



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월30일
(11) 등록번호 10-1955809
(24) 등록일자 2019년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10L 5/46 (2006.01) C02F 11/12 (2019.01)
F26B 23/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C10L 5/46 (2013.01)
C02F 11/12 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2017-0105130
(22) 출원일자 2017년08월19일
심사청구일자 2017년08월19일
(65) 공개번호 10-2019-0019779
(43) 공개일자 2019년02월27일
(56) 선행기술조사문헌
KR101364491 B1*
JP평성04019000 A
KR101534197 B1*
JP4198664 B2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 한국종합기술
경기도 성남시 중원구 산성대로476번길 6 (금광동)
(72) 발명자
이광현
경기도 구리시 동구릉로 114 현대아파트 105동 2502호(인창동 현대아파트)
손병권
경기도 하남시 미사강변대로 135, 1908동 1005호 (미사강변도시 19단지)
(74) 대리인
김윤우

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 이동재

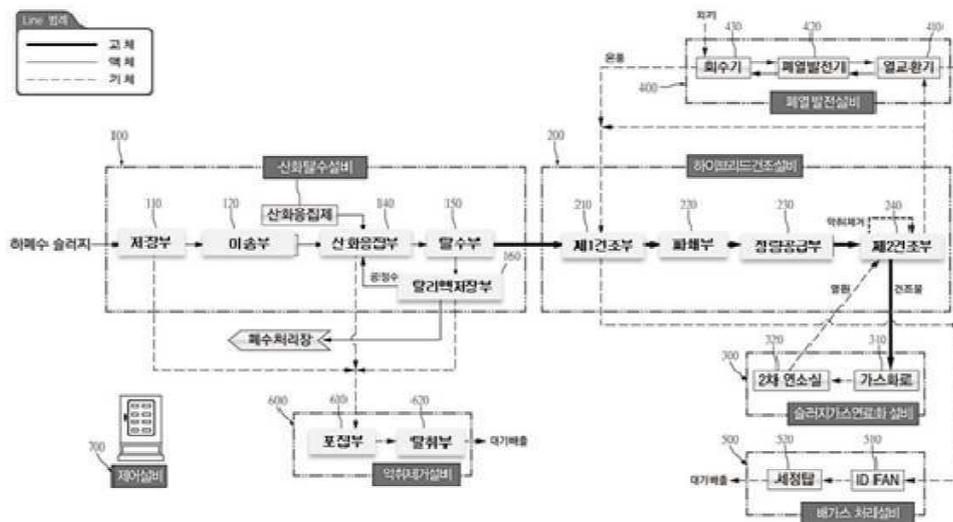
(54) 발명의 명칭 산화탈수와 하이브리드건조 및 폐열발전을 이용한 저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템

(57) 요약

본 발명은 최초 탈수 슬러지를 수용하여 산화처리 후 탈수하여 최초 탈수 슬러지의 부피와 무게 및 함수율을 저감하여 중간 탈수 슬러지를 생성하는 산화탈수설비, 상기 산화탈수설비에 의해 함수율이 저감된 중간 탈수 슬러지를 건조하여 최종 슬러지를 생성하는 하이브리드건조설비, 상기 하이브리드건조설비에서 건조공정 중 발생하는

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



배가스의 폐열을 이용하여 전기 및 열을 생산하는 폐열발전설비, 상기 하이브리드건조설비에 의해 생산된 최종 슬러지를 가스화하고 연소실을 통해 건조공정의 에너지원으로 사용하는 슬러지 가스연료화설비, 상기 건조공정 중 발생하는 배가스의 폐열 이용 후 배출되는 배가스를 처리하는 배가스 처리설비 및 상기 건조공정 중 발생하는 악취물질을 제거하는 악취제거설비를 포함하는 저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템을 제공한다. 본 발명은 하이브리드건조설비를 통해 생성된 건조물을 가스화 후 연료화 함으로써 슬러지 처리비용의 절감 및 에너지절감효과를 동시에 만족할 수 있다.

(52) CPC특허분류

F26B 23/001 (2013.01)

C10L 2290/06 (2013.01)

C10L 2290/08 (2013.01)

F26B 2200/18 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015001570001

부처명 환경부

연구관리전문기관 유기성폐자원 에너지화 사업단(한국환경산업기술원)

연구사업명 유기성폐자원 에너지화 사업(환경부 폐자원에너지화 기술개발사업)

연구과제명 산화탈수와 일체형 건조 및 ORC 발전을 이용한 저에너지형슬러지 건조 연료화 장치 기술개발

발

기여율 1/1

주관기관 1/1

연구기간 2015.05.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

최초 탈수 슬러지를 수용하여 산화처리 후 탈수하여 최초 탈수 슬러지의 부피와 무게 및 함수율을 저감하여 중간 탈수 슬러지를 생성하는 산화탈수설비,

상기 산화탈수설비에 의해 함수율이 저감된 중간 탈수 슬러지를 건조하여 최종 슬러지를 생성하는 하이브리드건조설비,

상기 하이브리드건조설비에서 건조과정 중 발생하는 배가스의 폐열을 이용하여 전기 및 열을 생산하는 폐열발전설비,

상기 하이브리드건조설비에 의해 생산된 최종 슬러지를 가스화하고 연소실을 통해 건조공정의 에너지원으로 사용하는 슬러지 가스연료화설비,

상기 건조과정 중 발생하는 배가스의 폐열 이용 후 배출되는 배가스를 처리하는 배가스 처리설비 및

상기 건조과정 중 발생하는 악취물질을 제거하는 악취제거설비,

상기 기재의 설비들을 자동 또는 수동으로 제어하는 공정제어설비를 포함하고,

상기 산화탈수설비는 투입된 최초 탈수 슬러지를 저장하는 저장부, 저장된 최초 탈수 슬러지를 이송하는 이송부, 산화응집제 투입부, 투입된 최초 탈수 슬러지와 산화응집제를 혼합하는 산화응집부, 산화응집된 최초 탈수 슬러지를 탈수하는 탈수부 및 상기 탈수부에서 발생되는 탈리액을 저장하는 탈리액저장부를 포함하며,

상기 하이브리드건조설비는 중간 탈수 슬러지를 배가스의 폐열을 이용하여 1차 건조하는 제1 건조부, 상기 제1 건조부를 거친 중간 탈수 슬러지를 과쇄하기 위한 과쇄부, 과쇄된 중간 탈수 슬러지를 이송하는 정량공급부 및 이송된 중간 탈수 슬러지를 건조하여 최종 슬러지를 생성하는 제2 건조부를 포함하는

저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 폐열발전설비는 상기 제2 건조부에서 발생된 배가스의 열원을 회수하는 열교환기, 회수된 폐열을 활용하여 전기를 생산하는 폐열발전기, 폐열발전 시 생성되는 폐열을 회수하여 상기 제1 건조부의 열원으로 공급하는 회수기를 포함하는 것을 특징으로 하는 저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 슬러지 가스연료화설비는 상기 하이브리드건조설비에서 생산된 상기 최종 슬러지를 가스화하는 가스화로 및 가스화된 연료를 연소하는 2차 연소실을 포함하는 것을 특징으로 하는 저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 배가스 처리설비는 상기 제2 건조부에서 발생된 배가스를 배가스 처리설비로 이송하는 배가스 유인부 및 유인된 배가스를 처리하는 세정탑을 포함하는 것을 특징으로 하는 저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 배가스 처리설비는 상기 제2 건조부에서 발생된 배가스를 상기 폐열발전설비에 활용 후 또는 상기 배가스를 직접 상기 배가스 처리설비로 이송하거나 또는 상기 배가스를 상기 제1 건조부에 활용 후 상기 배가스 처리설비로 이송하는 배가스 유인부 및 유인된 상기 배가스를 처리하는 세정탑을 포함하는 것을 특징으로 하는 저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 악취제거설비는 포집부 및 탈취부를 포함하는 것을 특징으로 하는 저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 산화탈수와 하이브리드건조 및 폐열발전을 이용한 저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 산화탈수설비, 하이브리드건조설비, 폐열발전설비, 슬러지 가스연료화설비, 배가스 처리설비 및 악취제거설비를 포함하는 산화탈수와 하이브리드건조 및 폐열발전을 이용한 저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 유기성 폐기물은 통상 상수, 공업용수, 산업폐수, 하수 및 분뇨의 수처리 과정에서 발생하는 미생물 잔재물인 슬러지를 칭하고 있다.

[0004] 일반적으로, 하폐수(분뇨, 축산폐수, 음식물폐수, 산업폐수 등) 처리과정에서 발생하는 슬러지는 대부분 약품을 이용해 탈수하여 80% 전후의 수분을 함유하고 있으며, 발열량은 보통 2,000 kcal/kg에서 최고 4,000 kcal/kg에 달하고 있다.

[0005] 기존에는 주로 매립 및 해양투기를 하여 처리하였으나, 유기성 폐기물 중 하수슬러지 및 가축분뇨는 2012년 1월부터, 음폐수는 2013년 1월부터 해양배출이 금지되었으며, 해양투기 제로화 추진계획에 따라 산업폐수와 폐수슬러지는 2014년부터 해양투기를 금지하였으나 다시 기업들에게 육상 처리시설을 준비할 기간을 준다는 이유로 해양투기 금지를 2년간 유예하였고 2016부터는 산업폐수 및 폐수슬러지는 해양투기가 전면 금지되었다.

[0006] 기존 해양배출 폐기물들을 각각 혐기성소화나 가스화공정을 통해 에너지화하거나 병합처리를 통하여 처리할 수

있는 유기성 폐자원 에너지화 기술 개발 등을 통해 해양투기가 금지된 폐기물의 육상처리를 할 수 있는 대책이 마련되고 있다.

- [0007] 배출된 케익은 건조, 탄화, 퇴비화 등의 슬러지 중간처리시설의 운영에 소요되는 에너지 비용이 과다하게 소요되나 현실적으로 마땅한 기술이 없어 시설비나 운영비가 고가인 시설을 설치 및 운영하고 있는 실정이다.
- [0008] 기존의 슬러지처리공정은 슬러지를 에너지자원으로 유효하게 이용하고 있지 못할 뿐더러 생산활동이 이루어지지 않으면서 이산화탄소를 배출하고 있다.
- [0009] 기존 슬러지 처리기술은 대부분 탈수와 건조장치를 통한 슬러지 함수율이 약 30%내외를 유지한 상태에서 소각 또는 매립하는 방법을 주로 이용하고 있다.
- [0010] 건조장치 장기운전 중 슬러지에 포함된 응집체가 건조장치 내부면에 강하게 점착되어 정상적이고 장시간 운전이 어려움을 겪고 있는 실정이다.
- [0011] 현행 슬러지 건조장치로는 열풍건조, 증기를 이용한 스크류식 건조장치 등 다양하게 활용하고 있으나 슬러지의 표면수분과 자유수는 신속히 건조되나 슬러지 내부의 결합수와 내부수분의 증발이 원활하지 못하여 건조시간이 약 40분 정도로 장시간임에도 불구하고 건조효율이 낮은 상태로 운영되고 있는 시설이 대부분이다.
- [0012] 건조장치에서 건조한 슬러지를 생활폐기물 소각로에서 혼소하고 있으나 슬러지에 포함된 다량의 무기물과 응집체로 인하여 화격자 작동에 문제를 야기하고 불완전 연소된 바닥재 발생량이 증가하고 있는 경우도 있다
- [0013] 또한 슬러지를 탈수 후 건조하여 다시 소각로에서 소각하므로 전체 시설규모가 크고 발생하는 슬러지가 소량인 중소규모 도시인 경우 발생한 슬러지를 이동시 문제점이 발생할 수 있다.
- [0014] 슬러지 탈수 및 건조과정에서 발생하는 악취문제로 도심에서 운전하는 것이 민원발생의 주원인이 되고 있다.
- [0015] 상술한 문제를 해결하기 위해서 KR 특허출원번호 제10-2013-0127263호(발명의 명칭 : 산화탈수와 건조연소를 이용한 슬러지 에너지화 장치)에서는 슬러지를 농축 및 산화하고 탈수하는 슬러지감량설비와; 상기 슬러지감량설비의 슬러지케익을 건조 및 분쇄하여 분체연료로 제조하는 건조연료화설비; 상기 건조연료화설비에 의해 제조된 분체연료를 연소하여 열 및 전기를 생산하는 폐열발전설비; 상기 건조연료화설비의 건조과정에서 발생하는 악취를 분체 연료와 함께 연소하여 처리하는 악취제거 및 연소설비; 및 상기 폐열발전설비와 상기 악취제거 및 연소설비의 분체연료 연소과정에서 발생하는 배가스를 처리하여 유해물질을 제거하는 배가스처리설비를 포함하는 슬러지 에너지화 장치에 대해 개시하고 있고,
- [0016] KR 특허출원번호 제10-2013-0103054호(발명의 명칭 : 유기성폐기물의 처리 및 에너지화 장치)에서는 유기성폐기물을 수용하여 과쇄 및 선별하고 탈수하여 협잡물과 탈수케익 및 탈수여액으로 분리하는 전처리설비와; 상기 전처리설비에 의해 협잡물이 분리된 탈수케익을 수용하여 재처리공정을 거쳐 연소설비의 에너지원인 분체연료를 제조하는 건조연료화설비; 및 상기 전처리설비에 의해 협잡물이 분리된 탈수여액을 수용하여 재처리공정을 거쳐 연소설비의 배가스처리용 공정수를 제조하는 공정수제조설비를 포함하는 폐기물 처리 및 에너지화 장치에 대해 개시하고 있다
- [0017] 그러나 상술한 특허 문헌의 경우 처리된 슬러지의 함수율이 높아 에너지 전환 효율이 낮은 문제가 존재한다.
- [0019] 본 명세서 전체에 걸쳐 다수의 논문 및 특허문헌이 참조되고 그 인용이 표시되어 있다. 인용된 논문 및 특허문헌의 개시 내용은 그 전체로서 본 명세서에 참조로 삽입되어 본 발명이 속하는 기술 분야의 수준 및 본 발명의 내용이 보다 명확하게 설명된다.
- [0021] <선행기술 문헌>
- [0022] 신기술인증서 제414호
- [0023] 신기술인증서 제423호
- [0024] 등록번호(일자) 101364491(2014.02.12)
- [0025] 등록번호(일자) 101370978(2014.02.28)
- [0026] 등록번호(일자) 101481947(2015.01.06)
- [0027] 등록번호(일자) 101281672(2013.06.27)

[0028] 등록번호(일자) 101250757(2013.03.29)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0030] 본 발명의 발명자들은 에너지 전환 효율이 우수한 슬러지 건조 연료화 시스템을 개발하기 위해 예의 연구 노력하였다. 그 결과, 산화탈수설비에서 슬러지의 함수율을 1차로 줄이고, 제1 건조부와 제2 건조부를 포함하는 하이브리드건조설비에서 함수율 3-10%의 최종 슬러지를 생성하여 상기 최종 슬러지를 슬러지가스 연료화설비와 폐열발전설비를 통해 에너지로 전환시킬 경우 에너지 전환 효율이 우수한 슬러지 건조 연료화 시스템을 제작할 수 있다는 사실을 발견하여 본 발명을 완성하였다.

[0031] 따라서 본 발명의 목적은 슬러지 건조 연료화 시스템을 제공하는데 있다.

[0032] 또한, 본 발명의 다른 목적은 슬러지 건조 연료화 방법을 제공하는데 있다

[0033] 또한, 본 발명의 다른 목적은 연료화된 최종 슬러지를 제공하는데 있다.

[0035] 본 발명의 다른 목적 및 이점은 하기의 발명의 상세한 설명, 청구범위 및 도면에 의해 보다 명확하게 된다.

과제의 해결 수단

[0037] 본 발명은 슬러지 건조 연료화 시스템을 제공한다.

[0038] 본 발명의 발명자들은 에너지 전환 효율이 우수한 슬러지 건조 연료화 시스템을 개발하기 위해 예의 연구 노력하였다. 그 결과, 산화탈수설비에서 슬러지의 함수율을 1차로 줄이고, 제1 건조부와 제2 건조부를 포함하는 하이브리드건조설비에서 함수율 3-10%의 최종 슬러지를 생성하여 상기 최종 슬러지를 슬러지 가스연료화설비와 폐열발전설비를 통해 에너지로 전환시킬 경우 에너지 전환 효율이 우수한 슬러지 건조 연료화 시스템을 제작할 수 있다는 사실을 확인하였다.

[0040] 본 발명의 일 양태에 따르면, 본 발명은 최초 탈수 슬러지를 수용하여 산화처리 후 탈수하여 최초 탈수 슬러지의 부피와 무게 및 함수율을 저감하여 중간 탈수 슬러지를 생성하는 산화탈수설비, 상기 산화탈수설비에 의해 함수율이 저감된 중간 탈수 슬러지를 건조하여 최종 슬러지를 생성하는 하이브리드건조설비, 상기 하이브리드건조설비에서 건조과정 중 발생하는 배가스의 폐열을 이용하여 전기 및 열을 생산하는 폐열발전설비, 상기 하이브리드건조설비에 의해 생산된 최종 슬러지를 가스화하고 연소실을 통해 건조공정의 에너지원으로 사용하는 슬러지 가스연료화설비, 상기 건조과정 중 발생하는 배가스의 폐열 이용 후 배출되는 배가스를 처리하는 배가스 처리설비 및 상기 건조과정 중 발생하는 악취물질을 제거하는 악취제거설비를 포함하는 저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템을 제공한다.

[0041] 본 명세서에서 사용하는 용어 ‘슬러지’는 하폐수처리 또는 정수과정에서 생긴 침전물을 의미할 수 있다.

[0042] 본 명세서에서 사용하는 용어 ‘최초 탈수 슬러지’는 통상의 물리적 및/또는 화학적 탈수과정을 거친 슬러지를 의미할 수 있다.

[0043] 본 명세서에서 사용하는 용어 ‘중간 탈수 슬러지’는 탈수부의 물리적 및/또는 화학적 탈수과정을 거친 최초 탈수 슬러지를 의미할 수 있다.

[0044] 본 명세서에서 사용하는 용어 ‘최종 슬러지’는 건조부의 물리적 건조과정을 거친 중간 슬러지를 의미할 수 있다.

[0045] 본 명세서에서 사용하는 용어 ‘함수율’은 특정 물질에 수분이 들어있는 비율을 의미할 수 있다.

[0046] 본 명세서에서 사용하는 용어 ‘하이브리드건조설비’는 2종 이상의 독립된 건조방법이 각각 적용된 건조설비를 의미할 수 있다.

[0047] 본 명세서에서 사용하는 용어 ‘배가스’는 특정 기관에서 배출된 가스를 의미할 수 있다.

[0048] 본 명세서에서 사용하는 용어 ‘직접건조열풍’은 본 발명의 오페수 슬러지를 건조하는 관로 내부에서 탈수슬러지를 건조하기 위해 상기 관로 내부를 유동하는 기체를 의미할 수 있다.

[0049] 본 명세서에서 사용하는 용어 ‘간접건조열풍’은 본 발명의 오페수 슬러지를 건조하는 관로 외부에서 상기 관로 내

부의 탈수슬러지를 건조하기 위해 상기 관로 외부로 유동하는 기체를 의미할 수 있다.

- [0050] 본 명세서에서 사용하는 용어 ‘습윤배기가스’는 본 발명의 오페수 슬러지를 건조하는 관로의 열풍 유출구를 통해 배출된 기체를 의미할 수 있다.
- [0051] 본 명세서에서 사용하는 용어 ‘최초건조열풍’은 본 발명의 악취연소부로 유입된 습윤배기가스가 가열된 후, 직접건조열풍 및 간접건조열풍으로 분리되기 전 상태의 기체를 의미할 수 있다.
- [0052] 본 명세서에서 사용하는 용어 ‘건조냉각가스’는 간접건조 과정을 마친 후, 슬러지 복합건조장치 외부로 배출되는 기체를 의미할 수 있다.
- [0053] 본 발명의 바람직한 양태에 따르면, 본 발명의 상기 산화탈수설비는 바람직하게는 투입된 최초 탈수 슬러지를 저장하는 저장부, 저장된 최초 탈수 슬러지를 이송하는 이송부, 산화응집제 투입부, 투입된 최초 탈수 슬러지와 산화응집제를 혼합하는 산화응집부, 산화응집된 최초 탈수 슬러지를 탈수하는 탈수부 및 상기 탈수부에서 발생되는 탈리액을 저장하는 탈리액저장부를 포함할 수 있다.
- [0054] 본 발명의 시스템이 산화탈수설비를 포함하고 있는 것은 매우 중요한 구성이다. 왜냐하면, 산화응집제 투입에 의해 중간 탈수 슬러지의 함수율을 50-68% 범위로 맞출 수 있을 경우 전체 공정에서의 슬러지 내 수분제거 당 에너지소비율을 비약적으로 낮출 수 있기 때문이다.
- [0055] 기존의 슬러지 건조 시스템은 전체 공정에서의 슬러지 내 수분제거 당 에너지소비율(kcal/kg_{수분제거})이 800-1200 kcal/kg_{수분제거}인 반면, 산화탈수설비를 포함하고 있는 본 발명의 시스템은 수분제거 당 에너지소비율(kcal/kg_{수분제거})이 400-600 kcal/kg_{수분제거}로 매우 우수한 것을 확인할 수 있다.
- [0056] 본 발명의 바람직한 양태에 따르면, 본 발명의 상기 하이브리드건조설비는 바람직하게는 중간 탈수 슬러지를 배가스의 폐열을 이용하여 1차 건조하는 제1 건조부, 상기 제1 건조부를 거친 중간 탈수 슬러지를 파쇄하기 위한 파쇄부, 상기 파쇄된 중간 탈수 슬러지를 이송하는 정량공급부 및 이송된 중간 탈수 슬러지를 건조하여 최종 슬러지를 생성하는 제2 건조부를 포함할 수 있다.
- [0057] 본 발명에서 2종 이상의 독립된 건조개념을 각각 내포하고 있는 건조설비인 하이브리드건조설비를 이용하여 건조 과정을 진행하는 것은 매우 중요한 구성이다. 왜냐하면, 다수의 실험 결과 슬러지는 단일 건조설비에서 건조 과정을 진행하는 것 보다는 동일한 에너지를 사용하더라도 2 이상의 독립된 건조설비에서 나누어 건조과정을 진행하는 것이 수분제거 당 에너지소비율을 유의적으로 낮출 수 있다는 사실을 발견했기 때문이다.
- [0058] 본 발명의 바람직한 양태에 따르면, 본 발명의 상기 폐열발전설비는 바람직하게는 상기 제2 건조부에서 발생된 배가스의 열원을 회수하는 열교환기, 회수된 폐열을 활용하여 전기를 생산하는 폐열발전기, 폐열발전 시 생성되는 폐열을 회수하여 상기 제1 건조부의 열원으로 공급하는 회수기를 포함할 수 있다.
- [0059] 본 발명의 바람직한 양태에 따르면, 본 발명의 상기 슬러지가스 연료화설비는 바람직하게는 상기 하이브리드건조설비에서 생산된 상기 최종 슬러지를 가스화하는 가스화로 및 가스화된 연료를 연소하는 2차 연소실을 포함할 수 있다.
- [0060] 본 발명의 바람직한 양태에 따르면, 본 발명의 상기 배가스 처리설비는 바람직하게는 상기 제2 건조부에서 발생된 배가스를 배가스 처리설비로 이송하는 배가스 유인부 및 유인된 배가스를 처리하는 세정탑을 포함할 수 있고,
- [0061] 보다 바람직하게는 상기 제2 건조부에서 발생된 배가스를 상기 폐열발전설비에 활용 후 또는 상기 배가스를 직접 상기 배가스 처리설비로 이송하거나 또는 상기 배가스를 상기 제1 건조부에 활용 후 상기 배가스 처리설비로 이송하는 배가스 유인부 및 유인된 상기 배가스를 처리하는 세정탑을 포함할 수 있다.
- [0062] 본 발명에서 상기 배가스를 상기 제1 건조부의 건조과정에 활용하는 것은 매우 중요한 구성이다. 왜냐하면, 상술한 에너지 재활용 과정에 의해 전체 공정에서의 슬러지 내 수분제거 당 에너지소비율을 비약적으로 낮출 수 있었기 때문이다.
- [0063] 본 발명의 바람직한 양태에 따르면, 본 발명의 상기 악취제거설비는 바람직하게는 포집부 및 탈취부를 포함할 수 있다.
- [0065] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 본 발명은 (a) 최초 탈수 슬러지를 수용하여 산화처리 후 탈수하여 최초 탈수 슬러지의 부피와 무게를 저감하여 함수율 50%~68%인 중간 탈수 슬러지를 생성하는 산화탈수단계; 및 (b) 상기

단계 (a)의 중간 탈수 슬러지를 건조하여 최종 슬러지를 생성하는 하이브리드건조단계를 거쳐 함수율 0.00001-10%의 최종 슬러지를 생성하는 시스템으로 전체 공정에서의 슬러지 내 수분제거 당 에너지소비율(kcal/kg_{수분제거})이 400-600 kcal/kg_{수분제거}인 슬러지 건조 시스템을 제공한다.

[0066] 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 본 발명은 (a) 최초 탈수 슬러지를 수용하여 산화처리 후 탈수하여 최초 탈수 슬러지의 부피와 무게 및 함수율을 저감하여 중간 탈수 슬러지를 생성하는 산화탈수단계; 및 (b) 상기 단계 (a)의 중간 탈수 슬러지를 건조하여 최종 슬러지를 생성하는 하이브리드건조단계를 포함하고, 암모니아 0.00001-2 ppm의 배가스를 배출하는 슬러지 건조 시스템을 제공한다.

[0068] 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 본 발명은 (a) 최초 탈수 슬러지를 수용하여 산화처리 후 탈수하여 최초 탈수 슬러지의 부피와 무게 및 함수율을 저감하여 중간 탈수 슬러지를 생성하는 산화탈수단계; 및 (b) 상기 단계 (a)의 중간 탈수 슬러지를 건조하여 최종 슬러지를 생성하는 하이브리드건조단계를 포함하는 저에너지 건조 슬러지 연료화 방법을 제공한다.

[0069] 본 발명의 바람직한 양태에 따르면, 본 발명의 상기 건조는 바람직하게는 상기 하이브리드건조단계에 의해 생산된 최종 슬러지를 에너지원으로 사용하는 슬러지 가스연료화설비를 통해 발생한 슬러지가스 연료를 이용하여 이루어지는 것일 수 있다.

[0070] 본 발명의 바람직한 양태에 따르면, 본 발명의 상기 산화탈수단계 및 상기 하이브리드건조단계는 바람직하게는 상기 하이브리드건조단계에서 건조공정 중 발생하는 배가스의 폐열을 이용하여 전기를 생산하는 폐열발전설비로부터 전기를 공급받는 것일 수 있다.

[0071] 본 발명의 바람직한 양태에 따르면, 본 발명의 상기 하이브리드건조단계 중 발생하는 배가스는 바람직하게는 상기 폐열발전설비에서 이용된 후 배가스 처리설비에서 처리되는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0073] 본 발명의 특징 및 이점을 요약하면 다음과 같다:

[0074] (a) 본 발명은 최초 탈수 슬러지를 수용하여 산화처리 후 탈수하여 최초 탈수 슬러지의 부피와 무게 및 함수율을 저감하여 중간 탈수 슬러지를 생성하는 산화탈수설비, 상기 산화탈수설비에 의해 함수율이 저감된 중간 탈수 슬러지를 건조하여 최종 슬러지를 생성하는 하이브리드건조설비, 상기 하이브리드건조설비에서 건조공정 중 발생하는 배가스의 폐열을 이용하여 전기 및 열을 생산하는 폐열발전설비, 상기 하이브리드건조설비에 의해 생산된 최종 슬러지를 가스화하고 연소실을 통해 건조공정의 에너지원으로 사용하는 슬러지 가스연료화설비, 상기 건조공정 중 발생하는 배가스의 폐열 이용 후 배출되는 배가스를 처리하는 배가스 처리설비 및 상기 건조공정 중 발생하는 악취물질을 제거하는 악취제거설비를 포함하는 저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템을 제공한다.

[0075] (b) 본 발명은 하이브리드건조설비에서 제1 건조부를 통해 슬러지 함수율을 제거한 후 복합건조기를 통해 함수율 10%이하의 건조물을 생산함으로써 수분제거 당 에너지 소비율을 최소화 할 수 있으며, 복합 건조 중 발생하는 악취는 제2 건조부 내부 악취연소실을 이용하여 제거함으로써 악취제거에 탁월한 효과가 있다.

[0076] (c) 본 발명은 하이브리드건조설비를 통해 생성된 건조물을 가스화 후 연료화함으로써 슬러지 처리비용의 절감 및 에너지절감효과를 동시에 만족할 수 있다.

[0077] (d) 본 발명은 버려지는 배가스의 폐열을 이용한 폐열발전설비에서 전기 및 열을 생산하여 에너지의 재사용 및 생산이 가능하다.

[0078] (e) 본 발명은 배가스처리설비 및 악취제거설비를 통해 대기로 유출되는 악취 물질 및 유해요소를 제거하여 쾌적한 환경 유지에 기여한다.

도면의 간단한 설명

[0080] 도 1은 본 발명 시스템이 도시된 공정도를 나타낸다.

도 2는 본 발명 산화탈수설비에서의 함수율 변화를 나타낸다.

도 3은 본 발명 제1 건조부에서의 함수율 변화 및 배가스 온도 변화를 나타낸다.

도 4는 본 발명 제2 건조부에서의 함수율 변화 및 수분제거당 순에너지 소비율을 나타낸다.

- 도 5는 본 발명 전체공정에서의 수분제거당 순에너지 소비율을 나타낸다.
- 도 6은 제2 건조부의 공정도를 나타낸다.
- 도 7은 단위건조장치의 단면도를 나타낸다.
- 도 8은 단위건조장치에 포함된 교반패들의 주요 구성을 나타낸다.
- 도 9는 제2 건조부의 주요 구성을 나타낸다.
- 도 10은 제2 건조부의 열풍 및 슬러지 흐름도를 나타낸다.
- 도 11은 본 발명에 포함된 구성인 슬러지 건조기를 나타낸다.
- 도 12 내지 도 14는 본 발명에 포함된 구성인 열풍 분배부를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0081] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0082] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0083] 도 1에는 본 발명의 일 실시예에 따른 저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템의 공정도가 도시되어 있다.
- [0085] 도 1과 같이, 본 발명의 저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템은 최초 탈수 슬러지를 수용하여 산화처리 후 탈수하여 최초 탈수 슬러지의 부피와 무게 및 함수율을 저감하여 중간 탈수 슬러지를 생성하는 산화탈수설비(100), 상기 산화탈수설비에 의해 함수율이 저감된 중간 탈수 슬러지를 건조하여 최종 슬러지를 생성하는 하이브리드건조설비(200), 상기 하이브리드건조설비에서 건조공정 중 발생하는 배가스의 폐열을 이용하여 전기 및 열을 생산하는 폐열발전설비(400), 상기 하이브리드건조설비(200)에 의해 생산된 최종 슬러지를 가스화하고 연소실을 통해 건조공정의 에너지원으로 사용하는 슬러지가스 연료화설비(300), 상기 건조공정 중 발생하는 배가스의 폐열 이용 후 배출되는 배가스를 처리하는 배가스 처리설비(500) 및 상기 건조공정 중 발생하는 악취물질을 제거하는 악취제거설비(600)를 포함한다. 또한, 각 공정별 제어설비 및 전체 공정 제어설비(700)를 포함한다.
- [0086] 이하에서 각 설비에 대해 보다 상세히 설명한다.
- [0088] **저에너지 슬러지 건조 연료화 시스템**
- [0089] **구성 1 : 산화탈수설비(100)**
- [0090] 산화탈수설비(100)로 투입된 슬러지는 저장부(110)에 저장된 후 일정기간 체류 후 이송부(120)에 의해 산화응집부(140)로 이송하게 된다. 산화응집부(140)에서는 이송부(120)에 의해 이송된 슬러지와 산화응집제(철염, 산화칼슘, 고분자응집제, 수산화나트륨등)가 혼합되어 산화 및 응집이 일어나게 된다. 산화응집제는 다양한 산화응집제가 사용될 수 있다. 산화응집된 슬러지는 탈수부(150)에 투입되며, 탈수부(150)는 필터프레스 탈수기 형식을 사용하며, 탈수된 탈수케익은 함수율 50~68%이며, 하이브리드건조설비(200)로 이송된다.
- [0091] 탈수탈리액은 탈리액저장부(160)로 이송된다. 탈리액저장부(160)에 저장된 탈리액 중 일부는 산화응집제로 이송되고 일부는 폐수처리장 전단으로 보내어지게 된다. 폐수처리장이 인근에 없을 경우, 건조 및 배가스 처리중 발생하는 폐열을 이용하여 탈리액을 증발시켜 제거할 수 도 있다.
- [0093] **구성 2 : 하이브리드건조설비(200)**
- [0094] 하이브리드건조설비(200)로 투입된 함수율 50~68% 탈수케익은 컨베이어를 통해 제1 건조부(210)로 이송된다. 제1 건조부(210)에서는 투입된 탈수케익은 상부로 투입되어 하부로 배출되고, 건조 공정 중 발생하는 고온의 배가스 및 폐열 발전 시 발생하는 중저온의 배가스가 하부로 유입되어 상부로 배출되면서, 배가스 내 포함된 폐열이 상부로 유입된 탈수케익의 함수율을 저감시켜 탈수케익 내 함수율을 40~55%대로 저감하게 된다. 함수율이 저감된 탈수케익은 파쇄부(220)에서 미립입자로 파쇄된 후 정량공급부(230)에 의해 제2 건조부(240)로 투입되게 된다.

- [0095] 제2 건조부(240) 내부는 슬러지가 이송되는 다단패들과 열원의 이송경로인 연소로, 약취연소실, 건조실로 각각 구분되어 있다. 다단패들에 투입된 슬러지는 함수율 10%이하의 건조물로 배출되며, 배출된 건조물은 이송장치에 의해 슬러지 가스연료화설비(300)로 이송된다.
- [0096] 약취연소실에서는 건조시 발생하는 약취물질이 유입되어 제거되며, 건조실에서는 다들패들 내 슬러지와 배가스가 열이동을 통해 패들 내 슬러지의 함수율을 저감시킨다. 제2 건조부의 배가스는 폐열발전설비(400)로 배출된다.
- [0098] **구성 2-1 : 제1 건조부(210)**
- [0099] 도 11 내지 도 14를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 건조부(210)에 포함된 슬러지 건조기(70)는 슬러지 건조 케이스(71), 탈수 슬러지 투입구(72), 탈수 슬러지 파쇄부(73), 배가스 배출구(74), 열풍공급구(75-1), 열풍분배통(75-2), 열풍 분산 갓(75-3), 분산 갓 지지대(75-4)를 포함하는 열풍 분배부(75), 건조 슬러지 배출구(76), 건조 슬러지 배출 컨베이어(77-1) 및 도어(77-2)를 포함하는 건조 슬러지 배출부(77), 슬러지 평탄부(78), 가열 자켓(79-1) 및 보온재(79-7)를 포함하는 히팅부(79)를 포함한다.
- [0100] 이하에서 슬러지 건조기(70)에 대해 보다 상세히 설명한다.
- [0101] 슬러지 탈수기(10)를 통해 배출되는 탈수 슬러지는 탈수 슬러지 투입구(72)에 부착된 탈수 슬러지 파쇄부(73)에 의해 일정한 크기로 파쇄된 후 슬러지 건조기(70)의 건조 케이스(71) 내부로 투입되며, 건조 케이스(71) 상측에 설치된 슬러지 평탄부(78)를 회전시켜 건조설비 내부에서 탈수 슬러지가 한방향에 치우쳐 쌓이지 않도록 하여 하부에서 올라오는 열풍이 고르게 분배되도록 한다.
- [0102] 2계열로 구성된 슬러지 건조기(70)는 상시 열풍이 공급되어 건조과정이 이루어지며, 외부 열풍공급장치에서 공급되는 열풍은 건조설비 내부의 열풍공급배관을 거쳐 다수의 열풍 공급구(75-1)를 통해 건조기 하부로 공급되며, 공급된 열풍은 열풍 분배통(75-7)과 열풍 분산 갓(75-3)을 통해 슬러지 건조기(70) 내부로 고르게 분산되고 탈수 슬러지 사이의 미세한 공극을 통과하여 직접가온을 통해 건조시킨다.
- [0103] 또한, 열풍 분산 갓(75-3)은 열풍 분배통(75-7) 출구보다 충분히 넓은 폭으로 제작되고, 끝단의 위치는 열풍 분배통(75-7) 출구보다 낮은 위치까지 연장하여 제작함으로써 상부에서 하부로 이동하는 탈수슬러지가 열풍분배통(75-7) 출구를 폐색시키는 것을 방지하고 공급된 열풍을 건조기 하부 전체에 고르게 분배하는 기능을 동시에 가진다.
- [0104] 탈수 슬러지를 건조한 후 발생하는 배가스는 건조기 상부의 배가스 배출구(74)를 거쳐 후단의 세정탑에서 처리 후 대기로 배출된다.
- [0105] 또한, 열풍이 건조설비 하부의 배출구로 빠져나가는 것을 방지하기 위하여 건조 슬러지 배출구(76)에 도어(77-7)를 설치한다.
- [0106] 슬러지 건조기(70) 내의 건조 완료된 일정량의 건조 슬러지는 계열에 따라 교대로 외부로 반출된다. 반출시에는 건조 슬러지 배출 컨베이어(77-1) 및 하부의 건조 슬러지 이송 컨베이어를 통해 외부로 반출되며, 이 때 도어(77-7)가 오픈되며, 열풍공급은 중단된다.
- [0107] 슬러지 건조기(70) 슬러지 건조 케이스(71)는 가열 자켓(79-1) 및 보온재(79-7)를 포함하는 히팅부(79)를 포함하고 있으며, 외부열원공급설비에서 열풍과 온수가 함께 발생하는 경우에는 온수를 건조설비 외부의 가온자켓에 주입하여 건조설비 내부로 열전달이 되도록하여 열풍에 의한 직접가온 및 온수에 의한 간접가온을 통한 복합건조가 되도록 한다.
- [0109] **구성 2-2 : 제2 건조부(240)**
- [0110] 도 6 내지 도 10에는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 건조부(240)의 공정도, 단위건조장치(1)의 단면도 단위건조장치(1)에 포함된 교반패들(62)의 사시도 및 제2 건조부(100)의 주요 구성이 도시되어 있다.
- [0111] 도 6 내지 도 10을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 건조부(240)는 관로(10), 열풍 유입구(20), 오페수 슬러지 유입구(30), 열풍 유출구(40), 오페수 슬러지 유출구(50) 및 중심축(61), 교반패들(62) 및 역방향패들(63)을 포함하는 오페수 슬러지 이송부(60)를 포함하는 단위건조장치(1), 외부 케이스(2), 약취연소부(3), 순환송풍부(4), 열풍분배부(5), 열풍분배배관(5-1), 열변형방지연결부(5-2), 열풍조절부(6), 가스배출부(7), 집진기(8), 원심력집진기(8-1), 여과집진기(8-2) 및 슬러지배출밸브(9)를 포함한다.

- [0112] 상기 제2 건조부(240)는 오페수 슬러지 유입구(30)로 유입되는 탈수슬러지를 내화벽돌과 케스타블로 단열처리된 외부 케이스(2) 및 상기 외부 케이스(2)에 상하연속 배치된 단위건조장치(1)를 포함하며 상기 오페수 슬러지 유입구(30)로 투입되는 탈수슬러지는 단위건조장치(1) 운전 흐름에 따라 좌우 지그재그로 이송되면서 건조 배출된다.
- [0113] 상기 단위건조장치(1)는 관로(10), 열풍 유입구(20), 오페수 슬러지 유입구(30), 열풍 유출구(40), 오페수 슬러지 유출구(50) 및 중심축(61), 교반패들(62) 및 역방향패들(63)을 포함하는 오페수 슬러지 이송부(60)를 포함한다.
- [0114] 상기 관로(10)는 내부에 직접건조열풍을 유동시켜 관로 내부에 포함된 탈수슬러지를 건조시키는 역할을 수행하고, 관로 외부로 유동하는 간접건조열풍을 이용하여 관로 내부에 포함된 탈수슬러지를 복합 건조하기 위해 관로는 열전도율이 높은 금속으로 제작한다.
- [0115] 상기 열풍 유입구(20)는 상기 관로의 일 측에 형성되어 직접건조열풍을 관로 내부로 유입하는 역할을 수행한다. 상기 열풍 유입구(20)에는 유입되는 직접건조열풍의 양을 조절하기 위해 후술하는 열풍조절부(6)가 설치될 수 있다.
- [0116] 상기 열풍 유입구(20)로 유입된 직접건조열풍은 탈수슬러지 진행방향과 같이 지그재그로 이동하며 탈수슬러지를 건조시킨다.
- [0117] 상기 오페수 슬러지 유입구(30)는 상기 관로의 일 측에 형성되어 탈수슬러지를 관로 내부로 유입하는 역할을 수행한다.
- [0118] 상기 오페수 슬러지 유입구(30)로 유입되는 탈수슬러지는 단위건조장치(1) 운전 흐름에 따라 좌우 지그재그로 이송되면서 건조 배출된다.
- [0119] 상기 열풍 유출구(40)는 상기 관로의 타 측에 형성되어 직접건조 후 생성된 습윤배기가스를 관로 외부로 유출하는 역할을 수행한다.
- [0120] 상기 오페수 슬러지 유출구(50)는 상기 관로의 타 측에 형성되어 건조 슬러지를 관로 외부로 유출하는 역할을 수행한다.
- [0121] 여기서, 상기 열풍 유입구(20), 오페수 슬러지 유입구(30), 열풍 유출구(40) 및 오페수 슬러지 유출구(50)는 상기 관로(10)에 각각 별개의 출입구를 형성할 수도 있고, 하나로 형성된 출입구를 각각 이용할 수도 있다.
- [0122] 상기 오페수 슬러지 이송부(60)는 상기 관로 내부에 포함된 탈수슬러지를 상기 관로의 일 측에서부터 타 측까지 이송하는 역할을 수행하고, 중심축(61), 교반패들(62) 및 역방향패들(63)을 포함한다.
- [0123] 오페수 슬러지 이송부(60)는 중심축(61)을 따라 일정각도로 기울기를 방향으로 다수개의 교반패들(62)이 취부되어 탈수슬러지 이송과정에서 직접건조열풍과 슬러지의 고른 열전달로 수분을 효과적으로 증발시키도록 제작된다.
- [0124] 상기 교반패들(62)의 패들날개 마감부분에는 슬러지 고점성 구간에서의 원활한 교반과 마모부위의 편리한 보수를 위하여 날개끝단에 보조패드(64)를 취부하도록 하며, 단위건조장치(1) 배출구 마지막 교반패들(62)은 슬러지의 적체 막힘 문제가 발생 하지 않도록 타 교반패들의 기울기 반대방향의 기울기로 역방향패들(63)을 취부토록 한다.
- [0125] 또한, 단위건조장치(1)는 중심축(61)과 교반패들(62), 관로(10)는 건조슬러지와 마찰에 의한 마모를 방지할 수 있도록 내마모, 내열성 재질로 제작하거나 세라믹이나 티타늄 등의 재질로 코팅하도록 한다.
- [0126] 여기서, 상기 단위건조장치(1)는 제2 건조부 내부에 상하연속 복수로 배치될 수 있고, 복수로 배치될 경우 어느 하나의 단위건조장치(1)에 포함된 열풍 유출구(40) 및 오페수 슬러지 유출구(50)가 다른 하나의 단위건조장치(1)에 포함된 열풍 유입구(20) 및 오페수 슬러지 유입구(30)에 각각 연결되어 탈수 슬러지 건조 효율을 높일 수 있다.
- [0127] 상기 단위건조장치(1)는 각각의 분리된 동력전달장치로 구분하여 분리운전 하도록 하며 속도제어장치를 설치하여 슬러지 부하변동 손쉽게 대처 가능토록 한다.
- [0128] 상기 외부 케이스(2)는 내부에 상하연속 배치된 단위건조장치(1)를 포함하고 있으며, 내화벽돌과 케스타블로 단열처리되어 제작될 수 있다.

- [0129] 상기 약취연소부(3)는 상기 외부 케이스(2) 내부에 위치하고, 상기 단위건조장치(1)에서 직접건조열풍이 탈수슬러지와 직접 접촉으로 생성된 습윤배기가스를 가열하여 상기 습윤배기가스에 포함된 약취성분과 오염물질을 연소시킴과 동시에 탈수슬러지 건조에 이용되는 최초건조열풍을 생성하는 역할을 수행한다.
- [0130] 상기 순환송풍부(4)는 상기 탈수슬러지와 직접 접촉으로 생성된 습윤배기가스를 약취연소부(3)로 순환 투입시키는 역할을 수행한다.
- [0131] 상기 열풍분배부(5)는 상기 외부 케이스(2) 내부에 열풍분배배관(5-1)을 설치하여 열손실을 최소화하고, 상기 약취연소부(3)로부터 생성된 최초건조열풍을 상기 단위건조장치(1) 내부로 유동하는 직접건조열풍과 상기 단위건조장치(1) 외부로 유동하는 간접건조열풍으로 구분 분배하고 이송하는 역할을 수행한다.
- [0132] 상기 열풍분배부(5)는 제2 건조부의 외부 케이스(2) 내부에 설치되므로, 운전 중 발생 될 수 있는 고온에 의한 수축 팽창을 대비하여 열변형방지연결부(5-2)가 장착될 수 있다.
- [0133] 여기서, 열풍분배부(5)에서 분배는 직접건조열풍 및 간접건조열풍의 주입량 조절을 위해 열풍 유입구(20)와 가스배출부(7)에 열풍조절부(6)를 설치할 수 있다.
- [0134] 열풍조절부(6)는 열풍분배부(5)에서 분배되는 직접건조열풍 및 간접건조열풍의 주입량을 조절하는 역할을 수행하고, 보다 구체적으로 상기 열풍 유입구(20)와 후술하는 가스배출부(7)에 열풍조절부(6)를 설치하여 분배되는 열풍의 양을 조절한다.
- [0135] 상기 가스배출부(7)는 상기 외부 케이스(2) 내부의 단위건조장치(1)에 포함된 관로(10)를 간접건조열풍으로 가열한 후 냉각된 건조냉각가스를 배출하는 역할을 수행하며, 배출된 건조냉각가스는 잔여열원 이용 가능한 공정으로 이송될 수 있다.
- [0136] 상기 집진기(8)는 원심력집진기(8-1) 및 여과집진기(8-2)로 구성되고, 습윤배기가스에 포함된 분진을 회수하는 역할을 수행한다.
- [0137] 상기 단위건조장치(1)로 직접 투입된 직접건조열풍은 탈수슬러지를 직접 건조시키는 과정에서 습윤배기가스로 배출되어 원심력집진기(8-1)로 투입된다.
- [0138] 상기 원심력집진기(8-1)로 투입된 습윤배기가스는 가스 내 포함된 미세 건조슬러지를 분리시켜 하부의 로터리벨브를 통해 배출시킨다.
- [0139] 상기 여과집진기(8-2)는 상기 원심력집진기(8-1)로 1차로 걸러진 미세 건조슬러지보다 작은 입자상의 물질을 제거하기 위해 설치한다.
- [0140] 상기 여과집진기(8-2)는 여과포의 막힘 현상에 따른 성능저하를 방지하기 위해 압축공기를 이용하여 여과포 펼침을 주기적으로 실시하여 여과포에 부착된 미세 건조슬러지를 하부의 로타리벨브를 통해 배출시키는 것이 바람직하다.
- [0141] 상기 슬러지배출밸브(9)는 단위건조장치(1) 중 최종단 건조장치의 건조슬러지의 배출량을 조절하고 외부의 FLASH AIR 공급을 차단하는 역할을 수행하고, 최종단 건조장치의 오페수 슬러지 유출구(50) 하부에 설치될 수 있다.
- [0143] **구성 3 : 슬러지가스 연료화설비(300)**
- [0144] 하이브리드건조설비(200)에서 생성된 건조물을 슬러지 가스연료화설비(300)로 이송된다. 이송된 건조물은 가스화로(310)에서 가스화되어 2차 연소실(320)로 이송된 후 제2 건조부의 연소용 연료로 사용된다.
- [0146] **구성 4 : 폐열발전설비(400)**
- [0147] 하이브리드건조설비(200)에서 발생된 배가스의 온도는 180~300이며 후단공정인 폐열발전설비(400)으로 이송된다. 일부는 제1 건조부(210)로 이송되어 슬러지 함수율을 직접적으로 저감하는데 활용되어 질수 있다.
- [0148] 고온의 폐열을 함유한 배가스는 폐열발전설비의 열교환기(410)로 이송되어 폐열발전기(420)의 내부 작동유체의 팽창 및 응축에 의해 전기를 생산한다. 폐열발전 내 구성은 펌프, 증발기, 팽창기, 응축기(열회수기)로 구성되며 펌프는 저온, 저압, 액체 상태인 작동유체를 고압의 액체로 변환하여 열교환기(410)로 이송하게 된다. 열교환기에서는 고온의 배가스의 폐열과 작동유체간 열교환이 일어나며 열에너지가 증발기내에서 비등점이 낮은 작동유체를 가열하므로 작동유체는 고온, 고압의 기체로 변환된다. 변환된 고온, 고압의 기체는 팽창기를 통해 팽창

하면서 축동력을 발생하여 발전기를 구동하여 전기를 생산하게 된다. 팽창기를 거친 작동유체는 증온, 저압의 기체 상태이며 응축기에 의해 저온, 저압의 액체로 변환하게 된다. 상기 사이클이 순환하면서 전기를 생산하고 열을 생산하게 된다.

[0150] **구성 5 : 배가스처리설비(500)**

[0151] 폐열발전설비(400) 혹은 제1 건조부(210)을 거친 배가스는 배가스처리설비(500)로 이송되어 배가스에 포함된 오염물질을 처리한 후 대기로 방출된다. 배가스처리설비는 배가스 유입부(510, I.D FAN)과 세정탑(520)으로 구성된다.

[0153] **구성 6 : 악취제거설비(600)**

[0154] 산화탈수설비(100), 하이브리드건조설비(200)에서의 저류조 및 케익 이송간 발생하는 악취물질은 악취제거설비(600)로 포집되어 처리되게 된다. 악취제거설비는 포집부(610, 포집부 및 탈취팬)와 탈취부(620, 탈취탑)로 구성된다.

[0156] **구성 7 : 공정제어설비(700)**

[0157] 공정 자동제어설비는 슬러지 건조 연료화 시스템에서 미도시된 전원제어 및 작동제어버튼이 각 장치의 일측에 설치되어 있으며, 상기 전원제어 및 작동제어버튼에 의해 모터, 액츄에이트, 점화기 혹은 기타의 수단을 수위계, 온도계, 유속계, 유량계, 열량계, 가스분석기 등 각종 계측기와 연동하여 동작시켜 슬러지를 건조하고 연료화할 수 있도록 각 설비를 자동 또는 수동으로 제어할 수 있도록 각 단위별 및/또는 통합제어반으로 구성된다.

[0159] **실험예**

[0160] **실험예 1 : 산화탈수설비의 함수율 측정**

[0161] 도 2는 산화탈수설비에서의 함수율 분석결과로써, 산화탈수 후 함수율이 평균 61%(50~68%)임을 확인할 수 있었다.

[0163] **실험예 2 : 제1 건조부의 함수율 및 배가스 온도 측정**

[0164] 도 3은 제1 건조부(210) 실험 결과로써, 평균 가동시간은 3시간 기준이며, 제1 건조부에서의 함수율 저감율을 확인한 분석결과이다. 평균 수분제거율이 약 31%(11%~55%)이며, 투입 배가스의 온도는 평균 섭씨 75(70~80)도이며 가동시간 3시간 동안 배출되는 배가스의 평균온도는 섭씨 43(38~50)도로 약 섭씨 32(25~38)도 저감되면서 수분이 증발하는 것을 확인할 수 있다.

[0166] **실험예 3 : 제2 건조부의 함수율 및 수분제거 당 사용 열량 측정**

[0167] 도 4는 제2 건조부(240)의 실험결과이다. 건조기의 운전시간은 12시간을 기준으로 운영하였으며, 건조기 운전시간 12시간 경과 후 건조물의 함수율은 평균 6%(4~9%)로 확인되었으며, 수분제거 당 사용 열량은 1,016 kcal/kg 수분제거(946~1,101 kcal/kg수분제거) 사용되었다.

[0169] **실험예 4 : 악취가스 성분 측정**

[0170] 하기 표 1은 산화탈수설비(100)의 저장부(110) 및 중간슬러지 그리고 하이브리드건조설비(200)의 제1 건조부(210) 및 제2 건조부(240)에서 배출되는 배가스 내 악취물질을 분석한 결과이다. 탈수기 유입 전 원슬러지의 경우 다이메틸다이설파이드가 높은 값을 나타내고 있으나 중간 탈수 슬러지 내 농도는 낮게 나타났으며, 배가스 내 암모니아를 제외한 악취물질은 측정되지 않았다.

표 1

[0171]

구분	탈수기 유입전 원슬러지	중간 슬러지	제1 건조부 배가스	제2 건조부 배가스	배출기준
암모니아	0.02	0.01	0.02	0.06	1~2
황화수소	N.D	N.D	N.D	N.D	0.002~0.06
메틸메르캅탄 트리메틸아민					
다이메틸 설파이드	0.56	N.D	N.D	N.D	0.01~0.05

다이메틸다이 실파이드	11.28	0.02	N.D	N.D	0.009-0.03
----------------	-------	------	-----	-----	------------

[0172] 단위 : ppm

부호의 설명

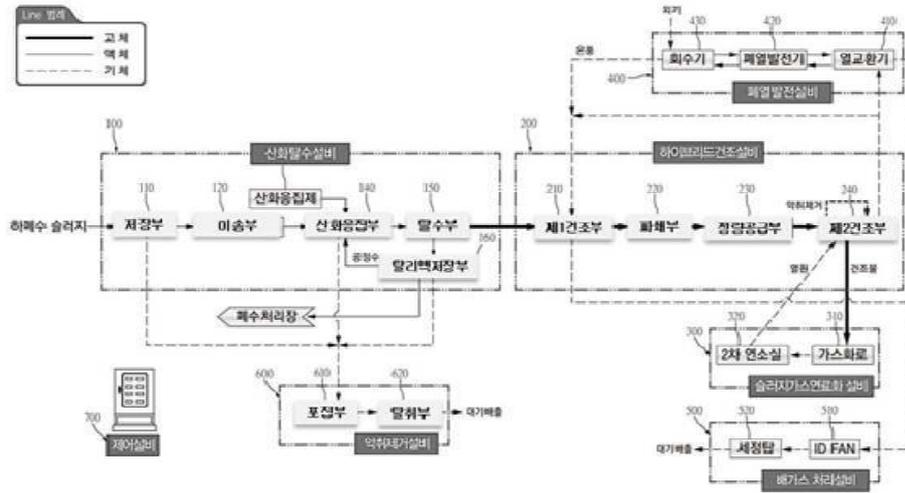
[0174]

단위건조장치	1	외부 케이스	2
악취연소부	3	순환송풍부	4
열풍분배부	5	열풍분배관	5-1
열변형방지연결부	5-2	열풍조절부	6
가스배출부	7	집진기	8
원심력집진기	8-1	여과집진기	8-2
슬러지배출밸브	9	관로	10
열풍 유입구	20	오페수 슬러지 유입구	30
열풍 유출구	40	오페수 슬러지 유출구	50
오페수 슬러지 이송부	60	중심축	61
교반패들	62	역방향패들	63
보조패드	64		
슬러지 건조기	70	슬러지 건조 케이스	71
탈수 슬러지 투입구	72	탈수 슬러지 파쇄부	73
배가스 배출구	74	열풍 분배부	75
열풍 공급구	75-1	열풍 분배통	75-7
열풍 분산 갓	75-3	분산 갓 지지대	75-4
건조 슬러지 배출부	77	건조 슬러지 배출 컨베이어	77-1
도어	77-7	슬러지 평탄부	78
히팅부	79	가열 자켓	79-1
보온재	79-7		
산화탈수설비	100	저장부	110
이송부	120	산화응집제 투입부	130
산화응집부	140	탈수부	50
탈리액저장부	160	하이브리드건조설비	200
제1 건조부	210	파쇄부	220
정량공급부	230	제2 건조부	240
슬러지가스 연료화설비	300	가스화로	310
2차 연소실	320	폐열발전설비	400
열교환기	410	폐열발전기	420
회수기	430	배가스처리설비	500

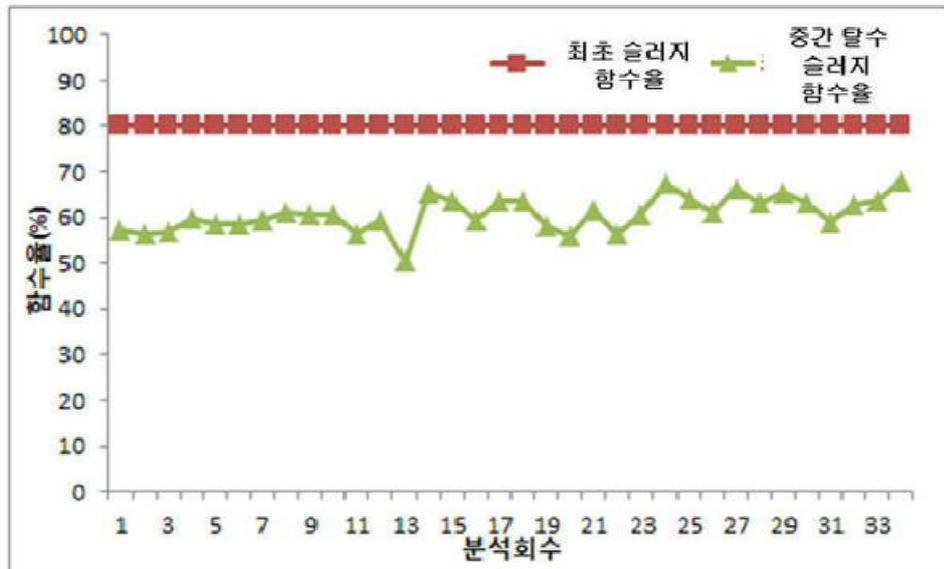
배가스 유인부	510	세정탑	520
악취제거설비	600	포집부	610
탈취부	620	제어설비	700

도면

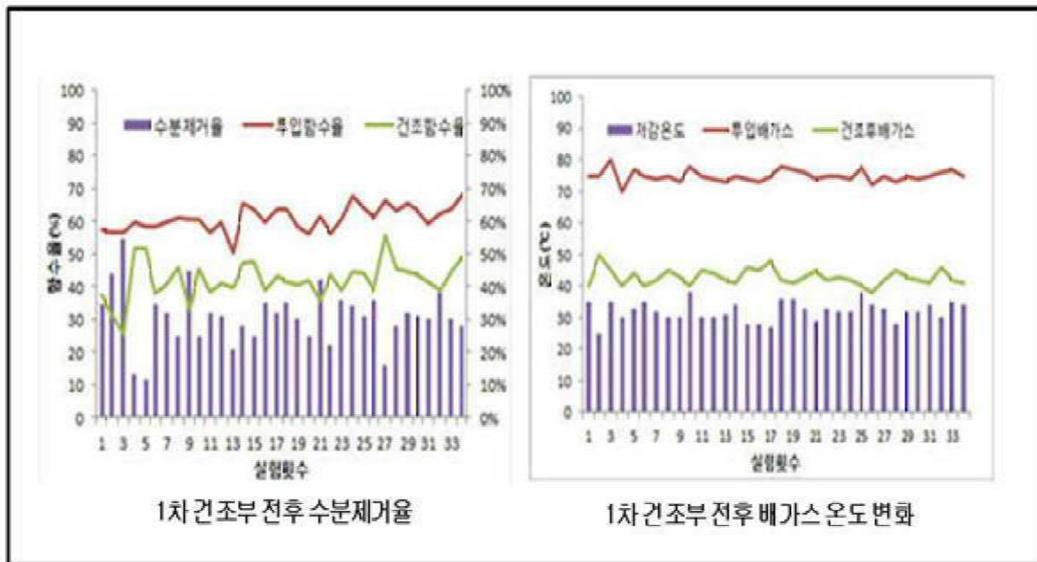
도면1



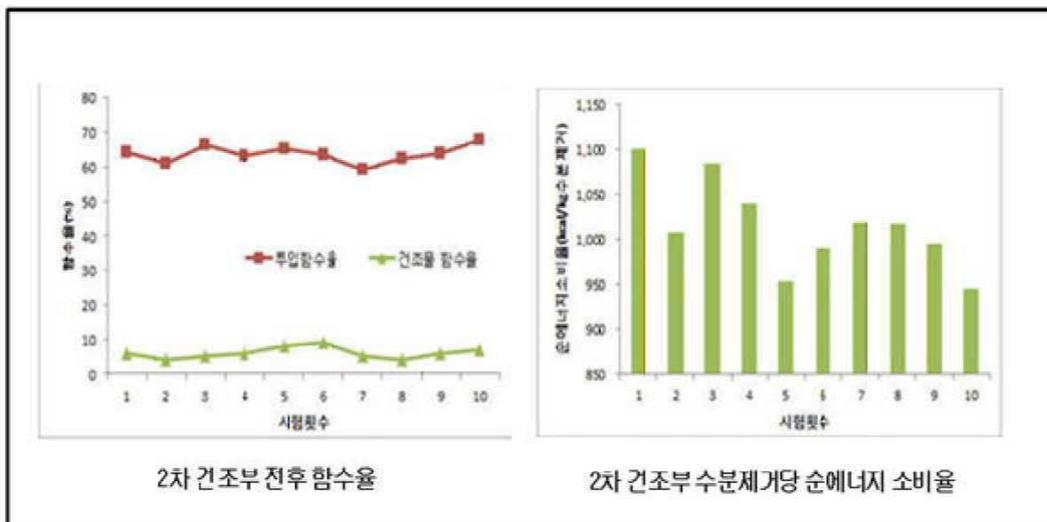
도면2



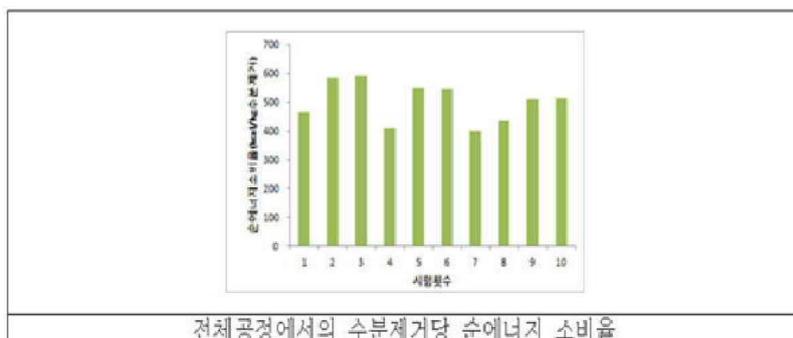
도면3



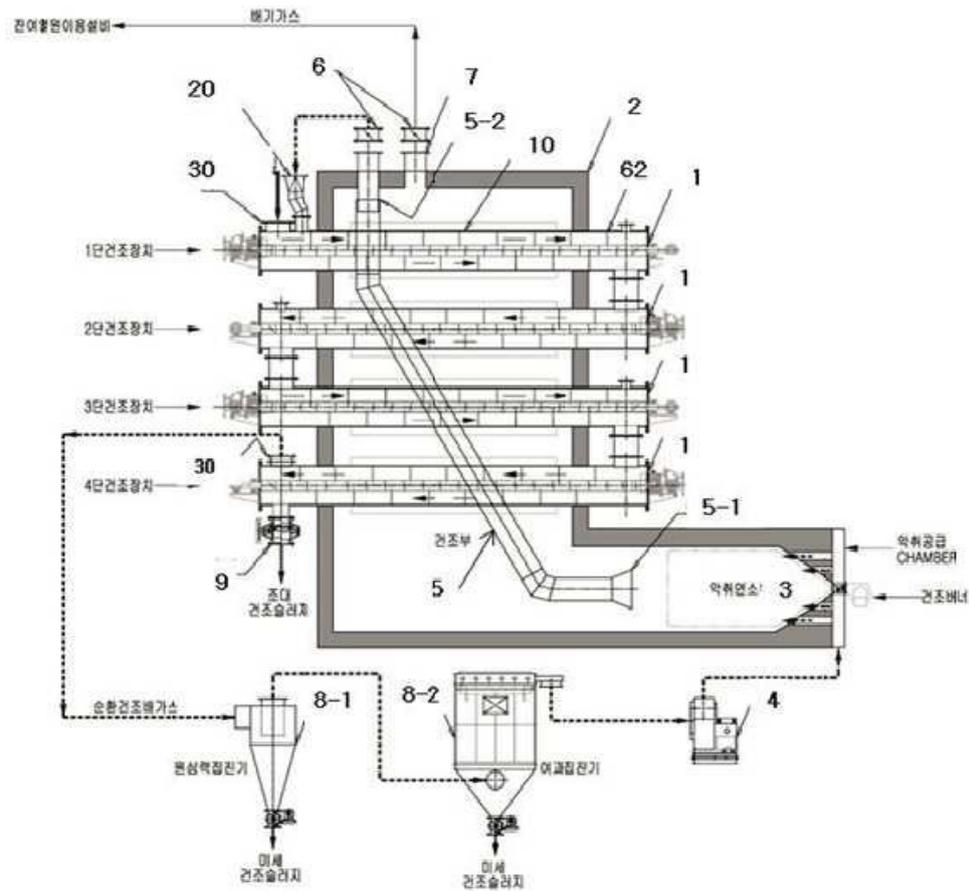
도면4



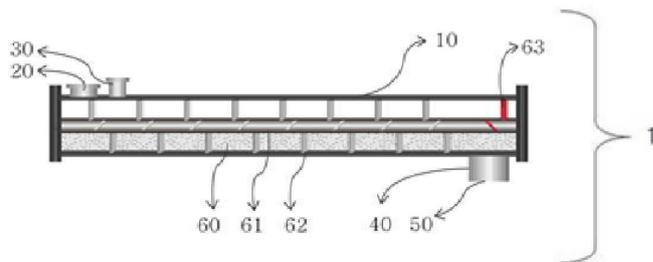
도면5



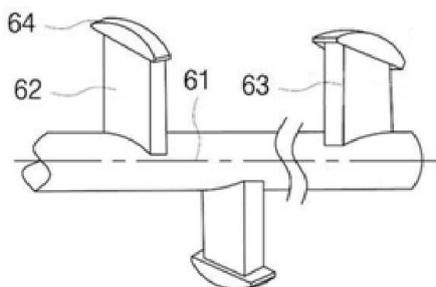
도면6



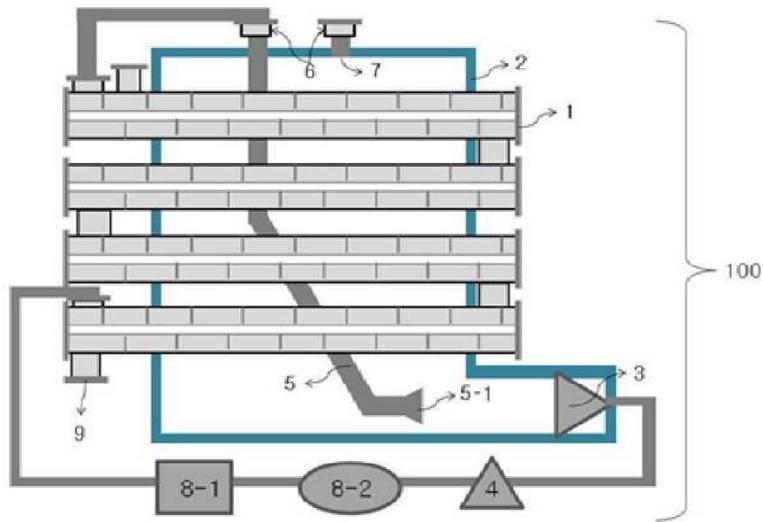
도면7



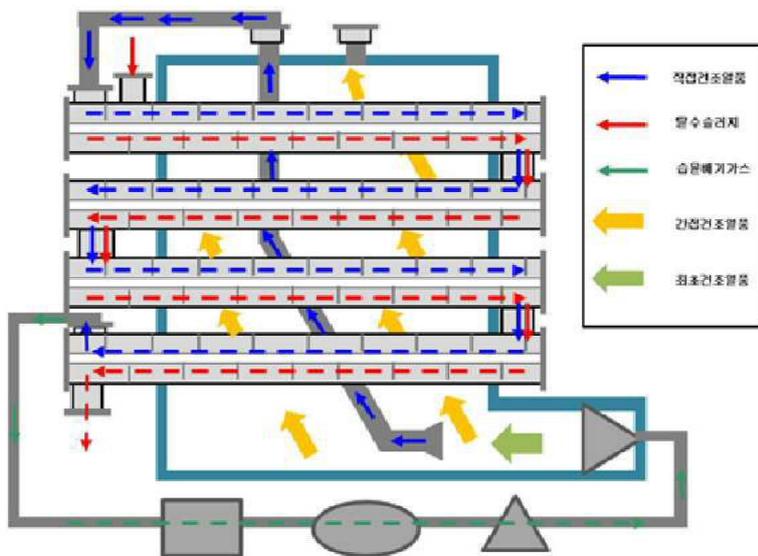
도면8



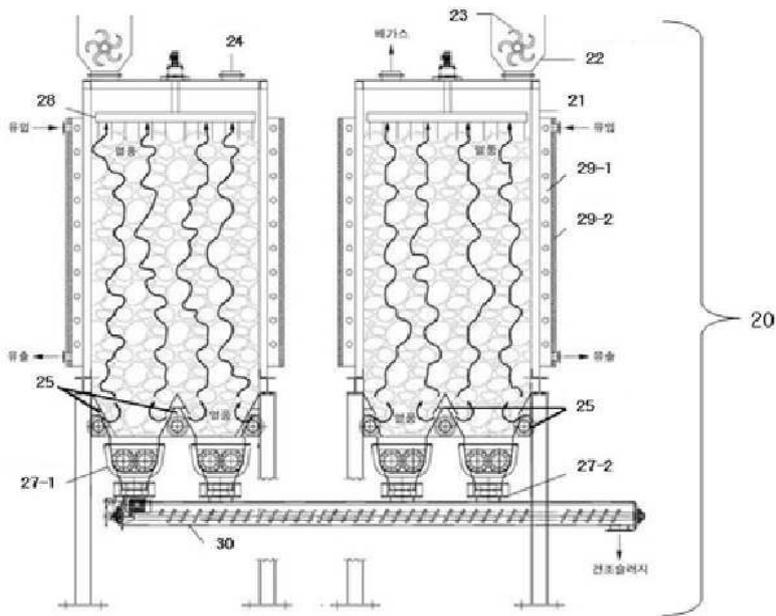
도면9



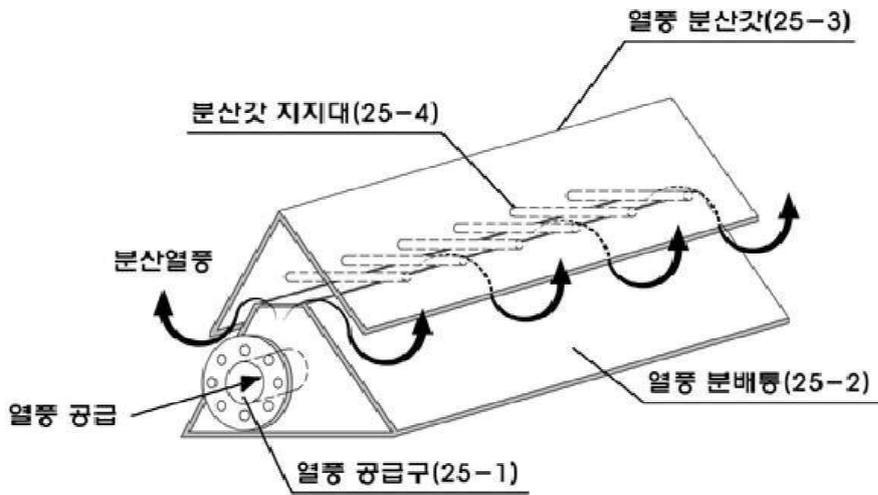
도면10



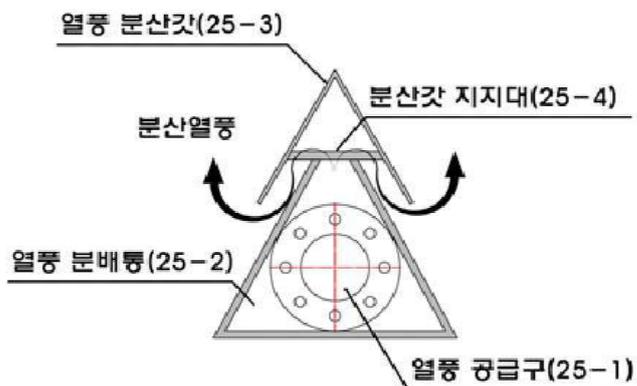
도면11



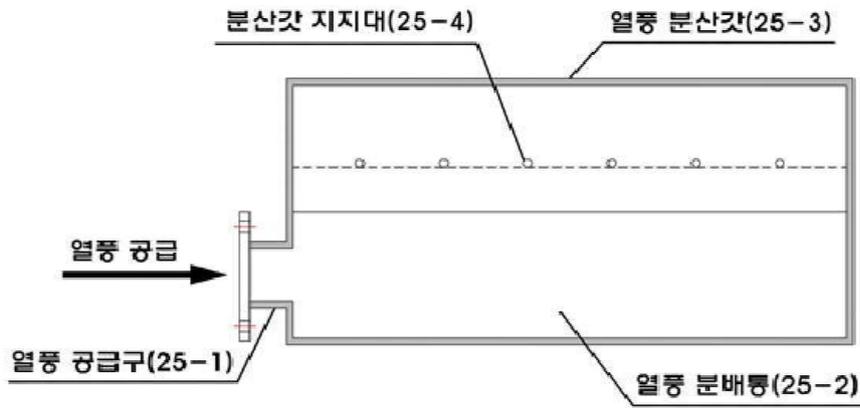
도면12



도면13



도면14



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 5의 두번째 행

【변경전】

상기 슬러지가스 연료화설비는

【변경후】

상기 슬러지 가스연료화설비는