



Ministero delle Imprese e del Made in Italy
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102022000017340
Data Deposito	16/08/2022
Data Pubblicazione	14/11/2022

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	24	T	10	10

Titolo

Scambiatore geotermico con materiale a cambiamento di fase

Data la loro efficienza vengono sempre più di frequente utilizzate per il condizionamento di ambienti, in particolare abitativi o di lavoro, in quanto sono atte a creare il clima ideale per le
5 persone che ivi soggiornano o lavorano.

Come tutte le macchine termiche, lavorano fra due sorgenti termiche a temperature differenti. In estate la temperatura più elevata è nell'ambiente esterno, mentre nella stagione invernale avviene
10 l'opposto. Il successo delle pompe di calore è dovuto anche al fatto che lo stesso impianto può raffreddare l'ambiente interno in estate e riscaldarlo in inverno, semplicemente invertendo il ciclo termodinamico. In pratica se il fluido
15 termovettore che scorre nell'impianto circola in un verso, l'ambiente da condizionare viene raffreddato, mentre se circola nel verso opposto, viene riscaldato.

In definitiva la pompa di calore necessita di
20 uno scambiatore nell'ambiente interno ed uno nell'ambiente esterno. Nel caso di pompe di calore di tipo geotermico (acqua-acqua), quest'ultimo viene frequentemente interrato, in modo da beneficiare dell'effetto della massa termica del
25 terreno coinvolto nello scambio termico.

L'efficienza della macchina è tanto più elevata quanto minore è la differenza di temperatura tra ambiente esterno ed interno e quanto maggiore è l'efficienza dei due scambiatori.

5 Per fissate condizioni ambientali, si pone quindi il problema di aumentare l'efficienza degli scambiatori stessi.

Una ulteriore caratteristica dei sistemi di climatizzazione è la discontinuità del loro

10 funzionamento. Ciò apre la strada all'utilizzo di sistemi di accumulo termico, tradizionalmente risolto con serbatoi contenenti lo stesso fluido termovettore e funzionalmente progettati per disaccoppiare generazione e richiesta di energia

15 termica.

In questo ambito, ancora rare sono le applicazioni di materiale a cambio di fase (*PCM - Phase Change Material*), soprattutto nel caso di scambiatori geotermici superficiali, come quelli di

20 utilizzo con le pompe di calore. L'accoppiamento *PCM*-scambiatore geotermico è stato più frequentemente indagato negli scambiatori verticali, ben più profondi dei precedenti.

In questo contesto, il progetto *POR FESR 2014-*

25 *2020 "CLIWAX"* (CUP F71F18000160009) e il progetto

HORIZON 2020 "IDEAS" (G.A. No. 815271) hanno svolto una sperimentazione a scala reale dell'applicazione di *PCM* in scambiatori geotermici superficiali piatti.

5 Tre linee geotermiche, ciascuna lunga 6 m e composta da tre scambiatori di calore superficiali di tipo Flat-Panel (brevetto UNIFE - IT0001401414|EP2418439A2), sono state installate all'interno di una trincea e rinfiancate in sabbia
10 di cui: una senza *PCM*, una miscelata con *PCM* in granuli di silice, con adsorbite paraffine, e una con *PCM* in sali idrati macro-incapsulati, in *container* plastici tubolari posizionati ai fianchi dello scambiatore.

15 I risultati hanno dimostrato l'efficacia dell'utilizzo del *PCM* come sistema di accumulo termico, maggiormente visibile nel caso dei sali idrati. Allo stesso tempo, sono state riscontrate delle criticità riguardanti l'installazione
20 complessa e vincolata, che necessitava di una struttura di supporto per i *container* di *PCM*, con conseguenti difficoltà di posa in opera, data la ridotta larghezza della trincea, maggiori tempistiche di lavoro e relativi costi.

25 I brevetti CN111335299A (*Plum-blossom-shaped*

phase change geothermal energy pile and use method thereof), CN201867110U (*Energy-storage cool-heat exchanger*) e CN101984325A (*Energy-storing cold/heat exchanger*) descrivono l'integrazione di PCM in
5 scambiatori geotermici verticali.

Il brevetto US4327560A (*Earth-embedded, temperature-stabilized heat exchanger*) descrive uno scambiatore geotermico costituito da una tubazione, in cui fluisce un fluido termovettore, attorno alla
10 quale è presente un PCM racchiuso all'interno di una seconda tubazione di diametro maggiore.

Il limite principale della soluzione descritta nel brevetto US4327560A consiste nel fatto che se con il tubo si volesse realizzare una serpentina a
15 sviluppo sostanzialmente piano, ad ogni spira il tubo si interfaccerebbe con se stesso, con evidente riduzione della superficie libera per lo scambio termico con il terreno e la conseguente riduzione della efficienza complessiva, come peraltro già
20 evidenziato anche in studi numerici.

Per quanto riguarda lo scambiatore interrato, il problema che si pone consiste essenzialmente nel fatto che il terreno ha limitate capacità disperdenti, a causa della sua ridotta diffusività
25 termica. In pratica, nel caso di immissione di

calore nel terreno, si riscalda la parte di terreno immediatamente a contatto con lo scambiatore e lo scambio termico si riduce fortemente in quanto si annulla rapidamente il gradiente termico tra
5 scambiatore e terreno. Nel caso invece di prelievo di calore dal terreno, avviene il fenomeno opposto, ossia si raffredda la parte di terreno immediatamente a contatto con lo scambiatore e lo scambio termico si limita fortemente in quanto,
10 anche in questo caso, si annulla rapidamente il gradiente termico tra scambiatore e terreno.

Ulteriormente, il fatto che l'utilizzo delle pompe di calore per condizionamento avvenga in modo discontinuo, consente di sfruttare il periodo di
15 inattività per proseguire lo scambio termico.

Scopo della presente invenzione è da un lato quello di prolungare la durata dello scambio termico con il terreno, e pertanto la quantità di calore scambiata, dall'altro quello di interagire
20 direttamente con il fluido termovettore e rendere più vantaggiosa la sua temperatura.

Quello descritto e altri scopi, come verrà chiarito nel corso della descrizione, vengono raggiunti attraverso un metodo ed un dispositivo
25 rispettivamente conformi alle rivendicazioni 1 e 3.

Il metodo per aumentare la quantità di calore scambiata tra un fluido termovettore ed un terreno in cui è interrato uno scambiatore di calore percorso in modo discontinuo da detto fluido termovettore, è del tipo che prevede l'utilizzo di mezzi di accumulo termico, detti mezzi essendo in relazione di scambio termico sia con detto fluido termovettore, sia con detto terreno ed è caratterizzato dal fatto che il percorso del fluido termovettore all'interno dello scambiatore è contenuto tra due pareti sostanzialmente piane e detti mezzi di accumulo termico:

- sono interposti tra fluido termovettore e terreno;
- 15 - sono a contatto e all'esterno di dette pareti sostanzialmente piane.

In altre parole, il metodo secondo l'invenzione prevede che l'accumulo termico non avvenga in sostanze (*PCM*) disperse nel terreno ma a diretto contatto con lo scambiatore, in modo tale che sia lo scambiatore stesso a rimanere caldo più a lungo (oppure freddo a seconda del ciclo attuato dalla pompa di calore).

Inoltre l'invenzione si distingue per il fatto che il *PCM* sia al di fuori delle pareti che

delimitano il percorso del fluido termovettore, contrariamente a quanto descritto nel brevetto US4327560A.

Secondo una forma preferita di attuazione, detto accumulo termico avviene essenzialmente per mezzo del cambio di fase di detti speciali materiali denominati *PCM (Phase Change Material)*.

Il dispositivo per aumentare la quantità di calore scambiata tra un fluido termovettore che percorre in modo discontinuo una cavità di detto dispositivo ed un terreno in cui detto dispositivo è interrato, è uno scambiatore di calore del tipo che prevede l'utilizzo di mezzi di accumulo termico, detti mezzi essendo in relazione di scambio termico sia con detto fluido termovettore, sia con detto terreno, ed è caratterizzato dal fatto che detta cavità è compresa fra due pareti sostanzialmente piane e detti mezzi di accumulo termico si interpongono tra detto fluido termovettore e detto terreno e costituiscono uno strato aderente, verso l'esterno, alle pareti di detta cavità.

In questo modo è lo scambiatore stesso a rimanere caldo più a lungo (oppure freddo a seconda del ciclo attuato dalla pompa di calore).

In altre parole è come se lo spessore dello scambiatore fosse aumentato dello spessore di detti mezzi di accumulo termico.

Forme di realizzazione preferite e varianti
5 non banali della presente invenzione formano l'oggetto delle rivendicazioni dipendenti.

Secondo una forma preferita di attuazione, il dispositivo presenta la forma di un parallelepipedo rettangolo al cui interno scorre il fluido
10 termovettore secondo un percorso a serpentina. Esternamente, in corrispondenza di ciascuna delle due pareti laterali, lo scambiatore è provvisto di una intercapedine avente la stessa superficie di detta parete e contenente al suo interno materiale
15 a cambio di fase (*PCM*) che assolve alla funzione di accumulo termico. L'adiacenza del *PCM* al volume in cui scorre il fluido termovettore permette di ottimizzare lo scambio termico agendo direttamente sulla temperatura del fluido e quindi sulle
20 prestazioni della pompa di calore.

Lo scambiatore secondo l'invenzione è atto ad essere utilizzato nell'ambito di un sistema geotermico di tipo orizzontale, quindi interrato in scavi di profondità ridotta (trincee profonde fino
25 2÷3 metri), dedicati alla climatizzazione civile.

La forma rettangolare consente una maggiore prestazione per unità di lunghezza di scambiatore e, in particolare, la possibilità di integrare PCM che incrementano significativamente la possibilità di accumulo termico nel terreno.

Durante il regime estivo, il fluido termovettore, riscaldato dal condensatore della pompa di calore geotermica, necessita del raffrescamento per poter poi nuovamente essere processato dalla pompa di calore. Il fluido entra nello scambiatore scambiando calore sensibile con il *PCM* contenuto nelle intercapedini adiacenti alla cavità interna dello scambiatore. La temperatura del *PCM* aumenta fino a quando viene raggiunta la sua temperatura di fusione. A questo punto, durante la transizione di fase, il *PCM*, sciogliendosi, scambia calore a temperatura costante. Il fluido termovettore proveniente dall'utenza esterna, dopo aver attraversato lo scambiatore, esce quindi ad una temperatura inferiore rispetto a quella di ingresso, significativamente più bassa rispetto al medesimo dispositivo in assenza del *PCM*. Infatti, stante l'elevata densità energetica del *PCM* e la prossimità al fluido operante, lo scambio termico è molto più efficiente rispetto a quanto avverrebbe

in presenza del solo terreno, in virtù della migliore diffusività termica e della prossimità. Durante l'inattività del circuito, ad esempio durante la notte, ovvero per la gestione di un

5 pozzo termico da parte di una pompa di calore multi sorgente, la temperatura del sistema diminuisce e il *PCM* solidifica, rigenerandosi almeno in parte per il successivo funzionamento. Poiché il *PCM* ha una conducibilità termica sostanzialmente simile al

10 terreno superficiale, condizioni termiche fuori dal cambio di fase rimangono almeno equivalenti al rinfianco dello stesso scambiatore con solo terreno. Ulteriormente, nella disponibilità di una pompa di calore multi-sorgente (pannelli solari,

15 *dry-cooler*), la presenza di *PCM* consente un maggiore accumulo di energia termica e quindi migliori prestazioni d'impianto.

Il regime invernale è analogamente gestito dalla presenza di *PCM* con temperatura di fusione

20 adeguata alle esigenze della pompa di calore. Un differente *PCM* può quindi essere previsto, ad esempio differenziando il riempimento delle due intercapedini.

Per quanto riguarda il materiale a cambio di

25 fase, la camera contenitiva in materiale plastico è

adatta all'utilizzo di sali idrati (materiali inorganici), i quali, per la loro corrosività, necessitano di essere macro-incapsulati in contenitori plastici. Tale tipologia di PCM
5 presenta un calore latente maggiore rispetto alle paraffine (materiali organici), una conducibilità termica maggiore e un costo nettamente inferiore rispetto ai materiali organici.

Resta inteso che tutte le rivendicazioni
10 allegate formano parte integrante della presente descrizione.

Risulterà immediatamente ovvio che si potranno apportare a quanto descritto innumerevoli varianti e modifiche (per esempio relative a forma,
15 dimensioni, disposizioni e parti con funzionalità equivalenti) senza discostarsi dal campo di protezione dell'invenzione, come appare dalle rivendicazioni allegate.

La presente invenzione verrà meglio descritta
20 da alcune forme preferite di realizzazione, fornite a titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- le figure 1 e 2 mostrano in esploso e
assemblato lo scambiatore geotermico secondo
25 l'invenzione;

- la figura 3 mostra il collegamento tra più scambiatori geotermici;
- la figura 4 mostra lo scambiatore geotermico interrato.

5 Struttura dello scambiatore geotermico

Con riferimento alle FIGG. 1 e 2, con (1) è indicato uno scambiatore geotermico secondo l'invenzione. Detto scambiatore geotermico (1) comprende una cavità a serpentina (2) che viene
10 percorsa da un fluido termovettore. Su entrambi i fianchi di detta cavità (2) è presente un sottile strato di *PCM (Phase Change Material)* che è in stretta relazione di scambio termico con detto fluido termovettore.

15 Secondo una forma preferita di attuazione, mostrata secondo una vista esplosa in FIG. 1, detto scambiatore geotermico (1) presenta un corpo scatolare, nel quale è ricavata detta cavità a serpentina (2), a forma di parallelepipedo
20 rettangolo, dimensionato in modo che siano rispettate le seguenti condizioni:

- che il rapporto tra la base dello scambiatore e la sua altezza sia maggiore di 1;
- che il rapporto tra lo spessore dello
25 scambiatore geotermico (1), ovvero lo spessore

della cavità a serpentina (2) e l'altezza sia minore di 1/10.

Lo scambiatore geotermico (1) comprende:

- una base inferiore (10) e una base superiore (11);
- due pareti di testa (14, 15);
- due pareti laterali (12, 13) a delimitare, insieme alle due basi (10, 11) e alle due pareti di testa (14, 15), la cavità a serpentina (2).

La forma a serpentina della cavità (2) è ottenuta mediante l'opportuno posizionamento, all'interno della cavità (2) medesima, di una pluralità di primi elementi verticali (16), che si interpongono tra dette pareti laterali (12, 13).

Detti primi elementi verticali (16) sono distribuiti uniformemente lungo la lunghezza dello scambiatore, e posizionati in modo tale da delimitare all'interno dello scambiatore (1) detto condotto di attraversamento a forma di serpentina (2).

Alle due estremità della serpentina (2) sono posti l'ingresso (17) e l'uscita (18) per il fluido termovettore. Detta serpentina (2), di larghezza inferiore ad 1/6 dell'altezza dello scambiatore (1), collega idraulicamente l'apertura (17) per

l'ingresso del fluido termovettore con l'apertura (18) per l'uscita dello stesso.

Detti primi elementi (16) svolgono un duplice ruolo, ovvero quello di evitare la stratificazione termica del fluido termovettore che attraversa la cavità (2) dello scambiatore geotermico (1) e rinforzare la struttura dello scambiatore stesso. In particolare, gli elementi (16) sono atti ad esercitare sulle pareti laterali (12, 13) delle forze resistenti atte a contrastare la spinta che il terreno esercita sullo scambiatore (1) dopo che esso è stato interrato.

Le due pareti laterali (12, 13) presentano, sul lato esterno, due intercapedini (20, 21) aventi la stessa superficie di dette pareti laterali (12, 13) ed una profondità inferiore a quello della cavità interna (2). Analogamente alla struttura della cavità interna (2) dello scambiatore (1), una pluralità di secondi elementi verticali (22) è posizionata all'interno di dette intercapedini (20, 21), in corrispondenza dei primi elementi verticali (16) presenti nella cavità interna (2) dello scambiatore (1), e solidali da un lato alle pareti laterali (12, 13) dello scambiatore (1) e dall'altro alle pareti laterali (23, 24) delle

intercapedini (20, 21). Tali secondi elementi verticali (22) svolgono la funzione di incrementare la resistenza strutturale di dette pareti e contrastare la spinta del terreno sullo scambiatore (1) interrato.

Le due intercapedini (20, 21) contengono al loro interno il materiale a cambio di fase, il quale assolve alla funzione di sistema di accumulo termico a breve termine.

Al fine di facilitare l'espulsione dell'aria durante la fase di riempimento del dispositivo, gli elementi (16), in corrispondenza dell'estremità a contatto con le basi inferiore e superiore (10, 11) sono provvisti di un microforo di diametro dell'ordine di alcuni decimi di mm e di forma come riportato nel dettaglio di FIG. 1. Detto microforo assolve alla funzione di sfiato automatico dell'aria, evitando al contempo il passaggio dell'acqua.

20 Installazione

Lo scambiatore geotermico (1) è realizzato in materiale plastico (polietilene oppure polipropilene) mediante tecniche note di lavorazione delle plastiche. Ciascun scambiatore (1) è inoltre progettato come un'unità modulare, in

modo da permettere, in presenza di una coppia di
scambiatori (1) montati in serie, il collegamento
idraulico tra l'apertura di uscita (18) di un primo
scambiatore con l'apertura di ingresso (17) di un
5 secondo scambiatore, come mostrato in FIG. 3.

Nella FIG. 4 è mostrato uno scambiatore
geotermico (1) interrato. Detto scambiatore (1) è
vantaggiosamente alloggiato entro una trincea di
larghezza $0,4\div 0,6$ m, scavata nel terreno sino ad
10 una profondità di circa $2,5\div 3$ m, e quindi
parzialmente rinfiato in sabbia (30) per
consentirne il bloccaggio e l'accesso entro lo
scavo per effettuare i collegamenti idraulici. La
trincea viene quindi riempita con sabbia (30) fino
15 ad una decina di centimetri al di sopra dello
scambiatore (1) e poi ricoperta con terreni di
scavo (31). All'interno di uno strato di materiale
drenante (32) è preferibilmente disposta una
conduttura (40) forata atta ad allagare con acque
20 meteoriche il materiale di rinfiato (30) al fine
di migliorarne la conducibilità termica; tale
conduttura (40) può quindi essere collegata al
sistema di raccolta e smaltimento delle acque
meteoriche (acque bianche).

25 Funzionamento

Durante il regime estivo, il fluido termovettore, riscaldato dal condensatore della pompa di calore geotermica, necessita del raffrescamento per poter poi nuovamente essere processato dalla pompa di calore. Il fluido termovettore entra nella cavità interna (2) dello scambiatore (1) attraverso l'apertura di ingresso (17) e scorre lungo il condotto di attraversamento a forma di serpentina (2) che collega idraulicamente l'apertura di ingresso (17) con l'apertura di uscita (18), scambiando calore sensibile con il *PCM* contenuto nelle intercapedini (20, 21) adiacenti alla cavità interna (2) dello scambiatore geotermico (1). La temperatura del *PCM* aumenta fino a quando viene raggiunta la sua temperatura di fusione. A questo punto, durante la transizione di fase, il *PCM* sciogliendosi scambia calore a temperatura costante. Il fluido termovettore proveniente dall'utenza esterna, dopo aver attraversato lo scambiatore (1), esce quindi ad una temperatura inferiore rispetto a quella di ingresso.

Durante l'inattività del circuito, ad esempio durante la notte, la temperatura del sistema diminuisce e il *PCM* solidifica, rigenerandosi

almeno in parte per il successivo funzionamento.

Il regime invernale è analogamente gestito dalla presenza di *PCM* con temperatura di fusione adeguata alle esigenze della pompa di calore. Il
5 differente *PCM* può quindi essere previsto differenziando il riempimento delle due intercapedini (20, 21), ovvero estendendo gli elementi (16) a costituire nicchie separate.

Si sono descritte delle forme preferite di
10 attuazione dell'invenzione, ma naturalmente esse sono suscettibili di ulteriori modifiche e varianti nell'ambito della medesima idea inventiva. In particolare, agli esperti nel ramo risulteranno immediatamente evidenti numerose varianti e
15 modifiche, funzionalmente equivalenti alle precedenti, che ricadono nel campo di protezione dell'invenzione, come evidenziato nelle rivendicazioni allegate nelle quali i segni di riferimento posti tra parentesi non possono essere
20 interpretati nel senso di limitare le rivendicazioni stesse. Inoltre, la parola "comprendente" non esclude la presenza di elementi e/o fasi diversi da quelli elencati nelle rivendicazioni. L'articolo "un", "uno" o "una"
25 precedente un elemento non esclude la presenza di

una pluralità di tali elementi. Il semplice fatto che alcune caratteristiche siano citate in rivendicazioni dipendenti diverse tra loro non indica che una combinazione di queste
5 caratteristiche non possa essere vantaggiosamente utilizzata.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per aumentare la quantità di calore scambiata tra un fluido termovettore ed un terreno in cui è interrato uno scambiatore di calore (1) percorso in modo discontinuo da detto fluido termovettore, del tipo che prevede l'utilizzo di mezzi di accumulo termico, detti mezzi essendo in relazione di scambio termico sia con detto fluido termovettore, sia con detto terreno, caratterizzato dal fatto che il percorso del fluido termovettore all'interno dello scambiatore è contenuto tra due pareti sostanzialmente piane (12, 13) e detti mezzi di accumulo termico:

- sono interposti tra fluido termovettore e terreno;
- sono a contatto e all'esterno di dette pareti sostanzialmente piane (12, 13).

2. Metodo per aumentare la quantità di calore scambiata tra un fluido termovettore ed un terreno secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di accumulo termico comprendono dei Materiali a Cambiamento di Fase, Phase Change Material, PCM.

3. Scambiatore di calore (1) per aumentare la quantità di calore scambiata tra un fluido

termovettore che percorre in modo discontinuo una cavità (2) di detto scambiatore di calore (1) ed un terreno in cui detto scambiatore di calore (1) è interrato, del tipo che prevede l'utilizzo di mezzi
5 di accumulo termico, detti mezzi essendo in relazione di scambio termico sia con detto fluido termovettore, sia con detto terreno, caratterizzato dal fatto che detta cavità (2) è compresa fra due pareti sostanzialmente piane (12, 13) e detti mezzi
10 di accumulo termico si interpongono tra detto fluido termovettore e detto terreno e costituiscono uno strato aderente, verso l'esterno, alle pareti (12, 13) di detta cavità (2).

4. Scambiatore di calore (1) secondo la
15 rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che su almeno una delle pareti (12, 13) di detta cavità (2) è presente uno strato di Materiale a Cambiamento di Fase, Phase Change Material, PCM, che sia in stretta relazione di scambio termico con
20 detto fluido termovettore.

5. Scambiatore di calore (1) secondo le rivendicazioni 3 e 4, caratterizzato dal fatto che i PCM presenti sulle pareti (12, 13) della cavità (2) sono differenti tra loro, in funzione delle
25 esigenze di funzionamento dello scambiatore (1).

6. Scambiatore di calore (1) secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto di comprendere un corpo a forma di parallelepipedo rettangolo, nel quale è ricavata detta cavità (2),
5 detto corpo essendo dimensionato in modo che il rapporto tra la base dello scambiatore e la sua altezza sia maggiore di 1.

7. Scambiatore di calore (1) secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto di
10 comprendere un corpo a forma di parallelepipedo rettangolo, nel quale è ricavata detta cavità (2), detto corpo essendo dimensionato in modo che il rapporto tra lo spessore della cavità (2) e l'altezza di detto parallelepipedo sia inferiore a
15 $1/10$.

8. Scambiatore di calore (1) secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che detta la cavità (2) ha una forma a serpentina.

9. Scambiatore di calore (1) secondo la
20 rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che la forma a serpentina della cavità (2) è ottenuta mediante posizionamento, all'interno di detta cavità (2), di una pluralità di primi elementi verticali (16), che si interpongono tra due pareti
25 laterali (12, 13), detti primi elementi verticali

(16) essendo distribuiti uniformemente lungo la lunghezza dello scambiatore (1), e posizionati in modo tale da delimitare all'interno dello scambiatore (1) detto condotto di attraversamento a
5 forma di serpentina (2) di larghezza inferiore ad 1/6 dell'altezza di detto scambiatore (1).

10. Scambiatore di calore (1) secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che dette due pareti laterali (12, 13) presentano, sul
10 lato esterno, due intercapedini (20, 21) riempite con *PCM*.

11. Scambiatore di calore (1) secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che dette intercapedini (20, 21) hanno la stessa
15 superficie di dette pareti laterali (12, 13) ed una profondità inferiore a quella della cavità interna (2).

12. Scambiatore di calore (1) secondo almeno una delle rivendicazioni da 3 a 11, caratterizzato dal
20 fatto di essere realizzato in materiale plastico (polietilene oppure polipropilene).

1/3

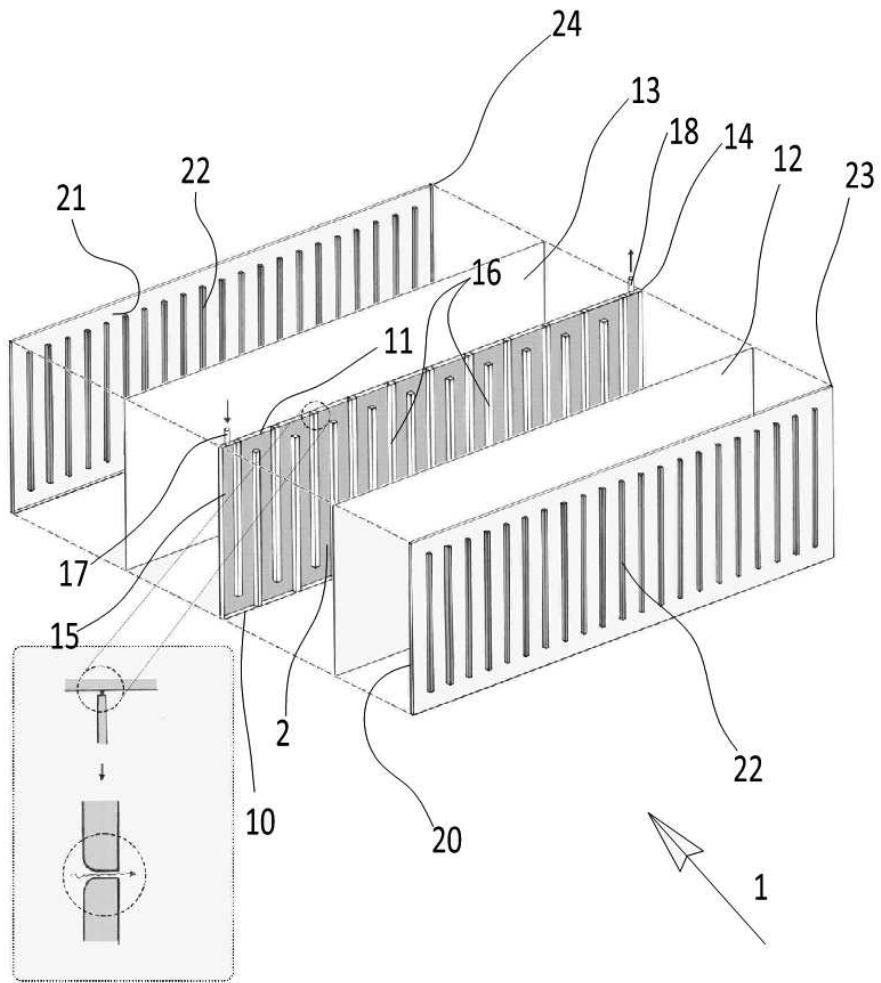


Fig. 1

3/3

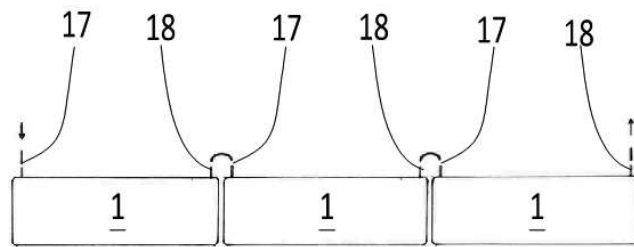


Fig. 3

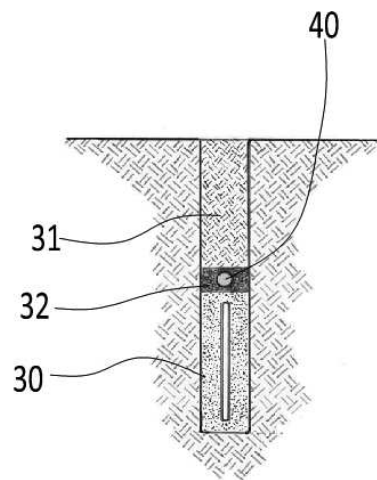


Fig. 4