



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0008434

(43) 공개일자 2016년01월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G21F 9/20 (2006.01) G21F 9/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0088666

(22) 출원일자 2014년07월14일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

홍승관

경기도 용인시 기흥구 흥덕중앙로105번길 40, 1505-301 (영덕동, 우남퍼스트빌리젠트)

최병규

경기도 과천시 별양로 28, 339동 1302호 (원문동, 래미안슈르아파트)

이성복

서울시 송파구 중대로 24, 212동 405호 (문정동, 올림픽훼밀리타운)

(74) 대리인

특허법인남춘

전체 청구항 수 : 총 8 항

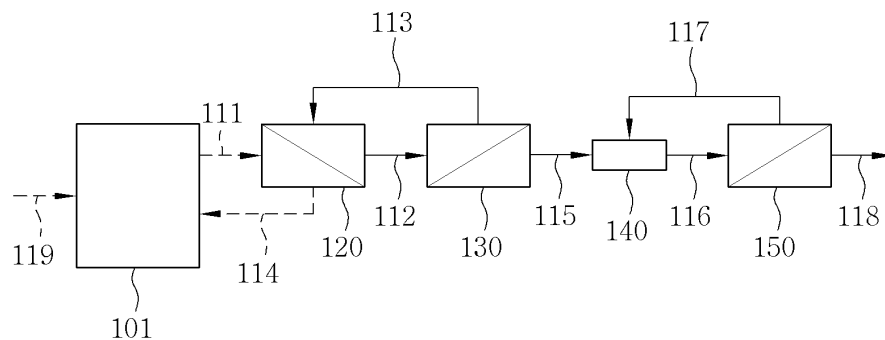
(54) 발명의 명칭 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치는 방사능 물질이 함유된 오폐수가 저장되는 저장탱크; 저장탱크에 연결되어 오폐수를 제공받고, 오폐수에 함유된 방사능 물질을 유도용액에 의한 정삼투압공정에 의해 분리하고, 오폐수에서 분리된 방사능 물질을 저장탱크로 제공하고, 유도용액은 역삼투압공정부로 제공하는 정삼투압공정부; 및 정삼투압공정부에 연결되어 유도용액을 제공받고, 유도용액 중에 정삼투압공정부에서 제거되지 못한 방사능 물질을 역삼투압공정을 통해 분리하고, 역삼투압공정에서 사용된 유도용액 중 방사능 물질이 제거된 유도용액을 정삼투압공정부로 제공하는 역삼투압공정부를 포함하는 것이 바람직하다.

대표도 - 도1

100a



명세서

청구범위

청구항 1

방사능 물질이 함유된 오페수가 저장되는 저장탱크;

상기 저장탱크에 연결되어 상기 오페수를 제공받고, 상기 오페수에 함유된 상기 방사능 물질을 유도용액에 의한 정삼투압공정에 의해 분리하고, 상기 오페수에서 분리된 방사능 물질을 상기 저장탱크로 제공하고, 상기 유도용액을 역삼투압공정부로 제공하는 정삼투압공정부; 및

상기 정삼투압공정부에 연결되어 상기 유도용액을 제공받고, 상기 정삼투공정시 상기 유도용액으로 투과된 방사능물질을 역삼투공정을 통해 분리하여 처리수를 생성하고, 상기 역삼투공정 후에 방사능물질이 포함된 유도용액을 상기 정삼투공정부로 제공하는 상기 역삼투압공정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 역삼투압공정부에 연결되어, 상기 역삼투압공정부에서 제공된 상기 처리수에 잔존하는 방사능물질을 제 1 막증류공정을 통해 분리하여, 최종처리수를 생성하는 제 1 막증류공정부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 역삼투압공정부와 상기 제 1 막증류공정부 사이에는, 상기 역삼투압공정부에서 상기 제 1 막증류공정부로 제공되는 상기 처리수의 온도가 상기 제 1 막증류공정을 수행하기 위한 온도에 도달하도록 상기 처리수의 온도를 조절하는 온도조절부를 더 포함하고,

상기 온도조절부는 상기 제 1 막증류공정부에 순환구조로 연결되어, 상기 제 1 막증류공정부로부터 방사능물질이 잔존하는 처리수를 제공받는 것을 특징으로 하는 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 정삼투압공정부와 상기 역삼투압공정부 사이에는 유도용액저장부가 순환구조로 연결되고,

상기 유도용액저장부는 상기 정삼투공정시 상기 오페수에서 걸러진 물이 상기 유도용액에 혼합되어 생성된 회석 유도용액을 상기 역삼투공정부를 경유하여 제공받아 저장한 후 상기 정삼투공정부로 제공하는 것을 특징으로 하는 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 유도용액저장부와 상기 정삼투압공정부 사이에 설치되어, 상기 유도용액저장부로 제공된 상기 회석유도용액 중에 잔존하는 상기 방사능 물질을 증기압 차이에 의한 제 2 막증류공정을 통해 처리하여 상기 유도용액을

생성하는 제 2 막증류공정부가 더 설치된 것을 특징으로 하는 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 2 막증류공정부와 상기 저장탱크 사이에는, 상기 제 2 막증류공정의 수행완료 후 방사능 물질이 잔존하는 회석유도용액을 제공받아 결정화하는 결정화부가 더 설치된 것을 특징으로 하는 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 유도용액저장부와 상기 저장탱크 사이에는, 상기 유도용액저장부에서 제공된 방사능 물질이 잔존하는 회석유도용액을 증방공정을 통해 상기 방사능 물질과 상기 유도용액으로 분리하여, 상기 방사능 물질은 상기 저장탱크로 제공하고, 상기 유도용액은 상기 역삼투공정부로 제공하는 증발부가 더 설치된 것을 특징으로 하는 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 저장탱크와 상기 정삼투압공정부 사이에 설치되어, 상기 저장탱크 내의 상기 오페수가 상기 정삼투압공정부로 유입되기 전에, 상기 오페수에 존재하는 고형물질을 분리하여, 상기 고형물질을 상기 저장탱크로 제공하고, 상기 고형물질이 분리된 오페수를 상기 정삼투압공정부로 제공하는 전처리부가 더 설치되는 것을 특징으로 하는 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치에 관한 것이며, 상세하게는 다중분리막공정을 통하여 오페수에 포함된 방사능물질을 분리할 수 있는 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 한국등록특허 제 10-1999-0017129호에는 역삼투막과 유브이/과산화수소 광산화법을 이용한 방사성 세탁폐액 처리방법 및 장치가 개시되어 있다.

[0003] 종래기술인 역삼투막과 유브이/과산화수소 광산화법을 이용한 방사성 세탁폐액 처리방법 및 장치는 원자력 발전소에서 발생하는 소량의 방사성물질을 포함하고 있는 세탁폐액의 처리에 관한 것으로 폐액내에 잔류하는 세제성분을 UV와 과산화수소수를 이용하여 전처리한 후 역삼투 공정을 통하여 처리하는 공정으로 최종처리 공정으로는 이온교환수지를 통과하여 처리를 마무리하게 되는 구성으로 이루어진다. 다만, 종래기술은 지속적으로 소모되어야 하는 과산화수소와 이온교환수지 등의 소비재가 요구된다는 점에서 경제적 효율성이 떨어지는 문제점이 있다.

[0004] 아울러, 방사능 물질이 포함된 세탁폐액의 경우에는 방사능물질의 반감기 경과로 인해 세탁폐액에서 방사능물질이 제거된 후에 세탁폐액을 처리해야 한다는 점에서, 세탁폐액을 저장하는 저장조의 대형화가 요구되고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 다중분리막공정을 통하여 오페수에 포함된 방사능물질이 제거된 액체(예컨대, 오페수 중에 포함된 물)를 외부로 배출하여, 저장탱크에 방사능물질이 포함된 고형화된 오물이 수용될 수 있도록 함으로써, 저장탱크의 사용용량 및 저장탱크의 사용기간을 증대시킬 수 있는 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치는 방사능 물질이 함유된 오페수가 저장되는 저장탱크; 저장탱크에 연결되어 오페수를 제공받고, 오페수에 함유된 방사능 물질을 유도용액에 의한 정삼투압공정에 의해 분리하고, 오페수에서 분리된 방사능 물질을 저장탱크로 제공하고, 유도용액을 역삼투압공정부로 제공하는 정삼투압공정부; 및 정삼투압공정부에 연결되어 유도용액을 제공받고, 정삼투공정시 유도용액으로 투과된 방사능물질을 역삼투공정을 통해 분리하여 처리수를 생성하고, 역삼투공정 후에 방사능물질이 포함된 유도용액을 정삼투공정부로 제공하는 역삼투압공정부를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0007] 본 발명의 일 실시예에서, 역삼투압공정부에 연결되어, 역삼투압공정부에서 제공된 처리수에 잔존하는 방사능물질을 제 1 막증류공정을 통해 분리하여, 최종처리수를 생성하는 제 1 막증류공정부를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0008] 본 발명의 일 실시예에서, 역삼투압공정부와 제 1 막증류공정부 사이에는, 역삼투압공정부에서 제 1 막증류공정부로 제공되는 처리수의 온도가 제 1 막증류공정을 수행하기 위한 온도에 도달하도록 처리수의 온도를 조절하는 온도조절부를 더 포함하고, 온도조절부는 제 1 막증류공정부에 순환구조로 연결되어, 제 1 막증류공정부로부터 방사능물질이 잔존하는 처리수를 제공받는 것이 바람직하다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예에서, 정삼투압공정부와 역삼투압공정부 사이에는 유도용액저장부가 순환구조로 연결되고, 유도용액저장부는 정삼투공정시 오페수에서 걸러진 물이 유도용액에 혼합되어 생성된 회석유도용액을 역삼투공정부를 경유하여 제공받아 저장한 후 정삼투공정부로 제공하는 것이 바람직하다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에서, 유도용액저장부와 정삼투압공정부 사이에 설치되어, 유도용액저장부로 제공된 회석유도용액 중에 잔존하는 방사능 물질을 증기압 차이에 의한 제 2 막증류공정을 통해 처리하여 유도용액을 생성하는 제 2 막증류공정부가 더 설치된 것이 바람직하다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에서, 제 2 막증류공정부와 저장탱크 사이에는, 제 2 막증류공정의 수행완료 후 방사능 물질이 잔존하는 회석유도용액을 제공받아 결정화하는 결정화부가 더 설치된 것이 바람직하다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에서, 유도용액저장부와 저장탱크 사이에는, 유도용액저장부에서 제공된 방사능 물질이 잔존하는 회석유도용액을 증방공정을 통해 방사능 물질과 유도용액으로 분리하여, 방사능 물질은 저장탱크로 제공하고, 유도용액은 역삼투공정부로 제공하는 증발부가 더 설치된 것이 바람직하다.
- [0013] 한편, 본 발명의 일 실시예에서, 저장탱크와 정삼투압공정부 사이에 설치되어, 저장탱크 내의 오페수가 정삼투압공정부로 유입되기 전에, 오페수에 존재하는 고형물질을 분리하여, 고형물질을 저장탱크로 제공하고, 고형물질이 분리된 오페수를 정삼투공정부로 제공하는 전처리부가 더 설치되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명은 저장탱크 내의 방사능 물질이 포함된 오페수가 정삼투압공정, 역삼투압공정 그리고 막증류공정을 통해 방사능 물질이 제거되고 고형화된 상태로 저장탱크 내에 수용되도록 하여, 저장탱크의 사용기간을 최대화하고, 방사능 물질을 처리를 보다 효과적으로 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치의 구성도를 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 2는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치의 구성도를 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 3은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치의 구성도를 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 4는 본 발명의 제 4 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치의 구성도를 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 5는 본 발명의 제 5 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치의 구성도를 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 6은 본 발명의 제 6 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치의 구성도를 개략적으로 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하에서는 첨부도면을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치에 대해 설명하기로 한다.

[0017] 제 1 실시예

- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100a)는 저장탱크(101), 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140)와 제 1 막증류공정부(150)를 포함한다. 본 실시예에서는 방사능 물질이 포함된 폐기물의 흐름을 점선 화살표로 도면에서 표기하였으며, 처리수의 흐름을 실선화살표로 표기하기로 한다.

- [0019] 본 실시예에서, 저장탱크(101)는 방사능 물질이 함유된 오폐수가 저장되는 저장부재이다. 저장탱크(101)의 내부에는 방사능 물질을 차폐하기 위한 차폐판(미도시)이 설치된 것이 바람직하다. 저장탱크(101)는 일측에 오폐수 유입관(119)이 연결되고, 타측에 정삼투공정부(120)와 연결되는 제 1 배관(111)이 연결된다.

- [0020] 본 실시예에서, 정삼투공정부(120)는 저장탱크(101)에 연결되어 오폐수를 제공받고, 오폐수에 함유된 방사능 물질을 유도용액과의 농도차이에 의한 정삼투공정에 의해 분리하고, 방사능 물질과 고형물질을 저장탱크(101)로 제공하고, 정삼투압공정에 의해 걸러진 물과 유도용액을 역삼투공정부(130)로 제공하는 장치이다. 여기서, 정삼투공정은 1차 탈수 및 처리 대상물질 제거장치 및 역삼투공정의 부하를 낮추는 역할을 수행한다.

- [0021] 일반적으로, 정삼투공정부(120)는 후술할 역삼투공정부(130)과 달리 유도용액과 같이 오폐수와 농도차이가 나는 물질을 이용한 삼투압에 의한 물질의 분리를 수행한다. 이로 인해, 오폐수에 포함된 방사능 물질을 분리하는 과정에서 증기압과 같은 외부 압축력이 제공되지 않아, 방사능 물질은 안정화된 상태에서 정삼투공정을 통해 오폐수에서 분리될 수 있다.

- [0022] 정삼투공정을 위한 막으로는 다양한 소재의 막이 사용될 수 있으며, CA(cellulose acetate), CTA(Cellulose triacetate), PA(Polyamid), PES(Poly ether sulfone), PAN(Polyacrylonitrile), PAA(Polyacrylic acid), PAH(Polycyclic aromatic hydrocarbon), PAI 등의 다양한 소재의 사용이 가능하며 막의 형태는 평막, 중공사막, 나관형 등의 다양한 형태의 막의 적용이 가능하다.

- [0023] 정삼투 공정의 구동력 발생을 위한 유도용액의 제조를 위하여 사용되는 유도용질로는 매우 다양한 소재가 사용되며 NaCl, KCl, MgCl₂, MgSO₄, Na₂SO₄, LaCl₃, D-glucose, NH₄HCO₃, 1,2,3-Trimethylimidazolium, P다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100a)-Na, Magnetic nanoparticles, NH₃/CO₂ 등의 매우 다양한 물질이 사용 가능

하다.

- [0024] 정삼투공정부(120)에는 제 1 배관(111), 제 2 배관(112), 제 3 배관(113)과 제 4 배관(114)이 연결된다. 여기서, 제 1 배관(111)은 저장탱크(101)와 정삼투공정부(120)를 연결하는 배관으로서, 저장탱크(101)의 오페수를 정삼투공정부(120)로 제공하는 배관이다.
- [0025] 제 2 배관(112)은 정삼투공정부(120)와 역삼투공정부(130)를 연결하는 배관으로서, 정삼투공정 수행후 방사능 물질이 투과된 유도용액을 역삼투공정부(130)로 제공하는 배관이다.
- [0026] 제 3 배관(113)은 역삼투공정부(130)와 정삼투공정부(120)를 연결하는 배관으로서, 상기 제 2 배관(112)과 달리, 역삼투공정 수행 후의 유도용액을 상기 정삼투공정부(120)로 제공하는 배관이다.
- [0027] 제 4 배관(114)은 정삼투공정부(120)와 저장탱크(101)를 연결하는 배관으로서, 상기 제 1 배관(111)과 달리 정삼투공정 수행에 의해 오페수에 존재하는 물과 고형물이 걸러지면서 생긴 고형물을 저장탱크(101)로 제공하는 배관이다.
- [0028] 본 실시예에서, 제 1 배관(111)과 제 4 배관(114)은 오페수 또는 방사능 물질과 같은 폐기물이 유동되는 배관이고, 제 2 배관(112)과 제 3 배관(113)은 유도용액이 유동되는 배관이다. 본 실시예에서, 정삼투공정부(120)와 역삼투공정부(130)는 제 2 배관(112)과 제 3 배관(113)에 의해 순환구조로 연결되며, 유도용액은 제 2 배관(112)과 제 3 배관(113)을 유동하면서 정삼투공정과 역삼투공정을 수행한다.
- [0029] 이하에서는 역삼투공정부(130)에 대해 설명하기로 한다.
- [0030] 역삼투공정부(130)는 정삼투공정부(120)로부터 제공받은 유도용액의 처리 및 유도용액으로 투과된 방사능 물질을 분리시켜 순수한 역삼투 공정의 처리수를 얻기 위한 부재이다. 즉, 역삼투공정부(130)는 정삼투공정에서 처리한 유도용액의 회수 및 방사능물질에의 안정적인 2차 처리를 위한 부재이다.
- [0031] 역삼투공정을 위해 사용되는 막으로는 다양한 소재가 사용될 수 있으며, 당업자의 입장에서 자명한 범위 내에서 다양하게 가변될 수 있음은 물론이다. 역삼투공정의 운영압력은 회석된 유도용액의 회수와 농축을 위한 것이므로 유도용액의 삼투압보다 높은 안정적인 수투과량을 확보하기 위한 압력에서 운영되는 것이 바람직하다.
- [0032] 상술했듯이, 역삼투공정부(130)는 제 2 배관(112)과 제 3 배관(113)에 의해 정삼투공정부(120)에 연결된다. 이때, 역삼투공정부(130)와 정삼투공정부(120)는 도 1에 도시된 바와 같이 제 2 배관(112)과 제 3 배관(113)에 의해 순환구조로 연결된 구조를 가진다.
- [0033] 도 1에 도시된 바와 같이, 역삼투공정부(130)는 제 2 배관(112)에 의해 정삼투공정부(120)에 연결되어 정삼투공정부(120)로부터 유도용액을 제공받는다. 그리고, 역삼투공정부(130)는 역삼투공정 수행이 완료된 유도용액을 제 3 배관(113)에 의해 정삼투공정부(120)에 제공하는 순환경로를 가진다.
- [0034] 역삼투공정부(130)에는 제 5 배관(115)에 의해 온도조절부(140)가 연결된다. 역삼투공정 완료 후에 처리수는 제 5 배관(115)을 통해 역삼투공정부(130)에서 온도조절부(140)로 유동된다. 여기서, 온도조절부(140)는 역삼투공정부(130)에서 제공받은 처리수의 온도가 막증류공정이 수행가능한 온도에 도달하도록 막증류공정부로 제공되는 처리수의 온도를 조절하는 부재이다.
- [0035] 온도조절부(140)는 제 6 배관(116)에 의해 제 1 막증류공정부(150)에 연결된다. 온도조절부(140)에서 가열된 처리수는 증기형태로 제 1 막증류공정부(150)로 유동된다.
- [0036] 본 발명의 일 실시예에서, 제 1 막증류공정부(150)는 온도조절부(140)를 통해 역삼투공정부(130)에 연결된다. 제 1 막증류공정부(150)는 역삼투공정에서 발생된 처리수의 최종처리를 통한 안정적인 최종처리수의 생산하기 위한 장치이다. 본 실시예에서, 최종처리수는 제 8 배관(118)을 통해 외부로 배출가능할 수 있도록 방사능물질이 제거된 상태의 유체를 말한다.
- [0037] 제 1 막증류공정은 이온성 물질에 대한 탁월한 제거성능을 나타내는 공정으로서, 막을 두고 양쪽에 흐르는 유체의 온도차에 의해 발생하는 증기압 차이를 통하여 유도용액 내의 방사능 물질을 분리하는 공정이다.

- [0038] 이때, 막을 통하여 기화된 증기만 통과하는 공정의 특성으로 이온성 물질 등의 비휘발성 물질에 대해서 완벽한 제거를 기대할 수 있으며, 본 실시예에서는 역삼투공정에서 발생한 처리수를 최종적으로 처리할 수 있다.
- [0039] 막증류공정의 운영은 직접접촉, 진공, 에어갭, 스윙가스 막증류 등의 방식을 통하여 운영이 가능하며, 구동력발생을 위한 처리대상수의 운영온도는 냉각을 위한 냉각부(미도시)의 온도보다 높은 온도에서 운전이 가능하다.
- [0040] 막증류공정에 사용되는 막의 형태로는 평막, 중공사형, 관형, 와권형 형태의 모듈을 가지는 형태의 막을 사용할 수 있으며, 막의 소재로는 PTFE(Polytetrafluoroethylene), PVDF(Polyvinylidene fluoride), PP(Polypropylene) 등의 소재로 제조된 막의 사용이 가능하며, 이 밖에 다양한 소재로 제작된 막에 개질을 통해 소수성을 가지는 막이라면 당업자의 입장에서 적용가능한 범위 내에서 다양하게 가변될 수 있음은 물론이다.
- [0041] 본 실시예에서, 제 1 막증류공정부(150)는 제 6 배관(116)과 제 7 배관(117)에 의해 온도조절부(140)에 순환구조로 연결되어, 방사능물질이 잔존하는 처리수가 방사능물질이 잔존하지 않은 최종처리수가 될 때까지 제 1 막증류공정을 반복적으로 수행할 수 있다.
- [0042] 그리고, 제 1 막증류공정부(150)는 제 1 막증류공정 후, 방사능 물질이 잔존하는 처리수가 제 7 배관(117)을 통해 온도조절부(140)로 되돌아가고, 방사능물질이 제거된 최종처리수는 제 8 배관(118)을 통해 외부로 배출되는 구조를 가진다.
- [0043] 여기서, 제 7 배관(117)은 온도조절부(140)와 제 1 막증류공정부(150)를 연결하는 부재로서, 제 1 막증류공정 후의 처리수를 제 1 막증류공정부(150)에서 온도조절부(140)로 제공하는 배관이고, 제 8 배관(118)은 최종처리수가 유동하는 배관이다.
- [0044] 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100a)의 오페수처리과정에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [0045] 저장탱크(101) 내의 오페수는 제 1 배관(111)에 의해 정삼투공정부(120)로 유입된다. 정삼투공정부(120)는 정삼투공정에 의해 오페수 내에 존재하는 방사능 물질이 포함된 고형물과 액체상태의 물을 분리한다.
- [0046] 이때, 정삼투공정부(120)에서 분리된 방사능 물질이 포함된 고형물은 제 4 배관(114)을 통해 저장탱크(101)로 회수되고, 정삼투공정에서 사용된 유도용액은 제 2 배관(112)에 의해 역삼투공정부(130)로 유동된다.
- [0047] 역삼투공정부(130)는 역삼투공정을 통해 정삼투공정부(120)에서 제공받은 유도용액에 투과된 방사능 물질을 분리하여 처리수를 생성한다. 역삼투공정 수행 완료 후의 유도용액은 제 3 배관(113)을 통해 정삼투공정부(120)로 유동하고, 처리수는 제 5 배관(115)을 통해 온도조절부(140)로 유동된다.
- [0048] 역삼투공정부(130)에서 온도조절부(140)로 유입된 처리수는 온도조절부(140)에서 제 1 막증류공정이 수행가능한 온도로 가열된다. 온도조절부(140)에서 토출된 처리수는 제 6 배관(116)을 통해 제 1 막증류공정부(150)로 유동된 후, 제 1 막증류공정부(150)에서의 막 사이의 온도차이에 의한 증기압에 의해 처리수에서 방사능물질이 분리되는 과정이 진행되어 최종처리수를 생성한다.
- [0049] 이때, 최종처리수는 제 8 배관(118)을 통해 외부로 배출되고, 방사능 물질이 잔존하는 처리수는 제 7 배관(117)을 통해 온도조절부(140)로 제공된다. 이때, 처리수는 온도조절부(140)에서 제 6 배관(116)을 통해 제 1 막증류공정부(150)로 유동되어 상기와 같은 제 1 막증류공정이 반복적으로 수행되면서 최종적으로 방사능물질이 제거된 최종처리수가 되어 제 8 배관(118)을 통해 외부로 배출되는 순환경로를 가지게 된다.
- [0050] 이에 따라, 상기와 같은 구조 및 작동흐름을 가진 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100a)는 상기와 같은 정삼투공정, 역삼투공정과 막증류공정을 반복적으로 수행함으로써, 저장탱크(101) 내의 오페수가 방사선량이 감소된 상태로 고형화되도록 함으로써, 저장탱크(101)의 오페수 수용용량을 증대시킬 수 있으며, 방사능 물질의 처리효율을 증가시킬 수 있다.
- [0051] 제 2 실시예
- [0052] 이하에서는 도 2를 참조하여 본 발명의 제 2 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치에 대해 설

명하기로 한다.

- [0053] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100b)는 저장탱크(101), 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140), 제 1 막증류공정부(150)와 유도용액저장부(160)를 포함한다.
- [0054] 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100b)는 상술한 제 1 실시예와 저장탱크(101), 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140)와 제 1 막증류공정부(150)의 구성이 실질적으로 동일하고, 저장탱크(101), 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140)와 제 1 막증류공정부(150)의 역할도 상술한 제 1 실시예와 실질적으로 동일한 바, 본 실시예에서는 이들에 대한 구체적인 설명을 생략하기로 하며, 이들이 지칭하는 구성에 대한 도면번호를 상술한 제 1 실시예와 동일하게 표기하기로 한다.
- [0055] 이하에서는 상술한 제 1 실시예에 개시된 구성과 상이한 유도용액저장부(160)에 대한 설명과, 유도용액저장부(160)에 연결된 정삼투공정부(120)와 역삼투공정부(130)에 대한 연결관계를 설명하기로 한다.
- [0056] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서, 유도용액저장부(160)는, 유도용액저장부재(160a), 제 1 유도용액배관(161), 제 2 유도용액배관(162)과 제 3 유도용액배관(163)을 포함한다.
- [0057] 유도용액저장부재(160a)는 제 1 유도용액배관(161)과 제 2 유도용액배관(162)에 의해 정삼투공정부(120)와 역삼투공정부(130)에 순환구조로 연결되고, 제 3 유도용액배관(163)에 의해 저장탱크(101)에 연결되는 구조를 가진다.
- [0058] 본 실시예에서, 유도용액저장부재(160a)는 역삼투공정부(130)에서 제공된 희석유도용액이 저장되는 부재이다. 여기서, 희석유도용액은 정삼투공정시 오페수에서 걸러진 물이 유도용액에 혼합되어 생성된 용액으로서, 정삼투공정시 유도용액으로 투과된 방사능물질도 포함된다.
- [0059] 제 1 유도용액배관(161)은 유도용액저장부재(160a)와 역삼투공정부(130) 사이에 연결되어, 역삼투공정부(130)에서 유도용액저장부재(160a)로 희석유도용액을 제공하는 배관이다.
- [0060] 그리고, 제 2 유도용액배관(162)은 유도용액저장부재(160a)와 정삼투공정부(120) 사이에 연결되어, 유도용액저장부재(160a)에 수용된 희석유도용액에 방사능물질이 잔존하지 않은 경우에 희석유도용액을 정삼투공정부(120)로 제공하는 배관이다.
- [0061] 마지막으로, 제 3 유도용액배관(163)은 유도용액저장부재(160a)와 저장탱크(101) 사이에 연결되어, 방사능 물질이 잔존하는 희석유도용액을 저장탱크(101)로 제공하는 배관이다.
- [0062] 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100b)의 오페수처리과정에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [0063] 저장탱크(101) 내의 오페수는 제 1 배관(111)에 의해 정삼투공정부(120)로 유입된다. 정삼투공정부(120)는 정삼투공정에 의해 오페수 내에 존재하는 방사능 물질이 포함된 고형물과 액체상태의 물을 분리한다. 이때, 정삼투공정부(120)에서 분리된 방사능 물질이 포함된 고형물은 제 4 배관(114)을 통해 저장탱크(101)로 회수되고, 정삼투공정에서 사용된 유도용액은 제 2 배관(112)에 의해 역삼투공정부(130)로 유동된다.
- [0064] 역삼투공정부(130)는 역삼투공정을 통해 정삼투공정부(120)에서 제공받은 유도용액에 투과된 방사능 물질을 분리하여 처리수를 생성한다. 역삼투공정 수행 완료 후의 유도용액은 제 3 배관(113)을 통해 정삼투공정부(120)로 유동하고, 처리수는 제 5 배관(115)을 통해 온도조절부(140)로 유동된다. 여기서, 제 5 배관(115)을 통해 온도조절부(140)로 유입된 처리수에 잔존하는 방사능물질의 처리는 상술한 제 1 실시예와 같으므로, 본 실시예에서는 이에 대한 설명을 생략하기로 한다.
- [0065] 한편, 제 1 유도용액배관(161)을 통해 유도용액저장부재(160a)로 유입된 희석유도용액은, 방사능물질의 잔존여부에 따라 방사능물질과 오페수가 잔존하는 상태이면 제 3 유도용액배관(163)을 통해 저장탱크(101)로 제공되고, 유도용액 상태이면 제 2 유도용액배관(162)을 통해 정삼투공정부(120)로 제공된다.
- [0066] 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100b)는 상기와 같은 순환흐름을 반복적으로 수행하면서, 오페수 내에 존재하는 방사능 물질의 방사능 선량을 감소시킬 수 있다.
- [0067] 또한, 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100b)는 상술한 제 1 실시예와 달리, 역삼투공

정이 수행이 완료된 유도용액을 곧바로 정삼투공정부(120)로 제공하지 않고 유도용액저장부(160)를 통해 다시 한번더 유도용액에 포함되었을 수도 있는 방사능 물질을 제거함으로써, 정삼투공정부에서 재사용되는 유도용액의 사용효율을 증가시킬 수 있다.

[0068] 제 3 실시예

[0069] 이하에서는 도 3을 참조하여 본 발명의 제 3 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치에 대해 설명하기로 한다.

[0070] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100c)는 저장탱크(101), 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140), 제 1 막증류공정부(150), 유도용액저장부(160)와 제 2 막증류공정부(170)를 포함한다.

[0071] 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100c)는 상술한 제 1 실시예와 저장탱크(101), 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140)와 제 1 막증류공정부(150)의 구성이 실질적으로 동일하고, 저장탱크(101), 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140)와 제 1 막증류공정부(150)의 역할도 상술한 제 1 실시예와 실질적으로 동일한 바, 본 실시예에서는 이들에 대한 구체적인 설명을 생략하기로 하며, 이들이 지칭하는 구성에 대한 도면번호를 상술한 제 1 실시예와 동일하게 표기하기로 한다.

[0072] 이하에서는 상술한 제 1 실시예에 개시된 구성과 상이한 유도용액저장부(160)와 제 2 막증류공정부(170)에 대한 설명과, 유도용액저장부(160)와 제 2 막증류공정부(170)에 연결된 정삼투공정부(120)와 역삼투공정부(130)의 연결관계를 설명하기로 한다.

[0073] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서, 유도용액저장부(160)는, 유도용액저장부재(160a), 제 1 유도용액배관(161), 제 2 유도용액배관(162)과 제 3 유도용액배관(163)을 포함한다.

[0074] 본 실시예에서, 유도용액저장부재(160a)는 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130)와 제 2 막증류공정부(170)에 연결된다. 구체적으로, 유도용액저장부재(160a)는 제 1 유도용액배관(161)과 제 2 유도용액배관(162)에 의해 정삼투공정부(120)와 역삼투공정부(130)에 순환구조로 연결되고, 제 3 유도용액배관(163)에 의해 저장탱크(101)에 연결되는 구조를 가진다. 그리고, 후술할 제 2a 막증류배관(172a)과 제 2b 막증류배관(172b)에 의해 제 2 막증류공정부재(171)에 연결된다.

[0075] 본 실시예에서, 유도용액저장부재(160a)는 역삼투공정부(130)에서 제공된 회석유도용액이 저장되는 부재이다. 여기서, 회석유도용액은 정삼투공정시 오펜수에서 걸러진 물이 유도용액에 혼합되어 생성된 용액으로서, 정삼투공정시 유도용액으로 투과된 방사능물질도 포함된다.

[0076] 제 1 유도용액배관(161)은 유도용액저장부재(160a)와 역삼투공정부(130) 사이에 연결되어, 역삼투공정부(130)에서 유도용액저장부재(160a)로 회석유도용액을 제공하는 배관이다.

[0077] 그리고, 제 2 유도용액배관(162)은 유도용액저장부재(160a)와 정삼투공정부(120) 사이에 연결되어, 유도용액저장부재(160a)에 수용된 회석유도용액에 방사능물질이 잔존하지 않은 경우에 회석유도용액을 정삼투공정부(120)로 제공하는 배관이다.

[0078] 마지막으로, 제 3 유도용액배관(163)은 유도용액저장부재(160a)와 저장탱크(101) 사이에 연결되어, 방사능 물질이 잔존하는 회석유도용액을 저장탱크(101)로 제공하는 배관이다.

[0079] 한편, 제 2 막증류공정부(170)는 유도용액저장부(160)로 제공된 회석유도용액 중에 잔존하는 방사능 물질을 제 2 막증류공정을 통해 처리하기 위한 장치이다. 제 2 막증류공정부(170)는 제 2 막증류공정부재(171), 제 2a 막증류배관(172a), 제 2b 막증류배관(172b)과 제 2c 막증류배관(172c)을 포함한다. 제 2 막증류공정부(170)는 유도용액저장부(160)와 정삼투공정부(120) 사이에 설치된다.

[0080] 본 실시예에서, 제 2 막증류공정부재(171)는 제 2 막증류공정이 수행되어, 회석유도용액에 잔존하는 방사능 물질을 분리하기 위한 장치이다. 제 2 막증류공정부재(171)에는 제 2a 막증류배관(172a), 제 2b 막증류배관(172b)과 제 2c 막증류배관(172c)이 연결된다.

- [0081] 제 2a 막증류배관(172a)은 유도용액저장부재(160a)와 제 2 막증류공정부재(171)에 연결되어, 회석유도용액이 유동되는 배관이다.
- [0082] 제 2b 막증류배관(172b)은 유도용액저장부재(160a)와 제 2 막증류공정부재(171)에 연결되어, 제 2 막증류공정의 수행완료 후 방사능물질이 잔존하는 회석유도용액을 유도용액저장부재(160a)로 제공하는 배관이다.
- [0083] 제 2c 막증류배관(172c)은 제 2 막증류공정부재(171)와 정삼투공정부(120)에 연결되어, 제 2 막증류공정의 수행완료 후, 유도용액을 정삼투공정부(120)로 제공하는 배관이다.
- [0084] 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100c)의 오페수처리과정에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [0085] 저장탱크(101) 내의 오페수는 제 1 배관(111)에 의해 정삼투공정부(120)로 유입된다. 정삼투공정부(120)는 정삼투공정에 의해 오페수 내에 존재하는 방사능 물질이 포함된 고형물과 액체상태의 물을 분리한다. 이때, 정삼투공정부(120)에서 분리된 방사능 물질이 포함된 고형물은 제 4 배관(114)을 통해 저장탱크(101)로 회수되고, 정삼투공정에서 사용된 유도용액은 제 2 배관(112)에 의해 역삼투공정부(130)로 유동된다.
- [0086] 역삼투공정부(130)는 역삼투공정을 통해 정삼투공정부(120)에서 제공받은 유도용액에 투과된 방사능 물질을 분리하여 처리수를 생성한다. 역삼투공정 수행 완료 후의 유도용액은 제 3 배관(113)을 통해 정삼투공정부(120)로 유동하고, 처리수는 제 5 배관(115)을 통해 온도조절부(140)로 유동된다. 여기서, 제 5 배관(115)을 통해 온도조절부(140)로 유입된 처리수에 잔존하는 방사능물질의 처리는 상술한 제 1 실시예와 같으므로, 본 실시예에서는 이에 대한 설명을 생략하기로 한다.
- [0087] 한편, 제 1 유도용액배관(161)을 통해 유도용액저장부재(160a)로 유입된 회석유도용액은, 방사능물질의 잔존여부에 따라 방사능물질과 오페수가 잔존하는 상태이면 제 3 유도용액배관(163)을 통해 저장탱크(101)로 제공되고, 유도용액 상태이면 제 2 유도용액배관(162)을 통해 정삼투공정부(120)로 제공된다.
- [0088] 그리고, 본 실시예에서, 유도용액저장부재(160a)로 제공된 회석유도용액은 제 2a 막증류배관(172a)을 통해 제 2 막증류공정부재(171)로 유입된다. 제 2 막증류공정부(170)는 회석유도용액에서 방사능물질을 분리하는 제 2 막증류공정이 수행된다. 이때, 제 2 막증류공정은 상술한 제 1 실시예에 개시된 제 1 막증류공정과 같이 막을 사이에 둔 유체의 온도차이에 의한 증기압에 의해 회석유도용액 중에 잔존하는 방사능 물질을 분리하는 공정이다.
- [0089] 제 2 막증류공정부(170)는 제 2 막증류공정을 통해 회석유도용액이 방사능물질이 제거되어 유도용액상태가 되면 제 2c 막증류배관(172c)을 통해 정삼투공정부(120)로 제공되고, 방사능 물질이 잔존한 상태이면 회석유도용액을 제 2b 막증류배관(172b)을 통해 유도용액저장부(160)로 다시 제공된 후, 제 2a 막증류배관(172a)을 통해 제 2 막증류공정부재(171)로 유동되는 흐름을 가진다.
- [0090] 이에 따라, 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100c)는 상술한 제 1 실시예와 달리, 정삼투공정 수행시 유도용액에 회석된 폐수에 포함된 방사능물질을 제 2 막증류공정부(170)를 통해 제거한 후 유도용액을 정삼투공정부(120)으로 제공함으로써, 정삼투공정에서 재사용되는 유도용액의 사용효율을 증가시킬 수 있고, 이와 더불어 방사능물질의 처리효율을 증대시킬 수 있다.
- [0091] 제 4 실시예
- [0092] 이하에서는 도 4를 참조하여 본 발명의 제 4 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치에 대해 설명하기로 한다.
- [0093] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100d)는 저장탱크(101), 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140), 제 1 막증류공정부(150), 유도용액저장부(160), 제 2 막증류공정부(170)와 결정화부(180)를 포함한다.
- [0094] 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100d)는 상술한 제 3 실시예에 개시된 구성요소인 저

장탱크(101), 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140), 제 1 막증류공정부(150), 유도용액저장부(160)와 제 2 막증류공정부(170)의 구성이 실질적으로 동일하고, 이들의 의 역할도 상술한 제 3 실시예와 실질적으로 동일한 바, 본 실시예에서는 이들에 대한 구체적인 설명을 생략하기로 하며, 이들이 지칭하는 구성에 대한 도면번호를 상술한 제 3 실시예와 동일하게 표기하기로 한다.

[0095] 이하에서는 상술한 제 1 실시예에 개시된 구성과 상이한 결정화부(180)에 대해 설명하기로 한다.

[0096] 본 실시예에서, 결정화부(180)는 결정화부재(180a), 제 1 결정화배관(181)과 제 2 결정화배관(182)을 포함한다. 결정화부(180)는 제 2 막증류공정부(170)와 저장탱크(101) 사이에 연결된다. 결정화부(180)는 제 2 막증류공정부(170)에서 제공된 회석유도용액을 고체상태로 결정화하는 장치이다.

[0097] 본 실시예에서, 결정화부재(180a)는 제 2b 막증류배관(172b)에 의해 제 2 막증류공정부재(171)에 연결된다. 결정화부재(180a)는 제 2b 막증류배관(172b)을 통해 유입된 방사능 물질이 저장되고, 저장된 방사능 물질을 결정화하는 결정화공정이 수행되는 부재이다. 결정화부재(180a)에는 제 1 결정화배관(181)과 제 2 결정화배관(182)이 연결된다.

[0098] 여기서, 제 1 결정화배관(181)은 결정화부재(180a)와 제 2a 막증류배관(172a)에 연결되어, 결정화공정에서 결정화되지 못한 방사능 물질을 제 2a 막증류배관(172a)으로 제공하는 배관이다.

[0099] 그리고, 제 2 결정화배관(182)은 결정화부재(180a)와 저장탱크(101)에 연결되어, 결정화공정에서 결정화된 방사능 물질을 저장탱크(101)로 제공하는 배관이다.

[0100] 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100d)의 오퍼수처리과정에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0101] 저장탱크(101) 내의 오퍼수는 제 1 배관(111)에 의해 정삼투공정부(120)로 유입된다. 정삼투공정부(120)는 정삼투공정에 의해 오퍼수 내에 존재하는 방사능 물질이 포함된 고형물과 액체상태의 물을 분리한다. 이때, 정삼투공정부(120)에서 분리된 방사능 물질이 포함된 고형물은 제 4 배관(114)을 통해 저장탱크(101)로 회수되고, 정삼투공정에서 사용된 유도용액은 제 2 배관(112)에 의해 역삼투공정부(130)로 유동된다.

[0102] 역삼투공정부(130)는 역삼투공정을 통해 정삼투공정부(120)에서 제공받은 유도용액에 투과된 방사능 물질을 분리하여 처리수를 생성한다. 역삼투공정 수행 완료 후의 유도용액은 제 3 배관(113)을 통해 정삼투공정부(120)로 유동하고, 처리수는 제 5 배관(115)을 통해 온도조절부(140)로 유동된다. 여기서, 제 5 배관(115)을 통해 온도조절부(140)로 유입된 처리수에 잔존하는 방사능물질의 처리는 상술한 제 1 실시예와 같으므로, 본 실시예에서는 이에 대한 설명을 생략하기로 한다.

[0103] 한편, 제 1 유도용액배관(161)을 통해 유도용액저장부재(160a)로 유입된 회석유도용액은, 방사능물질의 잔존여부에 따라 방사능물질과 오퍼수가 잔존하는 상태이면 제 3 유도용액배관(163)을 통해 저장탱크(101)로 제공되고, 유도용액 상태이면 제 2 유도용액배관(162)을 통해 정삼투공정부(120)로 제공된다.

[0104] 그리고, 본 실시예에서, 유도용액저장부재(160a)로 제공된 회석유도용액은 제 2a 막증류배관(172a)을 통해 제 2 막증류공정부재(171)로 유입된다. 제 2 막증류공정부(170)는 회석유도용액에서 방사능물질을 분리하는 제 2 막증류공정이 수행된다. 이때, 제 2 막증류공정은 상술한 제 1 실시예에 개시된 제 1 막증류공정과 같이 막을 사이에 둔 유체의 온도차이에 의한 증기압에 의해 회석유도용액 중에 잔존하는 방사능 물질을 분리하는 공정이다.

[0105] 제 2 막증류공정부(170)는 제 2 막증류공정을 통해 회석유도용액이 방사능물질이 제거되어 유도용액상태가 되면 제 2c 막증류배관(172c)을 통해 정삼투공정부(120)로 제공되고, 방사능 물질이 잔존한 상태이면 회석유도용액을 제 2b 막증류배관(172b)을 통해 결정화부재(180a)로 제공한다.

[0106] 결정화부재(180a)에서는 제 2b 막증류배관(172b)을 통해 제공받은 방사능물질이 포함된 회석유도용액을 결정화하는 결정화공정이 수행된다. 결정화공정에서, 결정화가 되지 못한 회석유도용액은 제 1 결정화배관(181)을 경유하여 제 2a 막증류배관(172a)을 통해 다시 제 2 막증류공정부재(171)로 유동된다.

- [0107] 반면, 결정화부재(180a)에서 결정화된 상태가 된 물질은 제 2 결정화배관(182)을 통해 저장탱크(101)로 유동된다. 저장탱크(101)로 제공된 물질은 저장탱크(101) 내에 수용된 오페수와 함께, 제 1 배관(111)을 통해 정삼투공정부(120)로 제공되는 흐름이 반복적으로 수행된다.
- [0108] 제 2 막증류공정부(170)에서 제 2 막증류공정이 수행되어, 방사능 물질이 제거된 유도용액은 제 2c 막증류배관(172c)을 통해 정삼투공정부(120)로 제공되고, 방사능 물질이 완전히 제거되지 못한 회석유도용액은 제 2b 막증류배관(172b)을 통해 유도용액저장부(160)로 제공된다.
- [0109] 제 5 실시예
- [0110] 이하에서는 도 5을 참조하여 본 발명의 제 5 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치에 대해 설명하기로 한다.
- [0111] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100e)는 저장탱크(101), 역삼투공정부(130), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140), 제 1 막증류공정부(150), 유도용액저장부(160)와 증발부(190)를 포함한다.
- [0112] 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100e)는 상술한 제 1 실시예와 저장탱크(101), 역삼투공정부(130), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140)와 제 1 막증류공정부(150)의 구성이 실질적으로 동일하고, 저장탱크(101), 역삼투공정부(130), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140)와 제 1 막증류공정부(150)의 역할도 상술한 제 1 실시예와 실질적으로 동일한 바, 본 실시예에서는 이들에 대한 구체적인 설명을 생략하기로 하며, 이들이 지칭하는 구성에 대한 도면번호를 상술한 제 1 실시예와 동일하게 표기하기로 한다.
- [0113] 이하에서는 상술한 제 1 실시예에 개시된 구성과 상이한 유도용액저장부(160)와 증발부(190)에 대한 설명과, 유도용액저장부(160)와 증발부(190)에 연결된 역삼투공정부(130)와 역삼투공정부(130)의 연결관계를 설명하기로 한다.
- [0114] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서, 유도용액저장부(160)는, 유도용액저장부재(160a), 제 1 유도용액배관(161), 제 2 유도용액배관(162)과 제 3 유도용액배관(163)을 포함한다.
- [0115] 본 실시예에서, 유도용액저장부재(160a)는 역삼투공정부(130), 역삼투공정부(130)와 증발부(190)에 연결된다. 유도용액저장부재(160a)는 역삼투공정부(130)에서 제공된 회석유도용액이 저장하는 부재이다.
- [0116] 유도용액저장부재(160a)는 제 1 유도용액배관(161)과 제 2 유도용액배관(162)에 의해 각각 역삼투공정부(130)와 역삼투공정부(130)에 연결되고, 제 3 유도용액배관(163)에 의해 증발부(190)에 연결된다.
- [0117] 제 1 유도용액배관(161)은 유도용액저장부재(160a)와 역삼투공정부(130) 사이에 연결되어, 역삼투공정부(130)에서 유도용액저장부재(160a)로 회석유도용액을 제공하는 배관이다. 그리고, 제 2 유도용액배관(162)은 유도용액저장부재(160a)와 역삼투공정부(130) 사이에 연결되어, 유도용액을 역삼투공정부(130)로 제공하는 배관이다. 제 3 유도용액배관(163)은 유도용액저장부재(160a)와 증발부재(191)를 연결하는 배관이다. 본 실시예에서, 방사능 물질이 잔존하는 회석유도용액은 제 3 유도용액배관(163)을 통해 증발부(190)로 제공된다.
- [0118] 본 실시예에 따른 유도용액저장부(160)는 상기와 같은 연결구조에 의해, 역삼투공정부(130)로부터 역삼투공정부 후의 방사능 물질이 포함된 회석유도용액을 역삼투공정부(130)로부터 제공받아, 회석유도용액 내의 방사능 물질이 제거된 유도용액을 역삼투공정부(130)와 증발부(190)로 제공하는 순환구조를 가진다.
- [0119] 본 실시예에서, 증발부(190)는 역삼투공정부(130)에서 유도용액저장부(160)로 제공된 회석유도용액 중에 잔존하는 방사능 물질을 농축한 후 농축된 방사능 물질은 저장탱크(101)로 제공하고, 농축과정에서 방사능물질과 분리되면서 증발된 증기를 냉각시켜 유도용액의 형태로 역삼투공정부(130)로 제공하는 장치이다.
- [0120] 증발부(190)는 증발부재(191), 제 1 증발배관(192)과 제 2 증발배관(193)을 포함한다. 증발부(190)는 유도용액저장부(160)와 역삼투공정부(130) 사이에 설치된다.

- [0121] 본 실시예에서, 증발부재(191)는 증발공정이 수행되어, 회석유도용액에서 방사능 물질이 분리되는 장치이다. 증발부재(191)에는 제 3 유도용액배관(163), 제 1 증발배관(192)과 제 2 증발배관(193)이 연결된다. 본 실시예에서, 제 3 유도용액배관(163)은 유도용액저장부재(160a)와 증발부재(191)에 연결되어, 회석유도용액이 유동되는 배관이다.
- [0122] 제 1 증발배관(192)은 증발부재(191)와 역삼투공정부(130)에 연결되어, 증발공정의 수행완료 후, 유도용액을 역삼투공정부(130)로 제공하는 배관이다. 그리고, 제 2 증발배관(193)은 증발부재(191)와 저장탱크(101)에 연결되어, 증발공정의 수행완료 후 회석유도용액에서 분리된 방사능 물질을 저장탱크(101)로 제공하는 배관이다.
- [0123] 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100e)는 상술한 제 1 실시예와 달리, 역삼투공정이 수행이 완료된 유도용액을 곧바로 역삼투공정부(130)로 제공하지 않고 유도용액저장부(160)를 통해 다시 한번더 유도용액에 포함되었을 수도 있는 방사능 물질을 제거함으로써, 역삼투공정에서 재사용되는 유도용액의 사용효율을 증가시킬 수 있다.
- [0124] 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100e)의 오페수처리과정에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [0125] 저장탱크(101) 내의 오페수는 제 1 배관(111)에 의해 정삼투공정부(120)로 유입된다. 정삼투공정부(120)는 정삼투공정에 의해 오페수 내에 존재하는 방사능 물질이 포함된 고형물과 액체상태의 물을 분리한다. 이때, 정삼투공정부(120)에서 분리된 방사능 물질이 포함된 고형물은 제 4 배관(114)을 통해 저장탱크(101)로 회수되고, 정삼투공정에서 사용된 유도용액은 제 2 배관(112)에 의해 역삼투공정부(130)로 유동된다.
- [0126] 역삼투공정부(130)는 역삼투공정을 통해 정삼투공정부(120)에서 제공받은 유도용액에 투과된 방사능 물질을 분리하여 처리수를 생성한다. 역삼투공정 수행 완료 후의 유도용액은 제 3 배관(113)을 통해 정삼투공정부(120)로 유동하고, 처리수는 제 5 배관(115)을 통해 온도조절부(140)로 유동된다. 여기서, 제 5 배관(115)을 통해 온도조절부(140)로 유입된 처리수에 잔존하는 방사능물질의 처리는 상술한 제 1 실시예와 같으므로, 본 실시예에서는 이에 대한 설명을 생략하기로 한다.
- [0127] 한편, 제 1 유도용액배관(161)을 통해 유도용액저장부재(160a)로 유입된 회석유도용액은, 방사능물질의 잔존여부에 따라 방사능물질과 오페수가 잔존하는 상태이면 제 3 유도용액배관(163)을 통해 증발부재(191)로 제공되고, 방사능물질이 잔존하지 않은 유도용액 상태이면 제 2 유도용액배관(162)을 통해 정삼투공정부(120)로 제공된다.
- [0128] 한편, 증발부재(191)에서는 증발공정이 수행된다. 증발부재(191)에서의 증발공정에 의해, 방사능 물질이 제거된 유도용액은 제 1 증발배관(192)을 통해 역삼투공정부(130)로 제공되고, 방사능 물질이 완전히 제거되지 못한 회석유도용액은 제 2 증발배관(193)을 통해 저장탱크(101)로 제공된다.
- [0129] 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100e)는 상술한 제 1 실시예와 달리, 역삼투공정이 수행이 완료된 유도용액을 곧바로 역삼투공정부(130)로 제공하지 않고 유도용액저장부(160)를 통해 다시 한번더 유도용액에 포함되었을 수도 있는 방사능 물질을 제거하고, 유도용액저장부(160)에서도 제거되지 못한 방사능 물질이 포함된 회석유도용액을 증발부(190)로 제공하여, 회석유도용액을 정화처리함으로써 역삼투공정에서 재사용되는 유도용액의 사용효율을 증가시킬 수 있다.
- [0130] 제 6 실시예
- [0131] 이하에서는 도 6를 참조하여 본 발명의 제 6 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치에 대해 설명하기로 한다.
- [0132] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100f)는 저장탱크(101), 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140), 제 1 막증류공정부(150)와 전처리부(110a)를 포함한다.

- [0133] 본 실시예에 따른 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100f)는 상술한 제 1 실시예와 저장탱크(101), 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140)와 제 1 막증류공정부(150)의 구성이 실질적으로 동일하고, 저장탱크(101), 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140)와 제 1 막증류공정부(150)의 역할도 상술한 제 1 실시예와 실질적으로 동일한 바, 본 실시예에서는 이들에 대한 구체적인 설명을 생략하기로 하며, 이들이 지칭하는 구성에 대한 도면번호를 상술한 제 1 실시예와 동일하게 표기하기로 한다.
- [0134] 이하에서는 상술한 제 1 실시예에 개시된 구성과 상이한 전처리부(110a)에 대한 설명과, 전처리부(110a)에 연결된 저장탱크(101)와 정삼투공정부(120)에 대한 연결관계를 설명하기로 한다.
- [0135] 도 6에 도시된 바와 같이, 전처리부(110a)는 저장탱크(101)와 정삼투공정부(120) 사이에 위치된다. 본 실시예에서, 전처리부(110a)는 제 1 배관(111)과 제 4 배관(114)에 연결된다. 전처리부(110a)는 오페수가 저장탱크(101)에서 정삼투공정부(120)로 제공되는 과정에서, 오페수에 포함된 부유물질 등의 고형물을 제거하기 위한 정삼투공정의 전처리에 사용되는 장치이다.
- [0136] 본 실시예에서, 전처리부(110a)에는 저장탱크(101)와 전처리부(110a)를 연결하는 제 1 배관(111), 전처리부(110a)와 정삼투공정부(120)를 연결하는 제 1a 배관(111a), 전처리부(110a)와 제 4 배관(114)을 연결하는 제 4a 배관(114a)이 연결된다.
- [0137] 본 실시예에 따른 전처리공정은 다음과 같이 수행된다. 우선, 저장탱크(101)에서 제 1 배관(111)을 통해 토출된 오페수는 전처리부(110a)로 유입된다. 전처리부(110a)에서 오페수 중에 포함된 고형물이 분리되고, 액체타입의 오페수는 제 1a 배관(111a)을 통해 정삼투공정부(120)로 유동된다. 그리고, 전처리부(110a)에서 분리된 고형물은 제 4a 배관(114a)을 통해 제 4 배관(114)으로 유입되어 저장탱크(101)로 되돌아간다.
- [0138] 한편, 정삼투공정부(120)로 유입된 액체상태의 오페수는 상술한 제 1 실시예에 설명한 바와 같이, 정삼투공정부(120), 역삼투공정부(130), 온도조절부(140)와 제 1 막증류공정부(150)를 순차적으로 유동하면서 오페수에 포함된 방사능 물질이 분리되는 순환경로를 가진다.
- [0139] 상기와 같은 구조 및 작동흐름을 가진 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치(100f)는 상기와 같은 전처리공정, 정삼투공정, 역삼투공정과 막증류공정을 반복적으로 수행함으로써, 저장탱크(101) 내의 오페수가 방사선량이 감소된 상태로 고형화되도록 함으로써, 저장탱크(101)의 오페수 수용용량을 증대시킬 수 있으며, 방사능 물질의 처리효율을 증가시킬 수 있다.
- [0140] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다.

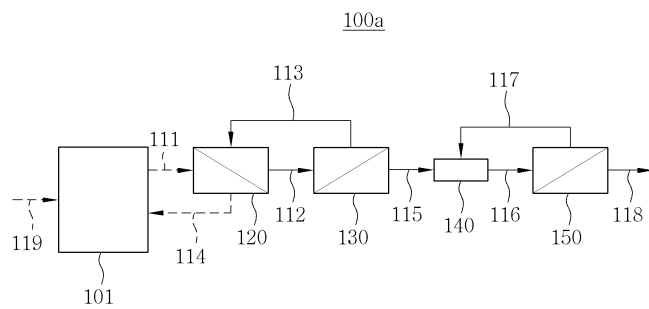
부호의 설명

- [0141] 100a, 100b, 100c, 100d, 100e, 100f: 다중분리막에 의한 방사능물질 처리장치
- 101: 저장탱크 110a: 전처리부
- 111: 제 1 배관 111a: 제 1a 배관
- 112: 제 2 배관 113: 제 3 배관
- 114: 제 4 배관 114a: 제 4a 배관
- 115: 제 5 배관 116: 제 6 배관
- 117: 제 7 배관 118: 제 8 배관
- 119: 오페수유입관
- 120: 정삼투공정부 130: 역삼투공정부
- 140: 온도조절부 150: 제 1 막증류공정부

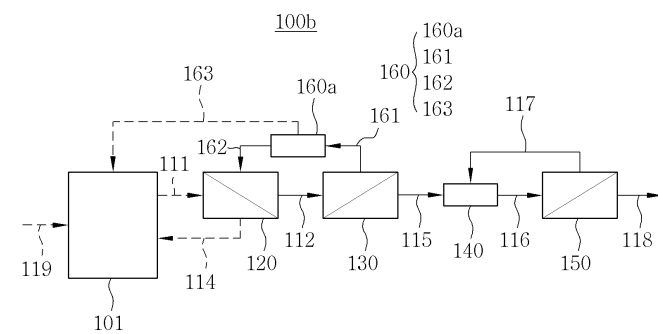
160: 유도용액저장부 160a: 유도용액저장부재
 161: 제 1 유도용액배관 162: 제 2 유도용액배관
 163: 제 3 유도용액배관 170: 제 2 막증류공정부
 171: 제 2 막증류공정부재 172a: 제 2a 막증류배관
 172b: 제 2b 막증류배관 172c: 제 2c 막증류배관
 180: 결정화부 180a: 결정화부재
 181: 제 1 결정화배관 182: 제 2 결정화배관
 190: 증발부 191: 증발부재
 192: 제 1 증발배관 193: 제 2 증발배관

도면

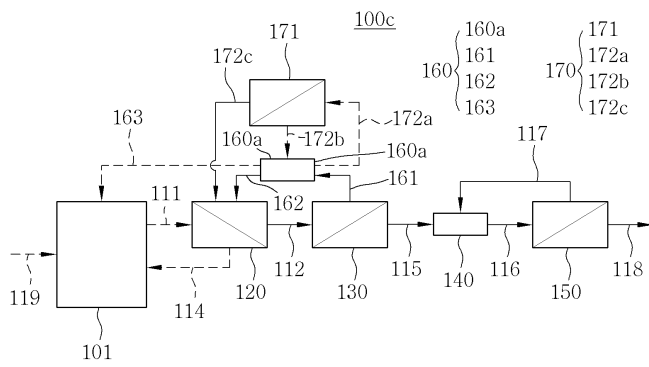
도면1



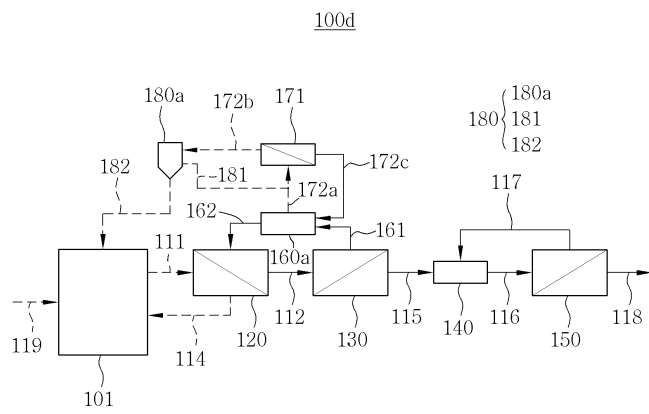
도면2



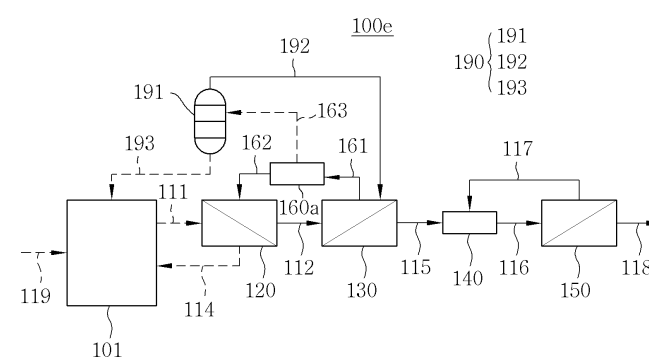
도면3



도면4



도면5



도면6

