



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월09일

(11) 등록번호 10-1489850

(24) 등록일자 2015년01월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

*B01D 39/16* (2006.01) *B01D 29/11* (2006.01)

*B01D 39/04* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0078473

(22) 출원일자 2012년07월18일

심사청구일자 2012년07월18일

(65) 공개번호 10-2014-0011717

(43) 공개일자 2014년01월29일

(56) 선행기술조사문헌

KR100290614 B1

KR1020090130027 A\*

JP2010163725 A\*

JP2004041870 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국남부발전 주식회사

부산광역시 남구 문현금융로 40, 30층, 31층, 32층, 33층, 34층, 35층 (문현동, 부산국제금융센터)

주식회사 생

부산광역시 사상구 사상로341번길 64 (덕포동)

(72) 발명자

김용일

부산광역시 사하구 감천1동 582번지 한전A-2

김출배

부산 강서구 명지오션시티11로 51, 305동 402호 (명지동, 쿼텀1차아인슈타인타운)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인아주양현

전체 청구항 수 : 총 6 항

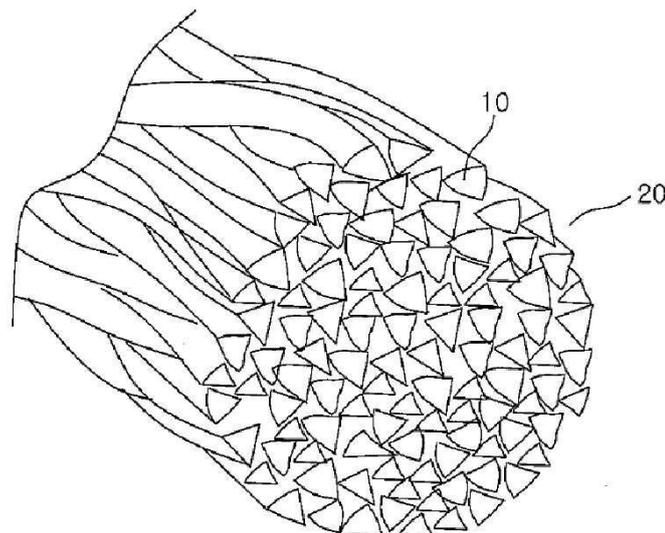
심사관 : 한재섭

(54) 발명의 명칭 공극 제어형 섬유 여과장치용 소수성 섬유여재

(57) 요약

본 발명은 공극 제어형 섬유 여과장치용 소수성 섬유여재에 관한 것이다. 상기 소수성 섬유여재는 소수성 화합물을 포함하는 폴리올레핀 섬유단사 200 내지 250가닥을 포함하는 소수성 섬유여재이며, 상기 소수성 화합물은 할로지방족 수지, 실리콘 탄성중합체 및 알킬포스페이트 중에서 하나 이상 선택되며, 상기 섬유단사의 단면은, 변의 길이가 40 $\mu$ m~60 $\mu$ m이고, 높이가 35 $\mu$ m~55 $\mu$ m인 삼각형이며, 상기 소수성 섬유여재의 직경은 400 $\mu$ m~650 $\mu$ m인 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**류진일**

부산 사하구 하신변영로 400, 112동 706호 (하단동, SK뷰아파트)

**강영배**

부산광역시 사상구 덕포2동 329-7번지

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

소수성 화합물을 포함하는 폴리올레핀 섬유단사 200 내지 250가닥을 포함하는 소수성 섬유여재이며,  
 상기 소수성 화합물은 할로지방족 수지, 실리콘 탄성중합체 및 알킬포스페이트 중에서 하나 이상 선택되며,  
 상기 섬유단사의 단면은, 변의 길이가 40 $\mu\text{m}$ ~60 $\mu\text{m}$ 이고, 높이가 35 $\mu\text{m}$ ~55 $\mu\text{m}$ 인 삼각형이며,  
 상기 소수성 섬유여재의 직경은 400 $\mu\text{m}$ ~650 $\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는 공극 제어형 섬유 여과장치용 소수성 섬유여재.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 소수성 섬유여재는 표면에서의 액적의 접촉각이 90도 내지 150도인 것을 특징으로 하는 공극 제어형 섬유 여과장치용 소수성 섬유여재.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 섬유단사 표면에 코팅층이 더 형성되며,  
 상기 코팅층은 할로지방족 수지, 실리콘 탄성중합체 및 알킬포스페이트 중에서 하나 이상 선택되는 것을 특징으로 하는 공극 제어형 섬유 여과장치용 소수성 섬유여재.

**청구항 4**

200 내지 250 가닥의 폴리올레핀 섬유단사; 및 상기 섬유단사 표면에 0.1 $\mu\text{m}$ ~10 $\mu\text{m}$ 의 두께로 형성된 코팅층;을 포함하는 소수성 섬유여재이며,  
 상기 코팅층은 할로지방족 수지, 실리콘 탄성중합체 및 알킬포스페이트 중에서 하나 이상 선택되며,  
 상기 섬유단사의 단면은, 변의 길이가 40 $\mu\text{m}$ ~60 $\mu\text{m}$ 이고, 높이가 35 $\mu\text{m}$ ~55 $\mu\text{m}$ 인 삼각형이며,  
 상기 소수성 섬유여재의 직경은 420 $\mu\text{m}$ ~700 $\mu\text{m}$  인 것을 특징으로 하는 공극 제어형 섬유 여과장치용 소수성 섬유여재.

**청구항 5**

제4항에 있어서, 상기 소수성 섬유여재는 표면에서의 액적의 접촉각이 90도 내지 150도인 것을 특징으로 하는 공극 제어형 섬유 여과장치용 소수성 섬유여재.

**청구항 6**

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 의한 소수성 섬유여재를 포함하는 것을 특징으로 하는 공극 제어형 섬유 여과장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 공극 제어형 섬유 여과장치용 소수성 섬유여재에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 소수성 물질을 포함하거나, 소수성 물질로 표면이 코팅된 공극 제어형 섬유 여과장치용 소수성 섬유여재에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 여과기술은 오수, 폐수, 하수 등의 배출 및 방류수가 허용기준을 만족하지 못하였을 때, 또는 이를 중수 등으로 재활용해야 할 필요가 있을 때, 다른 기술에 비하여 비교적 용이한 기술이며, 시설 및 유지관리비가 저렴하고, 또한 막 분리, 흡착, 이온 교환, 고급 산화 등 다른 모든 시설의 성능을 향상시키고 유지관리를 용이하게 해줄 수 있기 때문에 매우 광범위하게 적용되는 핵심적인 기술이다.

[0003] 일반적으로 여과장치의 운전은 여과공정과 역세공정으로 나누어진다. 상기 여과공정에서는 여과펌프를 이용하여 압력차로 섬유 여재 외부에서 내부로 여과를 실시한다. 상기 역세 공정에서는 설정 압력 도달 시 역세수와 공기를 섬유 다발 내부에서 외부로 공급하면서 격렬 상승 수류를 형성하여 섬유 다발을 이완함으로써, 즉 섬유사 간격을 넓힘으로써 역세척한다.

[0004] 여과장치의 한 종류인 공극 제어형 섬유 여과장치(PCF Filter: Pore Controllable Fiber Filter)는 최초에는 하수 방류수 수질기준 만족을 위해 개발되었으나, 하수 재이용(BWRO 전처리), 해수 담수화(SWRO 전처리) 외에 공정/양식장 순환수, 발전소 냉각수 등 수처리 전분야에 적용되고 있다.

[0005] 상기 공극제어 섬유여과기는 미세한 섬유단사를 다발로 묶어 이를 유수의 경로상에 배치하여 여과재료로 사용하는데, 이를 섬유여재라 한다. 상기 섬유여재는 물리적인 제어에 의하여 상기 섬유단사가 형성하는 공극이 쉽게 조절되어 여과성능이 우수할 뿐만 아니라, 세척이 쉬워 그 수명이 오래가는 장점이 있다.

[0006] 상기 공극 제어형 섬유 여과장치의 여과공정에서는 상기 섬유여재를 포함하는 여층을 회전기구 또는 압착 팩 등을 사용하여 원통형 다공판에 일정 두께로 압착하여 공극을 좁혀 외부에서 내부로 여과한다. 역세공정에서는 상기 여층을 이완 후 역세수를 여층 내부에서 외부로 공급하며, 역세 공기를 하부에서 분출, 격렬상승수류를 형성하여 포집 부유물질을 효과적으로 탈리, 역세척함으로써, 다음 여과공정이 정상적으로 이루어지도록 한다.

[0007] 한편, 상기 공극 제어형 섬유 여과장치에 사용되는 섬유여재는 컬링가공 등을 통하여 여과 표면적을 넓히게 되는데 여과물질 중 점성이 높은 부유물질(고분자응집체, 유류 등)의 경우 섬유에 고착되어 역세시 섬유 표면에서의 탈리가 어려워 역세후 여과시 공극을 막아 여과장치의 여과지속시간을 단축시켜 여과공정의 회수율이 감소되는 단점이 있다. 따라서 점성이 높은 부유물질을 역세시 효과적으로 탈리시키기 위한 소수성 섬유여재의 개발이 요구되고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명의 목적은 역세효율을 향상시켜 초기 여과수질 악화현상을 방지할 수 있는 공극 제어형 섬유 여과장치용 소수성 섬유여재를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 미세 입자의 포집효율 및 포집량이 우수한 공극 제어형 섬유 여과장치용 소수성 섬유여재를 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 또 다른 목적은 여과 말기 브레이킹 스루현상을 방지할 수 있는 공극 제어형 섬유 여과장치용 소수성 섬유여재를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0011] 본 발명의 하나의 관점은 공극 제어형 섬유 여과장치용 소수성 섬유여재에 관한 것이다. 한 구체예에서, 상기 소수성 섬유여재는 소수성 화합물을 포함하는 폴리올레핀 섬유단사 200 내지 250가닥을 포함하는 소수성 섬유여재이며, 상기 소수성 화합물은 할로지방족 수지, 실리콘 탄성중합체 및 알킬포스페이트 중에서 하나 이상 선택되며, 상기 섬유단사의 단면은, 변의 길이가 40 $\mu$ m~60 $\mu$ m이고, 높이가 35 $\mu$ m~55 $\mu$ m인 삼각형이며, 상기 소수성 섬유

여재의 직경은 400 $\mu$ m~650 $\mu$ m인 것을 특징으로 한다.

- [0012] 상기 소수성 섬유여재는 표면에서의 액적의 접촉각이 90도 내지 150도인 것을 특징으로 한다.
- [0013] 상기 소수성 섬유여재는 상기 섬유단사 표면에 코팅층이 더 형성되며, 상기 코팅층은 할로지방족 수지, 실리콘 탄성중합체 및 알킬포스페이트 중에서 하나 이상 선택되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 다른 구체예에서, 상기 소수성 섬유여재는 200 내지 250 가닥의 폴리올레핀 섬유단사; 및 상기 섬유단사 표면에 0.1 $\mu$ m~10 $\mu$ m의 두께로 형성된 코팅층;을 포함하는 소수성 섬유여재이며, 상기 코팅층은 할로지방족 수지, 실리콘 탄성중합체 및 알킬포스페이트 중에서 하나 이상 선택되며, 상기 섬유단사의 단면은, 변의 길이가 40 $\mu$ m~60 $\mu$ m이고, 높이가 35 $\mu$ m~55 $\mu$ m인 삼각형이며, 상기 소수성 섬유여재의 직경은 420 $\mu$ m~700 $\mu$ m 인 것을 특징으로 한다.
- [0015] 상기 소수성 섬유여재는 표면에서의 액적의 접촉각이 90도 내지 150도인 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명의 다른 관점은 상기 소수성 섬유여재를 포함하는 것을 특징으로 하는 공극 제어형 섬유 여과장치에 관한 것이다.

**발명의 효과**

- [0017] 본 발명에 따른 소수성 섬유여재는 미세입자 제거와 포획 능력 및 여과 막기 브레이크 스루 현상의 감소 능력이 우수하다. 또한 상기 소수성 섬유여재는 점성이 높은 부유물질의 섬유여과기 역세시 역세 효율을 향상시켜 역세 이후 여과수질이 악화되는 현상이 감소되고, 포집량이 증가한다. 따라서 후단설비의 교체 및 세정주기 연장으로 인한 운전비용 절감 및 업무부하량 감소를 기대할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0018] 도 1은 본 발명의 한 구체예에 따른 소수성 섬유여재를 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 2는 본 발명의 다른 구체예에 따른 소수성 섬유여재를 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 3은 본 발명의 한 구체예에 따른 공극 제어형 섬유 여과장치의 단면 구조도를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 한 구체예에 따른 소수성 섬유여재의 단면을 전자현미경으로 관찰한 사진이다.
- 도 5는 본 발명의 한 구체예에 따른 소수성 섬유여재의 측면을 전자현미경으로 관찰한 사진이다.
- 도 6은 운전 선속에 따른 실시예 및 비교예의 공극 제어형 섬유 여과장치용 섬유여재의 여과지속시간을 비교한 그래프이다.
- 도 7a 유입 선속 6 m/hr에서 공극 제어형 섬유 여과장치용 섬유여재의 여과수 탁도 제거효율을 연속적으로 측정하여 비교한 그래프이다.
- 도 7b는 유입 선속 12 m/hr에서 실시예 및 비교예의 공극 제어형 섬유 여과장치용 섬유여재의 여과수 탁도 제거효율을 연속적으로 측정하여 비교한 그래프이다.
- 도 8a는 유입 선속 6 m/hr에서 실시예 및 비교예의 공극 제어형 섬유 여과장치용 섬유여재의 탁도 및 부유물질 제거효율을 비교한 그래프이다.
- 도 8b는 유입 선속 12 m/hr에서 실시예 및 비교예의 공극 제어형 섬유 여과장치용 섬유여재의 탁도 및 부유물질 제거효율을 비교한 그래프이다.
- 도 9a는 유입 선속 6 m/hr에서 실시예 및 비교예의 공극 제어형 섬유 여과장치용 섬유여재의 탁도 및 부유물질 포집량을 비교한 그래프이다.
- 도 9b는 유입 선속 12 m/hr에서 실시예 및 비교예의 공극 제어형 섬유 여과장치용 섬유여재의 탁도 및 부유물질 포집량을 비교한 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0019] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기술 또는 구

성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.

[0020] 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있으므로 그 정의는 본 발명을 설명하는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0021] 도 1은 본 발명의 한 구체예에 따른 소수성 섬유여재를 개략적으로 도시한 것이다. 도 1을 참조하면, 상기 소수성 섬유여재(20)는 소수성 화합물을 포함하는 폴리올레핀 섬유단사(10) 200 내지 250가닥을 포함하며, 상기 소수성 화합물은 할로지방족 수지, 실리콘 탄성중합체, 알킬포스페이트 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

[0022] 상기 섬유단사(10)를 200가닥 이하로 포함시 상기 소수성 섬유여재(20)의 인장강도 및 여과효율이 저하되며, 250가닥 이상 포함시 상기 소수성 섬유여재(20)의 제조비용 증가에 따른 여과효율의 증가가 미미하다.

[0023] 상기 섬유단사(10)는 소수성 성질을 가지면서 내구성 및 내화학성이 우수한 폴리올레핀을 사용할 수 있다. 상기 폴리올레핀으로는 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리אי소부틸렌이 될 수 있으며, 폴리프로펠렌이 바람직하다.

[0024] 또한, 상기 섬유단사(10)의 소수성을 향상시키기 위한 목적으로 할로지방족 수지, 실리콘 탄성중합체 및 알킬포스페이트 등으로 구성되는 소수성 화합물에서 단독 또는 2종 이상을 혼합하여 사용할 수 있다.

[0025] 상기 할로지방족 수지는 퍼플루오로에틸 아크릴레이트, 퍼플루오로메틸 아크릴레이트 폴리테트라플루오로에틸렌 등이 사용될 수 있다. 이들은 단독 또는 2 종이상 혼합하여 사용될 수 있다.

[0026] 상기 실리콘 탄성중합체는 메틸폴리실록산, 메틸수소폴리실록산, 디메틸수소폴리실록산, 디메틸폴리실록산, 메틸비닐폴리실록산 및 메틸비닐디메틸폴리실록산 등이 사용될 수 있다. 이들은 단독 또는 2 종이상 혼합하여 사용될 수 있다.

[0027] 상기 알킬포스페이트는 메틸포스페이트, 에틸포스페이트, 프로필포스페이트, 부틸포스페이트, 펜틸포스페이트, 헥실포스페이트, 헵틸포스페이트, 옥틸포스페이트;등을 사용할 수 있으며, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다. 이들은 단독 또는 2 종이상 혼합하여 사용될 수 있다.

[0028] 상기 소수성 화합물은 상기 폴리올레핀 100 중량부에 대하여 3 내지 15 중량부로 포함될 수 있다. 바람직하게는 5 내지 12 중량부 포함될 수 있다. 상기 함량에서 본 발명의 소수성 섬유여재(20)가 바람직한 강도를 가지면서 미세입자 포획능력이 우수하게 되어 본 발명의 목적을 용이하게 달성할 수 있다.

[0029] 도 4 및 도 5는 상기 소수성 섬유여재(20)의 단면 및 측면을 전자현미경으로 관찰한 사진이다. 상기 섬유단사(10)의 단면은 삼각형, 사각형, 또는 오각형 일 수 있다. 바람직하게는 삼각형일 수 있다. 이때 상기 섬유단사(10)의 변의 길이는 40~60 $\mu\text{m}$ , 높이는 35~55 $\mu\text{m}$ , 상기 소수성 섬유여재(20)의 직경은 400~650 $\mu\text{m}$ 일 수 있다. 또한 상기 소수성 섬유여재(20)의 섬유도는 2500~2800 데니아 일 수 있다. 상기 조건에서 오염물질의 제거효율이 우수하여 본 발명의 목적을 용이하게 달성할 수 있다.

[0030] 상기 소수성 섬유여재(20) 표면에서의 액적의 접촉각은 90도 이상이고, 바람직하게는 90도 내지 150도일 수 있다. 더욱 바람직하게는 110도 내지 140도일 수 있다. 상기 접촉각은 고체, 액체 및 기체가 접하는 부위에서 액체의 곡면에 접선을 그었을 때 상기 접선과 고체 표면이 이루는 각도이다. 상기 범위에서 높은 발수 특성과 낮은 표면장력에 의해 낮은 젖음성(wettability)을 가질 수 있어 본 발명의 목적을 용이하게 달성할 수 있다.

[0031] 이하, 본 발명의 한 구체예에 따른 소수성 섬유여재(20)의 제조방법을 간략히 설명한다. 상기 제조방법은 통상적인 것으로, 예를 들면, 상기 폴리올레핀 100중량부에 상기 소수성 화합물 3 내지 15 중량부를 혼합한 다음, 상기 혼합물을 방사 및 연신하여 섬유단사(10)를 제조하고, 상기 제조된 섬유단사(10) 200 내지 250 가닥을 합사하여 상기 소수성 섬유여재(20)를 제조할 수 있다.

[0032] 또한, 본 발명의 다른 구체예에서 상기 섬유단사(10) 표면에 코팅층(12)이 더 형성될 수 있다. 도 2를 참조하면, 상기 코팅층(12)은 상기 섬유단사(10) 표면에 형성될 수 있다. 상기 코팅층(12)의 두께는 0.1~10 $\mu\text{m}$

으로 형성될 수 있다. 바람직하게는 0.5~5 $\mu$ m로 형성될 수 있다. 상기 코팅층(12)이 형성된 소수성 섬유여재(20)의 직경은 420~700 $\mu$ m이며, 상기 소수성 섬유여재(20)의 섬유도는 2550~2900 데니아일 수 있다. 상기 조건에서 본 발명의 목적을 용이하게 달성할 수 있다.

- [0033] 상기 코팅층(12)은 할로지방족 수지, 실리콘 탄성중합체, 알킬포스페이트 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 범위에서 소수성 성질이 더욱 향상되어 본 발명의 목적을 용이하게 달성할 수 있다.
- [0034] 상기 할로지방족 수지는 퍼플루오로에틸 아크릴레이트, 퍼플루오로메틸 아크릴레이트 폴리테트라플루오로에틸렌 등이 사용될 수 있다. 이들은 단독 또는 2 종 이상 혼합하여 사용될 수 있다.
- [0035] 상기 실리콘 탄성중합체는 메틸실록산, 메틸수소실록산, 디메틸수소실록산, 디메틸실록산, 디메틸수소실록산, 트리메틸실록산 등의 중합체가 사용될 수 있다. 이들은 단독 또는 2 종 이상 혼합하여 사용될 수 있다.
- [0036] 상기 알킬포스페이트는 메틸포스페이트, 에틸포스페이트, 프로필포스페이트, 부틸포스페이트, 펜틸포스페이트, 헥실포스페이트, 헵틸포스페이트, 옥틸포스페이트;등을 사용할 수 있으며, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다. 이들은 단독 또는 2 종 이상 혼합하여 사용될 수 있다.
- [0037] 또한, 상기 코팅층(12)은 상기 소수성 섬유여재(20) 100중량부에 대하여 0.2 내지 5.0 중량부 포함될 수 있다. 바람직하게는 0.5 내지 2.0 중량부로 포함될 수 있다. 상기 범위에서 상기 소수성 섬유여재(20)의 미세입자 포획능력이 증가하여 본 발명의 목적을 용이하게 달성할 수 있다.
- [0038] 상기 코팅층(12)의 제조방법에 있어서, 상기 섬유단사(10)의 표면에 상기 소수성 섬유여재(20) 100 중량부에 대하여 0.2 내지 5.0 중량부를 디핑(Dipping) 또는 스프레이(Spray)하고 100 ~ 120 $^{\circ}$ C의 온도에서 약 8 내지 12분 간 열고정하여 상기 코팅층(12)을 형성하는 방법을 사용할 수 있다.
- [0039] 본 발명의 또 다른 구체예에서, 상기 소수성 섬유여재(20)는 200 내지 250 가닥의 폴리올레핀 섬유단사(10); 및 상기 섬유단사(10) 표면에 형성된 코팅층(12);을 포함하며, 상기 코팅층(12)은 할로지방족 수지, 실리콘 탄성중합체, 알킬포스페이트 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.
- [0040] 상기 섬유단사(10)를 200가닥 이하로 포함시 상기 소수성 섬유여재(20)의 인장강도 및 여과효율이 저하되며, 250가닥 이상 포함시 상기 소수성 섬유여재(20)의 제조비용 증가에 따른 여과효율의 증가가 미미하다.
- [0041] 상기 섬유단사(10)는 소수성 성질을 가지면서 내구성 및 내화학성이 우수한 폴리올레핀을 사용할 수 있다. 상기 폴리올레핀으로는 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리이소부틸렌이 될 수 있으며, 폴리프로펠렌이 바람직하다.
- [0042] 상기 섬유단사(10)의 단면은 삼각형, 사각형, 또는 오각형 일 수 있다. 바람직하게는 삼각형일 수 있다. 상기 조건에서 오염물질의 제거효율이 우수하여 본 발명의 목적을 용이하게 달성할 수 있다. 이때 상기 섬유단사(10)의 변의 길이는 40~60 $\mu$ m, 높이는 35~55 $\mu$ m일 수 있다.
- [0043] 또한, 상기 섬유단사 (10) 표면에는 상기 코팅층(12)이 형성된다. 상기 코팅층(12)의 두께는 0.1~10 $\mu$ m으로 형성될 수 있다. 바람직하게는 0.5~5 $\mu$ m로 형성될 수 있다. 이때 상기 소수성 섬유여재(20)의 직경은 420~700 $\mu$ m이며, 상기 소수성 섬유여재(20)의 섬유도는 2450~2850 데니아일 수 있다. 상기 범위에서 본 발명의 목적을 용이하게 달성할 수 있다.
- [0044] 상기 코팅층(12)에는 할로지방족 수지, 실리콘 탄성중합체 및 알킬포스페이트로 구성되는 소수성 화합물;에서 단독 또는 2종 이상을 혼합하여 사용할 수 있다.
- [0045] 상기 할로지방족 수지는 퍼플루오로에틸 아크릴레이트, 퍼플루오로메틸 아크릴레이트 폴리테트라플루오로에틸렌 등이 사용될 수 있다. 이들은 단독 또는 2 종 이상 혼합하여 사용될 수 있다.
- [0046] 상기 실리콘 탄성중합체는 메틸실록산, 메틸수소실록산, 디메틸수소실록산, 디메틸실록산, 디메틸수소실록산, 트리메틸실록산 등의 중합체가 사용될 수 있다. 이들은 단독 또는 2 종 이상 혼합하여 사용될 수 있다.
- [0047] 상기 알킬포스페이트는 메틸포스페이트, 에틸포스페이트, 프로필포스페이트, 부틸포스페이트, 펜틸포스페이트, 헥실포스페이트, 헵틸포스페이트, 옥틸포스페이트;등을 사용할 수 있으며, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다. 이들은 단독 또는 2 종 이상 혼합하여 사용될 수 있다.
- [0048] 또한, 상기 코팅층(12)은 상기 소수성 섬유여재(20) 전체 중량에 대하여 0.3 내지 5.0 중량% 포함될 수 있다. 바람직하게는 0.2 내지 2.0 중량%로 포함될 수 있다. 상기 범위에서 상기 소수성 섬유여재(20)의 미세입자 포획

능력이 증가하여 본 발명의 목적을 용이하게 달성할 수 있다.

[0049] 상기 제조된 소수성 섬유여재(20) 표면에서의 액적의 접촉각은 90도 이상이고, 바람직하게는 90도 내지 150도일 수 있다. 더욱 바람직하게는 110도 내지 140도일 수 있다. 상기 범위에서 높은 발수 특성과 낮은 표면장력에 의해 낮은 젖음성(wettability)을 가질 수 있어 본 발명의 목적을 용이하게 달성할 수 있다.

[0050] 이하, 본 발명의 다른 구체예에 따른 소수성 섬유여재(20)의 제조방법을 간략히 설명한다. 먼저, 상기 폴리올레핀을 방사 및 연신하여 섬유단사(10)를 제조한다. 상기 제조된 섬유단사(10) 200 내지 250가닥을 합사한 다음, 본 발명의 소수성 섬유여재(20) 전체중량에 대하여 상기 소수성 화합물 0.3 내지 5.0 중량%를 디핑(Dipping) 또는 스프레이(Spray)하여 상기 합사된 섬유단사(10) 표면에 코팅층(12)을 형성한다. 그런 다음, 100 ~ 120℃의 온도에서 약 8 내지 12분간 열고정하여 본 발명의 소수성 섬유여재(20)를 제조할 수 있다.

[0051] 본 발명의 다른 관점은 상기 소수성 섬유 여재(20)를 포함하는 공극 제어형 섬유 여과장치에 관한 것이다.

[0052] 도 3은 본 발명의 한 구체예에 따른 공극 제어형 섬유 여과장치를 나타낸다. 상기 공극 제어형 섬유 여과장치의 여과조(60)의 중심부에는 원통형 다공관(50)이 설치되어 있으며, 상기 원통형 다공관(50) 주변에는 여층(30)이 설치되어 있다. 상기 여층(30)은 3단 내지 4단의 모듈(32)로 구성되며, 상기 모듈(32)은 전술한 섬유여재를 400 내지 800개 포함한다. 상기 여층(30)은 상기 모듈(32)의 상부 및 하부를 모듈 고정판(40a, 40b)으로 고정시켜 설치한다. 상기 공극 제어형 여과장치는 여층(30)이 원통형 다공관(50) 주위로 압착 또는 이완되도록 하여 상기 소수성 섬유여재(20) 내부의 섬유단사(10) 사이의 간격을 필요한 만큼 조절하면서 여과 및 세척조작을 할 수 있다.

[0053] 상기 소수성 섬유 여재(20)를 포함하는 공극 제어형 섬유 여과장치는 미세입자 제거와 포획 능력 및 여과 말기 브레이크 스루 현상의 감소 능력이 우수하다. 또한 점성이 높은 부유물질의 섬유여과기 역세시 역세 효율을 향상시켜 역세이후 여과 수질이 악화되는 현상이 감소되고, 포집량이 증가한다. 따라서 후단설비의 교체 및 세정 주기 연장으로 인한 운전비용 절감 및 업무부하량 감소를 기대할 수 있다.

[0054] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 통해 본 발명의 구성 및 작용을 더욱 상세히 설명하기로 한다. 다만, 하기 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되지는 않는다. 여기에 기재되지 않은 내용은 이 기술 분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것이므로 그 설명을 생략하기로 한다.

[0055] 실시예 1

[0056] 폴리프로필렌을 방사하여 삼각형 단면을 가진 섬유단사(10)를 제조하고, 상기 코팅된 섬유단사(10) 220가닥을 합사하였다. 상기 제조된 섬유단사(10)의 변의 길이는 평균 55 $\mu$ m이며 평균 높이는 50 $\mu$ m였다. 상기 제조된 섬유단사(10)의 표면에 본 발명의 소수성 섬유여재(20) 전체중량에 대하여 퍼플루오로에틸 아크릴레이트 2 중량%를 3 $\mu$ m두께로 디핑하고 110℃에서 10분간 열고정하여 코팅층(12)을 형성하여 2650 데니아의 소수성 섬유 여재(20)를 제조하였다.

[0057] 실시예 2

[0058] 폴리프로필렌 100 중량부와 메틸비닐디메틸폴리실록산 수지 5 중량부를 혼합한 후 방사하여 삼각형 단면을 가진 섬유단사(10)를 제조하였다. 상기 제조된 섬유단사(10)의 변의 길이는 평균 55 $\mu$ m이며 평균 높이는 50 $\mu$ m였다. 상기 제조된 섬유단사(10) 220가닥을 합사하여 2600 데니아의 소수성 섬유여재(20)를 제조하였다.

[0059] 실시예 3

[0060] 실시예 2와 같은 방법으로 섬유단사(10)를 제조한 다음, 섬유단사(10) 220가닥을 합사하였다. 그 다음에, 상기

섬유단사(10)의 표면에 본 발명의 소수성 섬유여재(20) 100중량부에 대하여 퍼플루오로에틸 아크릴레이트 2 중량부를 3 $\mu$ m두께로 디핑하고 110℃에서 10분간 열고정하여 코팅층(12)을 형성하여 2650 데니아의 소수성 섬유여재(20)를 제조하였다.

[0061] 비교예 1

[0062] 폴리프로필렌만을 사용하여 실시예 2와 동일한 방법으로 2490 데니아의 섬유여재를 제조하였다.

**표 1**

구분	섬유여재 사양
실시예 1	폴리프로필렌 + 소수성 화합물 코팅 섬유여재
실시예 2	폴리프로필렌 + 소수성 화합물 혼합 섬유여재
실시예 3	폴리프로필렌 + 소수성 화합물 혼합 + 소수성 화합물 코팅 섬유여재
비교예 1	폴리프로필렌 섬유여재

[0064] 시험예

[0065] 상기와 같이 제조된 실시예 1 내지 3 및 비교예 1을 하기 표 2의 개수를 사용하여 제조한 3단의 모듈(32)로 구성되는 여층(30)을 각각 제조하였다.

**표 2**

모듈 구성 단수			모듈의 길이 (cm)
1층	2층	3층	
440	560	752	81

[0067] \* 상기 모듈 구성 단수는 3 층으로 구성되며 가장 내부가 1층이다.

[0068] 상기 제조된 여층(30)이 여과조(60)내에 각각 장착된 4대의 PCF 파일럿(Pilot)을 이용하여 한국남부발전(주) 부산천연가스 발전본부 폐수공정수를 원수를 대상으로 하여 여과 지속시간 및 여과수질, 포집량, 브레이크 스트루 현상 및 역세 후 섬유 색상 등을 비교하였다. 구체적인 실험조건은 다음과 같다.

- [0069] 1. 파일럿 설치 및 실험장소 : 부산천연가스 발전본부 폐수처리공정
- [0070] 2. 파일럿 운전기간 : 2011. 10. 10 ~ 2012. 01. 15(약 3개월)
- [0071] 3. 공극 제어형 여과장치 재원 : PCF-75 (75 m<sup>3</sup>/d)
- [0072] 4. 무기 응집제 종류 : 17% PACL (Poly Aluminum Chloride)
- [0073] 5. 응집제 사용농도 : 30 ppm
- [0074] 6. 유입 선속 : 6.0 m/hr ~ 12.0 m/hr(여과면적 0.26m<sup>2</sup>)
- [0075] 7. 여과공정에서 역세공정으로 전환조건 : 여과시 차압 0.7kgf/cm<sup>2</sup>
- [0076] 8. 환경분석 항목 : 탁도(Turbidity), 부유물질(SS)

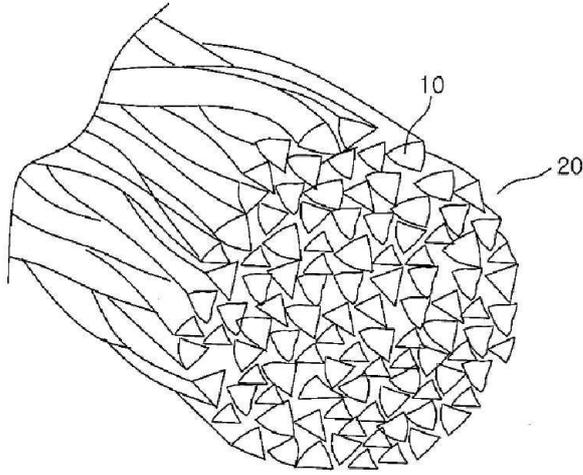
- [0077] 시험예 1: 운전시간 비교
- [0078] 도 6은 상기 실시예 1 내지 3 및 비교예 1이 장착된 공극 제어형 여과장치의 운전선속(Flux)에 따른 여과운전시간을 비교한 그래프(1 사이클)이다. 도 6을 참조하면, 유입 선속 6 m/hr에서 비교예 1의 운전시간은 평균 110분, 실시예 1은 98분, 실시예 2는 93분, 실시예 3은 105분이었으며, 유입 선속 12 m/hr에서는 각각 45분, 43분, 38분, 41분으로 나타났음을 알 수 있다. 상기 실시예 1 내지 3의 운전시간은 비교예 1의 운전시간과 비교하여 95.5 내지 84.5% 수준으로 단축됨을 알 수 있다.
- [0079] 상기와 같은 결과는 실시예 1 내지 3의 소수성 성질에 따른 미세 입자 포획 능력 향상과 브레이크 스루 현상 감소에 따른 여과수질 향상 때문에 나타나며, 이는 도 2에서 비교예 1의 탁도 제거효율의 급격한 감소(브레이크 스루 현상)구간을 기준으로 한 비교예 1의 여과 지속시간이 실시예 1 내지 3의 여과 지속시간과 거의 같은 결과와 일치한다.
- [0080] 시험예 2: 여과수 탁도제거율 연속측정 비교
- [0081] 도 7a 및 7b는 유입선속별 여과가 진행되는 운전시간 동안 여과수 탁도 제거율을 비교한 그래프(1 사이클)이다. 상기 도 7a 및 7b에서 초기 탁도 제거율이 낮은 것은 역세 후 초기 여과시 여과기 내부에 잔존하는 부유물질이 유출되기 때문이다.
- [0082] 도 7a 및 7b를 참조하면, 여과수 탁도 제거효율이 감소하는 시점은 큰 차이가 없었으나, 실시예 1 내지 3의 경우 비교예 1처럼 급격한 탁도 제거효율의 감소(브레이크 스루 현상)가 관찰되지 않음을 알 수 있다.
- [0083] 시험예 3: 탁도(Turbidity) 및 부유물질(SS) 제거효율비교
- [0084] 도 8a 및 8b는 여과수질을 탁도, 부유물질 제거효율을 비교한 그래프이다. 도 8을 참조하면, 실시예 1 내지 3에서 비교예 1보다 탁도 및 부유물질 제거효율이 우수함을 알 수 있다.
- [0085] 도 9a 및 9b는 포집량(Collected Amount)을 비교한 그래프(1 사이클)로서, 실시예 1 내지 3이 비교예 1보다 높게 나타남을 알 수 있다. 이는 상기 포집량이 운전시간 증가 및 탁도나 부유물질의 제거효율증가에 비례하기 때문이다.
- [0086] 결과적으로 본 발명의 실시예 1 내지 3의 여과수질(탁도, 부유물질 제거효율)은 비교예 1에 비하여 우수하였다. 특히 실시예 1 내지 3의 경우 비교예 1보다 브레이크 스루 현상의 정도가 작아서, 정상여과 이후 여과수질이 악화되는 현상이 적었으며, 육안 관찰 상의 역세효율, 즉 역세 후 전체섬유의 색상 관찰 결과 실시예 1 내지 3이 비교예 1에 비하여 우수하였다. 참고로, 역세효율은 역세 후 투시창을 통해 섬유의 부유물질 고착 정도(섬유 착색 정도)를 보고 판단할 수 있으며, 상대적으로 역세 효율 저하시 갈색이 짙다.
- [0087] 실시예 1 내지 3은 소수성 성질로 인해 비교예 1보다 미세한 입자의 우수한 제거/포획 능력과 여과 말기 브레이크 스루 현상의 상대적 감소를 나타내었으며, 비교예 1보다 탁도 및 부유물질 제거효율이 우수하여 상대적으로 입자 포집량이 많음을 알 수 있다.

**부호의 설명**

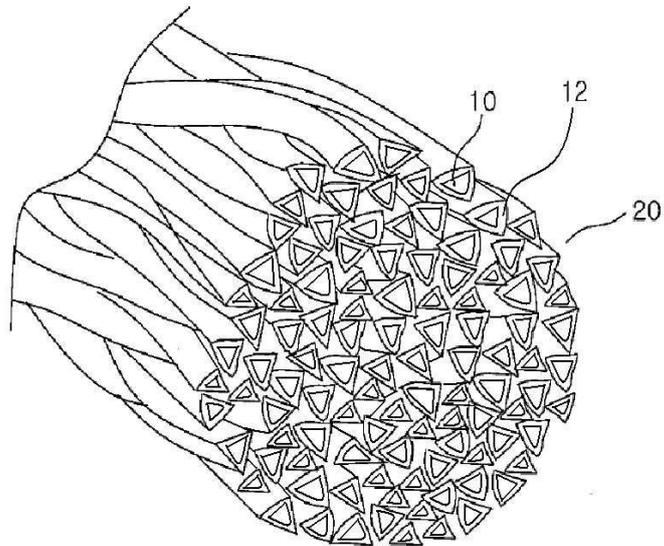
- [0088] 10: 섬유기층                    12: 코팅층
- 20: 소수성 섬유여재            30: 여층
- 32: 모듈                         40a, 40b: 모듈 고정판
- 50: 원통형 다공관            60: 여과조

도면

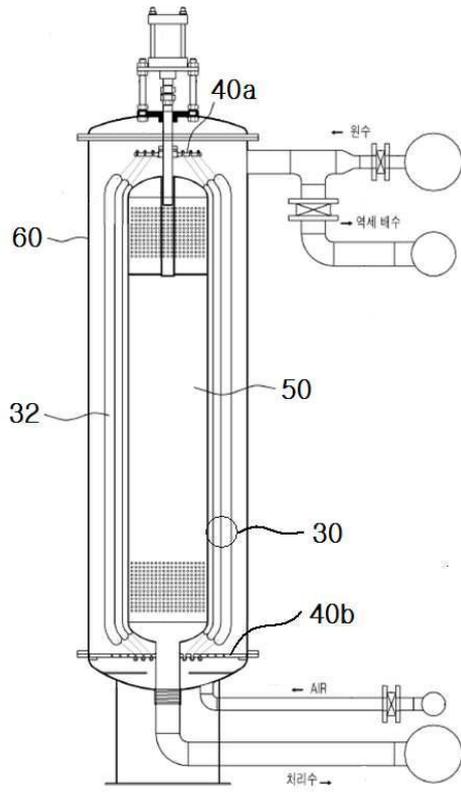
도면1



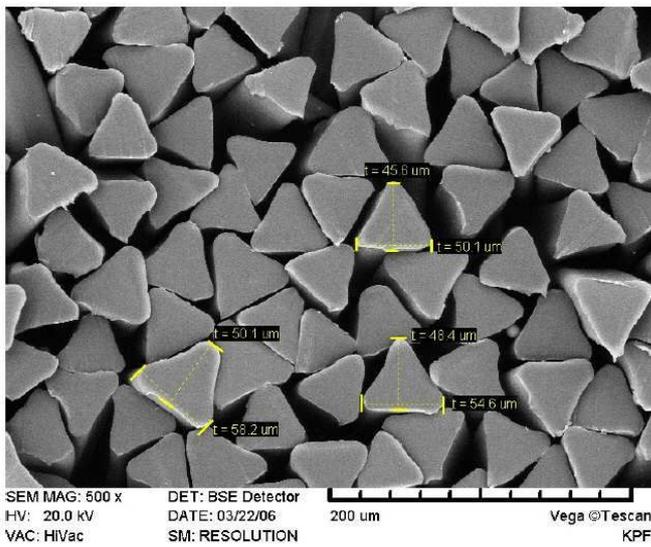
도면2



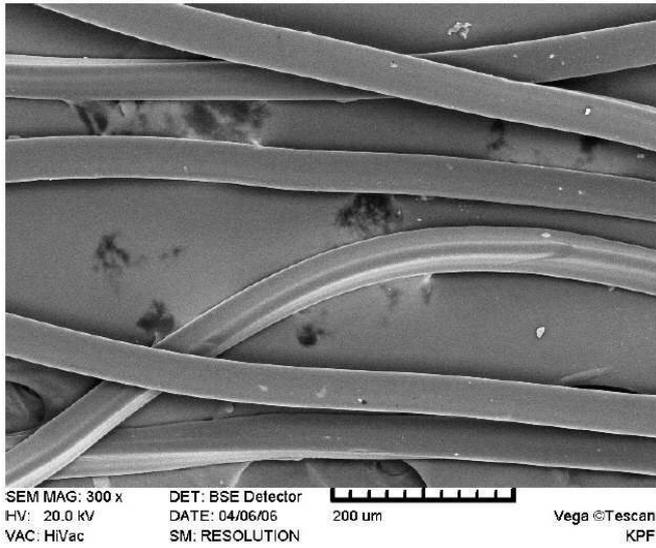
도면3



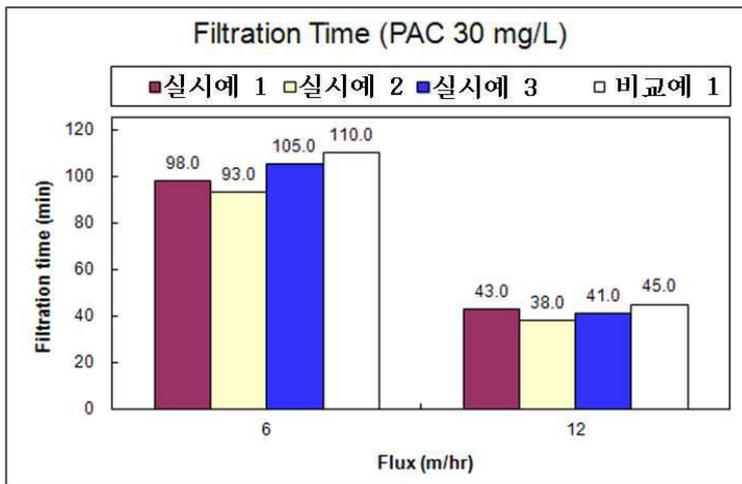
도면4



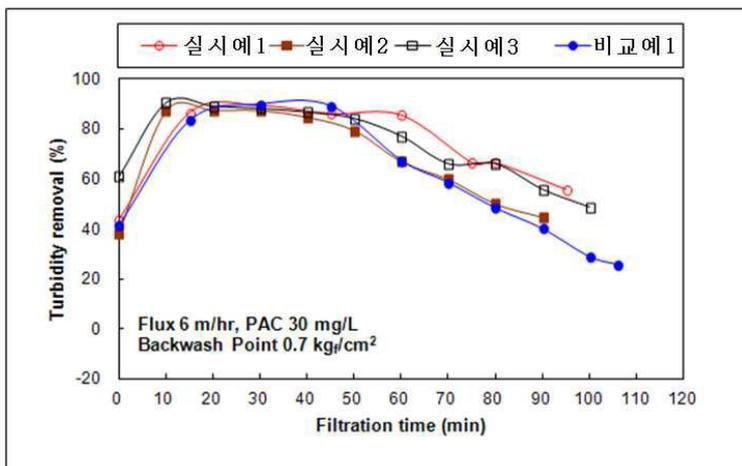
도면5



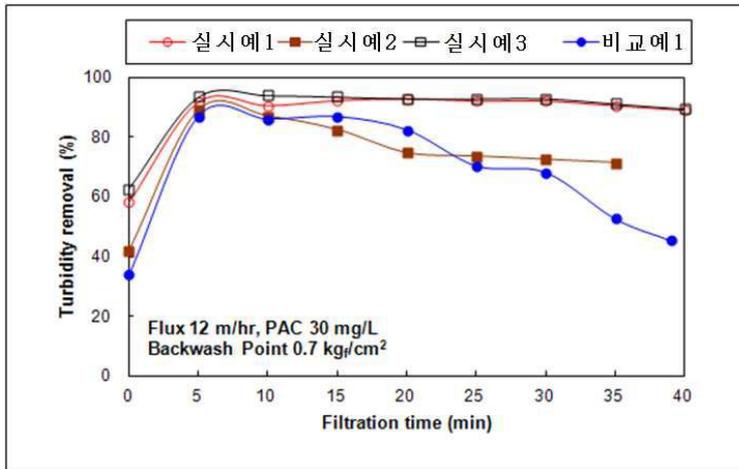
도면6



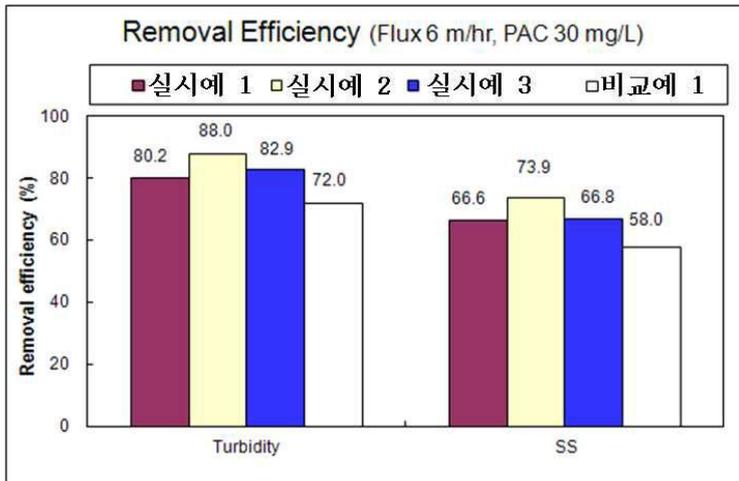
도면7a



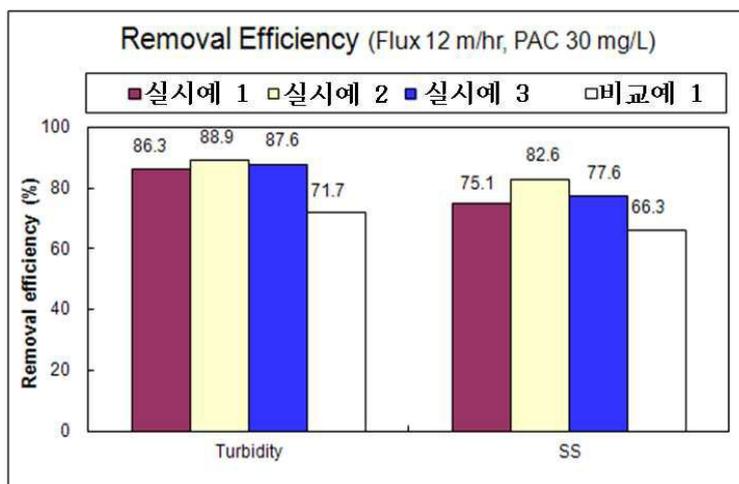
도면7b



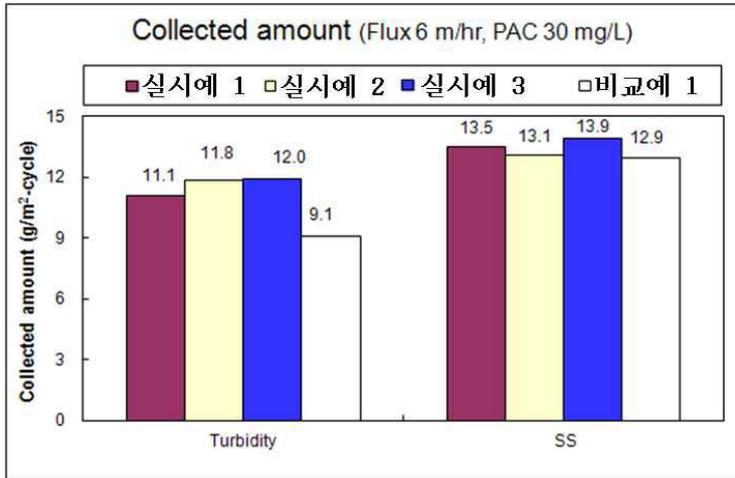
도면8a



도면8b



도면9a



도면9b

