



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0093353

(43) 공개일자 2017년08월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 65/08 (2006.01) *B01D 61/02* (2006.01)
B01D 61/14 (2006.01) *B01D 65/06* (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01) *C02F 1/469* (2006.01)

(52) CPC특허분류
B01D 65/08 (2013.01)
B01D 61/025 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0014628

(22) 출원일자 2016년02월05일
 심사청구일자 2016년02월05일

(71) 출원인
 두산중공업 주식회사
 경상남도 창원시 성산구 두산볼보로 22 (귀곡동)

(72) 발명자
 황재동
 경기도 용인시 수지구 심곡로 87, 1동 2055호(성복동)

최석호
 경기도 안양시 동안구 동안로 11, 708동 101호 (호계동, 무궁화코오롱아파트)

최원준
 경기도 용인시 수지구 광교마을로 62, 4201동 1103호 (상현동, 광교상록자이아파트)

(74) 대리인
 특허법인 정안

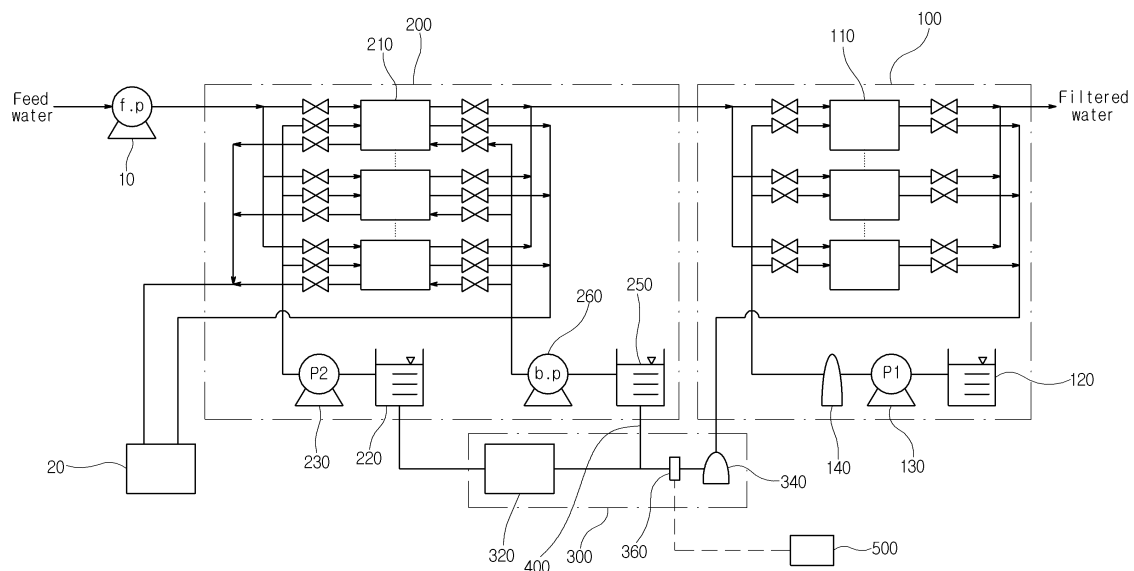
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템 및 이를 이용한 세정 방법

(57) 요약

본 발명은 멤브레인의 세정을 위한 약품을 재활용함으로써 환경 오염을 줄일 수 있으며 비용의 절감이 가능한 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템 및 이를 이용한 세정 방법에 관한 것으로, 본 발명은, 막 분리 공정을 위한 멤브레인 모듈을 포함하는 막분리조와, 전처리 공정을 위한 멤브레인 모듈을 포함하는 전처리조 및 일단이 상기 막분리조에 연결되고, 타단이 상기 전처리조에 연결되어, 막분리조에서 배출된 약품 폐액을 전처리조에 공급하기 위해 정화 처리하는 약품 정화조를 포함하는 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01D 61/027 (2013.01)
B01D 61/145 (2013.01)
B01D 61/147 (2013.01)
B01D 65/06 (2013.01)
C02F 1/441 (2013.01)
C02F 1/442 (2013.01)
C02F 1/444 (2013.01)
C02F 1/4691 (2013.01)
C02F 1/4693 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

막 분리 공정을 위한 멤브레인 모듈을 포함하는 막분리조;

전처리 공정을 위한 멤브레인 모듈을 포함하는 전처리조; 및

일단이 상기 막분리조에 연결되고, 타단이 상기 전처리조에 연결되어, 막분리조에서 배출된 약품 폐액을 전처리조에 공급하기 위해 정화 처리하는 약품 정화조;

를 포함하는 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 막분리조는, NF 멤브레인 모듈 및 RO 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함하는 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전처리조는, MF 멤브레인 모듈 및 UF 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함하는 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 약품 정화조는, 약품 폐액에 포함된 이온을 제거하기 위한 전기화학적 처리장치를 포함하는 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전기화학적 처리장치는 축전식 탈염장치(Capacitive Deionization, CDI) 또는 전기투석(Electrodialysis, ED) 또는 이온교환막인 것을 특징으로 하는 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 약품 정화조는, 약품 폐액에 포함된 파울링 유발 물질을 제거하기 위한 정화 카트리지 필터를 더 포함하는 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 정화 카트리지 필터는 활성탄 성분의 필터인 것을 특징으로 하는 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 정화 카트리지 필터는 상기 막분리조와 상기 전기화학적 처리장치 사이에 배치되는 멤브레인 공정의 약품

재활용 세정 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 막분리조는,

NF 멤브레인 모듈 및 RO 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지는 제1 멤브레인 모듈;

상기 제1 멤브레인 모듈을 화학 세정하기 위한 약품을 저장하는 제1 CIP 탱크;

상기 제1 CIP 탱크에 저장된 약품을 상기 제1 멤브레인 모듈로 공급하기 위한 제1 CIP 펌프; 및

상기 제1 CIP 펌프와 상기 제1 멤브레인 모듈 사이에 배치되는 제1 카트리지 필터;

를 포함하는 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 카트리지 필터는 활성탄 성분의 필터인 것을 특징으로 하는 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 전처리조는,

MF 멤브레인 모듈 및 UF 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지는 제2 멤브레인 모듈;

상기 제2 멤브레인 모듈을 화학 세정하기 위한 약품을 저장하는 제2 CIP 탱크; 및

상기 제2 CIP 탱크에 저장된 약품을 상기 제2 멤브레인 모듈로 공급하기 위한 제2 CIP 펌프;

를 포함하는 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 전처리조는,

상기 제2 멤브레인 모듈을 역세정하기 위한 액체를 저장하는 역세정 탱크; 및

상기 역세정 탱크에 저장된 액체를 상기 제2 멤브레인 모듈의 역방향으로 공급하기 위한 역세정 펌프;

를 더 포함하는 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 정화 카트리지 필터와 상기 전기화학적 처리장치 사이에서 뿔어나와 상기 역세정 탱크에 연결되는 바이패스유로;

를 더 포함하는 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 정화 카트리지 필터에서 배출된 액체의 이온 농도를 측정할 수 있는 이온 농도 측정센서;

를 더 포함하는 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 이온 농도 측정센서에 의해 측정된 이온의 농도에 따라 상기 정화 카트리지가 필터에서 배출된 액체를 상기 전기화학적 처리장치 또는 상기 바이패스유로로 선택적으로 연통시키는 제어부;

를 더 포함하는 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 이온 농도 측정센서에 의해 측정된 이온의 농도가 높을 때에는 상기 정화 카트리지가 필터에서 배출된 액체를 상기 전기화학적 처리장치로 연통시키고, 상기 이온 농도 측정센서에 의해 측정된 이온의 농도가 낮을 때에는 상기 정화 카트리지가 필터에서 배출된 액체를 상기 바이패스유로로 연통시키는 것을 특징으로 하는 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템.

청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

약품을 이용하여 제1 멤브레인 모듈을 화학 세정하는 단계;

상기 제1 멤브레인 모듈을 화학 세정하고 배출된약품 폐액을 정화 처리하는 단계; 및

상기 정화 처리된약품 폐액을 이용하여 제2 멤브레인 모듈을 세정하는 단계;

를 포함하는 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템을 이용한 세정 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 정화 처리하는 단계는,

정화 카트리지가 필터를 통해약품 폐액에 포함된 파울링 유발 물질을 제거하는 단계;

를 포함하는 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템을 이용한 세정 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 정화 처리하는 단계는,

전기화학적 처리장치를 통해약품 폐액에 포함된 이온을 제거하기 위한 단계;

를 더 포함하는 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템을 이용한 세정 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 정화 카트리지가 필터를 통과한약품 폐액을 이온 농도 측정센서에 의해 측정된 이온 농도에 따라 상기 전기화학적 처리장치 또는 역세정 탱크에 연결된 바이패스유로에 선택적으로 연통되도록 제어하는 단계;

를 더 포함하는 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템을 이용한 세정 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 제어하는 단계는, 상기 이온 농도 측정센서에 의해 측정된 이온 농도가 높을 때에는 상기 정화 카트리지가 필터를 통과한약품 폐액을 상기 전기화학적 처리장치에 연통되도록 제어하고, 상기 이온 농도 측정센서에 의해

측정된 이온 농도가 낮을 때에는 상기 정화 카트리지를 통과한 약품 폐액을 상기 바이패스유로에 연통되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템을 이용한 세정 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 제2 멤브레인 모듈을 세정하는 단계는,

상기 전기화학적 처리장치를 통과한 약품 폐액을 이용하여 제2 멤브레인 모듈을 화학 세정하는 단계 또는 상기 바이패스유로를 통해 역세정 탱크로 연통된 약품 폐액을 이용하여 제2 멤브레인 모듈을 역세정하는 단계를 포함하는 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템을 이용한 세정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 멤브레인의 세정을 위한 약품을 재활용함으로써 환경 오염을 줄일 수 있으며 비용의 절감이 가능한 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템 및 이를 이용한 세정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 멤브레인(Membrane) 여과 기술은 멤브레인의 세공크기와 표면 전하에 따라 원수 및 하, 폐수 중에 존재하는 처리대상물질을 거의 완벽하게 분리, 제거할 수 있는 분리공정이다. 멤브레인은 공극을 많이 가진 다공질 막(Porous Membrane)으로, 수중에 포함된 유기 오염물질, 무기 오염물질, 기생충, 박테리아 등을 분리시킬 수 있다.

[0003] 멤브레인을 이용한 수처리는 다른 여과 공정에 비해 응집제 등 약품의 사용량이 적고, 소요되는 부지면적을 줄일 수 있다는 장점이 있어 전반적인 수처리 분야에서 널리 이용되고 있다.

[0004] 멤브레인에서 가장 중요한 것은 어느 정도의 물리적 강도를 가지고 얼마나 많은 양의 양질의 멤브레인 투과수를 얻을 수 있는가이다. 멤브레인 투과수의 수질은 멤브레인의 공경(pore size)을 가지고 선택할 수 있으며, 공경에 따라 정밀여과막(MF), 한외여과막(UF), 나노여과막(NF), 역삼투막(RO) 등으로 구분될 수 있다.

[0005] 정밀여과와 한외여과의 주요 제거 메커니즘은 체거름 작용이며, MF는 주로 입자나 콜로이드를 제거하고, UF는 작은 콜로이드 입자, 분자의 크기가 큰 고분자 물질 및 분자의 크기가 큰 유기물질 등을 제거하기 위해 이용된다. 나노여과와 역삼투는 확산, 정전기적 특성 및 크기에 의해서 제거하며, NF는 주로 유기물질의 분리 및 제거에 사용되며, RO는 이온물질의 분해가 가능하며 해수담수화 및 하수처리수 재이용에 주로 이용된다.

[0006] 하지만, 멤브레인 공정은 사용에 따라 오염(Fouling)이 발생하여 막의 성능을 떨어뜨린다는 문제점이 있다. 파울링 현상은 물에 함유된 부유물질이나 분리막 표면에 쉽게 흡착되는 성질을 가진 물질이 막 표면과 공극에 축적되어 유체의 흐름을 방해하며 투과율을 감소시키는 것이다. 파울링의 발생형태는 크게 4가지로 나눌 수 있으며, 첫째는 공극 주변에서의 흡착작용에 의해서 공극이 작아지고, 작아진 공극에서는 공극 막힘(Plugging)현상이 일어난다. 둘째는 공극보다 작은 입자가 공극의 내부를 막는 경우이다. 셋째는 멤브레인 표면에 흡착층이 형성되어 가역적 반응과 비가역적인 화학반응으로 멤브레인 표면에 융착(deposition)되어 Cake층을 형성하는 것이며, 마지막으로 체거름작용으로 공극보다 큰 입자들이 공극주변부에 흡착하게 되고 미세입자들이 큰 입자들 위에 흡착되어 공극을 줄이는 것으로 플럭스를 저감시킨다.

[0007] 다만, 파울링 현상은 막 자체의 변질이 아니라 오염물질에 의해 막 성능이 저하되는 것이기 때문에 멤브레인 세정을 통해 성능을 회복시킬 수 있다. 이 때, 막 오염물질을 세정하는 방법으로는 크게 물리적인 방법과 화학 약품을 이용하는 화학적 방법이 있다.

[0008] 물리적 방법에는 공기포 요동(Air scrubbing), 수세(Flushing) 및 역세척(Reverse filtration)이 있다. 간단히, 공기포 요동은 공기의 요동을 이용하여 막 면의 현탁 물질을 제거하는 것이고, 수세는 원수를 이용하여 제거하는 것이며, 역세척은 공급방향과 반대방향으로 여과수나 압축공기를 공급하여 제거하는 것이다.

[0009] 화학적 세정방법은 분리막에 부착되어 있는 오염물질을 약품세정액을 이용하여 화학적으로 분해하는 것이다. 화

학세정은 무기오염물 제거를 위한 산 세정, 유기오염물 제거를 위한 염기 세정이나, 계면활성제 또는 효소나 소독제를 이용한 세정을 모두 포함한다. 세정제는 파울링을 유발하는 물질에 따라 선택하여 사용할 수 있다.

[0010] 종래의 약품을 이용한 멤브레인의 화학적 세정 방법은 각 멤브레인을 약품세정액으로 세척한 후, 약품 폐액을 중화처리하여 폐수로 버리게되는 구조이다. 이에 따라, 약품 비용이 높고 약품 폐수에 의한 환경 오염을 야기시킨다는 문제점이 있다. 또한, 근래에는 친환경적인 기술이 강조되고 있는바, 약품 폐액의 처리에 관하여 환경적인 방법이 연구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 멤브레인의 세정을 위한 약품을 재활용함으로써 환경 오염을 줄일 수 있으며 비용의 절감이 가능한 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템 및 이를 이용한 세정 방법을 제공하는 것에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기의 과제를 해결하기 위한 본 발명은, 막 분리 공정을 위한 멤브레인 모듈을 포함하는 막분리조와, 전처리 공정을 위한 멤브레인 모듈을 포함하는 전처리조 및 일단이 상기 막분리조에 연결되고, 타단이 상기 전처리조에 연결되어, 막분리조에서 배출된 약품 폐액을 전처리조에 공급하기 위해 정화 처리하는 약품 정화조를 포함하는 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템을 제공한다.

[0013] 상기 막분리조는, NF 멤브레인 모듈 및 RO 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 전처리조는, MF 멤브레인 모듈 및 UF 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 약품 정화조는, 약품 폐액에 포함된 이온을 제거하기 위한 전기화학적 처리장치를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 전기화학적 처리장치는 축전식 탈염장치(Capacitive Deionization, CDI) 또는 전기투석(Electrodialysis, ED) 또는 이온교환막인 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 약품 정화조는, 약품 폐액에 포함된 파울링 유발 물질을 제거하기 위한 정화 카트리지가 필터를 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 정화 카트리지가 필터는 활성탄 성분의 필터인 것을 특징으로 한다.

[0019] 상기 정화 카트리지가 필터는 상기 막분리조와 상기 전기화학적 처리장치 사이에 배치될 수 있다.

[0020] 상기 막분리조는, NF 멤브레인 모듈 및 RO 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지는 제1 멤브레인 모듈과, 상기 제1 멤브레인 모듈을 화학 세정하기 위한 약품을 저장하는 제1 CIP 탱크와, 상기 제1 CIP 탱크에 저장된 약품을 상기 제1 멤브레인 모듈로 공급하기 위한 제1 CIP 펌프 및 상기 제1 CIP 펌프와 상기 제1 멤브레인 모듈 사이에 배치되는 제1 카트리지가 필터를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 제1 카트리지가 필터는 활성탄 성분의 필터인 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기 전처리조는, MF 멤브레인 모듈 및 UF 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지는 제2 멤브레인 모듈과, 상기 제2 멤브레인 모듈을 화학 세정하기 위한 약품을 저장하는 제2 CIP 탱크 및 상기 제2 CIP 탱크에 저장된 약품을 상기 제2 멤브레인 모듈로 공급하기 위한 제2 CIP 펌프를 포함할 수 있다.

[0023] 상기 전처리조는, 상기 제2 멤브레인 모듈을 역세정하기 위한 액체를 저장하는 역세정 탱크 및 상기 역세정 탱크에 저장된 액체를 상기 제2 멤브레인 모듈의 역방향으로 공급하기 위한 역세정 펌프를 더 포함할 수 있다.

[0024] 상기 정화 카트리지가 필터와 상기 전기화학적 처리장치 사이에서 뿔어나와 상기 역세정 탱크에 연결되는 바이패스유로를 더 포함할 수 있다.

[0025] 상기 정화 카트리지가 필터에서 배출된 액체의 이온 농도를 측정할 수 있는 이온 농도 측정센서를 더 포함할 수 있다.

[0026] 상기 이온 농도 측정센서에 의해 측정된 이온의 농도에 따라 상기 정화 카트리지가 필터에서 배출된 액체를 상기

전기화학적 처리장치 또는 상기 바이패스유로로 선택적으로 연통시키는 제어부를 더 포함할 수 있다.

- [0027] 상기 제어부는, 상기 이온 농도 측정센서에 의해 측정된 이온의 농도가 높을 때에는 상기 정화 카트리지를 필터에서 배출된 액체를 상기 전기화학적 처리장치로 연통시키고, 상기 이온 농도 측정센서에 의해 측정된 이온의 농도가 낮을 때에는 상기 정화 카트리지를 필터에서 배출된 액체를 상기 바이패스유로로 연통시키는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 또한, 약품을 이용하여 제1 멤브레인 모듈을 화학 세정하는 단계와, 상기 제1 멤브레인 모듈을 화학 세정하고 배출된 약품 폐액을 정화 처리하는 단계 및 상기 정화 처리된 약품 폐액을 이용하여 제2 멤브레인 모듈을 세정하는 단계를 포함하는 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템을 이용한 세정 방법을 제공한다.
- [0029] 상기 정화 처리하는 단계는, 정화 카트리지를 필터를 통해 약품 폐액에 포함된 파울링 유발 물질을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 정화 처리하는 단계는, 전기화학적 처리장치를 통해 약품 폐액에 포함된 이온을 제거하기 위한 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0031] 또한, 상기 정화 카트리지를 통과한 약품 폐액을 이온 농도 측정센서에 의해 측정된 이온 농도에 따라 상기 전기화학적 처리장치 또는 역세정 탱크에 연결된 바이패스유로에 선택적으로 연통되도록 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 제어하는 단계는, 상기 이온 농도 측정센서에 의해 측정된 이온 농도가 높을 때에는 상기 정화 카트리지를 통과한 약품 폐액을 상기 전기화학적 처리장치에 연통되도록 제어하고, 상기 이온 농도 측정센서에 의해 측정된 이온 농도가 낮을 때에는 상기 정화 카트리지를 통과한 약품 폐액을 상기 바이패스유로에 연통되도록 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 상기 제2 멤브레인 모듈을 세정하는 단계는, 상기 전기화학적 처리장치를 통과한 약품 폐액을 이용하여 제2 멤브레인 모듈을 화학 세정하는 단계 또는 상기 바이패스유로를 통해 역세정 탱크로 연통된 약품 폐액을 이용하여 제2 멤브레인 모듈을 역세정하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0034] 본 발명의 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템 및 이를 이용한 세정 방법에 따르면, 막분리조의 멤브레인을 세정한 약품 폐액을 정화를 통해 전처리조의 멤브레인을 약품 세정하는데 재활용함으로써, 약품 사용량을 줄여 약품 비용을 절감할 수 있으며 약품 폐액에 의한 환경 오염을 줄일 수 있는 효과가 있다.
- [0035] 또한, 막분리조의 멤브레인을 세정한 약품 폐액을 정화를 통해 전처리조의 역세정 시 재활용함으로써, 별도의 약품 주입(chemical dosing)이 필요없어 과정이 더욱 간단해지고, 마찬가지로 약품 사용량을 줄여 약품 비용을 절감할 수 있으며 약품 폐액에 의한 환경 오염을 줄일 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템을 개략적으로 나타낸 개념도이다.
- 도 2는 도 1에서 유입수(feed water)가 여과되는 공정 흐름을 나타낸 개념도이다.
- 도 3은 도 1에서 막분리조의 멤브레인을 약품 세정하는 과정을 나타낸 개념도이다.
- 도 4는 도 1에서 막분리조의 멤브레인을 세정한 약품 폐액이 전처리조의 멤브레인을 약품 세정하는데 재활용되는 과정을 나타낸 개념도이다.
- 도 5는 도 1에서 막분리조의 멤브레인을 세정한 약품 폐액이 전처리조의 역세정에 재활용되는 과정을 나타낸 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 이하, 본 발명의 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템 및 이를 이용한 세정 방법에 대한 바람직한 실시예를 첨부된 도1 내지 도5를 참조하여 설명하도록 한다.
- [0038] 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있으며, 아래의 실시예는 본 발명의 권리범위를 한정하는 것이 아니라 본 발명의 청구범위에 제시된 구성요소의 예시적인 사항에 불과하다.
- [0039] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템을 개략적으로 나타낸 개념도, 도 2는 도 1에서 유입수(feed water)가 여과되는 공정 흐름을 나타낸 개념도, 도 3은 도 1에서 막분리조의 멤브레인을 약품 세정하는 과정을 나타낸 개념도, 도 4는 도 1에서 막분리조의 멤브레인을 세정한 약품 폐액이 전처리조의 멤브레인을 약품 세정하는데 재활용되는 과정을 나타낸 개념도이며, 도 5는 도 1에서 막분리조의 멤브레인을 세정한 약품 폐액이 전처리조의 역세정에 재활용되는 과정을 나타낸 개념도이다.
- [0041] 본 발명의 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템은 음용수, 오/폐수, 산업 폐수 등을 정화하거나, 해수 담수화 등의 수처리 장치에 사용되는 멤브레인 공정에 적용될 수 있다.
- [0042] 우선, 도1 내지 도2를 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템의 구조를 설명하도록 한다.
- [0043] 본 발명의 일 실시예에 따른 멤브레인 공정의 약품 재활용 세정 시스템은 개략적으로 막분리조(100), 전처리조(200) 및 약품 정화조(300)를 포함하여 이루어진다.
- [0044] 도 2에 도시된 바와 같이, 유입수(feed water)가 멤브레인 공정을 통해 여과되는 과정을 살펴보도록 한다. 먼저, 유입수는 유입펌프(10)에 의해 전처리조(200)로 공급되어지며, 상기 전처리조(200)에서 전처리공정을 거친 유입수는 막분리조(100)로 공급되어 여과 처리된다.
- [0045] 이를 구체적으로 살펴보면, 전처리조(200)는 전처리 공정을 위한 멤브레인 모듈을 포함하여 이루어지며, 본 일 실시예와 같이 MF 멤브레인 모듈 및 UF 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지는 것이 바람직하다. 하지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 전처리조는 혼화조, 응집조, 침전조, 모래여과조 및 미세여과조 등에서 다양하게 선택될 수 있다. 상기 MF 멤브레인 모듈은 유입수에 포함된 입자나 콜로이드 등을 제거할 수 있으며, 상기 UF 멤브레인 모듈은 입자 크기가 0.005~0.5 μ m 정도의 범위를 처리할 수 있어 유입수에 포함된 작은 콜로이드 입자, 분자의 크기가 큰 고분자 물질 및 유기물질 등을 제거할 수 있다. 이에 따라, 유입수는 상기 전처리조(200)를 통과하면서 부유물질, 콜로이드 등이 제거됨으로써 막분리조(100)에서 입자상 물질의 침적에 따른 투과유량의 저하를 막을 수 있으며, 훨씬 안정된 투과 플럭스를 얻을 수 있다.
- [0046] 다음, 상기 막분리조(100)는 막 분리 공정을 위한 멤브레인 모듈을 포함하여 이루어지며, 본 일 실시예와 같이 NF 멤브레인 모듈 및 RO 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지는 것이 바람직하다. 상기 NF 멤브레인 모듈은 UF 멤브레인과 RO 멤브레인의 중간영역으로 1 내지 수십 nm 크기로서 분자량이 수백에서 수천 달톤(dalton)에 이르는 작은 무기물이나 저분자 물질의 분리에 사용된다. NF 멤브레인 모듈은 스케일을 유발시키는 칼슘, 마그네슘과 같은 2가 양이온 및 이와 침전반응을 일으키는 음이온을 선택적으로 제거할 수 있다. 상기 NF 멤브레인은 0.1 내지 5nm의 기공크기를 가지는 것을 포함할 수 있으며, 바람직하게는 폴리아미드(polyamide)를 사용할 수 있다.
- [0047] 상기 RO 멤브레인 모듈은 이온 및 분자크기가 10Å 이내인 용질을 분리할 수 있는 막분리 공정을 실시할 수 있으며, 고농도 용액 측에 삼투압보다 높은 압력을 가하여 물만이 분리막을 통과하도록 할 수 있다. 상기 RO 멤브레인 모듈로는 유기고분자로서, 셀룰로오스 아세테이트(Cellulose Acetate), 폴리술포네이트(Polysulfonate), 폴리아미드(Polyamide) 등을 들 수 있으며, 반드시 이에 제한되지는 않는다.
- [0048] 상기와 같이, 유입수가 연속적으로 상기 전처리조(200)와 막분리조(100)를 통과하는 여과 공정이 수행됨에 따라, 유입수에 포함된 오염물질이 멤브레인의 표면에 부착되어 파울링(fouling) 현상이 나타난다. 이와 같이 파울링이 진행될수록 투과유량은 저하되고 막 차압이 증가하게 된다. 따라서, 파울링 현상을 없애 멤브레인의

성능을 회복하기 위한 약품 화학 세정이 필요하며, 아래에서 화학 세정을 위한 구조를 살펴보도록 한다.

- [0049] 막분리조(100)는, NF 멤브레인 모듈 및 RO 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지는 제1 멤브레인 모듈(110), 상기 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하기 위한 약품을 저장하는 제1 CIP 탱크(120), 상기 제1 CIP 탱크(120)에 저장된 약품을 상기 제1 멤브레인 모듈(110)로 공급하기 위한 제1 CIP 펌프(130) 및 상기 제1 CIP 펌프(130)와 상기 제1 멤브레인 모듈(110) 사이에 배치되는 제1 카트리지 필터(140)를 포함하여 이루어진다.
- [0050] 상기 제1 멤브레인 모듈(110)은 앞에서 설명한 바와 같이, NF 멤브레인 모듈 및 RO 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지며, 유입수에 포함된 저분자 물질, 이온 등이 제거되어 여과 처리되는 부분이다.
- [0051] 상기 제1 CIP 탱크(120)는 상기 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정할 때 사용하기 위한 약품을 저장하는 곳이다. 이 때, 상기 약품은 파울링을 유발하는 물질에 따라 선택하여 사용할 수 있다. 예를 들어, 질산(HNO_3), 인산(H_2PO_4), 염산(HCl), 황산(H_2SO_4), 구연산 및 옥살산과 같은 산성 화학 세정제는 칼슘스케일이나 금속물질에 의한 오염된 경우 사용할 수 있고, 수산화나트륨(NaOH), 수산화칼륨(KOH), 수산화암모늄(NH_4OH) 및 탄산나트륨(Na_2CO_3)과 같은 알칼리성 화학 세정제는 실리카 스케일이나 미생물, 콜로이드 입자 등의 유기물 불용해성 물질에 의한 오염의 경우 사용할 수 있으며, 차아염소산나트륨(NaOCl), 과산화수소(H_2O_2), 오존(O_3)과 같은 산화제는 유기물이나 미생물에 의해 막이 오염된 경우, 각종 이온성 비이온성 계면활성제, 유화제와 같은 계면활성제는 지방이나 광유에 의해 오염된 경우 사용할 수 있다.
- [0052] 또한, 화학 세정을 하기 위해서는 멤브레인 모듈을 화학 세정제가 용해된 세정액에 침지하거나(Sumberge filtration), 또는 세정액을 막 모듈 내부로 순환시키는 방법이 있는데, 본 일 실시예에서는 약품 세정액을 막 모듈 내부로 순환시키는 CIP(Cleaning In Place) 방법에 기초하여 설명하도록 한다. 또한, CIP 방법은 공지된 기술과 다르지 않으므로, 이에 대한 설명은 생략하기로 한다.
- [0053] 상기 제1 카트리지 필터(140)는 상기 제1 멤브레인 모듈(110)로 공급되는 약품에 포함된 콜로이드, 고형 물질 등을 제거하기 위한 것으로, 활성탄 성분의 필터가 사용될 수 있다.
- [0054] 전처리조(200)는, MF 멤브레인 모듈 및 UF 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지는 제2 멤브레인 모듈(210), 상기 제2 멤브레인 모듈(210)을 화학 세정하기 위한 약품을 저장하는 제2 CIP 탱크(220) 및 상기 제2 CIP 탱크(220)에 저장된 약품을 상기 제2 멤브레인 모듈(210)로 공급하기 위한 제2 CIP 펌프(230)를 포함하여 이루어진다.
- [0055] 상기 제2 멤브레인 모듈(210)은 앞에서 설명한 바와 같이, MF 멤브레인 모듈 및 UF 멤브레인 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지며, 유입수가 공급되어 전처리공정을 거치는 부분이다.
- [0056] 상기 제2 CIP 탱크(220) 및 제2 CIP 펌프(230)는 상기 제1 CIP 탱크(120) 및 제1 CIP 펌프(130)와 다르지 않으며, 다만 상기 제2 CIP 탱크(220)에는 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하고 배출된 약품 폐액이 후술할 약품 정화조(300)를 통해 정화 처리된 후 공급되어진다.
- [0057] 또한, 상기 전처리조(200)는, 상기 제2 멤브레인 모듈(210)을 역세정하기 위한 액체를 저장하는 역세정 탱크(250) 및 상기 역세정 탱크(250)에 저장된 액체를 상기 제2 멤브레인 모듈(210)의 역방향으로 공급하기 위한 역세정 펌프(260)를 더 포함한다.
- [0058] 역세정(backwash)은 원수가 흐르는 방향, 즉 여과되는 방향과 역방향으로 액체를 흘려 수지층을 유동화시킴으로써 층에 모인 콜로이드 상태의 물질이나 기포를 제거하는 것이다. 일반적으로 역세정 탱크(250)에는 물이 저장되어 있어 역세정 시 물을 흘려주며, 효율을 높이기 위해 간헐적으로 NaOCl 과 같은 약품 주입(chemical dosing)을 하기도 한다.
- [0059] 하지만, 본 일 실시예에서는 따로 약품 주입이 필요하지 않으며, 상기 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하고 배출된 약품 폐액의 일부가 후술할 약품 정화조(300)를 통해 정화 처리된 후 공급될 수 있다. 이에 따라, 과정이 더욱 간단해지고, 약품 사용량을 줄여 약품 비용을 절감할 수 있으며 약품 폐액에 의한 환경 오염을 줄일 수 있는 효과가 있다. 이는 아래에서 자세하게 설명하도록 한다.
- [0060] 약품 정화조(300)는 일단이 상기 막분리조(100)에 연결되고, 타단이 상기 전처리조(200)에 연결되며, 구체적으

로 일단은 상기 막분리조(100)의 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하고 배출되는 약품 폐액의 배출로와 연결되고, 타단은 상기 전처리조(200)의 제2 CIP 탱크(220)에 연결되거나 또는 상기 제2 CIP 탱크(220)와 역세정 탱크(250) 모두에 연결될 수 있다.

[0061] 상기 약품 정화조(300)는 상기 막분리조(100)에서 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하고 배출된 약품 폐액을 전처리조(200)에 공급하기 위해 정화 처리하는 역할을 한다.

[0062] 상기 약품 정화조(300)는 상기 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하고 배출된 약품 폐액에 포함된 이온을 제거하기 위한 전기화학적 처리장치(320)를 포함한다. 상기 전기화학적 처리장치(320)는 축전식 탈염장치(Capacitive Deionization, CDI) 또는 전기투석(Electrodialysis, ED) 또는 이온교환막일 수 있으며, 이는 공지의 것과 크게 다르지 않으므로 이에 대한 구체적인 설명은 생략하도록 한다. 상기 전기화학적 처리장치(320)에 의해 약품 폐액에 포함된 이온들이 제거될 수 있으며, 특히 칼슘, 마그네슘 이온과 같은 스케일 성분들이 제거될 수 있다.

[0063] 또한, 상기 약품 정화조(300)는 상기 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하고 배출된 약품 폐액에 포함된 파울링 유발 물질을 제거하기 위한 정화 카트리지가 필터(340)를 더 포함한다. 상기 정화 카트리지가 필터(340)는 활성탄 또는 활성탄 성분의 필터로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 MF, UF 수준의 멤브레인 여과 필터가 사용될 수도 있다. 상기 정화 카트리지가 필터(340)에 의해 약품 폐액에 포함된 콜로이드, 유기물과 같은 파울링 유발 물질들이 제거될 수 있다.

[0064] 상기 정화 카트리지가 필터(340)는 상기 막분리조(100)와 상기 전기화학적 처리장치(320) 사이에 배치되는 것이 바람직하다. 이에 따라, 상기 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하고 배출된 약품 폐액은 먼저 정화 카트리지가 필터(340)를 거치며 파울링 유발 물질들이 제거되고, 다음으로 전기화학적 처리장치(320)를 거치며 스케일 유발 물질들이 제거될 수 있다. 따라서, 상기 약품 정화조(300)를 통과한 약품 폐액은 처음 막분리조(100)의 제1 멤브레인 모듈(110)로 공급되는 약품 보다는 세정력이 낮지만, 상기 정화 카트리지가 필터(340)와 전기화학적 처리장치(320)를 거침에 따라 어느정도 회복되어 파울링에 덜 민감한 상기 전처리조(200)의 제2 멤브레인 모듈(210)을 세정하기에는 적당하다.

[0065] 다음은, 상기 약품 정화조(300)를 통과한 약품 세정액이 상기 전처리조(200)에 공급되는 구조를 살펴보도록 한다.

[0066] 본 일 실시예에서 상기 전기화학적 처리장치(320)는 일단이 제2 CIP 탱크(220)에 연결되며 타단이 정화 카트리지가 필터(340)와 연결되고, 바이패스유로(400)가 상기 정화 카트리지가 필터(340)와 상기 전기화학적 처리장치(320) 사이에서 뻗어나와 상기 역세정 탱크(250)에 연결된다. 이에 따라, 상기 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하고 배출된 약품 폐액이 상기 정화 카트리지가 필터(340)로 공급되어 필터를 통과한 뒤, 상기 바이패스유로(400)를 따라 역세정 탱크(250)로 공급되어 전기화학적 처리장치(320)를 지나지 않을 수도 있고, 또는 상기 전기화학적 처리장치(320) 측으로 공급될 수도 있다.

[0067] 이를 결정하기 위해, 상기 정화 카트리지가 필터(340)에서 배출된 액체의 이온 농도를 측정할 수 있는 이온 농도 측정센서(360)를 포함할 수 있다. 상기 이온 농도 측정센서(360)는 상기 정화 카트리지가 필터(340)의 배출구 선단에 위치하여, 바이패스유로(400)가 뻗어나가기 전에 이온의 농도를 측정하여야 한다. 따라서, 상기 이온 농도 측정센서(360)에 의해 측정된 이온의 농도에 따라 상기 정화 카트리지가 필터(340)에서 배출된 액체를 상기 전기화학적 처리장치(320) 또는 상기 바이패스유로(400)로 선택적으로 연통시킬 수 있으며, 이를 자동으로 제어하기 위한 제어부(500)를 더 포함할 수 있다.

[0068] 상기 제어부(500)는, 상기 이온 농도 측정센서(360)에 의해 측정된 이온의 농도가 높을 때에는 상기 정화 카트리지가 필터(340)에서 배출된 액체를 상기 전기화학적 처리장치(320)로 연통시키고, 상기 이온 농도 측정센서(360)에 의해 측정된 이온의 농도가 낮을 때에는 상기 정화 카트리지가 필터(340)에서 배출된 액체를 상기 바이패스유로(400)로 연통시킨다. 이에 따라, 상기 정화 카트리지가 필터(340)를 통과한 약품 세정액의 이온 농도가 낮을 때에는 별도의 이온 제거 과정을 거치지 않고 바이패스유로(400)를 통해 역세정 탱크(250)로 공급되어 역세정 시 이용될 수 있으며, 이온 농도가 높을 때에는 별도의 전기화학적 처리장치(320)를 통해 이온 제거 과정을 거쳐 제2 CIP 탱크(220)로 공급되어 제2 멤브레인 모듈(210)의 약품 화학 세정 시 사용될 수 있다.

[0069] 따라서, 막분리조(100)의 멤브레인을 세정한 약품 폐액을 정화를 통해 전처리조(200)의 멤브레인을 약품 세정하는데 재활용함으로써, 약품 사용량을 줄여 약품 비용을 절감할 수 있으며 약품 폐액에 의한 환경 오염을 줄일

수 있는 효과가 있다.

- [0070] 다음으로는, 도3 내지 도5를 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템을 이용한 세정 방법을 설명하도록 한다.
- [0071] 본 발명의 일 실시예에 따른 멤브레인 공정의약품 재활용 세정 시스템을 이용한 세정 방법은 개략적으로 약품을 이용하여 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하는 단계와, 상기 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하고 배출된 약품 폐액을 정화 처리하는 단계 및 상기 정화 처리된 약품 폐액을 이용하여 제2 멤브레인 모듈(210)을 세정하는 단계를 포함하여 이루어진다.
- [0072] 우선, 도 3에 도시된 바와 같이, 약품을 이용하여 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하기 위해서는 제1 CIP 탱크(120)에 저장된 약품 세정액을 제1 CIP 펌프(130)를 통해 상기 제1 멤브레인 모듈(110)의 유입로로 공급한다. 이 때, 상기 제1 CIP 펌프(130)를 통해 공급되는 약품 세정액은 상기 제1 멤브레인 모듈(110)로 유입되기 전에 제1 카트리지가 필터(140)를 거쳐 약품 세정액에 포함된 콜로이드, 고형 물질 등이 제거될 수 있다. 상기 제1 멤브레인 모듈(110)을 통과하며 멤브레인에 부착되어 있는 오염물질을 화학적으로 분해한 약품은 제1 멤브레인 모듈(110)의 배출로를 통해 배출되어 약품 정화조(300)로 공급된다.
- [0073] 도 4를 참고하면, 상기 제1 멤브레인 모듈(110)에서 배출된 약품 폐액이 약품 정화조(300)의 정화 카트리지가 필터(340)와 전기화학적 처리장치(320)를 거쳐 제2 멤브레인 모듈(210)을 화학 세정하는 과정이 도시되어 있다.
- [0074] 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하고 배출된 약품 폐액은 약품 정화조(300)의 정화 카트리지가 필터(340)로 공급되어 약품 폐액에 포함된 파울링 유발 물질이 제거된다. 다음, 상기 정화 카트리지가 필터(340)를 통과한 약품 폐액은 이온 농도 측정센서(360)에 의해 이온 농도가 측정되어지며, 측정된 이온 농도가 높을 때에는 제어부(500)에 의해 약품 폐액이 전기화학적 처리장치(320)로 공급되도록 제어되어 상기 전기화학적 처리장치(320)를 통해 약품 폐액에 포함된 이온들이 제거된다. 상기과 같이 정화 처리된 약품 폐액은 제2 CIP 탱크(220)로 연통되어, 제2 CIP 펌프(230)를 통해 제2 멤브레인 모듈(210)의 유입로로 공급되며, 상기 제2 멤브레인 모듈(210)을 화학 세정하고 배출된 약품 폐액은 중화 탱크(20)로 공급되어 중화 처리된 후 버려진다.
- [0075] 도 5를 참고하면, 상기 제1 멤브레인 모듈(110)에서 배출된 약품 폐액이 약품 정화조(300)의 정화 카트리지가 필터(340)를 거친 후 바이패스유로(400)를 통해 역세정 탱크(250)로 연통되어 제2 멤브레인 모듈(210)을 역세정하는 과정이 도시되어 있다.
- [0076] 제1 멤브레인 모듈(110)을 화학 세정하고 배출된 약품 폐액은 약품 정화조(300)의 정화 카트리지가 필터(340)로 공급되어 약품 폐액에 포함된 파울링 유발 물질이 제거된다. 다음, 상기 정화 카트리지가 필터(340)를 통과한 약품 폐액은 이온 농도 측정센서(360)에 의해 이온 농도가 측정되어지며, 측정된 이온 농도가 낮을 때에는 제어부(500)에 의해 약품 폐액이 바이패스유로(400)로 연통되도록 제어되어, 상기 바이패스유로(400)를 통해 역세정 탱크(250)에 공급된다. 상기과 같이 역세정 탱크(250)에 저장된 액체는 역세정 펌프(260)를 통해 제2 멤브레인 모듈(210)의 역방향으로 공급되며, 상기 제2 멤브레인 모듈(210)을 역세정하고 배출된 액체는 중화 탱크(20)로 공급되어 중화 처리된 후 버려진다.

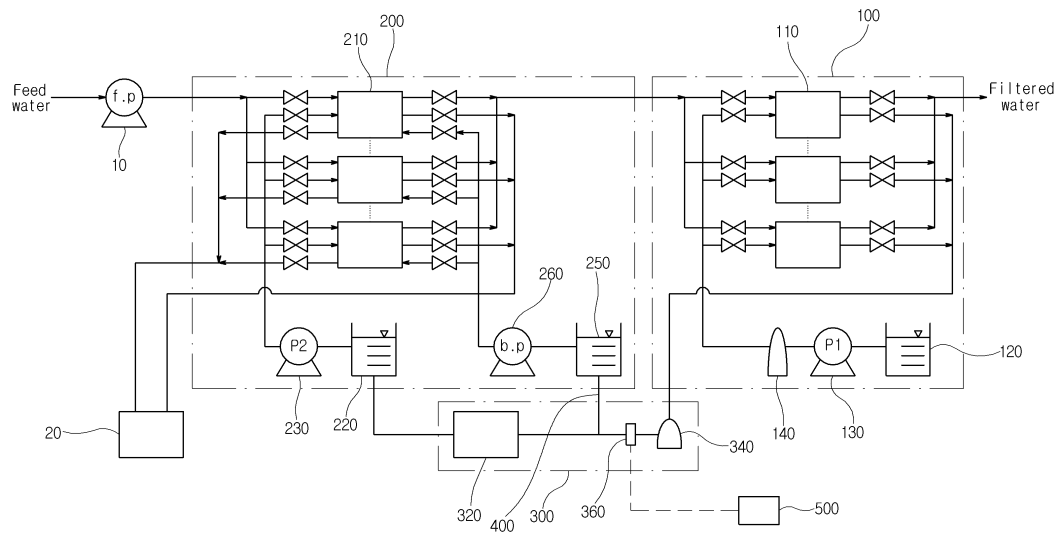
부호의 설명

- [0077]
- | | |
|-------------------|-------------------|
| 100 : 막분리조 | 110 : 제1 멤브레인 모듈 |
| 120 : 제1 CIP 탱크 | 130 : 제1 CIP 펌프 |
| 140 : 제1 카트리지가 필터 | 200 : 전처리조 |
| 210 : 제2 멤브레인 모듈 | 220 : 제2 CIP 탱크 |
| 230 : 제2 CIP 펌프 | 250 : 역세정 탱크 |
| 260 : 역세정 펌프 | 300 : 약품 정화조 |
| 320 : 전기화학적 처리장치 | 340 : 정화 카트리지가 필터 |
| 360 : 이온 농도 측정센서 | 400 : 바이패스유로 |

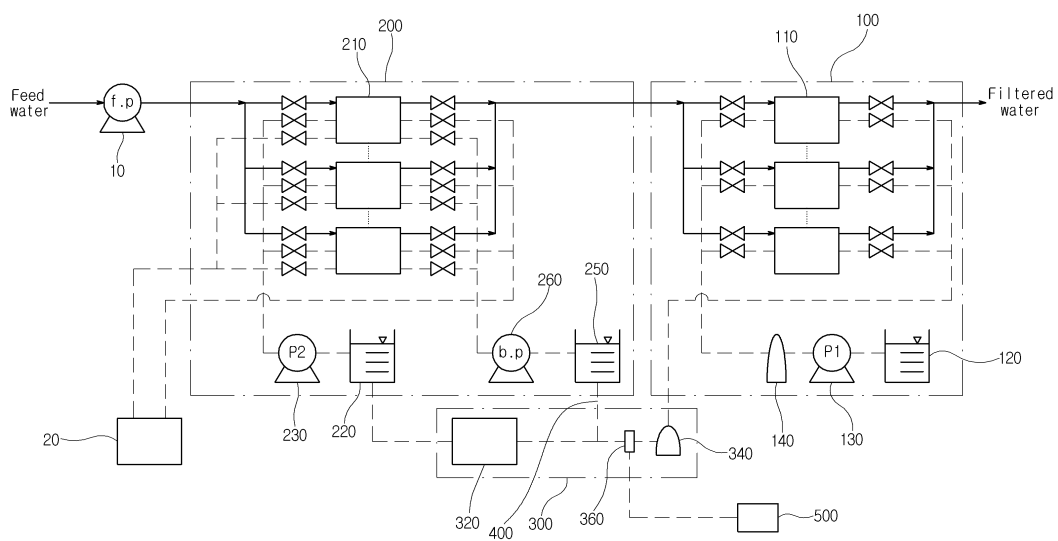
500 : 제어부

도면

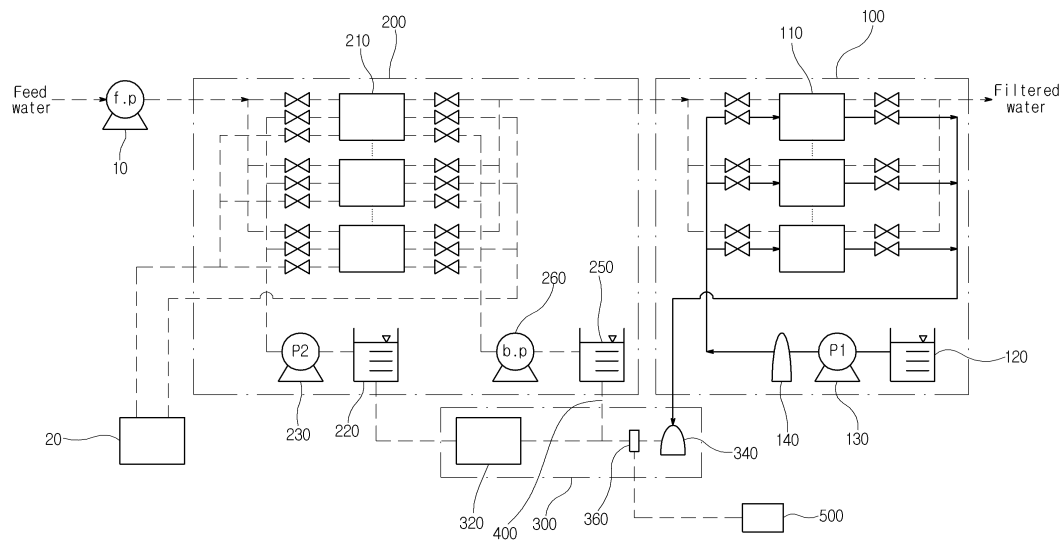
도면1



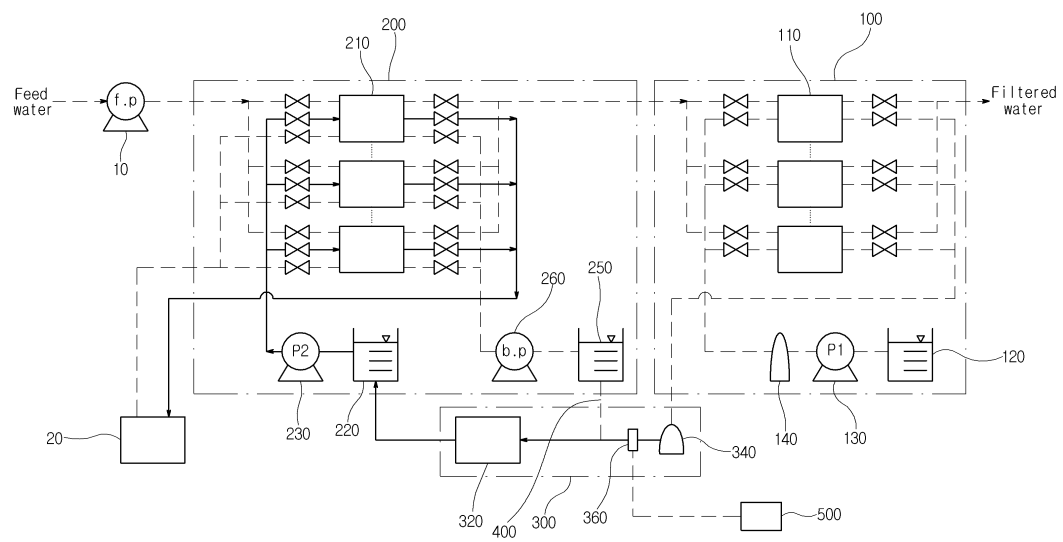
도면2



도면3



도면4



도면5

