



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월13일
(11) 등록번호 10-1878096
(24) 등록일자 2018년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 61/00 (2006.01) C02F 1/44 (2006.01)
C02F 103/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 61/005 (2013.01)
C02F 1/445 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0018656
(22) 출원일자 2017년02월10일
심사청구일자 2017년02월10일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140063408 A*
KR1020120068066 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
(72) 발명자
김수한
부산광역시 해운대구 대천로103번길 9, 대림2차아
파트 207동 304호
전종민
경상남도 창원시 마산회원구 회원동3길 38 2동
1002호 (회원동, 한효아파트)
(74) 대리인
조영현

전체 청구항 수 : 총 3 항

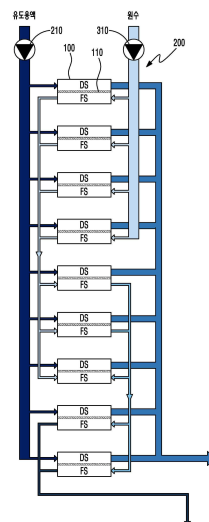
심사관 : 오혜연

(54) 발명의 명칭 복합 정삼투 막모듈 시스템

(57) 요약

본 발명은 복합 정삼투 막모듈 시스템에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 복합 정삼투 막모듈 시스템은 고농도의 제 1 용액과 저농도의 제 2 용액 사이의 농도차에 의한 삼투압으로 막분리를 수행하는 복수의 정삼투 막모듈, 복수의 정삼투 막모듈 사이에 제 1 용액을 공급 및 배출시키는 채널로서, 제 1 용액이 정삼투 막모듈에 병렬로 연결되는 제 1 용액 채널 및 복수의 정삼투 막모듈 사이에 제 2 용액을 공급 및 배출시키는 채널로서, 전단의 정삼투 막모듈에서 배출되는 제 2 용액의 농축수가 후단의 정삼투 막모듈에 공급되도록 제 2 용액이 정삼투 막모듈 사이에 복수 횟수를 통과하도록 직렬로 다단(multi-stage)으로 연결되는 제 2 용액 채널을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01D 2317/04 (2013.01)

C02F 2103/08 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C-D-2016-1008

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 플랜트연구사업

연구과제명 정삼투-역삼투 융합 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 효림산업(주)

연구기간 2014.12.04 ~ 2019.12.03

명세서

청구범위

청구항 1

고농도의 제 1 용액과 저농도의 제 2 용액 사이의 농도차에 의한 삼투압으로 막분리를 수행하는 복수의 정삼투 막모듈;

상기 복수의 정삼투 막모듈 사이에 상기 제 1 용액을 공급 및 배출시키는 채널로서, 상기 제 1 용액이 정삼투 막모듈에 병렬로 연결되는 제 1 용액 채널; 및

상기 복수의 정삼투 막모듈 사이에 상기 제 2 용액을 공급 및 배출시키는 채널로서, 전단의 정삼투 막모듈에서 배출되는 상기 제 2 용액의 농축수가 후단의 정삼투 막모듈에 공급되도록 상기 제 2 용액이 정삼투 막모듈 사이에 복수 횟수를 통과하도록 직렬로 다단(multi-stage)으로 연결되는 제 2 용액 채널을 포함하고,

상기 복수의 정삼투 막모듈은 그룹화되어, 상기 제 2 용액 채널은 그룹화된 정삼투 막모듈 사이에는 병렬로 연결되고, 그룹과 그룹 사이에는 직렬로 연결되는데, 상기 제 2 용액이 유동하는 경로를 따라서 상기 그룹화된 정삼투 막모듈의 개수는 점차로 줄어드는 복합 정삼투 막모듈 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 용액 채널은

상기 제 1 용액이 상기 정삼투 막모듈 각각을 단일 횟수 통과하도록 병렬로 단단(single-stage)으로 연결되는 복합 정삼투 막모듈 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

고농도의 제 1 용액과 저농도의 제 2 용액 사이의 농도차에 의한 삼투압으로 막분리를 수행하는 복수의 정삼투 막모듈;

상기 복수의 정삼투 막모듈 사이에 상기 제 1 용액을 공급 및 배출시키는 채널로서, 상기 제 1 용액이 정삼투 막모듈 각각을 단일 횟수 통과하도록 병렬로 단단(single-stage)으로 연결되는 제 1 용액 채널; 및

상기 복수의 정삼투 막모듈 사이에 상기 제 2 용액을 공급 및 배출시키는 채널로서, 전단의 정삼투 막모듈에서 배출되는 상기 제 2 용액의 농축수가 후단의 정삼투 막모듈에 공급되도록 상기 제 2 용액이 정삼투 막모듈 사이에 복수 횟수를 통과하도록 일부가 직렬로 다단(multi-stage)으로 연결되는 제 2 용액 채널을 포함하는 제 1 단위 복합 정삼투 모듈 시스템 및 제 2 단위 복합 정삼투 모듈 시스템에 있어서,

상기 복수의 정삼투 막모듈은 그룹화되어, 상기 제 2 용액 채널은 그룹화된 정삼투 막모듈 사이에는 병렬로 연결되고, 그룹과 그룹 사이에는 직렬로 연결되는데, 상기 제 2 용액이 유동하는 경로를 따라서 상기 그룹화된 정삼투 막모듈의 개수는 점차로 줄어들고,

상기 제 1 단위 복합 정삼투 모듈 시스템의 제 1 용액 채널에서 배출되는 상기 제 1 용액은 상기 제 2 단위 복합 정삼투 모듈 시스템의 제 1 용액 채널에 공급되는 복합 정삼투 막모듈 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복합 정삼투 막모듈 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 처리 용량을 증가시키기 위해 복수 개의 정삼투 막모듈을 상호 연결하여 처리수를 생성하는 복합 정삼투 막모듈 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 원수로부터 오염 물질을 걸러내고 순수한 물질인 담수를 생성하는 다양한 공정이 연구되어 왔다. 원수가 해수인 경우 상기 공정을 수행하는 장치를 해수 담수화 장치로 지칭하는데, 상기 해수 담수화 장치는 증발법, 역삼투법(RO; Reverse Osmosis), 결정법, 전기투석법, 및 정삼투법(FO; Forward Osmosis) 등의 방법을 활용해 왔다.

[0003] 정삼투법의 경우 단위 정삼투 막모듈로부터 생성되는 담수의 양이 작아서 제한적으로 사용되어 왔는데, 최근에 막 재료의 개발 단계를 거쳐 스케일 업을 위한 정삼투 막모듈의 개발 및 복수의 정삼투 막모듈을 이용한 실규모의 정삼투 시스템의 설계 기술의 개발로 연구가 확장되어 실용화 단계로 가까워지고 있다.

[0004] 정삼투 시스템의 용량을 증가시키기 위해 단위 정삼투 막모듈을 복수 개 연결하여 사용할 수가 있는데, 본 발명에서는 고티러스 및 고티수율의 운전이 가능한 복합 정삼투 막모듈 시스템을 제안하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2013-0056711호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 발명의 목적은 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 복수의 정삼투 막모듈을 사용하되 복수의 정삼투 막모듈에 유도용액을 공급 및 배출하는 채널은 단단(single-stage)으로 연결하고 원수를 공급 및 배출하는 채널은 다단(multi-stage)으로 연결하여 고티러스와 고티수율의 운전을 실현할 수 있는 실규모의 복합 정삼투 막모듈 시스템을 제공함에 있다.

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 고농도의 제 1 용액과 저농도의 제 2 용액 사이의 농도차에 의한 삼투압으로 막분리를 수행하는 복수의 정삼투 막모듈; 상기 복수의 정삼투 막모듈 사이에 상기 제 1 용액을 공급 및 배출시키는 채널로서, 상기 제 1 용액이 정삼투 막모듈에 병렬로 연결되는 제 1 용액 채널; 및 상기 복수의 정삼투 막모듈 사이에 상기 제 2 용액을 공급 및 배출시키는 채널로서, 전단의 정삼투 막모듈에서 배출되는 상기 제 2 용액의 농축수가 후단의 정삼투 막모듈에 공급되도록 상기 제 2 용액이 정삼투 막모듈 사이에 복수 횟수를 통과하도록 직렬로 다단(multi-stage)으로 연결되는 제 2 용액 채널을 포함하는 복합 정삼투 막모듈 시스템에 의해 달성될 수가 있다.

[0009] 여기서, 상기 제 1 용액 채널은 상기 제 1 용액이 상기 정삼투 막모듈 각각을 단일 횟수 통과하도록 병렬로 단단(single-stage)으로 연결되는 것이 바람직하다.

[0010] 여기서, 상기 복수의 정삼투 막모듈은 그룹화되어, 상기 제 2 용액 채널은 그룹화된 정삼투 막모듈 사이에는 병렬로 연결되고, 그룹과 그룹 사이에는 직렬로 연결되는 것이 바람직하다.

[0011] 여기서, 상기 제 2 용액이 유동하는 경로를 따라서 상기 그룹화된 정삼투 막모듈의 개수는 점차로 줄어드는 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상기 목적은, 본 발명에 따라, 고농도의 제 1 용액과 저농도의 제 2 용액 사이의 농도차에 의한 삼투압으로 막분리를 수행하는 복수의 정삼투 막모듈; 상기 복수의 정삼투 막모듈 사이에 상기 제 1 용액을 공급 및 배

출시키는 채널로서, 상기 제 1 용액이 정삼투 막모듈 각각을 단일 횡수 통과하도록 병렬로 단단(single-stage)으로 연결되는 제 1 용액 채널; 및 상기 복수의 정삼투 막모듈 사이에 상기 제 2 용액을 공급 및 배출시키는 채널로서, 전단의 정삼투 막모듈에서 배출되는 상기 제 2 용액의 농축수가 후단의 정삼투 막모듈에 공급되도록 상기 제 2 용액이 정삼투 막모듈 사이에 복수 횡수를 통과하도록 일부가 직렬로 다단(multi-stage)으로 연결되는 제 2 용액 채널을 포함하는 제 1 단위 복합 정삼투 모듈 시스템 및 제 2 단위 복합 정삼투 모듈 시스템에 있어서, 상기 제 1 단위 복합 정삼투 모듈 시스템의 제 1 용액 채널에서 배출되는 상기 제 1 용액은 상기 제 2 단위 복합 정삼투 모듈 시스템의 제 1 용액 채널에 공급되는 복합 정삼투 막모듈 시스템에 의해 달성될 수가 있다.

발명의 효과

- [0013] 상기한 바와 같은 본 발명의 복합 정삼투 막모듈 시스템에 따르면 복수의 정삼투 막모듈에 대해 유도용액을 공급 및 배출하는 채널을 단단(single-stage)으로 연결함에 따라서 유도용액의 과도한 회색에 따른 삼투압의 감소, 차압에 의해 공급되는 유도용액의 압력 증가, 유도용액 유량의 증가 등의 고티렉스 저해 요인을 제거하여 실규모 정삼투 시스템의 고티렉스 운전이 가능하다는 장점이 있다.
- [0014] 또한, 원수를 공급 및 배출하는 채널은 다단(multi-stage)으로 연결함에 따라서 원수의 효과적인 농축이 가능하여 실규모 정삼투 시스템의 고티회수율 운전이 가능하다는 장점도 있다.
- [0015] 또한, 고티렉스 및 고티회수율 운전이 가능하므로 고가의 정삼투 막모듈을 적은 개수를 사용하여 실규모의 정삼투 시스템을 구현할 수 있다는 장점도 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 정삼투 막모듈 시스템을 도시하는 도면이다.
- 도 2는 도 1의 변형례를 도시하는 도면이다.
- 도 3은 유도용액과 원수가 각각 직렬로 공급되는 직렬 정삼투 막모듈 배열을 도시하는 도면이다.
- 도 4는 정삼투 막모듈에서 유도용액과 원수 사이의 농도차에 따른 플렉스의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 정삼투 막모듈에서 유도용액의 압력에 따른 플렉스의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 6는 정삼투 막모듈에서 유도용액의 유량에 따른 플렉스의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 유도용액과 원수가 각각 병렬로 공급되는 병렬 정삼투 막모듈 배열을 도시하는 그래프이다.
- 도 8은 정삼투 막모듈에서 원수의 유량에 따른 플렉스의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 9는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 복합 정삼투 막모듈 시스템을 도시하는 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 복합 정삼투 막모듈 시스템을 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.
- [0018] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다
- [0019] 이하, 본 발명의 실시예들에 의하여 복합 정삼투 막모듈 시스템을 설명하기 위한 도면들을 참고하여 본 발명에 대해 설명하도록 한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 정삼투 막모듈 시스템을 도시하는 도면이고, 도 2는 도 1의 변형례를 도시하는 도면이고, 도 3은 유도용액과 원수가 각각 직렬로 공급되는 직렬 정삼투 막모듈 배열을 도시하는 도면이고, 도 4는 정삼투 막모듈에서 유도용액과 원수 사이의 농도차에 따른 플렉스의 관계를 나타내는 그래프이고, 도 5는 정삼투 막모듈에서 유도용액의 압력에 따른 플렉스의 관계를 나타내는 그래프이고, 도 6는 정삼투 막모

들에서 유도용액의 유량에 따른 플럭스의 관계를 나타내는 그래프이고, 도 7은 유도용액과 원수가 각각 병렬로 공급되는 병렬 정삼투 막모듈 배열을 도시하는 그래프이고, 도 8은 정삼투 막모듈에서 원수의 유량에 따른 플럭스의 관계를 나타내는 그래프이다.

- [0021] 서로 다른 농도의 용액이 선택적 투과성을 갖는 막(membrane)(110)을 사이에 두고 분리되어 있을 때, 저농도 측의 물이 농도의 평형을 유지하기 위해 막(110)을 통과하여 고농도 측으로 이동하는 물리 현상을 삼투라고 하며, 이렇게 고농도 측으로 상대적으로 많은 양의 물이 이동하여 발생하는 압력을 삼투압이라고 한다.
- [0022] 이러한 분리를 위한 구동력은 농도차이기 때문에, 저농도의 원수로부터 물을 분리하거나 원수를 농축시키기 위해 원수에 비해 상대적으로 고농도의 용액인 유도용액을 사용한다.
- [0023] 도 1에 도시된 각각의 정삼투 막모듈(100)은 내부에 막(110)으로 구분된 영역 내에 각각 고농도인 제 1 용액과 저농도인 제 2 용액을 공급하여 저농도의 제 2 용액에 포함된 물을 고농도인 제 1 용액 측으로 이동시키는 단위 정삼투 막모듈(100)이다. 이하 설명에서는 고농도인 제 1 용액을 유도용액이라고 하고 저농도인 제 2 용액을 원수라고 지칭하며 설명하기로 한다.
- [0024] 이때, 단일의 정삼투 막모듈(100)로부터 생성되는 물질의 용량에는 한계가 있기 때문에, 용량을 증가시키기 위해 본 발명에서는 단위 정삼투 막모듈(100)을 복수 개 연결하여 사용한다.
- [0025] 제 1 용액 채널(200)은 복수 개의 정삼투 막모듈(100) 사이에 유도용액을 공급시키고 배출시키도록 하는 복수의 배관을 지칭하는데, 제 1 용액 채널(200)의 입구쪽 단부에는 유도용액 공급을 위한 펌프(210)가 형성될 수가 있다.
- [0026] 이때, 본 실시예에서는 도 1에 도시되어 있는 것과 같이 유도용액이 정삼투 막모듈(100) 각각을 단일 횡수를 통과하도록 병렬로 단단(single-stage)으로 연결되도록 하는 것을 특징으로 한다. 즉, 펌프(210)에 의해 각각의 정삼투 막모듈(100)에 병렬로 공급되어 각각의 정삼투 막모듈(100)에서 삼투압차에 의한 막분리가 이루어진 후 배출되는 유도용액은 다른 정삼투 막모듈(100)에 다시 공급되는 것이 아니라 단일의 정삼투 막모듈(100)만 통과하도록 하고, 각각의 정삼투 막모듈(100)로부터 배출된 유도용액은 함께 회수되어 외부의 저장 탱크나 후속 공정으로 보내지도록 한다. 후술할 내용이지만, 본 발명에서는 제 1 용액 채널(200)이 단단으로 형성됨에 따라서 고평럭스 운전이 가능하다.
- [0027] 제 2 용액 채널(300)은 복수 개의 정삼투 막모듈(100) 사이에 원수를 공급시키고 배출시키도록 하는 복수의 배관을 지칭하는데, 제 2 용액 채널(300)의 입구쪽 단부에는 원수 공급을 위한 펌프(310)가 형성될 수가 있다.
- [0028] 이때, 본 실시예에서는 제 2 용액 채널(300)은 전단의 정삼투 막모듈(100)에서 배출되는 원수의 농축수가 후단의 정삼투 막모듈(100)의 원수로 다시 공급되도록 원수가 복수의 정삼투 막모듈(100) 사이에 복수 횡수로 통과하도록 직렬로 다단(multi-stage)로 연결되도록 하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 이때, 복수의 정삼투 막모듈(100)은 그룹화 될 수가 있는데, 도 1에서 상부의 4개의 정삼투 막모듈(100)을 제 1 그룹, 그 아래의 3개의 정삼투 막모듈(100)을 제 2 그룹, 그 아래의 2개의 정삼투 막모듈(100)을 제 3 그룹이라고 칭하며 이하 설명하기로 한다. 도시되어 있는 것과 같이 각각의 그룹 내에 있는 정삼투 막모듈(100) 사이에는 원수의 공급과 배출이 병렬로 형성되어 있음을 알 수가 있다. 즉, 제 1 그룹 내의 4개의 정삼투 막모듈(100) 사이, 제 2 그룹 내의 3개의 정삼투 막모듈(100) 사이 및 제 3 그룹 내의 2개의 막모듈 사이에는 각각 병렬로 제 2 용액 채널(300)이 부분적으로 형성되어 있음을 알 수가 있다. 하지만, 제 2 용액 채널(300)은 제 1 그룹과 제 2 그룹 사이 및 제 2 그룹과 제 3 그룹 사이는 각각 직렬로 다단(도 1에서는 3단)으로 형성되기 때문에, 후술할 내용이지만 본 발명에서는 정삼투 막모듈(100) 사이를 다단으로 연결함에 따라서 고회수율 및 고농축률의 운전이 가능하다.
- [0030] 도 8을 참조로 후술하는 바와 같이, 정삼투 막모듈(100)에 공급되는 원수의 유량이 줄어들면 플럭스가 감소하기 때문에 원수의 유량이 줄지 않도록 관리하는 것이 중요하다. 따라서, 도 1에 도시되어 있는 것과 같이 제 2 용액 채널(300)은 원수가 유동하는 경로를 따라서 각 그룹에 포함된 정삼투 막모듈(100)의 개수가 점차적으로 줄어들도록 형성되는 것이 바람직하다. 왜냐하면, 원수가 정삼투 막모듈(100)을 통과할 때마다 삼투압에 의해 원수 측의 물이 유도용액 측으로 이동하기 때문에 원수의 유량이 줄고 농축되기 때문이다.
- [0031] 참고로, 도 1에서는 정삼투 막모듈(100)의 개수가 제 1 그룹의 4개, 제 2 그룹의 3개, 제 3 그룹의 2개로 줄어들도록 형성되어 있는데, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0032] 도 2는 도 1의 변형례를 도시하고 있는데, 각 단위 정삼투 막모듈(100)에 공급되는 유도용액과 원수가 막을 기

준으로 분리된 공간에 동일 방향으로 공급되는 경우와 반대 방향으로 공급되는 경우에 있어서 차이점이 있을 뿐, 제 1 용액 채널(200)과 제 2 용액 채널(300)의 연결 구성의 특징은 전술한 내용과 동일하다.

- [0033] 도 3에서는 복수의 정삼투 막모듈(100)을 사용하되 유도용액과 원수가 각각 직렬로 연결되어 공급 및 배출되는 직렬 정삼투 막모듈(100) 배열의 경우를 도시한다.
- [0034] 도 3의 경우에는 삼투압 차이에 의해 원수의 물이 유도용액 측으로 이동하므로 후단으로 갈수록 유도용액이 희석되어서 막(110) 사이의 유도용액과 원수 사이의 농도 차이가 줄어들게 된다. 도 4는 유도용액과 원수 사이의 농도차에 따른 플럭스의 관계를 나타내는데, 그래프에 도시되어 있는 것과 같이 농도 차이가 작아질수록 플럭스가 감소됨을 알 수가 있다. 참고로, 플럭스는 막 투과수량을 막 면적으로 나뉜 값을 의미한다.
- [0035] 따라서, 도 3과 같이 유도 용액을 직렬로 연결하는 경우 후단으로 갈수록 플럭스가 감소하여 전체 시스템의 효율이 저하되는 문제점이 발생한다.
- [0036] 반면에 본 발명의 도 1에서는 유도용액이 단단으로 통과하도록 제 1 용액 채널(200)이 형성되어, 유도용액과 원수 사이의 농도 차이(삼투압 차이)를 극대화할 수가 있으므로 고평력스 운전이 가능하다.
- [0037] 또한, 도 3의 경우에 있어서 펌프(210)로부터 공급되는 유도용액은 직렬로 연결된 후단으로 연속 공급되는데, 일반적으로 후단으로 갈수록 정삼투 막모듈(100)에 공급되는 유도용액의 압력이 낮아지게 된다. 따라서, 도 3과 같이 유도용액의 공급 채널이 직렬로 연결되는 경우 직렬로 연결되는 정삼투 막모듈(100)의 개수가 많아지면 많아질수록 후단으로 유도용액을 공급하기 위해 펌프(210)에 가해지는 압력이 높아져야 한다. 하지만, 정삼투 막모듈(100)에 공급되는 유도용액의 압력에 따른 플럭스를 나타내는 도 5를 참조하면 유도용액의 압력이 높아질수록 플럭스가 감소함을 알 수가 있다.
- [0038] 따라서, 도 3과 같이 유도 용액을 직렬로 연결하는 경우 차압이 증가하여 고압의 유도용액 공급에 따른 플럭스의 저하가 발생하므로 전체 시스템의 효율이 저하되는 문제점이 발생한다.
- [0039] 반면에 본 발명의 도 1에서는 유도용액이 단단으로 통과하도록 하기 때문에 정삼투 막모듈(100)에 공급되는 유도용액의 압력을 높일 필요가 없기 때문에 도 3의 경우와 비교하여 고평력스 운전이 가능하다.
- [0040] 또한, 도 3의 경우에서 후단으로 갈수록 원수로부터 이동한 물에 의해 유도용액이 희석됨에 따라서 유도용액의 유량이 증가하게 된다. 유도용액의 유량에 따른 플럭스의 관계를 나타내는 도 6을 참조하면, 유도용액의 유량이 많을 때 플럭스가 감소함을 알 수가 있다.
- [0041] 따라서, 도 3과 같이 유도용액을 직렬로 연결하는 경우 후단으로 갈수록 유도용액의 유량 증가에 따라 플럭스의 저하가 발생하므로 전체 시스템의 효율이 저하되는 문제점이 발생한다.
- [0042] 반면에, 본 발명의 도 1에서는 유도용액이 단단으로 통과하도록 하기 때문에 후단으로 갈수록 유도용액의 유량이 증가하는 현상이 발생하지가 않아 고평력스 운전이 가능하다.
- [0043] 도 7에서는 복수의 정삼투 막모듈(100)을 사용하되 유도용액과 원수가 각각 병렬로 연결되어 공급 및 배출되는 병렬 정삼투 막모듈(100) 배열의 경우를 도시한다.
- [0044] 회수율은 막 투과수량을 시스템에 공급되는 원수의 유량으로 나뉜 값을 의미하는데, 회수율이 높을수록 농축물이 증가한다. 도 7과 같이 유도용액과 원수가 각각 병렬로 연결되는 경우 시스템에 유입되는 원수의 유량이 많아져야 하므로 고회수율을 실현하기가 어렵다. 도 8은 원수의 유량에 따른 플럭스의 관계를 나타내는데 원수의 유량이 적을 때 플럭스가 감소함을 알 수가 있다. 따라서, 회수율을 증가시키기 위해 모듈에 유입되는 원수의 유량을 줄이게 되면 고평력스 운전을 실현할 수가 없다.
- [0045] 반면에, 본 발명의 도 1에서는 원수를 공급하는 제 2 용액 채널(300)이 다단으로 형성되기 때문에 원수의 효과적인 농축이 가능하여 고회수율 운전이 가능하다.
- [0046] 이하, 도 9 및 도 10을 참조로 본 발명의 복합 정삼투 막모듈(100) 시스템의 또 다른 실시예들을 설명하기로 한다.
- [0047] 도 9는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 복합 정삼투 막모듈 시스템을 도시하는 도면이고, 도 10은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 복합 정삼투 막모듈(100) 시스템을 도시하는 도면이다.
- [0048] 도 9의 복합 정삼투 막모듈(100) 시스템은 도 1의 복합 정삼투 막모듈 시스템과 동일하게 형성된 제 1 단위 복합 정삼투 막모듈 시스템(400a)과 제 2 단위 복합 정삼투 막모듈 시스템(400b)으로 형성되는데, 제 1 단위 복합

정삼투 막모듈 시스템(400a)의 후단에 제 2 단위 복합 정삼투 막모듈 시스템(400b)이 연결되어 형성되어 있음을 알 수가 있다.

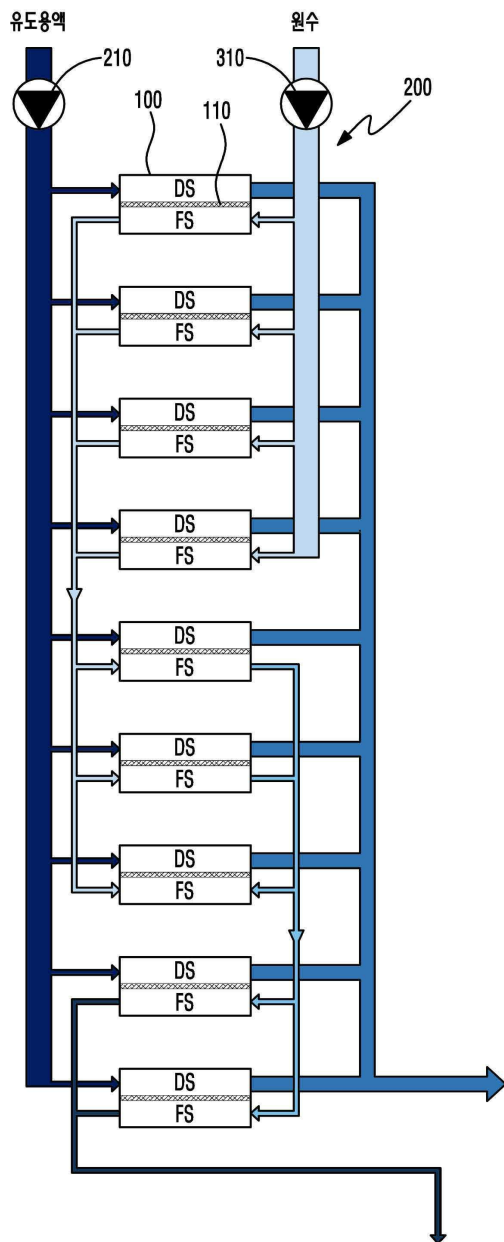
- [0049] 보다 자세히는 제 1 단위 복합 정삼투 막모듈 시스템(400a)에서 단단으로 연결되어 배출되는 유도용액을 제 2 단위 복합 정삼투 막모듈 시스템(400b)에 다시 공급하는 구조이다.
- [0050] 본 발명은 도 1 및 도 2에 도시되어 있는 것과 같이 제 1 용액 채널(200)을 단단으로 연결하는 것을 특징으로 하나, 제 1 단위 복합 정삼투 막모듈 시스템(400a)에서 각각의 정삼투 막모듈(100)을 통과하여 회수되는 유도용액은 1회 회석되었기 때문에, 비록 유도용액이 회석되어 농도가 낮아진다고 하더라도 시스템의 효율 저하에 크게 영향을 미칠 정도가 아니라면 1회 회석된 유도용액을 제 2 단위 복합 정삼투 막모듈 시스템(400b)에 공급시켜 활용할 수가 있다.
- [0051] 또한, 도 10의 복합 정삼투 막모듈 시스템은 도 1에 도시된 복합 정삼투 막모듈 시스템과 유사한데, 도 1과 비교하여 유도용액을 공급하는 제 1 용액 채널(200)이 병렬로 형성되되 2단으로 배열됨을 특징으로 한다.
- [0052] 도 9를 참조로 전술한 바와 같이 정삼투 막모듈(100)을 통해 1회 회석되어 유도용액의 농도가 낮아지지만, 시스템의 효율 저하에 크게 영향을 미칠 정도가 아니라면 전단에서 1회 회석된 유도용액을 후단에 직렬로 연결된 정삼투 막모듈(100)을 통해 한 번 더 재활용할 수가 있다.
- [0053] 도 1, 도 2, 도 9, 및 도 10을 참조로 설명한 본 발명의 복합 정삼투 막모듈 시스템에 따르면 고프레스 및 고회수율 운전을 할 수가 있으므로 상대적으로 적은 개수의 정삼투 막모듈(100)을 이용하여 전체 시스템의 용량을 증가시킬 수가 있다.
- [0054] 또한, 본 발명의 복합 정삼투 막모듈 시스템은 해수를 원수로 해수보다 고농도의 용액을 유도용액으로 활용하여 유도용액 회수 공정에서 최종 담수를 생산하는 해수 담수화 장치로서 사용될 수도 있고, 하수 처리수를 원수로 해수를 유도용액으로 활용하여 회석된 해수를 역삼투 공정을 통해 탈염하여 최종 담수를 생성하는 해수 담수화 장치로서 사용될 수도 있다. 나아가, 실규모의 정삼투 공정이 활용될 수 있는 난분해성 고농도 오염수 처리공정, 식품(발효액, 주스 등) 농축 공정 등에 활용되어 사용될 수도 있다.
- [0055] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

부호의 설명

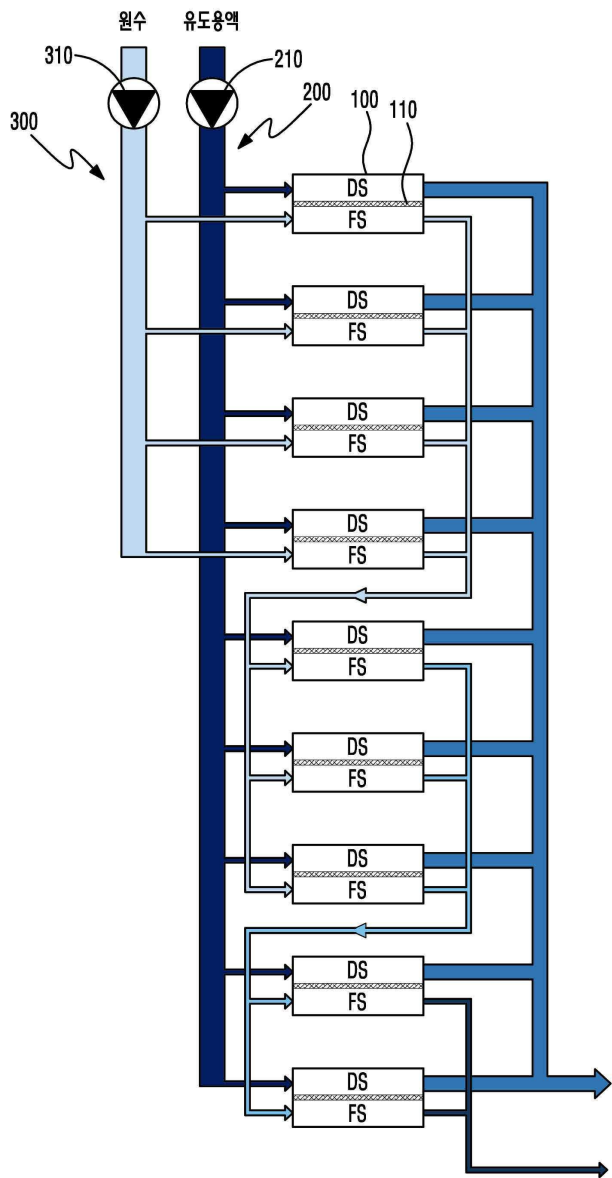
- [0056]
- | | |
|----------------|---------|
| 100: 정삼투 막모듈 | 110: 막 |
| 200: 제 1 용액 채널 | 210: 펌프 |
| 300: 제 2 용액 채널 | 310: 펌프 |

도면

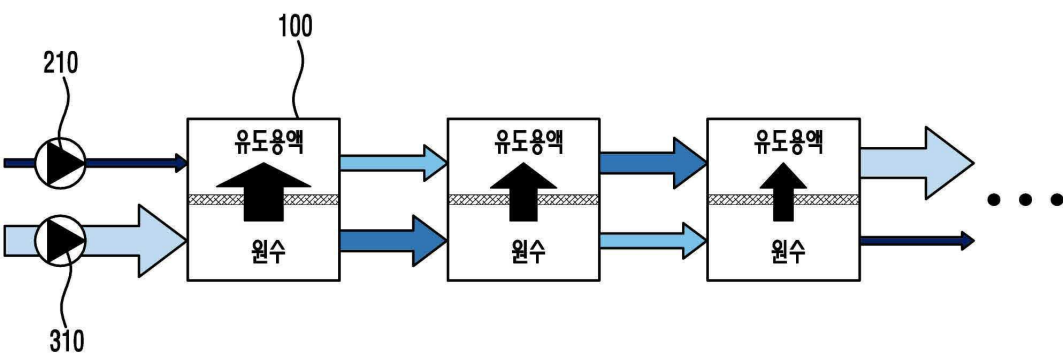
도면1



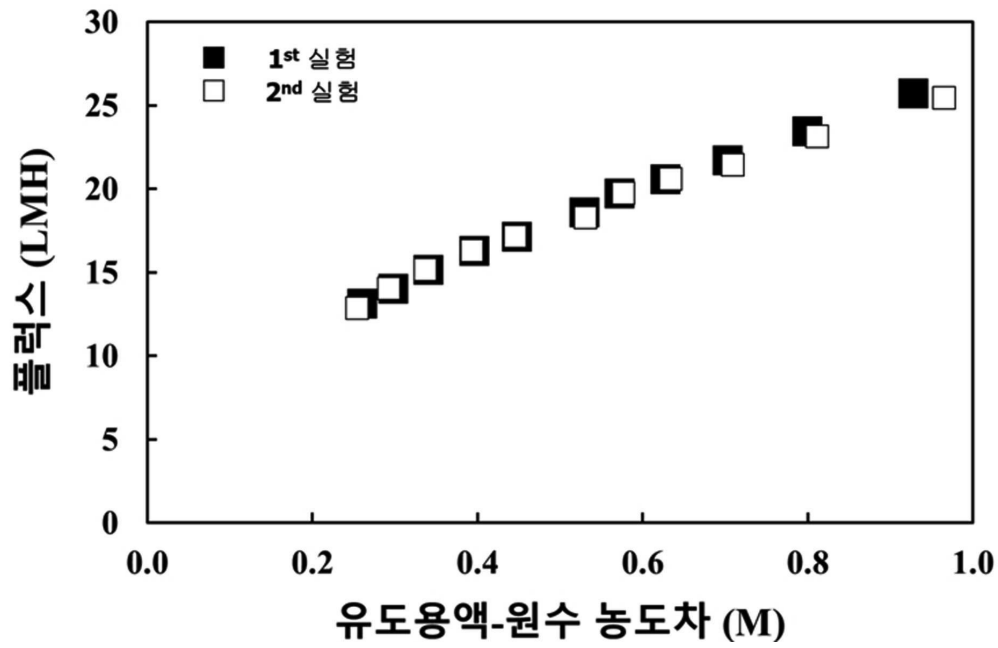
도면2



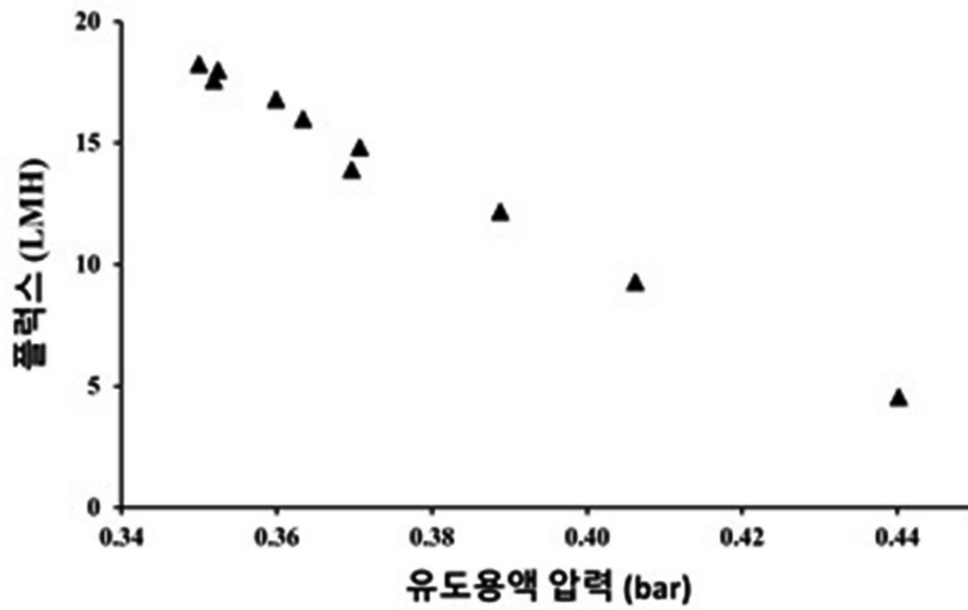
도면3



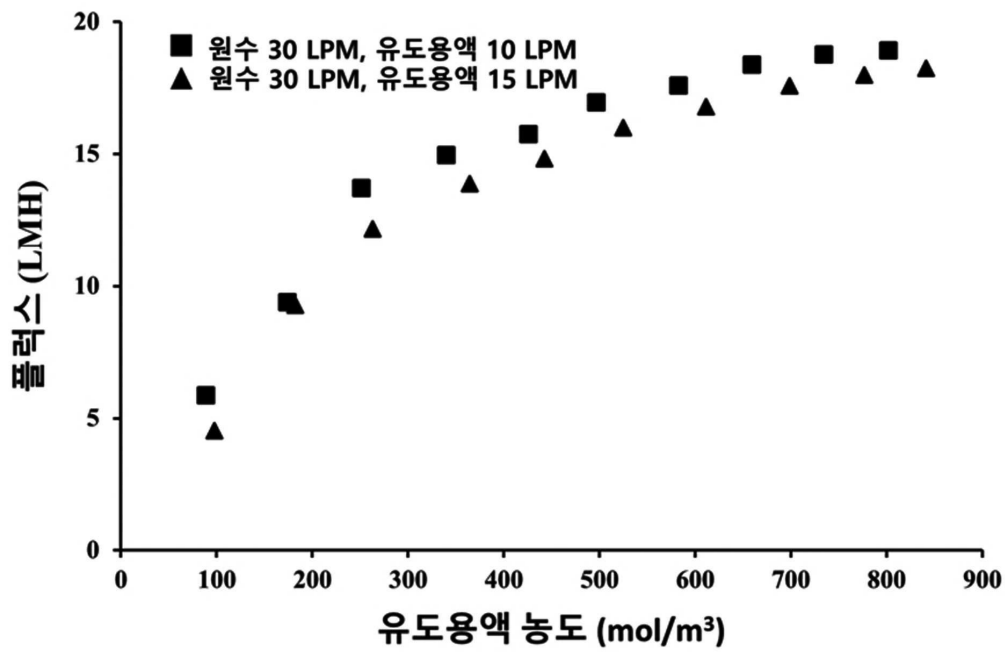
도면4



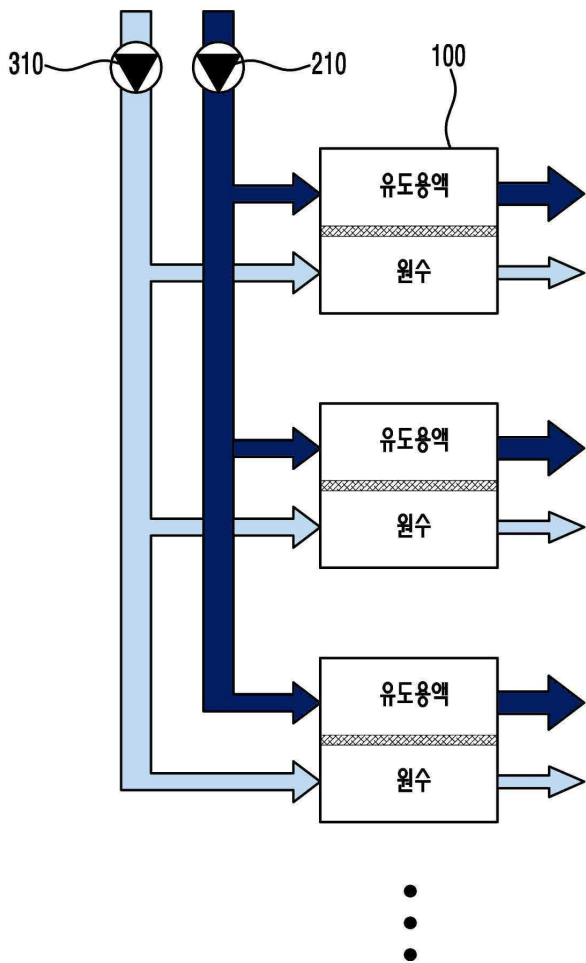
도면5



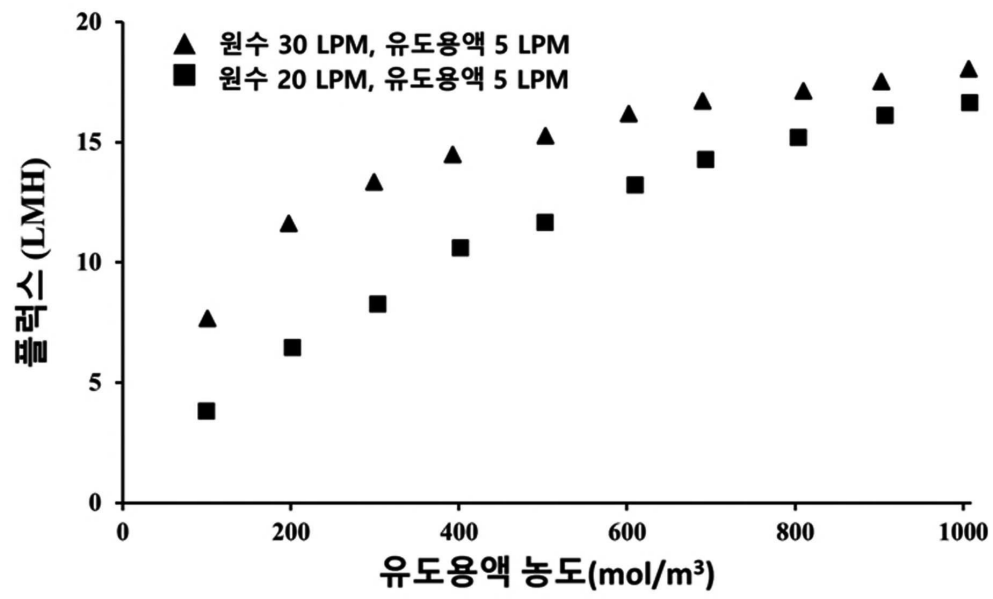
도면6



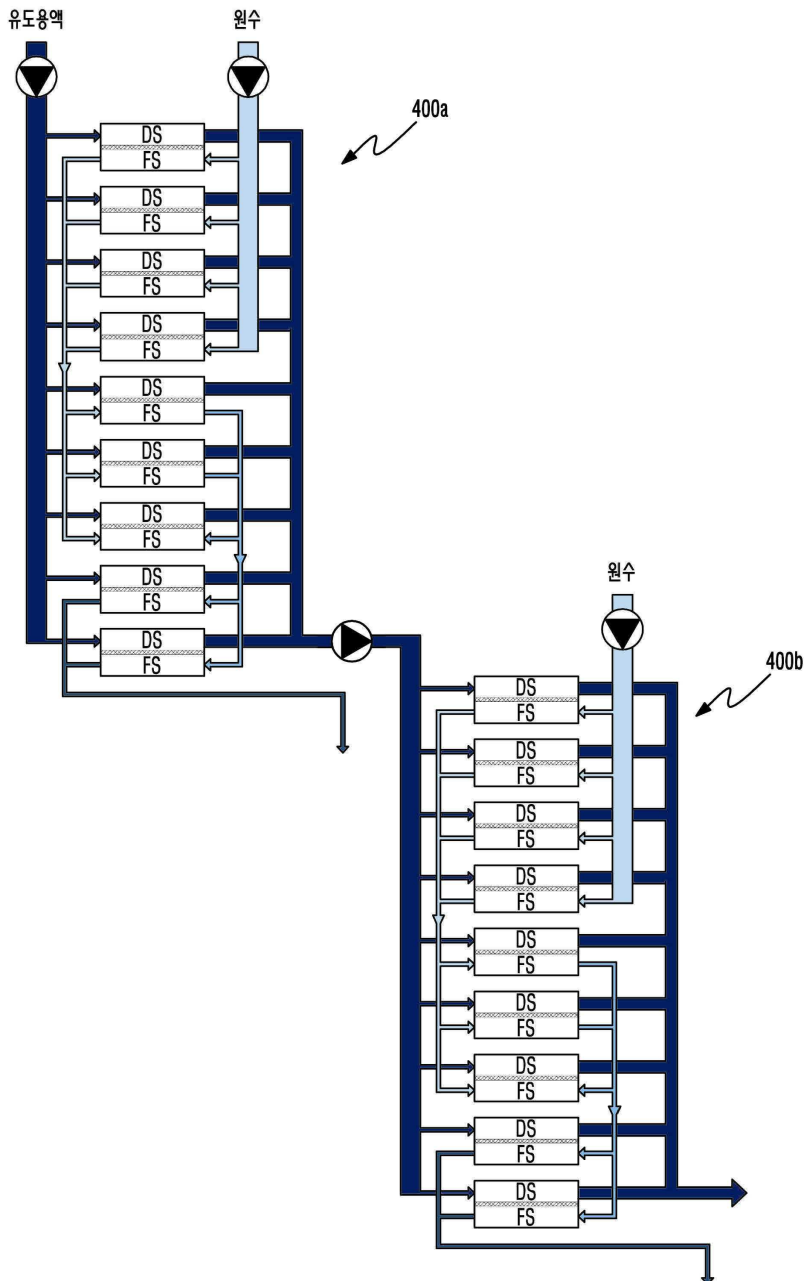
도면7



도면8



도면9



도면10

