(19) URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

(10) **PL 244223 B1**

(12) # Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **436097**
(22) Data zgłoszenia: **2020.11.27**
(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.05.30 BUP 22/2022**
(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.12.18 WUP 51/2023**

(51) MKP:
F28F 9/02 *(2006.01)*
F28D 9/00 *(2006.01)*

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL
National Central University, Taoyuan City, TW

(72) Twórca(-y) wynalazku:
ZIEMOWIT MALECHA, Wrocław, PL
PAWEŁ PŁUSZKA, Wrocław, PL
YANG CHIEN-YUH, Jhongli, TW
LIN FU-CHEN, Taoyuan City, TW

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Katarzyna Paprzycka, Wrocław, PL

(54) Tytuł:
Płytowy wymiennik ciepła z wlotowym dystrybutorem przepływu

PL 244223 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest płytowy wymiennik ciepła z wlotowym dystrybutorem przepływu przeznaczony do stosowania we wszelakiego rodzaju i zastosowania płytowych wymiennikach ciepła, w których jeden czynnik kontaktowy stanowi mieszaninę dwufazową ciecz-para. Dystrybutor jest przeznaczony zwłaszcza do wymienników o średnich lub niskich strumieniach masowych przepływów.

W ostatnich latach płytowe wymienniki ciepła znalazły szerokie zastosowanie w wielu obszarach, takich jak między innymi: technika chłodnicza i klimatyzacyjna, pompy ciepła, ciepłownictwo, przemysł petrochemiczny, energetyka czy zarządzanie ciepłem odpadowym. Zarówno struktura budowy, jak i zasada działania płytowego wymiennika ciepła opierają się na wykorzystaniu odpowiednio ukształtowanych metalowych płyt ułożonych jedna za drugą w rzędzie. Ściśle przylegające płyty tworzą system kanałów przepływowych, które formują się między każdymi dwiema płytami. Wymienniki płytowe stosuje się do wymiany ciepła w układach ciecz-ciecz lub ciecz-gaz zarówno do zastosowań grzewczych, jak i chłodniczych. Podstawowymi zaletami płytowych wymienników ciepła jest modułowy charakter urządzenia, możliwość uzyskania wysokich współczynników wymiany ciepła, relatywnie małe rozmiary wymiennika oraz łatwość demontażu i serwisowania urządzenia.

Na obrazującej znany powszechnie stan techniki fig. 10 rysunku przedstawiony został płytowy wymiennik ciepła zbudowany z zespołu wielu płyt tworzących układ kanałów przepływowych, z których każdy jeden uformowany jest pomiędzy dwiema zestawionymi ze sobą płytami. Otwory wlotowe oraz otwory wylotowe kanałów przepływowych do przynależnych im kolektorów zasilających i wylotowych wymiennika ciepła utworzone są poprzez wykonane w płytach wycięcia. Konfiguracja kanałów przepływowych pozwala czynnikom kontaktowym wpływać do i wypływać z kanałów przepływowych, umożliwiając im tym samym wymianę ciepła. W praktyce częściej jeden czynnik kontaktowy/medium płytowego wymiennika ciepła to mieszanina dwufazowa ciecz-gaz, aniżeli ciecz jednofazowa. Gdy ciecz dwufazowa (np. czynnik chłodniczy) wpływa do kolektora zasilającego płytowego wymiennika ciepła, siły bezwładności oraz ciężkości są większe dla jego frakcji ciekłej niż dla jego frakcji gazowej. Pęd fazy ciekłej jest większy od pędu fazy gazowej. Różnica pędów powoduje, że faza gazowa czynnika ma tendencję do wpływania do początkowych kanałów przepływowych wymiennika ciepła, to jest do kanałów zlokalizowanych bliżej króćca zasilającego, a faza ciekła ma tendencję do przemieszczania się do tylnej części wymiennika, wpływając do kanałów przepływowych położonych dalej od jego króćca zasilającego. Opisany charakter przepływu powoduje nierównomierny rozkład fazy ciekłej i gazowej czynnika kontaktowego dwufazowego w kolejnych kanałach przepływowych, a to z kolei przyczynia się do obniżenia efektywności wymiany ciepła w wymienniku. W celu rozwiązania powyżej opisanych problemów i zmniejszenia negatywnych efektów nierównomierności przepływu, występujących w płytowych wymiennikach ciepła, został stworzony dystrybutor wlotowy przeznaczony dla płytowego wymiennika ciepła.

I tak z amerykańskiego zgłoszenia patentowego US2019011198 znany jest płytowy wymiennik ciepła z wlotowym dystrybutorem przepływu, w którym płytowy wymiennik ciepła utworzony jest z zespołu płyt zestawionych ze sobą z zachowaniem odstępów, w których, pomiędzy każdymi dwoma płytami, utworzone są kanały przepływowe, przy czym każda z płyt posiada zestaw wyciętych otworów, które wkomponowane w przynależny im kolektor zasilający czy kolektor wylotowy czynnika kontaktowego pełnią funkcję otworów wlotowych i otworów wylotowych kanałów przepływowych dla pierwszego oraz drugiego czynnika kontaktowanego w wymienniku ciepła. Kolektor zasilający i kolektor wylotowy względem, utworzonych pomiędzy płytami, kanałów przepływowych zorientowane są prostopadle. Wlotowy dystrybutor przepływu zbudowany jest z zainstalowanego na wlocie kolektora zasilającego króćca zasilającego, rozdzielającego czynnik kontaktowy w kolektorze zasilającym na dwa strumienie, zespołu, który końcem zamontowany jest w wewnętrznej powierzchni pobocznicy króćca zasilającego, a w pozostałej swojej części, od króćca zasilającego, poprowadzony jest w kolektorze zasilającym wzdłuż części jego długości w kierunku dalszych jego kanałów przepływowych. Powyższy zespół utworzony jest z tulei, której przestrzeń osiowo podzielona jest przegrodami w postaci prostokątnych ścianek, które tworzą w tulei komory, przy czym każdej z komór przynależy, umiejscowiony na pobocznicy tulei otwór wylotowy, który dla każdej z komór umiejscowiony jest na innej długości tulei. Powyższe rozwiązanie w sposób zdecydowany likwiduje nierównomierny rozkład fazy ciekłej i gazowej czynnika kontaktowego dwufazowego w kolejnych kanałach przepływowych, niemniej jego wadą jest, iż jest on dość rozbudowany, a poza tym ograniczone co do wielkości powierzchnie otworów wylotowych w tulei dławią nieco przepływ.

Tak więc, celem według wynalazku jest konstrukcja dystrybutora przepływu o prostszej i nie dławiącej przepływu konstrukcji.

ISTOTA WYNALAZKU

Przedmiotowy wynalazek stanowi płytowy wymiennik ciepła, którego każde dwie sąsiadujące płyty tworzą kanały przepływowe, którymi naprzemiennie przepływa pierwszy oraz drugi czynnik kontaktowy. Każdy z czynników kontaktowych przepływa co drugim kanałem, umożliwiając wymianę ciepła przez ścianki płyt, które pełnią funkcję przegród oddzielających czynniki kontaktowe. Kanały przepływowe każdego z czynników kontaktowych zasilane są z przynależnego im kolektora zasilającego.

Istotą przedmiotowego wynalazku jest, iż w wymiennik ciepła wbudowany jest dystrybutor przepływu, który zainstalowany na wlocie kolektora zasilającego króćca zasilającego, utworzony jest z co najmniej jednej poziomej przegrody, która końcem zamontowana jest w wewnętrznej powierzchni pobocznicy króćca zasilającego, a w pozostałej swojej części, od króćca zasilającego, poprowadzona jest w kolektorze zasilającym wzdłuż części jego długości w kierunku dalszych jego kanałów przepływowych i która rozdziela wzdłuż swoich poziomych powierzchni wprowadzany do kolektora zasilającego czynnik kontaktowy dwufazowy na dwa strumienie, z których dolny każdej poziomej przegrody w kolektorze zasilającym prowadzony jest wzdłuż jego długości w kierunku dalszych od otworu wlotowego kolektora zasilającego kanałów przepływowych. Pozioma przegroda ma postać prostokątnej płytki. Każda rozdzielająca czynnik kontaktowy pozioma przegroda do kolektora zasilającego wprowadzona jest na części jego, zestawionej z kanałami przepływowymi, długości, przy czym każda kolejna przegroda wbudowywana na niższym poziomie wysokości kolektora zasilającego jest dłuższa. Poziome przegrody rozdzielające ciecz mogą być zamontowane do ścianek wewnętrznych kolektora zasilającego albo do króćca zasilającego (wlotowego) wymiennika ciepła. Podczas przepływu czynnika dostarczanego do wymiennika ciepła każda pozioma przegroda rozdziela czynnik kontaktowy na dwa strumienie zawierające zarówno fazę gazową jak i fazę płynną czynnika, przez co w kolektorze zasilającym, od którego odchodzą kanały przepływowe, czynnik kontaktowy poruszając się wzdłuż poziomych przegród, jest dostarczany do bardziej oddalonych od króćca zasilającego kanałów przepływowych płytowego wymiennika ciepła. Pozwala to na bardziej równomierną dystrybucję mieszaniny parowo-cieczowej zarówno dla niskich, jak i średnich strumieni przepływu. Omawiane poziome przegrody mogą być wykonane z blach metalowych (na przykład stalowych) co może zmniejszyć dodatkowy spadek ciśnienia związany z umieszczeniem omawianych przegród we wnętrzu kolektora zasilającego.

Kolejną cechą charakterystyczną wynalazku jest fakt, iż dla wysokich strumieni masowych można wykorzystać wiele poziomych przegród, o różnej długości, zamontowanych na różnej wysokości kolektora zasilającego. Ilość i długość przegród może zmieniać się w zależności od rozmiaru wymiennika, średnicy króćca dolotowego lub pola przekroju wlotów do kanałów przepływowych wymiennika. Oprócz wspomnianych kryteriów projektowych ilość i długość poziomych przegród można również dobierać na podstawie całkowitej długości wymiennika lub ilości zestawionych razem płyt, tworzących kanały przepływowe.

Poziome przegrody separujące wymuszają transport czynnika kontaktowego do kanałów przepływowych wymiennika znajdujących się bliżej jego końca, to jest jego obszaru w osi króćca zasilającego znajdującej się od niego jak najdalej, czego efektem jest zwiększenie równomierności zasilania poszczególnych kanałów przepływowych mieszaniną dwufazową ciecz-para.

Korzystnie, dystrybutor ma co najmniej dwie, umiejscowione jedna pod drugą i oddalone od siebie na dowolną odległość, poziome przegrody, które zainstalowane w króćcu zasilającym tworzą wiele, różniących się polem przekroju, wylotów czynnika kontaktowego, przy czym długości poziomych przegród zwiększają się stopniowo w kolejności od góry do dołu.

Korzystnie, dystrybutor ma dwie, zainstalowane w króćcu zasilającym w zadanej od siebie odległości, poziome przegrody, górną krótszą oraz dolną dłuższą, przy czym odległość pomiędzy przegrodami jest większa od maksymalnej odległości pomiędzy poziomą przegrodą górną a pobocznicą kanału oraz jednocześnie jest mniejsza od maksymalnej odległości między poziomą przegrodą dolną a pobocznicą kanału.

Korzystnie, dystrybutor ma co najmniej dwie poziome przegrody, które w kanale króćca zasilającego usytuowane są tak, iż średnicę kanału dzielą na równe odcinki i które zainstalowane w króćcu zasilającym tworzą wiele, różniących się polem przekroju, wylotów czynnika kontaktowego, przy czym długości poziomych przegród zwiększają się stopniowo w kolejności od góry do dołu.

Korzystnie, dystrybutor ma dwie, zainstalowane w króćcu zasilającym w zadanej od siebie odległości, poziome przegrody, górną krótszą oraz dolną dłuższą, przy czym odległość pomiędzy poziomą

przegrodą dolną i poziomą przegrodą górną jest równa maksymalnej odległości poziomej przegrody górnej od pobocznicy kanału oraz jest jednocześnie równa maksymalnej odległości poziomej przegrody dolnej od pobocznicy kanału.

Korzystnie, dystrybutor ma co najmniej jedną poziomą przegrodę o długości w zakresie od jednej trzeciej do dwóch trzecich całkowitej długości zespołu płyt.

Korzystnie, dystrybutor ma jedną poziomą przegrodę o długości równej jednej trzeciej całkowitej długości zespołu płyt.

Korzystnie, dystrybutor ma jedną poziomą przegrodę o długości równej dwóm trzecim całkowitej długości zespołu płyt.

Korzystnie, pozioma przegroda wykonana jest z metalu.

Korzystnie, pozioma przegroda wytworzona jest ze stali nierdzewnej lub żelaza, lub stopu żelazo-pallad, lub niklu, lub stopów na bazie niklu.

OPIS RYSUNKÓW

Budowa wynalazku, jego zasada działania oraz towarzyszące jej zjawiska cieplno-przepływowe zostały szczegółowo zilustrowane na rysunku, na którym:

- Fig. 1 przedstawia schematyczny przekrój płytowego wymiennika ciepła wraz z wlotowym dystrybutorem przepływu, będącym przedmiotem niniejszego wynalazku.
- Fig. 2 przedstawia powiększenie króćca wlotowego do wymiennika ciepła z fig. 1.
- Fig 3. widok z przodu płytowego wymiennika ciepła z widocznymi przegrodami zamontowanymi w króćcu zasilającym (wlotowym).
- Fig. 4 przykładową realizację omawianego dystrybutora wlotowego wraz z przegrodami o długości L1 oraz L2.
- Fig. 5 przykładową realizację według wynalazku przedstawiającą dystrybutor wlotowy o niesymetrycznym ulokowaniu w kolektorze zasilającym przegród wraz z charakterystycznymi wymiarami D1, D2 oraz D3.
- Fig. 6 kolejną przykładową realizację omawianego dystrybutora wlotowego wraz z przegrodami o długości L1 oraz L2 i umieszczeniu jak na fig. 7.
- Fig. 7 przykładową realizację wynalazku o symetrycznym ulokowaniu przegród dystrybutora wlotowego w kolektorze zasilającym wraz z charakterystycznymi wymiarami D1, D2 oraz D3.
- Fig. 8 przedstawia wpływ omawianego dystrybutora wlotowego na spadek ciśnienia czynnika chłodniczego przy przepływie przez płytowy wymiennik ciepła w funkcji liczby Reynoldsa.
- Fig. 9 przedstawia wpływ omawianego dystrybutora wlotowego na współczynnik wymiany ciepła czynnika chłodniczego w funkcji liczby Reynoldsa.
- Fig. 10 przedstawia schematyczny przekrój konwencjonalnego płytowego wymiennika ciepła. Na powyższej figurze odnośnikiem A oznaczono wymiennik ciepła, A1 płyty tworzące kanały przepływowe, A2 otwory wlotowe, A3 otwory wylotowe, A10 kanały przepływowe, a B czynnik kontaktowy.

PRZYKŁADY

Poniżej zostaną przedstawione przykładowe, preferowane realizacje omawianego wynalazku w oparciu o załączony rysunek. Figury rysunku przedstawiają przykładowe warianty konstrukcji dystrybutora wlotowego z przegrodami. Należy podkreślić, że przedstawione warianty realizacji wynalazku mają charakter przykładowy i nie należy ich w żaden sposób interpretować jako ograniczających zakres niniejszego wynalazku. Inne niż przedstawione przykładowe realizacje omawianego wynalazku oraz ich modyfikacje mieszczą się także w zakresie omawianego wynalazku i są również objęte zakresem niniejszych zastrzeżeń patentowych. Przykładowe realizacje obecnego wynalazku służą do dokładnego i pełnego zrozumienia koncepcji wynalazku dla ekspertów z dziedziny, której dotyczy wynalazek. W kwestii rysunku dołączonego do dokumentacji patentowej należy zaznaczyć, iż proporcje względne oraz stosunki geometryczne obiektów przedstawionych na rysunkach mogły zostać zwiększone lub zmniejszone w celu zachowania jasności i estetyki przekazu. Wprowadzenie arbitralnych proporcji miało jedynie charakter ilustracyjny i nie zaburza przedstawienia istoty wynalazku. Adnotacje umieszczone na rysunku są przywoływane w opisach odpowiednich elementów wynalazku.

W znaczeniu stosowanym w niniejszym dokumencie termin „lub" obejmuje dowolne i wszystkie kombinacje jednego lub większej liczby powiązanych wymienionych elementów.

Jak przedstawiono na fig. 1–4, płytowy wymiennik ciepła 3 według wynalazku utworzony jest z zespołu płyt 31, zawierający płyty 311 zestawione ze sobą w szeregu z zachowaniem żądanego odstępu między dwiema kolejnymi płytami 311. Każdy z kanałów przepływowych 310 utworzony jest przez dwie sąsiadujące ze sobą płyty 311, a cztery kołowe wycięcia w każdej z płyt 311 tworzą wiele otworów wlotowych 312 do międzypłytowych kanałów przepływowych 310 oraz wiele otworów wylotowych 313 z międzypłytowych kanałów przepływowych 310. W przestrzeniach między płytami 311 znajduje się uszczelka pełniąca funkcję przegrody pomiędzy czynnikami kontaktowymi 4. Alternatywnie, zamiast uszczelki, rolę uszczelnienia mogą pełnić same płyty 311, jeśli zostaną ze sobą bezpośrednio zlutowane lub zgrzane. Otwory wlotowe 312 i otwory wylotowe 313 zestawionych ze sobą płyt 311 tworzą przynależny każdemu czynnikowi kontaktowemu 4 kolektor zasilający 32 i kolektor wylotowy 33 pozwalający danemu czynnikowi kontaktowemu 4 (wodzie, czynnikowi chłodniczemu, mieszaninie wody i czynnika chłodniczego lub innemu dwufazowemu czynnikowi chłodniczemu ciecz-gaz) wpływać i wypływać z każdego międzypłytowego kanału przepływowego 310, umożliwiając wymianę ciepła. W celu poprawnej eksploatacji wymiennika ciepła 3 każde dwie sąsiadujące płyty 311 są uszczelnione, aby zapobiec wyciekowi lub mieszaniu mediów. Zespół płyt 31 zestawiony jest ściśle i takie ścisłe zestawienie utrzymywane jest przez płytę przednią 34 oraz tylną 35, które są połączone śrubunkami z metalowym stelażem. Płyta przednia 34 może posiadać wiele portów wlotowych i wylotowych 341 pierwszego czynnika kontaktowego/medium oraz podobną liczbę portów wlotowych i wylotowych 342 drugiego czynnika kontaktowego/medium, połączonych odpowiednio z przynależnymi im kolektorami zasilającymi 32 i kolektorami wylotowymi 33. Kolektor zasilający 32 i kolektor wylotowy 33, każdego z czynników kontaktowych, względem, utworzonych pomiędzy płytami 311, kanałów przepływowych 310 zorientowane są prostopadle. Wbudowany w płytowy wymiennik ciepła wlotowy dystrybutor przepływu według wynalazku zbudowany jest z króćca zasilającego 1 o kołowym przekroju kanału 11, który zawiera pierwszy otwór przelotowy 111 oraz drugi otwór przelotowy 112, które zlokalizowane są na przeciwległych końcach kanału 11 króćca zasilającego 1, oraz dwóch o różnych długościach, równoległych do siebie i do osi króćca zasilającego 1, rozdzielających wpływający do króćca zasilającego 1 czynnik kontaktowy 4, poziomych przegród 2, które, umiejscowione jedna pod drugą, końcami zamocowane są w króćcu zasilającym 1. Poziome przegrody jednym końcem zamontowane są w wewnętrznej powierzchni pobocznicy króćca zasilającego 1, a w pozostałej swojej części, od króćca zasilającego 1, poprowadzone są w kolektorze zasilającym 32 wzdłuż części jego długości w kierunku dalszych jego kanałów przepływowych 310. Każda pozioma przegroda 2 ma postać prostokątnej płytki, która w kolektorze zasilającym 32 ustawiona jest w pozycji, w której jej powierzchnia górna, a tym samym i dolna, jest prostopadła do, osi wzdłużnej, utworzonych pomiędzy płytami 311, kanałów przepływowych 310. Króciec zasilający 1 zestawiony jest z kolektorem zasilającym 32, do którego wprowadzone są zamocowane do króćca zasilającego 1 poziome przegrody 2 i w którym zajmują część jego długości. Pozioma przegroda 2 dłuższa w kolektorze zasilającym 32 zajmuje pozycję pod poziomą przegrodą 2 krótszą. Rozdzielające czynnik kontaktowy 4 poziome przegrody 2 mogą być utworzone z prostokątnych arkuszy blachy wykonanej z materiałów takich jak: stal nierdzewna, żelazo, stop żelazo-pallad, nikiel lub stopy na bazie niklu (np. stop nikiel-molibden-chrom). Krótszy bok rozdzielającej czynnik kontaktowy 4 poziomej przegrody 2 lub jej dwa dłuższe boki mogą zostać zainstalowane odpowiednio na wewnętrznej powierzchni pobocznicy króćca zasilającego 1, w tym w obszarze jego drugiego otworu przelotowego 112, za pomocą technik lutowania, nitowania lub innych technik połączeniowych. Drugi koniec każdej z rozdzielających czynnik kontaktowy 4 poziomych przegród 2 jest swobodny i może być dowolnie wydłużony poza kanał 11 króćca zasilającego 1. W omawianej przykładowej realizacji wynalazku z fig. 1 płyty 311, z których zbudowany jest płytowy wymiennik ciepła 3, mogą mieć kształt falisty, zygzakowaty, wklęsły lub wypukły. Należy zaznaczyć, że wymienione kształty płyt 311 nie ograniczają zastosowania omawianego wynalazku. Płytowy wymiennik ciepła 3 może zostać skonstruowany w kilku wariantach, posiadać różną ilość płyt 311, których połączenie i układ kanałów przepływowych 310 może zostać zaprojektowany w różny sposób, na przykład: wymiennik ciepła z uszczelkami, lutowany, zgrzewany, spawany czy spiralny. Należy podkreślić, że szczegóły konstrukcyjne płyt 311 nie są głównym aspektem prezentowanego wynalazku, ponieważ głównym zdaniem struktury płyt 311 jest rozwinięcie powierzchni wymiany ciepła pomiędzy czynnikami kontaktowymi 4 pozostającymi w kontakcie cieplnym, co pozwala na intensyfikację zjawisk cieplno-przepływowych zachodzących w płytowym wymienniku ciepła 3. W celu zainstalowania wlotowego dystrybutora przepływu, stanowiącego prezentowany wynalazek, króciec zasilający 1 dystrybutora wlotowego może być zamontowany w obszarze otworu wlotowego 321 kolektora zasilającego 32 w dolnej części płytowego wymiennika ciepła 3 lub może zostać przytwierdzony do portu wlotowego

341 pierwszego czynnika kontaktowego 4 w płycie przedniej 34 i być poprowadzony w obszar otworu wlotowego 321. Jedna lub kilka poziomych przegród 2 rozdzielających czynnik kontaktowy 4 rozciąga się od drugiego końca otworu 112 i jest ulokowana w kanale kolektora zasilającego 32. Montaż może odbyć się z wykorzystaniem techniki lutowniczej, połączenia śrubowego lub jakiejkolwiek innej odpowiedniej techniki łączeniowej.

Wlotowy dystrybutor przepływu, będący istotą niniejszego wynalazku, może zostać zastosowany w przemyśle chłodniczym jako integralny element płytowych wymienników ciepła, w których następuje wymiana ciepła ze zmianą fazy jednego z czynników kontaktowych 4 (parownik, skraplacz). W technice grzewczo-wentylacyjno-klimatyzacyjnej (HVAC) zaproponowany wlotowy dystrybutor przepływu może znaleźć zastosowanie w różnych instalacjach przemysłowych realizujących procesy związane z wymianą ciepła, na przykład w przemyśle mechanicznym, metalurgicznym, energetycznym lub elektrycznym. Wynalazek może zostać zaaplikowany w dowolnym płytowym wymienniku ciepła 3 wykorzystywanym w celach grzewczych lub chłodniczych.

Czynnik kontaktowy 4 przez port wlotowy 341 pierwszego czynnika kontaktowego 4 znajdujący się w dolnej części płyty przedniej 34 wpływa do otworu wlotowego 321 kolektora zasilającego 32 i płynąc wzdłuż jego długości wpływa otworami wlotowymi 312 do kanałów przepływowych 310. Przepływając przez kanały przepływowe 310 przepływa do otworów wylotowych 313 kanałów przepływowych 310 pierwszego czynnika kontaktowego 4 znajdujących się w górnej części płyt 311 w zespole płyt 31. W międzypłytowych kanałach przepływowych 310 czynnik kontaktowy 4 wymienia ciepło przez powierzchnię płyt 311 i opuszcza międzypłytowe kanały przepływowe 310 przez otwory wylotowe 313 pierwszego czynnika. Otworami wylotowymi 313 czynnik kontaktowy 4 wpływa do kolektora wylotowego 33 i kolejno wypływa z wymiennika ciepła 3 przez port wylotowy 341 pierwszego czynnika kontaktowego 4 zlokalizowany w górnej części płyty przedniej 34. Powyższa droga przepływu opisuje sposób transportowania pierwszego czynnika kontaktowego 4 w płytowym wymienniku ciepła 3. Analogicznie drugi czynnik kontaktowy 4 zasilający wymiennik ciepła 3 wpływa przez otwór wlotowy 321 do przynależnego mu kolektora zasilającego 32 przez port wlotowy 342 drugiego czynnika kontaktowego 4 zlokalizowany w górnej części płyty przedniej 34. Następnie drugi czynnik kontaktowy 4 przepływa przynależnymi mu międzypłytowymi kanałami przepływowymi 310 do otworów wylotowych 313 drugiego czynnika kontaktowego 4 zlokalizowanych w dolnej części płyt 311 w zespole płyt 31, wpływając do przynależnego mu kolektora wylotowego 33 drugiego czynnika kontaktowego 4. Następnie czynnik kontaktowy 4 wypływa z wymiennika ciepła 3 poprzez port wylotowy 342 drugiego czynnika kontaktowego 4 zlokalizowany w dolnej części płyty przedniej 34. Przedstawione etapy transportu drugiego czynnika kontaktowego 4 tworzą jego drogę przepływu przez wymiennik ciepła 3. Należy zaznaczyć, że oba czynniki kontaktowe 4 nie mieszają się podczas wymiany ciepła, a konstrukcja wymiennika ciepła zapewnia ich separację. W opisanej przykładowej realizacji wynalazku, gdy czynnik kontaktowy 4 wpływa do płytowego wymiennika ciepła 3 przez port wlotowy 341 pierwszego czynnika kontaktowego 4 znajdujący się w płycie przedniej 34, wlotowy dystrybutor przepływu, zainstalowany w przestrzeni wlotowej/otworze wlotowym 321 kolektora zasilającego 32, wykorzystuje co najmniej jedną poziomą przegrodę 2 rozdzielającą do podziału strumienia masowego wpływającego czynnika kontaktowego 4. Podczas przepływów dwufazowych z dużym strumieniem masowym, faza ciekła czynnika kontaktowego 4 tworzy na ściance przewodu cienki film, podczas gdy faza gazowa (pary czynnika kontaktowego 4) transportowana jest centralną przestrzenią kanału. Gdy czynnik o opisanej strukturze dwufazowej transportowany jest kanałem 11 króćca zasilającego 1 przez przestrzeń wlotową/otwór wlotowy 321, strumień czynnika kontaktowego 4 zostaje podzielony na każdej z poziomych przegród 2 na dwie części, tą przepływającą nad oraz pod powierzchnią danej poziomej przegrody 2 rozdzielającej (fig. 2). Strumień cieczy wraz z parą znajdujący się pod każdą z poziomych przegród 2, z uwagi na rosnącą długość kolejnych, niżej sytuowanych poziomych przegród 2 transportowany jest kolektorem zasilającym 32 wzdłuż poziomych przegród 2 rozdzielających do kanałów przepływowych 310 zlokalizowanych coraz dalej od przestrzeni wlotowej/otworu wlotowego 321, co wyrównuje proporcje fazy ciekłej i gazowej w kanałach przepływowych 310. W rezultacie bardziej równomiernego rozkładu strumienia masy czynnika kontaktowego 4 wzdłuż długości wymiennika można zaobserwować wzrost efektywności płytowego wymiennika ciepła 3. Pozioma przegroda 2 rozdzielająca może zostać wykonana ze stali nierdzewnej, co zmniejsza wzrost strat ciśnienia czynnika kontaktowego 4 spowodowanych montażem poziomych przegród 2 rozdzielających. Należy dodać, że w przypadku preferowanej realizacji omawianego wynalazku liczba płyt 311 płytowego wymiennika ciepła 3 może mieścić się w zakresie od 20 do 70, jednak w praktycznych aplikacjach przemysłowych płytowy wymiennik ciepła 3 może zostać wyposażony w inną liczbę płyt, w zależności od

wariantu konstrukcyjnego. Przykładowo, dla zespołu płyt 31 pomiędzy płytą przednią 34 oraz tylną 35 tworzących sześćdziesiąt kanałów przepływowych 310, zainstalowany na kolektorze zasilającym 32 wlotowy dystrybutor przepływu może posiadać dwie poziome przegrody 2 rozdzielające przymocowane do wewnętrznej powierzchni pobocznicy króćca zasilającego 1.

W jednej wersji wykonania dystrybutora przedstawionej na fig. 4, 5 dwie poziome przegrody 2 rozdzielające umieszcza się na takiej wysokości, aby podzielić średnicę króćca zasilającego 1 na trzy części, dzieląc objętość jego kanału 11 na trzy części, którymi transportowany jest czynnik kontaktowy 4. W powyższym układzie oddalone od siebie na dowolną odległość poziome przegrody 2, tworzą wiele różniących się polem przekroju wylotów czynnika kontaktowego. Długości poziomych przegród 2 zwiększają się stopniowo w kolejności od góry do dołu. Tym samym dystrybutor według wynalazku formuje trzy strumienie czynnika kontaktowego 4. Podzielenie pola powierzchni przekroju może zostać odpowiednio zmienione poprzez zmianę liczby poziomych przegród 2 rozdzielających. Powyższe rozwiązanie spełnia dwie funkcje: ogranicza ilość czynnika kontaktowego 4 transportowanego kolektorem zasilającym 32 między każdymi dwiema poziomymi przegrodami 2 rozdzielającymi oraz podnosi prędkość porcji czynnika kontaktowego 4, co skutkuje bardziej równomiernym podziałem czynnika kontaktowego 4.

Przykładowo, przymocowane do króćca zasilającego 1 górna oraz dolna pozioma przegroda 2 mogą rozciągać się w zakresie od otworu wlotowego 321 płytowego wymiennika ciepła 3 aż do odpowiednio dwudziestego i czterdziestego kanału przepływowego 310. Długość L1 górnej poziomej przegrody 2 rozdzielającej jest krótsza od długości L2 dolnej poziomej przegrody 2 rozdzielającej. W praktycznych zastosowaniach wynalazku króciec zasilający 1 może zostać wyposażony w wiele poziomych przegród 2 rozdzielających, których długości mogą się stopniowo zwiększać, poczynając od najwyższej najkrótszej do najniższej najdłuższej. Długość poziomych przegród 2 rozdzielających może być proporcjonalna do liczby płyt 311 tworzących zespół płyt 31. Ponadto, w omawianej przykładowej realizacji odległość między dwiema poziomymi przegrodami 2 rozdzielającymi D1 jest większa od maksymalnej odległości D2 górnej poziomej przegrody 2 od ścianki kanału 11 króćca zasilającego 1, ale jednocześnie jest mniejsza od maksymalnej odległości D3 dolnej poziomej przegrody 2 od ścianki kanału 11 króćca zasilającego 1. W rezultacie przymocowane do króćca zasilającego 1 poziome przegrody 2 rozdzielające dzielą całkowity przekrój króćca zasilającego 1 na nierówne części, ograniczając przepływ czynnika kontaktowego 4 lub podnosząc prędkość czynnika kontaktowego 4.

Na fig. 6 i 7 przedstawiono odpowiednio rzut izometryczny oraz widok z przodu innej przykładowej realizacji omawianego wynalazku. Struktura wlotowego dystrybutora przepływu, przedstawionego na fig. 6 i 7, nie różni się zasadniczo od rozwiązania przedstawionego na fig. 4 i 5. Główną różnicą jest pozycja dwóch poziomych przegród 2 rozdzielających, które dla drugiej przykładowej realizacji, znajdują się w równych odstępach od siebie i od obrysu przekroju kanału 11 króćca zasilającego 1. Dwie poziome przegrody 2 rozdzielające dzielą przekrój prześwitu kanału 11 króćca zasilającego 1 na trzy części. Innymi słowy, odległość D1 między dwiema poziomymi przegrodami 2 rozdzielającymi jest równa maksymalnej odległości D2 górnej poziomej przegrody 2 od ścianki kanału 11 króćca zasilającego 1 oraz jednocześnie jest równa maksymalnej odległości D3 dolnej poziomej przegrody 2 od ścianki kanału 11 króćca zasilającego 1. W powyższym układzie poziome przegrody 2, w kanale 11 króćca zasilającego 1 usytuowane są tak, iż średnicę kanału 11 króćca zasilającego 1 dzielą na równe odcinki. Powyższy podział tworzy różniące się polem przekroju, wyloty czynnika kontaktowego. W rezultacie czynnik kontaktowy 4 wpływa do kolektora zasilającego 32 formując trzy stabilne strugi laminarne, dzięki czemu wzrost spadku ciśnienia przy przepływie czynnika kontaktowego 4 przez płytowy wymiennik ciepła 3 może zostać zredukowany. Niemniej istotą według wynalazku jest, iż omawiany wlotowy dystrybutor przepływu utworzony jest z co najmniej jednej poziomej przegrody 2 rozdzielającej, zainstalowanej w kanale 11 króćca zasilającego 1 na wysokości otworu wlotowego 321 kolektora zasilającego 32 płytowego wymiennika ciepła 3. Co najmniej jedna pozioma przegroda 2 rozdzielająca rozciąga się od kanału 11 króćca zasilającego 1 i jest wsunięta w kolektor zasilający 32, w którym umiejscowiona jest równolegle do jego osi. Liczba poziomych przegród 2 rozdzielających może różnić się w zależności od rozmiaru otworu wlotowego 321 do kolektora zasilającego 32, a długość poziomych przegród 2 rozdzielających może zostać uzależniona od ilość płyt 311 tworzących zespół płyt 31 wymiennika. Pozioma przegroda 2 ma długość w zakresie od jednej trzeciej do dwóch trzecich całkowitej długości zespołu płyt 31. W omawianej realizacji technicznej wynalazku długość poziomych przegród 2 rozdzielających wynosi odpowiednio jedną trzecią i dwie trzecie całkowitej długości zespołu płyt 31. Założono, że poziome przegrody 2 rozdzielające wykonane są z metalowych arkuszy blachy, jednakże w przypadku praktycznych zastosowań opisane rozwiązanie nie ogranicza istoty wynalazku. Poziome przegrody 2 mogą

przyjmować dowolną długość. Należy zauważyć, że różnorodne modyfikacje konstrukcji, zastąpienia lub ulepszenia, przedstawione na rysunkach oraz w opisie wynalazku znajdują się w zakresie i istocie niniejszego wynalazku.

Na fig. 8 i 9 przedstawiono wpływ omawianego wlotowego dystrybutora przepływu odpowiednio na spadek ciśnienia oraz współczynnik wnikania ciepła dla czynnika chłodniczego. Omawiana przykładowa realizacja wynalazku została zweryfikowana eksperymentalnie poprzez studium wpływu wlotowego dystrybutora przepływu (przedstawionego na fig. 1 i 2) na efektywność płytowego wymiennika ciepła 3. Wyniki zostały następnie porównane z eksperymentami przeprowadzonymi na płytowym wymienniku ciepła bez zainstalowanego wlotowego dystrybutora przepływu przedstawionego na fig. 10. Analiza porównawcza ilustruje zmianę rozkładu spadku ciśnienia (ΔP_r) oraz współczynnika wnikania ciepła ($W/m^2 \cdot K$) w funkcji liczby Reynoldsa przepływu czynnika chłodniczego.

Wyniki eksperymentalne przeprowadzonych badań, pokazują, że wzrost spadku ciśnienia w płytowym wymienniku ciepła z zainstalowanym wlotowym dystrybutorem przepływu był tylko nieznacznie większy w porównaniu do płytowego wymiennika ciepła bez zainstalowanego wlotowego dystrybutora wlotowego. Dla zakresu wyższych liczb Reynoldsa (od 560 do 860), stopień wymieszania fazy gazowej i ciekłej jest wysoki, stąd płytowy wymiennik ciepła z zainstalowanym wlotowym dystrybutorem przepływu charakteryzuje się zbliżonymi współczynnikami wnikania ciepła w porównaniu z płytowym wymiennikiem ciepła bez zainstalowanego wlotowego dystrybutora wlotowego. Jednakże dla niskich i średnich strumieni masowych (dla których liczba Reynoldsa znajdowała się w zakresie od 160 do 560) płytowy wymiennik ciepła z zainstalowanym wlotowym dystrybutorem przepływu charakteryzuje się znacznie wyższymi współczynnikami wnikania ciepła w porównaniu z płytowym wymiennikiem ciepła bez zainstalowanego wlotowego dystrybutora wlotowego. Ma to związek ze zwiększeniem stopnia równomierności zasilania kanałów przepływowych w świeży czynnik chłodniczy, stąd w przednich kanałach wymiennika znajduje się więcej fazy ciekłej, dzięki czemu wymiana ciepła podlega zintensyfikowaniu, zwiększając efektywność całego płytowego wymiennika ciepła.

Kluczową cechą niniejszego wynalazku jest montaż wlotowego dystrybutora przepływu w kanale 11 króćca zasilającego 1 płytowego wymiennika ciepła 3. Wlotowy dystrybutor przepływu zakłada montaż co najmniej jednej poziomej przegrody 2 rozdzielającej na wewnętrznej powierzchni pobocznicy kanału 11 króćca zasilającego 1. Gdy czynnik kontaktowy 4 wpływa przez króciec zasilający 1 do kolektora zasilającego 32 płytowego wymiennika ciepła 3, rozdzielająca czynnik kontaktowy 4 pozioma przegroda 2 rozdziela mieszaninę dwufazową ciecz-para na dwie części, kierując tym samym część zawartej w niej pary wzdłuż spodniej powierzchni poziomej przegrody 2, umożliwiając jej wpłynięcie do kanałów przepływowych 310 z dala od przestrzeni wlotowej/otworu wlotowego 321. W efekcie, dla średnich i małych strumieni masowych czynnika kontaktowego 4 stopień równomierności zasilania poszczególnych regionów płytowego wymiennika ciepła 3 zwiększa się, poprawiając tym samym efektywność zachodzącej w wymienniku wymiany ciepła.

Niniejszy wynalazek przedstawiony w tym dokumencie został opisany poprzez przykładowe jego realizacje. Wiele modyfikacji, zmian i ulepszeń może zostać poczynionych przez ekspertów, jednakże te zmiany nie zmienią głównej idei oraz zakresu ujawnionego wynalazku przedstawionego w powyższym zastrzeżeniu patentowym.

Zastrzeżenia patentowe

1. Płytowy wymiennik ciepła z wlotowym dystrybutorem przepływu, gdzie płytowy wymiennik ciepła utworzony jest z zespołu płyt zestawionych ze sobą z zachowaniem odstępów, w których, pomiędzy każdymi dwiema płytami, utworzone są kanały przepływowe, przy czym każda z płyt posiada zestaw wyciętych otworów, które wkomponowane w przynależny im kolektor zasilający czy kolektor wylotowy czynnika kontaktowego pełnią funkcję otworów wlotowych i otworów wylotowych kanałów przepływowych dla pierwszego oraz drugiego czynnika kontaktowanego w wymienniku ciepła, co pozwala każdemu czynnikowi wpływać i wypływać z międzypłytowych kanałów przepływowych, czemu towarzyszy wymiana ciepła, **znamienny tym**, że wlotowy dystrybutor przepływu zbudowany jest z zainstalowanego na wlocie kolektora zasilającego (32) króćca zasilającego (1), oraz co najmniej jednej poziomej przegrody (2), która końcem zamontowana jest w wewnętrznej powierzchni pobocznicy króćca zasilającego (1)

a w pozostałej swojej części, od króćca zasilającego (1), poprowadzona jest w kolektorze zasilającym (32) wzdłuż części jego długości w kierunku dalszych jego kanałów przepływowych (310) i która rozdziela wzdłuż swoich poziomych powierzchni wprowadzany do kolektora zasilającego (32) czynnik kontaktowy dwufazowy na dwa strumienie, z których dolny w kolektorze zasilającym (32) prowadzony jest wzdłuż jego długości w kierunku dalszych od otworu wlotowego (321) kolektora zasilającego (32) kanałów przepływowych (310).

2. Wymiennik ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dystrybutor ma co najmniej dwie, umiejscowione jedna nad drugą i oddalone od siebie na dowolną odległość, poziome przegrody (2), które zainstalowane w króćcu zasilającym (1) tworzą wiele, różniących się polem przekroju, wylotów czynnika kontaktowego, przy czym długości poziomych przegród (2) zwiększają się stopniowo w kolejności od góry do dołu.
3. Wymiennik ciepła według zastrz. 2, **znamienny tym**, że dystrybutor ma dwie, zainstalowane w króćcu zasilającym (1) w zadanej od siebie odległości, poziome przegrody (2), górną krótszą oraz dolną dłuższą, przy czym odległość pomiędzy poziomymi przegrodami (2) jest większa od maksymalnej odległości pomiędzy poziomą przegrodą (2) górną a pobocznicą kanału (11) króćca zasilającego (1) oraz jednocześnie jest mniejsza od maksymalnej odległości między poziomą przegrodą (2) dolną a pobocznicą kanału (11) króćca zasilającego (1).
4. Wymiennik ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dystrybutor ma co najmniej dwie poziome przegrody (2), które w kanale (11) króćca zasilającego (1) usytuowane są tak, iż średnicę kanału (11) króćca zasilającego (1) dzielą na równe odcinki i które zainstalowane w króćcu zasilającym (1) tworzą wiele, różniących się polem przekroju, wylotów czynnika kontaktowego, przy czym długości poziomych przegród (2) zwiększają się stopniowo w kolejności od góry do dołu.
5. Wymiennik ciepła według zastrz. 4, **znamienny tym**, że dystrybutor ma dwie, zainstalowane w króćcu zasilającym (1) w zadanej od siebie odległości, poziome przegrody (2), górną krótszą oraz dolną dłuższą, przy czym odległość pomiędzy poziomą przegrodą (2) dolną i poziomą przegrodą (2) górną jest równa maksymalnej odległości poziomej przegrody (2) górnej od pobocznicy kanału (11) króćca zasilającego (1) oraz jest jednocześnie równa maksymalnej odległości poziomej przegrody (2) dolnej od pobocznicy kanału (11) króćca zasilającego (1).
6. Wymiennik ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dystrybutor ma co najmniej jedną poziomą przegrodę (2) o długości w zakresie od jednej trzeciej do dwóch trzecich całkowitej długości zespołu płyt (31).
7. Wymiennik ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dystrybutor ma jedną poziomą przegrodę (2) o długości równej jednej trzeciej całkowitej długości zespołu płyt (31).
8. Wymiennik ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dystrybutor ma jedną poziomą przegrodę (2) o długości równej dwóm trzecim całkowitej długości zespołu płyt (31).
9. Wymiennik ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pozioma przegroda (2) wykonana jest z metalu.
10. Wymiennik ciepła według zastrz. 9, **znamienny tym**, że pozioma przegroda (2) wytworzona jest ze stali nierdzewnej lub żelaza, lub stopu żelazo-pallad, lub niklu, lub stopów na bazie niklu.

Rysunki

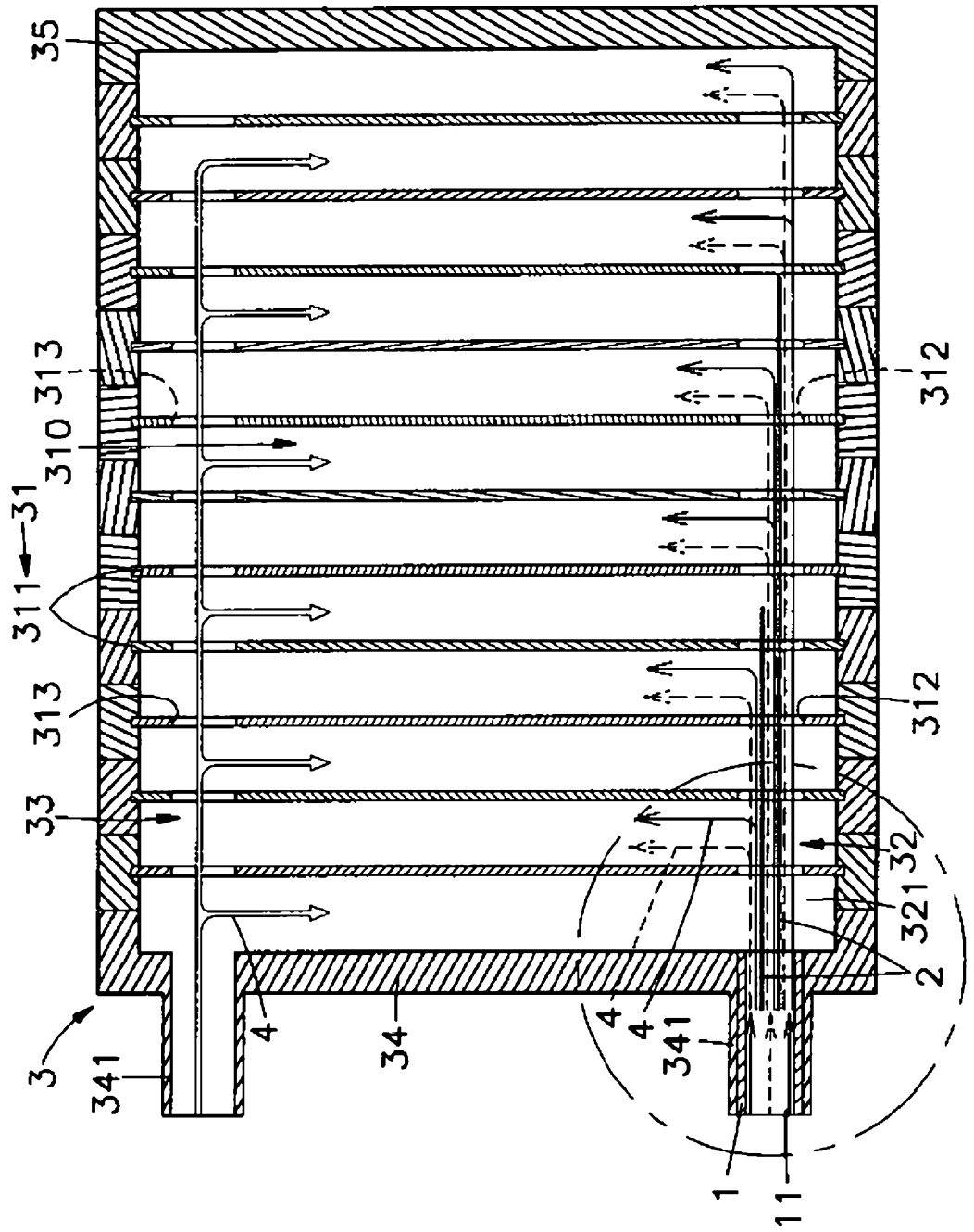

FIG. 1

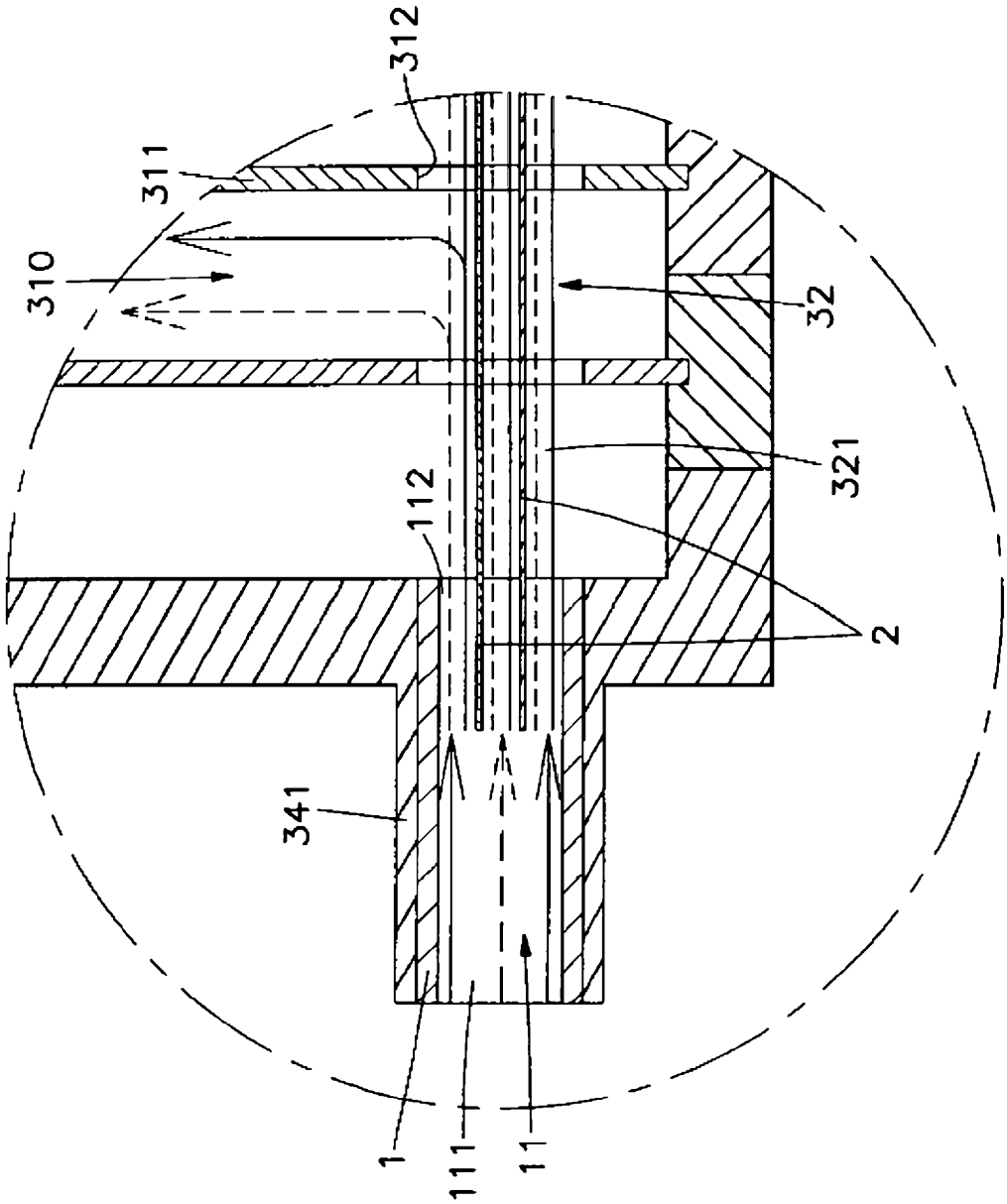

FIG.2

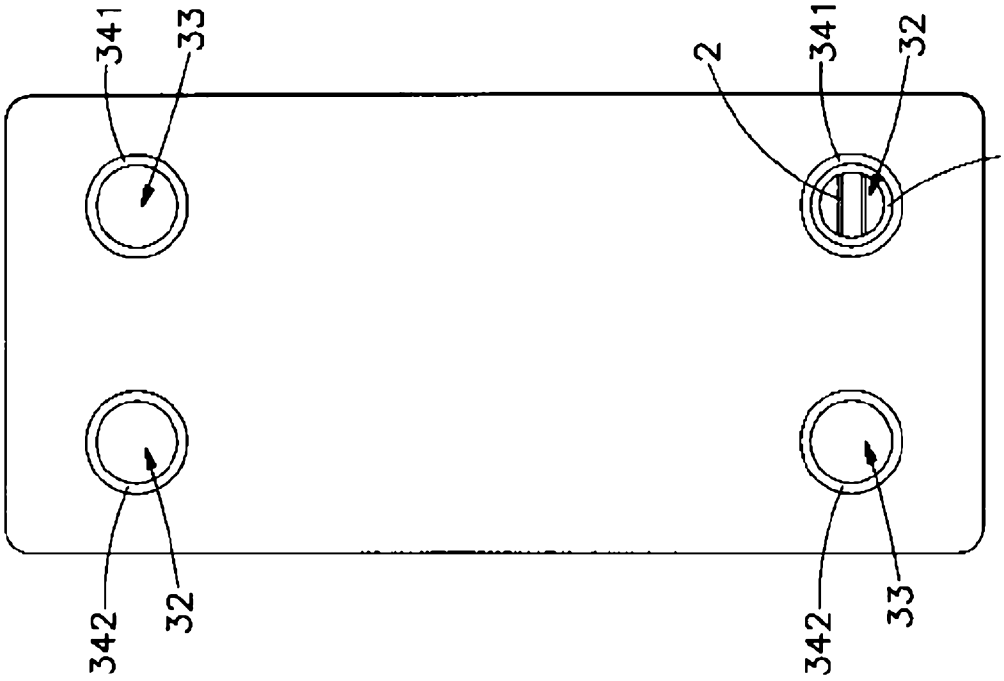

FIG.3

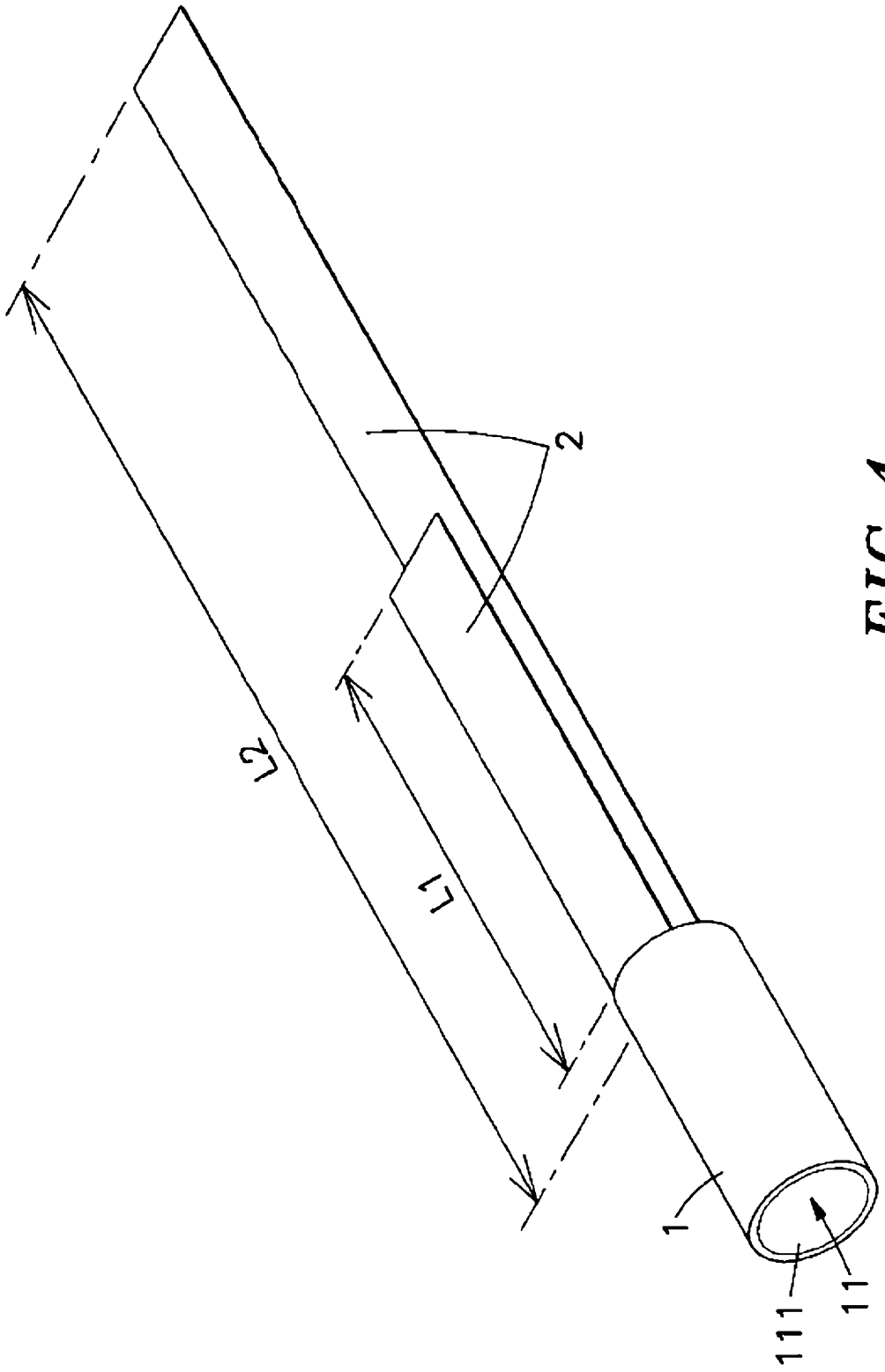

FIG. 4

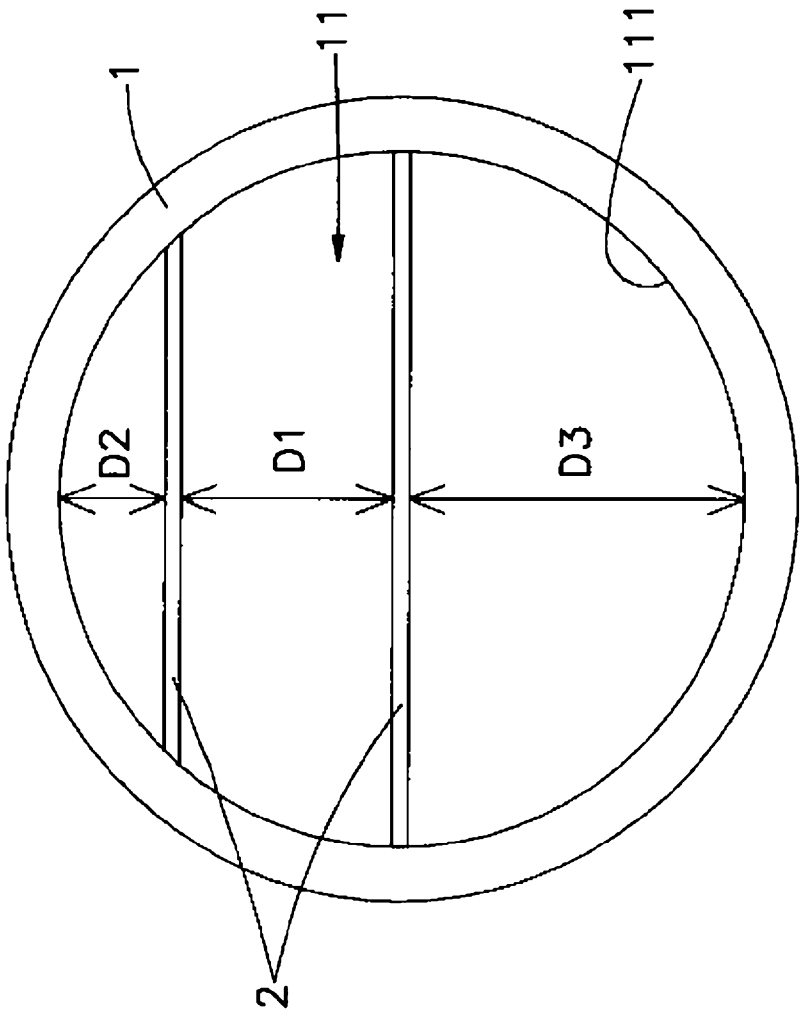

FIG.5

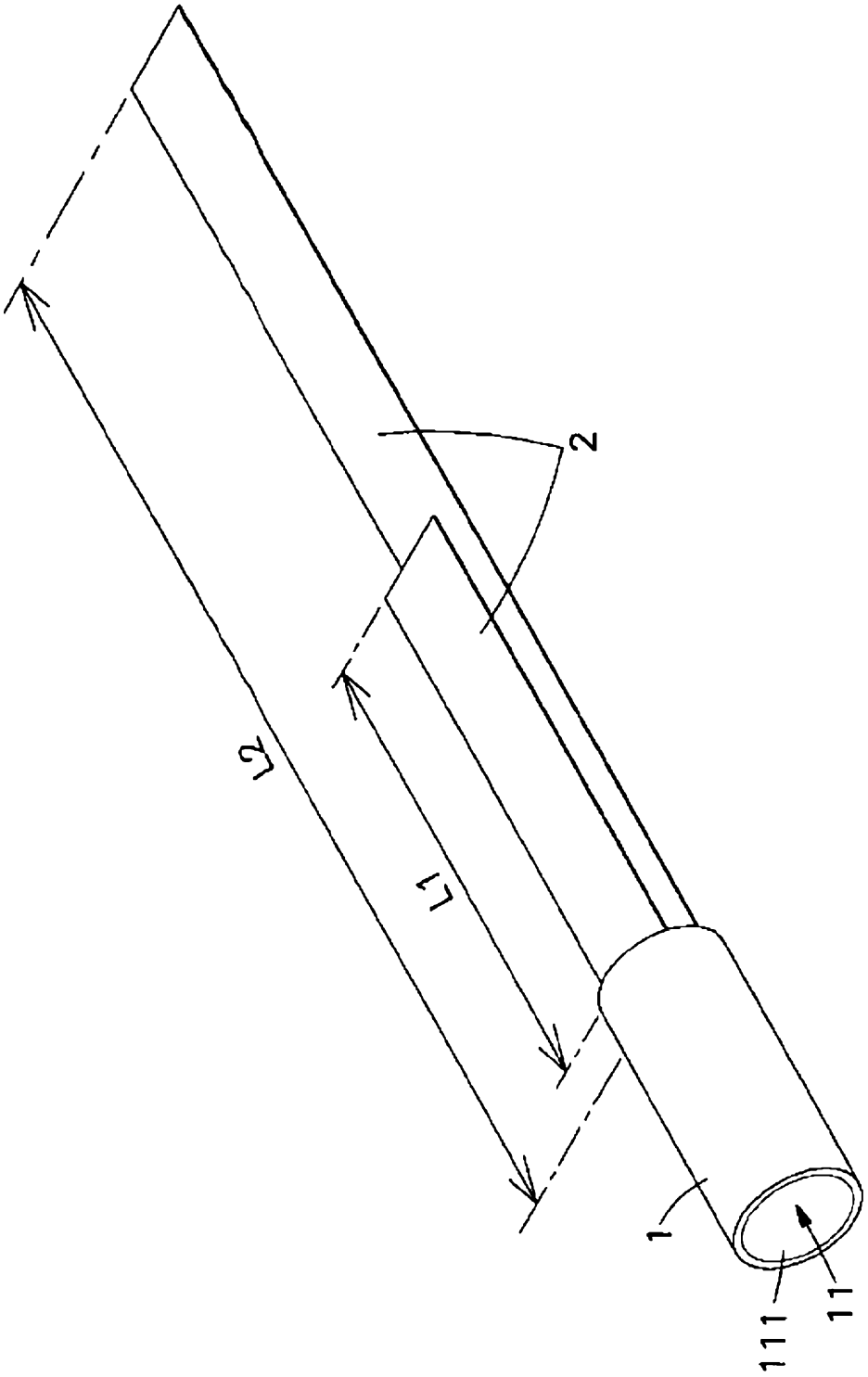

FIG.6

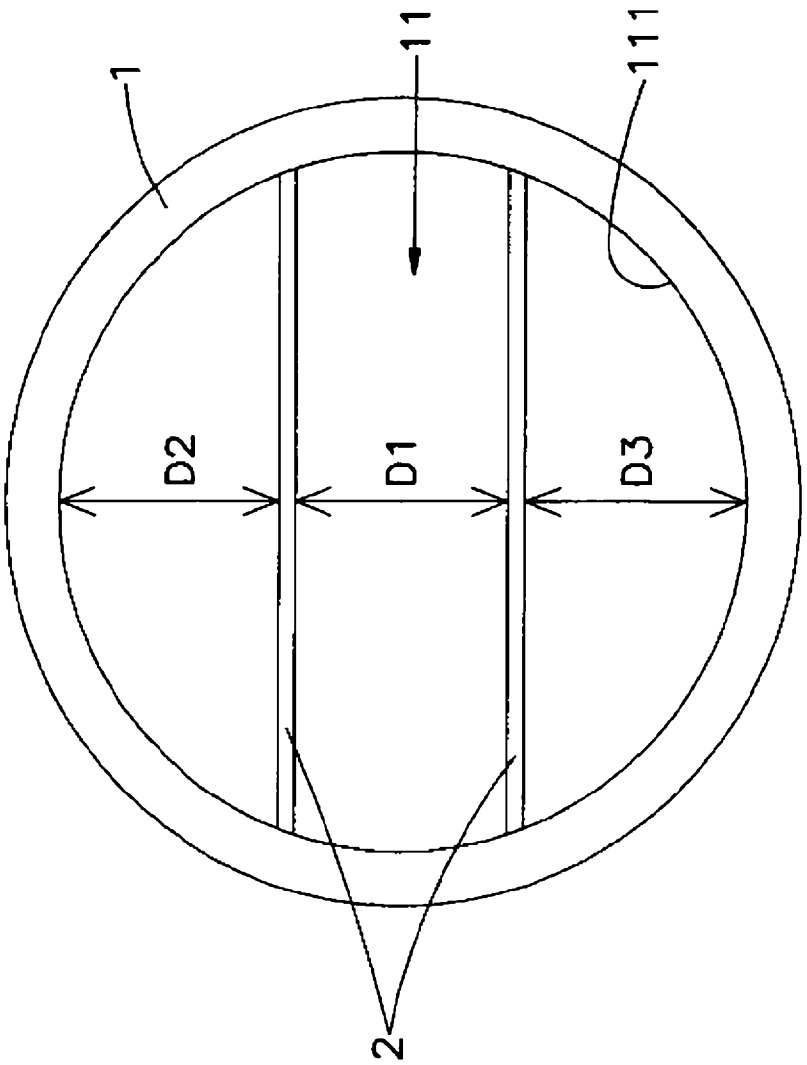

FIG.7

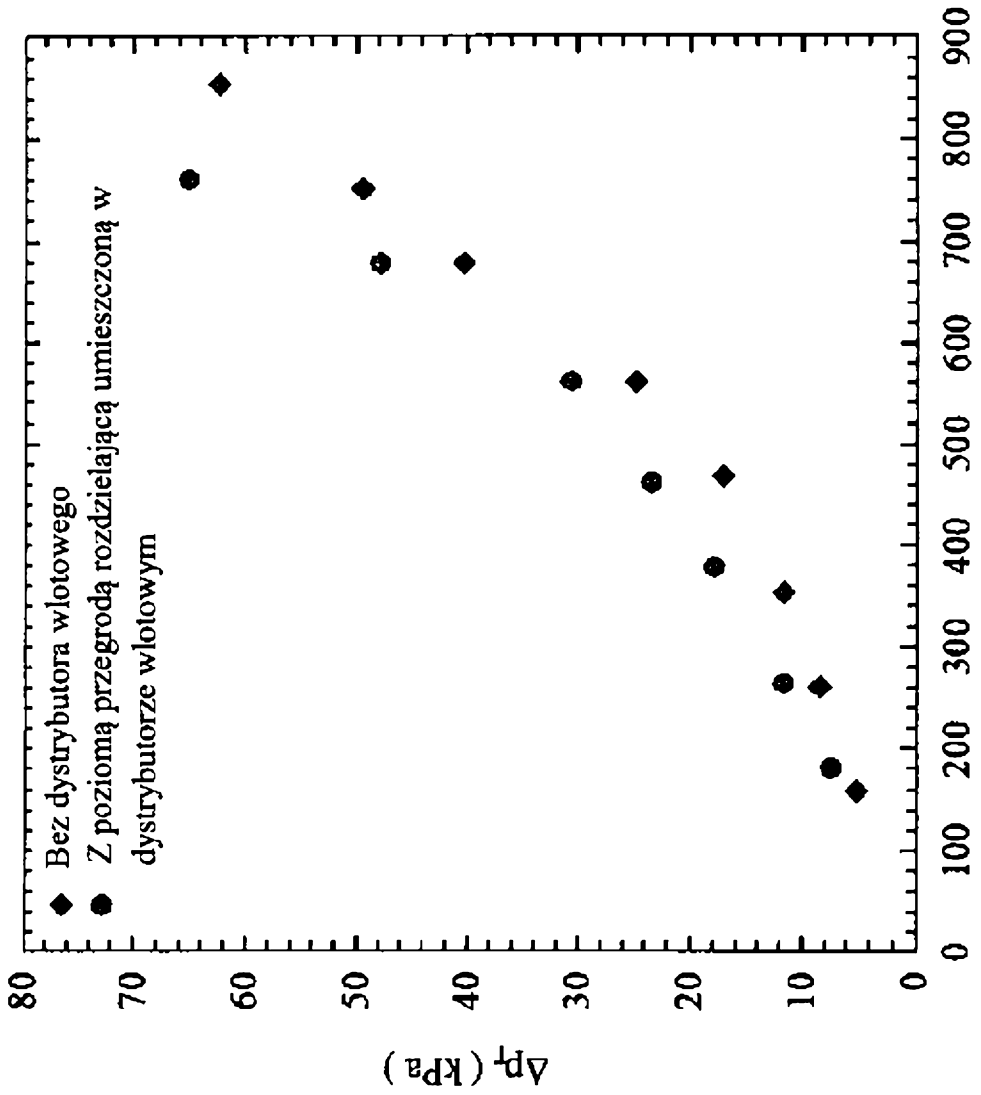
Bez dystrybutora wlotowego
Z poziomą przegrodą rozdzielającą umieszczoną w dystrybutorze wlotowym
Δp (kPa)
Re_r
0
10
20
30
40
50
60
70
80
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900

FIG.8

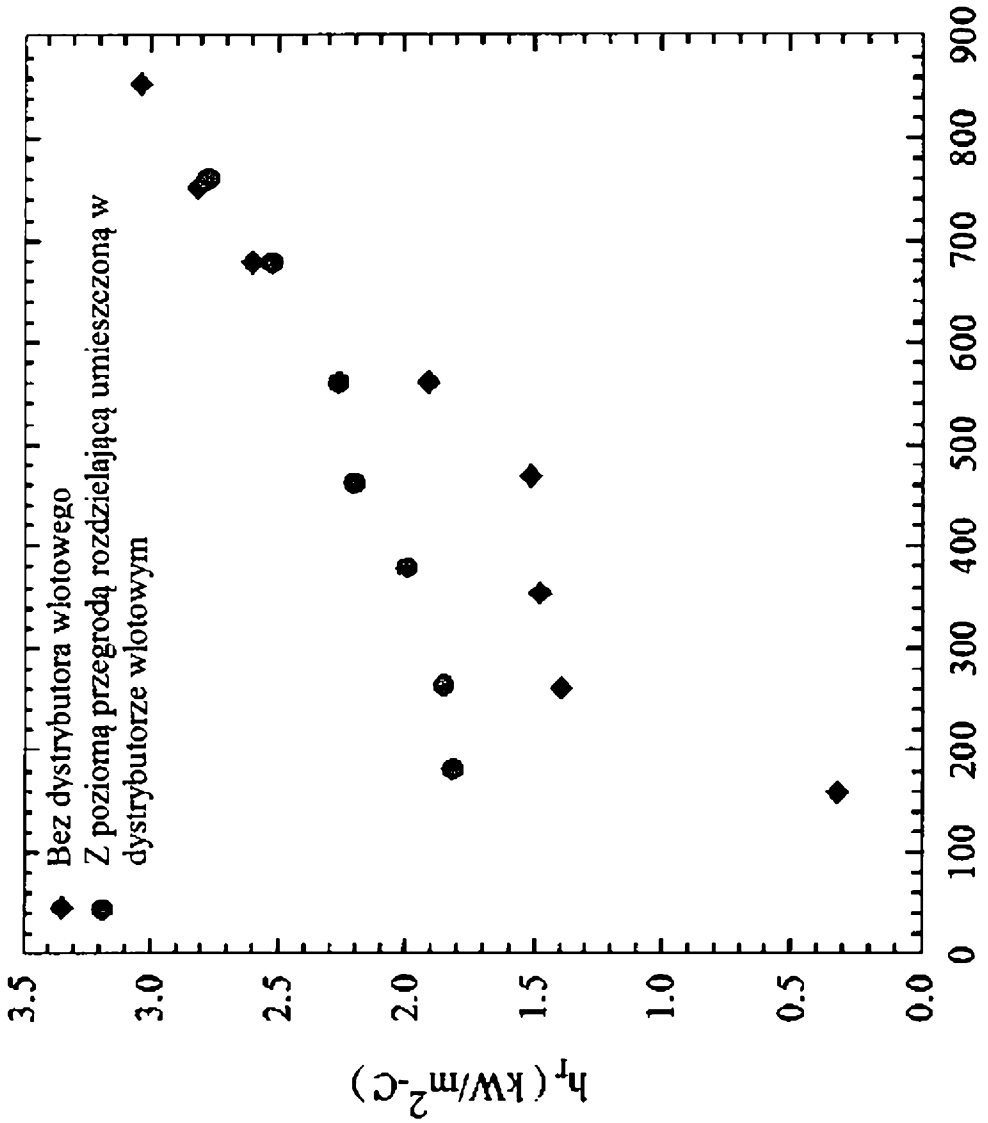
Bez dystrybutora wlotowego
Z poziomą przegrodą rozdzielającą umieszczoną w dystrybutorze wlotowym
h_r (kW/m^2-C)
Re_r
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900

FIG. 9

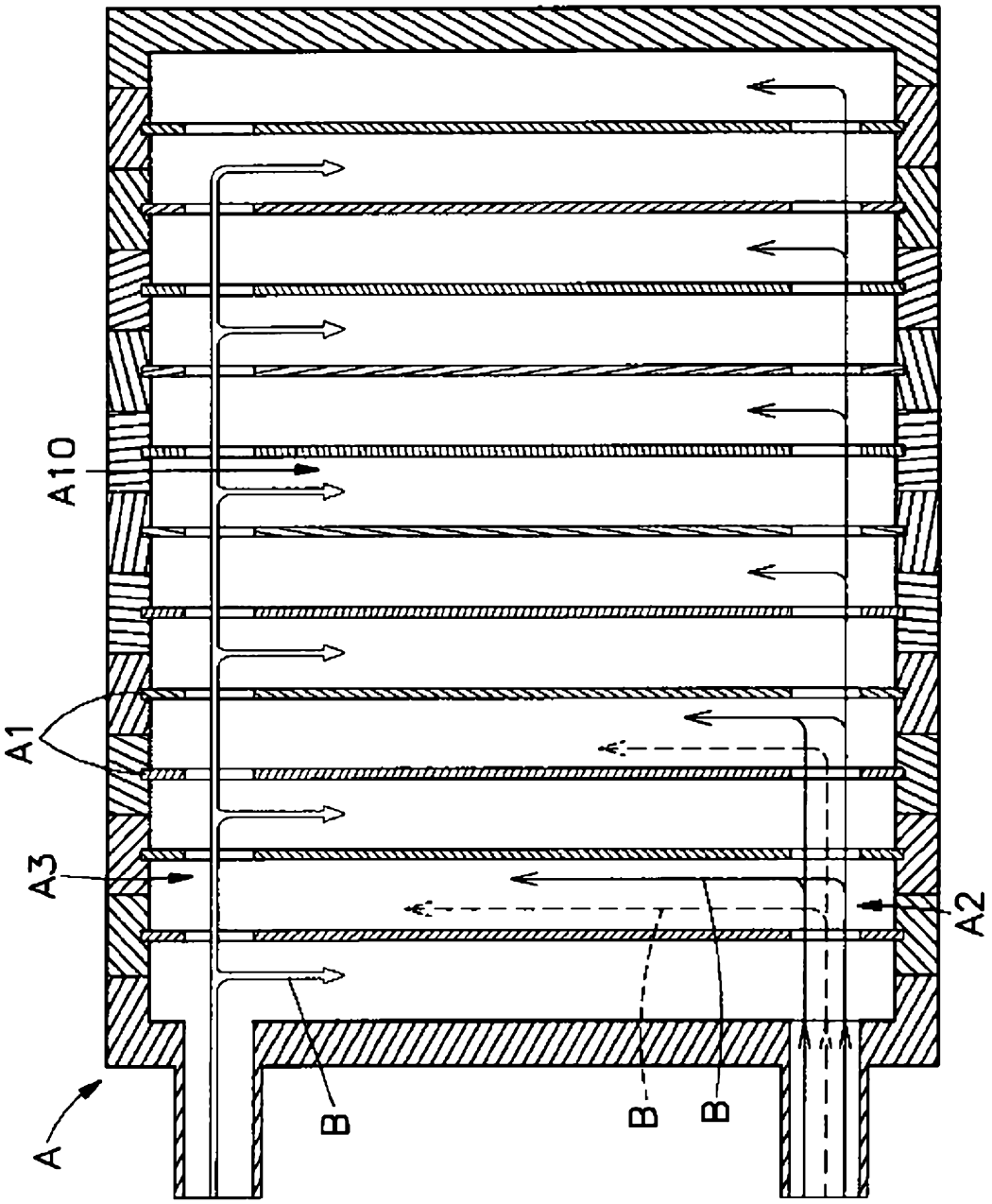

FIG. 10