



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0107340  
(43) 공개일자 2016년09월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C02F 1/28* (2006.01) *B01D 17/02* (2006.01)  
*B01D 17/04* (2006.01) *C02F 101/32* (2006.01)  
*C02F 103/36* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*C02F 1/288* (2013.01)  
*B01D 17/0202* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7023061
- (22) 출원일자(국제) 2015년01월22일  
 심사청구일자 2016년08월24일
- (85) 번역문제출일자 2016년08월23일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/012354
- (87) 국제공개번호 WO 2015/112664  
 국제공개일자 2015년07월30일
- (30) 우선권주장  
 61/930,495 2014년01월23일 미국(US)

- (71) 출원인  
 지멘스 에너지, 인코포레이티드  
 미국 플로리다주 올랜도 알라파야 트레일 4400 (우: 32826-2399)
- (72) 발명자  
 웰츠, 차드, 엘.  
 미국 54455 위스콘신 크로넨웨터 마이크 레인  
 1862  
 로제, 에릭, 애이.  
 미국 54455 위스콘신 크로넨웨터 하이랜드 드라이  
 브 2102  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
 특허법인 남앤드남

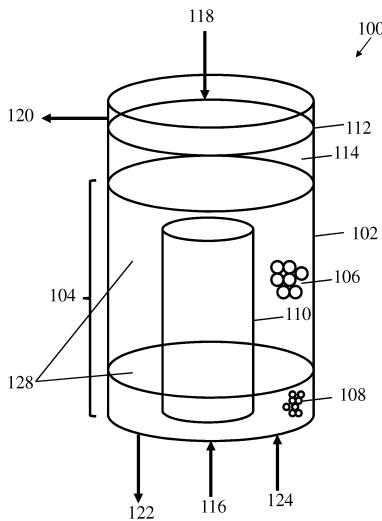
전체 청구항 수 : 총 27 항

(54) 발명의 명칭 다중 매체 충화식 여과

### (57) 요 약

다양한 양태들 및 실시예들에 따르면, 탄화수소들, 부유 물질들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 시스템 및 방법이 제공된다. 시스템들 및 방법들은, 중합체 및 셀룰로오스계 재료의 혼합물을 포함하는 복합재 매체중 적어도 하나의 층을 포함하는 충화된 다중 매체 베드를 활용할 수 있다. 소정의 양태들에 따르면, 충화된 다중 매체 베드와 피드 스트림을 접촉시키는 것은 피드 스트림을 응집시키고 여과시키는 것을 포함한다. 적어도 하나의 양태에 따르면, 시스템들 및 방법들은 필터 매체의 층들을 역세정하기 위해서 활용될 수 있는 충화된 다중 매체 베드 내에 위치되는 드래프트 투브를 포함한다.

**대 표 도** - 도1



(52) CPC특허분류

*B01D 17/045* (2013.01)

*C02F 1/286* (2013.01)

*C02F 2101/32* (2013.01)

*C02F 2103/365* (2013.01)

*C02F 2209/03* (2013.01)

*C02F 2303/16* (2013.01)

(72) 발명자

워친스키, 세인, 피.

미국 54403 위스콘신 위소 스타크 스트리트 1106

페터슨, 매튜, 알.

미국 54440 위스콘신 해틀리 디어 패스 레인 715

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

탄화수소(hydrocarbon)들 및 수용성 액체(aqueous-based liquid)를 포함하는 피드 스트림(feed stream)을 처리하기 위한 시스템(system)으로서,

피드 스트림에 유체 연결가능한 피드 스트림 입구 및 처리된 스트림과 연통하는 처리된 스트림 출구를 포함하는 베슬(vessel); 상기 베슬 내에 위치되는 필터 매체(filter media)의 제 1 층; 상기 베슬 내에 위치되는 필터 매체의 제 2 층; 상기 베슬 내에 로케이팅되고(located) 상기 필터 매체의 제 1 층 및 상기 필터 매체의 제 2 층 내에 위치되는 드래프트 투브(draft tube); 상기 드래프트 투브와 연통하는 가스 입구(gas inlet); 상기 가스 입구에 연통하는 가스의 소스(source); 상기 필터 매체의 제 1 층 및 상기 필터 매체의 제 2 층의 적어도 하나 그리고 역세정 유체(backwash fluid)의 소스에 유체 연결가능한 역세정 유체 입구; 및 오염물 출구를 포함하는, 탄화수소(hydrocarbon)들 및 수용성 액체(aqueous-based liquid)를 포함하는 피드 스트림(feed stream)을 처리하기 위한 시스템.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층은 피드 스트림 입구와 처리된 스트림 출구 사이에서 베슬 내에 위치되는, 시스템.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 2 층은 상기 필터 매체의 제 1 층 아래에 위치되는, 시스템.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 1 층은 상기 필터 매체의 제 2 층의 비중의 값보다 작은 값을 갖는 비중을 갖는, 시스템.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 역세정 유체 입구는 상기 필터 매체의 제 2 층 아래에 위치되는, 시스템.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 오염물 출구는 피드 입구(feed inlet) 아래에 위치되는, 시스템.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 1 층은, 복수 개의 복합재 매체 펠렛(composite media pellet)들을 포함하며, 상기 복합재 매체의 각각의 펠렛은 셀룰로오스계 재료와 중합체의 혼합물을 포함하는, 시스템.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 각각의 복합재 매체 펠렛은 약 5 내지 약 30 메쉬 범위의 크기를 갖는, 시스템.

#### 청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 1 층 및 상기 필터 매체의 제 2 층은 복합재 매체 펠렛들을 포함하는, 시스템.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 2 층은 호두껍질(walnut shell)들을 포함하는, 시스템.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서, 상기 호두껍질들은 약 12 내지 약 16 메쉬 범위의 크기를 갖는, 시스템.

**청구항 12**

제 1 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 1 층의 볼륨은 상기 필터 매체의 제 2 층의 볼륨의 적어도 약 2배인, 시스템.

**청구항 13**

제 1 항에 있어서, 상기 가스 입구는 상기 드래프트 튜브 내에 위치되는, 시스템.

**청구항 14**

제 1 항에 있어서, 상기 처리된 스트림은 약 5 mg/L 미만의 탄화수소 농도를 갖는, 시스템.

**청구항 15**

탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법으로서, 상기 필터 매체의 제 1 층 및 상기 필터 매체의 제 2 층을 포함하는 베슬에 상기 피드 스트림을 도입하는 단계-상기 필터 매체의 제 1 층 및 상기 필터 매체의 제 2 층 중 적어도 하나는 복수 개의 복합재 매체 펠렛들을 포함하며, 상기 각각의 복합재 매체 펠렛은 셀룰로오스계 재료와 중합체의 혼합물을 포함함-; 및 상기 피드 스트림에서의 탄화수소들의 농도보다 낮은 탄화수소들의 농도를 갖는 처리된 스트림을 발생시키도록 상기 필터 매체의 제 1 층 및 상기 필터 매체의 제 2 층과 상기 피드 스트림을 접촉시키는 단계를 포함하는, 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 2 층은 상기 필터 매체의 제 1 층 아래에 위치되는, 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법.

**청구항 17**

제 16 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 1 층은 상기 필터 매체의 제 2 층의 비중의 값보다 작은 값을 갖는 비중을 갖는, 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법.

**청구항 18**

제 15 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 1 층 및 상기 필터 매체의 제 2 층과 상기 피드 스트림을 접촉시키는 단계는, 약 5 mg/L 미만의 탄화수소 농도를 갖는 처리된 스트림을 발생시키는, 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법.

**청구항 19**

제 15 항에 있어서, 상기 피드 스트림은 부유 물질(suspended solid)들을 더 포함하는, 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법.

**청구항 20**

제 19 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 1 층 및 상기 필터 매체의 제 2 층을 피드 스트림과 접촉시키는 단계는, 상기 피드 스트림의 부유 물질들의 농도보다 작은 부유 물질들의 농도를 갖는 처리된 스트림을 발생시키는, 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법.

**청구항 21**

제 19 항에 있어서, 상기 피드 스트림의 유동의 역류 방향으로 드래프트 튜브를 통해 가스를 통과시키는 단계-상기 드래프트 튜브는 상기 베슬 내에 로케이팅되고 상기 필터 매체의 제 1 층 및 상기 필터 매체의 제 2 층 내에 위치되어 상기 베슬의 측벽과 상기 드래프트 튜브의 측벽 사이에 위치되는 둘레 존(peripheral zone)을 형성함- 상기 피드 스트림의 유동의 역류 방향으로 둘레 존과 상기 필터 매체의 제 1 층 및 제 2 층을 통해 역세정

유체를 통과시키는 단계; 및 상기 베슬로부터 탄화수소들 및 부유 물질들중 적어도 일부를 제거하는 단계를 더 포함하는, 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법

#### 청구항 22

제 21 항에 있어서, 측정된 특징을 제공하기 위해서 상기 베슬의 적어도 하나의 특징을 측정하는 단계; 및 상기 측정된 특징에 기초하여 상기 가스 및 상기 역세정 유체중 적어도 하나를 통과시키는 단계를 더 포함하는, 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법.

#### 청구항 23

제 15 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 1 층은, 복수 개의 복합재 매체 펠렛들을 포함하고, 상기 필터 매체의 제 2 층은 호두껍질들을 포함하는, 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법.

#### 청구항 24

제 15 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 1 층 및 제 2 층들은, 복수 개의 복합재 매체 펠렛들을 포함하는, 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법

#### 청구항 25

제 15 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 1 층 및 상기 필터 매체의 제 2 층과 상기 피드 스트림을 접촉시키는 단계는 상기 피드 스트림을 응집하고 여과하는 단계를 포함하는, 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법.

#### 청구항 26

제 25 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 1 층과 상기 피드 스트림을 접촉시키는 단계는 상기 피드 스트림을 응집하는 단계를 포함하는, 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법.

#### 청구항 27

제 25 항에 있어서, 상기 필터 매체의 제 2 층과 상기 피드 스트림을 접촉시키는 단계는 상기 피드 스트림을 여과하는 단계를 포함하는, 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001]

관련 출원들에 대한 교차 참조

[0002]

본 출원은, 2014년 1월 23일자로 출원된 발명의 명칭이 "MULTI MEDIA STRATIFIED FILTRATION"인 공동체류중인 미국 가특허출원 제 61/930,495 호를 35 U.S.C. § 119(e) 하에서, 우선권 주장하며, 그 전체가 인용에 의해 본원에 포함된다.

[0003]

기술 분야

[0004]

양태들은, 일반적으로 액체들의 처리에 관한 것으로, 보다 자세하게는, 수용성 액체들로부터 탄화수소(hydrocarbon)들 및 부유 물질(suspended solid)들을 제거하기 위한 방법에 관한 것이다.

### 발명의 내용

[0005]

하나 또는 그 초과의 실시예들에 따르면, 탄화수소(hydrocarbon)들 및 수용성 액체(aqueous-based liquid)들을 포함하는 피드 스트림(feed stream)을 처리하기 위한 시스템(system)이 제공된다. 피드 스트림에 유체 연결 가능한 피드 스트림 입구 및 처리된 스트림과 연통하는 처리된 스트림 출구를 포함하는 베슬(vessel); 베슬 내에 위치되는 필터 매체(filter media)의 제 1 층; 베슬 내에 위치되는 필터 매체의 제 2 층; 베슬 내에 로케이팅되고(located) 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층 내에 위치되는 드래프트튜브(draft tube); 드래프트튜브와 연통하는 가스 입구(gas inlet); 가스 입구에 연통하는 가스의 소스(source); 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층중 적어도 하나 그리고 역세정 유체(backwash fluid)의 소스(source)에 유체 연결 가능한 역

세정 유체 입구; 및 오염물 출구를 포함한다.

[0006]에 따르면, 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층은 피드 스트림 입구와 처리된 스트림 출구 사이에서 베슬 내에 위치된다. 추가의 실시예에 따르면, 필터 매체의 제 2 층은 필터 매체의 제 1 층 아래에 위치된다. 적어도 하나의 실시예에 따르면, 필터 매체의 제 1 층은 필터 매체의 제 2 층의 비중(specific gravity)의 값보다 작은 값의 비중을 갖는다.

[0007]소정의 실시예들에 따르면, 역세정 유체 입구(backwash fluid inlet)가 필터 매체의 제 2 층 아래에 위치된다. 예 따르면, 오염물 출구는 피드 입구 아래에 위치된다.

[0008]에 따르면, 필터 매체의 제 1 층은 복수 개의 복합재 매체 펠렛(composite media pellet)들을 포함하며, 복합재 매체의 각각의 펠렛은 셀룰로오스계(cellulose-based) 재료와 중합체의 혼합물을 포함한다. 추가의 실시예에 따르면, 각각의 복합재 매체 펠렛은 약 5 내지 약 30 메쉬(mesh) 범위의 크기를 갖는다.

[0009]다른 실시예에 따르면, 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층은 복합재 매체 펠렛들을 포함한다.

[0010]다른 실시예에 따르면, 필터 매체의 제 2 층은 호두껍질(walnut shell)들을 포함한다. 추가의 실시예에 따르면, 호두껍질들은 약 12 내지 약 16 메쉬 범위의 크기를 갖는다.

[0011]소정의 실시예들에 따르면, 필터 매체의 제 1 층의 볼륨(volume)은 필터 매체의 제 2 층의 볼륨의 적어도 약 2 배이다.

[0012]에 따르면, 가스 입구는 드래프트 튜브 내에 위치된다.

[0013]에 따르면, 처리된 스트림은 약 5 mg/L 미만의 탄화수소 농도를 갖는다.

[0014]하나 또는 그 초과의 실시예들에 따르면, 탄화수소들 및 수용성 액체들을 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 방법이 제공된다. 이 방법은 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층을 포함하는 베슬에 피드 스트림을 도입하는 단계—필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층 중 적어도 하나는 복수 개의 복합재 매체 펠렛들을 포함하며, 각각의 복합재 매체 펠렛은 셀룰로오스계 재료와 중합체의 혼합물을 포함함—; 및 피드 스트림에서의 탄화수소들의 농도보다 낮은 탄화수소들의 농도를 갖는 처리된 스트림을 발생시키도록 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층과 피드 스트림을 접촉시키는 단계를 포함한다.

[0015]에 따르면, 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층과 피드 스트림을 접촉시키는 단계는, 약 5 mg/L 미만의 탄화수소 농도를 갖는 처리된 스트림을 발생시킨다.

[0016]에 따르면, 피드 스트림은 부유 물질들을 더 포함한다. 다른 실시예들에 따르면, 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층을 피드 스트림과 접촉시키는 단계는, 피드 스트림의 부유 물질들의 농도보다 낮은 부유 물질들의 농도를 갖는 처리된 스트림을 발생시킨다.

[0017]다양한 실시예들에 따르면, 이 방법은, 피드 스트림의 유동의 역류 방향으로 드래프트 튜브를 통해 가스를 통과시키는 단계—드래프트 튜브는 베슬 내에 로케이팅(located)되고 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층 내에 위치되어 베슬의 측벽과 드래프트 튜브의 측벽 사이에 위치되는 둘레 존(peripheral zone)을 형성함—; 피드 스트림의 유동의 역류 방향으로 둘레 존과 필터 매체의 제 1 층 및 제 2 층을 통해 역세정 유체를 통과시키는 단계; 및 베슬로부터 탄화수소들 및 부유 물질들 중 적어도 일부를 제거하는 단계를 더 포함한다. 적어도 하나의 실시예에 따르면, 이 방법은 측정된 특징을 제공하기 위해서 베슬의 적어도 하나의 특징을 측정하는 단계; 및 측정된 특징에 기초하여 가스 및 역세정 유체 중 적어도 하나를 통과시키는 단계를 더 포함한다.

[0018]적어도 하나의 실시예에 따르면, 필터 매체의 제 1 층은, 복수 개의 복합재 매체 펠렛들을 포함하고, 필터 매체의 제 2 층은 호두껍질들을 포함한다.

[0019]다른 실시예에 따르면, 필터 매체의 제 1 층 및 제 2 층은, 복수 개의 복합재 매체 펠렛들을 포함한다.

[0020]적어도 하나의 실시예에 따르면, 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층과 피드 스트림을 접촉시키는 단계는 피드 스트림을 응집하고 여과하는 단계를 포함한다. 또 다른 실시예에 따르면, 필터 매체의 제 1 층과 피드 스트림을 접촉시키는 단계는 피드 스트림을 응집하는 단계를 포함한다. 또 다른 실시예에 따르면, 필터 매체의 제 2 층과 피드 스트림을 접촉시키는 단계는 피드 스트림을 여과하는 단계를 포함한다.

[0021]이들 예시적 양태들 및 실시예들의 또 다른 양태들, 실시예들 및 이점들은 하기에서 상세히 논의된다. 게다가, 전술된 정보 및 이하의 상세한 설명 양자 모두는 단지 다양한 양태들 및 실시예들의 예시적 예들이며, 청구된

양태들 및 실시예들의 특징 및 특성을 이해하기 위한 프레임워크(framework) 또는 개요(overview)를 제공하도록 의도된다. 본원에 개시된 실시예들은 다른 실시예들과 조합될 수 있으며, "실시예", "예", "", "일부 예들", "대안의 실시예", "다양한 실시예들", "일 실시예", "적어도 하나의 실시예", "본 실시예 및 다른 실시예" 등에 대한 지칭들은, 반드시 상호 배타적인 것은 아니며, 설명된 특정 피쳐(feature), 구조 또는 특성이 적어도 하나의 실시예에 포함될 수 있음을 나타내도록 의도된다. 본원에서의 이러한 용어들의 출현은 반드시 동일한 실시예 모두를 지칭하는 것은 아니다.

[0022] 적어도 하나의 실시예의 다양한 양태들이 첨부 도면들(이는 축척대로 도시되도록 의도되지 않음)을 참조하여 하기에서 논의된다. 도면들은, 다양한 양태들 및 실시예들의 추가 이해 및 예시를 제공하기 위해 포함되며, 본 명세서에 포함되고 본 명세서의 일부를 구성하지만, 임의의 특정 실시예의 제한들의 정의로서 의도되지 않는다. 명세서의 나머지 부분들과 함께 도면들은, 설명되고 청구된 양태들 및 실시예들의 원리들 및 작동들을 설명하도록 기능한다. 도면들에서, 다양한 도면들에서 예시된 각각의 동일하거나 거의 동일한 컴포넌트(component)는 유사한 부호에 의해 나타낸다. 명확성의 목적들을 위해서, 각각의 모든 컴포넌트가 각각의 모든 도면에서 라벨링되지(labeled) 않을 수도 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 개시의 하나 또는 그 초과의 양태들에 따른 탄화수소 및 물 분리 장치의 측면도이다.

도 2는 개시의 하나 또는 그 초과의 양태들에 따른 다른 탄화수소 및 물 분리 장치의 측면도이다.

도 3a 및 도 3b는, 개시의 하나 또는 그 초과의 양태들에 따른 오일(oil) 및 물 분리 장치들의 측면도들이다.

도 4는 개시의 하나 또는 그 초과의 양태들에 따른 다른 오일 및 물 분리 장치의 측면도이다.

도 5는 개시의 하나 또는 그 초과의 양태들에 따른 방법을 예시하는 프로세스 흐름 선도(process flow diagram)이다.

도 6은 개시의 하나 또는 그 초과의 양태들에 따른 다중 매체 시험으로부터의 결과들을 예시하는 그래프(graph)이다.

도 7은 개시의 하나 또는 그 초과의 양태들에 따른 다중 매체 시험으로부터의 결과들을 예시하는 그래프이다.

도 8a 및 도 8b는 개시의 하나 또는 그 초과의 양태들에 따른 다중 매체 시험으로부터의 결과들을 예시하는 그래프들이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 개시의 양태들은, 충화 필터 다중 매체 베드(stratified filter multi-media bed)를 활용하는 폐수 처리 시스템(wastewater treatment system)들에 관한 것이다. 본원에서 사용되는 바와 같이 "폐수"는 오일 및/또는 부유 물질(suspended solid)들과 같은 오염물들을 갖는 산업 및 도시 소스들로부터의 폐수의 스트림(stream), 지하수(ground water), 및 지표수(surface water)와 같이 처리될 임의의 폐수를 규정한다. 폐수를 처리하기 위해서 본원에서 개시된 프로세스들은, 응집(coalescing), 분리 및 여과 기술들을 포함한다. 예컨대, 수성 액체(aqueous liquid)들은 여과, 응집, 및 분리 프로세스들 중 하나 또는 그 초과의 프로세스에 의해 처리될 수 있는 부유 물질들 또는 액체들을 포함할 수 있다. 이를 프로세스들 중 하나 또는 그 초과의 프로세스는, 필터 매체(filter media)와 액체를 접촉시키는 것을 포함할 수 있다. 소정의 예들에서, 필터 매체와 액체를 접촉시키는 것은, 필터 매체의 하나 또는 그 초과의 유형들로 패킹된(packed) 충화된 다중 매체 베드를 통해 액체를 통과시킴으로써 발생할 수 있다. 충화된 다중 매체 베드는 높은 오일 용량(high oil capacity)을 제공할 수 있고, 배출물(effluent) 품질을 개선시킨다. 게다가, 필터 매체는, 베슬(vessel)로부터 매체를 제거할 필요 없이 역세정(backwash)되는 것이 가능할 수 있다.

[0025] 적어도 하나의 실시예에 따라, 베슬을 포함하는 필터 매체 장치가 제공되며, 이 베슬은 베슬 내에 위치된 매체의 제 1 층 및 매체의 제 2 층을 포함하는 충화된 다중 매체 베드를 포함한다. 예 따르면, 필터 매체의 제 2 층은 매체의 제 1 층 아래에 위치될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 매체의 제 1 층은 하기에서 추가로 논의되는 바와 같이 복합재 매체를 포함할 수 있고, 매체의 제 2 층은 또한 하기에 논의되는 호두껍질(walnut shell)들을 포함할 수 있다. 복합재 매체는, 단독의(alone) 호두껍질들 보다 약 3 배 내지 약 5 배 많은 오일을 수집

할 수 있는 입자들 또는 펠렛(pellet)들을 포함할 수 있지만, 입자들 또는 펠렛들의 크기로 인해서, 일부 부유 물질들, 이를테면 작은 부유 물질들이 새어나오는 것을 또한 허용할 수 있다. 호두껍질들은 오일을 흡수하고 부유 물질들을 여과시키기 위한 여과 매체로서 사용될 수 있다. 따라서, 호두껍질들은 복합재 매체에 의해서 포획되(captured) 않은 부유 물질들의 적어도 일부를 여과하도록 복합재 매체와 함께 사용될 수 있다. 게다가, 충화된 다중 매체 베드는, 단지 단일 유형의 필터 매체를 포함하는 필터 매체 베드들보다 피드 스트림(feed stream)으로부터 탄화수소들 및 부유 물질들을 제거하는데 더 효과적일 수 있다.

[0026] 본 발명에 따라 본원에서 개시된 양태들은, 첨부 도면들에서 예시되거나 하기 설명에서 제시된 컴포넌트들의 배열체 및 구성의 상세들로 이들의 적용이 제한되지 않는다. 이들 양태들은, 다른 실시예들을 취하고 그리고 실시하거나 다양한 방식들로 실행되는 것이 가능하다. 특정 구현들의 예들은, 단지 예시적 목적들로 본원에 제공되며 제한되는 것으로 의도되지는 않는다. 특히, 임의의 하나 또는 그 초과의 실시예들에 관련되어 논의되는 피처(feature)들, 엘리먼트(element)들, 컴포넌트(component)들 및 동작(act)들은, 임의의 다른 실시예들에서 유사한 역할로부터 배제되는 것으로 의도되지는 않는다.

[0027] 또한, 본원에 사용된 어법(phraseology) 및 기술용어(terminology)는 설명을 위한 것이지 제한으로서 고려되어서는 안된다. 단수형으로 본원에서 지칭되는 방법들 및 시스템들의 동작들, 엘리먼트들, 컴포넌트들, 실시예들 또는 예들의 임의의 참조들은, 또한, 복수형을 포함하는 실시예들을 포함할 수 있고, 본원에서의 임의의 동작, 엘리먼트, 컴포넌트 또는 실시예에서의 임의의 복수형 참조들은, 또한 단지 단수형을 포함하는 실시예들을 포함할 수 있다. 단수 또는 복수 형태의 참조들은, 현재 개시된 시스템들 또는 방법들, 이들의 컴포넌트들, 동작들 또는 엘리먼트들을 제한하도록 의도되지는 않는다. 본원에서 "구비하는", "포함하는", "가지는", "함유하는", "수반하는" 및 이들의 변형들의 사용은 이하 리스트되는(listed) 아이템(item)들과 이의 상응물 뿐만 아니라 추가 아이템들을 포함하는 것을 의미한다. "또는"에 대한 지칭들은, "또는"을 사용하여 설명되는 임의의 용어들이 설명된 용어들 중 하나, 하나 초과 그리고 모두 중 어느 하나를 나타낼 수 있도록 포함하는 것으로서 이해될 수 있다. 게다가, 인용에 의해 본원에 포함된 문헌들과 본 문헌 사이에서의 용어들의 불일치하는 어법들의 경우에, 포함된 인용에서의 용어 사용은, 본 문헌의 용어 사용에 대한 보충이 되며; 양립할 수 없는 불일치들에 대해서는, 본 문헌에서의 용어 사용은 제어된다. 게다가, 타이틀(title)들 또는 서브타이틀(subtitle)들은 독자(reader)의 편의를 위해서 명세서에서 사용될 수 있으며, 이는 본 발명의 범주에 영향을 미치지 않아야 한다.

[0028] 필터 매체(또한 단순히 "매체"로서 지칭됨)는 여과, 응집, 분리, 매체에 포함되는 베슬에서의 액체의 체류 시간 증가, 및 흡착제(adsorbant) 또는 흡수제(absorbent)로서의 기능을 포함하는, 다양한 적용들 및 피처(processing) 기술들에 대해 유용할 수 있다. 예컨대, 필터 매체는 가스들로부터의 액체들, 다른 액체들로부터 액체들을 분리하기 위해 그리고 유체 스트림으로부터의 입자상 물질(particulate matter), 콜로이달(colloidal) 및 부유 물질들을 분리하기 위해 사용될 수 있다. 게다가, 필터 매체는 액체 내의 하나 또는 그 초과의 컴포넌트들의 더 작은 액적(droplet)들을 더 큰 액적들로 응집하는데 사용될 수 있다. 예컨대, 매체 필터들은 하나 또는 그 초과의 용액들로부터 부유 물질들 및 프리 오일(free oil)의 제거를 위해 사용될 수 있다.

[0029] 매체 필터들은 정유 공장(oil refinery)들 및 유전(oil well)들, 석유화학 플랜트(petrochemical plant)들, 화학 플랜트들, 천연 가스 프로세싱(processing) 플랜트들, 그리고 오일 및 물 분리의 목적을 위한 다른 산업 프로세스들에서 사용될 수 있다. 이러한 산업 프로세스들에서의 분리 기술들은, 1 차, 2 차 및 3 차 단계들로 카테고리화(categorized)될 수 있다. 1 차 분리 기술들은, 오일 농도들을 약 500 내지 약 200 ppm으로 감소시킬 수 있다. 2 차 분리 기술들은 오일 농도들을 약 100 내지 약 20 ppm으로 감소시킬 수 있다. 3 차 분리 기술들은 약 20 ppm 내지 약 100 ppm 미만 범위인 시작 레벨(level)들로부터 약 10 ppm 미만인 레벨들로 프리 오일을 제거하는 것이 가능할 수 있다. 분리 기술들의 비제한적인 예들은, API 분리기(separator)들, 및 중력식 침전장치(gravity clarifier)들, 응집 및 부상(flotation) 디바이스(device)들, API 부상 디바이스들, 가압 공기부상(DAF; dissolved air flotation) 디바이스들, 가압 가스 부상(DGF; dissolved gas flotation) 디바이스들, 컴팩트 부상(compact flotation) 디바이스들, 하이드로사이클론(hydrocyclone)들 및 매체 베드 필터들을 포함한다. 폐수 방출에 대한 규제 요건(regulatory requirement)들을 따르기 위해서 오일 플랫폼(oil platform)들을 (또한, "오프 쇼어(off shore)로 지칭됨)에서 매체 필터들에 대한 현재 수요(current demand)가 존재한다. 장비의 중량 및 풋프린트(footprint)는, 어떤 장비가 오프 쇼어 오일 플랫폼들에서 사용될 것인지를 판정하는데 중요한 인자들이다. 따라서, 현재 이용가능한 매체 베드보다 물로부터 오일을 제거하는 것이 보다 효율적인 매체 베드는 장비의 크기 및 중량을 크게 감소시키는 것을 허용할 수 있다. 소정의 예들에서, 매체 베드는 1 차 및/또는 2 차 처리들로부터 하류에 위치될 수 있다. 다양한 양태들에 따르면, 1 차 분리 단계, 이를테면 하이

드로사이클론 또는 API 부상 디바이스로부터 물을 취하고 3 차 물 요건들을 충족하도록 이 물을 처리하는 것이 가능한 충화된 다중 매체 베드가 제공된다. 예컨대, 본원에 개시된 시스템들 및 방법들은 10 ppm 미만, 소정의 예들에서 5 ppm 미만이 되도록 배출물에서 탄화수소들의 농도를 감소시킬 수 있으며, 이는 2 차 및/또는 3 차 처리들 중 하나 또는 그 초과 처리를 제거한다. 이러한 능력은 자본 비용들을 낮추며, 프로세싱 작동 (processing operation)의 풋프린트를 감소시킨다.

[0030] 하나 또는 그 초과의 실시예들에 따라, 본원에 개시된 시스템들 및 방법들은, 피드 스트림(feed stream)을 처리하기 위한 시스템(system) 및 방법에 관한 것이다. 소정의 양태들에 따르면, 피드 스트림은 하나 또는 그 초과의 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 소정의 예들에서, 피드 스트림은 동일한 상(same phase), 예컨대, 하나 또는 그 초과의 액체들인 하나 또는 그 초과의 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 다른 예들에서, 피드 스트림은 상이한 상들, 예컨대, 하나 또는 그 초과의 가스 및 액체 조합들, 그리고 하나 또는 그 초과의 고체 및 액체 조합들인 하나 또는 그 초과의 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 소정의 적용들에서, 피드 스트림은 하나 또는 그 초과의 부유 물질들, 콜로이드(colloid) 및 입자상 물질을 포함할 수 있다. 다양한 양태들에 따르면, 피드 스트림은 수용성 액체(aqueous-based liquid)를 포함할 수 있다. 소정의 양태들에서, 피드 스트림은 탄화수소들로서 본원에서 또한 지칭되는 탄화수소 액체(들) 및 수용성 액체를 포함할 수 있다. 피드 스트림은 부유 물질들을 더 포함할 수 있다. 소정의 양태들에서, 시스템은 산업 소스들로부터 하나 또는 그 초과의 피드 스트림들을 수용 할 수 있다. 예컨대, 피드 스트림은 정유 공장(oil refinery)들 및 유전(oil well)들, 석유화학 플랜트(petrochemical plant)들, 화학 플랜트들, 천연 가스 프로세싱 플랜트들, 및 다른 산업 프로세스들로부터 유래 할 수 있다.

[0031] 소정의 실시예들에서, 시스템은 탄화수소들 및 수용성 액체를 포함하는 하나 또는 그 초과의 피드 스트림들을 수용할 수 있다. 추가의 실시예에 따르면, 피드 스트림은 또한 부유 물질들을 포함할 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "탄화수소"는 수소에 결합되는 탄소를 포함하는 분자 구조(molecular structure)들을 갖는 유기 재료를 지칭한다. 탄화수소들은, 또한, 다른 원소(element)들, 이를테면, 할로겐(halogens), 금속성 원소들, 질소, 산소 및 황 중 적어도 하나를 포함할 수 있지만, 이것으로 제한되는 것은 아니다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "탄화수소 액체" 또는 단순히 "탄화수소들"은 액상 탄화수소 유체 또는 액상 탄화수소 유체들의 혼합물을 지칭한다. 탄화수소 액체는, 추가의 물질들, 예컨대, 고체 입자(solid particles)를 포함할 수 있다. 탄화수소 액체들의 비제한적 예들은, 예컨대, 원유(crude oil), 천연 가스(natural gas), 셰일 오일(shale oil), 열분해유(pyrolysis oil) 및 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "수용성 액체(aqueous-based liquid)" 및 "수성 스트림(aqueous stream)"은 물을 포함하는 액체들을 지칭한다. 액체는, 부유 물질들을 포함하는 고체들, 액체들, 가스들 또는 이들의 임의의 조합일 수 있는 추가 물질들을 포함할 수 있다. 본원에 설명된 방법들 및 시스템들은, 탄화수소들, 부유 물질들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 지칭할 수 있지만, 이것으로 제한되어서는 안된다. 예컨대, 본원에서 설명된 방법들 및 시스템들에 따른 액체들의 하나 또는 그 초과의 다른 유형들을 처리하는 것이 가능할 수 있다.

[0032] 소정의 실시예들에서, 피드 스트림은 베슬에 도입될 수 있다. 예컨대, 피드 스트림은 베슬의 입구(또한, 피드 스트림 입구로서 본원에서 지칭됨)에 도입될 수 있으며, 이는 베슬의 상부, 베슬의 저부 또는 본원에서 설명되는 방법들 및 시스템들을 성취하는데 적합한 그들 사이의 어디에든 위치될 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "베슬"은 가스, 액체 및 고체 컴포넌트들 및 이들의 혼합물들을 포함하는 하나 또는 그 초과의 프로세스 컴포넌트들을 한정하는데 적절한 임의의 구조를 광범위하게 의미한다. 베슬은, 환경에 개방될 수 있거나 압력 상태에서 작동하도록 폐쇄될 수 있다. 소정의 적용들에서, 베슬은 컴포넌트들에 대한 혼기성(anaerobic) 또는 호기성(aerobic) 환경을 제공하도록 구성될 수 있다. 베슬은, 역세정(backwash)이 개시되기 이전의 소망하는 작동 주기 및 소망하는 처리량 중 적어도 하나를 제공하도록 처리될 피드의 볼륨 및 소망하는 적용에 따라 크기가 정해지고 성형될 수 있다. 베슬은, 또한, 여과액 출구(filtrate outlet)를 포함할 수 있고, 여기서 배출물(본원에서 처리된 스트림으로서 달리 지칭됨)이 베슬을 나갈 수 있다.

[0033] 베슬은 특정 적용을 위해서 선택된 필터 매체의 유형 및 처리될 피드의 소망하는 볼륨에 기초하여 소망하는 깊이(depth)로 필터 매체의 하나 또는 그 초과의 유형들을 수용하도록 베드를 가질 수 있다. 이에 따라, 베슬은 본원에서 설명된 시스템들 및 방법들의 목적들에 적합한 매체의 임의의 베드 깊이를 가질 수 있다. 베슬은, 본원에서 설명된 방법들 및 시스템들의 목적들에 적합한 임의의 재료로 구성될 수 있다. 적합한 재료들의 비제한적인 예들은, 강(steel), 스테인리스 강(stainless steel), 유리섬유 보강 플라스틱(fiberglass reinforced plastic), 및 폴리염화비닐(PVC; polyvinyl chloride)을 포함한다. 하나 또는 그 초과의 실시예들은, 베슬의 소망하는 형상에 따라 하나 또는 그 초과의 측벽들을 갖는 베슬을 포함할 수 있다. 예컨대, 원통형 베슬은 하

나의 측벽을 가질 수 있지만, 정사각형 또는 직사각형 베슬은 4 개의 측벽들을 가질 수 있다. 소정의 실시예들에서, 베슬은 제 1 벽과 제 2 벽 사이에 위치되는 하나의 연속적인 측벽을 갖는 원통형 형상을 가질 수 있다. 소정의 다른 실시예들에서, 베슬은 폐쇄될 수 있으며, 하나 또는 그 초과의 측벽들이 제 1 벽과 제 2 벽 사이에서 연장한다.

[0034] 소정의 실시예들에 따르면, 베슬은 필터 매체의 하나 또는 그 초과의 유형들을 포함할 수 있다. 소정의 실시예들에서, 필터 매체는 필터 매체에 의해 퍼드 스트림을 처리하지 못하는 프로세스에 비해서 퍼드 스트림의 처리를 향상시킬 수 있는 복수 개의 입자들 또는 펠렛들을 포함할 수 있다. 예 따라, 베슬은 매체의 다중 층들을 포함할 수 있다. 예컨대, 베슬은 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층을 포함할 수 있다. 예서, 필터 매체의 제 2 층은 필터 매체의 제 1 층 아래에 위치된다. 본원에서 개시된 시스템들 및 방법들에 적합한 매체의 예들은 하기에서 추가로 논의된다. 적어도 하나의 실시예에 따르면, 필터 매체의 제 1 층은 필터 매체의 제 2 층의 비중(specific gravity)의 값보다 작은 값의 비중을 갖는다. 매체는, 불규칙한 형상의 입자들을 포함하는, 임의의 입자 크기 및 형상으로 구성될 수 있다. 임의의 필터 매체가 (1)적어도 하나의 탄화수소 액체를 응집하는 것, 그리고 (2) 탄화수소 액체, 부유 물질들, 및 수성 액체를 포함하는 적어도 하나의 스트림을 여과시키는 것 중 적어도 하나에 적합한 한, 그 임의의 필터 매체가 사용될 수 있다. 본원에 설명된 방법들 및 시스템들에 적합한 필터 매체들의 2 개의 예들은, 복합재 매체 및 호두껍질들일 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 매체는 역세정 가능하다. 소정의 실시예들에서, 매체는 유동화 가능하다. 다양한 양태들에 따르면, 매체는 탄화수소들, 부유 물질들 및 수용성 액체들 중 적어도 하나를 향해 흡수 및 흡착 특징들 중 적어도 하나를 나타낸다.

[0035] 필터 매체의 층들이 미리 선택된 깊이들로 베슬에 위치될 수 있고, 베슬의 전체 볼륨을 채울 수 있거나 베슬의 특정 부분에 포함될 수 있다. 예컨대, 소정의 예들에서, 하나 또는 그 초과의 벽들에 인접한 베슬의 볼륨의 일부에는 매체가 없을 수 있다. 필터 매체는 하나 또는 그 초과의 디바이더(divider)들, 이를테면, 스크린(screen)들 또는 천공된 플레이트(perforated plate)들에 의해 베슬 내에 포함될 수 있으며, 이는 하나 또는 그 초과의 액체들이 베슬에서 매체 전체를 통해 유동하는 것을 허용하면서, 베슬 내에서 소망하는 로케이션(location)에 필터 매체를 리테이닝(retain) 수 있다.

#### 복합재 매체

[0037] 예 따르면, 베슬은 매체, 예컨대, 복합재 매체인 필터 매체 중 적어도 하나의 층을 포함할 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "매체 복합재" 및 "복합재 매체"는 호환가능하게 사용될 수 있고, 2 개 또는 그 초과의 상이한 재료들의 조합을 지칭한다. 필터 매체의 복수 개의 입자들 또는 펠렛들에서 입자들 또는 펠렛들의 각각에서, 복합재 매체의 적합한 예시들은, 미국 출원 제 13/410,420호 및 제 14/305,724호에 개시되며, 이들 양자는 인용에 의해 본원에 포함된다. 적어도 하나의 실시예에서, 복합재 매체는 복수 개의 입자들 또는 펠렛들을 포함하고, 각각의 입자 또는 펠렛은 셀룰로오스계 재료(cellulose-based material)와 중합체의 혼합물을 포함한다. 예컨대, 복합재 매체는 셀룰로오스계 재료와 중합체의 이종 혼합물(heterogeneous mixture)을 포함할 수 있다. 이종 혼합물은 컴포넌트들이 혼합물 전체에서 균일하게 분배되지 않는 내용물들 또는 구성성분들을 포함할 수 있다. 본원에 사용되는 바와 같이, 용어 "이종 혼합물"은 2 개 또는 그 초과의 다른(dissimilar) 내용물들 또는 구성성분들의 복합재를 지칭한다. 일 예에 따르면, 복합재 매체는 셀룰로오스계 재료와 중합체의 균질 혼합물을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 복합재 매체는 2 개의 재료들이 서로 고정되지만 서로 혼합되지 않는 셀룰로오스계 재료 및 중합체를 포함할 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "균질 혼합물"은 복합재의 임의의 부분이 2 개 또는 그 초과의 화합물들의 동일한 비율을 나타내도록 혼합물 전체에서 균일한 비율로 또는 실질적으로 균일한 비율로 분배되는 2 개 또는 그 초과의 화합물들의 단일상 복합재인 복합재를 지칭한다.

[0038] 복합재 매체의 입자들은, 2 개 또는 그 초과의 컴포넌트들의 조합(이종 또는 균질)으로 인해서 약간 불균일하거나 얼룩덜룩한 모양(mottled appearance)을 가질 수 있다. 일부 예들에 따르면, 복합재 매체의 2 개 또는 그 초과의 상이한 재료들은, 2 개 또는 그 초과의 재료들이 서로 사이에 배치되도록 서로 매트릭스(matrix)를 형성한다. 예컨대, 복합재 매체의 입자들은 다공성(porous)일 수 있다. 복합재 매체의 제작 중 기공(pore)들이 형성되며, 2 개 또는 그 초과의 상이한 재료들의 원소들의 혼합물들과 동일한 컴포넌트의 원소들 사이에 존재할 수 있다. 적어도 하나의 실시예들에 따르면, 복합재 매체의 입자들은 다공성일 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, "기공률(porosity)"은 입자의 빈 공간(void space) 또는 공기 공간(air space)의 백분율을 지칭하며, 빈 공간 대 전체 표면적의 비율을 나타낸다.

[0039]

소정의 양태들에 따르면, 복합재 매체의 입자들은 2 개의 컴포넌트들, 예컨대, 셀룰로오스계 재료 및 중합체를 미리 정해진 비율로 조합 및 혼합하고 이후 압출기(extruder)를 통해 재료를 압출함으로써 준비된다. 혼합된 재료는, 이후 각각의 입자들로 절단되고, 그의 형상 및 크기는 하기에 추가로 논의된다. 예컨대, 입자들은 펠렛들일 수 있다.

[0040]

적어도 하나의 양태에 따르면, 복합재 매체는 복수 개의 균일한 형상 입자들을 포함한다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "균일한 형상 입자들"은, 예컨대, 제조 오차로 기인하는 형상의 약간의 차이 정도는 허용하면서, 실질적으로 동일한 형상 및 크기 입자, 및 정확히 동일한 형상 및 크기 입자들을 지칭한다. 복합재 매체의 입자들에 적합한 형상들은 구(sphere)들 및 원통(cylinder)들을 포함할 수 있다. 예컨대, 복합재 매체는 복수 개의 균일한 형상 원통 또는 원통형 형상들을 포함할 수 있다. 복합재 매체는, 입자들 사이에서 간극 영역(interstitial area)에 갭(gap)들을 허용할 수 있는 임의의 형상일 수 있으며, 펠렛들로서 본원에서 지칭될 수 있다. 소정의 실시예들에서, 복합재 매체는 복수 개의 불규칙한 형상 입자들을 포함할 수 있다. 적어도 에 따르면, 각각의 입자는, 셀룰로오스계 재료와 중합체의 균질 또는 이종 혼합물로 구성된다.

[0041]

적어도 하나의 예에 따르면, 복합재 매체의 입자는 펠렛이다. 복합재 매체 펠렛들은, 약 2 mm 내지 약 10 mm 범위의 직경 및 약 1 mm 내지 약 5 mm의 높이를 가질 수 있다. 예컨대, 펠렛은 약 4 mm의 직경 및 약 2 mm의 높이를 가질 수 있다. 다른 예에서, 펠렛은 약 4 mm의 직경 및 약 3.5 mm의 높이를 갖는다. 에 따르면, 펠렛들은 구형 형상일 수 있다. 다양한 실시예들에 따라, 각각의 복합재 매체 펠렛은 약 5 내지 약 30 메쉬(mesh) 범위의 크기를 갖는다. 예컨대, 적어도 하나의 실시예에 따르면, 복합재 매체는 약 5 내지 약 10 메쉬 범위의 크기를 갖는다. 다른 실시예에 따르면, 복합재 매체는 약 8 내지 약 30 메쉬 범위의 크기를 갖는다.

[0042]

본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "셀룰로오스계 재료"는 셀룰로오스를 포함하는 임의의 재료, 제품, 또는 조성물을 지칭한다. 비제한적 예들은, 본원에서 개시된 방법들 및 시스템들에 적합한, 목재 분말(wood powder), 목재 펄프(pulp), 목재 입자들, 목재 섬유들, 톱밥(sawdust), 목재 플레이크(wood flake)들, 목재 칩(wood chip)들 및 임의의 다른 목재 제품을 포함하는 낙엽수 및 상록수(deciduous and evergreen trees)로부터의 목재, 또는 셀룰로오스계 제품, 이를테면, 코코넛(coconut), 바가스(bagasse), 퍼트(peat), 펄프공장 폐기물(pulp-mill waste), 옥수수대(corn stalk)들 및 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 매체는, 본원에서 설명된 방법들 및 시스템들의 목적에 적합한 임의의 목재를 포함할 수 있다. 소정의 예들에서, 셀룰로오스계 재료는 송재(pine wood)일 수 있다. 다른 예들에서, 셀룰로오스계 재료는 단풍나무 목재(maple wood)일 수 있다. 목재의 다른 비제한적인 예들은, 가문비나무(spruce), 삼나무(cedar), 전나무(fir), 낙엽송(larch), 미송(douglas-fir), 솔송나무(hemlock), 사이프러스(cypress), 레드우드(redwood), 주목(yew), 참나무(oak), 애쉬(ash), 느릅나무(elm), 백양나무(aspen), 포플러(poplar), 자작나무(birch), 단풍나무(maple), 티크(teak), 호두나무(walnut), 발사나무(balsa), 너도밤나무(beech), 회양목(boxwood), 브라질우드(Brazilwood), 버터너트(butternut), 체리(cherry), 참피나무(basswood), 미루나무(cottonwood), 충충나무(dogwood), 하크베리(hackberry), 히코리(hickory), 마호가니(mahogany), 대나무(bamboo), 및 벼드나무(willow)를 포함한다. 게다가, 소정의 양태들에 따르면, 셀룰로오스계 재료는 하나 초과의 유형의 목재를 포함할 수 있다. 예컨대, 셀룰로오스계 컴포넌트는, 견목재(hardwood)의 2 또는 그 초과의 종들을 포함할 수 있고, 이의 비제한적인 예들은 히코리, 단풍나무, 참나무, 너도밤나무, 자작나무, 애쉬, 호두나무, 체리, 시카모어(sycamore), 포플러, 미루나무, 참피나무 및 백양나무를 포함한다.

[0043]

본원에서 설명된 복합재 매체에 적합한 중합체들의 비제한적인 예들은, 고밀도 폴리에틸렌(HDPE; high density polyethylene), 폴리에틸렌(PE; polyethylene), 폴리프로필렌(PP; polypropylene), PVC, 에틸렌 프로필렌 공중합체(ethylene propylene copolymer)들, 테프론(Teflon)®을 포함하는 불소 중합체(fluoropolymer) 및 그의 임의의 조합을 포함하는 폴리올레핀(polyolefin)들을 포함할 수 있다. 소정의 예들에서, 중합체는 HDPE이다. 다른 양태들에 따르면, 중합체는 중합체 발포재 재료를 포함할 수 있다. 중합체 발포재는 다공성인 하나 또는 그 초과의 부분들을 포함할 수 있거나 중합체 발포재는 전체적으로 다공성일 수 있다. 중합체 발포재들은, 중합프로세스(polymerization process) 동안 가스의 제어된 팽창에 의해서 만들어질 수 있다. 중합체 발포재 내에서 기공들의 크기 및 형상은, 복합재 매체가 본원에서 개시된 다양한 기능들을 수행하는데 적합한 임의의 크기 또는 형상일 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 복합재 매체는 약 20 중량 % 내지 약 80 중량 %인 중합체의 농도를 포함할 수 있다.

[0044]

소정의 양태들에 따르면, 복합재 매체는 적어도 약 30 %의 셀룰로오스계 재료의 농도를 포함하지만, 또한 적어도 약 40 %, 45 % 및 50 %일 수 있다. 셀룰로오스계 재료의 농도는 약 20 % 내지 약 80 % 사이의 임의의 백분율일 수 있거나, 이를 백분율들 사이에서 임의의 백분율들의 범위일 수 있다. 예컨대, 복합재 매체는 약 50 중

량 %의 단풍나무 목재의 농도를 포함한다. 다른 예에 따르면, 복합재 매체는 약 70 중량 %의 송재의 농도를 포함한다. 또 다른 예에 따르면, 송재의 농도는 약 30 %이다.

[0045] 본원에서 개시된 시스템들 및 방법들을 위해 사용될 수 있는 복합재 매체의 조성물의 특정예들은, (1) 45 % HDPE 및 55 % 참나무, (2) 70 % HDPE 및 30 % 소나무, 및 (3) 70 % HDPE 및 30 % 단풍 나무를 포함한다.

[0046] 복합재 매체는, 또한 화학적 컴포넌트들을 포함하는 추가 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 복합재 매체에서 포함하기에 적합할 수 있는 컴포넌트들의 비제한적 예들은 응결제(coagulant)들 및 응집제(flocculant)들을 포함한다.

[0047] 적어도 하나의 실시예에 따르면, 복합재 매체는, 복합재 매체의 비중을 증가시키도록 기능하는 첨가제 재료를 더 포함할 수 있다. 적합한 첨가제 재료들의 비제한적인 예들은, 규조토(diatomaceous earth), 실리카(silica), 벤토나이트(bentonite) 및 탄산칼슘(calcium carbonate)을 포함한다. 다른 유사한 재료들은 또한 본 개시의 범주 내에 있다. 첨가제 재료는, 재료가 복합재 매체의 다른 컴포넌트들과 양립이 불가능하지 않은 한, 복합재 매체의 비중을 증가시키는데 적합한 임의의 불활성 재료일 수 있다. 예컨대, 중합체 컴포넌트를 용해시키는 첨가제 재료들은 사용할 수 없다. 일부 실시예들에 따르면, 복합재 매체의 다중 층들이 베슬에서 사용될 수 있는데, 여기서 각각의 층은 복합재 매체의 층의 크기 및/또는 밀도 및/또는 비중에 기초하여 격리된다. 예컨대, 복합재 매체의 제 1 층은, 복합재 매체의 제 1 층 아래에 위치되는 복합재 매체의 제 2 층에서의 필터 매체의 비중보다 더 낮은 비중을 갖는 필터 매체를 포함할 수 있다. 추가의 예에 따르면, 복합재 매체의 제 1 층은 또한 복합재 매체의 제 2 층보다 더 크게 치수가 정해질 수 있다. 게다가, 복합재 매체의 제 1 층은 제 2 하부 층의 복합재 매체보다 더 낮은 비중을 가지며 그리고/또는 덜 조밀할 수 있다.

[0048] 일부 실시예들에 따르면, 복합재 매체는 약 1.1 미만의 값을 갖는 비중을 가질 수 있다. 예컨대, 복합재 매체의 비중은 약 0.7 내지 약 0.9의 범위에 있을 수 있다. 일부 실시예들에 따르면, 복합재 매체는 약  $0.6 \text{ kg/m}^3$  미만의 밀도를 가질 수 있다. 예컨대, 복합재 매체는 약  $0.4 \text{ kg/m}^3$ 의 밀도를 가질 수 있다. 복합재 매체가 호두껍질과 함께 사용되는 경우에, 복합재 매체는 호두껍질들의 비중보다 더 낮은 비중을 가질 수 있으며, 또한 호두껍질들보다 더 낮은 밀도를 가질 수 있다.

#### 호두껍질 매체

[0049] 일부 실시예들에 따르면, 본원에 개시된 시스템들 및 방법들에 사용하기 위해 적합한 필터 매체는, 호두나무 껍질 필터 매체, 이를테면 서양 호두나무(English walnut) 껍질들 및 검은 호두나무(black walnut) 껍질들로부터 만들어진 매체를 포함한다. 예컨대, 검은 호두나무 껍질들 및 서양 호두나무 껍질들은 미국 출원 제 13/119,497 호 및 제 13/120,501 호(양자 모두는 인용에 의해서 본원에 포함됨)에서 개시된 바와 같이, 오일을 포함하는 폐수를 응집 및 여과하는데 사용될 수 있다. 호두껍질들은, 호두껍질들의 베드를 통해 하향류(downward flow)로 오일을 포함하는 물이 도입되는 필터 디바이스에서 사용될 수 있으며, 여기서 오일이 흡착되고 부유 물질은 여과된다. 호두껍질들은 오일 및 물에 대해 동일한 친화도(affinity)를 가지며, 이는, 오일이 호두껍질들의 표면에서 포획되고 이후에 역세정 사이클(cycle) 동안 문질러 제거되는(scrubbed off) 것을 가능케 하며, 이에 의해 호두껍질들이 재사용되는 것을 허용한다.

[0050] 본원에서 예들은 예시적인 필터 매체로서 호두껍질들을 포함하지만, 필터 매체의 다른 유형들이 또한 호두껍질 매체 대신에 또는 호두껍질 매체와 함께 사용될 수 있다. 비제한적 예들은, 견과(nut)들로부터의 다른 유형들의 껍질들, 이를테면, 페칸(pecan)들, 잣(pine nut)들, 피스타치오(pistachio)들, 브라질 너트(brazil nut)들, 코코넛(coconut)들 및 아몬드(almond)들을 포함한다. 필터 매체의 다른 유형들의 비제한적인 예들은, 상기 논의된 바와 같이, 활성탄(activated carbon), 무연탄(anthracite), 모래, 규조토, 차콜(charcoal), 및 다른 셀룰로오스 재료들을 포함할 수 있다.

[0051] 일부 실시예들에 따르면, 호두껍질 매체는, 약 12 내지 약 20 메쉬 범위의 크기를 갖는 호두껍질들로 구성된다. 적어도 하나의 실시예에 따르면, 호두껍질들은 약 12 내지 약 16 메쉬 범위의 크기를 갖는다.

[0052] 일부 실시예들에 따르면, 호두껍질 매체는 약 1.2 초과의 비중을 가질 수 있다. 예컨대, 호두껍질 매체는 약 1.2 내지 약 1.4 범위의 값을 갖는 비중을 가질 수 있다.

[0053] 일부 실시예들에 따르면, 호두껍질 매체는 약 300  $\text{kg/m}^3$ 보다 큰 밀도를 가질 수 있다. 예컨대, 호두껍질 매체는 약 300 내지 약 1200  $\text{kg/m}^3$  범위의 밀도를 가질 수 있다.

필터 장치

[0055] 적어도 하나의 실시예에 따르면, 탄화수소들, 부유 물질들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 처리하기 위한 시스템이 도 1에서 일반적으로 100으로 나타내는 필터 매체 장치에 의해 예시된다. 필터 매체 장치(100)는, 상기에서 논의되는 바와 같이 피드 스트림과 연통하거나 유체 연결가능한 피드 스트림 입구(118)를 포함하는, 상기에서 논의되고 설명되는 바와 같은 베슬(102)을 포함한다. 베슬은, 또한 처리된 스트림과 연통하거나 유체 연결가능한 처리된 스트림 또는 여과액 출구(122)를 포함한다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "유체 연결 가능"은 하나의 엘리먼트로부터 다른 엘리먼트로 유체가 유동하는 능력을 지칭한다. 이러한 엘리먼트들 사이에 삽입되는, 다수의 컴포넌트들, 이를테면, 파이핑(piping), 밸브(valve)들, 펌프(pump)들, 측정 디바이스(measuring device)들 등이 존재할 수 있는데, 이들은 본 개시의 일부로서 반드시 청구되는 것은 아니며 그리고 이들은 단순히 유체 연결 또는 잠재적인 유체 연결의 일부이다. 필터 매체 장치(100)는, 또한 필터 매체의 2 또는 그 초과의 층들을 포함하는 충화된 다중 매체 베드(104)를 포함할 수 있다. 예컨대, 필터 매체(106)의 제 1 층은 피드 스트림 입구(118)와 처리된 스트림 출구(122) 사이에서 베슬(102) 내에 위치될 수 있으며, 필터 매체(108)의 제 2 층은 피드 스트림 입구(118)와 처리된 스트림 출구(122) 사이에서 그리고 필터 매체(106)의 제 1 층 아래에서 베슬 내에 위치될 수 있다. 필터 매체는 균일한 구형 입자들로서 도면들에서 나타나 있지만, 필터 매체가 불규칙한 형상의 입자들을 포함하는 임의의 입자 크기 및 형상으로 구성될 수 있음이 이해된다. 게다가, 도면들에서 필터 매체는 지정된 층, 이를테면 제 1 층(106) 및 제 2 층(108)의 일부만을 채우는 것으로 나타나 있지만, 필터 매체가 전체 층을 포함할 수 있음이 이해된다.

[0057] 일부 실시예들에 따르면, 필터 매체(106)의 제 1 층은 필터 매체(108)의 제 2 층의 비중의 값보다 작은 값의 비중을 가질 수 있다. 예컨대, 필터 매체(106)의 제 1 층은, 복합재 매체, 이를테면 상기 논의되고 설명된 복합재 매체 펠렛들을 포함할 수 있으며, 필터 매체의 제 2 층은 호두껍질들을 포함할 수 있다. 추가의 실시예에 따르면, 각각의 복합재 매체 펠렛은, 약 5 내지 약 30 메쉬 범위의 크기를 가질 수 있으며, 호두껍질들은 약 12 내지 약 16 메쉬 범위의 크기를 가질 수 있다.

[0058] 일부 실시예들에 따르면, 그리고 도 2를 참조하여, 필터 매체(106A)의 제 1 층 그리고 제 1 층(106A) 아래에 위치된 필터 매체(106B)의 제 2 층 각각은 복합재 매체를 포함할 수 있다. 예컨대, 제 1 층(106A)의 복합재 매체는 제 2 층의 복합재 매체 보다 더 작은 비중을 가질 수 있다. 이는, 필터 매체의 비중을 증가시키는 첨가제, 이를테면 규조토를 포함하는 제 2 층(106B)에 복합재 매체를 사용함으로써 성취될 수 있다.

[0059] 일부 실시예들에 따르면, 매체(106)의 제 1 층 및 매체(108)의 제 2 층의 각각의 필터 매체의 볼륨은 실질적으로 동일할 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "볼륨"은 간극 공간(interstitial space)을 포함하는, 필터 매체의 각각의 층에서 필터 매체에 의해 점유되는 공간의 양을 지칭한다. 다른 실시예들에 따르면, 필터 매체(104)의 제 1 층 및 필터 매체(108)의 제 2 층의 볼륨들은 상이할 수 있다. 예컨대, 필터 매체(106)의 제 1 층의 볼륨은, 필터 매체(108)의 제 2 층의 볼륨의 적어도 약 2 배일 수 있다. 다른 실시예들에 따르면, 필터 매체(106)의 제 1 층의 볼륨은, 필터 매체(108)의 제 2 층의 볼륨의 약 2 배 내지 약 10 배일 수 있다. 예컨대, 필터 매체의 제 1 층의 볼륨은 필터 매체(108)의 제 2 층의 볼륨의 적어도 약 3 배, 적어도 약 4 배, 적어도 약 5 배, 또는 적어도 약 6 배일 수 있다. 일 실시예에 따르면, 필터 매체(106)의 제 1 층의 볼륨은 필터 매체(108)의 제 2 층의 볼륨의 적어도 약 6 배이다. 상이한 실시예에 따르면, 필터 매체(108)의 제 2 층의 볼륨은, 필터 매체(106)의 제 1 층의 볼륨의 약 2 배 내지 약 10 배이다. 충화된 다중 매체 필터 베드(104)를 포함하는 필터 매체의 각각의 유형의 비율들은, 본원에 개시된 방법들 및 시스템들에서 설명된 바와 같은 여과 및 응집 기능 중 적어도 하나의 기능을 수행하는 목적들에 적합한 임의의 값일 수 있다. 필터 매체의 각각의 유형의 비율은, 예컨대, 또한 역세정이 필요하기 이전에 흘러갈 여과 프로세싱 시간의 소망하는 양을 제공함으로써, 소정의 프로세스 능력을 제공하도록 선택될 수 있다.

[0060] 소정의 실시예들에 따르면, 충화된 다중 매체 필터 베드(104)는 피드 스트림으로부터 부유 물질들 및 탄화수소들을 응집하고 여과하는 것 양자 모두를 실행하도록 기능한다. 예컨대, 본원에서 사용되는 바와 같이, "응집"은 더 큰 액적, 상(phase) 및 층(layer) 중 적어도 하나를 형성하도록 액체 또는 다른 상의 하나 또는 그 초과의 더 작은 액적들의 조합 및/또는 통합을 광범위하게 지칭한다. 예컨대, 소정의 양태들에서, 응집은 약 20 마이크론(micron)보다 작은 직경으로부터 약 20 마이크론보다 큰 크기의 직경으로 탄화수소 액체의 액적 크기를 증가시킬 수 있다. 소정의 다른 양태들에서, 응집은 약 20 마이크론보다 작은 직경으로부터 약 50 마이크론보다 큰 크기의 직경으로 탄화수소 액체의 액적 크기를 증가시킬 수 있다. 일부 양태들에서, 응집은 약 50 마이크론보다 큰 탄화수소 액체의 액적 크기를 발생시킬 수 있다. 일부 양태들에서, 응집은 약 100 마이크론보다 클 수 있는 탄화수소 액체의 액적 크기를 발생시킬 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "응집된 스트

림"은, 액체 또는 다른 상의 액적들이 적어도 약 20 마이크론 직경의 액적을 형성하는 액체를 지칭한다. 적어도 하나의 양태에서, 응집된 스트림은 탄화수소 액체의 액적들이 적어도 약 20 마이크론 직경인 액체를 지칭할 수 있다. 일부 양태들에서, 응집된 스트림은 탄화수소 액체의 액적들이 적어도 약 20 마이크론 직경, 적어도 약 30 마이크론 직경, 적어도 약 100 마이크론 직경, 및 이들의 임의의 조합인 액체를 지칭할 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 충화된 다중 매체 베드의 적어도 하나의 층은 응집된 스트림을 발생시키도록 구성될 수 있다. 예컨대, 복합재 매체의 층은 응집된 스트림을 발생시키도록 피드 스트림을 응집시킬 수 있다. 추가의 양태에 따르면, 응집된 스트림은 필터 매체의 다른 층으로 더 통과될 수 있으며, 여기서 응집된 스트림이 여과되어 최종 처리된 스트림을 발생시킨다.

[0061] 소정의 실시예들에 따르면, 충화된 다중 매체 필터 베드(104)는, 또한 피드 스트림으로부터 부유 물질들 및 탄화수소들을 여과하도록 기능한다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "여과" 및 "분리"는 물질의 구성성분을 물질의 다른 구성 성분들로부터 분리하기 위해 사용되는 임의의 프로세스를 광범위하게 지칭한다. 예컨대, 여과는 하나 또는 그 초과의 상들은 서로 분리하기 위한 프로세스를 지칭할 수 있다. 소정의 양태들에서, 여과는 2 개의 액상들을 분리할 수 있다. 다른 양태들에서, 여과는 액상으로부터 고체를 분리할 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 여과는 수용성 액체로부터 탄화수소들 및 부유 물질들 중 적어도 하나를 분리시키기 위한 프로세스를 지칭한다.

[0062] 소정의 실시예들에 따르면, 응집 및 여과 중 적어도 하나는 충화된 다중 매체 베드(104)의 각각의 층에 의해 수행될 수 있다. 예컨대, 필터 매체(106)의 제 1 층은 피드 스트림을 응집하도록 기능할 수 있으며, 필터 매체(108)의 제 2 층은 피드 스트림을 여과하도록 기능할 수 있다. 예컨대, 필터 매체(106)의 제 1 층은 피드 스트림을 응집하도록 기능하는 복합재 매체를 포함할 수 있고, 필터 매체(108)의 제 2 층은 피드 스트림을 여과하도록 기능하는 호두껍질들을 포함할 수 있다. 다른 실시예들에 따르면, 필터 매체(106)의 제 1 층 또는 필터 매체(108)의 제 2 층 중 하나는 피드 스트림의 적어도 일부를 응집하고 여과하는 것 양자 모두를 행하도록 기능할 수 있다. 예컨대, 복합재 매체 펠렛들의 제 1 층은, 피드 스트림을 응집하고 여과하는 것 양자 모두를 행할 수 있고, 호두껍질들의 제 2 층은 피드 스트림을 여과할 수 있다.

[0063] 다양한 실시예들에 따르면, 피드 스트림은 약 0 내지 약 1000 mg/L의 탄화수소 농도를 가질 수 있다. 예컨대, 피드 스트림은 약 100 내지 약 1000 mg/L의 탄화수소 농도를 가질 수 있다. 다른 실시예들에 따르면, 피드 스트림은 약 250 내지 약 1000 mg/L의 탄화수소 농도를 가질 수 있다. 또 다른 실시예들에 따르면, 피드 스트림은 약 500 내지 약 1000 mg/L의 탄화수소 농도를 가질 수 있다. 게다가, 피드 스트림은 약 0 내지 약 5 mg/L의 총 부유 물질(TSS; total suspended solid)들(또한, 단순히 "부유 물질들"로서 본원에서 지칭됨)의 농도를 가질 수 있다. 일부 실시예들에 따르면, 피드 스트림은 약 0 내지 약 10 mg/L의 TSS 농도를 가질 수 있다. 다른 실시예들에 따르면, 피드 스트림은 약 0 내지 약 20 mg/L의 TSS 농도를 가질 수 있다. 또 다른 실시예들에 따르면, 피드 스트림은 약 0 내지 약 30 mg/L의 TSS 농도를 가질 수 있다. 다른 실시예들에서 따르면, 피드 스트림은 30 mg/L보다 높은 TSS 농도를 가질 수 있다. 본원 개시의 시스템들 및 방법들은 약 10 내지 약 50 mg/L의 부유 물질들의 가변 농도를 갖는 피드 스트림에 기초하여 약 5 mg/L보다 낮은 부유 물질들의 농도를 갖는 처리된 스트림을 일관되게 제공할 수 있다.

[0064] 하나 또는 그 초과의 실시예들에 따르면, 충화된 다중 매체 베드(104)와 피드 스트림을 접촉시키는 것은, 탄화수소 액체의 미리 정해진 목표 농도를 포함하는 처리된 스트림을 발생시킨다. 예컨대, 충화된 다중 매체 베드와 피드 스트림을 접촉시키는 것은, 피드 스트림에서 탄화수소들의 농도보다 작은 탄화수소들의 농도를 갖는 처리된 스트림을 발생시킬 수 있다. 소정의 실시예들에서, 처리된 스트림에서 탄화수소들의 농도는 약 30 mg/L 미만이다. 다른 실시예들에서, 처리된 스트림에서 탄화수소들의 농도는 약 10 mg/L 미만이다. 일부 실시예들에서, 처리된 스트림에서 탄화수소들의 농도는 약 5 mg/L 미만이다. 처리된 스트림에서 탄화수소들의 농도는, 배출 농도들에 관련된 하나 또는 그 초과의 규제 요건(regulatory requirement)들을 따르는 임의의 목표 농도일 수 있다. 예컨대, 탄화수소들의 농도는 약 0 mg/L 내지 약 200 mg/L 사이의 임의의 목표 농도 또는 이를 목표 값들 사이에서의 임의의 범위일 수 있다.

[0065] 일부 실시예들에 따르면, 충화된 다중 매체 베드(104)와 피드 스트림을 접촉시키는 것은, 피드 스트림의 부유 물질들의 농도보다 낮은 부유 물질들의 농도를 갖는 처리된 스트림을 발생시킨다. 예컨대, 처리된 스트림은 약 15 mg/L보다 낮은 부유 물질들의 농도를 가질 수 있다. 다른 실시예들에 따르면, 처리된 스트림에서 부유 물질들의 농도는 약 10 mg/L 미만일 수 있다. 일부 실시예들에 따르면, 처리된 스트림에서 부유 물질들의 농도는 5 mg/L 미만일 수 있다. 추가 실시예들에 따르면, 처리된 스트림에서 부유 물질들의 농도는 약 0 mg/L일 수 있다. 다양한 양태들에 따르면, 처리된 스트림에서 부유 물질들의 농도는 입자 크기 분포(particle size

distribution)의 함수일 수 있으며, 여기서 작은, 예컨대, 5 마이크론 미만의 부유 물질 입자들은 제거하기 더 어렵다. 게다가, 처리된 스트림에서 부유 물질들의 소망하는 농도는, 특정 적용에 의존할 수 있는데, 여기서 일부 적용들은 다른 적용들보다 더 엄격한 기준들을 갖는다. 예컨대, 일부 적용들은 처리된 스트림이 정부 규제(government regulation)들에 부합하는 TSS 농도를 갖도록 요구할 수 있지만, 다른 적용들은 정부에 의해 설정된 기준들보다 더 낮은 TSS 농도를 요구할 수 있다.

[0066] 본원에 논의된 예시들이 2 개의 필터 매체 층들을 포함하지만, 2 개 초과의 필터 매체 층들이 사용될 수 있음이 당업자에 의해 이해될 것이다. 예컨대, 위에서부터 아래로 각각의 연속한 층이 그 위에 필터 매체의 층보다 더 큰 값을 갖는 비중을 갖는 상태에서, 3 개 또는 4 개의 필터 매체 층들이 베슬에서 사용될 수 있다.

[0067] 다양한 실시예들에 따르면, 피드 스트림은 약 40 내지 약 250 gpm/ft<sup>2</sup> 범위에 있는 플럭스 레이트(flux rate)로 베슬에 도입될 수 있다. 다른 실시예들에 따르면, 피드 스트림은 약 40 gpm/ft<sup>2</sup> 미만인 플럭스 레이트로 베슬에 도입될 수 있다. 플럭스 레이트는 약 1 내지 약 2000 gpm/ft<sup>2</sup> 사이의 임의의 플럭스 레이트 또는 이들 플럭스 레이트들 사이에서 플럭스 레이트들의 임의의 범위일 수 있다. 플럭스 레이트는 본원에서 개시된 방법들 및 시스템들에서 설명된 바와 같은 응집 및 여과 기능 중 적어도 하나를 수행하는 목적들에 대해 적합한 임의의 레이트일 수 있다. 예컨대, 일부 실시예들에 따르면, 플럭스 레이트는 약 20 gpm/ft<sup>2</sup> 미만일 수 있다.

[0068] 도 1을 다시 지칭하면, 필터 매체 장치(100)는 하기에 더욱 상세히 논의되는 바와 같이, 드래프트 투브(draft tube)(110)를 더 포함할 수 있고, 이 드래프트 투브(110)는 베슬(102) 내에 로케이팅되고 필터 매체(106)의 제1 층 및 필터 매체(108)의 제2 층 내에서 위치된다. 드래프트 투브(110)는 원통형 형상일 수 있지만, 드래프트 투브가 적절한 역세정 능력을 제공하는 한 다른 형상들이 예측될 수 있다. 드래프트 투브(110)의 각각의 단부는, 역세정 사이클의 완료시, 충분한 필터 매체가 드래프트 투브(110)를 충분히 리필(refill)하기 위해서 베드의 상부 및 저부에 존재하도록 필터 매체의 제1 층 및 제2 층 내에 위치될 수 있다. 베슬(102)에서 둘레 존(peripheral zone)(128)은, 드래프트 투브(110)에서 필터 매체에 의해 점유된 공간을 배제하는 충화된 다중 매체 베드(104)의 볼륨에 의해서 상세히 기술된 구역으로서 본원에서 일반적으로 지칭된다. 둘레 존(128)에서 스크립 존(scrub zone)(114)은, 스크린(112)과 매체(106)의 제1 층의 상부 표면 사이에서 충화된 다중 매체 베드(104)의 상부 표면 위에 위치될 수 있다. 스크린(112)은, 역세정 동안 필터 매체의 손실을 방지하도록 베슬(102)의 상단부에 인접한 스크립 존(114) 위에 위치될 수 있다. 스크립 존(114)은, 또한 충화된 다중 매체 베드(104)의 상부 표면과 스크린(112)의 하부 표면 사이에 위치되는 둘레 존(128)에 있다. 하기에 추가로 논의되는 바와 같이, 역세정 프로세스 동안 드래프트 투브(110)를 나가는 필터 매체는, 스크립 존(114)에 진입할 수 있고, 추가로 혼합될 수 있고, 이에 의해 추가 오일 및 부유 물질들을 방출한다. 도 1은 스크린(112)을 도시하지만, 베슬에서 필터 매체를 유지하는 임의의 디바이스 또는 구조가 사용될 수 있음이 이해된다. 예컨대, 필터 매체는 원통형 스크린 뿐만 아니라 천공된 플레이트 또는 원통에 의해 리테이닝(retained)될 수 있다.

[0069] 필터 매체 장치(100)는, 또한, 하기에 추가로 논의되는 바와 같이, 드래프트 투브(110) 및 가스의 소스와 연통하는 가스 입구(116)를 포함할 수 있다. 역세정 유체 입구(124)는 필터 매체(108)의 제2 층 아래에 그리고 역세정 유체의 소스와 연통하게 위치될 수 있다. 일부 실시예들에 따르면, 역세정 유체 입구(124)는 베슬(102)의 저부에 인접한 둘레 존(128)에 역세정 유체를 전달하도록 구성 및 배열될 수 있다. 필터 매체 장치(100)는, 또한 역세정 사이클 동안 베슬(102)로부터, 오염물들, 이를테면, 탄화수소들 및 부유 물질들을 제거하기 위해서 오염물 출구(120)를 포함할 수 있다. 선택적으로, 둘레 존(128)은 하기에 설명되는 바와 같이, 베드를 구르는(rolling)것을 돋도록 하나 또는 그 초과의 다른 가스 또는 역세정 유체 입구들을 포함할 수 있다.

[0070] 여과 동안, 탄화수소들, 수용성 액체, 및 소정의 실시예들에서 부유 물질들을 포함하는 피드 스트림은, 피드 스트림 입구(118)로 지향되고, 스크린(112)을 통과하며, 필터 매체(106)의 제1 층에 진입하고, 필터 매체(108)의 제2 층을 통해 하방으로 이동하며, 처리된 스트림 출구(122)를 통해 처리된 스트림으로서 베슬(102)을 나가며, 여기서 스트림은 추가 처리 프로세스들로 지향되거나 배출될 수 있다. 필터 매체를 역세정함으로써 필터 매체를 세정하는 것이 요망될 때까지, 여과가 충화된 다중 매체 베드(104)를 통해 계속된다. 일부 실시예들에 따르면, 충화된 다중 매체 베드(104)에 걸친 압력 강하가 미리 정해진 값에 도달할 때 또는 베슬(102)이 미리 정해진 시간 길이 동안 서비스 중(in service)일 때, 역세정이 개시될 수 있다.

### 드래프트 투브

[0071] 다양한 실시예들에 따르면, 그리고 도 1을 참조하면, 피드 스트림을 처리하기 위해서 사용된 베슬(102)에는 드

래프트 투브(110)를 포함하는 드래프트 투브 시스템이 끼워넣어질 수 있다. 드래프트 투브 시스템은 하나 또는 그 초과의 드래프트 투브들(110)을 포함할 수 있고, 베드를 구르도록(roll) 역세정 유체의 속도 및/또는 소망하는 볼륨을 제공함으로써 매체의 층들을 간헐적으로 역세정하도록 구성 및 배열될 수 있다. 대안으로, 또는 추가로, 드래프트 투브 시스템은 여과 프로세스 동안 사용될 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, "베드를 구르는 것"은, 역세정 동안 매체의 이동으로서 규정되는데, 여기서 베슬의 저부에 있거나 저부 근처에 있는 매체는 베슬의 상부를 향해 그리고 베슬의 저부를 향해 역으로 드래프트 투브 시스템을 통해 부분적으로 또는 완벽하게 이동될 수 있거나, 베슬의 상부에 있거나 상부 근처에 있는 매체는 베슬의 저부를 향해 그리고 베슬의 상부를 향해 역으로 드래프트 투브 시스템을 통해 이동될 수 있다. 드래프트 투브 시스템은, 역세정될 매체의 소망하는 볼륨 중 적어도 하나를 위해 제공하고 그리고 역세정 작동을 위해 미리 선택된 시간 주기 내에서 작동하도록 크기가 정해지고 성형될 수 있다. 드래프트 투브 시스템은, 필터 매체에 위치된 하나 또는 그 초과의 드래프트 투브들(110)을 포함할 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, "드래프트 투브"는 필터 매체에 위치될 때 역세정 동안 필터 매체의 유동을 위한 통로를 제공하는 양단부들에서 개방하는 하나 또는 그 초과의 측벽들을 갖는 구조이다.

[0073] 드래프트 투브(110)는, 본원에서 설명된 방법들 및 시스템들의 특정 목적들에 적합한 임의의 재료로 구성될 수 있다. 예컨대, 드래프트 투브(110)는 베슬(102)과 동일한 재료로 형성될 수 있거나 더 가볍거나, 더 무겁거나, 더 고가이거나 또는 덜 고가인 재료들로 형성될 수 있다. 예컨대, 드래프트 투브(110)는 유리섬유 보강 플라스틱들을 포함하는 플라스틱들로 형성될 수 있다. 드래프트 투브(110)는 베슬(102) 내로의 삽입을 위해서 미리 형성될 수 있거나 베슬(102)의 일부로서 제조될 수 있다. 이렇게 하여, 드래프트 투브(110)는 현재 여과 디바이스들을 개조하도록 설계될 수 있다. 소정의 양태들에 따르면, 드래프트 투브(110)는 베슬의 외부 벽 상에서 지지될 수 있다. 대안으로, 드래프트 투브(110)는 필터 매체의 내외로 액체 및 오염물들의 유동을 허용하면서 베슬의 구역 내에서 필터 매체를 리레이닝하도록 설계된 디바이더(divider) 또는 매체 보유 플레이트(media retention plate), 이를테면, 스크린 또는 천공된 플레이트 상에 지지될 수 있다.

[0074] 개별 드래프트 투브(110)는, 소망하는 적용, 역세정될 매체의 볼륨 중 적어도 하나에 따라 그리고 역세정 작동을 위해서 미리 선택된 시간 주기 내에서 작동하도록 크기가 정해지고 성형될 수 있다. 드래프트 투브(110)는 또한, 여과 또는 응집 동안 필터 매체의 리프팅(lifting) 또는 적합한 이동을 제공하도록 크기가 정해지고 성형될 수 있다. 드래프트 투브(110)는, 또한, 필터 매체를 부분적으로 또는 완벽하게 스크럽(scrub)하도록 드래프트 투브(110) 내에서 소망하는 교반의 레벨(level of agitation)을 제공하여, 이에 의해 필터 매체로부터 탄화수소들 및 부유 물질들의 부분 중 적어도 하나를 방출하도록 크기가 정해지고 성형될 수 있다.

[0075] 소망하는 드래프트 투브 시스템 볼륨은, 소망하는 볼륨과 실질적으로 동등한 전체 볼륨을 갖는 다중 드래프트 투브들을 제공함으로써 또는 단일 드래프트 투브에 의해 제공될 수 있다. 개별 드래프트 투브는, 임의의 형상, 이를테면, 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형 또는 임의의 불규칙한 형상의 단면 영역을 가질 수 있다. 개별 드래프트 투브는 임의의 전체 형상, 이를테면 원뿔형, 직사각형 및 원통형을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 드래프트 투브는 원통이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 드래프트 투브(110)는 필터 매체에 의해 전체적으로 채워질 뿐만 아니라 필터 매체에 대해서 전체적으로 봉입(enveloped)되도록 필터 매체에 위치될 수 있다. 드래프트 투브(110)의 일단부 또는 양단부들은, 드래프트 투브 내외로 매체의 유동 중 적어도 하나에 도움을 주도록 구성 및 배열될 수 있다. 예컨대, 드래프트 투브의 제 1 단부에서의 측벽은, 미국 출원 제 13/119,497 호 및 제 13/120,501 호에서 논의된 바와 같이, 드래프트 투브의 제 1 단부에서 또는 제 1 단부 근처에서 필터 매체의 일부가 드래프트 투브의 측벽을 통해 진입하는 것을 허용하도록 통로들을 형성하는 하나 또는 그 초과의 절취부(cutout)들을 포함할 수 있다. 통로들을 형성하는 절취부들은, 필터 매체의 충분한 볼륨이 드래프트 투브에 진입하는 것을 허용하도록 임의의 형상을 가질 수 있다. 예컨대, 절취부들은, 삼각형, 정사각형, 반원형일 수 있거나 불규칙한 형상을 가질 수 있다. 다중 경로들은 서로 동일할 수 있으며, 드래프트 투브에서 필터 매체의 유동을 균등하게(equally) 분배시키도록 드래프트 투브의 제 1 단부를 중심으로 균일하게(uniformly) 위치될 수 있다. 드래프트 투브는, 또한 저부에서 개방될 수 있으며, 추가 절취부들을 포함할 수 있거나 포함하지 않을 수 있다.

[0076] 드래프트 투브 또는 드래프트 투브들은 필터 매체 내에서 임의의 적합한 로케이션에 위치될 수 있다. 예컨대, 단일 드래프트 투브가 베슬 측벽들에 대해 중앙에 위치될 수 있지만, 반드시 그럴 필요는 없다. 유사하게, 단일 베슬에서 다중 드래프트 투브들은, 무작위로 위치되거나 베슬 측벽들에 대해 균일한 패턴(pattern)으로 위치될 수 있다. 소정의 예들에서, 드래프트 투브의 각각의 단부로부터 연장하는 축이 베슬의 측벽에 평행한 축과 동축이 되도록 단일 드래프트 투브가 베슬에 대해 필터 매체에 위치된다. 단일 베슬에서 다중 드래프트 투브들

은, 볼륨 또는 단면적에 있어서 동일할 수 있지만, 반드시 그럴 필요는 없다. 예컨대, 단일 베슬은 가변 높이 및 단면적의 원통형, 원뿔형 및 직사각형 드래프트 투브들을 포함할 수 있다. 예컨대, 베슬은, 제 1 단면적을 갖는 중앙에 위치되는 제 1 드래프트 투브 및 베슬의 측벽에 인접하게 위치되는 복수 개의 제 2 드래프트 투브들을 가질 수 있는데, 제 2 드래프트 투브들 각각은 제 1 단면적보다 더 작은 제 2 단면적을 갖는다. 다른 예에 따르면, 베슬은 복수 개의 동일한 드래프트 투브들을 갖는다.

[0077] 다양한 양태들에 따르면, 드래프트 투브는 드래프트 투브 내에서 역류(backflow)를 방지하거나 감소시키기 위해서 배풀(baffle)을 포함할 수 있다. 배풀은, 특별한 드래프트 투브에 적합한 임의의 크기 및 형상을 가질 수 있다. 예컨대, 배풀은 드래프트 투브의 내부 표면에 적합하게 위치되는 플레이트 또는 드래프트 투브에 위치되는 원통일 수 있다. 일 실시예에서, 배풀은 드래프트 투브 내에서 중앙에 위치되는 중공(hollow) 또는 중실(solid) 원통일 수 있다.

#### 필터 매체로부터 오염물들을 방출하기 위한 역세정 프로세스

[0079] 역세정을 개시하자마자, 피드 스트림 입구(118)를 통한 피드 스트림의 유동 및 처리된 스트림 출구(122)를 통한 처리된 스트림의 유동은 차단된다. 가스의 유동은, 가스 입구(116)를 통해 개시될 수 있고, 역세정 유체의 유동은 역세정 유체 입구(124)를 통해 개시될 수 있다. 일부 실시예들에 따르면, 역세정 유체는 처리된 스트림 출구(122)를 통해 지향될 수 있으며, 이는 역세정 유체를 위해 분리된 입구를 제거할 수 있다. 가스 입구(116)를 통한 가스의 유동은, 역세정 유체의 유동이 개시되기 이전에 발생할 수 있지만, 반드시 그럴 필요는 없다. 예컨대, 가스 및 역세정 유체의 유동은, 동시에 시작할 수 있지만, 다른 예들에 따르면, 역세정 유체의 유동은 가스의 유동이 개시되기 이전에 시작할 수 있다. 게다가, 가스 및 역세정 유체는 역세정 동안 연속적으로 유동할 수 있다. 대안으로, 가스 및 역세정 유체 중 하나 또는 양자 모두의 유동은 간헐적(intermittent)일 수 있다. 소정의 예들에서, 공기는 드래프트 투브(110)를 통해 연속적으로 유동하지만, 물은 둘레 존(128) 내로 펼성된다(pulsed into). 소정의 다른 예들에서, 가스는 드래프트 투브(110)에 간헐적으로 공급될 수 있지만, 역세정 유체는 역세정 동안 연속적으로 공급된다. 펄스식(pulsed) 역세정 시스템에 관한 다른 변경들 및 상세들이 미국 출원 제 13/119,497 호 및 제 13/120,501 호에서 설명된다.

[0080] 가스 및 역세정 유체의 도입시, 충화된 다중 매체 베드(104)는 팽창하고 도 4에 도시된 바와 같이, 베슬(102) 내에서 역류들(countercurrent flows)에서 이동한다. 도 4가 상이한 필터 매체의 구별되는 층들을 포함하지 않지만, 일반적으로 전체로서 필터 매체의 유동을 나타내는 것에 주목한다. 도 4에 나타낸 바와 같이, 필터 매체는 드래프트 투브의 외부를 따라 베슬의 상단부로부터 베슬의 저부 단부로 이동하는데, 여기서, 필터 매체는 이후에, 베슬의 저부 단부에 인접한 드래프트 투브의 저부 단부에 진입할 수 있다. 이후, 필터 매체는 드래프트 투브의 저부 단부로부터 드래프트 투브의 상단부로 드래프트 투브의 내부 구역 내에서 (여과 동안 피드 스트림의 유동과 대향 방향으로) 이동하며, 여기서, 필터 매체는 드래프트 투브를 나와서 베슬의 둘레 존에 진입하며, 이에 의해 베드를 부분적으로 또는 완벽하게 구른다. 드래프트 투브에서 유동하는 동안, 필터 매체는 혼합될 수 있으며, 이에 의해 필터 매체 상에서 이전에 고정화된(imobilized) 부유 물질들 및 오일의 일부를 방출한다. 역세정 동안, 드래프트 투브를 나가서 둘레 존에 진입하자마자, 필터 매체는 드래프트 투브 위에 난류의 스크립 존(turbulent scrub zone)에 있으며, 여기서 필터 매체는 계속해서 혼합하여 추가 오일 및 부유 물질들을 방출한다. 오일 및 부유 물질들은 도 1에서 오염물 출구(120)를 통해 베슬로부터 인출된다. 또한, 가스는 베슬로부터 오염물 출구(120)를 통해 제거된다.

[0081] 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 가스 입구(116)는, 드래프트 투브(110)를 통해 필터 매체의 이동을 유도하도록 사용될 수 있는 임의의 다른 유체 또는 가스의 소스와 연통할 수 있다. 예컨대, 가스는 공기 또는 발생된 가스일 수 있다. 일부 실시예들에 따르면, 가스 입구(116)는 도 3a에 도시된 바와 같이 드래프트 투브(110) 내에 위치될 수 있고, 또한 디퓨저(diffuser)(126)를 포함할 수 있다. 다른 실시예들에 따르면, 가스 입구(116)는 도 3b에 도시된 바와 같이, 드래프트 투브(110) 아래에 위치될 수 있고, 디퓨저(126)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에 따르면, 가스 입구(116)는 필터 매체(108)의 제 2 층 아래에 위치될 수 있다. 가스 입구(116)는, 드래프트 투브(110)를 통해 필터 매체의 유동을 전하기 위해 드래프트 투브 시스템에 가스를 전달하도록 베슬 내에서 위치되는 하나 또는 그 초과의 입구들을 포함할 수 있다. 가스 입구(116)는 가스를 드래프트 투브(110)에 전달하기에 적합한 임의의 구성을 가질 수 있다. 예컨대, 가스 입구는 가스를 전달하기 위한 오리피스(orifice), 노즐(nozzle) 또는 제트(jet)일 수 있다. 일부 실시예들에 따르면, 가스 입구(116)는 또한, 액체 또는 가스 및 액체의 조합을 드래프트 투브(110)에 전달할 수 있다.

[0082] 필터 매체 장치(110)는, 또한 역세정 유체를 둘레 존(128)에 전달하는 하나 또는 그 초과의 역세정 입구들(12

4)을 포함할 수 있다. 역세정 유체 입구(124)는, 드래프트 튜브(110)의 저부 단부를 향해서 매체의 유동을 유도하거나 유동을 돋기 위해서 베슬(102)의 저부 벽에서 또는 저부 벽 근처에서 역세정 유체를 전달할 수 있다. 하나 또는 그 초파의 역세정 유체 입구들은, 베슬(102)에 역세정 유동을 제공하고 드래프트 튜브 시스템을 향해서 필터 매체를 지향시키기 위해 베슬(102) 내에 위치될 수 있다. 역세정 유체는, 액체, 이를 테면 여과될 여과액 또는 폐수, 가스, 이를 테면 공기 및 이들의 조합들일 수 있다. 일부 실시예들에 따르면, 역세정 유체는, 피드 스트림 입구로부터 전환되거나 처리된 스트림 출구로부터 전환된 피드 스트림이다. 역세정 유체 입구(124)는 역세정 유체를 둘레 존으로 전달하는데 적합한 임의의 구성을 가질 수 있다. 예컨대, 역세정 유체 입구(124)는 가스, 액체 또는 이들의 조합을 전달하기 위한 오리피스, 노즐, 또는 제트일 수 있다. 소정의 예들에서, 역세정 유체 입구(124)는 둘레 존(128) 내로 연장할 수 있다. 역세정 유체 입구(124)는 물 분배를 돋기 위해 적합한 임의의 로케이션으로부터 연장할 수 있다. 예컨대, 역세정 유체 입구(124)는 베슬 측벽으로부터 그리고/또는 드래프트 튜브 측벽으로부터 둘레 존(128) 내로 연장할 수 있다. 다른 실시예에서, 역세정 유체 입구(124)는 베슬의 측벽에 접하는(tangential) 컴포넌트를 갖는 각도로 둘레 존(128) 내로 연장할 수 있다.

[0083] 소정의 양태들에 따르면, 둘레 존(128)은 또한, 필터 매체 베드를 더 교반하도록 하나 또는 그 초파의 가스 입구들을 포함할 수 있다. 둘레 존에서 가스 입구들은, 드래프트 튜브(110)에 가스를 전달하도록 구성되고 배열되는 가스 입구(116)와 동일할 수 있지만, 반드시 그럴 필요는 없다.

[0084] 역세정 프로세스는, 필터 매체(106 및 108)의 제 1 및 제 2 층들을 포함하는 충화된 다중 매체 베드(104)를 유동화하는 것을 더 포함할 수 있다. 일부 실시예들에 따르면, 가스 및/또는 역세정 유체가 베슬에 도입될 때, 역세정 프로세스 자체 동안 적절한 유동화가 발생한다. 다른 실시예들에 따르면, 유동화는 역세정 프로세스의 종료시에 별도의 단계이다. 예컨대, 역세정 액체는, 필터 매체 내로 유체의 상향유동(upflow) 속도를 발생시키기 위해서 역세정 유체 입구(118)를 통해 도입될 수 있으며, 이는 더 크고 덜 조밀한 입자들이 베슬(102)의 상부 부분에서 격리되고, 더 작고 보다 조밀한 입자들이 베슬(102)의 하부 부분에 떨어지는 것을 허용한다. 게다가, 소정의 예들에서, 가스는 또한 가스 입구(116)를 통해서 도입될 수 있다. 예컨대, 5 내지 30 메쉬 크기일 수 있고 호두껍질보다 낮은 비중 및 밀도를 가질 수 있는 복합재 매체 펠렛들은 베슬(102)의 상부 부분에서 격리 및 침전(settle)될 수 있다. 유사한 방식으로, 도 2를 참조하면, 복합재 매체(106B)의 제 2 층은 복합재 매체(106A)의 제 1 층 내에서 위치되는 비중 펠렛들보다 더 높은 비중을 갖는 펠렛들을 포함할 수 있고, 따라서, 베슬(102)의 하부 부분에서 침전될 수 있다. 일부 실시예들에 따르면, 필터 매체(106 및 108)(또는 106A 및 106B)의 제 1 및 제 2 층들의 유동화는, 미리 정해진 시간동안 행해질 수 있다. 게다가, 프로세스는 하기에 논의되는 바와 같이 필성 가스(pulsing gas)를 포함할 수 있는, 필터 매체(106 및 108)의 제 1 및 제 2 층들이 침전되는 것을 허용하는 것을 포함할 수 있다.

[0085] 일부 실시예들에 따르면, 역세정 사이클의 완료시, 충화된 다중 매체 베드(104)의 세팅(setting)이 필터 매체 베드의 층들을 충화하고 그리고/또는 침전하기 위해서 에너지(energy)의 형태를 도입함으로써 추가로 보조될 수 있다. 예컨대, 기계적 에너지의 진동 또는 다른 파괴적(disruptive) 형태들이 층들을 적절하게 격리하기 위해서 직접적으로 또는 간접적으로 필터 매체의 층들 및/또는 베슬에 가해질 수 있다. 일부 예들에 따르면, 매체가 격리(segregation) 및 재침전(resettling)을 허용하기에 충분히 교란되도록 가스 입구(116) 및 드래프트 튜브(110)를 통해서, 가스, 이를 테면 공기 또는 발생된 가스가 도입될 수 있다. 소정의 예들에서, 가스는 베드 세팅 단계(bed setting stage) 동안 간헐적으로 도입될 수 있다. 일부 예들에서, 베드는 가스의 펄스(pulse)들 사이에서 중력에 의해서 침전하는 것이 허용될 수 있다.

[0086] 다른 실시예들에 따르면, 복수 개의 필터 매체 장치들이 연속적인 여과를 제공하기 위해서 사용되지만, 하나 또는 그 초파의 필터 매체 유닛(unit)들이 역세정 사이클(cycle)시에 오프라인(offline) 작동하고 있다. 예컨대, 피드 스트림은 복수 개의 필터 매체 장치들에 평행하게 이송(fed)될 수 있다. 필터 매체 장치들 중 하나의 장치로의 피드 스트림은 중단될 수 있지만, 나머지 필터 매체 장치들로의 피드 스트림의 유동은 계속된다. 오프라인을 취하는 필터 매체 장치는, 이후 역세정될 것이며, 서비스(service)로 다시 복귀되기 이전으로 설정된 그의 베드를 가질 수 있다. 필터 매체 장치가 서비스로 복귀된다면, 필터 매체 장치들 중 다른 장치가 역세정을 위해서 서비스로부터 제거됨(taken out of) 것이다.

[0087] 도 5는 일반적으로 500으로 표시된, 적어도 하나의 프로세스를 예시하는 프로세스 흐름 선도이며, 이는 개시의 하나 또는 그 초파의 양태들을 따른다. 도 5에서, 단계 502는 충화된 다중 매체 베드를 포함하는 베슬로 탄화수소들, 부유 물질들 및 수용성 액체를 포함하는 피드 스트림을 도입하는 것을 포함한다. 예컨대, 충화된 다중 매체 베드는, 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 1 층 아래에 위치되는 필터 매체의 제 2 층을 포함할 수 있고, 필터 매체의 제 1 층은 필터 매체의 제 2 층의 비중의 값보다 작은 값을 갖는 비중을 가질 수 있다. 게

다가, 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층 중 적어도 하나는 복합재 매체, 이를테면 복수 개의 복합재 매체 펠렛들을 포함할 수 있고, 여기서 각각의 복합재 매체 펠렛은 셀룰로오스계 재료와 중합체의 혼합물을 포함한다. 단계 504에서, 프로세스는 충화된 다중 매체 베드와 피드 스트림을 접촉시키는 것을 더 포함한다. 예컨대, 프로세스는 피드 스트림의 탄화수소들의 농도보다 작은 탄화수소들의 농도를 갖는 처리된 스트림을 발생시키기 위해서 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층을 피드 스트림과 접촉시키는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 필터 매체의 제 1 층 및 제 2 층과 피드 스트림을 접촉시키는 것은 피드 스트림을 응집시키고 여과시키는 것을 포함할 수 있다. 단계 506에서, 피드 스트림의 유동이 차단된다. 이는, 베슬에 걸친 압력 강하가 역세정 프로세스가 필수인 것을 나타내는 미리 정해진 한계에 도달할 때, 발생할 수 있다. 예컨대, 센서(sensor)는 베슬의 측정된 특징을 제공하기 위해서 베슬의 적어도 하나의 특징을 측정할 수 있으며, 역세정은 측정된 특징에 기초하여 개시될 수 있다. 예컨대, 압력 강하가 역세정 사이클을 개시하는 미리 정해진 값에 도달되었는지의 여부를 판정하기 위해서 센서가 베슬에서의 압력을 모니터링(monitor)할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 피드 스트림의 유동이 차단되고 역세정 사이클이 개시되기 이전에, 미리 정해진 시간의 양이 지나갈 수 있다. 단계 506 및 508에서, 가스 및 역세정 유체는 피드 스트림의 유동에 역류 방향으로 베슬 내로 통과된다. 예컨대, 가스는 베슬 내에 로케이팅되고 충화된 다중 매체 베드 내에 위치된 드래프트 튜브로 통과될 수 있다. 예컨대, 드래프트 튜브는, 필터 매체의 제 1 층 및 필터 매체의 제 2 층 내에 위치될 수 있고, 드래프트 튜브의 측벽과 베슬의 측벽 사이에 위치되는 둘레 존을 형성할 수 있다. 역세정 유체는, 예컨대, 둘레 존 및 필터 매체의 제 1 층과 제 2 층을 통해 충화된 다중 매체 베드로 통과될 수 있다. 이러한 단계들은, 필터 매체의 베드를 구르도록 기능하며, 그리고 이에 의해, 필터 매체로부터 탄화수소들 및 부유 물질들과 같은 오염물들의 적어도 일부를 방출하며, 이후 이는 단계 512에서 베슬로부터 제거된다. 단계 514에서, 충화된 다중 매체 베드는 상기 논의되는 바와 같이 유동화되어, 필터 매체의 층들을 서로 분리하고 그리고 층들을 침전시키는 것을 허용한다. 예컨대, 필터 매체의 제 1 층 및 제 2 층은 미리 정해진 시간 동안 필터 매체의 제 1 층 및 제 2 층을 통해 가스 및 역세정 유체중 적어도 하나를 통과함으로서 유동화될 수 있다. 적어도 하나의 실시예에 따르면, 필터 매체 베드의 유동화는, 역세정 사이클 동안 자체적으로 발생될 수 있으며, 이에 따라 역세정 유체 및/또는 가스의 상향 속도(upward velocity)를 도입하는 별도의 단계가 필요하지 않을 수 있다. 단계 516에서, 충화된 다중 매체 베드를 포함하는 베슬로의 피드 스트림의 유동이 재설정된다.

#### [0088] 예들

[0089] 본원에 설명된 시스템들 및 방법들은, 하기 예들을 통해 추가로 예시될 것이며, 이들은 사실상 예시적이며, 본 개시의 범주를 제한하는 것으로 의도되지는 않는다.

#### [0090] 예 1- 충화된 매체

[0091] 다중 매체 충화된 베드 조립체의 효율성을 평가하기 위해서 시험이 행해졌다. 스테인리스 강으로 구성되고, 78 인치(inch)의 높이 및 6 인치의 직경을 갖는 베슬에는, 먼저 12 내지 16 메쉬의 크기를 갖는 검은 호두껍질들(black walnut shells)의 12 인치 깊이 층이 채워졌다. 5 내지 10 메쉬의 크기를 가지며, 45 % HDPE 및 55 % 단풍나무 목재를 포함하는 복합재 매체(4 mm 라운드 펠렛(round pellet))의 54 인치 층이 이후에 다중 매체 충화된 베드를 생성하기 위해서 검은 호두껍질 층의 최상부에 배치되었다. 합성 폐수(synthetic wastewater)가 250 mg/L의 탄화수소 농도 및 40 mg/L의 TSS 농도를 갖는 합성 폐수를 생성하도록 수돗물(tap water) 안으로 원유 및 부유 물질들을 주입함으로써 1 차 분리 배출물을 시뮬레이팅(simulate)하기 위해서 생성되었다. 합성 폐수는 90 °C로 가열되고 이후에 베슬의 최상부 내로 그리고 베슬의 저부 밖으로 10 gpm/ft<sup>2</sup>의 플러스 레이트로 펌핑(pumped)되었으며, 이에 따라 호두껍질 매체 층을 통해 그리고 배출물로서 베슬 밖으로 통과하기 이전에 복합재 매체의 층을 통해 먼저 통과되었다.

[0092] 9 개의 샘플(sample)들이 베슬의 배출물로부터 수집되고 탄화수소 농도를 위해 시험되는 상태에서, 실험이 24 시간 동안 실행되었다. 9 개의 모든 샘플들이 5 mg/L 미만의 탄화수소 농도를 나타내는 상태에서, 도 6에 결과들이 제시된다.

#### [0093] 예 2- 베드 깊이 비교

[0094] 상이한 매체 비율들을 갖는 다중 매체 충화된 베드 조립체들의 퍼포먼스 능력(performance capability)을 비교하기 위해서 실험이 수행되었다. 예 1에 대해 상기 설명된 베슬과 유사한 베슬에는, 12 내지 16 메쉬의 크기를 갖는 10 인치의 검은 호두껍질 매체가 채워졌고, 그리고 이후에 매체의 3 개의 상이한 볼류메트릭 비율(volumetric proportion)들을 시험하기 위해서 5 내지 10 메쉬의 크기를 갖는 20 인치, 40 인치 및 60 인치의 복합재 매체(예 1의 복합재 매체와 동일)가 채워졌다. 250 mg/L 의 탄화수소 농도 및 0.98의 비중을 갖는 피드

스트립이 13.5 gpm/ft<sup>2</sup>의 플렉스 레이트로 제각기 복합재 매체 베드 및 호두껍질들의 베드를 통해 펌핑되었다. 매체의 입방 인치당(per cubic inch) 로딩된(loaded) 오일의 질량은 배출물에서 오일의 농도에 대해 플롯화(plotted)되었으며, 도 7에 제시된다. 그 결과는, 대략 60 인치의 복합재 매체 및 10 인치의 호두껍질이 오일의 비중에 따라 0.5 g/in<sup>3</sup> - 5 g/in<sup>3</sup>의 범위에서 오일을 수집하는 것이 효과적인 것으로 나타났다. 게다가, 결과들은, 역세정들 사이의 시간 길이가 20 인치의 복합재 매체 베드에 대해서 가장 짧고 60 인치의 복합재 매체 베드에 대해서 가장 긴 상태에서, 시험된 복합재 매체의 3 개 모두의 깊이들이 5 mg/L 미만을 갖는 배출물을 산출하는 것이 가능하였음을 나타낸다.

### [0095] 예 3- 다중 매체 퍼포먼스 능력들

[0096] 복합재 매체의 제 1 층 및 호두껍질 매체의 제 2 층을 포함하는 충화 다중 매체 베드 및 복합재 매체의 단일 층의 퍼포먼스 성능을 비교하기 위해서 실험이 수행되었다. 예 1에 대해 상기 설명된 바와 같은 복합재 매체, 합성 폐수 및 동일한 조건들에 의해 테스팅(testing)이 실행되었다. 7 피트(feet) 높이 및 6 인치 직경이며 역세정을 위해서 공기 입구 노즐 및 드래프트 튜브가 장비되었던 스테인리스 강 베슬(stainless steel vessel)이 사용되었다.

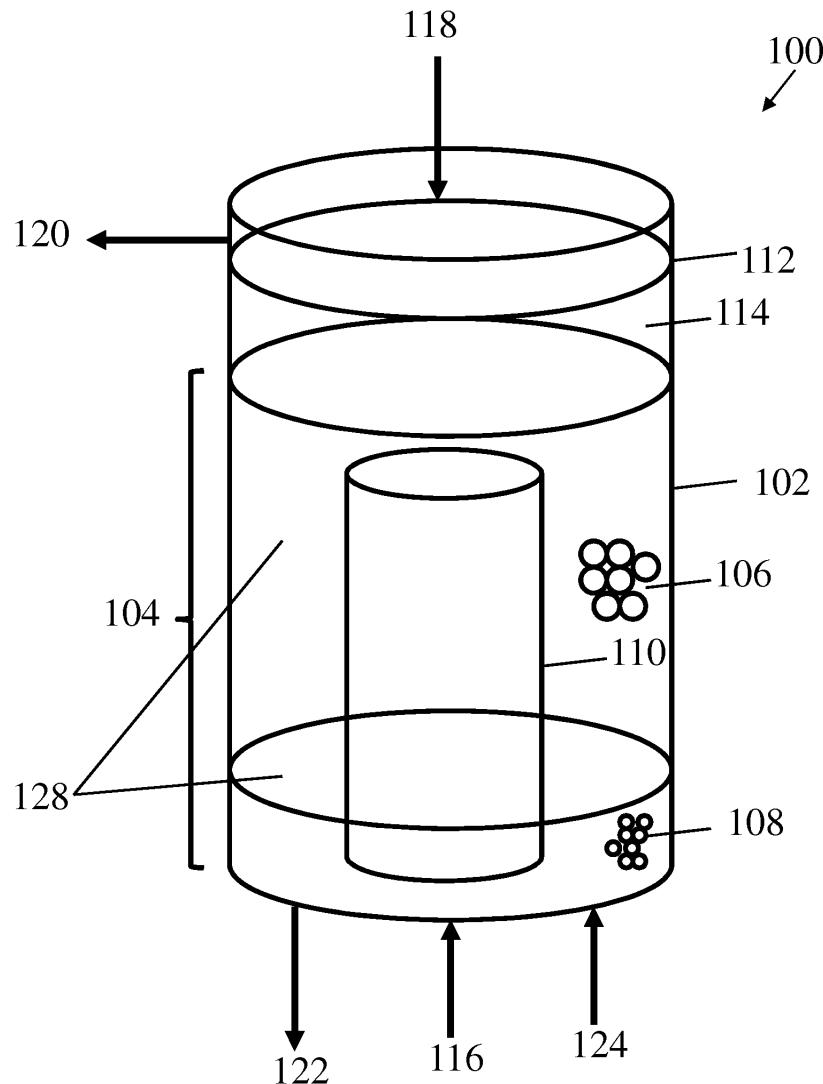
[0097] 복합재 매체의 단일 층에 의한 테스팅이 66 인치 깊이 베드를 사용하여 수행되었다. 충화된 다중 매체 베드에 의한 테스팅은, 54 인치의 복합재 매체의 베드 및 복합재 매체 아래에 위치되는 12 인치의 호두껍질들의 베드를 사용하여 수행되었다.

[0098] 24 시간 동안 필터 매체 베드들의 양자 모두의 유형들을 통해서 합성 폐수를 통과하는 것으로부터의 결과들이 도 8a 및 도 8b에 도시되었으며, 도 8a는 배출물에서의 탄화수소 농도를 나타내며, 도 8b는 배출물에서 부유 물질들의 농도를 나타낸다. 도 8a 및 도 8b는 충화된 다중 매체 베드가 단독의 복합재 매체 보다 피드 폐수 스트립에서 탄화수소들 및 부유 물질들 양자 모두를 여과할는데 보다 효과적이었음을 나타낸다. 예컨대, 충화된 다중 매체 베드로부터의 배출물은, 평균적으로 약 2.20 mg/L (99.1% 제거)의 탄화수소 농도가 되었으며, 반면에, 복합재 매체의 단일 층으로부터의 배출물은 평균적으로 15.23 mg/L (93.9% 제거)가 되었다. 게다가, 충화된 다중 매체 베드로부터의 배출물은, 평균적으로 1.87 mg/L (95.3% 제거)의 TSS 농도가 되었으며, 반면에, 복합재 매체의 단일 층으로부터의 배출물은 평균적으로 1.87 mg/L (70.7% 제거)의 TSS 농도가 되었다.

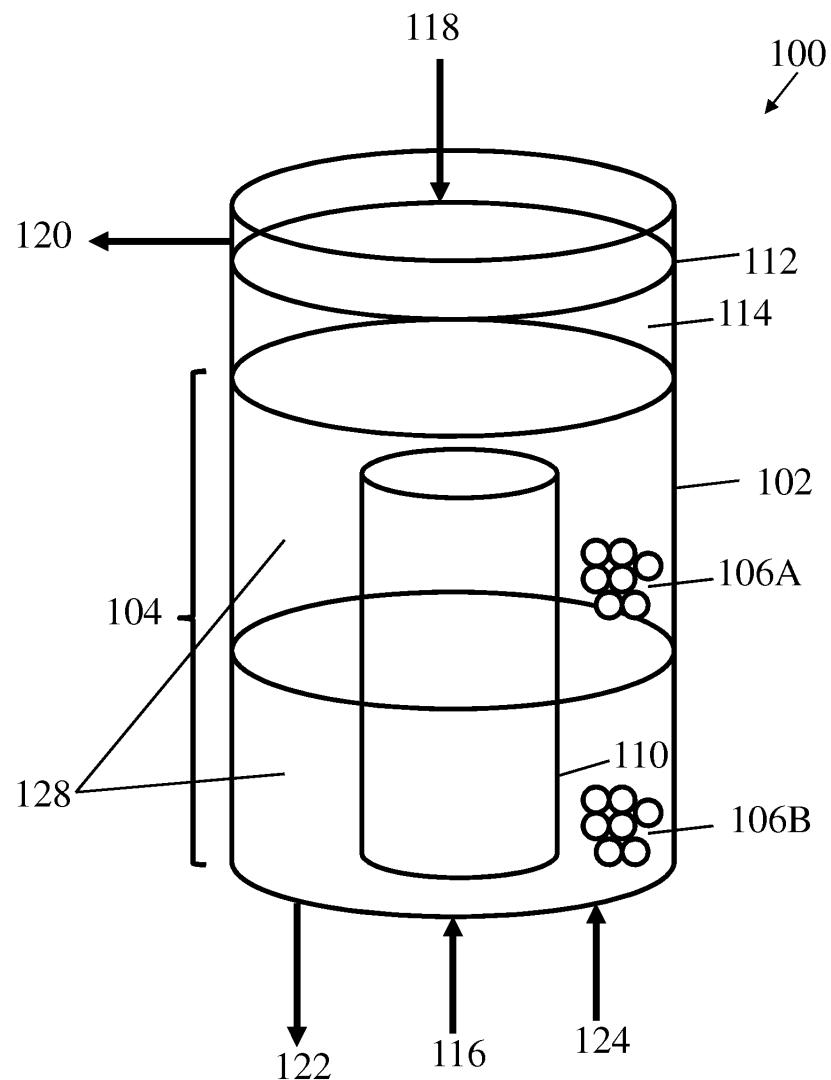
[0099] 적어도 하나의 예의 수개의 양태들에서 이렇게 설명되었지만, 다양한 변경들, 수정들 및 개선들이 당업자에게 용이하게 발생할 것임이 이해된다. 예컨대, 본원에 개시된 예들은 또한 다른 문맥들에서 사용될 수 있다. 이러한 변경들, 수정들 및 개선들이 본 개시의 일부인 것으로 의도되며, 본원에서 논의된 예들의 범주 내에 있는 것으로 의도된다. 이에 따라, 전술한 설명 및 도면들은 단지 예시이다.

도면

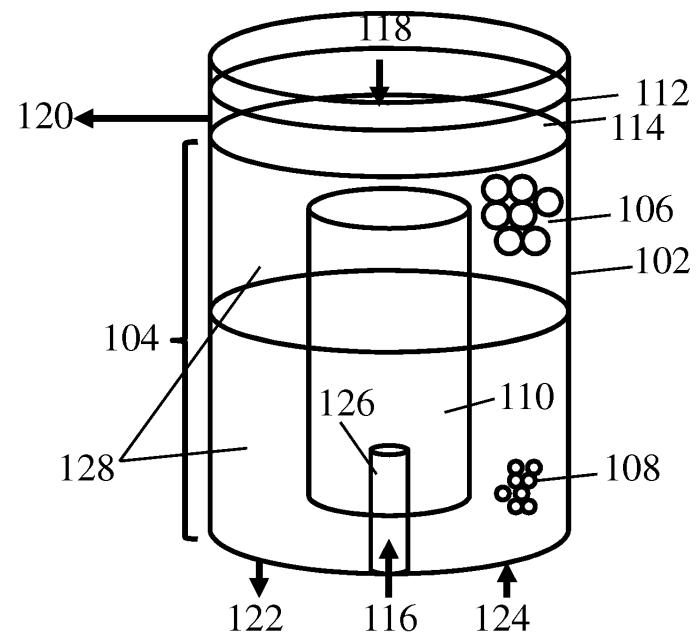
도면1



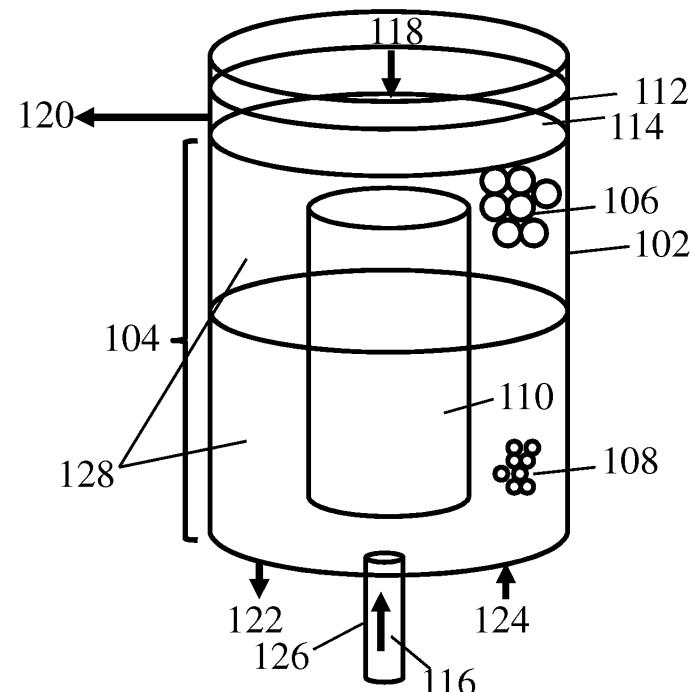
도면2



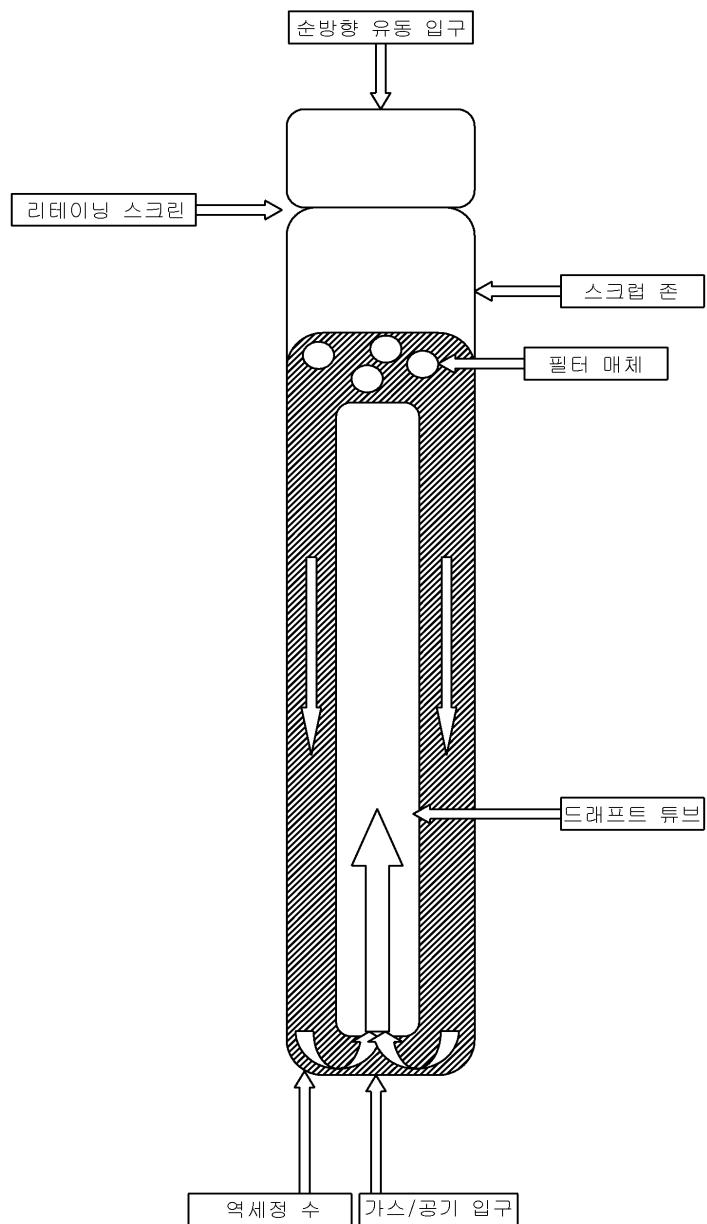
도면3a



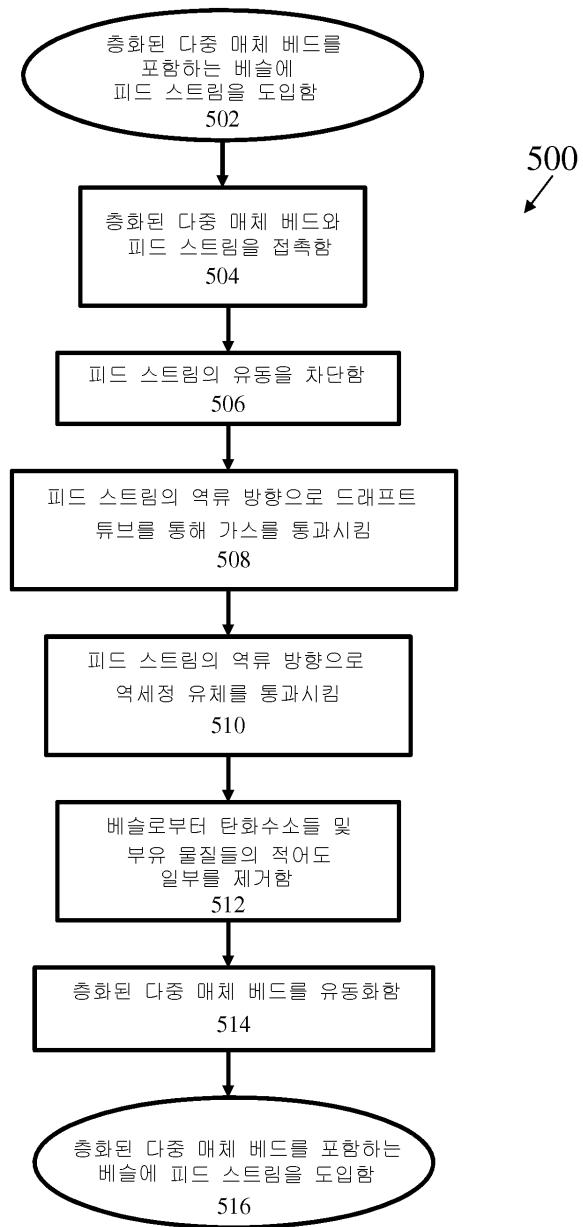
도면3b



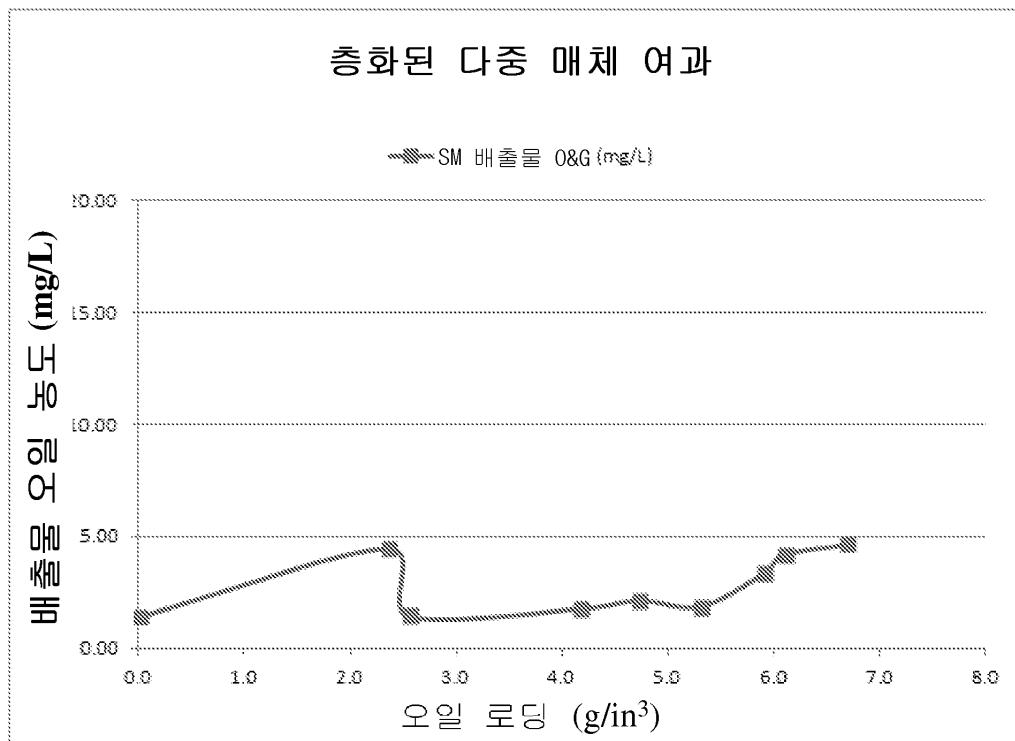
도면4



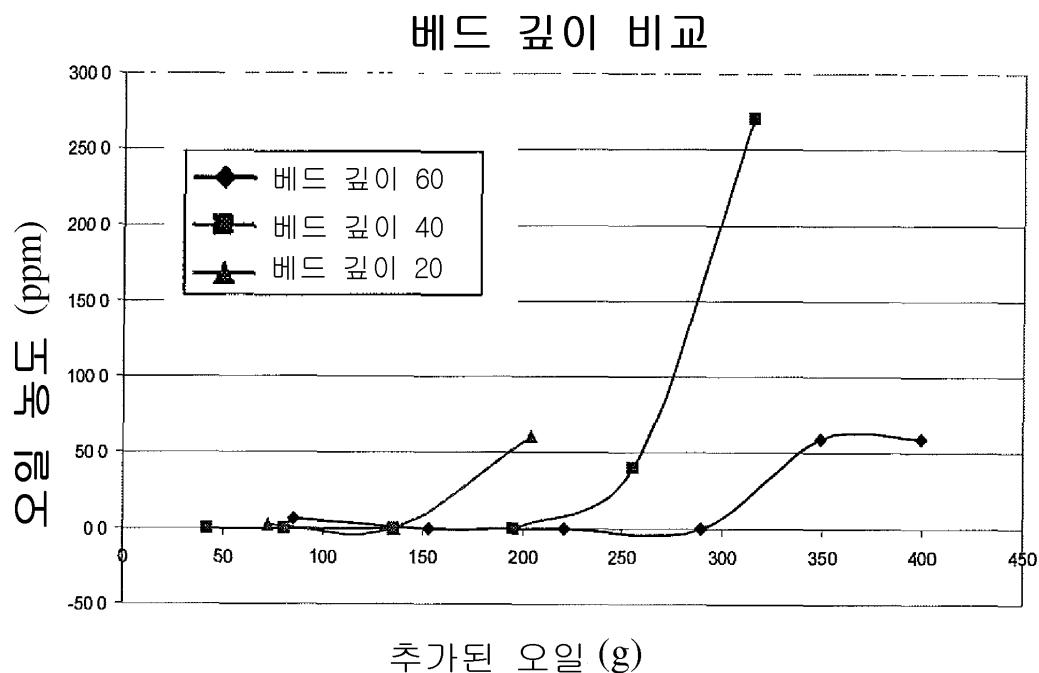
## 도면5



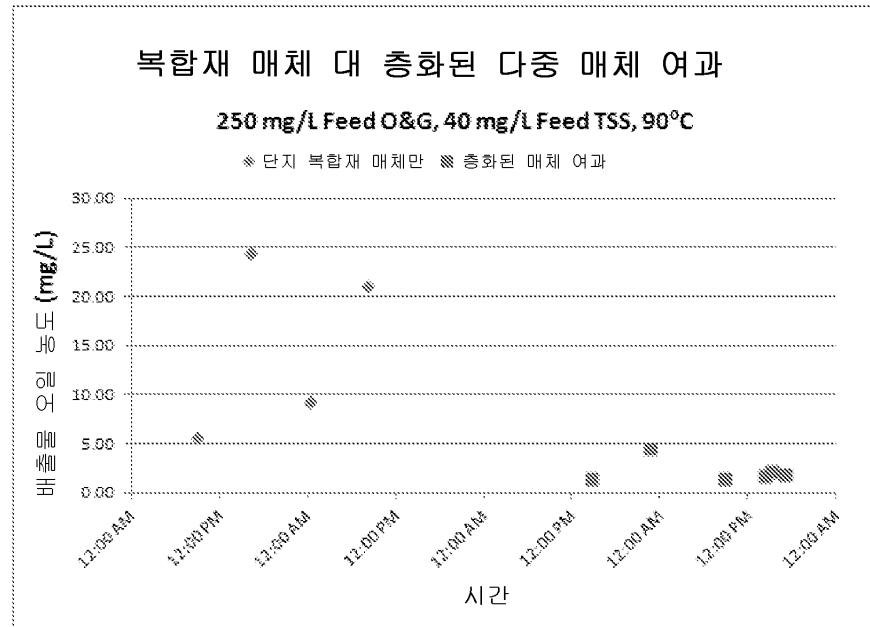
## 도면6



## 도면7



## 도면8a



## 도면8b

