



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0055191
(43) 공개일자 2020년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 1/04 (2006.01) C02F 1/44 (2006.01)
C02F 11/12 (2019.01) C02F 5/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C02F 1/046 (2013.01)
C02F 1/043 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0138092
(22) 출원일자 2018년11월12일
심사청구일자 2018년11월12일

(71) 출원인
주식회사 태고
울산광역시 울주군 상북면 길천산업3길 9
양소연
울산광역시 남구 문수로369번길 8-16 (옥동)
양권석
울산 울주군 청량면 울리 459번지
(72) 발명자
양권석
울산 울주군 청량면 울리 459번지
양소연
울산광역시 남구 문수로369번길 8-16 (옥동)
(74) 대리인
한윤근, 정시환

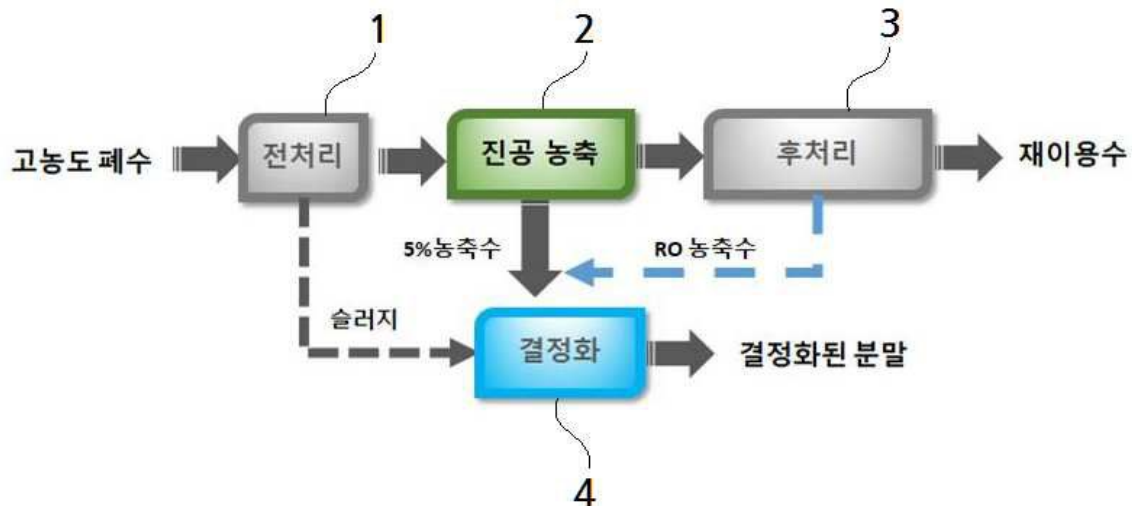
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 고농도 폐수의 다단계 진공 증발 농축을 이용한 무방류 폐수 처리시스템

(57) 요약

본 발명의 고농도 폐수의 다단계 진공 증발 농축을 이용한 무방류 폐수 처리시스템 및 그 방법은 다단계 진공 증발 농축에 의해 질소와 인 같은 영양염류 등 폐수에 고농도로 함유된 오염물질을 처리하는 폐수 무방류 처리에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 고농도의 질소, 인과 같은 영양염류를 처리하기 위하여 전처리, 증발농축, 후처리 공정으로 구성되며, 각 공정마다 발생하는 유기물 또는 고농도의 농축물을 처리하는 결정화 공정이 포함되어 최종적으로 얻어지는 고형분의 부피를 최소화하고 응축되는 물은 공정에 재사용함으로써 물 사용량을 절감하고 환경오염을 개선하도록 하는 고농도 폐수의 다단계 진공 증발 농축을 이용한 무방류 폐수 처리시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C02F 1/048 (2013.01)

C02F 1/441 (2013.01)

C02F 11/12 (2020.05)

C02F 5/08 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

폐수 내 슬러지를 처리하고 그로부터 배출되는 농축수의 이온 총량을 1~2% 이내로 조절하는 전처리부(1);

상기 전처리부로부터 처리된 상등수를 2단의 진공 증발 농축에 의해 고농도로 감압 농축하여 수분함량 5% 이하로 응축 배출하는 다단 증발 농축부(2);

상기 다단 증발 농축부에 의해 얻어진 응축수를 재이용수로 사용 가능하도록 역삼투를 통해 여과하는 후처리부(3); 및

상기 전처리부, 다단 증발 농축부, 후처리부에서 배출되는 슬러지/농축수를 결정화하여 부피를 최소화하는 결정화부(4);를 포함하며,

상기 다단 증발 농축부(2)는 제1차 약진공 농축장치(10) 및 제2차 고진공 농축장치(20)로 구성된 것을 특징으로 하는 고농도 폐수의 다단계 진공 증발 농축을 이용한 무방류 폐수 처리시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1차 약진공 농축장치(10) 및 제2차 고진공 농축장치(20)는,

전처리부에 연결되어 폐수를 공급 순환하는 순환펌프(11,21);

상기 순환펌프에 의해 공급된 폐수를 증발 농축하여 폐수 내 수분을 증발하고 가열 증기를 냉각 응축하는 농축기(12,22);

상기 농축기에서 예열된 폐수를 진공 상태에서 증발 증기와 농축수로 분리하는 기액 분리기(13,23);

상기 순환펌프와 농축기 사이에 설치되어 농축기 내부에 고착되는 스케일의 생성을 방지하도록 마이크로 버블을 공급하는 미세기포 발생기(14,24);

상기 기액 분리기의 후단에 설치되어 증발 증기를 재압축에 의해 가열 증기로 승온하여 농축기로 공급하는 증기 재압축기(15,25); 및

상기 농축기에 연결되어 증기 재압축기를 거쳐 유입되는 압축 증기를 응축 배출하는 응축기(17,27);를 포함함을 특징으로 하는 고농도 폐수의 다단계 진공 증발 농축을 이용한 무방류 폐수 처리시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1차 약진공 농축장치(10)는 고형물이 제거된 폐수를 진공도 500mmHg, 온도 80~85℃에서 증발 농축하여 65~70% 농축을 행하도록 구성된 것을 특징으로 하는 고농도 폐수의 다단계 진공 증발 농축을 이용한 무방류 폐수 처리시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제2차 고진공 농축장치(20)는 상기 제1차 약진공 농축장치를 통해 저감압 증발된 폐수를 진공도 700mmHg, 온도 65~70℃에서 증발 농축하여 95% 농축을 행하도록 구성된 것을 특징으로 하는 고농도 폐수의 다단계 진공 증발 농축을 이용한 무방류 폐수 처리시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 결정화부(4)는,

원통형의 반응기(41);

상기 반응기의 외측을 감싸도록 배치되고 농축수에 포함된 수분을 증발하도록 반응기에 스팀을 공급하는 가열기(42); 및

상기 반응기 내부에 설치되어 농축수를 회전시키는 회전체(43);를 포함함을 특징으로 하는 고농도 폐수의 다단계 진공 증발 농축을 이용한 무방류 폐수 처리시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 진공 증발 농축을 이용하여 질소 및 인이 포함된 영양염류 등 폐수 내의 고농도 오염물질을 처리하는 무방류 폐수 처리시스템에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 각종 폐수 처리 공정에서 발생하는 고농도의 농축수 처리 회수율을 높여 재이용하도록 함과 아울러 고농도 농축수에 의한 환경오염을 최소화하는 고농도 폐수의 다단계 진공 증발 농축을 이용한 무방류 폐수 처리시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 산업폐수, 축산폐수와 같은 고농도 난분해성 폐수 내에는 질소 및 인과 같은 영양염류가 포함되는 고농도의 오염물질이 다량 함유되어 있다.

[0003] 이러한 오염물질을 제거하는 과정에서 부산물로 발생하는 고농도의 농축수가 그대로 하폐수 처리장으로 유입 시 처리장 내 수질을 악화시킴과 아울러 하폐수 처리 설비의 기능에 영향을 주어 처리 효율을 저하시킨다는 문제점이 있었다.

[0004] 이에 따라 농축수를 처리하여 폐수 처리 공정 등의 용수로 재활용하거나 생활용수로 사용할 수 있도록 농축수의 회수율을 높이기 위한 다양한 연구가 행해지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국 특허등록 제465885호의 "하/폐수용 증발 농축 시스템" (2005.01.05)
(특허문헌 0002) 한국 특허공개 제2016-26783호의 "폐수의 처리방법" (2016.03.09)
(특허문헌 0003) 한국 특허공개 제2001-65008호의 "역삼투시스템 및 증발농축법을 이용한 매립장 침출수 처리방법" (2001.07.11)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 다단계 고농축 감압 증발 농축 공정을 통하여 고농도의 농축수를 효율적으로 처리 회수하여 공업용수 등으로 재활용하도록 함과 아울러 고농도 농축수에 기인한 환경문제를 저감하도록 하는 고농도 폐수의 다단계 진공 증발 농축을 이용한 무방류 폐수 처리시스템을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 고농도 폐수의 다단계 진공 증발 농축을 이용한 무방류 폐수 처리시스템은, 폐수 내 고농도로 질소와 인이 포함되는 영양염류를 제거하기 위하여 전처리, 증발 농축, 후처리 및 결정화의 4단계로 구성되되, 폐수를 1차 열교환 후 다단계 농축 즉, 1차 증발 농축과 2차 증발 농축을 통해서 고농축 시 각각의 농축기에 발생하는 스케일에 의한 문제를 해결하게 되며, 이에 따라 최종 농축수는 5% 이하로 농축이 가능함과 아울러 응축수는 폐수의 성상에 따라 재이용이 가능하게 하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0008] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명에 따르면, 전처리된 폐수를 열교환 후 1차 증발 농축과 2차 증발 농축에 이어 후처리를 함과 아울러 각 공정마다 결정화를 통해 수분함량 5% 이하의 고농도로 농축하여 최종적으로 얻어지는 고형분의 부피를 최소화하고 응축되는 물을 공정에 재사용할 수 있으므로 물의 사용량을 절감하고 그로 인한 환경오염을 줄일 수 있다.
- [0009] 또한, 이러한 과정에서 각 공정의 농축기에 발생하는 스케일 문제를 해결할 수 있을 뿐 아니라 각 진공 증발 농축 공정에서 스케일 방지를 위한 약품을 사용하지 않기 때문에 친환경적이라는 장점을 가진 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도1은 본 발명에 따른 무방류 폐수 처리시스템을 개략적으로 도시한 도면
- 도2는 본 발명의 다단 증발 농축부를 개략적으로 도시한 도면
- 도3은 본 발명의 전처리부를 도시한 도면
- 도4는 본 발명의 결정화부를 개략적으로 도시한 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있도록 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 다만, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0012] 도1은 본 발명에 따른 무방류 폐수 처리시스템을 개략적으로 도시한 도면이고, 도2는 본 발명의 다단 증발 농축부를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0013] 도면에 따르면, 본 발명의 고농도 폐수의 다단계 진공 증발 농축을 이용한 무방류 폐수 처리시스템은 폐수 내 고농도 질소 및 인과 같은 영양염류가 포함되는 오염물질을 제거하기 위하여 다단계 진공 증발 농축을 통해 폐수를 고농도로 감압 농축하여 5%의 고농축 농축수로 농축함과 아울러 95%는 증기로 응축하여 처리수로 재이용하는 처리시스템에 관한 것으로서, 이러한 처리시스템은 폐수 내 슬러지를 처리하고 그로부터 배출되는 농축수의 이온 총량을 1~2% 이내로 조절하는 전처리부(1); 상기 전처리부로부터 처리된 상등수는 다단계 증발 농축 즉, 1차 저감압 증발을 통하여 증발량을 최대화하고, 2차 고진공 감압을 통하여 고농도 폐수의 수분함량을 5% 이하로 농축하여 응축 배출하는 다단 증발 농축부(2); 상기 다단 증발 농축부에 의해 얻어진 응축수를 재이용수로 사용 가능하도록 역삼투를 통해 여과하는 후처리부(3); 및 상기 전처리부, 다단 증발 농축부, 후처리부에서 배출되는 슬러지/농축수를 결정화하여 부피를 최소화하는 결정화부(4);를 포함하여 구성된다.
- [0014] 이에 대하여 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0015] [1] 전처리부
- [0016] 전처리부(1)는 고농도 질소 및 인을 포함하는 영양염류가 내포된 폐수를 처리하되, 약품 응집 및 가압 부상에 의해 폐수 내의 유기물질이나 현탁입자와 같은 슬러지 고형물을 분리 제거하여 농축수의 총 이온의 농도가 1~2% 정도가 되도록 조절하는 반응조이다.
- [0017] 이러한 전처리부(1)는 응집제를 첨가하여 얻어진 플록을 가압 부상하여 분리하는 가압 부상부(11), 가압 부상을 이용하여 부상된 플록을 제거하는 슬러지 제거부(12), 폐수 내 잔존하는 유기물질 등을 마이크로버블 오존으로 산화 처리하는 마이크로버블조(13), 폐수 내에 존재하는 용존 유기화합물을 전기분해하여 제거하는 전기분해조(14)를 포함하나, 이러한 구성은 공지의 것으로서 자세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0018] [2] 다단 증발 농축부
- [0019] 다단 증발 농축부(2)는 전처리부(1)에서 슬러지 고형물(플록)이 제거된 고농도의 영양염류 폐수가 5% 이하로 농축 및 95% 이상 증발되도록 다단으로 증발 농축하는 것이며, 이러한 다단 증발 농축부(2)는 제1차 약진공 농축장치(10) 및 제2차 고진공 농축장치(20)로 구성된다.
- [0020] 여기에서, 상기 제1차 약진공 농축장치(10) 및 제2차 고진공 농축장치(20)는 본 출원인이 선출원한 출원번호 제 2017-54143호 "스케일 및 거품 제거 기능이 구비된 진공 증발 농축장치"를 응용한 것으로서,

순환펌프(11,21)와, 농축기(12,22)와, 기액 분리기(13,23)와, 미세기포 발생기(14,24)와, 증기 재압축기(15,25), 거품 제거기(16,26) 및 응축기(17,27)를 기본 구성으로 한다.

- [0021] 순환펌프(11,21)는 전처리부에 연결되는 폐수 유입관에 구비되어 농축기(12,22) 내부로 폐수를 공급함과 아울러 후술하는 기액 분리기(13,23)에 의해 기액 분리된 농축액을 농축기로 순환한다.
- [0022] 농축기(12,22)는 순환펌프에 의해 공급된 폐수를 열교환에 의해 가열하여 증발 농축함으로써 폐수 내 수분은 증발함과 아울러 가열 증기를 냉각 응축한다.
- [0023] 기액 분리기(13,23)는 농축기에서 예열된 폐수를 진공 상태에서 증발 증기와 농축수로 분리한다.
- [0024] 미세기포 발생기(14,24)는 물레방아 타입으로 순환펌프와 농축기 사이에 설치되어 농축기 내부에 고착되는 스케일의 생성을 방지하도록 마이크로 버블을 공급한다.
- [0025] 즉, 순환펌프(11,21)에 의해 농축기(12,22)로 폐수를 공급 시 주기적으로 마이크로 버블을 주입하되 순환펌프에 의해 이송되는 폐수의 유속과 압력을 이용하여 마이크로 버블에 의한 충격파로 농축기 내부 및 연결 배관 내부에 고착된 스케일을 제거한다.
- [0026] 이러한 미세기포 발생기(14,24)는 다단 증발 농축부를 구성하는 제1,2차 농축장치에 설치된 농축기(12,22) 전단에 각각 설치되어 각 농축기에서 열교환 시 발생하는 스케일 문제를 2단으로 나누어 제거함으로써 효율을 높이되, 물레방아 형태의 무동력 발생기(14,24)로 생성되는 마이크로 버블에 의한 충격파로 배관 내에 쌓인 스케일을 추가적으로 제거하고 이를 서로 뭉치게 함으로써 스케일의 발생 빈도를 낮추어 장치의 운용 효율을 높이고 CIP(Clean In Place) 회수를 낮추어 유지관리 비용을 저감할 수 있도록 한다.
- [0027] 거품 제거기(16,26)는 기액 분리기의 후단에 설치되어 기액분리기에서 진공 상태에서 증기와 농축수로 분리되는 과정에서 배출된 증기 내에 포함된 다량의 거품을 제거하여 기액 분리기로 반송한다.
- [0028] 증기 재압축기(15,25)는 기액 분리기의 후단에 설치되어 거품이 제거된 증발 증기를 재압축에 의해 가열 증기로 승온하여 다시 농축기로 공급한다. 이때, 상기 증기 재압축기(15,25)에서 압축된 공기는 포화 증기로서 농축기()로 유입 시 증기가 가진 잠열 모두 열교환하여 농축기 내부를 순환하는 폐수의 온도를 승온하는 기능을 한다.
- [0029] 응축기(17,27)는 농축기(증발기)에 연결되어 증기 재압축기(15,25)를 거쳐 농축기로 유입되는 압축 증기가 통과되면서 응축수로 배출되도록 하는 것이고, 이를 위하여 응축기는 증기 응축을 위해 외부로부터 공급받은 냉각수가 통과하는 구조로 이루어진다.
- [0030] 이와 같이 상기 다단 증발 농축부(2)는 2단으로 구성되되, 각각 진공 농축 조건을 달리 제어하여 제1차 약진공 농축장치(10)에서는 증발량을 최대화하도록 함과 아울러 제2차 고진공 농축장치(20)에서는 95%까지 농축하도록 한다.
- [0031] 도면에서 미설명부호 18은 열교환기이다.
- [0032] [3] 후처리부
- [0033] 후처리부(3)는 다단 증발 농축부(2)에 의해 응축된 응축수를 재이용수로 사용하도록 여과하여 20%의 RO 농축수를 얻는 반응조이며, 이러한 후처리부로는 역삼투압장치가 사용된다.
- [0034] [4] 결정화부
- [0035] 결정화부(4)는 전처리부(1)에서 발생하는 슬러지, 다단 증발 농축부(2)에 의해 95% 이상 증발된 농축수 및 후처리부(3)에서 발생하는 20%의 RO 농축수를 간접 건조방식(얇은 박막 건조)에 의해 결정화하여 부피를 최소화하는 장치이다.
- [0036] 이러한 결정화부(4)는 5%의 고농도 농축수 등 결정화 대상이 투입되는 원통형의 반응기(41)와, 상기 반응기의 외측을 감싸도록 배치되고 농축수에 포함된 수분을 증발하도록 반응기에 스팀(열원)을 공급하는 가열기(42) 및 반응기 내부에 설치되어 농축수를 회전시키는 회전체(43:임펠러)로 이루어지며, 반응기의 가열 회전에 의해 회전체 내벽에 일정 두께로 쌓이는 슬러지는 외부로 배출 처리된다.
- [0037] 즉, 가열기(스팀 공급부)에 의해 공급된 뜨거운 스팀이 농축수가 저장된 반응기(41)의 벽면에 맞게 하여 건조함으로써 벽면에 결정이 생성될 수 있도록 하면서 그 내부에 설치된 임펠러(43)에 의해 농축수가 결정 상태로 하부 낙하하게 하여 쌓이도록 하는바, 이러한 건조방식은 건조효율이 좋고, 농축수에 미량 내포된 금속 이온 등도 결정으로 성장하게 함으로써 분말 건조화를 수행할 수 있으며, 이에 따라 각 공정부에서 발생하는 슬러지/농

축수의 부피를 최소화하여 배출할 수 있는데다가 용도에 따라서는 결정화된 분말을 재이용할 수 있게 된다.

[0038] 다음으로, 본 발명에 따른 다단계 진공 증발 농축을 이용한 무방류 폐수 처리시스템을 이용하여 고농도 폐수를 처리하는 방법에 대하여 설명하기로 한다.

[0039] [1] 전처리

[0040] 우선, 고농도 질소 및 인을 포함하는 영양염류가 포함된 폐수를 효율적으로 처리하기 위하여 전처리를 한다.

[0041] 즉, 약품(고분자 응집제)을 이용하여 폐수 내 슬러지를 플록으로 응집 후 상부로 가압 부상시켜 고액 분리하여 고농도 폐수 내에 포함된 고형물을 제거함으로써 고형물 농도를 1% 이하로 처리하고, 폐수 내 잔존하는 유기물 질 및 휘발성 물질을 마이크로버블 오존으로 산화처리하여 무해화하며, 전기분해에 의해 폐수 내의 스케일 유발 물질을 염으로 안정화하여 스케일의 유발을 최소화한다.

[0042] 이에 따라 농축수의 총 이온의 농도가 1~2% 정도가 되도록 조절된다.

[0043] [2] 다단계 증발 농축

[0044] 이어서, 상기 전처리 공정을 통해 고형물이 제거된 폐수(상등수)를 다단계 증발 농축에 의해 수분함량 5% 이하로 농축하여 고농축 영양염류 폐수를 얻는다.

[0045] ① 1차 약진공 농축

[0046] 고형물이 제거된 폐수를 진공도 500mmHg, 온도 80~85℃에서 증발 농축하여 65~70% 농축을 행한다.

[0047] 즉, 도2에 도시된 바와 같이 순환펌프(11)에 의해 공급되는 폐수는 미세기포 발생기(14)를 통해 마이크로 버블화된 후 상기 조건에 따라 농축기(12)에서 열교환이 이루어지고 기액 분리기(13)에 의해 액체와 증기로 분리되며, 상기 액체는 순환펌프를 통해 유입되는 폐수와 함께 순환되고 증기는 거품분리기(16)를 통해 거품이 분리된 후 증기 재압축기(15)를 통해 온도 100℃에서 107℃로 가압하여 다시 농축기(12)로 이송되며, 마이크로 버블화된 폐수와 열교환을 하여 재사용되도록 한다.

[0048] ② 2차 고진공 농축

[0049] 상기 1차 약진공 농축 공정에서 저감압 증발을 통해 65~70% 정도 증발된 폐수를 1차 공정보다 높은 진공 상태 및 낮은 온도 즉, 진공도 700mmHg, 온도 65~70℃에서 상기 ①의 공정과 마찬가지로 방법으로 증발 농축하여 95% 이상 농축을 행한다.

[0050] 이와 같이 다단 증발 농축 공정을 통해 수분함량을 95% 이상 제거되도록 증발 농축함에 따라 5% 이하의 고농축수(고농축 영양염류 폐수)를 얻게 된다.

[0051] 아울러, 본원발명은 상기한 바와 같이 1차 약진공 농축, 2차 고진공 농축으로 나누어 농축을 실시하는바, 이는 처음부터 고진공으로 농축하게 되면 폐수에 포함된 이온과 고형물에 의한 스케일이 대량으로 발생함에 따른 급격한 농축 효율의 저하를 방지하기 위해서이며, 이에 따라 진공증발 농축 시에 발생하는 스케일 문제를 제거함과 동시에 고농도로 농축할 수 있는 것이다.

[0052] [3] 후처리

[0053] 다음으로, 상기 다단 증발 농축 공정에서 응축된 유출수를 재이용 가능하도록 역삼투(RO) 여과, 오존 마이크로 버블을 이용하여 휘발성 물질을 제거한다.

[0054] 즉, 증발 농축 시 발생하는 뜨거운 응축수는 바로 재이용이 가능할 수도 있으나, 고농도 폐수 속에 포함되어 있는 휘발성 물질은 COD 유발물질이므로 RO 여과를 행하거나 또는 마이크로 버블 오존에 의해 대략 10분 동안 산화처리함으로써 COD 및 색도 등을 처리함으로써 완전히 무해화하여 재이용하도록 할 수 있다.

[0055] 아울러, 역삼투막을 사용하여 RO 여과 시에는 약 20% 정도의 농축수가 발생할 수 있는데, 이때 발생하는 농축수는 후공정인 결정화 공정으로 보내어 재처리함으로써 외부로 발생하는 고농축 폐수를 자체 처리할 수 있게 된다.

[0056] [4] 결정화 : 간접 건조

[0057] 아울러, 상기 전처리, 다단 증발 농축 및 후처리 공정에서 발생된 슬러지/농축수를 간접 건조방식에 의해 결정화하여 수분함유율을 저하(부피 최소화)시킨다.

[0058] 즉, 상기 전처리 공정에서 발생하는 슬러지, 다단 증발 농축 공정을 통해 얻어진 95% 이상 농축된 농축수(고농축 영양염류 폐수) 및 후처리 공정에서 발생하는 20%의 RO 농축수를 반응기에 투입하고 반응기 벽면에 스팀을 가하면서 회전시키면 농축수에 포함된 수분이 벽면에 얇은 막을 형성하면서 건조가 이루어지며, 이 막이 벽면에 일정한 두께 이상이 되면 반응기 내부의 임펠러에 의해 결정 상태로 하부로 낙하하여 쌓이고 이들이 완전히 건조되면 배출한다. 이때 배출되는 건조물(결정화된 분말)은 완전히 멸균 건조된 상태에 있게 된다.

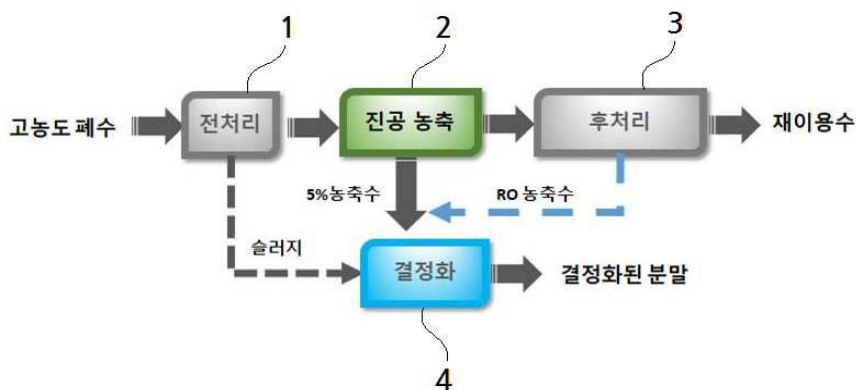
[0059] 상기와 같이 전처리, 다단 증발 농축, 후처리 공정을 통해 얻어지는 응축수는 처리수인 원수와 거의 동일한 수질을 가짐에 따라 공장 등에서 재이용 가능하게 되며, 이러한 시스템 및 방법은 고농도 폐수, 고농도 세척 폐수를 비롯하여 화력발전소나 탈황스크러버에서 배출되는 폐수, 하수처리수 재이용을 위한 RO 공정에서의 농축수, 해수담수화 시설의 RO 농축수, 음식물 탈리액 폐수, 가공공정의 절삭유 폐수, 전자도금 공정의 세척액 폐수 등에 적용될 수 있다.

부호의 설명

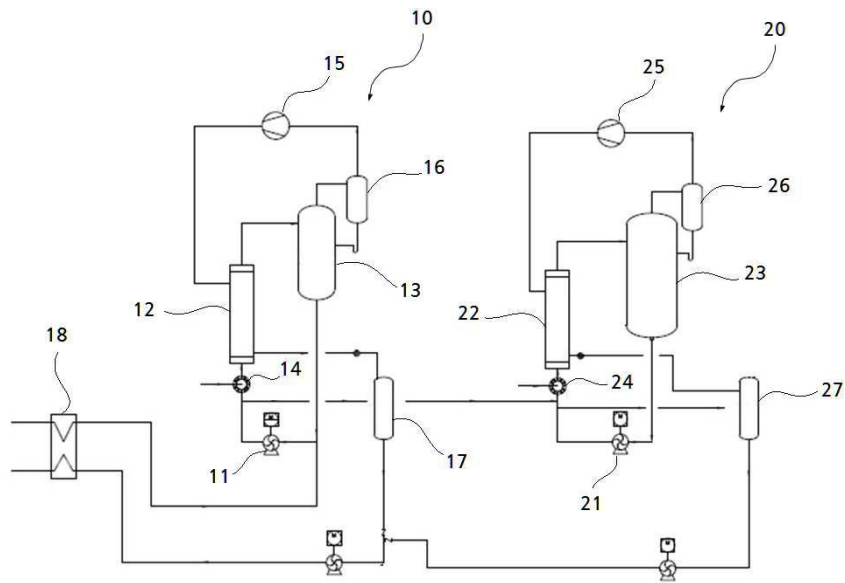
[0060] 1 : 전처리부 2 : 다단 증발 농축부
3 : 후처리부 4 : 결정화부
10 : 제1차 약진공 농축장치 20 : 제2차 고진공 농축장치
11,21 : 순환펌프 12,22 : 농축기(증발기)
13,33 : 기액 분리기 14,24 : 미세기포 발생기
15,25 : 증기 재압축기 16,26 : 거품 제거기
17,27 : 응축기

도면

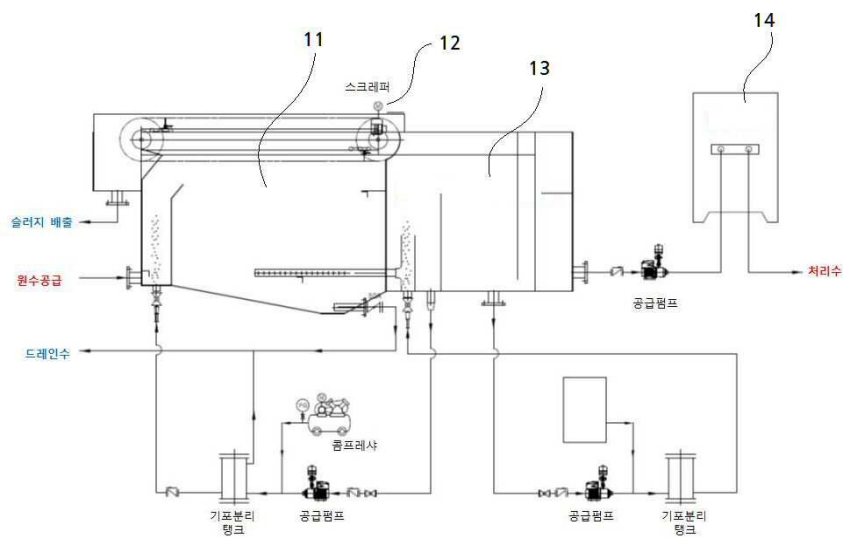
도면1



도면2



도면3



도면4

