

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902087610A1

Publication Date

20140327

Applicant

BENETTI MARIANNA

Title

GENERATORE TERMOELETTRICO PERFEZIONATO

GENERATORE TERMoeLETTRICO PERFEZIONATO.

A nome della signora BENETTI MARIANNA - Via Rasega, 47 - 36040 GRUMOLO DELLE ABBADESSE (VI).

DESCRIZIONE

5 L'invenzione concerne un generatore termoelettrico di tipo perfezionato che impiega una pluralità di celle ad effetto Seebeck per convertire in modo efficiente energia termica in energia elettrica.

Come è noto le celle a effetto Seebeck sono convertitori termoelettrici in grado di produrre energia elettrica quando una loro superficie viene
10 riscaldata e la superficie contrapposta viene raffreddata.

La corrente elettrica che viene prodotta può essere immessa in un circuito elettrico di alimentazione di un qualsiasi dispositivo elettrico utilizzatore.

Per semplicità descrittiva nel seguito della descrizione utilizzeremo il
15 termine "convertitore termoelettrico" oppure semplicemente "cella" per indicare una cella a effetto Seebeck.

Sul mercato sono presenti dispositivi ed impianti che utilizzano i suddetti convertitori termoelettrici per produrre energia elettrica sfruttando la differenza di temperatura esistente tra i gas oppure i
20 fumi di scarico ed un qualsiasi altro fluido più freddo.

In particolare sono noti generatori termoelettrici installati su veicoli propulsi da motori endotermici oppure da turbine che utilizzano convertitori termoelettrici per produrre energia elettrica che viene utilizzata sullo stesso veicolo, sfruttando il salto termico esistente tra i
25 gas di scarico caldi provenienti dal motore ed il fluido refrigerante, più freddo, proveniente dal circuito di raffreddamento dello stesso motore.

E' noto, ad esempio, il documento brevettuale EP2337101 che descrive un generatore termoelettrico che essenzialmente comprende
30 un primo corpo tubolare sulla cui superficie esterna sono applicati

una pluralità di convertitori termoelettrici ed un secondo corpo tubolare, coassiale internamente al primo corpo tubolare, che definiscono tra di loro un condotto tubolare anulare.

- 5 Il condotto tubolare anulare e la superficie tubolare esterna sono percorsi e lambiti da fluidi a temperature differenti in modo che ogni convertitore termoelettrico è sottoposto ad una differenza di temperatura e genera energia elettrica.

- Il generatore termoelettrico ora descritto presenta la limitazione di utilizzare convertitori termoelettrici sagomati che devono essere appositamente costruiti.
- 10

Inoltre la realizzazione coassiale comporta difficoltà per effettuare eventuali interventi di manutenzione e/o riparazione.

- Un altro documento brevettuale avente numero KR20110077486 descrive un generatore termoelettrico nel quale alle superfici dei convertitori termoelettrici sono associati su un lato uno scambiatore di calore e sul lato opposto un dissipatore.
- 15

- Il generatore è di complessa costruzione e di ridotta efficienza poiché lo scambio di calore tra i convertitori termoelettrici ed i fluidi caldo e più freddo non avviene in modo diretto ma tramite l'interposizione dello scambiatore e del dissipatore.
- 20

- Un ulteriore documento brevettuale avente numero US20110239635 descrive un generatore termoelettrico che comprende un condotto in cui scorre un fluido caldo e sulla cui superficie esterna sono applicati i convertitori termoelettrici le cui superfici di contatto vengono così riscaldate.
- 25

Le superficie opposte dei convertitori termoelettrici vengono invece raffreddate da un dissipatore di calore in cui circola un fluido più freddo.

- 30 E' presente una valvola che consente di invertire la direzione del

flusso del fluido più freddo da concorde a contraria rispetto alla direzione del flusso del fluido caldo, in modo da definire differenti condizioni operative del generatore.

Le limitazioni che tale generatore presenta consistono nella
5 complessità costruttiva e nella difficoltà di intervenire per effettuare le manutenzioni.

Sono anche noti i documenti brevettuali US20120011836 e US20111012106 che descrivono entrambi un generatore termoelettrico comprendente una pluralità di dischi ondulati tra loro
10 sovrapposti che alloggiavano i convertitori termoelettrici e che definiscono una pluralità di canali per il passaggio del fluido più caldo.

Tra i dischi ondulati sono interposti dischi piani per il raffreddamento. Anche i generatori termoelettrici descritti nei suddetti documenti
15 brevettuali presentano riconosciuti inconvenienti che consistono nella loro complessità costruttiva e nel loro elevato costo di realizzazione dovuti principalmente alla particolare forma dei dischi e dei convertitori termoelettrici e nelle difficoltà che si incontrano per effettuare riparazioni e manutenzioni, dovute in particolare alla
20 configurazione costruttiva che prevede che tutti i dischi siano impilati tra loro.

Inoltre tutti i generatori termoelettrici descritti nei documenti brevettuali citati presentano concetti realizzativi che li rendono particolarmente adatti ad essere impiegarli su autoveicoli e questo
25 costituisce una riconosciuta limitazione al loro uso in settori ed impianti di altro tipo.

La presente invenzione intende superare gli inconvenienti e le limitazioni elencati.

In particolare è un primo scopo dell'invenzione realizzare un
30 generatore termoelettrico utilizzando convertitori termoelettrici (celle

ad effetto Seebeck) che sia di costruzione più semplice rispetto ai generatori termoelettrici noti.

E' un altro scopo che il generatore termoelettrico dell'invenzione presenti un costo di fabbricazione inferiore rispetto a generatori termoelettrici noti ad esso simili e di uguale potenza.

E' un ulteriore scopo che il generatore termoelettrico dell'invenzione presenti ingombri inferiori rispetto a generatori termoelettrici noti ad esso simili e di uguale potenza.

E' un altro scopo che il generatore termoelettrico dell'invenzione utilizzi solo ed esclusivamente convertitori termoelettrici (celle ad effetto Seebeck) di tipo commerciale.

Gli scopi elencati sono raggiunti dal generatore termoelettrico dell'invenzione che è realizzato in accordo alla rivendicazione principale alla quale si fa riferimento.

Altre caratteristiche di dettaglio dell'invenzione sono specificate nelle rivendicazioni dipendenti.

Il generatore termoelettrico dell'invenzione è realizzato in carpenteria metallica sagomando opportunamente gli elementi che lo compongono tramite semplici lavorazioni di tranciatura e piegatura ed assemblando gli elementi tra loro tramite fissaggi meccanici, eventualmente comprendenti anche saldature.

Sono quindi escluse o comunque limitate al minimo indispensabile costose lavorazioni per asportazione di truciolo alle macchine utensili tradizionali oppure a controllo numerico.

Vantaggiosamente tutto questo rende la costruzione del generatore dell'invenzione più semplice e più economica rispetto ai generatori descritti nei documenti brevettuali sopra citati.

Inoltre i convertitori termoelettrici che vengono utilizzati per realizzare il generatore dell'invenzione, come si è detto, sono di tipo commerciale e vengono fissati su appositi elementi laminari piani di

piccolo spessore, anch'essi attenuti per tranciatura ed eventuale sagomatura di lamiera metallica.

Secondo le forme realizzative dell'invenzione che verranno qui di seguito illustrate, il generatore comprende una pluralità elementi laminari piani di piccolo spessore che supportano i convertitori termoelettrici ed una pluralità di pannelli isolanti piani ognuno dei quali è disposto affacciato e parallelo ad un rispettivo elemento laminare.

In questo modo gli elementi laminari ed i pannelli isolanti vengono disposti in schiera e tra di loro definiscono una pluralità di condotti di passaggio dei fluidi caldo e più freddo per lo scambio termico con i convertitori termoelettrici.

Vantaggiosamente tale forma costruttiva con elementi laminari e pannelli isolanti disposti in schiera consente di realizzare un elevato scambio termico tra i convertitori termoelettrici ed i fluidi e quindi di ottenere una elevata densità di potenza elettrica.

E' quindi possibile realizzare un generatore che a parità di volume, rispetto a generatori equivalenti di tipo noto, genera una maggiore potenza elettrica.

Inoltre, vantaggiosamente, questa semplicità costruttiva facilita anche le operazioni di smontaggio e di rimontaggio quando si deve intervenire nel generatore per eseguire operazioni di manutenzione e/o di riparazione.

Ancora vantaggiosamente i criteri costruttivi descritti ottimizzano l'efficienza degli scambi termici poiché i fluidi entrano in contatto direttamente con le superfici delle celle oppure con gli elementi laminari di piccolo spessore che le supportano e questo comporta un migliore rendimento del generatore dell'invenzione rispetto a generatori noti ad esso equivalenti.

Inoltre i criteri costruttivi descritti consentono anche di realizzare un

generatore di tipo modulare, di potenza incrementabile semplicemente aumentando il numero di pannelli isolanti e di corrispondenti elementi laminari disposti in schiera.

5 In modo ulteriormente vantaggioso i criteri costruttivi descritti rendono il generatore dell'invenzione più versatile rispetto ai generatori noti e lo rendono particolarmente adatto ad essere utilizzato soprattutto in impianti statici di qualsiasi tipo ove ci sia la disponibilità di fluidi a differenti temperature

10 Ancora vantaggiosamente il fluido più freddo che circola nel generatore e che durante il processo di produzione di energia si riscalda, all'uscita dal generatore può utilmente essere recuperato e riutilizzato.

Così nelle installazioni statiche, come ad esempio impianti di generazione di biogas che utilizzano il generatore dell'invenzione, il
15 calore contenuto nel fluido più freddo uscente dal generatore può essere utilmente impiegato per il riscaldamento della biomassa nel digestore anaerobico.

In altre installazioni statiche il calore contenuto nel fluido più freddo uscente dal generatore può essere utilmente impiegato per il
20 riscaldamento ambientale.

Inoltre il calore contenuto nel fluido più freddo uscente dal generatore può anche essere utilmente impiegato per il preriscaldamento del motore eppure per altri flussi interni all'impianto.

25 Gli scopi ed i vantaggi detti verranno meglio evidenziati durante la descrizione di preferite ma non esclusive forme realizzative del generatore termoelettrico dell'invenzione che vengono date qui di seguito con riferimento alle allegate tavole di disegno nelle quali:

- la fig. 1 rappresenta il generatore dell'invenzione in vista
assonometrica;
- 30 - la fig. 2 rappresenta l'interno del generatore di fig. 1;

- la fig. 3 rappresenta la vista dall'alto del generatore di fig. 2;
- la fig. 4 rappresenta una variante esecutiva del generatore dell'invenzione in vista assonometrica;
- la fig. 5 rappresenta la vista esplosa del generatore di fig. 4;
- 5 - la fig. 6 rappresenta la sezione del generatore di fig. 4 eseguita secondo il piano VI – VI;
- la fig. 7 rappresenta la sezione del generatore di fig. 4 eseguita secondo il piano VII – VII.

Il generatore termoelettrico dell'invenzione è rappresentato in
10 differenti viste nelle figure da 1 a 3, ove è indicato complessivamente con **1**.

Si osserva che esso comprende un corpo di contenimento, complessivamente indicato con **2**, nel quale si individuano una prima via di ingresso **3** ed una prima via di uscita **4** di un primo fluido **C** di
15 scambio termico ed una seconda via di ingresso **5** ed una seconda via di uscita **6** di un secondo fluido di scambio termico **F**.

I suddetti fluidi di scambio termico **C** ed **F** sono a temperature tra loro differenti.

Precisiamo che i fluidi di scambio termico **C** ed **F** possono essere
20 indifferentemente liquidi oppure aeriformi ed in generale tutte quelle sostanze che nella fisica vengono definite con il termine "fluidi". All'interno del corpo di contenimento **2**, come si osserva in particolare in figura 2 ed in fig. 3, sono presenti una pluralità di convertitori termoelettrici **20**, ognuno dei quali presenta una prima superficie **20a**
25 rivolta verso il primo fluido di scambio termico **C** ed una seconda superficie **20b**, opposta alla prima superficie **20a**, rivolta verso il secondo fluido di scambio termico **F**.

I convertitori termoelettrici **20** sono costituiti da celle ad effetto Seebeck.

30 Nella descrizione che segue ciascuna cella ad effetto Seebeck verrà

indicata con il nome "convertitore termoelettrico" oppure più semplicemente con il nome "cella".

Secondo l'invenzione i convertitori termoelettrici **20** sono supportati da elementi laminari **7** distanziati ed affacciati a rispettivi pannelli isolanti **8** per definire all'interno del corpo di contenimento **2** una pluralità di primi condotti di flusso **9** comunicanti con le prime vie di ingresso **3** e di uscita **4** per la circolazione del primo fluido di scambio termico **C** ed una pluralità di secondi condotti di flusso **10** comunicanti con le seconde vie di ingresso **5** e di uscita **6** per la circolazione del secondo fluido di scambio termico **F** ove ognuno dei primi condotti di flusso **9** è disposto adiacente ad un rispettivo secondo condotto di flusso **10**.

I suddetti elementi laminari **7** ed i suddetti pannelli isolanti **8**, come si osserva anche nella vista di fig. 3, sono piani e sono disposti paralleli alla direzione definita dall'asse longitudinale **X** delle prime vie di ingresso **3** e di uscita **4** del corpo di contenimento **2**.

Particolarmente si osserva che il corpo di contenimento **2** comprende: un tratto centrale **11** che delimita una camera di scambio termico **12** e nel quale sono disposti gli elementi laminari **7** e i pannelli isolanti **8**, un tratto di ingresso **13** avente profilo divergente verso il tratto centrale **11** nel quale è presente la prima via di ingresso **3** del primo fluido di scambio termico **C** ed un tratto di uscita **14** a profilo divergente del tratto centrale **11** nel quale è presente la prima via di uscita **4** del primo fluido di scambio termico **C**.

Le vie di ingresso **3** e di uscita **4** sono tra loro allineate secondo il citato asse longitudinale **X** che si sviluppa lungo i tratti di ingresso **13** e di uscita **14** e lungo il tratto centrale **11** parallelamente agli elementi **7** laminare ed ai pannelli isolanti **8** e che definisce la direzione del flusso del primo fluido di scambio termico **C**.

Si osserva, con particolare riferimento alla figura 3, anche la

presenza di un elemento laminare ausiliario **7a** che è disposto internamente alla camera di scambio termico **12** a contatto con la parete **12a** che la delimita.

Si osserva inoltre che all'interno dei secondi condotti di flusso **10** il
5 secondo fluido di scambio termico **F** fluisce lungo una pluralità di serpentine tubolari **15**, visibili in particolare nelle assonometrie delle figg. 1 e 2, che sono collegate in serie tra di loro e con le seconde vie di ingresso **5** e di uscita **6**.

Ognuna delle suddette serpentine tubolari **15**, all'interno del rispettivo
10 secondo condotto di flusso **10** in cui alloggia, è posta a contatto con l'elemento laminare **7** e con il pannello isolante **8**.

Infine si osserva anche la presenza di una serpentina tubolare ausiliaria **15a** che è disposta esternamente alla camera di scambio termico **12** ed è posta a contatto con la parete **12a** che la delimita, in
15 corrispondenza della zona della suddetta parete **12a** ove, internamente, è disposto l'elemento laminare ausiliario **7a**.

Infine i secondi condotti di flusso **10** sono provvisti di bordi laterali di chiusura **16** e quando gli elementi laminari **7** ed i pannelli isolanti **8** che li definiscono sono assemblati e racchiusi all'interno della camera
20 di scambio termico **12**, i secondi condotti di flusso **10** risultano anche chiusi lungo i bordi superiore ed inferiore dalle pareti che delimitano la camera di scambio termico **12**.

In questo modo ciascun secondo condotto di flusso **10** risulta chiuso a tenuta e la pressione al suo interno può essere mantenuta ad un
25 valore inferiore a quello della pressione atmosferica per migliorare il coefficiente di scambio termico.

Operativamente il primo fluido di scambio termico **C** che attraverso la prima via di ingresso **3** entra nella camera di scambio termico **12**, fluisce lungo ciascun primo condotto di flusso **9** e scambia calore con
30 le prime superfici **20a** dei convertitori termoelettrici **20** prima di uscire

attraverso la prima via di uscita **6** della stessa camera di scambio termico **12**.

Contemporaneamente il secondo fluido di scambio termico **F** che entra attraverso la seconda via di ingresso **5**, fluisce all'interno di ciascun secondo condotto di flusso **10** circolando lungo le serpentine **15**, **15a** e scambiando quindi calore con ciascuna seconda superficie **6b** dei convertitori termoelettrici **6** prima di uscire attraverso la seconda via di uscita **6**.

I flussi dei fluidi sono rappresentati dalle frecce **C** ed **F**.

10 Durante la circolazione i convertitori termoelettrici **6** producono una differenza di potenziale che viene prelevata tramite conduttori elettrici, non rappresentati nei disegni che vengono collegati ad una linea di trasporto della corrente elettrica prodotta verso un qualsiasi utilizzatore.

15 Una variante esecutiva dell'invenzione appena descritta è rappresentata nelle figure da 4 a 7 in cui il generatore termoelettrico, complessivamente indicato con **100**, differisce dalla forma esecutiva appena descritta per il fatto che gli elementi laminari **107** che supportano i convertitori termoelettrici **120** ed i pannelli isolanti **108** sono disposti ortogonalmente alle direzioni dei flussi dei fluidi di scambio termico **C** ed **F** che sono definiti dagli assi longitudinali **Yc** ed **Yf** attraverso le vie di ingresso **103**, **105** e di uscita **104**, **106**.

In particolare il corpo di contenimento **102** delimita la camera di scambio termico **112** nella quale sono disposti gli elementi laminari **107** ed i pannelli isolanti **108** che delimitano i primi condotti di flusso **109** ed i secondi condotti di flusso **110**.

Al corpo di contenimento **102** sono associati un primo canale di ingresso **123** ed un primo canale di uscita **124** provvisti delle rispettive prima via di ingresso **103** e prima via di uscita **104** del primo fluido di scambio termico **C** ed un secondo canale di ingresso **125** ed

un secondo canale di uscita **126** provvisti delle rispettive seconda via di ingresso **105** e seconda via di uscita **106** del secondo fluido di scambio termico **F**.

Si osserva in particolare nelle figure 5, 6 e 7 che il primo canale di
5 ingresso **123** è anche provvisto di una pluralità di prime bocche di uscita **123b** ciascuna delle quali comunica con una rispettiva prima bocca di ingresso **109a** praticata nel corpo di contenimento **102** e comunicante con un rispettivo primo condotto di flusso **109** mentre il primo canale di uscita **124** è provvisto di una pluralità di prime bocche
10 di ingresso **124a** ciascuna delle quali comunica con una rispettiva prima bocca di uscita **109b** praticata nel corpo di contenimento **102** e comunicante con lo stesso primo condotto di flusso **109**.

Le bocche di ingresso e di uscita sono rappresentate nei disegni con sezione quadrata oppure rettangolare.

15 Deve essere inteso che tale forma esecutiva è rappresentata a solo titolo esemplificativo poiché le bocche, oltre che di forma poligonale, potranno essere realizzate con forme di qualsiasi altro tipo.

In particolare, per motivi di carattere fluodinamico, le bocche verranno preferibilmente realizzate con forma circolare, ellittica
20 oppure ovale e la loro sezione verrà calibrata in modo da regolare le portate.

A tale scopo in corrispondenza delle bocche potranno eventualmente essere previsti mezzi di parzializzazione per regolare i flussi come ad esempio diaframmi, serrande o dispositivi simili.

25 Ogni prima bocca di uscita **109b** è disposta in posizione remota rispetto alla posizione in cui è disposta la prima bocca di ingresso **109a**.

In modo analogo si osserva che il secondo canale di ingresso **125** è anche provvisto di una pluralità di seconde bocche di uscita **125b**
30 ciascuna delle quali comunica con una rispettiva prima bocca di

- ingresso **110a** praticata nel corpo di contenimento **102** e comunicante con un rispettivo un secondo condotto di flusso **110** mentre il secondo canale di uscita **126** è provvisto di una pluralità di seconde bocche di ingresso **126a** ciascuna delle quali comunica con una rispettiva
- 5 seconda bocca di uscita **110b** praticata nel corpo di contenimento **102** e comunicante con lo stesso secondo condotto di flusso **110**.
- Ogni seconda bocca di ingresso **110a** è disposta in posizione remota rispetto alla posizione in cui è disposta la seconda bocca di uscita **110b**.
- 10 I suddetti canali di ingresso **123**, **125** e di uscita **124**, **126** individuano gli assi longitudinali rispettivamente **Yc** ed **Yf** che definiscono le direzioni del flusso dei fluidi di scambio termico **C** ed **F** lungo i suddetti canali che, come si osserva, sono disposti ortogonalmente ai condotti di flusso **109**, **110**, agli elementi laminari **107** ed ai pannelli
- 15 isolanti **108**.
- Più particolarmente si osserva in fig. 5 che i canali di ingresso **123**, **125** e di uscita **124**, **126** sono disposti secondo la configurazione di un quadrilatero **Q** in cui ciascuno degli spigoli **S** del quadrilatero coincide con il punto di intersezione **P** di un corrispondente asse
- 20 longitudinale **Yc**, **Yf** dei suddetti canali.
- Inoltre, come si osserva, i canali di ingresso e di uscita **123**, **124** del primo fluido di scambio termico **C** sono disposti alle estremità di una prima diagonale **Qa** del suddetto quadrilatero **Q** ed i canali di ingresso e di uscita **125**, **126** del secondo fluido di scambio termico **F** sono
- 25 disposti alle estremità di una seconda diagonale **Qb** del medesimo quadrilatero, che interseca la prima diagonale **Qa**.
- Operativamente secondo tale variante esecutiva i fluidi di scambio termico **C** ed **F** che entrano ed escono attraverso i rispettivi canali di ingresso e di uscita, fluiscono ortogonalmente agli elementi laminari
- 30 **107** ed ai pannelli isolanti **108** e percorrono diagonalmente ciascun

rispettivo condotto di flusso **109**, **110** come indicano le frecce, tra ciascuna bocca di ingresso **109a**, **110a** e la corrispondente bocca di uscita **109b**, **110b**.

5 Lungo tale percorso schematicamente ben rappresentato anche nelle figure 6 e 7, i fluidi di scambio termico scambiano calore con le superfici contrapposte **120a**, **120b** dei convertitori termoelettrici **120** che generano corrente elettrica.

In base a quanto detto si comprende che il generatore di flusso dell'invenzione, in entrambe le forme esecutive descritte, raggiunge
10 tutti gli scopi prefissati.

Innanzitutto il corpo di contenimento, come si osserva nelle figure, presenta forme di tipo scatolare ed è realizzabile tramite semplici ed economiche lavorazioni di tranciatura, di piegatura e di assemblaggio di lamiera.

15 Questo rende il costo di costruzione del generatore termoelettrico dell'invenzione inferiore a quello di generatori termoelettrici ad esso equivalenti dell'arte nota.

Inoltre si è visto che il generatore termoelettrico prevede che i convertitori termoelettrici siano supportati da elementi laminari che
20 vengono disposti paralleli tra loro in modo da formare, con i pannelli isolanti ad essi affacciati, una pluralità di condotti lineari per il flusso dei fluidi di scambio termico.

Questo consente di migliorare gli scambi termici con le celle e quindi di ottenere una elevata densità di potenza, superiore a quella
25 ottenibile con generatori termoelettrici equivalenti dell'arte nota.

Conseguentemente il generatore termoelettrico nell'invenzione, a parità di potenza rispetto a generatori termoelettrici equivalenti di tipo noto, presenta un volume e quindi ingombri inferiori.

Questo consente una maggiore versatilità di impiego del generatore
30 stesso.

Inoltre la semplicità della forma costruttiva del generatore dell'invenzione, rilevabile particolarmente dai disegni, facilita l'operazione di intervento in caso di manutenzione o di riparazione per sostituire eventuali convertitori termoelettrici danneggiati che
5 sono, invece, di differente sostituzione nei generatori termoelettrici equivalenti di tipo noto.

Infine la disposizione dei convertitori termoelettrici su elementi laminari, rende il generatore termoelettrico dell'invenzione modulare poiché la sua potenza può essere facilmente incrementata
10 aumentando il volume del corpo di contenimento ed aumentando il numero di elementi laminari e di corrispondenti pannelli isolanti che vengono disposti internamente ad esso.

In base a quanto detto si comprende quindi che il generatore termoelettrico dell'invenzione raggiunge tutti gli scopi prefissati.

15 Ovviamente le forme secondo del generatore dell'invenzione e particolarmente del corpo di contenimento potranno essere molteplici e comunque differenti da quelle descritte.

Inoltre in fase esecutiva al generatore termoelettrico dell'invenzione potranno essere apportate modifiche costruttive non descritte e non
20 rappresentate nei disegni.

E' inteso che tutte tali varianti e modifiche esecutive, qualora dovessero rientrare nell'ambito delle presenti rivendicazioni, si dovranno ritenere senz'altro tutte protette dal presente brevetto.

25

30

RIVENDICAZIONI

1) Generatore termoelettrico (1; 100) comprendente:

- un corpo di contenimento (2; 102) nel quale si individuano una prima via di ingresso (3; 103) ed una prima via di uscita (4; 104) di un primo fluido di scambio termico (C) ed una seconda via di ingresso (5; 105) una seconda via di uscita (6; 106) di un secondo fluido di scambio termico (F), detti fluidi di scambio termico (C, F) essendo a temperature tra loro differenti;
 - una pluralità di convertitori termoelettrici (20; 120) disposti all'interno di detto corpo di contenimento (2; 102) ognuno dei quali presenta una prima superficie (20a; 120a) rivolta verso detto primo fluido di scambio termico (C) ed una seconda superficie (20b; 120b), opposta a detta prima superficie (20a; 120a), rivolta verso detto secondo fluido di scambio termico (F),
- caratterizzato dal fatto** che detti convertitori termoelettrici (20; 120) sono supportati da elementi laminari (7; 107) distanziati ed affacciati a rispettivi pannelli isolanti (8; 108) per definire, all'interno di detto corpo di contenimento (2; 102), una pluralità di primi condotti di flusso (9; 109) comunicanti con dette prime vie di ingresso (3; 103) e di uscita (4; 104) per la circolazione di detto primo fluido di scambio termico (C) ed una pluralità di secondi condotti di flusso (10; 110) comunicanti con dette seconde vie di ingresso (5; 105) e di uscita (6; 106) per la circolazione di detto secondo fluido di scambio termico (F), ognuno di detti primi condotti di flusso (9; 109) essendo disposto adiacente ad un rispettivo secondo condotto di flusso (10; 110).

2) Generatore termoelettrico (1) secondo la rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto** che detti elementi laminari (7) e detti pannelli isolanti (8) sono piani e sono disposti paralleli alla direzione del flusso di detto primo fluido di scambio termico (C) definita dall'asse longitudinale (X) di dette prime vie di ingresso (3) e di uscita (4) e di

detto corpo di contenimento (2).

3) Generatore termoelettrico (100) secondo la rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto** che detti elementi laminari (107) e detti pannelli isolanti (108) sono piani e sono disposti ortogonali alla
5 direzione del flusso di detto primo fluido di scambio termico (C) definita dall'asse longitudinale (Y_c) di dette prime vie di ingresso (103) e di uscita (104) e di detto corpo di contenimento (102).

4) Generatore termoelettrico (1) secondo la rivendicazione 1 oppure 2, **caratterizzato dal fatto** che detto corpo di contenimento
10 (2) comprende:

- un tratto centrale (11) che delimita una camera di scambio termico (12) e nel quale sono disposti detti elementi laminari (7) e detti pannelli isolanti (8);
- un tratto di ingresso (13) avente profilo divergente verso detto
15 tratto centrale (11), nel quale è presente detta prima via di ingresso (3) di detto primo fluido di scambio termico (C);
- un tratto di uscita (14) avente profilo divergente da detto tratto centrale (11), nel quale è presente detta prima via di uscita (4) di detto primo fluido di scambio termico (C),
20 dette via di ingresso (3) e di uscita (4) essendo tra loro allineate secondo un asse longitudinale (X) che si sviluppa lungo detti tratti di ingresso (13) e di uscita (14), lungo detto tratto centrale (11) e parallelamente a detti elementi laminari (7) ed a detti pannelli isolanti (8).

25 5) Generatore termoelettrico (100) secondo la rivendicazione 1 oppure 3, **caratterizzato dal fatto** che detto corpo di contenimento (102) delimita una camera di scambio termico (112) nella quale sono disposti detti elementi laminari piani (107) e detti pannelli isolanti (108) e comprende:

- 30 - un primo canale di ingresso (123) provvisto di una prima via di

- ingresso (103) di detto primo fluido di scambio termico (C) e di una pluralità di prime bocche di uscita (123b) ciascuna delle quali comunica con una rispettiva prima bocca di ingresso (109a) praticata in detto corpo di contenimento (102) e comunicante con un rispettivo primo condotto di flusso (109);
- 5
- un primo canale di uscita (124) provvisto di una prima via di uscita (104) di detto primo fluido di scambio termico (C) e di una pluralità di prime bocche di ingresso (124a) ciascuna delle quali comunica con una rispettiva prima bocca di uscita (109b) praticata in detto
- 10 corpo di contenimento (102) e comunicante con un rispettivo primo condotto di flusso (109);
- un secondo canale di ingresso (125) provvisto di una seconda via di ingresso (105) di detto secondo fluido di scambio termico (F) e di una pluralità di seconde bocche di uscita (125b) ciascuna delle
- 15 quali comunica con una rispettiva seconda bocca di ingresso (110a) praticata in detto corpo di contenimento (102) e comunicante con un rispettivo secondo condotto di flusso (110);
- un secondo canale di uscita (126) provvisto di una seconda via di uscita (106) di detto secondo fluido di scambio termico (F) e di una
- 20 pluralità di seconde bocche di ingresso (126a) ciascuna delle quali comunica con una rispettiva seconda bocca di uscita (110b) praticata in detto corpo di contenimento (102) e comunicante con un rispettivo secondo condotto di flusso (110).

6) Generatore termoelettrico secondo la rivendicazione 5, **caratterizzato dal fatto** che ognuno di detti condotti di flusso (109, 110) è provvisto di una bocca di ingresso (109a, 110a) e di una bocca di uscita (110b, 109b).

25

7) Generatore termoelettrico secondo la rivendicazione 5 oppure 6, **caratterizzato dal fatto** che ognuno di detti canali di ingresso (123, 125) e di uscita (124, 126) individua un asse

30

longitudinale (Yc, Yf) che definisce la direzione del flusso di detti fluidi di scambio termico (C, F) lungo detti canali, la quale risulta ortogonale a detti condotti di flusso (109, 110) ed a detti elementi laminari (107) ed a detti pannelli isolanti (108) che li definiscono.

5 8) Generatore termoelettrico (100) secondo la rivendicazione 5, 6 oppure 7, **caratterizzato dal fatto** che detti canali di ingresso (123, 125) e di uscita (124, 126) sono disposti secondo la configurazione di un quadrilatero (Q) in cui ciascuno degli spigoli (S) del quadrilatero (Q) coincide con il punto (P) di intersezione di un corrispondente asse
10 longitudinale (Yc, Yf) di detti canali (123, 125, 124, 126).

 9) Generatore termoelettrico (100) secondo la rivendicazione 8, **caratterizzato dal fatto** che detti primi canali di ingresso (123) e di uscita (124) sono disposti alle estremità di una prima diagonale (Qa) di detto quadrilatero (Q) e detti secondi canali di ingresso (125) e di
15 uscita (126) sono disposti alle estremità di una seconda diagonale (Qb) del medesimo quadrilatero (Q).

 10) Generatore termoelettrico (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1, 2 oppure 4, **caratterizzato dal fatto** che detto secondo fluido di scambio termico (F) che circola in detti secondi
20 condotti (10) fluisce lungo una pluralità di serpentine tubolari (15) che sono collegate in serie tra di loro e con dette seconde vie di ingresso (5) e di uscita (6), ognuna di dette serpentine tubolari (15) essendo alloggiata nel rispettivo secondo condotto (10) ove è posta a contatto con l'elemento laminare piano (7) e con il pannello isolante (8) che
25 delimitano detto secondo condotto (10).

 11) Generatore termoelettrico (1) secondo la rivendicazione 10, **caratterizzato dal fatto** di comprendere un elemento laminare ausiliario (7a) disposto internamente a detta camera di scambio termico (12) a contatto con la parete (12a) che la delimita ed una
30 serpentina tubolare ausiliaria (15a) disposta esternamente a detta

camera di scambio (12) termico ed a contatto con detta parete (12a) che la delimita, in corrispondenza della zona di detta parete (12a) ove, internamente a detta camera di scambio termico (12), è disposto detto elemento laminare piano ausiliario (7a).

5 Per incarico.

10

15

20

25

30

CLAIMS

1) Thermoelectric generator (1; 100) comprising:

- a containment body (2; 102) in which it is possible to identify a first inlet way (3; 103) and a first outlet way (4; 104) of a first heat exchange fluid (C) as well as a second inlet way (5; 105) and a second outlet way (6; 106) of a second heat exchange fluid (F), said heat exchange fluids (C, F) having different temperatures;

- a plurality of thermoelectric converters (20; 120) arranged inside said containment body (2; 102), each one of which has a first surface (20a; 120a) facing towards said first heat exchange fluid (C) and a second surface (20b; 120b), opposite said first surface (20a; 120a), facing towards said second heat exchange fluid (F),

characterized in that said thermoelectric converters (20; 120) are supported by spaced plate-like elements (7; 107) facing corresponding insulating panels (8; 108) in order to define, inside said containment body (2; 102), a plurality of first flow ducts (9; 109) communicating with said first inlet ways (3; 103) and outlet ways (4; 104) so as to ensure the circulation of said first heat exchange fluid (C) and a plurality of second flow ducts (10; 110) communicating with said second inlet ways (5; 105) and outlet ways (6; 106) so as to ensure the circulation of said second heat exchange fluid (F), each one of said first flow ducts (9; 109) being arranged so that it is adjacent to a corresponding second flow duct (10; 110).

2) Thermoelectric generator (1) according to claim 1, **characterized in that** said plate-like elements (7) and said insulating panels (8) are flat and are arranged parallel to the flow direction of said first heat exchange fluid (C) defined by the longitudinal axis (X) of said first inlet ways (3) and outlet ways (4) and of said containment body (2).

3) Thermoelectric generator (100) according to claim 1,

characterized in that said plate-like elements (107) and said insulating panels (108) are flat and are arranged orthogonal to the flow direction of said first heat exchange fluid (C) defined by the longitudinal axis (Yc) of said first inlet ways (103) and outlet ways (104) and of said containment body (102).

4) Thermoelectric generator (1) according to claim 1 or 2, characterized in that said containment body (2) comprises:

- a central section (11) that delimits a heat exchange chamber (12) and in which said plate-like elements (7) and said insulating panels (8) are arranged;
- an inlet section (13) whose profile diverges towards said central section (11), in which there is said first inlet way (3) of said first heat exchange fluid (C);
- an outlet section (14) whose profile diverges from said central section (11), in which there is said first outlet way (4) of said first heat exchange fluid (C),

said inlet way (3) and outlet way (4) being aligned with each other according to a longitudinal axis (X) that develops along said inlet section (13) and outlet section (14), along said central section (11) and parallel to said plate-like elements (7) and to said insulating panels (8).

5) Thermoelectric generator (100) according to claim 1 or 3, characterized in that said containment body (102) delimits a heat exchange chamber (112) in which said flat plate-like elements (107) and said insulating elements (108) are arranged and comprises:

- a first inlet channel (123) provided with a first inlet way (103) of said first heat exchange fluid (C) and a plurality of first outlet mouths (123b), each one of which communicates with a corresponding first inlet mouth (109a) created in said containment body (102) and communicating with a respective first flow duct

(109);

- a first outlet channel (124) provided with a first outlet way (104) of said first heat exchange fluid (C) and a plurality of first inlet mouths (124a), each one of which communicates with a corresponding first outlet mouth (109b) created in said containment body (102) and communicating with a respective first flow duct (109);
- a second inlet channel (125) provided with a second inlet way (105) of said second heat exchange fluid (F) and a plurality of second outlet mouths (125b), each one of which communicates with a corresponding second inlet mouth (110a) created in said containment body (102) and communicating with a respective second flow duct (110);
- a second outlet channel (126) provided with a second outlet way (106) of said second heat exchange fluid (F) and a plurality of second inlet mouths (126a), each one of which communicates with a corresponding second outlet mouth (110b) created in said containment body (102) and communicating with a respective second flow duct (110).

6) Thermoelectric generator according to claim 5), **characterized in that** each one of said flow ducts (109, 110) is provided with an inlet mouth (109a, 110a) and an outlet mouth (110b, 109b).

7) Thermoelectric generator according to claim 5) or 6), **characterized in that** each one of said inlet channels (123, 125) and outlet channels (124, 126) defines a longitudinal axis (Yc, Yf) that defines the flow direction of said heat exchange fluids (C, F) along said channels, which is orthogonal to said flow ducts (109, 110) and to said plate-like elements (107) and said insulating panels (108) that define them.

8) Thermoelectric generator (100) according to claim 5, 6 or 7,

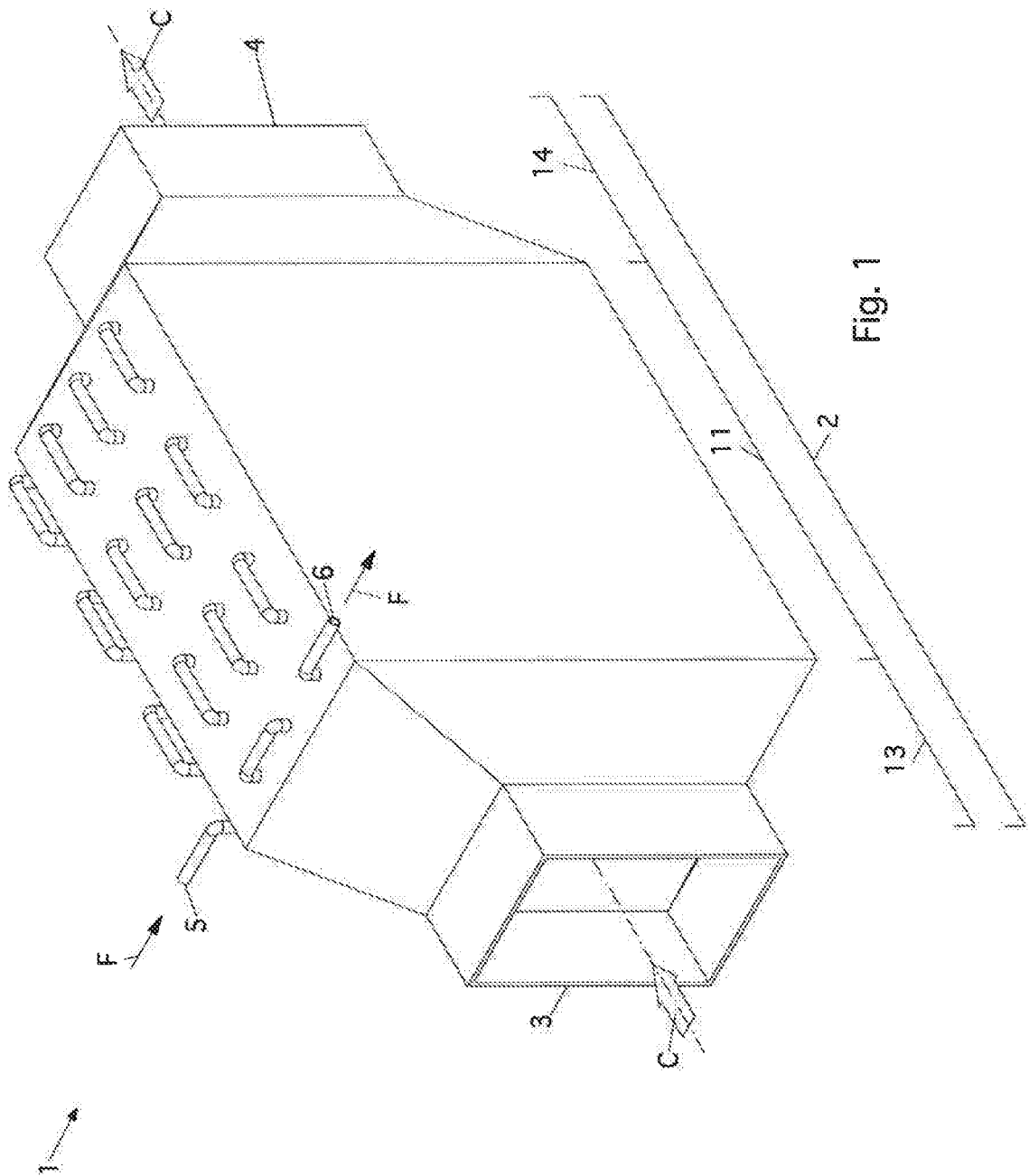
characterized in that said inlet channels (123, 125) and outlet channels (124, 126) are arranged according to the configuration of a quadrilateral (Q) in which each one of the corners (S) of the quadrilateral (Q) coincides with the intersection point (P) of a
5 corresponding longitudinal axis (Yc, Yf) of said channels (123, 125, 124, 126).

9) Thermoelectric generator (100) according to claim 8, characterized in that said first inlet channels (123) and outlet channels (124) are arranged at the ends of a first diagonal (Qa) of
10 said quadrilateral (Q) and said second inlet channels (125) and outlet channels (126) are arranged at the ends of a second diagonal (Qb) of the same quadrilateral (Q).

10) Thermoelectric generator (1) according to any of claims 1, 2 or 4, characterized in that said second heat exchange fluid (F) that
15 circulates in said second ducts (10) flows along a plurality of second tubular coils (15) that are connected in series with one another and with said second inlet ways (5) and outlet ways (6), each one of said tubular coils (15) being housed in the corresponding second duct (10) where it is placed in contact with the flat plate-like element (7) and
20 with the insulating panel (8) that delimit said second duct (10).

11) Thermoelectric generator (1) according to claim 10), characterized in that it comprises an auxiliary flat plate-like element (7a) arranged inside said heat exchange chamber (12) in contact with the wall (12a) that delimits it and an auxiliary tubular coil (15a)
25 arranged outside said heat-exchange chamber (12) and in contact with said wall (12a) that delimits it, at the level of the area of said wall (12a) where, inside said heat-exchange chamber (12), there is said auxiliary flat plate-like element (7a).

30



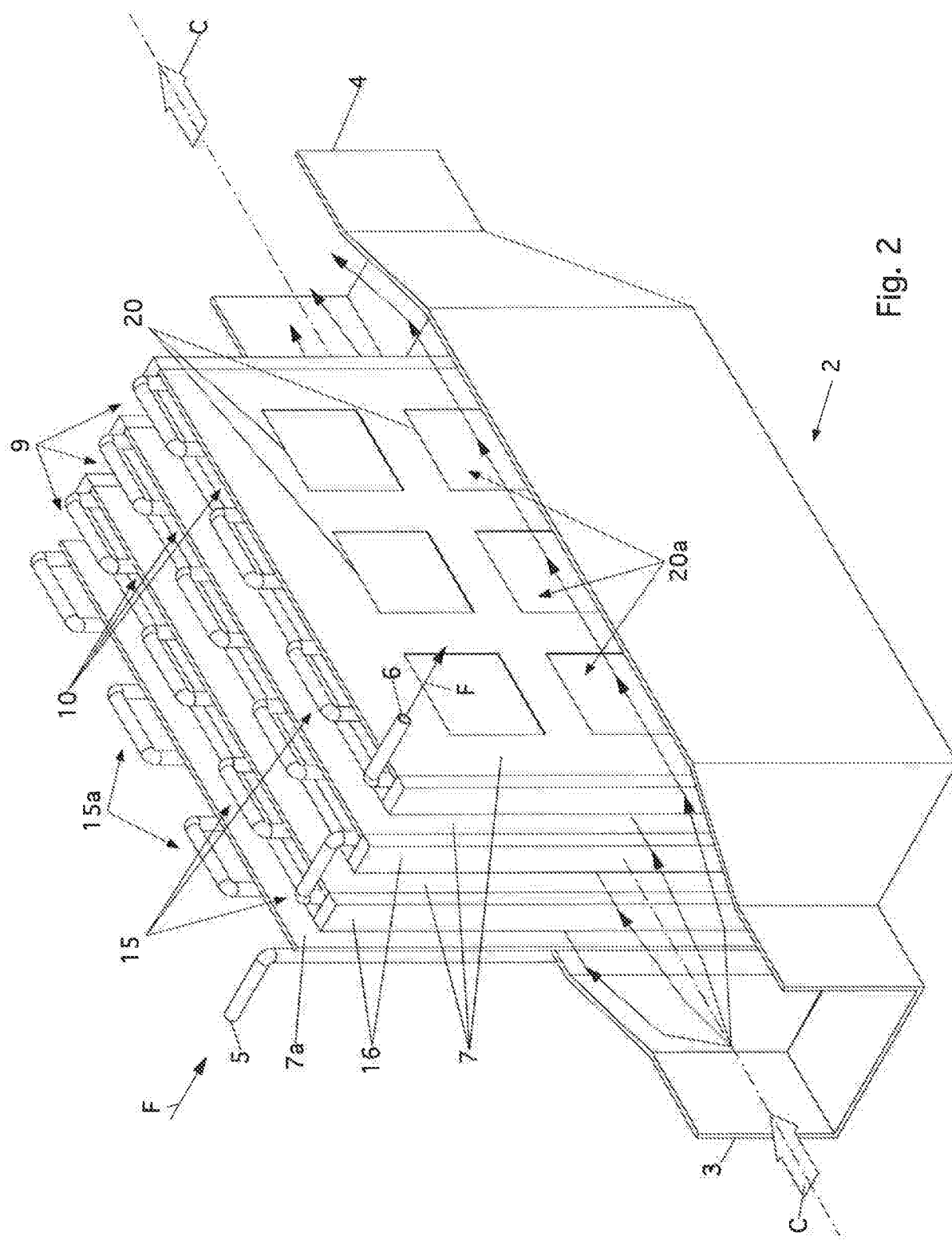


Fig. 2

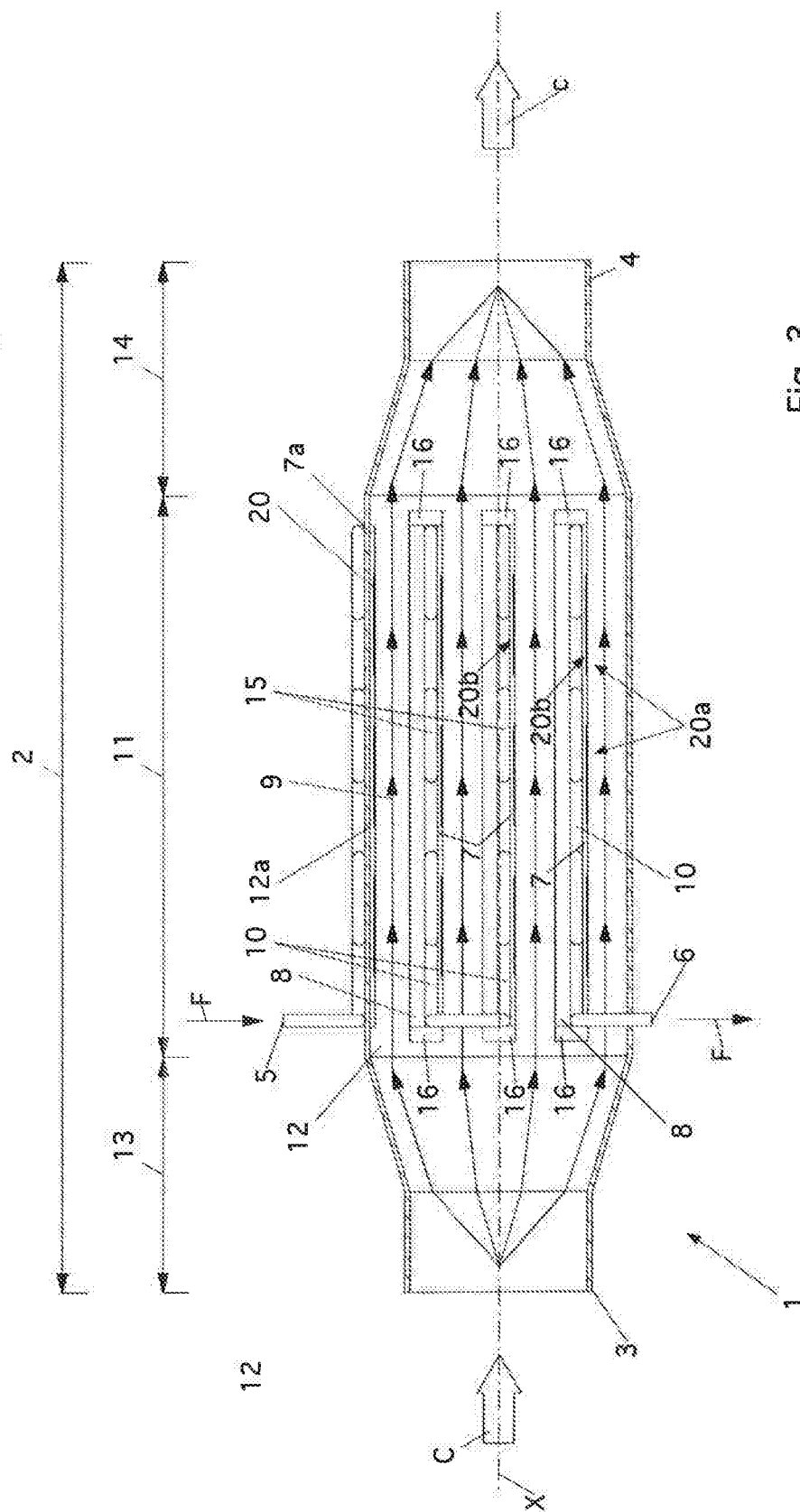


Fig. 3

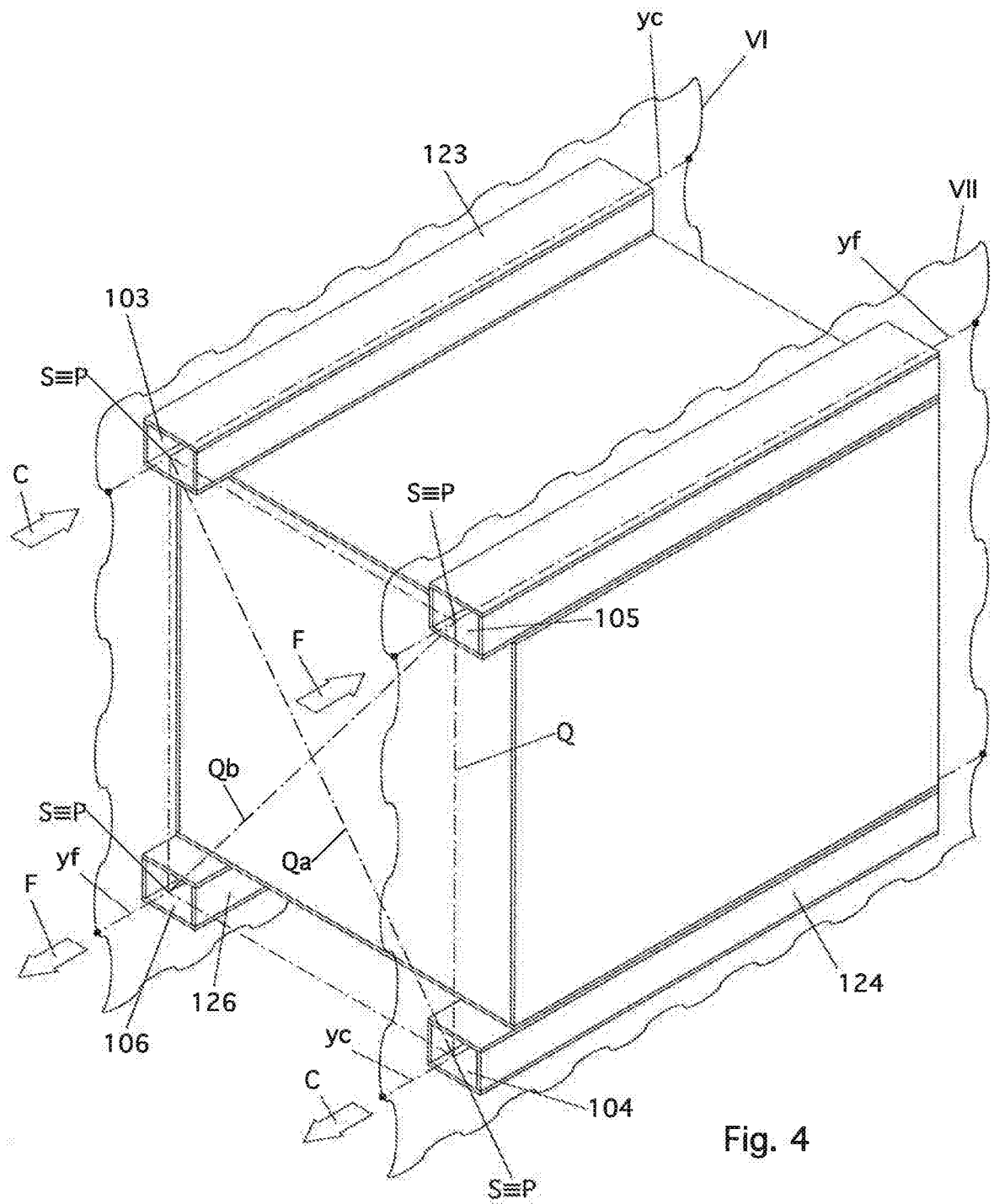


Fig. 4

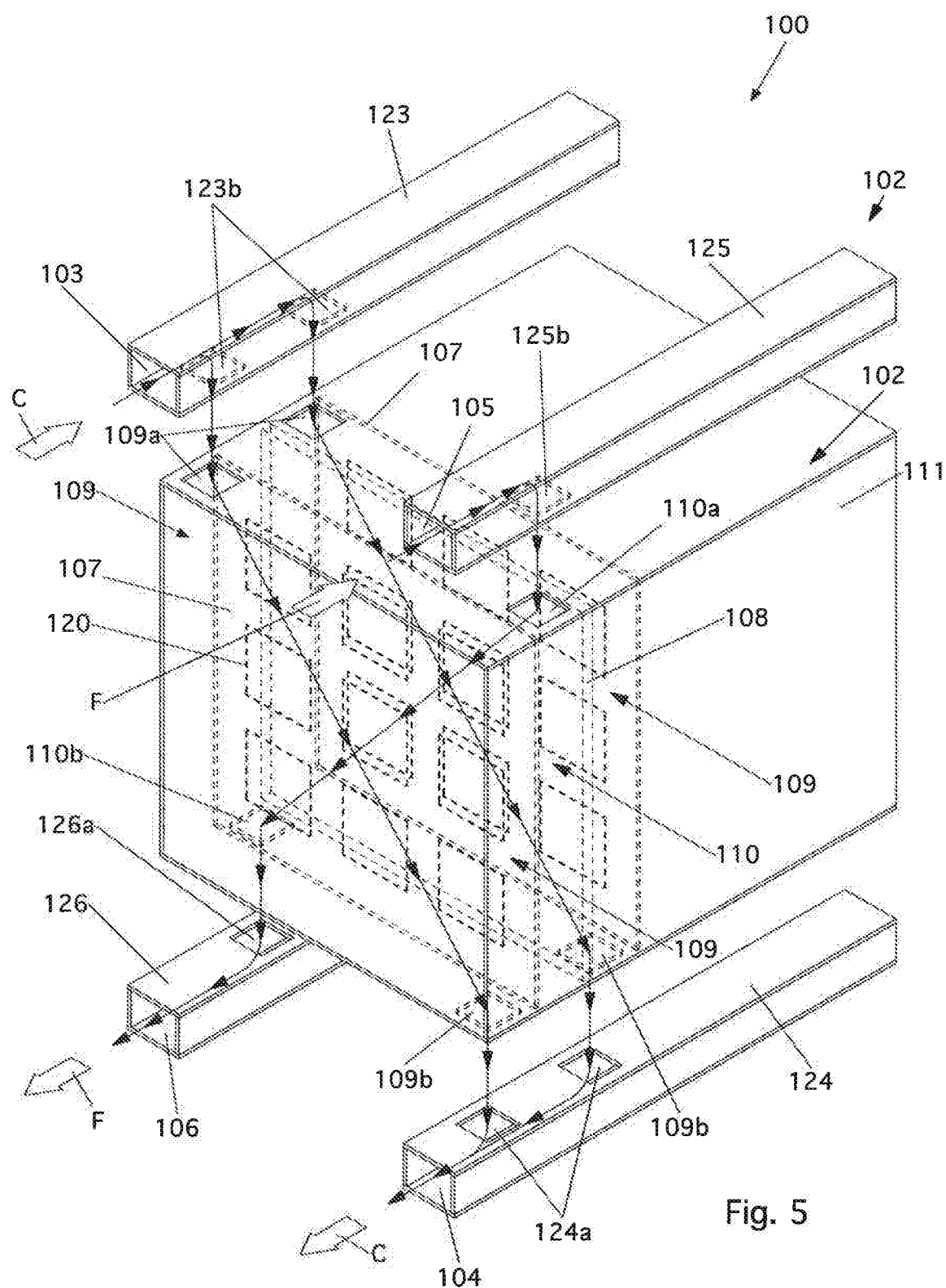
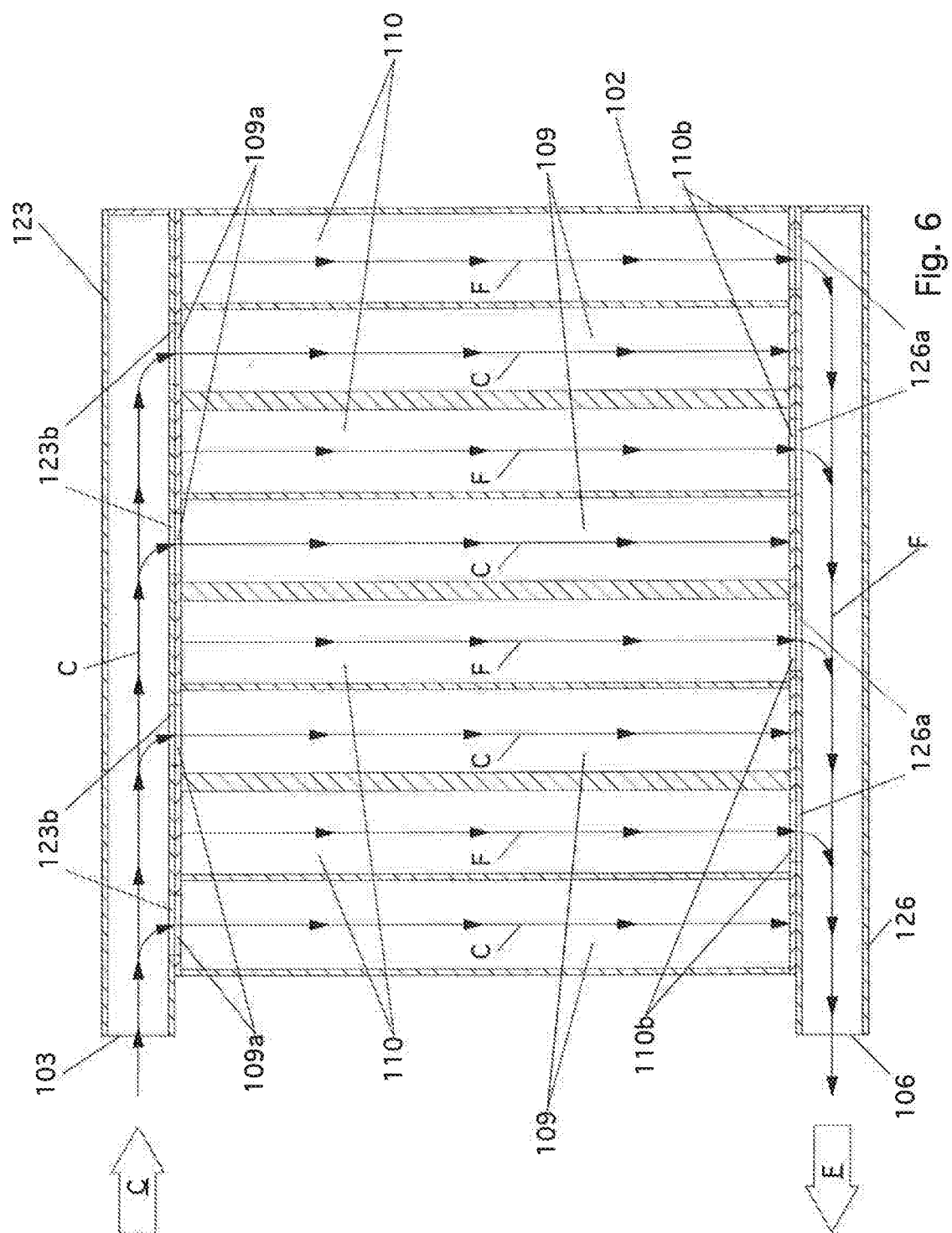


Fig. 5



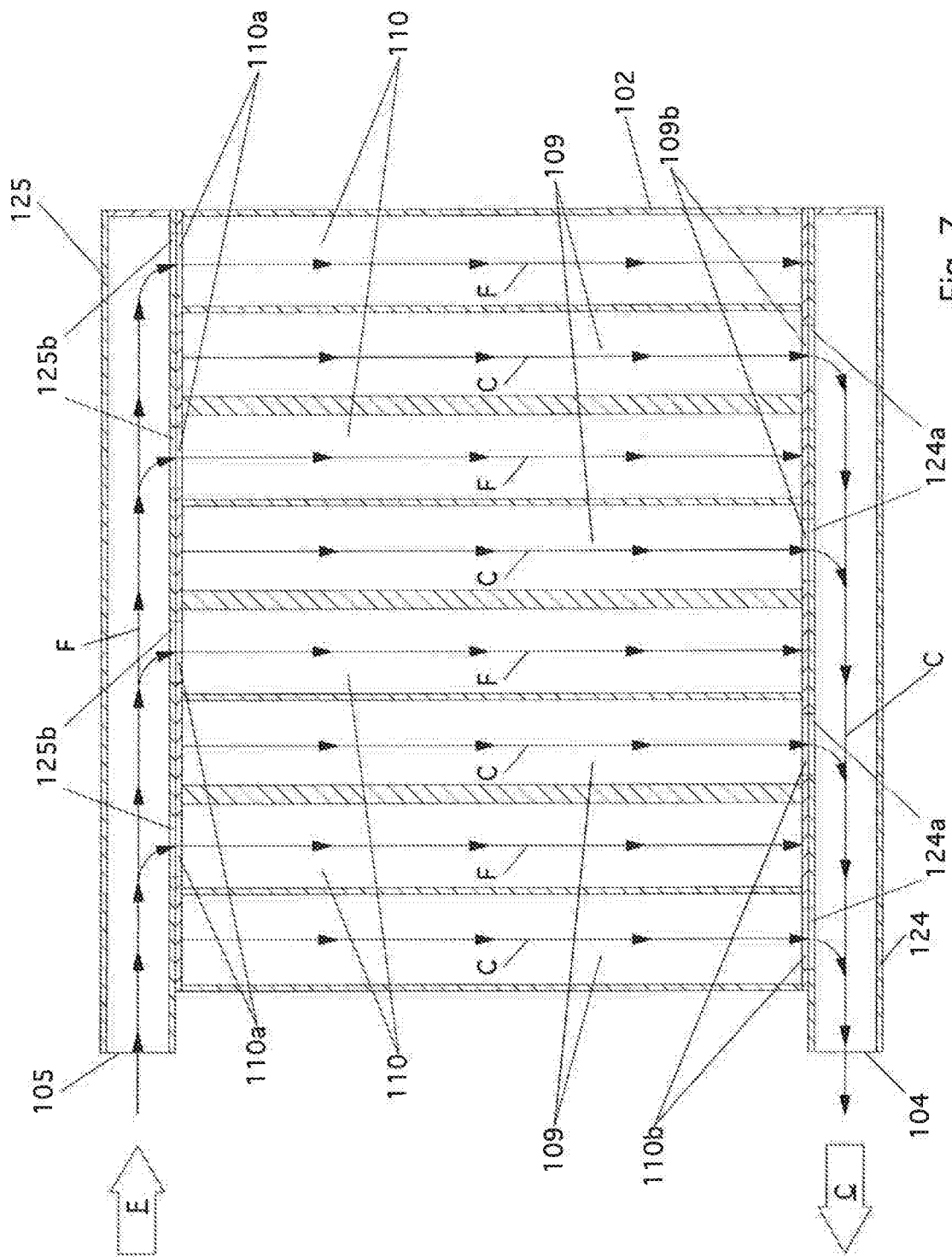


Fig. 7