



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0032373
(43) 공개일자 2020년03월26일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 9/00 (2006.01) C02F 1/44 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01) C02F 5/08 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
C02F 9/00 (2013.01)
C02F 1/441 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2018-0111308
(22) 출원일자 2018년09월18일
심사청구일자 2018년09월18일</p> | <p>(71) 출원인
현대제철 주식회사
인천광역시 동구 중봉대로 63 (송현동)</p> <p>(72) 발명자
심주현
인천광역시 동구 중봉대로 63</p> <p>(74) 대리인
특허법인아주</p> |
|---|--|

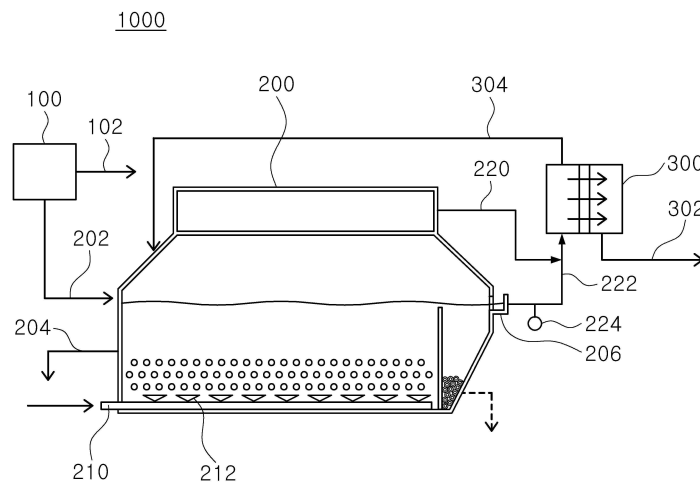
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 제철 배가스를 이용한 수처리 장치 및 이를 이용한 수처리 방법

(57) 요약

제철 배가스를 이용한 수처리 장치 및 이를 이용한 수처리 방법에 대한 발명이 개시된다. 한 구체예에서 상기 수처리 장치는 전처리유닛에서 생성되며, 농축수 유입라인을 통해 유입된 제1 농축수와, 하부에 구비된 산기관을 통해 유입된 제철 배가스를 접촉하여, 상기 제1 농축수에 포함된 칼슘(Ca)을 제거하여 제1 처리수를 생성하는 반응유닛; 및 제1 유입라인을 통해 상기 제1 처리수가 유입되어 막증발을 통해 제2 처리수 및 제2 농축수를 생성하는 막증발(MD)유닛;을 포함하며, 상기 전처리유닛은 해수역삼투(SWRO)유닛 또는 나노 여과(NF)유닛이며, 상기 제철 배가스의 온도는 350℃ 이하이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C02F 1/442 (2013.01)

C02F 1/447 (2013.01)

C02F 1/52 (2013.01)

C02F 5/08 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전처리유닛에서 생성되며, 농축수 유입라인을 통해 유입된 제1 농축수와, 하부에 구비된 산기관을 통해 유입된 제철 배가스를 접촉하여, 상기 제1 농축수에 포함된 칼슘(Ca)을 제거하여 제1 처리수를 생성하는 반응유닛; 및 제1 유입라인을 통해 상기 제1 처리수가 유입되어 막증발을 통해 제2 처리수 및 제2 농축수를 생성하는 막증발(MD)유닛;을 포함하며,

상기 전처리유닛은 해수역삼투(SWRO)유닛 또는 나노 여과(NF)유닛이며,

상기 제철 배가스의 온도는 350℃ 이하인 것을 특징으로 하는 제철 배가스를 이용한 수처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 막증발유닛으로 유입되는 제1 처리수의 온도는 50~80℃인 것을 특징으로 하는 제철 배가스를 이용한 수처리 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 반응유닛의 상부에는 상기 제1 농축수 및 제철 배가스의 접촉시 발생하는 제1 혼합물로부터 가스 성분 및 수분 성분을 분리하는 데미스터(demister)가 구비되며,

상기 분리된 수분 성분은, 상기 데미스터의 하부에 구비된 집수관을 통해 집수되어, 상기 반응유닛의 일측에 구비된 집수부로 이송되며,

상기 집수부에 이송된 수분 성분은 제1 유입라인으로 이송되는 것을 특징으로 하는 제철 배가스를 이용한 수처리 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 데미스터를 통해 분리된 가스 성분은 가스라인을 통해 제1 유입라인으로 이송되는 것을 특징으로 하는 제철 배가스를 이용한 수처리 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 막증발유닛에서 생성된 제2 농축수는, 제2 유입라인을 통해 상기 반응유닛으로 유입되는 것을 특징으로 하는 제철 배가스를 이용한 수처리 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 반응유닛은 상기 제1 농축수의 흐름이 지그재그 형상이 되도록, 상기 제1 농축수의 흐름을 가이드 하는 유로형성판을 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 제철 배가스를 이용한 수처리 장치.

청구항 7

전처리유닛에서 생성되며, 반응유닛에 농축수 유입라인을 통해 유입된 제1 농축수와 상기 반응유닛 하부에 구비된 산기관을 통해 유입된 제철 배가스를 접촉하여 상기 제1 농축수에 포함된 칼슘(Ca)을 제거하여 제1 처리수를 생성하는 단계; 및

상기 제1 처리수를 제1 유입로를 통해 막증발유닛에 유입하여, 막증발을 통해 제2 처리수 및 제2 농축수를 생성하는 단계;를 포함하며,

상기 전처리유닛은 해수역삼투(SWRO)유닛 또는 나노 여과(NF)유닛이며,

상기 제철 배가스의 온도는 350℃ 이하인 것을 특징으로 하는 수처리 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 반응유닛의 상부에는 상기 제1 농축수 및 제철 배가스의 접촉시 발생하는 제1 혼합물로부터 가스 성분 및 수분 성분을 분리하는 데미스터(demister)가 구비되며,

상기 분리된 수분 성분은, 상기 데미스터의 하부에 구비된 집수관을 통해 집수되어, 상기 반응유닛의 일측에 구비된 집수부로 이송되며,

상기 집수부에 이송된 수분 성분은 제1 유입라인으로 이송되는 것을 특징으로 하는 제철 배가스를 이용한 수처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배가스를 이용한 수처리 장치 및 이를 이용한 수처리 방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 제철 공정에서 발생하는 배가스의 열 및 이산화탄소(CO₂)를 이용한 수처리 장치 및 이를 이용한 수처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일관 제철소에서 발생하는 폐수는, 다른 산업 폐수와는 달리 유기성 오염물질 및 무기성 오염물질을 모두 포함한다. 따라서 제철소 발생하는 폐수를 재이용 또는 무방류하기 위해서는, 유기성 오염물질 제어 및 무기성 오염물질의 제어가 동시에 필요하다. 한편, 무방류 시스템은, 폐수를 처리한 뒤 방류수를 외부의 하천, 강 또는 해역으로 방류하지 않고 자체 재이용하는 시스템이다. 상기 무방류 시스템은, 멤브레인 유닛을 이용하여 폐수를 처리할 수 있다.

[0004] 한편, 상기 유기성 오염물질은 무방류 설비의 전처리 설비에 포함되는 정밀여과(MF) 및 한외여과(UF)에 많은 영향을 주며, 무기성 오염물질은 멤브레인(BWRO, SWRO, MD)유닛 및 증발농축에 많은 영향을 주게 된다.

[0005] 본 발명과 관련한 배경기술은 일본 등록특허공보 제3788145호(2006.06.21 공고, 발명의 명칭: 수처리 방법 및 수처리 장치)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 제철 공정에서 발생하는 폐수를 재이용하여 공정수로 사용하여 외부 배출량을 최소화할 수 있는 수처리 장치를 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 막증발유닛의 스케일(scale) 방지효과가 우수한 수처리 장치를 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 제철 배가스를 이용하여, 친환경성 및 에너지 절감효과가 우수한 수처리 장치를 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 수처리 장치를 이용한 수처리 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 하나의 관점은 제철 배가스를 이용한 수처리 장치에 관한 것이다. 한 구체예에서 상기 수처리 장치는 전처리유닛에서 생성되며, 농축수 유입라인을 통해 유입된 제1 농축수와, 하부에 구비된 산기관을 통해 유입된 제철 배가스를 접촉하여, 상기 제1 농축수에 포함된 칼슘(Ca)을 제거하여 제1 처리수를 생성하는 반응유닛; 및 제1 유입라인을 통해 상기 제1 처리수가 유입되어 막증발을 통해 제2 처리수 및 제2 농축수를 생성하는 막증발(MD)유닛;을 포함하며, 상기 전처리유닛은 해수역삼투(SWRO)유닛 또는 나노 여과(NF)유닛이며, 상기 제철 배가스의 온도는 350℃ 이하이다.
- [0013] 한 구체예에서 상기 막증발유닛으로 유입되는 제1 처리수의 온도는 50~80℃일 수 있다.
- [0014] 한 구체예에서 상기 반응유닛의 상부에는 상기 제1 농축수 및 제철 배가스의 접촉시 발생하는 제1 혼합물로부터 가스 성분 및 수분 성분을 분리하는 데미스터(demister)가 구비되며, 상기 분리된 수분 성분은, 상기 데미스터의 하부에 구비된 집수관을 통해 집수되어, 상기 반응유닛의 일측에 구비된 집수부로 이송되며, 상기 집수부에 이송된 수분 성분은 제1 유입라인으로 이송될 수 있다.
- [0015] 한 구체예에서 상기 데미스터를 통해 분리된 가스 성분은 가스라인을 통해 제1 유입라인으로 이송될 수 있다.
- [0016] 한 구체예에서 상기 막증발유닛에서 생성된 제2 농축수는, 제2 유입라인을 통해 상기 반응유닛으로 유입될 수 있다.
- [0017] 한 구체예에서 상기 반응유닛은 상기 제1 농축수의 흐름이 지그재그 형상이 되도록, 상기 제1 농축수의 흐름을 가이드 하는 유로형성판을 하나 이상 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 다른 관점은 상기 수처리 장치를 이용한 수처리 방법에 관한 것이다. 한 구체예에서 상기 수처리 방법은 전처리유닛에서 생성되며, 반응유닛에 농축수 유입라인을 통해 유입된 제1 농축수와 상기 반응유닛 하부에 구비된 산기관을 통해 유입된 제철 배가스를 접촉하여 상기 제1 농축수에 포함된 칼슘(Ca)을 제거하여 제1 처리수를 생성하는 단계; 및 상기 제1 처리수를 제1 유입로를 통해 막증발유닛에 유입하여, 막증발을 통해 제2 처리수 및 제2 농축수를 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 전처리유닛은 해수역삼투(SWRO)유닛 또는 나노 여과(NF)유닛이며, 상기 제철 배가스의 온도는 350℃ 이하이다.
- [0019] 한 구체예에서 상기 반응유닛의 상부에는 상기 제1 농축수 및 제철 배가스의 접촉시 발생하는 제1 혼합물로부터 가스 성분 및 수분 성분을 분리하는 데미스터(demister)가 구비되며, 상기 분리된 수분 성분은, 상기 데미스터의 하부에 구비된 집수관을 통해 집수되어, 상기 반응유닛의 일측에 구비된 집수부로 이송되며, 상기 집수부에 이송된 수분 성분은 제1 유입라인으로 이송될 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명에 따른 수처리 장치 및 수처리 방법을 적용시 재이용이 어려운 제철 배가스의 이산화탄소 및 폐열을 활용하여 제철 공정에서 발생하는 폐수를 재이용하여, 공정수로 사용가능하여 외부 배출량을 최소화할 수 있어, 이로 인한 환경오염을 방지할 수 있어 친환경적 효과가 우수하고, 막증발유닛의 스케일 방지효과가 우수하며,

친환경성 및 에너지 절감효과가 우수할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 한 구체예에 따른 수처리 장치를 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 한 구체예에 따른 반응유닛 및 막증발유닛을 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 한 구체예에 따른 수처리 방법을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다. 이때, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기술 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.

[0025] 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.

제철 배가스를 이용한 수처리 장치

[0028] 본 발명의 하나의 관점은 제철 배가스를 이용한 수처리 장치에 관한 것이다.

[0029] 도 1은 본 발명의 한 구체예에 따른 수처리 장치를 나타낸 것이며, 도 2는 본 발명의 한 구체예에 따른 반응유닛(200) 및 막증발유닛(300)을 나타낸 것이다. 상기 도 1 및 도 2를 참조하면, 수처리 장치(1000)는 전처리유닛(100)에서 생성되며, 농축수 유입라인(202)을 통해 유입된 제1 농축수와, 하부에 구비된 산기관(210)을 통해 유입된 제철 배가스를 접촉하여, 상기 제1 농축수에 포함된 칼슘(Ca)을 제거하여 제1 처리수를 생성하는 반응유닛(200); 및 제1 유입라인(222)을 통해 상기 제1 처리수가 유입되어 막증발을 통해 제2 처리수 및 제2 농축수를 생성하는 막증발(MD)유닛(300);을 포함한다.

[0030] 한 구체예에서 상기 전처리유닛(100)은 해수역삼투(SWRO)유닛 또는 나노 여과(NF)유닛(100)이다.

[0031] 상기 해수역삼투(Sea Water Reverse Osmosis, SWRO)유닛은 원수로부터 염 및 이온성 물질을 분리하는 목적으로 구비되며, 해수역삼투 멤브레인을 포함할 수 있다. 구체예에서 상기 해수역삼투 멤브레인의 기공크기는 0.0001~30 μ m일 수 있다. 상기 범위에서 염 및 이온성 물질 제거효과가 우수할 수 있다. 상기 나노여과(Nano Filtration, NF)유닛은 나노여과 멤브레인을 포함하며, 다가 이온 및 미생물 등을 분리할 수 있다.

[0032] 상기 도 1을 참조하면, 전처리유닛(100)은 원수를 여과하여, 제1 농축수와 여과수를 생성한다. 상기 제1 농축수는 농축수 유입라인(202)을 통해 반응유닛(200)으로 이송되며, 상기 여과수는 여과수 배출라인(102)을 통해 배출될 수 있다.

[0033] 한 구체예에서 상기 전처리유닛(100)을 통과하기 전에, 상기 원수는 pH 조절 장치, 샌드 필터(sand filter), 층상 필터, 침전 탱크 및 에어레이터 장치 등을 포함하는 처리 수단에 의해 여과된 것일 수 있다. 상기와 같은 종류의 처리 수단을 통해 유입된 원수의 입자성 물질 및 유기성 물질을 용이하게 제거하여 후술할 정밀여과, 역삼투 및 막증발시 여과장치의 손상을 방지하면서, 여과시간 및 에너지를 절감할 수 있다.

[0034] 상기 도 2를 참조하면, 반응유닛(200)의 상부에는 상기 제1 농축수 및 제철 배가스의 접촉시 발생하는 제1 혼합물로부터 가스 성분 및 수분 성분을 분리하는 데미스터(demister)(240)가 구비된다. 한 구체예에서 상기 제1 혼합물은, 상기 제1 농축수 및 제철 배가스의 접촉시 발생하며, 상기 제1 농축수와 반응하지 않은 제철 배가스 성분을 포함할 수도 있다.

[0035] 또한, 산기관(210)은 세라믹 재질을 포함하여 형성될 수 있다. 상기 재질로 형성시, 350℃ 이하의 온도를 갖는 제철 배가스에 의한 손상을 방지할 수 있다. 산기관(210)에 형성된 노즐(212)을 통해 상기 제철 배가스가 배출되어, 상기 제1 농축수와 접촉할 수 있다.

[0036] 한 구체예에서 상기 분리된 수분 성분은, 데미스터(240)의 하부에 구비된 집수관(230)을 통해 집수되어, 반응유닛(200)의 일측에 구비된 집수부(206)로 이송된다. 상기 도 2를 참조하면, 집수관(230)은 집수가 용이하도록,

경사를 가지며, 집수부(206)는 집수관(230)에 상기 수분 성분이 저장되기 용이하도록, 개방된 트러프(open trough) 형태로 형성될 수 있다. 한 구체예에서 집수부(206)에 이송된 수분 성분은 제1 유입라인(222)으로 이송된다. 구체예에서, 집수부(206)에 이송된 수분 성분은, 증류수에 가까운 농도를 가지며, 상기 수분 성분과 제1 처리수를 혼합시, 유입 수질이 향상되어, 막증발유닛(300)의 파울링 현상을 방지할 수 있다. 한 구체예에서 상기 수분 성분은 제1 처리수와 함께 제1 유입라인(222)으로 이송될 수 있다.

[0037] 한 구체예에서 데미스터(240)를 통해 분리된 가스 성분은 가스라인(220)을 통해 제1 유입라인(222)으로 이송되어, 상기 제1 처리수와 함께 막증발유닛(300)으로 이송될 수 있다.

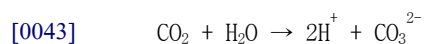
[0038] 한편, 후술할 막증발유닛(300)의 플럭스(flux)가 감소하는 원인은, 멤브레인 표면의 파울링 또는 막젖음 현상 때문인데, 상기와 같이 가스 성분을 막증발유닛(300)으로 이송시, 제1 처리수에 가스 버블링이 발생하여, 멤브레인 표면의 물리적 세정 효과를 가질 수 있어, 멤브레인 젖음 현상을 개선할 수 있다.

[0039] 또한, 본 발명에서는 멤브레인 재질의 변형을 방지하기 위해, 배가스를 막증발유닛(300)에 직접 유입하지 않고, 상기와 같은 방법으로 유입하여 멤브레인 손상을 방지하면서 세정할 수 있다.

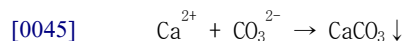
[0040] 한 구체예에서 반응유닛(200)은 상기 제1 농축수의 흐름이 지그재그 형상이 되도록, 상기 제1 농축수의 흐름을 가이드 하는 유로형성판을 하나 이상 포함할 수 있다. 상기 도 2를 참조하면, 반응유닛(200)의 횡단면을 기준으로 하나 이상의 유로형성판(214)이 형성되어, 상기 제1 농축수의 흐름이 지그재그 형상이 되도록, 상기 제1 농축수의 흐름을 가이드 할 수 있다. 상기와 같은 유로형성판(214)을 구비하는 경우, 물의 데드존(dead zone)을 방지하여 제철 배가스와의 접촉 효율성이 증가할 수 있다. 상기 도 2를 참조하면, 상기 제1 처리수는 복수 개의 유로형성판(214)에 의해 지그재그 형상으로 흐르며, 상기 제철 배가스와 접촉할 수 있다.

[0041] 상기 도 2를 참조하면, 반응유닛(200)에 유입된 제1 농축수와, 하부에 구비된 산기관을 통해 유입된 제철 배가스의 접촉시, 하기 화학식 1 및 화학식 2와 같은 반응이 발생하여, 상기 제1 농축수에 포함된 칼슘이 제거되어 제1 처리수를 생성할 수 있다:

[0042] [화학식 1]



[0044] [화학식 2]



[0046] 상기 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 화학식 2와 같은 반응을 통해 형성된 탄산칼슘은, 반응유닛(200)의 일측으로 이송하여 침전되며, 통상적인 방법을 이용하여 제거될 수 있다. 상기와 같이 제1 농축수의 칼슘을 제거시, 막증발유닛(300)의 고온에서 스케일이 가속화되는 현상을 방지하는 효과가 우수할 수 있다.

[0047] 한 구체예에서 막증발유닛(300)으로 유입되는 제1 처리수의 온도는 50~80℃일 수 있다. 상기 온도 범위에서, 막증발 효율이 우수할 수 있다. 예를 들면, 60~80℃일 수 있다.

[0048] 상기 제철 배가스는, 일관 제철 공정에서 발생하는 연소가스 등을 사용할 수 있다. 또한 상기 제철 배가스는 NOx 및 SOx 등의 오염물질을 포함할 수 있다. 상기 오염물질이 제1 처리수 중에 포함되어 용해되는 경우, pH가 저하되며, 이로 인해 상기 이산화탄소(CO₂)의 용해도가 변화될 수 있으므로 pH 조절이 가능한 약품 주입부를 더 구비할 수 있다.

[0049] 한 구체예에서 제1 유입라인(222)은 측정센서(224)가 구비되어, 상기 제1 처리수 중 칼슘 농도를 측정할 수 있다. 또한, 제1 유입라인(222)에는 pH, 온도, 칼슘 정도, 전경도 등을 측정하는 측정기가 더 포함될 수 있다. 한 구체예에서 상기 제1 유입라인의 제1 처리수의 온도 및 칼슘 농도 측정을 통해 유입되는 제철 배가스의 배기량을 조절할 수 있다. 예를 들면, 초기 제철 배가스 배기량을 기준으로, 상기 측정된 제1 처리수가 소정 온도 이상, 또는 소정 칼슘 농도 이하인 경우, 상기 제철 배가스의 배기량을 감소시키고, 제1 처리수가 소정 온도 미만, 또는 소정 칼슘 농도 초과인 경우, 상기 제철 배가스의 배기량을 증가시켜 운전할 수 있다. 예를 들면, 초기 제철 배가스 배기량을 기준으로, 배기량을 -20부피% 내지 20부피% 범위로 조절하면서 운전할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0050] 다른 구체예에서 상기 제1 처리수의 염소 농도 및 반응유닛(200)의 수위 레벨을 측정하고, 상기 염소 농도 및

수위 레벨 측정값에 따라 별도의 밸브 및 펌프를 작동하여, 반응유닛(200)의 제1 배출라인(204)을 통해 반응유닛(200)에서 발생한 반응농축수를 배출할 수 있다. 한 구체예에서, 상기 반응농축수는 제1 배출라인(204)을 통해 증발농축조(미도시)로 이송될 수 있다.

[0051] 한 구체예에서 상기 제철 배가스의 온도는 350℃ 이하이다. 상기 조건에서 후술할 막증발을 위한 50~80℃의 제1 처리수 제조가 용이하며, 상기 제철 배가스 온도가 350℃를 초과하는 경우, 경제적 효율성이 낮으며, 제1 처리수의 온도가 지나치게 상승하여, 막증발효율이 오히려 저하될 수 있다. 예를 들면, 150~350℃일 수 있다.

[0052] 상기 도 2를 참조하면, 막증발유닛(300)은, 제1 유입라인을 통해(222) 유입된 제1 처리수로부터 제2 농축수가 생성되는 증발부(310); 공급수 라인(306)을 통해 유입된 공급수로부터 제2 처리수가 생성되는 응축부(314); 및 증발부(310) 및 응축부(314) 경계면에 형성되는 멤브레인(312)을 포함할 수 있다. 상기 공급수는, 통상적인 것을 사용할 수 있다.

[0053] 한 구체예에서 막증발유닛(300)은 멤브레인(312) 사이의 온도차에 의해 증기가 이동하는 원리를 이용하여 제2 처리수를 생성할 수 있다. 한 구체예에서 막증발유닛(300)은 직접 접촉식 멤브레인 증발(Direct Contact Membrane Distillation, DCMD)용 장치, 에어 갭 멤브레인 증발(Air Gap Membrane Distillation, AGMD)용 장치, 스위프 가스 멤브레인 증발(Sweep Gas Membrane Distillation, SGMD)용 장치, 또는 진공 멤브레인 증발(Vacuum Membrane Distillation, VMD)용 장치를 포함할 수 있다.

[0054] 한 구체예에서 막증발유닛(300)에 포함되는 멤브레인(312)의 두께는 20~80 μ m일 수 있으며, 멤브레인(312)의 기공 크기는 0.01~50 μ m일 수 있다. 상기 조건의 멤브레인(312)을 적용시, 멤브레인의 투과 플럭스(flux) 특성이 우수하며, 여과효율이 우수할 수 있다.

[0055] 한 구체예에서 멤브레인(312)은 소수성 재질을 포함하여 제조된 것을 사용할 수 있다. 한 구체예에서 멤브레인은 폴리에틸렌(polyethylene), 폴리프로필렌(polypropylene), 폴리염화비닐리덴(polyvinylidenechloride) 또는 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene)으로 형성된 멤브레인을 사용할 수 있다. 상기 소수성 재질을 포함시, 멤브레인이 물에 젖는 현상을 방지하여 용이하게 막증발이 이루어질 수 있다.

[0056] 한 구체예에서 막증발유닛(300)에서 생성된 제2 농축수는, 제2 유입라인(304)을 통해 배출되어 반응유닛(200)으로 유입되어, 칼슘 성분 등을 추가로 제거할 수 있다. 또한, 응축부(314)에서 생성된 제2 처리수는 제2 배출라인(302)을 통해 배출될 수 있다.

[0058] 수처리 장치를 이용한 수처리 방법

[0059] 본 발명의 다른 관점은 상기 수처리 장치를 이용한 수처리 방법에 관한 것이다. 도 3은 본 발명의 한 구체예에 따른 수처리 방법을 나타낸 것이다. 상기 도 3을 참조하면, 상기 수처리 방법은 (S10) 전처리유닛에서 생성되며, 반응유닛에 농축수 유입라인을 통해 유입된 제1 농축수와 상기 반응유닛 하부에 구비된 산기판을 통해 유입된 제철 배가스를 접촉하여 상기 제1 농축수에 포함된 칼슘(Ca)을 제거하여 제1 처리수를 생성하는 단계; 및 (S20) 상기 제1 처리수를 제1 유입로를 통해 막증발유닛에 유입하여, 막증발을 통해 제2 처리수 및 제2 농축수를 생성하는 단계;를 포함한다.

[0060] 상기 전처리유닛은 해수역삼투(SWRO)유닛 또는 나노 여과(NF)유닛이며, 상기 제철 배가스의 온도는 350℃ 이하이다.

[0061] 한 구체예에서 상기 반응유닛의 상부에는 상기 제1 농축수 및 제철 배가스의 접촉시 발생하는 제1 혼합물로부터 가스 성분 및 수분 성분을 분리하는 데미스터(demister)가 구비되며, 상기 분리된 수분 성분은, 상기 데미스터의 하부에 구비된 집수관을 통해 집수되어, 상기 반응유닛의 일측에 구비된 집수부로 이송되며, 상기 집수부에 이송된 수분 성분은 제1 유입라인으로 이송될 수 있다.

[0062] 본 발명에 따른 수처리 장치 및 수처리 방법을 적용시 재이용이 어려운 제철 배가스의 이산화탄소 및 폐열을 활용하여 제철 공정에서 발생하는 폐수를 재이용하여, 공정수로 사용가능하여 외부 배출량을 최소화할 수 있어, 이로 인한 환경오염을 방지할 수 있어 친환경적 효과가 우수하고, 막증발유닛의 스케일 방지효과가 우수하며, 친환경성 및 에너지 절감효과가 우수할 수 있다.

[0064] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 통해 본 발명의 구성 및 작용을 더욱 상세히 설명하기로 한다. 다만, 이는

본 발명의 바람직한 예시로 제시된 것이며 어떠한 의미로도 이에 의해 본 발명이 제한되는 것으로 해석될 수는 없다.

실시예 1

도 1 및 도 2와 같은 수처리 장치를 이용하여 수처리를 실시하였다. 구체적으로 원수를 전처리유닛(해수역삼투(SWRO)유닛)(100)에 유입하여 여과하여, 제1 농축수 및 여과수를 생성하였다. 상기 여과수는 여과수 배출라인(102)을 통해 외부로 배출되었으며, 상기 제1 농축수는 농축수 유입라인(202)을 통해 반응유닛(200)으로 유입하였다. 반응유닛(200)의 하부에 구비된 세라믹 재질의 산기관(210)을 통해 250~300℃의 온도를 갖는 제철 배가스를 유입하고, 산기관(210)에 형성된 노즐(212)을 통해 상기 제철 배가스를 배출하여, 상기 제1 농축수와 접촉하여 상기 제1 농축수에 포함된 칼슘(Ca)을 제거하여 제1 처리수를 생성하였다. 이때 반응유닛(200)은, 복수 개의 유로형성관(214)을 구비하여, 제1 농축수의 유로가 횡단면 기준으로 지그재그가 되도록 형성하였다. 반응유닛(200)의 상부에는 데미스터(240)가 구비되어 상기 제1 농축수 및 제철 배가스의 접촉시 발생하는 제1 혼합물로부터 가스 성분 및 수분 성분을 분리하였다. 상기 분리된 수분 성분은, 데미스터(240)의 하부에 경사를 가지며 구비된 집수관(230)을 통해 집수되어, 반응유닛(200)의 일측에 형성된 집수부(206)에 집수되어, 상기 제1 처리수와 함께 제1 유입라인(222)에 유입되어, 막증발유닛(300)의 증발부(310)로 유입되었다. 제1 유입라인(222)의 제1 처리수의 온도는 60~80℃이었다. 또한, 데미스터(240)를 통해 분리된 가스 성분은 가스라인(220)을 통해 제1 유입라인(222)으로 이송되었다.

막증발유닛(300)은, 응축부(314); 및 증발부(310) 및 응축부(314) 경계면에 형성되는 소수성 멤브레인(312)을 포함하는 것을 사용하였으며, 증발부(310)에서는 제1 유입라인을 통해(222) 유입된 제1 처리수로부터 제2 농축수를 생성하고, 제1 처리수로부터 증기가 응축부(314)로 증기가 이동하여, 공급수 라인(306)을 통해 유입된 공급수로부터 제2 처리수를 생성하였다.

응축부(314)에서 생성된 상기 제2 처리수는, 제2 배출라인(302)을 통해 외부로 배출되었으며, 막증발유닛(300)의 증발부(310)에서 생성된 제2 농축수는, 제2 유입라인(304)을 통해 반응유닛(200)으로 유입하여 여과하였다.

상기 실시예 1의 수처리 장치 및 방법을 적용시, 칼슘이온 증가에 의한, 막증발유닛의 스케일 제거 효과가 우수하였고, 멤브레인 손상 및 플럭스 저하를 방지하는 효과가 우수함을 알 수 있었다.

현재 무방류 기술을 구현하기 위해 가장 효율적인 공법은 멤브레인 공법이다. 하지만 멤브레인 공법 중 가장 많이 적용되고 있는 역삼투막 공법은 유입수의 농도가 증가할수록 더 높은 적용압력을 요구하며, 파울링(막힘현상)도 증가하여 일정농도 이상에서는 효율적이지 못하며, 유입수 농도에 영향을 크게 받지 않는 막증발법 등의 적용이 필요한 실정이다. 그러나 제1 농축수 중의 칼슘은 고온에서 스케일이 가속화되어, 막증발 효율이 급격하게 저하되는 문제가 있었다.

그러나, 본 발명의 수처리 장치 및 수처리 방법을 적용시 재이용이 어려운 제철 배가스의 이산화탄소 및 폐열을 활용하여 제철 공정에서 발생하는 폐수를 재이용하여, 공정수로 사용가능하여 외부 배출량을 최소화할 수 있어, 이로 인한 환경오염을 방지할 수 있어 친환경적 효과가 우수하고, 막증발유닛의 스케일 방지효과가 우수하며, 친환경성 및 에너지 절감효과가 우수할 수 있다.

본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 이 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의하여 용이하게 실시될 수 있으며, 이러한 변형이나 변경은 모두 본 발명의 영역에 포함되는 것으로 볼 수 있다.

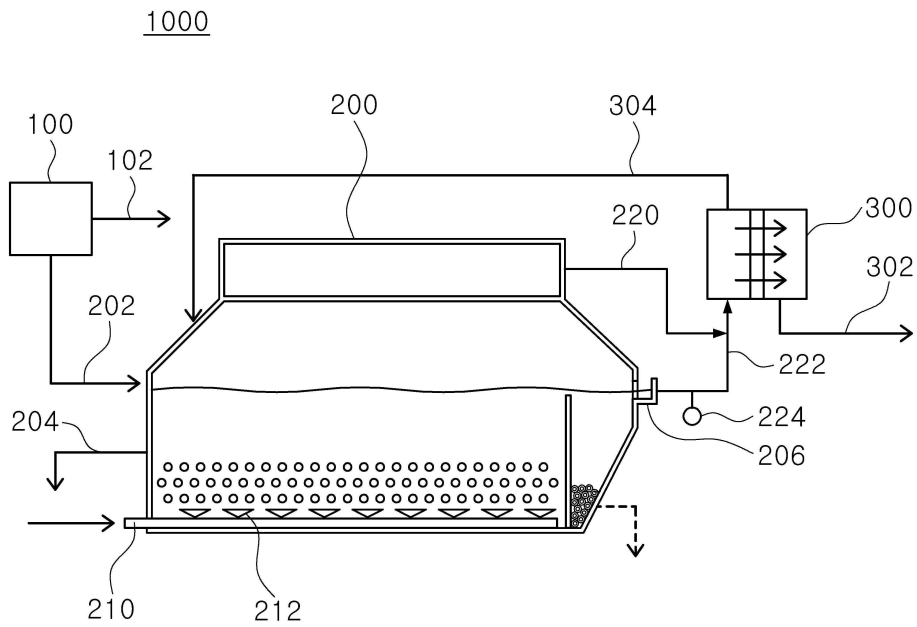
부호의 설명

100: 전처리유닛	102: 여과수 배출라인
200: 반응유닛	202: 농축수 유입라인
204: 제1 배출라인	206: 집수부

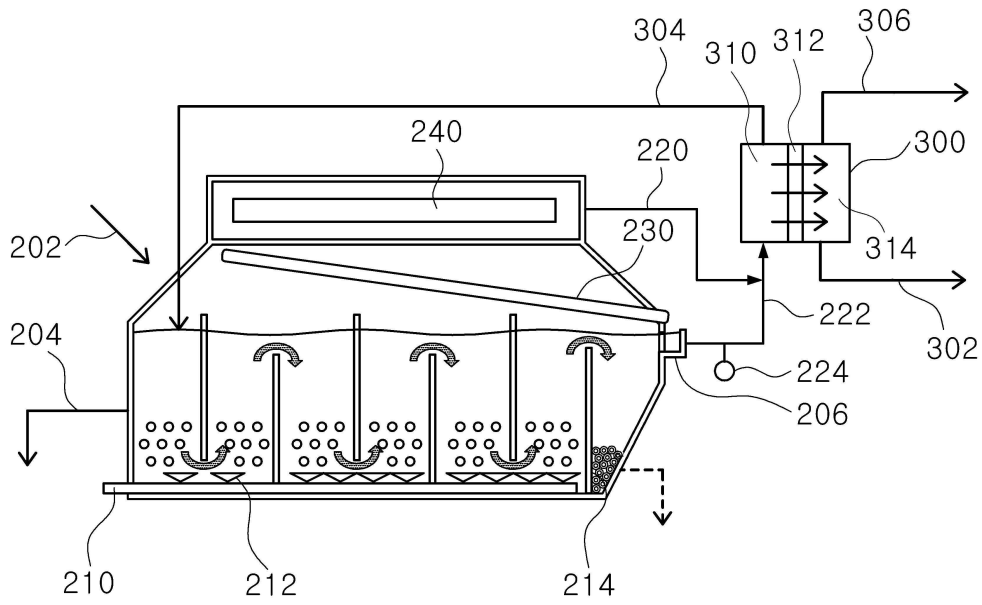
210: 산기관	212: 노즐
214: 유로형성판	220: 가스라인
222: 제1 유입라인	224: 측정센서
230: 집수관	240: 데미스터
300: 막증발유닛	302: 제2 배출라인
304: 제2 유입라인	306: 공급수 라인
310: 증발부	312: 멤브레인
314: 응축부	1000: 수처리 장치

도면

도면1



도면2



도면3

