



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월08일
 (11) 등록번호 10-1936451
 (24) 등록일자 2019년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 69/12 (2006.01) *B01D 39/14* (2006.01)
B01D 65/10 (2006.01) *B01D 69/02* (2006.01)
B01D 71/56 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-7032204
 (22) 출원일자(국제) 2012년05월09일
 심사청구일자 2017년04월27일
 (85) 번역문제출일자 2013년12월04일
 (65) 공개번호 10-2014-0042811
 (43) 공개일자 2014년04월07일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2012/037031
 (87) 국제공개번호 WO 2012/154790
 국제공개일자 2012년11월15일
 (30) 우선권주장
 61/483,820 2011년05월09일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 US07875380 B2
 US20080217239 A1
 WO2010120668 A1

(73) 특허권자
엔데그리스, 아이엔씨.
 미국 01821-4600 매사추세츠주 빌러리카 콩코드
 로드 129
 (72) 발명자
라미레즈 라울 에이.
 미국 01803 매사추세츠주 버링톤 마운틴 로드 20
초이 와이밍
 미국 02465 매사추세츠주 웨스트 뉴튼 컴먼웰스
 애비뉴 1569
 (74) 대리인
양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 21 항

심사관 : 한상현

(54) 발명의 명칭 **미세다공성 막 층들 및 나노섬유 층을 포함하는 다공성 복합막**

(57) 요약

나노섬유 층 및 두 개의 나노다공성 막 층들을 포함하는 여과 부재가 개시된다. 여과 부재는 체질 및 비-체질 입자 포집 기작들의 조합에 의해 입자들 및 겔을 포토레지스트 및 기타 유체로부터 제거하기 위하여 사용될 수 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

공극 크기 등급이 10 나노미터 내지 50 나노미터인 비-체질(non-sieving) 막 층;

공극 크기 등급이 2 나노미터 내지 50 나노미터인 체질(sieving) 막 층; 및

공극 크기 등급이 상기 비-체질 막 및 상기 체질 막 층들의 상기 공극 크기 등급 보다 크고, 평량이 평방 미터 당 20 그램 내지 35 그램이고 평균 이소프로필 알코올(IPA) 기포점이 평방 인치당 3.5 파운드 내지 5 파운드인 나일론 나노섬유 층을 포함하는, 여과 부재.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 나일론 나노섬유 층은 상기 비-체질 막 층 및 상기 체질 막 층 사이에 개재되는, 여과 부재.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 비-체질 막 층은 상기 체질 막 층 및 상기 나일론 나노섬유 층 사이에 개재되는, 여과 부재.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 체질 막 층은 상기 비-체질 막 층 및 상기 나일론 나노섬유 층 사이에 개재되는, 여과 부재.

청구항 5

제1항에 있어서, 하나 이상의 다공성 지지재료 층들을 더 포함하는, 여과 부재.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 여과 부재는 상류 말단 및 하류 말단을 가지고 상기 비-체질 막 층, 상기 체질 막 층 및 상기 나일론 나노섬유 층은 상류 포집 층, 중앙 포집 층 및 하류 포집 층을 형성하도록 배열되되, 상기 나일론 나노섬유 층은 상기 하류 포집 층을 형성하지 않는, 여과 부재.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 나일론 나노섬유 층은 상기 상류 포집 층을 형성하는, 여과 부재.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 체질 막 층은 상기 하류 포집 층을 형성하는, 여과 부재.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 비-체질 막 층은 상기 상류 포집 층을 형성하고 상기 나일론 나노섬유 층은 상기 중앙 포집 층을 형성하는, 여과 부재.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 비-체질 막 층은 상기 중앙 포집 층을 형성하고 상기 나일론 나노섬유 층은 상기 상류 포집 층을 형성하는, 여과 부재.

청구항 11

제6항에 있어서, 상기 체질 막 층은 상기 상류 포집 층을 형성하는, 여과 부재.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 비-체질 막 층은 나일론 막 층인, 여과 부재.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 나일론 막 층 및 상기 나일론 나노섬유 층은 각각 나일론-6을 포함하는, 여과 부재.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 여과 부재는 적어도 하나의 나일론 나노섬유 층을 포함하는, 여과 부재.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 여과 부재는 세 개의 나일론 나노섬유 층들을 포함하는, 여과 부재.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 체질 막 층은 초-고분자량 폴리에틸렌(UPE) 막 층인, 여과 부재.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 체질 막 층은 UPE 막 층이고 상기 비-체질 막 층은 나일론 막 층인, 여과 부재.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 나일론 막 층은 10 나노미터의 공극 크기 등급을 가지고, 상기 UPE 막 층은 50 나노미터의 공극 크기 등급을 가지는 것인, 여과 부재.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 나일론 막 층은 50 나노미터의 공극 크기 등급을 가지고, 상기 UPE 막 층은 2 내지 5 나노미터인 공극 크기 등급을 가지는 것인, 여과 부재.

청구항 20

하우징 및 제1항에 의한 여과 부재를 포함하는, 필터.

청구항 21

삭제

청구항 22

포토레지스트의 흐름을 제1항 내지 제19항 중 어느 하나의 항에 의한 여과 부재 또는 제20항의 필터를 통과시켜 포토레지스트에서 겔을 제거하는 단계를 포함하는, 포토레지스트에서 겔을 제거하기 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원들

[0002] 본원은 2011년 5월 9일자 출원된 미국 가특허출원번호 제61/483,820호의 이익을 주장한다. 상기 출원의 전체적인 교시는 본원에 참조문헌으로 통합된다.

배경 기술

[0003] 미국 특허공개번호 제2008/0217239호는 미세다공성 막에 인접하고 이 막에 선택적으로 결합되어 있는 나노웹(nanoweb)을 가지는 복합 매체의 액체 필터를 개시한다. 미세다공성 막은 등급화된 입자 크기로 3.7의 LRV 값에 의해 특징되고, 나노웹은 미세다공성 막의 등급화된 입자 크기로 0.95을 초과하는 분별 여과 효율을 가진다. 본 개시에 따르면, 나노웹은 전기방사 또는 전기블로잉에 의해 제조될 수 있다. 본 개시에 의하면, 복합 매체

는 필터 카트리지의 형태 또는 평평한 패널 또는 원통형 유닛 형태로 사용될 수 있고, 기상 유동 및 액상 유동 여과와 같은 다양한 여과 방법 적용, 반도체 제조 및 기타 용도에 사용될 수 있다. 여과막으로 사용하기 위한 폴리올레핀계 미세다공성 필름의 예시들이 기재되어 있고 본 명세서에서는 포름산에서 폴리아미드-6,6을 전기블로잉하여 나노웹브를 형성하는 것을 개시한다.

[0004] 미국특허 제7,008,465호는 적어도 하나의 고효율 기재 및 적어도 하나의 미세섬유 또는 나노섬유층을 포함하는 활성 여과 층들의 조합을 이용하여 먼지, 오물 및 기타 입자들을 효과적으로 제거하는 층상 필터 매체를 개시한다. 이러한 기재 타입은 HEPA 매체, 유리섬유 HEPA, ULPA 매체, 95% DOP 매체, 멜트블로운 매체(melt blown media), 일렉트레트 매체(electret media), 셀룰로오스/멜트블로운 층상 매체 등을 포함할 수 있다. 나노섬유층 및 고효율 기재는 사용자가 비교적 낮은 압력 강하에서 1 마이크로 미만의 입자를 효율적으로 제거할 수 있게 하는 균형 잡힌 특성들을 얻기 위해 선택된다. 고효율 기재 (단일층 또는 층상 기재 구조)는 ASTM 1215에 따라 시험한 경우 80%를 초과하는 입자 효율을 가진다. 본 개시에 따르면, 재료들 부류 중 미세 섬유 등급은 약 0.01 내지 5 마이크로미터의 직경을 가질 수 있다. 이러한 미세 섬유는 첨가제 재료의 불연속 층, 또는 중합체 표면에서 부분적으로 용해 또는 혼성되는 첨가제 재료의 외부 코팅, 또는 양자 모두를 포함하는 평탄한 표면을 가질 수 있다. 혼합된 중합 시스템에 사용하기 위해 개시된 물질은 나일론 6; 나일론 66; 나일론 6-10; 나일론 (6-66-610) 공중합체들, 및 기타 선형의 일반적으로 지방족인 나일론 조성물들이다. 미세 섬유들은 전기방사에 의해 제조될 수 있다.

[0005] WO 제2004/112183호는 리튬 이차 전지와 같은 전기화학 장치용 복합막을 개시한다. 복합막은 미세-다공성 폴리올레핀 막, 및 미세다공성 폴리올레핀 막의 적어도 하나의 면에 결합되고 나노섬유로 이루어진 웹-상(web-phase) 다공성 막을 포함한다. 본 개시에 따르면, 미세-다공성 폴리올레핀 막은 폴리에틸렌 중합체로 이루어진 적어도 하나의 층을 가지는 막이고, 미세-다공성 폴리올레핀 막은 바람직하게는 5 내지 50 마이크로미터의 두께 및 30 내지 80%의 공극률을 가진다. 추가로 본 개시에 의하면, 나노섬유는 바람직하게는 50 내지 2,000 nm의 직경을 가진다. 나노섬유로 제조된 웹-상 다공성 막은 전기방사에 의해 중합체 용액을 직접 방사함으로써 미세다공성 막의 일 표면 상에 형성될 수 있다.

[0006] 2008년 8월 18일자 출원된 Entegris Inc. 의 일본특허출원 제2008-210063호는 전기-방사 방법을 이용하여 제조한 폴리아미드 부직포를 개시 및 청구하고 있는데, 여기에서 섬유 직경은 50 나노미터 내지 200 나노미터이고, 명세서에서 정의된 바와 같은 500 ml 유동 시간(flow time)은 2 내지 20 초이고, 명세서에서 정의된 바와 같은 0.144 마이크로미터 PSL 제거율은 40 내지 100%이다. 이러한 부직포를 가지는 필터 유닛이 청구되어 있다.

[0007] 일본특허공개 제2007-301436호의 요약은 나노섬유가 삼차원적으로 얽혀있는 시트상 나노섬유 구조층, 나노섬유 구조층의 여과 상류측 표면에 일체로 놓여있는 상류측 다공성 물질층, 및 나노섬유 구조층의 여과 하류측 표면에 일체로 적층되어 있는 하류측 다공성 물질층을 구비한 공기 필터 매체를 개시한다. 나노섬유 구조층과 일체로 적층되는 상류측 다공성 물질층 및 하류측 다공성 물질층의 면은 보풀이 없는 돌출부가 없이 평평하고 평탄하다. 하류측 다공성 물질층은 1 m/sec의 공기 유속에서 압력 손실이 100 Pa 이하의 기체 투과도를 가진다.

[0008] 일본특허공개 제2006-326579호의 요약은 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 다공성 막, 공기 투과성 지지체 재료, 및 전기방사 방법 (전하 유도 방사 방법 또는 정전 방사 방법)에 의해 형성된 중합체 섬유로 이루어진 웹 층을 포함하는 필터 매체를 개시한다. 본 발명의 필터 매체에서는, 공기 투과성 접착층이 웹 층에 인접하게 구비될 수 있다. 예를들면, PTFE 다공성 막의 평균 공극 크기의 범위는 0.01 마이크로미터 내지 5 마이크로미터이다. 나일론, 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 전기방사 섬유가 개시되어 있다.

[0009] 일본특허공개 제2007-075739호의 요약은 여과될 기체에 함유된 입자를 포착하는 필터 매체 및 필터 매체를 지지하는 지지 프레임에 가지는 필터 유닛을 개시한다. 필터 매체는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)의 다공성 막, 필터 매체와 기체 투과성 지지 재료 사이에 PTFE 막을 유지하도록 배열된 섬유상 필터 매체를 가진다. 섬유상 필터 매체를 구성하는 섬유는 0.02 내지 15 μm (마이크론)의 평균 섬유 직경을 가지고, 기체 투과성 지지 재료는 15 μm 초과의 평균 섬유 직경을 가지는 섬유로 이루어진다. 필터 매체는 섬유상 필터 매체가 PTFE 막에 대해 여과될 기체의 유동의 하류측에 놓이도록 지지 프레임에 의해 지지된다. 본 개시에 따르면, 섬유상 필터 매체는 전기방사 될 수 있다.

[0010] WO/2004/069959는 산 발생 성분을 가지는 화학적으로 증폭된 포토레지스트 조성물인 미정제 수지 용액을 여과하는 것을 개시한다. 본 개시에 의하면, 여과막 재료의 구체적인 예시는 PTFE와 같은 불소수지; 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌과 같은 폴리올레핀 수지; 및 나일론 6 및 나일론 66과 같은 폴리아미드 수지를 포함한다. 본 명세서는 또한 미정제 수지 용액을 여과막들을 사용하는 2단계 필터로 통과시켜서 중합체 및 올리고머 부산물들을 제

거하는 것을 개시한다. 여과 공정의 하나의 구체적인 예에서는, 제1 여과 단계로서 묽은 미정제 수지 용액이 나일론 필터로 여과된 다음, 제2 여과 단계로서 그 결과로 나오는 여과액이 폴리프로필렌 필터로 여과된다. 폴리 에틸렌 필터가 또한 제2 여과 단계에서 사용되는 것으로 개시되었다.

[0011] 미국특허출원 제2010/0038307호는 스크림 층(들)이라고도 언급되는 선택적인 다공성 기재와 함께 평균 직경이 1000 나노미터 미만인 나노섬유들의 적어도 하나의 층을 포함하는 필터 매체를 개시한다. 개시된 다공성 기재는 방사결합 부직포 (spunbonded nonwoven), 멜트블로운 부직포, 니들펀치 부직포, 스펀레이스 부직포, 습식 부직포(wet laid nonwoven), 수지-결합 부직포, 직물, 편물, 천공막 (apertured film), 종이, 및 이들의 조합이다. 필터 매체는 약 0.5 마이크론 내지 약 5 마이크론의 평균 유동 공극 크기를 가지는 것으로 개시되어 있고, 액체 중의 입자상 물질을 여과하기 위해 사용된다. 매체는 상대적으로 높은 수준의 고형성(solidity)에서 적어도 0.055 L/분/cm²의 유속을 가지는 것으로 보고되고, 차압이 2 psi (14 kPa)와 15 psi(100 kPa) 사이에서 증가함에 따라 감소하지 않는 유속을 가지는 것으로 보고된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 포토리소그래피는 반도체 소자 제작에 있어서 가장 도전적인 단계이다. 포토리소그래피는 포토레지스트라고 칭하는 감광성 화학약품으로 코팅되는 실리콘 웨이퍼로 포토 마스크로부터 패턴을 옮기는 광학적 노출 단계를 적용한다. 코팅 시스템에서 입자 및 겔을 제거하기 위한 포토레지스트 여과 단계는 리소그래피 공정에서 중요한 단계이다. 무수한 공개문헌들에서 여과를 통하여 리소그래피 공정과 관련된 결점 (defect)을 감소시킬 수 있다는 것을 보이고 있다. 겔 입자들은 형태가 가변되고 전통적인 체질 (sieving) 필터를 통과하므로 포토레지스트로부터 겔 입자들을 여과하는 것은 특히 어려운 작업이다.

[0013] 따라서, 개선된 포토레지스트 여과를 제공하기 위하여 겔 입자들 포집성 (retention)이 개선된 여과 부재에 대한 필요성이 존재한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명은 겔 포집성이 개선된 포토레지스트 여과용 여과 부재에 관한 것이다. 일 실시태양에서, 여과 부재는 공극 크기 등급이 약 10 나노미터 내지 약 50 나노미터인 비-체질 (non-sieving) 막 층; 공극 크기 등급이 약 2 나노미터 내지 약 50 나노미터인 체질 막 층; 및 공극 크기 등급이 비체질 막 및 체질 막 층들의 공극 크기 등급보다 크고 평량 (basis weight)이 평방 미터당 약 20 그램 내지 약 35 그램이고 평균 이소프로필 알코올 (IPA) 기포점이 평방 인치당 약 3.5 파운드 내지 약 5 파운드인 나일론 나노섬유 층을 포함한다.

[0015] 본 발명의 일부 실시태양들에서, 나일론 나노섬유 층은 비-체질 막 층 및 체질 막 층 사이에 개재된다. 다른 실시태양들에서, 비-체질 막 층은 체질 막 층 및 나일론 나노섬유 층 사이에 개재된다. 또 다른 실시태양들에서, 체질 막 층은 비-체질 막 층 및 나일론 나노섬유 층 사이에 개재된다.

[0016] 일부 실시태양들에서, 여과 부재는 하나 이상의 다공성 지지재료 층들을 더 포함한다.

[0017] 일부 실시태양들에서, 여과 부재는 적어도 하나의 나일론 나노섬유 층을 포함한다. 특히, 여과 부재는 세 개의 나일론 나노섬유 층들을 포함한다.

[0018] 일부 실시태양들에서, 비-체질 막 층은 나일론 막 층이다. 특히, 나일론 나노섬유 층 및 나일론 막 층은 각각 독립적으로 나일론-6 또는 나일론-6,6이다. 더욱 상세하게는, 나일론 나노섬유 층 및 폴리아미드 막 층은 각각 나일론-6이다.

[0019] 일부 실시태양들에서, 여과 부재는 상류 말단 및 하류 말단을 가지고 비-체질 막 층, 체질 막 층 및 나일론 나노섬유 층은 상류 포집 (retentive) 층, 중앙 포집 층 및 하류 포집 층이 형성되도록 배열되며, 나일론 나노섬유 층은 하류 포집 층을 형성하지 않는다. 특히, 나일론 나노섬유 층은 상류 포집 층을 형성한다. 더욱 상세하게는, 비-체질 막 층은 중앙 포집 층을 형성하고 나일론 나노섬유 층은 상류 포집 층을 형성한다. 대안으로, 체질 막 층은 하류 포집 층을 형성한다. 대안으로, 비-체질 막 층은 상류 포집 층을 형성하고 나일론 나노섬유 층은 중앙 포집 층을 형성한다. 대안으로, 체질 막 층은 상류 포집 층을 형성한다.

[0020] 일 실시태양에서, 여과 부재는 공극 크기 등급이 약 10 나노미터 내지 약 50 나노미터인 폴리아미드 막 층; 공극 크기 등급이 약 3 나노미터 내지 약 50 나노미터인 초고분자량 폴리에틸렌 (UHMWPE) 막 층; 및 공극 크기 등

급이 폴리아미드 막 및 UHMWPE 막 층들의 공극 크기 등급보다 크고 평량이 평방 미터당 약 20 그램 내지 약 35 그램이고 평균 이소프로필 알코올 (IPA) 기포점이 평방 인치당 약 3.5 파운드 내지 약 5 파운드인 나일론 나노 섬유 층을 포함한다.

[0021] 본 발명의 일부 실시태양들에서, 나일론 나노섬유 층은 폴리아미드 막 층 및 UHMWPE 막 층 사이에 개재된다. 다른 실시태양들에서, 폴리아미드 막 층은 UHMWPE 막 층 및 나일론 나노섬유 층 사이에 개재된다. 또 다른 실시태양들에서, UHMWPE 막 층은 폴리아미드 막 층 및 나일론 나노섬유 층 사이에 개재된다.

[0022] 일부 실시태양들에서, 여과 부재는 상류 말단 및 하류 말단을 가지고 폴리아미드 막 층, UHMWPE 막 층 및 나일론 나노섬유 층은 상류 포집 층, 중앙 포집 층 및 하류 포집 층을 형성하도록 배열되되, 나일론 나노섬유 층은 하류 포집 층을 형성하지 않는다. 특히, 나일론 나노섬유 층은 상류 포집 층을 형성한다. 더욱 상세하게는, 폴리아미드 막 층은 중앙 포집 층을 형성하고 나일론 나노섬유 층은 상류 포집 층을 형성한다. 대안으로, UHMWPE 막 층은 하류 포집 층을 형성한다. 대안으로, 폴리아미드 막 층은 상류 포집 층을 형성하고 나일론 나노섬유 층은 중앙 포집 층을 형성한다. 대안으로, UHMWPE 막 층은 상류 포집 층을 형성한다.

[0023] 일부 실시태양들에서, 나일론 막 층의 공극 크기 등급은 약 10 나노미터이고 UPE 막 층의 공극 크기 등급은 약 50 나노미터이다. 대안으로, 나일론 막 층의 공극 크기 등급은 약 50 나노미터이고 UPE 막 층의 공극 크기 등급은 약 2 내지 약 5 나노미터이다.

[0024] 본 발명의 다른 실시태양은 하우징 및 본 발명의 여과 부재를 포함하는 필터이다.

[0025] 본 발명의 다른 실시태양은 포토레지스트에서 겔을 제거하기 위한 본 발명의 여과 부재 또는 본 발명의 여과 부재를 포함하는 필터의 용도이다.

[0026] 본 발명의 다른 실시태양은 포토레지스트에서 겔을 제거하기 위한 방법이고, 본 방법은 포토레지스트의 유동을 본 발명의 여과 부재 또는 본 발명의 여과 부재를 포함하는 필터로 통과시키는 단계, 이에 따라 포토레지스트에서 겔을 제거하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 여과 부재와 연관되는 여러 이점들이 존재한다. 예를 들면, 나노섬유 층은 여과 부재 두께를 증가시켜 포토레지스트에 대한 내구 수명을 개선시키고 또한 여과 부재에 의한 겔 포집성을 개선한다. 나노섬유 및 미세다공성 막 층들에 나일론을 적용함으로써, 여과 부재의 비-체질 포집성이 개선되어, 리소그래피 공정에서의 결점, 특히 겔-기반의 결점을 줄이고 여과 부재를 함유한 필터 수명을 증가시킨다. 예상치 못하게, 나일론 나노섬유 층은 또한 다중 필터 층들 사용에 따른 압력 강하를 줄여, 입자 및 겔 포집성을 개선시키고, 포토리소그래피 공정에서의 결점을 줄이고, 수율 손실을 감소시키며, 스핀-코팅 공정에서 더 넓은 운전 영역을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 일부 비-제한적 실시예들(versions)인 두 개의 미세다공성 또는 나노다공성 막 층들 및 나노섬유 층을 포함하는 본 발명의 여과 부재들을 도시한다.

도 2는 단일층 범위(coverage) 백분율 함수로 본 발명의 예시적 여과 부재들의 포집 백분율을 나타낸 그래프이다.

도 3은 탈이온수 중 5-nm 금 입자들 200 ppb 용액 부피(밀리리터) 함수로 다양한 나일론 막들의 금 입자 흡착 백분율을 나타낸 그래프이다.

도 4는 수중 프탈산 여과 용액 부피 함수로 다양한 필터 부재들의 하류에서 측정된 프탈산 중량(ug)을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 다양한 조성물 및 방법이 기술되지만, 본 발명은 기술된 특정 분자, 조성물, 설계, 방법론 또는 프로토콜은 변할 수 있으므로 이에 한정되지 않음을 이해하여야 한다. 또한, 상세한 설명에서 사용되는 용어는 특정 실시예 또는 실시형태만을 설명하기 위한 것이지, 첨부된 청구범위에 의해서만 한정될 수 있는 본 발명의 범위를 한정하려는 의도가 아님을 이해하여야 한다.

[0030] 본원 및 첨부된 청구범위에서 사용되는 것과 같이, 단일 형태의 용어 "a", "an", 및 "the"는 문맥상 명확하게

다른 식으로 지적하지 않은 한, 복수형의 언급도 포함한다. 따라서, 예를들면, "나노섬유"에 대한 언급은 본 기술 분야의 기술자에게 알려진 하나 이상의 나노섬유들 및 이들의 균등물 등에 대한 언급이다. 달리 정의되지 않은 한, 본원에 사용되는 모든 기술적 및 과학적 용어들은 당업자에 통상적으로 이해되는 바와 동일한 의미를 가진다. 본원에 기술되는 것들에 유사하거나 또는 균등한 방법 및 물질이 본 발명의 실시태양들의 구현 또는 시험에서 사용될 수 있다. 본원에 언급된 모든 공개문헌들은 참고문헌으로서 전체가 포함된다. 본원의 어떠한 것도 선행 발명에 의한 개시 내용을 선행하는 것이 아님을 승인하는 것으로서 해석되는 것은 아니다. "선택적인" 또는 "선택적으로"는 뒤이어 기재된 상황 또는 환경이 발생하거나 하지 않는 것을 의미하며, 상황이 발생하는 경우 및 상황이 발생하지 않는 경우를 포함하는 것이다. 본원에 기재된 모든 수치는 명백하게 기재되지 않은 "약"이라는 용어에 따라 변경 가능하다. 용어 "약"은 일반적으로 당업자가 언급된 값과 균등하다고 (즉, 동일 기능 또는 결과를 가짐) 고려할 수 있는 범위의 값을 언급한다. 일부 실시태양들에서 용어 "약"은 기재된 값의 $\pm 10\%$ 를 언급하고, 다른 실시태양들에서, 용어 "약"은 기재된 값의 $\pm 2\%$ 를 언급한다. 조성물 및 방법은 다양한 성분들 또는 단계들을 "포함하는(comprising)" ("포함하지만, 이에 제한되지는 않는"의 의미로 해석)이라는 용어로 기재되지만, 조성물 및 방법은 다양한 성분들 및 단계들로 "실질적으로 이루어지는" 또는 "이루어지는" 경우도 있고, 이러한 용어는 실질적으로 단원부재 군 또는 단원 부재 군들을 정의되는 것으로 해석되어야 한다.

[0031] 본 발명은 하나 이상의 구현예들에 대하여 도시되고 설명되지만, 본 명세서 및 첨부 도면들을 읽고 이해하는 것에 기반하여 당 분야의 기술자들은 균등적 대안 및 변형이 초래될 수 있을 것이다. 본 발명은 이러한 변형 및 대안을 포함하는 것이고 오로지 하기 청구범위에 의해서만 한정되는 것이다. 더불어, 본 발명의 특정 특징부 또는 양태가 여러 구현예들 중 하나에서 대하여만 개시되지만, 이러한 특징부 또는 양태는 임의의 주어진 또는 특정 용도에서 필요하고 바람직하다면 다른 구현예들의 하나 이상의 다른 특징부들 또는 양태들과 조합될 수 있는 것이다. 또한, 용어 "포함하는(including)", "가지는(having)", "가진다(has)", "와 함께(with)" 또는 이의 변형어들이 상세한 설명 또는 청구범위에서 사용되는 한, 이러한 용어들은 용어 "포함하는(comprising)"과 유사한 방식으로 개방적인 의도로 사용된다. 또한, 용어 "예시적"이란 최선이라기 보다는 단지 실시예를 의미하는 것이다. 간결성 및 이해 용이성을 위하여 본원에 기술된 특징부들, 층들 및/또는 요소들은 다른 것들에 대하여 특정 치수 및/또는 방향으로 설명되고, 실제 치수 및/또는 방향은 이들 본원에 도시된 것들과는 실질적으로 다르다는 점을 이해하여야 한다.

[0032] 본 발명의 이러한, 및 기타 양태들은 하기 설명 및 첨부 도면들과 함께 고려될 때 더욱 용이하게 이해될 것이다. 본 발명의 다양한 실시태양들 및 여러 특정 사양들을 나타내는 하기 설명은 서술 목적이요 이에 제한되는 것이 아니다. 많은 치환, 변형, 추가 또는 재구성이 본 발명의 범위 내에서 가능한 것이고, 본 발명은 이러한 치환, 변형, 추가 또는 재구성을 포함한다.

[0033] 이하 본 발명의 예시적 실시태양들에 대하여 설명한다.

[0034] 본원에서 인용된 모든 특허, 공개출원 및 참조문헌들에서의 교시는 전체가 참고로 포함된다.

[0035] 본 발명은 특히 예시적 실시태양들을 참조하여 도시되고 설명되지만, 형태 및 사양에서의 다양한 변형이 첨부된 청구범위에 의해 포괄되는 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 가능하다는 점을 당업자들은 이해할 것이다.

[0036] 필터 성능은 다양한 속성들, 예컨대 체질 포집 성능, 비-체질 포집 성능, 막 두께, 필터 막 중 유체 체류시간, 막을 통과하는 유체 경로 (층류 또는 난류), 및 막 유동 성능 또는 유동 시간에 따라 달라진다. 또 다른 중요한 필터 속성은 전단속도 함수인 막에서의 액체 경계 층 (액체 계면) 두께이고; 이러한 계면은 액체 스트림의 유동 분포 (편류)에 영향을 준다.

[0037] 본 발명의 하나의 실시예는, IPA 또는 HFE-7200 기포점으로 결정되는 공극 크기 등급이 약 2 나노미터 내지 약 50 나노미터인 체질 미세다공성 또는 나노다공성 막, IPA 또는 HFE-7200 기포점으로 결정되는 공극 크기 등급이 약 10 나노미터 내지 약 50 나노미터인 비-체질 미세다공성 또는 나노다공성 막, 및 체질 미세다공성 또는 나노다공성 막 및 비-체질 미세다공성 또는 나노다공성 막의 공극 크기 등급 보다 큰 공극 크기 등급을 가지는 나노섬유 층을 포함하는 필터 부재(여과 부재 또는 복합막으로도 언급됨)이다. 일부 실시태양들에서, IPA 기포점에 의해 결정될 때 나노섬유 층의 공극 크기 등급은 약 1.75 미크론 내지 약 2.5 미크론이다. 일부 실시태양들에서, 나노섬유 층의 평량은 평방 미터당 약 20 그램 내지 약 35 그램이다. 일부 실시태양들에서, 나노섬유 층의 평균 이소프로필 알코올 (IPA) 기포점은 평방 인치당 약 3.5 파운드 내지 약 5 파운드 평방 인치당이다.

- [0038] 본원에서 사용되는 바와 같이, “체질 막”이란 주로 체질 포집 기작에 의해 입자들을 포착하거나 입자들을 포착하도록 최적화 된 막을 의미한다. 예시적 체질 막은, 제한적이지는 않지만, 테프론 막 및 UHMWPE 막을 포함한다.
- [0039] 본원에서 사용되는 바와 같이, “체질 포집 기작”이란 필터 또는 미세다공성 막의 공극보다 큰 입자들을 얻는 포집을 의미한다. 체질 포집은 제2의 필터로 효과적으로 작용하는 필터 케이크(필터 또는 막 표면에서 입자들의 응집물) 형성에 의해 높아질 수 있다.
- [0040] 본원에서 사용되는 바와 같이, “비-체질 막”이란 주로 비-체질 포집 기작에 의해 입자들을 포착하거나 입자들을 포착하도록 최적화 된 막을 의미한다. 주로 음 전하의 겔에 대한 여과에 있어서, 나일론 막은 비-체질 막으로 작용한다. 예시적 비-체질 막은, 제한적이지는 않지만, 나일론 막, 예컨대 나일론-6 또는 나일론-6,6 막을 포함한다.
- [0041] 본원에서 사용되는 바와 같이, “비-체질 포집 기작”은 필터 또는 미세다공성 막의 압력 강하 또는 기포점과는 무관한 기작들, 예컨대 차단 (interception), 확산 및 흡착에 의해 유발되는 포집을 의미한다.
- [0042] 막은 여과 조건들에 따라 체질 및 비-체질 포집 기작들 중 하나 또는 양자에 의해 작동할 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 이러한 용어들은 포토레지스트 여과 과정에서 존재하는 전형적인 조건들을 참조하여 본원에서 사용된다.
- [0043] 기포점에 의해 결정되는 체질 미세다공성 막 대 비-체질 미세다공성 막의 공극 크기의 비율은 10 대 1, 약 10 대 약 1, 5 대 1, 약 5 대 약 1, 3 대 1 또는 약 3 대 약 1일 수 있다. 예를 들면, 본 발명의 일 실시태양에서, 나노섬유 층은 기포점에 의해 결정되는 50(±20%) 나노미터 공극 크기 등급의 미세다공성 UHMWPE 막 및 기포점에 의해 결정되는 10(±20%) 나노미터 공극 크기 등급의 나일론 미세다공성 막 사이에 개재된다. 양호한 유동을 유지하면서, 비-체질 포집(겔/응집물)을 최적화하기 위해 이러한 조합이 유리하다.
- [0044] 기포점에 의해 결정되는 비-체질 미세다공성 막 대 체질 미세다공성 막의 공극 크기 비율은 5-25 대 1, 10-25 대 1, 5-10 대 1, 약 5-25 대 약 1, 약 10-25 대 약 1 또는 약 5-10 대 약 1일 수 있다. 예를 들면, 체질 포집을 최대화하기 위하여 사용되는 본 발명의 실시예에서 막들의 조합은 기포점에 의해 결정되는 50(±20%) 나노미터 공극 크기 등급의 나일론 미세다공성 막 및 기포점에 의해 결정되는 5(±20%) 나노미터 공극 크기 등급 또는 기포점에 의해 결정되는 2(±20%) 나노미터 공극 크기 등급의 미세다공성 UHMWPE 막 사이에 개재되는 나일론 나노섬유 층을 포함한다.
- [0045] 본 발명의 일 실시태양은 3중 층들을 포함하는 여과 부재이다. 1 층은 공극 크기 등급이 약 10 나노미터 내지 약 50 나노미터인 비-체질 (예를 들면, 나일론) 막 층이다. 2 층은 공극 크기 등급이 약 2 나노미터 내지 약 50 나노미터인 체질 (예를 들면, UHMWPE) 막 층이다. 3 층은 폴리아미드 막 및 UHMWPE 막 층들의 공극 크기 등급보다 큰 공극 크기 등급을 가지는 나일론 나노섬유 층이다.
- [0046] 의도되는 유체 유동 방향을 참조하여 이에 대하여 3중층들이 언급된다. 이들 실시태양에서, 3중 층들은 상류 포집 층, 중앙 포집 층 및 하류 포집 층으로 언급될 수 있다.
- [0047] 상세한 설명 및 청구범위를 위하여, 용어 "미세다공성 막"은 초다공성 막, 나노다공성 막 및 미세다공성 막과 같은 용어에 의해서도 기술될 수도 있는 다공성 막을 포함하도록 사용될 것이다. 이들 미세다공성 막은 겔, 입자, 콜로이드, 세포, 폴리-올리고머 등과 같은, 그러나 이들에 한정되지 않는, 공급 스트림 성분들 (포집물)을 보유하지만, 공극들보다 실질적으로 더 작은 성분들은 공극을 통과하여 투과 스트림으로 들어간다. 미세다공성 막에 의한 공급 스트림 성분들 포집은 작동 조건들, 예를 들면 전면 속도 및 계면활성제의 사용, pH 및 이들의 조합에 의존할 수 있으며, 미세다공성 막 공극 크기, 구조 및 분포에 대한 입자의 크기 및 구조(경질 입자 또는 겔)에 의존할 수 있다. 바람직한 실시태양에서, 미세다공성 막은 나노다공성 막이다.
- [0048] 본원에서 사용되는 바와 같이 “포집 백분율”은 유체 스트림 경로에 놓인 여과 부재에 의해 유체 스트림에서 제거된 입자들의 백분율을 의미한다. 본원에 그 내용의 전체가 참고로 통합되는 Yaowu, Xiao, 등, Semicon China; March 19-20, 2009, Shanghai, China, “형광 분광학에 의한 서브-30 nm 입자 포집 시험”에 개시된 방법 및 재료를 적용하여 본 발명의 필터 부재 및 미세다공성 막의 포집 백분율을 측정하기 위하여 나노미터-크기의 형광 폴리스티렌 라텍스(PSL) 비드들을 이용할 수 있다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 형광 나노입자들은 G25 입자들이다. 입자들 공칭 직경이 25 나노미터로 나열되는 G25 입자들은 Duke Scientific에서 입수된다. 그러나, 20 나노미터 내지 30 나노미터 범위, 일부 경우에는 21 나노미터 내지 24 나노미터 범위의 입자들을 사용

할 수 있다. 필터 부재 평가에 사용되는 형광 입자 단일층 범위 (coverage) 백분율은 1% 내지 30%일 수 있지만, 다른 단일층 범위 백분율도 사용될 수 있다.

[0049] 포집 효율, 또는 대수 감소 값(LRV)은 필터 부재 또는 미세다공성 막의 효율에 대한 또 다른 측정값이다. 필터 부재 또는 미세다공성 막의 LRV는, 예를들면, 형광 PSL 비드들을 이용한 실험으로부터 계산될 수 있다. 대수 감소 값(LRV)은 다음과 같이 정의된다:

[0050] $LRV = \text{Log}_{10}(\text{입구 농도}/\text{출구 농도})$.

[0051] 체질 포집 백분율 또는 체질 또는 실질적인 체질 조건들 하에서의 포집 백분율은, 다양한 계면활성제를 이용하여 평가될 수 있다. 필터 또는 미세다공성 막의 공극들보다 더 큰 입자들로 인한 체질 포집이 발생한다. 2차 필터로서 효과적으로 기능하는 필터 케이크(필터 또는 막의 표면에 있는 입자들의 응집물) 형성에 의해 체질 포집은 높아질 수 있다. 계면활성제를 이용하면 미세다공성 막, 나노섬유 층들, 및 선택적인 지지재료의 비-체질 효과를 최소화시킬 수 있고 입자 포집 시험에서 체질 또는 실질적인 체질 조건들을 제공할 수 있다. 이들 체질 조건들(또는 실질적인 체질 조건들) 하에서 필터 부재 또는 미세다공성 막과 같은 구성요소들의 입자 포집은, 필터 부재 또는 미세다공성 막의 체질 여과 특성에 의해 여과가 지배되는 유기 액체, 포토레지스트 및 유기 액체를 함유하는 반사방지 코팅액과 같은 조성물, 및 기타 유사한 액체에서 필터 부재의 입자 포집 특성과 상관될 수 있다고 예상된다. 본 발명의 일부 실시태양들에서, 필터 또는 미세다공성 막은 체질 조건들 하에서 약 90% 내지 약 99.99%, 약 95% 내지 약 99.99%, 약 98% 내지 약 99.99%, 또는 약 99% 내지 약 99.99%의 포집 백분율을 가진다. 일부 실시태양들에서, 필터 또는 미세다공성은 체질 조건들 하에서 적어도 약 90%, 적어도 약 95%, 적어도 약 98%, 또는 적어도 약 99%의 포집 백분율을 가진다.

[0052] 본 발명의 일부 실시예들에서, 계면활성제는 도데실 황산나트륨(SDS) 또는 Triton X-100[(C₁₄H₂₂O(C₂H₄O)_n], 친수성 폴리에틸렌 옥시드 기(평균 9.5개의 에틸렌 옥시드 유닛) 및 친유성 또는 소수성 탄화수소 기를 가지는 비이온성 계면활성제이다. 탄화수소 기는 4-(1,1,3,3-테트라메틸부틸)-페닐기이다. 사용되는 계면활성제 함량은 임계 미셀 농도(CMC)를 초과하도록 선택된다. CMC를 초과하는 계면활성제 농도는 유체의 표면장력을 확인하기 위해 표면장력측정기로 측정할 수 있다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 체질 또는 실질적인 체질 조건들을 제공하는 계면활성제 범위는 0.1%(w/w) 내지 0.3%(w/w)이다.

[0053] 미세다공성 또는 나노다공성 비-체질 막 층은 공극 크기 등급은 이소프로필 알코올(IPA)(또는 HFE 7200와 같은 균등물) 다공성 측정 기포점에 기초하여, 5 나노미터 내지 100 나노미터, 5 나노미터 내지 50 나노미터 또는 10 나노미터 내지 50 나노미터의 공극 크기 등급을 가질 수 있다. 미세다공성 또는 나노다공성 체질 막 층은 IPA(또는 HFE 7200와 같은 균등물) 다공성 측정 기포점에 기초하여, 2 나노미터 내지 200 나노미터, 2 나노미터 내지 100 나노미터, 2 나노미터 내지 50 나노미터, 10 나노미터 내지 50 나노미터 또는 3 나노미터 내지 50 나노미터의 공극 크기 등급을 가질 수 있다.

[0054] 비체질 포집은 필터 또는 미세다공성 막의 압력 강하 또는 기포점과 무관하게 유체 스트림에서 입자들을 제거하는 포집 기작들, 예컨대 차단, 확산 및 흡착을 포함한다. 막 표면으로의 입자 흡착은, 예를들면, 분자간 반 데르 바알스 및 정전력에 의해 매개될 수 있다. 차단은 굴곡성 막을 통행하는 입자가 막과의 접촉을 피할 수 있을 정도로 방향을 신속하게 변경할 수 없는 경우에 발생된다. 확산에 의한 입자 전달은 입자들이 필터 매체와 충돌할 소정의 가능성을 유발시키는 주로 작은 입자들의 무작위 또는 브라운 운동의 결과이다. 비-체질 포집 기작들은 입자 및 필터 또는 막 사이 척력이 없을 때 활성화 될 수 있다. 따라서, 본 발명의 일부 실시태양들에서, 비-체질 포집 백분율은 중성 조건들(예를들면, 막 또는 필터의 등전점에서 또는 근처)에서 평가될 수 있다.

[0055] 겔은 음전하를 띌 수 있다. 따라서, 양전하 밀도를 가지는 미세다공성 막(예를들면, 폴리아미드 또는 나일론 막)을 포함하는 필터 부재는 비-체질 포집 기작을 통하여 액체 스트림에서 겔을 제거하는데 유용할 수 있다. 본 발명의 다른 실시태양들에서, 비-체질 포집 백분율은 산성 조건들(예를들면, 막 또는 필터의 등전점 이하의 pH)에서 평가될 수 있다. 비-체질 포집 백분율은, 예를들면, 금 나노입자들을 이용하여 평가될 수 있다.

[0056] 본 발명의 다른 실시예는 미세다공성 폴리아미드 막 층, 미세다공성 초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE) 막 층, 및 중합 나일론 나노섬유 층을 포함하는 여과 부재이다. 미세다공성 또는 나노다공성 폴리아미드 막 층은 이소프로필 알코올(IPA)(또는 HFE 7200와 같은 균등물) 다공성 측정 기포점에 기초하여, 5 나노미터 내지 100 나노미터, 5 나노미터 내지 50 나노미터 또는 10 나노미터 내지 50 나노미터의 공극 크기 등급을 가질 수 있다. 미세다공성 또는 나노다공성 UHMWPE 막 층은 IPA(또는 HFE 7200와 같은 균등물) 다공성 측정 기포점에 기초하여 2 나노미터 내지 200 나노미터, 2 나노미터 내지 100 나노미터, 2 나노미터 내지 50 나노미터, 10 나노미터 내지 50

나노미터 또는 3 나노미터 내지 50 나노미터의 공극 크기 등급을 가질 수 있다. 나노섬유 층은 폴리아미드 막 층의 공극 크기 등급 또는 UHMWPE 막 층의 공극 크기 등급보다 큰 공극 크기 등급을 가질 수 있고, 평량은 평방 미터당 20 그램 내지 35 그램이고, 평균 IPA 기포점은 평방 인치당 3.5 파운드 내지 5 파운드일 수 있다.

[0057] 비-체질 막 층 또는 체질 막 층은 지지 프레임 또는 하우징 내부에서 필터 구성에 따른 유체 경로에서 여과 부재의 상류 또는 하류 층일 수 있다. 본 발명의 다른 실시예들에서, 여과 부재 구성에 따라 중합 나일론 나노섬유 층은 유체 경로의 상류 층이거나 중합 나일론 나노섬유 층은 체질 막 층 및 비-체질 막 층 사이에 개재될 수 있다.

[0058] 나노섬유, 미세다공성 및 나노다공성 막들 및 이들의 특정화 방법은 국제특허출원공개번호 WO 2010/120668에 개시되며, 이의 내용은 전체가 참고로 본원에 포함된다.

[0059] 본 발명의 나노섬유는 중합체로 형성된다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 나노섬유 재료 형성에 사용되는 중합체는 미세다공성 막 포집 층들 중 하나를 형성하기 위해 사용되는 중합체와 동일하다. 폴리아미드, 폴리에틸렌, 폴리이미드, 폴리비닐 알코올, 및 폴리에스테르는 본 발명의 실시예에서 나노섬유 층에 사용될 수 있다. 사용 가능한 폴리아미드 축합 중합체(나일론 재료)는, 제한적이지는 않지만, 나일론-6, 나일론-6,6, 나일론 6,6-6,10, 등을 포함한다. 본 발명의 중합 나노섬유 층은 멜트블로잉으로 형성되고, 폴리에틸렌, 예컨대 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 및 폴리부틸렌, 폴리에스테르 예컨대 폴리(에틸렌 테레프탈레이트) 및 폴리아미드, 예컨대 상기 나일론 나일론 중합체를 포함한 나노섬유로 멜트블로우 가능한 임의의 열가소성 중합체가 사용될 수 있다. 바람직한 실시태양에서, 중합 나노섬유는 중합 나일론 나노섬유이다. 특히, 중합 나일론 나노섬유는 나일론-6 또는 나일론-6,6 나노섬유이다. 더욱 상세하게는, 중합 나일론 나노섬유는 나일론-6이다. 대안으로, 중합 나일론 나노섬유는 나일론-6의 약 25%, 약 10% 또는 약 5% 내로 금 나노입자들을 흡착하는 임의의 나일론 나노섬유를 포함하거나 이로 이루어진다.

[0060] 나노섬유 층은 전기방사, 예컨대 고전적인 전기방사 또는 전기블로잉, 및 소정의 환경에서는, 멜트블로잉 또는 기타 이에 적합한 공정에 의해 제조될 수 있는 나노섬유로 구성되거나 이로 이루어진다. 고전적인 전기방사는 본원에 교시 전체가 참고로 통합되는 미국특허번호 제4,127,706호에 기재되는 기술이고, 여기에서 고전압이 용액상의 중합체에 인가되어 나노섬유 및 부직 매트가 생성된다. 본 발명의 실시예들에서 나노섬유는 전기 방사될 수 있거나, 예를들면, 멜트블로우 나노섬유 및 전기방사 나노섬유의 조합을 포함할 수 있다.

[0061] 본 발명의 실시예들에서, IPA 또는 3M® HFE-7200 기포점, 또는 이와 동등한 것으로 결정되는 나노섬유 층의 공극 크기 등급은, 역시 기포점에 의해 결정되는 복합막 층의 미세다공성 막 층들의 크기 등급 보다 크다. 따라서, 나노섬유 층은 필터 부재에서의 미세다공성 막들 중 어느 하나보다도 IPA에서 더 낮은 기포점을 가질 것이다. 본 발명의 일부 실시예들에서, (다공성 측정에 의해 결정되는) 나노섬유 층의 평균 IPA 기포점은 평방 인치당 약 3.5 파운드 내지 약 5 파운드이다.

[0062] 여과 부재의 일부 실시예들에서 나노섬유 층 두께는 약 110 마이크로 내지 약 170 마이크로, 약 120 마이크로 내지 약 150 마이크로, 약 110 마이크로 내지 약 130 마이크로 또는 약 135 마이크로 내지 약 170 마이크로 범위일 수 있다. (SEM 분석으로 결정되는) 섬유 직경은 약 350 나노미터 내지 1200 나노미터로 변할 수 있으며, 평균 직경은 약 500 나노미터 내지 800 나노미터이다. 나노섬유 샘플의 섬유 직경은 예를들면, Soft Image System 소프트웨어로 FEI 주사전자현미경(3000 내지 5000 배율)을 이용하고 섬유 직경들 및 10 내지 20 데이터 포인트들에 기초한 평균 값들을 계산하여 대표적인 샘플에서 측정될 수 있다(매우 크거나 매우 작은 직경의 섬유들, 예를들면, 다른 95% 섬유보다 크거나 작은 것들을 무시). 본 발명의 일부 실시예들에서, 평균 섬유 직경은 약 750 나노미터이다. 본 발명의 다른 실시예들에서, 평균 섬유 직경은 약 700 나노미터 내지 약 800 나노미터이다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 나노섬유 층의 평량은 평방 미터당 약 20 그램 내지 약 35 그램일 수 있고, 나노섬유 층의 밀도는 입방 센티미터당 0.2(±10%) 그램이고, 공기 투과율은 6(초 /200 밀리미터) 내지 10.5(초/200 밀리미터)이다.

[0063] 본 발명에서, 체질 조건들(PSL 비드 및 탈이온수 용액에 0.1% Triton X-100 계면활성제 첨가) 하에서 여과 부재 중 나노섬유 층은 대략 25 나노미터-크기의 형광 나노입자들을 포집한다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 체질 조건들(PSL 비드 및 탈이온수 용액에 0.1% Triton X-100 계면활성제 첨가) 하에서 여과 부재 중 나노섬유 층의 25 나노미터 (공칭)형광 PSL 비드들에 대한 포집은, 나노섬유 층이 형광 PSL 비드들을 함유한 약 10억 분의 8 부 용액(중량/중량)으로 진행될 때 (PSL 비드들의 8 ppb 농도는, 8 ppb 형광 비드 용액 100 밀리미터를 막 디스크에 통과시킬 때, 25 nm 형광 PSL 비드들의 1% 단일층을 90 밀리미터 막 디스크의 샘플 막 표면에 적층 시키기 위하여 사용된다) 형광 PSL 비드들의 단일층에 대하여 85(±5)% 내지 98(±5)%, 또는 이상이다. 본 발명의 일부

실시예들에서, 여과 부재 중 나노섬유 층의 25 나노미터 (공칭) 형광 PSL 비드들에 대한 포집은, 체질 조건들 하에서 막을 25 nm 형광 PSL 비드들의 8 ppb 용액으로 반복적으로 진행할 때 필터 부재상의 형광 PSL 비드들의 5 이하의 단일층들에 대하여 90(±5)% 또는 이상이다. 본 발명의 일부 실시예들에서 나노섬유 층에 대한 기얼리 번호 (Gurley Number)는 28.6 밀리미터 직경의 시험 샘플에 대하여 100 밀리미터당 약 5.75 초 내지 약 10.75 초의 범위 일 수 있다.

- [0064] 본 발명의 일부 실시예들에서, 나노섬유 층은 나노섬유 층과 접하는 지지재료를 더 포함한다. 특히, 지지재료는 부직 지지재료이다. 나노섬유 층에 대한 예시적 부직 지지재료는, 제한적이지는 않지만, 부직 나일론, 부직 폴리에테르술폰(PES) 또는 부직 UHMWPE를 포함한다.
- [0065] 본 발명의 일부 실시예에서, 여과 부재는 적어도 하나의 나일론 나노섬유 층을 포함한다. 특히, 여과 부재는 적어도 둘, 적어도 셋, 또는 적어도 넷의 나일론 나노섬유 층들을 포함한다. 대안으로, 여과 부재는 하나, 둘, 셋, 넷 또는 다섯의 나일론 나노섬유 층들을 포함한다.
- [0066] 본 발명의 일부 실시예들에서, 미세다공성 체질 막은 초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE 또는 UPE) 막이다. UPE는 극히 긴 사슬을 가지고, 분자량이 백만, 예를들면 1 백만 이상, 보통 2 내지 6 백만인 열가소성 폴리에틸렌의 일 실시예이다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 체질 미세다공성 막은 UPE를 포함하거나 이로 이루어진다. 대안으로, 체질 미세다공성 막은 불소중합체 또는 과불소 중합체, 예컨대 PTFE이다. 특히, 체질 미세다공성 막은 PTFE이다.
- [0067] 본 발명의 일부 실시예들에서, 비-체질 미세다공성 막, 또는 비-체질 특성을 가지는 미세다공성 막은, 나일론 (본원에서 폴리아미드라고도 칭함)를 포함하거나 이로 이루어진다. 더욱 상세하게는, 나일론 미세다공성 막은 나일론-6 또는 나일론-6,6 미세다공성 막이다. 또한 더욱 상세하게는, 나일론 미세다공성 막은 나일론-6 미세다공성 막이다. 대안으로, 비-체질 나일론 미세다공성 막은 금 나노입자들을 나일론-6의 약 25%, 약 10% 또는 약 5% 내로 흡착하는 임의의 나일론을 포함하거나 이루어진다.
- [0068] 체질 및 비-체질 미세다공성 막은 각각 독립적으로 약 20 psig를 초과하는, 일부 경우에는, 30 psig를 초과하는, 또 다른 경우에는, 약 50 psig를 초과하는 평균 IPA 기포점, 다른 용매를 사용하고 표면 장력을 보상하는 동등한 예컨대 3M®에서 입수되는 HFE-7200의 기포점을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 체질 및 비-체질 미세다공성 막들은 각각 독립적으로 20 psig 내지 150 psig의 평균 IPA 기포점, 또는 다른 용매를 사용하고 표면 장력을 보상하는 동등한 예컨대 3M®에서 입수되는 HFE-7200의 기포점을 가진다.
- [0069] 본 발명의 실시예들에서, 체질 및 비-체질 미세다공성 막은 각각 독립적으로 75 psi 내지 90 psi, 일부 경우에는 약 85 psi (586,054 Pa)의 3M®에서 입수되는 액체 HFE-7200의 평균 기포점을 가진다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 체질 및 비-체질 미세다공성 막은 각각 95 psi 내지 110 psi, 일부 경우에는, 약 100 psi(689,476 Pa)의 3M®에서 입수되는 HFE-7200의 평균 기포점을 가진다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 체질 및 비-체질 미세다공성 막은 각각 115 psi 내지 125 psi, 일부 경우에는, 약 120 psi(827,371 Pa)의 3M®에서 입수되는 HFE-7200의 평균 기포점을 가진다. 본 발명의 또 다른 실시예들에서, 체질 및 비-체질 미세다공성 막은 각각 140 psi 내지 160 psi의 3M®에서 입수되는 액체 HFE-7200의 평균 기포점을 가진다. 체질 및 비-체질 미세다공성 막은 각각 독립적으로 대칭성 또는 비대칭성 미세다공성 막일 수 있다.
- [0070] 본 발명의 일부 실시예들에서, 체질 미세다공성 막은 75 psi 내지 90 psi, 일부 경우에는 약 85 psi(586,054 Pa)의 3M®에서 입수되는 액체 HFE-7200의 평균 기포점을 가지는 Entegris, Inc. 에서 제조되고 10 나노미터 비대칭성 등급화 막이라고 칭하는 비대칭성 UPE 막일 수 있다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 체질 미세다공성 막은 95 psi 내지 110 psi, 일부 경우에는 약 100 psi(689,476 Pa)의 3M®에서 입수되는 액체 HFE-7200의 평균 기포점을 가지는 Entegris, Inc. 에서 제조되고 5 나노미터 비대칭성 등급화 막이라고 칭하는 비대칭성 UPE 막일 수 있다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 체질 미세다공성 막은 115 psi 내지 125 psi, 일부 경우에는 약 120 psi(827,371 Pa)의 3M®에서 입수되는 액체 HFE-7200의 평균 기포점을 가지는 Entegris, Inc. 에서 제조되고 3 나노미터 비대칭성 등급화 막이라고 칭하는 비대칭성 UPE 막일 수 있다.
- [0071] 본 발명의 일부 실시예들에서, 체질 및 비-체질 미세다공성 막의 IPA 유동 시간은 0.10 MPa 압력 및 21°C에서 500 밀리리터의 IPA에 대하여 350 초 내지 6500 초, 일부 경우에는 500 초 내지 6500 초인 것에 특징이 있다. 75 psi 내지 90 psi의 3M®에서 입수되는 액체 HFE-7200의 평균 기포점을 가지는 비대칭성 0.005 미크론(5 nm) UPE 막에 대한 IPA 유동 시간은 0.1MPa 압력 및 21 °C에서 500 mL IPA에 대하여 5000 초 내지 7000 초일 수 있다.

- [0072] IPA 유동 시간은 500 밀리리터의 이소프로필 알코올이, 21°C 및 97,900 Pa(약 0.1 MPa, 또는 약 14.2 psid)의 압력에서, 47 밀리미터 디스크인 미세다공성 막 단독 또는 12.5 cm² 면적을 가지는 필터 부재(예를들면, 미세다공성 막, 나노섬유 층, 및 선택적인 지지체)를 통과하는 유동하는 시간이다.
- [0073] 기포점은 기류 다공 측정기를 이용한 평균 IPA 기포점을 의미한다. 일부 경우에는 미세다공성 막 기포점은 HFE-7200 (3M®, St. Paul, MN에서 입수)에서 측정되는 평균 기포점을 의미한다. HFE-7200 기포점은 HFE 7200 로 측정된 기포점에 1.5, 또는 약 1.5를 곱하여 IPA 기포점 값들로 변환될 수 있다. 3M® HFE-7200은 에톡시-노나플루오로부탄이고, 보고 표면장력은 25°C에서 13.6 mN/m이다.
- [0074] 체질 및 비-체질 미세다공성 막은 필터 부재에서 대칭성, 비대칭성 또는 이들의 조합 (예를들면, 여과 부재에서, 하나의 미세다공성 막은 대칭성일 수 있고 다른 미세다공성 막은 비대칭성일 수 있음)의 공극 구조를 가질 수 있다. 대칭성 미세다공성 막은 막을 통해 실질적으로 동일한 평균 크기 공극들에 특징이 있는 공극 크기 분포를 가지는 다공성 구조를 가진다. 비대칭성 미세다공성 막에서, 공극 크기는 막을 통해 가변되고, 일반적으로, 크기는 치밀한 층의 일 표면에서, 개방 층의 막 다른 표면으로 갈수록 증가한다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 미세다공성 막은 스킨드(skinned) 막이고 막의 스킨드 층은 액체 투과성이다. 다른 유형의 비대칭성도 알려져 있다. 예를들면, 공극 크기가 막 두께 내부의 일 위치에서 최소 공극 크기로 전개되는 (모래시계 형태) 것들. 비대칭성 미세다공성 막은 동일한 등급화 공극 크기 및 두께를 가지는 대칭성 미세다공성 막과 대비하여 더 높은 유속을 가지는 경향이 있다. 또한, 비대칭성 미세다공성 막은 더 큰 공극 층이 피-여과 유체 스트림과 대면하여 사용될 수 있어, 사전-여과 효과를 발생시킬 수 있다. 본 발명의 실시예들에서 미세다공성 막은 대칭성, 비대칭성, 및 모래시계 형태로 이루어진 군에서 선택되는 공극 구조를 가진다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 미세다공성 막의 공극 구조는 비대칭성이다.
- [0075] 여과 부재는 하나 이상의 지지재료 층들을 더욱 포함할 수 있다. 지지재료는 여과 부재 포집 층들의 하나 이상의 층들에 놓일 수 있다. 지지재료는, 제한적이지는 않지만, 다양한 망상 재료, 부직 다공성 재료, 방사-결합 재료, 등을 포함한다. 지지체는 액체 투과성이고, 본 발명의 일부 실시예들에서, 필터 부재의 유동 시간이 미세다공성 막 단독의 유동 시간과 실질적으로 동일하거나 짧도록 선택된다. 주름 가공/카트리지 조립 공정에서 지지체는 나노섬유 및/또는 막들 처리를 위한 강도를 제공할 수 있다. 지지체는 적층(depth) 매체일 수 있으므로, 필터 매체로도 기능할 수 있다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 지지체는 부직 재료이다. 지지체 또는 부직 지지체는 최종 액상 적용에 있어서 화학적으로 상용성이 있다. 비-제한적 예시의 부직 지지체는 폴리아미드(PA)로 제조된 것을 포함하고 다양한 나일론 예컨대 제한적이지 않지만 나일론 6, 나일론 6,6, 및 아라미드, 폴리(에틸렌 테레프탈레이트)(PET), PES(폴리에테르 술폰) 및 기타 등을 포함할 수 있다. PA6은 나일론 6 또는 나일론 6,6으로도 칭하는 폴리아미드 6을 의미한다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 부직 지지체는 다른 공정들을 통해 다른 원하지 않는 물질(오염물)이 웹 내로 도입되는 가능성을 줄이도록 열 접촉되는 나일론 6 수지를 포함한다. 본 발명의 일 실시예에서, 지지체는 Asahi Kasei로부터 입수 가능하며 필터 부재의 유동 시간에 영향을 미치지 않거나 실질적으로 영향을 미치지 않는 나일론인 N05040이다. 부직포의 평량은 그의 두께와 관련되고, 압력 손실을 최소화하도록 선택될 수 있으며, 또한 필터 팩으로의 조립을 위한 맞는 개수의 주름을 제공하도록 선택될 수 있다. 부직포가 두꺼워질수록, 이는 필터 카트리지의 고정된 직경 중앙 튜브 구성에 끼어질 수 있는 주름의 개수를 감소시킨다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 부직 지지체는 약 40 g/m² 내지 약 30 g/m²의 평량을 가진다. 본 발명의 다른 실시예들에서, 부직 지지체는 약 40±5 g/m²의 평량을 가진다.
- [0076] 도 1은 3개의 별개 막 층들, 2개의 미세다공성 또는 나노다공성 막 층들 및 나노섬유 층을 포함하는 본 발명의 여과 부재들에 대한 일부 비-제한적 실시예들을 도시한 것이다. 예를들면, 구조 1은 미세다공성 나일론 막을 상류 포집 층으로, 나일론 나노섬유를 중앙 포집 층으로, 미세다공성 UHMWPE 막을 하류 포집 층으로 가지는 복합막을 보인다. 구조 2는 미세다공성 나일론 막을 하류 포집 층으로, 나일론 나노섬유를 중앙 포집 층으로, 미세다공성 UHMWPE 막을 상류 포집 층으로 가지는 복합막을 보인다. 구조 3은 미세다공성 나일론 막을 중앙 포집 층으로, 나일론 나노섬유를 상류 포집 층으로, 미세다공성 UHMWPE 막을 하류 포집 층으로 가지는 복합막을 보인다. 구조 4는 미세다공성 나일론 막을 하류 포집 층으로, 나일론 나노섬유 층을 상류 포집 층으로, 미세다공성 UHMWPE 막을 중앙 포집 층으로 가지는 복합막을 보인다. 바람직하게는, 층들의 적층 순서 및 재료 유형은 여과 용도 및 제거 대상 목표 결점 (예를들면, 입자, 겔, 이들의 조합)에 따라 변경될 수 있다.
- [0077] 막을 말단 캡들로 밀폐시키는 포팅/결합 재료뿐 아니라 하우징(코어, 케이지 및 말단 캡들)에 사용되는 재료는 포팅용 폴리에틸렌 및 셀, 코어, 케이지 및 기타 지지체용 고밀도 폴리에틸렌 재료를 포함할 수 있다. 기타 적

용 가능한 포팅 재료는 당업자에게 잘 알려져 있다.

[0078] 본 발명의 다른 실시태양은 하우징 및 본 발명의 여과 부재를 포함하는 필터이다.

[0079] 본 발명의 다른 실시태양은 포토레지스트에서 젤을 제거하기 위한 본 발명의 여과 부재 또는 본 발명의 여과 부재를 포함하는 필터의 용도이다. 유리하게는, 본 발명 여과 부재의 나노섬유 층은 여과 부재 두께를 증가시켜 포토레지스트에 대한 체류 시간을 향상시키고 또한 젤 포집성을 개선한다. 나노섬유 층에 나일론을 적용함으로써, 여과 부재의 비-체질 포집성이 개선되어, 리소그래피 공정에서의 결점, 특히 젤-기반의 결점을 줄이고 여과 부재를 함유하는 필터 수명을 증가시킨다. 예상치 못하게, 나일론 나노섬유 층은 또한 다중 필터 층들 사용에 따른 압력 강하를 줄여, 입자 및 젤 포집성을 개선시키고, 포토리소그래피 공정에서의 결함을 줄이고, 수율 손실을 감소시키며, 스핀-코팅 공정에서 더 넓은 운전 영역을 제공할 수 있다.

[0080] 본 발명의 다른 실시태양은 포토레지스트에서 젤을 제거하기 위한 방법이고, 본 방법은 포토레지스트의 유동을 본 발명의 여과 부재 또는 본 발명의 여과 부재를 포함하는 필터로 유통시키는 단계, 이에 따라 포토레지스트에서 젤을 제거하는 단계를 포함한다. 일부 실시태양들에서, 포토레지스트 유속은 약 0.2 cc/분 내지 약 3 cc/분이다. 일부 실시태양들에서, 여과 부재의 압력 강하는 약 1 psi 이하이다.

[0081] 실시예

[0082] 실시예 1. 누설 시험, 기포점 및 유속.

[0083] 본 발명의 예시적 필터 부재를 누설 시험, 기포점 및 유속으로 특징화하였다. 예시적 필터 부재는 Delnet III 부직 층; 평량이 평방 미터당 약 30 그램, 평균 IPA 기포점이 평방 인치당 4.5(±10%) 파운드, 두께가 약 165 (±2%) 마이크론이고, 평균 섬유 직경이 약 750 나노미터(예를들면, SEM 분석으로 결정)인 나노섬유 층; Entegris에서 입수되는 0.05 마이크론 공극 크기 등급의 미세다공성 UPE 막; Delnet III 부직 층; Entegris에서 입수되는 미세다공성 0.01 마이크론 공극 크기 등급의 나일론 막; 및 Delnet 부직 층을 포함하였다. 필터 부재 중량을 천칭으로 계량하였다. 필터 부재를 물탱크에 침수시키고, 필터 부재를 60초 동안 0.35 MPa로 가압하고, 필터 부재의 누설을 검사하여 누설 시험을 수행하였다. 필터 부재를 약 20 초 동안 수중 60% IPA로 사전-습윤 후, 가압될 때 필터 부재 하류 말단에 가시적 기포 여부를 관찰하면서 기포점을 측정하였다. 필터 부재를 약 20 초 동안 수중 60% IPA로 사전-습윤 후, 필터 부재를 0.6 kg/cm²로 가압, 및 약 1 분 후 액체 유속을 측정하였다. 본 여과 부재에 대한 기포점은 평방 인치당 42 파운드를 초과하였고 여과 부재의 통수량은 0.6 kg/cm² 압력에서 분당 0.22 내지 0.46 리터였다(평균 통수량은 0.6 kg/cm² 압력에서 0.4 리터/분이었다).

[0084] 본 여과 부재 (또는 필터 부재)에 대한 유속은 (IPA 또는 HFE 7200 기포점에 의한) 10 나노미터 공극 크기 등급화 비대칭성 UPE 미세다공성 막과 유사하다.

[0085] 표 1. 누설 시험, 기포점 (B.P.) 및 유속 시험 결과.

표 1

[0086]

샘플 번호	중량 [g]	누설 시험 0.34 Mpa x 60초	수동 B.P. 평균 [psi]	사전 습윤화 유속 [L/분] 0.6 kg/cm ²
1	120.22	OK	>42.0	0.43
2	120.02	OK	>42.0	0.38
3	120.06	OK	>42.0	0.43
4	119.88	OK	>42.0	0.46
5	119.71	OK	>42.0	0.40
6	119.58	OK	>42.0	0.43
7	119.40	OK	>42.0	0.39
8	120.30	OK	>42.0	0.42
9	119.41	OK	>42.0	0.42
11	120.05	OK	>42.0	0.34
12	119.95	OK	>42.0	0.22
13	120.17	OK	>42.0	0.46
14	119.69	OK	>42.0	0.41
15	120.01	OK	>42.0	0.45
평균				0.40

- [0087] 샘플을 세척하고 오븐에서 70 °C로 건조하였다. 이후, 유속 10 mL/분에서 RION KS-40 입자 계수기를 사용하여 상기 필터 부재의 입자 제거를 평가하였다. 분출(flush) 5 분 후 데이터를 얻기 시작하였다.
- [0088] 표 2는 상기와 같이 수행된 입자 제거 시험 결과를 보인다. 실시예의 복합 필터는 세척되고 분당 10 밀리리터의 DI 수를 분출시켜 10분 후 0.3 마이크론 이상, 5 이하의 입자들을 가지도록 분출시킬 수 있다.
- [0089] 표 2. 본 실시예의 샘플 카트리지 중 하나에 대한 입자 제거 시험 결과.

표 2

	1분	2분	3분	4분	5분	6분	7분	8분	9분	10분
≥0.1um	66	14	11	8	13	2	5	2	2	2
≥0.15um	15	3	0	2	6	1	2	0	0	1
≥0.2um	4	0	0	1	2	0	1	0	0	1
≥0.3um	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
≥0.5um	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- [0091] 실시예 2. 형광 PSL 비드들 포집.
- [0092] 본 실험에서, 7개의 47-밀리미터(mm) 디스크 막 조각들(coupons)을 계면활성제 용액(DI 수 중 0.06% Triton X-100)에 현탁되는 25-nm 형광 입자들(Duke Scientific G25)로 시험하였다. 포집 시험을 약 0.75 리터/분의 일정한 유속으로 진행하였다. 분석용 천칭을 사용하여 막 상의 1% 내지 6% 단일층 범위의 로딩 값을 측정하였다.
- [0093] Hitachi F-7000 형광 분광분석기를 사용하여 형광 분광분석을 수행하였다. G25 입자들의 여기/방출 파장들이 468/506 nm로 선택되고, 방출 스펙트럼에서 나타나는 간섭 여기 광을 최소화하기 위해 컷온(cut-on) 광학 필터를 설치하였다. 여과 용액의 형광 스펙트럼을 시험 과정 중에 수집하였다.
- [0094] 샘플 #1은 Impact 2 Duo(5 nm UPE 및 나일론 나노섬유, Entegris, Inc. 에서 입수)인 필터 부재에 해당한다. 샘플 #2는 Impact 2 Duo(3 nm UPE, 나일론 나노섬유 및 Kalrez o-링, Entegris, Inc. 에서 입수)인 필터 부재에 해당한다. 샘플 #3은 Impact 2 Duo(V2 OM, 5 nm UPE 및 나일론 나노섬유, Entegris, Inc. 에서 입수)인 필터 부재에 해당한다. 샘플 #4는 표면적이 1250 cm²인 3 nm 비대칭성 UHMWPE 막(Entegris, Inc. 에서 입수)을 포함한 필터 부재에 해당한다. 샘플 #5는 나일론 나노섬유 막, 50-nm UHMWPE 막 및 표면적이 600 cm²인 10 nm 나일론 막을 포함한 필터 부재에 해당한다. 샘플 #6은 나일론 나노섬유 막, 50-nm UHMWPE 막 및 표면적이 600 cm²인 10 nm 나일론 막을 포함한 필터 부재에 해당한다. 샘플 #5 및 #6은 본 발명의 예시적 필터 부재들이다.
- [0095] 도 2는 샘플 #5 및 #6은 2-층 필터 부재들(샘플 #1-3)과 대비하여 형광 PSL 비드들에 대한 동등한 체질 포집성을 가진다는 것을 보인다. 또한 도 2는 샘플 #5 및 #6은 단일-층 3-nm UHMWPE 막(샘플 #4)과 대비하여 형광 PSL 비드들에 대한 개선된 체질 포집성을 가진다는 것을 보인다.
- [0096] 실시예 3. 금 나노입자들의 흡착.
- [0097] 본 실험에서, 5종의 필터 부재들을 유속 15 mL/분에서 DI 수의 5-nm 금 나노입자들 200 ppb 용액으로 시험하였다. 금 나노입자들을 시트르산염-안정화시키고 겔을 대안으로 사용하였다. 금 입자 흡착 백분율을 액체(mL 단위) 부피 함수로 측정하였다. 결과를 도 3에 도시한다.
- [0098] 도 3은 나일론 6 나노섬유 층 또는 디스크(1 층은 47-밀리미터 직경 샘플의 1 개의 디스크이다)는 나일론 6,6 나노섬유 층 보다 탈이온수 중 10억 당 200 ppb 중량부의 농도를 가지는 5 나노미터 금 나노입자들 흡착에 있어서 더욱 양호하다는 것을 보인다. 나일론 6,6 나노섬유 층과 비교하여 나일론 6 나노섬유 층의 흡착성 증가는 나일론 6 나노섬유 층에서의 높아진 비-체질 포집성에 기인한 것으로 보인다. 또한 도 3은 평량이 30 g/m²인 나일론 6 나노섬유의 세 층을 포함하는 필터 부재는 나일론 6 나노섬유 단일층보다 거의 4배의 흡착성을 가진다는 것을 보인다. 또한, 20 나노미터 공극 크기 등급화 미세다공성 나일론 6막은 20 나노미터 공극 크기 등급화 미세다공성 나일론 6,6막 보다 금 입자들 흡착성에 대하여 훨씬 양호하다는 것을 보인다. 도 3에 따르면, 나일론 6 나노섬유 3개의 디스크들 및 20 나노미터 나일론 6 막 1층은 5 나노미터 금 입자들에 대한 흡착성이 매우 높다는 것을 보인다.

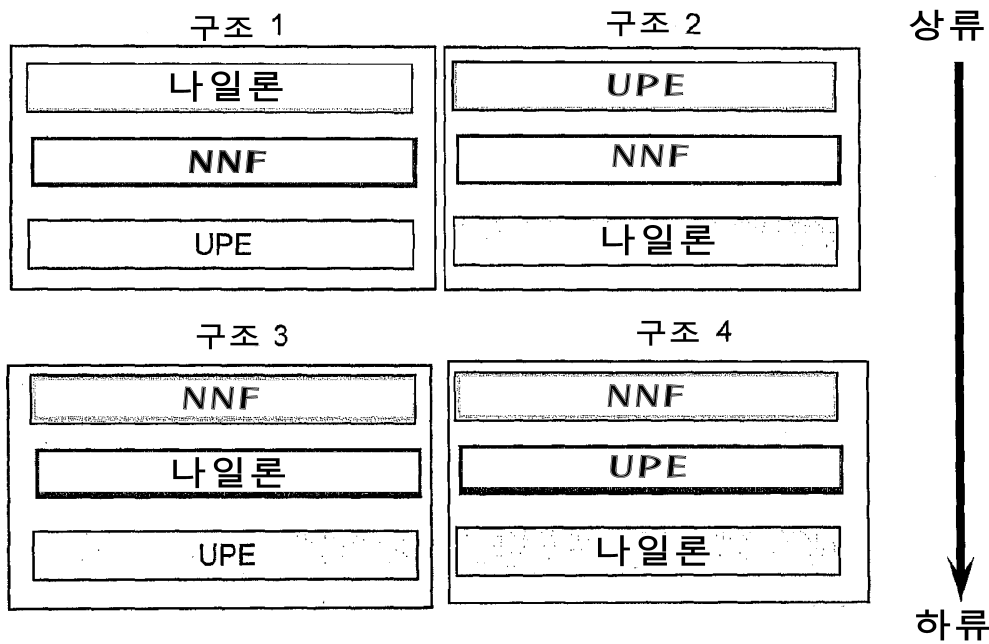
[0099] 실시예 4. 프탈산의 흡착.

[0100] 나일론 6, 나일론 6,6 및 UPE 재료의 탈이온수 중 ppm 수준의 프탈산에 대한 흡착 특성을 또한 시험하였다. 수 중 ppm 수준의 프탈산을 필터 부재에 유통시키고 샘플 하류에서 프탈산 함량을 검출하고 측정하였다(y-축). 더 높은 y-축 값은 더 많은 프탈산이 샘플을 통과하였고 샘플에 의해 더 적은 프탈산이 흡착되었다는 것을 의미한다. 그래프는 나일론 6 미세다공성 막들이 나일론 6,6 미세다공성 막 보다 더 많은 프탈산을 흡착하였고(두 막 들 모두 20-nm 크기 등급화 재료이다), 두 나일론 미세다공성 막들 모두 나일론 나노섬유 필터 부재들보다 더 많은 프탈산을 흡착하였다는 것을 보인다. 또한 결과에 의하면 나일론 6 나노섬유 층들 개수가 증가할수록, 샘플 통과 프탈산 함량은 감소된다는 것을 보였다. 또한 결과에 따르면, 평균적으로, 모든 나일론 막들은 UPE 미세다공성 막 보다 더 많은 프탈산을 흡착하였다는 것을 보였다.

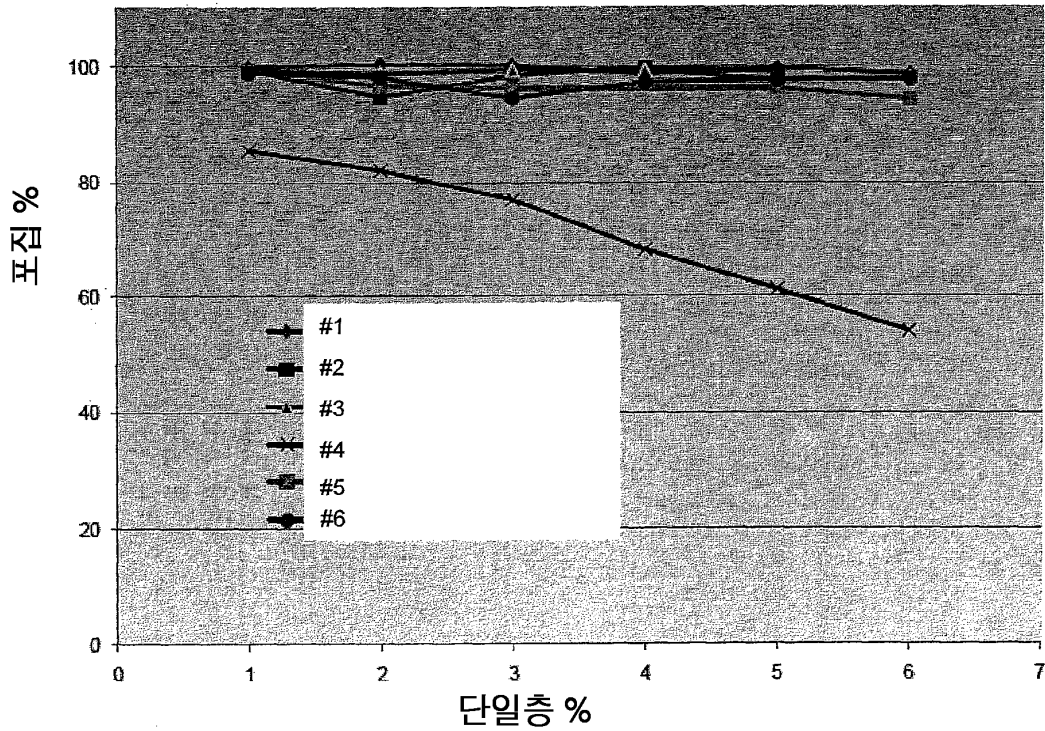
[0101] 본 발명은 소정의 실시태양들을 참조로 상당히 상세하게 설명되었으나, 다른 실시예들도 가능하다. 따라서, 첨부된 청구범위의 사상 및 범위는 본 명세서에 포함된 설명 및 실시예들에 한정되지 않는다.

도면

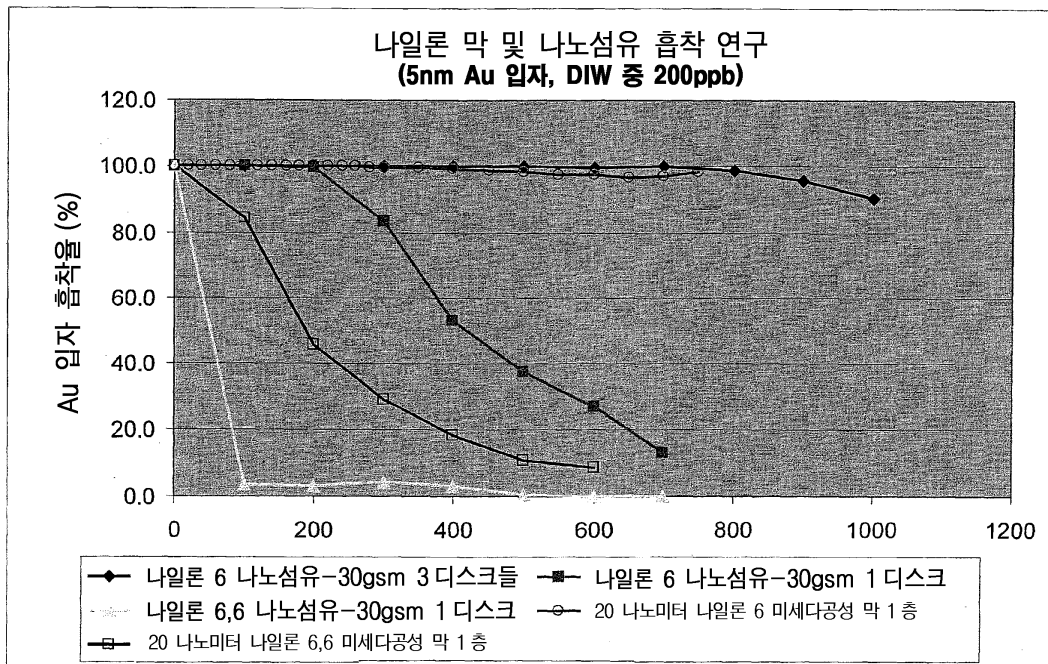
도면1



도면2



도면3



도면4

