



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년06월11일
(11) 등록번호 10-1152298
(24) 등록일자 2012년05월25일

- (51) 국제특허분류(Int. C1.)
C02F 11/12 (2006.01) *C02F 11/10* (2006.01)
F26B 21/00 (2006.01) *C04B 18/04* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-0077693
(22) 출원일자 2011년08월04일
심사청구일자 2011년08월04일
- (56) 선 행기술조사문현
KR1020050108555 A*
KR1020060015433 A*
KR100935446 B1
KR100903571 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문현

(73) 특허권자
주식회사 넥스트웍
서울 금천구 가산동 우림라이온스밸리 씨동
609호
(72) 발명자
김일수
경기도 성남시 분당구 미금일로 22, - 201동
1306호 (구미동, 까치마을)
(74) 대리인
특허법인에이아이피

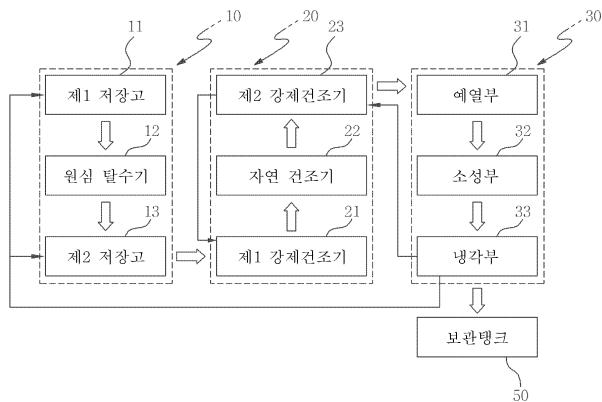
전체 청구항 수 : 총 26 항

심사관 : 이강우

(54) 발명의 명칭 정수슬러지 처리장치 및 방법

(57) 요 약

정수슬러지를 처리하여 건축재료 또는 요업재료로 재생하는 정수슬러지 처리장치가 개시된다. 이 정수슬러지 처리장치는, 정수슬러지 저장을 위한 적어도 하나의 저장고를 갖는 저장설비와; 상기 저장설비에 저장된 정수슬러지를 건조하기 위한 건조설비와; 상기 건조설비로부터 이송된 상기 정수슬러지를 예열, 소성 및 냉각하는 예열부, 소성부 및 냉각부를 차례로 갖는 소성로와; 상기 냉각부에서 건공기에 포함된 폐열을 회수하여 상기 저장설비와 상기 건조설비 중 적어도 하나에 공급하는 폐열회수수단을 포함한다.

대 표 도 - 도1

특허청구의 범위

청구항 1

정수슬러지를 처리하여 건축재료 또는 요업재료로 재생하는 정수슬러지 처리장치에 있어서,

정수슬러지 저장을 위한 적어도 하나의 저장고를 갖는 저장설비;

상기 저장설비에 저장된 정수슬러지를 건조하기 위한 건조설비;

상기 건조설비로부터 이송된 상기 정수슬러지를 예열, 소성 및 냉각하는 예열부, 소성부 및 냉각부를 차례로 갖는 소성로; 및

상기 냉각부에서 건공기에 포함된 폐열을 회수하여 상기 저장설비와 상기 건조설비 중 적어도 하나에 공급하는 폐열회수수단을 포함하며,

상기 저장설비는 제1 저장고와, 상기 제1 저장고의 정수슬러지를 탈수하는 탈수기와, 상기 탈수기를 거친 함수량과 부피가 감소된 정수슬러지를 저장하는 제2 저장고를 포함하며, 상기 폐열회수수단은 상기 냉각부의 폐열을 회수하여 상기 제1 저장고와 상기 제2 저장고 중 적어도 하나에 공급하는 폐열회수유닛을 포함하며,

상기 폐열회수유닛은 폐열을 상기 제1 저장고와 상기 제2 저장고에 선택적으로 공급하기 위한 분배기를 포함하며, 상기 분배기는 상기 제1 저장고 내 저장슬러지가 어느 온도에서 상기 제1 저장고로의 폐열공급로를 열고 평상시에는 상기 제1 저장고로의 폐열공급로를 차단하여 상기 제2 저장고에만 폐열을 공급하도록 구성된 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 제1 저장고는 격벽에 의해 정수슬러지가 저장되는 저장공간과 상기 저장공간을 둘러싸는 단열공간으로 구획되고, 상기 폐열회수유닛은 상기 단열공간 내로 폐열을 공급하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 제2 저장고에는 상기 폐열회수유닛으로부터 공급된 폐열을 포함한 열풍을 상기 정수슬러지에 불어 넣기 위한 송풍기가 설치된 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 건조설비는 상기 저장설비로부터 이송되어 투입된 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제1 강제건조기와, 상기 제1 강제건조기를 거친 정수슬러지를 하나 이상의 이송 컨베이어로 이송시키면서 자연 건조시키는 자연건조기와, 상기 자연건조기를 거친 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제2 강제건조기를 포함하며, 상기 폐열회수수단은 상기 냉각부의 폐열을 회수하여 상기 제2 강제건조기 내 정수슬러지에 직접 공급하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 상기 제2 강제건조기로부터 배출된 폐열을 포함한 습증기가 상기 제1 강제건조기에 공급되며, 상기 제1 강제건조기는 정수슬러지가 위치하는 내통과 상기 내통 주변을 둘러싸는 외통을 포함하며, 상기 습증기는 상기 내통과 상기 외통 사이의 단열공간으로 공급되는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 8

청구항 6에 있어서, 상기 예열부의 발생 열 일부가 상기 제2 강제건조기로 유도되도록 상기 예열부와 상기 제2 강제건조기 사이에는 열 통로가 제공된 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 9

청구항 6에 있어서, 상기 제1 강제건조기의 입구단에는 상기 정수슬러지를 절단하여 투입하기 위한 슬러지 절단홈이 형성된 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 10

청구항 6에 있어서, 상기 자연건조기는 상하로 정렬된 복수의 이송 컨베이어를 포함하며, 상기 복수의 컨베이어 중 상하 이웃하는 상하 이송 컨베이어들은 구동 방향이 서로 반대이며, 상기 상하 이송 컨베이어들 중 하부 이송 컨베이어는 시작단이 상기 상하 이송 컨베이어들 중 상부 이송 컨베이어의 종료단보다 외측으로 더 연장된 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서, 상기 자연건조기의 상기 복수의 이송 컨베이어의 컨베이어 벨트 재료는 다공성의 부직포 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서, 상기 복수의 이송 컨베이어 중 적어도 하나의 이송 컨베이어 상부 또는 하부에는 정수슬러지를 향해 바람을 불어주는 송풍관이 설치된 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 13

청구항 10에 있어서, 상기 상하 이송 컨베이어들 사이에 위치하여 낙하하는 정수슬러지를 복수의 회전날체에 의해 분쇄하는 회전식 슬러지 분쇄부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 14

청구항 6에 있어서, 상기 제2 강제건조기는 폐열의 투입 여부를 감지하는 온도 센서와, 상기 온도 센서의 폐열 감지에 따라, 폐열의 투입 전에는 작동하여 정수슬러지를 가열하고 폐열의 투입 후에는 작동이 차단되는 히터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 15

청구항 1에 있어서, 상기 소성로는, 정수슬러지 내에 함유된 황산성분이 산소와 결합되어 생기는 황산가스의 자연 발화를 유도하되, 상기 자연 발화에 필요한 가스를 포집하기 위해, 상기 예열부와 이어지는 상기 소성부의 시작 부분에 점진적으로 높이를 높이는 경사부를 둔 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 16

청구항 15에 있어서, 상기 소성로는 상기 자연발화를 돋도록 상기 예열부에 형성된 공기흡입구를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 17

청구항 1에 있어서, 정수슬러지를 싣고 상기 소성로를 통과하는 소성로 컨베이어를 더 포함하되, 상기 소성로 컨베이어는 소성 온도보다 용점이 높은 재료로 만들어진 다수의 벨트판을 포함하는 컨베이어 벨트를 포함하고, 상기 다수의 벨트판은 측면들끼리 접하여 힌지들로 연결되되, 상기 힌지들은 이웃하는 두 벨트판들의 측면 하단 모서리에서 설치된 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 18

청구항 1에 있어서, 상기 건조설비는 상기 저장설비로부터 이송되어 투입된 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제1 강제건조기와, 상기 제1 강제건조기를 거친 정수슬러지를 하나 이상의 이송 컨베이어로 이송시키면서 자연 건조시키는 자연건조기와, 상기 자연건조기를 거친 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제2 강제건조기를 포함하며, 상기 폐열회수수단은 상기 냉각부의 폐열을 회수하여, 상기 제1 강제

건조기의, 정수슬러지와 직접 접하지 않는, 단열 공간에 공급하는 폐열회수유닛을 포함하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 19

청구항 1에 있어서, 상기 건조설비는 상기 저장설비로부터 이송되어 투입된 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제1 강제건조기와, 상기 제1 강제건조기를 거친 정수슬러지를 하나 이상의 이송 컨베이어로 이송시키면서 자연 건조시키는 자연건조기와, 상기 자연건조기를 거친 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제2 강제건조기를 포함하며, 상기 폐열회수수단은 상기 냉각부의 일 위치에서 폐열을 회수하여, 상기 제2 강제건조기의 정수슬러지에 직접 폐열을 공급하는 제1 폐열회수유닛과, 상기 냉각부의 다른 위치에서 폐열을 회수하여, 상기 제1 강제건조기의 정수슬러지와 직접 접하지 않는, 단열 공간에 폐열을 공급하는 제2 폐열회수유닛을 포함하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 20

청구항 18 또는 청구항 19에 있어서, 상기 제1 강제건조기를 통과한 폐열을 포함한 건공기가 상기 저장설비 내 저장고에 공급되는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리장치.

청구항 21

정수슬러지를 처리하여 건축재료 또는 요업재료로 재생하는 정수슬러지 처리방법에 있어서,

정수슬러지를 저장설비에 구비된 적어도 하나의 저장고에 저장하고,

건조설비를 이용하여 상기 저장설비로부터 나온 정수슬러지를 이송시키면서 건조하고,

예열부, 소성부 및 냉각부를 차례로 갖는 소성로에 상기 건조설비에 의해 건조된 정수슬러지를 통과시켜, 상기 정수슬러지를 예열, 소성, 및 냉각하고,

상기 냉각부에서 폐열을 회수하여, 상기 저장설비와 상기 건조설비 중 적어도 하나에 공급하고,

상기 저장설비에는 제1 저장고와, 상기 제1 저장고의 정수슬러지를 탈수하는 탈수기와, 상기 탈수기를 거친 함수량과 부피가 감소된 정수슬러지를 저장하는 제2 저장고를 마련하되, 상기 냉각부의 폐열을 회수하여 상기 제1 저장고와 상기 제2 저장고 중 적어도 하나에 공급하며,

상기 냉각부에서 회수된 폐열을 상기 제1 저장고와 상기 제2 저장고에 선택적으로 공급하되, 정수슬러지가 어느 온도에서만 상기 제1 저장고와 상기 제2 저장고에 모두 폐열을 공급하고, 평상시에는 상기 제2 저장고에만 폐열을 공급하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리방법.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

청구항 21에 있어서, 상기 제2 저장고에는 폐열이 열풍 방식으로 공급되는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리방법.

청구항 25

청구항 21에 있어서, 상기 건조설비에 상기 저장설비로부터 이송되어 투입된 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제1 강제건조기와, 상기 제1 강제건조기를 거친 정수슬러지를 하나 이상의 이송 컨베이어로 이송시키면서 자연 건조시키는 자연건조기와, 상기 자연건조기를 거친 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제2 강제건조기를 마련하되, 상기 냉각부의 폐열을 회수하여 상기 제2 강제건조기 내 정수슬러지에 직접 공급하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리방법.

청구항 26

청구항 25에 있어서, 상기 제2 강제건조기로부터 배출된 폐열을 포함한 습증기를 상기 제1 강제건조기의 내통 주변 공간으로 공급하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리방법.

청구항 27

청구항 25에 있어서, 상기 제1 강제건조기의 입구단에서 상기 정수슬러지를 절단하여 상기 제1 강제건조기에 투입하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리방법.

청구항 28

청구항 25에 있어서, 상기 제2 강제건조기 내로 폐열의 투입 전에는 히터로 정수슬러지를 가열하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리방법.

청구항 29

청구항 21에 있어서, 상기 예열부에서 정수슬러지에 함유된 황산성분이 산소와 결합되어 생기는 황산가스의 자연 발화를 유도하여, 상기 자연 발화에 생긴 열을 정수슬러지의 소성에 이용하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리방법.

청구항 30

정수슬러지를 처리하여 건축재료 또는 요업재료로 재생하는 정수슬러지 처리방법에 있어서,

정수슬러지를 저장설비에 구비된 적어도 하나의 저장고에 저장하고,

건조설비를 이용하여 상기 저장설비로부터 나온 정수슬러지를 이송시키면서 건조하고,

예열부, 소성부 및 냉각부를 차례로 갖는 소성로에 상기 건조설비에 의해 건조된 정수슬러지를 통과시켜, 상기 정수슬러지를 예열, 소성, 및 냉각하되,

상기 예열부에서 정수슬러지에 함유된 황산성분이 산소와 결합되어 생기는 황산가스의 자연 발화를 유도하여, 상기 자연 발화에 생긴 열을 정수슬러지의 소성에 이용하는 것을 특징으로 하는 정수슬러지 처리방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 정수슬러지 처리기술에 관한 것으로서, 더 상세하게는, 정수슬러지를 처리하여, 친환경적인 자원으로 재활용할 수 있는 건축재료 또는 요업재료를 만드는 기술에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 이전에는 정수장에서 처리된 슬러지, 즉, 정수슬러지 대부분이 근처 하류 하천에 직접 배출되어 왔다. 하지만, 정수시설의 대형화와 하천유량의 감소로 인해, 하류하천은 이런 방류처분을 감당하기 어렵게 되었으며, 또한, 환경에 대한 규제가 강화되면서, 지표수에 슬러지를 직접 배출하거나 토지의 투기하는 행위가 이미 금지되고 있는 실정이다.

[0003] 하수슬러지는 농업적 유기원료로 많이 재활용되고 있지만, 정수슬러지는 하수슬러지보다 유기물 함량이 적기 때문에, 비료 등 농업적 유기원료로서의 활용이 실질적으로 어렵다. 이러한 이유로 정수슬러지의 주체인 무기성분과 토질 분류상 점토에 가까운 성상을 이용하여, 주로 토공재료 또는 요업, 연화[煉瓦]의 재료 등에 응용하려는 연구 내지 시도가 있어 왔다.

[0004] 정수슬러지는 무기성 물질이 다량 함유되어 1000°C 이상에서는 금속과 같이 딱딱하게 굳는 성질이 있다. 이러한 이유로 일반적인 하수슬러지 처리 방식과 동일한 방식으로 처리할 경우, 정수슬러지 처리 후 딱딱하게 굳은 산물을 별도의 분쇄과정을 통해 분쇄하여야 한다. 또한, 정수슬러지는 하수슬러지에 비해 악취가 적고 함수율 저감이 쉬운 특성들이 있다.

[0005] 종래의 슬러지 처리장치는, 정수슬러지와 하수슬러지의 특성 차이가 무시된 채, 하수 슬러지와 정수 슬러지(또는, 상수 슬러지)를 모두 처리할 수 있도록 설계되고 제작되어 왔다. 이는, 정수슬러지를 처리하는데 있어서, 슬러지 처리장치 제작비 증가와 별도의 불필요한 공정의 추가를 야기하여 많은 경제성을 크게

떨어뜨린다.

[0006] 등록특허 제0555879호, 등록특허 제0622394호, 등록특허 제0663235호, 등록특허 제086139호 등에 정수슬러지 처리 기술들이 개시되어 있지만, 개시된 기술들 모두 단순히 정수슬러지를 건축자재 또는 그와 유사한 제품을 재활용하는 기술에 그치고 있을 뿐, 정수슬러지 처리에 최적화된 장치, 시스템 또는 방법을 제안하지는 못하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 하나의 과제는, 정수슬러지 처리에 최적화된 정수슬러지 처리장치를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명이 해결하려고 하는 다른 과제는 정수슬러지 처리에 최적화된 정수슬러지 처리방법을 제공하는 것이다

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 따라, 정수슬러지를 처리하여 건축재료 또는 요업재료로 재생하는 정수슬러지 처리장치가 제공된다. 이 정수슬러지 처리장치는, 정수슬러지 저장을 위한 적어도 하나의 저장고를 갖는 저장설비와; 상기 저장설비에 저장된 정수슬러지를 건조하기 위한 건조설비와; 상기 건조설비로부터 이송된 상기 정수슬러지를 예열, 소성 및 냉각하는 예열부, 소성부 및 냉각부를 차례로 갖는 소성로와; 상기 냉각부에서 건공기에 포함된 폐열을 회수하여 상기 저장설비와 상기 건조설비 중 적어도 하나에 공급하는 폐열회수수단을 포함한다.

[0010] 일 실시예에 따라, 상기 저장설비는 제1 저장고와, 상기 제1 저장고의 정수슬러지를 탈수하는 탈수기와, 상기 탈수기를 거친 함수량과 부피가 감소된 정수슬러지를 저장하는 제2 저장고를 포함하며, 상기 폐열회수수단은 상기 냉각부의 폐열을 회수하여 상기 제1 저장고와 상기 제2 저장고 중 적어도 하나에 공급하는 폐열회수유닛을 포함한다.

[0011] 일 실시예에 따라, 상기 폐열회수유닛은 폐열을 상기 제1 저장고와 상기 제2 저장고에 선택적으로 공급하기 위한 분배기를 포함하며, 상기 분배기는 상기 제1 저장고 내 저장슬러지가 어느 온도에서 상기 제1 저장고로의 폐열공급로를 열고 평상시에는 상기 제1 저장고로의 폐열공급로를 차단하여 상기 제2 저장고에만 폐열을 공급하도록 구성된다.

[0012] 일 실시예에 따라, 상기 제1 저장고는 격벽에 의해 정수슬러지가 저장되는 저장공간과 상기 저장공간을 둘러싸는 단열공간으로 구획되고, 상기 폐열회수유닛은 상기 단열공간 내로 폐열을 공급한다.

[0013] 일 실시예에 따라, 상기 제2 저장고에는 상기 폐열회수유닛으로부터 공급된 폐열을 포함한 열풍을 상기 정수슬러지에 불어 넣기 위한 송풍기가 설치된다.

[0014] 일 실시예에 따라, 상기 건조설비는 상기 저장설비로부터 이송되어 투입된 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제1 강제건조기와, 상기 제1 강제건조기를 거친 정수슬러지를 하나 이상의 이송 컨베이어로 이송시키면서 자연 건조시키는 자연건조기와, 상기 자연건조기를 거친 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제2 강제건조기를 포함하며, 상기 폐열회수수단은 상기 냉각부의 폐열을 회수하여 상기 제2 강제건조기 내 정수슬러지에 직접 공급한다.

[0015] 일 실시예에 따라, 상기 제2 강제건조기로부터 배출된 폐열을 포함한 습증기가 상기 제1 강제건조기에 공급되며, 상기 제1 강제건조기는 정수슬러지가 위치하는 내통과 상기 내통 주변을 둘러싸는 외통을 포함하며, 상기 습증기는 상기 내통과 상기 외통 사이의 단열공간으로 공급된다.

[0016] 일 실시예에 따라, 상기 예열부의 발생 열 일부가 상기 제2 강제건조기로 유도되도록 상기 예열부와 상기 제2 강제건조기 사이에는 열 통로가 제공된다.

[0017] 일 실시예에 따라, 상기 제1 강제건조기의 입구단에는 상기 정수슬러지를 절단하여 투입하기 위한 슬러지 절단홈이 형성된다.

[0018] 일 실시예에 따라, 상기 자연건조기는 상하로 정렬된 복수의 이송 컨베이어를 포함하며, 상기 복수의 컨베이어 중 상하 이웃하는 상하 이송 컨베이어들은 구동 방향이 서로 반대이며, 상기 상하 이송 컨베이어들 중 하

부 이송 컨베이어는 시작단이 상기 상하 이송 컨베이어들 중 상부 이송 컨베이어의 종료단보다 외측으로 더 연장된다.

[0019] 일 실시예에 따라, 상기 자연건조기의 상기 복수의 이송 컨베이어의 컨베이어 벨트 재료는 다공성의 부직포 재료를 포함한다.

[0020] 일 실시예에 따라, 상기 복수의 이송 컨베이어 중 적어도 하나의 이송 컨베이어 상부 또는 하부에는 정수슬러지를 향해 바람을 불어주는 송풍판이 설치된다.

[0021] 일 실시예에 따라, 상기 상하 이송 컨베이어들 사이에 위치하여 낙하하는 정수슬러지를 복수의 회전날체에 의해 분쇄하는 회전식 슬러지 분쇄부가 더 제공된다.

[0022] 일 실시예에 따라, 상기 제2 강제건조기는 폐열의 투입 여부를 감지하는 온도 센서와, 상기 온도 센서의 폐열 감지에 따라, 폐열의 투입 전에는 작동하여 정수슬러지를 가열하고 폐열의 투입 후에는 작동이 차단되는 히터를 더 포함한다.

[0023] 일 실시예에 따라, 상기 소성로는, 정수슬러지 내에 함유된 황산성분이 산소와 결합되어 생기는 황산가스의 자연 발화를 유도하되, 상기 자연 발화에 필요한 가스를 포집하기 위해, 상기 예열부를 상기 소성부보다 좁은 통로 면적으로 형성하고 상기 예열부와 상기 소성부 사이에 경사부를 둔다.

[0024] 일 실시예에 따라, 상기 소성로는 상기 자연발화를 돋도록 상기 예열부에 형성된 공기흡입구를 더 포함한다.

[0025] 일 실시예에 따라, 정수슬러지를 싣고 상기 소성로를 통과하는 소성로 컨베이어를 더 포함하되, 상기 소성로 컨베이어는 소성 온도보다 용접이 높은 재료로 만들어진 다수의 벨트판을 포함하는 컨베이어 벨트를 포함하고, 상기 다수의 벨트판은 측면들끼리 접하여 헌지들로 연결되되, 상기 헌지들은 이웃하는 두 벨트판들의 측면 하단 모서리에서 설치된다.

[0026] 일 실시예에 따라, 상기 저장설비는 제1 저장고와, 상기 제1 저장고의 정수슬러지를 탈수하는 탈수기와, 상기 탈수기를 거친 함수량과 부피가 감소된 정수슬러지를 저장하는 제2 저장고를 포함하고, 상기 건조설비는 상기 저장설비로부터 이송되어 투입된 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제1 강제건조기와, 상기 제1 강제건조기를 거친 정수슬러지를 하나 이상의 이송 컨베이어로 이송시키면서 자연 건조시키는 자연건조기와, 상기 자연건조기를 거친 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제2 강제건조기를 포함하며, 상기 폐열회수수단은 상기 냉각부의 일 위치에서 폐열을 회수하여 상기 제2 강제건조기 내 정수슬러지에 직접 공급하는 제1 폐열회수유닛과, 상기 냉각부의 다른 위치에서 폐열을 회수하여 상기 제1 저장고와 상기 제2 저장고 중 적어도 하나에 공급하는 제2 폐열회수유닛을 포함한다.

[0027] 본 발명의 다른 측면에 따라, 정수슬러지를 처리하여 건축재료 또는 요업재료로 재생하는 정수슬러지 처리방법이 제공되며, 이 처리방법은, 정수슬러지를 저장설비에 구비된 적어도 하나의 저장고에 저장하고, 건조설비를 이용하여 상기 저장설비로부터 나온 정수슬러지를 이송시키면서 건조하고, 예열부, 소성부 및 냉각부를 차례로 갖는 소성로에 상기 건조설비에 의해 건조된 정수슬러지를 통과시켜, 상기 정수슬러지를 예열, 소성, 및 냉각하고, 상기 냉각부에서 폐열을 회수하여, 상기 저장설비와 상기 건조설비 중 적어도 하나에 공급한다.

[0028] 일 실시예에 따라, 상기 저장설비에는 제1 저장고와, 상기 제1 저장고의 정수슬러지를 탈수하는 탈수기와, 상기 탈수기를 거친 함수량과 부피가 감소된 정수슬러지를 저장하는 제2 저장고를 마련하되, 상기 냉각부의 폐열을 회수하여 상기 제1 저장고와 상기 제2 저장고 중 적어도 하나에 공급한다.

[0029] 일 실시예에 따라, 상기 냉각부에서 회수된 폐열을 상기 제1 저장고와 상기 제2 저장고에 선택적으로 공급하되, 정수슬러지가 어느 온도에서만 상기 제1 저장고와 상기 제2 저장고에 모두 폐열을 공급하고, 평상시에는 상기 제2 저장고에만 폐열을 공급한다.

[0030] 일 실시예에 따라, 상기 제2 저장고에는 폐열이 열풍 방식으로 공급되도록 할 수 있다.

[0031] 일 실시예에 따라, 상기 건조설비에 상기 저장설비로부터 이송되어 투입된 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제1 강제건조기와, 상기 제1 강제건조기를 거친 정수슬러지를 하나 이상의 이송 컨베이어로 이송시키면서 자연 건조시키는 자연건조기와, 상기 자연건조기를 거친 정수슬러지를 밀폐 공간 내에서 강제 건조시키는 제2 강제건조기를 마련하되, 상기 냉각부의 폐열을 회수하여 상기 제2 강제건조기 내 정수슬러지에 직접 공급한다.

[0032] 일 실시예에 따라, 상기 제2 강제건조기로부터 배출된 폐열을 포함한 습증기를 상기 제1 강제건조기의 내통

주변 공간으로 공급한다.

- [0033] 일 실시예에 따라, 제1 강제건조기의 입구단에서 상기 정수슬러지를 절단하여 상기 제1 강제건조기에 투입한다.
- [0034] 일 실시예에 따라, 상기 제2 강제건조기 내로 폐열의 투입 전에는 히터로 정수슬러지를 가열한다.
- [0035] 일 실시예에 따라, 상기 예열부에서 정수슬러지에 함유된 황산성분이 산소와 결합되어 생기는 황산가스의 자연 발화를 유도하여, 상기 자연 발화에 생긴 열을 정수슬러지의 소성에 이용한다.
- [0036] 본 발명의 또 다른 측면에 따라, 정수슬러지를 처리하여 건축재료 또는 요업재료로 재생하는 정수슬러지 처리방법이 제공되며, 이 처리방법은, 정수슬러지를 저장설비에 구비된 적어도 하나의 저장고에 저장하고, 건조설비를 이용하여 상기 저장설비로부터 나온 정수슬러지를 이송시키면서 건조하고, 예열부, 소성부 및 냉각부를 차례로 갖는 소성로에 상기 건조설비에 의해 건조된 정수슬러지를 통과시켜, 상기 정수슬러지를 예열, 소성, 및 냉각하되, 상기 예열부에서 정수슬러지에 함유된 황산성분이 산소와 결합되어 생기는 황산가스의 자연 발화를 유도하여, 상기 자연 발화에 생긴 열을 정수슬러지의 소성에 이용한다.

발명의 효과

- [0037] 본 발명에 따르면, 정수슬러지가 갖는 특성에 최적화된 방식 및 구조로 정수슬러지를 처리함으로써, 슬러지처리장치 제작비를 크게 줄일 수 있고, 별도의 불필요한 공정의 추가를 배제함으로써 경제성을 높일 수 있다. 특히, 소성로의 냉각부에서 얻어지는 폐열을 소성로의 전 단계에서 함수율을 줄이는 등에 유용하게 이용함으로써, 기존 장치에서 소성로 전 단계에서 함수율을 줄이는데 필요하였던 많은 에너지 소비를 크게 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치를 도시한 블록구성도로서, 슬러지와 폐열의 흐름을 함께 나타낸 도면이고,
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치를 전반적으로 도시한 구조도이며,
- 도 3은 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치의 소성로 하류 측 냉각부의 폐열을 슬러지 저장설비에 활용하는 예를 보인 구성도이며,
- 도 4는 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치의 제2 저장고의 기본 구조를 설명하기 위한 도면이며,
- 도 5는 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치의 제1 강제건조기의 기본 구조를 설명하기 위한 도면이며,
- 도 6은 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치의 자연건조기의 기본 구조를 설명하기 위한 도면이며,
- 도 7은 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치의 제2 강제건조기의 기본 구조를 설명하기 위한 도면이며,
- 도 8은 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치의 소성로의 구조를 설명하기 위한 도면이며,
- 도 9는 도 8에 도시된 소성로에 채용되는 컨베이어 벨트를 설명하기 위한 도면이며,
- 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치를 도시한 블록구성도로서, 슬러지와 폐열의 흐름을 함께 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 다음에 소개되는 실시예는 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 그리고, 도면들에 있어서, 구성요소의 폭, 길이, 두께 등은 편의를 위하여 과장되어 표현될 수 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치를 도시한 블록구성도로서, 슬러지와 폐열의 흐름을 함께 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치를 전반적으로 도시한 구조도이며, 도 3은 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치의 소성로 하류 측 냉각부의 폐열을 슬러지 저장설비에 활용하는 예를 보인 구성도이며, 도 4는 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치의 제2 저장고의 기본 구조를

설명하기 위한 도면이며, 도 5는 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치의 제1 강제건조기의 기본 구조를 설명하기 위한 도면이며, 도 6은 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치의 자연건조기의 기본 구조를 설명하기 위한 도면이며, 도 7은 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치의 제2 강제건조기의 기본 구조를 설명하기 위한 도면이며, 도 8은 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치의 소성로의 구조를 설명하기 위한 도면이며, 도 9는 도 8에 도시된 소성로에 채용되는 컨베이어 벨트를 설명하기 위한 도면이다.

[0041] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치는 슬러지 저장설비(10)와, 슬러지 건조설비(20)와, 슬러지 소성로(30)를 차례로 포함한다. 또한, 도 1에는 슬러지 소성로(30)를 거쳐 얻은 건축재료를 보관하기 위한 보관탱크(50)가 보인다.

[0042] 슬러지 저장설비(10)는 제1 저장고(11), 제1 저장고(11)로부터 나온 정수슬러지를 원심 탈수하는 원심탈수기(12), 그리고, 원심탈수기(12)를 거쳐 1차 탈수된 정수슬러지를 저장하는 제2 저장고(13)를 포함한다. 슬러지 건조설비(20)는 슬러지 저장설비(10)로부터 소성로(30)까지 이동하는 정수슬러지를 건조시키는데 참여하며, 제1 강제건조기(21), 자연건조기(22) 및 제2 강제건조기(23)를 차례로 포함한다. 소성로(30)에는 대략 20% 함수량의 슬러지가 들어가며, 상기 소성로(30)는 예열부(31), 소성부(32), 냉각부(33)를 차례로 포함한다. 상기 정수슬러지는 소성부(32)에서 약 25분 동안 850~950°C로 소성된 후 냉각부(33)를 약 50분 통과하여 보관탱크(50)로 유입되어 보관된다. 이하 자세히 설명되는 바와 같이, 냉각부(33)의 발생 열이 전공기와 함께 소성로(30)의 전 단계에서 정수슬러지의 함수율을 낮추는 등의 목적으로 이용된다. 또한, 상기 예열부(31)의 발생열이 바로 소성로 직전에 위치한 제2 강제건조기(23)의 열원으로 이용될 수 있다.

[0043] 상기 냉각부(33)의 임의의 한 위치에서 회수된 폐열 일부는 제1 저장고(11)와 제2 저장고(13) 중 적어도 하나에 선택적으로 공급될 수 있다. 또한 상기 냉각부(33)의 임의의 다른 위치에서 회수된 폐열 일부는 상기 제2 강제건조기(23)로 공급되어 그곳에서 정수슬러지를 건조시키는데 이용된다. 상기 제2 강제건조기(23)에서 폐열이 회수되는데, 이 폐열은 습공기에 포함되어 있다. 폐열을 포함하는 상기와 같은 습공기는 제1 강제건조기(23)에 제공될 수 있다. 상기 제1 강제건조기(21)는 정수슬러지가 존재하는 내통과 그 내통을 둘러싸는 외통을 포함하는데, 내통과 외통 사이의 단열공간 내로 전술한 습공기가 제공되므로, 습공기 내 수분에 의한 정수슬러지의 함수량 증가는 없다.

[0044] 이하에서는 도 2를 참조로 하여 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치의 전반적인 구성 및 작용을 좀 더 구체적으로 설명한다.

[0045] 도 2를 참조하면, 상기 제1 저장고(11)는 비탈면의 상부에서 정수슬러지를 트럭 등으로부터 최초로 공급받도록 위치하고 있다. 예컨대, 정수슬러지 채취지로부터 정수슬러지를 싣고 이동한 트럭이 비탈면을 타고 올라와 상기 제1 저장고(11)에 정수슬러지를 하역한다. 원심탈수기(12)는 상기 제1 저장고(11)와 제2 저장고(13) 사이에 위치하여, 상기 제1 저장고(11)로부터 이송된 고함수율(대략 80% 함수율)의 슬러지를 1차 탈수하여 상기 제2 저장고(13)로 보낸다. 상기 제2 저장고(13)에서 배출된 가스는 대기정화장치(90)를 거쳐 대기중으로 방출된다.

[0046] 정수슬러지는 상기 제2 저장고(13)로부터 제1 강제건조기(21)로 이송, 투입된다. 상기 제1 강제건조기(21)는 나선 양수기 구조를 갖는 것으로서, 정수슬러지를 압송한다. 이하 상세히 설명되는 바와 같이, 상기 제1 강제건조기(21)는 정수슬러지를 투입구 부근에서 절단하는 수단을 포함하고 있다. 또한, 상기 제1 강제건조기(21)는 상향 이송식 구조를 가지며, 또한, 상기 제1 강제건조기(21)로부터의 정수슬러지는 경사지게 상향 이송된다. 상기 제1 강제건조기(21)를 거친 정수 슬러지는 상향 경사식 이송수단을 통해 높은 곳에 위치한 호퍼(221) 내로 낙하 투입된다. 또한, 호퍼(221) 하단의 출구를 통해 정수슬러지는 자연건조기(22)로 낙하 이송된다.

[0047] 상기 자연건조기(22)는 상하로 정렬된 복수의 이송 컨베이어(22a, 22b, 22c)를 포함한다. 상기 복수의 이송 컨베이어(22a, 22b, 22c)는 상부 이송 컨베이어를 타고 이송된 정수슬러지를 상부 이송 컨베이어의 종료단에서 하부 이송 컨베이어의 시작단으로 낙하될 수 있도록 지그재그식 배치 구조로 되어 있다. 즉, 상하 이웃하는 이송 컨베이어는 구동 방향이 서로 반대이고 하부의 이송 컨베이어 시작단이 상부의 이송 컨베이어 종료단 보다 외측으로 더 연장되어 이송 컨베이어 시작단에서 정수슬러지를 받을 수 있도록 구성된다. 정수슬러지의 낙하 과정에서 정수슬러지의 자세 변화가 있고 낙하 과정에서 건조도 더 되므로 건조 효율을 높이는데 유리하다. 또한, 상기 자연건조기(22)의 상기와 같은 이송 컨베이어 배치는, 정해진 좁은 설치 공간 내에서, 정수슬러지가 자연건조되면서 이송되는 거리를 늘리는데 유리하다. 상기 이송 컨베이어(22a, 22b, 22c)의 컨베이어

벨트 재료로는 수분의 흡수 및 배출이 용이한 다공성의 부직포 재료가 선호된다. 도 2에는 3개의 이송 컨베이어가 도시되어 있으나, 이송 컨베이어는 복수개 이상이면 족하며, 상기한 3개의 개수로 인하여 본 발명이 한정되어서는 아니 될 것이다.

[0048] 상기 자연건조기(22)의 최하단 이송 컨베이어로부터 낙하된 정수슬러지는 제2 강제건조기(23) 입구 측 호퍼(231)를 통해 상기 제2 강제건조기(23)로 투입된다. 상기 호퍼(231)는 밀폐 구조를 가져 열을 보전할 수 있는 열 보전형 호퍼인 것이 바람직하다. 상기 호퍼(231)로부터 상기 제2 강제건조기(23) 그 다음의 소성로 예열부 까지 밀폐 구조는 계속된다. 또한, 상기 호퍼(231)는 자신으로부터 상기 제2 강제건조기(23)를 거쳐 상기 소성로에 이르는 통로를 통해 슬러지의 자동공급이 가능한 구조로 이루어진다.

[0049] 상기 제2 강제건조기(23)는 자신의 입구측으로부터 자신의 출구측으로 정수슬러지를 압송하는 과정에서 정수슬러지를 가열한다. 본 실시예에 있어서, 상기 제2 강제건조기(23)는 히터와 같은 가열수단을 갖추어 그 가열수단에 의해 정수슬러지를 가열하되, 소성로에서 발생한 폐열 일부를 정수슬러지를 건조시키는 열원으로 일부 이용한다. 상기 제2 강제건조기(23)에서의 건조 과정에서 나온 가스는 대기정화장치(90)를 통해 정화되어 대기중으로 방출된다.

[0050] 상기 제2 강제건조기(23)를 거치면서 대략 20% 내외의 함수량으로 건조된 정수슬러지는 배관을 통해 소성로(30)로 이동된다.

[0051] 소성로(30)는 정수슬러지를 싣고 이송하는 소성로 컨베이어(34)를 포함한다. 상기 소성로 컨베이어(34)는 정수슬러지의 소성 온도보다 높은 고용점의 금속 또는 합금 재료로 만들어진 것이 선호된다. 상기 소성로 컨베이어(34)는 상기 소성로(30)의 전 구간, 즉, 예열부(31), 소성부(32) 및 냉각부(33)를 통과한다. 상기 소성로(30)에서는 정수슬러지 내에 함유된 황산성분이 산소와 결합되어 황산성분의 자체 발화가 유도된다.

[0052] 이때, 예열부(31)에서 쓰이고 남은 폐열이 후드 등의 열 통로를 통해 제2 강제건조기(23)로 유도되며, 이에 의해, 제2 강제건조기(23)는 상기 폐열을 열원으로 하여 정수슬러지를 건조하는데 필요한 에너지의 소비를 줄일 수 있다.

[0053] 상기 냉각부(33)는, 정수슬러지에 열을 가하는 예열부(31) 및 소성부(32)와 달리, 소성부(32)를 거쳐 나온 고온의 결과물의 열을 빼앗아 냉각시키는 기능을 하므로 폐열을 회수하여 이용하는데 적합하다. 또한, 상기 냉각부(33)에서 열교환 방식으로 회수된 폐열은 건공기 내에 포함되어 있으므로 소성로(30)의 앞 단계들에서 슬러지의 함수량을 낮추는데 적합하다.

[0054] 상기 소성로(30)로부터 컨베이어를 타고 나온 최종 결과물인 건축 재료는 보관 탱크(50)에 저장된다. 보관 탱크(50)에 임시로 보관된 건축 재료는 트럭 또는 기타 다른 이송 수단에 의해 그것이 이용될 수 있는 사용처로 운반된다.

[0055] 본 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치는 소성로(30)의 냉각부(33)에서 폐열을 회수하여 이를 이용하도록 해주는 제1 폐열회수유닛(41)과 제2 폐열회수유닛(42)을 포함한다. 상기 제1 폐열회수유닛(41)은 상기 냉각부(33)에서 폐열 일부를 회수하여 상기 제2 강제건조기(23)에 공급한다. 상기 제2 강제건조기(23)에서 나온 폐열을 포함한 습공기를 상기 제1 강제건조기(21)의 단열공간 내에 제공하여 상기 제1 강제건조기(21) 내 정수슬러지의 함수량을 줄이는데 기여시킬 수 있다. 또한, 상기 2 폐열회수유닛(42)은 폐열 이송 배관과 그 일측에 설치된 분배기(422)를 포함하며, 분배기(422)를 통해 폐열을 포함하는 건공기가 전술한 제1 저장소(11) 및/또는 제2 저장소(13)에 공급된다. 상기 제1 폐열회수유닛(41) 및 상기 제2 폐열회수유닛(42) 각각은 냉각부(33)의 상단에서 폐열을 회수하도록 배치되는 것이 선호되며, 모터와 팬을 포함하고, 그 모터와 그와 연결된 팬의 작동에 의해 냉각부(33)의 폐열을 회수한다.

[0056] 도 3 및 도 4를 참조하여, 제1 저장고(11) 및 제2 저장고(13) 그리고 이들 저장고(11, 13)들에 폐열을 이용하는 구조 및 방법에 대해 보다 설명하면 다음과 같다.

[0057] 먼저, 도 3을 참조하면, 제1 저장고(11)와 제2 저장고(13)를 볼 수 있다. 상기 제1 저장고(11)는 정수장에서 배출되는 함수율 70~80%의 정수슬러지를 저장하기 위한 공간이다. 또한, 상기 제2 저장고(13)는 원심탈수기(12; 도 1 및 2 참조)에 의해 1차 탈수되어 들어온 함수율 40~50%의 정수슬러지를 저장한다.

[0058] 상기 제2 폐열회수유닛(42)은 소성로의 냉각부(33)로부터 폐열을 회수하여 이를 상기 제1 저장고(11)와 상기 제2 저장고(13) 중 적어도 하나에 공급한다. 이때, 제2 폐열회수유닛(42)에 부속된 분배기(422)는 상기 제1 저장고(11)와 상기 제2 저장고(13) 중 적어도 하나를 선택하여 폐열을 해당 저장고(들)에 분배하는 역할을 한

다.

[0059] 상기 제1 저장고(11)는 격벽(111)에 의해 정수슬러지가 실제 저장되는 공간이 그 외측의 단열공간이 분리된 구조로 되어 있다. 상기 제2 폐열회수유닛(42)으로부터 상기 분배기(422)를 거쳐 상기 제1 저장고(11)의 단열 공간에 유입될 수 있다. 상기 단열공간 내 공기를 200°C 이상의 고온으로 만들어 순환시키면, 영하의 온도에서도, 정수슬러지가 어는 것을 방지할 수 있다. 또한, 상기 구성은 슬러지에 간접열원을 공급해 슬러지를 덤히는 효과를 제공한다. 이때, 분배기(422)를 이용함으로써, 상기 제1 저장고(11)에 대한 폐열 공급을 선택적으로 할 수 있다. 슬러지가 동결될 염려가 없는 평상시에는, 상기 분배기(422)의 상기 제1 저장고(11)로의 폐열공급로를 차단하여, 상기 분배기(422)가 곧바로 제2저장고(13)에 폐열을 공급한다.

[0060] 한편, 상기 제2 저장고(13)는, 도 4에 잘 도시된 바와 같이, 배수펌프(131)를 포함할 수 있다. 상기 배수펌프(131)는 하부에는 혹시 생길지 모르는 수분의 원활한 배출을 위하여 마련된다. 또한, 상기 제2 저장고(13)에는 제2 폐열회수유닛(42)과 연결되는 송풍기(423)가 설치된다.

[0061] 도 3 및 도 4를 참조하면, 혹한기와 같이 슬러지가 얼 염려가 큰 때에는, 상기 분배기(422)가 상기 제1저장고(11)에 폐열을 공급하되, 평상시에는, 상기 제1 저장고(11)로의 폐열공급로를 차단하여, 상기 제2 저장고(13)에 설치된 송풍기(423)를 통해 상기 제2 저장고(13)의 슬러지에 열풍을 공급한다. 상기 열풍은 상기 제2 저장고(13)에 저장된 정수슬러지의 수분을 증발시킴으로써 정수슬러지의 함수량을 줄여주는데 기여한다.

[0062] 상기 제1저장고(11)에서 폐열로 덥혀진 함수율 70~80%인 슬러지를 제2 저장고(13)에 보내기 전에, 원심탈수기(12; 도 2 참조)를 이용하여 슬러지를 고속회전 시켜 슬러지를 탈수하는 과정을 거친다. 이 과정을 통해, 일정수준의 함수율, 바람직하게는 50%이하의 함수율로 슬러지의 함수율이 떨어진다. 상기 원심탈수기(12)는 슬러지의 함수율과 그에 따른 체적을 줄여, 상기 제2 저장고(13)에서의 실질적인 슬러지 저장 가능 용량을 늘리는데 이용된다.

[0063] 상기 제2 저장고(13)는, 앞에서 설명한 바와 같이, 상기 원심탈수기(12)로부터 탈수된 슬러지를 저장한다. 하부에는 공기 통로가 마련되는 것이 바람직하며, 상기 공기 통로를 통하여, 슬러지 보관 중에도, 송풍기(423)와 폐열을 이용한 열풍으로 슬러지의 함수율을 떨어뜨린다. 이때, 상기 제2 저장고(13)는 상부는 넓고 상부로부터 하부를 향해 점진적으로 좁아지는 역삼각형 구조를 가지며, 전술한 것과 같은 송풍기(423)는 제2 저장고(13)의 하부측에 설치되는 것이 바람직하다.

[0064] 이제 도 5, 도 6 및 도 7을 참조로 하여 정수슬러지의 건조설비에 대해 설명이 이루어질 것이다.

[0065] 먼저 도 5를 참조하면, 제1 강제건조기(21)를 볼 수 있다. 상기 제1 강제건조기(21)는, 정수슬러지가 실제 투입되어 압송되는 내통(213)과, 상기 내통(213)의 주변을 둘러싸는 외통(211)을 포함한다. 상기 내통(213)과 상기 외통(211) 사이에는 정수슬러지의 보온 또는 단열을 위한 환형의 단열공간(212)이 구획되어 있다. 상기 제1 강제건조기(21)의 입구단, 특히, 상기 내통(213)의 입구단은 절단 에지들, 더 바람직하게는, 날카로운 절단 에지들을 갖는 슬러지 절단 홈(214)이 형성된다. 정수슬러지는 소정의 압력으로 가압된 상태로 상기 내통(213)의 입구단을 통해 상기 내통(213) 내로 투입되되, 그 투입시 상기 슬러지 절단 홈(214)을 거친다. 따라서, 상기 슬러지는 상기 슬러지 절단 홈(214)에 의해 더 작은 크기로 절단되어 상기 내통(213) 내로 투입된다.

[0066] 또한, 상기 제1 강제건조기(21)는 상기 단열공간(212)과 통하도록 상기 외통(211)에 설치되는 폐열 주입구(217)와 폐열 배출구(218)를 포함한다. 제2 강제건조기(23)로부터의 폐열을 포함한 습공기가 상기 폐열 주입구(217)를 통해 상기 단열공간(212)에 유입되어 상기 단열공간(212)을 흐르며, 이에 의해, 상기 내통(213) 내부에서 압송되는 슬러지에 간접적으로 열을 가할 수 있다. 습공기 중의 수분이 직접 정수슬러지에 접촉하지 않으므로, 습공기를 이용한 가열이라 하더라도, 정수슬러지의 함수량에 영향을 끼치지 못한다. 폐열 및 이를 포함한 습공기는 상기 폐열 배출구(218)를 통해 외부로 배출된다. 상기 내통(213)의 내부는 슬러지를 압송할 수 있는 나선 양수식 구조로 이루어져 있다. 도면부호 '215' 베어링을 나타낸다. 도면부호 '216' 기어부를 나타낸다.

[0067] 다음 도 6을 참조하면, 자연건조기(22)를 볼 수 있다. 앞에서도 언급한 바와 같이, 상기 자연건조기(22)는, 상하로 정렬된 복수의 이송 컨베이어(22a, 22b; 두개의 이송 컨베이어만을 도시함)를 포함한다. 상기 복수의 이송 컨베이어(22a, 22b)는, 상부 이송 컨베이어(22a)를 타고 이송된 정수슬러지가 상부 이송 컨베이어(22a)

의 종료단에서 하부 이송 컨베이어(22b)의 시작단으로 낙하될 수 있도록, 지그재그식 배치 구조로 되어 있다. 즉, 상하 이웃하는 이송 컨베이어는 구동 방향이 서로 반대이고 하부의 이송 컨베이어 시작단이 상부의 이송 컨베이어 종료단보다 외측으로 더 연장되어 이송 컨베이어 시작단에서 정수슬러지를 받을 수 있도록 구성된다. 상기 이송 컨베이어(22a, 22b)의 컨베이어 벨트 재료로는 수분의 흡수 및 배출이 용이한 다공성의 부직포 재료가 선호된다.

[0068] 부가적으로, 상기 자연건조기(22)는 상부 이송 컨베이어(22a)로부터 하부 컨베이어(22b)로 낙하되는 정수슬러지를 잘게 부수고 뒤집을 수 있는 회전식 슬러지 분쇄부(222)를 더 포함한다. 상기 회전식 슬러지 분쇄부(222)는 예를 들면 모터에 의해 회전되는 회전축(222a)과 상기 회전축(222a)에 방사상으로 형성된 복수의 회전날체(222b)를 포함한다. 이때, 상기 회전축(222a)은 상기 이송 컨베이어의 폭을 가로지로도록 설치되고 상기 복수의 회전날체(222b)가 상기 회전축(222a)의 길이 전체에 일정 간격으로 배열되어 있다. 따라서, 상기 복수의 회전날체(222b)는 상부 이송 컨베이어로부터 하부 이송 컨베이어로 낙하되는 거의 모든 정수슬러지들을 분쇄하거나 뒤집을 수 있다. 상기 이송 컨베이어들 중 적어도 하나의 이송 컨베이어의 상부에는 송풍관(211)이 설치된다. 상기 송풍관(211)에는 다수의 슬릿 또는 구멍이 형성되며, 송풍관(211)의 바람이 상기 슬릿 또는 구멍을 통해 부직포형 컨베이어 벨트 상에 놓인 정수슬러지에 바람을 불어준다. 이에 의해, 정수슬러지의 건조가 더욱 더 잘 된다.

[0069] 다음 도 7을 참조하면, 제2 강제건조기(23)를 볼 수 있다. 상기 제2 강제건조기(23)는 횡방향으로 기다란 건조통(231)과, 상기 건조통(231)의 중앙에 회전가능하게 설치된 패들(232)을 포함한다. 상기 패들(232)들은 기어부(233)를 포함하는 구동장치에 의해 회전 구동되어 정수슬러지를 압송한다. 상기 건조통(231)에는 정수슬러지를 투입 받는 슬러지 투입구(23a)와 정수슬러지를 토출하는 토출구(23b)가 양단부 각각에 형성되어 있다. 또한, 상기 제2 강제건조기(23)에는 상기 건조통(231)에 길이 방향으로 설치된 히터(231a)를 포함한다. 특히, 상기 제2 강제건조기(23)는 제1 폐열회수유닛(41; 도 1 참조)로부터 소성로의 냉각부(33; 도 2 참조)에서 회수된 폐열을 공급받는다. 상기 제2 강제건조기(23)는 폐열을 공급받기 위한 폐열 주입구(234)를 상기 건조통(231)의 슬러지 투입구(23a) 부근에 구비하고 폐열을 내보기기 위한 폐열 배출구(235)를 상기 건조통(231)의 슬러지 배출구(23b) 부근에 구비한다. 상기 폐열 주입구(234) 및 상기 폐열 배출구(235) 각각에 또는 그 부근 들에는 온도센서들(236, 236)이 각각 설치된다. 상기 건조통(231)은 외부의 온도에 의해 내부의 온도가 영향 받는 것을 억제 또는 최소화하기 위한 단열층을 벽의 거의 전체에 걸쳐 구비한다.

[0070] 소성로(30; 도 2 참조)의 초기 기동 시에는 사용할 수 있는 폐열이 없으므로 전술한 히터(231a)를 이용하여 정수슬러지의 함수율을 낮춘다. 다음, 소성로(30)가 가동되어, 소성로의 냉각부(33; 도 2 참조)로부터 회수된 폐열이 제1 폐열회수유닛(41)에 의해 폐열 주입구(234)로 들어오는 것이 온도센서(236)에 의해 감지되면, 상기 히터(231a)의 작동은 중단되며, 상기 폐열에 의해 정수슬러지가 가열된다. 전술한 패들(232)에 의해 정수슬러지가 교반되며, 이에 의해 폐열은 정수슬러지를 더 고르게 가열하게 된다. 이 과정 중에 발생된 습증기는 폐열배출구(235)를 통해 상기 제2 강제건조기(23)로부터 나가 상기 제1 강제건조기(21)에서 정수슬러지의 함수율을 낮추는데 참여한다.

[0071] 앞에서도 언급한 바와 같이, 상기 제1 강제건조기(21)는 정수슬러지가 존재하는 내통과 외통 사이에 단열공간이 제공된 구조이므로, 폐열을 포함하는 습증기가 상기 단열공간 내에 들어가므로 습증기의 수분이 정수슬러지에 영향을 끼치지 않는다.

[0072] 다음 도 8을 참조하면, 소성로(30)의 일부를 볼 수 있다. 도 8에서 보여지는 부분은 예열부(31)와 소성부(32)의 일부이다. 상기 예열부(31)와 상기 소성부(32)에는 전기로 방식의 히터들(313, 323)이 마련된다. 상기 예열부(31)는 가동 초기에 상온으로부터 800°C까지 단계적으로 온도가 상승된다. 이는 정수슬러지 내에 함유된 황산성분이 산소와 결합되도록 하여 황산성분의 자체 발화를 유도하기 위한 준비 과정으로 이루어진다. 상기 예열부(31)는, 상기 소성로(30)의 입구 부분으로서 열효율을 좋게 하기 위하여 타 부분에 비해 작은 통로 면적을 갖는다. 예열부(31)와 이어지는 소성부(32)의 시작 부분에는 자연 발화에 필요한 황산가스 등을 잘 모을 수 있도록 점진적으로 높이가 증가되는 경사부(321)가 마련된다.

[0073] 상기 소성로(30)의 소성부(32) 초기 가동시에는 상온에서 850°C까지 단계적으로 상승시키며 800°C도 이상에서 생성되는 황산가스 등 자연발화에 필요한 가스를 포집하기 위하여 전술한 것과 같은 경사부(321)를 포함하는 유도 부분을 통하여 포집된 가스가 자연 발화하는 것이 온도센서(324) 등에 의해 감지되면 소성부(32)의 전기

공급을 중지시킨다. 이를 위해, 상기 소성로(30)는 가열 차단장치를 구비한다. 상기 예열부(31)는 입구가 작은 이유로 산소공급 부족이 있을 수 있으므로, 소성로(30)에서의 자연발화를 돋기 위한 공기흡입구(329)를 따로 설치할 수 있다.

[0074] 소성로 컨베이어(34)는 정수슬러지를 싣고 고온의 상기 소성로(30)를 통과하여야 하므로, 적어도 정수슬러지의 소성 온도보다 높은 고용점의 금속 또는 합금 재료로 만들어진 것이 바람직하다. 본 실시예에 있어서, 상기 소성로 컨베이어(34)는 대략 직사각형을 갖는 다수의 벨트판(342)들을 측면들끼리 접하여 헌지(344)들로 연결하여 이루어진다. 이때, 상기 헌지(344)들은 이웃하는 두 벨트판(342, 342)들의 측면 하단 모서리에서 설치되므로, 컨베이어의 굴곡을 허용함과 동시에 컨베이어 상면에서 있는 정수슬러지 또는 그것의 소성물이 아래로 떨어지는 것이 방지된다. 즉, 이웃하는 벨트판(342, 342) 사이의 상측은 헌지(344)에 의해 결속되지 않고, 상기 벨트판(342, 342) 사이의 하측만이 헌지식으로 결속되어지므로, 컨베이어 벨트가 굴곡 구간을 지날 때는, 상측이 벌어지며 휘어지게 하고, 평탄한 구간을 지날 때는 다시 합쳐지는 형태로, 컨베이어 벨트 사이로 정수슬러지가 흘러내리는 것을 막을 수 있다.

[0075] 다시 도 2를 참조하면, 정수슬러지 처리장치의 시스템 말단에 보관탱크(50)가 제공된다. 상기 보관탱크(50)는 소성을 마친 최종 산물을 보관하는 한편, 트럭 등의 대형차량 및 포장용기에 상기 산물을 자동 공급할 수 있도록 분배장치를 포함하는 것이 좋다.

[0076] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 정수슬러지 처리장치를 도시한 블록구성도로서, 슬러지와 폐열의 흐름을 함께 나타낸 도면이다.

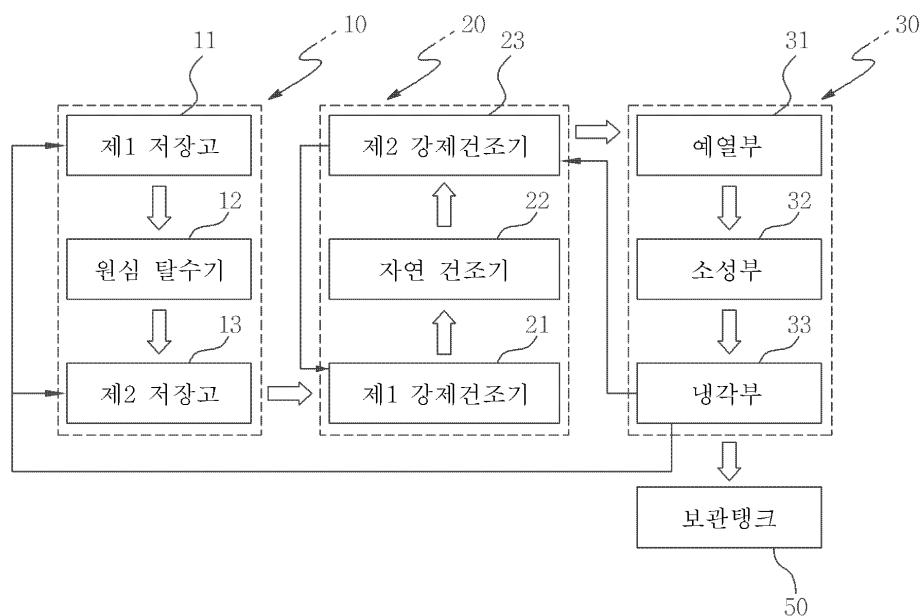
[0077] 도 10을 참조하면, 냉각부(33)에 의해 회수된 폐열이 제1 저장고(11) 및/또는 제2 저장고(13)로 공급되기 전에 제1 강제건조기(21)에 먼저 공급된다. 폐열은 상기 제1 강제건조기(21)를 거친 후, 앞선 실시예에서 설명된 것과 같은 방식으로 상기 제1 저장고(11)와 상기 제2 저장고(13) 중 적어도 하나에 선택적으로 공급된다. 이때, 상기 폐열 회수는 앞선 실시예와 마찬가지로 제2 폐열회수유닛(42; 도 2 참조)이 담당할 수 있다. 상기 제1 강제건조기(21)로 제공되는 폐열이 건공기에 포함된 채 정수슬러지와 직접 접하지 않는 상기 제1 강제건조기(21)의 단열 공간(212; 도 5 참조)에 공급되므로, 폐열이 상기 제1 강제건조기(21)를 통과하고 나오더라도 습기를 거의 흡수하지 않으며, 따라서, 제1 강제건조기(21)를 거친 폐열도 건공기에 포함된 상태로 상기 제1 저장고(11)와 상기 제2 저장고(13) 중 적어도 하나로 공급될 수 있다. 제2 폐열회수유닛(42)에 의해 회수된 폐열을 바로 제1 강제건조기(21)에 보내므로, 제2 강제건조기(23)의 습공기를 제1 강제건조기(21)로 보내는 구성을 생략할 수 있다.

부호의 설명

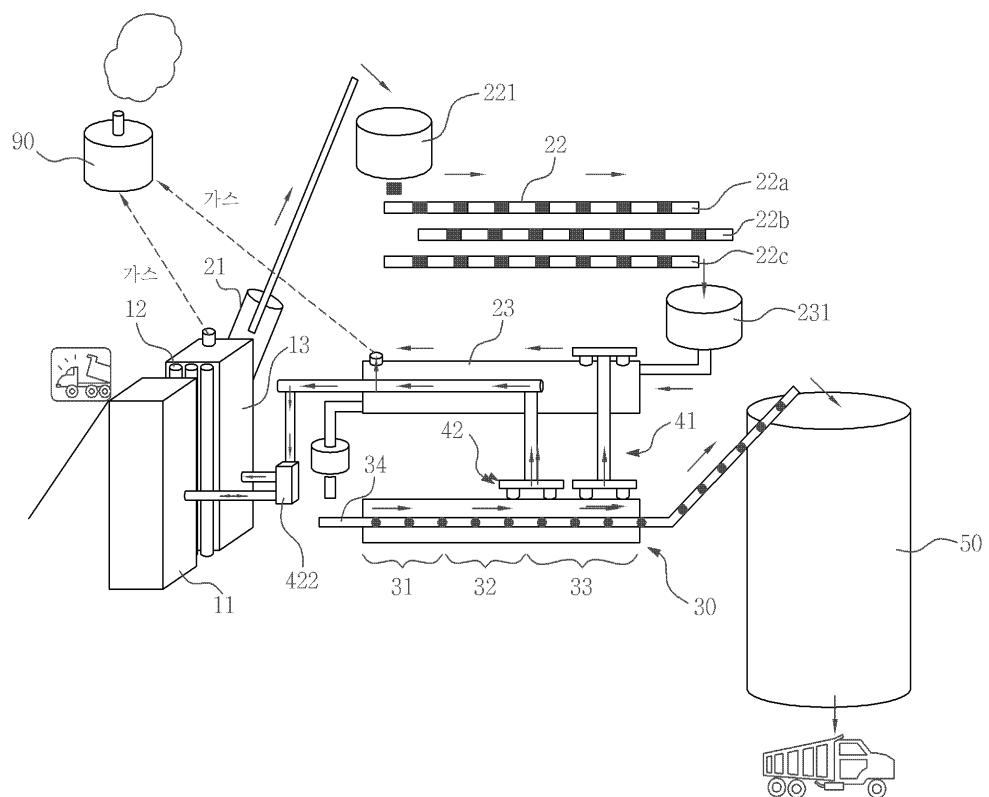
10: 저장설비	11: 제1 저장고
12: 원심탈수기	13: 제2 저장고
21: 제1 강제건조기	22: 자연건조기
23: 제2 강제건조기	30: 소성로
31: 예열부	32: 소성부
33: 냉각부	41: 제1 폐열회수유닛
42: 제2 폐열회수유닛	50: 보관탱크
90: 대기정화장치	

도면

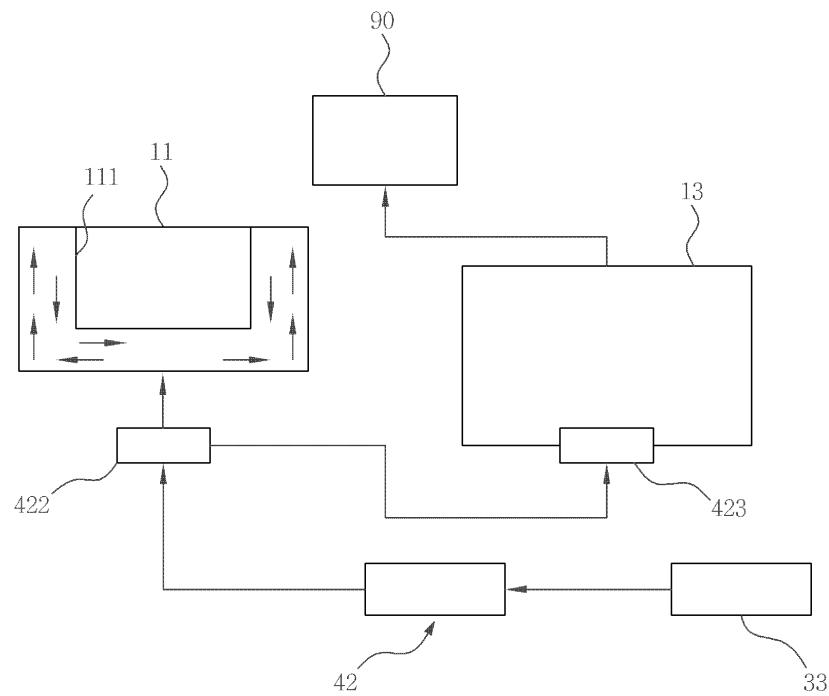
도면1



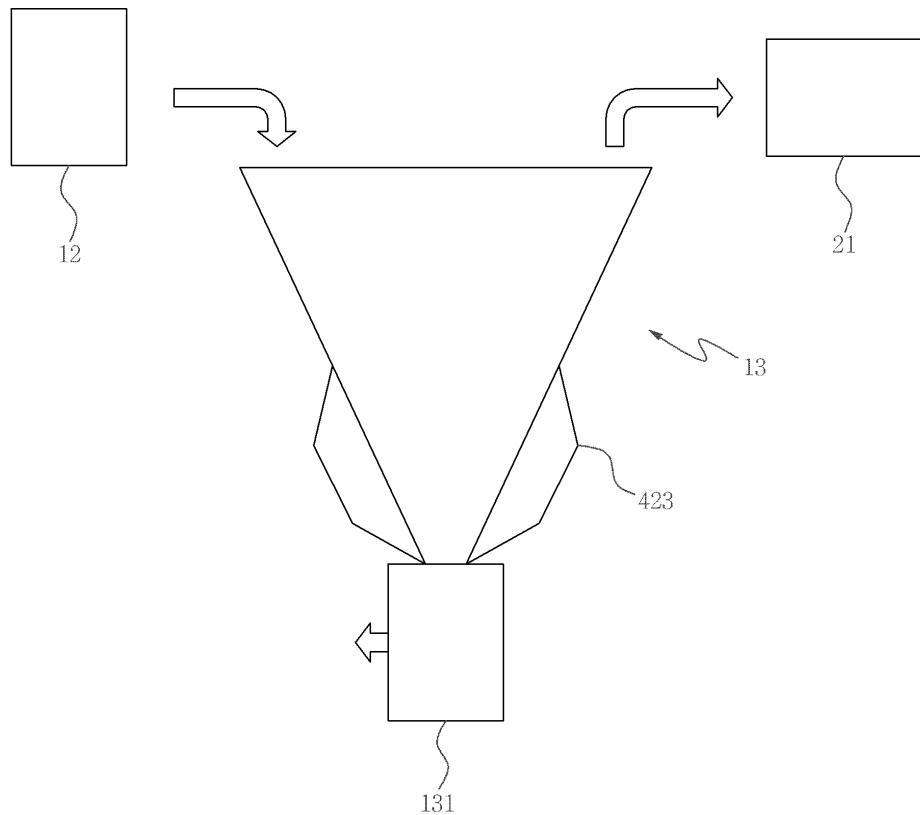
도면2



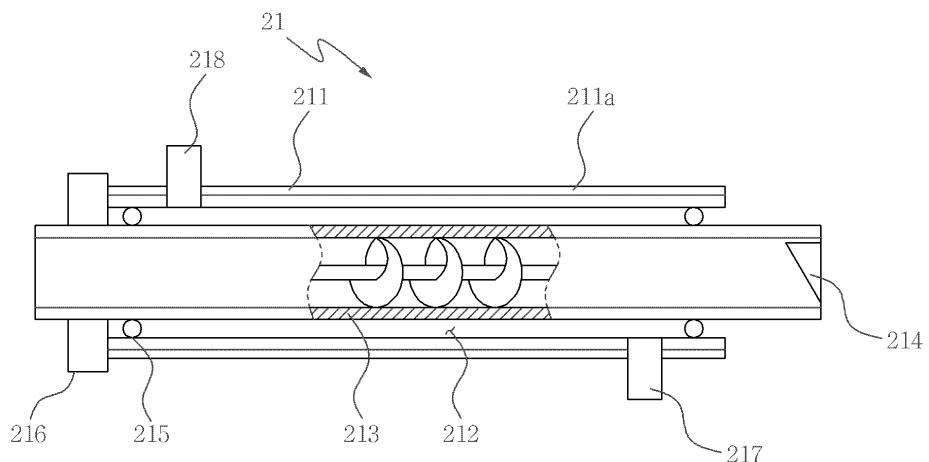
도면3



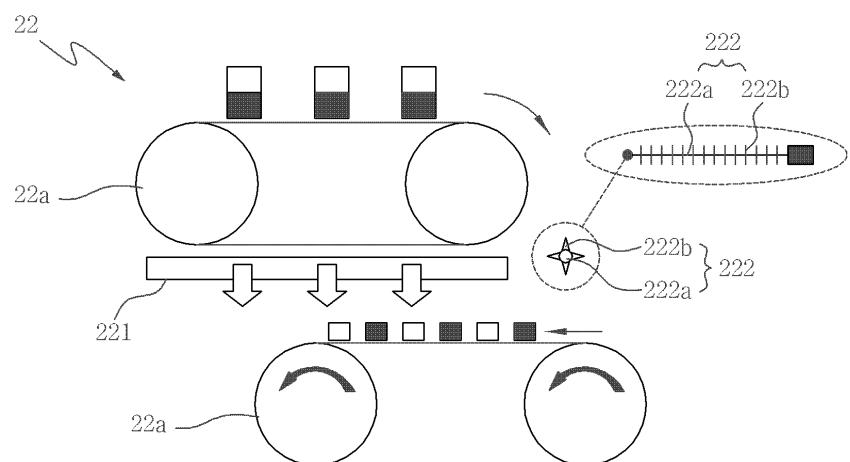
도면4



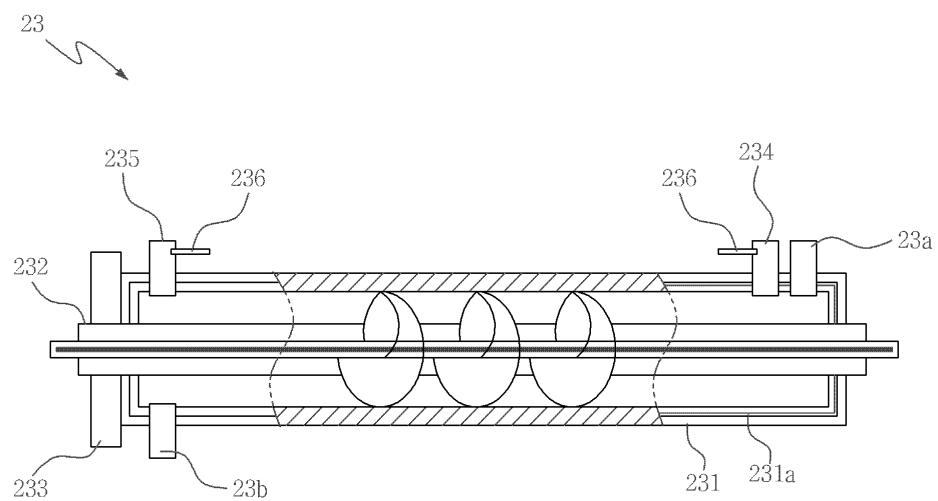
도면5



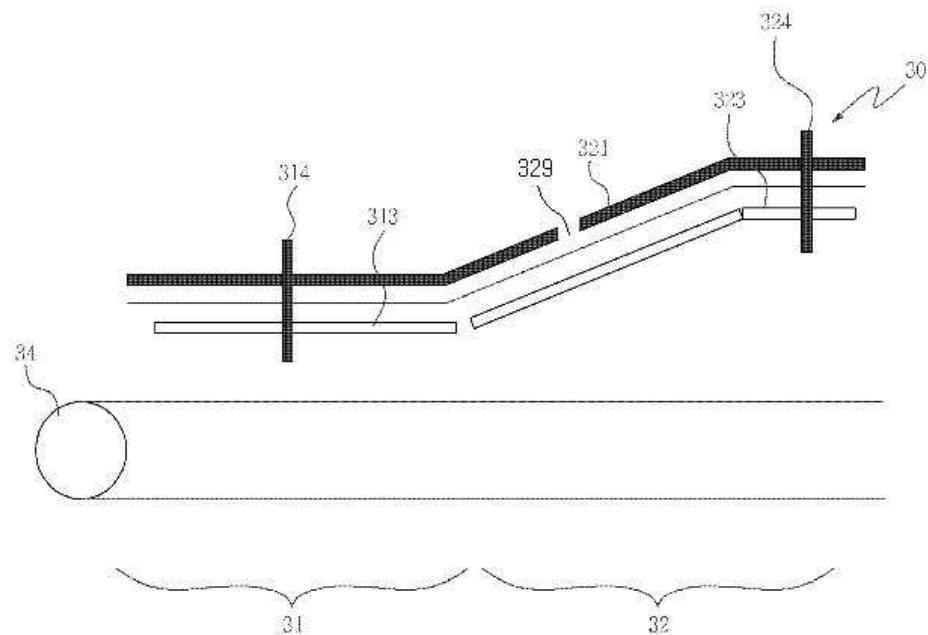
도면6



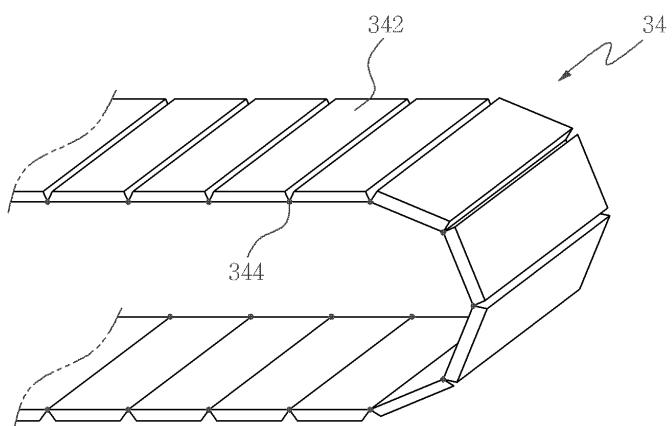
도면7



도면8



도면9



도면10

