(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0119501
(43) 공개일자 2021년10월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 19/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 19/0031 (2013.01)
B01D 19/0042 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7027302
(22) 출원일자(국제) 2020년01월28일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2021년08월26일
(86) 국제출원번호 PCT/US2020/015449
(87) 국제공개번호 WO 2020/160014
국제공개일자 2020년08월06일
(30) 우선권주장
62/798,272 2019년01월29일 미국(US)

(71) 출원인
도날드슨 컴파니, 인코포레이티드
미합중국 미네소타 55431 블루밍턴 웨스트 94번가 1400
(72) 발명자
크로닌, 마이클 제이.
미국, 미네소타 55440-1299, 미네아폴리스, 피. 오. 박스 1299, 웨스트 94쓰 스트리트 1400
구스타프손, 마이클 제이.
미국, 미네소타 55440-1299, 미네아폴리스, 피. 오. 박스 1299, 웨스트 94쓰 스트리트 1400
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한양특허법인

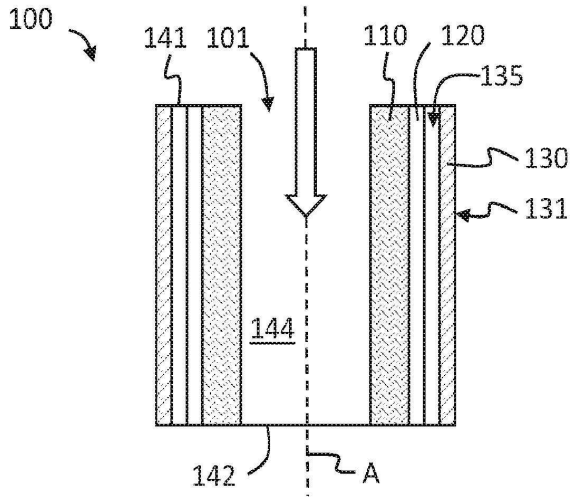
전체 청구항 수 : 총 40 항

(54) 발명의 명칭 **탈기용 시스템 및 방법**

(57) 요 약

탈기장치가 가스 핵생성 매체 및 다공성 장벽을 포함한다. 탈기장치는 가스 핵생성 매체와 다공성 장벽 사이에서 성장 매체를 포함할 수 있다. 탈기장치는 가스를 유체로부터 제거하기 위한 시스템의 일부일 수 있고, 시스템은 유체 유입구 및 유체 배출구를 갖춘 탱크를 포함하고 유체 유입구로부터 유체 배출구까지의 유체 유동 경로를 가지며, 탈기장치는 유체 유동 경로 내에 위치된다. 가스를 유체로부터 제거하기 위한 방법이, 유체 유동 경로를 형성하는 탈기장치를 통해서 유체를 통과시키는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도2a



(72) 발명자

카푸어, 비제이 케이.

미국, 미네소타 55440-1299, 미네아폴리스, 피.오. 박스 1299, 웨스트 94쓰 스트리트 1400

매드센, 마이크 제이.

미국, 미네소타 55440-1299, 미네아폴리스, 피.오. 박스 1299, 웨스트 94쓰 스트리트 1400

프렘젠, 다니엘 알.

미국, 미네소타 55440-1299, 미네아폴리스, 피.오. 박스 1299, 웨스트 94쓰 스트리트 1400

모라벡, 데이비스 비.

미국, 미네소타 55440-1299, 미네아폴리스, 피.오. 박스 1299, 웨스트 94쓰 스트리트 1400

고에르츠, 매튜 피.

미국, 미네소타 55440-1299, 미네아폴리스, 피.오. 박스 1299, 웨스트 94쓰 스트리트 1400

판차나탄, 디브야

미국, 미네소타 55440-1299, 미네아폴리스, 피.오. 박스 1299, 웨스트 94쓰 스트리트 1400

명 세 서

청구범위

청구항 1

가스 핵생성 매체;

상기 가스 핵생성 매체에 인접한 성장 매체; 및

상기 성장 매체에 인접한 다공성 장벽을 포함하는, 탈기장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 성장 매체와 상기 다공성 장벽 사이의 간극을 더 포함하는, 탈기장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 가스 핵생성 매체가 미립자 여과 매체를 포함하는, 탈기장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 핵생성 매체가 셀룰로오스, 재생 셀룰로오스, 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리에테르술폰(PES), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 유리, 세라믹, 탄소 섬유, 또는 이들의 조합을 포함하는, 탈기장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 핵생성 매체는, 적어도 30° 의 오일 접촉각을 갖는 소유적 재료를 포함하는, 탈기장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 핵생성 매체는, AATCC 방법 118에 의해서 측정될 때, 1 이상의 소유적 등급을 갖는 소유적 재료를 포함하는, 탈기장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성장 매체가 복수의 매체의 층을 포함하는, 탈기장치.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성장 매체가 상기 가스 핵생성 매체에 바로 인접하는, 탈기장치.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성장 매체가 셀룰로오스, 재생 셀룰로오스, 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리에테르술폰(PES), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 유리, 세라믹,

탄소 섬유, 또는 이들의 조합을 포함하는, 탈기장치.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 다공성 장벽은 배출구를 형성하는 개구부를 포함하는, 탈기장치.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 다공성 장벽은, 크기가 250 ㎛ 이하인 개구부를 포함하는, 탈기장치.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

라이너를 더 포함하는, 탈기장치.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

유입구를 형성하는 개구부를 포함하는 제1 단부 캡을 더 포함하는, 탈기장치.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

폐쇄된 제2 단부 캡을 더 포함하는, 탈기장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제2 단부 캡이 하단부를 포함하는, 탈기장치.

청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 핵생성 매체는 개방된 탈기장치 내측부를 둘러싸고 형성하는, 탈기장치.

청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 핵생성 매체, 상기 성장 매체, 및 상기 다공성 장벽이 원통형 본체를 형성하는, 탈기장치.

청구항 18

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 핵생성 매체는, Carmen-Kozeny 방법에 의해서 측정될 때, 적어도 10 m^2/m^2의 기본 섬유 표면적을 가지는, 탈기장치.

청구항 19

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 핵생성 매체는, ASTM F316에 의해서 측정될 때, 30 ㎛ 이하의 중간값 소공 크기를 가지는, 탈기장치.

청구항 20

제13항에 있어서,

상기 제1 단부 캡은, 상기 성장 매체와 상기 다공성 장벽 사이의 간극 내로의 직접적인 유입구를 포함하는, 탈기장치.

청구항 21

제1항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성장 매체는 1.5 psi에서 9% 이하의 충실율을 가지는, 탈기장치.

청구항 22

제1항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성장 매체가 0.8 ㎜ 이상의 두께를 가지는, 탈기장치.

청구항 23

제1항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성장 매체는 친유적 성분 및 소유적 성분의 복합체를 포함하고, 상기 소유적 성분은, AATCC 방법 118에 의해서 측정될 때, 1 이상의 소유적 등급을 가지는, 탈기장치.

청구항 24

제1항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 다공성 장벽은, AATCC 방법 118에 의해서 측정될 때, 1 이상의 소유적 등급을 갖는 소유적 표면을 포함하는, 탈기장치.

청구항 25

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 다공성 장벽은 친유적 성분 및 소유적 성분의 복합체를 포함하고, 상기 소유적 성분은, AATCC 방법 118에 의해서 측정될 때, 1 이상의 소유적 등급을 가지는, 탈기장치.

청구항 26

가스를 유체로부터 제거하기 위한 시스템으로서,

유체 유입구 및 유체 배출구를 포함하고 상기 유체 유입구로부터 상기 유체 배출구까지의 유체 유동 경로를 가지는 탱크; 및

제1항 내지 제25항 중 어느 한 항의 탈기장치를 포함하는, 시스템.

청구항 27

가스를 유체로부터 제거하기 위한 방법으로서,

유체 유동 경로를 형성하는 탈기장치를 통해서 유체를 통과시키는 단계를 포함하고, 상기 탈기장치는 제1항 내지 제25항 중 어느 한 항의 탈기장치를 포함하는, 방법.

청구항 28

가스 핵생성 매체;

상기 가스 핵생성 매체에 인접하고, 크기가 250 ㎛ 이하인 개구부를 포함하는, 다공성 장벽; 및

상기 가스 핵생성 매체와 상기 다공성 장벽 사이의 간극을 포함하는, 탈기장치.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 탈기장치는 상기 가스 핵생성 매체와 상기 다공성 장벽 사이에서 성장 매체를 포함하지 않는, 탈기장치.

청구항 30

제28항 또는 제29항에 있어서,

상기 가스 핵생성 매체가 미립자 여과 매체를 포함하는, 탈기장치.

청구항 31

제28항 내지 제30항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 핵생성 매체가 셀룰로오스, 재생 셀룰로오스, 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리에테르술폰(PES), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 유리, 세라믹, 탄소 섬유, 또는 이들의 조합을 포함하는, 탈기장치.

청구항 32

제28항 내지 제31항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 핵생성 매체는, 적어도 30° 의 오일 접촉각을 갖는 소유적 재료를 포함하는, 탈기장치.

청구항 33

제28항 내지 제32항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 핵생성 매체는, AATCC 방법 118에 의해서 측정될 때, 1 이상의 소유적 등급을 갖는 소유적 재료를 포함하는, 탈기장치.

청구항 34

제28항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 간극이 4 ㎜ 내지 20 ㎜의 범위인, 탈기장치.

청구항 35

제28항 내지 제34항 중 어느 한 항에 있어서,

라이너를 더 포함하는, 탈기장치.

청구항 36

제28항 내지 제35항 중 어느 한 항에 있어서,

유입구를 형성하는 개구부를 포함하는 제1 단부 캡을 더 포함하는, 탈기장치.

청구항 37

제28항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서,

폐쇄된 단부 캡을 더 포함하는, 탈기장치.

청구항 38

제28항 내지 제37항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 핵생성 매체는 개방된 탈기장치 내측부를 둘러싸고 형성하는, 탈기장치.

청구항 39

제28항 내지 제38항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 핵생성 매체 및 상기 다공성 장벽이 원통형 본체를 형성하는, 탈기장치.

청구항 40

제28항 내지 제39항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 핵생성 매체는, ASTM F316에 의해서 측정될 때, 5 ㎛ 이상의 중간값 소공 크기를 가지는, 탈기장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] **관련 출원에 대한 상호 참조**

[0002] 본원은 2019년 1월 29일자로 출원된 미국 가출원 제62/798,272호의 우선권을 주장하며, 그 전체 내용이 본원에 참조로서 포함된다.

[0003] **기술분야**

[0004] 본원은 유체의 탈기를 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0005] 유체를 이용하는 다양한 시스템에서 유체로부터 공기를 제거하는 것(예를 들어, 탈기)이 유리할 수 있다. 특히, 동일한 유체가 소정 시간 동안 시스템 내에서 유지되는 시스템에서, 공기가 유체 내에 축적될 수 있다. 예를 들어, 유압 시스템과 같이, 유체가 시스템을 통해서 다수 횟수로 순환하는 시스템에서 유체 내에 공기가 축적될 수 있고, 이는 시스템의 성능을 저하시킬 수 있다.

[0006] 유압 시스템, 그리고 구체적으로 유압 기계는 작업 수행에 있어서 유압 유체에 의존한다. 유압 시스템의 일반적인 예는 유압 기계, 유압 구동 시스템, 유압 변속 시스템, 유압 브레이크 등을 포함한다. 유압 유체가 전형적으로 소정 시간 동안 시스템 내에서 유지되고 고압 기간 및 저압의 기간들을 거치기 때문에, 공기가 유체 내에 축적될 수 있다. 유체 내의 공기는, 용해된 공기 및 자유 공기를 포함하는, 다양한 형태로 존재할 수 있다. 자유 공기는 동반 공기 및 거품을 포함할 수 있다. 공기의 존재는 구성요소 마모 및 소음 증가 또는 유체 체적 계수(fluid bulk modulus)의 감소와 같은 징후와 함께 펌프 공동현상(pump cavitation)을 유발할 수 있고, 결과적으로 유압 시스템의 효율 감소 및 제어성 감소를 초래할 수 있다.

[0007] 유체를 탈기시키기 위한 시스템 및 방법을 제공하는 것이 바람직할 것이다. 또한, 유압 유체를 탈기시키기 위한 그리고 유압 시스템과 양립 가능한 시스템 및 방법을 제공하는 것이 바람직할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 개시 내용의 원리에 따라, 탈기장치가 제공된다. 탈기장치는 가스 핵생성 매체를 포함한다. 성장 매체가 가스 핵생성 매체에 인접하여 배치될 수 있다. 다공성 장벽이 성장 매체에 인접하여 배치된다. 탈기장치는 가스(예를 들어, 공기)를 유체로부터 제거하기 위한 시스템의 일부일 수 있고, 시스템은 유체 유입구 및 유체 배출구를 갖춘 그리고 유체 유입구로부터 유체 배출구까지의 유체 유동 경로를 가지는 탱크를 포함하고, 탈기장치는 유체 유동 경로 내에 위치된다.

[0009] 가스(예를 들어, 공기)를 유체로부터 제거하기 위한 방법이 제공된다. 방법은 탈기장치를 통해서 유체를 통과시키는 단계를 포함한다. 탈기장치는 유체 유동 경로를 형성하고 유체 유동 경로 내에 배열된 가스 핵생성 매체를 포함한다. 성장 매체는 가스 핵생성 매체 하류의 유체 유동 경로 내에 배열된다. 다공성 장벽이 성장 매체 하류의 유체 유동 경로 내에 배열된다.

[0010] 가스를 유체로부터 제거하기 위한 시스템이 제공된다. 시스템은 유체 유입구 및 유체 배출구를 갖춘 그리고 유체 유입구로부터 유체 배출구까지의 유체 유동 경로를 가지는 탱크; 및 탈기장치를 포함한다. 탈기장치는 가스 핵생성 매체를 포함한다. 성장 매체가 가스 핵생성 매체에 인접하여 배치될 수 있다. 다공성 장벽이 성장 매체에 인접하여 배치된다.

[0011] 탈기장치는 가스 핵생성 매체, 가스 핵생성 매체에 인접한 다공성 장벽, 및 가스 핵생성 매체와 다공성 장벽 사이의 간극을 포함할 수 있다. 다공성 장벽은 250 ㎛ 이하의 크기의 개구부를 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 실시형태에 따른 유압 시스템의 개략적 흐름도이다.

도 2a 내지 도 2d는 실시형태에 따른 도 1의 유압 시스템에서 이용되는 탈기장치 유닛의 개략적 횡단면도이다.

도 3은 실시형태에 따른 도 1의 유압 시스템에서 이용되는 탈기장치 유닛의 개략적 횡단면도이다.

도 4는 실시예에서 이용되는 데이터 수집 설정의 그래픽 표상이다.

도 5a 내지 도 5c는 실시예 1의 결과의 그래픽 표상이다.

도 6a 내지 도 6c는 실시예 2의 결과의 그래픽 표상이다.

도 7a 내지 도 7d 및 도 8a 내지 도 8d는 실시예 3의 결과의 그래픽 표상이다.

도 9a 및 도 9b는 실시예 4의 결과의 그래픽 표상이다.

도 10a 및 도 10b는 실시예 6의 결과의 그래픽 표상이다.

도 11a 및 도 11b는 실시예 7의 결과의 그래픽 표상이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 개시 내용은 유체로부터 공기와 같은 가스를 제거하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 이러한 개시 내용의 시스템 및 방법은 유압 시스템과 같은 재순환 시스템에서 이용되는 유체로부터 공기를 제거하는데(예를 들어, 탈기하는데) 있어서 특히 유용하다.

[0014] "유체"라는 용어는 이러한 개시 내용에서 액체 상의 물질을 설명하기 위해서 사용된다. 유체는 내부에 용해된 또는 동반되는 가스 화합물을 가질 수 있다.

[0015] "탈기한다" 또는 "탈기"라는 용어는 본원에서 공기 또는 임의의 다른 가스를 유체로부터 제거하는 것을 지칭한다.

[0016] "인접"이라는 용어는 "옆(next to)"의 의미로 본원에서 사용된다. "인접" 특징부는 인접 특징부와 접촉될 수 있거나 접촉되지 않을 수 있다. 예를 들어, "인접한" 특징부들이 간극에 의해서 분리될 수 있다.

[0017] "바로 인접한"이라는 용어는 인접 특징부와 접촉된다는 의미로 본원에서 사용된다. "바로 인접한"이라는 용어는 개재되는 특징부가 없다는 것을 나타내기 위해서 사용될 수 있다.

[0018] 본원에서 사용된 바와 같은 "실질적으로"라는 용어는 "상당히"와 동일한 의미를 가지고, 후속되는 용어를 적어도 약 75%, 적어도 약 90%, 적어도 약 95%, 또는 적어도 약 98%에 의해서 변경하기 위한 것으로 이해될 수 있다. 본원에서 사용된 바와 같은 "실질적이지 않게"라는 용어는 "상당하지 않게"와 동일한 의미를 가지고 "실질적으로"의 반대 의미를 가지는 것으로, 즉 후속되는 용어를 약 25% 이하, 10% 이하, 5% 이하, 또는 2% 이하에 의해서 변경하는 것으로 이해될 수 있다

[0019] 메시 크기, 소공 크기, 섬유 직경 또는 와이어 직경의 맥락에서 "공칭"이라는 용어는 본원에서 상업적으로 이용 가능한 제품의 표시된 또는 기록된 메시 또는 소공 크기를 지칭하기 위해서 사용된다.

[0020] "psi" 단위는 본원에서 평방 인치당 파운드의 힘을 지칭하기 위해서 사용된다. 일(1) psi는 약 6900 Pascal, 또는 약 6.9 kPa과 동일하다.

[0021] 표준 방법(예를 들어, ASTM, TAPPI, AATCC, 등)에 대한 임의의 언급은, 달리 표시되지 않는 한, 이러한 개시 내용의 출원 시의 방법의 가장 최근의 이용 가능한 버전을 지칭한다.

[0022] "약"이라는 용어는 당업자가 예측하는 정상적인 측정 변동을 포함하기 위해서 수치적인 값과 함께 본원에서 사용되고, "대략적으로"와 동일한 의미를 가지고 언급된 값의 ±5%와 같은 전형적인 오차 한계를 포함하는 것으로 이해된다.

[0023] 단수형 용어(예를 들어, "a," "an," 및 "the")는 단일 개체만을 지칭하기 위한 것이 아니고, 설명을 위해서 특

정 예가 사용될 수 있는 일반적인 분류를 포함한다.

[0024] 단수형 용어("a," "an," 및 "the")는 "적어도 하나"라는 용어와 상호 교환 가능하게 사용된다. 목록이 뒤따르는 "~의 적어도 하나" 및 "~ 중 적어도 하나를 포함한다"라는 문구는 목록 내의 항목 중 임의의 하나 및 목록 내의 둘 이상의 항목의 조합을 지칭한다.

[0025] 본원에서 사용된 바와 같이, "또는"이라는 용어는 일반적으로, 문맥이 달리 명확하게 나타내지 않는 한, "및/또는"을 포함하는 그 일반적인 의미로 사용된다. "및/또는"이라는 용어는 나열된 요소의 하나 또는 전부 또는 나열된 요소의 임의의 둘 이상의 요소의 조합을 의미한다.

[0026] 종료점에 의한 수치적 범위의 인용은 해당 범위 내에 포함되는 모든 숫자를 포함한다(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4, 5, 등을 포함하거나, 10 이하는 10, 9.4, 7.6, 5, 4.3, 2.9, 1.62, 0.3, 등을 포함한다). 값의 범위가 특정값 "이하" 또는 "적어도" 특정값인 경우에, 해당 값은 그러한 범위 내에 포함된다.

[0027] "바람직한" 및 "바람직하게"라는 단어는, 특정 상황 하에서, 특정 이점을 가능하게 할 수 있는 실시형태를 지칭한다. 그러나, 동일한 또는 다른 상황 하에서, 다른 실시형태가 또한 바람직할 수 있다. 또한, 하나 이상의 바람직한 실시형태의 인용은, 다른 실시형태가 유용하지 않다는 것을 암시하지 않고, 다른 실시형태를 청구범위를 포함하는 개시 내용의 범위로부터 배제하기 위한 것은 아니다.

[0028] 일부 실시형태에 따라, 가스는, 가스의 핵생성을 유도하는 것 그리고 가스가 빠져 나갈 수 있게 하는 것에 의해서 유체로부터 제거될 수 있다. 핵생성은, 유체를, 가스를 위한 핵생성 장소를 제공하는 재료와 접촉시키는 것에 의해서 유도될 수 있다. 가스의 핵생성은 자유 가스 공동이 형성되게 할 수 있다. 가스 공동이 더 성장될 수 있고/있거나 1개의 또는 2개의 또는 다수의 스테이지에서 합체될 수 있고, 그에 따라 가스 공동의 크기를 증가시킬 수 있고 그에 의해서 그 부력을 증가시킬 수 있고, 따라서 가스가 유체 내에서 상승하는 속력을 증가시킬 수 있다. "가스 공동" 및 "기포"라는 용어는 본원에서 상호 교환 가능하게 사용된다.

[0029] 굴삭기, 로더, 스키드 티어 로더(skid steer loader)와 같은 특정 유형의 운반체가 온-보드 유압 시스템을 포함한다. 효율을 개선하고자 하는 것과 같은 다양한 이유로, 유압 시스템을 개선하고자 하는, 특히 유압 유체 탱크의 크기를 줄이고자 하는 요구가 있다. 그러나, 더 작은 탱크는, 탱크 내의 유체의 더 짧은 체류 시간으로 인해서 유압 유체(예를 들어, 오일) 내의 공기와 관련된 문제를 악화시킬 수 있다. 짧은 체류 시간은, 유체가 탱크의 외부로 다시 인출되기 전에 유체 내의 공기가 유체를 빠져 나가지 못하게 할 수 있다. 용해된 공기, 작은 공기 공동, 및 동반 공기를 포함하는 공기를 유압 유체 또는 오일과 같은 유체로부터 제거할 수 있는 능력으로 인해서, 본 개시 내용의 장치 및 방법이 유리할 수 있다. 운반체 예를 들어 굴삭기, 로더, 스키드 티어 로더에서 사용되는 모바일 유압 시스템 또는 작은 크기의 유압 탱크를 갖춘 다른 시스템 내에서 이용되는 것과 같이, 더 작은 유압 탱크에서 이용되도록 크기를 감소시킬 수 있는 능력으로 인해서, 그러한 장치 및 방법이 더 유리할 수 있다.

[0030] 본 개시 내용에 따른 유압 시스템(1)의 개략도가 도 1에 도시되어 있다. 유압 시스템(1)은 유압 유체를 수용하기 위한 탱크(10)를 포함한다. 시스템(1)은 또한, 유체를 탱크(10)로부터 하나 이상의 유압 이용부(hydraulic application)(30)에 전달하는 펌프(20)를 포함한다. 유압 이용부(30)의 예에는 유압 기계, 유압 구동 시스템, 유압 변속 시스템, 유압 브레이크 등이 포함된다. 유체는 배출구 라인(11)을 통해서 탱크(10)로부터 펌프(20)로 그리고 배출구 라인(21)을 통해서 펌프(20)로부터 유압 이용부(30)로 유동한다. 펌프(20)는 압력을 유체에 인가하고, 그에 따라 배출구 라인(21) 내의 유체는 탱크(10) 내의 또는 배출구 라인(11) 내의 유체보다 더 높은 압력 하에 있다. 가압 유체를 이용하여 유압 이용부(30)에서 작업을 수행할 수 있다. 유체는 복귀 라인(31)을 통해서 유압 이용부(30)로부터 탱크로 복귀될 수 있다.

[0031] 시스템(1)은 탈기장치(100)를 포함한다. 탈기장치(100)는 유체 내에 용해된 및/또는 동반된 가스의 적어도 일부를 제거하도록 구성된다. 탈기장치(100)는 도시된 바와 같이 탱크(10) 내에 배치될 수 있거나, 시스템(1) 내의 다른 곳에 배치될 수 있다. 예를 들어, 탈기장치(100)는 복귀 라인(31)을 따라서 인-라인으로 배치될 수 있다. 실시형태에 따라, 탈기장치(100)는 탱크(10)를 통해서 또는 탱크(10) 내에서 유동하는 유체의 유동 경로 내에 배열된다. 예를 들어, 탈기장치(100)는 복귀 라인(31)으로부터 탱크(10) 내로 방출되는 유체의 유동 경로 내에 배치될 수 있다. 유동 방향은 도 1에 도시된 바와 같이 상단부로부터 하단부로 일 수 있고, 여기에서 복귀 라인(31)으로부터의 유체는 상단부로부터 탱크(10) 내로 유동한다. 복귀 라인(31)으로부터의 유체의 적어도 일부가 탈기장치(100)에 진입할 수 있다.

[0032] 시스템(1)은 부가적인 탱크, 라인, 펌프, 계량기, 제어부 등과 같은, 부가적인 구성요소를 포함할 수 있다.

[0033] 본 개시 내용에 따른 탈기장치(100)의 개략적인 횡단면도가 도 2a 내지 도 2d에 도시되어 있다. 탈기장치(100)는 탱크(10) 내의 유체의 유동 경로 내에 배열된 가스 핵생성 매체(110)를 포함한다. 탈기장치(100)는 가스 핵생성 매체(110) 하류에서 성장 매체(120)를 더 포함한다. 다공성 장벽(130)이 가스 핵생성 매체(110) 및/또는 성장 매체(120)의 하류에 배열될 수 있다.

[0034] 가스 핵생성 매체(110), 성장 매체(120), 및/또는 다공성 장벽(130)은 유체 경로 내에서 통과-유동 구성으로 배치될 수 있다. 일부 실시형태에서, 가스 핵생성 매체(110), 성장 매체(120), 및/또는 다공성 장벽(130)의 층들 중 적어도 하나가 교차-유동 구성으로 배치된다. "통과-유동 구성"이라는 용어는 본원에서, 유체가 매체를 통과하여 유동하는 배열을 지칭하기 위해서 사용된다. "교차-유동 구성"이라는 용어는 본원에서, 유체가 매체를 횡단하여(또는 걸쳐) 유동하는 배열을 지칭하기 위해서 사용된다.

[0035] 탈기장치(100)는 유입 유체 유동을 수용하기 위한 유입구(101)를 갖춘 개방 내측부(144)를 가질 수 있다. 유입구(101)는 제1 단부 캡(141) 내의 개구부로서 정의될 수 있다. 도시된 특정 유입구(101)는, 개방 내측부(144) 내로의 개구부인 상단 유입구로서 구성된다. 대안적인 유입구 배열, 위치, 및 방향이 가능하다. 예를 들어, 유입구(101)는 탈기장치 유닛(100)의 하단부에 또는 측면에 배치될 수 있다. 그러나, 도시된 상단 유입구가 편리하고 유리하다. 유입구(101)는, 탈기장치(100)를 탱크(10)와 커플링시키기 위한 그리고 유체의 유동을 개방 내측부(144) 내로 지향시키기 위한 특징부(feature)를 포함할 수 있다. 탈기장치(100)는, 케이스 드레인 유동(case drain flow)(펌프로부터의 과다 유동), 배액(drainage), 범람, 복귀 유동 및 기타와 같은, 부가적인 또는 대안적인 유동 경로를 더 포함할 수 있다. 그러한 부가적인 또는 대안적인 유동 경로가 탱크(10) 내로 다시 유동할 수 있다. 일 실시형태에서, 케이스 드레인 유동(152)은 탈기장치(100) 내로 비산된다(flown). 예를 들어, 케이스 드레인 유동(152)은, 도 2d에 도시된 바와 같이, 제1 단부 캡(141) 내의 이차 유입구(146)를 통해서 다공성 장벽(130)과 성장 매체(120) 사이의 간극(135) 내로 비산될 수 있다.

[0036] 가스 핵생성 매체(110)가 개방 내측부(144)를 적어도 부분적으로 둘러싸도록, 가스 핵생성 매체(110)가 개방 내측부(144)를 형성할 수 있다. 개방 내측부(144)에 진입하는 유체의 적어도 일부가 가스 핵생성 매체(110)를 통해서 유동하도록, 가스 핵생성 매체(110)가 유체 유동 경로 내에 배열될 수 있다. 도시된 예에서, 가스 핵생성 매체(110)는 개방 내측부(144) 주위에서 원통형 형상으로 배열된다. 원통형 형상은 유입구(101)를 포함하는 개방 상단부 및 제2 단부 캡(142)에 의해서 형성된 폐쇄된 하단부를 가질 수 있다.

[0037] 성장 매체(120)의 층이 가스 핵생성 매체(110)에 인접하여 배치될 수 있다. 성장 매체(120)는 가스 핵생성 매체(110)에 바로 인접될(예를 들어, 접촉될) 수 있다. 가스 핵생성 매체(110)를 통해서 유동한 후에, 유체가 성장 매체(120)를 통해서 유동하도록, 성장 매체(120)가 유체 유동 경로 내에 배열될 수 있다. 성장 매체(120)는, 가스 핵생성 매체(110)와 동축적이고 가스 핵생성 매체(110)를 적어도 부분적으로 둘러싸는 실린더를 형성할 수 있다.

[0038] 탈기장치(100)는 개구부(131)를 형성하는 다공성 장벽(130)을 더 포함할 수 있다. 다공성 장벽(130)은, 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 성장 매체(120)에 인접하여 배치될 수 있다. 일부 실시형태에서, 탈기장치(100')는, 가스 핵생성 매체(110) 및 다공성 장벽(130)을 포함하는 도 2a의 탈기장치(100)와 다른 점에서 유사하나, 도 3에 도시된 바와 같이 성장 매체는 포함하지 않는다. 일부 실시형태에서, 다공성 장벽(130)은 성장 매체(120) 또는 가스 핵생성 매체(110)에 인접하나 바로 인접하지는 않고(예를 들어, 접촉되지 않고), 그에 따라, 도 2a 및 도 3에 각각 도시된 바와 같이, 다공성 장벽(130)과 성장 매체(120) 사이에 또는 다공성 장벽(130)과 가스 핵생성 매체(110) 사이에 간극(135)을 남긴다. 일부 실시형태에서, 다공성 장벽(130)은 성장 매체(120)와 바로 인접하고, 그에 따라 도 2b에 도시된 바와 같이, 다공성 장벽(130)과 성장 매체(120) 사이에는 간극이 없다. 일부 실시형태에서, 다공성 장벽(130)은, 도 2c에 도시된 바와 같이, 탱크(10)의 배출구(18)에서 여과부(strainer)에 의해서 형성된다. 그러한 실시형태에서, 간극(135)은 배출구(18)에서 성장 매체(120)와 다공성 장벽(130) 사이에 형성될 수 있다. 다공성 장벽(130)은 성장 매체(120) 및 가스 핵생성 매체(110)와 동축적이고 이들을 적어도 부분적으로 둘러싸는 실린더를 형성할 수 있다. 일부 실시형태에서, 가스 핵생성 매체(110), 성장 매체(120), 및 다공성 장벽(130)은 원통형 본체를 형성한다. 원통형 본체의 제1 단부(예를 들어, 상단부)는 제1 단부 캡(141)에 의해서 부분적으로 폐쇄될 수 있다. 원통형 본체의 제2 단부(예를 들어, 하단부)는 폐쇄된 제2 단부 캡(142)에 의해서 폐쇄될 수 있다.

[0039] 탈기장치 유닛(100)이 사용 중일 때, 유체는 상단부에 위치되는 유입구(101)를 통해서 개방 내측부(144) 내로 비산된다. 유체가 개방 내측부(144)에 진입한 후에, 유체는 가스 핵생성 매체(110)를 통과할 수 있다. 가스 핵생성 매체(110)는 유체 내의 적어도 일부의 용해된 가스가 핵생성하게 할 수 있고 작은 가스 공동(제1 스테이지

가스 공동)과 같은 자유 공기를 형성하게 할 수 있다. 유체가 가스 핵생성 매체(110) 하류의 성장 매체(120)를 더 통과할 때, 더 많은 가스가 용액의 외부로 나올 수 있고 기존 가스 공동 내로 부가될 수 있으며, 그에 따라 가스 공동이 성장하게 할 수 있다. 가스 공동들은 또한 성장 매체(120)에서 병합될 수 있다. 성장 및/또는 합체는 더 큰 가스 공동(제2 스테이지 가스 공동)을 형성한다. 제2 스테이지 가스 공동은 성장 매체(120)와 다공성 장벽(130) 사이의 간극(135) 내에서 위쪽으로 상승되기 시작할 수 있다. 일부 실시형태에서, 다공성 장벽(130)의 개구부(131)는 일반적으로 성장 매체에 의해서 생성된 제2 스테이지 가스 공동보다 더 작은 크기일 수 있다. 다공성 장벽(130)은 가스 공동을 간극(135) 내에서 유지하여, 가스 공동이 탱크(10) 내의 유체 내로 조기에 분산되는 것을 방지하는 작용을 할 수 있다. 이론에 의해서 구속되길 원치 않으면서, 다공성 장벽이 다공성 장벽(130)의 상류 측에서 가스 공동들이 더 성장 및/또는 합체되게 하고 간극(135) 내에서 위쪽으로 상승되게 하는 것으로 생각된다. 다공성 장벽(130)이 습윤될 때, 가스 포켓(큰 가스 공동)이, 상승된 합체된 가스로부터 간극(135)의 상단부에서 형성될 수 있다. 가스 포켓이 충분히 크게 성장하면, 가스 포켓은 습윤된 다공성 장벽(130)을 돌파하기에 충분한 압력을 축적한다. 가스가 다공성 장벽을 돌파함에 따라, 이는 인접 지역 내의 다공성 장벽을 건조시킬 수 있고, 그에 따라 공기 포켓이 빠져 나가게 할 수 있다. 그러나, 다공성 장벽의 지역이 침잠되고 습윤되어 유지되는 경우에도, 간극의 상단부에 위치되는 가스 공동이 큰 기포로서 다공성 장벽을 통해서 밀 수 있고 표면까지 위쪽으로 부유할 수 있다. 탈기장치가 침잠되는 경우에, 가스 포켓이 클 수 있고, 표면까지 상승하고 표면을 빠져 나가기에 충분한 부력을 가질 수 있다. 가스 포켓이 없는 경우에, 다공성 장벽(130)은 재습윤될 것이고, 프로세스가 반복될 수 있다.

[0040] 도 2a 내지 도 2d 및 도 3을 다시 참조하면, 가스 핵생성 매체(110)는, 가스 핵생성을 유도할 수 있는 임의의 적합한 재료로 제조될 수 있다. 이론에 의해서 구속되길 원치 않으면서, 가스 핵생성 매체의 다수의 양태가, 매체와 유체의 그리고 유체 내의 가스의 화학적 및 물리적 상호작용의 양태의 영향을 기초로 핵생성을 유도하는 매체의 효과 및 효율성에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 핵생성에 영향을 줄 수 있는 양태에는, 예를 들어, 매체 내의 섬유의 표면적; 접근 가능한 표면적; 섬유 크기(예를 들어, 직경 또는 횡단 치수); 매체 소공 크기; 날카로운 연부 또는 모서리의 존재; 표면 거칠기; 매체의 화학적 조성(예를 들어, 섬유 및 결합제); 매체 친유성/소유성; 섬유 교차부의 존재 및 개수; 인접한 섬유들의 배향 각도; 유동 방향에 대한 배향; 유동 경로의 구불구불함; 매체 시트 충실율(solidity); 매체 시트 투과도; 매체 시트의 두께; 매체 내의 유체의 체류 시간; 유체로부터 매체로의 용해된 가스의 페클렛 수(Peclet number)(예를 들어, 이류 전달율(advective transfer rate) 대 확산 전달율의 비율); 및 시트 및 개별 섬유의 차압이 포함된다.

[0041] 예를 들어, 적합한 (접근 가능) 표면적, 섬유 크기, 및 매체 소공 크기를 갖는 매체가 핵생성 효율에 유리한 것으로 생각된다. 섬유의 접근 가능 표면적은 매체 내의 기본 섬유 표면적으로서 측정될 수 있고, 유체에 의해서 접근될 수 있는(예를 들어, 접촉될 수 있는), m^2(제곱 미터)의 매체 시트의 벌크 표면적 당 m^2의 (소공 내측 및 섬유들 사이의 표면적으로 포함하는) 전체 표면적을 의미하는 것으로 이해된다. 매체의 기본 섬유 표면적은 Branauer-Emmett-Teller(BET) 분석에 의해서 또는 Carmen-Kozeny relation(이하에서, 실시예 3 및 4에서 구체적으로 설명됨)로부터 결정될 수 있다. 매체 시트의 벌크 표면적은, 매체 시트의 길이 곱하기 폭으로서 계산된 면적을 의미하는 것으로 이해된다(주름형 매체의 경우에, 주름 높이 및 주름의 개수를 이용하여 폭을 계산할 수 있다). 가스 핵생성 매체의 기본 섬유 표면적은, BET 방법 또는 Carmen-Kozeny 방법에 의해서 측정될 때, 매체의 1 m^2/m^2 이상, 1.5 m^2/m^2 이상, 2 m^2/m^2 이상, 매체의 5 m^2/m^2 이상, 매체의 10 m^2/m^2 이상, 25 m^2/m^2 이상, 50 m^2/m^2 이상, 또는 100 m^2/m^2 이상일 수 있다. 가스 핵생성 매체의 표면적은, BET 방법 또는 Carmen-Kozeny 방법에 의해서 측정될 때, 200 m^2/m^2 이하, 150 m^2/m^2 이하, 100 m^2/m^2 이하, 50 m^2/m^2 이하, 30 m^2/m^2 이하, 10 m^2/m^2 이하, 6 m^2/m^2 이하, 또는 4 m^2/m^2 이하일 수 있다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체의 기본 섬유 표면적은, BET 방법에 의해서 측정될 때, 1 m^2/m^2 이상, 2 m^2/m^2 이상, 5 m^2/m^2 이상이다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체의 기본 섬유 표면적은, BET 방법에 의해서 측정될 때, 100 m^2/m^2 이하, 50 m^2/m^2 이하, 20 m^2/m^2 이하이다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체의 섬유 표면적은, BET 방법에 의해서 측정될 때, 1 내지 75 m^2/m^2이다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체의 기본 섬유 표면적은, BET 방법에 의해서 측정될 때, 5 내지 50 m^2/m^2이다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체의 기본 섬유 표면적은, Carmen-Kozeny 방법에 의해서 측정될 때, 1 m^2/m^2 이상, 5 m^2/m^2 이상, 또는 10 m^2/m^2 이상이다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체의 기본 섬유 표면적은, Carmen-Kozeny 방법에 의해서 측정될 때, 200 m^2/m^2 이하, 100 m^2/m^2 이하, 50 m^2/m^2 이하, 20 m^2/m^2 이하이다. 일 실시

형태에서, 가스 핵생성 매체의 기본 섬유 표면적은, Carmen-Kozeny 방법에 의해서 측정될 때, 5 내지 75 m^2/m^2 이다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체의 기본 섬유 표면적은, Carmen-Kozeny 방법에 의해서 측정될 때, 10 내지 50 m^2/m^2이다.

[0042] 섬유 크기는 본원에서 매체의 섬유의 직경 또는 횡단 치수를 지칭하기 위해서 사용된다. 섬유의 직경 또는 횡단 치수는 큰 섬유의 경우에 광학적으로, 그리고 작은 섬유의 경우에 SEM의 이용에 의해서 결정될 수 있다. 가스 핵생성 매체 내의 섬유의 섬유 크기는 섬유마다, 그리고 주어진 섬유를 따라서 변경될 수 있다. 섬유 크기는 또한 매체의 상류 측으로부터 매체의 하류 측까지 구배를 따라서 변경될 수 있다. 가스 핵생성 매체 내의 섬유는 적어도 10 nm(나노미터), 적어도 50 nm, 또는 적어도 100 nm의 섬유 크기를 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체 내의 섬유는 10 ㎛(마이크로미터) 이하 또는 100 ㎛ 이하의 섬유 크기를 가질 수 있다.

[0043] 매체 소공 크기는, ASTM F316-03 또는 ASTM D6767에 의해서 결정되는 바와 같은, 매체 시트 내의 개별적인 소공의 크기를 의미하는 것으로 이해된다. 가스 핵생성 매체 내의 소공은 0.5 ㎛ 이상, 1 ㎛ 이상, 또는 5 ㎛ 이상의 중간값 소공 크기(mean pore size)를 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체 내의 소공은 5 ㎛ 이하, 10 ㎛ 이하, 20 ㎛ 이하, 100 ㎛ 이하, 또는 200 ㎛ 이하의 중간값 소공 크기를 가질 수 있다. 예를 들어, 가스 핵생성 매체 내의 소공은 5 ㎛ 내지 100 ㎛의 중간값 소공 크기를 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체 내의 소공은 1 ㎛ 이상, 5 ㎛ 이상, 또는 10 ㎛ 이상의 최대 소공 크기를 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체 내의 소공은 10 ㎛ 이하, 20 ㎛ 이하, 100 ㎛ 이하, 또는 200 ㎛ 이하의 최대 소공 크기를 가질 수 있다. 예를 들어, 가스 핵생성 매체 내의 소공은 5 ㎛ 내지 200 ㎛의 최대 소공 크기를 가질 수 있다. 본원에서 나열된 값은 ASTM F316-03에 의해서 결정된다.

[0044] 매체의 화학적 조성 및 매체의 친유성/소유성이 핵생성에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 매체의 화학적 조성은 매체 내의 섬유의 및/또는 매체 내에서 사용되는 임의의 결합제 또는 다른 성분의 화학적 조성을 포함할 수 있다. 섬유는, 유기 또는 무기 재료 또는 이들의 조합으로 제조된 직조 매체 또는 부직 매체를 포함하는, 임의의 적합한 섬유질 재료를 포함할 수 있다. 매체는, 코어 및 외피 구조물, 나란한 구조물들(side-by-side structures), 해양 구조물 내의 섬(island in the sea structures) 등과 같은, 상이한 재료들을 조합하는 다양한 구조물을 포함할 수 있다. 섬유는 단일 재료 성분, 또는 재료의 혼합물을 포함하는, 단일 섬유 내의 둘 이상의 재료 성분을 포함할 수 있다. 예를 들어, 섬유질 재료는 셀룰로오스; 재생 셀룰로오스(예를 들어, 레이온); 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리에테르술폰(PES), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF)와 같은 합성 재료; 유리; 세라믹; 또는 탄소 섬유를 포함할 수 있다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체로서 이용되는 여과 매체는 마이크로 유리 및 합성 섬유로 제조된다. 적합한 여과 매체의 예가 미국 특허 제7,314,497호; 제7,309,372호; 제8,057,567호; 제8,268,033호; 제8,277,529호; 제8,512,435호; 제8,641,796호; 및 제9,795,906호, 및 미국 공개 제2012/0234748호 및 제2017/0225105호에 설명되어 있다. 매체는 아크릴, 페놀 또는 에폭시 수지와 같은 다양한 결합제를 포함할 수 있다.

[0045] 바람직하게, 가스 핵생성 매체는, 핵생성을 유도하기 위해서 그리고 형성된 가스 공동을 (섬유의 표면 상에 "포획되는 것"과 대조적으로) 유체 유동 내로 방출하기 위해서 적합한 친유성/소유성을 갖는다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체는 소유적이다. 매체의 소유적 등급(오일 반발성)은, 미국 펜실베니아 페트로리아에 소재하는 Sonnerborn LLC로부터의 KAYDOL 화이트 미네랄 오일을 이용하여, AATCC 방법 118(예를 들어, 118-2013)에 따라 측정될 수 있다. 이러한 테스트를 기초로 하는 소유성은 0 내지 8의 범위이고, 0의 등급은 매체가 소유적이 아니라는 것을 의미한다. 소유적 매체는 1 이상의 등급을 갖는다. 가스 핵생성 매체는 1 이상, 2 이상, 3 이상, 4 이상, 5 이상, 또는 6 이상의 소유적 등급을 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체는 8 이하, 7 이하, 6 이하, 5 이하, 또는 4 이하의 소유적 등급을 가질 수 있다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체는 2 내지 8 또는 3 내지 8의 소유적 등급을 갖는다. 재료의 소유성은 또한 공기 중의 단일 섬유 상의 오일 방울의 접촉각으로서 표현될 수 있고, 기포 또는 오일 방울을 섬유 상으로 분배하는 것 그리고, 예를 들어 마이크로-접촉각 기구(예를 들어, 일본 니이자시에 소재하는 Kyowa Interface Science Co., Ltd.로부터 입수할 수 있는 MCA-3 기구)를 이용하여, 접촉각을 측정하는 것에 의해서 측정될 수 있다. 가스 핵생성 매체는 적어도 30° , 적어도 50° , 적어도 70° , 적어도 90° , 또는 적어도 120° 의 오일 접촉각을 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체는 120° 이하, 150° 이하의 오일 접촉각을 가질 수 있다.

[0046] 가스 핵생성 매체는 본질적으로 소유적일 수 있고(예를 들어, 소유적 섬유로 제조될 수 있고), 및/또는 예를 들어 소유적 처리 화합물을 이용하여 소유적이 되도록 처리될 수 있다. 일반적으로, 소유적 재료는 표면에서 노출

된 높은 밀도의 말단 CF3 펜던트 기(pendent group)를 갖는 플루오로중합체와 같은 불소 화학물질이다. 특정 실시형태에서, 가스 핵생성 매체에 표면 코팅으로 도포되는 가스 핵생성 매체 또는 소유적 처리 화합물(예를 들어, 불소 화학물질 처리 화합물)은, 퍼플루오로아크릴레이트, 퍼플루오로우레탄, 퍼플루오로에폭시, 퍼플루오로실리콘, 퍼플루오로알칸, 퍼플루오로디옥솔란 또는 이러한 재료의 공중합체와 같은, 퍼플루오로중합체로 제조될 수 있다.

[0047] 본질적으로 소유적인 재료로 제조된 가스 핵생성 매체가 사용될 수 있지만, 전형적으로 불소 화학물질 처리 화합물이 통상적인 여과 매체 상에 코팅되어 이를 소유적으로 만든다. 코팅 재료는, 예를 들어, 소유적 중합체 또는 다수 단계의 프로세스를 통해서 소유적으로 만들어질 수 있는 다른 중합체일 수 있다. 전형적으로, 액체 캐리어(예를 들어, 유기 용매 또는 물) 내에 용해된 또는 현탁화된(suspended) 불소 화학물질 처리 화합물이 침지 또는 분무에 의해서 통상적인 여과 매체에 도포된다. 대안적으로, 코팅은 화학기상증착(CVD)과 같은 프로세스로 증기 상을 통해서 도포될 수 있다.

[0048] 예시적인 플루오로중합체는 Cytonix(Beltsville, MD)로부터 상표명 FLUOROPEL 계열로, 3M Company(Maplewood, MN)로부터 상표명 SRA 450 또는 SRA451, Advanced Polymer Incorporated(Carlstadt, NJ)로부터 상표명 ADVAPEL 806으로 입수할 수 있는 것과 같은, 용매에 용해된 퍼플루오로아크릴레이트; Chemours(Wilmington, DE)로부터 상표명 TEFLON AF로 입수가능한 것과 같은, 용매에 용해된 퍼플루오로디옥솔란; Daikin(Orangeburg, NY)으로부터 상표명 UNIDYNE, Chemours(Wilmington, DE)으로부터 상표명 CAPSTONE, Huntsman(The Woodlands, TX)으로부터의 상표명 PHOBOL 또는 Advanced Polymer Incorporated(Carlstadt, NJ)로부터 상표명 ADVAPEL 734로 입수할 수 있는 것과 같은, 물에 현탁된 퍼플루오로아크릴레이트 에멀젼; 및 3M Company(Maplewood, MN)로부터 상표명 SRC220으로 입수가능한 것과 같은, 물에 현탁된 퍼플루오로우레탄을 포함한다. 가스 핵생성 매체는 또한, P2i(Savannah, GA)로부터의 퍼플루오로아크릴레이트 코팅과 같이, 플라즈마 중합 프로세스를 통해서 플루오로중합체의 코팅을 도포하는 것에 의해서 소유화될 수 있다.

[0049] 특정 실시형태에서, 가스 핵생성 매체는, 비-소유적 코팅을 통상적인 여과 매체에 도포하는 것, 그리고 이어서 이를 소유적으로 개질하는 것에 의해서 준비된다. 예를 들어, 폴리알코올 중합체가 통상적인 여과 매체에 도포될 수 있고, 퍼플루오로실란 또는 퍼플루오로아실 클로라이드가 이러한 중합체에 그래프팅될(grafted) 수 있다. 대안적으로, 폴리아민이 통상적인 여과 매체에 도포될 수 있고, 퍼플루오로아크릴레이트가 이러한 중합체에 그래프팅될 수 있다.

[0050] 중합체 재료의 표면 에너지가, 예를 들어 ASTM D7490-13에 따라, 적절한 유체와 함께 Zisman 플롯(plot)을 준비하는 것에 의해서 결정될 수 있다. 재료의 표면 에너지는 또한 Owens-Wendt 방법을 이용하여 결정될 수 있다. 가스 핵생성 매체 내의 섬유는 6 mJ/m^2(평방 미터 당 밀리주울) 이상, 10 mJ/m^2 이상, 15 mJ/m^2 이상, 20 mJ/m^2 이상, 또는 40 mJ/m^2 이상의 표면 에너지를 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체 내의 섬유는 400 mJ/m^2 이하, 300 mJ/m^2 이하, 200 mJ/m^2 이하, 150 mJ/m^2 이하, 또는 100 mJ/m^2 이하, 또는 50 mJ/m^2 이하의 표면 에너지를 가질 수 있다. 예를 들어, 가스 핵생성 매체 내의 섬유가 10 mJ/m^2 내지 200 mJ/m^2의 표면 에너지를 가질 수 있다. 본원에서 나열된 값은 ASTM D7490-13에 의해서 결정된다.

[0051] 가스 핵생성 매체 내의 섬유의 기하형태적 구성이 핵생성에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 날카로운 연부 또는 모서리의 존재 그리고 표면 거칠기가 핵생성을 개선할 수 있다. 섬유 교차부의 구성, 인접 섬유들의 배향 각도, 유동 방향에 대한 섬유 표면의 배향, 및 유동 경로의 구불구불함이 또한 핵생성에 영향을 미칠 수 있다. 일부 실시형태에 따라, 가스 핵생성 매체는 날카로운 연부 또는 모서리를 갖는 섬유를 포함한다. 예를 들어, 섬유는, 매끄러운 형상을 가지지 않는(예를 들어, 원형 또는 타원형이 아닌) 횡단면을 가질 수 있다. 섬유 횡단면이 다각형일 수 있거나, 모서리(예를 들어, 180° 미만, 120° 미만, 또는 90° 미만의 모서리)를 갖는 불규칙적인 형상을 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체는, 원형, 별-모양, 정사각형, 직사각형, 삼엽형(tri-lobal), 클로버-형상, 또는 다각형 횡단면을 갖는 섬유를 포함한다. 횡단면은 섬유의 길이 전체를 통해서 일정하거나 가변적일 수 있다.

[0052] 재료의 표면 거칠기는 원자력 현미경(AFM), 횡단면 SEM 또는 투과 전자 현미경(TEM), 또는 표면 프로파일로미터를 이용하여 평균 제곱근 거칠기로서 결정될 수 있다. 측정은, 섬유 직경의 절반인 치수를 가지는, 고정된 표면적, 예를 들어 정사각형에서 이루어질 수 있다. 가스 핵생성 매체의 섬유는 1 nm 이상, 10 nm 이상, 25 nm 이상, 50 nm 이상, 또는 100 nm 이상의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체의 섬유는 1000 nm 이하, 500 nm 이하, 또는 200 nm 이하의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 예를 들어, 가스 핵생성 매체의 섬유는 10 nm

내지 500 nm의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 본원에서 나열된 값은 표면 프로파일로미터에 의해서 결정된다.

[0053] 표면 거칠기는 또한, 비대칭도(skewness), 첨도(kurtosis) 등과 같은, 다양한 다른 매개변수를 이용하여 특성화될 수 있다. 표면 특징부가 소정 정도의 비대칭성을 나타낼 수 있다(예를 들어, 더 가파른 피크 또는 깊은 피트(pit)를 나타낼 수 있다). 비대칭성은, AFM, 섬유 횡단면 SEM, 또는 표면 프로파일로미터를 이용하여 측정된, 비대칭도로서 표현될 수 있다. 섬유의 비대칭도는 -10 이상, -8 이상, 또는 -6 이상일 수 있다. 섬유의 비대칭도는 6 이하, 8 이하, 또는 10 이하일 수 있다. 예를 들어, 섬유의 비대칭도가 -8 내지 8일 수 있다. 본원에서 나열된 값은 표면 프로파일로미터에 의해서 결정된다.

[0054] 첨도는, 날카로운 특징부의 뾰족함의 정도를 나타내는 표면 거칠기의 다른 측정치이다. 첨도는, AFM, 섬유 횡단면 SEM, 또는 표면 프로파일로미터를 이용하여 측정될 수 있다. 가스 핵생성 매체의 섬유는 적어도 -10 이상, -8 이상, 또는 -6 이상의 첨도를 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체의 섬유는 6 이하, 8 이하, 또는 10 이하의 첨도를 가질 수 있다. 예를 들어, 섬유의 첨도가 -8 내지 8일 수 있다. 특정 표면 거칠기, 비대칭도, 및 첨도의 조합이 바람직한 핵생성 특성을 초래할 수 있다. 예를 들어, 큰 거칠기 및 큰 첨도가 핵생성에 유리할 수 있다. 본원에서 나열된 값은 표면 프로파일로미터에 의해서 결정된다.

[0055] 특정 범위까지, 섬유 교차부의 개수의 증가가 핵생성을 증가시킬 수 있는 것으로 생각된다. 섬유 교차부는 2개의 섬유들 사이의 접촉 지점을 의미하는 것으로 이해된다. 또한, 인접 섬유들의 배향 각도 및 유동 방향에 대한 섬유의 배향 각도의 일부 범위가 핵생성에 유리할 수 있는 것으로 생각된다. 예를 들어, 소정 범위의 배향 각도가 달성되도록, 가스 핵생성 매체 내의 섬유가 무작위적으로 배향될 수 있다. 일부 실시형태에서, 가스 핵생성 매체 내의 인접 섬유들이 서로 축방향으로 정렬되지 않는다.

[0056] 매체 내의 유체의 체류 시간 또는 차압에 영향을 미치는 양태가 또한 핵생성에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 면 속도, 매체 시트 충실율, 매체 시트 투과도, 매체 시트의 두께, 유체로부터 매체로의 용해된 기체의 Peclet 수(예를 들어, 이류 전달율 대 확산 전달율의 비율), 매체 내의 유동 경로의 구불구불함, 및 주 유동 방향에 대한 매체 시트의 배향(예를 들어, 각도)이 핵생성에 영향을 미칠 수 있다.

[0057] 가스 핵생성 매체 시트에 대한 유체의 면 속도는 벌크 매체 표면적 당 부피 유동으로서 결정될 수 있다. 면 속도는 0.01 cm/초 이상, 0.1 cm/초 이상, 0.5 cm/초 이상, 1.0 cm/초 이상, 또는 5.0 cm/초 이상일 수 있다. 면 속도에 대한 희망 상한선은 없으나, 실질적으로, 면 속도는 50 cm/초 이하, 20 cm/초 이하, 또는 10 cm/초 이하일 수 있다.

[0058] 다공성 재료의 충실율은 중실부(solid)의 부피 대 다공성 재료의 총 부피의 비율이다. 가스 핵생성 매체 시트는 5% 이상, 10% 이상, 또는 20% 이상의 충실율을 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체 시트는 98% 이하, 90% 이하, 75% 이하, 50% 이하, 40% 이하, 또는 30% 이하의 충실율을 가질 수 있다.

[0059] 필터 매체의 공기 투과도는 특정 압력 강하에서 특정된 필터 매체 면적을 통한 공기 유동의 부피 유량으로서 정의된다. 공기 투과도를 측정하는 방법은 ASTM D737-04이다. 가스 핵생성 매체 시트는 0.5 인치 물(inches of water)에서 1 ft^3/분/ft^2 이상(125 Pa에서 0.305 m^3/분/m^2 이상), 0.5 인치 물에서 10 ft^3/분/ft^2 이상(125 Pa에서 3.05 m^3/분/m^2 이상), 또는 0.5 인치 물에서 50 ft^3/분/ft^2 이상(125 Pa에서 15.2 m^3/분/m^2 이상)의 투과도를 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체 시트는 0.5 인치 물에서 500 ft^3/분/ft^2 이하(125 Pa에서 152 m^3/분/m^2 이하), 0.5 인치 물에서 400 ft^3/분/ft^2 이하(125 Pa에서 123 m^3/분/m^2 이하), 또는 0.5 인치 물에서 300 ft^3/분/ft^2 이하(125 Pa에서 91.4 m^3/분/m^2 이하)의 투과도를 가질 수 있다. 예를 들어, 가스 핵생성 매체 시트는 125 Pa에서 0.5 m^3/분/m^2 내지 100 m^3/분/m^2의 투과도를 가질 수 있다.

[0060] 가스 핵생성 매체 시트는, 적절한 면 속도, 예를 들어 0.5 cm/초에서 운영되는 ISO 16889에 따라, 0.01 psi 이하, 1 psi 이하, 또는 100 psi 이하의 초기의 클린(clean) 차압을 가질 수 있다.

[0061] 페클렛 수는, 길이(예를 들어, 섬유 직경) 곱하기 속도(예를 들어, 면 속도)를 확산 계수로 나누는 것에 의해서 계산되는, 유체로부터의 매체로의 용해 가스의 이류 전달율 대 확산 전달율의 비율을 나타낸다. 가스 핵생성 매체 시트는 0.05 이상, 0.1 이상, 0.5 이상, 1 이상, 또는 10 이상의 페클렛 수를 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체 시트는 1000 이하, 2500 이하, 10,000 이하, 또는 50,000 이하의 페클렛 수를 가질 수 있다. 예를 들어, 가스 핵생성 매체 시트는 0.5 내지 10,000의 페클렛 수를 가질 수 있다.

[0062] 유동 스트림에 대한 섬유의 각도는, 예를 들어 매체의 CT(computer aided tomography) 스캔을 이용하여, 유동 방향에 대한 섬유의 각도의 가중-평균으로서 결정될 수 있다. 각도는 0° (도) 이상, 10° 이상, 또는 30° 이상일 수 있다. 각도는 90° 이하, 80° 이하, 또는 60° 이하일 수 있다. 예를 들어, 각도는 10° 내지 80° 일 수 있다.

[0063] 가스 핵생성 매체 내의 섬유의 강성도(rigidity)가 또한 유동 특성에 영향을 미칠 수 있고 그에 따라 핵생성에 영향을 미칠 수 있다. 강성도는, 예를 들어 ASTM D790에 따른, 섬유 또는 기본 재료의 굴곡 탄성률로서 측정될 수 있다. 비-중합체 재료에서, 굴곡 탄성률은 영률(Young's modulus)과 같다. 가스 핵생성 매체의 섬유는 1 GPa(gigapascal) 이상, 10 GPa 이상, 또는 50 GPa 이상의 굴곡 탄성률을 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체의 섬유는 500 GPa 이하, 400 GPa 이하, 또는 250 GPa 이하의 굴곡 탄성률을 가질 수 있다. 예를 들어, 가스 핵생성 매체의 섬유는 10 GPa 내지 400 GPa의 굴곡 탄성률을 가질 수 있다.

[0064] 가스 핵생성 매체는 임의의 적합한 형상을 가질 수 있다. 그러한 형상은 시스템 내의 탈기장치의 배치를 기초로 결정될 수 있다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체는 원통형 형상을 형성한다. 필터 매체 시트의 두께는, 1.5 psi의 인가 압력에서 2.87 cm 직경의 풋을 이용하는 것과 같이, 적합한 캘리퍼 두께 게이지를 이용하여 측정될 수 있다. 필터 매체 시트의 두께는 TAPPI T411 테스트 방법에 따라 측정될 수 있다. 가스 핵생성 매체는 임의의 적합한 두께를 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체의 두께는 유체 유동의 방향으로 측정될 수 있다. 예를 들어, 원통형 탈기장치에서, 가스 핵생성 매체의 두께는 중심 축(A)에 수직인 반경방향으로 측정될 수 있다. 가스 핵생성 매체는 0.01 mm 이상, 0.1 mm 이상, 또는 0.5 mm 이상의 두께를 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체는 5 mm 이하, 2 mm 이하, 또는 1 mm 이하의 두께를 가질 수 있다. 예를 들어, 가스 핵생성 매체는 0.1 mm 내지 2 mm의 두께를 가질 수 있다. 가스 핵생성 매체는 주름잡히거나 랩핑될(wrapped) 수 있다. 그 둘의 경우(주름 또는 랩핑)에, 매체는 하나의 층 또는 다수의 층을 가질 수 있다. 매체는 반복적으로 랩핑되거나 적층될 수 있다. 다수의 층이 포함될 때, 층들은 동일한 조성 및/또는 특유의 조성의 구조물 및/또는 밀접 접촉으로 배치될 수 있는 구조물을 가질 수 있다.

[0065] 일부 실시형태에서, 가스 핵생성 매체는 여과 매체를 포함한다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체는 미립자 여과 매체로 제조된다. 일부 실시형태에서, 가스 핵생성 매체는 다수의 층을 갖는다. 일부 실시형태에서, 가스 핵생성 매체는 랩핑되거나 적층된다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체는 주름형 매체로 제조된다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체는 비-주름형 매체로 제조된다.

[0066] 성장 매체가 가스 핵생성 매체에 인접하여 또는 바로 인접하여 배치될 수 있다. 성장 매체는, 가스 공동의 합체 및/또는 성장을 유도할 수 있는 임의의 적합한 재료로 제조될 수 있다. 이론에 의해서 구속되길 원치 않으면서, 성장 매체의 다수의 양태가, 합체를 유도하는 매체의 효과 및 효율성에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 예를 들어, 합체에 영향을 미치는 양태는 매체(예를 들어, 섬유 및 결합제)의 화학적 조성; 매체의 표면 에너지; 매체 친유성/소유성; 매체의 기본 섬유 표면적; 매체 시트 충실율; 매체 중간값 소공; 매체 최대 소공; 매체 시트 투과도; 매체 시트의 두께; 표면 거칠기; 및 매체에 걸친 차압을 포함할 수 있다. 이러한 특성 중 하나 이상이, 성장 매체의 상류 측으로부터 하류 측까지 구배를 나타낼 수 있다. 일부 실시형태에서, 가스 핵생성 매체는 공기 기포 성장 거동을 나타낼 수 있다. 그러한 실시형태에서, 성장 매체의 분리된 층이 배제될 수 있다. 예를 들어, 4 ㎛ 이상, 5 ㎛ 이상, 6 ㎛ 이상, 또는 8 ㎛ 이상의 소공 크기를 갖는 가스 핵생성 매체가 공기 기포 성장 거동을 나타낼 수 있다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체는 4 ㎛ 이상, 5 ㎛ 이상, 6 ㎛ 이상, 또는 8 ㎛ 이상의 소공 크기를 갖는다. 하나의 그러한 실시형태에서, 탈기장치는 성장 매체를 포함하지 않는다. 일 실시형태에서, 탈기장치는 소공의 크기가 5 ㎛ 이상인 가스 핵생성을 포함하고 성장 매체는 포함하지 않는다.

[0067] 성장 매체의 화학적 조성이 합체 및 성장에 영향을 미칠 수 있다. 성장 매체의 화학적 조성은 매체 내의 섬유의 및/또는 매체 내에서 사용되는 임의의 결합제 또는 다른 성분의 화학적 조성을 포함할 수 있다. 섬유는, 셀룰로오스; 재생 셀룰로오스(예를 들어, 레이온); 폴리아미드(예를 들어, 나일론), 폴리에스테르, 폴리에테르술폰(PES), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF)와 같은 합성 재료; 유리; 세라믹; 또는 탄소 섬유를 포함하는, 임의의 적합한 섬유질 재료를 포함할 수 있다. 일 실시형태에서, 성장 매체는 폴리에스테르, 레이온, 또는 이들의 조합으로 제조되거나 포함한다. 매체는 아크릴, 페놀 또는 에폭시 수지와 같은 다양한 결합제를 포함할 수 있다.

[0068] 바람직하게, 성장 매체는, 가스 공동의 합체 및/또는 성장을 유도하기에 그리고 형성된 가스 공동을 (섬유의 표면 상에 "포획되는 것"과 대조적으로) 유체 유동 내로 방출하기에 적합한 표면 에너지 및 친유성/소유성을 갖는다. 실시형태에 따라, 성장 매체는 친유적이다. 일부 실시형태에서, 성장 매체는 친유성/소유성 구배를 나타내

고, 여기에서 매체의 상류 측은 하류 측보다 더 소유적이다. 다른 실시형태에서, 상류 측은 하류 측보다 더 친유적이다. 매체의 소유적 등급(오일 반발성)은 AATCC 방법 118 (예를 들어, 118-2013)에 따라 측정될 수 있다. 성장 매체는 1 이상, 2 이상, 3 이상, 4 이상, 5 이상, 또는 6 이상의 소유적 등급을 가질 수 있다. 성장 매체는 8 이하, 7 이하, 6 이하, 5 이하, 또는 4 이하의 소유적 등급을 가질 수 있다. 일 실시형태에서, 성장 매체는 2 내지 8 또는 3 내지 8의 소유적 등급을 갖는다. 재료의 소유성은 또한 공기 중에서 단일 섬유 상의 오일 방울의 접촉각으로서 표현될 수 있다. 성장 매체는 0° 이상, 10° 이상, 20° 이상, 또는 30° 이상의 오일 접촉각을 가질 수 있다. 성장 매체는 150° 이하, 120° 이하, 90° 이하, 또는 60° 이하의 오일 접촉각을 가질 수 있다. 성장 매체는 본질적으로 친유적일 수 있고(예를 들어, 친유적 섬유로 제조될 수 있고), 및/또는 예를 들어 소유적 처리 화합물을 이용하여 소유적이 되도록 처리될 수 있다. 성장 매체는 복합 재료로 구성될 수 있다. 성장 매체는 친유적 성분 및 소유적 성분의 복합체일 수 있다. 소유적 성분은 1 이상의 소유적 등급을 갖는다.

[0069] 성장 매체 내의 섬유는 6 mJ/m^2 이상, 20 mJ/m^2 이상, 50 mJ/m^2 이상, 75 mJ/m^2 이상, 또는 100 mJ/m^2 이상의 표면 에너지를 가질 수 있다. 성장 매체 내의 섬유는 400 mJ/m^2 이하, 350 mJ/m^2 이하, 300 mJ/m^2 이하, 또는 250 mJ/m^2 이하의 표면 에너지를 가질 수 있다. 예를 들어, 성장 매체 내의 섬유가 20 mJ/m^2 내지 350 mJ/m^2의 표면 에너지를 가질 수 있다. 본원에서 나열된 값은 ASTM D7490-13에 의해서 결정된다.

[0070] 매체의 기본 섬유 표면적 그리고 그에 따라 매체와 유체 사이의 접촉각이 합체 및 성장에 영향을 미칠 수 있다. 매체의 기본 섬유 표면적은 m^2의 매체 시트의 벌크 표면적 당 m^2의 (섬유들 사이의 표면적을 포함하는) 전체 표면적을 의미하는 것으로 이해된다. 성장 매체의 기본 섬유 표면적은, 1 m^2/m^2 이상, 1.5 m^2/m^2 이상, 1.6 m^2/m^2 이상, 또는 2 m^2/m^2 이상일 수 있다. 성장 매체의 기본 섬유 표면적은 200 m^2/m^2 이하, 50 m^2/m^2 이하, 30 m^2/m^2 이하, 10 m^2/m^2 이하, 6 m^2/m^2 이하, 또는 4 m^2/m^2 이하일 수 있다. 예를 들어, 성장 매체의 기본 섬유 표면적은 1.5 m^2/m^2 내지 50 m^2/m^2일 수 있다. 본원에서 나열된 값은 Carmen-Kozeny 방법에 의해서 결정된다.

[0071] 성장 매체 내의 섬유의 기하형태적 구성이 합체 및 성장에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 성장 매체의 날카로운 연부 또는 모서리의 존재 및 표면 거칠기, 유동 방향에 대한 섬유 표면의 배향, 충실율, 투과도, 및 소공 크기는, 가스 공동의 합체 및 성장을 증가시키도록 그리고 가스 공동이 성장 및/또는 합체된 후에 가스 공동이 유체 유동 내로 방출되도록, 선택될 수 있다.

[0072] 성장 매체 내의 섬유의 섬유 횡단면이 다각형일 수 있거나, 모서리(예를 들어, 180° 미만, 120° 미만, 또는 90° 미만의 모서리)를 갖는 불규칙적인 형상을 가질 수 있다. 성장 매체는, 원형, 별-모양, 정사각형, 직사각형, 삼엽형, 클로버-형상, 또는 다각형 횡단면을 갖는 섬유를 포함한다. 횡단면은 섬유의 길이 전체를 통해서 일정하거나 가변적일 수 있다.

[0073] 성장 매체 내의 섬유의 섬유 크기는 섬유마다, 그리고 주어진 섬유를 따라서 다를 수 있다. 섬유 크기는 또한 매체의 상류 측으로부터 매체의 하류 측까지 구배를 따라서 변경될 수 있다. 성장 매체 내의 섬유는 10 ㎛ 이상, 50 ㎛ 이상, 또는 100 ㎛ 이상의 섬유 크기를 가질 수 있다. 성장 매체 내의 섬유는 500 ㎛ 이하, 100 ㎛ 이하, 또는 10 ㎛ 이하의 섬유 크기를 가질 수 있다. 예를 들어, 성장 매체 내의 섬유는 50 nm 내지 100 ㎛의 섬유 크기를 가질 수 있다.

[0074] 성장 매체 내의 유동 스트림에 대한 섬유의 각도는 0° 이상, 10° 이상, 또는 30° 이상일 수 있다. 성장 매체 내의 섬유의 각도는 90° 이하, 80° 이하, 또는 60° 이하일 수 있다. 예를 들어, 각도는 10° 내지 80° 일 수 있다.

[0075] 성장 매체 내의 섬유의 강성도가 또한 유동 특성에 영향을 미칠 수 있고 그에 따라 합체 및/또는 성장에 영향을 미칠 수 있다. 성장 매체의 섬유는 1 GPa 이상, 10 GPa 이상, 또는 50 GPa 이상의 굴곡 탄성률을 가질 수 있다. 성장 매체의 섬유는 500 GPa 이하, 400 GPa 이하, 또는 250 GPa 이하의 굴곡 탄성률을 가질 수 있다. 예를 들어, 성장 매체의 섬유는 10 GPa 내지 400 GPa의 굴곡 탄성률을 가질 수 있다.

[0076] 성장 매체 내의 섬유는 1 nm 이상, 10 nm 이상, 25 nm 이상, 50 nm 이상, 또는 100 nm 이상의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 성장 매체 내의 섬유는 1000 nm 이하, 500 nm 이하, 또는 200 nm 이하의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 예를 들어, 성장 매체의 섬유는 10 nm 내지 500 nm의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 성장 매체 내의 섬유는 -10 이상, -8 이상, 또는 -6 이상의 비대칭도를 가질 수 있다. 섬유의 비대칭도는 6 이하, 8 이하, 또는 10

이하일 수 있다. 예를 들어, 섬유의 비대칭도가 -8 내지 8일 수 있다. 성장 매체 내의 섬유는 6 이하, 8 이하, 또는 10 이하의 첨도를 가질 수 있다. 본원에서 나열된 값은 표면 프로파일로미터에 의해서 결정된다.

[0077] 매체의 소공은 매체의 시트 내의 홀(예를 들어, 관통 홀) 및 공동을 의미하는 것으로 이해된다. 소공 크기는 ASTM F316-03 또는 ASTM D6767에 의해서 결정될 수 있다. 매체의 소공은 유체를 위한 매체의 시트를 통한 유동 경로를 제공할 수 있다. 성장 매체는 0.5 ㎛ 이상, 1 ㎛ 이상, 또는 5 ㎛ 이상의 중간값 소공 크기를 가질 수 있다. 성장 매체는 5 ㎛ 이하, 10 ㎛ 이하, 20 ㎛ 이하, 100 ㎛ 이하, 또는 200 ㎛ 이하의 중간값 소공 크기를 가질 수 있다. 예를 들어, 성장 매체 내의 소공은 5 ㎛ 내지 100 ㎛의 중간값 소공 크기를 가질 수 있다. 성장 매체는 1 ㎛ 이상, 5 ㎛ 이상, 또는 10 ㎛ 이상의 최대 소공 크기를 가질 수 있다. 성장 매체 내의 소공은 10 ㎛ 이하, 20 ㎛ 이하, 100 ㎛ 이하, 또는 200 ㎛ 이하의 최대 소공 크기를 가질 수 있다. 예를 들어, 성장 매체 내의 소공은 5 ㎛ 내지 200 ㎛의 최대 소공 크기를 가질 수 있다. 본원에서 나열된 값은 ASTM F316-03에 의해서 결정된다.

[0078] 성장 매체는 1.5 psi에서 2% 이상, 4% 이상, 5% 이상, 6% 이상, 10% 이상, 또는 20% 이상의 충실율을 가질 수 있다. 성장 매체는 1.5 psi에서 90% 이하, 75% 이하, 50% 이하, 40% 이하, 30% 이하, 20% 이하, 15% 이하, 10% 이하, 9% 이하, 또는 8% 이하의 충실율을 가질 수 있다. 예를 들어, 성장 매체는 1.5 psi에서 2% 내지 20%, 또는 2% 내지 9%의 충실율을 가질 수 있다. 성장 매체는 다공성 구조를 갖는 직조 매체 또는 부직 매체를 포함할 수 있다.

[0079] 성장 매체 시트는 임의의 적합한 두께를 가질 수 있다. 성장 매체의 두께는 매체 시트에 걸친 차압에 영향을 미친다. 성장 매체의 두께는 유체 유동의 방향으로 측정될 수 있다. 예를 들어, 원통형 탈기장치에서, 성장 매체는 가스 핵생성 매체를 적어도 부분적으로 둘러싸는 동축적인 실린더를 형성하고, 성장 매체의 두께는 중심 축(A)에 수직인 반경방향으로 측정될 수 있다. 필터 매체 시트의 두께는, 1.5 psi의 인가 압력에서 2.87 cm 직경의 풋을 이용하는 것과 같이, 적합한 캘리퍼 두께 게이지를 이용하여 측정될 수 있다. 필터 매체 시트의 두께는 TAPPI T411 테스트 방법에 따라 측정될 수 있다. 성장 매체는 0.01 mm 이상, 0.02 이상, 0.05 이상, 0.1 mm 이상, 또는 0.5 mm 이상, 0.8 mm 이상, 1 mm 이상, 2 mm 이상, 3 mm 이상, 또는 4 mm 이상의 두께를 가질 수 있다. 성장 매체는 25 mm 이하, 20 mm 이하, 15 mm 이하, 또는 10 mm 이하의 두께를 가질 수 있다. 예를 들어, 성장 매체는 0.1 mm 내지 20 mm, 또는 0.8 mm 내지 10 mm의 두께를 가질 수 있다.

[0080] 성장 매체 시트는, 적절한 면 속도, 예를 들어 0.5 cm/초에서 운영되는 ISO 16889에 따라, 0.01 psi 이하, 1 psi 이하, 또는 100 psi 이하의 차압을 가질 수 있다.

[0081] 성장 매체는 복수의 매체 층들로서 제공될 수 있다. 복수의 매체 층들이 가스 핵생성 매체 상으로 도포될(예를 들어, 주위에 랩핑될 또는 위에 라미네이트될) 수 있다. 성장 매체의 층의 수의 증가는 가스 공동의 합체를 개선할 수 있다. 그러나, (매체의 층의 수의 증가로 인한) 성장 매체의 두께 증가는 또한 성장 매체에 걸친 그리고 전체적으로 탈기장치에 걸친 압력 강하를 증가시킬 수 있다. 또한, 큰 압력 강하는, 핵생성 스테이지가 자유롭게 할 수 있는 가스를 제한할 수 있고, 이는 성장 스테이지에서의 추후의 핵생성 및 성장 스테이지 하류로 방출되는 더 작은 공기 기포를 초래한다. 그에 따라, 성장 매체의 층의 수는, 탈기장치 유닛에 걸친 압력 강하를 과도하게 증가시키지 않으면서 합체 개선을 제공하도록, 균형이 이루어져야 한다. 성장 매체는 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 또는 5개 이상의 층으로 제공될 수 있다. 성장 매체는 20개 이하, 15개 이하, 12개 이하, 또는 10개 이하의 층으로 제공될 수 있다. 성장 매체가 복수의 층을 포함하는 실시형태에서, 달리 표시되지 않는 한, 성장 매체의 두께는 층들의 총 두께를 지칭할 수 있다. 개별적인 성장 매체 시트의 두께는, 얼마나 많은 랩이 이용되는지에 영향을 미칠 수 있고 - 예를 들어 더 얇은 매체가 더 많은 랩을 이용할 수 있다. 일 실시형태에서, 성장 매체는 매체의 5개 내지 10개의 층(예를 들어, 7개의 층)으로 구성된다.

[0082] 성장 매체 하류의 다공성 장벽는, 장벽을 통해서 연장되는 개구부 또는 소공을 형성하는 임의의 적합한 다공성 재료를 포함할 수 있다. 이론에 의해서 구속되길 원치 않으면서, 다공성 장벽의 다수의 양태가, 장벽의 효과 및 효율성에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 예를 들어, 다공성 장벽의 효과에 영향을 미치는 양태는 소공 크기 및 소공 형상, 그리고 장벽 전체를 통한 소공 크기 및 형상의 규칙성 또는 균일성; 장벽의 화학적 조성; 장벽의 친유성/소유성; 장벽의 표면 거칠기 또는 평활도; 및 유동 방향에 대한 장벽의 방향/배향을 포함할 수 있다. 이러한 특성 중 하나 이상이 상류 측과 하류 측 사이에서 상이할 수 있거나, 성장 매체의 상류 측으로부터 하류 측까지 구배를 나타낼 수 있다.

[0083] 일부 실시형태에서, 다공성 장벽은 직조 재료 또는 부직 재료를 포함한다. 개구부는 균일한 크기일 수 있거나, 다양한 크기의 개구부를 포함하여 불균일할 수 있다. 다공성 장벽의 소공은 또한 스크린 개구부로 지칭될 수 있

고, 장벽 내의 홀(예를 들어, 관통 홀)을 의미하는 것으로 이해된다. 소공 크기는 ASTM E11에 의해서 또는 광학적 이미징에 의해서 결정될 수 있다. 다공성 장벽은 크기가 5 ㎛ 이상, 10 ㎛ 이상, 15 ㎛ 이상, 또는 20 ㎛ 이상인 개구부를 포함할 수 있다. 다공성 장벽은 크기가 1 ㎜ 이하, 750 ㎛ 이하, 500 ㎛ 이하, 250 ㎛ 이하, 200 ㎛ 이하, 150 ㎛ 이하, 또는 100 ㎛ 이하인 개구부를 포함할 수 있다. 일 실시형태에서, 다공성 장벽은 크기가 10 ㎛ 내지 250 ㎛, 15 ㎛ 내지 200 ㎛, 또는 20 ㎛ 내지 150 ㎛인 개구부를 포함한다. 일부 실시형태에서, 다공성 장벽의 개구부는 크기가 균일하다(예를 들어, 좁은 소공 크기 분포를 갖는다). 예를 들어, 일부 실시형태에서, 다공성 장벽의 적어도 일부의 개구부, 개구부의 대부분, 개구부의 적어도 90%, 개구부의 적어도 95%, 또는 개구부의 적어도 99%가, 다공성 장벽의 총 개구부 면적에 의해서 결정되는 바와 같은, 여기에서 특정된 크기 범위 이내이다. 본원에서 나열된 값은 광학적 이미징에 의해서 결정된다. 일 실시형태에서, 다공성 장벽의 실질적으로 모든 개구부가 여기에서 특정된 크기 범위 이내이다.

[0084] 다공성 장벽의 개구부는 임의의 적합한 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 개구부는 직사각형, 정사각형, 둥근형, 타원형, 또는 임의의 다른 적합한 형상일 수 있다. 형상은, 다공성 장벽의 평면에 수직인 방향으로부터 다공성 장벽을 관찰하는 것에 의해서 결정될 수 있다. 일부 실시형태에서, 다공성 장벽의 개구부의 형상이 균일하다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 다공성 장벽의 적어도 일부의 개구부, 개구부의 대부분, 개구부의 적어도 90%, 개구부의 적어도 95%, 또는 개구부의 적어도 99%가 동일한 형상을 갖는다(예를 들어, 직사각형, 정사각형, 둥근형, 타원형 등이다).

[0085] 다공성 장벽(130)은 직조 재료 또는 부직 재료로 제조될 수 있다. 예를 들어, 다공성 장벽(130)는 직조 메시로 제조될 수 있다. 직조 메시는 0.01 ㎜ 이상, 0.05 ㎜ 이상, 또는 0.1 ㎜ 이상의 와이어 직경(또는 횡단 치수)을 가질 수 있다. 직조 메시는 10 ㎜ 이하, 2 ㎜ 이하, 1 ㎜ 이하, 또는 0.5 ㎜ 이하의 와이어 직경(또는 횡단 치수)을 가질 수 있다. 예를 들어, 직조 메시는 0.05 ㎜ 내지 2 ㎜의 와이어 직경(또는 횡단 치수)을 가질 수 있다. 일 실시형태에서, 다공성 장벽(130)은, 주름형 직조 메시와 같은, 주름형 재료를 포함한다. 다공성 장벽(130)은 임의의 적합한 재료로 제조될 수 있다. 예를 들어, 다공성 장벽은, 가스 공동의 추가적인 성장을 촉진하는데 그리고 가스 공동이 장벽을 통과할 수 있게 하는데 적합한 친유성/소유성의 재료로 제조될 수 있다. 일부 실시형태에서, 다공성 장벽 또는 다공성 장벽의 일부가 소유적이다. 일부 실시형태에 따라, 다공성 장벽의 적어도 하나의 측면이 친유적이다. 일부 실시형태에서, 다공성 장벽은 소유성 구배를 나타내고, 여기에서 장벽의 상류 측은 하류 측보다 더 소유적이다. 재료의 소유성은 AATCC 방법 118에 따라 측정된 소유적 등급으로서 표현될 수 있다. 다공성 장벽은 1 이상, 1.5 이상, 또는 2 이상의 소유적 등급을 가질 수 있다. 다공성 장벽은 8 이하 또는 6 이하의 오일 등급을 가질 수 있다. 다공성 장벽은 복합 재료로 구성될 수 있다. 다공성 장벽은 친유적 성분 및 소유적 성분의 복합체일 수 있다. 소유적 성분은 1 이상의 소유적 등급을 갖는다.

[0086] 예를 들어, 다공성 장벽(130)은 스테인리스 강과 같은 금속, 또는 셀룰로오스; 재생 셀룰로오스(예를 들어, 레이온); 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리에테르술폰(PES), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF)와 같은 합성 재료; 유리; 세라믹; 또는 탄소 섬유 중 하나 이상으로 제조된 직조 매체 또는 부직 매체로 제조될 수 있다. 일 실시형태에서, 다공성 장벽(130)은, 스테인리스 강 메시와 같은, 직조 금속 메시로 제조된다. 일부 실시형태에서, 섬유(예를 들어, 금속 섬유)가 코팅된다. 중합체 또는 비-중합체 코팅, 예를 들어 수지가 이용될 수 있다. 다공성 장벽(130)은 가스 핵생성 매체(110) 및 성장 매체(120)를 적어도 부분적으로 둘러싸는 원통형 형상으로 배열될 수 있다.

[0087] 다공성 장벽은 미세 텍스처 또는 거대 텍스처(macrotexture)를 나타낼 수 있다. 미세 조직은 본원에서, 장벽을 구성하는 개별적인 섬유 또는 와이어 레벨의 장벽의 표면 텍스처를 지칭하기 위해서 사용된다(예를 들어, 크기가 1 ㎜ 미만인 변동을 지칭한다). 미세 텍스처는 또한 표면 거칠기로 지칭될 수 있다. 거대 텍스처는 본원에서 전체적인 장벽의 표면 텍스처를 지칭한다(예를 들어, 크기가 1 ㎜ 초과인 변동을 지칭한다). 다공성 장벽이 표면 거칠기를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 다공성 장벽은 1 ㎚ 이상, 10 ㎚ 이상, 25 ㎚ 이상, 50 ㎚ 이상, 또는 100 ㎚ 이상의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 다공성 장벽은 1000 ㎚ 이하, 500 ㎚ 이하, 또는 200 ㎚ 이하의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 예를 들어, 다공성 장벽은 10 ㎚ 내지 500 ㎚의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 일부 실시형태에서, 다공성 장벽은 거대 텍트처를 거의 가지지 않거나 가지지 않으며, 다시 말해서 다공성 장벽은, 다공성 장벽이 주름질 수 있는 것을 제외하고, "매끄럽다".

[0088] 다공성 장벽 표면에 대한 부가적인 특성화는 비대칭도, 첨도, 및 곡률 반경을 포함한다. 섬유의 비대칭도는 적어도 -10 이상, -8 이상, 또는 -6 이상일 수 있다. 섬유의 비대칭도는 6 이하, 8 이하, 또는 10 이하일 수 있다. 다공성 장벽의 섬유는 -10 이상, -8 이상, 또는 -6 이상의 첨도를 가질 수 있다. 다공성 장벽의 섬유는 6 이하, 8 이하, 또는 10 이하의 첨도를 가질 수 있다. 특정 표면 거칠기, 비대칭도, 및 첨도의 조합이 바람직한

캡쳐 특성을 초래할 수 있다. 예를 들어, 큰 거칠기 및 큰 첨도가 캡쳐에 유리할 수 있다. 다공성 장벽의 섬유가 2 nm 이하, 5 nm 이하, 10 이하, 50 이하, 100 이하, 또는 500 nm 이하의 곡률 반경을 가질 수 있다.

[0089] 다공성 장벽은, 적절한 면 속도, 예를 들어 0.5 cm/초에서 운영되는 ISO 16889에 따라, 0.01 psi 이하, 1 psi 이하, 또는 100 psi 이하의 초기의 클린 차압을 가질 수 있다.

[0090] 다공성 장벽은 유동 방향에 전반적으로 수직으로 배치될 수 있다. 예를 들어, 다공성 장벽은, 핵생성 매체와 동축적인 원통형 벽을 갖는 원통형일 수 있다. 일부 실시형태에서, 다공성 장벽은 주름형 재료를 포함하고, 여기에서 주름들의 면들은 유동 방향에 대해서 각도를 형성한다. 탈기장치(100)는, 도시된 바와 같이, 가스 핵생성 매체(110)와 다공성 장벽(130) 사이에서, 또는 성장 매체(120)와 다공성 장벽(130) 사이에서 간극(135)을 포함할 수 있다. 간극(135)은 합체된 가스 공동(제2 스테이지 가스 공동)을 성장 매체(120)로부터 수용하기에 적합한 크기일 수 있다. 간극(135)은, 합체된 가스 공동(제2 스테이지 가스 공동)이 합쳐질 수 있도록 그리고 추가적으로 합체될 수 있도록(제3 스테이지 가스 공동) 배열될 수 있다. 따라서, 간극(135)은 일부 측면에서 제2 성장 스테이지로 간주될 수 있다.

[0091] 다공성 장벽(130)은, 가스 핵생성 매체(110)의 축방향 길이와 동일한 축방향 길이를 가질 수 있다. 대안적으로, 다공성 장벽(130)은, 가스 핵생성 매체(110)의 축방향 길이보다 길거나 짧은 축방향 길이를 가질 수 있다. 일 실시형태에서, 다공성 장벽(130)의 축방향 길이는 가스 핵생성 매체(110)의 축방향 길이보다 짧다.

[0092] 간극(135)이 제1 단부 캡(141)으로부터 제2 단부 캡(142)까지 축방향으로 연장되어, 간극(135)의 축방향 길이를 형성할 수 있다. 간극(135)은 가스 핵생성 매체(110)와 다공성 장벽(130) 사이의, 또는 성장 매체(120)와 다공성 장벽(130) 사이의 반경방향 거리로 측정되는 폭을 가질 수 있다. 일부 실시형태에서, 간극(135)은 성장 매체(120)로부터 탱크의 벽까지 연장된다. 간극(135)은 그 축방향 길이를 따라서 균일한 크기일 수 있거나, 일 단부에서 타 단부보다 넓을 수 있다. 예를 들어, 간극(135)은 그 하단부에서 더 넓게 그리고 상단부에서 더 좁게, 또는 하단부에서 더 좁게 그리고 상단부에서 더 넓게 구성될 수 있다. 간극(135)은 0.5 mm 이상, 1 mm 이상, 1.5 mm 이상, 2 mm 이상, 2.5 mm 이상, 또는 4 mm 이상의 폭을 가질 수 있다. 간극(135)의 폭은 25 mm 이하, 20 mm 이하, 15 mm 이하, 10 mm 이하, 또는 5 mm 이하일 수 있다. 예를 들어, 간극은 4 mm 내지 20 mm의 폭을 가질 수 있다. 간극(135)이 성장 매체(120)로부터 탱크의 벽까지 연장되는 일부 실시형태에서, 간극의 크기는 더 클 수 있고, 예를 들어 10 m(미터) 이하, 5 m 이하, 1 m 이하, 50 cm(센티미터) 이하, 25 cm 이하, 또는 10 cm 이하일 수 있다.

[0093] 탈기장치(100)는 부가적인 요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 탈기장치(100)는 하나 이상의 지지 라이너를 포함할 수 있다. 그러한 라이너는 가스 핵생성 매체(110), 성장 매체(120), 및/또는 다공성 장벽(130), 또는 이들의 임의의 조합에 인접하여 또는 사이에 배치될 수 있다. 탈기장치(100)는 하우징 요소, 지지 요소, 장착 요소, 단부 캡, 밀봉부, 포팅 화합물(potting compound), 관, 라인, 및 기타 중 하나 이상을 더 포함할 수 있다.

[0094] 탈기장치(100)는 제거 가능한 및/또는 서비스 가능한 부품을 포함할 수 있다. 예를 들어, 가스 핵생성 매체(110), 성장 매체(120), 및 다공성 장벽(130) 중 하나 이상이 독립적으로 제거 가능 및/또는 서비스 가능할 수 있거나, 제거 가능 및/또는 서비스 가능 유닛을 형성할 수 있다. 일 실시형태에서, 가스 핵생성 매체(110) 및 성장 매체(120)가 제거 가능 및/또는 서비스 가능하다. 예를 들어, 가스 핵생성 매체(110) 및 성장 매체(120)가 제거 가능 및/또는 서비스 가능 유닛을 형성할 수 있다. 가스 핵생성 매체(110) 및 성장 매체(120)의 서비스 가능 유닛은, 가스 핵생성 매체(110) 및 성장 매체(120)에 부착된 별도의 단부 캡들을 선택적으로 포함할 수 있다. 다공성 장벽(130)은 제1 단부 캡(141) 및/또는 제2 단부 캡(142)에 영구적으로 부착될 수 있다. 다공성 장벽(130) 및 제1 단부 캡(141) 및/또는 제2 단부 캡(142)이 프레임을 형성할 수 있다. 일부 실시형태에서, 가스 핵생성 매체(110) 및 성장 매체(120)의 서비스 가능 유닛이 프레임에 제거 가능하게 그리고 밀봉 가능하게 커플링될 수 있다. 탈기장치(100)가 조립될 때, 가스 핵생성 매체(110) 및 성장 매체(120)의 서비스 가능 유닛의 단부 캡이 제1 및 제2 단부 캡(141, 142)에 인접할 수 있고, 인접한 단부 캡들 사이에서 O-링과 같은 밀봉부를 포함할 수 있다. 인접한 단부 캡들은, 인접 단부 캡의 이동을 제한하는 립을 포함하는 단부 캡 중 하나 이상과 축방향으로 정렬될 수 있다.

[0095] 탈기장치(100)는 다양한 배향으로, 예를 들어 도시된 바와 같이 중앙 축(A)이 수직으로 지향되어, 또는 대안적으로 중앙 축(A)이 수평으로 지향되어 장착될 수 있도록, 구성된다. 수평 배향은, 탈기장치(100)가 예를 들어 복귀 라인(31)에서 인-라인으로 장착되는 경우에, 유리할 수 있다. 수평 배향에서, 가스 핵생성 매체(110), 성장 매체(120), 및 다공성 장벽(130)이 비-원통형 형상으로, 예를 들어 평면형 형상으로 배열될 수 있다.

[0096] 바람직한 실시형태에서, 탈기장치(100)는 수직 위치(여기에서 축(A)은 수직 또는 실질적으로 수직이다)에서 탱크(10)의 내측에 배치된다. 탈기장치(100)는 탱크(10) 내로의 유입구 아래에(예를 들어, 바로 아래에) 배치될 수 있다. 예를 들어, 탈기장치(100)는, 복귀 라인(31)이 유체를 탱크(10) 내로 방출하는 유입구 상에 장착될 수 있다. 탈기장치(100)는 침잠될 수 있거나 부분적으로 침잠될 수 있고, 또는 적어도 때때로, 전체적으로 탱크의 유체 레벨 위에 위치될 수 있다. 예를 들어, 탱크(10)는 유압 시스템의 유압 유체 탱크일 수 있고, 여기에서 탱크(10) 내의 유체 레벨은 유압 시스템의 동작 중에 변경된다. 탈기장치(100)가 때때로, 적어도 시간의 일부에, 또는 항상 유압 유체 내에 부분적으로 침잠되도록, 탈기장치(100)가 탱크의 상단부에 또는 그 부근에 장착될 수 있다.

[0097] 본 개시 내용의 탈기장치의 여러 양태의 목록이 이하에서 제공된다.

[0098] 제1 양태에 따라, 탈기장치가: 가스 핵생성 매체; 가스 핵생성 매체에 인접한 성장 매체, 및 성장 매체에 인접한 다공성 장벽을 포함한다.

[0099] 양태 2에서, 양태 1의 탈기장치는 성장 매체와 다공성 장벽 사이의 간극을 더 포함한다. 간극은 0.5 ㎜ 이상, 1 ㎜ 이상, 1.5 ㎜ 이상, 2 ㎜ 이상, 또는 2.5 ㎜ 이상; 또는 50 ㎝ 이하, 20 ㎝ 이하, 25 ㎜ 이하, 20 ㎜ 이하, 15 ㎜ 이하, 10 ㎜ 이하, 또는 5 ㎜ 이하의 폭을 가질 수 있다. 간극은 1 ㎜ 내지 15 ㎜의 폭을 가질 수 있다.

[0100] 양태 3에서, 양태 1 또는 양태 2의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체는 미립자 여과 매체를 포함한다.

[0101] 양태 4에서, 양태 1 내지 양태 3 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체는 셀룰로오스, 재생 셀룰로오스, 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리에테르술폰(PES), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 유리, 세라믹, 탄소 섬유, 또는 이들의 조합을 포함한다. 가스 핵생성 매체는 유리 섬유 및 폴리에스테르의 조합을 포함할 수 있다.

[0102] 양태 5에서, 양태 1 내지 양태 4 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체는, 적어도 30°, 적어도 50°, 적어도 70°, 적어도 90°, 또는 적어도 120°; 또는 120° 이하, 또는 150° 이하의 오일 접촉각을 갖는 소유적 재료를 포함한다. 가스 핵생성 매체는 50° 내지 120°의 오일 접촉각을 가질 수 있다.

[0103] 양태 6에서, 양태 1 내지 양태 5 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체는, 1 이상, 2 이상, 3 이상, 4 이상, 5 이상, 또는 6 이상; 또는 8 이하, 7 이하, 6 이하, 5 이하, 또는 4 이하의 소유적 등급을 갖는 소유적 재료를 포함한다. 가스 핵생성 매체는 2 내지 8 또는 3 내지 8의 소유적 등급을 가질 수 있다.

[0104] 양태 7에서, 양태 1 내지 양태 6 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 성장 매체는 복수의 매체의 층을 포함한다. 성장 매체는 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 또는 5개 이상의 층; 또는 20개 이하, 15개 이하, 12개 이하, 또는 10개 이하의 층을 포함할 수 있다. 성장 매체는 2개 내지 15개의 층 또는 4개 내지 10개의 층을 포함할 수 있다. 성장 매체는 7개의 층을 포함할 수 있다.

[0105] 양태 8에서, 양태 1 내지 양태 7 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 성장 매체는 가스 핵생성 매체에 바로 인접한다.

[0106] 양태 9에서, 양태 1 내지 양태 8 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 성장 매체는 셀룰로오스, 재생 셀룰로오스, 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리에테르술폰(PES), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 유리, 세라믹, 탄소 섬유, 또는 이들의 조합을 포함한다. 성장 매체는 재생 셀룰로오스 섬유 및 폴리에스테르의 조합을 포함할 수 있다.

[0107] 양태 10에서, 양태 1 내지 양태 9 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 다공성 장벽은 배출구를 형성하는 개구부를 포함한다.

[0108] 양태 11에서, 양태 1 내지 양태 10 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 다공성 장벽 크기가 1 ㎜ 이하, 750 ㎛ 이하, 500 ㎛ 이하, 250 ㎛ 이하, 200 ㎛ 이하, 150 ㎛ 이하, 또는 100 ㎛ 이하인 개구부를 포함한다. 다공성 장벽은 크기가 10 ㎛ 내지 120 ㎛, 15 ㎛ 내지 100 ㎛, 또는 20 ㎛ 내지 80 ㎛인 개구부를 포함할 수 있다.

[0109] 양태 12에서, 양태 11의 탈기장치에 따라, 라이너를 더 포함한다.

[0110] 양태 13에서, 양태 1 내지 양태 12 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 유입구를 형성하는 개구부를 포함하는 제1 단부 캡을 더 포함한다.

[0111] 양태 14에서, 양태 1 내지 양태 13 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 폐쇄된 제2 단부 캡을 더 포함한다.

[0112] 양태 15에서, 양태 14의 탈기장치에 따라, 제2 단부 캡은 하단부를 포함한다.

[0113] 양태 16에서, 양태 1 내지 양태 15 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체는 개방된 탈기장치 내측부를 둘러싸고 형성한다.

[0114] 양태 17에서, 양태 1 내지 양태 16 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체, 성장 매체, 및 다공성 장벽은 원통형 본체를 형성한다.

[0115] 양태 18에서, 양태 1 내지 양태 17 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체는, Carmen-Kozeny 방법에 의해서 측정될 때, 1 m^2/m^2 이상, 1.5 m^2/m^2 이상, 2 m^2/m^2 이상, 5 m^2/m^2 이상, 10 m^2/m^2 이상, 25 m^2/m^2 이상, 50 m^2/m^2 이상, 또는 100 m^2/m^2 이상; 또는 200 m^2/m^2 이하, 150 m^2/m^2 이하, 100 m^2/m^2 이하, 50 m^2/m^2 이하, 30 m^2/m^2 이하, 10 m^2/m^2 이하, 6 m^2/m^2 이하, 또는 4 m^2/m^2 이하의 기본 섬유 표면적을 갖는다. 가스 핵생성 매체는, Carmen-Kozeny 방법에 의해서 측정될 때, 1 m^2/m^2 내지 100 m^2/m^2 또는 5 m^2/m^2 내지 50 m^2/m^2의 기본 섬유 표면적을 가질 수 있다.

[0116] 양태 19에서, 양태 1 내지 양태 18 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체는, ASTM F316에 의해서 측정될 때, 0.5 ㎛ 이상, 1 ㎛ 이상, 또는 5 ㎛ 이상; 또는 5 ㎛ 이하, 10 ㎛ 이하, 20 ㎛ 이하, 100 ㎛ 이하, 또는 200 ㎛ 이하의 중간값 소공 크기를 갖는다. 가스 핵생성 매체 내의 소공은, ASTM F316에 의해서 측정될 때, 5 ㎛ 내지 100 ㎛, 또는 30 ㎛ 이하의 중간값 소공 크기를 가질 수 있다.

[0117] 양태 20에서, 양태 13의 탈기장치에 따라, 제1 단부 캡은, 성장 매체와 다공성 장벽 사이의 간극 내로의 직접적인 유입구를 포함한다.

[0118] 양태 21에서, 양태 1 내지 양태 20 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 성장 매체는, 1.5 psi에서, 2% 이상, 4% 이상, 5% 이상, 6% 이상, 10% 이상, 또는 20% 이상; 또는 90% 이하, 75% 이하, 50% 이하, 40% 이하, 30% 이하, 20% 이하, 15% 이하, 10% 이하, 9% 이하, 또는 8% 이하의 충실율을 갖는다. 성장 매체는 1.5 psi에서 2% 내지 20%, 또는 2% 내지 9%의 충실율을 가질 수 있다.

[0119] 양태 22에서, 양태 1 내지 양태 21 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 성장 매체는, TAPPI T411 테스트 방법에 따라 측정된, 0.01 mm 이상, 0.02 이상, 0.05 이상, 0.1 mm 이상, 또는 0.5 mm 이상, 0.8 mm 이상, 1 mm 이상, 2 mm 이상, 3 mm 이상, 또는 4 mm 이상; 또는 25 mm 이하, 20 mm 이하, 15 mm 이하, 또는 10 mm 이하의 두께를 갖는다. 성장 매체는, TAPPI T411 테스트 방법에 따라 측정된, 0.1 mm 내지 20 mm 또는 0.8 mm 내지 10 mm의 두께를 가질 수 있다.

[0120] 양태 23에서, 양태 1 내지 양태 22 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 성장 매체는 친유적 성분 및 소유적 성분의 복합체를 포함하고, 소유적 성분은, AATCC 방법 118에 의해서 측정될 때, 1 이상의 소유적 등급을 갖는다.

[0121] 양태 24에서, 양태 1 내지 양태 23 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 다공성 장벽은, AATCC 방법 118에 의해서 측정될 때, 소유적 등급이 1 이상인 소유적 표면을 포함한다.

[0122] 양태 25에서, 양태 1 내지 양태 24 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 다공성 장벽는 친유적 성분 및 소유적 성분의 복합체를 포함하고, 소유적 성분은, AATCC 방법 118에 의해서 측정될 때, 1 이상의 소유적 등급을 갖는다.

[0123] 양태 26에 따라, 가스를 유체로부터 제거하기 위한 시스템이: 유체 유입구 및 유체 배출구를 포함하고 유체 유입구로부터 유체 배출구까지의 유체 유동 경로를 가지는 탱크; 및 유체 유동 경로 내의 탈기장치를 포함한다.

[0124] 양태 27에서, 양태 26의 시스템에 따라, 탈기장치는: 가스 핵생성 매체; 가스 핵생성 매체 하류의 성장 매체; 및 가스 핵생성 매체 하류의 다공성 장벽을 포함한다.

[0125] 양태 28에서, 양태 26 또는 양태 27의 시스템에 따라, 탈기장치는 성장 매체와 다공성 장벽 사이의 간극을 포함한다.

[0126] 양태 29에서, 양태 26 내지 양태 28 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 가스 핵생성 매체는 미립자 여과 매체를 포함한다.

[0127] 양태 30에서, 양태 26 내지 양태 29 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 가스 핵생성 매체는 셀룰로오스, 재생 셀룰로오스, 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리에테르술폰(PES), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리테트라

플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 유리, 또는 이들의 조합을 포함한다. 가스 핵생성 매체는 유리 섬유 및 폴리에스테르의 조합을 포함할 수 있다.

[0128] 양태 31에서, 양태 26 내지 양태 30 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 가스 핵생성 매체는, 적어도 30°, 적어도 50°, 적어도 70°, 적어도 90°, 또는 적어도 120°; 또는 120° 이하, 또는 150° 이하의 오일 접촉각을 갖는 소유적 재료를 포함한다. 가스 핵생성 매체는 50° 내지 120°의 오일 접촉각을 가질 수 있다.

[0129] 양태 32에서, 양태 26 내지 양태 31 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 가스 핵생성 매체는, 1 이상, 2 이상, 3 이상, 4 이상, 5 이상, 또는 6 이상; 또는 8 이하, 7 이하, 6 이하, 5 이하, 또는 4 이하의 소유적 등급을 갖는 소유적 재료를 포함한다. 가스 핵생성 매체는 2 내지 8 또는 3 내지 8의 소유적 등급을 가질 수 있다.

[0130] 양태 33에서, 양태 26 내지 양태 32 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 성장 매체는 복수의 매체의 층을 포함한다. 성장 매체는 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 또는 5개 이상의 층; 또는 20개 이하, 15개 이하, 12개 이하, 또는 10개 이하의 층을 포함할 수 있다. 성장 매체는 2개 내지 15개의 층 또는 4개 내지 10개의 층을 포함할 수 있다. 성장 매체는 7개의 층을 포함할 수 있다.

[0131] 양태 34에서, 양태 26 내지 양태 33 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 성장 매체는 셀룰로오스, 재생 셀룰로오스, 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리에테르술폰(PES), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 유리, 세라믹, 탄소 섬유, 또는 이들의 조합을 포함한다. 성장 매체는 재생 셀룰로오스 섬유 및 폴리에스테르의 조합을 포함할 수 있다.

[0132] 양태 35에서, 양태 26 내지 양태 34 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 성장 매체는 가스 핵생성 매체에 바로 인접한다.

[0133] 양태 36에서, 양태 26 내지 양태 35 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 다공성 장벽 크기가 1 ㎜ 이하, 750 ㎛ 이하, 500 ㎛ 이하, 250 ㎛ 이하, 200 ㎛ 이하, 150 ㎛ 이하, 또는 100 ㎛ 이하인 개구부를 포함한다. 다공성 장벽은 크기가 10 ㎛ 내지 250 ㎛, 15 ㎛ 내지 200 ㎛, 또는 20 ㎛ 내지 150 ㎛인 개구부를 포함할 수 있다.

[0134] 양태 37에서, 양태 26 내지 양태 36 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 탈기장치는 라이너를 포함한다.

[0135] 양태 38에서, 양태 26 내지 양태 37 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 탈기장치는, 탈기장치 유입구를 형성하는 개구부를 포함하는 제1 단부 캡을 포함한다.

[0136] 양태 39에서, 양태 26 내지 양태 38 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 탈기장치는 폐쇄된 제2 단부 캡을 포함한다.

[0137] 양태 40에서, 양태 26 내지 양태 39 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 폐쇄된 제2 단부 캡은 하단부를 포함한다.

[0138] 양태 41에서, 양태 26 내지 양태 40 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 가스 핵생성 매체는 개방된 탈기장치 내측부를 둘러싸고 형성한다.

[0139] 양태 42에서, 양태 26 내지 양태 41 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 가스 핵생성 매체, 성장 매체, 및 다공성 장벽은 원통형 본체를 형성한다.

[0140] 양태 43에서, 양태 26 내지 양태 42 중 어느 한 양태의 시스템에 따라, 가스 핵생성 매체 및 성장 매체는 관통 유동 구성으로 유체 유동 경로 내에 배치된다.

[0141] 양태 44에 따라, 가스를 유체로부터 제거하기 위한 방법이: 유체 유동 경로를 형성하는 탈기장치를 통해서 유체를 통과시키는 단계를 포함하고, 탈기장치는 양태 1 내지 양태 25 중 어느 한 양태의 탈기장치를 포함한다. 유체는 오일을 포함할 수 있다. 유체는 유압 유체를 포함할 수 있다.

[0142] 양태 45에서, 양태 44의 방법에 따라, 방법은, 탈기장치가 없는 기준선에 비해서, 적어도 25%, 적어도 30%, 적어도 35%, 적어도 40%, 적어도 45%, 적어도 50%, 적어도 55%, 또는 적어도 60%의 공기를 유체 내에서 제거하는 단계를 포함한다.

[0143] 양태 46에 따라, 탈기장치가: 가스 핵생성 매체; 성장 매체에 인접한 다공성 장벽로서, 크기가 1 ㎜ 이하, 750 ㎛ 이하, 500 ㎛ 이하, 250 ㎛ 이하, 200 ㎛ 이하, 150 ㎛ 이하, 또는 100 ㎛ 이하인 개구부를 포함하는, 다공성 장벽; 및 가스 핵생성 매체와 다공성 장벽 사이의 간극을 포함한다. 다공성 장벽은 크기가 10 ㎛ 내지 120 ㎛, 15 ㎛ 내지 100 ㎛, 또는 20 ㎛ 내지 80 ㎛인 개구부를 포함할 수 있다.

[0144] 양태 47에서, 양태 46의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체는 미립자 여과 매체를 포함한다.

[0145] 양태 48에서, 양태 46 또는 양태 47의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체는 셀룰로오스, 재생 셀룰로오스, 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리에테르술폰(PES), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 유리, 세라믹, 탄소 섬유, 또는 이들의 조합을 포함한다. 가스 핵생성 매체는 유리 섬유 및 폴리에스테르의 조합을 포함할 수 있다.

[0146] 양태 49에서, 양태 46 내지 양태 48 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체는, 적어도 30° , 적어도 50° , 적어도 70° , 적어도 90° , 또는 적어도 120° ; 또는 120° 이하, 또는 150° 이하의 오일 접촉각을 갖는 소유적 재료를 포함한다. 가스 핵생성 매체는 50° 내지 120° 의 오일 접촉각을 가질 수 있다.

[0147] 양태 50에서, 양태 46 내지 양태 49 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체는, 1 이상, 2 이상, 3 이상, 4 이상, 5 이상, 또는 6 이상; 또는 8 이하, 7 이하, 6 이하, 5 이하, 또는 4 이하의 소유적 등급을 갖는 소유적 재료를 포함한다. 가스 핵생성 매체는 2 내지 8 또는 3 내지 8의 소유적 등급을 가질 수 있다.

[0148] 양태 51에서, 양태 46 내지 양태 50 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 간극은 0.5 mm 이상, 1 mm 이상, 1.5 mm 이상, 2 mm 이상, 2.5 mm 이상, 또는 4 mm 이상; 또는 25 mm 이하, 20 mm 이하, 15 mm 이하, 10 mm 이하, 또는 5 mm 이하이다. 간극은 4 mm 내지 20 mm일 수 있다.

[0149] 양태 52에서, 양태 46 내지 양태 51 중 어느 한 양태의 탈기장치는 라이너를 더 포함한다.

[0150] 양태 53에서, 양태 46 내지 양태 52 중 어느 한 양태의 탈기장치는, 유입구를 형성하는 개구부를 포함하는 제1 단부 캡을 더 포함한다.

[0151] 양태 54에서, 양태 46 내지 양태 53 중 어느 한 양태의 탈기장치는 폐쇄된 제2 단부 캡을 더 포함한다.

[0152] 양태 55에서, 양태 46 내지 양태 54 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체는 개방된 탈기장치 내측부를 둘러싸고 형성한다.

[0153] 양태 56에서, 양태 46 내지 양태 55 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체 및 다공성 장벽은 원통형 본체를 형성한다.

[0154] 양태 57에서, 양태 46 내지 양태 56 중 어느 한 양태의 탈기장치에 따라, 가스 핵생성 매체는, ASTM F316에 의해서 측정될 때, 0.5 ㎛ 이상, 1 ㎛ 이상, 또는 5 ㎛ 이상; 또는 5 ㎛ 이하, 10 ㎛ 이하, 20 ㎛ 이하, 100 ㎛ 이하, 또는 200 ㎛ 이하의 중간값 소공 크기를 갖는다. 가스 핵생성 매체 내의 소공은, ASTM F316에 의해서 측정될 때, 5 ㎛ 내지 100 ㎛, 또는 30 ㎛ 이하의 중간값 소공 크기를 가질 수 있다.

[0155] **실시예**

[0156] **실시예 1 및 2**

[0157] 유압 오일과 함께 이용되도록 구성된 탈기장치의 다양한 양태를 테스트하였다. 탈기장치 성능을, 상업적으로 입수 가능한 탈기장치 및 탈기장치를 포함하지 않는 기준선에 대해서 테스트하였다.

[0158] **테스트 시스템.** 탈기장치의 성능을 테스트하기 위해서, 가압 공기를 이용하여, 유압 오일에 공기를 포화시켰다. 일리노이즈 몰린에 소재하는 Deere & Company로부터 입수할 수 있는 HY-GARD™ 유압/변속 오일을 이용하여 테스트를 수행하였다. 탈기장치는, 유압 시스템 내의 유압 오일 탱크를 시뮬레이트하도록 구성된 탱크 내에 조립되었고, 여기에서 복귀 유압 오일은 상단부로부터 탱크 및 탈기장치에 진입한다. 테스트 중에, 탱크는 주변 압력이었다. 공기-포화된 오일을, 테스트되는 탈기장치를 수용하는 탈기장치 탱크를 포함하는 시스템을 통해서 순환시켰다. 공기-포화된 오일을 탈기장치로 펌핑하여 공기 제거 효율을 결정하였다.

[0159] 유체는 35±1.6℃와 같은 목표 온도까지 가열하였고, 유량은 414 kPa의 압력에서 약 36 L/분이었다. 공기는 7.1 L/분으로 폭기 탱크(aeration tank) 내로 유동되었다.

[0160] **샘플의 준비.** 탈기 필터 요소(샘플 C 내지 H)를, 성장 매체와 스크린 장벽 사이에서 0.5 cm의 간극을 가지고, 도 2a에 도시된 바와 같은 동축적인 방식으로 구축하였다. 각각의 스테이지 당 매체 면 속도: 핵생성 스테이지를 위한 30 cm/분, 성장 스테이지를 위한 130 cm/분, 및 스크린-장벽 스테이지를 위한 30 cm/분을 목표로, 요소들의 크기를 결정하였다. 핵생성 매체는, 부품 번호 P171846 및 P171579로 사용된, 미네소타 미니아폴리스에 소재하는 Donaldson Company, Inc.로부터 입수할 수 있는 주름형 EN0799037 유압 매체였다. 성장 매체는 랩핑된 바늘-펀칭된 폴리에스테르/레이온 혼합 부직 매체, 예를 들어 Precision Custom Coatings, LLC(Totowa, NJ)에

의해서 제조된 바와 같은 PN-130(130 g/m^2)였다. 스크린-장벽은 주름형의 단순-직조 스크린으로 구성되었다. 핵생성 매체 및 스크린 장벽은 지지 와이어로 지지되었다.

[0161] 테스트 시스템의 유동 용량에 맞추기 위해서, 상업적으로 입수할 수 있는 탈기장치(비교예, 샘플 A)의 크기를 축소하였다. 상업적으로 입수할 수 있는 탈기장치에서, 유동은 하단부를 통해서 진입하고, 전환되고(turn), 내측으로부터 외측으로 반경방향 바깥쪽으로 미립자 매체를 통과한다. 미립자 매체는 (미립자 매체 하류의) 원통형 금속 쉘에 의해서 둘러싸인다. 원통형 금속 쉘은 쉘의 하부 1/3 내에서 직사각형 개구부를 가지며, 모든 유동이 스크린을 통해서 유동하도록 스테인리스 강 스크린의 하나의 층이 개구부의 내측에 부착되었다. 스크린은 약 2 mm의 개구부를 갖는 것으로 추정되었다. 모든 작은 기포 그리고 많은 큰 기포가 합체되지 않고 스크린을 통해서 이동하는 것이 관찰되었다. 스크린은 직사각형 개구부를 통해서 외측의 그리고 약간 위쪽의 유동을 제공하였다.

[0162] 기준선(샘플 B)은 입자 필터만을 포함하였고 탈기장치는 포함하지 않았다. 기준선으로서 이용된 입자 필터는 미네소타 미니아폴리스에 소재하는 Donaldson Company, Inc.로부터 입수할 수 있는 K041774 필터였다.

[0163] **테스트 방법.** 탱크 내로 공급되는 유압 오일을 1800초 동안 연속적으로 폭기하였다. 오일 폭기(%)를 테스트 전체를 통해서 측정하고 기록하였다. 실시예 1 및 2에서 사용된 데이터 수집 설정에 관한 개략적 내용이 도 4에 도시되어 있다. 각각의 탈기장치에 대한 최대 폭기 값은 600 s 내지 1700 s의 오일 폭기(%) 판독값을 평균하는 것에 의해서 결정되었다. 더 작은 최대 폭기 값은 더 많은 공기가 제거된 것 그리고 그에 따라 보다 양호한 탈기 성능을 나타낸다. 샘플들을 "샘플 A"로 표시된 상업적으로 입수할 수 있는 탈기장치 및 "샘플 B"로 표시된, 탈기장치를 포함하지 않는 기준선에 대해서 테스트하였다.

[0164] 폭기 측정 장치는 벨기에의 프로에네스에 소재하는 Delta Services Industriels로부터의 AIR-X 센서였다.

[0165] **실시예 1**

[0166] 샘플 장치들은, 핵생성 스테이지 및 성장 스테이지를 일정하게 유지하면서, 다공성 장벽의 다양한 메시 개구부 크기들을 이용하여 준비하였다. 성장 매체는 매체의 7개의 층(랩)으로 준비하였다. 샘플 C 내지 F의 공칭 메시 개구부 크기는, 이하의 표 1에서 확인되는 바와 같이, 20 ㎛ 내지 125 ㎛의 범위였다. 탈기장치를 전술한 바와 같이 테스트하였다. 탈기장치에 걸친 압력차를 포함하는 결과를 또한 표 1 및 도 5a 내지 도 5c에 기재하였다.

[0167] [표 1]

[0168]

샘플	설명	차압 (PSID)	최대 평균 폭기(%)	기준선에 비교한 폭기	기준선으로부터의 공기 감소
샘플 A	상업적 입수 가능	7	3.7	96%	4%
샘플 B	기준선	9.5	3.9	100%	N/A
샘플 C	20 ㎛ 스크린, 나일론	10.5	1.5	39%	61%
샘플 D	50 ㎛ 스크린, 스테인리스 강	11.5	3.0	78%	22%
샘플 E	80 ㎛ 스크린, 스테인리스 강	11	3.3	85%	15%
샘플 F	125 ㎛ 스크린, 스테인리스 강	12	3.3	85%	15%

[0169] 도 5a는 다양한 샘플의 오일 폭기(%) 결과의 데이터 플롯이다. 기준선 샘플 B에 대비되는 최대 평균 폭기(%)의 개선을 도 5b에 기재하였다. 다공성 장벽의 더 작은 메시 개구부 크기가 더 큰 크기보다 양호한 탈기 결과를 생성한다는 것이 관찰되었다. 샘플 C의 최대 평균 폭기의 감소는, 샘플 D에 대한 22% 그리고 샘플 E 및 F에 대한 15%에 비해서, 61%였다. 샘플 C 내지 F의 각각이 상업적으로 입수할 수 있는 샘플 A 및 기준선 샘플 B보다 우수한 성능을 갖는다는 것이 더 관찰되었다. 최대 평균 폭기(%) 및 압력차를 도 5c에서 대비하였다.

[0170] **실시예 2**

[0171] 샘플 장치 C, G, 및 H를, 핵생성 매체 및 다공성 장벽의 메시 개구부 크기를 일정하게 유지하면서, 성장 매체의 다양한 수의 층을 적용하는 것에 의해서 다양한 성장 매체 두께들로 준비하였다. 이하의 표 2에 기재된 바와 같

이, 샘플 C는 실시예 1(매체의 7개의 층)과 동일한 성장 매체의 두께를 가졌고, 샘플 G는 성장 매체의 절반의 두께(매체의 3개의 층)를 가졌고, 샘플 H는 성장 매체를 가지지 않았다. 탈기장치를 전술한 바와 같이 테스트하였다. 탈기장치에 걸친 압력차를 포함하는 결과를 또한 표 2 및 도 6a 내지 도 6c에 기재하였다.

[0172] [표 2]

샘플	설명	차압(PSID)	최대 평균 폭기	기준선에 비교한 폭기	기준선으로부터의 공기 감소
샘플 A	상업적 입수 가능	7	3.7%	96%	4%
샘플 B	기준선	9.5	3.9%	100%	N/A
샘플 C	성장 및 20 ㎛ 나일론 스크린	10.5	1.5%	39%	61%
샘플 G	절반 두께 성장 및 20 ㎛ 나일론 스크린	11.5	3.0%	54%	46%
샘플 H	성장 없음 및 20 ㎛ 나일론 스크린	11	3.3%	73%	27%

[0173]

[0174] 도 6a는 다양한 샘플의 오일 폭기(%) 결과의 데이터 플롯이다. 기준선 샘플 B에 대비되는 최대 평균 폭기(%)의 개선을 도 6b에 기재하였다. 더 두꺼운 성장 매체가 보다 양호한 탈기 결과를 생성한다는 것이 관찰되었다. 샘플 C의 최대 평균 폭기의 감소가 기준선의 61%였던 반면, 샘플 G는 최대 평균 폭기의 46% 감소를 달성하였고 샘플 H는 27% 감소를 달성하였다. 샘플 C, G 및 H의 각각이 상업적으로 입수할 수 있는 샘플 A 및 기준선 샘플 B보다 우수한 성능을 갖는다는 것이 더 관찰되었다. 최대 평균 폭기(%) 및 압력차를 도 6c에서 대비하였다.

[0175] **실시예 3 내지 5**

[0176] **샘플의 준비.** 매체 핸드시트가 물 내에서 섬유를 분산시키는 것에 의해서 생성되었고, 이어서 뉴욕 허드슨 폴스에 소재하는 Adirondack Machine Corp.로부터 입수할 수 있는 ADIRONDACK FORMAX 12"x12" 스테인리스 강 시트 몰드에서 형성되었다. 퍼니시(furnish)의 구체적인 상세 내용이 이하의 실시예 3에 제공되어 있다. 71 mm^2의 유효 면적으로, 테스트 되는 매체를 매체 홀더에 피팅하기 위해서 컷팅하였다. 테스트 매체를 테스트 오일 내에 담그고 인-라인 매체 하우징 내에 배치하였다.

[0177] "기본 섬유 표면적"이라는 용어는 여기에서, 벌크 매체 표면적 당 섬유의 표면적을 지칭하기 위해서 사용된다.

[0178] **표면적 분석.** 매체의 표면적은 Branauer-Emmett-Teller(BET) 분석에 의해서 또는 Carmen-Kozeny relation로부터 결정될 수 있다. 실시예 3 및 4는 Carmen-Kozeny 관계를 이용하였다.

[0179] BET 분석: 매체 샘플의 1 m^2의 벌크 표면적 당 m^2의 매체의 기본 섬유 표면적은, 이하의 관계에 의해서 ASTM D646에 의해 결정되는 바와 같이, ISO 9277을 이용한 단위 질량 당 표면적 및 매체 건조 기본 중량으로부터 결정될 수 있다:

[0180] $$\text{기본 섬유 표면적} = \frac{\text{섬유 표면적}}{\text{섬유의 질량}} * \text{기본 중량}$$

[0181] 작은 표면적 재료(예를 들어, 섬유 표면적이 1 m^2/g 미만이다)의 경우, BET 측정은 바람직하게 크립톤 가스를 이용하여 수행된다. 큰 표면적 재료(예를 들어, 섬유 표면적이 1 m^2/g 초과이다)의 경우, BET 측정은 바람직하게 질소 가스를 이용하여 수행된다. 기본 섬유 표면적이 매체 복합체의 단일 층에서만 측정되는 경우에, 그러한 층을 복합체로부터 제거하고 층의 질량 및 기본 중량을 계산에서 이용한다.

[0182] Carmen-Kozeny 방법: 매체의 기본 섬유 표면적은 Carmen-Kozeny 관계를 기초로 계산될 수 있고, 여기에서 중실형의 다공성 재료를 통해서 유동하는 유체의 압력 강하는, 구체의 팩킹된 베드를 통한 유체 유동을 모델링할 때, Darcy의 법칙 및 Poiseuille의 법칙을 조합하는 것에 의해서 도출되는 수학식을 기초로 계산된다. 수학식의

일반적인 형태는

[0183] $$\Delta P = L\nu \frac{180\mu}{\phi^2 d^2} \frac{(1-\epsilon)^2}{\epsilon^3}$$ 이고, 이는 다음과 같이 변경될 수 있고:

[0184] $$d = \sqrt{\frac{L\nu}{\Delta P} \frac{180\mu}{\phi^2} \frac{(1-\epsilon)^2}{\epsilon^3}}$$, 식 중에서

[0185] d = 다공성 구조물을 구성하는 실린더의 공칭 직경(공칭 섬유 직경 크기로 종종 지칭됨)

[0186] ΔP = 패킹된 다공성 베드에 걸친 압력 강하

[0187] L = 다공성 베드의 길이

[0188] v = 다공성 베드를 통한 유체의 지향성 속도

[0189] μ = 유체의 점도

[0190] ∈ = 다공성 베드의 다공도

[0191] ϕ = 구형 입자의 형상 인자. ϕ = 1의 형상 인자가 사용되었다.

[0192] 본원의 예를 포함하여, 가장 전형적인 여과 매체에서 사용된 섬유가 100 내지 1000의 큰 종횡비를 가지기 때문에, 단부들의 표면적은 무시 가능한 것으로 간주될 수 있고, 섬유의 표면적은 하나의 긴 섬유 또는 실린더의 표면적으로서 간주될 수 있다. 이어서, 매체의 기본 섬유 표면적이, 필터 매체 샘플의 총 질량 및 재료의 밀도를 기초로 계산될 수 있다. 하나 초과의 재료로 제조된 섬유의 경우에, 질량 분율 가중 밀도(mass fraction weighted density)가 사용된다. 섬유 재료 및 그 질량 분율의 식별은 당업자에게 알려진 방법에 의해서 결정될 수 있다. 표면적은 Carmen-Kozeny 방법에 따라 기본 섬유 표면적으로서 보고된다. 기본 섬유 표면적이 매체 복합체의 단일 층에서만 측정되는 경우에, 테스트 전에 층이 복합체로부터 제거된다.

[0193] **테스트 절차.** 핵생성 매체의 성능을 테스트하기 위해서, 핵생성 테스트 벤치를 일련의 밸브 및 배관을 통해서 공기 공급부에 연결된 탱크로 구성하였다. 탱크에 공급되는 공기를 2개의 상이한 압력 제어 밸브로 제어하여, 탱크 내에서 특정 압력을 유지하였다. 탱크를 매체 테스팅 하우징에 연결하였고, 매체 테스팅 하우징은 또한 우회 루프를 포함하였다. 하우징 관류 및 우회부 모두가 CANTYVISION 카메라에 그리고 이어서 디지털 질량 저울 위에 배치된 수집 플라스크로 이어진다. CANTYVISION 카메라 비디오 기록으로부터 얻어진 이미지를 CANTYVISION 인공지능 분석 소프트웨어를 이용하여 분석하여, 테스트되는 매체 시트의 핵생성 능력을 기록 및 분석하였다. CANTYVISION 카메라 및 소프트웨어는 뉴욕 버팔로에 소재하는 JM Canty, Inc.로부터 입수할 수 있다.

[0194] 테스트의 시작에서, 탱크를 약 1.5 갤런의 테스트 오일로 충진하였다. 공기 유동 루프를 탱크를 통해서 생성하여 기포화를 통해서 유압 오일을 폭기하였다. 탱크 압력을 25 psi에서 유지하여 오일을 폭기하였다. 오일이 폭기된 후에, 과다 자유 공기가 오일로부터 빠져 나갈 수 있게 하였다.

[0195] 핵생성 테스트를 수행하기 위해서, 스케일로부터의 로깅 데이터(logging data)에 의해서 관찰되는, 희망 실험면 속도의 유동을 만들기 위해 탱크 압력을 조정하면서, 탱크로부터의 폭기된 유압 오일을 테스트 매체를 통해서 비산시켰다. 테스트를 7분 동안 실시하였다. 오일의 유동은 초당 5 프레임의 CANTYVISION 카메라를 이용하여 이미지화하였고, CANTYVISION 소프트웨어를 이용하여 데이터를 프로세스하여 비디오 프레임 당 중간값 공기 부피 및 중간값 기포 직경을 계산하였다.

[0196] **이미지 데이터 프로세싱.** IMAGEJ 소프트웨어(미국 국립 보건원으로부터 입수 가능)를 이용하여 이미지 프로세싱을 수행하였다. 이하의 루틴을 모든 실험에 걸쳐 균일하게 실험마다 캡처된 마지막 1000 프레임에 적용하였다.

[0197] 필요한 경우에, 창의 벽(window wall) 및 공기 기포가 아닌 원형 물체와 같은 실험의 임의의 아티팩트(artifact)를 제외한 지역으로 이미지를 잘라 냈다. 이미지를 8-비트 그레이스케일 이미지로 변환하였다. (Otsu, N., A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms, 9 IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics 62 (1979)에서 설명된) "Otsu" 자동 문턱값 알고리즘을 적용하여, 이미지를 흑백 이미지로 변환하였고, 여기에서 흑색은 배경 컬러로서 설정된다. 이미지 내의 미충진 물체 윤곽선을 "Fill holes" 루틴을 이용하여 채웠고, 그 후에 (Soille, P. and Vincent, L., "Determining Watersheds in Digital Pictures via Flooding Simulations" 1360 Proc. SPIE 240 (1990)에서 설명된) "Watershed" 루틴을 적용하여 중첩 물체

를 검출하고 분할하였다. 이어서, 이러한 프로세스된 이미지를 이용하여, 면적이 적어도 1203 ㎛^{2}이고 (4*면적/[π*주_축^2]으로서 정의되는) 원형율(roundness)이 0.95인 기포를 카운트하였다. 기포 부피는 기포의 Feret 직경으로부터 추정되었다. Feret 직경은 (최대 캘리퍼로도 알려져 있는) 선택 경계를 따른 임의의 2개의 지점들 사이의 가장 먼 거리로서 정의된다. 핵생성 스테이지에서, "기포 직경"이라는 용어는 Feret 직경을 지칭한다.

[0198] **소공 크기 측정.** 매체의 소공 크기는, 뉴욕 이타카에 소재하는 Porous Materials, Inc.에 의해서 제조된 것과 같은, 자동화된 공기 투과도 포로미터(porometer)를 이용하여 측정할 수 있다. 이러한 실시예에서, 다공성 재료 모델 번호 APP-1200-AEXSC를 CAPWIN 소프트웨어와 함께 이용하였다. 테스트 유형은, 건조/습윤, 모세관 유동 소공 측정법이었고, 테스트 유체는 20.1 dynes/cm의 유체 표면 장력을 갖는 실리콘 유체였고, 샘플의 유효 테스팅 크기는 1 cm 직경이었다.

[0199] **실시예 3**

[0200] 다양한 핵생성 매체 샘플을 단일-층 기구에서 테스트하였다. 매체 샘플을 이하의 표 3에 따라 마이크로 유리 섬유 및 외피/코어 2-성분 폴리에스터로부터 준비하였다. 2-성분 폴리에스테르 섬유는 독일에 소재하는 Advansa GmbH로부터 입수할 수 있는 ADVANSA 271P였고, 14 ㎛의 공칭 중간값 직경 및 6 ㎜의 공칭 중간값 길이를 가졌다. 오븐 및 시트 건조기를 포함하는 다양한 건조 기술 및 압축을 이용하여 샘플 내에서 다양한 두께 및 충실율을 생성하였다. 공기 유동 오븐은, 시트 건조기보다 낮은 충실율의 구조물을 생성하는 것으로 알려져 있다.

[0201] [표 3]

[0202] 매체 샘플의 퍼니시 설계 인자

목표 기본 중량(g/㎡)				
30	42	60	78	90
유리의 중량비(%)				
20	26	40	54	60
유리 마이크로섬유 공칭 직경				
1.0 ㎛(UNIFRAX Grade B-10-F)	1.48㎛ (UNIFRAX Grade B-15-F)	2.44 ㎛ (UNIFRAX Grade B-26-R)		
건조 절차				
공기 강제 오븐	고온 판 건조기	고온 판 건조기, 이어서 40 kg 중량을 이용한 가열된 압축		

[0203] 테스트된 매체 특성이 표 4에 기재되어 있다.

[0204] [표 4]

[0205] 매체 샘플의 특성

매체 특성	**최소 값**	**최대 값**
중간값 소공 크기	4.6 ㎛	26.9 ㎛
기본 섬유 표면적	9.2 ㎡/㎡	47.8 ㎡/㎡
매체 두께	0.1638 ㎜	0.6051 ㎜
1.5 psi에서 측정된 매체 충실율	6.7%	10.3%

[0206] (방출된 총 공기에 비례하는) 프레임 당 중간값 공기 부피 및 중간값 기포 직경을 중간값 소공 크기, 기본 섬유 표면적, 1.5 psi에서 측정된 매체 충실율, 및 매체 두께를 함수로 하여 결정하였다. 기본 섬유 표면적을 Carmen-Kozeny 방법에 의해서 결정하였다. 소정 경향을 나타내는 매개변수를 도면에 도시하였다. 프레임 당 중간값 공기 부피 대 중간값 소공 크기, 총 핵생성 표면적, 1.5 psi에서 측정된 매체 충실율, 및 매체 두께를 비교하는 데이터를 도 7a 내지 도 7d에 도시하였다. 중간값 기포 직경 대 중간값 소공 크기, 기본 섬유 표면적, 1.5 psi에서 측정된 매체 충실율, 및 매체 두께를 비교하는 데이터를 도 8a 내지 도 8d에 도시하였다.

[0207] ANOVA 분석을 실시하여, 프레임당 중간값 공기 부피에 대한 가장 중요한 회귀변수(regressor)를 결정하였다. 이러한 분석을 기초로 하면, 기본 섬유 표면적의 증가 및 더 작은 중간값 소공 크기에서 더 많은 공기가 방출된다. 유사한 ANOVA 분석을 실시하여, 중간값 기포 직경에 대한 가장 중요한 회귀변수를 결정하였다. 이러한 분석을 기초로 하면, 중간값 기포 직경은 중간값 소공 크기가 클수록 증가된다. 중간값 기포 직경은 기본 섬유 표면적의 증가에 따라 감소된다.

[0208] **실시예 4**

[0209] 다른 실시예에서, 실시예 3으로부터의 매체 샘플을 다층 매체 샘플로 적층하였다. 층상화를 위해서 이용된 매체 샘플의 매체 특성을 표 5에 기재하였다. 다층 매체 샘플은 1개 내지 8개의 매체 샘플을 포함하였다.

[0210] [표 5]

층상화된 샘플을 준비하기 위해서 이용된 개별적인 매체 샘플의 특성

매체 특성	값
기본 중량	28.9 g/m^2
백분율 유리(질량 백분율)	40%
유리 마이크로섬유 공칭 직경	1.48 ㎛ (Unifrax Glass Microfiber Grade B-15-F)
두께	0.1638 mm
1.5 psi에서의 충실율	9.7%
기본 섬유 표면적	15.6 m^2/m^2
투과도 평균	125Pa에서 32.4 m^3/분/m^2

[0211]

[0212] (방출된 총 공기에 비례하는) 프레임 당 중간값 공기 부피 및 중간값 기포 직경을 층의 수의 함수로 결정하였다. 층의 함수로서의 프레임 당 중간값 공기 부피를 도 9a에 도시하였다. 층의 함수로서의 중간값 기포 크기를 도 9b에 도시하였다. 초기에 층의 수가 증가되고, 프레임 당 중간값 공기 부피가 증가되며 중간값 기포 크기가 감소되는 것이 관찰되었다. 많은 수의 층에서, 프레임 당 중간값 공기 부피가 안정되는 반면, 중간값 기포 크기는 계속 감소된다.

[0213] **실시예 5**

[0214] 다른 실시예에서, 14 ㎛의 공칭 중간값 직경 및 6 mm의 공칭 중간값 길이(ADVANSA 271P)를 갖는 200 mg의 외피/코어 2-성분 폴리에스터 섬유를 물 내에 분산시키고, 이어서 90 mm 직경의 원형 스테인리스 강 시트 몰드 상에서 성형하는 습식 배치 프로세스에 의해서, 매체 핸드시트를 생산하였다. 건조된 매체 핸드시트 패치들을 115℃에서 융합시켰다.

[0215] 소유적이 되도록, 매체 핸드시트의 샘플이 코팅되었다. 소유적 코팅은, 스크린 견본을, 뉴욕 오렌지버그에 소재하는 Daikin America Inc.로부터 얻어진, DAIKIN UNIDYNE TG-5502의 수성 5% 용액 내로 수작업으로 침지시키는 것에 의해서 도포되었다. 샘플을 120℃에서 10분 동안 오븐 내에서 건조하였다. 소유적으로 처리된 매체는, AATCC 방법 118에 의해서 테스트될 때, 적어도 6의 소유적 등급을 가졌다.

[0216] 소유적으로 코팅된 매체의 핵생성 성능을 실시예 3 및 4에서와 같은 미-코팅 매체에 비교하였다. 실험에 걸친 모든 개별적인 기포의 부피를 합산하는 것 그리고 초 단위의 실험의 길이로 나누는 것에 의해서, 중간값 공기 생성율을 계산하였다.

[0217] 결과가 표 6에 기재되어 있다. 소유적 처리가 공기 생성율 및 총 방출 공기를 증가시킨다는 것이 관찰되었다. 중간값 기포 직경은 소유적 처리 후에 감소되었다.

[0218] [표 6]

소유적 매체 및 대조군(미코팅) 매체의 핵생성 성능

	중간값 공기 생성율(mm^3/s)	중간값 기포 직경(㎛)
대조군(미코팅)	0.52	378
소유적	7.44	209

[0219]

[0220] **실시예 6**

[0221] 성장 층의 다양한 양태를 실시예 6에서 테스트하였다.

[0222] **샘플의 준비.** 매체 핸드시트가 물 내에서 섬유를 분산시키는 것에 의해서 생성되었고, 이어서 뉴욕 허드슨 폴스에 소재하는 Adirondack Machine Corp.로부터 입수할 수 있는 ADIRONDACK FORMAX 12"x12" 스테인리스 강 시트 몰드에서 형성되었다. 퍼니시(furnish)의 구체적인 상세 내용이 이하의 표 7에 제공되어 있다. 12.9 cm^{2}의 유효 면적으로, 테스트 되는 매체를 매체 홀더에 피팅하기 위해서 컷팅하였다. 테스트 매체를 인-라인 매체 하우징

내에 배치하였다.

[0223] **테스트 절차.** 성장 매체의 성능을 테스트하기 위해서, 테스트 벤치를 구성하였고, 오일 내의 작은 공기 기포(공칭 중간값 직경 600 ㎛)를 갖는 매체 샘플에 대한 실시를 위해서 그리고 공기 기포를 성장시킬 수 있는 매체의 능력을 모니터링하기 위해서 이용하였다. 벤치는, 테스트 매체 샘플의 상류 및 하류 모두에서 기포의 크기 및 카운트를 모니터링할 수 있도록 구성되었다.

[0224] 테스트 벤치는 오일 저장 탱크, 탱크로부터의 오일 유동을 조정하기 위한 기어 펌프, 압력 게이지, 및 오일 저장 탱크를 테스트 셀에 연결하는 라인을 포함하였다. 라인 내에 배치된 유량계를 이용하여, 테스트 셀 내의 매체에서의 오일의 면 속도를 결정하였다. 공기 기포 주입 피팅이 테스트 셀 직전에 인라인 장착되었다. 공기 주입을 일련의 유량계 및 압력 조절기로 제어하여, 테스트 매체 상류에서 일정 기포 챌린지(challenge)를 생성하였다. 테스트 매체의 상류 측 및 하류 측 모두에서 이미지를 캡처할 수 있도록, 테스트 셀은 투명 아크릴로 구성되었다. 복귀 라인이 테스트 셀로부터 오일 저장 탱크로 다시 이어진다. Nikon D90 카메라를 수직 활주 레일 상에 장착하였고, 테스트 매체의 상류 측 및 하류 측 모두에서 이미지의 시퀀스를 캡처하기 위해서 이용하였다.

[0225] 테스트를 실시하기 위해서, 오일 유동을 먼저 시작하였고, 오일이 테스트 셀을 충진하였을 때, 공기 기포 주입기를 턴 온시켰다. 정상 상태에 도달한 후에, 이미지의 시퀀스를 테스트 매체의 상류 측 및 하류 측 모두에서 캡처하였다. 소정 기간 후에, 이미지 캡처를 반복하였다.

[0226] **이미지 데이터 프로세싱.** 실시예 3 및 4(핵생성 스테이지)와 유사하게, "Watershed" 루틴까지 그리고 이의 적용을 포함하여, 모든 실험(실험마다 20개의 프레임)에 걸쳐 이미지를 프로세스하였다. 이어서, 프로세스된 이미지를 이용하여, 면적이 적어도 10,000 μm^2(23.42 ㎛/픽셀)이고 (4π*면적/둘레^{2}으로서 정의되는) 환상성(circularity)이 0.5인 기포를 카운트하였다. 기포 부피를 이하의 조건을 이용하여 기포 면적으로부터 계산하였다: 기포의 Feret 직경이 3 mm 초과인 경우에, 직경은 다음과 같이 기포 면적으로부터 추정된다:

[0227] 부피 = $\pi/(7.5*10^8)*([\text{면적}]/\pi)^{(3/2)}$

[0228] 그와 달리, Feret 직경이 3 mm 이하인 경우에, 그러한 직경이 Feret 직경인 것으로 취해지고, 기포 부피가 전형적인 구체로서 계산된다.

[0229] 계산 방법의 차이는, 약 3 mm보다 큰 기포의 시각적 검사가, 큰 기포가 사실상, Feret 직경으로 계산될 때 인위적으로 큰 부피를 제공하는, 기포의 클러스터였다는 것을 시사한다는 사실에 기인한다.

[0230] **데이터 분석.** 성장 성능 매개변수 D50을 이용하여 성능을 평가하였다. D50은 계산된 중앙(median) 공기 기포 부피로서 정의되고, 다시 말해서 기포의 수의 50%가 이러한 크기 미만이다.

[0231] $$\text{D50의 백분율 증가 \%} = \frac{D50_{하류} - D50_{상류}}{D50_{상류}}$$

[0232] 0%의 D50의 성능 백분율 증가는 성능 이득이 없는 것으로 해석된다. 0% 미만은 기포 성장에서 양호하지 못한 성능으로 해석되고, 0% 초과는 기포 성장의 개선으로서 해석된다.

[0233] **테스팅 및 결과.** 다양한 성장 매체 샘플을 테스트하여, 매체 구조의 영향을 평가하였다. 매체 샘플은 섬유 공칭 중간값 직경이 14 ㎛이고 공칭 중간값 길이가 6 mm인(ADVANSA 271P) 레이온 및 외피/코어 2성분 폴리에스테르 섬유의 복합체였다. 퍼니시 설계 변수들을 표 7에 나열하였고, 소정 범위의 매체 샘플을 생성하기 위해서 혼합하였다. 퍼니시 매개변수를 표 8에 기재된, 목표로 하는 상이한 매체 특성들로 변경하였다.

[0234] [표 7]

매체 샘플에서 사용된 퍼니시 설계 인자의 범위

목표 기본 중량(g/m^2)				
80	92	120	148	160
레이온의 중량비(%)				
24	31	48	65	72
레이온 섬유 직경				
17 ㎛(미니 섬유 점도 레이온 3.0 dpf(필라멘트 당 데니어) x 6 ㎜)		20 ㎛(미니 섬유 점도 레이온 4.5 dpf x 6 ㎜)		
건조 절차				
공기 강제 오븐	고온 판 건조기	고온 판 건조기, 이어서 40 kg 중량을 이용한 가열된 압축		

[0235]

[0236] [표 8]

매체 샘플의 특성

매체 특성	최소 값	최대 값
매체 두께	0.5 ㎜	2.5 ㎜
1.5 psi에서 측정된 매체 충실율	3%	20%

[0237]

[0238] D50의 백분율 증가를 매체 충실율, 매체 두께, 및 섬유 크기의 함수로서 결정하였다. 결과가 도 10a 및 도 10b에 각각 기재되어 있다.

[0239] 충실율 및 두께가 서로 독립적이지 않다는 것에 주목하였다. 큰 충실율의 매체를 준비하기 위해서, 매체를 압축하였고, 이는 얇은 두께를 초래하였다. 충실율 및 두께로 인한 영향들 사이의 구별이 문제가 될 수 있다. 그러나, 두께를 증가시키는 충실율 감소가 보다 양호한 성장 성능을 초래한다는 것이 관찰되었다.

[0240] 성장 성능에서의 이점이 1 ㎜ 초과의 두께에서 얻어질 수 있다는 것이 관찰되었다. 성장 성능에서의 이점이 7.5% 미만, 그리고 특히 9% 미만의 충실율에서 얻어질 수 있다는 것이 더 관찰되었다.

[0241] **실시예 7**

[0242] 직조된 스테인리스 강 스크린 및 다른 변수의 다양한 양태를 실시예 7에서 다공성 장벽 스테이지에 대해서 테스트하였다. 그러한 양태는 개구부 크기, 표면 화학성질, 면 속도, 및 상류 측의 다공성 장벽에 도달하는 기포의 크기를 포함하였다.

[0243] **샘플의 준비.** 다양한 스크린이 상업적 공급원으로부터 얻어졌다. 12.9 cm^2의 유효 면적으로, 스크린 샘플을 매체 홀더에 피팅하기 위해서 컷팅하였다. 스크린 샘플을 인-라인 테스트 셀 내에 배치하였다.

[0244] **테스트 절차.** 테스트 절차는 전술한 실시예 6과 동일하였다.

[0245] **이미지 데이터 프로세싱.** 이미지 프로세싱은 전술한 실시예 3 내지 5와 같이 실시되었다. 기포 부피는 기포의 Feret 직경으로부터 추정되었다. Feret 직경은 스크린 장벽 스테이지에 대해서 이러한 문헌에서 "기포 직경"으로 지칭된다.

[0246] **데이터 분석.** 스크린 성능을 다음과 같이 계산하였다:

$$[\text{스크린 성능 }\%] = \frac{\text{중간값 부피(10개의 가장 큰 기포}_{\text{하류}}) - \text{중간값 부피(10개의 가장 큰 기포}_{\text{상류}})}{\text{중간값 부피(10개의 가장 큰 기포}_{\text{상류}})}$$

[0247]

[0248] 스크린 성능은, 테스트 마다의, 상류의 10개의 가장 큰 기포의 중간값에 대비되는 하류의 10개의 가장 큰 기포의 중간값의 % 차이이다.

[0249] 0%의 성능은 스크린에서 기포 부피의 변화가 없는 것으로 해석된다. 0% 미만은 양호하지 못한 성능으로 해석되고, 0% 초과 그러나 100% 미만은 약간의 크기 증가로서 해석되고, 100% 초과 그러나 250% 미만은 주목할 만한

크기의 개선으로 해석되며, 250% 초과는 상당한 크기의 개선으로 해석된다.

[0250] **테스팅 및 결과.** 스크린은 스테인리스 강 평직 스크린이었다. 이하의 표 9에 기재된 바와 같이, 다양한 특성들을 갖는, 소유적 처리가 적용된 것과 함께, 다양한 스크린을 테스트하였다. 스크린은 일리노이즈 엘름허스트에 소재하는 McMaster-Carr로부터 수득하였다.

[0251] [표 9]

스크린-장벽 매체 샘플의 퍼니시 설계

McMaster 부품 번호	메시	공칭 개구부 크기(㎛)	소유적 처리
9241T45	120 x 108	145 x 120	소유적 처리되지 않음
85385T116	325 x 325	50 x 50	소유적 처리되지 않음
85385T103	120 x 120	117 x 117	소유적 처리되지 않음
9319T182	80 x 80	178 x 178	소유적 처리되지 않음
85385T116	325 x 325	50 x 50	소유적 처리됨
85385T103	120 x 120	117 x 117	소유적 처리됨
9319T182	80 x 80	178 x 178	소유적 처리됨

[0252]

[0253] 스크린 성능에 미치는 면 속도의 영향을 테스트하기 위해서, 스크린 샘플을 0.5 cm/초, 1.25 cm/초, 및 5.0 cm/초의 상이한 면 속도들에서 운영하였다.

[0254] 공기 기포 챌린지를 550 ㎛의 중간값 공칭 Feret 직경에서 "조대(coarse)"로 또는 350 ㎛의 중간값 공칭 Feret 직경에서 "미세"로 분류하였다. 공기 유량을 조정하여, 유사 상류 기포 챌린지 크기를 유지하기 위한 면 속도 변화를 획득하였다.

[0255] 테스트 결과를 도 11a에 도시하였다. 일반적으로, 면 속도가 증가됨에 따라, 스크린 성능이 저하된다는 것이 관찰되었다.

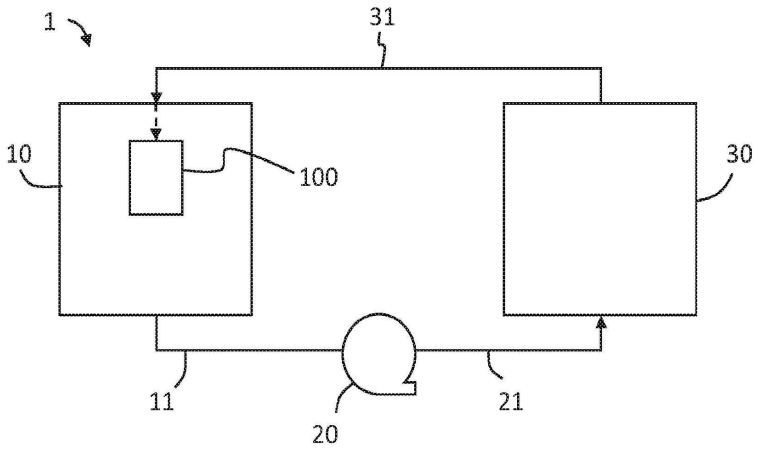
[0256] 소유적 표면 처리가 스크린의 성능에 미치는 영향을 또한 테스트하였다. 스크린을 화학 기상 증착을 이용하여 트리클로로(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로옥틸)실란(미주리주 세인트 루이스에 소재하는 Millipore Sigm로부터 입수가능)으로 처리하였다. 간략히, 스크린을 적어도 10분 동안 진공 하에 배치하였고, 처리 화학물질을 증기 형태로 스크린 상에 도포하였다. 처리 후에, 샘플의 소유적 등급을 AATC 118 방법으로 테스트하였고; 모든 처리된 샘플은 적어도 6의 소유적 등급을 가졌다.

[0257] 테스트 결과를 도 11b에 도시하였다. 0.5 cm/초의 느린 면 속도 및 소유적 처리가, 특히 미세 기포와 관련하여, 스크린 성능을 개선한다는 것이 관찰되었다.

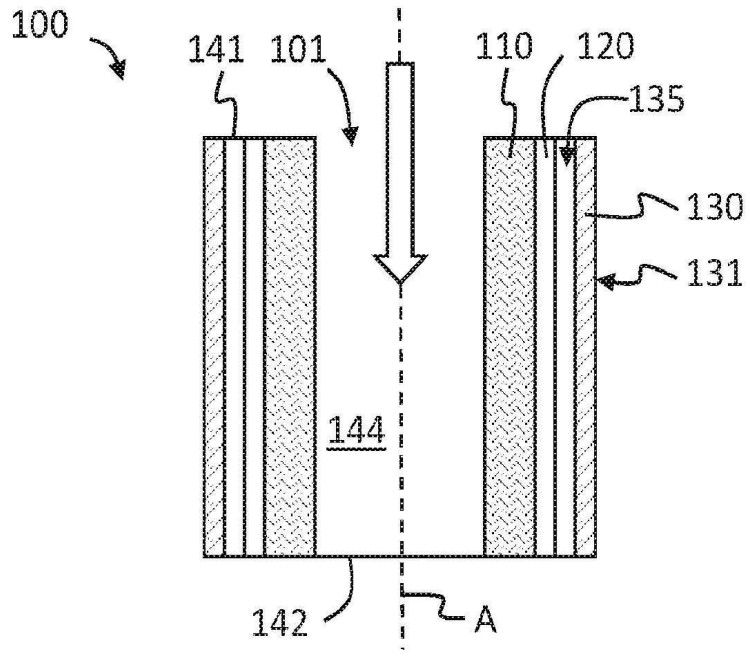
[0258] 본원에서 인용된 모든 참조물 및 공보물은, 이러한 개시 내용에 직접적으로 모순될 수 있는 범위를 제외하고, 그 전체가 본 개시 내용에서 참조로서 명확하게 포함된다. 비록 특정 실시형태가 본원에서 예시되고 설명되었지만, 당업자는, 본 개시 내용의 범위로부터 벗어나지 않고도, 다양한 대안적인 및/또는 균등한 구현예가, 도시되고 설명된 특정 실시형태를 대체할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 이러한 개시 내용이 본원에 기재된 예시적인 실시형태 및 실시예에 의해서 과도하게 제한되지 않는다는 것 그리고 그러한 실시예 및 실시형태가 단지 예로서 제시되었다는 것을 이해하여야 하며, 개시 내용의 범위는 본원에 기재된 청구범위에 의해서만 제한된다.

도면

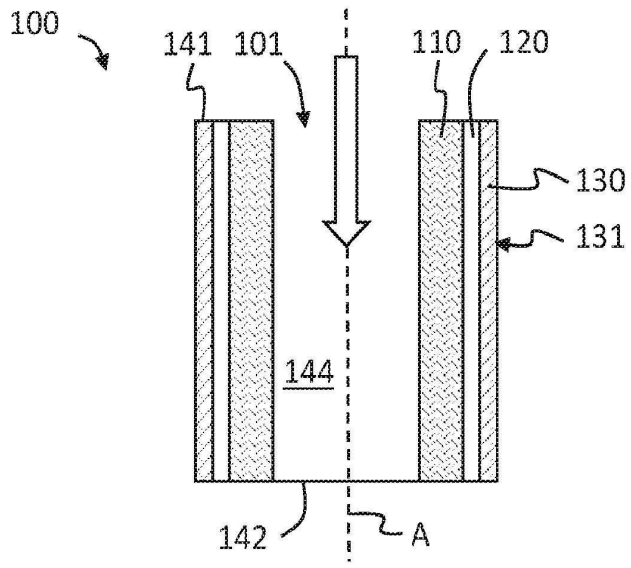
도면1



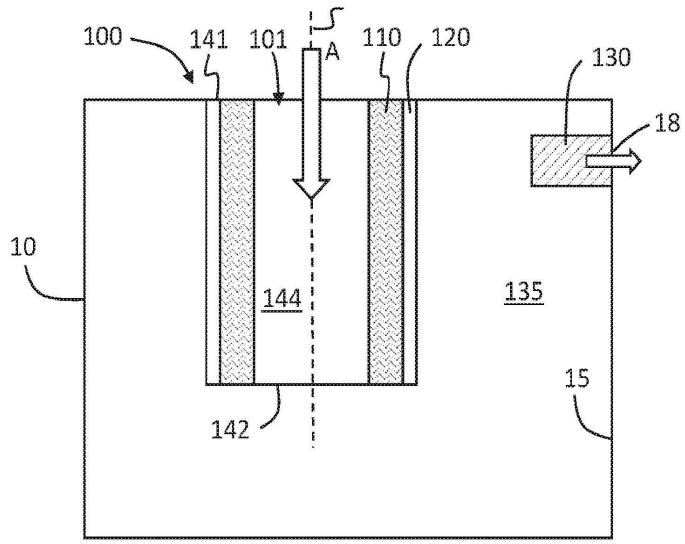
도면2a



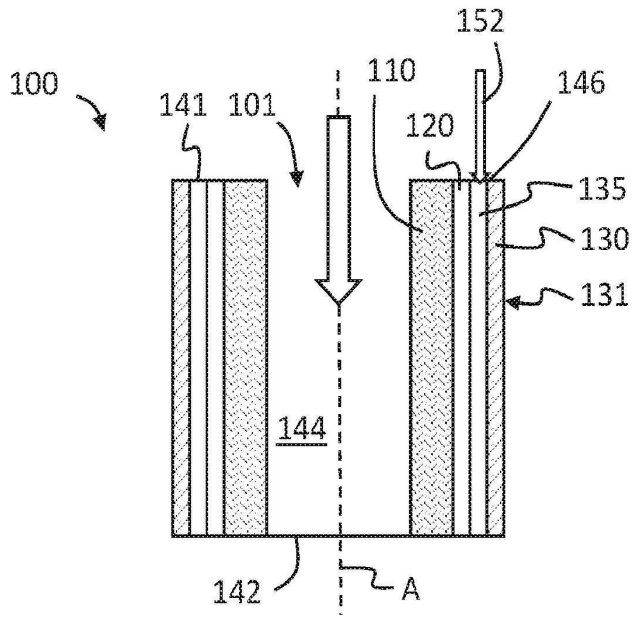
도면2b


100
141
101
110
120
130
131
144
142
A

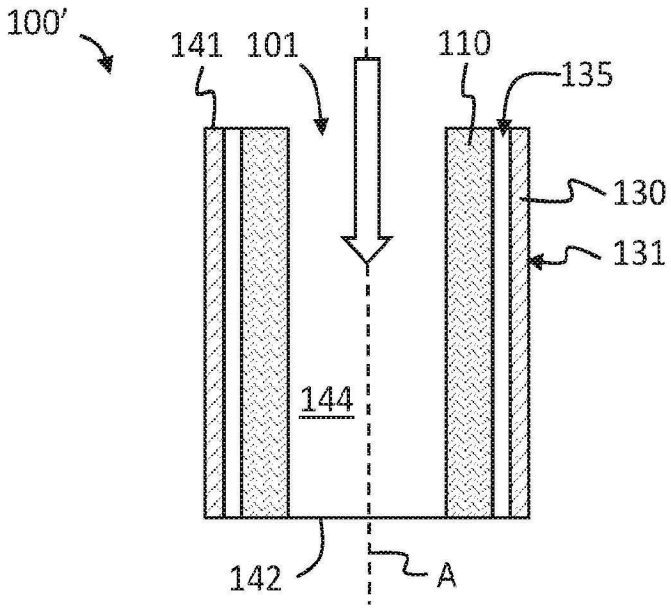
도면2c


100
141
101
A
110
120
130
18
10
144
135
15
142

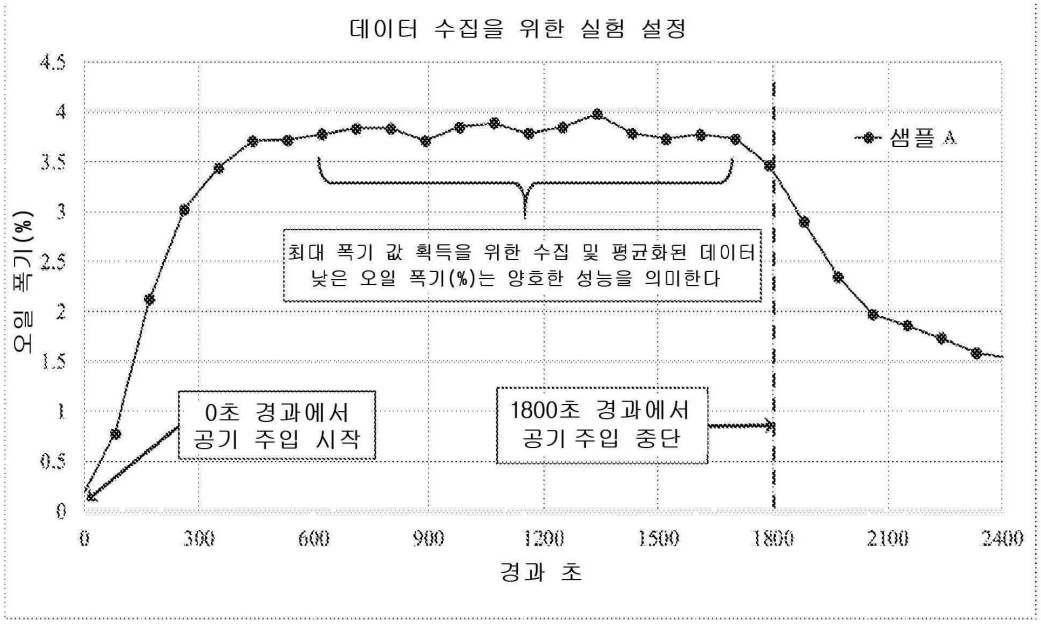
도면2d


100
141
101
110
152
146
120
135
130
131
144
142
A

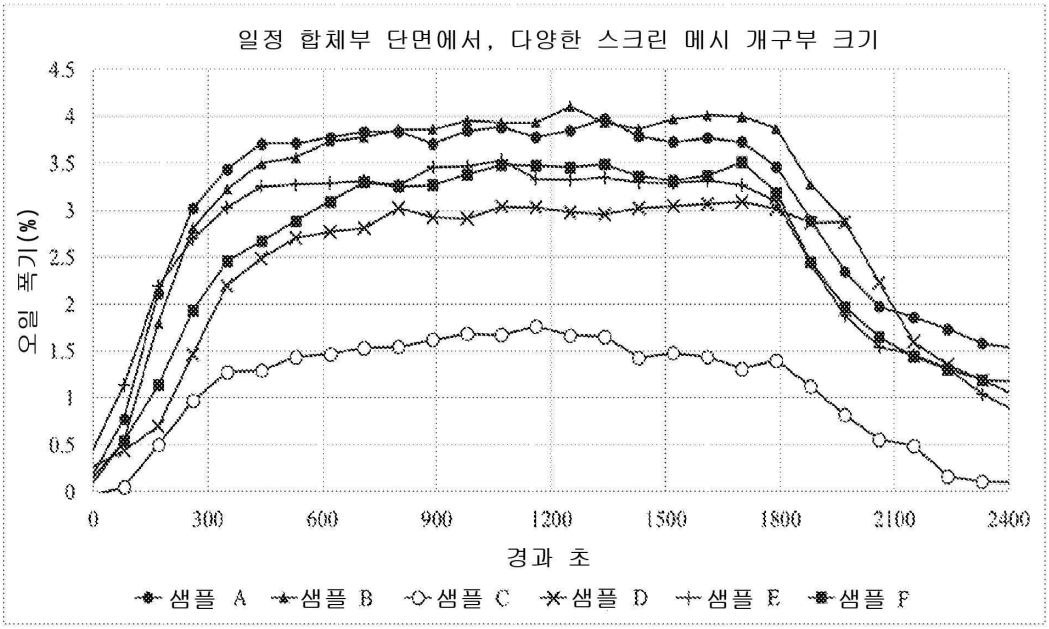
도면3


100'
141
101
110
135
130
131
144
142
A

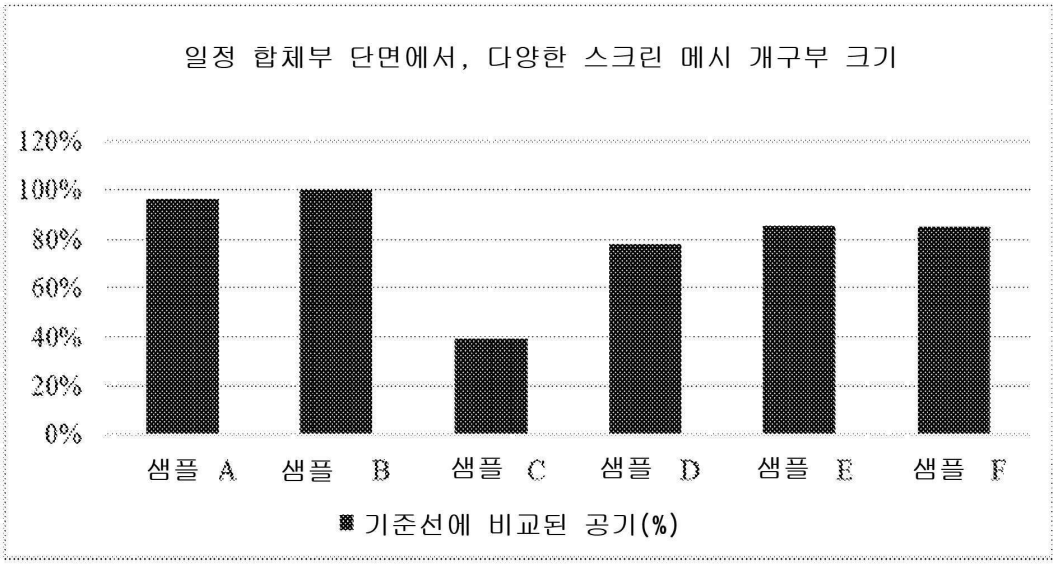
도면4


데이터 수집을 위한 실험 설정
오일 폭기(%)
경과 초
샘플 A
최대 폭기 값 획득을 위한 수집 및 평균화된 데이터
낮은 오일 폭기(%)는 양호한 성능을 의미한다
0초 경과에서
공기 주입 시작
1800초 경과에서
공기 주입 중단

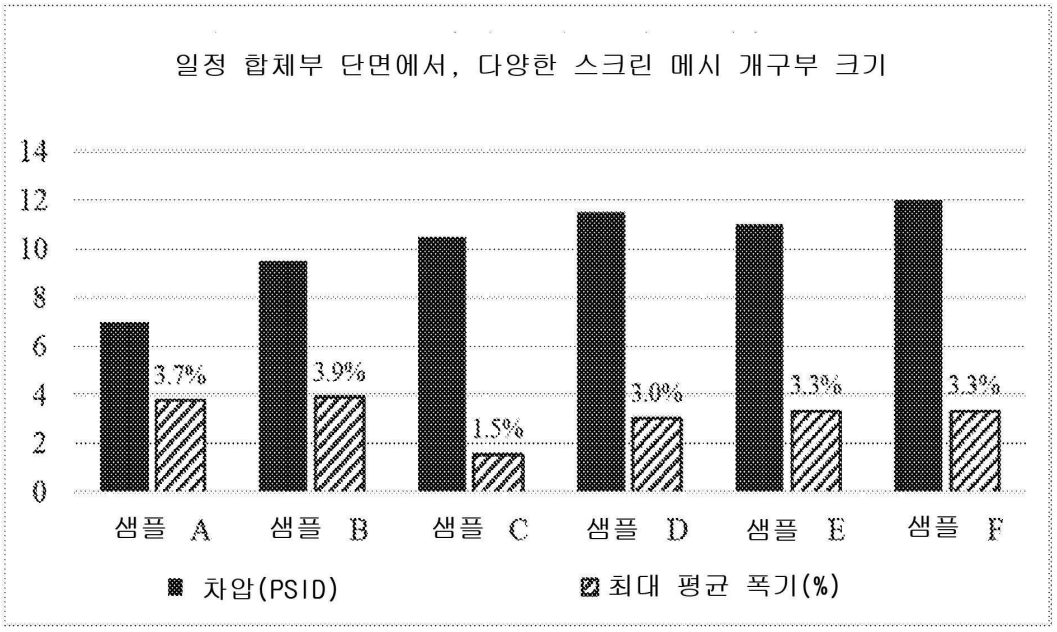
도면5a


일정 합체부 단면에서, 다양한 스크린 메시 개구부 크기
오일 폭기(%)
경과 초
샘플 A
샘플 B
샘플 C
샘플 D
샘플 E
샘플 F

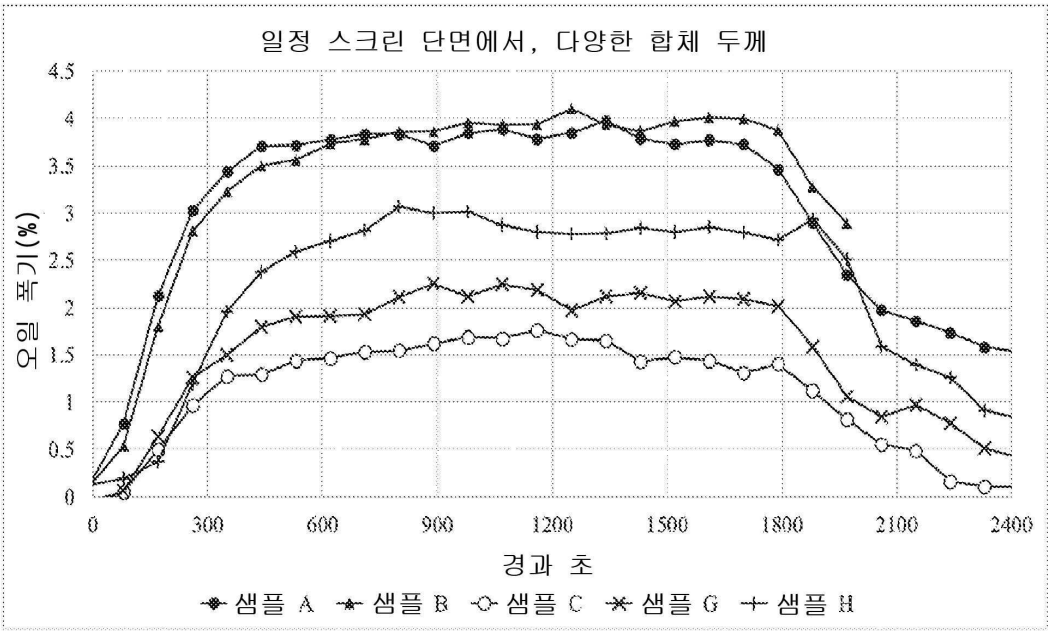
도면5b


일정 합체부 단면에서, 다양한 스크린 메시 개구부 크기
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
샘플 A
샘플 B
샘플 C
샘플 D
샘플 E
샘플 F
기준선에 비교된 공기(%)

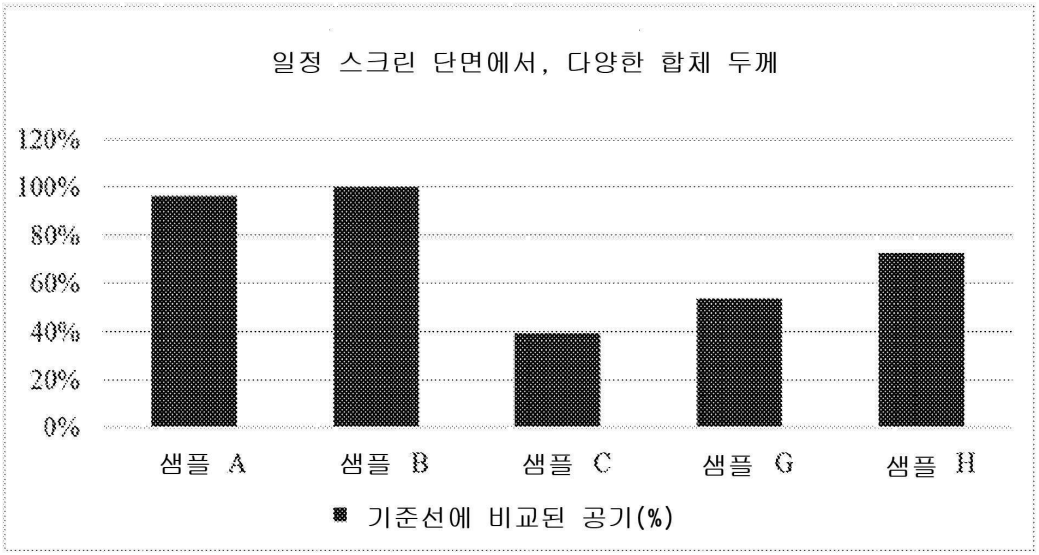
도면5c


일정 합체부 단면에서, 다양한 스크린 메시 개구부 크기
14
12
10
8
6
4
2
0
3.7%
3.9%
1.5%
3.0%
3.3%
3.3%
샘플 A
샘플 B
샘플 C
샘플 D
샘플 E
샘플 F
차압(PSID)
최대 평균 폭기(%)

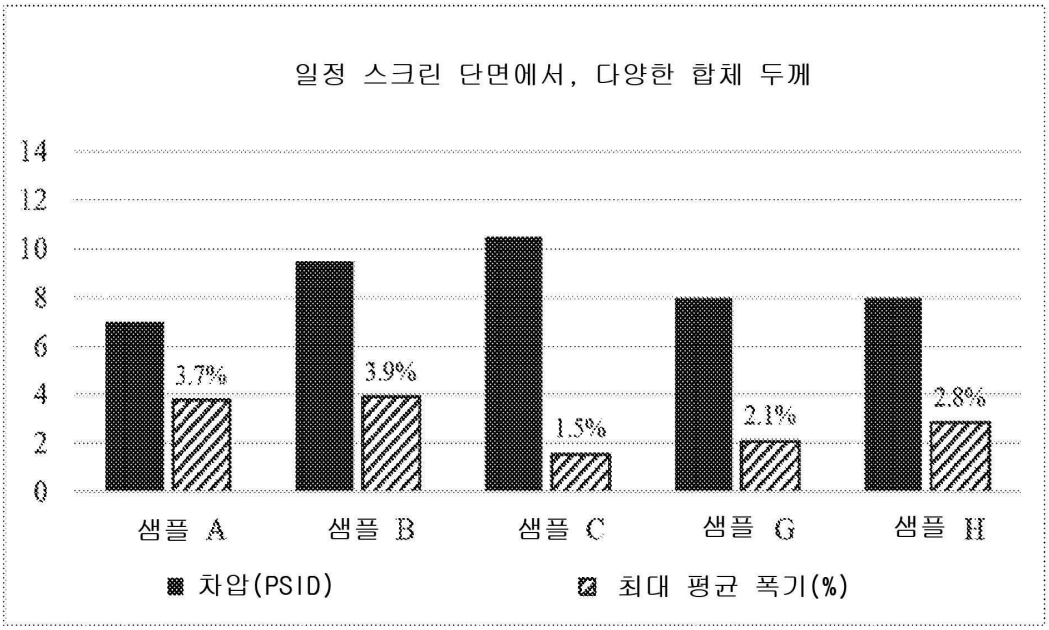
도면6a


일정 스크린 단면에서, 다양한 합체 두께
오일 폭기(%)
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
300
600
900
1200
1500
1800
2100
2400
경과 초
샘플 A
샘플 B
샘플 C
샘플 G
샘플 H

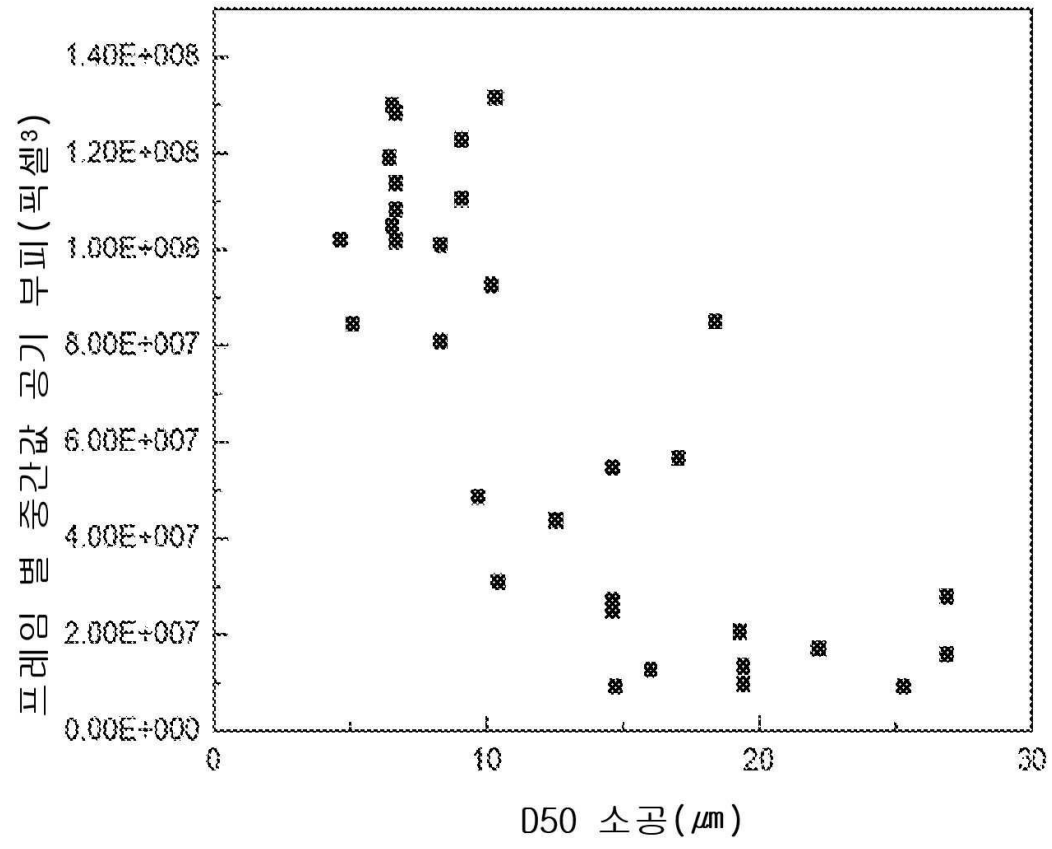
도면6b


일정 스크린 단면에서, 다양한 합체 두께
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
샘플 A
샘플 B
샘플 C
샘플 G
샘플 H
기준선에 비교된 공기(%)

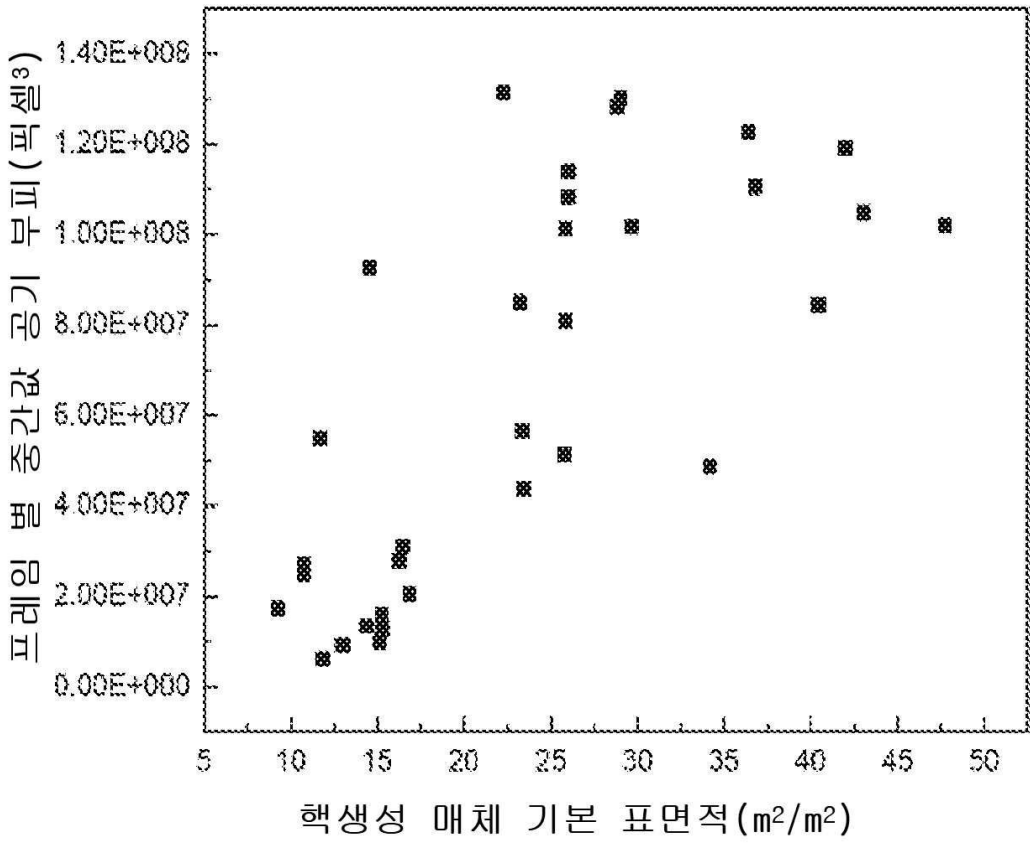
도면6c


일정 스크린 단면에서, 다양한 합체 두께
14
12
10
8
6
4
2
0
3.7%
3.9%
1.5%
2.1%
2.8%
샘플 A
샘플 B
샘플 C
샘플 G
샘플 H
차압(PSID)
최대 평균 폭기(%)

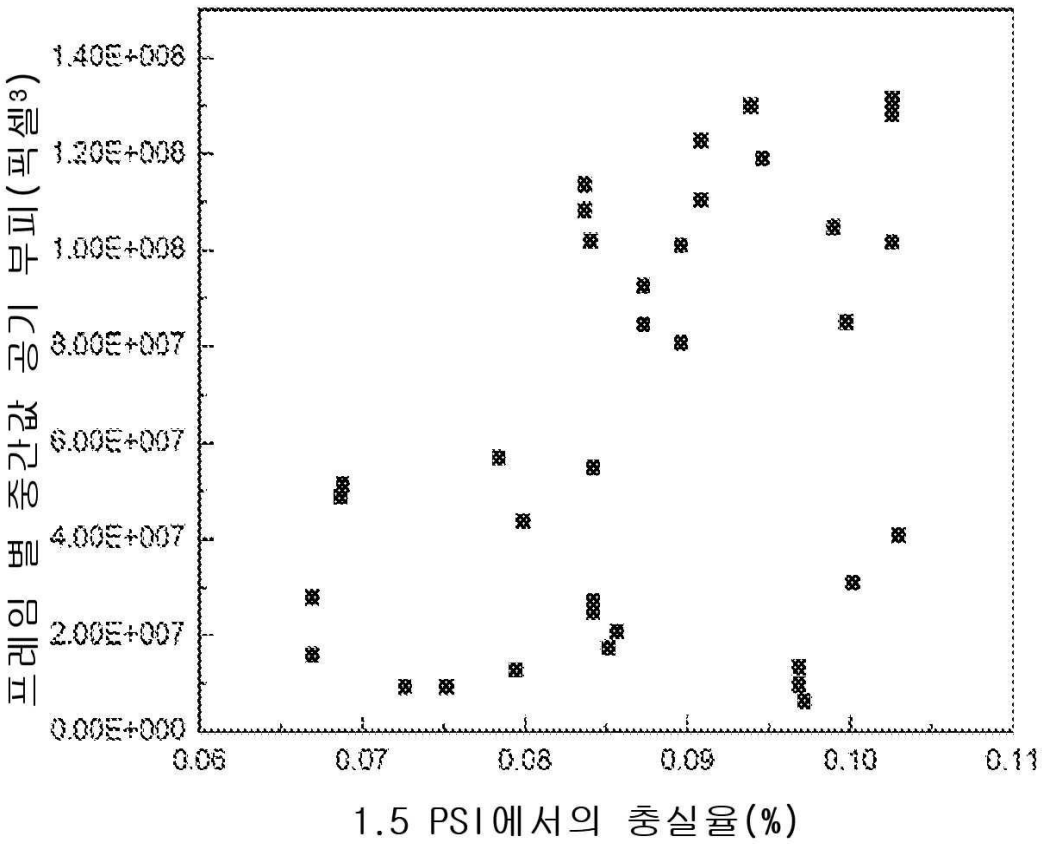
도면7a


프레임 별 중간값 공기 부피(픽셀³)
1.40E+008
1.20E+008
1.00E+008
8.00E+007
6.00E+007
4.00E+007
2.00E+007
0.00E+000
0
10
20
30
D50 소공(㎛)

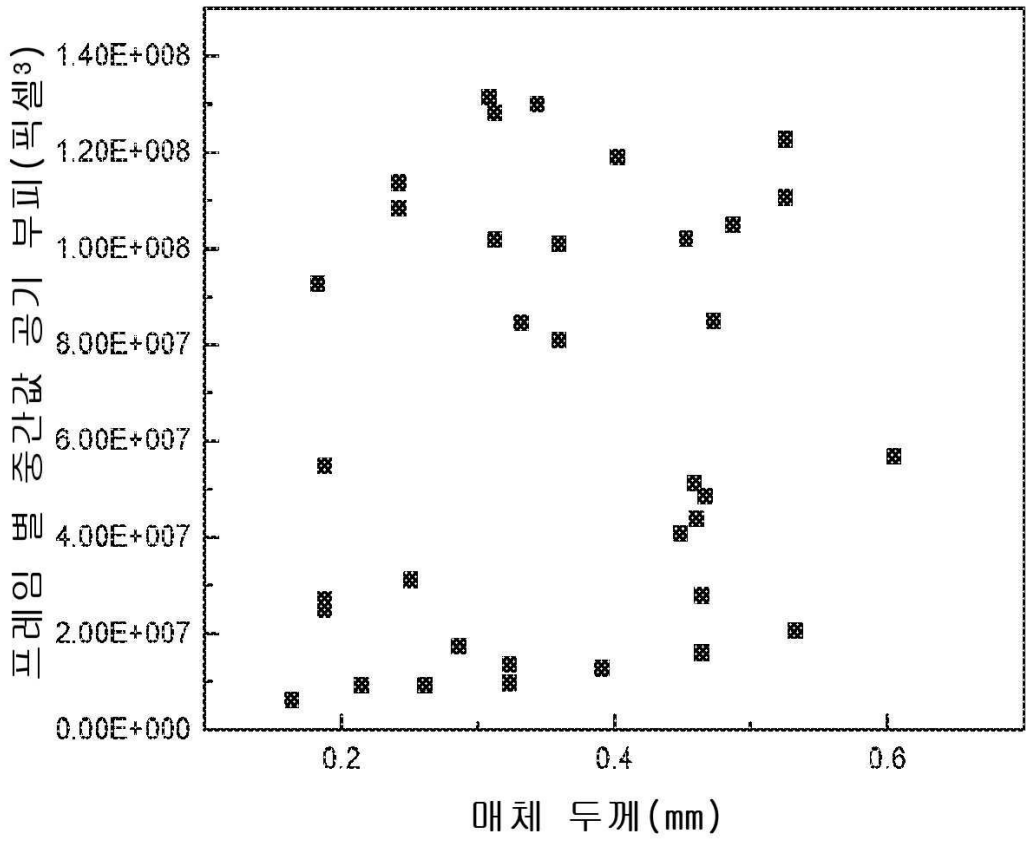
도면7b


프레임 별 중간값 공기 부피(픽셀³)
1.40E+008
1.20E+008
1.00E+008
8.00E+007
6.00E+007
4.00E+007
2.00E+007
0.00E+000
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
핵생성 매체 기본 표면적(㎡/㎡)

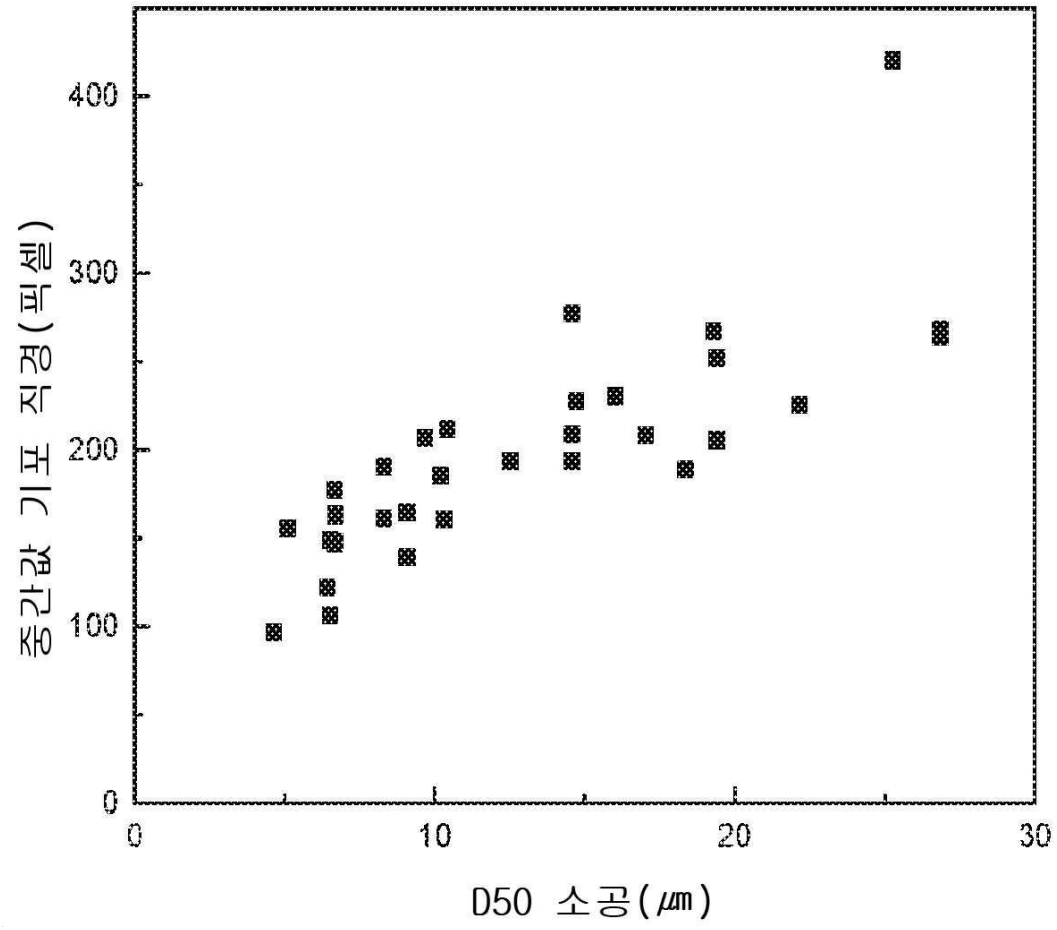
도면7c


프레임 별 중간값 공기 부피(픽셀³)
1.40E+008
1.20E+008
1.00E+008
8.00E+007
6.00E+007
4.00E+007
2.00E+007
0.00E+000
0.06
0.07
0.08
0.09
0.10
0.11
1.5 PSI에서의 충실율(%)

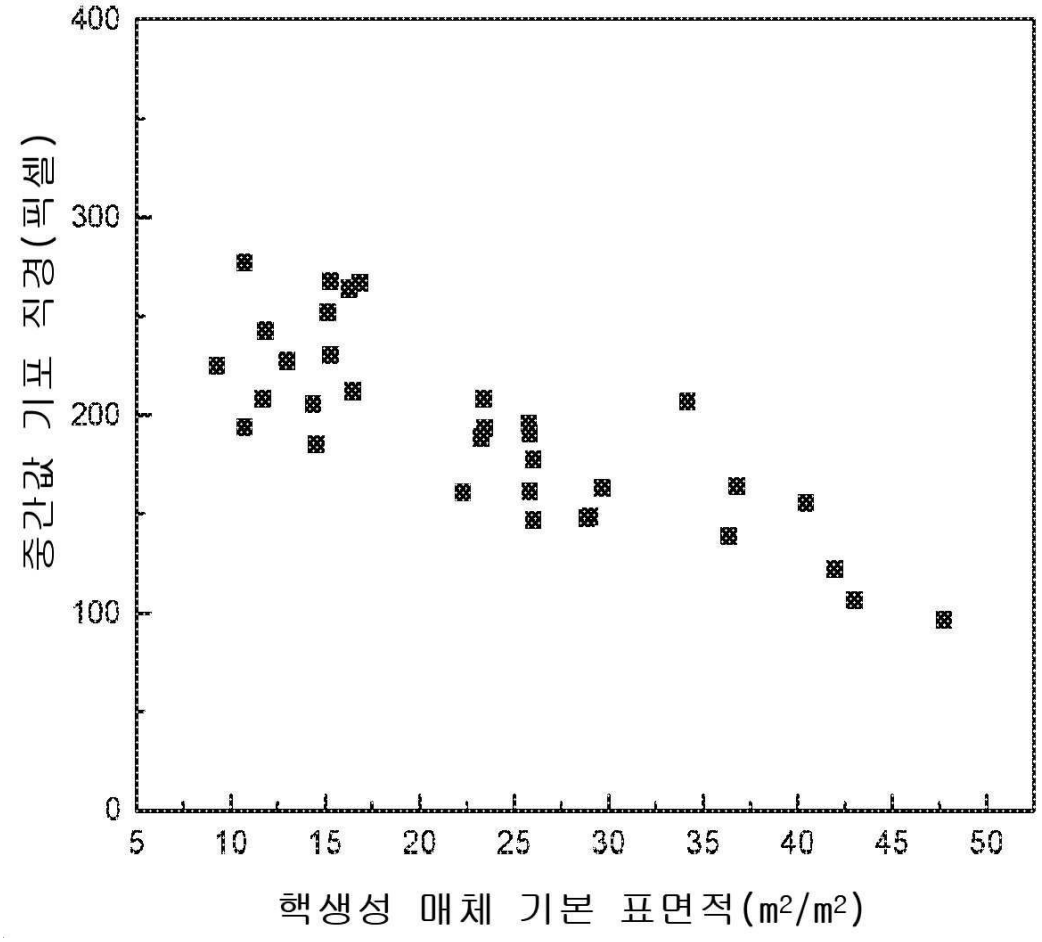
도면7d


프레임 별 중간값 공기 부피(픽셀3)
1.40E+008
1.20E+008
1.00E+008
8.00E+007
6.00E+007
4.00E+007
2.00E+007
0.00E+000
0.2
0.4
0.6
매체 두께(mm)

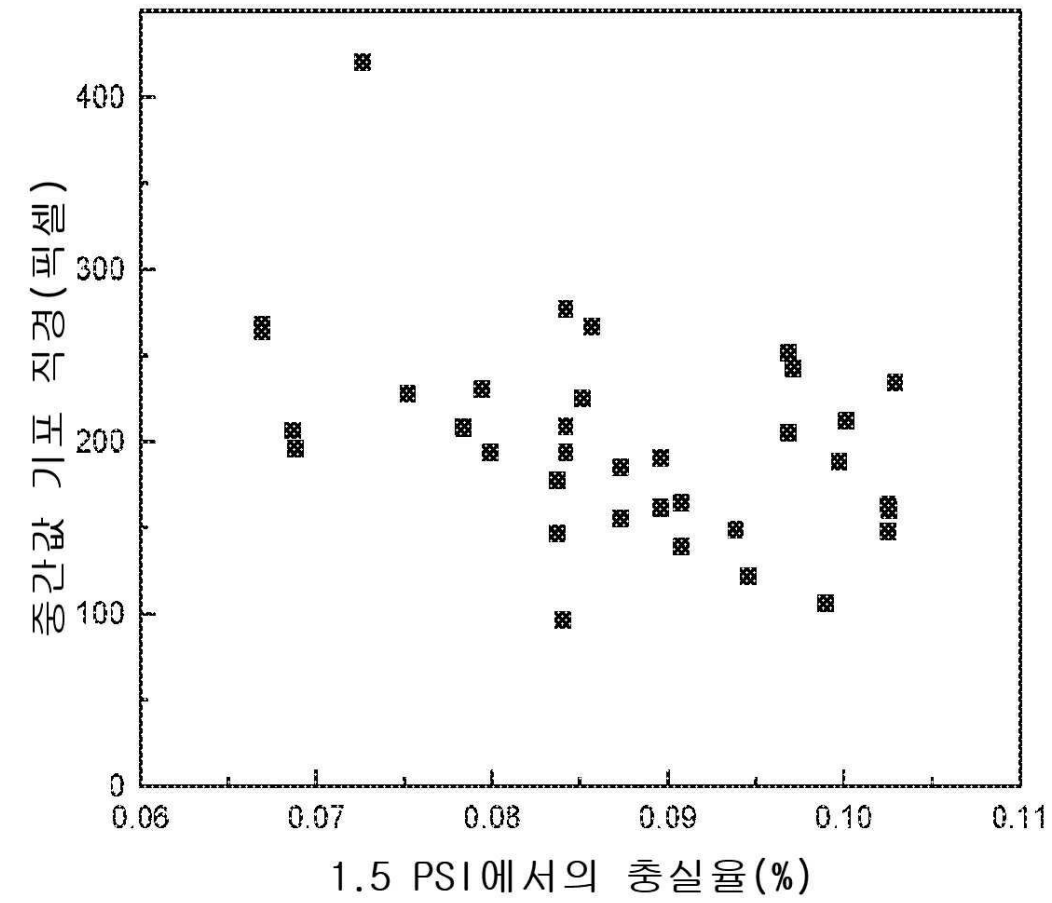
도면8a



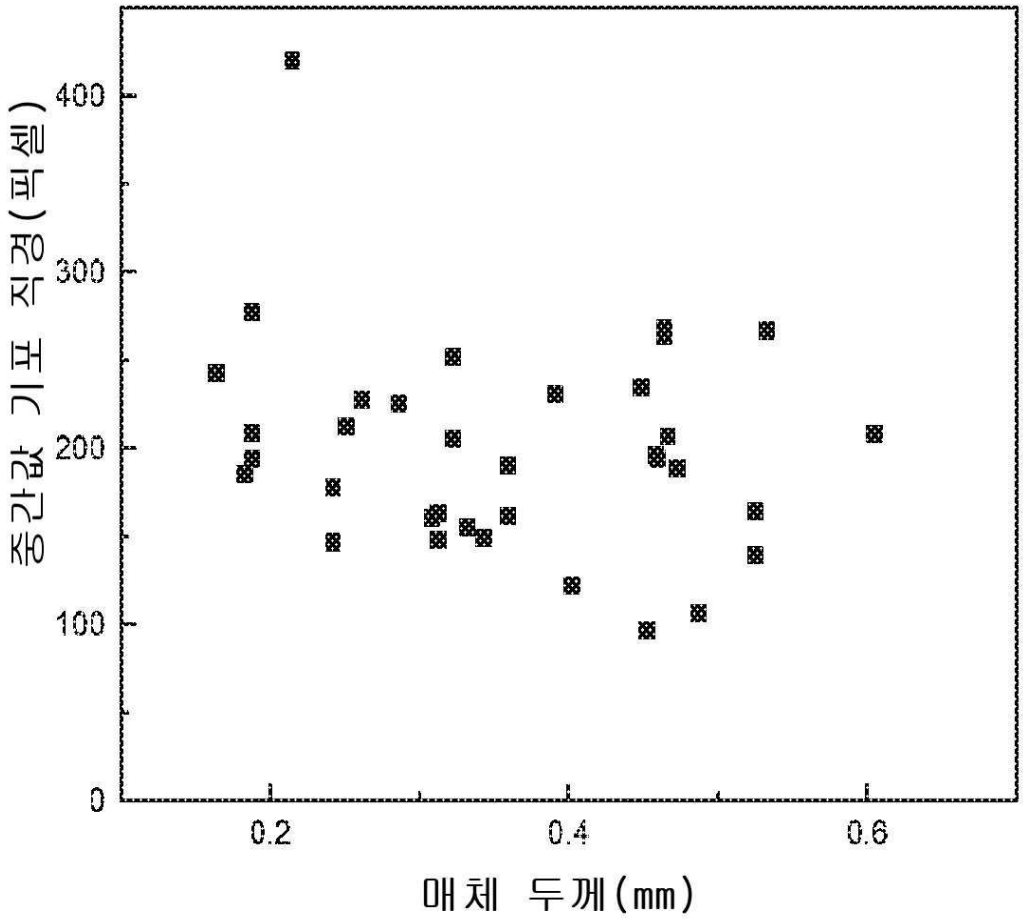
도면8b


400
300
200
100
0
중간값 기포 직경(픽셀)
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
핵생성 매체 기본 표면적(m²/m²)

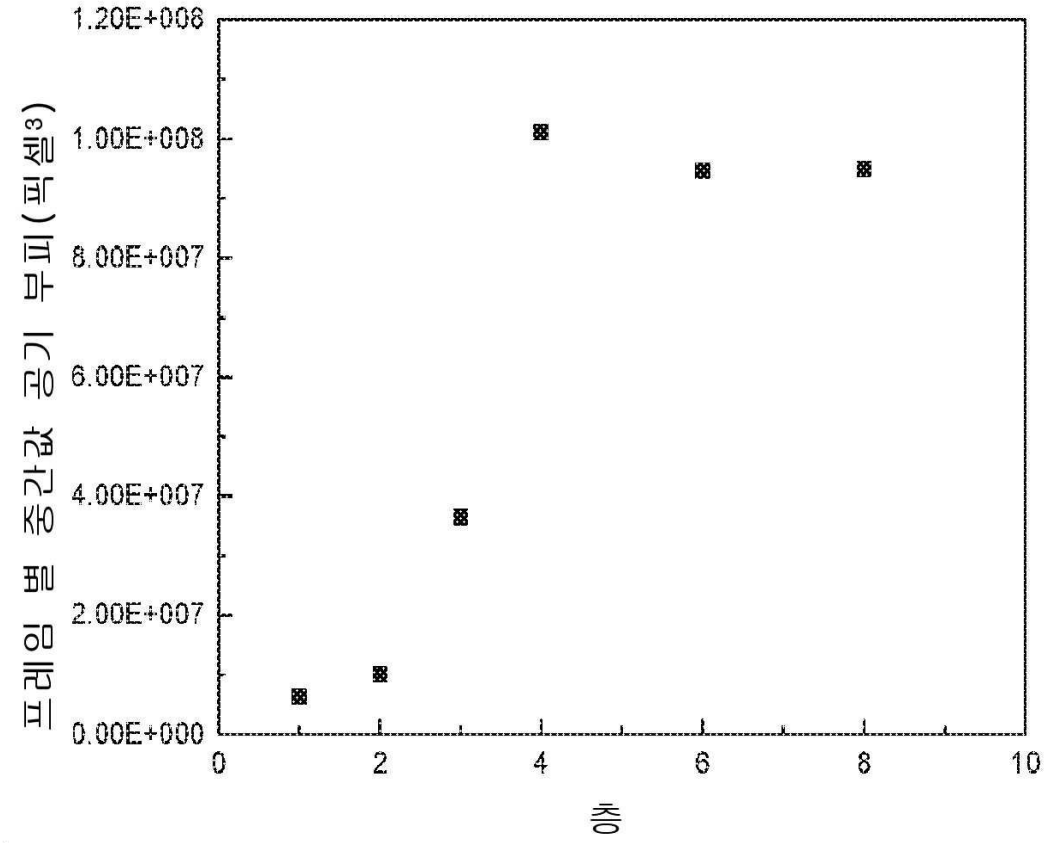
도면8c


중간값 기포 직경(픽셀)
400
300
200
100
0
0.06
0.07
0.08
0.09
0.10
0.11
1.5 PSI에서의 충실율(%)

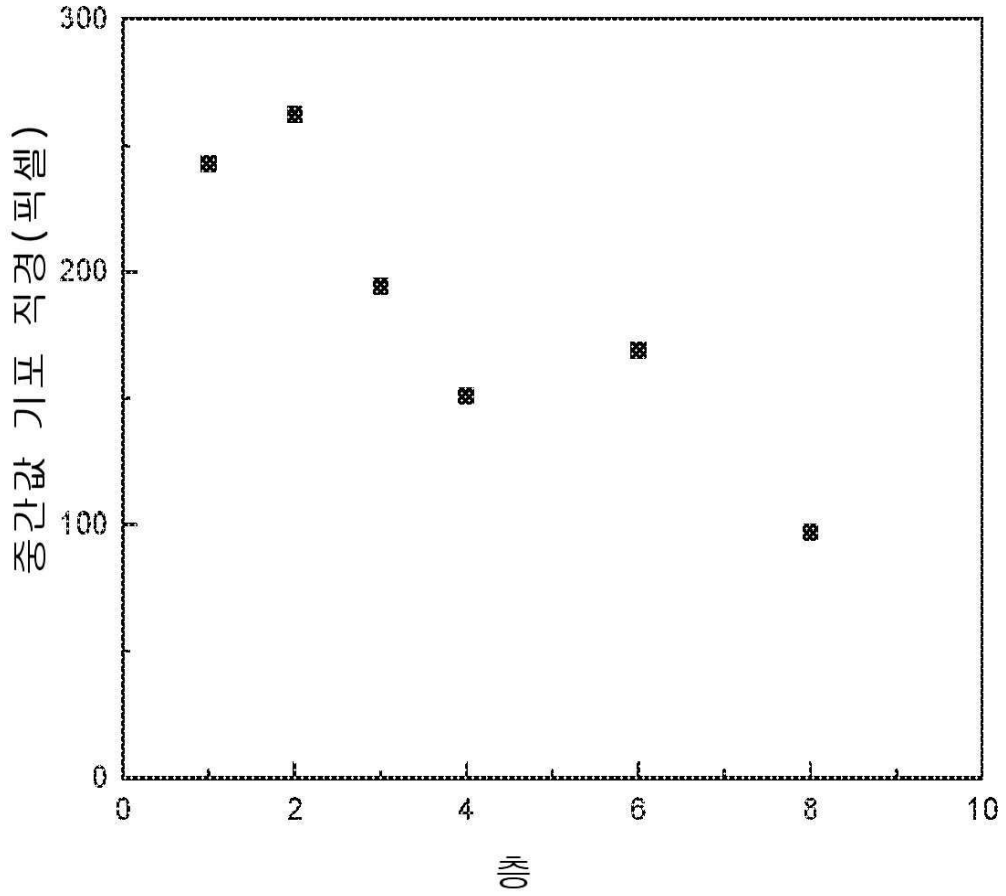
도면8d



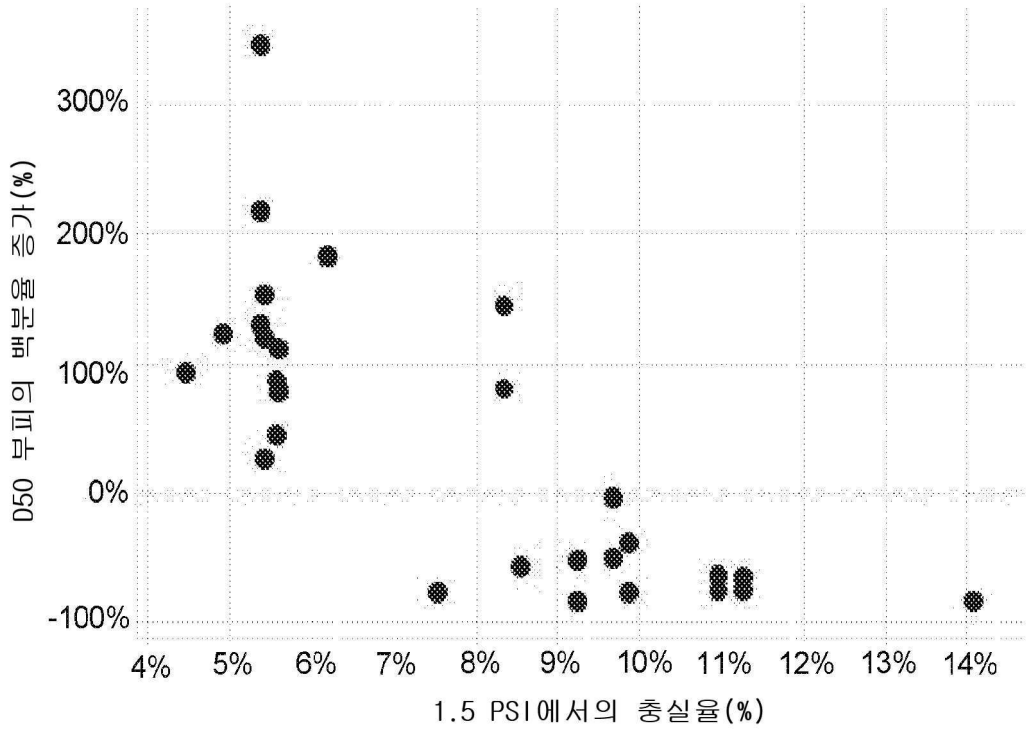
도면9a


1.20E+008
1.00E+008
8.00E+007
6.00E+007
4.00E+007
2.00E+007
0.00E+000
프레임 별 중간값 공기 부피(픽셀3)
0
2
4
6
8
10
층

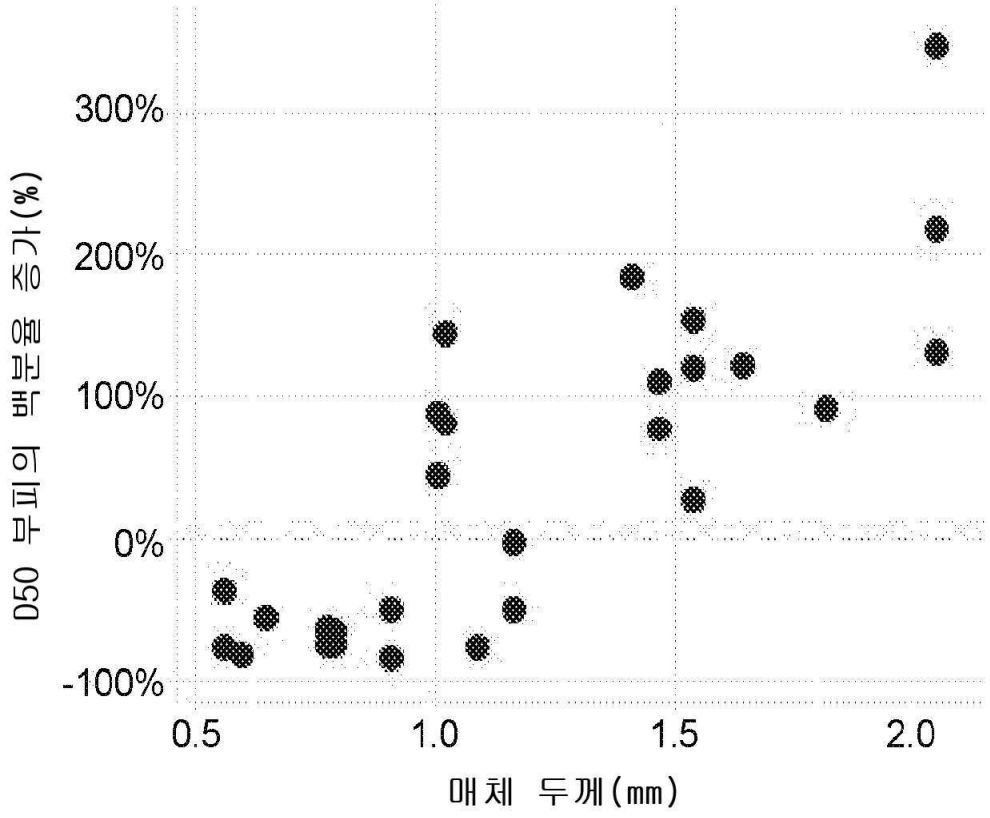
도면9b


300
200
100
0
중간값 기포 직경(픽셀)
0
2
4
6
8
10
층

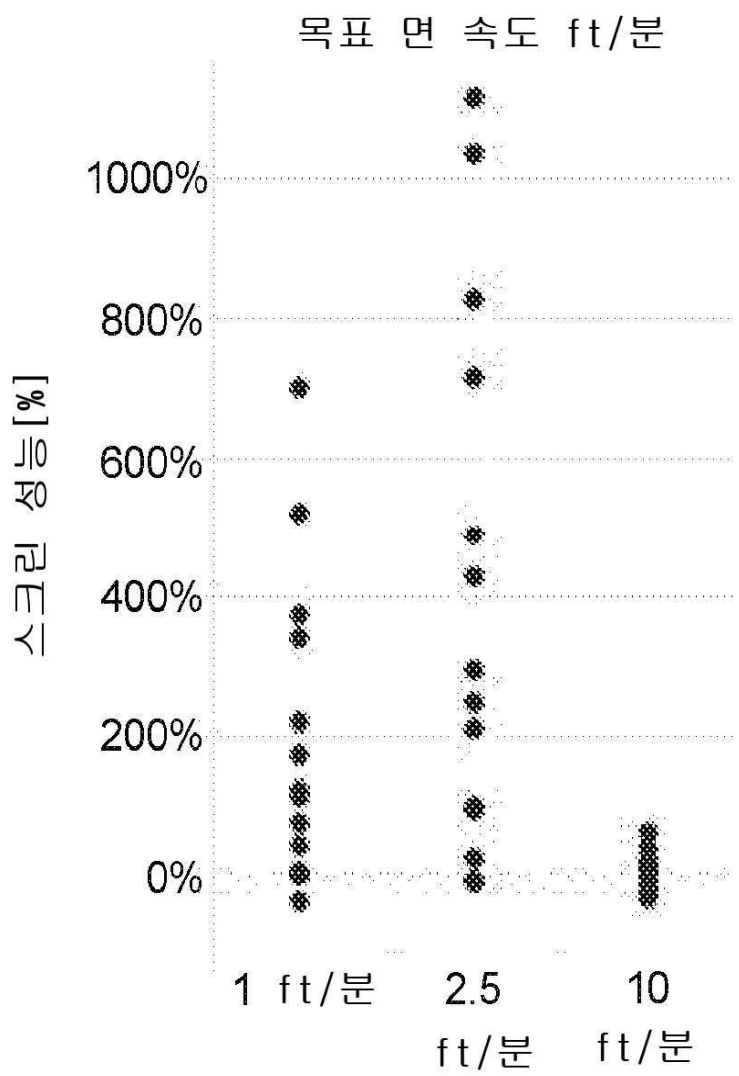
도면10a


300%
200%
100%
0%
-100%
D50 부피의 백분율 증가(%)
4%
5%
6%
7%
8%
9%
10%
11%
12%
13%
14%
1.5 PSI에서의 충실율(%)

도면10b



도면11a



도면11b

