



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0102528
 (43) 공개일자 2007년10월18일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) Int. Cl.
 <i>F25J 3/06</i> (2006.01) <i>F16K 47/08</i> (2006.01)
 <i>B01D 45/16</i> (2006.01) <i>F15C 1/16</i> (2006.01)
 <i>F16K 47/08</i> (2006.01) <i>B01D 45/16</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2007-7017466
 (22) 출원일자 2007년07월27일
 심사청구일자 없음
 번역문제출일자 2007년07월27일
 (86) 국제출원번호 PCT/EP2005/057219
 국제출원일자 2005년12월29일
 (87) 국제공개번호 WO 2006/070020
 국제공개일자 2006년07월06일
 (30) 우선권주장
 04107064.0 2004년12월30일
 유럽특허청(EPO)(EP)</p> | <p>(71) 출원인
 트위스터 비.브이.
 네덜란드 엔엘-2289 씨씨 리스비크 아인슈타인란 10</p> <p>(72) 발명자
 베팅 마르코
 네덜란드 엔엘-2289 씨씨 리스비크 아인슈타인란 10</p> <p>(74) 대리인
 특허법인코리아나</p> |
|--|---|

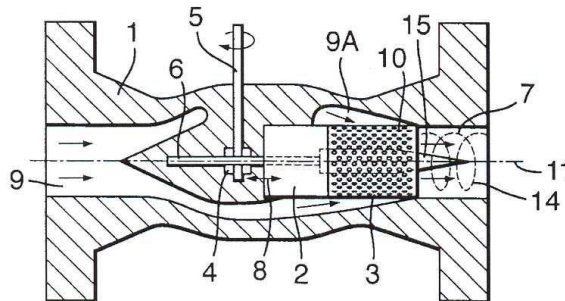
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 스로틀링 밸브 및 스로틀링된 유체 스트림의 액적 크기를 확대하기 위한 방법

(57) 요약

줄 톱슨 밸브 및 다른 스로틀링 밸브는 출구 채널 (7) 을 포함하는데, 이 채널은 밸브에 의해 배출된 냉각된 유체 스트림에 와류 운동 (14) 을 생기게 하여서, 유체 출구 채널 (7) 의 외부 주변을 향해 액적이 와류하도록 하여 가스상 또는 다른 캐리어 유체로부터 쉽게 분리될 수 있는 확대된 액적으로 합체되도록 한다.

대표도 - 도1A



특허청구의 범위

청구항 1

하우징, 밸브 본체, 및 스윙 부여 수단을 포함하는 스로틀링 밸브로서,

상기 밸브 본체는 유체 스트림이 팽창 냉각되도록 밸브의 유체 입구 채널로부터 밸브의 유체 출구 채널로 흐르는 유체 스트림의 플럭스를 제어하기 위해 상기 하우징 안에 이동가능하게 배치되고, 상기 스윙 부여 수단은 유체 출구 채널을 통과하여 흐르는 유체 스트림에 스윙형 운동이 생기게 하고 또한 이 스윙 부여 수단은 밸브가 완전히 개방되어 있는 경우 유체 스트림이 유체 출구 채널의 종방향 축선을 중심으로 스윙 운동을 하고 이에 따라 액적들이 유체 출구 채널의 외부 주변을 향해 스윙 운동하여 합체되도록 배향되어 있는 스로틀링 밸브.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 실질적으로 원뿔형인 중앙 본체가 유체 출구 채널에 배치되고, 이 본체는 유체 출구 채널의 중심 축선과 실질적으로 동축이며 또한 하류 방향으로 가면서 점진적으로 증가하는 단면적을 갖는 출구 채널을 형성하여서, 응축된 유체 액적의 성장 및 합체를 촉진하는 스윙 인자를 갖는 와류를 발생시키는 스로틀링 밸브.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 밸브는 다공 슬리브를 더욱 포함하고,

사용시에 상기 밸브 본체가 유체가 유체 입구 채널로부터 유체 출구 채널 안으로 흐르는 것을 허용한다면 상기 다공 슬리브를 통해 유체가 유체 입구 채널에서 유체 출구 채널 안으로 흐르고, 상기 스윙 부여 수단은 종방향 및 원주방향으로 서로 떨어져 슬리브에 형성된 천공으로 제공되며, 이들 천공은 슬리브의 종방향 축선에 대해 적어도 부분적으로 접선 방향으로 배향되어 사용시에 유체 스트림이 유체 출구 채널의 종방향 축선을 중심으로 와류 운동하게 되는 스로틀링 밸브.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 적어도 일부의 천공은 정해진 거리 (D) 및 정해진 예각에서 슬리브의 종방향 축선과 교차하는 중심 축선을 갖는 스로틀링 밸브.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 다공 슬리브의 내면은 슬리브의 종방향 축선으로부터 반경 (R) 에 위치되고, 거리 (D) 와 반경 (R) 사이의 비는 0.2 ~ 1 인 스로틀링 밸브.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 거리 (D) 와 반경 (R) 사이의 비는 0.5 ~ 0.99 인 스로틀링 밸브.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 밸브는 실질적으로 관형의 유체 출구 채널 및 이 유체 출구 채널을 통해 실질적으로 종방향으로 이동가능한 피스톤을 포함하는 밸브 본체를 갖는 줄 톱슨 밸브이고, 유체 입구 채널의 실질적으로 환형인 하류 단부가 다공 슬리브를 적어도 부분적으로 둘러싸고 또한 밸브 본체가 완전하게 개방된 상태일 때 적어도 일부의 유체가 상기 다공 슬리브의 비방사 방향 천공을 통해 유체 입구 채널에서 유체 출구 채널로 흐르도록 상기 다공 슬리브가 상기 피스톤에 고정되어 있는 스로틀링 밸브.

청구항 8

액적 및 스로틀링 밸브의 출구부를 통해 흐르는 캐리어 유체를 포함하는 다상 유체 스트림의 액적 크기를 확대하기 위한 방법으로서, 스윙 부여 수단이 유체 출구 채널을 통해 흐르는 유체 스트림에 스윙 운동이 생기게 하여 액적들이 유체 출구 채널의 외부 주위를 향해 스윙 운동하여 합체되도록 하는 다상 유체 스트림의 액적 크기를 확대하기 위한 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 스로틀링 밸브는 하우징, 유체 입구 채널로부터 유체 출구 채널로의 유체 유동을 제어하도록 하우징 안에 이동가능하게 배치된 밸브 본체, 및 다공 슬리브를 포함하고, 사용시에 상기 밸브 본체가 유체가 유체 입구 채널로부터 유체 출구 채널 안으로 흐르는 것을 허용한다면 상기 다공 슬리브를 통해 유체가 유체 입구 채널에서 유체 출구 채널 안으로 흐르고,

슬리브에 있는 천공의 적어도 일부는 슬리브의 종방향 축선에 대해 적어도 부분적으로 접선 방향으로 배향되고, 그리하여 다상 유체 스트림이 유체 출구 채널 내에서 와류 운동하게 되고 액적들이 유체 출구 채널의 외부 주변을 향해 스월 운동하여 확대된 액적으로 합체되는 다상 유체 스트림의 액적 크기를 확대하기 위한 방법.

청구항 10

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서, 가스-액체 분리 조립체가 코크 밸브의 출구 채널에 연결되고, 밸브에 의해 배출된 유체의 액체 및 가스상이 상기 조립체에서 적어도 부분적으로 분리되는 다상 유체 스트림의 액적 크기를 확대하기 위한 방법.

청구항 11

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서, 다상 유체 스트림은 탄화수소 및 수성 유체를 포함하고, 이 수성 유체의 적어도 일부는 수액적들로 전환되고, 이 수액적들은 유체 출구 채널의 외부 주변을 향해 스월 운동하여 유체 출구 채널의 외부 주변에서 확대된 수액적 및/또는 환형 수막으로 합체되는 다상 유체 스트림의 액적 크기를 확대하기 위한 방법.

청구항 12

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서, 다상 유체 스트림은 가스상 캐리어 유체를 포함하며, 스로틀링 밸브의 유체 입구 및/또는 유체 출구 채널 및/또는 내부의 다른 부분은 목부를 갖는 유체 채널을 제공하며, 상기 목부에서 유체 스트림이 가속되어 줄 톱슨 효과에 의해 팽창 냉각되는 다상 유체 스트림의 액적 크기를 확대하기 위한 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 다상 유체 스트림은 목부에서 천음속 또는 초음속으로 팽창되는 다상 유체 스트림의 액적 크기를 확대하기 위한 방법.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 스로틀링 밸브 및 이 스로틀링 밸브를 통해 흐르는 유체 스트림의 액적 크기를 확대하기 위한 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 오일 및 가스 산업에 있어서, 제어 밸브는 압력, 레벨, 온도 및 유동을 제어하기 위해 사용된다. 몇몇 경우에 있어서, 일단 제어 밸브에서 충분한 압력 강하가 일어나면, 이 제어 밸브들은 초킹 또는 스로틀링된 상태에서 작동한다. 천연 가스의 처리시에, 밸브에서의 이 감압으로 인해 가스로부터 열 또는 일을 추출하지 못한 채 온도가 내려가게 된다. 이 소위 등엔탈피 팽창 과정은 줄-톱슨(J-T) 냉각으로도 알려져 있다. 이 감압을 일으키는 밸브는 JT 밸브로 불린다. JT 밸브에서의 냉각 효과는 천연 가스 스트림의 일부를 응축시키는데 사용되고, 액화된 부분은 용기 내에서 분리될 수 있다. 이 분리 용기의 대다수에 있어서, 구동력은 관성력이거나 중력이 되는데, 달리 말하면 액화된 액적의 질량이 분리 효과율을 결정하게 된다. 앞에 JT 밸브가 있는 저온 분리를 통상 JT-LTS 시스템이라고 부른다.

<3> JT 밸브의 주기능이 유량 제어이지만, 이차적인 기능은 분리가 가능한 액상을 생성하는 것이라는 것은 종종 간과된다. 가스 처리 산업에서, JT 밸브에서의 등엔탈피 팽창으로 인한 평균 액적 크기는 알려져 있지 않기 때문에, 하류 분리의 분리 효율은 많이 알려져 있지 않다. 때때로 가스의 품질 문제가 적절치 않은 효율로 인해 발생하게 된다. 이러한 경우에, 탄화수소의 이슬점이 너무 높게 유지되면, 특히 탄화수소 액적이 너무 작게 되는 경향이 있다.

- <4> 국제 특허 공보 WO 2004/001260 및 미국 특허 4384592 및 4671321 에는 밸브를 통과하는 유체 플릭스에서 와류(vortex)를 발생시키는 스윙 부여 수단을 구비하는 스로틀 밸브가 개시되어 있다.
- <5> 미국 특허 4383592 및 4671321 에 공지된 밸브는 다공 슬리브를 갖는데, 이 슬리브에 있는 천공들이 슬리브의 중앙 축선에 대해 상이한 배향을 가져서 다수의 와류가 밸브를 통과하는 유체 플릭스에서 생성되며, 이 와류는 회전을 억제하고 또한 소음을 감소시키는 역할을 할 수 있다.
- <6> 국제 특허 공보 WO 2004/001260 에 공지된 밸브는 접선 방향 입구 및 비접선 방향 입구 모두를 갖는 유체 와류실을 형성하는 밸브 스템을 구비한다. 밸브가 완전하게 개방되어 있거나 거의 완전하게 개방되어 있으면, 유체는 유체 플릭스에 스윙을 발생시키지 않으면서 접선 방향 입구만을 통해서 흐르게 된다. 밸브가 거의 닫혀있으면, 유체는 비접선 방향 입구만을 통해서 흘러서, 유동에 대한 저항 및 와류를 발생시키고, 또한 밸브 기구의 부식성 및 공동화 마모를 억제하게 된다.
- <7> 미국 특허 4055961 및 4544390 및 국제 특허 공보 WO 2004083691 에는 줄 톱슨 효과의 결과로서 가스상 성분이 응축되는 스로틀링 밸브가 개시되어 있다.
- <8> 공지된 줄 톱슨 밸브 및 다른 스로틀링 밸브의 문제점은, 응축된 액적의 크기가 일반적으로 작아서 액상 및 가스상이 쉽게 분리될 수 없는 연무(mist) 유동이 발생된다는 것이다.

발명의 상세한 설명

- <9> 본 발명의 목적은 이 문제를 해결하고 종래의 스로틀링 밸브보다 더 큰 액적이 형성될 수 있는 스로틀링 밸브를 제공하는 것이다.
- <10> 본 발명에 따르면, 하우징, 밸브 본체, 및 스윙 부여 수단을 포함하는 스로틀링 밸브로서, 상기 밸브 본체는 유체 스트림이 팽창 냉각되도록 밸브의 유체 입구 채널로부터 밸브의 유체 출구 채널로 흐르는 유체 스트림의 플릭스를 제어하기 위해 상기 하우징 안에 이동가능하게 배치되고, 상기 스윙 부여 수단은 유체 출구 채널을 통과하여 흐르는 유체 스트림에 스윙형 운동이 생기게 하고 또한 이 스윙 부여 수단은 밸브가 완전히 개방되어 있는 경우 유체 스트림이 유체 출구 채널의 종방향 축선을 중심으로 스윙 운동을 하고 이에 따라 액적들이 유체 출구 채널의 외부 주변을 향해 스윙 운동하여 합체되도록 배향스로틀링 밸브가 제공된다.
- <11> 상기 스로틀링 밸브는 실질적으로 원뿔형인 중앙 본체가 유체 출구 채널에 배치되고, 이 본체는 유체 출구 채널의 중심 축선과 실질적으로 동축이며 또한 하류 방향으로 가면서 점진적으로 증가하는 단면적을 갖는 출구 채널을 형성하여서, 응축된 유체 액적의 성장 및 합체를 촉진하는 스윙 인자를 갖는 와류를 발생시킨다.
- <12> 상기 밸브는 사용시에 상기 밸브 본체가 유체가 유체 입구 채널로부터 유체 출구 채널 안으로 흐르는 것을 허용한다면 상기 다공 슬리브를 통해 유체가 유체 입구 채널에서 유체 출구 채널 안으로 흐르고, 상기 스윙 부여 수단은 종방향 및 원주방향으로 서로 떨어져 슬리브에 형성된 천공으로 제공되며, 이들 천공은 슬리브의 종방향 축선에 대해 적어도 부분적으로 접선 방향으로 배향되어 사용시에 유체 스트림이 유체 출구 채널의 종방향 축선을 중심으로 와류 운동하게 된다.
- <13> 적어도 일부의 천공은 정해진 거리 (D) 및 0 ~ 90 정도의 정해진 예각에서 슬리브의 종방향 축선과 교차하는 중심 축선을 가지며, 다공 슬리브의 내면은 슬리브의 종방향 축선으로부터 반경 (R) 에 위치되고 거리 (D) 와 반경 (R) 사이의 비는 0.2 ~ 1 이고 바람직하게는 0.5 ~ 0.99 이다.
- <14> 상기 밸브는 실질적으로 관형의 유체 출구 채널 및 이 유체 출구 채널을 통해 실질적으로 종방향으로 이동가능한 피스톤을 포함하는 밸브 본체를 갖는 줄 톱슨 밸브이고, 유체 입구 채널의 실질적으로 환형인 하류 단부가 다공 슬리브를 적어도 부분적으로 둘러싸고 또한 밸브 본체가 완전하게 개방된 상태일 때 적어도 일부의 유체가 상기 다공 슬리브의 비방사 방향 천공을 통해 유체 입구 채널에서 유체 출구 채널로 흐르도록 상기 다공 슬리브가 상기 피스톤에 고정되어 있다.
- <15> 본 발명에 따르면, 액적 및 스로틀링 밸브의 출구부를 통해 흐르는 캐리어 유체를 포함하는 다상 유체의 액적 크기를 확대하기 위한 방법으로서, 스윙 부여 수단이 유체 출구 채널을 통해 흐르는 유체 스트림에 스윙 운동이 생기게 하여 액적들이 유체 출구 채널의 외부 주위를 향해 스윙 운동하여 합체되도록 하는 방법이 제공된다.
- <16> 유체는 1) 액상을 갖는 주로 가스상의 캐리어 또는 2) 혼합할 수 없는 액체 및/또는 가스상을 갖는 주로 액체의 캐리어 중 하나일 수 있다. 경우 1) 의 예에는 응축물, 물 및 글리콜의 액체분을 갖는 천연 가스 스트림이 공급되는 JT -밸브를 사용하는 저온 분리 (LTS) 공정이 있다. 경우 2) 의 예에는 물 및/또는 글리콜의 액체

분을 갖는 응축물 스트림이 공급되는 스로틀링 밸브를 사용하는 응축물 안정화 공정이 있다.

<17> 본 발명의 스로틀링 밸브 및 방법의 이러한 특징 및 다른 특징, 목적 및 이점은 도면을 참조하여 본 발명의 스로틀링 밸브의 실시형태의 상세한 설명, 개요 및 청구항으로부터 명백해진다.

실시예

<26> 도 1A ~ 1D 에 도시된 본 발명에 따른 스로틀링 밸브의 실시형태는 줄-톱슨 또는 다른 스로틀링 밸브의 유로를 따른 팽창 동안에 형성된 액적의 합체 과정을 향상시킬 수 있는 밸브 구조를 갖는다. 이 더 큰 액적은 종래의 줄-톱슨 또는 다른 스로틀링 밸브의 경우보다 더 잘 분리된다.

<27> 도 1A 에 도시된 밸브는 밸브 하우징 (1) 을 포함하는데, 이 하우징 안에는 피스톤형 밸브 본체 (2) 및 이와 관련된 다공 슬리브 (3) 가 슬라이드 가능하게 배치되어 있으며, 밸브 축 (5) 에 기어 휠 (4) 이 회전하면 치형 피스톤 로드 (6) 가 화살표 (8) 로 표시된 바와 같이 유체 출구 채널 (7) 내부로 피스톤형 밸브 본체를 위아래로 밀게 된다. 상기 밸브는 피스톤 (2) 및/또는 다공 슬리브 (3) 를 둘러쌀 수 있는 환형 하류부 (9A) 를 갖는 유체 입구 채널 (9) 을 구비하며, 유체 입구 채널 (9) 에서 유체 출구 채널 (7) 로 흐르는 것이 허용된 유체 플럭스는 피스톤형 밸브 본체 (2) 및 이와 관련된 다공 슬리브 (3) 의 축방향 위치에 의해 제어된다. 또한 상기 밸브는 유체 출구 채널 (7) 의 중심 축선 (11) 과 실질적으로 동축인 원뿔형 중앙 본체 (15) 를 포함한다. 이 원뿔형 중앙 본체는 하류 방향으로 가면서 단면적이 점진적으로 증가하는 출구 채널 (7) 을 형성시켜서 출구 채널 (7) 에서 유체 흐름을 감속 제어하고 또한 응축된 유체 액적의 성장 및 합체를 촉진하는 스월 인자를 갖는 와류를 발생시키게 된다.

<28> 도 1B 는, 본 발명의 스로틀링 밸브에 있어서, 다공 슬리브 (3) 는 경사지거나 비방사형의 천공 (10) 을 포함하고, 이 천공들은 각 천공 (10) 의 길이 방향 축선 (12) 이 슬리브 (3) 의 내경 (R) 의 0.2 ~ 1 배, 바람직하게는 0.5 ~ 0.99 배의 거리 (D) 에서 중심 축선 (11) 과 교차하도록 유체 출구 채널 (7) 의 중심 축선 (11) 에 대해 부분적으로 접하는 선택된 방향으로 뚫려 있다.

<29> 경사진 천공 (10) 은 화살표 (14) 로 표시된 바와 같이 유체 출구 채널 (7) 을 통해 흐르는 유체 스트림에 스월형 유동을 발생시킨다. 또한 스월형 운동은 밸브 트림(trim) 및/또는 밸브 스템(stem) 의 특별한 구조에 의해 발생될 수도 있다. 본 발명의 밸브에 있어서, 가용 자유 압력이 유체 스트림에 스월형 유동을 발생시키기 위해 등엔탈피 팽창에 사용된다. 그 후에 운동 에너지는 주로, 연장된 파이프 길이를 따르는 와류의 감쇠를 통해 소산된다.

<30> 도 1C ~ 1D 는 밸브의 출구 채널에서 스월형 유동의 발생의 이점의 두 부분을 도시한다:

<31> 1. 규칙적인 속도 패턴 → 작아진 계면 전단 → 작아진 액적 분리 → 더 큰 액적

<32> 2. 유체 출구 채널 (7) 의 유동 영역의 외주 (7A) 에서 액적의 집중 → 밀도 증가 → 합체의 증가 → 더 큰 액적 (18).

<33> 어떤 줄-톱슨 또는 다른 초크 및/또는 스로틀링형 밸브도 스월형 유동을 발생시키는데 적합하더라도, Mokveld Valve B.V. 에서 공급되고 국제 특허 공보 WO2004083691 에 기재된 초크형 스로틀링 밸브를 사용하는 것이 바람직하다.

<34> 도 2A ~ 2D 는 Mokveld Valve B.V. 에서 공급된 유동 제어 서비스용인 종래의 케이지-밸브를 도시하고, 유체 플럭스는 피스톤형 밸브 본체 (22) 에 연결된 다공 슬리브 (23) 에서 스로틀링된다.

<35> 도 2A 에 도시된 종래의 모크벨드 스로틀링 밸브는 밸브 하우징 (21) 을 포함하는데, 피스톤형 밸브 본체 (22) 및 이와 관련된 다공 슬리브 (23) 가 슬라이드 가능하게 배치되어 있으며, 밸브 축 (25) 에 기어 휠 (24) 이 회전하면 치형 피스톤 로드 (26) 가 화살표 (28) 로 표시된 바와 같이 유체 출구 채널 (27) 내부로 피스톤형 밸브 본체를 위아래로 밀도록 배치되어 있다. 상기 밸브는 피스톤 (22) 및/또는 다공 슬리브 (23) 를 둘러쌀 수 있는 환형 하류부 (29A) 를 갖는 유체 입구 채널 (29) 을 구비하며 유체 입구 채널 (29) 에서 유체 출구 채널 (27) 로 흐르는 것이 허용된 유체 흐름은 피스톤형 밸브 본체 (22) 및 이와 관련된 다공 슬리브 (23) 의 축방향 위치에 의해 조절된다.

<36> 종래의 슬리브 (23) 는 방사방향 즉, 슬리브 (23) 의 원통형 면에 수직인 방사 배향을 갖는 천공 (30)(슬롯 또는 구멍) 을 포함한다. 축방향으로 피스톤 (22) 및 슬리브 (23) 를 변위시키면, 유동 영역이 제어될 수 있다.

<37> 도 2C 에 도시된 바와 같이, 방사 방향 개구부를 갖는 케이지 밸브의 유동 패턴은 매우 무질서하기 때문에, 액적이 더 작은 액적으로 분리되도록 하는 큰 전단력이 발생된다.

<38> 액적 크기에 대한 스월형 유동의 영향을 보여주는 계산

<39> 이하의 계산은 액적의 합체 및 성장에 대한 유체 출구 채널 (7) 에서의 연무(mist) 유동의 와류형 움직임의 영향을 보여준다.

<40> 이 계산은 예로서만 나타내진 것으로 본 발명의 방법 및 스로틀링 밸브를 어떠한 과학적 이론의 적용에 제한하는 것은 아니다.

<41> 밸브가 초킹된 상태에서 작동한다고 가정하면, 유체의 평균 접선 방향 유입 속도 (U_{tan}) 는 150 m/s 에 가깝게 될 것이다. 전형적인 케이지 직경 (D) 이 80 mm 인 경우, 와류 강도 (Γ) 는 다음과 같다:

<42>
$$\Gamma = \pi D U_{tan} = 38 \text{ m}^2/\text{s} \quad \dots \text{식 (1)}$$

<43> 밀도 ($\rho_L=650 \text{ kg/m}^3$) 를 갖는 직경 ($d=1 \text{ }\mu\text{m}$) 의 액적이 가스성 유체 (밀도 $\rho_G=60 \text{ kg/m}^3$, 점도 $\nu=2.10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$) 및 용입(sink) 강도 $Q=4 \text{ m}^2/\text{s}$ 의 와류에서 어느 방사 방향 위치에서 회전하게 되는가를 결정하기 위해서, 다음과 같은 식이 사용된다:

<44>
$$R_{eq} = \frac{\Gamma}{\sqrt{Q}} \sqrt{2 \cdot \pi \cdot \frac{2}{9} \cdot \frac{d^2}{4 \cdot \pi^2 \cdot \nu} \cdot \left(\frac{\rho_L}{\rho_G} - 1 \right)} = 25 \text{ mm} \quad \dots \text{식 (2)}$$

<45> $d \geq 1 \text{ }\mu\text{m}$ 인 액적이 전체 액체 질량의 99% 이상을 차지한다고 한다면, 이 질량은 반경 ($R_{eq}=25 \text{ mm}$) 외측의 유동 영역에 집중된다. 반경 ($R_{eq}=25 \text{ mm}$) 외측의 케이지 내 유동 영역은 전체 유동 단면적의 61 % 를 차지한다.

액적 개수 밀도 (N) 는 비스월형 유동에 비해 1.67 인자로 증가된다.

<46> 체스터에 따라, 동일한 크기의 액적들 사이의 충돌의 횟수에 대한 기본 식은 다음과 같다:

<47>
$$N_{col} = - \frac{dN}{dt} = \frac{k_1}{2} u_{rel} d^2 N^2 \quad \dots \text{식 (3)}$$

<48> 식 (3) 에서:

<49> N_{col} 은 1 m^3 에서 1 초당 발생하는 충돌 횟수,

<50> N 은 1 m^3 당 존재하는 액적의 수,

<51> U_{rel} 은 액적 간의 상대 속도,

<52> d 는 액적의 직경(=2r: r 은 반경)이며

<53> k_1 은 1 차 상수이다.

<54> 스월형 유동에서 N 이 1.67 인자로 증가되기 때문에, 액적 충돌율은 1.67 인 2.8 인자로 증가된다.

<55> 액적 사이의 상대 속도 (u_{rel}) 은 다음과 같은 운동으로 결정된다:

- <56> 1. 브라운 운동
- <57> 2. 난류 운동
- <58> 3. 원심 편류 운동.

<59> 합체에 대해 관심이 있는 액적 크기의 범위는 $1 \leq d \leq 5 \mu\text{m}$ 이다. 이 크기 범위에서, 상대 속도는 난류 운동에 의해 지배된다. 브라운 운동은 무시될 수 있는데, 왜냐하면 분자 충돌이 $1 \mu\text{m}$ 의 액적에 영향을 미치지 않기 때문이다. 원심 편류 운동이 스월형 유동에서 상대 액적 운동을 강화시키더라도, 난류가 더욱 지배적인 구도 인자이기 때문에 무시될 수 있다.

<60> 합체 효율은 액적의 크기가 두배로 되는 시간으로 나타낼 수 있다. $d=1 \mu\text{m}$ 의 액적은 일반적인 중력 또는 원심 분리기에서 분리되지 않는다. 분리가 가능하게 되기 위해서는, 액적의 직경을 최소한 5 인자로 증가시켜야 한다. 액적의 직경을 5 인자 증가시키기 위해서, $5^3=125$ 회의 충돌이 일어나야 한다. 이에 따라, 하나의 액적이 다른 액적과 125 회 충돌하는데 요구되는 최소 유지 시간 (t_{125}) 이 이하에 표에 규정되어 있다. 합체 시간의 스케일에 대한 이들 식은 구동 인자로서 난류 운동에만 대한 것이다.

<61> 표 1: 스월형 유동 및 비스월형 유동에 대한 합체 시간 스케일

	비스월	스월
$t_{125} = \frac{248}{b_{eff} N_0}$ <p>합체에 의해 5배 더 큰 액적을 생성하는데 요구되는 최소 유지 시간</p>	2.7 초	0.2 초
$b_{eff} = Cd^3 \sqrt{\frac{\epsilon}{\nu}}$	9.192×10^{-13}	6.5×10^{-12}
t_0 에서의 개수 밀도 (N_0)	$1 \times 10^{14} \text{ m}^{-3}$	$1.67 \times 10^{14} \text{ m}^{-3}$
액적의 직경 (d)	1 μm	1 μm
난류 소산 (ϵ)	$1.10^5 \text{ m}^2/\text{s}^3$	$5.10^6 \text{ m}^2/\text{s}^3$
동점도 (ν)	$2.10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$	$2.10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$
상수 (C) (Saffman & Turner)	1.3	1.3
필요 길이 스케일 (L_{125}) (축방향 속도 = 10 m/s)	27 m	2 m

<62>

<63> 액적 합체에 대한 스월형 유동의 영향의 1 차 접근은 유동 난류에 의해 합체율이 크게 개선됨을 보여준다. 5 인자로 액적을 확대하는 것(따라서 종래의 분리 용기에서 분리가 가능하게 됨)은 비스월형 유동의 27 미터에 비해 스월형 유동에 대해서는 2 미터의 일반적인 길이 스케일을 필요로 한다.

<64> 도 1D 에 도시된 바와 같이, 본 발명의 스로틀링 밸브에서 스월 운동의 존재로 인해 유체 출구 채널 (7) 의 외부 경계에 있는 감소된 유동 영역 (7A)(전체의 61%) 에 액적 (18) 이 집중되어, 액적 개수 밀도는 약 1.67 인자로 증가하게 된다. 또한, 와류 코어에서의 난류 소산율은 높은 접선 방향 속도로 인해 커지게 된다.

<65> 본 발명의 스로틀링 밸브의 출구 채널 (7) 에서 큰 액적이 생성됨으로써 스로틀링 밸브의 하류에 위치될 수 있는 유체 분리 조립체에서 액체와 가스상의 분리가 더 용이하게 된다. 다음에 있는 이러한 유체 분리 조립체는 하나 이상의 중력 및/또는 사이클론 분리 용기를 포함할 수 있다.

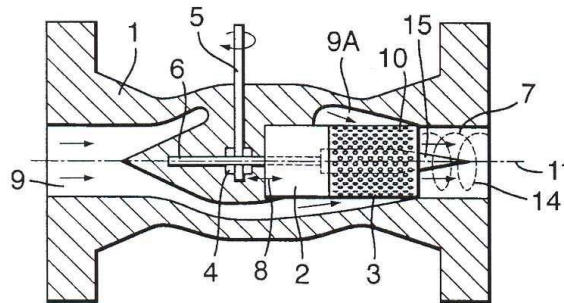
<66> 유체는 1) 액상을 갖는 주로 가스상의 캐리어 또는 2) 혼합할 수 없는 액체 및/또는 가스상을 갖는 주로 액체의 캐리어 중 하나일 수 있다. 경우 1)의 예에는 응축물, 물 및 글리콜의 액체분을 갖는 천연 가스 스트림이 공급되는 JT-밸브를 사용하는 저온 분리(LTS) 공정이 있다. 경우 2)의 예에는 물 및/또는 글리콜의 액체분을 갖는 응축물 스트림이 공급되는 스톱틀링 밸브를 사용하는 응축물 안정화 공정이 있다.

도면의 간단한 설명

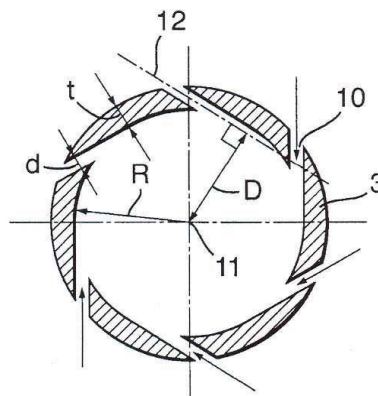
- <18> 도 1A는 본 발명의 스톱틀링 밸브의 종방향 단면도를 도시한다.
- <19> 도 1B는 도 1A의 스톱틀링 밸브의 출구 채널의 단면도를 확대하여 도시한다.
- <20> 도 1C는 도 1A 및 1B의 스톱틀링 밸브의 출구 채널에서 유체 스트림의 스윙 운동을 도시한다.
- <21> 도 1D는 도 1A 및 1B의 스톱틀링 밸브의 출구 채널의 외부 주변에서 액적의 집중을 도시한다.
- <22> 도 2A는 종래의 스톱틀링 밸브의 종방향 단면도를 도시한다.
- <23> 도 2B는 도 2A의 스톱틀링 밸브의 출구 채널의 단면도를 확대하여 도시한다.
- <24> 도 2C는 도 2A 및 2B의 종래의 밸브의 출구 채널에서의 유체 스트림의 불규칙한 운동을 도시한다.
- <25> 도 2D는 도 2A 및 2B의 종래의 스톱틀링 밸브의 출구 채널에서 작은 액적들이 균일하게 연무 운동하는 것을 도시한다.

도면

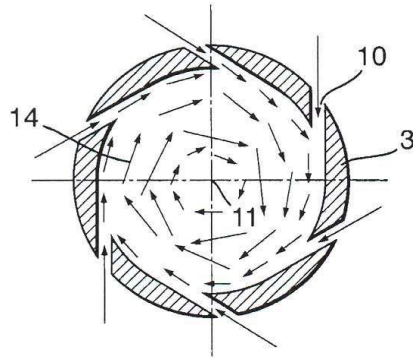
도면1A



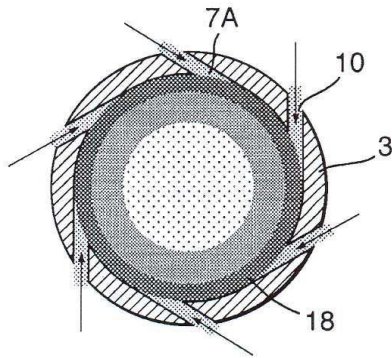
도면1B



도면1C

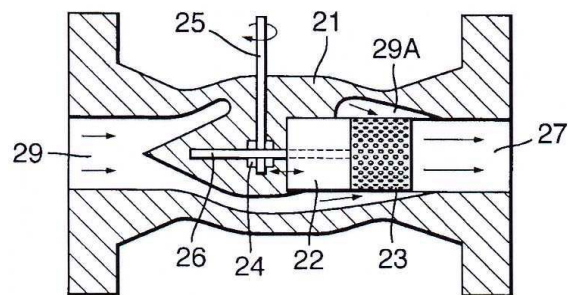


도면1D



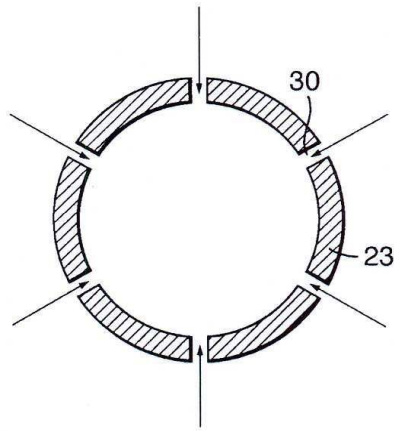
도면2A

종래기술



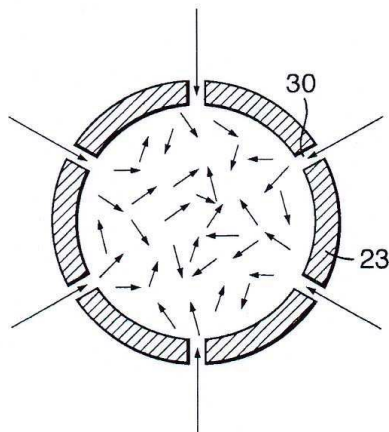
도면2B

종래기술



도면2C

종래기술



도면2D

종래기술

