

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901877675A1

Publication Date

20120405

Applicant

RIELLO S.P.A.

Title

SCAMBIATORE DI CALORE CONDENSANTE PER UNA CALDAIA A GAS

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"SCAMBIATORE DI CALORE CONDENSANTE PER UNA CALDAIA A GAS"

di RIELLO S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIA ING. PILADE RIELLO, 7

LEGNAGO (VR)

Inventori: CASIRAGHI Stefano, SACCHI Carlo

*** ***** ***

La presente invenzione riguarda uno scambiatore di calore condensante per una caldaia a gas.

In particolare, lo scambiatore di calore condensante comprende un involucro per convogliare fumi di combustione; e un elemento allungato cavo, il quale è configurato per convogliare un liquido, ed è avvolto attorno a un asse in modo da formare un'elica, la quale è alloggiata nell'involucro e comprende una pluralità di spire adiacenti e un interstizio elicoidale; una regione di alimentazione di fumi di combustione all'interno dell'elica; e una bocca di uscita dei fumi di combustione disposta lungo l'involucro.

Lo scambiatore di calore condensante del tipo sopra identificato comprende un deflettore disposto all'interno dell'elica. I fumi per superare il deflettore transitano lungo un primo tratto dell'interstizio per accedere all'esterno dell'elica e transitano lungo un secondo tratto

dell'interstizio per accedere all'interno dell'elica a valle del deflettore prima di essere evacuati.

Gli scambiatori di calore condensanti del tipo sopra identificato sono noti e sono configurati per essere montati in caldaie a gas. In particolare, i documenti EP 1,627,190 B1; EP 1,600,708 A1; EP 1,750,070 A1; EP 1,750,069 A1; EP 1,752,718 A1 mostrano esempi significativi di scambiatori di calore condensanti montati in caldaie a gas.

Gli scambiatori di calore di tipo noto sopra identificati hanno dato prova di essere particolarmente performanti. Tuttavia, è necessario accrescere il rendimento dello scambio termico e la versatilità di tali scambiatori condensanti.

Uno scopo della presente invenzione è quello di realizzare uno scambiatore di calore condensante che presenti una capacità di scambio termico e un rendimento superiore ai livelli di scambio termico e ai rendimenti tipicamente associati agli scambiatori di calore per caldaie a gas di tipo a condensazione.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di realizzare uno scambiatore di calore condensante che, oltre ad offrire rendimenti elevati, sia semplice da realizzare e da assemblare e sia particolarmente versatile.

Secondo la presente invenzione è realizzato uno scambiatore di calore condensante per una caldaia a gas, lo

scambiatore di calore condensante comprendendo un involucro per convogliare fumi di combustione; e un elemento allungato cavo, il quale è configurato per convogliare un liquido ed è avvolto attorno a un asse in modo da formare un'elica alloggiata nell'involucro e comprendente una pluralità di spire adiacenti e un interstizio elicoidale; l'elica e l'involucro essendo disposti in modo da definire una camera anulare estendentesi all'esterno dell'elica e una camera tubolare estendentesi all'interno dell'elica; lo scambiatore di calore condensante comprendendo $n + 1$ deflettori interni disposti in serie nella camera tubolare e n deflettori esterni disposti nella camera anulare.

Grazie alla presente invenzione, i fumi di combustione sono guidati lungo un percorso che impone una pluralità di transiti lungo diversi tratti dell'interstizio in modo da realizzare un intimo contatto fra i fumi di combustione e l'elemento allungato continuo. Inoltre, grazie alla combinazione di deflettori interni e deflettori esterni è possibile collocare la regione di alimentazione dei fumi in una posizione preferita in funzione della struttura della caldaia a gas. La soluzione permette anche di evacuare i fumi da qualsiasi punto dell'involucro e di disporre più regioni di alimentazione dei fumi variamente dislocate nell'involucro da cui l'elevata versatilità dello scambiatore di calore realizzato in accordo con la presente invenzione.

Secondo una preferita forma di attuazione della presente invenzione, gli $n+1$ deflettori interni suddividono la camera tubolare in $n+2$ compartimenti tubolari; e gli n deflettori esterni suddividono la camera anulare in $n+1$ compartimenti anulari, ciascuno dei quali è in comunicazione con almeno un compartimento tubolare adiacente attraverso un tratto di interstizio elicoidale.

La presenza di molteplici compartimenti anulari e quindi delimitati dall'involucro permette una grande versatilità di posizionamento delle regioni di alimentazione dei fumi e delle bocche di uscita per l'evacuazione dei fumi stessi.

Secondo un'altra forma preferita di attuazione della presente invenzione lo scambiatore di calore comprende un manicotto disposto nella camera anulare fra l'involucro e l'elica in modo da collegare la camera tubolare e una bocca di uscita realizzata lungo l'involucro.

Questa soluzione accresce ulteriormente la versatilità dello scambiatore di calore.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione appariranno chiari dalla descrizione che segue di suoi esempi non limitativi di attuazione, con riferimento alle figure dei disegni annessi, in cui:

- la figura 1 è una vista in sezione longitudinale, con parti asportate per chiarezza, di una caldaia a gas provvista dello scambiatore di calore condensante oggetto della

presente invenzione;

- la figura 2 è una vista in sezione longitudinale, con parti asportate per chiarezza, di una caldaia a gas provvista di uno scambiatore di calore condensante in accordo con una seconda forma di attuazione della presente invenzione;

- la figura 3 è una vista prospettica, con parti asportate per chiarezza di un dettaglio dello scambiatore della figura 2; e

- la figura 4 è una vista in sezione longitudinale, con parti asportate per chiarezza, di una caldaia a gas provvista di uno scambiatore condensante realizzato in accordo con una terza forma di attuazione delle presente invenzione.

Con riferimento alla figura 1, con 1 è indicata nel suo complesso una caldaia a gas del tipo a condensazione per la produzione di acqua calda riscaldata dai fumi di combustione. La caldaia a gas 1 comprende uno scambiatore di calore 2 condensante, il quale comprende un involucro 3 e un elemento allungato cavo 4 avvolto attorno a un asse A in modo da formare un'elica 5, la quale è alloggiata nell'involucro 3. L'involucro 3 è configurato per essere percorso dai fumi di combustione, mentre l'elemento allungato cavo 4 è configurato per essere percorso da almeno un liquido, nella fattispecie acqua.

L'involucro 3 comprende una parete anulare 6 realizzata in materiale metallico, preferibilmente alluminio, e disposta

attorno all'elica 5; e due pareti di estremità 7 e 8 accoppiate alla parete anulare 6. Nella fattispecie, la parete di estremità 7 è associata a un bruciatore 9, il quale, in uso, è disposto all'interno dell'elica 5 in una regione 10 di generazione dei fumi di combustione.

L'elemento allungato cavo 4 comprende due attacchi di estremità 11 per collegare all'elemento allungato cavo 4 alla parte rimanente del circuito dell'acqua, non illustrato nelle figure allegate. L'elemento allungato cavo 4 è formato sostanzialmente da un profilato metallico definente un condotto interno percorso da un liquido.

Le dimensioni e la configurazione dell'elica 5 e dell'involucro 3 sono tali da definire un camera anulare 12 delimitata dalla parete anulare 6, dalle pareti di estremità 7 e 8, e dall'elica 5, e una camera tubolare 13 è delimitata dall'elica 5, e dalle pareti di estremità 7 e 8.

L'elica 5 comprende una pluralità di spire 14, le quali sono distanziate l'una rispetto all'altra in modo da formare un interstizio 15 elicoidale. Le dimensioni dell'interstizio 15 elicoidale misurate lungo l'asse A sono parametri importanti per determinare un efficiente scambio termico. Di conseguenza, le dimensioni dell'interstizio 15 elicoidale sono determinate a priori in funzione della geometria dello scambiatore di calore 2, e la potenza del bruciatore 9 in modo da ottimizzare lo scambio termico.

La camera anulare 12 e la camera tubolare 13 sono coassiali e sono separate dall'elica 5. Di fatto la camera anulare 12 e la camera tubolare 13 sono in comunicazione attraverso l'interstizio elicoidale 15. I fumi di combustione possono transitare dalla camera cilindrica 13 alla camera anulare 12 e viceversa attraverso l'intertizio elicoidale 15 in direzione radiale rispetto all'asse A.

L'elemento allungato cavo 4 o meglio il profilato metallico da cui è ricavato l'elemento allungato cavo 4 è realizzato in alluminio o una lega di alluminio e tramite un processo di estrusione. L'elemento allungato cavo 4 preferibilmente comprende un tubo 16 e quattro alette 17, 18, le quali sono parallele al tubo 16 e co-estruite con il tubo 16. Il tubo 16 presenta una sezione trasversale preferibilmente di forma ellittica o ovale e presenta un asse maggiore X e un asse minore Y. Le alette 17, 18 sono suddivise in due gruppi di due alette ciascuno. I due gruppi sono disposti da bande opposte rispetto all'asse Y. In altre parole, con riferimento all'elica 5, due alette 17 sono rivolte verso l'esterno dell'elica 5, mentre due alette 18 sono rivolte verso l'interno dell'elica 5.

Il materiale e lo spessore delle pareti del tubo 16 e delle alette 17, e 18 sono selezionati in modo tale da conferire rigidità all'elemento allungato cavo 4 e autoportanza all'elica 5.

Tramite il processo di estrusione è realizzato un elemento allungato cavo 4 rettilineo, il quale è successivamente avvolto attorno all'asse A mantenendo l'asse minore Y sostanzialmente parallelo all'asse A in modo da formare l'elica 5 (figura 2).

Le alette 17 affacciate sono localmente e plasticamente deformate per formare dei labbri 19 che sono in reciproco contatto e hanno la funzione di distanziali per realizzare l'interstizio elicoidale 15 fra le spire 14 adiacenti. I labbri 19 sono realizzati preferibilmente a intervalli regolari, ad esempio di 90° attorno all'asse A dell'elica 5. I labbri 19 delle alette 17 sono mantenuti in reciproco contatto da una forza di precarico determinata dall'elemento allungato cavo 4 avvolto a elica. Per realizzare l'elica 5, l'elemento allungato cavo 4 dalla configurazione rettilinea, non illustrata nelle figure allegate, è avvolto attorno all'asse A con un passo di avvolgimento dell'elica tale per cui le spire 14 adiacenti sono disposte in reciproco contatto o a una distanza inferiore alle dimensioni dell'interstizio 15 elicoidale, ossia le dimensioni di progetto, dell'interstizio 15 elicoidale. Tramite la deformazione dei labbri 19, le spire 14 adiacenti sono spaziate di una entità proporzionale alle dimensioni dei labbri 19 generando la forza di precompressione

Secondo una variante non illustrata l'interstizio

elicoidale fra le spire 14 adiacenti varia lungo l'elica 5. In pratica, i labbri 19 hanno dimensioni diverse fra loro.

L'involucro 3 presenta una bocca di uscita 20 per evacuare i fumi di combustione dall'involucro 3. La bocca di uscita 20 è disposta lungo la parete di estremità 8 ed è in comunicazione diretta con la camera cilindrica 13.

Lo scambiatore 2 comprende due deflettori interni 21, 22 montati all'interno dell'elica 5 e un deflettore esterno 23 montato all'esterno dell'elica 5. I deflettori interni 21 e 22 suddividono la camera tubolare 13 in tre compartimenti tubolari 24, 25, e 26 che non comunicano direttamente fra loro. I tre compartimenti tubolari 24, 25, e 26 comprendono un compartimento tubolare 24 che alloggia la zona di alimentazione 10 dei fumi di combustione, un compartimento tubolare 26 che è in comunicazione diretta con la bocca di uscita 20, e un compartimento tubolare 25 intermedio delimitato dai due deflettori interni 21 e 22. Il deflettore esterno 23 suddivide la camera anulare 12 in due compartimenti anulari 27 e 28. In direzione assiale il deflettore esterno 23 è disposto fra i deflettori interni 21 e 22 (in altre parole sono allineati lungo l'asse A) in modo tale per cui il compartimento anulare 27 sia in comunicazione con i compartimenti tubolari 24 e 25 attraverso l'interstizio elicoidale 15, e il compartimento anulare 28 sia in comunicazione con i compartimenti tubolari 25 e 26 attraverso

l'interstizio elicoidale 15.

Il deflettore esterno 23 è disposto a contatto della parete anulare 6 e di una spira 14 ed è avvitato sull'esterno dell'elica 5.

In uso, i fumi di combustione generati dal bruciatore 9 nel compartimento tubolare 24 attraverso un primo tratto dell'interstizio elicoidale 15 accedono al compartimento anulare 27, dal quale attraverso un secondo tratto dell'interstizio elicoidale 15 accedono al compartimento tubolare 25. Successivamente, a partire dal compartimento tubolare 25 i fumi di combustione attraverso un terzo tratto di interstizio elicoidale 15 accedono al compartimento anulare 27, dal quale attraverso un quarto tratto di interstizio elicoidale 15 accedono al compartimento tubolare 26 dal quale sono evacuati attraverso la bocca di uscita 20.

In linea generale e in accordo con la presente invenzione, è possibile disporre n deflettori interni nella camera tubolare 13 in modo da formare $n+1$ compartimenti tubolari disposti in serie, e $n-1$ deflettori esterni nella camera anulare 12 in modo da formare $n-1$ compartimenti anulari, ciascuno dei quali è in comunicazione con almeno due compartimenti tubolari adiacenti, in cui n è maggiore di 1. Il limite superiore di n è determinato dal numero di spire 14 dell'elica.

Con riferimento alla forma di attuazione della figura 2,

con 29 è indicata una caldaia a gas in cui le parti identiche o simili alla caldaia a gas 1 della figura 1 sono indicati con lo stesso numero di riferimento. La caldaia a gas 29 comprende uno scambiatore di calore 30 condensante avente due regioni 10 e 31 distinte di alimentazione dei fumi di combustione. Nella fattispecie, l'involucro 3 presenta due bocche di alimentazione 32 e 33 disposte rispettivamente lungo le pareti di estremità 7 e 8 e un bocca di uscita 34 disposta lungo la parete anulare 6 fra le due bocche di alimentazione 32 e 33. Le bocche di alimentazione 32 e 33 sono alimentate da fumi prodotti da un singolo bruciatore, da più bruciatori e da un motore o motori a combustione.

Secondo varianti non illustrate nelle figure allegate almeno una delle bocche di alimentazione è sostituita da un bruciatore alloggiato, in parte all'interno dell'elica.

In accordo con questa forma di attuazione il deflettore 23 è sostituito da un deflettore 35 il quale è sostanzialmente definito da una piastra anulare disposta a elica e che si estende per un angolo maggiore di 360° in modo da formare due porzioni 36 e 37 affacciate e disposte da bande opposte della bocca di uscita 34.

Con riferimento alla figura 3, in sostanza le estremità del deflettore 35 sono configurate per formare un manicotto 38 in cui sono ricavate delle fessure 39 per alloggiare le alette 17. Con riferimento alla figura 2, il manicotto 38

pone in comunicazione la bocca di uscita 34 con il compartimento tubolare 25 e isola la bocca di uscita 34 dai compartimenti anulari 27 e 28.

Con riferimento alla forma di attuazione della figura 4, con 40 è indicata una caldaia a gas in cui le parti identiche o simili alla caldaia a gas 1 della figura 1 sono indicati con lo stesso numero di riferimento. La caldaia a gas 40 comprende uno scambiatore di calore 41 condensante avente due regioni 10 e 42 distinte di alimentazione dei fumi di combustione. Nella fattispecie, in aggiunta al bruciatore 9 disposto lungo la parete di estremità 7, l'involucro 3 presenta una bocca di ingresso 43 disposta lungo la parete anulare 6 per l'alimentazione di fumi caldi. Inoltre, lungo parete anulare 6 è disposta anche una bocca di uscita 44 per l'evacuazione dei fumi dall'involucro 3. La bocca di ingresso 43 è disposta in posizione mediana fra le due pareti di estremità 7 e 8, mentre la bocca di uscita 44 è disposta in prossimità della parete di estremità 8. Lo scambiatore 41 comprende un ulteriore involucro 45 il quale si estende in parte attorno all'involucro 3 in corrispondenza della bocca di uscita 44 e presenta una ulteriore bocca di uscita 46 disposta in posizione sfalsata rispetto alla bocca di uscita 44 attorno all'asse A in modo da impedire che eventuale fuliggine o altre impurità possano entrare all'interno dell'involucro 3. Lo scambiatore di calore 41 comprende due

deflettori interni 47 e 48 e un deflettore esterno 49. I deflettori interni 47 e 48 suddividono la camera tubolare 13 in tre compartimenti tubolari 50, 51, e 52, mentre il deflettore esterno 49 suddivide la camera anulare 12 in due compartimenti anulari 53 e 54. Il deflettore esterno 49 è disposto fra la bocca di ingresso 43 e la bocca di uscita 44 in modo da impedire una comunicazione diretta tra la bocca di ingresso 43 e la bocca di uscita 44, mentre il deflettore interno 47 presenta una apertura centrale 55 atta permettere una comunicazione diretta fra il compartimenti 51 e 52 ed è sostanzialmente allineato al deflettore esterno 49. Secondo questa configurazione i fumi alimentati in corrispondenza della regione 10 si espandono nella compartimento tubolare 50, accedono al compartimento anulare 53 in cui vengono a contatto con i fumi alimentati nella regione 42. Da questo punto i fumi alimentati dalla regione 1 e i fumi alimentati dalla regione 42 si uniscono e accedono congiuntamente attraverso l'interstizio elicoidale 15 al compartimento tubolare 51 e da questo, attraverso l'apertura 55, accedono al compartimento tubolare 52, dal quale attraversano un tratto di interstizio elicoidale 15 e accedono al compartimento anulare 54 per poi uscire dall'involucro 3 attraverso la bocca di uscita 44.

In questo modo, i deflettori interni 47 e 48 e 49 permettono di ottimizzare lo scambio termico per lo

scambiatore di calore 41 condensante provvisto della regione
42 di alimentazione dei funi lungo la parete anulare 6.

I vantaggi della presente invenzione sono molteplici e sono individuati in un elevato livello di scambio termico associato a un notevole semplicità costruttiva. Inoltre, lo scambiatore di calore condensante comprende pochi elementi che devono essere assemblati fra loro ed è estremamente versatile, in particolare quando una pluralità di regioni di alimentazioni sono distribuite in diversi punti dell'involucro.

Risulta infine evidente che agli scambiatori di calore condensanti descritti possono essere apportate modifiche, varianti, miglioramenti senza uscire dall'ambito delle rivendicazioni allegate.

RIVENDICAZIONI

1. Scambiatore di calore condensante per una caldaia a gas, lo scambiatore di calore (2; 30; 41) comprendendo un involucro (3) per convogliare fumi di combustione; ed un elemento allungato cavo (4), il quale è configurato per convogliare un liquido ed è avvolto attorno a un asse (A) in modo da formare un'elica (5) alloggiata nell'involucro (3) e comprendente una pluralità di spire (14) adiacenti e un interstizio elicoidale (15); l'elica (5) e l'involucro (3) essendo disposti in modo da definire una camera anulare (13) estendentesi all'esterno dell'elica (5) e una camera tubolare (12) estendentesi all'interno dell'elica (5); lo scambiatore di calore (2) comprendendo $n + 1$ deflettori interni (21, 22; 47, 48) disposti in serie nella camera tubolare (12), e n deflettori esterni (23; 35; 49) disposti nella camera anulare (13).

2. Scambiatore di calore secondo la rivendicazione 1, in cui gli $n+1$ deflettori interni (21, 22; 47, 48) suddividono la camera tubolare (12) in $n+2$ compartimenti tubolari (24, 25, 26; 50, 51, 52); e gli n deflettori esterni (23; 35; 49) suddividono la camera anulare (13) in $n+1$ compartimenti anulari (27, 28; 52, 53), ciascuno dei quali è in comunicazione con almeno un compartimento tubolare (24, 25, 26; 50, 51, 52) adiacente attraverso un tratto di interstizio elicoidale (15).

3. Scambiatore di calore secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui ciascun deflettore esterno (23; 35; 49) comprende una piastra anulare a contatto di una spira (14) e dell'involucro (3).

4. Scambiatore di calore secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui l'involucro (3) comprende una parete anulare (6); ciascun deflettore esterno (23; 35; 49) essendo disposto a contatto della parete anulare (6).

5. Scambiatore di calore secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, comprendente un manicotto (38) disposto nella camera anulare (12) fra l'involucro (3) e l'elica (5) per collegare la camera tubolare (13) a una bocca di uscita (34) realizzata nell'involucro (3).

6. Scambiatore di calore secondo la rivendicazione 5, in cui il manicotto (38) è solidale a un deflettore esterno (35).

7. Scambiatore di calore secondo la rivendicazione 6, in cui il detto deflettore esterno (35) e il manicotto (38) comprendono una piastra avvolta a elica lungo un angolo maggiore di 360° e comprendente due lembi di estremità ripiegati e configurati per definire il manicotto (38).

8. Scambiatore di calore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 5 a 7, in cui l'elemento allungato cavo (4) comprende delle alette (17) disposte nella camera anulare (12); il manicotto (38) comprendendo delle fessure

occupate dalle alette (17) in corrispondenza della bocca di uscita (34).

9. Scambiatore di calore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 2 a 8, in cui gli $n+1$ deflettori interni (21, 22) sono disposti in modo alternato ai deflettori esterni (23; 35) in modo tale per cui ciascuno degli $n+1$ compartimenti anulari (27, 28) è in comunicazione con almeno due compartimenti tubolari (24, 25, 26) adiacenti attraverso rispettivi tratti di interstizio elicoidale (15).

10. Scambiatore di calore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 2 a 8, in cui almeno un deflettore interno (47) è allineato a un deflettore esterno (49); il detto deflettore interno (47) essendo provvisto di una apertura (55) per mettere in comunicazione diretta due compartimenti tubolari (51, 52) adiacenti.

p.i.: RIELLO S.P.A.
Mauro ECCETTO

CLAIMS

1) A condensing heat exchanger for a gas boiler, the heat exchanger (2; 30; 41) comprising a casing (3) for conducting combustion fumes; and a hollow elongated member (4) for conducting a liquid, and which is coiled about an axis (A) to form a helix (5) housed inside the casing (3) and comprising a number of adjacent turns (14) and a helical gap (15); the helix (5) and the casing (3) being arranged to define an annular chamber (13) extending outside the helix (5), and a tubular chamber (12) extending inside the helix (5); and the heat exchanger (2) comprising $n+1$ inner baffles (21, 22; 47, 48) arranged in series inside the tubular chamber (12), and n outer baffles (23; 35; 49) inside the annular chamber (13).

2) A heat exchanger as claimed in Claim 1, wherein the $n+1$ inner baffles (21, 22; 47, 48) divide the tubular chamber (12) into $n+2$ tubular compartments (24, 25, 26; 50, 51, 52); and the n outer baffles (23; 35; 49) divide the annular chamber (13) into $n+1$ annular compartments (27, 28; 52, 53), each communicating with at least one adjacent tubular compartment (24, 25, 26; 50, 51, 52) along a portion of the helical gap (15).

3) A heat exchanger as claimed in any one of the foregoing Claims, wherein each outer baffle (23; 35; 49) comprises an annular plate contacting a turn (14) and the

casing (3).

4) A heat exchanger as claimed in any one of the foregoing Claims, wherein the casing (3) comprises an annular wall (6); each outer baffle (23; 35; 49) being positioned contacting the annular wall (6).

5) A heat exchanger as claimed in any one of the foregoing Claims, and comprising a sleeve (38) located inside the annular chamber (12) between the casing (3) and the helix (5), to connect the tubular chamber (13) to an outlet (34) in the casing (3).

6) A heat exchanger as claimed in Claim 5, wherein the sleeve (38) is integral with an outer baffle (35).

7) A heat exchanger as claimed in Claim 6, wherein said outer baffle (35) and the sleeve (38) comprise a plate wound by an angle of over 360° and comprising two end portions bent and designed to define the sleeve (38).

8) A heat exchanger as claimed in any one of Claims 5 to 7, wherein the hollow elongated member (4) comprises fins (17) located inside the annular chamber (12); the sleeve (38) comprising slits engaged by the fins (17) at the outlet (34).

9) A heat exchanger as claimed in any one of Claims 2 to 7, wherein the n+1 inner baffles (21, 22) alternate with the outer baffles (23; 35), so that each of the n+1 annular compartments (27, 28) communicates with at least two

adjacent tubular compartments (24, 25, 26) along respective portions of the helical gap (15).

10) A heat exchanger as claimed in any one of Claims 2 to 7, wherein at least one inner baffle (47) is aligned with an outer baffle (49); said inner baffle (47) having an opening (55) directly connecting two adjacent tubular compartments (51, 52).

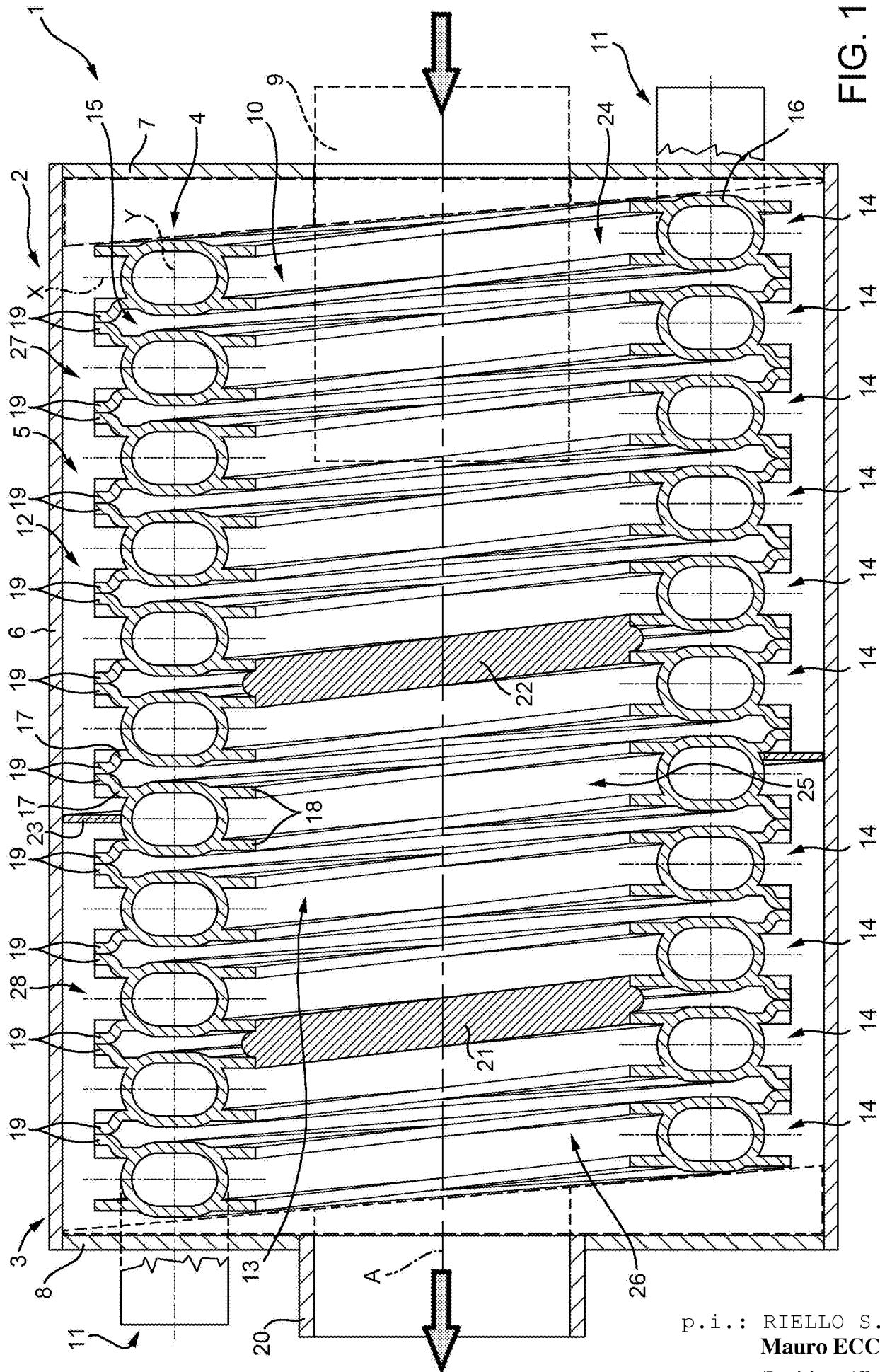


FIG. 1

p.i.: RIELLO S.P.A.
Mauro ECCETTO
 (Iscrizione Albo nr. 847/B)

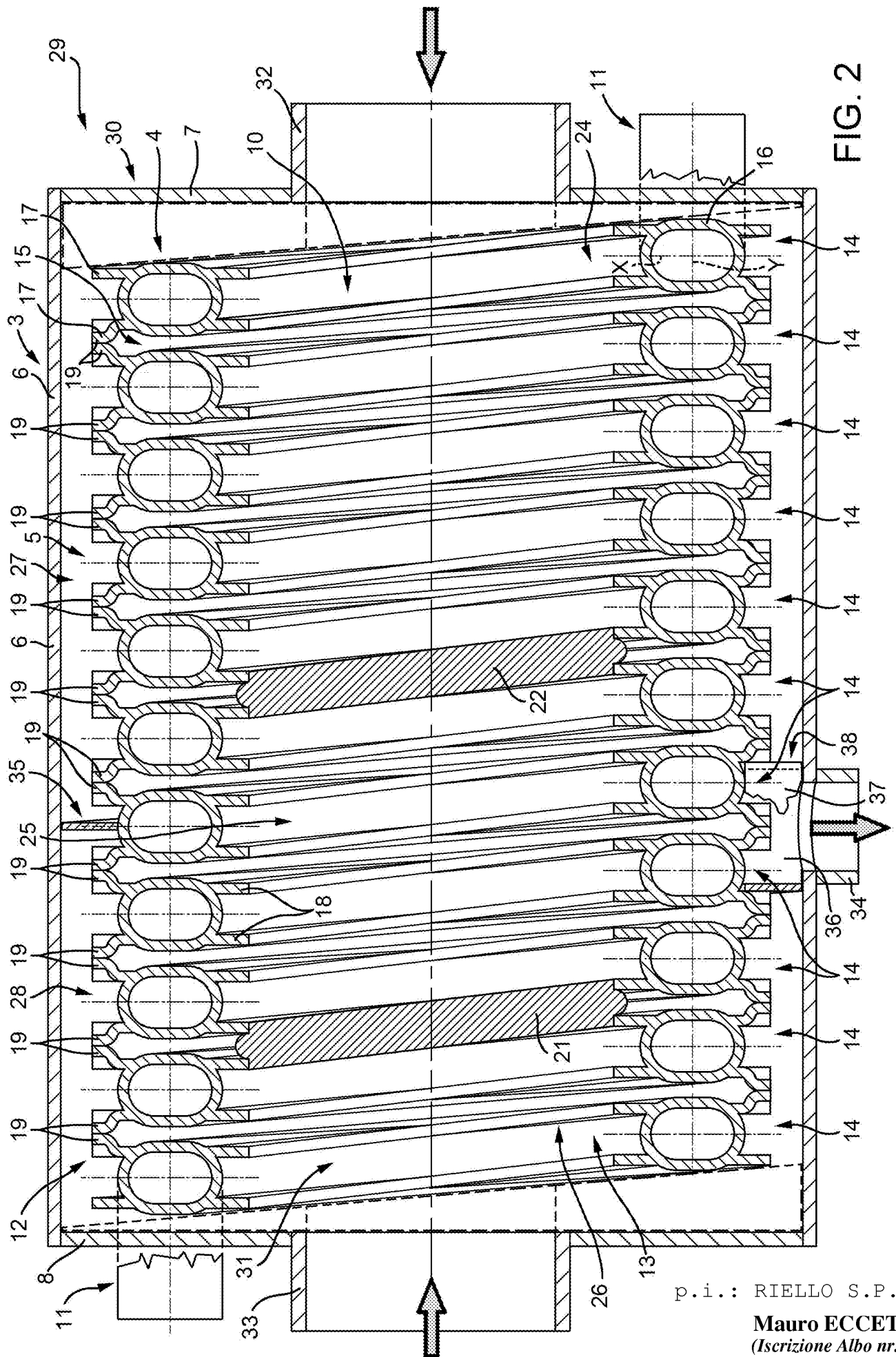


FIG. 2

p.i.: RIELLO S.P.A.
Mauro ECCETTO
 (Iscrizione Albo nr. 847/B)

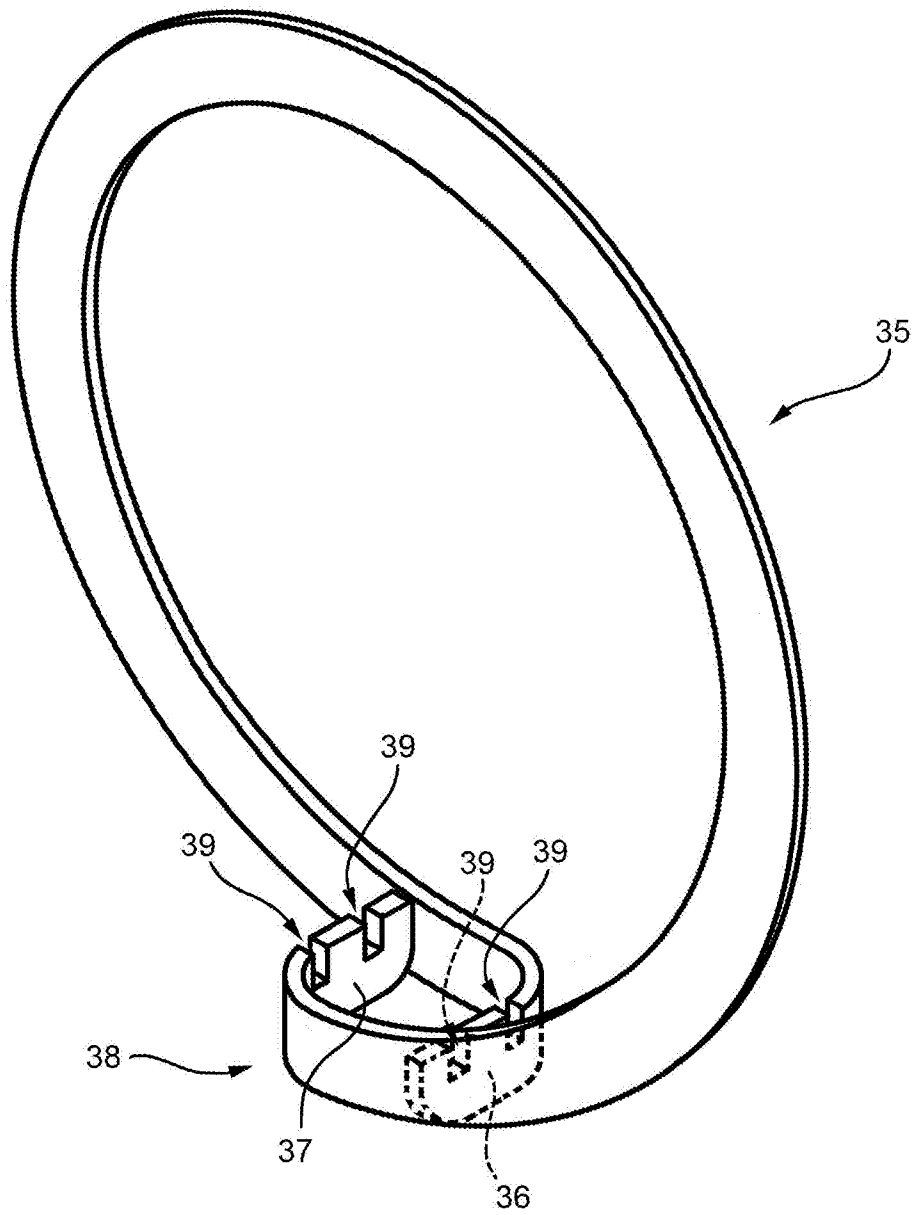


FIG. 3

p.i.: RIELLO S.P.A.
Mauro ECCETTO
(Iscrizione Albo nr. 847/B)

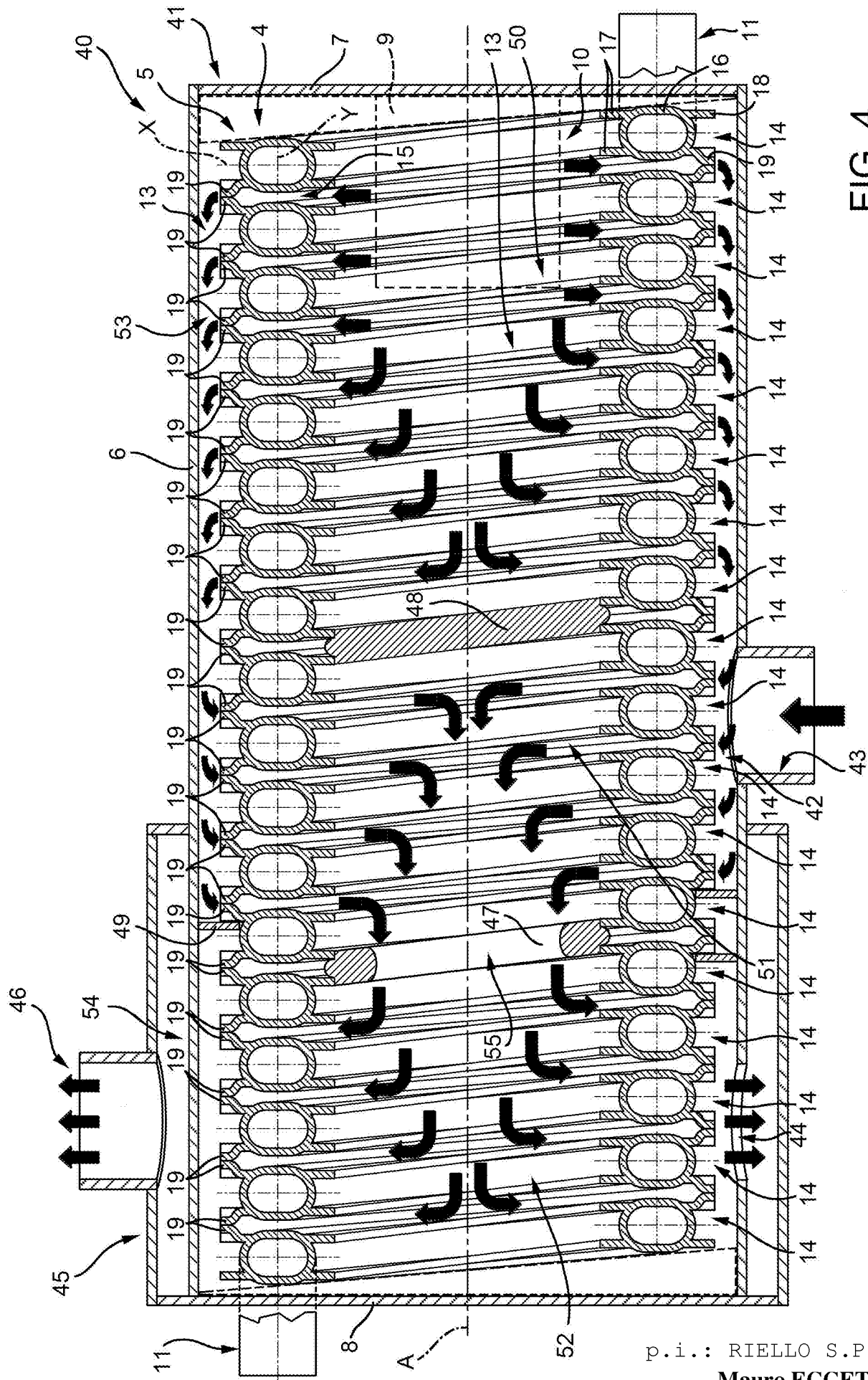


FIG. 4

p.i.: RIELLO S.P.A.
Mauro ECCETTO
 (Iscrizione Albo nr. 847/B)