

# UIBM

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102022000018375</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>09/09/2022</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>09/03/2024</b>

### Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	28	B	1	06

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	28	B	9	08

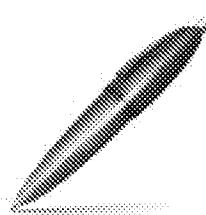
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	28	B	9	10

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	28	D	1	053

### Titolo

CONDENSATORE AD ARIA PER IMPIANTI A CICLO RANKINE ORGANICO



Firmato digitalmente da:  
BRUNI GIOVANNI  
Firmato il 09/09/2022 10:30  
Seriale Certificato: 18844548  
Valido dal 19/06/2020 al 19/06/2023  
InfoCert Firma Qualificata 2

## **CONDENSATORE AD ARIA PER IMPIANTI A CICLO RANKINE ORGANICO**

5

### DESCRIZIONE

#### Settore tecnico dell'invenzione

La presente invenzione è relativa ad un condensatore ad aria per impianti a ciclo Rankine organico. La soluzione adottata per l'innovativo  
10 condensatore ad aria è particolarmente idonea per impianti a ciclo Rankine organico non cogenerativi.

#### Tecnica nota

Com'è noto, si definisce ciclo termodinamico una successione finita di trasformazioni termodinamiche (ad esempio isoterme, isocore, isobare o  
15 adiabatiche) al termine delle quali il sistema torna al suo stato iniziale.

Tale ciclo può essere diretto, ad esempio un ciclo Rankine diretto, in cui una sorgente termica è utilizzata per la produzione di energia meccanica/elettrica e calore a temperatura inferiore rispetto a quella della sorgente termica.

20 In particolare, un ciclo Rankine ideale è un ciclo termodinamico composto da due trasformazioni adiabatiche e due isobare. Nel caso di ciclo diretto, il suo scopo è quello di trasformare il calore in lavoro. Questo ciclo è in genere adottato soprattutto nelle centrali termoelettriche per la produzione di energia elettrica ed utilizza come fluido motore l'acqua, sia in  
25 forma liquida che sotto forma di vapore, con la cosiddetta turbina a vapore.

Più specificamente, sono stati ipotizzati e realizzati cicli Rankine organici (ORC) che utilizzano fluidi organici ad alta massa molecolare per le applicazioni più diverse, in particolare anche per lo sfruttamento di sorgenti termiche a bassa-media entalpia. Come in altri cicli a vapore, l'impianto per un ciclo ORC comprende una o più pompe per l'alimentazione del fluido organico di lavoro, uno o più scambiatori di calore per realizzare le fasi di preriscaldamento, vaporizzazione ed eventuale surriscaldamento o di riscaldamento in condizioni supercritiche del medesimo fluido di lavoro, una turbina a vapore per l'espansione del fluido, meccanicamente connessa ad un generatore elettrico, un condensatore che riporta il fluido organico di lavoro allo stato liquido ed un eventuale rigeneratore per recuperare il calore a valle della turbina e a monte del condensatore.

In un gran numero di impianti ORC che utilizzano turbogeneratori a fluido organico per produrre energia da fonti rinnovabili o da recupero di calore industriale, il condensatore del ciclo è realizzato con un condensatore ad aria. Nelle applicazioni cogenerative la temperatura di condensazione viene tenuta sufficientemente alta per soddisfare l'utenza termica e il condensatore è preferibilmente raffreddato da acqua che è un termovettore più efficace per trasferire il calore dalla generazione all'utente, anche attraverso una lunga rete di distribuzione quale una rete di teleriscaldamento.

Al contrario nelle applicazioni non cogenerative, non c'è la necessità di utilizzare il calore scaricato dal condensatore ma è richiesto di scaricare il calore in ambiente alla minima temperatura possibile (quindi con una piccola differenza di temperatura rispetto alla temperatura ambiente). Per

questo motivo si utilizzano i condensatori ad aria che in genere comprendono una serie di tubi condensanti alimentati in parallelo, con il fluido da condensare all'interno dei tubi e l'aria di raffreddamento, movimentata da ventilatori, che lambisce trasversalmente i tubi

5 condensanti.

Nella maggior parte delle applicazioni la piena portata di fluido da condensare è divisa su un certo numero di baie di condensatore, ognuna delle quali può essere composta da uno o più fasci tubieri.

Con riferimento alle figure 1 e 2, le soluzioni note utilizzate per la  
10 condensazione di fluidi organici in impianti ORC possono essere descritte considerando il singolo fascio tubiero, dal momento che le condizioni di funzionamento del singolo fascio tubiero sono rappresentative del funzionamento complessivo del condensatore.

In figura 1 è schematizzata una soluzione di un fascio tubiero 50 ad  
15 un passo: tutta la portata di fluido di lavoro da condensare associata al fascio tubiero, fluisce tramite un tubo di alimentazione 21 in un collettore di ingresso 16 e quindi in una pluralità di tubi in parallelo che costituiscono l'unico passo 22 del fascio tubiero 50, procedendo da sinistra a destra e dall'alto verso il basso, secondo la figura 1. Infatti, per favorire il defluire  
20 del liquido il fascio tubiero è installato con una certa pendenza.

All'esterno del fascio tubiero, uno o più ventilatori (non mostrati in figura) convogliano l'aria (schematizzata dalla freccia 19) in condizioni ambiente a lambire trasversalmente la superficie dei tubi del fascio tubiero. I tubi sono generalmente alettati sulla superficie esterna, ad esempio,

mediante una aletta di alluminio avvolta intorno al tubo, per migliorare lo scambio con l'aria esterna.

Nel suo percorso all'interno dei tubi il vapore condensa per cui si forma un flusso di liquido condensato. All'uscita dei tubi, il flusso di liquido  
5 condensato è raccolto in un collettore di uscita 17 ed è poi rimandato tramite il tubo 18 al circuito dell'impianto ORC mediante una pompa di  
alimento (non mostrata in figura).

La soluzione del condensatore, ovvero del fascio tubiero, a singolo passo a dispetto della sua semplicità presenta un difetto intrinseco legato  
10 al fatto che il liquido condensato ha un grado di sotto-raffreddamento non trascurabile rispetto alla temperatura di condensazione del vapore. Infatti tutto il vapore deve condensare all'interno dell'unico percorso (passo) del fascio tubiero e quindi deve avere titolo zero all'uscita di ogni tubo. Per garantire un titolo di vapore pari a zero, nel tratto finale del fascio tubiero  
15 fluirà solamente liquido. Questo liquido è a contatto con la superficie fredda del tubo (la cui temperatura è più prossima alla temperatura dell'aria ambiente che la lambisce piuttosto che alla temperatura di condensazione del vapore) e quindi si raffredda ulteriormente ossia si sottoraffredda. Questo accade in particolare per il liquido che fluisce nella fila inferiore di  
20 tubi, ovvero la prima ad essere lambita dall'aria che avrà temperatura pari a quella ambientale, non essendosi ancora riscaldata per effetto dell'attraversamento del fascio tubiero.

Per ridurre il sotto-raffreddamento sono noti alcuni accorgimenti pratici, ad esempio, ridurre il numero di alette all'esterno dei tubi delle file  
25 inferiori del fascio tubiero, quelle che sono investite dall'aria più fredda.

Tuttavia il fenomeno non può essere ridotto significativamente perché in questo tipo di soluzione ad un passo il titolo del vapore all'uscita dei tubi, come detto, deve essere pari a zero e quindi in prossimità dell'uscita dei tubi vi sarà comunque del solo liquido che subisce in ogni caso un sotto-raffreddamento, per quanto sopra spiegato.

È da notare che la presenza di gas incondensabili peggiora ulteriormente il fenomeno descritto, per cui spesso gli impianti ORC presentano un sistema di aspirazione degli incondensabili 20 che per la soluzione ad un passo è posto solitamente nella parte alta del collettore di uscita.

Il problema del sotto-raffreddamento del liquido non è trascurabile in quanto riduce l'efficienza globale del ciclo termodinamico perché il calore di sotto-raffreddamento deve poi essere rifornito al fluido di lavoro dalla sorgente termica e quindi una parte del calore di ingresso al ciclo termodinamico viene utilizzato per compensare questa "indesiderata" sottrazione di calore occorsa nel condensatore.

In figura 2 è rappresentata una soluzione di fascio tubiero a due passi, mediante la quale si risolve quasi completamente il problema del sotto-raffreddamento. Il fascio tubiero 60 comprende un tubo di alimentazione 21 un collettore d'ingresso 1, un primo passo 7 costituito da una prima pluralità di tubi, un collettore intermedio 2 in cui avviene la separazione della fase liquida, drenata attraverso il bocchello 3 e un secondo passo 4 costituito da una seconda pluralità di tubi in cui viene elaborata solo la portata di vapore residua non condensata nel primo passaggio. Pertanto, il liquido condensato nel primo passo non ha modo di

essere sotto-raffreddato. Il liquido in uscita dal primo passo è praticamente esente da sotto-raffreddamento perché in uscita dal primo passo il titolo del vapore non è ancora pari a zero e quindi c'è ancora equilibrio tra fase liquida e vapore e la temperatura è quindi quella di condensazione del vapore. Il  
5 condensato del secondo passo viene raccolto in un collettore di uscita 5 e drenato dal bocchello 6. Questo secondo passo potrebbe generare del liquido sottoraffreddato ma per una portata di liquido nettamente inferiore rispetto a quella totale, essendo la maggior parte del liquido stata rimossa dal collettore intermedio 2 attraverso il bocchello 3).

10 In questa soluzione una efficace rimozione degli incondensabili (indicata con NCG in figura 2) richiede di estrarli sia dal collettore intermedio 2 che dal collettore di uscita 5. Nel collettore di uscita 5 si estrae il liquido condensato nel secondo passo mentre la portata di vapore è praticamente nulla, il che consente agli incondensabili di accumularsi ed  
15 essere convenientemente estratti. Al contrario nel collettore intermedio 2 della soluzione a due passi, il titolo del vapore non è pari a zero e quindi insieme agli eventuali gas non condensabili si estrarrebbe anche una portata di fluido di lavoro ancora in fase di vapore. D'altro canto dei gas incondensabili potrebbero rimanere "intrappolati" anche in questa zona del  
20 condensatore per cui è corretto prevedere una estrazione anche da questa zona, delegando ad un eventuale apposito separatore esterno la separazione del fluido organico eventualmente aspirato.

Oltre al problema di una più complessa estrazione degli  
incondensabili, questa soluzione presenta altri difetti, principalmente di  
25 costo e di ingombro. In entrambi i passi i tubi devo essere inclinati per

drenare il liquido all'interno. Mentre nella soluzione ad un passo di figura 1 il fascio tubiero 50 viene costruito con tubi diritti e paralleli e l'inclinazione è affidata alla struttura di sostegno, nella soluzione a due passi di figura 2 il fascio tubiero 60 viene montato solitamente orizzontale ma al suo interno 5 il primo passo di tubi 7 e il secondo passo di tubi 4 devono avere inclinazioni opposte. Ciò comporta che l'altezza complessiva del fascio tubiero è notevolmente più grande. Ad esempio, i tubi potrebbero avere una lunghezza di 18 metri e una inclinazione di 2° che comporta una differenza di quota, tra ingresso e uscita di ogni fila di tubi, di circa 0,6 m per cui sono 10 richiesti almeno  $0,6 \times 2 = 1.2$  m di maggiore altezza del fascio tubiero per il solo effetto delle inclinazioni contrapposte dei tubi. Inoltre è necessario prevedere 2 linee di "piping" per la rimozione del liquido in quanto questo si accumula in due collettori 2, 5 molto distanti tra di loro.

Esiste, pertanto, l'esigenza, di una soluzione progettuale del 15 condensatore ad aria che risolva o quantomeno mitighi gli inconvenienti sopra menzionati.

#### Sintesi dell'invenzione

La soluzione dei problemi tecnici di cui al paragrafo precedente si ottiene, secondo la presente invenzione, con un condensatore ad aria per 20 impianti ORC che comprende un fascio tubiero a due passi in cui nel primo passo si effettua la condensazione del fluido di lavoro sino ad un titolo di vapore comunque maggiore di zero e nel secondo passo si effettua la condensazione della sola portata di vapore residua del fluido di lavoro non condensata nel primo passo. Il secondo passo è inclinato verso l'alto ed è 25 provvisto di un'apertura per l'estrazione dei gas incondensabili.

Preferibilmente, il secondo passo è allocato in posizione sovrastante il primo passo su una giacitura parallela a quella del primo passo.

Secondo un aspetto della presente invenzione è, quindi, descritto un condensatore ad aria per un impianto a ciclo Rankine organico avente le 5 caratteristiche enunciate nella rivendicazione indipendente di prodotto annessa alla presente descrizione.

Ulteriori modi di attuazione del suddetto impianto, preferiti e/o particolarmente vantaggiosi, sono descritti secondo le caratteristiche enunciate nelle rivendicazioni dipendenti annesse.

10           Breve descrizione dei disegni

L'invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che illustrano alcuni esempi di attuazione non limitativi del condensatore ad aria, in cui:

- la figura 1 illustra schematicamente un esempio di un fascio tubiero ad un passo di un condensatore ad aria, secondo tecnica nota,
- la figura 2 illustra schematicamente un esempio di un fascio tubiero a due passi di un condensatore ad aria, sempre secondo tecnica nota,
- la figura 3 illustra schematicamente un fascio tubiero a due passi di un condensatore ad aria, secondo un aspetto della presente invenzione,
- 20           - la figura 4 illustra schematicamente un fascio tubiero a due passi di un condensatore ad aria, secondo un ulteriore aspetto della presente invenzione,
- la figura 5 rappresenta schematicamente il fascio tubiero a due passi di figura 3 integrato nel condensatore ad aria,
- 25           - la figura 6 illustra schematicamente una prima soluzione per

definire una sezione dedicata al trasposto del condensato,

- la figura 7 è un dettaglio della soluzione di figura 6, e
- la figura 8 illustra schematicamente una seconda soluzione per definire una sezione dedicata al trasposto del condensato.

5           Descrizione dettagliata

Facendo riferimento alle figure da 3 a 5, un fascio tubiero 80 a due passi per un condensatore 100 ad aria idoneo per impianti ORC comprende almeno un tubo di alimentazione 21 (uno solo nelle figure esemplificative), un collettore d'ingresso 11, un primo passo 10 comprendente una prima pluralità di tubi in cui il fluido di lavoro è condensato sino ad un titolo di vapore comunque maggiore di zero, un collettore di uscita 12 in cui avviene la separazione della fase liquida, drenata attraverso almeno un bocchello 13 (uno solo nelle figure esemplificative), e inviata ad un collettore di condensato 13a (visibile in figura 6) e un secondo passo 14 comprendente una seconda pluralità di tubi in cui viene elaborata solo la portata di vapore residua non condensata nel primo passaggio.

Secondo la presente invenzione, il secondo passo 14 è allocato preferibilmente in posizione sovrastante il primo passo, lungo una giacitura parallela a quella del primo passo.

20           Inoltre, il secondo passo termina con un ulteriore collettore 15 il cui compito è quello di accumulare i gas incondensabili (NCG, dall'inglese non condensable gas) grazie al fatto che detto ulteriore collettore 15 rappresenta:

- l'unico punto alto del fascio tubiero 80 e pertanto idoneo ad accumulare gli NCG che hanno densità inferiore rispetto a quella del vapore del fluido di lavoro,

- una vera e propria camera di calma,
- 5 - la zona in cui l'estrazione degli NCG dal processo risulta realmente efficace,

Nel secondo passo 14, quindi, si verifica:

- la condensazione della portata residua di vapore non completamente condensata durante l'attraversamento del primo passo 10, 10 in cui il vapore percorre il tubo in salita, in quanto sospinto dalla più bassa pressione esistente nell'ulteriore collettore 15, ovvero da un differenziale di pressione positivo esistente tra una prima estremità 14' a monte del secondo passo 14 e una seconda estremità 14" a valle del secondo passo 14,
- 15 - il drenaggio del liquido residuo condensato che scorre verso il basso per gravità stramazzando nel collettore di uscita 12.

Vantaggiosamente, il liquido condensato è drenato unicamente dall'almeno un bocchello 13 e, quindi, non è necessario un doppio sistema di "piping" per ricondurlo nell'impianto ORC. Nel caso il secondo passo 14 sia in posizione sovrastante il primo passo, si avrà a disposizione un punto nobile per l'estrazione dei gas non condensabili, ovvero la seconda estremità 14" del secondo passo 14: infatti, tale estremità risulta essere il punto più alto del condensatore dove la concentrazione di gas non condensabili è maggiore. Pertanto, dal secondo passo 14 - più precisamente, dalla sua seconda estremità 14" - non si estrae condensato

ma soltanto gas incondensabili, con eventuale piccola percentuale di fluido di lavoro in stato di vapore.

Tutto ciò anche se il fascio tubiero 80 conserva gli stessi vantaggi della soluzione nota di figura 2, ossia evita pressoché qualsiasi sotto-raffreddamento del liquido. Infatti, come per la soluzione nota a due passi di figura 2, il sotto-raffreddamento è ridotto al minimo per il fatto che la frazione di liquido condensata viene drenata all'uscita del primo passo 10 quando il titolo del vapore è maggiore di zero, ma anche per il fatto che la fila di tubi del secondo passo 14 è investita dall'aria più calda essendo in posizione sovrastante il primo passo (e non investito direttamente dall'aria a temperatura ambiente come nell'esempio di figura 2).

Per favorire il drenaggio del liquido tutto il fascio tubiero, costruito con tubi paralleli, viene montato inclinato grazie alla struttura di sostegno 110 del condensatore 100, così come nel caso della configurazione a un passo di figura 1 e differentemente dalla configurazione a due passi di figura 2.

Pertanto, il fascio tubiero 80 secondo la presente invenzione risulta quindi compatto come quello ad un passo non dovendo alloggiare al suo interno file di tubi con inclinazioni opposte.

In alternativa, il fascio tubiero 80 potrebbe essere dotato di un secondo passo sottostante il primo passo 10 o affiancato al primo passo 10. Sono possibili anche soluzioni, come quella illustrata in figura 4, in cui il fascio tubiero 80 comprende un secondo passo 14 sottostante il primo passo 10.

Con riferimento alla figura 5, il condensatore ad aria secondo la presente invenzione comprende quindi il fascio tubiero 80, come di sopra descritto, una struttura di sostegno 110 che consente il posizionamento inclinato del fascio tubiero 80, una condotta 120 dell'aria che attraversa il fascio tubiero 80 e in uscita assume una temperatura un po' più alta rispetto alla temperatura ambiente, un ventilatore 130 che aspira la suddetta aria che effettua lo scambio termico con il fluido di lavoro da condensare.

La scrivente dopo aver ideato questa soluzione, ha anche risolto un ulteriore e potenziale problema tecnico che questa soluzione potrebbe comportare. Infatti, poiché nel secondo passo il vapore e il liquido hanno direzioni opposte, il vapore potrebbe interferire con il drenaggio dei tubi. Le analisi fluidodinamiche agli elementi finiti non hanno dato evidenza di tale problema, ma la scrivente ritiene comunque opportuno proporre alcune soluzioni, nell'eventualità che il comportamento reale dei fluidi differisca da quanto simulato.

Una soluzione a questo problema è quella di definire all'interno del secondo passo 14 una sezione 141 trasversale all'asse di un tubo di scambio 140 del secondo passo 14, allocata nella parte inferiore del tubo di scambio, nella quale sezione prevalentemente si raccoglie il liquido.

Con riferimento alle figure 6 e 7, un esempio non limitativo della sezione 141 trasversale è realizzato da un tubetto drenante 145 posizionato lungo la direzione assiale rispetto ad un generico tubo di scambio 140 del secondo passo 14 e inserito in esso con asse parallelo e su di esso appoggiato. La sezione 141, quindi coincide con la sezione retta del tubetto drenante 145.

Il tubetto drenante 145 comprende una prima porzione 146 inserita nel tubo di scambio 140 e che termina in corrispondenza dell'estremità 140' del tubo 140 e una seconda porzione 147, continua rispetto alla prima porzione, che inizia in corrispondenza dell'estremità 140' del tubo 140 e 5 termina sotto il battente di liquido del collettore del condensato 13a.

Il tubetto drenante 145, di rigidezza inferiore al tubo di scambio 140 che lo contiene, ha un diametro indicativamente di circa un terzo rispetto al tubo di scambio 140, ed è caratterizzato da un'apertura 148, realizzata sostanzialmente in corrispondenza del punto di tangenza tra il tubo di 10 scambio 140 e il tubetto drenante 145, per consentirvi l'ingresso del condensato.

L'apertura d'ingresso 148 del liquido è sotto battente, in modo da assicurare l'ingresso del solo condensato e non di vapore all'interno del tubetto drenante 145. Quest'ultimo, quindi, avrà la funzione di separare la 15 fase liquida dal vapore che, come specificato in precedenza, ha direzione ad essa opposta. Il liquido entrato nel tubetto drenante 145 ha modo di poter scendere per gravità, con l'inclinazione prevista dal sistema del fascio tubiero 80 ovvero la stessa del tubo che lo contiene. Secondo questa soluzione, al vapore viene impedito l'accesso all'interno del tubo drenante 20 145 per due motivi: il primo è dovuto al fatto che l'estremità del tubo è sotto battente, quindi può consentire l'ingresso al solo liquido, il secondo motivo è la non continuità dell'apertura 148 lungo tutto il tubetto drenante 145: tale apertura è presente infatti solo nella prima porzione 146 del tubetto drenante 145, quella inserita nel tubo 140, mentre non è presente

nella seconda porzione 147 del tubetto drenante 145, questo per garantire il non ingresso di vapore nello stesso.

In questo modo si impedisce al vapore, che sale in controcorrente rispetto al liquido, di creare delle cosiddette sacche che fanno ristagnare il  
5 liquido nel suo percorso di drenaggio, e di evitare conseguentemente il suo sotto-raffreddamento. Un ulteriore vantaggio di questa soluzione, oltre a quello puramente idraulico descritto finora, è quello di proteggere il condensato dal sotto-raffreddamento, in quanto il liquido inserito nel tubetto si trova a lambire il tubo di scambio in un solo punto, ovvero quello  
10 di tangenza tra il tubetto e il tubo 140, considerando la sezione frontale di questo sistema, come conseguenza della geometria di questa soluzione.

Vantaggiosamente, il tubetto 145, potrebbe avere una lunghezza ridotta, ovvero comprendere una sola porzione inserita nel tubo di scambio 140 che termina ben prima dell'estremità 140' del tubo di scambio 140.

15 Infatti, il fenomeno del ristagno del liquido, causato dalla spinta del vapore in risalita, si verifica indicativamente per velocità del vapore superiori ad una certa soglia che dipende principalmente dal tipo di fluido. La velocità del vapore però va diminuendo lungo il percorso, a causa della sua condensazione che avviene nel secondo passo; si può quindi pensare  
20 di definire una lunghezza del tubetto 145 che raggiunga solo la parte "critica", ovvero quella interessata da velocità più alte del vapore. Così operando, il tubetto 145 interesserebbe solo una parte del tubo di scambio 140 del secondo passo, in altre parole la lunghezza assiale del tubetto assiale 145 risulterà inferiore alla lunghezza assiale del tubo di scambio  
25 140.

Questa soluzione implica diversi vantaggi rispetto alla precedente:

- minor peso del tubetto e, di conseguenza, minor costo,
- minore rischio di torsione e di deformazione del tubetto,
- maggiore probabilità che il tubetto rimanga sempre sotto il livello

5 del liquido, riducendo di conseguenza il rischio di entrata di vapore al suo interno.

Per fissare il tubetto 145 ed evitare che si muova assialmente verso il basso sarà possibile adoperare qualsiasi mezzo di giunzione.

10 Eventualmente, il solo appoggio sul tubo di scambio 140 potrebbe essere sufficiente ad impedire, per attrito statico, lo scivolamento assiale del tubetto.

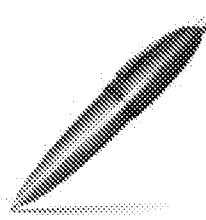
In alternativa, i tubetti del secondo passo 14 possono essere fissati insieme, direttamente o per mezzo di una struttura interna a sua volta solidale alle pareti del collettore del condensato 13a.

15 Una soluzione alternativa al tubetto drenante 145 potrebbe consistere nell'inserire nel tubo di scambio 140 del secondo passo 14 una lamella drenante 150, di separazione liquido – vapore, che tenga sufficientemente isolata la sezione trasversale 141 in cui fluisce il liquido condensato (verso il basso) dalla zona vapore (in cui il vapore 'soffia' verso l'alto), in modo che il liquido non subisca (o subisca solo in misura notevolmente diminuita) il trascinamento controcorrente del vapore. Quindi la sezione trasversale 141, in questo caso è delimitata dalla lamella drenante 150 e dalle pareti del tubo di scambio 140, sottostanti alla lamella drenante 150.

Preferibilmente, la lamella drenante potrebbe essere una lamella forata 150 che viene inserita nel tubo 140, in posizione orizzontale, prima che questo a sua volta venga montato nel secondo passo 14 del fascio tubiero 80.

5 Vantaggiosamente, per costringere la lamella forata 150 a rimanere nella posizione richiesta si potrà predisporre un suo bloccaggio, ad esempio, un bloccaggio come quello indicato in figura 5, ottenuto per mezzo di una lamella di fissaggio 160, verticale, che deforma elasticamente la lamella forata 150, orizzontale.

10 Oltre ai modi di attuazione dell'invenzione, come sopra descritti, è da intendere che esistono numerose ulteriori varianti. Deve anche intendersi che detti modi di attuazione sono solo esemplificativi e non limitano l'oggetto dell'invenzione, né le sue applicazioni, né le sue configurazioni possibili. Al contrario, sebbene la descrizione sopra riportata  
15 rende possibile all'uomo di mestiere l'attuazione della presente invenzione almeno secondo una sua configurazione esemplificativa, si deve intendere che sono concepibili numerose variazioni dei componenti descritti, senza che per questo si fuoriesca dall'oggetto dell'invenzione, come definito nelle rivendicazioni allegate.



Firmato digitalmente da:

BRUNI GIOVANNI

Firmato il 09/09/2022 10:31

Seriele Certificato: 18844548

Valido dal 19/06/2020 al 19/06/2023

InfoCert Firma Qualificata 2

### RIVENDICAZIONI

1. Condensatore (100) ad aria idoneo per un impianto a ciclo Rankine organico operato da un fluido di lavoro, comprendente un fascio tubiero (80) a due passi, una struttura di sostegno (110) che consente il posizionamento inclinato del fascio tubiero (80), una condotta (120) dell'aria che attraversa il fascio tubiero (80) e almeno un ventilatore (130) che aspira l'aria perché operi lo scambio termico con il fluido di lavoro da condensare,  
il condensatore (100) essendo caratterizzato dal fatto che
  - 10 - un primo passo (10) del fascio tubiero (80), comprendente una prima pluralità di tubi, opera la condensazione del fluido di lavoro sino ad un titolo di vapore comunque maggiore di zero, e
  - un secondo passo (14) del fascio tubiero (80), comprendente una seconda pluralità di tubi e avente una prima estremità (14') a monte e una
  - 15 seconda estremità (14'') a valle, opera la condensazione della sola portata di vapore residua del fluido di lavoro non condensata nel primo passo (10), e dal fatto che
  - il secondo passo (14) è inclinato verso l'alto e permette l'estrazione attraverso la sua seconda estremità (14'') di gas incondensabili presenti nel
  - 20 fluido di lavoro.
2. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 1, in cui il secondo passo (14) è allocato in posizione sovrastante il primo passo (10), su una giacitura parallela alla giacitura del primo passo (10).

3. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 1, in cui il secondo passo (14) è allocato in posizione sottostante il primo passo (10), su una giacitura parallela alla giacitura del primo passo (10).

4. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 1, in cui il fascio tubiero (80), a valle della seconda estremità (14'') del secondo passo (14), comprende un collettore (15) posizionato nel punto più alto del fascio tubiero (80) e idoneo ad accumulare i gas incondensabili che hanno densità inferiore rispetto alla densità del vapore del fluido di lavoro.

5. Condensatore (100) secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui nel secondo passo (14) la portata di liquido residuo condensato del fluido di lavoro fluisce in discesa per gravità stramazzando in un collettore di uscita (12).

6. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 5, in cui il fascio tubiero (80) comprende almeno un bocchello (13) a valle del collettore di uscita (12) che consente il drenaggio di tutta la fase liquida del fluido di lavoro.

7. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 5, in cui almeno un tubo di scambio (140) della seconda pluralità di tubi del secondo passo (14) è provvisto di una sezione (141), trasversale all'asse di un tubo di scambio (140) del secondo passo (14), allocata nella parte inferiore del tubo di scambio (140), nella quale sezione (141) si raccoglie il liquido.

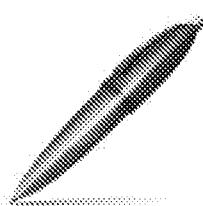
8. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 7, in cui la sezione (141) trasversale è quella di un tubetto drenante (145) posizionato lungo la direzione assiale rispetto al tubo di scambio (140) inserito nel tubo di scambio (140) e appoggiato al tubo di scambio (140).

9. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 8, in cui il tubetto drenante (145) comprende una prima porzione (146) inserita nel tubo di scambio (140) e che termina in corrispondenza di un'estremità (140') del tubo di scambio (140) e una seconda porzione (147), continua rispetto alla 5 prima porzione, che inizia in corrispondenza dell'estremità (140') del tubo di scambio (140) e termina sotto il battente di liquido di un collettore del condensato (13a).
10. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 9, in cui il tubetto drenante (145) è provvisto di un'apertura (148) in corrispondenza del punto 10 di tangenza tra il tubo di scambio (140) e il tubetto drenante (145), per consentirvi l'ingresso del condensato.
11. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 10, in cui l'apertura (148) è presente solo nella prima porzione (146) del tubetto drenante (145).
- 15 12. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 10, in cui il tubetto drenante (145) comprende una sola porzione inserita nel tubo di scambio (140), porzione avente una lunghezza assiale inferiore alla lunghezza assiale del tubo di scambio (140).
13. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 12, in cui il tubetto 20 drenante (145) è solidale, direttamente o per mezzo di una struttura interna, alle pareti del collettore del condensato (13a).
14. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 7, in cui la sezione (141) trasversale è delimitata da una lamella drenante (150), che separa la portata di liquido residuo condensato del fluido di lavoro che fluisce in

discesa dalla portata di vapore residua del fluido di lavoro che fluisce in salita.

15. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 14, in cui la lamella drenante è una lamella forata (150) accomodata nel tubo di scambio (140),  
5 in posizione orizzontale.
16. Condensatore (100) secondo la rivendicazione 15, in cui una lamella di fissaggio (160), verticale, deforma elasticamente la lamella forata (150) bloccandola all'interno del tubo di scambio (140).

10



Firmato digitalmente da:  
BRUNI GIOVANNI  
Firmato il 09/09/2022 10:23  
Seriale Certificato: 18844548  
Valido dal 19/06/2020 al 19/06/2023  
InfoCert Firma Qualificata 2

1 / 4

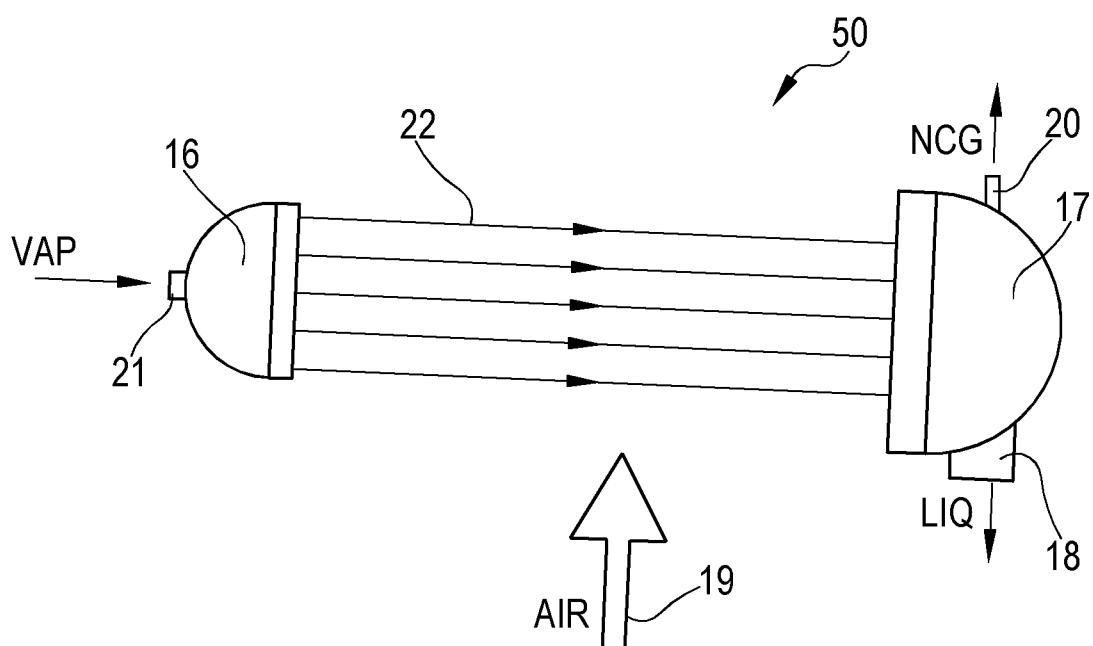


FIG.1 - TECNICA NOTA

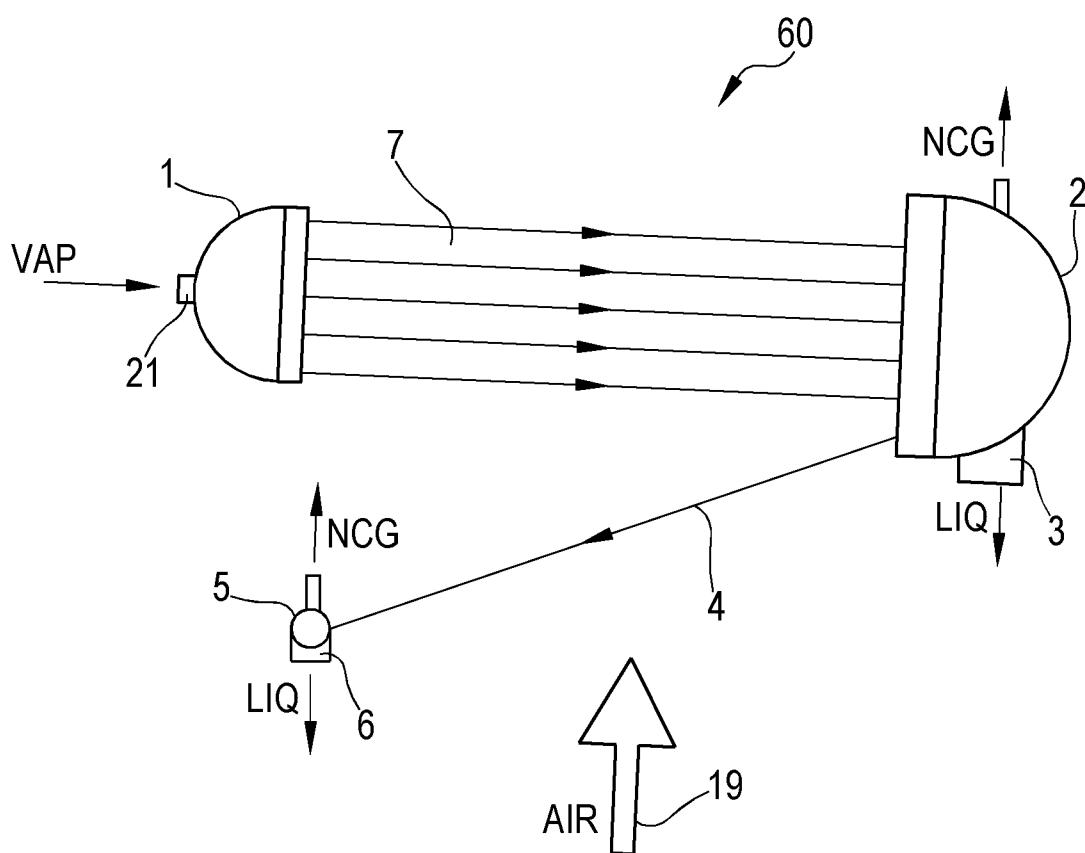


FIG.2 - TECNICA NOTA

2 / 4

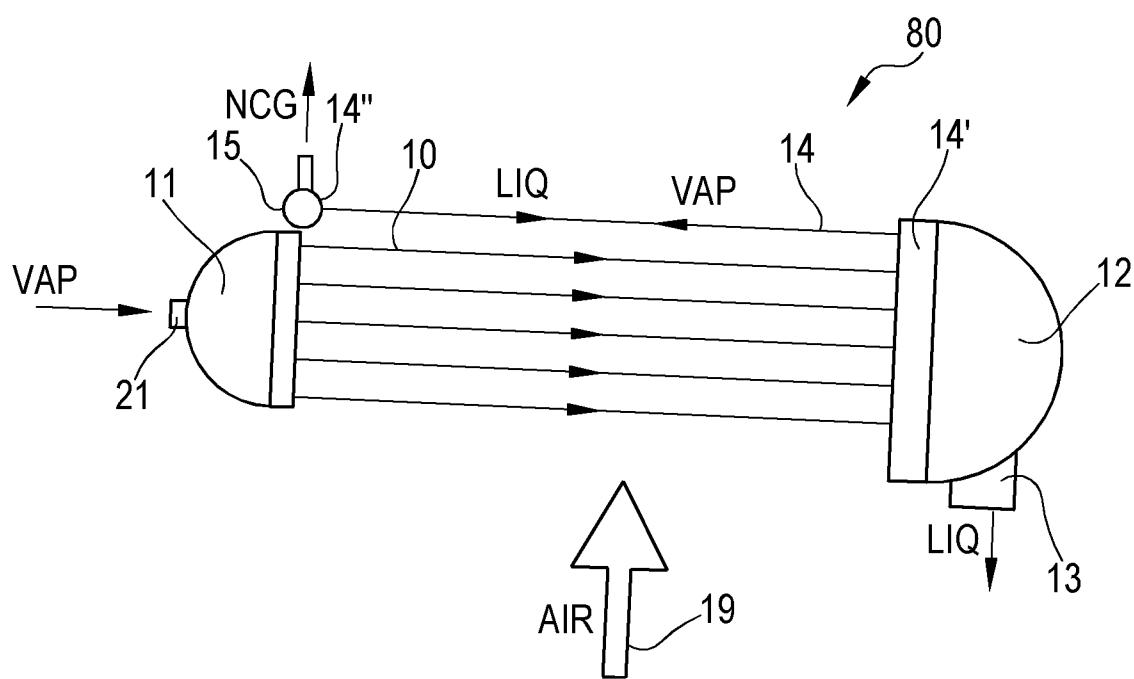


FIG.3

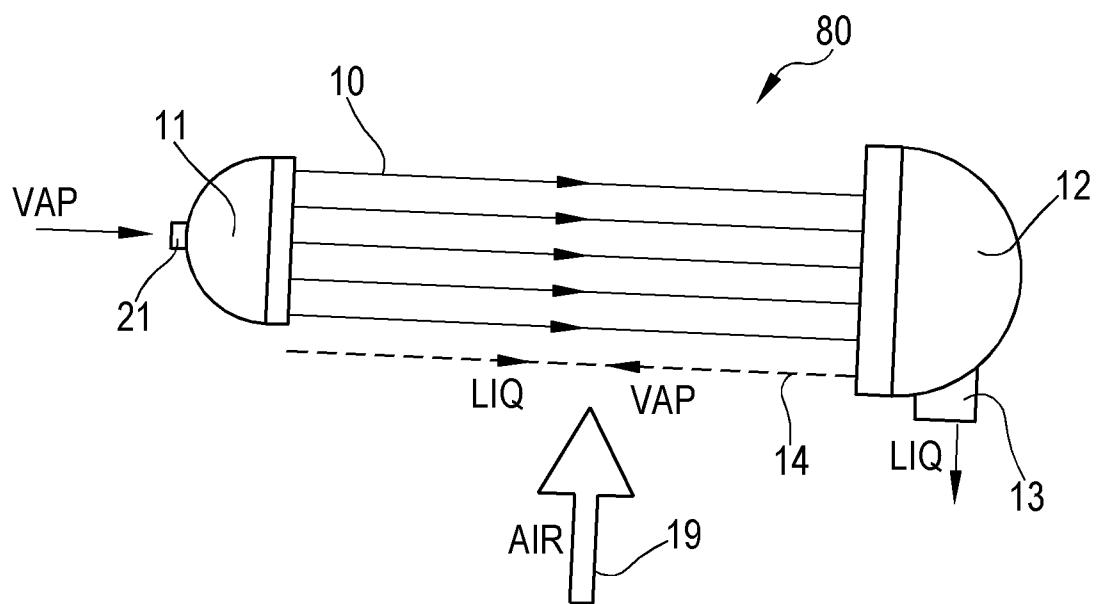


FIG.4

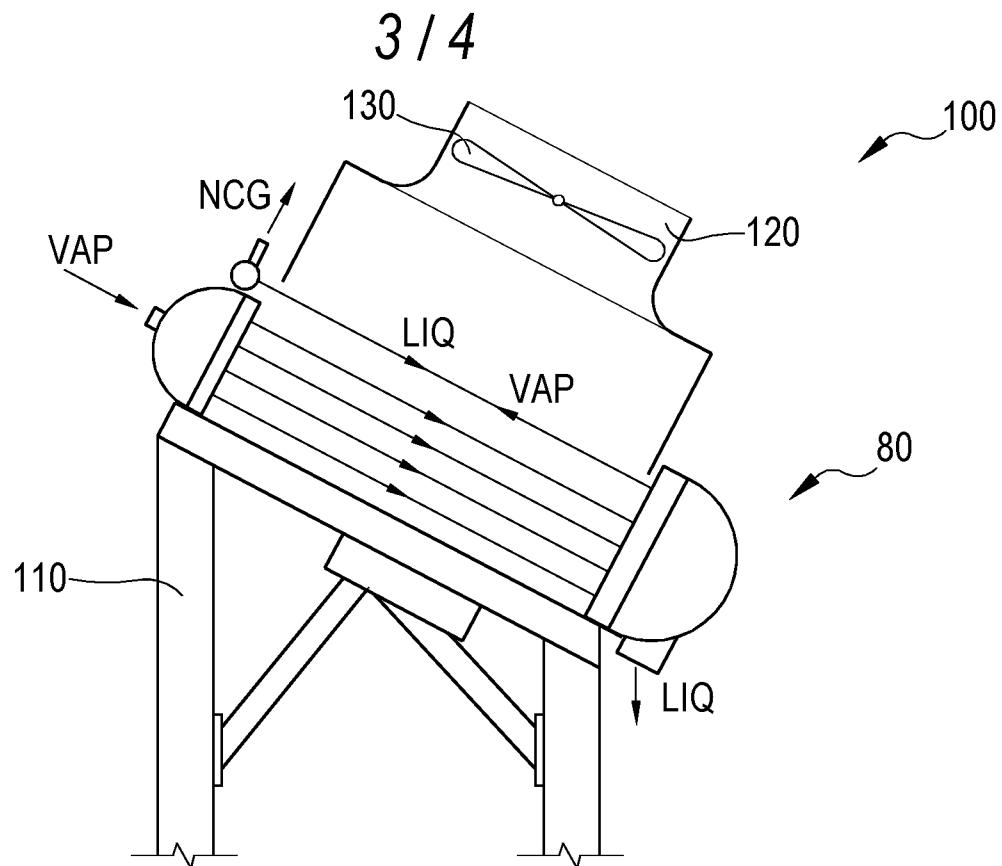


FIG.5

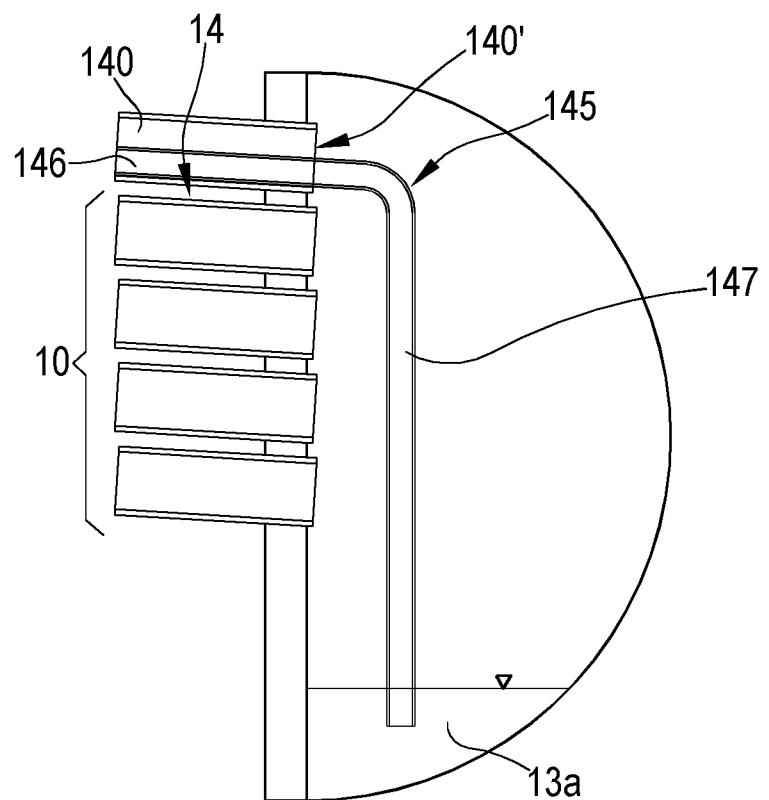


FIG.6

4 / 4

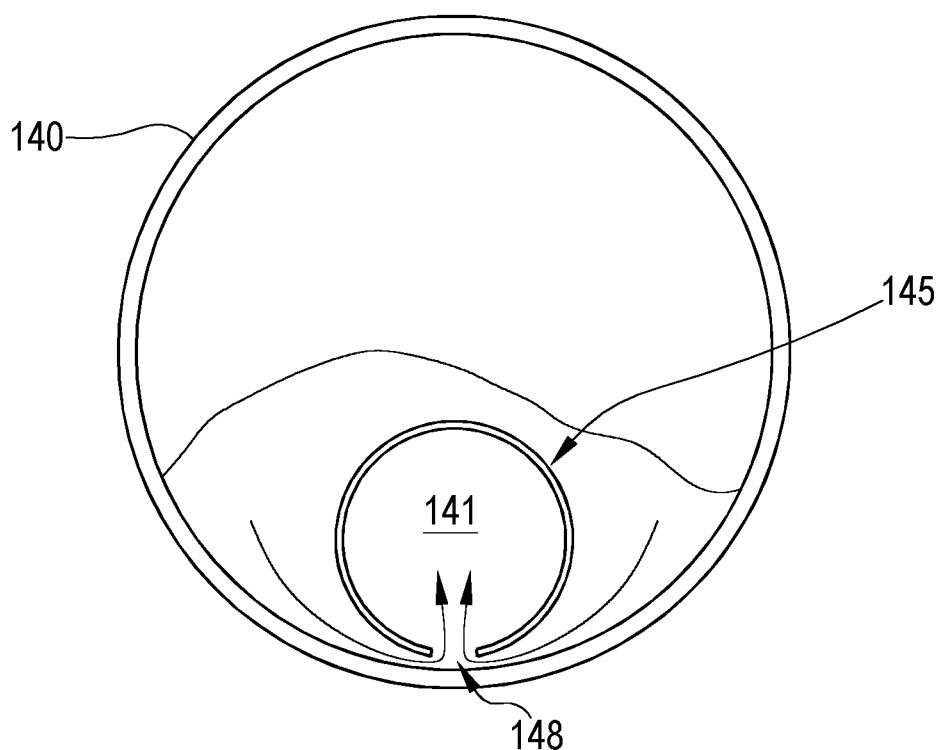


FIG.7

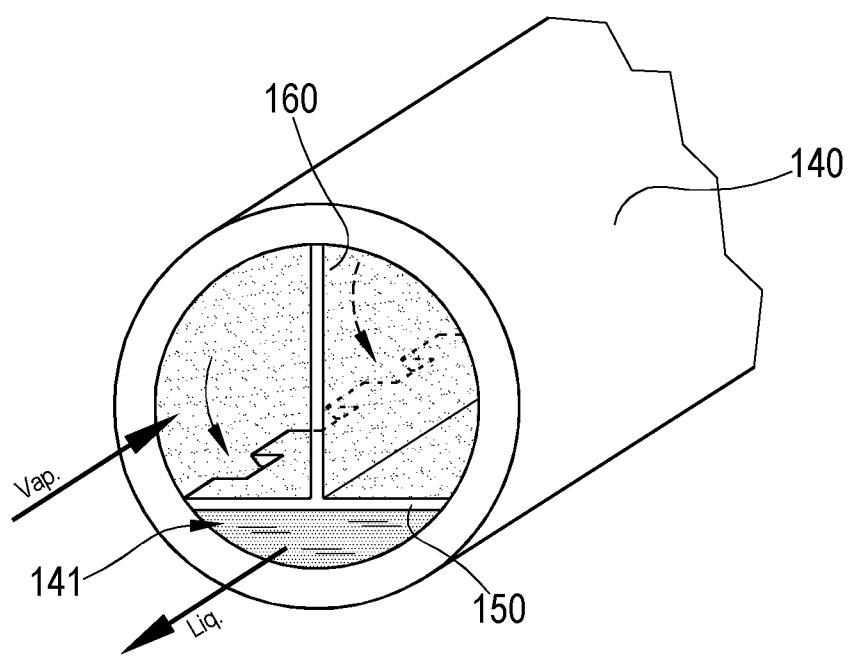


FIG.8