



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월31일
(11) 등록번호 10-2072087
(24) 등록일자 2020년01월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25B 39/04 (2006.01) F25B 41/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F25B 39/04 (2013.01)
F25B 41/003 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0162632
(22) 출원일자 2015년11월19일
심사청구일자 2017년05월25일
(65) 공개번호 10-2017-0058701
(43) 공개일자 2017년05월29일
(56) 선행기술조사문헌
JP08189728 A*
JP09176298 A*
JP2001131116 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 엘지화학
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
신대영
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원
주은정
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원
신준호
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원
(74) 대리인
특허법인태평양

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 윤승의

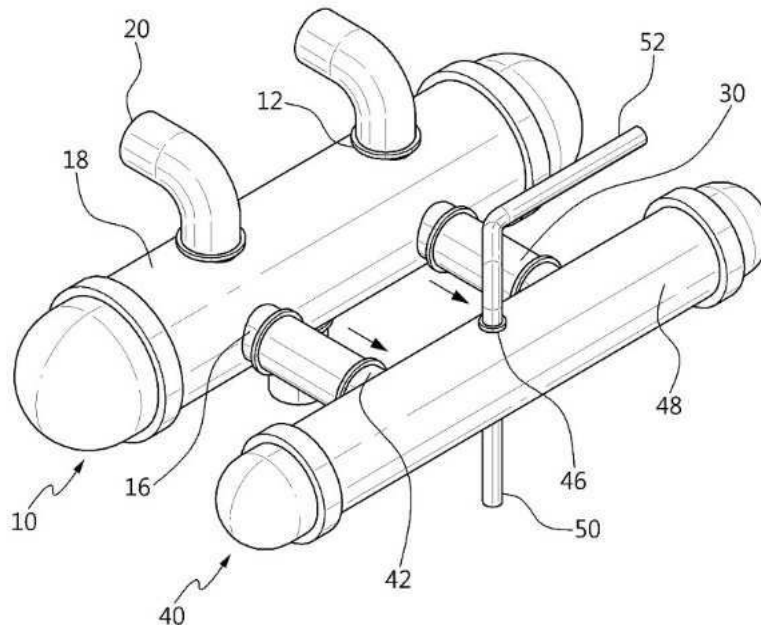
(54) 발명의 명칭 고진공 직렬 응축기

(57) 요약

응축기 간의 배관을 곧게 하고, 또한, 응축기 내부에 위치하는 배플을 특정 각도로 설치함으로써, 응축기 내부에서 발생하는 유체의 압력 강하 현상을 최소화 할 수 있는 고진공 직렬 응축기가 개시된다. 상기 고진공 직렬 응축기는, 응축시키기 위한 기체상의 유체가 공급되는 하나 이상의 증기 주입구, 응축액이 외부로 배출되는 응축액

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



배출구 및 상기 기체상의 유체를 배출하는 하나 이상의 증기 배출구가 형성되어 있는 셸(shell), 상기 증기 주입구에 결합되는 증기 주입 배관 및 상기 응축액 배출구에 결합되는 응축액 배출 배관을 포함하는 제1 응축기; 응축을 위하여 상기 제1 응축기의 증기 배출구로부터 배출되는 기체상의 유체가 주입되는 증기 주입구, 응축액이 외부로 배출되는 응축액 배출구 및 상기 기체상의 유체를 외부로 배출하는 증기 배출구가 형성되어 있는 셸, 상기 응축액 배출구에 결합되는 응축액 배출 배관 및 상기 증기 배출구에 결합되는 증기 배출 배관을 포함하는 제2 응축기; 및 상기 제1 응축기의 증기 배출구로부터 배출되는 기체상의 유체를, 상기 제2 응축기로 이송 및 공급하기 위한 증기 이송 배관을 포함하며, 상기 제1 응축기의 증기 배출구와 상기 제2 응축기의 증기 주입구는 서로 대향되게 위치하고, 냉매가 이송되는 튜브 및 특정 패턴으로 유체를 유동하도록 하는 배플(baffle)이 상기 제1 및 제2 응축기의 내부에 각각 구비되어 있는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

F25B 2313/0254 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

응축시키기 위한 기체상의 유체가 공급되는 하나 이상의 증기 주입구, 응축액이 외부로 배출되는 응축액 배출구 및 상기 기체상의 유체를 배출하는 하나 이상의 증기 배출구가 형성되어 있는 셸(shell), 상기 증기 주입구에 결합되는 증기 주입 배관 및 상기 응축액 배출구에 결합되는 응축액 배출 배관을 포함하는 제1 응축기;

응축을 위하여 상기 제1 응축기의 증기 배출구로부터 배출되는 기체상의 유체가 주입되는 증기 주입구, 응축액이 외부로 배출되는 응축액 배출구 및 상기 기체상의 유체를 외부로 배출하는 증기 배출구가 형성되어 있는 셸, 상기 응축액 배출구에 결합되는 응축액 배출 배관 및 상기 증기 배출구에 결합되는 증기 배출 배관을 포함하는 제2 응축기; 및

상기 제1 응축기의 증기 배출구로부터 배출되는 기체상의 유체를, 상기 제2 응축기로 이송 및 공급하기 위한 증기 이송 배관;을 포함하는 고진공 직렬 응축기로서,

상기 제1 응축기의 증기 배출구와 상기 제2 응축기의 증기 주입구는 서로 대향되게 위치하고, 냉매가 이송되는 튜브 및 특정 패턴으로 유체를 유동하도록 하는 배플(baffle)이 상기 제1 및 제2 응축기의 내부에 각각 구비되어 있으며,

상기 제1 응축기에 위치하는 증기 주입구와 증기 배출구 및 제2 응축기에 위치하는 증기 주입구와 증기 배출구는 각각 직각으로 배치되고,

상기 제1 응축기의 증기 배출구와 상기 제2 응축기의 증기 주입구의 사이에 위치하는 증기 이송 배관은 직관(直管)이며,

상기 고진공 직렬 응축기의 유체의 압력은 3 내지 30 토르(torr)인 것을 특징으로 하는 고진공 직렬 응축기.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 배플은, 상기 제1 및 제2 응축기의 증기 주입구를 통해 공급되는 유체를 차단하여, 유체가 증기 배출구의 반대 방향으로 흐르도록 45 도 회전시킨 형태로 설치되는 것을 특징으로 하는, 고진공 직렬 응축기.

청구항 4

삭제

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 제1 응축기에 위치하는 증기 주입구는, 응축기의 길이 1 내지 2 미터당 1개씩 형성되는 것을 특징으로 하는, 고진공 직렬 응축기.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 제1 응축기에 위치하는 증기 배출구는, 응축기의 길이 1 내지 2 미터당 1개씩 형성되는 것을 특징으로 하는, 고진공 직렬 응축기.

청구항 7

삭제

청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 고진공 직렬 응축기는 TEMA(관형 열 교환기 제작자 협회) 표준에 따른 셸 타입(Shell type) 중 'X' 셸 타입의 응축기인 것을 특징으로 하는, 고진공 직렬 응축기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고진공 직렬 응축기에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 응축기 간의 배관을 곧게 하고, 또한, 응축기 내부에 위치하는 배플을 특정 각도로 설치함으로써, 응축기 내부에서 발생하는 유체의 압력 강하 현상을 최소화 할 수 있는 고진공 직렬 응축기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 응축기(열 교환기)는 방식에 따라, 공랭식 응축기, 수랭식 응축기, 증발식 응축기 및 셸 앤드 튜브(Shell and tube)식 응축기 등으로 다양하게 분류가 가능하며, 이 중 셸 앤드 튜브식 응축기는 제작 및 운전이 용이하여, 여러 상업 공정에서 일반적으로 사용된다. 이와 같은 셸 앤드 튜브식 응축기는 또 다시 셸 타입(shell type)에 따라 여러 종류로 분류될 수 있는 것으로서(TEMA(Tubular exchanger manufacturers association, 관형 열 교환기 제작자 협회) 표준 타입 제공), 그 중 E 타입이 가장 많이 사용되며, 압력 강하 현상이 심할 경우에는 J 또는 X 타입이 사용된다.

[0003] 도 1은 통상적인 X 타입 직렬 응축기에 있어서, 응축 과정이 진행되는 모습을 보여주는 도면이다. 한편, 이와 같이 사용되는 셸 앤드 튜브식 응축기에 있어서, 열 교환 면적이 부족하거나, 2 가지 이상의 냉매(cooling water, chilled water)를 사용할 경우에는, 도 1에 도시된 바와 같이, 대개 2 기 이상의 응축기를 직렬로 연결하여 사용한다. 하지만, 도 1에서 볼 수 있듯이, 제1 응축기(2)에서 제2 응축기(4)로 증기(vapor)가 이송되는 경로는 여러 차례 꺾여 있으며(즉, 네 번의 elbow, 도 1의 붉은 색 점선 원), 이는, 압력 강하 발생 요인으로 작용하게 된다. 따라서, 고진공 응축기를 직렬로 설치 시 가장 중요시 여겨야 할 사항은, 응축기에 공급되는 유체의 압력 강하 현상을 최소화 하는 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 실용신안공개 20-1998-0028552호
 (특허문헌 0002) 대한민국 특허등록 10-1256733호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 앞서 살펴본 바와 같이, 통상의 응축기를 2기 이상 직렬로 연결할 경우, 압력 강하 현상이 발생하는데, 이를 해결하기 위한 방안으로서, 응축기의 셸 사이드(shell side)에서 유체를 응축시키고, 또한, 셸 타입은 X 타입을 사용하는 방법이 있지만, 이 경우에도 최소 수 토르(torr) 이상의 압력 강하가 발생하는 등, 약 3 내지 30 토르의 고진공 응축기를 설계하는 것이 용이하지 않다.

[0006] 따라서, 본 발명의 목적은, 응축기 간의 배관을 곧게 하고, 또한, 응축기 내부에 위치하는 배플을 특정 각도로 설치함으로써, 응축기 내부에서 발생하는 유체의 압력 강하 현상을 최소화 할 수 있는, 고진공 직렬 응축기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, 응축시키기 위한 기체상의 유체가 공급되는 하나 이상의 증기 주입구, 응축액이 외부로 배출되는 응축액 배출구 및 상기 기체상의 유체를 배출하는 하나 이상의 증기 배출구가 형성되어 있는 셸(shell), 상기 증기 주입구에 결합되는 증기 주입 배관 및 상기 응축액 배출구에 결합되는 응축액 배출 배관을 포함하는 제1 응축기; 응축을 위하여 상기 제1 응축기의 증기 배출구로부터 배출되는 기체상의 유체가 주입되는 증기 주입구, 응축액이 외부로 배출되는 응축액 배출구 및 상기 기체상의 유체를 외부로

배출하는 증기 배출구가 형성되어 있는 셸, 상기 응축액 배출구에 결합되는 응축액 배출 배관 및 상기 증기 배출구에 결합되는 증기 배출 배관을 포함하는 제2 응축기; 및 상기 제1 응축기의 증기 배출구로부터 배출되는 기체상의 유체를, 상기 제2 응축기로 이송 및 공급하기 위한 증기 이송 배관;을 포함하며, 상기 제1 응축기의 증기 배출구와 상기 제2 응축기의 증기 주입구는 서로 대향되게 위치하고, 냉매가 이송되는 튜브 및 특정 패턴으로 유체를 유동하도록 하는 배플(baffle)이 상기 제1 및 제2 응축기의 내부에 각각 구비되어 있는 것을 특징으로 하는 고진공 직렬 응축기를 제공한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따른 고진공 직렬 응축기에 의하면, 응축기 간의 배관을 굳게 하고, 길이를 최소화 하며, 또한, 응축기 내부에 위치하는 배플을 특정 각도로 설치함으로써, 응축기 내부에서 발생하는 유체의 압력 강하 현상을 최소화 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 통상적인 X 타입 직렬 응축기의 개략도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 고진공 직렬 응축기의 사시도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고진공 직렬 응축기의 배면 사시도이다.
 도 4는 본 발명에 따른 고진공 직렬 응축기의 내부에 위치하는 배플(baffle)의 설치 형태를 보여주기 위한 응축기의 측단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0011] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 고진공 직렬 응축기의 사시도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고진공 직렬 응축기의 배면 사시도이다. 도 2 및 3을 참조하여, 본 발명에 따른 고진공 직렬 응축기를 설명하면, 본 발명에 따른 고진공 직렬 응축기는, 응축시키기 위한 기체상의 유체가 공급되는 하나 이상의 증기 주입구(12), 응축액(condensed liquid)이 외부로 배출되는 응축액 배출구(14) 및 상기 기체상의 유체를 배출하는 하나 이상의 증기 배출구(16)가 형성되어 있는 셸(shell, 18), 상기 증기 주입구(12)에 결합되는 증기 주입 배관(20) 및 상기 응축액 배출구(14)에 결합되는 응축액 배출 배관(22)을 포함하는 제1 응축기(10), 응축을 위하여 상기 제1 응축기(10)의 증기 배출구(16)로부터 배출되는 기체상의 유체가 주입되는 증기 주입구(42), 응축액이 외부로 배출되는 응축액 배출구(44) 및 상기 기체상의 유체를 외부로 배출하는 증기 배출구(46)가 형성되어 있는 셸(48), 상기 응축액 배출구(44)에 결합되는 응축액 배출 배관(50) 및 상기 증기 배출구(46)에 결합되는 증기 배출 배관(52)을 포함하는 제2 응축기(40) 및 상기 제1 응축기(10)의 증기 배출구(16)로부터 배출되는 기체상의 유체를, 상기 제2 응축기(40)로 이송 및 공급하기 위한 증기 이송 배관(30)을 포함하며,

[0012] 상기 제1 응축기(10)의 증기 배출구(16)와 상기 제2 응축기(40)의 증기 주입구(42)는 서로 대향(對向)되게 위치하고, 냉매(cooling water, chilled water)가 이송되는 튜브(도시되지 않음) 및 특정 패턴으로 유체를 유동하도록 하는 배플(baffle, 도시되지 않음)이 상기 제1 및 제2 응축기(10, 40)의 내부에 각각 구비되어 있다.

[0013] 본 발명에 따른 고진공 직렬 응축기는, 유체의 압력 강하가 거의 없는 약 3 내지 30 토르(torr)의 응축기로서, TEMA(Tubular exchanger manufacturers association, 관형 열 교환기 제작자 협회) 표준에 따른 셸 타입(Shell type) 중 'E', 'I', 'J', 'X' 등 여러 셸 타입의 응축기를 사용할 수 있으나, 압력 강하 현상을 최소화 할 수 있는 'X' 셸 타입의 응축기를 사용하는 것이 바람직하다. 한편, 본 발명의 목적인, 응축기 간 배관 내 유체의 압력 강하 현상을 최소화 하는데 필요한 구성 요소를 제외한 나머지, 즉, 통상적인 직렬 응축기의 구성 요소 및 구동 체계 등에 대한 설명은 간략히 하거나 생략하도록 한다. 예를 들어, 본 발명에 따른 고진공 직렬 응축기에는, 냉각수가 공급 및 배출될 수 있도록, 상기 제1 응축기(10) 및 제2 응축기(40)의 헤드(Head)와 리어(Rear)에 냉각수 주입구(도시되지 않음) 및 냉각수 배출구(도시되지 않음)가 각각 형성되고, 여기에 냉각수 주입 배관(도시되지 않음) 및 냉각수 배출 배관(도시되지 않음)이 각각 결합될 수 있는 것으로서, 본 명세서 상에 언급되어 있지 않더라도, 통상의 응축기가 기본적으로 포함해야 하는 구성 요소는, 본 발명에 따른 고진공 직렬 응축기에도 포함되어 있음은 자명하다.

[0014] 본 발명에 따른 고진공 직렬 응축기의 특징은, 상기 제1 응축기(10)에 위치하는 증기 주입구(12)와 증기 배출구

(vapor outlet, 16)를 직각(90 도(°))으로 배치시키고, 또한, 상기 제2 응축기(40)에 위치하는 증기 주입구(vapor inlet, 42)와 증기 배출구(46)를 직각으로 배치시킴으로써(다시 말해, 상기 제1 응축기(10) 및 제2 응축기(40)가 마주보는 각각의 측면에, 증기 배출구(16)와 증기 주입구(42)를 각각 형성함으로써), 상기 제1 응축기(10)와 제2 응축기(40)를 연결하는 배관(본 발명의 증기 이송 배관(30))이 꺾임 없는 직관(直管)으로 형성되며, 이로 인해, 기존의 두 직렬 응축기 간 배관 내에서 발생하던 압력 강하 현상을 방지 또는 최소화 할 수 있다. 뿐만 아니라, 상기와 같이 제1 응축기(10) 및 제2 응축기(40)를 연결하는 배관을 직관으로 함으로써, 도 2 및 3에 도시된 바와 같이, 2 개의 응축기(10, 40)를 평행하게 배열할 수 있어, 응축기가 설치되는 공장 부지를 보다 효율적으로 활용할 수 있다.

[0015] 즉, 본 발명에 따른 고진공 직렬 응축기에 의해, 기존 직렬 응축기의 문제점, 다시 말해, 응축기(열 교환기)를 직렬로 연결할 경우, 응축기 간에 연결되는 배관의 길이에 비례하여 발생하는 압력 강하 현상이 배관 내에서 나타나며, 특히, 응축기 간에 연결되는 배관이 직각(90 도)으로 꺾일 때마다 큰 압력 강하 현상이 발생하는 점을 방지 또는 최소화 할 수 있다. 압력이 낮아지면 기화가 더욱 잘 되기 때문에 결과적으로는 응축이 어려워지고, 이 경우, 응축되지 않고 배출되는 기체에 의해 환경오염 문제가 발생할 뿐만 아니라, 운전 및 원료 낭비에 따른 비용이 증가하는 문제점이 있기 때문에, 약 3 내지 30 토르(torr) 정도의 운전 압력 범위(또는, 유체 압력 범위)를 가지는 응축 공정에 대해 본 발명에 따른 고진공 직렬 응축기를 사용하게 되면, 유체의 압력 강하를 최소화 함으로써, 상기와 같은 문제점들을 해결할 수 있다.

[0016] 상기 제1 응축기(10)에 위치하는 증기 주입구(12)의 개수는, 응축기의 길이에 따라 달라질 수 있으나, 증기 주입구(12)는 응축기의 길이 약 1 내지 2 미터(m)당 1개씩 형성되는 것이 바람직하다. 상기 제1 응축기(10)에 위치하는 증기 배출구(16)의 개수 또한, 상기 제1 응축기(10)의 증기 주입구(12)와 마찬가지로, 응축기의 길이에 따라 달라질 수 있고, 증기 배출구(16)는 응축기의 길이 약 1 내지 2 미터당 1개씩 형성되는 것이 바람직하다. 이와 같이, 상기 증기 주입구(12)와 증기 배출구(16)가 응축기의 길이 약 1 내지 2 미터당 1개씩 형성되어야 하는 이유는, 상기 증기 주입구(12)와 증기 배출구(16)의 개수가 적을 경우, 압력 강하가 증가할 수 있기 때문이다. 또한, 상기 증기 주입구(12)의 개수가 적을 경우에는, 셸(18) 내에서 증기(vapor)의 분배(또는, 분산)가 원활하지 않거나 채널링(channeling) 현상이 발생하여 응축 효과가 저하될 수 있다. 셸 내 증기의 분산을 원활하게 하기 위하여, 셸의 내부에 분산기(distributor)를 설치하기도 하지만, 이 또한 압력 강하 현상의 발생 요인이 되기 때문에, 고진공 응축기에서는 사용할 수가 없다. 반면, 상기 증기 주입구(12)의 개수가 많아질 경우에는, 압력 강하 현상이 줄어들고, 또한, 셸 내 증기의 분산이 원활해지는 장점이 있지만, 그만큼 제작 비용(주입구 형성 및 그에 연결되는 배관(파이프)의 비용)이 증가하기 때문에, 본 발명과 같은 적정 수준의 증기 주입구 및 배출구 개수로 설정하는 것이 바람직한 것이다.

[0017] 그밖에, 상기 증기 이송 배관(30)의 양 단은, 상기 제1 응축기(10)의 증기 배출구(16) 및 상기 제2 응축기(40)의 증기 주입구(42)와 각각 결합되어야 하기 때문에, 상기 제2 응축기(40)에 형성되어 있는 증기 주입구(42)의 개수는, 상기 제1 응축기(10)에 형성되어 있는 증기 배출구(16)의 개수와 동일해야 한다. 한편, 도 2에 있어서, 상기 증기 이송 배관(30)의 측면에 도시된 화살표는, 증기(vapor)가 제1 응축기(10)에서 제2 응축기(40)로 진행되는 방향을 의미한다.

[0018] 본 발명에 따른 고진공 직렬 응축기의 또 다른 특징은, 증기 주입구(12, 42)를 통해 응축기(10, 40)의 내부로 각각 공급된 기체상의 유체가, 응축 과정을 거치지 않고 곧바로 증기 배출구(16, 46)로 빠져 나가, 응축 효율이 저하되는 것을 방지하기 위해, 응축기의 내부에서 특정 패턴으로 유체를 유동하도록 하는 배플(baffle)을, 상기 제1 응축기(10)의 증기 주입구(12)와 증기 배출구(16)의 사이, 그리고, 상기 제2 응축기(40)의 증기 주입구(42)와 증기 배출구(46)의 사이 각각에, 45 도(°) 방향으로 설치하는 것이다. 도 4는 본 발명에 따른 고진공 직렬 응축기의 내부에 위치하는 배플(baffle)의 설치 형태를 보여주기 위한 응축기의 측면도로서, 빗살무늬 화살표는 기체상의 유체(vapor)가 유동하는 경로(Vapor flow)를 나타내는 것이고, 나머지 하부에 위치하는 화살표는 응축액이 응축기의 외부로 배출되는 모습(Liquid flow)을 나타내는 것이다. 즉, 기존의 'X' 셸 타입 응축기에는 배플이 설치되어 있지 않아, 응축기 상부의 증기 주입구로부터 유입된 증기가, 응축기 셸의 하부로 이동하면서 응축이 이루어지고, 미응축된 증기는 응축기의 하부에 형성되어 있는 배출구를 통해, 응축액과 함께 배출되는 형태인데 반해, 본 발명에서는, 도 4에 도시된 바와 같이, 냉각수 튜브(또는 냉매 튜브, 60)의 사이에 45 도 회전시킨 형태로 배플(70)을 설치함으로써, 상기 제1 응축기(10) 및 제2 응축기(40)의 증기 주입구(12, 42)를 통해 공급되는 유체가 상기 배플(70)에 차단되어, 증기 배출구(16, 46)의 반대 방향으로 흐르게 됨으로써, 가능한 한 최대치의 유체가 응축 과정을 거치게 돼, 유체가 응축되지 않고 곧바로 증기 이송 배관(30)으로 배출되는 현상을 감소시킬 수 있고, 이로 인해, 상기 제1 응축기(10) 및 제2 응축기(40)에서의 응축 효율을 극대화

할 수 있는 것이다.

[0019] 이하 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시하나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 범주 및 기술사상 범위 내에서 다양한 변경 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변경 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속하는 것도 당연한 것이다.

[0020] [실시예 1] 고진공 직렬 응축기

[0021] 'X' 셀 타입으로서, 도 2 및 3에 도시된 바와 같이, 제1 응축기의 증기 배출구는 측면에 형성되어 있어, 제2 응축기의 측면에 형성되어 있는 증기 주입구와 1.5 미터(m) 길이의 직선 형태(직관)로 이루어진 증기 이송 배관으로 연결하였고, 제1 및 제2 응축기의 응축액 배출구는 각각 응축기의 하부에 형성되어 있는 응축기를 사용하였다. 제1 응축기에는 원료인 스타이렌을 150 °C의 온도 및 10 torr의 압력 하에서 3 ton/hr의 유량으로 공급하였으며, 제1 응축기에서 배출되는 증기는 40 °C의 온도 및 9.93 torr의 압력 하에서 3 ton/hr의 유량으로 제2 응축기에 공급하였다.

[0022] [비교예 1] 통상의 X 타입 직렬 응축기

[0023] 제1 응축기의 증기 배출구 및 제2 응축기의 증기 주입구 모두 각 응축기의 하부에 형성시켰고, 상기 제1 응축기의 증기 배출구와 제2 응축기의 증기 주입구를 총 네 번 꺾이는(즉, 순서대로 1 m, 1 m, 3 m, 1 m, 1 m의 배관이 연결된) 증기 이송 배관으로 연결하였으며, 제1 응축기에서 배출되는 증기를 7.74 torr의 압력 하에서 제2 응축기에 공급한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하였다.

[0024] [실시예 1, 비교예 1] 응축기 내 압력 강하량 평가

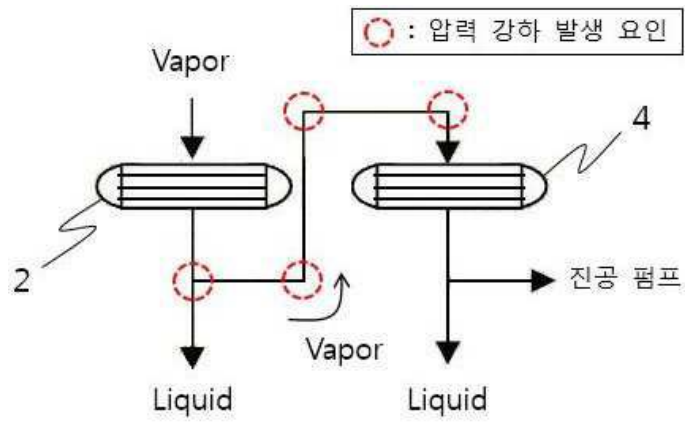
[0025] 상기 실시예 1 및 비교예 1에 사용된 응축기 모두 'X' 셀 타입이고, 응축기에 형성된 증기 주입구 및 증기 배출구의 위치에 따른 응축기 내에서의 압력 강하 차이는 거의 없기 때문에, 상기 실시예 1 및 비교예 1의 증기 이송 배관에서의 압력 강하만을 비교한 결과, 상기 실시예 1의 증기 이송 배관(직관)에서는 0.7%의 압력 강하가 발생한 반면, 상기 비교예 1의 증기 이송 배관(네 번 꺾인 총 7 미터 길이의 배관)에서는 22.6%의 압력 강하가 발생하였다. 따라서, 처음 설정된 압력과 동일하게 맞추기 위해서는, 진공펌프의 파워를 증가시켜야 하는 것으로서, 10 토르(torr)의 압력을 유지하기 위하여, 상기 실시예 1에서는 9.93 torr의 압력으로 진공펌프에서 당기면 되고, 상기 비교예 1에서는 7.74 torr의 압력으로 진공펌프에서 당기면 되며, 이로 인해, 상기 비교예 1에서는 제2 응축기에서의 압력이 제1 응축기에서의 압력보다 22.6% 낮기 때문에, 제1 응축기에 비해 응축 효율이 매우 낮아지고, 상기 실시예 1에 비해 운전 비용이 증가하게 됨을 알 수 있다.

부호의 설명

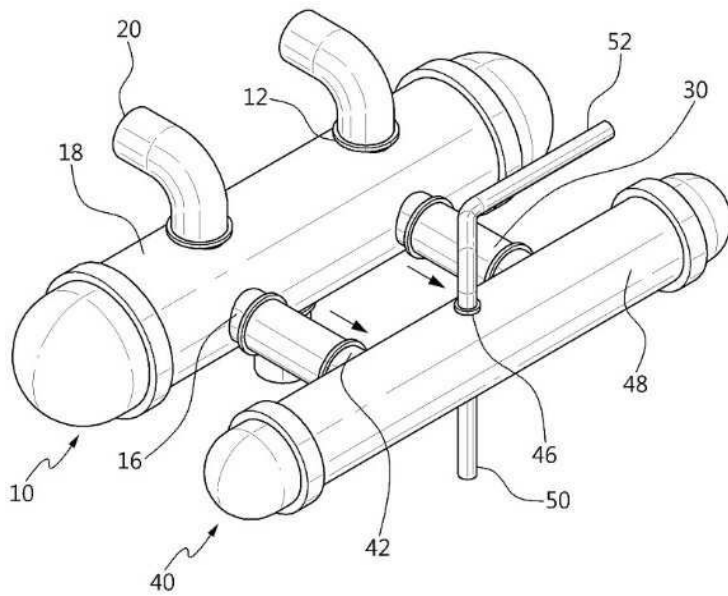
- [0026] 10: 제1 응축기 12: 제1 응축기의 증기 주입구
 14: 제1 응축기의 응축액 배출구 16: 제1 응축기의 증기 배출구
 18: 제1 응축기의 셀 20: 증기 주입 배관
 22: 제1 응축기의 응축액 배출 배관
 30: 증기 이송 배관
 40: 제2 응축기 42: 제2 응축기의 증기 주입구
 44: 제2 응축기의 응축액 배출구 46: 제2 응축기의 증기 배출구
 48: 제2 응축기의 셀 50: 제2 응축기의 응축액 배출 배관
 52: 증기 배출 배관
 60: 냉각수 튜브 70: 배플

도면

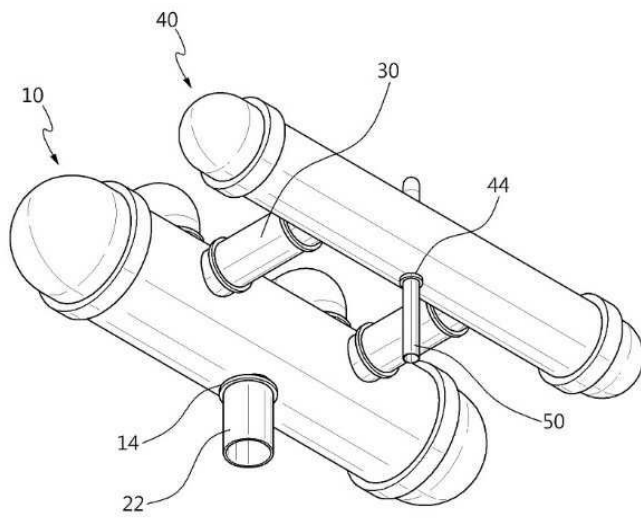
도면1



도면2



도면3



도면4

