



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년02월23일
 (11) 등록번호 10-2639627
 (24) 등록일자 2024년02월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B01D 61/02 (2006.01) B01D 61/06 (2006.01)
 B01D 61/08 (2006.01) B01D 61/10 (2006.01)
 B01D 61/12 (2006.01) B01D 65/06 (2006.01)
 C02F 1/44 (2006.01) C02F 103/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류
 B01D 61/026 (2022.08)
 B01D 61/06 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0129966
 (22) 출원일자 2023년09월27일
 심사청구일자 2023년09월27일

(56) 선행기술조사문헌
 JP2015104710 A*
 KR1020130132020 A*
 KR1020160025947 A*
 KR102282983 B1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 죽암건설 주식회사
 전라남도 순천시 충효로 85 (연향동)

(72) 발명자
 노현철
 전남 나주시 석전 2길 4-5, 301호
 권태욱
 전라남도 여수시 율촌면 여순로 1038 (동양엔파트) 101동 404호
 (뒷면에 계속)

(74) 대리인
 특허법인 태웅

전체 청구항 수 : 총 8 항

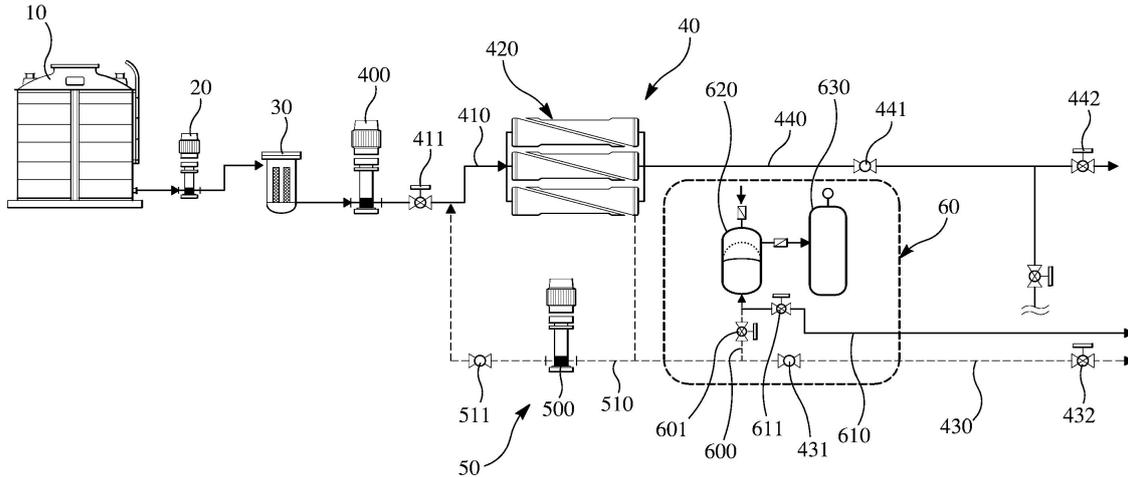
심사관 : 손연미

(54) 발명의 명칭 **농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템 및 이의 제어방법**

(57) 요약

본 발명은 농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템 및 이의 제어방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고압펌프가 마련된 원수유입라인을 통해 원수가 유입되는 하나 이상의 RO모듈을 포함하고, 상기 RO모듈의 역삼투 공정에 의해 생산되는 농축수와 처리수를 각각 농축수배출라인과 처리수배출라인으로 분리 배출시키는 (뒷면에 계속)

대표도



RO(Reverse Osmosis)공정부; 상기 원수유입라인과 농축수배출라인 간을 연결하고 농축수 순환펌프가 마련되는 순환라인을 포함하고, 상기 농축수배출라인을 통해 배출되는 농축수가 상기 RO모듈로 재유입되게 하며 기설정된 농도가 될 때까지 상기 농축수를 순환시킨 후 외부로 배출하는 CCRO(Closed Circuit Reverse Osmosis)공정부; 및 상기 농축수배출라인에 연결되고 상기 CCRO공정부의 순환 과정 후 외부로 배출되는 농축수로부터 고압의 배출압력을 공기압 형태로 회수하여 저장하며, 저장된 공기압을 선택된 공압 밸브의 작동수단으로 활용되도록 공급하는 공압회수부;를 포함하는 것이 특징이다.

(52) CPC특허분류

B01D 61/08 (2022.08)

B01D 61/10 (2013.01)

B01D 61/12 (2013.01)

B01D 65/06 (2022.08)

C02F 1/441 (2013.01)

B01D 2313/246 (2013.01)

B01D 2321/14 (2013.01)

B01D 2321/16 (2022.08)

C02F 2103/08 (2013.01)

(72) 발명자

이상민

경기도 부천시 수도로 48번길 15-10 금빛하우스 나
동 202호

이강유

전라남도 순천시 하풍1길 18-7, 203호

명세서

청구범위

청구항 1

고압펌프가 마련된 원수유입라인을 통해 원수가 유입되는 하나 이상의 RO모듈을 포함하고, 상기 RO모듈의 역삼투 공정에 의해 생산되는 농축수와 처리수를 각각 농축수배출라인과 처리수배출라인으로 분리 배출시키는 RO(Reverse Osmosis)공정부;

상기 원수유입라인과 농축수배출라인 간을 연결하고 농축수 순환펌프가 마련되는 순환라인을 포함하고, 상기 농축수배출라인을 통해 배출되는 농축수가 상기 RO모듈로 재유입되게 하며 기설정된 농도가 될 때까지 상기 농축수를 순환시킨 후 외부로 배출하는 CCRO(Closed Circuit Reverse Osmosis)공정부; 및

상기 농축수배출라인에 연결되고 상기 CCRO공정부의 순환 과정 후 외부로 배출되는 농축수로부터 고압의 배출압력을 공기압 형태로 회수하여 저장하며, 저장된 공기압을 선택된 공압 밸브의 작동수단으로 활용되도록 공급하는 공압회수부;를 포함하고,

상기 공압회수부는,

상기 농축수배출라인으로부터 분기되는 유입관, 상기 유입관에 장착되어 선택적으로 개폐 작동하는 유입밸브와, 상기 유입관에 연결되고 내부에 일정한 체적을 갖는 공기실과 상기 농축수배출라인을 통해 이동하는 고압의 농축수가 유입되어 팽창하는 수실이 구획되는 팽창탱크와, 상기 팽창탱크의 공기실과 연통되며 상기 공기실의 압축에 따라 배출되는 압축공기가 유입 및 저장되는 압력탱크를 포함하는 것을 특징으로 하는 농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 CCRO공정부는,

상기 농축수 순환펌프의 후단에 위치하도록 상기 순환라인에 장착되어 선택적으로 개폐 작동하는 제어밸브가 구비되며 상기 순환라인에서 분기되어 상기 제어밸브의 전단과 후단 간을 연결하는 제 2순환라인과, 상기 제 2순환라인에 장착되고 상기 제어밸브의 단힘 작동에 따라 제 2순환라인으로 순환하는 농축수의 유기물이 흡착되게 하는 흡착필터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 공압회수부는,

상기 팽창탱크의 공기실에 연결되고 1체크밸브가 장착되어 일방향으로 외기가 공기실로 공급되게 하는 제 1작동관과, 상기 팽창탱크의 공기실과 상기 압력탱크 간을 연결하고 제 2체크밸브가 장착되어 공기실에서 배출되는 압축공기가 일방향으로 상기 압력탱크에 유입되게 하는 제 2작동관을 포함하는 것을 특징으로 하는 농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 RO모듈의 세정을 위한 약품이 저장되고, 상기 RO공정부의 처리수배출라인 또는 농축수배출라인과 연결되어 RO모듈에서 배출되는 처리수 또는 농축수가 유입되며 세정라인을 통해 상기 RO모듈의 전단에 연결되는 CIP약품 탱크; 및

상기 세정라인에 장착되고 선택적으로 작동되어 상기 CIP약품탱크에 저장된 약품과 혼합된 처리수 또는 농축수가 세정수로서 RO모듈에 공급되게 하는 세정펌프;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 CIP약품탱크와 상기 세정펌프 사이에 구비되고 상기 세정펌프의 작동에 따라 이동하는 세정수에 압축공기가 공급 및 혼합되게 하는 공기혼합기;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템.

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 세정펌프는,

복수의 임펠러가 다단식으로 설치되어 압축공기가 혼합된 세정수에 미세기포를 생성하는 다단펌프인 것을 특징으로 하는 농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템.

청구항 8

상기 청구항 제 1항, 제 2항, 제 4항 내지 제 7항 중 어느 한 항에 따른 시스템을 제어하는 방법으로서,

- a) 고압펌프를 작동시켜 하나 이상의 RO모듈로 원수가 유입되게 하고 RO모듈의 역삼투 공정에 의해 처리수 및 농축수가 각각 분리 배출되는 RO 단계;
- b) 농축수 순환펌프를 작동시켜 상기 RO 단계에서 배출되는 농축수가 순환라인을 통해 상기 하나 이상의 RO모듈에 재유입 및 순환시키는 CCRO 단계;
- c) 상기 RO모듈에서 배출되는 농축수의 TDS농도를 측정하고, 측정한 TDS농도가 기설정된 기준 TDS농도 이상일 경우 상기 농축수 순환펌프에 의한 농축수의 순환을 정지시키는 정지 단계;
- d) 상기 RO모듈에서 생산되는 농축수를 농축수배출라인을 통해 외부로 배출시키는 배출 단계; 및
- e) 상기 배출 단계에서 배출되는 농축수로부터 고압의 배출압력을 공기압 형태로 회수하여 저장하는 공압회수 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템의 제어방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 CCRO 단계는,

순환 중인 농축수가 흡착필터를 통과하게 하여 농축수에 포함된 유기물이 흡착 및 제거되게 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템의 제어방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 폐회로의 형성과 농축수의 순환 과정을 실시하는 CCRO공정(Closed Circuit Reverse Osmosis)을 통해 RO(Reverse Osmosis) 공정에서 생산되는 처리수의 높은 회수율을 달성할 수 있으며, 특히 버려지는 농축수의 압력을 회수하여 공기압으로 저장하고 저장된 공기압을 CCRO 공정의 농축수 배출구간에 반복 가동되는 밸브의 ON/OFF에 따른 배출 농축수의 순간 고압으로 인한 내부 배관 및 기기들의 충격 부하를 저감시키면서 회수된 농축수 압력을 공기압으로 저장, 밸브 가동에 재이용함으로써 에너지 절감을 이룰 수 있는 농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템 및 이의 제어방법에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 일반적으로 해수담수를 포함한 고농도 TDS 원수를 처리 및 재이용하는 방법으로 역삼투압(RO; Reverse Osmosis) 방식이 주로 사용되고 있다.

[0004] 역삼투압 방식에서는 물에 용해되어 있는 이온성 물질은 거의 배제되고 순수한 물은 통과되는 반투막에 의해 수중에 용해되어 있는 다양한 종류의 이온성 물질을 제거하게 된다.

[0005] 이와 같은 원수로부터 이온성 물질과 순수한 물을 분리시키기 위해서는 삼투압 이상의 높은 압력이 필요한데 이 압력을 역삼투압이라고 하며 해수 담수화의 경우 대략 40 ~ 70 bar 정도의 높은 압력을 필요로 한다.

[0006] 따라서 역삼투압을 제공하기 위해 역삼투법을 이용한 수처리 장치에는 원수를 가압하는 원수공급수단(고압펌프 등)이 설치된다.

[0007] 이와 같은 역삼투법에 의한 탈염공정에서는 유입수의 삼투압보다 높은 압력으로 반투막에 대하여 압축될 때 그 반투막을 통과하지 못한 이온들은 고농도로 농축되어 외부로 농축 배출되고 막을 통과한 용액은 염이 제거된 처리수로 얻어지는 방식이다.

[0008] 이때 반투막을 통과하지 못하고 외부로 배출되는 농축수는 유입수의 압력을 거의 그대로 가지고 있으며, 에너지 측면에서 본다면 높은 에너지 손실을 가지게 되는 것이다.

[0009] 이와 같은 문제점을 개선하기 위하여 등록특허 제10-1309870호, 등록특허 제10-1560698호, 등록특허 제10-1853281호 등에서는 역삼투압의 대부분을 지닌 채로 외부로 배출되는 농축수의 보유 에너지를 회수하는 기술들이 제시되었다.

[0010] 그러나 상기 언급된 종래 기술들의 경우, 대부분이 삼투압을 극복하기 위해 반투막 유입부에 부가되는 유입수의 압력을 보완하는 방법들로 이를 위한 별도의 전력이 필요한 회수장치나 컨트롤 밸브류가 다수 추가되고, 고농도의 농축수가 다시 유입수와 합류되도록 구성되어 유기물의 농도가 높을 경우 분리막의 오염을 가속시킬 수 있을 뿐 아니라 일반적인 역삼투 공정만으로는 처리수의 높은 회수율을 기대하기 어렵다는 문제점이 있다.

[0011] 또한 회수되는 농축수의 경우, 고압펌프에 의하여 역삼투압에 요구되는 높은 압력이 유지되기 때문에 각종 배관 등에 상시적으로 팽창압이 작용하고 있는 바, 이러한 팽창압은 장기적인 측면에서 반복적인 밸브의 ON/OFF 전환 시 지속적인 배관의 손상 및 기기 부하를 유발함으로 내구성 저하의 요인으로 작용하게 되는 문제점이 있다.

[0012] 특히 역삼투 공정을 위한 수처리 시설에서는 농축수 에너지 회수기술이 적용되어 있더라도 고전력이 요구되는 고압펌프뿐 아니라 유체의 이동 및 차단을 제어하기 위한 각종 밸브들이 장착되어 있는데, 이들 밸브들의 개폐 작동을 위해서는 별도의 구동전력이 필요하며, 처리용량이 증가할수록 밸브 구동 및 시스템의 안정성 확보를 위해 공압밸브를 적용하게 되는데 이때의 경우에도 별도 전력을 소모하는 에어 컴프레서가 반드시 구비되어야만 하므로 그에 따른 전력 사용 및 운용 비용이 증가하게 되는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 등록특허 제10-1309870호
- (특허문헌 0002) 등록특허 제10-1560698호

(특허문헌 0003) 등록특허 제10-1853281호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 따라서 본 발명의 목적은, RO(Reverse Osmosis) 공정에서 생산되는 처리수의 높은 회수율을 달성할 수 있을 뿐 아니라 버려지는 농축수의 압력을 회수하여 공기압으로 저장하고, 저장된 공기압을 RO 공정 내지 CCRO 공정에서 요구되는 각종 공압밸브 등의 작동에 활용되도록 함으로써 고압의 농축수 압력으로 인한 내부 배관 및 기기들의 충격 부하를 저감시키면서 에너지 절감을 이룰 수 있는 농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템 및 이의 제어방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0017] 상술한 과제를 해결하기 위한 수단으로서 본 발명의 농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템(이하 "본 발명의 시스템"이라 칭함)은, 고압펌프가 마련된 원수유입라인을 통해 원수가 유입되는 하나 이상의 RO모듈을 포함하고, 상기 RO모듈의 역삼투 공정에 의해 생산되는 농축수와 처리수를 각각 농축수배출라인과 처리수배출라인으로 분리 배출시키는 RO(Reverse Osmosis)공정부; 상기 원수유입라인과 농축수배출라인 간을 연결하고 농축수 순환펌프가 마련되는 순환라인을 포함하고, 상기 농축수배출라인을 통해 배출되는 농축수가 상기 RO모듈로 재유입되게 하며 기설정된 농도가 될 때까지 상기 농축수를 순환시킨 후 외부로 배출하는 CCRO(Closed Circuit Reverse Osmosis)공정부; 및 상기 농축수배출라인에 연결되고 상기 CCRO공정부의 순환 과정 후 외부로 배출되는 농축수로부터 고압의 배출압력을 공기압 형태로 회수하여 저장하며, 저장된 공기압을 선택된 공압 밸브의 작동수단으로 활용되도록 공급하는 공압회수부;를 포함하고, 상기 공압회수부는, 상기 농축수배출라인으로부터 분기되는 유입관, 상기 유입관에 장착되어 선택적으로 개폐 작동하는 유입밸브와, 상기 유입관에 연결되고 내부에 일정한 체적을 갖는 공기실과 상기 농축수배출라인을 통해 이동하는 고압의 농축수가 유입되어 팽창하는 수실이 구획되는 팽창탱크와, 상기 팽창탱크의 공기실과 연통되며 상기 공기실의 압축에 따라 배출되는 압축공기가 유입 및 저장되는 압력탱크를 포함하는 것이 특징이다.

[0018] 하나의 예로써, 상기 CCRO공정부는, 상기 농축수 순환펌프의 후단에 위치하도록 상기 순환라인에 장착되어 선택적으로 개폐 작동하는 제어밸브가 구비되며 상기 순환라인에서 분기되어 상기 제어밸브의 전단과 후단 간을 연결하는 제 2순환라인과, 상기 제 2순환라인에 장착되고 상기 제어밸브의 닫힘 작동에 따라 제 2순환라인으로 순환하는 농축수의 유기물이 흡착되게 하는 흡착필터를 더 포함하는 것이 특징이다.

[0019] 삭제

[0020] 하나의 예로써, 상기 공압회수부는, 상기 팽창탱크의 공기실에 연결되고 1체크밸브가 장착되어 일방향으로 외기가 공기실로 공급되게 하는 제 1작동관과, 상기 팽창탱크의 공기실과 상기 압력탱크 간을 연결하고 제 2체크밸브가 장착되어 공기실에서 배출되는 압축공기가 일방향으로 상기 압력탱크에 유입되게 하는 제 2작동관을 포함하는 것이 특징이다.

[0021] 하나의 예로써, 상기 RO모듈의 세정을 위한 약품이 저장되고, 상기 RO공정부의 처리수배출라인 또는 농축수배출라인과 연결되어 RO모듈에서 배출되는 처리수 또는 농축수가 유입되며 세정라인을 통해 상기 RO모듈의 전단에 연결되는 CIP약품탱크; 및 상기 세정라인에 장착되고 선택적으로 작동되어 상기 CIP약품탱크에 저장된 약품과 혼합된 처리수 또는 농축수가 세정수로서 RO모듈에 공급되게 하는 세정펌프;를 더 포함하는 것이 특징이다.

[0022] 하나의 예로써, 상기 CIP약품탱크와 상기 세정펌프 사이에 구비되고 상기 세정펌프의 작동에 따라 이동하는 세정수에 압축공기가 공급 및 혼합되게 하는 공기혼합기;를 더 포함하는 것이 특징이다.

[0023] 하나의 예로써, 상기 세정펌프는, 복수의 임펠러가 다단식으로 설치되어 압축공기가 혼합된 세정수에 미세기포를 생성하는 다단펌프인 것이 특징이다.

[0024] 한편 본 발명의 농축수 압력을 활용한 에너지 회수 및 재이용 CCRO 시스템의 제어방법(이하 '본 발명의 제어방법'이라 칭함)은 상술한 시스템을 제어하는 방법으로서, a) 고압펌프를 작동시켜 하나 이상의 RO모듈로 원수가 유입되게 하고 RO모듈의 역삼투 공정에 의해 처리수 및 농축수가 각각 분리 배출되는 RO 단계; b) 농축수 순환

펌프를 작동시켜 상기 RO 단계에서 배출되는 농축수가 순환라인을 통해 상기 하나 이상의 RO모듈에 재유입 및 순환시키는 CCRO 단계; c) 상기 RO모듈에서 배출되는 농축수의 TDS농도를 측정하고, 측정한 TDS농도가 기설정된 기준 TDS농도 이상일 경우 상기 농축수 순환펌프에 의한 농축수의 순환을 정지시키는 정지 단계; d) 상기 RO모듈에서 생산되는 농축수를 농축수배출라인을 통해 외부로 배출시키는 배출 단계; 및 e) 상기 배출 단계에서 배출되는 농축수로부터 고압의 배출압력을 공기압 형태로 회수하여 저장하는 공압회수 단계;를 포함하는 것이 특징이다.

[0025] 하나의 예로써, 상기 CCRO 단계는, 순환 중인 농축수가 흡착필터를 통과하게 하여 농축수에 포함된 유기물이 흡착 및 제거되게 하는 단계를 포함하는 것이 특징이다.

발명의 효과

[0027] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 시스템 및 제어방법에 따르면, 폐회로의 형성과 농축수의 순환 과정을 실시하는 CCRO공정(Closed Circuit Reverse Osmosis)을 통해 RO(Reverse Osmosis) 공정에서 생산되는 농축수 압력을 회수하여 RO 장치 밸브 구동에 재이용함과 동시에 반복적인 농축수 배출 밸브 개폐에 따른 배관충격을 완화시키면서 처리수의 높은 회수율을 달성하는 효과가 있다.

[0028] 또한 버려지는 고압의 농축수 압력을 이용한 팽창탱크의 반복 운동을 통해 별도의 에너지 사용없이 압력탱크에 압축공기를 충전시킬 수 있으며, 충전된 압축공기를 시스템 운용에 필요한 각종 공압밸브의 작동에 활용될 수 있도록 공급하기 때문에 밸브 구동을 위한 전력 또는 에어 컴프레서가 불필요하여 에너지의 절감 및 운용 비용을 절감할 수 있게 되는 효과가 있다.

[0029] 그리고 고압펌프의 초기 가동 시 또는 RO 공정의 농축수 배출 밸브의 반복 가동시 밸브 ON/OFF에 따른 농축수의 순간 고압으로 인한 배관 및 기타 설비의 팽창 충격 및 부하를 저감시킴으로써 시스템의 내구성을 향상시킬 수 있게 되는 효과가 있다.

[0030] 또한 RO모듈의 성능 저하에 따른 CIP 세정 공정 시, 압력탱크에 회수된 압축공기를 활용하여 공기공급이 이루어지고 복수의 임펠러가 다단식으로 설치된 다단 펌프에 의해 발생된 미세기포를 공급하여 화학세정과 함께 미세기포에 의한 물리적 세정이 병행되도록 함으로써 세정 능력을 더욱 증대시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 시스템을 나타내는 개략도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 CCRO공정부의 제 2순환라인의 작동 상태도.
- 도 3a 내지 도 3b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 공압회수부의 작동 상태도.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 세정 구성을 나타내는 개략도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 본 발명을 설명함에 있어서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0034] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명한다.

[0035] 도 1을 참조하면 본 발명의 시스템은 유입된 원수에 대하여 역삼투(Reverse Osmosis) 공정으로 탈염을 실시하는 RO(Reverse Osmosis)공정부(40)와, 상기 RO공정부(40)의 역삼투 공정에서 생산되는 농축수를 설정된 농도까지 반복 순환시킨 후 배출되게 하는 CCRO(Closed Circuit Reverse Osmosis)공정부(50) 및 상기 RO공정부의 역삼투(Reverse Osmosis) 공정에서 이용되는 고압의 배출압력을 공기압 형태로 회수 및 저장하는 공압회수부(60)를 포함할 수 있다.

[0036] RO공정부(40)는 원수유입라인(410)을 통해 원수가 유입되는 하나 이상의 RO모듈(420)을 포함할 수 있으며, 유입된 원수를 역삼투 공정으로 여과 처리하여 농축수와 처리수를 각각 생산할 수 있다.

[0037] RO모듈(420)은 원수에 대한 물리적 여과 처리를 위하여 공지된 다양한 여과막 중 적합한 하나를 선택하여 적용될 수 있으며, 둘 이상의 RO모듈(420)이 상호 병렬 연결되어 원수의 처리 유량 등을 선택적으로 조절할 수

있다.

- [0038] RO모듈(420)에서 생산되는 처리수는 pH조정 등의 후처리를 통해 공업 또는 농업 용수 등으로 활용될 수 있다. 농축수의 경우는 이하에서 설명하는 CCRO공정부(50)의 순환 후 더욱 농축된 상태로 배출될 수 있으며 별도의 저감 시설로 이송된 후 후처리될 수 있다.
- [0039] RO모듈(420)은 전처리 과정을 거쳐 1차적으로 여과 처리된 원수가 유입될 수 있다.
- [0040] 일 예로 하수처리장 등으로부터 전달되는 원수는 원수탱크(10)에 일정 시간 체류 후 유입펌프(20)에 의해 이송될 수 있으며, 전처리필터(30)를 통과하여 물리적인 여과 처리 후 상기 원수유입라인(410)을 통해 RO모듈(420)로 유입될 수 있다.
- [0041] 이러한 전처리 과정의 여부는 원수의 오염 정도 및 RO모듈(420)의 여과 처리 조건 등을 고려하여 결정될 수 있다. 이때 전처리 과정에 적용되는 정화시설은 상기 언급한 전처리필터(30)에 한정되지 않으며 다양한 물리적 또는 화학적 시설이 추가 적용될 수 있음은 당연하다.
- [0042] RO모듈(420)은 삼투압 이상의 높은 압력을 가하여 역으로 밀어내는 원리를 이용한 것으로, 유입 원수에 대하여 이온물질을 포함한 고형물질의 높은 제거 능력을 가지고 있다.
- [0043] 이에 원수유입라인(410)에는 원수가 삼투압 이상의 높은 압력으로 이동하여 상기 RO모듈(420)로 유입되게 함으로써 역삼투 공정이 수행되게 하는 고압펌프(400)가 마련될 수 있다.
- [0044] 그리고 원수유입라인(410)에는 고압의 원수가 선택적으로 상기 RO모듈(420)에 유입될 수 있도록 고압펌프(400) 후단에서 개폐 작동하는 제 1공압밸브(411)가 설치될 수 있다.
- [0045] 이러한 RO공정부(40)는 상기 RO모듈(420)의 역삼투 공정에 의해 생산되는 농축수와 처리수를 각각 분리 배출시키는 농축수배출라인(430)과 처리수배출라인(440)을 더 포함할 수 있다.
- [0046] 농축수배출라인(430) 및 처리수배출라인(440)에는 각각 배출되는 농축수 또는 처리수의 유량을 조절하기 위하여 농축수유량 조절밸브(431)와 처리수유량 조절밸브(441)가 설치될 수 있다.
- [0047] 그리고 농축수배출라인(430) 및 처리수배출라인(440)에는 고압펌프(40)에 의한 고압에 대응하여 관로를 개폐할 수 있도록 각각 제 3공압밸브(432)와 제 2공압밸브(442)가 설치될 수 있다.
- [0048] 한편 CCRO공정부(50)는 시스템 내에서 폐회로를 형성하고, 상기 RO공정부(40)의 역삼투 공정에 의해 연속 생산되는 농축수를 RO모듈(420)에 재유입되도록 순환시킬 수 있다.
- [0049] CCRO공정부(50)는 상기 RO공정부(40)의 원수유입라인(410)과 농축수배출라인(430) 간을 연결하는 순환라인(510)을 포함할 수 있다.
- [0050] 순환라인(510)에는 농축수 순환펌프(500)가 마련되어 RO모듈(420)를 거쳐 배출되는 농축수의 손실 압력을 보상하면서 상기 RO모듈(420)의 원수유입라인(410)으로 농축수가 이동 및 유입될 수 있게 한다.
- [0051] 그리고 순환라인(520)에는 순환밸브(511)가 설치되어 상기 농축수 순환펌프(500)에 의해 이동하는 농축수의 순환을 제어할 수 있다.
- [0052] 이때 CCRO공정부(50)에 의한 농축수의 순환 과정에서는 상기 농축수배출라인(430)의 농축수유량 조절밸브(431)와 제 3공압밸브(432)가 차단되도록 작동하여 폐회로가 형성되어야 하며, 상기 RO공정부(40)의 역삼투 공정은 정상 작동하여 농축수의 순환 과정에도 처리수의 배출이 연속적으로 실시되게 해야 한다.
- [0053] CCRO공정부(50)는 도면에 도시된 바 없으나 상기 농축수배출라인(430)에 농축수의 TDS농도를 측정하기 위한 센서를 설치하여 순환 중인 농축수의 TDS농도를 실시간 감지할 수 있다.
- [0054] 그리고 CCRO공정부(50)는 측정한 농축수의 TDS농도가 기설정된 기준 TDS농도 이상일 경우 상기 순환밸브(511)를 차단 작동시키면서 상기 농축수 순환펌프(500)에 의한 농축수의 순환을 정지시킴과 더불어 폐회로를 개방시켜 농축수를 외부로 배출시킬 수 있다.
- [0055] 폐회로의 개방과 농축수의 외부 배출은 상기 농축수배출라인(430)의 농축수유량 조절밸브(431)와 제 3공압밸브(432)를 개방 작동시키는 것으로 이루어질 수 있다.
- [0056] 이러한 CCRO공정부(50)는 상기 RO공정부(40)의 역삼투 공정의 정지 없이 탈염된 처리수의 배출은 그대로 유지되게 하면서, 기설정된 농축 농도가 될 때까지 농축수를 RO모듈(420)로 재유입 및 순환시켜 높은 처리수 회수율을

달성함으로써 후처리시설의 처리부하와 처리공정 등을 저감될 수 있다.

- [0057] 이에 더하여 CCRO공정부(50)는 농축수가 상기 순환라인(510)을 통해 순환하는 과정에서 농축수에 포함된 유기물을 제거하기 위한 구성을 더 포함할 수 있다.
- [0058] 도 2에 도시된 바에 의하면, CCRO공정부(50)는 상기 농축수 순환펌프(500)의 후단에 위치하도록 상기 순환라인(510)에 장착되어 선택적으로 개폐 작동하는 제어밸브(521)가 구비되며 상기 순환라인(510)에서 분기되어 상기 제어밸브(521)의 전단과 후단 간을 연결하는 제 2순환라인(520)을 포함할 수 있다.
- [0059] 그리고 CCRO공정부(50)는 상기 제 2순환라인(520)에 장착되고 상기 제어밸브(521)의 닫힘 작동에 따라 제 2순환라인(520)으로 순환하는 농축수의 유기물이 흡착되게 하는 흡착필터(530)를 더 포함할 수 있다.
- [0060] 농축수 순환펌프(500)는 농축수의 손실된 압력에 대하여 보상 압력을 제공하는 것인 바, 순환라인(510)에서 농축수 순환펌프(500)의 후단에 설치된 제어밸브(521)가 닫힘으로써 유기물이 포함된 농축수는 순환라인(510)로부터 분기된 제 2순환라인(520)을 따라 순환할 수 있게 되고, 농축수가 제 2순환라인(510)을 순환하는 과정에서 흡착필터(530)를 통과하게 되면서 농축수 중의 유기물이 흡착 및 제거될 수 있다. 이때 유기물이 제거되는 과정을 거치며 일부 손실된 농축수 압력은 농축수 순환펌프(500)에 의해 보상될 수 있다.
- [0061] 흡착필터(530)는 유기물을 제거하기 위한 공지의 다양한 필터 중 하나일 수 있다. 예를 들면 흡착필터(530)는 활성탄 필터일 수 있다.
- [0062] 여기서 상기 흡착필터(530)의 재생이나 농축수 중의 유기물에 대한 제거가 불필요할 경우, 상기 제어밸브(521)를 열림 작동시킴으로써 농축수가 제 2순환라인(520)을 경유하지 않게 할 수 있다.
- [0063] 한편 공압회수부(60)는 농축수배출라인(430)에 연결될 수 있으며, CCRO공정부(50)의 순환 과정 정지 후 상기 농축수배출라인(430)을 통해 외부로 배출되는 농축수로부터 고압의 배출압력을 공기압 형태로 회수하여 저장할 수 있다.
- [0064] 공압회수부(60)는 도면에 도시된 바 없으나 별도의 공압관을 통해 시스템 운용에 사용되는 각각의 공압밸브와 연결될 수 있으며, 저장된 공기압의 경우 선택된 공압밸브의 작동수단으로 활용되도록 공급될 수 있다.
- [0065] 이때 공압밸브는 공기압에 의해 작동하는 밸브로 상기에서 언급한 제 1공압밸브(411), 제 2공압밸브(332), 제 3공압밸브(432) 및 순환밸브(511)는 물론 이하에서 설명하는 유입밸브(601), 배수밸브(611), 제 4공압밸브(701), 제 5공압밸브(711) 및 제 6공압밸브(721) 등을 포함할 수 있다.
- [0066] 따라서 본 발명의 시스템에 의하면, RO공정부(40)의 역삼투 공정 내지 CCRO공정부(50)의 순환 공정을 수행하는 과정에서 버려지는 배출 압력을 공기압 형태로 회수할 수 있게 되고, 회수된 공기압을 각종 공압밸브 등의 작동에 활용되도록 공급이 가능한 바, 컴프레서와 같은 별도의 압축공기 공급수단이 필요하지 않으므로 에너지 절감을 도모할 수 있을 뿐 아니라 운용비용을 절감할 수 있다.
- [0067] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 공압회수부의 구성과 그 작동기작을 나타낸다.
- [0068] 본 실시 예에 따른 공압회수부(60)는 팽창탱크(620)에 의해 공기압을 회수할 수 있다.
- [0069] 구체적으로 공압회수부(60)는 농축수배출라인(430)으로부터 분기되는 유입관(600)과, 상기 유입관(600)에 장착되어 선택적으로 개폐 작동하는 유입밸브(601)와, 상기 유입관(600)에 연결되어 공기압을 회수하는 팽창탱크(620)와, 상기 팽창탱크(620)에 연결되어 회수된 공기압이 충전되는 압력탱크(630)를 포함할 수 있다.
- [0070] 팽창탱크(620)는 일정한 체적을 갖는 공기실(622)과, 상기 공기실(622)의 내부에서 공간부를 형성하면서 상기 공간부에 유입관(600)이 연통되고 상기 농축수배출라인(430)을 통해 이동하는 농축수가 유입되어 팽창하는 수실(621)이 구획 설치될 수 있다.
- [0071] 압력탱크(630)는 상기 팽창탱크(620)의 공기실(622)과 연통될 수 있으며, 공기실(622)의 압축 작용에 따라 배출되는 압축공기가 유입 및 저장될 수 있다.
- [0072] 먼저 도 3a를 참조하면, CCRO공정부(50)의 순환 정지 후 농축수의 배출을 위하여 제 3공압밸브(432)가 열림 작동하면서 농축수배출라인(430)을 통해 농축수가 이동 및 배출될 경우, 상기 농축수는 분기된 유입관(600)을 통해 팽창탱크(620)의 수실(621)로 유입될 수 있다.
- [0073] 이때 유입관(600)의 유입밸브(601) 역시 공압밸브로, 열림 상태가 유지되어야 한다.

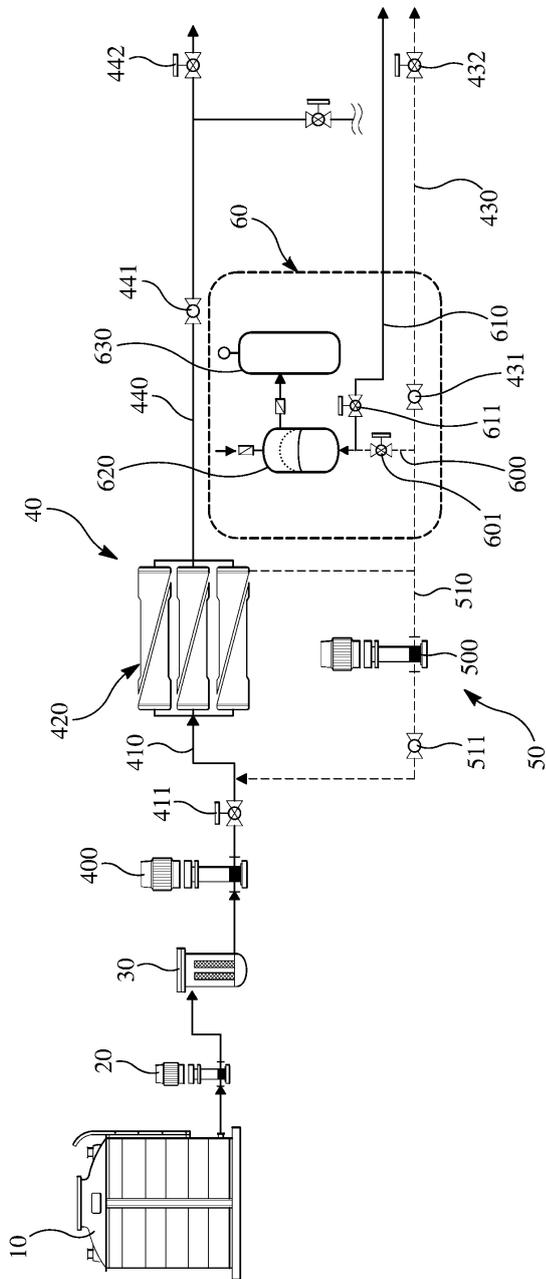
- [0074] 고압으로 배출되는 농축수가 유입됨에 의해 수실(621)은 원 상태에서부터 부피가 팽창하게 되고, 이에 대응하여 공기실(622)의 체적이 줄어들면서 압축될 수 있다. 그리고 공기실(622)이 압축된 만큼 공기실(622)에 존재하던 압축공기가 연통된 압력탱크(630)로 이동되어 압축공기의 부분 충전이 이루어질 수 있다.
- [0075] 공압회수부(60)는 상기 유입관(600)으로부터 분기되는 배수관(610)과, 상기 배수관(610)에 장착되어 선택적으로 개폐 작동하는 배수밸브(611)를 더 포함할 수 있다.
- [0076] 배수관(610)의 배수밸브(611) 역시 공압밸브일 수 있으며, 압력탱크(630)의 압축공기 충전 과정에서는 유입밸브(601)와 반대로 닫힘 상태가 유지되어 농축수의 유출을 방지해야 한다.
- [0077] 여기서 공압회수부(60)는 상기 팽창탱크(620)의 공기실(622)에 연결되고 1체크밸브(641)가 장착되어 일방향으로 외기가 공기실(622)로 공급되게 하는 제 1작동관(640)과, 상기 팽창탱크(620)의 공기실(622)과 상기 압력탱크(630) 간을 연결하고 제 2체크밸브(651)가 장착되어 공기실(622)에서 배출되는 압축공기가 일방향으로 압력탱크(630)에 유입되게 하는 제 2작동관(650)을 더 포함할 수 있다.
- [0078] 즉 압력탱크(630)의 충전 과정에서는 수실(611)이 농축수의 유입에 의해 팽창되고 그에 따라 공기실(622)이 압축되는 것이며, 이때 제 2체크밸브(651)가 열림 작동된 상태가 유지되어 공기실(622)의 압축 공기가 압력탱크(630)로 이동될 수 있다.
- [0079] 이와 같은 압력탱크(630)의 공기압 충전 과정은 기설정된 시간 동안 이루어질 수 있다.
- [0080] 도 3b를 참조하면 기설정된 시간 동안 압력탱크(630)의 공기압 충전 과정이 완료되면, 반대로 유입관(600)의 유입밸브(601)가 닫힘 작동하면서 배수관(610)의 배수밸브(611)가 열림 작동하게 된다.
- [0081] 이와 동시에 제 1작동관(640)의 제 1체크밸브(641)가 열림 작동하고, 제 2작동관(650)의 제 2체크밸브(651)가 닫힘 작동하게 된다.
- [0082] 따라서 팽창탱크(620)의 수실(622)에 유입된 농축수는 수실(622)로부터 배출되어 배수관(610)을 통해 배수될 수 있으며, 제 1체크밸브(641)의 열림에 의해 공기실(621)로 외기가 유입됨으로써 수실(622)의 수축과 공기실(621)이 원래의 체적을 갖는 형태로 복원될 수 있다.
- [0083] 도 3a 및 도 3b에 도시된 작동 과정은 압력탱크(630)가 설정압 도달시까지 반복될 수 있다. 즉 수실(622)에 농축수가 유입되게 하여 공기실(621)이 압축되게 하고 반대로 수실(622)의 농축수가 배출되게 하여 공기실(621)이 복원되게 하는 과정을 반복함으로써 압력탱크(630)의 기설정된 압력값까지 충전되게 하는 것이다.
- [0084] 압력탱크(630)는 도면에 도시된 바 없으나 압력계를 포함할 수 있으며, 압력계의 계측 결과에 따라 압력탱크(630) 내의 충전 상태를 판단할 수 있다.
- [0085] 그리고 압력탱크(630)는 완충에 해당되는 제 1압력값과 충전이 요구되는 제 2압력값이 각각 설정될 수 있으며, 압력계에서 계측되는 압력값이 제 1압력값에 도달할 경우 상술한 충전 과정이 일시 정지되게 하고, 압력계에서 계측되는 압력값이 제 2압력값에 도달할 경우 상술한 반복적인 충전 과정이 재개되게 할 수 있다.
- [0086] 한편 본 발명의 시스템은 도 4에 도시된 바와 같이 상기 RO모듈(420)의 세정을 위한 구성들을 더 포함할 수 있다.
- [0087] 도 4를 참조하면 본 발명의 시스템은 상기 RO모듈(420)의 세정을 위한 약품이 저장되는 CIP약품탱크(70)를 더 포함할 수 있다.
- [0088] 이때 약품은 여과막의 세정에 사용되는 공지의 약품들 중 적합한 하나를 선택하여 적용될 수 있는 바, 이에 대한 구체적인 설명은 생략한다.
- [0089] CIP약품탱크(70)는 상기 RO모듈(420)의 처리수배출라인(440)으로부터 분기되고 제 4공압밸브(701)가 장착되는 제 1분기관(700)과, 농축수배출라인(430)으로부터 분기되며 제 5공압밸브(711)가 장착되는 제 2분기관(710)을 포함할 수 있다.
- [0090] 이에 CIP약품탱크(70)는 처리수배출라인(440) 또는 농축수배출라인(430)과 연결될 수 있으며, RO모듈(420)의 역삼투 공정에서 생산 및 배출되는 처리수 또는 CCRO공정부(50)의 순환 작동 정지 후 배출되는 농축수가 유입되어 기저장된 약품과 혼합된 세정수를 생산 및 저장할 수 있다.
- [0091] 즉 세정수로 활용되는 물은 RO모듈(420)에서 여과 처리된 처리수뿐 아니라, 농축수를 재활용하도록 함으로써 폐

수 발생량을 최소화할 수 있다.

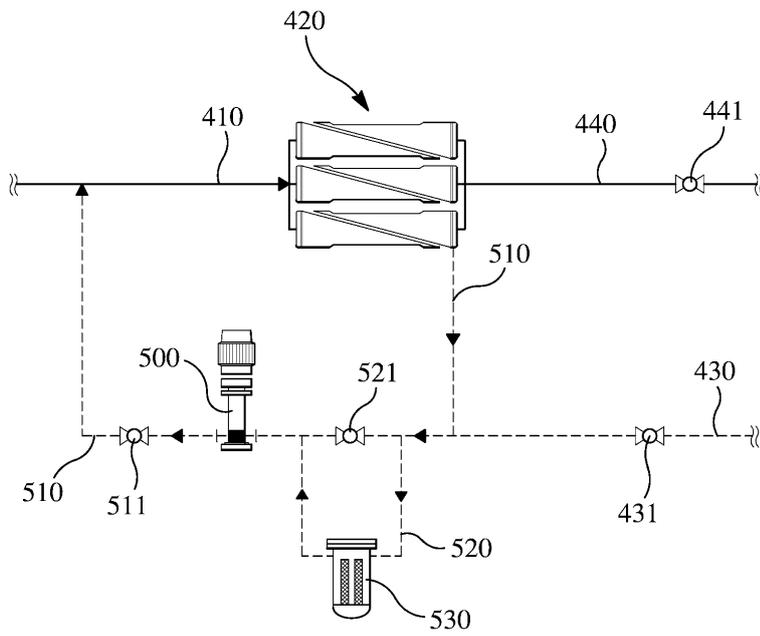
- [0092] 그리고 CIP약품탱크(70)는 세정라인(720)을 통해 상기 RO모듈(420)의 전단에 연결될 수 있으며, 상기 세정라인(720)에는 제 6공압밸브(721)가 장착되어 세정수의 공급이 제어되게 할 수 있다.
- [0093] 또한 본 발명의 시스템은 세정라인(720)에 장착되고 상기 제 6공압밸브(721)과 함께 선택적으로 작동되어 CIP약품탱크(70)에 저장된 약품과 혼합된 처리수 또는 농축수가 세정수로서 RO모듈(420)에 공급되게 하는 세정펌프(80)를 더 포함할 수 있다.
- [0094] 이와 같은 CIP약품탱크(70) 및 세정펌프(80)에 의한 RO모듈(420)의 세정 공정은 상기 RO모듈(420)의 성능저하시 실시되게 할 수 있다.
- [0095] 일 예로 도면에 도시된 바 없으나 RO모듈(420)에는 압력센서가 장착될 수 있고, 압력센서에서 측정되는 RO모듈(420)의 압력값에 의해 차압 발생을 실시간으로 감지할 수 있으며, 차압 발생이 감지될 시 자동으로 RO모듈(420)에 대한 물리 세정이 실시될 수 있게 하는 것이 바람직하다.
- [0096] RO모듈(420)의 세정 공정은 차압의 상승 감지뿐 아니라 처리수량이 충분치 않을 경우에도 실시되게 할 수 있다.
- [0097] 여기서 RO모듈(420)의 세정 공정 시에는 상기 제 1공압밸브(411), 제 2공압밸브(442), 제 3공압밸브(432) 등을 포함하여 처리수 및 농축수의 생산 과정에 필요한 모든 공압밸브들의 작동을 일시 정지될 수 있다.
- [0098] 이에 더하여 본 발명에서는 도 4에 도시된 바와 같이 상기 CIP약품탱크(70)와 상기 세정펌프(80) 사이에 구비되고, 상기 세정펌프(80)의 작동에 따라 이동하는 세정수에 압축공기가 공급 및 혼합되게 하는 공기혼합기(90)를 더 포함할 수 있다.
- [0099] 이때 세정펌프(80)는 복수의 임펠러가 다단식으로 설치되어 압축공기가 혼합된 세정수에 미세기포를 생성하는 다단펌프인 것이 바람직한 바, 세정 공정에서 공기혼합기(90)와 다단펌프의 임펠러에 의해 발생된 미세기포를 공급하여 화학세정과 함께 미세기포에 의한 물리적 세정이 병행되도록 함으로써 세정 능력을 더욱 증대시킬 수 있게 한다.
- [0100] 그리고 상기 공기혼합기(90)에서 공급되는 압축공기는 상기 공압회수부(60)에서 회수 및 저장된 압축공기를 활용하는 것이 바람직하다.
- [0101] 일 예로 공기혼합기(90)는 상기 공압회수부(60)의 압력탱크(630)와 공기유입라인(900)을 통해 연결될 수 있으며, 공기유입라인(900)에는 제 7공압밸브(901)가 장착되어 압력탱크(630)에 저장된 압축공기가 선택적으로 유입될 수 있다.
- [0102] 이처럼 본 발명의 시스템은 버려지는 고압의 농축수 압력을 이용한 팽창탱크(620)의 반복 운동을 통해 압력탱크(630)에 압축공기를 충전시킬 수 있으며, 충전된 압축공기를 시스템 운용에 필요한 각종 공압밸브의 작동에 활용될 수 있도록 공급하기 때문에 밸브 구동을 위한 전력 또는 에어 컴프레서가 불필요하여 에너지의 절감 및 운용 비용을 절감할 수 있게 된다.
- [0103] 또한 일반적으로 RO공정부(40)가 가동될 때 초기 처리수는 요구 수질보다 나쁘게 나오기 때문에 초기 처리수는 농축수로 배출시키거나 전단으로 Return시키고 안정적인 요구 수질이 발생할 때부터 처리수로 배출하는 방식으로 운용되므로, 농축수나 전단으로 초기 처리수를 Return시킬 때 밸브가 전환되면서 고압의 농축수로 인한 충격 부하가 발생하게 된다.
- [0104] 그러나 본 발명의 경우 상술한 바와 같이 팽창탱크(620)가 고압의 농축수 압력을 공기압으로 회수하는 기능을 갖는 것에 더하여 그 과정에서 고압으로 인한 충격력을 제어할 수 있게 되는 바, 고압펌프(400)의 초기 가동 시 또는 RO공정부(40) 및 CCRO공정부(50)의 반복 가동시 밸브 ON/OFF에 따른 농축수의 순간 고압으로 인한 배관 및 기타 설비의 팽창 충격 및 부하를 저감시킴으로써 시스템의 내구성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0105] 한편 본 발명의 제어방법은 도 1 내지 도 4에 나타난 시스템을 제어하는 방법으로, 고압펌프(400)를 작동시켜 하나 이상의 RO모듈(420)로 원수가 유입되게 하고 RO모듈(420)의 역삼투 공정에 의해 처리수 및 농축수가 각각 분리 배출되는 RO 단계를 수행할 수 있다.
- [0106] 그리고 농축수 순환펌프(500)를 작동시켜 상기 RO 단계에서 배출되는 농축수가 순환라인(510)을 통해 상기 하나 이상의 RO모듈(420)에 재유입 및 순환시키는 CCRO 단계를 수행할 수 있다.
- [0107] 또한 RO모듈(420)에서 배출되는 농축수의 TDS농도를 측정하고, 측정한 TDS농도가 기설정된 기준 TDS농도 이상일

도면

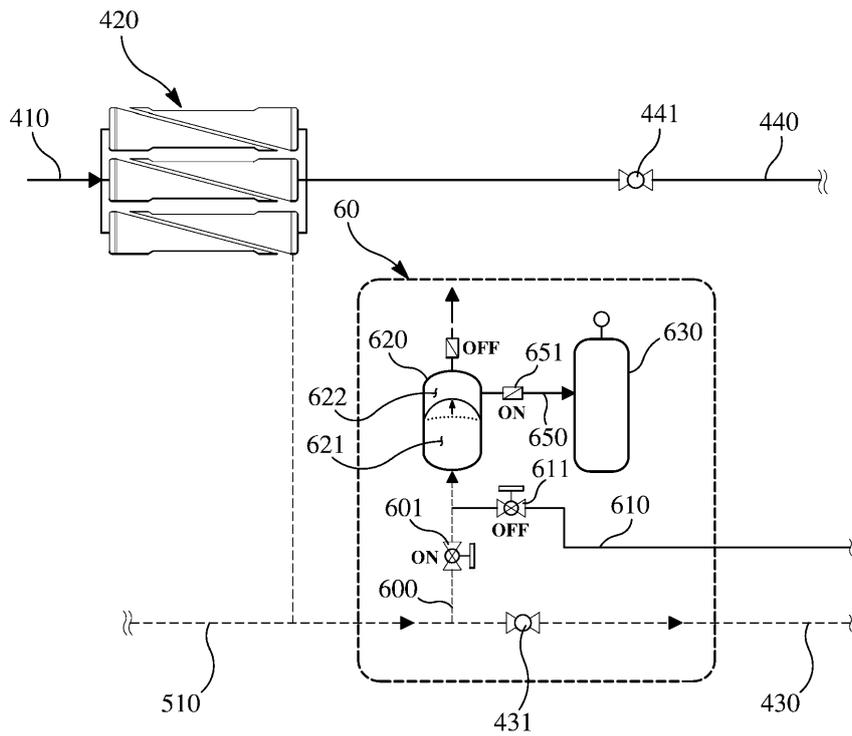
도면1



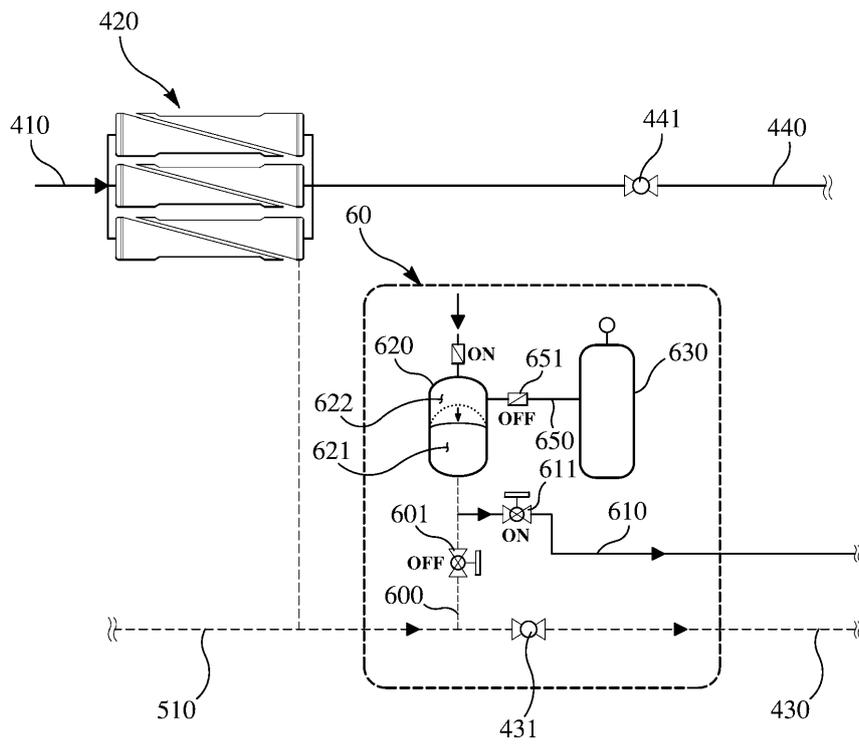
도면2



도면3a



도면3b



도면4

