



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0148316  
(43) 공개일자 2014년12월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B01D 61/00 (2006.01) B01D 17/02 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-0073434  
(22) 출원일자 2014년06월17일  
심사청구일자 2014년06월17일  
(30) 우선권주장  
13/924,032 2013년06월21일 미국(US)

(71) 출원인  
폴 코포레이션  
미국 뉴욕 11050 포트 워싱턴 하버 파크 드라이브 25  
(72) 발명자  
브랜들리 존 디.  
미국 뉴욕 13068 프리빌 크리켓 레인 20  
디츠 제이콥 엠.  
미국 뉴욕 13077 호머 코플랜드 에비뉴 15  
(74) 대리인  
리앤목특허법인

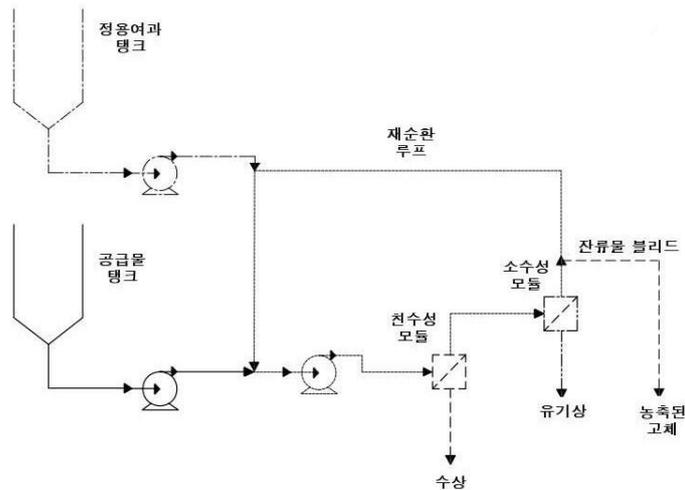
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 수상 및 유기상을 포함하는 유체 혼합물의 처리 시스템 및 방법

(57) 요약

연속적 수상 및 불연속적 유기상을, 이 두 상을 포함하는 혼합물로부터 분리하는 시스템 및 방법이 개시된다.

대표도



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

유기상을 포함하는 유체를 처리하는 시스템으로서, 상기 시스템은

제1 필터 장치; 및,

제2 필터 장치;를 포함하고,

상기 제1 필터 장치는 하우징 및 친수성 필터 요소를 포함하고, 상기 하우징은 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 상기 하우징은 상기 유입구와 상기 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 상기 유입구와 상기 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 상기 친수성 필터 요소는 상기 제1 유체 흐름 경로를 가로지르는 다공성 친수성 막을 포함하며,

상기 제2 필터 장치는 하우징 및 소수성 필터 요소를 포함하고, 상기 하우징은 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 상기 하우징은 상기 유입구와 상기 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 상기 유입구와 상기 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 상기 소수성 필터 요소는 상기 제1 유체 흐름 경로를 가로지르는,

유체 처리 시스템.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 제1 필터 장치 및 상기 제2 필터 장치가 병렬로 배열되어 있는 유체 처리 시스템.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 제1 필터 장치 및 상기 제2 필터 장치가 직렬로 배열되어 있는 유체 처리 시스템.

**청구항 4**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 소수성 필터 요소가 다공성 소수성 막을 포함하는 유체 처리 시스템.

**청구항 5**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 소수성 필터 요소가 입자 코팅된 다공성 친수성 막 또는 입자 코팅된 다공성 소수성 막을 포함하고, 상기 입자는 약 25 dynes/cm(약  $2.5 \times 10^{-2}$  N/m) 이하의 CWST를 갖는 유체 처리 시스템.

**청구항 6**

연속적 수상(aqueous phase) 및 불연속적 유기상을 포함하는 유체 혼합물을 처리하는 방법으로서, 상기 방법이 다음의 단계들을 포함하는 유체 혼합물 처리 방법:

상기 혼합물을 제1 필터 장치의 유입구로 전달하는 단계로서, 상기 제1 필터 장치는 하우징 및 친수성 필터 요소를 포함하고, 상기 하우징은 상기 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 상기 하우징은 상기 유입구와 상기 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 상기 유입구와 상기 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 상기 친수성 필터 요소는 상류쪽 표면 및 하류쪽 표면을 갖고, 상기 친수성 필터 요소는 다공성 친수성 막을 포함하며, 또한 상기 친수성 필터 요소는 상기 제1 유체 흐름 경로를 가로질러 배치되어 있는 단계;

상기 혼합물을 상기 친수성 필터 요소의 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로(tangentially) 이송하는 단계;

상기 연속적 수상을 상기 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 친수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 상기 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계;

수상이 감소된 불연속적 유기상 함유 유체를 상기 친수성 필터 요소의 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송

하고, 상기 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 제2 유출구를 통하여 통과시키고, 제2 필터 장치의 유입구를 통하여 통과시키는 단계로서, 상기 제2 필터 장치는 하우징 및 소수성 필터 요소를 포함하고, 상기 하우징은 상기 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 상기 하우징은 상기 유입구와 상기 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 상기 유입구와 상기 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 상기 소수성 필터 요소는 상류쪽 표면 및 하류쪽 표면을 가지며, 상기 소수성 필터 요소는 상기 제1 유체 흐름 경로를 가로질러 배치되어 있는 단계;

상기 수상이 감소된 불연속적 유기상 함유 유체를 상기 소수성 필터 요소의 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계;

상기 불연속적 유기상을 상기 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 소수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 상기 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 및

수상이 감소되고 불연속적 유기상이 감소된 유체를 상기 소수성 필터 요소의 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 상기 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 제2 유출구를 통하여 통과시키는 단계.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 상기 유체 혼합물이 연속적 수상, 불연속적 유기상 및 고상(solid phase)을 포함하고, 상기 방법이 다음의 단계들을 포함하는 유체 혼합물 처리 방법:

상기 혼합물을 상기 제1 필터 장치의 유입구로 전달하고, 상기 혼합물을 상기 친수성 필터 요소의 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계;

상기 연속적 수상을 상기 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 친수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 상기 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계;

수상이 감소된 불연속적 유기상 및 고상 함유 유체를 상기 친수성 필터 요소의 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 상기 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 제2 유출구를 통하여 통과시키고, 상기 제2 필터 장치의 유입구를 통하여 통과시키는 단계;

상기 수상이 감소된 불연속적 유기상 및 고상 함유 유체를 상기 소수성 필터 요소의 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계;

상기 불연속적 유기상을 상기 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 소수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 상기 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 및

수상이 감소되고 불연속적 유기상이 감소된 고상 함유 유체를 상기 소수성 필터 요소의 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 상기 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 제2 유출구를 통하여 통과시키는 단계.

**청구항 8**

제6항 또는 제7항에 있어서, 상기 수상이 감소되고 불연속적 유기상이 감소된 유체를 상기 제2 필터 장치의 제2 유출구로부터 배출하는 단계; 및 새로운 또는 추가의 유체 혼합물을 상기 제1 필터 장치의 유입구로 전달하기 전에, 상기 수상이 감소되고 불연속적 유기상이 감소된 유체를 상기 새로운 또는 추가의 유체 혼합물과 혼합하는 단계;를 더 포함하는 유체 혼합물 처리 방법.

**청구항 9**

제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 새로운 또는 추가의 유체 혼합물을 상기 제1 필터 장치의 유입구로 전달하기 전에, 정용여과(diafiltration) 유체를 상기 새로운 또는 추가의 유체 혼합물과 혼합하는 단계를 더 포함하는 유체 혼합물 처리 방법.

**명세서**

**기술분야**

본 발명은 수상 및 유기상을 포함하는 유체 혼합물의 처리 시스템 및 처리 방법에 관한 것이다.

[0001]

**배경 기술**

[0002] 물과 오일은 물, 오일 및 고체를 포함하는 혼합물로부터 제거될 수 있다. 예를 들어, 대체 연료 시장에서, 일부 회사들은 3상 세퍼레이터(three phase separator)를 사용하여 유상(oil phase)으로부터 또한 고상(solids phase)으로부터 수상(water phase)을 분리한다. 다른 분리 방법은, 예를 들어, 하나 이상의 원심분리기의 사용을 포함한다.

[0003] 그러나, 종래의 분리 방법은 비효율성 및/또는 많은 비용을 발생시키고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 본 발명은 종래 기술의 단점들의 적어도 일부에 대한 개선을 제공한다. 본 발명의 이들 및 다른 이점들은 하기의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0005] 본 발명의 일 구현예에 따라, 수상 및 유기상을 포함하는 유체를 처리하는 시스템이 제공되며, 상기 시스템은 제1 필터 장치 및 제2 필터 장치를 포함하고, 상기 제1 필터 장치는 하우징 및 친수성 필터 요소를 포함하고, 상기 하우징은 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 상기 하우징은 상기 유입구와 상기 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 상기 유입구와 상기 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 상기 친수성 필터 요소는 상기 제1 유체 흐름 경로를 가로지르는 다공성 친수성 막을 포함하며, 상기 제2 필터 장치는 하우징 및 소수성 필터 요소를 포함하고, 상기 하우징은 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 상기 하우징은 상기 유입구와 상기 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 상기 유입구와 상기 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 상기 소수성 필터 요소는 상기 제1 유체 흐름 경로를 가로지른다. 상기 필터 장치들은 직렬 또는 병렬로 배열될 수 있다. 바람직한 일 구현예에 있어서, 상기 제1 필터 장치의 상기 제2 유출구는 상기 제2 필터 장치의 상기 유입구와 유체 연통한다.

[0006] 일부 구현예들에 있어서, 상기 소수성 필터 요소는 다공성 소수성 막을 포함한다. 바람직한 일 구현예에 있어서, 상기 소수성 필터 요소는 입자 코팅된 다공성 친수성 막 또는 입자 코팅된 다공성 소수성 막을 포함하고, 상기 입자는 약 25 dynes/cm(약  $2.5 \times 10^{-2}$  N/m) 이하의 임계 젖음 표면 장력(Critical Wetting Surface Tension: CWST), 통상적으로, 약 22 dynes/cm 내지 약 16 dynes/cm (약  $2.2 \times 10^{-2}$  N/m 내지 약  $1.6 \times 10^{-2}$  N/m) 범위의 CWST를 갖고, 상기 코팅은 상기 막의 상류쪽 표면에 존재한다. 바람직하게는, 상기 코팅 중의 입자는 PTFE 입자를 포함한다. 통상적으로, 상기 코팅 아래의 상기 다공성 막은 약 23 dynes/cm 내지 약 78 dynes/cm (약  $2.3 \times 10^{-2}$  N/m 내지 약  $7.8 \times 10^{-2}$  N/m) 범위의 CWST를 갖는다.

[0007] 다른 구현예에 있어서, 연속적 수상 및 불연속적 유기상을 포함하는 유체 혼합물(또한, 상기 혼합물은 바람직하게는 고상(solid phase)도 포함할 수 있음)을 처리하는 방법이 제공된다.

[0008] 바람직한 일 구현예에 있어서, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다: 상기 연속적 수상 및 불연속적 유기상의 혼합물을 제1 필터 장치의 유입구로 전달하는 단계로서, 상기 제1 필터 장치는 하우징 및 친수성 필터 요소를 포함하고, 상기 하우징은 상기 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 상기 하우징은 상기 유입구와 상기 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 상기 유입구와 상기 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 상기 친수성 필터 요소는 상류쪽 표면 및 하류쪽 표면을 갖고, 상기 친수성 필터 요소는 상기 제1 유체 흐름 경로를 가로질러 배치되어 있는 단계; 상기 혼합물을 상기 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이동하는 단계; 상기 연속적 수상을 상기 제1 유체 흐름 경로를 따라 이동하고, 상기 친수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 상기 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 수상이 감소된 불연속적 유기상 함유 유체를 상기 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이동하고, 상기 제2 유체 흐름 경로를 따라 이동하고, 상기 제2 유출구를 통하여 통과시키고, 제2 필터 장치의 유입구를 통하여 통과시키는 단계로서, 상기 제2 필터 장치는 하우징 및 소수성 필터 요소를 포함하고, 상기 하우징은 상기 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 상기 하우징은 상기 유입구와 상기 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 상기 유입구와 상기 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 상기 소수성 필터 요소는 상류쪽 표면 및 하류쪽 표면을 가지며, 상기 소수성 필터 요소는 상기 제1 유체 흐름 경로를 가로질러 배치되어 있는 단계; 상기 수상이 감소된 불연속적 유기상 함유 유체를 상기 상

류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계; 상기 불연속적 유기상을 상기 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 소수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 상기 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 및 수상이 감소되고 불연속적 유기상이 감소된 유체를 상기 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 상기 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 제2 유출구를 통하여 통과시키는 단계.

[0009] 바람직하게는, 적어도 상기 소수성 필터 요소를 통과한 불연속적 유기상은 추가적인 가공, 재활용 또는 폐기를 위해 적합한 조건에서 회수된다.

[0010] 다른 구현예에 있어서, 상기 유체 혼합물은 연속적 수상, 불연속적 유기상 및 고상을 포함하고, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다: 상기 혼합물을 상기 제1 필터 장치의 유입구로 전달하고, 상기 혼합물을 상기 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계; 상기 연속적 수상을 상기 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 친수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 상기 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 수상이 감소된 불연속적 유기상 및 고상 함유 유체를 상기 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 상기 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 제2 유출구를 통하여 통과시키고, 상기 제2 필터 장치의 유입구를 통하여 통과시키는 단계; 상기 수상이 감소된 불연속적 유기상 및 고상 함유 유체를 상기 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계; 상기 불연속적 유기상을 상기 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 소수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 상기 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 및 수상이 감소되고 불연속적 유기상이 감소된 고상 함유 유체를 상기 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 상기 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 상기 제2 유출구를 통하여 통과시키는 단계.

[0011] 일부 구현예들에 있어서, 상기 제2 필터 장치의 제2 유출구를 통과한 상기 수상이 감소되고 불연속적 유기상이 감소된 유체는, 새로운 또는 추가의 유체 혼합물이 상기 제1 필터 장치의 유입구를 통과하기 전에, 상기 새로운 또는 추가의 유체 혼합물과 혼합된다. 대안적으로, 또는 추가적으로, 상기 방법은 정용여과(diafiltration)를 포함할 수 있고, 정용여과 유체는, 새로운 또는 추가의 유체 혼합물이 상기 제1 필터 장치의 유입구를 통과하기 전에, 상기 새로운 또는 추가의 유체 혼합물과 혼합된다.

### **도면의 간단한 설명**

[0012] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따라 사용되기 위한 시스템을 도시하는 다이어그램인데, 이때 필터 장치들은 직렬로 배열되어 있고, 또한 이 시스템은 선택적인(optional) 정용여과 탱크 및 유로, 및 선택적인(optional) 잔류물 블리드(retentate bleed)를 포함하고 있다.

도 2는 본 발명의 일 구현예에 따라 사용되기 위한 시스템을 도시하는 다이어그램인데, 필터 장치들이 직렬로 배열되어 있는데, 2 개의 필터 장치 중 어느 하나든지 먼저 배열될 수 있다.

도 3a 및 3b는 본 발명의 구현예들에 따른 사용을 위한 또 다른 시스템들을 도시하는데, 도 3a는 단일 펌프 병렬 루프(single pump parallel loop)를 도시하고, 도 3b는 이중(dual) 펌프 병렬 루프를 도시한다.

도 4는 제2 필터 장치만을 사용한 경우와 비교된, 본 발명의 일 구현예에 따른 제1 및 제2 필터 장치를 포함하는 시스템을 사용한 처리량(throughput)을 보여주는 그래프이다.

도 5는 제2 필터 장치만을 사용한 경우와 비교된, 본 발명의 다른 구현예에 따른 제1 및 제2 필터 장치를 포함하는 시스템을 사용한 처리량을 보여주는 그래프이다.

### **발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0013] 유리하게도, 본 발명에 따른 시스템 및 방법은, 높은 표면 에너지의 연속적 액상(liquid phase) (바람직하게는, 물과 같은 수상) 및 낮은 표면 에너지의 불연속적 액상(바람직하게는 유기상, 더욱 바람직하게는 오일)을, 초기에 이 두 상을 함유하는 혼합물로부터 분리하는 데에 사용될 수 있다.

[0014] 추가적으로, 수상을 분리함으로써 유기상 농도를 유지할 수 있게 되는데, 이를 통하여, 바람직한 높은 수준의 유기상 농도를 유지할 수 있고, 또한, 오일 유속(oil flux)이 더 긴 시간 동안 높은 수준으로 유지되는 것을 가능하게 한다.

[0015] 본 발명의 일 구현예에 따라, 수상 및 유기상을 포함하는 유체를 처리하는 시스템이 제공되는 데, 이 시스템은 제1 필터 장치 및 제2 필터 장치를 포함하고, 제1 필터 장치는 하우징 및 친수성 필터 요소를 포함하고, 하우징은 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 하우징은 유입구와 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 유입구와 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 친수성 필터 요소는 제1 유체 흐름 경로를 가

로지르는 다공성 친수성 막을 포함하며, 제2 필터 장치는 하우징 및 소수성 필터 요소를 포함하고, 하우징은 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 하우징은 유입구와 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 유입구와 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 소수성 필터 요소는 제1 유체 흐름 경로를 가로지른다. 상기 필터 장치들은 직렬(소수성 필터 요소를 포함하는 필터 장치의 상류쪽에 친수성 필터 요소를 포함하는 필터 장치가 배열되거나, 또는 친수성 필터 요소를 포함하는 필터 장치의 상류쪽에 소수성 필터 요소를 포함하는 필터 장치가 배열됨), 또는 병렬로 배열될 수 있다. 바람직한 일 구현예에 있어서, 제1 필터 장치의 제2 유출구는 제2 필터 장치의 유입구와 유체 연통한다.

[0016] 일부 구현예들에 있어서, 소수성 필터 요소는 다공성 소수성 막을 포함한다. 다른 구현예들에 있어서, 소수성 필터 요소는 입자 코팅된 다공성 친수성 막 또는 입자 코팅된 다공성 소수성 막을 포함하되, 입자는 약 25 dynes/cm(약  $2.5 \times 10^{-2}$  N/m) 이하의 임계 젖음 표면 장력(Critical Wetting Surface Tension: CWST), 통상적으로, 약 22 dynes/cm 내지 약 16 dynes/cm (약  $2.2 \times 10^{-2}$  N/m 내지 약  $1.6 \times 10^{-2}$  N/m) 범위의 CWST를 갖는다. 바람직하게는, 상기 코팅 중의 입자는 PTFE 입자를 포함한다. 통상적으로, 상기 코팅 아래의 상기 다공성 막은 약 23 dynes/cm 내지 약 78 dynes/cm (약  $2.3 \times 10^{-2}$  N/m 내지 약  $7.8 \times 10^{-2}$  N/m) 범위의 CWST를 갖는다.

[0017] 다른 구현예에 있어서, 연속적 수상 및 불연속적 유기상을 포함하는 유체 혼합물(또한, 혼합물은 바람직하게는 고상을 포함함)을 처리하는 방법이 제공된다.

[0018] 바람직한 일 구현예에 있어서, 유체 혼합물 처리 방법은 다음의 단계들을 포함한다: 연속적 수상 및 불연속적 유기상의 혼합물을 제1 필터 장치의 유입구로 전달하는 단계로서, 제1 필터 장치는 하우징 및 친수성 필터 요소를 포함하고, 하우징은 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 하우징은 유입구와 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 유입구와 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 친수성 필터 요소는 상류쪽 표면 및 하류쪽 표면을 갖고, 친수성 필터 요소는 상기 제1 유체 흐름 경로를 가로질러 배치되어 있는 단계; 혼합물을 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계; 연속적 수상을 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 친수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 수상이 감소된 불연속적 유기상 함유 유체를 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 제2 유출구를 통하여 통과시키고, 제2 필터 장치의 유입구를 통하여 통과시키는 단계로서, 제2 필터 장치는 하우징 및 소수성 필터 요소를 포함하고, 하우징은 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 하우징은 유입구와 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 유입구와 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 소수성 필터 요소는 상류쪽 표면 및 하류쪽 표면을 가지며, 소수성 필터 요소는 제1 유체 흐름 경로를 가로질러 배치되어 있는 단계; 수상이 감소된 불연속적 유기상 함유 유체를 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계; 불연속적 유기상을 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 소수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 및 수상이 감소되고 불연속적 유기상이 감소된 유체를 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 제2 유출구를 통하여 통과시키는 단계.

[0019] 바람직하게는, 적어도 소수성 필터 요소를 통과한 불연속적 유기상은 추가적인 처리, 재활용 또는 처분을 위해 적합한 조건에서 회수된다.

[0020] 다른 구현예에 있어서, 유체 혼합물은 연속적 수상, 불연속적 유기상 및 고상을 포함하고, 유체 혼합물 처리 방법은 다음의 단계들을 포함한다: 혼합물을 제1 필터 장치의 유입구로 전달하고, 혼합물을 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계; 연속적 수상을 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 친수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 수상이 감소된 불연속적 유기상 및 고상 함유 유체를 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 제2 유출구를 통하여 통과시키고, 제2 필터 장치의 유입구를 통하여 통과시키는 단계; 수상이 감소된 불연속적 유기상 및 고상 함유 유체를 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계; 불연속적 유기상을 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 소수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 및 수상이 감소되고 불연속적 유기상이 감소된 고상 함유 유체를 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 제2 유출구를 통하여 통과시키는 단계.

[0021] 일부 구현예들에 있어서, 제2 필터 장치의 제2 유출구를 통과한 수상이 감소되고 불연속적 유기상이 감소된 유체는, 새로운 (예를 들어, 공급물) 및/또는 추가의 유체 혼합물이 제1 필터 장치의 유입구를 통과하기 전에, 새로운 및/또는 추가의 유체 혼합물과 혼합된다. 대안적으로, 또는 추가적으로, 상기 방법은 정용여과를 포함할 수 있고, 정용여과 유체는, 새로운 또는 추가의 유체 혼합물이 제1 필터 장치의 유입구를 통과하기 전에, 새로

운 또는 추가의 유체 혼합물과 혼합된다. 일부 구현예들에 있어서, 제2 필터 장치의 제2 유출구를 통과한 수상이 감소되고 불연속적 유기상이 감소된 유체는, 추가적으로 (예를 들어, 잔류물 블리드를 통하여) 고상이 감소된 후, 정용여과 유체 또는 새로운 공급물 유체 및/또는 추가의 유체와 혼합될 수 있으며, 그 다음, 이렇게 얻어진 유체 혼합물이 제1 필터 장치의 유입구를 통과할 수 있다.

[0022]

다른 구현예에 있어서, 유체 혼합물 처리 방법은 다음의 단계들을 포함한다: 연속적 수상 및 불연속적 유기상의 혼합물을 제1 필터 장치의 유입구로 전달하는 단계로서, 제1 필터 장치는 하우징 및 소수성 필터 요소를 포함하고, 하우징은 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 하우징은 유입구와 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 유입구와 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 소수성 필터 요소는 상류쪽 표면 및 하류쪽 표면을 갖고, 소수성 필터 요소는 상기 제1 유체 흐름 경로를 가로질러 배치되어 있는 단계; 혼합물을 유입구로 전달한 다음 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계; 불연속적 유기상을 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 소수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 불연속적 유기상이 감소된 수상 함유 유체를 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 제2 유출구를 통하여 통과시키고, 제2 필터 장치의 유입구를 통하여 통과시키는 단계로서, 제2 필터 장치는 하우징 및 친수성 필터 요소를 포함하고, 하우징은 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 하우징은 유입구와 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 유입구와 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 친수성 필터 요소는 상류쪽 표면 및 하류쪽 표면을 가지며, 친수성 필터 요소는 제1 유체 흐름 경로를 가로질러 배치되어 있는 단계; 불연속적 유기상이 감소된 수상 함유 유체를 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계; 수상 함유 유체를 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 친수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 및 수상이 감소되고 불연속적 유기상이 감소된 유체를 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 제2 유출구를 통하여 통과시키는 단계. 일부 구현예들에 있어서, 유체 혼합물은 연속적 수상, 불연속적 유기상 및 고상을 포함하고, 유체 혼합물 처리 방법은, 혼합물을 제1 필터 장치의 유입구로 전달하는 단계; 및 혼합물을 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계;를 포함하고, 이때, 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송되고, 상기 장치들의 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송된 후, 제2 유출구들을 통과한, 유체는, 일반적으로 앞에서 논의된 바와 같이, 고체를 포함한다.

[0023]

또 다른 구현예에 있어서, 유체 혼합물 처리 방법은 다음의 단계들을 포함한다: 연속적 수상 및 불연속적 유기상의 혼합물을 제1 필터 장치의 유입구로 전달하는 단계로서, 제1 필터 장치는 하우징 및 친수성 필터 요소를 포함하고, 하우징은 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 하우징은 유입구와 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 유입구와 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 친수성 필터 요소는 상류쪽 표면 및 하류쪽 표면을 갖고, 친수성 필터 요소는 상기 제1 유체 흐름 경로를 가로질러 배치되어 있는 단계; 혼합물을 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계; 연속적 수상을 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 친수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 및 수상이 감소된 불연속적 유기상 함유 유체를 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 제2 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 연속적 수상 및 불연속적 유기상의 혼합물을 제2 필터 장치의 유입구로 전달하는 단계로서, 제2 필터 장치는 하우징 및 소수성 필터 요소를 포함하고, 하우징은 유입구, 제1 유출구 및 제2 유출구를 포함하고, 하우징은 유입구와 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 유입구와 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하고, 소수성 필터 요소는 상류쪽 표면 및 하류쪽 표면을 가지며, 소수성 필터 요소는 제1 유체 흐름 경로를 가로질러 배치되어 있는 단계; 혼합물을 유입구로 전달하고, 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하는 단계; 불연속적 유기상을 제1 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 소수성 필터 요소를 통하여 통과시키고, 제1 유출구를 통하여 통과시키는 단계; 및 불연속적 유기상이 감소된 수상 함유 유체를 상류쪽 표면에 대해 접선 방향으로 이송하고, 제2 유체 흐름 경로를 따라 이송하고, 제2 유출구를 통하여 통과시키는 단계. 바람직하게는, 이 유체 혼합물 처리 방법은 다음의 단계들을 더 포함한다: 수상이 감소된 불연속적 유기상 함유 유체를 제1 장치의 제2 유출구로부터 배출하고, 공급물 탱크와 같은 용기로 전달하는 단계; 및 불연속적 유기상이 감소된 수상 함유 유체를 제2 장치의 제2 유출구로부터 배출하고, 상기 용기로 전달하여, 수상이 감소된 불연속적 유기상 함유 유체 및 불연속적 유기상이 감소된 수상 함유 유체를 상기 용기 내에서 배합하는(combine) 단계. 필요한 경우, 이어서, 상기 배합물(combination)은, 그대로 또는 추가의 유체(예를 들어, 새로운 및/또는 추가의 혼합물 유체 및/또는 정용여과 유체)를 첨가한 다음, 앞에서 논의된 바와 같이, 제1 및 제2 필터 장치로 전달된다.

[0024]

유기상은, 예를 들면, 혼합물의 총부피 중 약 5% 내지 약 15% 범위일 수 있다. 그러나, 유기상은 혼합물의 5% 미만이거나 또는 혼합물의 15% 초과일 수도 있다. 통상적으로, 고상은 직경이 약 10  $\mu\text{m}$  정도 이하인 작은 입자를 포함한다. 고상은, 예를 들면, 혼합물의 총부피의 약 10% 내지 약 20% 범위일 수 있다. 그러나, 고상은 혼

합물의 10% 미만이거나 또는 혼합물의 20% 초과일 수도 있다.

- [0025] 임의의 특정 메커니즘에 제한되는 것은 아니지만, 추정되는 바에 따르면, 막이 교차흐름 여과 용도(cross-flow filtration application)로 사용되는 경우 (특히, 고체 입자가 오일 액적(droplet)보다 클 경우, 고체는 떠올라가게 되고, 오일 액적은 연속적 층으로 조대화되어 또한 막으로 끌려내려가게 되며, 그 결과 투과가 향상된다.
- [0026] 다양한 시스템 구성(configuration)이 본 발명의 구현예들의 사용에 적합하고, 이는 당해 기술 분야에 공지되어 있다. 본 시스템에서의 필터 장치들은 (예를 들어, 일반적으로 도 1 및 도 2에 나타난 바와 같이) 직렬로 배열될 수 있다. 도 1 및 도 2에 도시된 구현예들은, 소수성 필터 요소(도 1에서의 "소수성 모듈")를 포함하는 필터 장치의 상류쪽에 배열되는 친수성 필터 요소(도 1에서의 "친수성 모듈")를 포함하는 필터 장치를 보여주지만, 소수성 필터 요소를 포함하는 필터 장치가 친수성 필터 요소를 포함하는 필터 장치의 상류쪽에 배열될 수도 있다. 대안적으로, 시스템에서의 필터 장치는 (예를 들어, 도 3a(단일 펌프 병렬 루프) 및 도 3b(이중 펌프 병렬 루프)에 나타난 바와 같이) 병렬로 배열될 수 있다. 당해 기술 분야에 공지된 바와 같이, 병렬 루프의 사용은, 예를 들어, 단일 펌프 및 필터 장치(들)의 하류쪽의 흐름 제어(flow control) 장치(예를 들어, 밸브)를 사용함으로써, 또는 이중 펌프(또한 필요한 경우, 흐름 제어 장치)를 사용함으로써, 각각의 필터 장치를 통하여 상이한 유량을 제공하는 데에 바람직할 수 있다.
- [0027] 시스템은 추가의 구성요소, 예를 들어 하나 이상의 재순환 루프, 정용여과 탱크 및 유로, (농축된 고체를 수득하기 위한) 하나 이상의 잔류물 블리드, 및/또는 하나 이상의 추가 펌프를 포함할 수 있다.
- [0028] 통상적으로, 시스템은, 유체가 각각의 필터 장치를 통과할 때의 수상의 감소율과 유기상의 감소율이 서로 균형을 이루어서, 바람직한 시간 동안, 바람직한 대략적 총 농도를 유지할 수 있도록 작동된다. 예를 들어, 시스템은, 공급물 탱크에서의 오일 대 물 비율의 목표치를 유지하도록 작동될 수 있다.
- [0029] 통상적으로 캐리어 유체(carrier fluid)와 함께 제공되는, 예를 들어, 입자 유체 및 스프레이 중의, 다양한 입자(바람직하게는 PTFE 입자)가 본 발명의 사용에 적합하며, 이에, 상업적으로 입수가 가능한 액체 및 스프레이 중의 입자가 포함된다. 입자 코팅은 당해 기술 분야에 공지된 다양한 기법들, 예를 들어 스프레이 코팅(이때, 입자는 에어로졸(aerosol) 형태로 막 위에 분무된 액체 속에 현탁되어 있음) 및 딥 코팅(dip coating; 이때, 막은 액체 내로 잠깐 담그어, 입자는 그 액체 속에 현탁되어 있음)에 의해 막 위에 부착될 수 있다. 바람직하게는, 입자는 막의 표면에 도포하기 위한 휘발성 캐리어 액체 속에 현탁되어 있다. 적합한 휘발성 캐리어 액체로는, 예를 들어, 1,1,1,2-테트라플루오로에탄, 메탄올 등이 있다. PTFE 입자를 포함하는 예시적인 적합한 스프레이, 이형제 및 윤활제는, 예를 들어, "Miller-Stephenson Chemical Company Inc.", "SPRAYON (Cleveland, OH)", 및 "Chem-Trend L.P. (Howell, MI)"로부터 입수가 가능하다.
- [0030] 입자는 임의의 적합한 평균 직경을 가질 수 있고, 입자는 임의의 적합한 농도로 막의 표면에 도포될 수 있다. 통상적으로, 입자는 약 1  $\mu\text{m}$  내지 약 6  $\mu\text{m}$  범위의 평균 직경(일부 구현예에 있어서, 약 3  $\mu\text{m}$  내지 약 6  $\mu\text{m}$  범위의 평균 직경)을 갖는다. 그러나, 약 6  $\mu\text{m}$ 보다 더 크거나 또는 약 1  $\mu\text{m}$ 보다 더 작은 평균 입경을 갖는 입자도 본 발명의 구현예들에 따른 사용에 적합할 수 있다. 통상적으로, 입자가 스프레이 건에 의해 도포되는 경우, 입자는 적어도 약 0.2 gm/플레이트의 속도로 도포되고, 더욱 통상적으로는, 적어도 0.8 gm/플레이트의 속도로 도포된다.
- [0031] 입자는 약 25 dynes/cm(약  $2.5 \times 10^{-2}$  N/m) 이하의, 바람직하게는, 약 22 dynes/cm 내지 약 16 dynes/cm (약  $2.2 \times 10^{-2}$  N/m 내지 약  $1.6 \times 10^{-2}$  N/m) 범위의 임계 젖음 표면 장력(CWST: 예를 들면, 미국 특허 제4,925,572호에 정의되어 있음)을 갖는다.
- [0032] 막들은 임의의 바람직한 CWST를 가질 수 있다. CWST는 당해 기술 분야에 공지된 바와 같이, 예를 들어, 미국 특허 제5,152,905호, 제5,443,743호, 제5,472,621호 및 제6,074,869호에 추가적으로 개시되어 있는 바와 같이 선택될 수 있다.
- [0033] 통상적으로, 친수성 필터 요소에서 사용되는 친수성 막(들)은 적어도 72 dynes/cm (약  $7.2 \times 10^{-2}$  N/m)의 CWST를 갖는다.
- [0034] 소수성 필터 요소가 입자 코팅이 걸여된 적어도 하나의 다공성 소수성 막을 포함하는, 구현예들에 있어서, 막은 약 25 dynes/cm (약  $2.5 \times 10^{-2}$  N/m) 이하의 CWST를 갖는다. 소수성 필터 요소가 막의 상류쪽 표면에 위치하는

입자 코팅을 갖는 적어도 하나의 다공성 막을 포함하는, 구현예들에 있어서는, 막(즉, 코팅 아래)은 소수성 또는 친수성일 수 있다. 통상적으로, 막은 약 23 dynes/cm (약  $2.3 \times 10^{-2}$  N/m) 내지 약 78 dynes/cm (about  $78 \times 10^{-2}$  N/m) 범위의 CWST를 갖지만, CWST는 이러한 범위보다 더 작거나 또는 더 클 수 있다.

[0035] 다양한 막, 바람직하게는, 폴리머성 막이 본 발명의 사용에 적합하고, 이는 상업적으로 입수가 가능한 막을 포함한다. 적합한 폴리머로는, 이에 제한되지는 않지만, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)과 같은 과불화 폴리올레핀, 폴리올레핀(예를 들어, 폴리프로필렌 및 폴리메틸펜텐), 폴리에스테르, 폴리아미드(예를 들어, 임의의 나일론, 구체적인 예를 들면, 나일론 6, 11, 46, 66 및 610), 폴리아미드, 숄폰(예를 들어, 폴리에테르숄폰, 비스페놀 A 폴리숄폰, 폴리아릴숄폰 및 폴리페닐숄폰과 같은, 방향족 폴리숄폰을 포함하는 폴리숄폰), (폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF)를 포함하는) 폴리비닐리덴 할라이드, 아크릴, 폴리아크릴로니트릴, 폴리아라미드, 폴리아릴렌 옥사이드 및 숄피드, 할로겐화 올레핀 및 불포화 니트릴로부터 제조된 폴리머 및 코폴리머, 등을 포함한다.

[0036] 다른 적합한 재료로는 셀룰로오스 아세테이트, 셀룰로오스 프로피오네이트, 셀룰로오스 아세테이트-프로피오네이트, 셀룰로오스 아세테이트-부티레이트 및 셀룰로오스 부티레이트와 같은 셀룰로오스 유도체를 포함한다.

[0037] 적합한 상업적으로 입수가 가능한 막은, 이에 제한되지는 않지만, 상표명 SUPOR<sup>®</sup>, VERSAPOR<sup>®</sup>, POSIDYNE<sup>®</sup>, ULTIPOR N<sub>66</sub><sup>®</sup>, ULTIPOR<sup>®</sup>, FLUORODYNE<sup>®</sup>, LOPRODYNE<sup>®</sup>, CARBOXYDYNE<sup>®</sup>, IMMUNODYNE<sup>®</sup>, BIODYNE A<sup>®</sup>, BIODYNE B<sup>®</sup>, BIODYNE C<sup>®</sup> 및 MUSTANG<sup>®</sup>으로 폴 코포레이션으로부터 입수가 가능한 막들을 포함한다.

[0038] 막들의 기공 구조는, 예를 들어, 처리되는 유체의 조성 및/또는 유기상 액적의 크기에 의존한다. 막들은 임의의 적합한 기공 구조, 예를 들어, 기공 크기(예를 들어, 버블 포인트에 의하여 측정되거나, 예를 들어 미국특허 제4,340,479호에 기술된  $K_L$ 에 의하여 측정되거나, 또는 모세관 응축 흐름 기공측정기(capillary condensation flow porometry)에 의하여 측정됨), 평균 흐름 기공(mean flow pore: MFP) 크기(예를 들어, "Porvair Porometer (Porvair plc, Norfolk, UK)"와 같은 기공측정기, 또는 상표명 "POROLUX (Porometer.com; Belgium)"로 입수가 가능한 기공측정기를 사용하여 특성기술(characterization)됨), 기공 등급, 기공 직경(예를 들어, 미국특허 제4,925,572호에 기술된 것과 같은 변형된 OSU F2 시험법을 사용하여 특성기술됨), 또는 제거 등급(유체가 다공성 막을 통과할 때, 하나 이상의 관심 물질의 통과를 감소시키거나 허용하는 것)을 가질 수 있다. 통상적으로, 막 각각은 약 0.1  $\mu\text{m}$  내지 약 0.8  $\mu\text{m}$  범위의 평균 기공 크기를 가질 수 있지만, 평균 기공 크기는 상기 범위 내의 크기보다 더 크거나 또는 더 작을 수 있다.

[0039] 본 발명의 구현예들에 따르면, 막들은 편평한, 주름진, 및/또는 속이 빈 원기둥 형태를 포함하는 다양한 외형(configuration)을 가질 수 있다.

[0040] 통상적으로, 필터 장치 또는 필터 모듈을 제공하기 위해, 하나 이상의 막이 하우징 내에 배치되는 데, 이 때 하우징은 적어도 하나의 유입구 및 적어도 하나의 유출구를 포함하고, 하우징은 유입구와 유출구 사이의 적어도 하나의 유체 흐름 경로를 한정하며, 막은 유체 흐름 경로를 가로지른다. 일 구현예에 있어서, 적어도 하나의 필터 장치는 하우징 및 막을 포함할 수 있고, 하우징은 유입구 및 제1 유출구를 포함하고, 하우징은 유입구와 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로를 한정하며, 막은 제1 유체 흐름 경로를 가로질러 하우징 내에 배치되어 있다.

[0041] 바람직하게는, 접선 유속(tangential flow) 응용에서, 필터 모듈을 제공하기 위해, 하나 이상의 막을 하우징 내에 배치하되, 이때, 하우징은 적어도 하나의 유입구 및 적어도 두 개의 유출구를 포함하고, 하우징은 적어도 유입구와 제1 유출구 사이의 제1 유체 흐름 경로 및 유입구와 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하며, 막(들)은 제1 유체 흐름 경로를 가로지른다. 예시적인 일 구현예에 있어서, 제1 및 제2 필터 장치들 각각은 교차흐름 필터 모듈을 포함하고, 이때, 하우징은 제2 유출구를 더 포함하고, 유입구와 제2 유출구 사이의 제2 유체 흐름 경로를 한정하며, 제1 유출구는 농축물 유출구를 포함하고, 제2 유출구는 투과물 유출구를 포함하며, 막은 제1 유체 흐름 경로를 가로질러 배치되어 있다.

[0042] 필터 장치 또는 모듈은 균 제거 성능을 가질 수 있다. 하나의 유입구 및 하나 이상의 유출구를 제공하는 적합한 형태의 임의의 하우징이 채용될 수 있다.

[0043] 하우징은 처리 대상 유체와 양립가능한, 임의의 적합한 단단한 불투과성 재료(임의의 불투과성 열가소성 수지 재료를 포함)로 제작될 수 있다. 예를 들어, 하우징은 금속(예를 들어, 스테인리스강) 또는 고분자(예를 들어, 투명 또는 반투명 고분자이며, 그 구체적인 예로서는, 아크릴 수지, 폴리프로필렌 수지, 폴리스티렌 수지 또는

폴리카보네이트 수지)로 제작될 수 있다.

[0044] 하기의 실시예는 본 발명을 더욱 상세하게 예시한다. 그러나, 물론, 하기의 실시예가 본 발명의 범위를 어떤 식으로든 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

[0045] 실시예 1

[0046] 본 실시예는 제2 필터 장치만을 사용한 경우에 비하여, 본 발명의 일 구현예에 따른 제1 및 제2 필터 장치를 포함하는 시스템을 사용함으로써 개선된 결과를 얻을 수 있음을 실증한다.

[0047] 제1 필터 장치는 MICROZA 모듈(Pall Corporation, Port Washington, NY)로써, MICROZA 모듈은 0.1 μm 등급을 갖는 친수성 비대칭 증공사 막을 포함하였고, 상기 모듈을 내부-외향(inside-out) 흐름을 제공하도록 배열하였다. 유효 막 면적은 0.12M<sup>2</sup>이었다.

[0048] 제2 필터 장치는 단일의 편평한 시트 막을 포함하였다. 75-78 dynes/cm의 CWST를 갖는 0.45 μm의 ULTIPOR 나일론 6,6 막(Pall Corporation, Port Washington, NY)에, 용매 중에 현탁된 (약 18-20 dynes/cm의 CWST의) 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 입자들(Miller-Stephenson spray MS-122V; 평균 입자 크기 6 μm, 입자 크기 범위 1-20 μm)을 분무하여, 막 위에 입자 코팅을 제공하였고, 이때 입자 코팅이 제공된 면이 막의 상류쪽 표면(장치 내에서 유체와 접촉하게 되는 장치의 제1 표면)이 된다. 편평한 시트 형태의 막을 교차흐름 스테인리스강 하우징 내의 스테인리스강 지지체에 용매 접착시켜(solvent-bonded), 제2 필터 장치를 제공하였다. 하우징 내의 유효 막 면적은 0.0128M<sup>2</sup>이었다. 코팅된 표면을 하우징 내에서 막의 상류쪽 표면이 되도록 배열하였다.

[0049] 상기 제1 및 제2 필터 장치를 포함하는 시스템을 도 2에 일반적으로 도시한 바와 같이 배열하였다.

[0050] 테스트 유체는 (연속적 수상을 나타내는) 90%의 물 및 (분산된 유기상을 나타내는) 10%의 헥사데칸이었다. 각각의 필터 장치를 통과하는 유량(flow rate)은 9 GPM(gallon per minute)이었다.

[0051] 테스트 유체의 초기 공급물 중 헥사데칸의 양에 기초하여, 이 실험에서 도달될 수 있는 최대 처리량은 253 L/M<sup>2</sup>이었다.

[0052] 헥사데칸만이 제2 필터 장치를 통과하였다.

[0053] 도 4에 나타난 바와 같이, L/M<sup>2</sup> 단위의 헥사데칸 처리량 (X-축) 및 시간 당 L/M<sup>2</sup> (LMH; 1m<sup>2</sup>h<sup>-1</sup>)단위의 헥사데칸 유속(flux) (Y-축)의 그래프는, 본 발명의 일 구현예에 따른 2 개의 필터 시스템의 경우, 253 L/M<sup>2</sup>의 총 처리량과 더불어 725 LMH에 도달하는 유속을 보여주는 반면, 제2 필터 장치만을 사용한 경우에는 245 L/M<sup>2</sup>의 총 처리량과 더불어 약 225 LMH에 도달하는 유속이 나타났다. 또한, 이 그래프는, 2 개의 필터 시스템에서 유속이 더 긴 기간 동안 높게 유지되는 것으로 보아, 공정 중의 물의 제거가 오일의 농도를 유지하고 전체적인 성능을 향상시킴을 보여준다.

[0054] 실시예 2

[0055] 본 실시예는 제2 필터 장치만을 사용한 경우에 비하여, 본 발명의 다른 구현예에 따른 제1 및 제2 필터 장치를 포함하는 시스템을 사용함으로써 개선된 결과를 얻을 수 있음을 실증한다.

[0056] 제1 필터 장치는 MICROZA 모듈(Pall Corporation, Port Washington, NY)로써, MICROZA 모듈은 실시예 1에서 기술된 바와 같은 친수성 비대칭 증공사 막을 포함하였다.

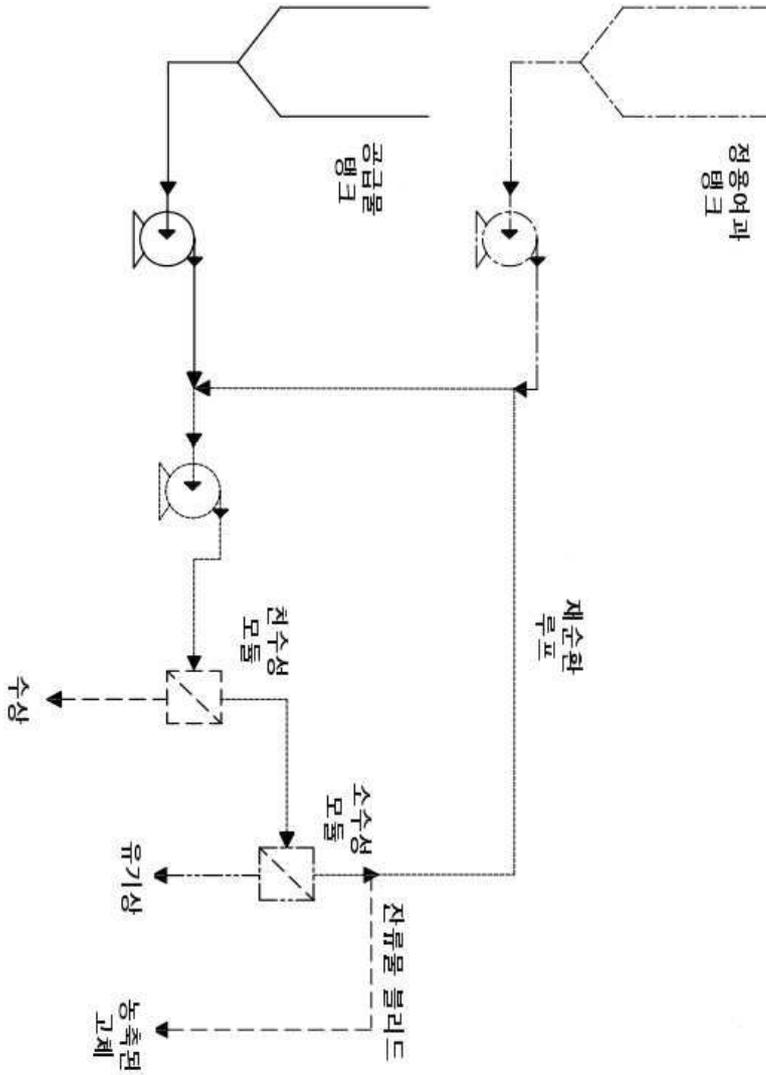
[0057] 제2 필터 장치는 단일의 편평한 시트 막을 포함하였다. 0.45 μm의 PTFE 막(CWST 25 dynes/cm; EMFLON, Pall Corporation, East Hills, NY)에, 실시예 1에서 기술한 바와 같은 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 입자들을 분무하였다. 편평한 시트 형태의 막을 교차흐름 스테인리스강 하우징 내의 스테인리스강 지지체에 용매 접착시켜, 제2 필터 장치를 제공하였다. 하우징 내의 유효 막 면적은 0.0128M<sup>2</sup>이었다. 코팅된 표면을 하우징 내에서 막의 상류쪽 표면이 되도록 배열하였다.

[0058] 제1 및 제2 필터 장치를 포함하는 시스템을 도 2에 일반적으로 도시한 바와 같이 배열하였다.

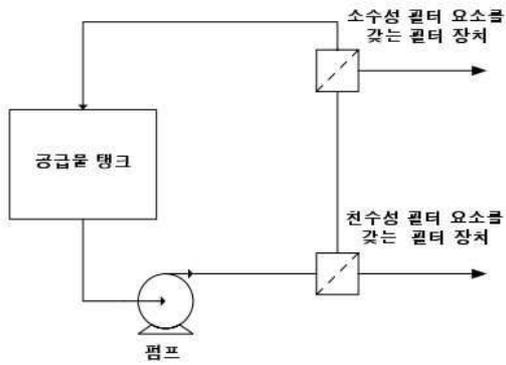
- [0059] 테스트 유체는 (연속적 수상을 나타내는) 90%의 물 및 (분산된 유기상을 나타내는) 10%의 헥사데칸이었다. 각각의 필터 장치를 통과하는 유량의 범위는 1.5 GPM 내지 2 GPM이었다.
- [0060] 테스트 유체의 초기 공급물 중 헥사데칸의 양에 기초하여, 이 실험에서 도달될 수 있는 최대 처리량은 253 L/M<sup>2</sup>이었다.
- [0061] 헥사데칸만이 제2 필터 장치를 통과하였다.
- [0062] 도 5에 나타난 바와 같이, L/M<sup>2</sup> 단위의 헥사데칸 처리량 (X-축) 및 시간 당 L/M<sup>2</sup> (LMH; l·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>) 단위의 헥사데칸 유속(flux) (Y-축)의 그래프는, 본 발명의 일 구현예에 따른 2 개의 필터 시스템의 경우, 240 L/M<sup>2</sup>의 총 처리량과 더불어 350 LMH에 도달하는 유속을 보여주는 반면, 제2 필터 장치만의 사용은 225 L/M<sup>2</sup>의 총 처리량과 더불어 약 160 LMH에 도달하는 유속을 보여준다. 또한, 그래프는, 2 개의 필터 시스템에서 유속이 더 긴 기간 동안 높게 유지되는 것으로 보아, 공정 중의 물의 제거가 오일의 농도를 유지하고 전체적인 성능을 향상시킴을 보여준다.
- [0063] 본 명세서에서 인용된, 간행물, 특허출원 및 특허를 포함하는 모든 인용문헌은 인용에 의하여 본 명세서에 통합되는데, 이는, 각 인용문헌이 인용에 의하여 통합되는 것으로 개별적으로 그리고 구체적으로 표시되고 그 전체가 본 명세서에 기재되어 있는 것과 마찬가지로의 효과를 갖는다.
- [0064] 본 발명을 기술하는 문맥에서(특히, 하기 청구항의 문맥에서), "하나의", "일", "상기", "적어도 하나의" 등의 용어 및 이와 유사한 지시어의 사용은, 본 명세서에서 달리 표시되거나 문맥상 명백한 모순이 발생하지 않는 한, 단수 및 복수를 모두 포괄하는 것으로 해석되어야 한다. 열거된 하나 이상의 항목의 앞에 나오는 "적어도 하나의"라는 용어의 사용(예를 들어, "적어도 하나의 A 및 B")은, 본 명세서에서 달리 표시되거나 문맥상 명백한 모순이 발생하지 않는 한, 열거된 항목들 중에서 선택된 하나의 항목(A 또는 B)을 의미하거나, 또는, 열거된 항목들의 둘 이상의 임의의 조합(A 및 B)을 의미하는 것으로 해석되어야 한다. "포함하는(comprising 또는 including)", "갖는", "함유하는" 등의 용어는 말단 개방형 용어(즉, "포함되 이에 제한되지 않는"의 의미)인 것으로 해석되어야 한다. 다만, 달리 표시된 경우에는 그러하지 아니하다. 본 명세서에서의 수치 범위의 언급은, 달리 표시되어 있지 않은 한, 그 범위 내에 들어오는 각각의 수치들을 개별적으로 일일이 언급하는 것의 축약법의 역할을 하고자 하는 것으로 단순히 의도되며, 각각의 개별적인 수치는, 마치 그것이 본 명세서에 개별적으로 언급된 것인양, 본 명세서에 통합된다. 본 명세서에서 기술된 모든 방법은 임의의 적합한 순서로 수행될 수 있다. 다만, 달리 표시되거나 문맥상 명백히 모순되는 경우에는 그러하지 아니하다. 본 명세서에 제공된 임의의 모든 예들 또는 예시적인 표현(예를 들어, "와 같은")의 사용은 단지 본 발명을 더욱 상세하게 설명하고자 하는 것으로 의도되며, 달리 청구되지 않는 한, 본 발명의 범위에 제한을 부과하지 않는다. 본 명세서의 어떠한 표현도, 임의의 청구되지 않은 요소를, 본 발명의 실시예에 필수적인 것으로 표시하는 것으로 해석되어서는 안 된다.
- [0065] 본 발명을 수행하는데 있어서 본 발명자가 알고 있기에는 베스트 모드인 구현예를 포함하는 본 발명의 바람직한 구현예가 본 명세서에 기술되어 있다. 그러한 바람직한 구현예의 변형은, 앞에 기술된 상세한 설명을 읽은 당업자에게는 명백해질 것이다. 본 발명자들이 예상하기에, 당업자는 그러한 변형을 적절하게 채용할 수 있다. 본 발명자들이 의도하는 바는, 본 명세서에 구체적으로 기술된 것과 다른 방식으로, 본 발명이 수행될 수 있다는 것이다. 따라서, 본 발명은, 관련 법규에 의하여 허용되는 바와 같이, 본 명세서에 첨부된 청구항에 언급된 주제에 대한 모든 변형에 및 균등물을 포함한다. 게다가, 앞에 기술된 요소들의 임의의 조합을 통한 모든 가능한 변형에도 본 발명의 범위에 속한다. 다만, 본 명세서에 달리 표시되어 있거나 문맥상 명백하게 모순되는 경우에는 그러하지 아니하다.

도면

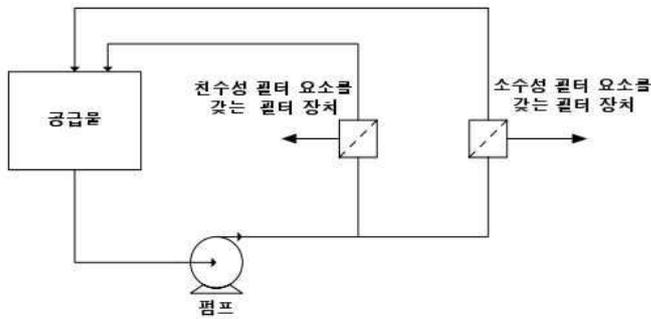
도면1



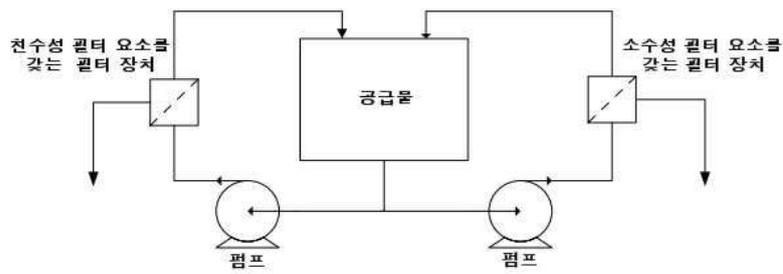
도면2



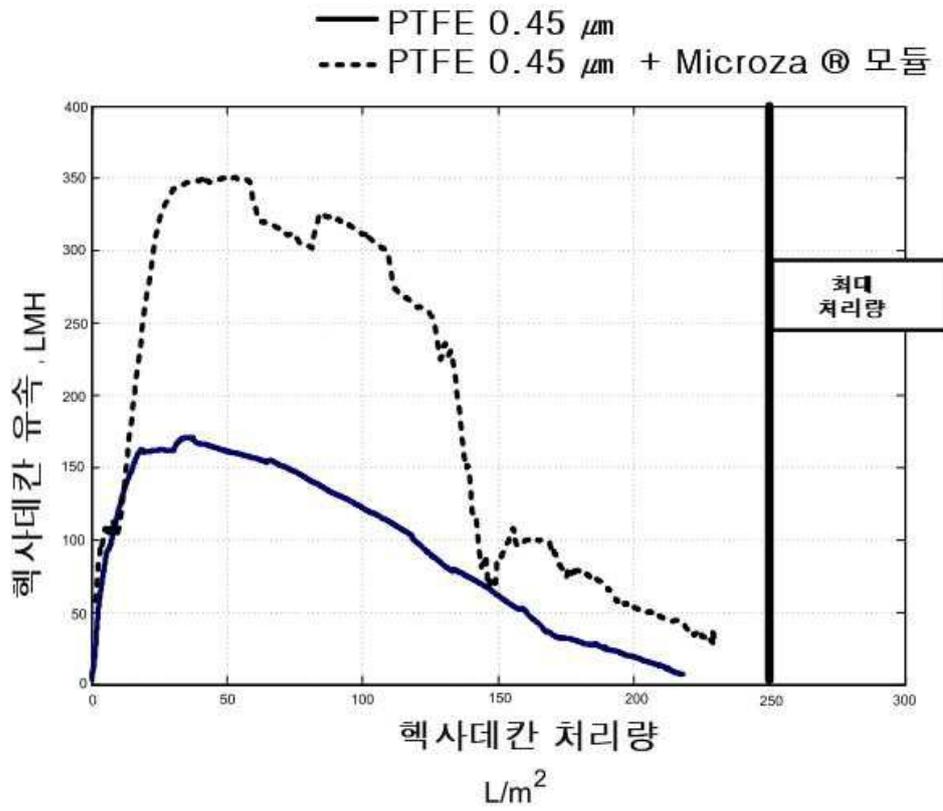
도면3a



도면3b



도면4



도면5

