



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0071476
(43) 공개일자 2017년06월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 63/06 (2006.01) *B01D 46/24* (2006.01)
B01D 65/08 (2006.01) *C04B 38/00* (2006.01)
C04B 111/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B01D 63/063 (2013.01)
B01D 46/2451 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7006919
- (22) 출원일자(국제) 2015년07월21일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년03월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/FR2015/052000
- (87) 국제공개번호 WO 2016/024058
 국제공개일자 2016년02월18일
- (30) 우선권주장
 1457745 2014년08월11일 프랑스(FR)

- (71) 출원인
 테크놀로지 아방세 에 망브란 엔뒤스트리엘
 프랑스 니용 에프-26110 제드-아 레 로롱
- (72) 발명자
 앙크릴, 제롬
 프랑스 에프-84110 베종 라 로멘 쿠르 툴리냥 65
- (74) 대리인
 특허법인에이아이피

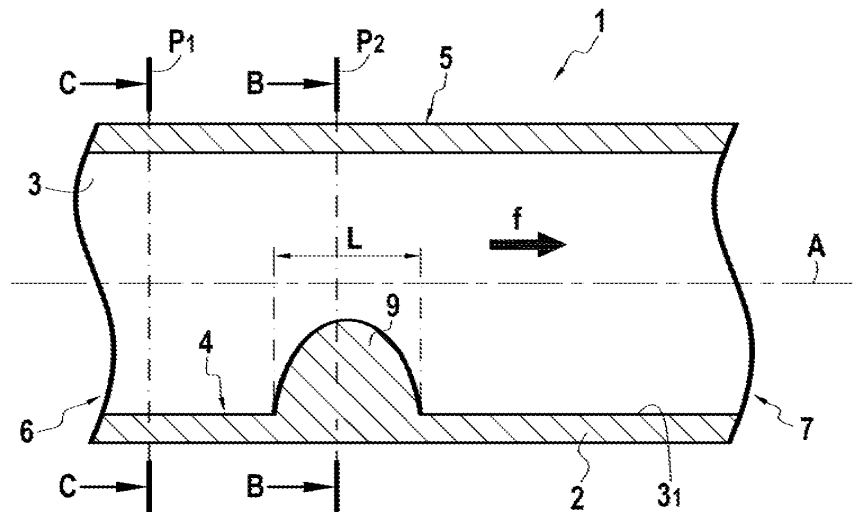
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 유동 장애물을 갖춘 접선유동 세퍼레이터 요소 및 제조방법

(57) 요약

본 발명은, 처리할 유체 매질을 여과액 및 농축물로 분리하기 위한 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소에 관한 것이며, 상기 세퍼레이터 요소는 3차원 구조의 직선형 강체 다공성 서포트(2)를 포함하되 상기 서포트는 서포트의 외측 표면에서 여과액을 회수하기 위해서 처리할 유체 매질의 유동을 통과시키기 위한 적어도 하나의 채널(3)이 내부에 형성된다. 모놀리식 강체 다공성 서포트(2)는 채널(들)의 내측 벽(들) 상에 또는 내에 여과할 유체의 유동에 대한 장애물(9)을 포함하며, 상기 장애물은 서포트와 다공성 텍스처 및 재료의 동질성(identity) 그리고 서포트와 다공성 텍스처 및 재료의 연속성을 갖는다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

B01D 46/247 (2013.01)

B01D 46/2474 (2013.01)

B01D 63/066 (2013.01)

B01D 65/08 (2013.01)

C04B 38/0009 (2013.01)

B01D 2321/2016 (2013.01)

C04B 2111/00793 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

처리할 유체 매질을 여과액 및 농축물로 분리하기 위한 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소로서,

상기 세퍼레이터 요소는 3차원 구조의 직선형 강체 다공성 서포트(2)를 포함하되 상기 서포트는 서포트의 외측 표면(5)으로부터 여과액을 회수하기 위해서 처리할 유체 매질의 유동을 통과시키기 위한 적어도 하나의 채널(3)이 내부에 배열되며, 상기 서포트의 외측 표면(5)은 일정한 프로파일을 가지는, 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소에 있어서,

모놀리식 강체 다공성 서포트(2)는 채널(들)의 내측 벽(들) 상에 또는 내에 여과할 유체의 유동에 대한 장애물(9)을 포함하며,

상기 장애물(9)은 서포트와 다공성 텍스처 및 재료의 동일성(identity) 그리고 서포트와 다공성 텍스처 및 재료의 연속성을 가지며,

채널의 길이방향 축선(T)을 따라서 취해지는 제1 위치(P1)와 제2 위치(P2) 사이에서 나타나는 바와 같이, 상기 장애물(9)은, 유체의 유동을 저해하거나 방해하기 위해서 상기 채널 내에서 처리할 유체의 유동방향으로 급작스럽게 좁아지거나 수렴하는 노즐을 생성하는 것을 특징으로 하는, 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

입구(6)와 출구(7) 사이에서, 장애물(9)을 구비하는 적어도 하나의 채널(3)은, 변화하는 형상 및/또는 면적 및/또는 윤변(wetted perimeter) 및/또는 수력직경(hydraulic diameter)의 유동 횡단면을 가지는 것을 특징으로 하는, 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

채널(3)의 적어도 하나의 장애물(9)은 상기 장애물의 위치에서 국부적으로 좁아지는 유동 횡단면을 생성하며,

상기 유동 횡단면은, 상기 채널의 길이방향 축선(T)에 수직이고, 상기 장애물로부터 상류 및 하류측에 위치한 채널 부분의 형상(들)과는 상이한 형상을 가지는 것을 특징으로 하는, 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소.

청구항 4

청구항 1 내지 3 중 어느 한 항에 있어서,

가장 좁은 유동 횡단면과, 채널(3)의 상기 가장 좁은 유동 횡단면으로부터 상류측에 위치한 부분과의 사이에서, 다음 리스트로부터 취해진 기준들 중 하나는 변화하지 않고 유지되는 한편 다른 기준들은 변화하며, 상기 기준은: 채널의 유동 횡단면의 형상, 면적, 윤변, 및 수력직경인 것을 특징으로 하는, 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

가장 좁은 유동 횡단면과, 채널의 상기 가장 좁은 유동 횡단면으로부터 상류측에 위치한 부분과의 사이에서, 다음 리스트로부터 취해진 기준들 모두는 변화하지 않고 유지되며, 상기 기준은: 형상, 면적, 윤변, 및 수력직경인 것을 특징으로 하는, 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소.

청구항 6

청구항 1 내지 5 중 어느 한 항에 있어서,

채널(3)의 적어도 하나의 장애물(9)은 상기 채널의 길이방향 축선(T)에 수직인 유동 횡단면을 가지며,

상기 유동 횡단면은 채널의 길이방향 축선을 따라서 취해진 2개의 위치 사이에서 상기 채널의 길이방향 축선을 중심으로 회전하는 것을 특징으로 하는, 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

채널(3)의 적어도 하나의 장애물(9)은, 상기 채널의 양단부 사이에서 불연속적인 방식으로 상기 채널의 길이방향 축선을 중심으로 회전하는 유동 횡단면을 가지는 것을 특징으로 하는, 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소.

청구항 8

청구항 1 내지 7 중 어느 한 항에 있어서,

채널(3)의 내측 벽(3₁) 상에 연속적으로 적층되고 상기 장애물(9)을 완전히 덮는 적어도 하나의 세퍼레이터 층(4)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소.

청구항 9

청구항 1 내지 8 중 어느 한 항에 있어서,

다공성 서포트(2)는 유기질 또는 무기질인 재료로 만들어지는 것을 특징으로 하는, 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소.

청구항 10

청구항 8 또는 청구항 9에 있어서,

세퍼레이터 층 또는 중간 층은 유기질 또는 무기질인 재료로 만들어지는 것을 특징으로 하는, 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소.

청구항 11

청구항 1 내지 10 중 어느 한 항에 있어서,

다공성 서포트(2)의 3차원 구조는 광학 현미경 또는 주사 전자 현미경에 의해 관찰될 수 있는 재료의 상이한 플라이(plies)들을 가지는 것을 특징으로 하는, 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소.

청구항 12

청구항 1 내지 11 중 어느 한 항에 따른 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소(1)를 제조하는 방법으로서,

서포트의 3차원 구조는 소정의 3차원 형상을 점진적으로 쌓아올리도록 서로 중첩되어 연속적으로 본딩되는 개별적인 플라이들을 형성함으로써 이루어지는, 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

다음 단계들:

- 다공성 서포트를 형성하기 위한 재료의 연속적인 베드를 만드는 단계로서, 상기 베드는 플라이에서의 상기 다공성 서포트의 단면보다 큰 면적에 걸쳐 일정한 두께를 가지는, 단계; 및

- 개별적인 플라이를 생성하도록, 각각의 플라이에 대하여 결정되는 패턴을 형성하기 위하여 재료의 일부를 국부적으로 경화하는 한편, 이러한 방식으로 만들어지는 바와 같은 개별적인 플라이를 앞선 플라이에 대해 동시에 본딩하는 단계;

를 반복함으로써 3차원 구조를 만드는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

광중합 가능한 수지와 같은 액체 재료 또는 분말의 형태인 고체 재료의 연속적인 베드를 만드는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 15

청구항 12 내지 14 중 어느 한 항에 있어서,

유기질 또는 무기질 분말의 형태인 고체 재료의 연속적인 베드를 만드는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 16

청구항 12에 있어서,

내부에 배치된 무기질 분말을 갖는 광중합 가능한 액체 전구체의 형태인 매질의 연속적인 베드를 만드는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 17

청구항 12에 있어서,

각각의 플라이는, 유기질 서포트 및 유기질 층을 이루도록 이용되는 열 가용성 유기 폴리머, 또는 무기질 특성의 서포트를 이루기 위한 세라믹 무기질 분말과 열 가용성 유기 폴리머의 혼합물인 열 가용성(thermofusible) 고체 전구체의 스트링의 연속적인 또는 불연속적인 용융에 의해 만들어지는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 18

청구항 12에 있어서,

레이저 빔 내에서 용융되는 분말을 분무함으로써 재료의 연속적인 비드를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 여과액 및 농축물을 생산하도록 처리할 유체 매질의 접선 유동 분리를 위한 요소의 기술분야에 관한 것이며, 일반적으로 요소는 필터 멤브레인이라고 불린다. 더욱 상세하게는, 본 발명은, 막힘(clogging)과 같은 문제들을 감소시키도록, 또는 심지어 제거하도록 작용하는 다중 채널 다공성 서포트에 대한 신규한 형상과, 그러한 서포트를 제조하는 추가적인 제조방법과, 서포트를 포함하는 접선 유동 세퍼레이터 요소에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 멤브레인을 이용하는 분리 방법은, 수많은 분야, 특히 음용수를 생산하기 위한 그리고 공업폐수를 처리하기 위한 환경분야, 화학, 석유화학, 제약, 및 농식품 산업분야, 그리고 생명공학 분야에서 이용된다.

[0003] 멤브레인은 선택적인 장벽을 구성하며, 전달력(transfer force)의 작용 하에서, 멤브레인은 처리할 매질의 어떤 성분은 통과시키고 어떤 성분은 통과시키지 않도록 작용한다. 성분은 멤브레인 내의 구멍들의 크기에 대비한 크기의 결과로 통과하거나 통과하지 못하며, 여기서 멤브레인은 필터로서 거동한다. 구멍 크기의 함수로서 그러한 기술들은 "마이크로여과", "울트라여과", 또는 "나노여과"라고 불린다.

[0004] 상이한 구조 및 텍스처(textures)를 갖는 멤브레인들이 존재한다. 일반적으로, 멤브레인은, 기계적인 강도를 갖는 멤브레인을 제공하는 그리고 형상을 부여하고 그에 따라 멤브레인의 필터 면적을 결정하는 다공성 서포트에 의해 구성된다. 이러한 서포트 상에서, 하나 이상의 분리-수행 층(separation-performing layer)이 적층(deposited)되고, 각각의 층은 수 마이크로미터의 두께를 가지며, "세퍼레이터 층", "필터 층", 또는 "활성 층"이라고도 불린다. 분리시, 여과된 유체는 다공성 서포트의 외측 표면을 향해 가기 위해서 서포트의 다공성

구조를 통하여 확산된다. 분리 층 및 다공성 서포트를 통과하는 처리할 유체의 일부는 "투과액(permeate)" 또는 "여과액(filtrate)"이라고 불리며, 멤브레인을 둘러싸는 수집 챔버에 의해 회수된다. 유체의 나머지 부분은 "농축물(retentate)"이라고 불리며, 대개는, 재순환 루프를 경유하여, 멤브레인으로부터 상류층의 처리할 유체 내로 재주입된다.

- [0005] 종래 방식에 있어서, 서포트는 압출에 의해 소정의 형상으로 최초 제작되고, 그 다음에 요구되는 강도를 보장하기에 충분한 온도 및 시간으로 소결되는 한편, 최종적인 세라믹 내의 개방 및 상호연결된 구멍들의 소정의 텍스처를 보존한다. 이 방법은 얻어진 하나 이상의 직선형 채널을 필수적으로 이끌어내며, 그 후 세퍼레이터 층(들)은 계속해서 적층 및 소결된다. 전통적으로 서포트는, 서포트의 중심축선에 평행하게 배열되는 하나 이상의 직선형 채널을 갖는 형상의 관 형상을 갖는다. 일반적으로, 채널의 내측 표면은 매끄럽고, 어떤 불규칙한 것도 가지지 않는다.
- [0006] 그렇지만, 그러한 형상을 갖는 서포트로 제작되는 필터 멤브레인은 막힘의 문제를 겪으며, 결과적으로 유동속도의 측면에서 제한되는 성능을 갖는다. 상세하게는, 작은 입자들 및 거대분자들이 세퍼레이터 층의 표면 상에 흡수될 수 있거나 겔 또는 적층(deposit)의 형태로 그 위에 적층되어 갈 수 있으며, 심지어는 구멍 내로 통과하거나 구멍들 중 일부를 차단시킬 수 있다.
- [0007] 필터 요소를 이용하는 모든 접선 분리는 선택적인 전달의 원리에 의존하며, 여기서 효율은 멤브레인(활성 층)의 선택성 및 전체로서 고려되는 필터 요소(서포트 + 활성 층)의 투과성(유동)에 의존한다. 선택성 및 투과성은, 활성 층 및 필터 요소의 특성에 의해 결정되지만, 그뿐 아니라, 농도차 편극의 출현, 적층, 및/또는 구멍의 차단에 의해 감소되거나 제한될 수 있다.
- [0008] 농도차 편극 현상은 거대분자들이 처리할 유체 내에 존재할 때 여과 작업이 멤브레인/용액 경계면에 집중되는 동안에 야기되며, 여기서 이것들은 분리력에 대항하여 삼투 배압(osmotic back-pressure)이 가해지도록 하거나, Fick의 법칙의 적용으로 처리할 유체의 중심으로 돌아가 확산되도록 한다. 농도차 편극 현상은 용체의 투과 때문에 멤브레인 부근에서 축적되는 유지 화합물(retained compound)을 초래한다.
- [0009] 적층은, 응축상이 겔 또는 점착성 퇴적물의 형태로 나타나도록 야기시키기에 충분하게 멤브레인 표면에서의 입자들의 농도가 증가할 때 여과 작업 동안에 나타나며, 멤브레인의 저항에 더하여 유압 저항을 상승시킨다.
- [0010] 구멍 차단은, 구멍의 크기와 동일하거나 작은 크기의 입자들이 침투할 때 발생하며, 그에 따라 여과 면적에 있어서의 감소를 야기시킨다.
- [0011] 막힘, 그리고 그 가역성이나 비-가역성은, 필터 요소에 의존하는, 특히 세퍼레이터 층, 처리할 액체, 및 작업 파라미터들에 의존하는 복잡한 현상이다.
- [0012] 필터 설비를 설계할 때, 첫째로는 처리될 체적의 측면에서의 요구사항들을 만족시키기 위해서 설치 면적을 증가시킬 것을 야기시키고, 둘째로는 역세(back washing) 또는 세제를 이용하는 주기적인 세척 사이클과 같은, 사후 막힘을 해결하기 위한 특정 기술적인 수단을 이용할 필요가 있기 때문에, 막힘은 여과의 경제적인 매력에 대한 중요한 브레이크이다.
- [0013] 종래의 기술에 있어서, 필터 요소의 채널 내출의 난류 유동 조건을 생성함으로써 막힘 현상을 감소시키는 것이 이미 제안되어 있다.
- [0014] 처음으로, 관형 필터 요소 내로 난류-생성 장치를 도입한 것이 제안되어 있다. 특히, D. M. Krstic 등의 Journal of Membrane Science 208 (2002) pp. 303-314에 대해 참조가 이루어질 수 있다. 막힘을 제한함으로써, 이들 장치는 침투 유동을 향상시키고, 계속해서 여과의 효율을 향상시키도록 작용한다. 그럼에도 불구하고, 관형 요소 내에 그러한 장치들을 설치하고 부착시키는 것은 어렵고 복잡한 작업이다. 나아가서, 이것은 장비의 신뢰성을 해치는 고질적인 진동문제를 일으킨다.
- [0015] M. Y. Jaffrin의 Journal of Membrane Science 324 (2008) pp. 7-25에 또 다른 복잡한 시스템이 제안되어 있으며, 이것은 난류를 생성시키기 위해서 서로에 대해 회전하는 중심 모듈 및 원형 멤브레인을 이용한다. 그렇지만 이것은 최종적인 큰 전단속도가 막힘을 감소시키도록 작용하는 것을 보여준다.
- [0016] 또 다른 해결책은 관형 요소의 형상 변형을 포함한다. 프랑스 특허 FR 2 503 615 호에는 압력 하에서 주입된 가스 혼합물을 여과하는 원통형 튜브가 개시되며, 여기서 튜브의 내측 벽은 가스상들 중 하나가 튜브의 벽 상에 축적되는 것을 방지하여 가스 확산에 의해 분리를 향상시키는 난류를 생성하기 위한 오목부(indentation)를 갖는다. 이 오목부는 압출 다이를 떠나는 튜브가 그 벽의 전체 두께에 걸쳐 국부적으로 튜브를 변형시키는 롤러

들 또는 도구들 사이를 통과하도록 야기시킴으로써 형성된다. 프랑스 특허 FR 2 503 616 호에는 동일한 원리에 기초한 방법이 개시되며, 이 방법은 튜브의 양측에 서로 마주하도록 또는 교대로 배열되는 널링 휠(knurling wheels)을 적용함으로써 압출 다이를 떠나는 튜브의 벽을 변형시키는 것을 포함한다.

[0017] 이들 2개의 문헌에서, 단일-채널 튜브를 압출하는 이전 단계 이후에, 최종 성형 단계는 튜브의 외측 표면에 대하여 회전 펀치 등을 가압함으로써 단일 채널의 내측에 오목부를 형성하도록 하는 소성 변형에 의해 수행된다. 그러한 "오목부"를 얻는 것은 재료의 연성, 다시 말해서 파손 없이 영구적인 변형을 이룰 수 있는 것에 대한 적절성에 따라 용이하거나 어려울 수 있다. 그렇지만, 세라믹 멤브레인을 제조하기 위하여 이용되는 화합물은 양호한 연성을 나타내지 못한다: 이것들은 압출에 의해 용이하게 성형되지만, 일반적으로 5% 미만의 파손 신장률(breaking elongation)을 갖는다. 나아가서, 그러한 기술로는, 단지 작은 크기의 오목부만을 얻을 수 있다. 마지막으로, 튜브의 두께에 걸쳐 이루어지는 변형은 재료 내에 응력 수준을 높이고 깨질 우려를 불러 일으키며, 그에 따라 기계적인 강도를 크게 떨어뜨린다. 또한, 프랑스 출원 FR 2 736 843호에는, 서포트의 주변 벽이 부드럽지만, 오목부를 포함하는 벽을 갖춘 단일 채널을 가지는 다공성 튜브가 제안된다. 이를 위해, 다공성 튜브는 그 축선을 따라 배열되는 원통형 핀을 포함하는 압출 다이에 의해서 성형되며, 이 핀 또는 압출 다이의 출구는 회전하도록 장착되고 원형이 아닌 단면을 갖는다. 또, 그 제조 기술은 특정 타입의 오목부, 즉 세퍼레이터의 일단으로부터 타단까지 연속적인 오목부로 제한되며, 채널의 유동 단면에 있어서 어떠한 변화도 발생시키지 못한다. 나아가서, 일련의 내부 채널을 가지는 세퍼레이터 요소를 제조하는 것으로 바뀔 수 없다. 그렇지만, 필터 표면 면적을 증가시킬 수 있어 성능을 개선할 수 있기 때문에, 다중 채널 세퍼레이터 요소에 대한 요구가 지속적으로 증가하고 있다.

[0018] 동일한 방식으로, 유럽 특허 EP 0 813 445 호에는 하나 이상의 채널을 갖춘 필터 요소가 개시되어 있으며, 각각의 채널은 단일-, 이중-, 또는 삼중-홀일 수 있는 나선 홀을 포함한다. 이 필터 요소는 프랑스 문헌 FR 2 736 843 호에서 설명된 필터 요소와 같은 단점을 갖는다.

발명의 내용

[0019] 본 명세서에 있어서, 본 발명은, 신규한 필터 요소 및 그것을 제작하기에 적합한 제조 기술 제공을 제안하며, 여기서 필터 요소는 막힘 현상을 감소시키거나, 심지어 그것을 제거하기에 적합한 단일-채널 또는 다중 채널구조 및 형상을 갖는다. 본 발명의 목적은, 종래 기술의 해결책에서의 단점을 나타내지 않으면서, 높은 표면 전단응력을 생성하여 채널 내측의 난류를 증강시키도록, 필요에 따라 조절될 수 있는 형상의 신규한 필터 요소를 제공하고자 하는 것이다.

[0020] 그러한 목적을 성취하기 위해서, 본 발명은, 처리할 유체 매질을 여과액 및 농축물로 분리하기 위한 모놀리식 접선 유동 세퍼레이터 요소를 제공하며, 상기 세퍼레이터 요소는 3차원 구조의 직선형 강체 다공성 서포트를 포함하되 상기 서포트는 서포트의 외측 표면으로부터 여과액을 회수하기 위해서 처리할 유체 매질의 유동을 통과시키기 위한 적어도 하나의 채널이 내부에 배열되며, 상기 서포트의 외측 표면은 일정한 프로파일을 갖는다.

[0021] 본 발명에 따르면, 모놀리식 강체 다공성 서포트는 채널(들)의 내측 벽(들) 상에 또는 내에 여과할 유체의 유동에 대한 장애물을 포함하며, 상기 장애물은 서포트와 다공성 텍스처 및 재료의 동질성(identity) 및 연속성을 가지며, 채널의 길이방향 축선을 따라서 취해지는 제1 위치와 제2 위치 사이에서 나타나는 바와 같이, 상기 장애물은, 그 주변에서 유체가 유동할 수밖에 없도록 하고, 그에 따라 유체의 유동을 저해하거나 방해한다.

[0022] 나아가서, 본 발명의 요소는 또한 다음의 추가적인 특징들 중 적어도 하나의 특징 및/또는 나머지 특징들을 결합하여 가질 수도 있다:

[0023] - 채널의 적어도 하나의 장애물은, 상기 채널 내에서 처리할 유체의 유동방향으로 급작스럽게 좁아지거나 수렴하는 노즐을 생성하는 것;

[0024] - 채널의 적어도 하나의 장애물은, 상기 장애물의 위치에서 국부적으로 좁아지는 유동 횡단면을 생성하며, 상기 유동 횡단면은, 상기 채널의 길이방향 축선에 수직이고, 상기 장애물로부터 상류 및 하류측에 위치한 채널 부분의 형상(들)과는 상이한 형상을 가지는 것;

[0025] - 가장 좁은 유동 횡단면과, 채널의 상기 가장 좁은 유동 횡단면으로부터 상류측에 위치한 부분과의 사이에서, 다음 리스트로부터 취해진 기준들 중 하나는 변화하지 않고 유지되는 한편 다른 기준들은 변화하며, 상기 기준은: 채널의 유동 횡단면의 형상, 면적, 윤변, 및 수력직경인 것;

[0026] - 가장 좁은 유동 횡단면과, 채널의 상기 가장 좁은 유동 횡단면으로부터 상류측에 위치한 부분과의 사이에서,

다음 리스트로부터 취해진 기준들 모두는 변화하지 않고 유지되며, 상기 기준은: 형상, 면적, 윤변, 및 수력적 경인 것;

- [0027] - 채널의 적어도 하나의 장애물은, 상기 채널의 길이방향 축선에 수직인 유동 횡단면을 가지며, 상기 유동 횡단면은 채널의 길이방향 축선을 따라서 취해진 2개의 위치 사이에서 상기 채널의 길이방향 축선을 중심으로 회전하는 것;
- [0028] - 채널의 적어도 하나의 장애물은, 상기 채널의 양단부 사이에서 불연속적인 방식으로 상기 채널의 길이방향 축선을 중심으로 회전하는 유동 횡단면을 갖는 것;
- [0029] - 상기 요소는, 채널의 내측 벽 상에 연속적으로 적층되고 상기 장애물을 완전히 덮는 적어도 하나의 세퍼레이터 층을 포함하는 것;
- [0030] - 다공성 서포트는 유기질 또는 무기질인 재료로 만들어지는 것;
- [0031] - 세퍼레이터 층 또는 중간 층은 유기질 또는 무기질인 재료로 만들어지는 것; 그리고
- [0032] - 다공성 서포트의 3차원 구조는 광학 현미경 또는 주사 전자 현미경에 의해 관찰될 수 있는 상이한 플라이(plies)들을 갖는 것.
- [0033] 본 발명의 접선 유동 세퍼레이터 요소를 제조하는 방법은, 소정의 3차원 형상을 점진적으로 쌓아올리도록 서로 중첩되어 연속적으로 본딩되는 개별적인 플라이들을 형성함으로써 서포트의 3차원 구조를 만드는 단계를 포함한다.
- [0034] 나아가서, 본 발명의 방법은 또한 다음 추가적인 특징들 중 적어도 하나의 특징 및/또는 나머지 특징들을 결합하여 포함할 수도 있다:
- [0035] - 다음 단계들:
- [0036] - 다공성 서포트를 형성하기 위한 재료의 연속적인 베드를 만드는 단계로서, 상기 베드는 플라이에서의 상기 다공성 서포트의 단면보다 큰 면적에 걸쳐 일정한 두께를 가지는, 단계; 및
- [0037] - 개별적인 플라이를 생성하도록, 각각의 플라이에 대하여 결정되는 패턴을 형성하기 위하여 재료의 일부를 국부적으로 경화하는 한편, 이러한 방식으로 만들어지는 바와 같은 개별적인 플라이를 앞선 플라이에 대해 동시에 본딩하는 단계;
- [0038] 를 반복함으로써 3차원 구조를 만드는 단계;
- [0039] - 광중합 가능한 수지와 같은 액체 재료 또는 분말의 형태인 고체 재료의 연속적인 베드를 만드는 단계;
- [0040] - 유기질 또는 무기질 분말의 형태인 고체 재료의 연속적인 베드를 만드는 단계;
- [0041] - 내부에 배치된 무기질 분말을 갖는 광중합 가능한 액체 전구체의 형태인 매질의 연속적인 베드를 만드는 단계;
- [0042] - 각각의 플라이는, 유기질 서포트 및 유기질 층을 이루도록 이용되는 열 가용성 유기 폴리머, 또는 무기질 특성의 서포트로, 세라믹 무기질 분말과 열 가용성 유기 폴리머를 만들기 위한 혼합물인 열 가용성(thermofusible) 고체 전구체의 스트링의 연속적인 또는 불연속적인 용융에 의해 만들어지는 것; 그리고
- [0043] - 레이저 빔 내에서 용융되는 분말을 분무함으로써 재료의 연속적인 베드를 생성하는 단계.
- [0044] 본 발명의 내용에서 한정되는 방법에 의해 얻어지는 접선 유동 세퍼레이터 요소는, 서포트의 3차원 구조를 쌓아올리는 것을 이끌어 낸다. 이러한 구조는 광학 현미경 또는 주사 전자 현미경에 의해 다양한 플라이들을 관찰함으로써 드러남을 알 수 있을 것이다. 물론, 다양한 플라이들의 경계는 가능한 한 미약한(tenuous) 것이 바람직하다.
- [0045] 첨부된 도면들을 참조하여 이루어진 이어지는 설명으로부터 다른 여러 특징들이 드러날 수 있으며, 첨부 도면들은 비제한적인 예로서 본 발명의 실시형태들을 도시한다.

도면의 간단한 설명

[0046] 도 1a는, 장애물의 실시형태를 나타내는 서포트의 길이방향 단면도이다.

도 1b 및 1c는, 유체의 유동방향에 대하여 장애물로부터 상류에서 그리고 장애물 위치에서 각각 취해진 서포트의 단면도이다.

도 2는, 급작스럽게 좁아지는 노즐 및 수렴하는 노즐 양쪽 모두를 발생시키는 장애물을 나타내는 서포트의 길이 방향 단면도이다.

도 3a 및 3b는, 면적변화 없이 채널의 유동단면(flow section)에 있어서의 변화를 나타내는, 장애물로부터 상류에서 그리고 장애물 위치에서 각각 취해진 서포트의 단면도이다.

도 4a 및 4b는, 윤변(wetted perimeter)변화 없이 채널의 유동단면에 있어서의 변화를 나타내는, 장애물로부터 상류에서 그리고 장애물 위치에서 각각 취해진 서포트의 단면도이다.

도 5a 및 5b는, 수력직경(hydraulic diameter)변화 없이 채널의 유동단면에 있어서의 변화를 나타내는, 장애물로부터 상류에서 그리고 장애물 위치에서 각각 취해진 서포트의 단면도이다.

도 6a 및 6b는, 각각, 치수가 변화하는 동안에 채널의 유동단면의 형상의 변함없는 본질을 나타내는, 서포트의 길이방향 단면도 및 횡단면도이다.

도 7a 및 7b는, 각각, 변하지 않는 치수를 갖는 채널의 유동단면의 형상의 변함없는 본질을 나타내는, 서포트의 길이방향 단면도 및 횡단면도이다.

도 8은 국부적으로 변하지 않는 유동단면의 선회부(turning)를 나타내는 서포트의 길이방향으로 일부 절개된 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0047] 예비적인 측면으로, 본 명세서의 기재내용에서 사용되는 몇몇 용어들에 대한 정의가 주어진다.
- [0048] "평균입도크기(mean grain size)"라는 용어는, 체적분포에 대한 d50 값을 의미하기 위해 사용되며, 여기서 알갱이의 전체 체적의 50%가 이 d50 값보다 작은 직경을 가지는 알갱이들의 체적에 상응한다. 체적분포는 알갱이 직경의 함수로서 알갱이 체적 빈도(grain volume frequencies)를 그리는 곡선(해석함수)이다. d50 값은 레이저 회절 입도분석에 의해 얻어지는 것과 같은 빈도 곡선 아래에 위치되는 2개의 동일한 면적 부분들 사이의 중간값에 상응하며, 여기서 레이저 회절 입도분석은 알갱이의 평균직경을 측정하기 위하여 본 명세서에서 사용되는 참조기술이다. d50을 측정하기 위한 기술과 관련하여, 특히 다음과 같은 것을 참조할 수 있다;
 - [0049] - ISO 표준 13320:2009, 레이저 입도분석 기술;
 - [0050] - ISO 표준 14488:2007, 분석 기반으로 분말을 샘플링하는 기술; 및
 - [0051] - ISO 표준 14887:2000, 레이저 입도분석에 의한 측정 이전에 액체 내에서의 분말 샘플의 재현가능한 분산(reproducibly dispersing).
- [0052] "평균구멍직경(mean pore diameter)"이라는 용어는, 체적분포의 d50 값을 의미하기 위해 사용되며, 여기서 구멍(pores)의 전체 체적의 50%는 이 d50 값보다 작은 직경을 갖는 구멍들의 체적에 상응한다. 체적분포는 구멍 직경의 함수로서 알갱이 체적 빈도를 그리는 곡선(해석함수)이다. d50 값은, 수 나노미터(nm) 정도의 평균직경에 대한 수은침투에 의해 얻어지거나, 또는, 더욱 작은 직경의 구멍들에 대하여, 가스, 특히 N₂의 흡수에 의해 얻어지는, 2개의 동일한 면적 부분들 사이의 중간값에 상응하며, 여기서 이들 2개의 기술은 구멍들의 평균직경을 측정하기 위하여 본 명세서의 기재내용에 있어서 참조로서 사용된다.
- [0053] 특히, 다음과 같은 기술들을 사용할 수 있다.
 - [0054] - ISO 표준 15901-1:2005, 수은침투 측정기술; 및
 - [0055] - ISO 표준 15901-2:2006 및 15901-3:2007, 가스흡수 측정기술.
- [0056] 본 발명은, 처리할 유체 매질(fluid medium)을 여과액 및 농축물로 분리하기 위한 집선유동 세퍼레이터 요소를 제안하며, 여기서 그러한 요소는 여과를 위하여 유체의 유동을 지연시키기 위해서 채널의 내측 벽 상에 장애물을 형성하도록 선택된 형상의 단일-채널 또는 다중채널 모놀리식 다공성 서포트(monolithic porous support)를 포함한다. 그러한 모놀리식 다공성 구조의 일체형 부분을 형성하는 장애물을 갖는 모놀리식 서포트들은, 아래에 설명되는 바와 같이, 첨가 기술(additive techniques)에 의해 만들어진다.

- [0057] 본 명세서의 기재내용에 있어서, 세퍼레이터 요소는, 접선 여과에 의해 유체 매질을 분리하기 위한 것이며, 통상 필터 멤브레인이라고 불리운다. 그러한 세퍼레이터 요소는 여과시킬 유체에 대하여 하나 이상의 유동 채널이 배열되는 다공성 서포트를 포함한다. 각각의 유동 채널은 입구 및 출구를 갖는다. 일반적으로, 유동 채널의 입구는 서포트의 단부 중 하나에 위치되며, 하나의 단부 즉 일단은 처리할 유체 매질을 위한 입구로서 기능하고, 출구는 농축물을 위한 출구 구역으로서 기능하는 서포트의 다른 하나의 단부 즉 타단에 위치된다.
- [0058] 그러한 세퍼레이터 요소에 있어서, 서포트를 구성하는 몸체는 다공성인 텍스처(texture)를 제공한다. 이러한 다공성 텍스처는, 수은 침투 포로메트리(porometry)에 의해 측정됨에 따른 구멍 분포로부터 추론되는 바와 같이, 구멍의 평균 직경을 특징으로 한다.
- [0059] 서포트의 다공성 텍스처는 개방되어 상호연결된 구멍들의 배열을 형성하며, 그에 따라 필터 세퍼레이터 층에 의해 여과된 유체가 다공성 서포트를 통과하도록 그리고 그 주변에서 회수되도록 할 수 있다. 서포트의 유압저항을 규정하기 위해서 서포트의 투수성을 측정하는 것은 일반적인 관행이다. 상세하게는, 다공성 매질에 있어서, 비압축성 점성액의 정상류는 Darcy의 법칙에 의해 지배된다. 유체의 속도는 압력구배에 비례하고, "투과성(permeability)"으로 알려져 있는 특성 파라미터를 통하여, 유체의 동점성(dynamic viscosity)에 반비례하며, 예를 들어, 이것은 1996년 12월의 프랑스 표준 NF X 45-101에 따라 측정될 수 있다.
- [0060] 따라서 침투는 다공성 서포트의 주변 표면으로부터 회수된다. 채널의 벽은 처리할 유체 매질을 여과하도록 기능하는 적어도 하나의 필터 세퍼레이터 층에 의해 연속적으로 덮여있다. 의미상, 필터 세퍼레이터 층은 서포트의 평균구멍직경보다 작은 평균구멍직경을 제공해야만 한다. 세퍼레이터 층은, 처리할 유체와 접촉하는 그리고 처리할 유체가 유동하는 접선유동 세퍼레이터 요소의 표면을 한정한다.
- [0061] 도 1은 채널이 구비되는 관 형상의 접선유동 세퍼레이터 요소(1)의 예를 도시하지만, 많은 다른 형상들이 본 발명의 방법을 이용하여 만들어질 수 있다. 접선유동 세퍼레이터 요소(1)는 길이방향 중심축선(A)을 따라서 연장하는 기다란 형상을 가지도록 만들어진 다공성 서포트(2)를 포함하며, 이 때문에 다공성 서포트의 구조는 직선형상이라고 불리운다. 도 1에 도시된 다공성 서포트(2)는 원형의 정단면을 가지며, 그에 따라 원통형인 외측 표면(5)을 나타내지만, 그 정단면은 다각형 등 다른 어떤 형상이라도 가질 수 있다. "단면(section)"이라는 용어는, 평면에 의해 절단된 체적으로 한정되는 형상을 지칭하기 위해 사용되며, 여기서 원통의 정단면은 길이방향 중심축선(A)에 수직인 평면에 의해 절단되는 원통으로 한정되는 형상이다.
- [0062] 본 발명의 특징에 따르면, 서포트의 외측표면(5) 즉 외주면은 일정한 프로파일을 제공한다. 이 프로파일은 길이방향 중심축선(A)을 포함하는 횡단 평면 내에서 취해지는 다공성 서포트(2)의 외측 형상에 상응한다는 것을 알 수 있을 것이다. 도시된 실시예에 있어서, 서포트(2)의 프로파일은 직선형상이며 입구로부터 출구까지 일정하다. 다시 말해서, 프로파일이 일정하다는 것은, 서포트의 중심축선에 평행한 모든 외측 라인이 서로에 대해 모두 평행한 직선이라는 것을 의미한다.
- [0063] 다시 말해서, 외측표면(5)은, 재료 고유의 공극율로 야기되거나 적절한 성형방법에 내재된 표면 거칠기로 야기되는 불균일 이외에는 어떠한 표면 불균일도 나타내지 않는다. 따라서, 외측표면(5)은 어떠한 변형이나 자국(indentations)도 가지지 않는다.
- [0064] 다공성 서포트(2)는 적어도 하나의 채널(channel)(3)을 포함하도록 배열되며, 도 1에 도시된 실시예에 있어서는 하나의 채널(3)을 가지는 한편, 도 2에 도시된 실시예에 있어서는 2개의 채널(3)들을 갖는다. 각각의 채널(3)은 단일-채널 서포트에 있어서의 서포트의 축선(A)과 장점적으로 일치하는 길이방향 축선(T)을 따라서 서포트의 축선(A)에 평행하게 연장한다. 각각의 채널(3)은, 채널(3) 내에서 유동하는 처리할 유체 매질과 접촉하도록 적어도 하나의 세퍼레이터 층(4)에 의해 덮이는 표면을 제공한다. 유체 매질의 일부는 세퍼레이터 층(4) 및 다공성 서포트(2)를 통과하여, "투과액(permeate)"이라고 언급되는, 유체의 처리된 일부가 다공성 서포트의 외측 표면(5)을 통하여 유동하도록 한다. 여과할 유체는 화살표 f 방향으로 표시된 유동방향으로 입구 구역과 출구 구역 사이에서 유동한다. 도시된 실시예에 있어서, 입구 구역(6)은 관형 서포트의 일단에 위치되고, 출구 구역(7)은 타단에 위치된다.
- [0065] 전형적으로, 필터 세퍼레이터 층의 두께는 1 마이크로미터(μm) 내지 100 μm 의 범위 내에 놓인다. 물론, 분리기능을 수행할 수 있도록 그리고 활성 층으로서 작용하도록, 세퍼레이터 층은 서포트의 평균구멍직경보다 작은 평균구멍직경을 갖는다. 통상, 필터 세퍼레이터 층의 구멍직경은 적어도 3의 비율로(by a factor of at least 3), 바람직하게는 적어도 5의 비율로 서포트의 평균구멍직경보다 작다.
- [0066] 마이크로여과(microfiltration), 울트라여과(ultrafiltration), 및 나노여과(nanofiltration)를 위한 세퍼레이

터 층의 개념은 통상의 기술자에게 잘 공지되어 있다. 일반적인 개념은 다음과 같다:

- [0067] - 마이크로여과 세퍼레이터 층은 0.1 μm 내지 2 μm 의 범위 내에 놓이는 평균구멍직경을 가짐;
- [0068] - 울트라여과 세퍼레이터 층은 0.1 μm 내지 0.01 μm 의 범위 내에 놓이는 평균구멍직경을 가짐; 그리고
- [0069] - 나노여과 세퍼레이터 층은 0.5nm 내지 2nm의 범위 내에 놓이는 평균구멍직경을 가짐.
- [0070] 소위 "활성(active)" 마이크로- 또는 울트라여과 층은 (단일-층 세퍼레이터 층을 위하여) 다공성 서포트에 직접적으로 적층될(deposited) 수 있거나, 아니면 더욱 작은 평균구멍직경의 중간층에 적층될 수 있으며, 여기서 중간층은 (단일-층 세퍼레이터 층을 위하여) 다공성 서포트 상에 직접적으로 적층된다.
- [0071] 예를 들어, 세퍼레이터 층은, 오로지 하나 이상의 금속 산화물, 탄화물, 또는 질화물에 의해서만, 또는 세라믹에 의해서만 구성되거나 그것을 기반으로 할 수 있으며, 여기서 "세라믹(ceramics)"이라는 용어는 모든 비-금속 무기질 재료를 의미할 수 있다. 특히, 세퍼레이터 층은, 단독으로 또는 혼합하여, 오로지 TiO₂, Al₂O₃, 및 ZrO₂에 의해서만 구성되거나 그것을 기반으로 할 수 있다.
- [0072] 또한, 예를 들어, 세퍼레이터 층은, 오로지 유기성(organic nature)의 다공성 서포트에 적층된 폴리머의 콜로이드에 의해서만 구성되거나 그것을 기반으로 할 수도 있다. 또한, 예를 들어, 세퍼레이터 층은, 오로지 금속성(metallic nature)의 다공성 서포트에 적층된 금속에 의해서만 구성되거나 그것을 기반으로 할 수도 있다.
- [0073] 본 발명의 본질적인 특징에 따르면, 서포트는 적어도 하나의, 채널의 내측 벽(3₁)으로부터 시작하는, 일련의 장애물(9)을 가지도록 형성되며, 이 장애물은 유동 내에 와류를 발생시키기에 적합한, 그리고 재순환이 나타나도록 야기시키기에 충분한 진폭의 전단력을 발생시키기에 적합하며, 그에 따라 막힘 현상을 제한하거나, 아니면 그것을 완전히 없애버린다. 장애물은 모놀리식 다공성 서포트의 일체부분을 형성하며, 다시 말해서, 이것은 다공성 서포트에 주어진 형상으로부터 초래되고 거기에 끼워맞춰지는 요소들을 어떠한 방식으로든 분리시키지 않는다. 그와 함께, 서포트 및 장애물은, 연결, 간섭, 또는 어떤 종류의 결합 없이, 단일의 다공성 모놀리식 요소를 형성한다.
- [0074] 장애물(9) 및 다공성 서포트(2)의 재료 및 다공성 텍스처는 동일하며, 재료 및 다공성 텍스처는 장애물(9)과 다공성 서포트(2) 사이에서 연결적이다. 따라서, 장애물(9)은 서포트와 기계적으로 일체이며, 장애물(9)과 서포트는 동일한 화학적 저항을 나타낸다. 장애물(9)은 세퍼레이터 층에 의해 완전히 덮여서, 세퍼레이터 요소의 필터 면적을 감소시키지도 않으며, 역으로 증가시키지도 않는다.
- [0075] 장애물(9)과 서포트(2) 사이의 재료의 일체성은, 이들이 모든 지점에서 화학적으로 동일하다는 것, 다시 말해서 다공성 서포트 및 장애물에 있어서 이들이 동일함을 의미한다.
- [0076] 동일한 다공성 텍스처는, 공극율(porosity), 비틀림(tortuosity), 그리고 구멍의 크기 및 분포를 커버하며, 이것은 요소의 모든 지점에서, 즉 장애물 및 다공성 서포트에 있어서, 동일하다.
- [0077] 재료 연속성은, 요소의 모든 지점이 화학적인 특성에 있어서 동일하며, 다시 말해서 장애물과 다공성 서포트 사이에 화학적인 불연속성이 없다는 것을 의미한다.
- [0078] 다공성 텍스처의 연속성은, 요소에 있어서의 모든 지점에서 공극율, 비틀림, 그리고 구멍의 크기 및 분포가 동일해서, 장애물과 다공성 서포트 사이에 다공성 텍스처의 불연속성이 없다는 것을 의미한다.
- [0079] 장애물의 역할은 채널 내측에서 유동하는 유체의 경로 상에 놓이도록 하는 것이다. 장애물이 채널의 길이방향 축선(T)을 따라서 취해진 제1 위치(P1)와 제2 위치(P2) 사이에 놓이기 때문에, 장애물(9)은 그 주위에서 유동해야 하는 처리할 유체의 통로를 저해 또는 방해한다. 따라서, 채널의 단면 C-C (도 1c 참조)에 의해 한정되는 바와 같은 제1 위치(P1)는 화살표 f에 의해 나타낸 바와 같이 처리할 유체의 유동방향에 있어서 장애물(9)로부터 바로 상류에서 취해지는 한편, 채널의 단면 B-B (도 1b 참조)에 의해 한정되는 바와 같은 제2 위치(P2)는 처리할 유체의 유동방향(f)으로 제1 위치(P1)로부터 하류측에 위치된다. 따라서 장애물(9)들은 그들 각각에 있어서 유체의 유동속도를 증가시키고, 그에 따라 막힘 현상이 감소되거나 제거되는, 높은 수준의 표면 전단응력 및 난류 구역을 발생시킨다. 장애물은 난류 촉진자(promoters)로서 기능한다.
- [0080] 일반적인 방식으로, 장애물(9)은, 채널의 길이방향 축선(A)을 따라서 취해진 길이(L)와, 채널의 내측 벽(3₁)으로부터 길이방향 축선(A)에 수직인 방향을 따라서 취해진 높이(h)를 갖는다. 도 1에 도시된 실시예에 있어서, 채널(3)은 장애물(9)의 상류 및 하류 양쪽 모두에서 동일한 직경(D)을 갖는다.

- [0081] 장애물(9)은 규칙적인 또는 불규칙적인 간격으로 제공될 수 있다. 본 발명에서 예상되는 신규한 서포트 형상들은 장애물이 고정되는 각각의 채널의 벽으로부터 시작하여 하나 이상의 장애물의 반복을 제공한다.
- [0082] 특히, 장애물이 설치된 채널의 내측 벽은, 유체가 상기 채널 내에서 유동할 때 난류를 촉진하기 위하여 상응하는 수의 장애물로서 기능하기에 적합한, 오목부, 볼록부, 홈부(fluting), 줄무늬부(stripes), 및/또는 또 다른 형상과 같은 부분을 가질 수 있다.
- [0083] 일반적인 방식에 있어서, 장애물(9)은, 그 형상, 면적, 윤변(wetted perimeter), 또는 수력직경(hydraulic diameter)과 관련하여 국부적으로 변형되는, 또는 국부적으로 오프셋되는, 또는 상기 장애물로부터 상류측 및 하류측에 위치된 채널부분에 대한 채널(3) 내의 위치에서의 회전에 영향을 미치는 유동 횡단면을 발생시킨다는 것이 고려되어야 하며, 여기서 유체에 대하여 유동 횡단면은 상기 채널의 길이방향 축선(T)에 수직으로 취해진다.
- [0084] 도 2에 더욱 상세하게 도시된 바와 같이, 화살표 f 로 표시된 바와 같은 채널 내에서의 유체의 유동방향으로, 장애물(9)은, 도 2에서 각각 상부 및 하부 채널에 의해 표현된 바와 같은, 급작스럽게 좁아지는 노즐 및 수렴하는 노즐을 발생시킬 수 있다. 급작스럽게 좁아지는 노즐은 채널의 내측 벽으로부터 길이방향 축선(T)에 수직으로 연장하는 반경방향 벽(9a)을 제공한다. 수렴하는 노즐은 0도보다 크고 90도보다 작은 각도(α)로 길이방향 축선(T)에 대해 기울어지는 벽(9a)을 제공한다. 물론, 대안적으로, 이러한 반경방향 벽 또는 기울어지는 벽(9a)은 연결 필릿(fillets)을 통하여 채널의 내측 벽에 연결될 수 있다.
- [0085] 물론, 장애물(9)은 유체의 유동을 저해하거나 방해하기 위한 매우 다양한 형상을 제공할 수 있다. 이하의 실시예들은, 제1 위치 및 제2 위치에 각각 상응하는, 가장 작거나 가장 좁은 유동 횡단면으로부터 상류측에 위치된 채널 부분과 상기한 가장 작거나 가장 좁은 유동 횡단면과의 사이에서 나타나는 장애물(9)을 위한 다양한 형상들을 설명한다
- [0086] 도 3a 및 3b는, 채널의 유동 단면의 형상이 제1 위치와 제2 위치 사이에서 변화하는 한편, 유동 단면의 면적은 변화하지 않고 유지되는 제1 변형 실시형태를 나타낸다.
- [0087] 제1 위치에서, 채널은 한 변의 길이가 a 인 사각형의 횡단면을 제공하여, 이 횡단면의 면적은 a^2 이 된다(도 3a). 제1 위치에서, 채널은 $D_h = 4A/P$ 의 수력직경을 제공하며, 여기서 A 는 채널의 유동단면의 면적이고, P 는 유동 단면의 윤변이다. 본 실시예에 있어서, 면적 A 는 a^2 이고 윤변은 $4a$ 이며, 그에 따라 수력직경 $D_h = a$ 이다.
- [0088] 제2 위치에서, 채널은 한 변의 길이가 $a/2$ 인 사각형 장애물(9₁) 및 상보적으로 오목한 형상의 장애물(9₂)을 가진다(도 3b). 제2 위치에서 유동 횡단면의 면적 A 는 $A = a^2 - (a/2)^2 + (a/2)^2 = a^2$ 이다. 채널의 횡단면의 면적은 변화하지 않는다. 반대로, 수력직경 $D_h = 4a^2/6a = 2/3a$ 이기 때문에, 수력직경은 변화하며, 여기서 윤변 $P = 6a$ 로 역시 변화한다.
- [0089] 도 4a 및 4b는, 채널의 유동 단면의 형상이 변화하는 한편, 윤변(P)은 변화하지 않고 유지되는 제2 변형 실시형태를 나타낸다. 본 실시예에 있어서, 도 4a에 도시된 바와 같은 제1 위치에 있어서의 채널(3)은, 한 변의 길이가 $3a$ 인 사각형의 횡단면을 제공하여, 이 횡단면의 면적 A 는 $9a^2$ 이 되고, 윤변 $P = 12a$ 이고, 수력직경 $D_h = 3a$ 이다.
- [0090] 제2 위치에서, 채널(3)은 채널의 단면의 각각의 모서리에 위치된, 한 변의 길이가 a 인 사각형 형상의 횡단면을 갖는 4개의 부분에 의해 구성되는 장애물(9₁)을 가진다(도 4b). 제2 위치에서 윤변은 $12a$ 로 변화하지 않지만, 면적 $A = 5a^2$ 으로 변화하고, 수력직경 $D_h = 5/3a$ 로 역시 변화한다.
- [0091] 도 5a 및 5b는, 채널의 유동 단면의 형상이 변화하는 한편, 비록 채널의 단면의 면적(A)과 윤변(P)은 변화하지만 수력직경(D_h)은 변화하지 않고 유지되는 제3 변형 실시형태를 나타낸다. 본 실시예에 있어서, 도 5a에 도시된 바와 같은 제1 위치에서, 채널은 한 변의 길이가 a 인 사각형의 횡단면을 제공하여, 이 횡단면의 면적 $A = a^2$ 이 되고, 윤변 $P = 4a$ 이고, 수력직경 $D_h = 4a^2/4a = a$ 이다.
- [0092] 제2 위치에서(도 5b), 채널은 반지름 $r = a/2$ 인 원형의 횡단면을 가져, 그 면적 $A = \pi r^2 = \pi a^2/4$ 이 되고,

윤변 $P = \pi a$ 이고, 수력직경 $D_h = \pi a^2 / \pi a = a$ 이다.

- [0093] 따라서, 수력직경은 변화하지 않고 유지되는 한편, 채널의 단면의 형상은 변화한다. 제1 위치와 제2 위치 사이에서, 모양(dimension)은 단면을 회전시키지 않으면서 그리고 서포트의 중심축선에 대해 중심이 치우치지 않으면서 변화하지만, 단면이 회전하고/하거나 서포트의 중심축선에 대해 중심이 치우지도록 단면이 만들어질 수도 있음은 명백하다는 것을 알 수 있을 것이다.
- [0094] 도 6a 및 6b는 채널의 단면의 형상이 변화하지 않는 반면, 채널의 단면의 면적, 윤변, 및 수력직경은 변화하는 제4 변형 실시형태를 나타낸다. 제1 위치(P1)에 있어서, 채널은 사각형의 형상을 나타내는 한편, 제2 위치(P2)에 있어서, 채널은 형상에 있어서는 여전히 사각형이지만 크기가 작은 횡단면을 나타낸다. 제1 위치와 제2 위치 사이에서, 모양은 단면을 회전시키지 않으면서 그리고 서포트의 중심축선에 대해 중심이 치우치지 않으면서 변화하지만, 단면이 회전하고/하거나 서포트의 중심축선에 대해 중심이 치우지도록 단면이 만들어질 수도 있음은 명백하다는 것을 알 수 있을 것이다.
- [0095] 전술한 실시예에 있어서, 다음 리스트로부터 취해진 기준들 중 하나는 변화하지 않고 남아있으면서, 다른 기준은 변화하며, 여기서 기준은 다음으로부터 취해진다: 형상, 면적, 윤변, 및 수력직경.
- [0096] 도 7a 및 7b에 도시된 실시예에 있어서, 채널(3)의 유동 단면의 형상은 변화하지 않고 남아있으며, 채널의 유동 단면의 윤변 및 수력직경도 그렇다. 제1 위치(P1)에 있어서, 채널은 원형인 형상을 가지며, 제2 위치(P2)에 있어서도, 동일한 크기의 원형인 형상을 가지지만, 제1 위치에 있어서의 유동 단면에 비해 오프셋되어 있다. 장애물(9)은 원형의 유동 단면을 오프셋 시킴으로써 발생된다. 물론, 유동 단면은 어떠한 형상이라도 가질 수 있다. 따라서 장애물(9)은 급작스럽게 좁아짐을 발생시킨다. 2개의 오프셋된 유동 단면들 사이의 교차부에서, 유동 단면의 면적이 변화한다는 것을 알 수 있을 것이다. 따라서, 유동 단면의 2개의 부분들 사이의 교차부를 제외하면 채널(3)의 유동 단면의 면적은 변화하지 않고 유지된다. 도시된 실시예에 있어서, 채널의 유동 단면은 원반 형상을 갖는다.
- [0097] 장애물(9)을 발생시키는 동일한 기능은 원형이 아닌 유동 단면을 회전시킴으로써 얻어질 수 있음을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 이것은 변화하지 않고 유지되는 형상의 이등변삼각형의 형상으로 만들어진 채널(3)의 유동 단면에 대해 적용될 수 있으며, 채널의 유동 단면의 면적, 윤변, 및 수력직경에 대해서도 그렇다. 제1 위치에 있어서, 채널 버스(channel bus)는 삼각형인 형상을 가지며, 제2 위치에 있어서도 삼각형인 형상을 가지지만, 주어진 값, 예컨대 90도 각도로 오프셋될 수 있다.
- [0098] 도 8은 채널(3) 내측의 장애물(9)의 방향(orientation)을 수반하는 또 다른 실시형태를 나타낸다. 본 실시예에 있어서, 장애물(9)은 채널의 길이방향 축선(T)에 수직인 유동 횡단면을 제공하며, 이 유동 횡단면은 길이방향 축선(T)을 따라 취해진 2개의 위치(P1 및 P2)들 사이에서 채널의 길이방향 축선(T)을 중심으로 회전한다. 이러한 유동 횡단면은, 채널의 양단부 사이에서 비연속적인 방식으로 회전하며, 다시 말해서 장애물의 길이는 채널의 길이보다 짧다. 예를 들어, 장애물(9)은 적어도 하나의 나선형 표면의 형태를 가져서, 나선 부분이 채널의 입구와 출구 사이에서 나타나도록 한다. 본 실시형태에 있어서, 채널(3)의 횡단면은, 특히, 채널의 입구와 출구 사이에서 변화하는 형상 및 면적을 갖는다. 따라서, 적어도 그러한 장애물은 처리할 유체의 유동 방향으로 급작스럽게 좁아짐을 발생시킨다.
- [0099] 본 발명의 내용에 있어서, 다공성 서포트 또는 전체로서의 접선 유동 세퍼레이터 요소는, 첨가(additive) 기법을 이용함으로써 제조된다. 본 발명에 따른 방법은, 점진적으로 서포트의 3차원 구조를 만들어가도록 연속하여 서로에 중첩 및 본딩되는 개별적인 플라이(plies)를 형성함으로써 서포트의 3차원 구조를 만드는 것으로 이루어진다.
- [0100] 이전 기술과 비교하여, 본 방법은 어떠한 공구 또는 기계 가공을 필요로 하지 않는 단일의 제조단계로 서포트를 만들 수 있다는 장점을 가지며, 그에 따라 서포트를 위한 다양한 형상에의 접근을 가능하게 하고, 채널 내의 장애물의 형상 및 치수를 변화시킬 수 있게 한다.
- [0101] 분말과 같은 고체 재료를 이용할 때, 분말 베드(powder bed)의 두께 및 그에 따른 각각의 연속하여 경화되는 플라이(successively consolidated ply)의 두께는, 에너지를 적용함으로써 또는 액체를 분무함으로써, 아래쪽에 있는 플라이에 본딩될 수 있도록 비교적 작다. 특히, 분말은 20 μ m 내지 200 μ m의 범위 내에 놓이는 두께로 적층되며, 여기서 이 두께는 선택된 첨가 기법의 함수이다.
- [0102] 이것은, 소정의 3차원 형상을 제작하기 위해, 플라이 다음에 플라이를, 가능하게 하는 2진 시퀀스의 반복이다.

경화 패턴(consolidation pattern)은 하나의 플라이로부터 다른 플라이로 변화할 수 있다. 소정의 3차원 형상은 선택된 빌드-업(build-up) 축선을 따라서 형성된다.

- [0103] 적층된 분말의 알갱이 크기는 분말의 각각의 베드를 위한 최소 두께를 결정하는 인자들 중 하나이며, 최종적으로 얻어지는 구멍의 평균 직경도 그렇다. 특히, 사용되는 분말은, 예컨대 금속 산화물 분말, 또는 그 전구체들 중 하나의 분말과 같은, 서포트를 구성하도록 하는 재료의 분말이다. 예를 들어, 적층된 분말은 대략 10 μ m의 세라믹 서포트 내에 있어서의 평균구멍직경을 얻기 위해서 대략 35 μ m의 평균입도크기를 가질 수 있다.
- [0104] 본 출원인은, 재료의 선택, 및 주어진 재료에 대한, 사용되는 분말의 평균입도크기, 및 주어진 재료 및 주어진 알갱이 크기에 대한, 층 다음에 층이 반복되는 분말 베드의 두께와 같은 다양한 파라미터들을 조정함으로써, 그리고, 경화를 위하여 선택된 기술에 특정한 다양한 파라미터들을 조정함으로써, 양호하게 제어되는 방식으로 경화된 모놀리스(monolith) 내에 있어서의 잔여의 상호연결된 구멍 텍스처를 얻을 수 있다는 것을 발견하였다. 이러한 잔여의 구멍 텍스처는 알갱이들 사이의 상호연결된 보이드(voids)를 남겨두도록 분말 알갱이들의 제어된 소결(sintering)의 결과이다.
- [0105] 에너지 빔을 이용할 때, 작용할 수 있는 메인 파라미터는, 초점 즉 분말의 베드에 충돌하는 빔의 직경, 분말의 베드가 광자 또는 전자의 빔에 의해 스캐닝되는 속도, 그리고 플라이를 구성하는 동안 에너지 빔의 충돌 면적들 사이의 중첩되는 비율(percentage)이다.
- [0106] 액체 분무를 이용할 때, 작용할 수 있는 메인 파라미터는, 액적(drops)의 무게, 주파수, 분말 베드가 액적의 "제트(jet)"에 의해 스캐닝되는 속도, 그리고 연속하는 패스(passes) 동안에 중첩되는 비율이다.
- [0107] 또한, 본 출원인은, 전술한 다양한 파라미터들을 모듈화함으로써, 구멍의 크기 분포를 조정할 수 있으며, 각각의 구멍의 주어진 개체군(population)에 대하여, 구멍의 개수 및 비틀림(tortuosity)을 제어할 수 있음을 관찰하였다.
- [0108] 일단 분말이 선택된 구역 내에서 뭉쳐지면, 뭉쳐지지 않은 재료는 어떤 적절한 기술에 의해 제거된다. 사용되는 분말의 초기 유동성은 이러한 작업을 용이하게 한다. 또한, 만들어진 형상의 표면에 남아있는 분말의 최종 흔적을 제거하기 위해서 워터젯 기술이나 진동을 이용할 수도 있다.
- [0109] 필터 요소의 최종 경화 및 다공성 텍스처의 최종 상태는, 바인더를 제거(디-바인딩)하고/하거나 적절한 소결로 재료에 영향을 주는 것을 목적으로 하는 하나 이상의 이어지는(subsequent) 열처리에 의해 통상 얻어진다. 그러한 최종 소결을 위하여 선택되는 온도는 사용된 무기질 재료의 특성 및 사용된 분말의 평균입도크기의 함수이다.
- [0110] 따라서, 서포트 또는 나아가서 전체 접선 유동 세퍼레이터 요소는, 플라이 다음에 플라이를 쌓아올린다. 이를 위해, 조각들로 만들어지는 접선 유동 세퍼레이터 요소 또는 서포트의 3차원 구조 세분화를 시작하기 전에, 컴퓨터 지원설계(CAD)가 이용된다. 따라서, 만들어질 실제 3차원 목적물은 매우 얇은 두께의 2차원 조각으로 세분화된다. 그 다음에 이러한 얇은 조각들은, 소정의 3차원 형상을 점진적으로 쌓아올리도록 함께 중첩되어 분당되는 개별적인 플라이의 형태로, 하나씩 만들어진다.
- [0111] 이러한 3차원 구조는 다음과 같이 만들어진다:
- [0112] - 다음 단계들을 반복함으로써:
- [0113] - 다공성 서포트를 형성하기 위한 고체 재료(유기질 또는 무기질 분말) 또는 액체 재료(분말이 분산(dispersed)된 액체 또는 유기질 전구체, 여기서 분말은 유기질 또는 무기질일 수 있음)의 베드를 만드는 단계로서, 상기 베드는 플라이의 수준에서 취해진 상기 다공성 서포트의 단면보다 큰 면적에 걸쳐 일정한 두께를 가지는 단계; 및
- [0114] - 앞선 플라이에 대해 이러한 방식으로 만들어지는 바와 같이 개별적인 플라이를 동시에 분당하는 동안에, 개별적인 플라이를 생성하도록, 각각의 플라이에 대하여 결정되는 패턴을 형성하기 위한 재료의 일부의 국부적인 경화;
- [0115] - 또는, 각각의 플라이에 대하여 소정의 패턴을 형성하도록 레이저의 빔으로 분무되는 유기질 또는 무기질 분말을 용융시킴에 의해 형성되는 재료의 연속적인 비드(beads)를 생성함으로써;
- [0116] - 또는, 열 가용성(thermofusible) 고체 전구체의 스트링의 연속적인 또는 불연속적인 (적상(dropwise)) 용융에 의해.

- [0117] 전구체가 그 자신에 이용되는 열 가용성 유기 폴리머일 때, 서포트는 유기질 특성을 가지며 유기질 특성의 층을 적층하기 위하여 즉시 이용될 수 있다. 전구체가 열 가용성 유기 폴리머 및 세라믹 또는 금속 무기질 분말의 혼합물일 때, 바인더로서 사용되는 폴리머가 제거된 다음에 그리고 무기질 분말의 알갱이들이 소결된 다음에, 서포트는 무기질 특성을 가진다.
- [0118] 일반적으로 방식으로, 제1 상태에 있어서, 사용되는 재료는 고체 또는 액체이며, 개별적인 플라이는 에너지를 전달함으로써 또는 미세한 액적으로 액체를 분무함으로써 경화된다. 에너지는, (발광 다이오드(LED)나 레이저에 의한) 통제된(directed) 광 빔을 이용함으로써, 또는 통제된 전자의 빔을 이용함으로써, 또는 CAD에 의해 선택된 패턴으로 분말의 베드에 걸쳐 포커싱 및 스캐닝될 수 있는 다른 어떤 에너지원을 이용함으로써, 국부화된 방식으로 전달될 수 있다. 그 다음에 에너지와 재료 사이의 상호작용은, 재료의 특성 및 사용되는 에너지원의 특성에 따라, 소결, 또는 재료용융 및 응고(solidifying), 또는 광-중합이나 광-교차-결합에 영향을 받은 재료가 생기게 한다.
- [0119] 액체는 압전 시스템에 의해서 생성되는 마이크로 액적을 이용하여 국부화된 방식으로 전달될 수 있으며, 여기서 액적은 선택적으로 정전기장을 이용하여 대전되고 통제될 수 있다. 액체는, 바인더 또는 사전에 세라믹 분말에 부가되는 바인더를 활성화하기 위한 작용제이어야 한다.
- [0120] 이전의 기술에 비해, 본 발명의 내용에 있어서 예상되는 바와 같은 첨가 기술의 이용은, 첫째로 생산 신뢰성 및 속도의 측면에서 개선을 이룰 수 있으며, 둘째로 서포트 내측의 채널(들) 내에 형성될 수 있는 블록부에 대한 형상 및 서포트 형상의 범위를 넓힐 수 있다.
- [0121] 본 발명의 내용에 있어서, 다양한 첨가 기술들이 이하 설명하는 바와 같이 3차원 형상을 설계하기 위하여 이용될 수 있다.
- [0122] 선택적 레이저 소결(SLS) 또는 선택적 레이저 용융(SLM)
- [0123] 이러한 기술로, 서포트 또는 접선 유동 세퍼레이터 요소를 구성하는 재료의 분말, 유기질 분말, 또는 금속으로 혹은 산화물, 질화물, 또는 탄화물 타입의 세라믹으로 만들어지는 무기질 재료의 분말, 또는 전구체를 위한 분말은, 연속적인 베드를 형성하도록 적층된다. 그 다음에 강력한 레이저 빔이, 선택된 패턴으로 국부적으로 적용되고, 서포트에 또는 접선 유동 세퍼레이터 요소에 상응하는 플라이를 형성하도록 분말을 뭉치기 위해 그리고 그것을 소결에 의해 앞선 플라이들에 본딩시키기 위해 작용한다. 국부화된 에너지 전달의 효과 하에서, 분말 알갱이들은 부분적으로 용융되어 함께 용접되어 가고, 그에 의해 플라이 화합(ply cohesive)을 이루고, 그에 따라 만들어진 형상의 사전-소결을 실시한다. 그 다음에, 새로운 분말 베드가 뿌러지고 프로세스가 다시 시작된다.
- [0124] 레이저 빔은 플라이 하나씩 소정의 패턴으로 재료를 경화시키도록 분말의 표면을 스캐닝한다. 이 스캐닝은 평행한 경로를 따라서 레이저를 이동시킴으로써 수행된다. 레이저의 충돌 면적이 2개의 연속하는 평행한 경로 사이에서 중첩되도록 하는 것이 유리할 수 있다. 레이저 빔의 충돌 위치에서 분말 베드에 의해 수용되는 에너지의 양은 분말 알갱이들의 용융이 부분적으로 남아있도록, 또는 어떤 경우에도 각각의 알갱이가 다공성 텍스처를 폐쇄함 없이 가장 가깝게 이웃하는 알갱이와 본딩되기에 충분하게 용융되도록 하여야 한다.
- [0125] 따라서 기계의 조정은 특히 분말 베드의 고유한 특성에 그리고 광자와 재료 사이의 상호작용의 유효성을 한정하는 재료 특성에 따른다.
- [0126] 참고로, 아래의 표 1에서 설정된 범위에 상응하는 조건을 이용할 수 있다.

표 1

	최소	최대
세라믹 분말의 평균입도크기	10 μ m	100 μ m
분말 베드의 두께	40 μ m	200 μ m
레이저의 출력	50와트(W)	1000W
레이저의 주사속도	0.5 m/s	10m/s

[0127]

- [0128] 레이저 빔의 초점 및/또는 빔의 주사속도를 국부적으로 조정함으로써, 분말 베드에 의해 수용되는 에너지의 양을 조정할 수 있으며, 그에 따라 다공성 텍스처를 조정할 수 있다. 따라서, 어느 하나의 위치에서는, 필터 세퍼레이터 층에 대하여 요구되는 것에 상응하는 다공성 텍스처를 얻을 수 있으며, 또 다른 위치에서는, 서포트를 위하여 요구되는 것에 상응하는 다공성 텍스처를 얻을 수 있다.
- [0129] 비록 소결은 레이저를 적용함으로써 서포트 또는 접선 유동 세퍼레이터 요소를 쌓아올리는 동안에 점진적으로 수행되지만, 서포트 또는 접선 유동 세퍼레이터 요소가 완전히 만들어진 후, 잔류하는 기계적인 응력을 해제하기 위해서 그리고 다공성 텍스처를 더욱 균일한 만들기 위해서, 최종 소결 단계를 이용하는 것이 유리하다. 그러한 최종 소결을 위하여 선택되는 온도는, 이용되는 무기질 재료의 특성 및 이용되는 분말의 평균입도크기의 함수이어야 하며, 예를 들어, 산화티타늄을 이용할 때, 1300°C 내지 1500°C의 범위 내의 온도가 이용되어야 한다.
- [0130] 전술한 분말의 선택적 용융은 전자 빔에 의해 유사한 방식으로 얻어질 수 있음을 알 수 있으며, 이것은 전자 빔 용융(EBM) 기술에 상응한다.
- [0131] 3D 프린팅
- [0132] 원리는 동일하게 남아있지만, 프린팅으로 적층된 플라이는 유기질이나 무기질, 세라믹 또는 금속성일 수 있는 분말 혼합물에 상응할 수 있으며, 이 분말은 서포트를 구성하는 재료, 또는 그 재료의 전구체일 수 있으며, 이 전구체는, 바인더와 함께, 분말 또는 무기질 분말 상의 코팅층의 형태일 수 있다. 바람직하게는, 혼합물은 균일하며, 서포트를 구성하는 재료 또는 그 재료를 위한 전구체의 분말 입자, 그리고 바인더의 입자는 유사한 크기를 갖는다. 바인더의 예로서, 푸란 수지, 페놀 수지 및 아미노 수지를 들 수 있다. 바인더의 중량 퍼센트는 그 특성 및 사용되는 분말의 평균직경에 따라 1% 내지 25%의 범위 내에 놓인다. 그 다음에, 바인더를 활성화시키는 작용제는, 매우 미세한 액적의 형태로 선택된 패턴으로 분무되어, 분말이 국부적으로 뭉치도록 야기시킨다. 활성화 작용제는 바인더를 위한 용제일 수 있으며, 거의 즉각적으로 건조된 후, 무기질 입자들을 함께 끈끈하게 결합시키거나 입자들을 고체 격자 내측에 감금하도록 작용한다.
- [0133] 또한, 연속적인 베드를 형성하기 위해서, 단지 서포트를 구성하는 재료의 유기질이나 무기질, 세라믹 또는 금속성 분말, 또는 그 전구체의 분말을 적층시키고, 국부적으로 바인더를 분무할 수 있으며, 여기서 바인더는 금속-건조 액체 접착제 또는 열경화성 액체 수지일 수 있다.
- [0134] 액체 형태의 바인더 또는 활성화 작용제는 어떠한 적절한 장치, 특히 잉크젯 타입 프린터에서 사용되는 종류의 압전 시스템 등을 이용함으로써 분무되고, 여기서 스캐닝은 평행한 경로를 따라서 프린트 헤드를 움직임으로써 수행될 수 있다. 2개의 연속적인 평행한 경로들 사이에서 액적의 충돌 면적이 중첩되는 것이 유리할 수 있다.
- [0135] 뭉쳐지지 않은 분말을 제거한 후, 바인더는 소결 열처리 동안에 제거되며, 이러한 디바인딩(debinding)은 500°C에 도달하기 전에 통상 끝난다.
- [0136] 세라믹 분말의 알갱이가 30 μ m 내지 100 μ m의 범위 내에 놓이는 평균 크기를 갖는 경우에, 3D 프린팅은 80 μ m 내지 300 μ m의 범위 내에 놓이는 두께로 분말 베드를 만들도록 할 수 있고 25 mm/h 내지 100 mm/h의 범위 내에 놓이는 소정 형상을 위한 선형 구성 속도(linear construction speeds)에 도달하도록 할 수 있다.
- [0137] 리소그래피-기반 세라믹 제조(LCM)
- [0138] LCM은 세라믹 분말이 광-중합가능 수지와 사전-혼합되는 기술이며, 여기서 중합에 의한 경화가 LED 또는 레이저 광원을 이용하여 얻어진다. 전술한 기술에서와 같이, 바인더를 제거하도록 작용하는 소결 열 사이클 전에 비교차-결합된 분말을 제거할 필요, 즉, 적절한 소결이 이어지게 광-중합가능 수지를 제거할 필요가 있다. LCM의 이용은, 광의 충돌 지점 아래 및 주변에서의 벌크 중합을 성취하기 위해서 분말 알갱이가 경화 아래에서의 과정에서 투명해야 한다는 사실에 의해 제한된다.
- [0139] 융합 적층(Fused deposition) 모델링(FDM)
- [0140] FDM은 추가되는 무기질 분말을 선택적으로 가지는 열융합성 고체 유기 폴리머를 이용하는 기술이다. 이러한 기술은 스트링 또는 테이프로부터 재료의 비드의 연속적인 적층을 야기시키도록 시도한다. 재료의 비드는, 연속적으로(압출) 또는 불연속적으로(액적), 스트링 또는 테이프의 말단을 연화(softening) 또는 용융시킴으로써 만들어진다. 전술한 기술과는 달리, 사전에 재료의 베드를 형성하지 않는다. 재료의 비드 또는 플라이는 열에 의해 경화된다.

[0141] 본 기술의 변형예에 있어서, 재료의 연속적인 비드를 생성하기 위해서, 무기질 분말을 분무하도록 준비가 이루어질 수 있으며, 여기서 이 분말은 층돌 전에 용융되도록 레이저 빔 내로 분무된다.

[0142] 광조형(stereolithography) 장치를 이용한 광조형(SLA)

[0143] 진술한 기술들과 원칙적으로 유사한 이 기술은, 합체된 무기질 분말을 가지는 광경화성(photocurable) 액체 전구체로서 액체 재료를 이용한다. 광자의 빔(LED 또는 레이저)은 액체 층을 스캐닝하여 그것을 국부적으로 중합시킨다.

[0144] 3D 프린팅 또는 LCM으로, 필터 세퍼레이터 층(들)은, 최종 소결 작업 이후에, 서포트가 만들어진 후 적층된다. 세퍼레이터 층은, 베이킹 후 필터 층을 구성하도록 하는 적어도 하나의 소결가능한 조성(sinterable composition)을 함유하는 현탁액(suspension)을 그 위에 적층함으로써, 서포트의 채널 내의 장애물 및 채널의 표면 상에 적층된다. 그러한 조성은 무기질 필터 멤브레인의 제조시 통상적으로 사용되는 것과 같은 구성(constitution)을 제공한다. 이 조성은 적어도 하나의 산화물, 질화물, 탄화물, 또는 다른 세라믹 재료, 또는 그 혼합물을 함유하며, 여기서 금속 산화물, 질화물, 및 탄화물이 바람직하다. 소결가능한 조성은 예를 들어 물과 같은 현탁액 내에 더해진다. 결집체(aggregates)가 존재할 우려를 제거하기 위해서 그리고 액체 내의 알갱이의 분산을 최적화하기 위해서, 최종 현탁액은 결집체를 파괴하여 본질적으로 개별적인 입자들을 구성하는 조성을 얻도록 밀링(milled)된다. 그 다음에 현탁액의 유동성(rheology)은 서포트의 채널 내로 침투하기 위한 수력학적 요구조건을 만족하기 위해서 유기 첨가물로 조정된다. 일단 층이 적층되면, 건조되고, 그 다음에, 해당 특성, 알갱이의 평균 크기, 및 의도되는 컷-오프 역치(cut-off threshold)에 따른 온도로 소결된다.

[0145] SLS 또는 SLM으로, 세퍼레이터 필터 층(들)은 서포트를 쌓아올림과 동시에 생성될 수 있거나, 멤브레인 제조시 사용되는 종래의 적층 방법을 이용하여 나중에 적층될 수 있다. 또, 세퍼레이터 필터 층(들)은 적층될 무기질 재료 또는 그 전구체의 입자들의 현탁액으로부터 적층될 수 있다. 그러한 현탁액은 세라믹 필터 요소의 제조시 관례적으로 사용되고 있다. 건조 후, 상기 층에 대해, 층을 경화하도록 작용하는, 그리고 적층되는 표면에 층을 결합하는 소결 작업이 실시된다. 현탁액 내에 제공되는 입자들의 알갱이 크기는 세퍼레이터 필터 층을 위한 소정의 최종 다공성 텍스처의 함수이다.

[0146] 이어지는 실시예들은 본 발명을 예시하며, 본 발명을 한정하지 않는다.

[0147] 도면에 도시된 타입의, 접선 유동 분리(separation)를 위한 관형 요소는, 본 발명에 따라 제조되었다. 서포트는, 복수의 직선형 채널들이 튜브의 축선에 평행하게 형성되는 상태로, 300mm 내지 1200mm의 범위 내에 놓이는 길이를 가지며, 횡단면이 원형이며, 10mm 내지 42mm의 범위 내에 놓이는 직경을 가지는 튜브의 형태를 갖는다.

실시예 1: SLS / 서포트만

재료	산화티타늄
세라믹 분말의 평균입도크기	35 μ m - 45 μ m
분말 베드의 두께	50 μ m
초점(분말과의 층돌 지점에서의 레이저 빔의 직경)	240 μ m
챔버의 분위기	공기
레이저의 출력	200W
레이저의 주사속도	0.8 m/s
2개의 레이저 경로들 사이의 중첩 %	15% - 25%
최종 소결 온도	1380 $^{\circ}$ C
1380 $^{\circ}$ C에서의 정지 기간	2시간(h)
최종 구멍의 평균직경	20 μ m - 30 μ m

[0148]

실시예 2: SLS / 서포트 + 층

재료	산화티타늄	
세라믹 분말의 평균입도크기	25 μ m - 35 μ m	
분말 베드의 두께	40 μ m	
초점(분말과의 충돌 지점에서의 레이저 빔의 직경)	120 μ m	
챔버의 분위기	공기	
레이저의 출력	200W	
	서포트	세퍼레이터 층
레이저의 주사속도	0.8 m/s	1 m/s
2개의 레이저 경로들 사이의 중첩 %	15% - 25%	
최종 소결 온도	1380 $^{\circ}$ C	
1380 $^{\circ}$ C에서의 정지 기간	2h	
최종 구멍의 평균직경	20 μ m - 30 μ m	1 μ m - 2 μ m

[0149]

실시예 3: SLS / 서포트만

재료	탄화규소	
세라믹 분말의 평균입도크기	75 μ m - 80 μ m	
분말 베드의 두께	120 μ m	
초점(분말과의 충돌 지점에서의 레이저 빔의 직경)	120 μ m	
챔버의 분위기	아르곤	
레이저의 출력	200W	
레이저의 주사속도	0.6 m/s	
2개의 레이저 경로들 사이의 중첩 %	30% - 35%	
최종 구멍의 평균직경	20 μ m - 30 μ m	

[0150]

[0151]

그러한 환경 아래에서, 최종 소결은 필요하지 않다.

실시예 4: 3D 프린팅

재료	산화티타늄	
세라믹 분말의 평균입도크기	30 μ m - 35 μ m	
분말 베드의 두께	80 μ m	
바인더 타입	푸란 수지	
바인더의 %	20%	
형상의 선형 구성 속도	30 mm/h	
최종 소결 온도	1500 $^{\circ}$ C	
1500 $^{\circ}$ C에서의 정지 기간	6h	
최종 구멍의 평균직경	10 μ m - 12 μ m	

[0152]

[0153]

실시예 1, 3, 및 4에 있어서, 접선 유동 세퍼레이터 요소의 제조는, 아래 현탁액을 이용함으로써 채널의 표면에 세퍼레이터 층을 적층시킴에 의해 완료되었다.

볼 밀(ball mill) 내에서의 밀링에 의한 현탁액의 준비

재료	산화티타늄
밀링 전의 분말의 평균입도크기	3.6 μ m
산화티타늄 / 물 비율	0.4
밀링 기간	5h
밀링 후의 분말의 평균입도크기	1 μ m
유동성 조절을 위한 물 추가	200 내지 400 센티푸아즈(cps)

[0154]

[0155]

1.4 μ m의 컷-오프 역치를 갖는 마이크로여과 세퍼레이터 층은 다음 방식으로 수행되는 서포트에 대한 직접 적층 (direct deposition) 이후에 얻어졌다.

[0156]

현탁액은 채널의 표면과 접촉하도록 하기 위해서 펌핑에 의해 채널 내로 침투되도록 야기시켰다. 적층을 유도 하는 메카니즘은 다공성 서포트의 구멍들을 통하여 유인되는 현탁액으로부터의 액체였다.

[0157]

표면에 대한 산화티타늄 입자의 적층 두께, 그리고 그에 따른 단위면적당 적층된 무게는, 서포트의 채널 내에서 현탁액에 의해 소비된 시간에 따른다.

[0158]

채널 내에서 현탁액에 의해 소비된 시간	30초
제곱미터당 그램(g/m ²)으로 나타낸 적층 무게	50 g/m ² 내지 60 g/m ²

[0159]

대략 110 g/m²의 최종 적층 무게에 도달하도록 작업이 2번 반복되었다.

층을 소결하기 위한 베이킹 사이클(baking cycle)

1200 $^{\circ}$ C까지의 온도 상승 속도	100 $^{\circ}$ C/h
1200 $^{\circ}$ C에서의 정지 기간	1h
자연 냉각	

[0160]

[0161]

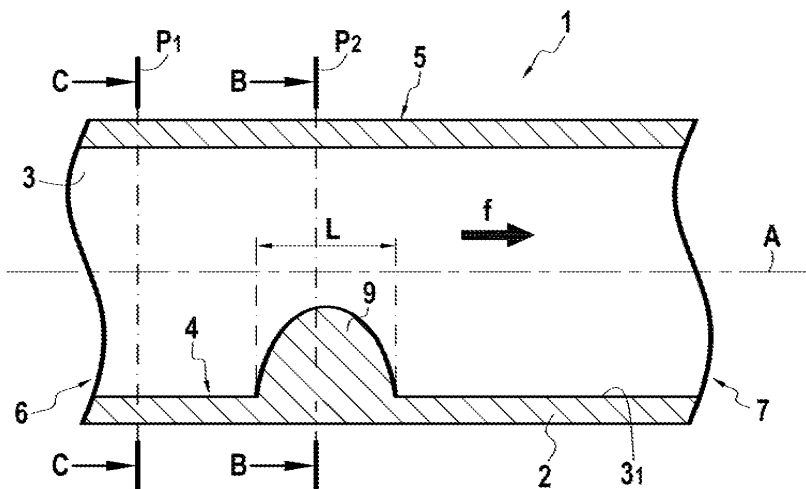
1.4 μ m보다 작은 컷-오프 역치를 갖는 접선 유동 마이크로여과 세퍼레이터 요소 그리고 접선 유동 울트라여과 및 나노여과 세퍼레이터 요소는, 적절한 열처리 사이클로 점점 더 미세해지는 현탁액을 이용하여, 첫 번째 층 위로 연속적인 적층을 수행함으로써 제조될 수 있다.

[0162]

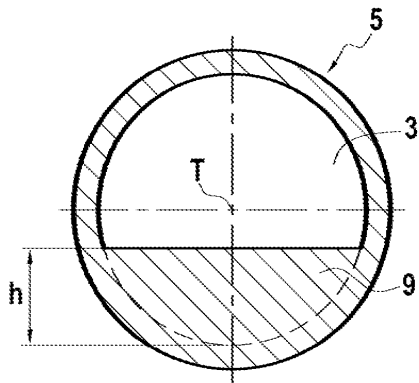
다양한 변형이 본 발명의 범주를 벗어남 없이 이루어질 수 있으므로, 본 발명은 설명되고 도시된 실시예로 한정 되지 않는다.

도면

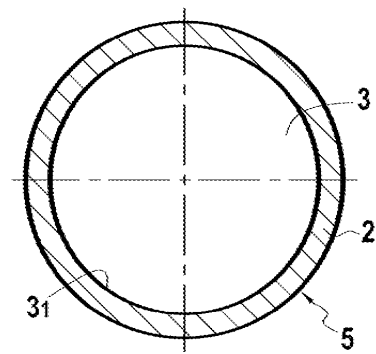
도면1a



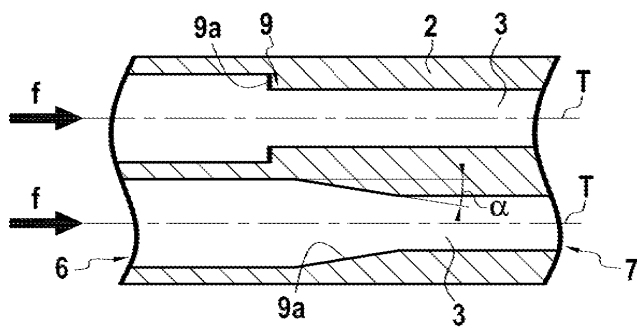
도면1b



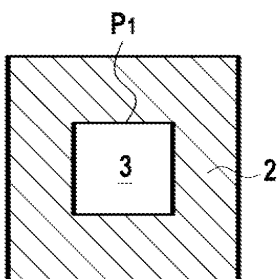
도면1c



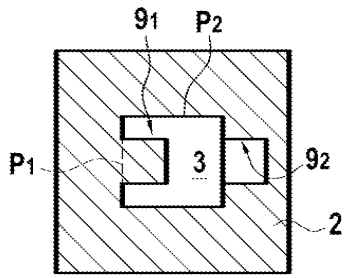
도면2



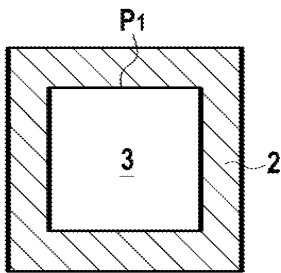
도면3a



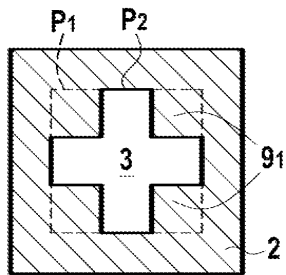
도면3b



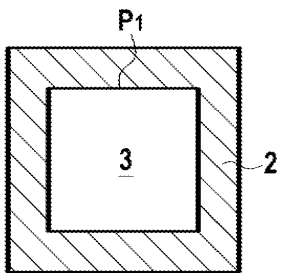
도면4a



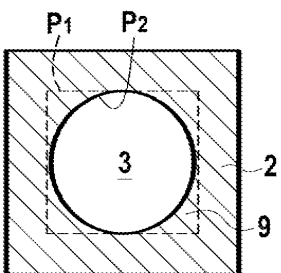
도면4b



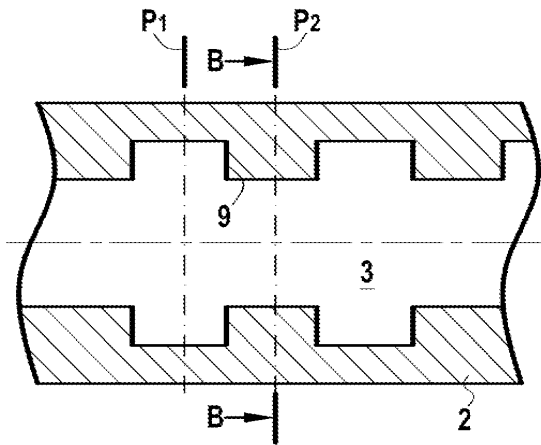
도면5a



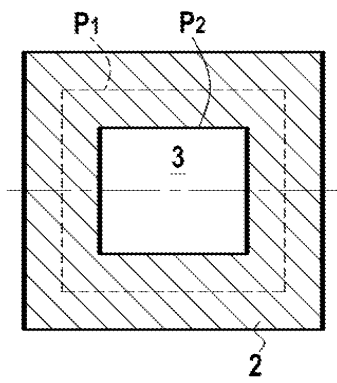
도면5b



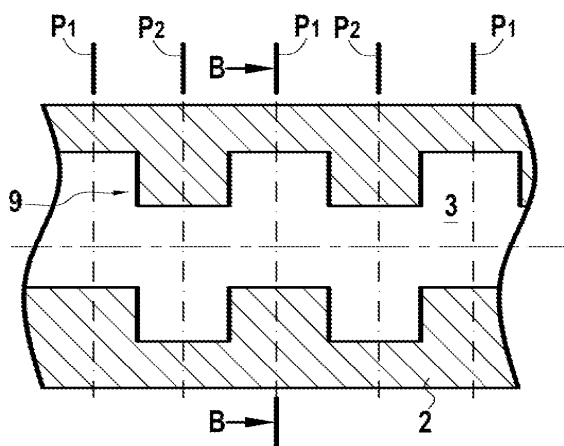
도면6a



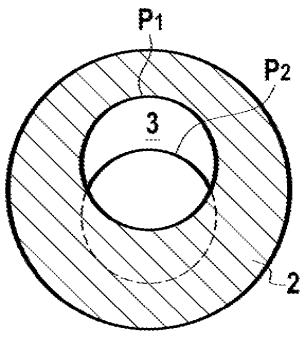
도면6b



도면7a



도면7b



도면8

