorgimenti noti.

Le lastre piane forate 6 e 6.R possono essere di qualsiasi spessore, anche molto sottile, essendovi solo dei limiti pratici alle dimensioni esterne del dispositivo ed allo spessore delle stesse lastre piane forate, nonché alla quantità delle dette lastre in una singola intercapedine.

Le lastre piane di separazione 1 devono avere uno spessore adeguato a resistere alle differenze di pressione che possono esistere tra i due fluidi tra i quali avviene lo scambio termico, e tra questi e l'ambiente esterno.

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

Come evidenziato nelle Figg. 8 e 9, possono ottenersi cavità composte da un numero variabile di lastre piane forate 6 e 6.R, poiché la trasmissione di calore tra i due fluidi è assicurata dal fatto che tutte le lastre piane forate 6 e 6.R disposte nella stessa cavità hanno dei ponti termici costituiti dalle zone di contatto 11.A.

Si noti infine che non è affatto necessario che le lastre piane forate 6.R siano ottenibili solo per rotazione di 180° dalle lastre piane forate 6; questo è infatti un notevole vantaggio produttivo, ma ai fini del funzionamento dello scambiatore, la lastra 6.R potrebbe essere opportunamente diversa (ad esempio per disegno della schiera di fori di attraversamento 11 e/o per lo spessore) dalla lastra piana forata 6. Inoltre, per ragioni di fluido-termodinamica, è opportuno in genere che le schiere di fori di attraversamento 11 siano disegnate in funzione del tipo di fluido che le attraversa: quindi, in generale, nello stesso scambiatore le cavità in cui scorre il fluido primario potrebbero essere costituite da lastre piane forate 6 e 6.R diverse, per disegno della schiera di fori di attraversamento 11, spessore e quantità, dalle corrispondenti lastre forate 6 e 6.R relative al fluido secondario. Può inoltre essere opportuno che la schiera di fori di attraversamento 11 sia costituita opportunamente, per ragioni termo-fluidodinamiche, da fori di forma tra loro diversa e distribuiti in maniera disuniforme.

Le uniche condizioni richieste sono che, sovrapponendo una lastra piana forata 6 ad una lastra piana forata 6.R, si ottengano i già detti varchi di attraversamento 11.B e le già dette zone di contatto 11.A.

Il dispositivo compatto per lo scambio di materia secondo la presente invenzione verrà ora descritto con riferimento alle Figg. da 10 a 20 ed in relazione ad un dispositivo di distillazione e di rettifica; è peraltro chiaro, come risulterà nel seguito, che l'idea inventiva è applicabile anche ad altri dispositivi per lo scambio di materia.

Come si vedrà, anche ai fini dell'ottenimento del dispositivo distillatore in accordo all'invenzione, delle lastre di forma opportuna vengono impacchettate tra loro in modo da

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

definire un certo numero di cavità parallele, in cui possono transitare una miscela liquida da distillare, un fluido refrigerante, un fluido riscaldante, una miscela di vapore da rettificare.

In Fig. 10 è rappresentata una generica lastra piana di estremità o separazione, indicata con 13, del dispositivo di distillazione e di rettifica compatto secondo l'invenzione; tale lastra 13 presenta:

- un passaggio IL, delimitato da un foro 14, per il transito di una miscela liquida ricca da distillare, da *distribuire* in delle cavità che formano delle camere di distillazione;
- un passaggio IR, delimitato da un foro 15, per il transito di un fluido refrigerante da *distribuire* in delle cavità per un fluido refrigerante,
- un passaggio UV, delimitato da un foro 16, per il transito di un vapore distillato, da *raccogliere* dalle citate cavità delle camere di distillazione,
- un passaggio UR, delimitato da un foro 17, per il transito del citato fluido refrigerante, da *raccogliere* dalle cavità del fluido refrigerante,
- un passaggio IV, delimitato da un foro 18, per il transito di una miscela molto ricca allo stato di vapore da rettificare, da *distribuire* nelle cavità delle camere di distillazione,
- un passaggio UE, delimitato da un foro 19, per il transito di un fluido riscaldante, da *raccogliere* dalle cavità per un fluido riscaldante,
- un passaggio UL, delimitato da un foro 20, per il transito di una miscela liquida povera, da *raccogliere* dalle cavità delle camere di distillazione,
- un passaggio IE, delimitato da un foro 21, per il transito del già detto fluido riscaldante, da *distribuire* nelle cavità del fluido riscaldante.

Le Figg. 11 e 12 mostrano delle lastre piane forate 22 e 22.R, in seguito denominate "lato rettifica", da utilizzare per la formazione delle cavità in cui scorre una miscela da distillare; come si vedrà, tramite impacchettamento di due o più lastre piane 22 e 22.R "lato rettifica", si ottengono le cavità di distillazione e rettifica in cui circola la miscela da distillare e/o rettificare,

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

come risulterà nel seguito della presente descrizione.

La lastra 22 di Fig. 11 presenta, indicati con le stesse lettere IL, IR, UV, UR, IV, UE, UL ed IE, gli stessi passaggi già evidenziati in Fig. 10, delimitati rispettivamente da fori di passaggio 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30; sono inoltre visibili una schiera di fori di attraversamento 31, disposti in maniera regolare sostanzialmente su tutta la superficie della lastra 22; la schiera di fori di attraversamento 31 è opportunamente interrotta in prossimità dei fori di passaggio 24, 26, 28 e 30, mentre interseca i fori di passaggio 23, 25, 27 e 29 (in particolare, della schiera di fori di attraversamento 31, vengono posti in evidenza i fori 31.A e 31.B, intersecanti il foro di passaggio 23); sono infine indicate con 32 una zona di ebollizione della miscela da distillare, una zona 33 di rettifica adiabatica ed una zona 34 di rettifica con refrigerazione; la ragione di tale denominazione risulterà chiara in seguito.

In Fig. 12, con 22.R, è mostrata una lastra piana forata "lato rettifica" identica a quella indicata con 22 in Fig. 11, che però ha subito rispetto a quest'ultima una rotazione di 180°; le lettere IL, IR, UV, UR, IV, UE, UL ed IE identificano gli stessi passaggi già definiti in Fig. 10, i quali sono ora delimitati, a causa della rotazione della piastra, rispettivamente dai fori di passaggio 27, 28, 29, 30, 23, 24, 25 e 26; è anche indicata la schiera di fori di attraversamento 31 (di cui in particolare vengono posti in evidenza i fori 31.C e 31.D, intersecanti il foro di passaggio 27), nonché le già dette zone di ebollizione 32, di rettifica adiabatica 33 e di rettifica con refrigerazione 34.

Le Figg. 13 e 14 mostrano delle lastre piane forate "lato scambiatore", indicata con 35 e 35.R, da utilizzare per la realizzazione delle cavità in cui scorrono i fluidi riscaldanti o raffreddanti la miscela da distillare; come si vedrà, le lastre forate "lato scambiatore" 35 e 35.R sono gli elementi atti a costituire per impaccettamento, di due o più esemplari, le cavità di scambio termico in cui circolano i fluidi destinati a provocare la parziale ebollizione della miscela liquida da distillare o la parziale condensazione del vapore della miscela da rettificare.

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

La lastra piana forata 35 "lato scambiatore" di Fig. 13 presenta, indicati con le stesse lettere IL, IR, UV, UR, IV, UE, UL ed IE, gli stessi passaggi già definiti in Fig. 10, delimitati rispettivamente da fori di passaggio 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 e 43; inoltre, in corrispondenza delle posizioni delle zone di ebollizione 32, di rettifica adiabatica 33 e di rettifica con refrigerazione 34 identificate nelle Figg. 11 e 12, sono indicate tre schiere di fori, e precisamente:

- una schiera di attraversamento fluido riscaldante, indicata con 44 (opportunamente interrotta in prossimità dei fori di passaggio 40 e 42, mentre interseca i fori di passaggio 41 e 43),
- una schiera neutra, indicata con 45 (non intersecante alcuno dei fori di passaggio, ma collegata all'esterno tramite aperture di sfiato 47),
- una schiera di attraversamento fluido refrigerante 46 (opportunamente interrotta in prossimità dei fori di passaggio 36 e 38, mentre interseca i fori di passaggio 37 e 39).

In Fig. 14, con 35.R, è mostrata una lastra piana forata identica a quella indicata con 35 in Fig. 13, ma ruotata di 180° rispetto a questa; le lettere IL, IR, UV, UR, IV, UE, UL ed IE identificano gli stessi passaggi già definiti in Fig. 10, che risultano in questo caso delimitati, a causa della rotazione della piastra, rispettivamente dai fori di passaggio 40, 41, 42, 43, 36, 37, 38 e 39; nella figura sono anche indicate le medesime schiere di fori, già identificate in Fig. 13, nonché le aperture di sfiato 47.

La Fig. 15 mostra, in assonometria, il criterio di impacchettamento delle lastre delle Figg. 10, 11, 12, 13 e 14, per realizzare una generica porzione del dispositivo di distillazione e rettifica, comprendente cavità in cui circola la miscela da distillare e cavità in cui circolano i fluidi riscaldanti o raffreddanti detta miscela.

In tale Fig. 15, sono mostrate una lastra piana forata "lato rettifica" 22, una lastra piana forata "lato rettifica" 22.R, una lastra piana di separazione 13, una lastra piana forata "lato

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

scambiatore" 35, una lastra piana forata "lato scambiatore" 35.R ed ancora una lastra piana di separazione 13; sono indicati inoltre i soliti passaggi IL, IR, UV, UR, IV, UE, UL ed IE, in posizione identica per ciascuna di dette lastre.

In Fig. 16 è mostrata frontalmente una generica porzione del dispositivo di distillazione e rettifica realizzato secondo l'invenzione; si notano una lastra piana forata "lato rettifica" 22 sovrapposta ad una lastra piana forata "lato rettifica" 22.R, nonché le zone di ebollizione 32, di rettifica adiabatica 33 e di rettifica con refrigerazione 34; sono indicati inoltre i passaggi IL, IR, UV, UR, IV, UE, UL ed IE, avendo ommesso di contrassegnare gli altri elementi la cui identificazione è oramai chiara.

In Fig. 17 è mostrata una lastra piana forata "lato scambiatore" 35 di Fig. 13, sovrapposta ad una lastra piana forata "lato scambiatore" 35.R di Fig. 14; sono inoltre evidenziati

- la schiera fori di attraversamento fluido riscaldante 44, che è in posizione corrispondente alle citate zone di ebollizione 32 di Fig. 16,
- la schiera fori neutra 45, che è in posizione corrispondente alle zone di rettifica adiabatica 33 di Fig. 16,
- la schiera fori di attraversamento fluido refrigerante 46, che è in posizione corrispondente alle zone di rettifica con refrigerazione 34 di Fig. 16,
- le aperture di sfiato 47,
- i passaggi IL, IR, UV, UR, IV, UE, UL ed IE.

La Fig. 18 mostra, secondo una sezione effettuata secondo l'asse A - A di Fig. 16, una cavità prevista per la circolazione del fluido da distillare ed un'altra cavità prevista per la circolazione dei fluidi riscaldanti o raffreddanti; la Fig. 18.A rappresenta un dettaglio ingrandito della Fig. 18.

In tali figure vengono quindi rappresentate una possibile sequenza di lastre forate "lato rettifica" 22 e 22.R, costituenti una cavità di distillazione e rettifica 48, ed una possibile

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

sequenza di lastre forate "lato scambiatore" 35 e 35.R, costituenti una cavità di scambio termico 49; tra le due citate sequenze è presente una lastra piana di separazione 13, tra la cavità di distillazione 48 e la cavità di scambio termico 49.

Nella Fig. 18 sono inoltre indicate, nella cavità di distillazione 48, la zona di ebollizione 32 della miscela da distillare, la zona di rettifica adiabatica 33, la zona di rettifica con refrigerazione 34; nella cavità di scambio termico 49 sono invece indicate la schiera di fori di attraversamento fluido riscaldante 44, la schiera di fori neutra 45 e la schiera di fori di attraversamento fluido refrigerante 46.

La Fig. 19 mostra in assonometria una possibile forma realizzativa di un dispositivo di distillazione e rettifica compatto, indicato con 50, secondo la presente invenzione.

Tale dispositivo 50 comprende un numero imprecisato di cavità di distillazione, intercalate ad un pari numero di cavità di scambio termico, separate come in precedenza descritto da lastre di separazione; la Fig. 19 mostra inoltre i più volte citati passaggi IL, IR, UV, UR, IV, UE, UL ed IE, delimitati da bocchigli 51; le frecce 52 indicano il verso dei flussi in ingresso o in uscita dai citati bocchigli 51.

La Fig. 20, simile alla Fig. 15, mostra in assonometria, il criterio di impacchettamento di una generica porzione di un dispositivo di distillazione e rettifica compatto realizzato secondo l'invenzione, il quale utilizza dei componenti che non presentano i sopra citati fori di attraversamento; come si vedrà, la funzione di tali fori, e delle relative schiere, viene realizzata attraverso l'opportuna sagomatura di mezzi distanziatori, ad esempio in forma di guarnizioni o telai.

Nella Fig. 20, con 22.B è indicato un mezzo distanziatore "lato rettifica", sostanzialmente a forma di telaio, che adempie alle funzioni delle lastre 22 e 22.R delle figure precedenti; come si nota, nel mezzo distanziatore "lato rettifica" 22.B sono ricavati dei fori passanti per realizzare i passaggi IR, IE, UE ed UR; lo stesso mezzo distanziatore 22.B presenta delle

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

appendici, indicate con 31.k, che circondano per circa 180° i passaggi IL ed IV: tali appendici 31.k hanno la stessa funzione che è ottenibile dalla opportuna posizione dei fori 31.A, 31.B, 31.C e 31.D indicati nelle Figg. 11 e 12.

Sempre in Fig. 20, con 13.B sono indicate due lastre di separazione, simili a quelle in precedenza descritte, mentre con 35.B è indicato un mezzo distanziatore "lato scambiatore"; anche il mezzo distanziatore "lato scambiatore" 35.B è sostanzialmente a forma di telaio, ed adempie alle funzioni delle lastre 35 e 35.R delle figure precedenti; come si nota, nel mezzo distanziatore 35.B sono presenti dei fori passanti che realizzano i passaggi IL, IR, UV, UR, IV, UE, UL ed IE; si nota altresì come la parte intermedia del telaio che costituisce il mezzo distanziatore 35.B è piena.

Due successive lastre di separazione 13.B, con interposto un mezzo distanziatore "lato rettifica" 22.B, delimitano una cavità di distillazione, indicata con 48.B, suddivisa in tre zone, rispettivamente denominate zona di ebollizione 32.B, zona di rettifica adiabatica 33.B e zona di rettifica con refrigerazione 34.B. Due successive lastre di separazione 13.B, con interposto un mezzo distanziatore "lato scambiatore" 35.B delimitano invece una cavità di transito fluido riscaldante 44.B, una zona neutra 45.B ed una zona di transito fluido refrigerante 46.B.

Si descrivono ora in dettaglio le modalità di funzionamento ed i vantaggi del dispositivo di scambio di materia compatto secondo l'invenzione (sia che esso venga realizzato con l'ausilio delle lastre 22, 22.R - 35, 35.R, sia con l'ausilio dei telai 22.B - 35.B), illustrandone alcune forme di realizzazione preferite ma non esclusive e limitandosi al caso della separazione di due anziché più sostanze da una unica miscela liquida, nel caso di un dispositivo di distillazione e di rettifica.

Le lastre piane forate "lato rettifica" 22 e 22.R delle Figg. 11 e 12 sono come detto gli elementi atti a costituire, per impacchettamento di due o più esemplari, le cavità di distillazione e rettifica 48 di Fig. 18, in cui circola la miscela da distillare e/o rettificare; le lastre forate "lato

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

scambiatore" 35 e 35.R delle Figg. 13 e 14 sono invece gli elementi atti a costituire per impacchettamento di due o più esemplari, le cavità di scambio termico 49 di Fig. 18, in cui circolano i fluidi destinati a provocare la parziale ebollizione della miscela liquida da distillare e/o la parziale condensazione del vapore della miscela da rettificare, o in cui circolano entrambi detti fluidi, senza che essi possano venire in contatto termico o materiale tra loro.

Le cavità di distillazione e rettifica 48 e di scambio termico 49 sono separate dalle lastre piane di separazione 13 di Fig. 10; la prima o l'ultima, o entrambe le lastre piane di separazione 13 possono essere munite dei boccagli 51 di Fig. 19.

Si passa ora ad illustrare alcune forme di esecuzione del dispositivo secondo l'invenzione ed ad altri dispositivi ottenibili utilizzando lo stesso concetto inventivo. Ogni dispositivo, salvo diversamente precisato, è costituito da una indeterminata quantità di cavità di distillazione e rettifica 48 intercalate a cavità di scambio termico 49, nei modi sopra descritti.

DISPOSITIVO DI DISTILLAZIONE E DI RETTIFICA COMPLETO

In tutte le cavità di distillazione e rettifica 48, mostrate frontalmente in Fig. 16, attraverso il passaggio IL entra una miscela liquida ricca da distillare, attraverso il passaggio UV esce il vapore distillato, attraverso il passaggio UL esce la miscela liquida povera; in questo processo di distillazione e rettifica il passaggio IV non viene dunque utilizzato e pertanto detto passaggio risulta chiuso rispetto all'esterno, ad esempio in corrispondenza del relativo boccaglio 51 di Fig. 19.

Contemporaneamente, in tutte le cavità di scambio termico 49, mostrate frontalmente in Fig. 17, un fluido refrigerante entra dal passaggio IR ed esce dal passaggio UR, mentre un fluido riscaldante entra dal passaggio IE ed esce dal passaggio UE.

Il dispositivo risulta diviso, dal basso verso l'alto, nelle seguenti tre zone:

I - Zona di ebollizione e distillazione.

Nella zona di ebollizione 32 di Fig. 16 avviene l'ebollizione e parziale vaporizzazione della

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

miscela liquida proveniente da IL, ad opera del fluido riscaldante circolante nella schiera fori di attraversamento fluido riscaldante 44 di Fig. 17; in conseguenza di ciò, il residuo liquido impoverito della sostanza più volatile esce dal passaggio UL, mentre la parte vaporizzata sale nella zona di rettifica adiabatica 33 ad incontrare, in contro corrente, la miscela liquida ricca che entra dal passaggio IL. Si noti che la miscela liquida proveniente da IL sgocciola per sola gravità attraverso un percorso molto accidentato, realizzato dalla serie di varchi di attraversamento (11.B, Fig. 8) interrotti dalle zone di contatto (11.A, Fig. 7) e per di più ostacolato dal vapore generato dalla ebollizione; pertanto, disegnando opportunamente le lastre piane forate "lato rettifica" 22 e 22.R, la discesa può essere sufficientemente lenta da far giungere al passaggio UL una miscela sufficientemente impoverita.

II - Zona di rettifica adiabatica.

Le cavità di distillazione e rettifica 48 possono essere costruite di sufficiente ampiezza e con un sufficiente numero di lastre piane forate "lato rettifica" 22 e 22.R, in modo che la miscela liquida proveniente dal passaggio IL non possa allagare dette cavità, ma debba scorrere lungo le superfici delle già dette lastre piane forate "lato rettifica" 22 e 22.R; l'eventuale tendenza di detta miscela liquida ricca a raccogliersi in rivoli, anziché a bagnare dette superfici, è continuamente contrastata dal fatto che detta miscela che scende viene continuamente obbligata a cambiare percorso in corrispondenza delle zone di contatto 11.A e dei varchi di attraversamento 11.B; in tal modo si ottiene una rettifica secondo il principio dei film gravitazionali, evitando tuttavia gli inconvenienti dell'arte nota.

In alternativa, se ciò è considerato vantaggioso per il processo specifico di impiego, nulla vieta che le schiere di fori di attraversamento 31 delle lastre piane forate "lato rettifica" 22 e 22.R abbiano in questa zona dei fori sufficientemente piccoli da frenare la discesa della miscela liquida, costringendo il vapore a gorgogliarvi attraverso.

Pertanto, nella zona di rettifica adiabatica 33 di Fig. 16 il liquido che scende si preriscalda a

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

spese del vapore che sale; in tal modo si spostano le concentrazioni di equilibrio delle sostanze nelle miscele: quindi la miscela liquida, riscaldandosi, cederà al vapore parte della sostanza più volatile, mentre il vapore, raffreddandosi, cederà al liquido parte della sostanza meno volatile; il processo è quindi "adiabatico" nel senso che vi sono scambi di calore tra le fasi liquido e vapore, ma non con fluidi esterni alle cavità di distillazione e rettifica 48.

In corrispondenza delle zone di rettifica adiabatica 33, le cavità di scambio termico 49 hanno delle schiere di fori neutre 45, non percorse da alcun fluido, il cui scopo è quello di assicurare una continuità strutturale di tutto il dispositivo; dette schiere di fori neutre 45 sono collegate all'esterno tramite aperture di sfiato 47, che si rendono opportune per evitare aumenti di pressione o per smaltire gas che eventualmente si producono durante la fase di brasatura del dispositivo.

III - Zona di rettifica con refrigerazione.

Quando il vapore ha oltrepassato il passaggio IL, esso entra nella zona di rettifica con refrigerazione 34, in cui avviene un ulteriore raffreddamento del vapore ad opera di un fluido più freddo circolante nella cavità di scambio termico 49; in virtù di quest'ultimo raffreddamento del vapore, avviene una pressoché totale condensazione dei residui meno volatili, ancora presenti nel vapore, mentre la sostanza più volatile, praticamente pura, esce dal passaggio UV; il processo di purificazione viene agevolato dal fatto che, anche in questa zona di rettifica con refrigerazione 34, il condensato che scende è obbligato ad un intimo contatto con il vapore che sale, per gli stessi motivi validi per la zona di rettifica adiabatica 33; inoltre le accidentalità del percorso catturano eventuali goccioline di condensato trascinate dal vapore.

Si è fatto notare che le cavità di distillazione e rettifica 48 debbono essere sufficientemente ampie da non essere allagate dalla miscela liquida ricca proveniente dal passaggio IL; tenendo conto di questa necessità, se il passaggio IL fosse intersecato dalla schiera di fori di attraversamento 31 sia nella parte alta del suo perimetro che nella parte bassa, sarebbe

Ing. Roberto Dini



possibile che tutta la miscela liquida ricca proveniente dall'esterno del dispositivo di distillazione e di rettifica venisse drenata dalle prime cavità di distillazione e rettifica 48 incontrate, allagandole, mentre le successive non sarebbero alimentate; per questa ragione, e con riferimento alle Figg. 11, 12 e 16, è bene che la schiera di fori di attraversamento 31 intersechi il passaggio IL solo in corrispondenza dei fori 31.A, 31.B, 31.C e 31.D, che sono tutti posti in corrispondenza della metà superiore del perimetro del passaggio IL; questo modo la miscela liquida ricca distribuita dal passaggio IL, prima di scendere nella cavità di distillazione e rettifica 48, deve allagare la metà inferiore del già detto passaggio IL e quindi tracimare per tutta la lunghezza di detto passaggio IL, senza poter alimentare in modo preferenziale le prime cavità di distillazione e rettifica 48 incontrate.

Si è anche detto che nel processo di distillazione e rettifica appena discusso, il passaggio IV non è utilizzato; in realtà esso può essere utilizzato in casi particolari, in cui il processo, oltre a richiedere del vapore relativamente freddo ed estremamente puro della sostanza più volatile, richieda anche del vapore più caldo e più facilmente condensabile a bassa pressione, o comunque richieda anche del vapore relativamente poco ricco; il tal caso, detto vapore può essere spillato dal passaggio IV, provenendo direttamente dalle zone di ebollizione 32.

Si noti, in merito allo spillamento di vapore dal passaggio IV, che detto passaggio IV, in corrispondenza delle cavità di distillazione e rettifica 48, è delimitato dagli stessi fori che delimitano il passaggio IL; pertanto, come evidente in Fig. 16, esso comunica con le cavità di distillazione e rettifica 48 solo dalla parte bassa, cosa che costituisce un valido ostacolo all'ingresso, nel passaggio IV stesso, della miscela liquida ricca sgocciolante dal passaggio IL.

Si fa infine notare che, non essendo previsti scambi termici con l'esterno (né pressioni da sopportare, salvo che per le lastre piane di separazione 13 di estremità), le lastre piane forate "lato rettifica" 22 e 22.R possono anche non essere realizzate con materiale dotato di particolare conducibilità termica o resistenza meccanica; in particolare non è necessario che

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

dette lastre siano metalliche, ma di qualsiasi altro materiale adatto allo scopo quali particolari tipi di ceramiche o materiale sintetico.

E' evidente come i criteri costruttivi esposti possano essere utilizzati anche solo parzialmente, per costruire dispositivi meno complessi di quello appena descritto, senza per questo uscire dalla idea inventiva.

A titolo di esempio vengono infatti ora illustrate delle forme del dispositivo secondo l'invenzione che utilizzano solo alcune delle funzioni, dei processi o degli elementi appena descritti.

COLONNA DI RETTIFICA COMPLETA

Si fa riferimento in questo caso alla Fig. 16, che resta immutata, salvo che i passaggi IE ed UE non sono utilizzati e pertanto vanno chiusi rispetto all'esterno. Dal passaggio IV entra nel dispositivo una miscela molto ricca allo stato di vapore, proveniente da un idoneo generatore di vapore esterno al dispositivo stesso; dal passaggio IL entra come in precedenza una miscela liquida ricca da distillare; dai passaggi UL ed UV escono rispettivamente la miscela liquida povera ed il vapore rettificato come in precedenza.

Non essendovi nel dispositivo la necessità di mettere in ebollizione la miscela da distillare, nelle cavità di scambio termico 49 circola esclusivamente il fluido refrigerante, attraverso la schiera di fori di attraversamento 46, mentre le restanti schiere di fori di attraversamento hanno solo funzione strutturale.

COLONNA DI RETTIFICA ADIABATICA

Il principio di funzionamento è del tutto simile a quello della colonna di rettifica di Fig. 1, ma vengono utilizzati i mezzi esclusivamente secondo l'invenzione.

Si fa quindi ancora riferimento alla Fig. 16, che resta immutata, salvo che i passaggi IE, UE, IR ed UR non sono utilizzati e risultano quindi chiusi rispetto all'esterno.

In tal caso non sono infatti necessari nè fluido refrigerante, nè fluido riscaldante ed il

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

dispositivo di rettifica secondo l'invenzione può essere composto esclusivamente da una prima lastra piana di separazione 13, da una indeterminata quantità di lastre piane forate "lato rettifica" 22 e 22.R, alternate tra loro, e da una seconda lastra piana di separazione 13.

DISPOSITIVO DI DISTILLAZIONE O GENERATORE DI VAPORE

In tutte le cavità di distillazione e rettifica 48, mostrate frontalmente in Fig. 16, attraverso il passaggio IL entra una miscela liquida ricca da distillare, attraverso il passaggio UV esce il vapore distillato, attraverso il passaggio UL esce la miscela liquida povera; in questo processo di distillazione e rettifica il passaggio IV non è utilizzato e pertanto è chiuso rispetto all'esterno.

Le zone di ebollizione 32 si estendono dal livello dei passaggi inferiori UL ed UE sino all'altezza dei passaggi superiori IR ed UV.

In questa applicazione, in luogo delle cavità 49, sono previste delle cavità di scambio termico realizzate con lo stesso tipo di piastre forate "lato rettifica" 22 e 22.R, ribaltate però di 180° attorno all'asse orizzontale, rispetto a come sono mostrate in Fig. 16; in questo modo il fluido riscaldante può entrare dal passaggio IR ed uscire dal passaggio UE.

ASSORBITORE PER IMPIANTI FRIGORIFERI AD ASSORBIMENTO

Nelle cavità 48, che divengono in questo caso cavità di assorbimento, si fa entrare dal passaggio IL la miscela povera e dal passaggio UV il vapore da assorbire, mentre la miscela ricca esce dal passaggio UL.

Per quanto riguarda le cavità di scambio termico, da cui deve essere asportato il calore generato dal processo di assorbimento, esse sono realizzabili esattamente come descritto per il "Dispositivo di distillazione o generatore di vapore" appena trattato.

ALTRE APPLICAZIONI

E' evidente che molte altre varianti ed applicazioni sono possibili per il dispositivo di scambio di materia compatto secondo l'invenzione.

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

Possono ad esempio essere realizzate colonne di distillazione o rettifica in cui avvengono spillamenti del vapore in più zone, ad esempio per separare più sostanze tra loro, così come possono essere previste più di due zone di scambio termico con più di due fluidi termovettori nel caso in cui, in impianti complessi, sia utile utilizzare al meglio fluidi disponibili a varie temperature in vari stadi del ciclo.

Tali recuperi di calore, teoricamente ottenibili anche attualmente, vengono in genere ignorati per il costo eccessivo della quantità di scambiatori necessari; con la presente invenzione, la semplicità con cui si possono ottenere più zone di scambio termico (tramite la realizzazione di ulteriori fori di passaggio) da un unico dispositivo compatto rende l'aumento di costo irrilevante.

Possono essere realizzati scambiatori di calore a fluido intermedio quando, per ragioni di sicurezza, non è opportuno che i due fluidi che si scambiano calore lambiscano direttamente le facce opposte della stessa parete. In tal caso, utilizzando la tecnica nota dei cosiddetti tubi di calore, un primo fluido circolante nelle cavità 44 può ad es. cedere calore ad un secondo fluido circolante nelle cavità 46 tramite un fluido intermedio continuamente bollente e riconsolidante nelle cavità 48.

Infine l'intimo contatto che si ottiene tra fase liquida che scende e fase vapore che sale, in virtù delle ampie superfici che realizzano le lastre piane forate di uno dei tipi descritti, rende la presente invenzione particolarmente interessante per la costruzione di reattori chimici.

E' evidente che, come già esposto per lo scambiatore "a piastre forate", le lastre piane forate "lato rettifica" 22.R possono essere ottenute dalle lastre piane forate "lato rettifica" 22 per semplice rotazione di queste ultime di 180° rispetto al loro centro, come pure le già dette lastre piane forate "lato rettifica" 22.R possono essere originate da un disegno completamente diverso rispetto a quello delle già dette lastre piane forate "lato rettifica" 22; ovviamente la stessa condizione vale per le lastre piane forate "lato scambiatore" 35 e 35.R, purché si

Ing. Roberto Dini



soddisfino le condizioni che, nella sovrapposizione di tutte le lastre appena citate, le schiere di fori di attraversamento 31, 44, 45 e 46 realizzino le zone di contatto 11.A ed i varchi di attraversamento 11.B e che sia assicurata la continuità dei passaggi (IL,UL,IV,UV,IE,UE,IR,UR).

E' anche evidente che tutte le schiere di fori di attraversamento appena citate dovranno avere dei fori di dimensioni, spaziatura e distribuzione idonei ai singoli processi e fluidi e che dette schiere di fori potranno anche essere costituite da serie di fori di diametro e/o passo differenti nell'ambito di una stessa lastra ovvero di lastre diverse.

E' però importante far notare che a diverse esigenze fluido - termodinamiche, quali efficienza dello scambio termico o perdita di carico accettabile, si può dare una risposta non solo variando, di caso in caso, il disegno delle schiere di fori di attraversamento 33, 44 o 46, ma anche mantenendo immutato per molte applicazioni il disegno delle lastre piane forate 22 o 35, e variandone la quantità e/o lo spessore costituente ciascuna cavità 48 o 49.

Quindi tutti i dispositivi di distillazione e rettifica descritti sono sostanzialmente realizzabili con il solo impiego dei tre elementi:

- lastra piana forata "lato rettifica" 22",
- lastra piana forata "lato scambiatore" 35 e
- lastra piana di separazione 13,

disposti secondo la opportuna giacitura ed opportunamente intercalati tra loro e tutti muniti degli otto passaggi IL, IR, UV, UR, IV, UE, UL ed IE, opportunamente utilizzati o intercettati.

E' evidente infine, come mostrato in taluni esempi, che la semplicità costruttiva dei componenti del dispositivo di distillazione e di rettifica completo secondo l'invenzione amplia moltissimo la libertà di scelta dei materiali e dei trattamenti superficiali necessari per i componenti stessi, rispetto a quanto possibile con riferimento all'attuale stato dell'arte.

Le modalità di funzionamento e gli esempi di impiego appena esposti si applicano anche al

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

dispositivo illustrato in Fig. 20, con le limitazioni che, per quest'ultimo, lo spessore delle intercapedini destinate ai vari fluidi viene determinato dallo spessore dei mezzi distanziatori, o guarnizioni, "lato rettifica" 22.B e "lato scambiatore" 35.B, e che i problemi di distribuzione dei fluidi sono prevalentemente risolti secondo l'arte nota.

Sempre con riferimento alla Fig. 20, le lastre di separazione 13.B sono raffigurate piane, ma in realtà potrebbero essere corrugate, come nella maggior parte degli scambiatori a piastre noti; in alternativa, all'interno dei mezzi distanziatori lato "lato rettifica" 22.B e "lato scambiatore" 35.B, potrebbero essere contenute delle reti metalliche, cui si è già accennato con riferimento all'arte nota; le intercapedini potrebbero essere sigillate non dalle guarnizioni "lato rettifica" 22.B e "lato scambiatore" 35.B, bensì da equivalenti mezzi distanziatori opportunamente incollati o saldati alle lastre di separazione 13.B; infine le appendici 31.k hanno la stessa funzione che è ottenibile dalla opportuna posizione dei fori 31.A, 31.B, 31.C e 31.D indicati nelle Figg. 11 e 12.

* * * * *

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

RIVENDICAZIONI

1. Scambiatore di materia per fluidi, del tipo comprendente delle lastre (13; 13.B) alternate a mezzi distanziatori di un primo tipo (22,22.R; 22.B), ove intercalando detti mezzi distanziatori (22,22.R; 22.B) a due di dette lastre (13; 13.B) viene definita una camera di scambio di materia (48; 48.B), detta camera di scambio di materia (48; 48.B) essendo in comunicazione con l'esterno tramite passaggi che permettono ai fluidi partecipanti al processo di scambio di materia di essere immessi ed estratti da detta camera (48; 48.B), caratterizzato dal fatto che detta camera (48; 48.B) è in comunicazione con l'esterno tramite almeno tre passaggi di immissione o estrazione (IA,UV,UL) di un primo, un secondo ed un terzo fluido, di cui in particolare due passaggi di immissione (IL,UV) in detta camera (48; 48.B) di due fluidi da miscelare ed un passaggio (UL) di estrazione della miscela risultante da detti due fluidi da miscelare, ovvero un passaggio (IL) di immissione in detta camera (48; 48.B) di una miscela da trattare e due passaggi (UV,UL) di estrazione di due fluidi ottenuti da detta miscela da trattare.

2. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che è previsto almeno un quarto passaggio (IV) per l'immissione o l'estrazione da detta camera (48; 48.B) di almeno un quarto fluido partecipante o risultante dal processo di scambio di materia.

3. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che sono previste una pluralità di dette camere di scambio di materia (48; 48.B), tra loro in comunicazione per mezzo di detti passaggi (IL,IV,UL,UV).

4. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 1 o 3, caratterizzato dal fatto che a detta o dette camere di scambio di materia (48; 48.B) è adiacente ad almeno una camera di scambio di calore (49), detta camera di scambio di calore (49) essendo ottenuta intercalando a due di dette lastre (13; 13.B) mezzi distanziatori di secondo tipo (35,35.R; 35.B), in modo tale che ciascuna di dette lastre (13; 13.B), risulti elemento delimitatore contemporaneamente di

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

una camera di scambio di materia (48; 48.B) e di una camera di scambio di calore (49).

5. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che in detta o dette camere di scambio di calore (49), detti elementi distanziatori di secondo tipo (35,35.R; 35.B) definiscono una o più zone cave (44,46; 44.B,46.B), in ciascuna delle quali un fluido termovettore scambia calore con le adiacenti camere di scambio di materia (48; 48.B) attraverso una porzione delimitata della superficie delle lastra piane (13; 13.B).

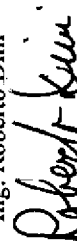
6. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che ciascuna zona cava (44,46; 44.B,46.B) di ciascuna camera di scambio di calore (49) è in comunicazione, tramite due passaggi (IE,UE,IR,UR) per l'ingresso e l'uscita di un relativo fluido termovettore, esclusivamente con l'esterno e/o con una corrispondente zona cava di tutte le altre eventuali camere di scambio di calore (49) previste.

7. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che almeno una di dette camere di scambio di calore (49) comprende una pluralità di zone cave indipendenti (44,46; 44.B,46.B) ovvero prive di interconnessione geometrica e sufficientemente distanziate tra di loro da risultare termicamente isolate le une dalle altre, in modo tale da impedire scambio diretto di materia e/o di calore tra fluidi termovettori circolanti in dette zone cave indipendenti.

8. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detta pluralità di zone cave (44,46; 44.B,46.B) comprende una prima zona (44; 44.B), per il transito di un fluido riscaldante ed una seconda zona (46; 46.B) per il transito di un fluido refrigerante, dette zone essendo topologicamente e/o termicamente isolate l'una dall'altra tramite una zona neutra (45; 45b).

9. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi distanziatori di primo tipo (22,22.R; 22.B) comprendono un telaio (22.B), definente un'unica zona cava (48.B), oltre ai detti passaggi per detti fluidi termovettori, ed atto ad essere

Ing. Roberto Dini



connesso a due di dette lastre (13b) lungo una zona perimetrale delle stesse.

10. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detti mezzi distanziatori di secondo tipo (35,35.R; 35.B) comprendono un telaio (35.B) presentante, oltre ai detti passaggi per detti fluidi partecipanti o risultanti dal processo di scambio di materia, almeno una zona piena (45.B) ed una zona cava (44.B; 46.B), in particolare una zona piena intermedia che separa tra loro due zone cave situate rispettivamente nella parte superiore e nelle parte inferiore di detto telaio (35.B).

11. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi distanziatori di primo tipo (22,22.R; 22.B) comprendono ciascuno due o più lastre piane forate (22,22.R) di primo tipo sovrapposte, dette lastre piane forate (22,22.R) essendo dotate ciascuna di aperture di attraversamento (31) in posizione tale che la sovrapposizione di due o più di dette lastre piane forate dia luogo alla formazione di varchi di attraversamento (11.B) e zone di contatto (11.A).

12. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 4 o 5, caratterizzato dal fatto che detti mezzi distanziatori di secondo tipo (35,35.R; 35.B) comprendono ciascuno due o più lastre piane forate (35,35.R) di secondo tipo sovrapposte, dette lastre piane forate (35,35.R) essendo dotate ciascuna di aperture di attraversamento (31) in posizione tale che la sovrapposizione di due o più di dette lastre piane forate dia luogo alla formazione di varchi di attraversamento (11.B) e zone di contatto (11.A).

13. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 11 o 12, caratterizzato dal fatto che, in ognuna di dette lastre piane forate (22,22.R,35,35.R), alcune di dette aperture di attraversamento (31) intersecano alcuni di detti passaggi (IL,UL,IV,UV,IE,UE,IR,UR).

14. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che in ognuna di dette camere di scambio di materia (48) e/o camere di scambio di calore (49) l'intersecazione tra dette alcune aperture (31) e detti alcuni passaggi (IL,UL,IV,UV,

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

IE,UE,IR,UR) é tale da mettere in comunicazione tra loro, tramite detti varchi di attraversamento (11.B), almeno due di detti passaggi.

15. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che dette lastre piane forate di primo tipo (22,22.R) presentano, oltre a detti passaggi (IL,UL,IV,UV,IE,UE,IR,UR), una schiera di fori di attraversamento (31) disposti in maniera regolare sostanzialmente su tutta la superficie della lastra

16. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che dette lastre piane forate di secondo tipo (35,35.R) presentano, oltre a detti passaggi, una prima schiera (44) di fori di attraversamento, intersecante un primo ed un secondo di detti passaggi, una seconda schiera (45) di fori, non intersecante alcuno di detti passaggi, ed una terza schiera (46) di fori di attraversamento, intersecante un terzo ed un quarto di detti passaggi.

17. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 11 o 12, caratterizzato dal fatto che detti mezzi distanziatori comprendono almeno due di dette lastre piane forate uguali (22,22.R; 35,35.R), ove una è posizionata sull'altra ruotata circolarmente di 180° sul suo piano.

18. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 11 o 12, caratterizzato dal fatto che lo spessore di dette camere di scambio di materia (48) e/o dette camere di scambio di calore (49) è variabile variando il numero delle lastre piane forate sovrapposte.

19. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 15 o 16, caratterizzato dal fatto che detti fori (31) di attraversamento presentano diametri e/o passi differenti nell'ambito di una stessa lastra ovvero di lastre diverse.

20. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 11 o 12, caratterizzato nel fatto che dette zone di contatto (11.A) sono atte a formare film gravitazionali.

21. Scambiatore di materia, secondo la rivendicazione 11 o 12, caratterizzato dal fatto che dette lastre piane forate (22,22.R,35,35.R) e dette lastre di separazione (13,13.B) sono

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

sigillate con adesivi o brasate tra di loro in corrispondenza della superficie non interessata da dette schiere di fori di attraversamento (31) e/o in corrispondenza di dette zone di contatto (11.A).

22. Scambiatore di materia, secondo almeno una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che sono previsti mezzi (31.A,31.B,31.C,31.D,31.k) per agevolare una uniforme distribuzione in dette camere di scambio di materia (48; 48.B) di un liquido proveniente da uno di detti passaggi (IL), detti mezzi essendo atti ad impedire a detto liquido di cadere in dette camere (48; 48b) se non dopo aver allagato la parte bassa di detto passaggio (IL).

23. Scambiatore di materia, secondo le precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che sono previsti dei boccagli (51) in corrispondenza della parte frontale e/o della parte posteriore dello scambiatore, per l'immissione e l'estrazione da detti passaggi (IL,IR,UV,UR,IV,UE,UL,IE) dei fluidi partecipanti ai processi, ove in particolare i passaggi (IL,IR,UV,UR,IV,UE,UL,IE) che non sono utilizzati per specifici processi possono essere chiusi in corrispondenza dei rispettivi boccagli (51).

24. Scambiatore di materia, secondo almeno una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che dette lastre piane forate di primo tipo (22,22.R) sono realizzate con materiale ceramico o con materiale sintetico.

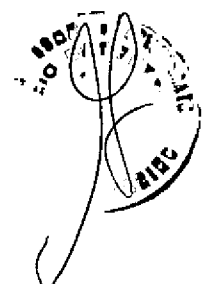
25. Scambiatore di materia, quale risulta dalla presente descrizione e dai disegni annessi.

* * * * *

Merloni Termosanitari S.p.A.
ENEA - Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente
Società Italiana per il Gas p.A.

p.i. Ing. Roberto Dini
(No. Iscr. Albo 270)

Roberto Dini



TJ 95A001022

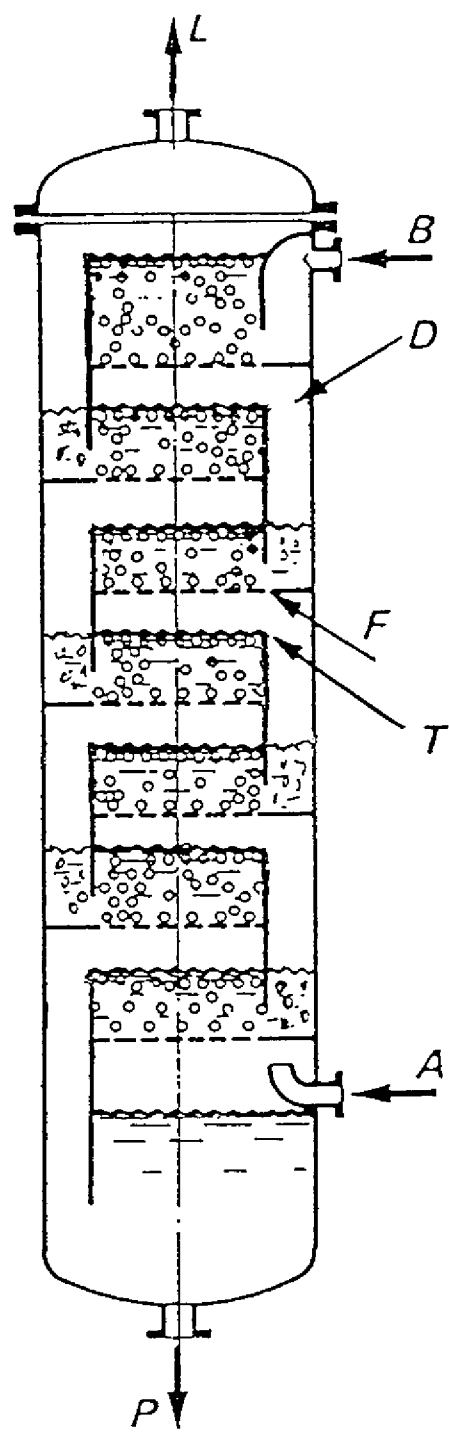
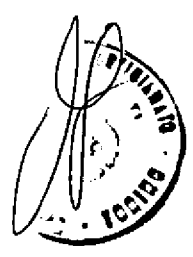


FIG. 1

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini



Roberto Dini
Ing. Roberto Dini

FIG. 2

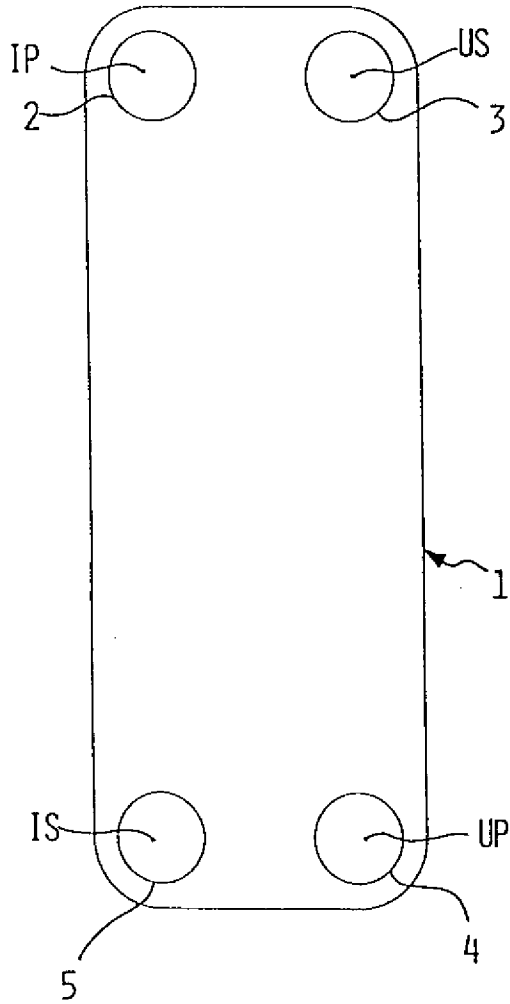


FIG. 3

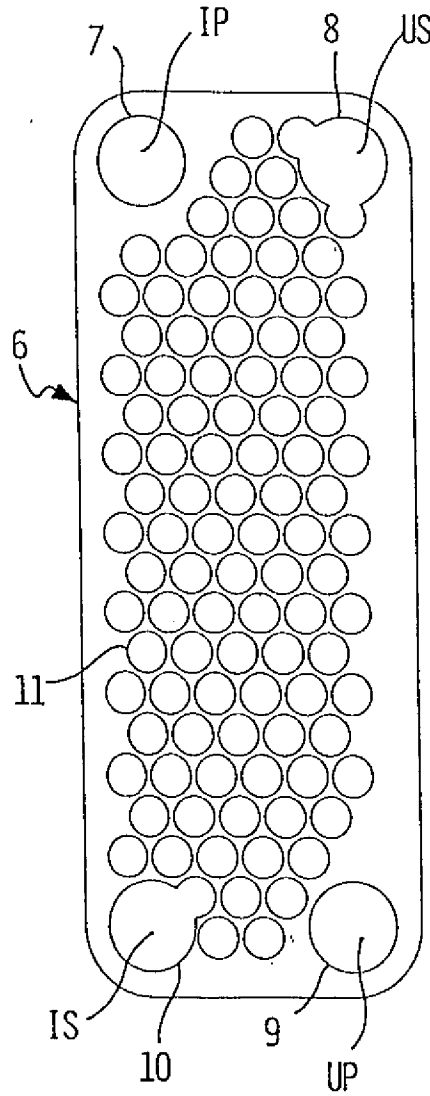
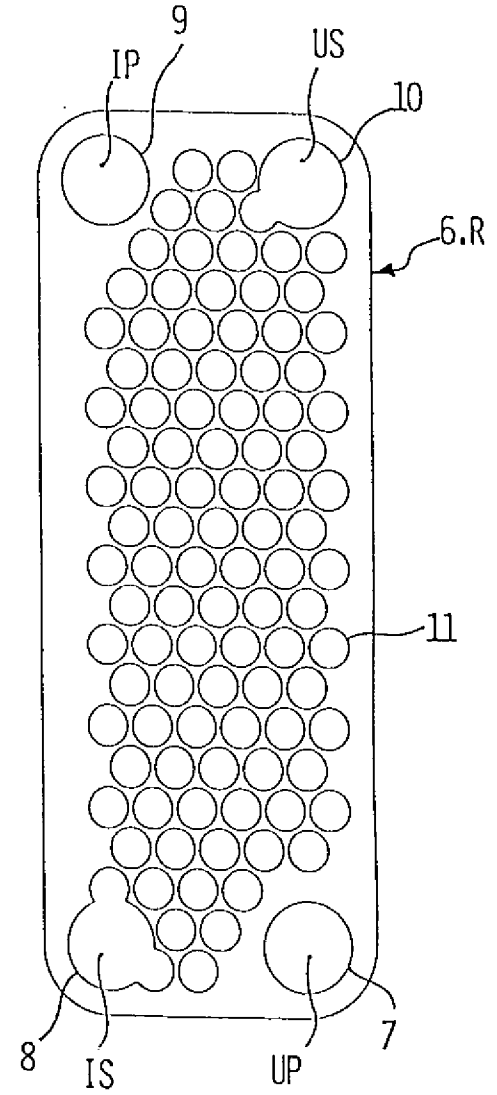


FIG. 4



TJ 95A031022

Roberto Dini
Ing. Roberto Dini

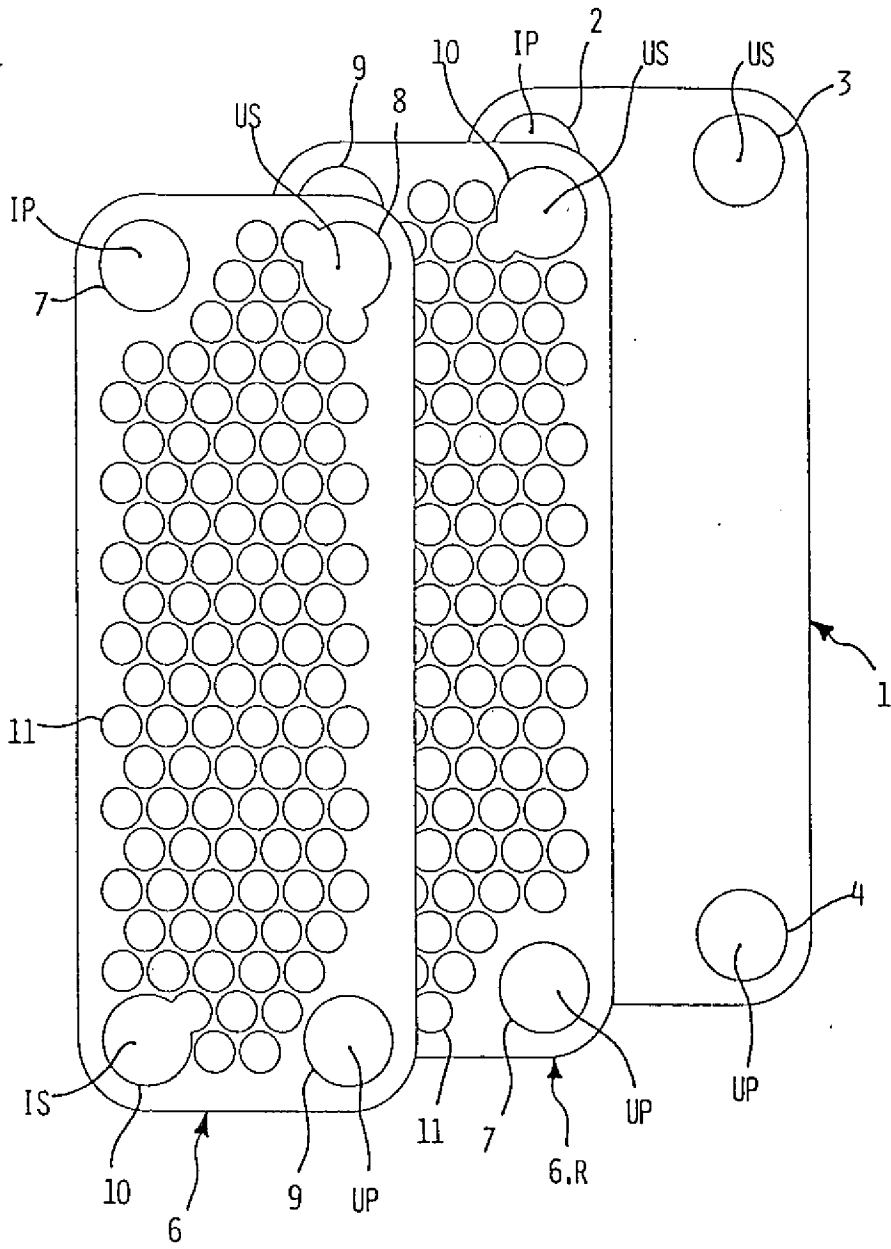


FIG. 5

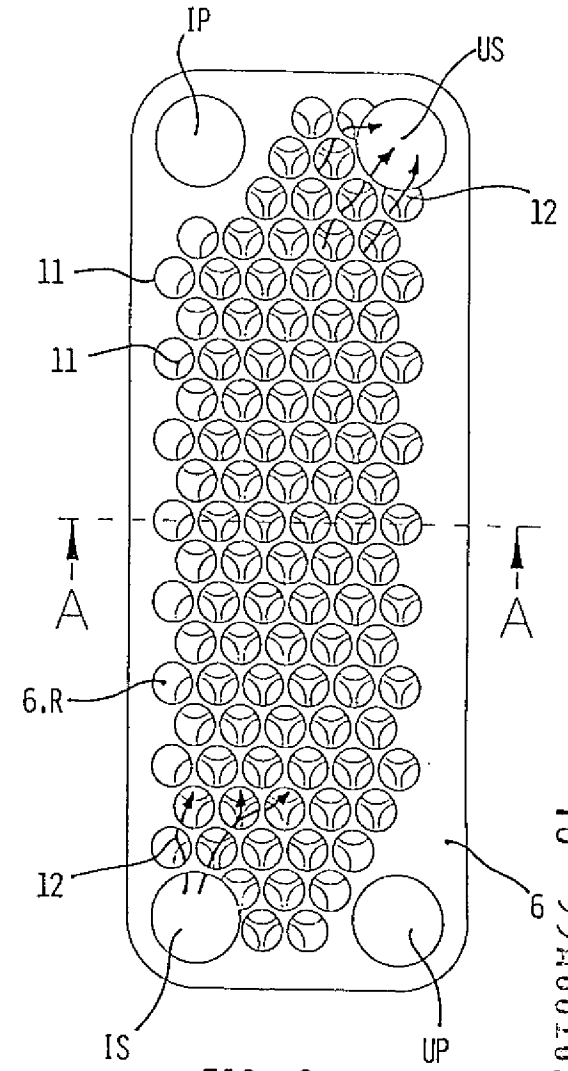
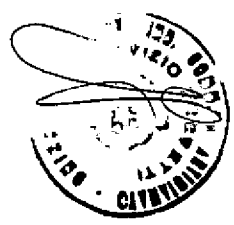


FIG. 6

TC 95A001023



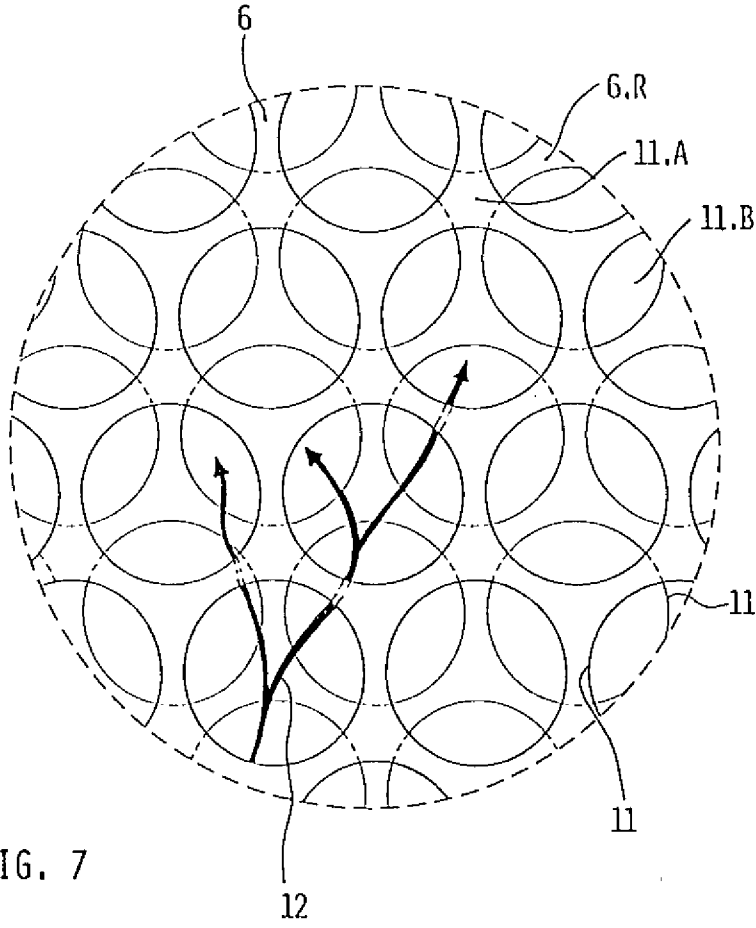


FIG. 7

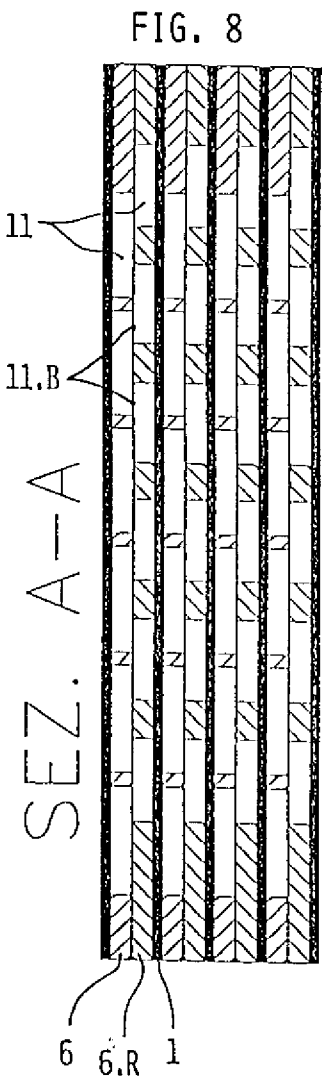


FIG. 8

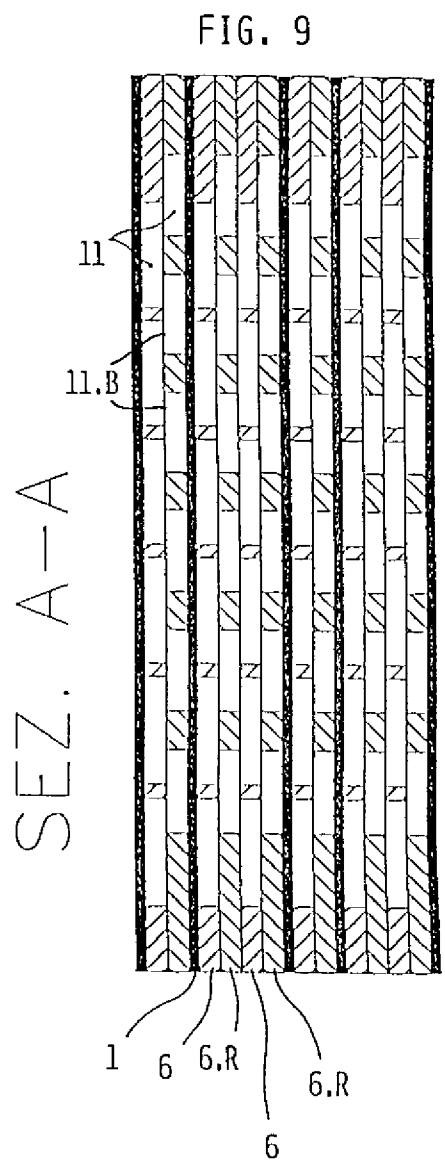


FIG. 9



Ing. Roberto Dini

Roberto Dini

TC 95A031022

Ing. Roberto Dini

Roberto Dini

FIG. 10

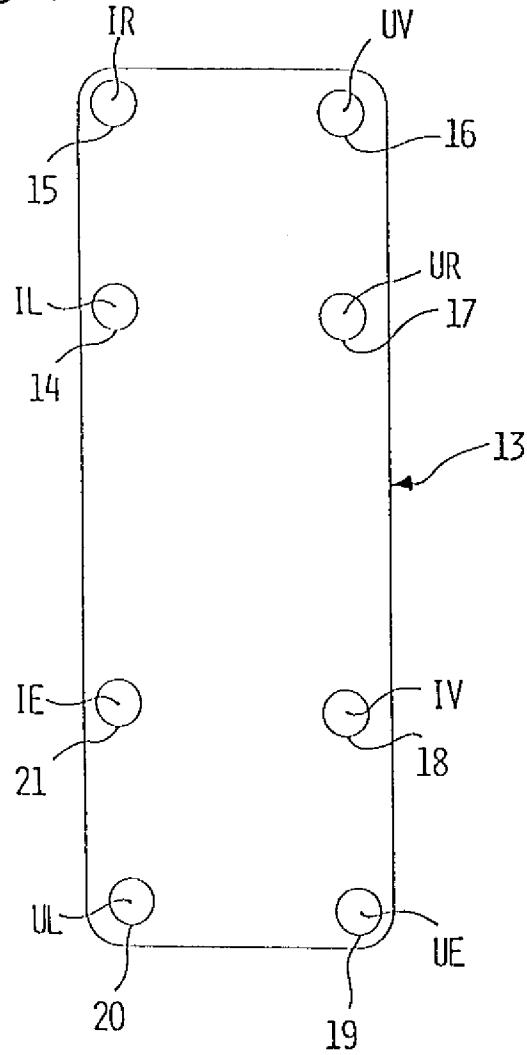


FIG. 11

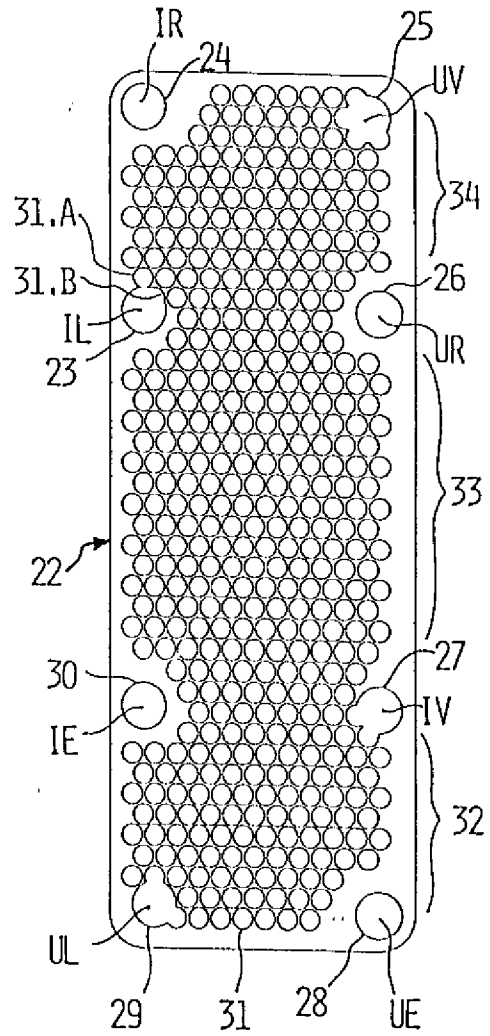
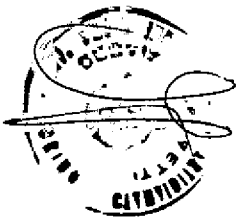
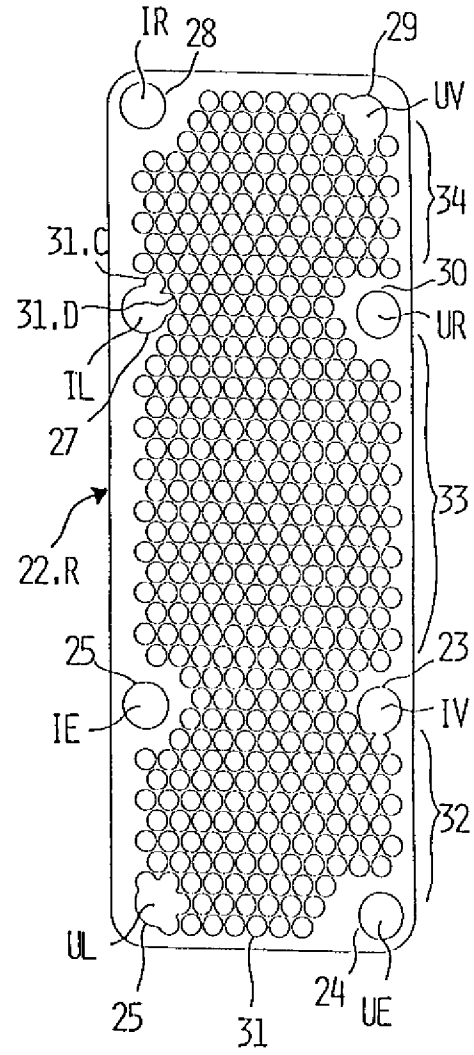


FIG. 12



TO 95A001022

Ing. Roberto Dini

Roberto Dini

FIG. 13

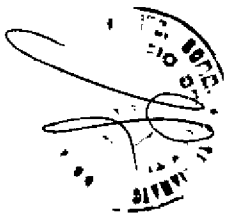
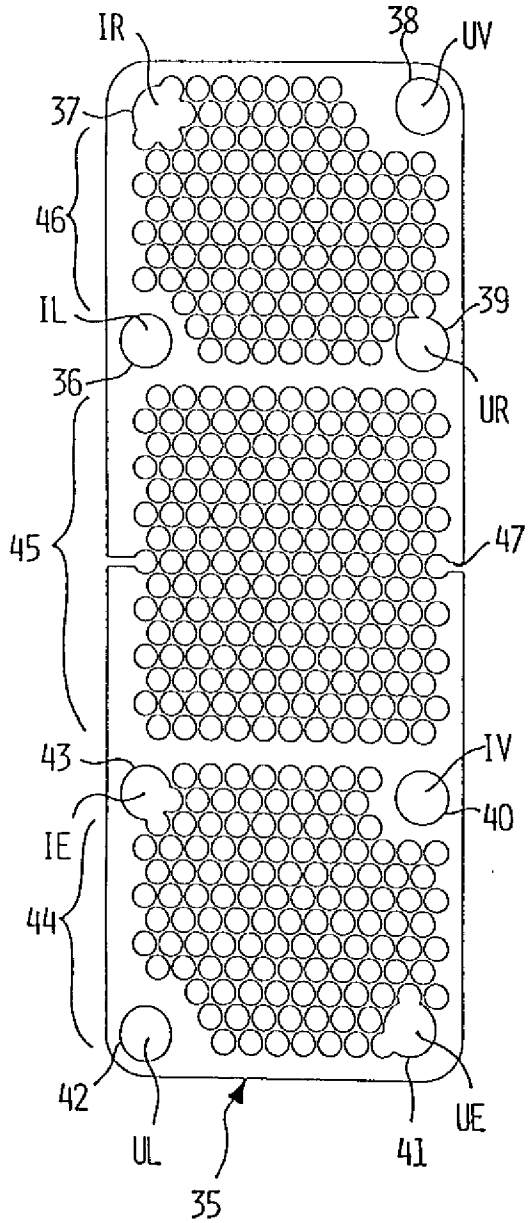
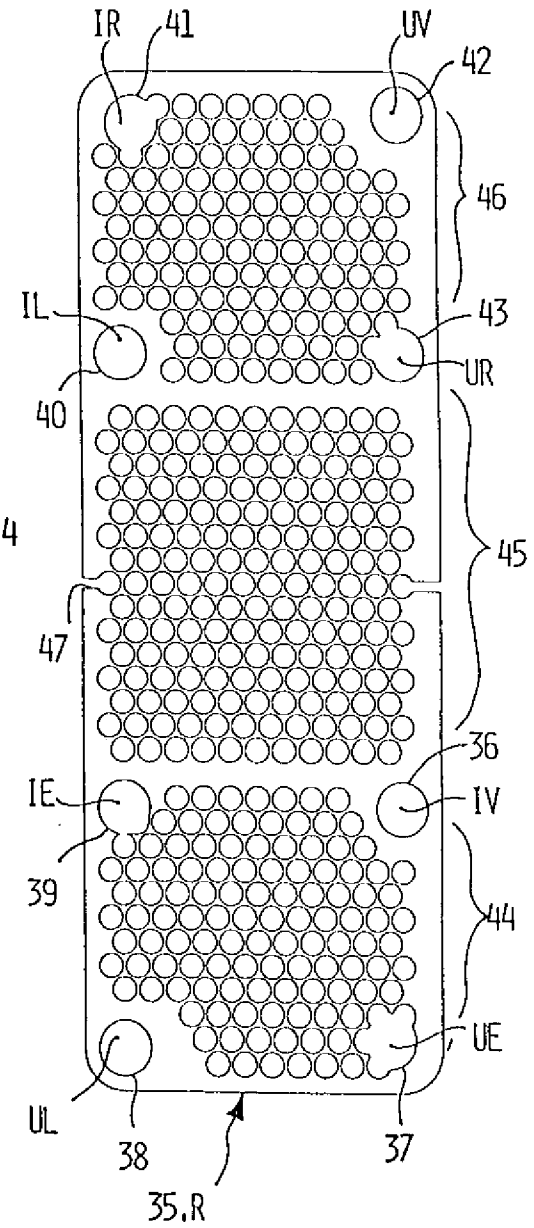


FIG. 14



TO 95A001022

Ing. Roberto Dini

Roberto Dini

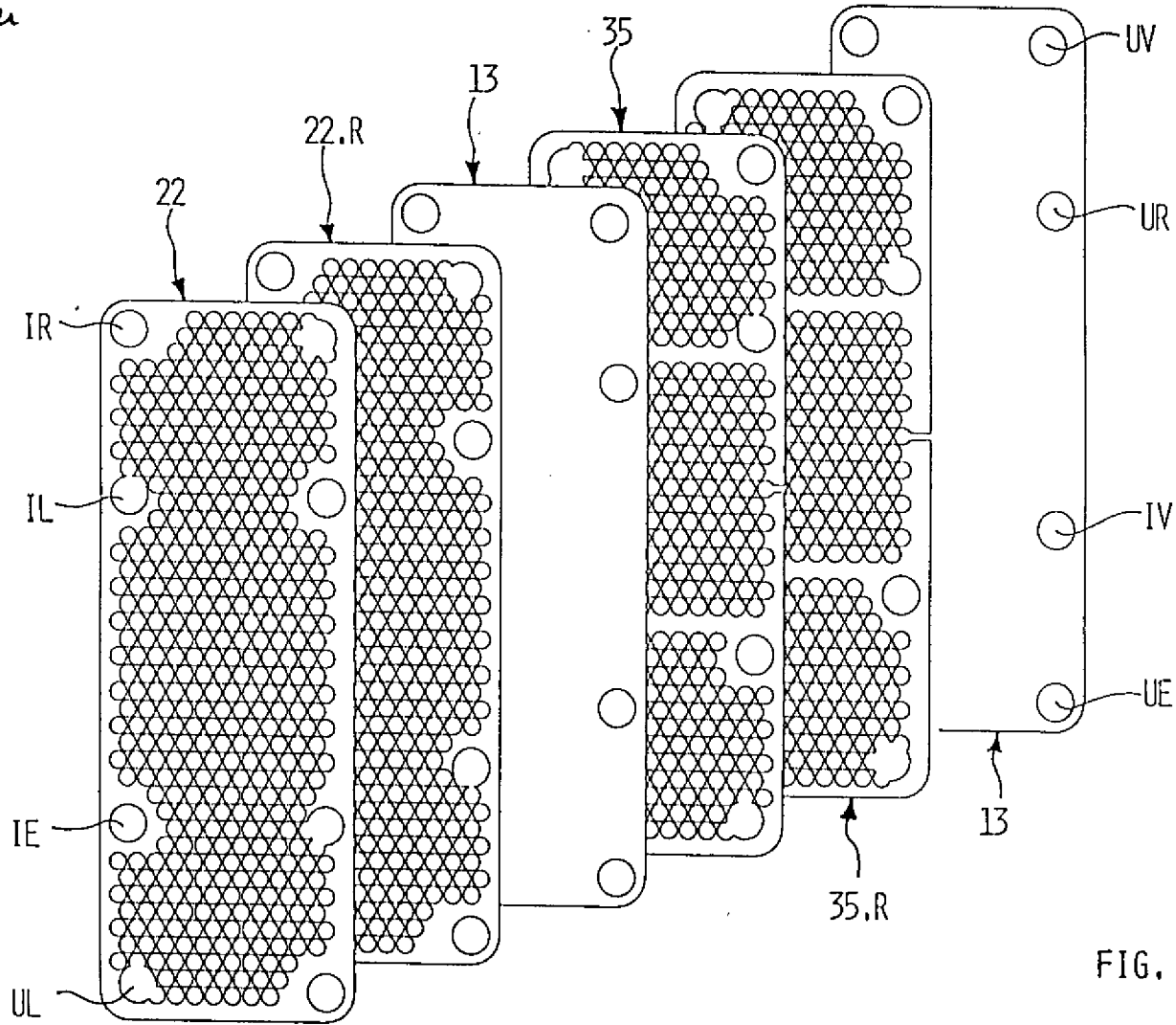
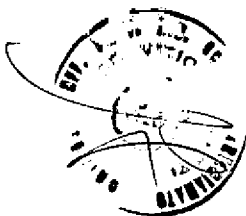


FIG. 15



TO 95A001022

Ing. Roberto Dini

Roberto Dini

FIG. 16

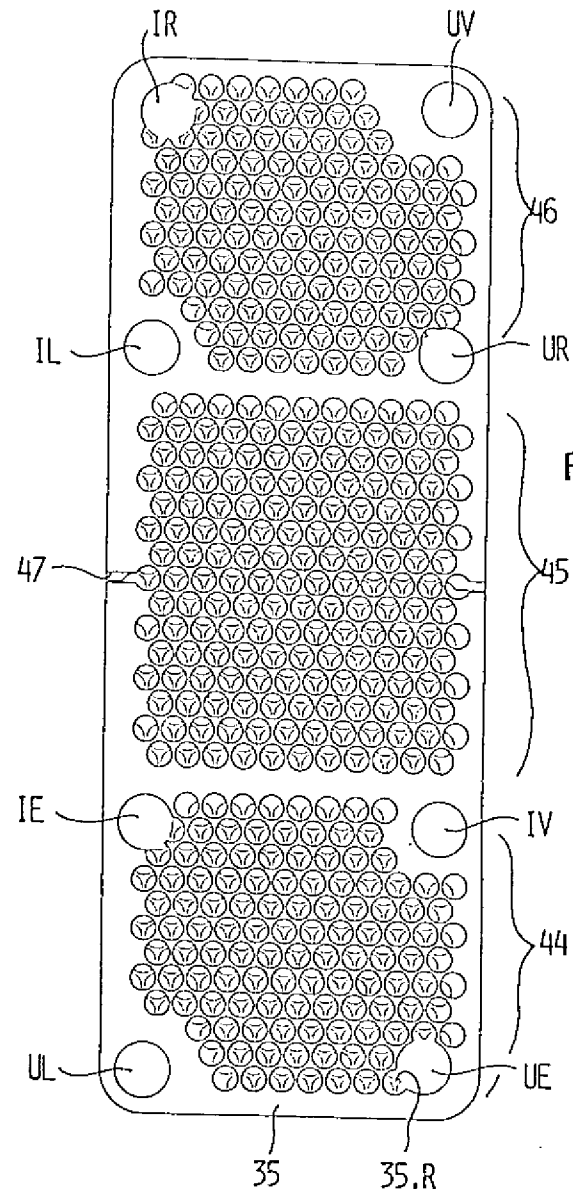
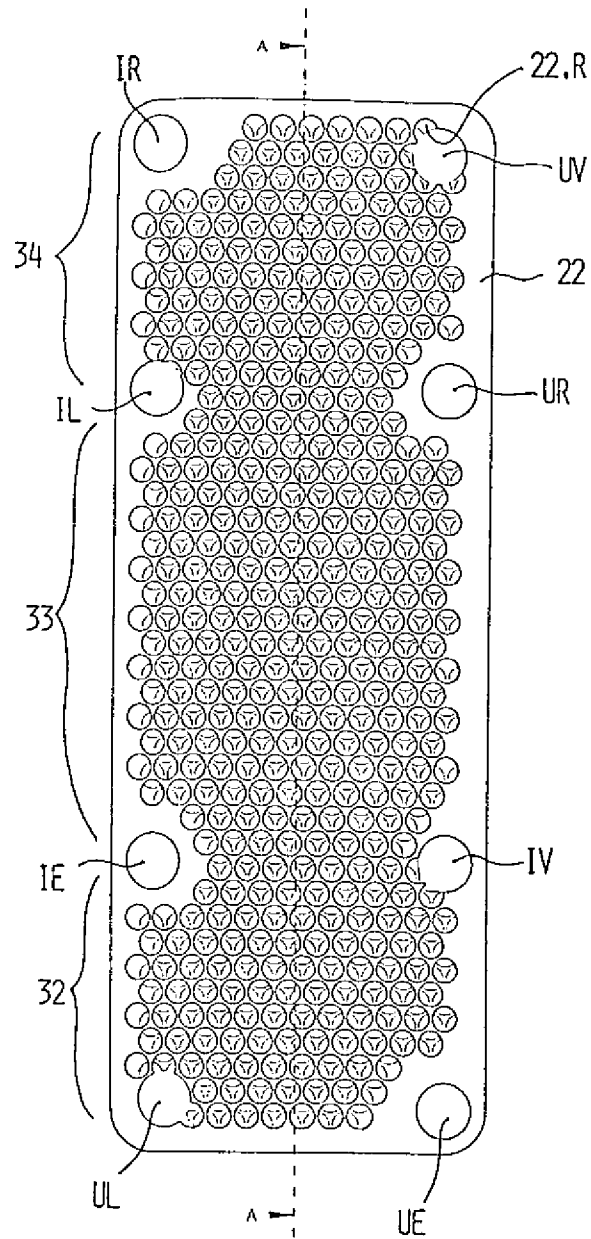


FIG. 17



TJ 95A001022

Ing. Roberto Dini

Roberto Dini

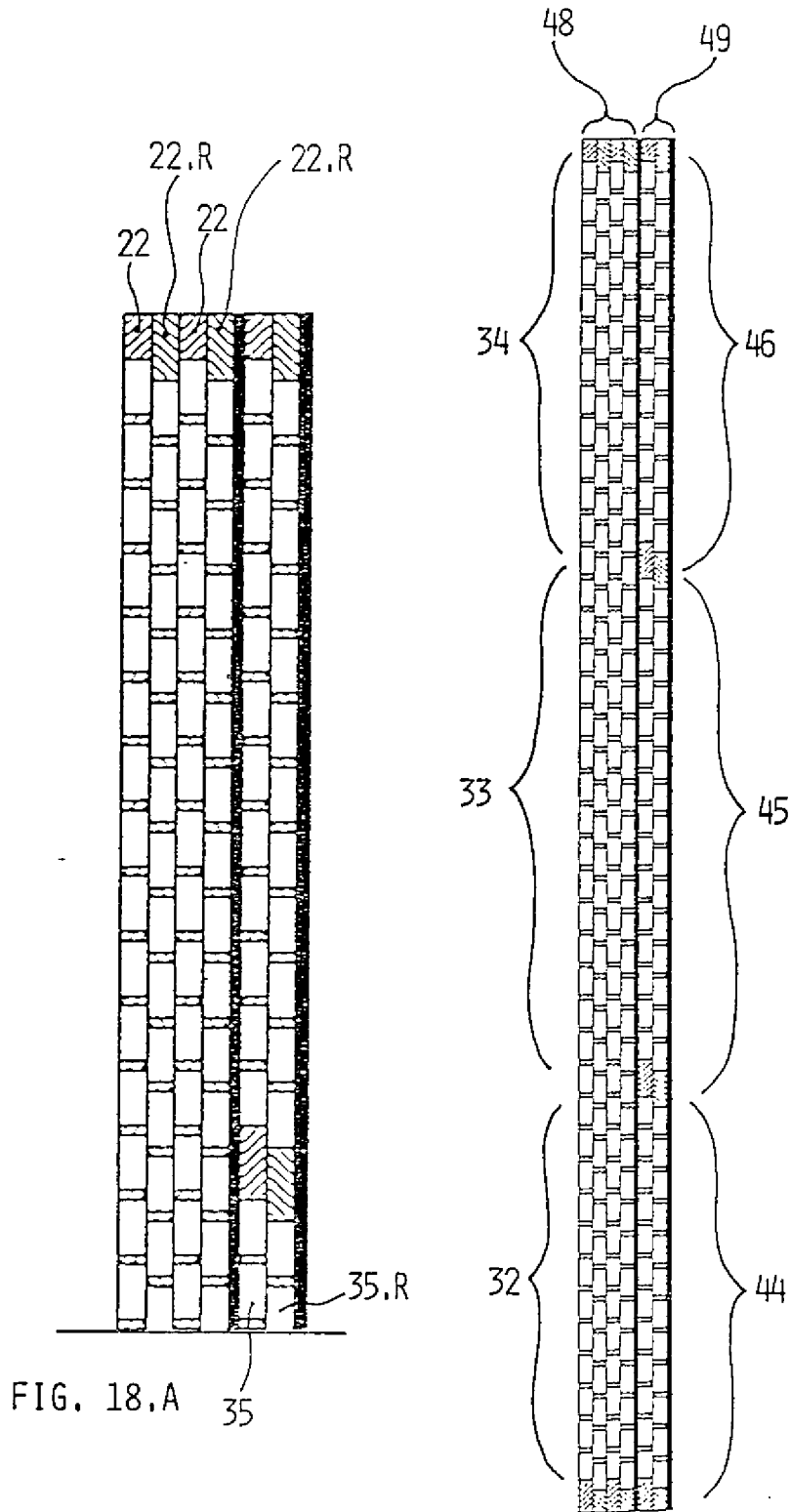


FIG. 18.A 35

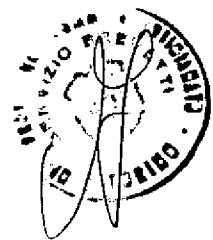
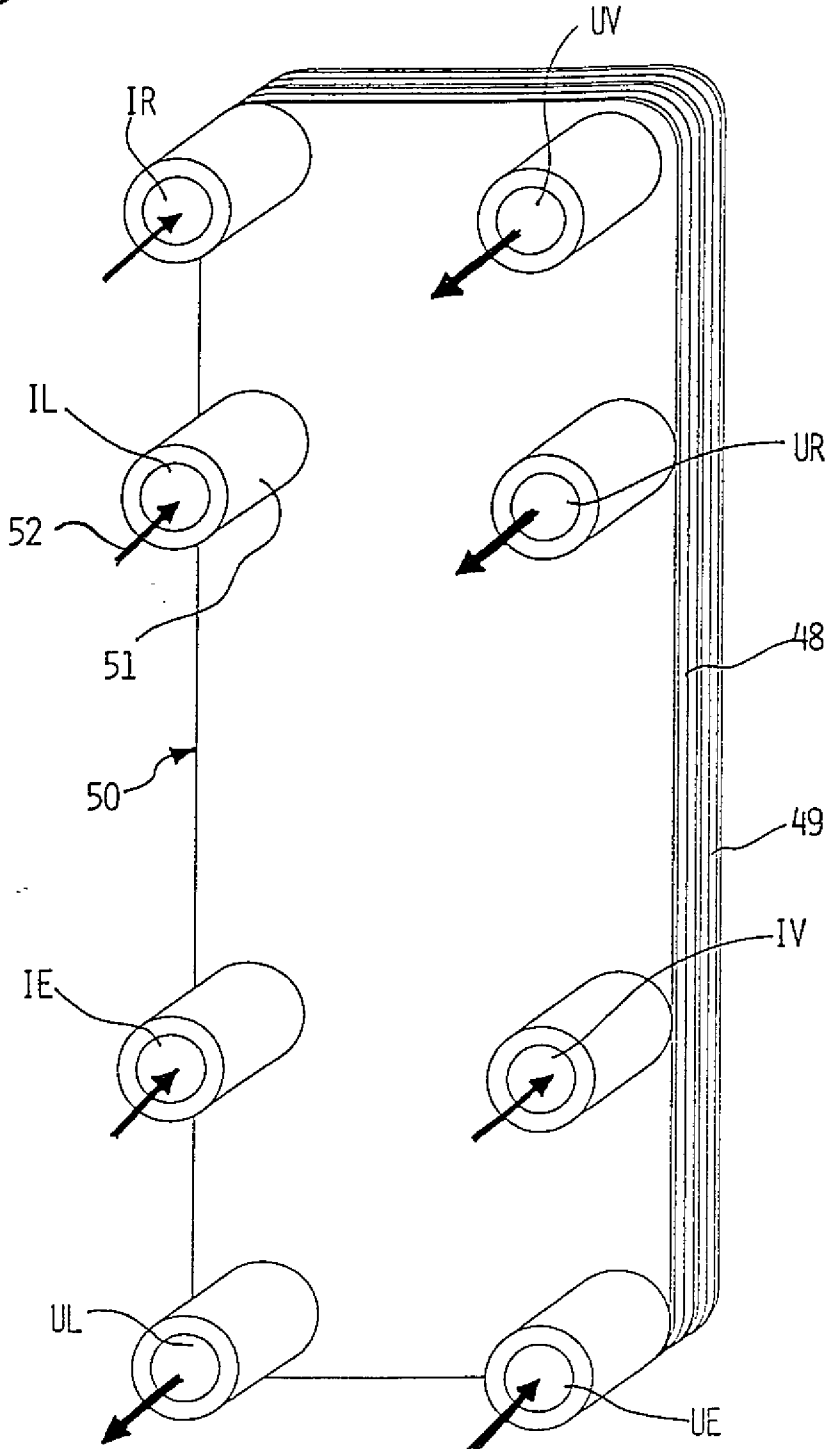
FIG. 18



FIG. 19

Ing. Roberto Dini

Roberto Dini



Ing. Roberto Dini

Roberto Dini

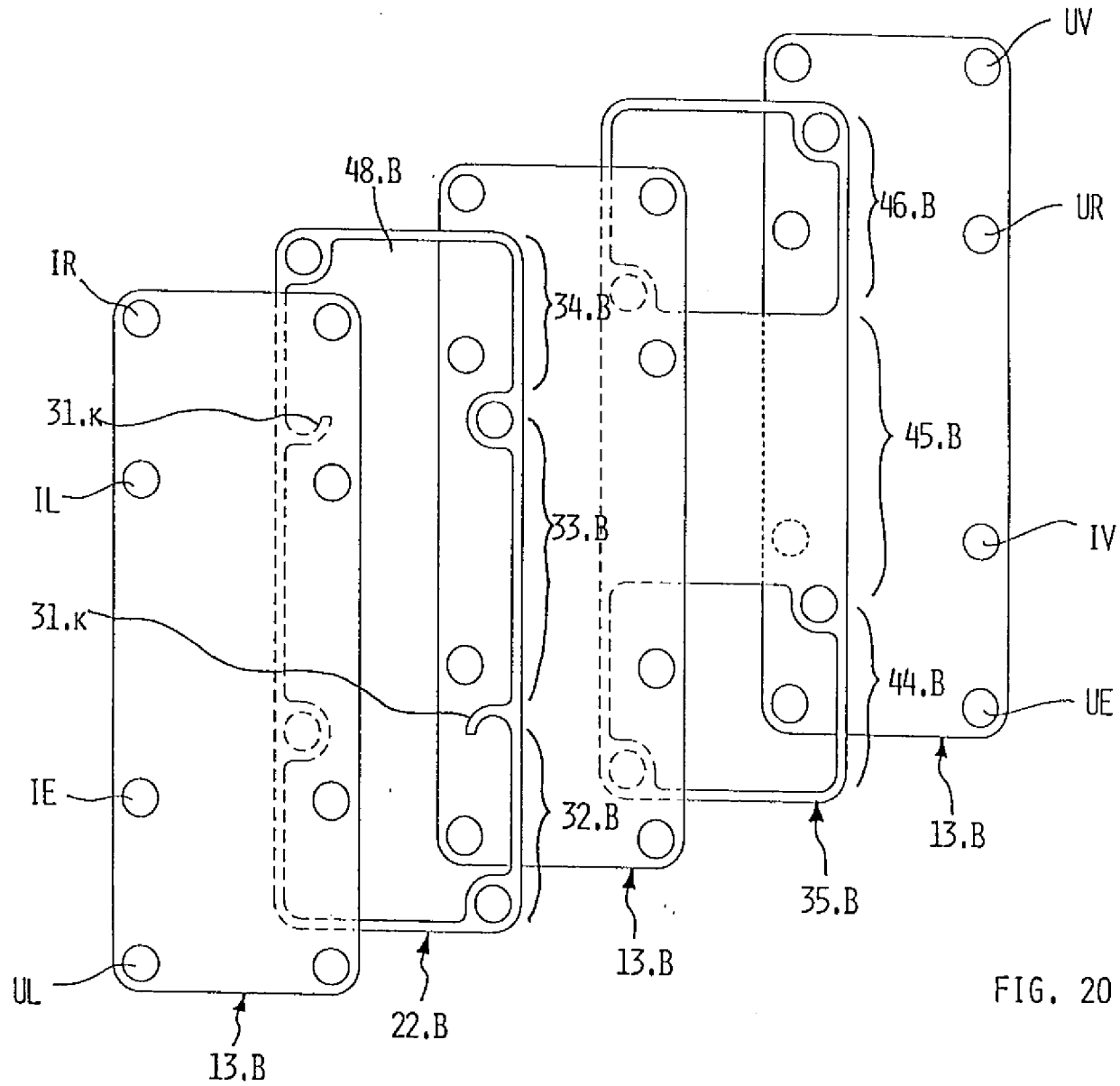
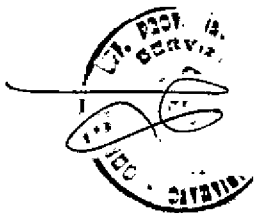


FIG. 20



13 95A031022