



등록특허 10-2521745



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년04월21일
(11) 등록번호 10-2521745
(24) 등록일자 2023년04월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10L 5/42 (2006.01) C10L 5/06 (2006.01)
F26B 3/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C10L 5/42 (2013.01)
C10L 5/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0109778
(22) 출원일자 2022년08월31일
심사청구일자 2022년08월31일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160112349 A*
KR102226602 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 케이아그로
대구광역시 서구 와룡로90길 41, 711호 (이현동,
서대구북합치식산업센터)
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
김국태
강원 태백시 황지동 308번지 11통 5반
서동철
경상남도 진주시 진주대로 542번길 19-11(가좌동)
김명훈
대구광역시 북구 구암로 12, 1동 805호(대전동,
롯데아파트)
(74) 대리인
장태화

전체 청구항 수 : 총 1 항

심사관 : 김대영

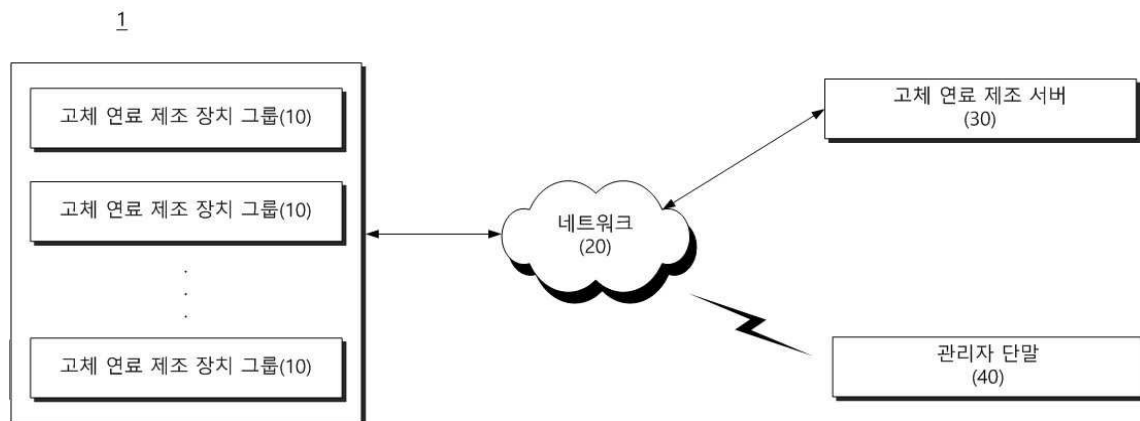
(54) 발명의 명칭 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 및 그 시스템

(57) 요약

본 발명은 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 및 그 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 육식 증가로 인해 방대하게 발생하는 가축분뇨를 이용하여 고체 연료를 제조하되, 발전소 폐열을 이용하여 투입 에너지를 절감할 뿐만 아니라, 가축분뇨가 수분율이 높아 발전소 폐열만으로 처리

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



가 어려울 경우도 있으므로 이외부 열 투입이 보조적으로 가능하도록 하여 에너지 효율을 향상시키도록 하기 위한 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 및 그 시스템에 관한 것이다.

본 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 및 그 시스템은, 발전소 또는 쓰레기 소각장 등 열 발생 시설에서 활용성이 떨어지는 폐열(예를 들어 800℃ 이하의 비교적 저온의 폐열)을 이용하여 고체 연료 열 생산비용을 절감하고 특히 고수분의 가축 분뇨를 건조와 열분해를 동시에 진행하는 원-스텝 공정에 의해 가축분뇨로부터 고체 연료를 효율적으로 제조할 수 있으며, 가축분뇨를 열분해하는 과정에서 배출되는 신가스(바이오가스)를 발전소 또는 쓰레기 소각장 등 열 발생 시설로 재공급하여 연료로 재사용함으로써 에너지 효율 증가의 효과를 볼 수 있고, 본 발명에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 및 그 시스템에 의해 생성되는 고체 연료는 탄소저장/순환 기능이 우수하기 때문에 온실가스를 줄이는 효과가 있고, 고체 연료를 생산하는 공정을 확보하게 되면 탄소배출권에 따른 인센티브를 확보할 수 있는 추가 효과도 얻을 수 있는 동시에, 발전소 폐열을 활용하는 외에 각종 쓰레기 소각장의 폐열을 이용할 수 있으며, 열병합발전소의 폐열을 활용할 수도 있어, 낭비되는 열을 재활용할 수 있는 효과도 있다.

(52) CPC특허분류

F26B 3/04 (2013.01)
C10L 2290/08 (2013.01)
C10L 2290/10 (2013.01)
C10L 2290/32 (2013.01)
C10L 2290/36 (2013.01)
C10L 2290/60 (2013.01)
F26B 2200/18 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1545023223
과제번호	121034-03-1-SB010
부처명	농림축산식품부
과제관리(전문)기관명	농림식품기술기획평가원
연구사업명	축산현안대응산업화기술개발사업
연구과제명	[EZBARO] 바이오매스 전소발전소 발생 바이오차를 이용한 고기능성 축사바닥 발효갈
주 소재 개발 및 실용화	
기 여 율	1/2
과제수행기관명	경상국립대학교 산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1545024461
과제번호	821007-03-1-HD020
부처명	농림축산식품부
과제관리(전문)기관명	농림식품기술기획평가원
연구사업명	기술사업화지원
연구과제명	랜더링된 가축사체 잔여물 활용 친환경 업사이클링 시스템 개발 및 실용화
기 여 율	1/2
과제수행기관명	경상대학교 산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 고체 연료 제조 장치 그룹(10), 네트워크(20), 고체 연료 제조 서버(30) 및 관리자 단말(40)을 포함하는 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템(1)에 있어서,

고체 연료 제조 장치 그룹(10)은,

원료 투입 장치(100), 이물질 분리 장치(200), 파쇄 장치(300), 입도 분리 장치(400), 건조 장치(500), 관리 장치(600)를 포함함으로써, 원료 투입 장치(100)를 통해 고체 연료 원재료인 가축분뇨를 탱크로 투입하고, 이물질 분리 장치(200)가 가축분뇨에서 이물질 분리, 파쇄 장치(300)가 이물질이 분리되어 이송된 가축분뇨에 대한 파쇄를 수행하고, 입도 분리 장치(400)가 가축분뇨에서 입도를 분리하고, 건조 장치(500)가 가축분뇨에 대한 건조를 수행하며, 건조 장치(500)는 발전소 또는 쓰레기 소각장을 포함하는 열 발생 시설에서 활용성이 떨어지는 폐열을 이용하여 고수분의 가축분뇨를 처리하여 고체 연료를 제조하며,

상기 건조가 수행된 고체 연료 원재료에 대한 이후에 냉각시설에 의한 냉각 과정이 추가되며, 건조 과정에 의해 고체 연료 중간 가공물이 생성된 뒤, 냉각 과정이 수행되고, 혼련시설 및 용수 급여에 의한 반죽 형태로 형성한 뒤, 포장시설에 의한 가공에 의해 고체 연료 제조 과정을 완료하며,

발전소 폐열을 활용하여 초기에는 수분율을 감소시키기 위한 건조 장치(500)에 의한 건조 공정에 활용하도록 관리 장치(600)가 제어를 수행하며,

건조 장치(500)는 제 1 건조모듈(510), 성형기(520), 제 2 건조모듈(530), 페가스 저장용기(540) 및 센싱부(550)를 포함하며,

제 1 건조모듈(510)은,

입도 분리 장치(400)로부터 이동된 고체 연료 원재료인 가축분뇨를 발전소 또는 쓰레기 소각장을 포함하는 열 발생 시설에서 활용성이 떨어지는 폐열에 해당하는 건조 열풍을 이용하여 건조하되, 함수율이 기설정된 기준보다 높은 가축분뇨의 경우 탈수장치를 통해 1차 탈수를 진행을 수행하며,

성형기(520)는,

제 1 건조모듈(510)로부터 추출되는 가축분뇨를 고체연료로 성형하며,

제 1 건조모듈(510)에서 건조된 건조 결과물의 성질에 따라 그 용도를 달리하도록 성형하며, 현장 사정에 따라 대량 생산이 요구되는 고체연료를 포함하는 성형물에 대해서는 그 생산이 집중되도록 가중치를 부여하여 성형물의 특성에 맞는 등급분류가 이루어지도록 관리 장치(600)에 의한 제어를 받으며,

제 1 건조모듈(510)의 하류 단으로부터 이송된 가축분뇨를 일정량 수용한 뒤 분쇄된 상태의 가축분뇨를 가압하여 미리 설정된 크기의 펠렛으로 형성하는 방식으로 공급된 가축분뇨를 가압하여 펠렛 형태로 잘게 조성며,

소형화의 펠렛 형태로 형성하는 주된 이유는 연이어지는 제 1 건조모듈(510)을 통해 펠렛을 건조시키는 경우 미리 설정된 크기 이하의 크기로 형성된 펠렛의 사이사이로 건조 열풍과 바람이 속속 침투함에 따라 펠렛의 건조 효율을 극대화시켜 건조율 향상과 함께 건조작업 시간까지 줄이며,

제 2 건조모듈(530)은,

1차 탈수와 성형 이후에도 기설정된 기준보다 함수율이 높은 가축분뇨의 경우 외부 전력을 활용한 추가적으로 광파를 조사하거나 외주 열을 이용한 2차 건조작업을 수행하며,

관리 장치(600)는,

센싱부(550)에 대한 데이터 송수신을 통해 제 1 건조모듈(510) 및 성형기(520)를 거친 고체 연료에 대해서 미리 설정된 제 1 함수율 이하의 가축분뇨로 제조된 고체 연료의 경우, 1등급 고체 연료로 분류하고, 제 1 함수율 내지 제 2 함수율의 경우 2등급 고체 연료로 분류하며, 함수율 제 3 함수율 내지 제 4 함수율의 경우, 3등급 고

체 연료로 분류하는 방식(제 1 함수율에서 제 4 함수율로 갈수록 정량적 수치가 증가)으로 제 n 함수율 내지 제 n+1 함수율의 경우(n은 1 이상의 자연수) 제 n 등급 고체 연료로 분류함으로써, 각 등급에 따라 제 2 건조모듈(530)에 의한 건조시간, 광파의 세기 등을 달리 설정하여 건조과정을 진행하며,

자체의 DB에 있는 분산 파일 프로그램에 의해 각 DB에서 물리적 또는 논리적 객체로 분리된 DCS DB에 분산 저장된 수집 데이터를 알고리즘을 통해 분석하고 상태 관리 명령인 건조시간, 광파의 세기 조절명령을 내리며,

고체 연료 제조 서버(30)는 제 1 분석 모듈(31), 제 2 분석 및 제어 모듈(32) 및 제 3 분석 및 제어 모듈(33)을 포함하며,

제 1 분석 및 제어 모듈(31)은,

건조 장치(500)에서 생성된 폐가스 저장용기(540)에 대해서 센싱부(550)를 통해 측정된 폐가스 충전량 정보, 폐가스 저장용기(540)에 대해서 측정된 표면 온도 측정 정보, 건조 장치(500)에서 폐가스 저장용기(540)로 제공되는 가스배출수단 및 폐가스 저장용기(540)에서 발전소로 제공되는 가스배출수단에 대해서 측정된 압력 측정 정보를 수신한 뒤, 각각 미리 설정된 임계 폐가스 충전량 범위, 임계 표면 온도 측정 범위, 임계 압력 측정 범위 내인지를 분석하며,

폐가스 충전량 정보로 폐가스 저장용기(540)를 이루는 두개의 저장탱크인 제 1 및 제 2 저장탱크 중 제 1 저장탱크에 대한 제 1 폐가스 충전량 정보 및 제 2 저장탱크에 대한 제 2 폐가스 충전량 정보를 수신한 뒤, 제 1 폐가스 충전량 정보에 대해서 제 1 임계 폐가스 충전량 범위, 그리고 제 2 폐가스 충전량 정보에 대해서 제 2 임계 폐가스 충전량 범위 내인지를 분석하고,

제 1 폐가스 충전량 정보가 제 1 임계 폐가스 충전량 범위에 미달하지 않는 경우는 다음 주기에 센싱부(550)에 의해 폐가스 저장용기(540)에 대한 폐가스 충전량 정보 측정을 대기하며,

제 1 폐가스 충전량 정보가 제 1 임계 폐가스 충전량 범위에 미달하는 경우, 제 2 폐가스 충전량 정보에 대해서 제 2 임계 폐가스 충전량 범위에 속하는지 다시 분석한 뒤, 제 2 임계 폐가스 충전량 범위에 속하는 경우 제 2 저장탱크에서 제 1 저장탱크로 제 2 폐가스 충전량 정보의 값에서 제 2 임계 폐가스 충전량 범위의 최대값의 차에 해당하는 제 1 충전 요청 폐가스량 정보를 연산한 뒤, 연산된 정보를 네트워크(20)를 통해 관리 장치(600)로 전송함으로써, 관리 장치(600) 상에서 연산된 정보에 해당하는 제 1 충전 요청 폐가스량 정보에 맞게 제 1 저장탱크와 제 2 저장탱크 사이에 형성된 파이프에 형성된 폐가스조절밸브에 대한 제어가 수행되도록 하며, 제 1 저장탱크의 폐가스를 먼저 발전소에 공급을 수행하며, 그 다음에는 제 2 저장탱크의 폐가스, 다음으로 외부 저장탱크의 폐가스를 공급하는 순서로 설정하며,

제 1 폐가스 충전량 정보가 제 1 임계 폐가스 충전량 범위에 미달하는 경우, 제 2 폐가스 충전량 정보에 대해서 제 2 임계 폐가스 충전량 범위에 속하는지 다시 분석한 뒤, 제 2 임계 폐가스 충전량 범위에 속하지 않는 경우, 폐가스 저장용기(540)의 외부에 구성되는 추가 저장탱크에 대한 폐가스 충전량 정보에 대해서 센싱부(550)에 대한 측정을 요청하여 제 3 폐가스 충전량 정보를 수신한 뒤, 미리 설정된 제 3 임계 폐가스 충전량 범위에 속하는 경우, 외부 추가 저장탱크에서 제 2 저장탱크로 제 3 폐가스 충전량 정보의 값에서 제 3 임계 소스 충전량 범위의 최대값의 차에 해당하는 제 2 충전 요청 폐가스량 정보를 연산한 뒤, 연산된 정보를 네트워크(20)를 통해 관리 장치(600)로 전송함으로써, 관리 장치(600) 상에서 제 2 충전 요청 폐가스량 정보에 맞게 제 2 저장탱크와 외부 추가 저장탱크 사이에 형성된 파이프에 형성된 폐가스조절밸브에 대한 제어가 수행되도록 하며,

제 1 폐가스 충전량 정보가 제 1 임계 폐가스 충전량 범위에 미달하는 경우, 제 2 폐가스 충전량 정보에 대해서 제 2 임계 폐가스 충전량 범위에 속하는지 다시 분석한 뒤, 제 2 임계 폐가스 충전량 범위에 속하지 않는 경우, 폐가스 저장용기(540)의 외부에 구성되는 추가 저장탱크에 대한 폐가스 충전량 정보에 대해서 센싱부(550)에 대한 측정을 요청하여 제 3 폐가스 충전량 정보를 수신한 뒤, 제 3 폐가스 충전량 정보가 미리 설정된 제 3 임계 폐가스 충전량 범위에 속하지 않고 미달하는 경우, 제 3 임계 폐가스 충전량 범위의 최대값에서 제 3 폐가스 충전량 정보의 차에 해당하는 "제 3 최대 충전 요청 폐가스량 정보"와, 제 3 임계 폐가스 충전량 범위의 최소값에서 제 3 폐가스 충전량 정보의 차에 해당하는 "제 3 최소 충전 요청 폐가스량 정보"를 연산한 뒤, 네트워크(20)를 통해 관리 장치(600)로 전송함으로써, 관리 장치(600)에 의해 경고음을 출력하거나, 네트워크(20)를 통해 관리자 단말(40)로 제 3 최대 충전 요청 폐가스량 정보 및 제 3 최소 충전 요청 폐가스량 정보를 전송함으로써, 작업자에 의한 관리자 단말(40)을 통한 신속한 다른 외부 추가 저장탱크와 제 2 저장탱크 사이의 파이프에 형성된 폐가스조절밸브에 대한 제어를 통해 제 2 저장탱크로 폐가스 충전이 원격으로 수행되거나 오프라인 상에서 신속하게 수행되도록 함으로써, 복수의 저장 탱크로 폐가스를 효율적으로 관리할 뿐만 아니라, 폐가스로 외부에

서 발전소에 필요한 가스를 직접적으로 공급해 주며,

제 2 분석 및 제어 모듈(32)은,

표면 온도 측정 정보에 대해서 미리 설정된 임계 표면 온도 측정 범위 내인지를 분석할 수 있다. 한편, 제 2 분석 및 제어 모듈(32)은 폐가스 저장용기(540)의 표면을 전체적으로 덮고 있는 격자 형태의 온도센서로 이루어진 온도센싱수단으로부터 각 셀에 해당하는 표면 온도 측정 정보를 수신한 뒤, 폐가스 저장용기(540)의 표면에 부착된 온도센싱수단의 배면에 형성된 각 온도센서와 1:1 또는 n:1(n은 2 이상의 자연수)에 대응하도록 격자 단위의 펠티어 소자로 이루어진 감온수단에 대한 각 격자 셀의 표면 온도 측정 정보를 기준으로 각 펠티어 소자에 대한 온도 조절 정보를 네트워크(20)를 통해 관리 장치(70)로 전송함으로써, 관리 장치(70)에 의한 온도 조절 정보에 맞게 각 펠티어 소자에 대한 제어가 수행되도록 함으로써, 저장용기(620)를 구성하는 각 탱크에 대한 과열로 인한 폭발을 예방하며,

제 3 분석 및 제어 모듈(33)은,

압력 측정 정보에 대해서 미리 설정된 임계 압력 측정 범위 내인지를 분석하되, 센싱부(550)로부터 폐가스 저장용기(540)의 내부에 폐가스가 주입되도록 하는 제 1 가스배출수단파이프에 대한 제 1 압력 측정 정보와, 폐가스 저장용기(540)로부터 발전소로 제공되는 제 2 가스배출수단파이프에 대한 제 2 압력 측정 정보를 수신한 뒤, 제 1 압력 측정 정보에 대해서 미리 설정된 제 1 임계 압력 측정 범위인지, 제 2 압력 측정 정보에 대해서 미리 설정된 제 2 임계 압력 측정 범위인지에 대한 분석을 수행하고,

제 1 압력 측정 정보가 제 1 임계 압력 측정 범위의 최소값보다 작은 경우, 제 1 임계 압력 측정 범위의 최소값에서 제 1 압력 측정 정보의 차에 해당하는 제 1 압력 조절값을 연산한 뒤, 제 1 압력 조절값을 제 1 가스배출수단파이프에 대한 제어를 위한 제 1 압력 제어 명령으로 네트워크(20)를 통해 관리 장치(600)로 전송함으로써, 하나의 관리 장치(600) 상에서 복수의 폐가스 저장용기(540)를 관리하는 경우 제 1 가스배출수단파이프 전단에서 복수의 폐가스 저장용기(540)의 각 탱크와 연결을 위해 형성된 밸브에 대한 제어를 통해 제 1 압력 조절값에 맞게 제 1 가스배출수단파이프 내의 압력값에 대한 제어가 수행되도록 하며,

제 2 압력 측정 정보가 제 2 임계 압력 측정 범위의 최소값보다 작은 경우, 제 2 임계 압력 측정 범위의 최소값에서 제 2 압력 측정 정보의 차에 해당하는 제 2 압력 조절값을 연산한 뒤, 제 2 압력 조절값을 제 2 가스배출수단파이프에 대한 제어를 위한 제 2 압력 제어 명령으로 네트워크(20)를 통해 관리 장치(600)로 전송함으로써, 하나의 관리 장치(600) 상에서 복수의 폐가스 저장용기(540)를 관리하는 경우 제 2 가스배출수단파이프 전단에서 복수의 폐가스 저장용기(540)의 각 탱크와 연결을 위해 형성된 밸브에 대한 제어를 통해 제 2 압력 조절값에 맞게 제 2 가스배출수단파이프 내의 압력값에 대한 제어가 수행되도록 하는 것을 특징으로 하는 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 및 그 시스템에 관한 것으

로, 보다 구체적으로는, 육식 증가로 인해 방대하게 발생하는 가축분뇨를 이용하여 고체 연료를 제조하되, 발전소 폐열을 이용하여 투입 에너지를 절감할 뿐만 아니라, 가축분뇨가 수분율이 높아 발전소 폐열만으로 처리가 어려울 경우도 있으므로 외부 열 투입이 보조적으로 가능하도록 하여 에너지 효율을 향상시키도록 하기 위한 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 및 그 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [0003] 가축분뇨는 파리협정 이후 해양투기가 금지되어 사회적 문제가 되고 있으며, 현재 이의 처리 문제가 크게 대두되고 있다.
- [0004] 이는 전 지구적으로 육식이 증가하여 가축이 증가함에 따라 가축분뇨가 빠른 속도로 증가하는데 퇴비로의 활용 정도는 이를 따라가지 못해 산적되는 가축분뇨의 양이 날로 증가하고 있어서 더욱 문제된다. 현재는 늘어나는 가축분뇨를 제때 처리하지 못하고 방치되고 있는 상황이며, 이로 인해 토양오염, 수질오염 문제가 대두되고 있다.
- [0005] 기존에는 가축분뇨가 수분율이 높아 이를 이용해 고체 연료를 제조하기 위해서는 고열량의 외부 에너지가 투입돼야 해서 에너지 효율이 매우 낮았으므로 가축분뇨는 그 활용성이 떨어지고 있었으며, 단순히 농업용 퇴비 정도로만 활용되고 있었고 가축분뇨를 처리하기 위한 다양한 연구가 시도되고는 있으나 만족할만한 결과는 나오지 않고 있는 상황이다.
- [0006] 또한, 기존 발전소에 있어서 고열의 경우는 발전에 활용되고 있으나 예를 들어 800도 이하의 비교적 저온의 폐열은 발전에 활용되지 못하는 경우가 많았다.
- [0007] 이와 관련된 종래의 기술로에 대해서 살펴본다.
- [0008] 대한민국 특허출원 출원번호 제10-2009-0062629 (2009.07.09)호 "고체연료의 제조방법(METHOD FOR MANUFACTURING SOLID FUEL)"은 바이오매스(예를 들어 곡물, 목재, 분뇨, 음식물 쓰레기 등)나 폐제지 등을 연료의 자원으로 재활용함은 물론, 출발원료로서 사용되는 상기 바이오매스나 폐제지의 수분함량(함수율)을 증탕, 가열을 통해 최소화함으로써, 제조공정이 개선되고, 강도가 향상되어 취급이 용이하며, 연소 시 발열량이 높은 고체연료의 제조방법에 관한 것이다.
- [0009] 또한, 대한민국 특허출원 출원번호 제10-2009-0062633(2009.07.09)호 "탄화 고체연료 및 그 제조방법(CARBONIZED SOLID FUEL AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME)"은 본 발명은 탄화 고체연료 및 그 제조방법에 관한 것으로, 바이오매스(예를 들어 곡물, 목재, 분뇨, 음식물 쓰레기 등)나 폐제지슬러지 등을 재활용하여 제조하되, 제조된 성형체를 저온 탄화시킴으로써, 연소 시 발열량이 높고, 내구성이 향상되어 보관 및 취급이 용이하며, 악취 발생이 적은 탄화 고체연료 및 그 제조방법에 관한 것이다.
- [0010] 또한, 대한민국 특허출원 출원번호 제10-2016-0118334(2016.09.13)호 "고체상 폐유기물을 이용한 액상 바이오연료 제조방법 및 이에 의해 제조된 액상 바이오연료(Manufacturing method of liquid biofuel using waste solid organic matter and liquid biofuel thereby the same that)"는 고체상 폐유기물을 액상화시켜 액체연료와 혼합함으로써, 고체연료의 단점이 해소되고 액체연료의 장점에 고체연료의 장점이 더해져서 화력이 좋고 연소성이 우수하며 경제적이고 환경친화적인 고품질의 액상 바이오연료를 제조할 수 있는 새로운 방식의 고체상 폐유기물을 이용한 액상 바이오연료 제조방법 및 이에 의해 제조된 액상 바이오연료에 관한 것이다.
- [0011] 또한, 대한민국 특허출원 출원번호 제10-2017-0083090(2017.06.30)호 "축분을 이용한 고체연료 및 이의 제조방법(Solid Fuel Using Livestock Excretions and Manufacturing Method Thereof)"은 우분 및 돈분을 고형분을 기준으로 5:2 내지 4:4의 중량비로 혼합한 축분 혼합물, 목재 분쇄물, 굼벵이 배설물, 커피박, 및 목초액을 혼합하고 압축성형하여 제조되는 고체연료로서, 상기 돈분은 고형분의 함량이 20 내지 25 중량%의 슬러지인 것을 특징으로 한다. 또한, 상기 고체연료는 축분 혼합물과 목재 분쇄물, 굼벵이 배설물, 커피박을 혼합하여 제조한 혼합물에 목초액을 분사한 후 건조하고 이를 압축성형함으로써 고체연료를 제조할 수 있다.
- [0012] 그러나 종래의 기술들은 발전소 또는 쓰레기 소각장 등 열 발생 시설에서 활용성이 떨어지는 폐열을 이용하여 고수분의 가축분뇨를 처리하여 고체 연료를 제조하는 기술을 제공하지 못하는 한계점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 대한민국 특허출원 출원번호 제10-2009-0062629 (2009.07.09)호 "고체연료의 제조방법(METHOD FOR MANUFACTURING SOLID FUEL)"
- (특허문헌 0002) 대한민국 특허출원 출원번호 제10-2009-0062633(2009.07.09)호 "탄화 고체연료 및 그 제조방법(CARBONIZED SOLID FUEL AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME)"
- (특허문헌 0003) 대한민국 특허출원 출원번호 제10-2016-0118334(2016.09.13)호 "고체상 폐유기물을 이용한 액상 바이오연료 제조방법 및 이에 의해 제조된 액상 바이오연료(Manufacturing method of liquid biofuel using waste solid organic matter and liquid biofuel thereby the same that)"
- (특허문헌 0004) 대한민국 특허출원 출원번호 제10-2017-0083090(2017.06.30)호 "축분을 이용한 고체연료 및 이의 제조방법(Solid Fuel Using Livestock Excretions and Manufacturing Method Thereof)"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 발전소 또는 쓰레기 소각장 등 열 발생 시설에서 활용성이 떨어지는 폐열(예를 들어 800℃ 이하의 비교적 저온의 폐열)을 이용하여 고체 연료 열 생산비용을 절감하고 특히 고수분의 가축 분뇨를 건조와 열분해를 동시에 진행하는 원-스텝 공정에 의해 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 및 그 시스템을 제공하기 위한 것이다.
- [0016] 또한, 본 발명은 가축분뇨를 열분해하는 과정에서 배출되는 신가스(바이오가스)를 발전소로 재공급하도록 함으로써 에너지 재활용성을 높이고 온실 가스의 배출을 감축할 수 있음으로 인해 자원재활용을 활성화함으로써 자원순환 효과를 볼수 있는 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 및 시스템을 제공하기 위한 것이다.
- [0017] 그러나 본 발명의 목적들은 상기에 언급된 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0019] 상기의 목적을 달성하기 위해 본 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템은, 복수의 고체 연료 제조 장치 그룹(10) 간에 네트워크(20)를 통해 고체 연료 제조 서버(30)에 연결된 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템(1)에 있어서, 고체 연료 제조 장치 그룹(10)은, 입도 분리 장치(400), 건조 장치(500), 관리 장치(600)를 포함하며, 건조를 위해 각 고체 연료 제조 장치 그룹(10)의 센싱 정보로 함수율이 고체 연료 제조 서버(30)에 저장되어 고체 연료 제조 서버(30)로부터 각 고체 연료 제작을 위한 함수율 정보 및 제어 정보를 제공받으며, 건조 장치(500)는,
- [0020] 관리 장치(600)의 제어에 따라 입도 분리 장치(400)로부터 이동된 고체 연료 원재료인 가축분뇨를 발전소 또는 쓰레기 소각장을 포함하는 열 발생 시설에서 활용성이 떨어지는 폐열에 해당하는 건조 열풍을 이용하여 건조를 수행하되, 함수율이 기설정된 기준보다 높은 가축분뇨의 경우 탈수장치를 통해 1차 탈수를 진행을 수행하는 제 1 건조모듈(510); 및 관리 장치(600)의 제어에 따라 제 1 건조모듈(510)로부터 추출되는 가축분뇨를 고체연료로 성형하는 성형기(520); 를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 성형기(520)는,
- [0022] 관리 장치(600)의 제어에 따라 제 1 건조모듈(510)에서 건조된 건조 결과물의 성질에 따라 용도를 달리하도록 성형하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 일 실시예에 있어서, 건조 장치(500)는,
- [0024] 1차 탈수와 성형 이후에도 기설정된 기준보다 함수율이 높은 가축분뇨의 경우 외부 전력을 활용한 추가적으로 광파를 조사하거나 외주 열을 이용한 2차 건조작업을 수행하는 제 2 건조모듈(530); 을 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0025] 상기의 목적을 달성하기 위해 본 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체

연료의 제조 방법은, 건조 장치(500)가, 관리 장치(600)의 제어에 따라 입도 분리 장치(400)로부터 이동된 고체 연료 원재료인 가축분뇨를 발전소 또는 쓰레기 소각장을 포함하는 열 발생 시설에서 활용성이 떨어지는 폐열에 해당하는 건조 열풍을 이용하여 건조를 수행하되, 함수율이 기설정된 기준보다 높은 가축분뇨의 경우 탈수장치를 통해 1차 탈수를 진행을 수행하는 제 1 단계; 및 건조 장치(500)가, 관리 장치(600)의 제어에 따라 제 1 단계로부터 추출되는 가축분뇨를 고체연료로 성형하는 제 2 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제 2 단계는,

[0027] 건조 장치(500)가 관리 장치(600)의 제어에 따라 제 1 단계에서 건조된 건조 결과물의 성질에 따라 용도를 달리 하도록 성형하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0029] 본 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 및 그 시스템은, 발전소 또는 쓰레기 소각장 등 열 발생 시설에서 활용성이 떨어지는 폐열(예를 들어 800℃ 이하의 비교적 저온의 폐열)을 이용하여 고체 연료 열 생산비용을 절감하고 특히 고수분의 가축분뇨를 건조와 열분해를 동시에 진행하는 원-스텝 공정에 의해 가축분뇨로부터 고체 연료를 분체 또는 펠렛 등의 형태로 효율적으로 제조할 수 있는 효과가 있다.

[0030] 또한, 본 발명에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 및 그 시스템은, 가축분뇨를 열분해하는 과정에서 배출되는 신가스(바이오가스)를 발전소 또는 쓰레기 소각장 등 열 발생 시설로 재공급하여 연료로 재사용함으로써 에너지 효율 증가의 효과를 볼 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 및 그 시스템에 의해 생성되는 고체 연료는 탄소저장/순환 기능이 우수하기 때문에 온실가스를 줄이는 효과가 있고, 고체 연료를 생산하는 공정을 확보하게 되면 탄소배출권에 따른 인센티브를 확보할 수 있는 추가 효과도 얻을 수 있다.

[0032] 또한, 본 발명은 발전소 폐열을 활용하는 외에 각종 쓰레기 소각장의 폐열을 이용할 수 있으며, 열병합발전소의 폐열을 활용할 수도 있어, 낭비되는 열을 재활용할 수 있는 효과도 있다.

[0033] 또한, 본 발명에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 및 그 시스템은, 가축분뇨로부터 얻어지는 고체 연료를 분체 또는 펠렛 등의 형태로 제조하여 농업 시설이나 농촌 가구에서 겨울철 난방 연료를 대체하여 사용할 수 있으므로 온실가스 감축량 인정이 될 수 있다. 예를 들어 화력 발전소 폐열을 온실 난방 시스템으로 활용할 경우 이산화탄소 배출저감효과가 약 62% 정도로 예상할 수 있으며, 소각장 폐열을 활용할 경우 경유 난방 대비하여 난방에너지 절감이 약 1.56억원/년 정도 될 것으로 기대되므로, 발전소 폐열에 가축분뇨로부터 얻어지는 고체연료까지 농업시설이나 농촌가구의 난방연료로 사용할 경우 이산화탄소 감축량이 더욱 증대될 수 있을 것으로 기대된다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템(1)을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템(1) 중 고체 연료 제조 장치 그룹(10)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.

도 3은 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템(1) 중 건조 장치(500)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템(1) 중 고체 연료 제조 서버(30)의 구성요소를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 중 건조 과정을 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예의 상세한 설명은 첨부된 도면들을 참조하여 설명할 것이다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴

수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

- [0037] 본 명세서에 있어서는 어느 하나의 구성요소가 다른 구성요소로 데이터 또는 신호를 '전송'하는 경우에는 구성요소는 다른 구성요소로 직접 상기 데이터 또는 신호를 전송할 수 있고, 적어도 하나의 또 다른 구성요소를 통하여 데이터 또는 신호를 다른 구성요소로 전송할 수 있음을 의미한다.
- [0039] 이하에서는 발전소 또는 쓰레기 소각장 등 열 발생 시설을 설명의 편의를 위하여 발전소를 중심으로 설명한다. 그러나 본 발명의 범위는 발전소에 한정되는 것이 아니라 각종 쓰레기 소각장, 열병합발전소 등 열 발생 시설을 포괄적으로 포함한다.
- [0041] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템(1)을 나타내는 도면이다. 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템(1) 중 고체 연료 제조 장치 그룹(10)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.
- [0042] 먼저, 도 1을 참조하면, 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템(1)은 복수의 고체 연료 제조 장치 그룹(10), 네트워크(20), 고체 연료 제조 서버(30) 및 관리자 단말(40)을 포함할 수 있다.
- [0043] 네트워크(20)는 대용량, 장거리 음성 및 데이터 서비스가 가능한 대형 통신망의 고속 기간 망인 통신망이며, 인터넷(Internet) 또는 고속의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 차세대 유선 및 무선 망일 수 있다. 네트워크(20)가 이동통신망일 경우 동기식 이동 통신망일 수도 있고, 비동기식 이동 통신망일 수도 있다. 비동기식 이동 통신망의 일 실시 예로서, WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access) 방식의 통신망을 들 수 있다. 이 경우 도면에 도시되진 않았지만, 이동통신망(700)은 RNC(Radio Network Controller)를 포함할 수 있다. 한편, WCDMA망을 일 예로 들었지만, 3G LTE망, 4G망 그 밖의 5G 등 차세대 통신망, 그 밖의 IP를 기반으로 한 IP망일 수 있다. 네트워크(20)는 고체 연료 제조 장치 그룹(10), 고체 연료 제조 서버(30) 및 관리자 단말(40), 그 밖의 시스템 상호 간의 신호 및 데이터를 상호 전달하는 역할을 한다.
- [0045] 다음으로 도 2를 참조하면, 고체 연료 제조 장치 그룹(10)은 원료 투입 장치(100), 이물질 분리 장치(200), 파쇄 장치(300), 입도 분리 장치(400), 건조 장치(500), 관리 장치(600)를 포함함으로써, 원료 투입 장치(100)를 통해 고체 연료 원재료인 가축분뇨를 탱크로 투입하고, 이물질 분리 장치(200)가 가축분뇨에서 이물질 분리, 파쇄 장치(300)가 이물질이 분리되어 이송된 가축분뇨에 대한 파쇄를 수행하고, 입도 분리 장치(400)가 가축분뇨에서 입도를 분리하고, 건조 장치(500)가 가축분뇨에 대한 건조를 수행할 수 있다. 여기서 본 발명의 특징점으로 건조 장치(500)는 발전소 또는 쓰레기 소각장 등 열 발생 시설에서 활용성이 떨어지는 폐열을 이용하여 고수분의 가축분뇨를 처리하여 고체 연료를 제조할 수 있다.
- [0047] 한편, 상기 건조가 수행된 고체 연료 원재료에 대한 이후에 냉각시설에 의한 냉각 과정이 추가될 수 있고, 상기 건조 과정에 의해 고체 연료 중간 가공물이 생성된 뒤, 냉각 과정이 수행되고, 혼련시설 및 용수 급여에 의한 반죽 형태로 형성한 뒤, 포장시설에 의한 가공에 의해 고체 연료 제조 과정을 완료할 수 있다.
- [0048] 즉, 가축분뇨는 파리협정 이후 해양투기가 금지되어 사회적 문제가 되고 있으며 현재 이의 처리 문제가 크게 대두되고 있는데, 이는 전 지구적으로 육식이 증가하여 가축이 증가함에 따라 가축분뇨가 빠른 속도로 증가하는데 퇴비로의 활용 정도는 이를 따라가지 못해 산적되는 가축분뇨의 양이 날로 증가하고 있어서 더욱 문제된다. 현재는 늘어나는 가축분뇨를 제때 처리하지 못하고 방치되고 있는 상황이며, 이로 인해 토양오염, 수질오염 문제가 대두되고 있다.
- [0049] 이에 따라 본 발명에서는 건조 장치(500)는 발전소 폐열을 활용하는 외에 각종 쓰레기 소각장의 폐열을 이용할 수 있으며, 열병합발전소의 폐열을 활용할 수도 있다.
- [0050] 발전소 폐열을 활용하여 초기에는 수분율을 감소시키기 위한 건조 장치(500)에 의한 건조 공정에 활용하도록 관리 장치(600)가 제어를 수행한다.
- [0051] 가축분뇨는 수분이 약 70%에 이르기 때문에 건조 장치(500)는 수분율을 일정정도 이하(예: 20% 이하, 바람직하게는 15 내지 20%)로 낮추어야 고체 연료가 제조될 수 있다. 따라서 건조 장치(500)는 발전소 폐열을 활용하여 초기에는 수분율을 감소시키기 위한 건조 공정에 활용할 수 있다.
- [0052] 도 3은 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템(1) 중 건조 장치(500)의 구성요소를 나타내는 블록도이다. 본 발명에서 건조 장치(500)는 별도의 장치로서 분리된 공정으로 실시될 수도 있고 하나의 장치에서 공정만 달리하여 원스텝(one-step) 공정으로 실시될 수도 있다. 이를

위해 건조 장치(500)는 도 3과 같이 제 1 건조모듈(510), 성형기(520), 제 2 건조모듈(530), 페가스 저장용기(540) 및 센싱부(540)를 포함할 수 있다.

[0053] 한편, 제 1 건조모듈(510)은 입도 분리 장치(400)로부터 이동된 고체 연료 원재료인 가축분뇨를 발전소 또는 쓰레기 소각장 등 열 발생 시설에서 활용성이 떨어지는 폐열에 해당하는 건조 열풍을 이용하여 건조할 수 있으며, 즉 함수율이 기설정된 기준보다 높은 가축분뇨의 경우 탈수장치를 통해 1차 탈수를 진행을 수행할 수 있다.

[0054] 성형기(520)는 제 1 건조모듈(510)로부터 추출되는 가축분뇨를 고체연료로 성형할 수 있다. 이때, 제 1 건조모듈(510)에서 건조된 건조 결과물의 성질에 따라 그 용도를 달리하도록 성형할 수 있으며, 앞서 설명한 바와 같이, 현장 사정에 따라 대량 생산이 요구되는 성형물(ex. 고체 연료)에 대해서는 그 생산이 집중될 수 있도록 가중치를 부여하여 해당 성형물의 특성에 맞는 등급분류가 이루어지도록 관리 장치(600)가 제어할 수 있다.

[0055] 본 발명에 따른 성형기(520)에는 제 1 건조모듈(510)의 하류 단으로부터 이송된 가축분뇨를 일정량 수용한 뒤 분쇄된 상태의 가축분뇨를 가압하여 미리 설정된 크기의 펠렛으로 형성한다. 이러한 성형기(520)는 공급된 가축분뇨를 가압하여 펠렛 형태로 잘게 조성하게 된다. 이처럼 소형화의 펠렛 형태로 형성하는 주된 이유는 연이어지는 제 1 건조모듈(510)을 통해 펠렛을 건조시킬 때 미리 설정된 크기 이하의 크기로 형성된 펠렛의 사이사이로 건조 열풍과 바람이 속속 침투함에 따라 펠렛의 건조 효율을 극대화시킬 수 있어 건조율 향상과 함께 건조작업 시간까지 크게 줄일 수 있는 작용 및 효과가 있기 때문이다.

[0056] 제 2 건조모듈(530)은 1차 탈수와 성형 이후에도 기설정된 기준보다 함수율이 높은 가축분뇨의 경우 외부 전력을 활용한 추가적으로 광파를 조사하거나 외주 열을 이용한 2차 건조작업을 수행할 수 있다.

[0057] 한편, 관리 장치(600)는 센싱부(550)에 대한 데이터 송수신을 통해 제 1 건조모듈(510) 및 성형기(520)를 거친 고체 연료에 대해서 미리 설정된 제 1 함수율 이하의 가축분뇨로 제조된 고체 연료의 경우, 1등급 고체 연료로 분류하고, 제 1 함수율 내지 제 2 함수율의 경우 2등급 고체 연료로 분류하며, 함수율 제 3 함수율 내지 제 4 함수율의 경우, 3등급 고체 연료로 분류하는 방식(제 1 함수율에서 제 4 함수율로 갈수록 정량적 수치가 증가)으로 제 n 함수율 내지 제 n+1 함수율의 경우(n은 1 이상의 자연수) 제 n 등급 고체 연료로 분류함으로써, 각 등급에 따라 제 2 건조모듈(530)에 의한 건조시간, 광파의 세기 등을 달리 설정하여 건조과정을 진행할 수 있다.

[0058] 여기서, 관리 장치(600)는 자체의 DB에 있는 분산 파일 프로그램에 의해 각 DB에서 물리적 또는 논리적 객체로 분리된 DCS DB에 분산 저장된 수집 데이터를 알고리즘을 통해 분석하고 상태 관리 명령인 건조시간, 광파의 세기 조절명령을 내릴 수 있다. 보다 구체적으로, 관리 장치(600)에서 사용되는 알고리즘은 머신러닝 알고리즘으로 결정 트리(DT, Decision Tree) 분류 알고리즘, 랜덤 포레스트 분류 알고리즘, SVM(Support Vector Machine) 분류 알고리즘 중 하나일 수 있다.

[0059] 보다 구체적인 예시로, 관리 장치(600)는 분산 파일 프로그램에 의해 DCS DB에 분산 저장된 수집 데이터를 분석하여 그 분석한 결과로 다수의 특징 정보(형상 및 무게 등)를 추출하고 추출된 특징 정보를 복수의 머신러닝 알고리즘 중 적어도 하나 이상을 이용하여 학습하여 학습한 결과로 상태 관리 명령인 건조시간, 광파의 세기 조절명령의 정량적 수치를 분석할 수 있다.

[0060] 즉, 관리 장치(600)는 분산 파일 프로그램에 의해 DCS DB에 분산 저장된 수집 데이터를 분석하여 그 분석한 결과로 특징 정보인 형상에 대한 상술한 함수율과 같은 각 형상의 체적 별 등급을 분석할 수 있으며, 센싱부(550)에 추가로 형성된 중량센서를 이용한 중량정보에 대해서도 상술한 함수율로가 같은 각 중량 별 등급을 분석할 수 있다.

[0061] 이에 따라, 관리 장치(600)는 함수율, 형상, 그리고 중량에 대한 특징 정보에 대해서 빅데이터 기반으로 정보를 관리하는 고체 연료 제조 서버(30)로 네트워크(20)를 통해 액세스(access)를 수행함으로써, 고체 연료 제조 서버(30) 상의 각 파라미터인 함수율, 체적, 중량의 등급에 대한 매칭을 다른 수많은 고체 연료 제조 장치 그룹(10)에 대해서 누적된 빅데이터 기반, 그리고 추가적인 지리적 정보에 대한 가축분뇨의 성분 특성 및 처리 시간대의 특성을 이용하여 학습한 빅데이터 베이스의 DB 상의 셀(cell) 추출을 수행하여 학습하는 학습한 결과로 상태 관리 명령인 건조시간, 광파의 세기 조절명령의 정량적 수치를 분석할 수 있다.

[0062] 여기서, 관리 장치(600)는 정량적 수치 결과의 정확도 향상을 위해 다수의 상호 보완적인 머신러닝 알고리즘들로 구성된 앙상블 구조를 적용할 수 있다.

[0063] 결정 트리 분류 알고리즘은 트리 구조로 학습하여 결과를 도출하는 방식으로 결과 해석 및 이해가 용이하고, 데

이터 처리 속도가 빠르며 탐색 트리 기반으로 룰 도출이 가능할 수 있다. DT의 낮은 분류 정확도를 개선하기 위한 방안으로 RF를 적용할 수 있다. 랜덤 포레스트 분류 알고리즘은 다수의 DT를 앙상블로 학습한 결과를 도출하는 방식으로, DT보다 결과 이해가 어려우나 DT보다 결과 정확도가 높을 수 있다. DT 또는 RF 학습을 통해 발생 가능한 과적합의 개선 방안으로 SVM을 적용할 수 있다. SVM 분류 알고리즘은 서로 다른 분류에 속한 데이터를 평면 기반으로 분류하는 방식으로, 일반적으로 높은 정확도를 갖고, 구조적으로 과적합(overfitting)에 낮은 민감도를 가질 수 있다.

[0064] 머신러닝 이후 관리 장치(600)는 정제된 데이터를 활용해 딥러닝 수행을 수행하여, 딥러닝 방식은 각 고체 연료 제조 장치 그룹(10)에 의한 상태 관리 명령인 건조시간, 광파의 세기 조절명령의 정량적 수치를 분석하여 형성된 패턴 데이터별 반복 작업시 하나의 전체 프로세스에 소요되는 시간인 사이클 타임(Cycle time)과, 각 공정시간의 최대 시간인 택트 타임(Tact time)의 감소를 최소화하는 방식으로 각 상태 관리 명령인 건조시간, 광파의 세기 조절명령 추출을 위한 공정 파라미터에 대한 딥러닝 알고리즘 프로그램의 변환 및 적용에 따라 수행될 수 있다.

[0065] 이와 같이 가축분뇨를 이용하여 제조된 고체 연료 탄소저장/순환 기능이 우수하기 때문에 온실가스를 줄이는 효과가 있고, 고체 연료를 생산하는 공정을 확보하게 되면 탄소배출권에 따른 인센티브를 확보할 수 있는 추가 효과도 얻을 수 있다.

[0067] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템(1) 중 고체 연료 제조 서버(30)의 구성요소를 나타내는 도면이다. 도 4를 참조하면, 고체 연료 제조 서버(30)는 제 1 분석 모듈(31), 제 2 분석 및 제어 모듈(32) 및 제 3 분석 및 제어 모듈(33)을 더 포함할 수 있다.

[0068] 제 1 분석 및 제어 모듈(31)은 건조 장치(500)에서 생성된 폐가스 저장용기(540)에 대해서 센싱부(550)를 통해 측정된 폐가스 충전량 정보, 폐가스 저장용기(540)에 대해서 측정된 표면 온도 측정 정보, 건조 장치(500)에서 폐가스 저장용기(540)로 제공되는 가스배출수단 및 폐가스 저장용기(540)에서 발전소로 제공되는 가스배출수단에 대해서 측정된 압력 측정 정보를 수신한 뒤, 각각 미리 설정된 임계 폐가스 충전량 범위, 임계 표면 온도 측정 범위, 임계 압력 측정 범위 내인지를 분석할 수 있다.

[0069] 제 1 분석 및 제어 모듈(31)은 폐가스 충전량 정보로 폐가스 저장용기(540)를 이루는 두개의 저장탱크인 제 1 및 제 2 저장탱크 중 제 1 저장탱크에 대한 제 1 폐가스 충전량 정보 및 제 2 저장탱크에 대한 제 2 폐가스 충전량 정보를 수신한 뒤, 제 1 폐가스 충전량 정보에 대해서 제 1 임계 폐가스 충전량 범위, 그리고 제 2 폐가스 충전량 정보에 대해서 제 2 임계 폐가스 충전량 범위 내인지를 분석할 수 있다.

[0070] 만약, 제 1 분석 및 제어 모듈(31)은 제 1 폐가스 충전량 정보가 제 1 임계 폐가스 충전량 범위에 미달하지 않는 경우는 다음 주기에 센싱부(550)에 의해 폐가스 저장용기(540)에 대한 폐가스 충전량 정보 측정을 대기한다.

[0071] 반대로, 제 1 분석 및 제어 모듈(31)은 제 1 폐가스 충전량 정보가 제 1 임계 폐가스 충전량 범위에 미달하는 경우, 제 2 폐가스 충전량 정보에 대해서 제 2 임계 폐가스 충전량 범위에 속하는지 다시 분석한 뒤, 제 2 임계 폐가스 충전량 범위에 속하는 경우 제 2 저장탱크에서 제 1 저장탱크로 제 2 폐가스 충전량 정보의 값에서 제 2 임계 폐가스 충전량 범위의 최대값의 차에 해당하는 제 1 충전 요청 폐가스량 정보를 연산한 뒤, 연산된 정보를 네트워크(20)를 통해 관리 장치(600)로 전송함으로써, 관리 장치(600) 상에서 연산된 정보에 해당하는 제 1 충전 요청 폐가스량 정보에 맞게 제 1 저장탱크와 제 2 저장탱크 사이에 형성된 파이프에 형성된 폐가스조절밸브에 대한 제어가 수행되도록 할 수 있다. 여기서 제 1 저장탱크의 폐가스를 먼저 발전소에 공급을 수행하며, 그 다음에는 제 2 저장탱크의 폐가스, 다음으로 외부 저장탱크의 폐가스를 공급하는 순서로 설정될 수 있다.

[0072] 한편, 제 1 분석 및 제어 모듈(31)은 제 1 폐가스 충전량 정보가 제 1 임계 폐가스 충전량 범위에 미달하는 경우, 제 2 폐가스 충전량 정보에 대해서 제 2 임계 폐가스 충전량 범위에 속하는지 다시 분석한 뒤, 제 2 임계 폐가스 충전량 범위에 속하지 않는 경우, 폐가스 저장용기(540)의 외부에 구성되는 추가 저장탱크에 대한 폐가스 충전량 정보에 대해서 센싱부(550)에 대한 측정을 요청하여 제 3 폐가스 충전량 정보를 수신한 뒤, 미리 설정된 제 3 임계 폐가스 충전량 범위에 속하는 경우, 외부 추가 저장탱크에서 제 2 저장탱크로 제 3 폐가스 충전량 정보의 값에서 제 3 임계 폐가스 충전량 범위의 최대값의 차에 해당하는 제 2 충전 요청 폐가스량 정보를 연산한 뒤, 연산된 정보를 네트워크(20)를 통해 관리 장치(600)로 전송함으로써, 관리 장치(600) 상에서 제 2 충전 요청 폐가스량 정보에 맞게 제 2 저장탱크와 외부 추가 저장탱크 사이에 형성된 파이프에 형성된 폐가스조절밸브에 대한 제어가 수행되도록 할 수 있다.

[0073] 한편, 제 1 분석 및 제어 모듈(31)은 제 1 폐가스 충전량 정보가 제 1 임계 폐가스 충전량 범위에 미달하는 경

우, 제 2 페가스 충전량 정보에 대해서 제 2 임계 페가스 충전량 범위에 속하는지 다시 분석한 뒤, 제 2 임계 페가스 충전량 범위에 속하지 않는 경우, 페가스 저장용기(540)의 외부에 구성되는 추가 저장탱크에 대한 페가스 충전량 정보에 대해서 센싱부(550)에 대한 측정을 요청하여 제 3 페가스 충전량 정보를 수신한 뒤, 제 3 페가스 충전량 정보가 미리 설정된 제 3 임계 페가스 충전량 범위에 속하지 않고 미달하는 경우, 제 3 임계 페가스 충전량 범위의 최대값에서 제 3 페가스 충전량 정보의 차에 해당하는 "제 3 최대 충전 요청 페가스량 정보"와, 제 3 임계 페가스 충전량 범위의 최소값에서 제 3 페가스 충전량 정보의 차에 해당하는 "제 3 최소 충전 요청 페가스량 정보"를 연산한 뒤, 네트워크(20)를 통해 관리 장치(600)로 전송함으로써, 관리 장치(600)에 의해 경고음을 출력하거나, 네트워크(20)를 통해 관리자 단말(40)로 제 3 최대 충전 요청 페가스량 정보 및 제 3 최소 충전 요청 페가스량 정보를 전송함으로써, 작업자에 의한 관리자 단말(40)을 통한 신속한 다른 외부 추가 저장탱크와 제 2 저장탱크 사이의 파이프에 형성된 페가스조절밸브에 대한 제어를 통해 제 2 저장탱크로 페가스 충전이 원격으로 수행되거나 오프라인 상에서 신속하게 수행되도록 함으로써, 복수의 저장 탱크로 페가스를 효율적으로 관리할 뿐만 아니라, 페가스로 외부에서 발전소에 필요한 가스를 직접적으로 공급해 줄 수 있다.

[0074] 다음으로, 제 2 분석 및 제어 모듈(32)은 표면 온도 측정 정보에 대해서 미리 설정된 임계 표면 온도 측정 범위 내인지를 분석할 수 있다. 한편, 제 2 분석 및 제어 모듈(32)은 페가스 저장용기(540)의 표면을 전체적으로 덮고 있는 격자 형태의 온도센서로 이루어진 온도센싱수단으로부터 각 셀에 해당하는 표면 온도 측정 정보를 수신한 뒤, 페가스 저장용기(540)의 표면에 부착된 온도센싱수단의 배면에 형성된 각 온도센서와 1:1 또는 n:1(n은 2 이상의 자연수)에 대응하도록 격자 단위의 펠티어 소자로 이루어진 감온수단에 대한 각 격자 셀의 표면 온도 측정 정보를 기준으로 각 펠티어 소자에 대한 온도 조절 정보를 네트워크(20)를 통해 관리 장치(70)로 전송함으로써, 관리 장치(70)에 의한 온도 조절 정보에 맞게 각 펠티어 소자에 대한 제어가 수행되도록 함으로써, 저장용기(620)를 구성하는 각 탱크에 대한 과열로 인한 폭발을 예방할 수 있다.

[0075] 보다 구체적으로, 제 2 분석 및 제어 모듈(32)은 각 격자 셀에 대한 표면 온도 측정 정보에 대해서 각 격자 셀 별로 미리 설정된 임계 표면 온도 측정 범위에 해당하는지를 분석한 뒤, 격자 셀에 대한 표면 온도 측정 정보가 미리 설정된 임계 표면 온도 측정 범위에 속하는 경우 다음 주기에 센싱부(550)에 의해 페가스 저장용기(540)에 대한 표면 온도 측정을 대기한다.

[0076] 반대로, 제 2 분석 및 제어 모듈(32)은 각 격자 셀에 대한 표면 온도 측정 정보에 대해서 각 격자 셀 별로 미리 설정된 임계 표면 온도 측정 범위에 해당하는지를 분석한 뒤, 격자 셀에 대한 표면 온도 측정 정보가 미리 설정된 임계 표면 온도 측정 범위에 속하지 않는 경우, 표면 온도 측정 정보에서 미리 설정된 임계 표면 온도 측정 범위의 최대값과 최소값에 해당하는 값에 대한 차를 연산하여 표면 온도 조절 정보로 생성한다.

[0077] 이후, 제 2 분석 및 제어 모듈(32)은 표면 온도 측정 정보가 미리 설정된 임계 표면 온도 측정 범위의 최대값보다 큰 경우, 표면 온도 측정 정보에서 미리 설정된 임계 표면 온도 측정 범위의 최대값에 대한 차를 연산한 뒤, 표면 감온 온도 조절 정보로 생성하여, 연산치에 해당하는 펠티어 소자에 대한 온도 조절 정보로 네트워크(20)를 통해 관리 장치(600)로 전송하도록 제어할 수 있다.

[0078] 또한, 제 3 분석 및 제어 모듈(33)은 압력 측정 정보에 대해서 미리 설정된 임계 압력 측정 범위 내인지를 분석할 수 있다. 보다 구체적으로 제 3 분석 및 제어 모듈(33)은 센싱부(550)로부터 페가스 저장용기(540)의 내부에 페가스가 주입되도록 하는 제 1 가스배출수단파이프에 대한 제 1 압력 측정 정보와, 페가스 저장용기(540)로부터 발전소로 제공되는 제 2 가스배출수단파이프에 대한 제 2 압력 측정 정보를 수신한 뒤, 제 1 압력 측정 정보에 대해서 미리 설정된 제 1 임계 압력 측정 범위인지, 제 2 압력 측정 정보에 대해서 미리 설정된 제 2 임계 압력 측정 범위인지에 대한 분석을 수행할 수 있다.

[0079] 먼저, 제 3 분석 및 제어 모듈(33)은 제 1 압력 측정 정보가 제 1 임계 압력 측정 범위의 최소값보다 작은 경우, 제 1 임계 압력 측정 범위의 최소값에서 제 1 압력 측정 정보의 차에 해당하는 제 1 압력 조절값을 연산한 뒤, 제 1 압력 조절값을 제 1 가스배출수단파이프에 대한 제어를 위한 제 1 압력 제어 명령으로 네트워크(20)를 통해 관리 장치(600)로 전송함으로써, 하나의 관리 장치(600) 상에서 복수의 페가스 저장용기(540)를 관리하는 경우 제 1 가스배출수단파이프 전단에서 복수의 페가스 저장용기(540)의 각 탱크와 연결을 위해 형성된 밸브에 대한 제어를 통해 제 1 압력 조절값에 맞게 제 1 가스배출수단파이프 내의 압력값에 대한 제어가 수행되도록 할 수 있다.

[0080] 또한, 제 3 분석 및 제어 모듈(33)은 제 2 압력 측정 정보가 제 2 임계 압력 측정 범위의 최소값보다 작은 경우, 제 2 임계 압력 측정 범위의 최소값에서 제 2 압력 측정 정보의 차에 해당하는 제 2 압력 조절값을 연산한 뒤, 제 2 압력 조절값을 제 2 가스배출수단파이프에 대한 제어를 위한 제 2 압력 제어 명령으로 네트워크

(20)를 통해 관리 장치(600)로 전송함으로써, 하나의 관리 장치(600) 상에서 복수의 폐가스 저장용기(540)를 관리하는 경우 제 2 가스배출수단파이프 전단에서 복수의 폐가스 저장용기(540)의 각 탱크와 연결을 위해 형성된 밸브에 대한 제어를 통해 제 2 압력 조절값에 맞게 제 2 가스배출수단파이프 내의 압력값에 대한 제어가 수행되도록 할 수 있다.

[0082] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 방법 중 건조 과정을 나타내는 흐름도이다. 도 5를 참조하면, 건조 장치(500)는 입도 분리 장치(400)로부터 이동된 고체 연료 원재료인 가축분뇨를 발전소 또는 쓰레기 소각장 등 열 발생 시설에서 활용성이 떨어지는 폐열에 해당하는 건조 열풍을 이용하여 건조할 수 있으며, 즉 함수율이 기설정된 기준보다 높은 가축분뇨의 경우 탈수장치를 통해 1차 탈수를 진행을 수행할 수 있다(S11).

[0083] 단계(S11) 이후, 건조 장치(500)는 단계(S11)로부터 추출되는 가축분뇨를 고체연료로 성형할 수 있다(S12). 이때, 단계(S11)에서 건조된 건조 결과물의 성질에 따라 그 용도를 달리하도록 성형할 수 있으며, 앞서 설명한 바와 같이, 현장 사정에 따라 대량 생산이 요구되는 성형물(ex. 고체 연료)에 대해서는 그 생산이 집중될 수 있도록 가중치를 부여하여 해당 성형물의 특성에 맞는 등급분류가 이루어지도록 관리 장치(600)가 제어할 수 있다.

[0084] 단계(S12) 이후, 건조 장치(500)는 1차 탈수와 성형 이후에도 기설정된 기준보다 함수율이 높은 가축분뇨의 경우 외부 전력을 활용한 추가적으로 광파를 조사하거나 외주 열을 이용한 2차 건조작업을 수행할 수 있다(S13).

[0085] 한편, 관리 장치(600)는 센싱부(550)에 대한 데이터 송수신을 통해 제 1 건조모듈(510) 및 성형기(520)를 거친 고체 연료에 대해서 미리 설정된 제 1 함수율 이하의 가축분뇨로 제조된 고체 연료의 경우, 1등급 고체 연료로 분류하고, 제 1 함수율 내지 제 2 함수율의 경우 2등급 고체 연료로 분류하며, 함수율 제 3 함수율 내지 제 4 함수율의 경우, 3등급 고체 연료로 분류하는 방식(제 1 함수율에서 제 4 함수율로 갈수록 정량적 수치가 증가)으로 제 n 함수율 내지 제 n+1 함수율의 경우(n은 1 이상의 자연수) 제 n 등급 고체 연료로 분류함으로써, 각 등급에 따라 제 2 건조모듈(530)에 의한 건조시간, 광파의 세기 등을 달리 설정하여 건조과정을 진행할 수 있다.

[0086] 여기서, 관리 장치(600)는 자체의 DB에 있는 분산 파일 프로그램에 의해 각 DB에서 물리적 또는 논리적 객체로 분리된 DCS DB에 분산 저장된 수집 데이터를 알고리즘을 통해 분석하고 상태 관리 명령인 건조시간, 광파의 세기 조절명령을 내릴 수 있다. 보다 구체적으로, 관리 장치(600)에서 사용되는 알고리즘은 머신러닝 알고리즘으로 결정 트리(DT, Decision Tree) 분류 알고리즘, 랜덤 포레스트 분류 알고리즘, SVM(Support Vector Machine) 분류 알고리즘 중 하나일 수 있다.

[0087] 보다 구체적인 예시로, 관리 장치(600)는 분산 파일 프로그램에 의해 DCS DB에 분산 저장된 수집 데이터를 분석하여 그 분석한 결과로 다수의 특징 정보(형상 및 무게 등)를 추출하고 추출된 특징 정보를 복수의 머신러닝 알고리즘 중 적어도 하나 이상을 이용하여 학습하여 학습한 결과로 상태 관리 명령인 건조시간, 광파의 세기 조절명령의 정량적 수치를 분석할 수 있다.

[0088] 즉, 관리 장치(600)는 분산 파일 프로그램에 의해 DCS DB에 분산 저장된 수집 데이터를 분석하여 그 분석한 결과로 특징 정보인 형상에 대한 상술한 함수율과 같은 각 형상의 체적 별 등급을 분석할 수 있으며, 센싱부(550)에 추가로 형성된 중량센서를 이용한 중량정보에 대해서도 상술한 함수율로가 같은 각 중량 별 등급을 분석할 수 있다.

[0089] 이에 따라, 관리 장치(600)는 함수율, 형상, 그리고 중량에 대한 특징 정보에 대해서 빅데이터 기반으로 정보를 관리하는 고체 연료 제조 서버(30)로 네트워크(20)를 통해 액세스(access)를 수행함으로써, 고체 연료 제조 서버(30) 상의 각 파라미터인 함수율, 체적, 중량의 등급에 대한 매칭을 다른 수많은 고체 연료 제조 장치 그룹(10)에 대해서 누적된 빅데이터 기반, 그리고 추가적인 지리적 정보에 대한 가축분뇨의 성분 특성 및 처리 시간대의 특성을 이용하여 학습한 빅데이터 베이스의 DB 상의 셀(cell) 추출을 수행하여 학습하는 학습한 결과로 상태 관리 명령인 건조시간, 광파의 세기 조절명령의 정량적 수치를 분석할 수 있다.

[0090] 여기서, 관리 장치(600)는 정량적 수치 결과의 정확도 향상을 위해 다수의 상호 보완적인 머신러닝 알고리즘들로 구성된 앙상블 구조를 적용할 수 있다.

[0091] 결정 트리 분류 알고리즘은 트리 구조로 학습하여 결과를 도출하는 방식으로 결과 해석 및 이해가 용이하고, 데이터 처리 속도가 빠르며 탐색 트리 기반으로 룰 도출이 가능할 수 있다. DT의 낮은 분류 정확도를 개선하기 위한 방안으로 RF를 적용할 수 있다. 랜덤 포레스트 분류 알고리즘은 다수의 DT를 앙상블로 학습한 결과를 도출하는 방식으로, DT보다 결과 이해가 어려우나 DT보다 결과 정확도가 높을 수 있다. DT 또는 RF 학습을 통해 발생

가능한 과적합의 개선 방안으로 SVM을 적용할 수 있다. SVM 분류 알고리즘은 서로 다른 분류에 속한 데이터를 평면 기반으로 분류하는 방식으로, 일반적으로 높은 정확도를 갖고, 구조적으로 과적합(overfitting)에 낮은 민감도를 가질 수 있다.

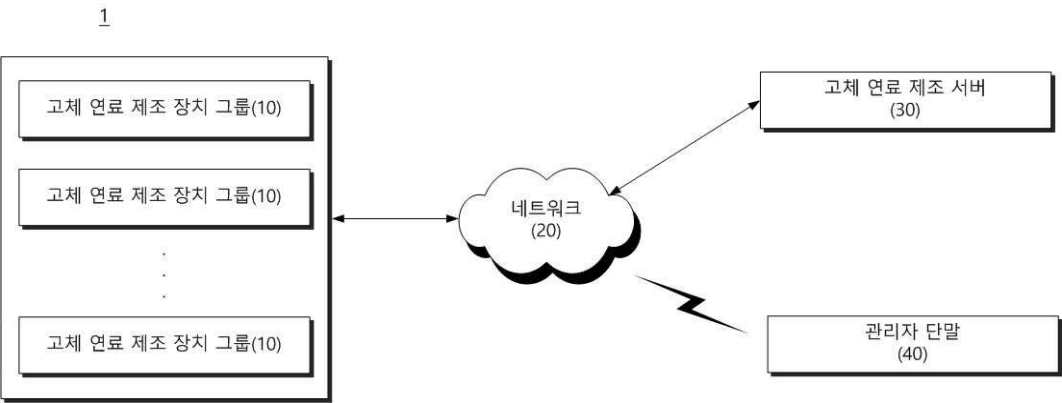
- [0092] 머신러닝 이후 관리 장치(600)는 정제된 데이터를 활용해 딥러닝 수행을 수행하여, 딥러닝 방식은 각 고체 연료 제조 장치 그룹(10)에 의한 상태 관리 명령인 건조시간, 광파의 세기 조절명령의 정량적 수치를 분석하여 형성된 패턴 데이터별 반복 작업시 하나의 전체 프로세스에 소요되는 시간인 사이클 타임(Cycle time)과, 각 공정시간의 최대 시간인 택트 타임(Tact time)의 감소를 최소화하는 방식으로 각 상태 관리 명령인 건조시간, 광파의 세기 조절명령 추출을 위한 공정 파라미터에 대한 딥러닝 알고리즘 프로그램의 변환 및 적용에 따라 수행될 수 있다.
- [0093] 이와 같이 가축분뇨를 이용하여 제조된 고체 연료 탄소저장/순환 기능이 우수하기 때문에 온실가스를 줄이는 효과가 있고, 고체 연료를 생산하는 공정을 확보하게 되면 탄소배출권에 따른 인센티브를 확보할 수 있는 추가 효과도 얻을 수 있다.
- [0094] 또한, 가축분뇨로부터 얻어지는 고체 연료를 분체 또는 펠렛 등의 형태로 제조하여 농업 시설이나 농촌 가구에서 겨울철 난방 연료를 대체하여 사용할 수 있으므로 온실가스 감축량 인정이 될 수 있다. 예를 들어 화력발전소 폐열을 온실 냉난방 시스템으로 이산화탄소 배출저감효과가 약 62% 정도로 예상할 수 있으며, 소각장 폐열을 활용할 경우 경유 난방 대비하여 난방에너지 절감이 약 1.56억원/년 정도 될 것으로 기대된다.
- [0096] 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.
- [0097] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다.
- [0098] 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있다.
- [0100] 이상과 같이, 본 명세서와 도면에는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 개시하였으며, 비록 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

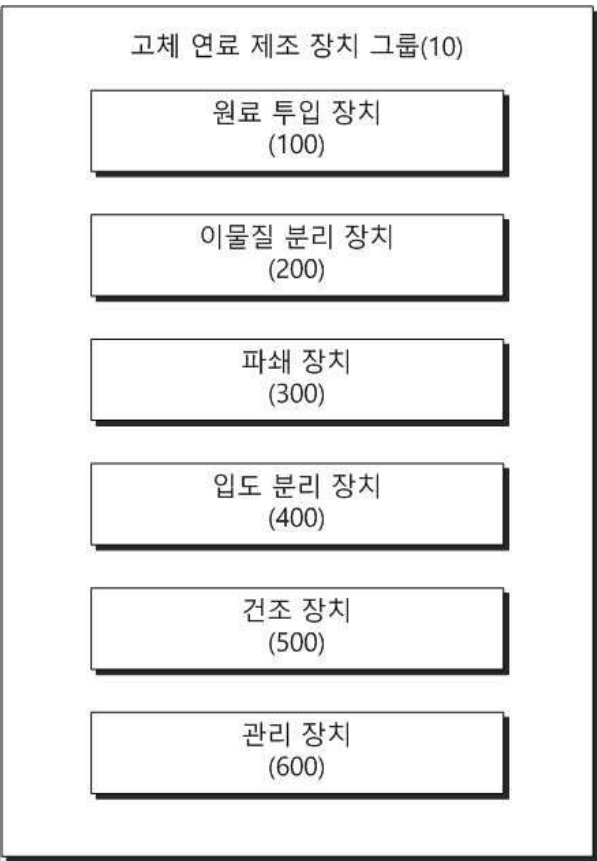
- [0102] 1 : 발전소 폐열을 이용한 가축분뇨로부터 자원순환형 고체 연료의 제조 시스템
- | | |
|---------------------|-----------------|
| 10 : 고체 연료 제조 장치 그룹 | 20 : 네트워크 |
| 30 : 고체 연료 제조 서버 | 40 : 관리자 단말 |
| 100 : 원료 투입 장치 | 200 : 이물질 분리 장치 |
| 300 : 파쇄 장치 | 400 : 입도 분리 장치 |
| 500 : 건조 장치 | 510 : 건조모듈 |
| 520 : 성형기 | 530 : 폐가스 저장용기 |
| 540 : 센싱부 | 600 : 관리 장치 |

도면

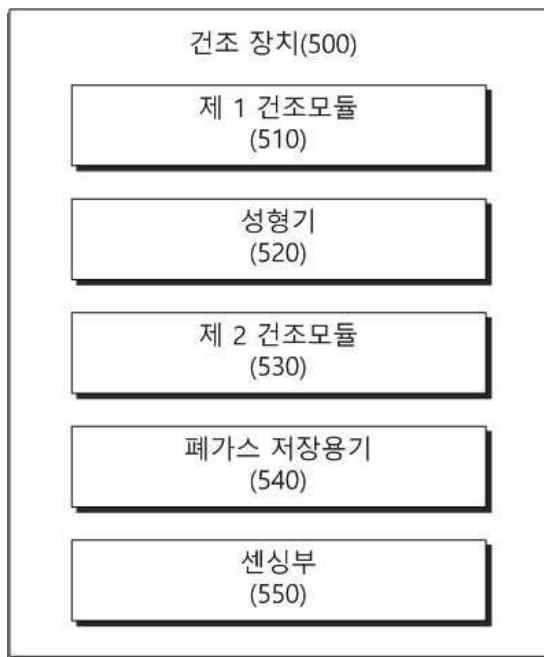
도면1



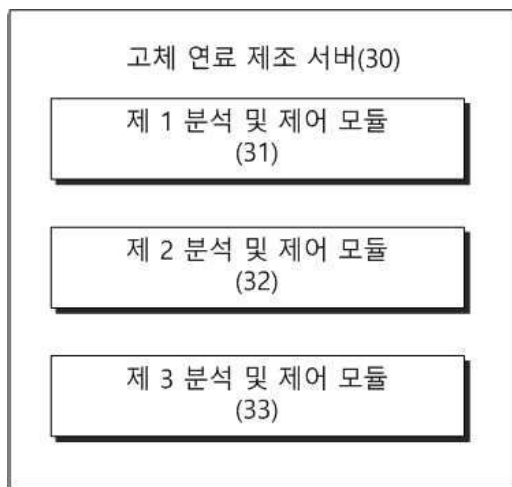
도면2



도면3



도면4



도면5

