



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년09월18일
(11) 등록번호 10-2157483
(24) 등록일자 2020년09월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F23K 3/00 (2020.01)
(52) CPC특허분류
F23K 3/00 (2013.01)
F23K 2201/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0132314
(22) 출원일자 2018년10월31일
심사청구일자 2018년10월31일
(65) 공개번호 10-2019-0050291
(43) 공개일자 2019년05월10일
(30) 우선권주장
JP-P-2017-212874 2017년11월02일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2012093007 A*
JP2012112595 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
미즈비시 파워 가부시키키가이샤
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3초메 3-1
(72) 발명자
우에다 유야
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3초메 3-1 미즈비시 히타치 파워 시스템즈 가부시
키키가이샤 내
츠츠바 다카시
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3초메 3-1 미즈비시 히타치 파워 시스템즈 가부시
키키가이샤 내
(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 4 항

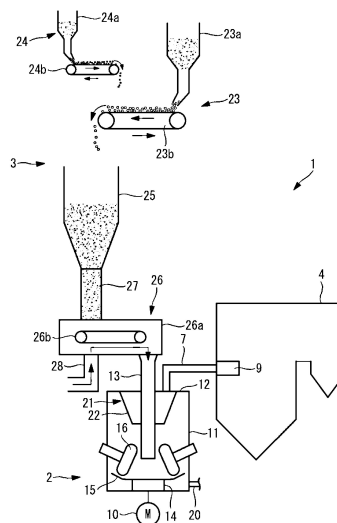
심사관 : 유영철

(54) 발명의 명칭 고체 연료 공급 장치 및 연소 설비 및 고체 연료 공급 장치의 운전 방법

(57) 요약

저류부를 통과하는 분쇄기의 내부로부터의 공기의 양을 억제하여, 분쇄기 내부의 압력을 바람직하게 유지하는 동시에, 설치 비용의 증대의 억제 및 메인テナンス성의 악화의 억제를 도모하는 것을 목적으로 한다. 고체 연료 공급 장치(3)는, 고체 연료를 분쇄한 미분 연료를 보일러 본체(4)에 공급하는 분쇄기(2)에 대해서, 고체 연료로서 석탄 혼합 바이오매스 연료를 공급한다. 고체 연료 공급 장치(3)는, 분쇄기(2)의 내부에 공급하는 석탄 혼합 바이오매스 연료를 저류하는 병커(25)와, 병커(25)에 바이오매스 연료를 반송하는 바이오매스 연료 반송 장치(23)와, 병커(25)에 반송되는 바이오매스 연료와 석탄을 혼합하는 석탄 공급 장치(24)를 구비하고 있다. 석탄 공급 장치(24)는, 병커(25)에 저류되는 석탄 혼합 바이오매스 연료에 있어서의 석탄의 혼합 비율이 4 중량% 이상 50 중량% 이하가 되도록 석탄을 혼합한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
F23K 2201/50 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

고체 연료를 분쇄한 미분 연료를 보일러에 공급하는 분쇄기에 대해서, 상기 고체 연료로서 바이오매스 연료 및 석탄을 공급하는 고체 연료 공급 장치에 있어서,
 상기 분쇄기의 내부에 공급하는 상기 고체 연료를 저류하는 저류부와,
 상기 저류부에 상기 바이오매스 연료를 반송하는 바이오매스 연료 반송부와,
 상기 저류부에 반송되는 상기 바이오매스 연료에 상기 석탄을 혼합하는 석탄 혼합부를 구비하고,
 상기 석탄 혼합부는 상기 저류부에 저류되는 상기 고체 연료에 있어서의 상기 석탄의 혼합 비율이 4 중량% 이상 50 중량% 이하가 되도록 상기 석탄을 혼합하고,
 상기 저류부와 상기 분쇄기 사이에 마련되고, 상기 저류부에 저류된 상기 고체 연료를 상기 분쇄기에 공급하는 공급부와,
 상기 공급부 내의 온도를 측정하는 온도 측정기를 구비하고,
 상기 석탄 혼합부는 상기 온도 측정기가 측정한 온도에 근거하여, 상기 석탄의 혼합 비율을 변화시키는 고체 연료 공급 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 석탄 혼합부는 상기 저류부에 저류되는 상기 고체 연료에 있어서의 상기 석탄의 혼합 비율이 5 중량% 이상 10 중량% 이하가 되도록 상기 석탄을 혼합하는 고체 연료 공급 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 고체 연료 공급 장치와,
 상기 고체 연료 공급 장치에 의해서 공급된 상기 고체 연료를 분쇄하는 분쇄기와,
 상기 분쇄기로 분쇄한 상기 고체 연료가 공급되는 연소부를 구비하는 연소 설비.

청구항 5

고체 연료를 분쇄한 미분 연료를 보일러에 공급하는 분쇄기에 대해서, 상기 고체 연료로서 바이오매스 연료 및 석탄을 공급하는 고체 연료 공급 장치의 운전 방법에 있어서,
 상기 고체 연료 공급 장치는 상기 분쇄기의 내부에 공급하는 상기 고체 연료를 저류하는 저류부를 구비하고,
 상기 저류부에 상기 바이오매스 연료를 반송하는 바이오매스 연료 반송 공정과,
 상기 저류부에 반송되는 상기 바이오매스 연료에 상기 석탄을 혼합하는 석탄 혼합 공정을 구비하며,
 상기 석탄 혼합 공정에서는, 상기 저류부에 저류되는 상기 고체 연료에 있어서의 상기 석탄의 혼합 비율이 4 중량% 이상 50 중량% 이하가 되도록 상기 석탄을 혼합하고,

상기 고체 연료 공급 장치는,

상기 저류부와 상기 분쇄기 사이에 마련되고, 상기 저류부에 저류된 상기 고체 연료를 상기 분쇄기에 공급하는 공급부와,

상기 공급부 내의 온도를 측정하는 온도 측정기를 구비하고,

상기 온도 측정기가 측정한 온도에 근거하여, 상기 석탄의 혼합 비율을 변화시키는 고체 연료 공급 장치의 운전 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 분쇄기에 탄소 함유의 고체 연료를 공급하는 고체 연료 공급 장치 및 연소 설비 및 고체 연료 공급 장치의 운전 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 보일러나 석탄 가스화 복합 발전 설비(IGCC : Integrated Coal Gasification Combined Cycle) 등의 연소 장치에 공급되는 탄소 함유의 고체 연료 중, 바이오매스 연료는, 바이오매스의 성장 과정에 있어서 이산화탄소를 달라붙게 하므로 탄소중립(carbon neutral)으로 여겨져서, 화석 연료를 사용하는 보일러 등의 이산화탄소 배출량의 삭감 대책의 하나로써 주목받고 있다. 목질계 등의 바이오매스 연료는, 칩이나 펠릿(pellet) 상태로 분쇄기에 도입되고, 분쇄기로 분쇄되고 나서 보일러에 마련된 버너 등에 공급된다.

[0003] 바이오매스 연료를 분쇄하는 분쇄기에는, 예를 들면, 특허문헌 1의 장치가 있다. 특허문헌 1에서는, 트럭으로 수송된 바이오매스 연료가, 여러 가지의 장치를 거쳐서 공급 호퍼에 투입되어 저장된다. 공급 호퍼에 저장된 바이오매스 연료는, 공급 피더를 거쳐서 소정량씩 계량 벨트 컨베이어에 배출되고, 또한 이 계량 벨트 컨베이어에 의해 정량이 재어진 다음에 더블 플랩 게이트(double flap gate)를 거쳐서 수형 롤러 밑에 공급된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 공개 특허 번호 제 2008-208360 호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그런데, 분쇄 전의 바이오매스 연료의 칩이나 펠릿은 입경(粒徑)이 크고, 한편, 경량이므로, 바이오매스 연료를 공급 호퍼 등의 저류부에 저류했을 때에, 각 바이오매스 연료 사이에 형성되는 간극(바이오매스 연료와 인접하는 바이오매스 연료 사이에 형성되는 간극)이 커진다.

[0006] 통상, 분쇄기의 내부에는, 분쇄한 고체 연료인 미분 연료를 반송하기 위한 반송용 가스가 공급되고 있기 때문에 압력이 높아지고 있다. 또한, 저류부는 분쇄기의 내부에 고체 연료를 공급하기 위해서, 분쇄기의 내부와 연통하고 있다.

[0007] 이에 의해, 바이오매스 연료만이 저류부에 저류되어 있는 경우에는, 분쇄기 내부로부터 뿜어올려지는 공기 등의 반송용 가스와 미분 연료가 각 바이오매스 연료 사이에 형성되는 간극을 통과해 버리는 것을 저지하기 위한 저류부에 있어서의 시일성이 저감하고, 분쇄기 내부의 압력이 저하할 가능성이 있다. 반송용 가스가 저류부에 붙어 지나가면, 저류부에서의 바이오매스 반송성의 약화나 분진 발생, 또한, 분쇄기 내부의 압력이 저하하면, 미분 연료의 반송량이 저하하는 등 분쇄기의 운전에 여러 가지의 문제가 생길 가능성이 있다.

[0008] 상기 특허문헌 1의 장치에서는, 수형 롤러 밑과 공급 피더 사이에 더블 플랩 게이트를 거쳐서, 수형 롤러 밑 내의 공기가 공급 피더를 통과하지 않도록 하고 있다. 그렇지만, 수형 롤러 밑과 공급 피더 사이에, 더블 플랩 게이트를 설치하고 있으므로, 설치 비용이 증대하고, 또한, 더블 플랩 게이트에 대한 메인テナンス가 필요하기 때

문에, 수형 롤러 밀의 운용성이 저하할 가능성이 있다.

[0009] 본 발명은 이러한 사정에 비추어 이루어진 것이며, 저류부를 통과하는 분쇄기의 내부로부터의 반송용 가스와 미분 연료의 뿔어올려짐에 의한 역류의 유량을 억제하는 것에 의해, 분쇄기 내부의 압력을 바람직하게 유지하고, 설치 비용의 증대의 억제 및 운용성의 저하의 억제를 도모할 수 있는 고체 연료 공급 장치 및 연소 설비 및 고체 연료 공급 장치의 운전 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 고체 연료 공급 장치 및 연소 설비 및 고체 연료 공급 장치의 운전 방법은 이하의 수단을 채용한다.

[0011] 본 발명의 일 태양에 따른 고체 연료 공급 장치는, 고체 연료를 분쇄한 미분 연료를 보일러에 공급하는 분쇄기에 대해서, 상기 고체 연료로서 바이오매스 연료 및 석탄을 공급하는 고체 연료 공급 장치로서, 상기 분쇄기의 내부에 공급하는 상기 고체 연료를 저류하는 저류부와, 상기 저류부에 바이오매스 연료를 반송하는 바이오매스 연료 반송부와, 상기 저류부에 반송되는 상기 바이오매스 연료에 석탄을 혼합하는 석탄 혼합부를 구비하고, 상기 석탄 혼합부는, 상기 저류부에 저류되는 상기 고체 연료에 있어서의 상기 석탄의 혼합 비율이 4 중량% 이상 50 중량% 이하가 되도록 상기 석탄을 혼합한다.

[0012] 상기 구성에서는, 저류부에 반송되는 바이오매스 연료에 대해서, 석탄을 혼합하고 있다. 따라서, 저류부에 저류되어 있는 고체 연료는, 바이오매스 연료와 석탄이 혼합한 것으로 된다. 석탄은 바이오매스 연료보다 입경이 작기 때문에, 저류부에 저류되어 있는 각 바이오매스 연료 사이에 형성되는 간극에 들어간다. 이에 의해, 각 바이오매스 연료 사이에 형성되는 간극을 석탄이 막게 되므로, 공기 등의 반송용 가스와 미분 연료가 저류부를 통과하기 어려워져서, 저류부를 통과하는 분쇄기 내부로부터 반송용 가스와 미분 연료가 뿔어올려져서 역류하는 유량을 억제할 수 있다. 따라서, 분쇄기 내부의 압력을 바람직하게 유지할 수 있다.

[0013] 또한, 바이오매스 연료보다 입경이 작은 석탄을 혼합하는 것에 의해, 저류부에 저류되어 있는 고체 연료 전체의 표면적이 증대한다. 저류부에 저류되어 있는 고체 연료 전체의 표면적이 증대하면, 저류된 고체 연료의 간극을 통과하는 반송용 가스와 미분 연료의 압력 손실이 증대한다. 이에 의해, 반송용 가스와 미분 연료가 저류부를 통과하기 어려워지므로, 저류부를 통과하는 분쇄기의 내부로부터 반송용 가스와 미분 연료가 뿔어올려져서 역류하는 유량을 억제할 수 있다. 따라서, 분쇄기 내부의 압력을 바람직하게 유지할 수 있다.

[0014] 또한, 저류부나, 저류부와 분쇄기 사이에, 저류부를 통과하는 분쇄기의 내부로부터 반송용 가스와 미분 연료가 뿔어올려져서 역류하는 유량을 억제하기 위한 로터리 밸브 등이 특별한 장치를 마련할 필요가 없기 때문에, 설치 비용의 증대의 억제 및 메 운용성의 저하의 억제를 도모할 수 있다.

[0015] 또한, 석탄 혼합부는 저류부에 저류되는 고체 연료에 있어서의 석탄의 혼합 비율이 4 중량% 이상 50 중량% 이하가 되도록 석탄을 혼합하고 있으므로, 바이오매스 연료를 주체로 한 고체 연료를 보일러에 공급할 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 태양에 따른 고체 연료 공급 장치는, 상기 석탄 혼합부는 상기 저류부에 있어서 저류되는 상기 고체 연료에 있어서의 상기 석탄의 혼합 비율이 5 중량% 이상 10 중량% 이하가 되도록 상기 석탄을 혼합해도 좋다.

[0017] 혼합하는 석탄의 혼합 비율이 적으면 저류부에 저류되어 있는 각 바이오매스 연료 사이에 형성되는 간극에 충분히 석탄이 들어가지 않고, 해당 간극을 분쇄기의 내부로부터 반송용 가스와 미분 연료가 통과해버려서, 분쇄기 내부의 압력을 바람직하게 유지할 수 없을 가능성이 있다.

[0018] 한편, 혼합하는 석탄의 혼합 비율이 많으면 예를 들면, 분쇄기를 바이오매스 연료의 처리에 적절한 구성(예를 들면, 하우징 형상, 분쇄 테이블의 회전 속도나 회전식 분급기의 회전 속도 등)으로 하고 있는 경우에는, 바이오매스 연료와 성질이 다른 석탄을 적절하게 처리할 수 없을 가능성이 있다. 분쇄기에 있어서 적절하게 처리할 수 없는 석탄의 미분 연료가 증가하면, 보일러의 운전 상태가 바뀌어 연소성의 저하를 초래할 가능성이 있다.

[0019] 그래서 상기 구성에서는, 혼합되는 석탄의 혼합 비율이 5 중량% 이상 10 중량% 이하로 하고 있다. 이에 의해, 분쇄기 내부의 압력을 바람직하게 유지하는 동시에, 보일러의 운전 상태의 저하도 방지할 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 일 태양에 따른 고체 연료 공급 장치는, 상기 저류부와 상기 분쇄기 사이에 마련되고, 상기 저류부에 저류된 상기 고체 연료를 상기 분쇄기에 공급하는 공급부와, 상기 공급부 내의 온도를 계측하는 온도 계측기를 구비하고, 상기 석탄 혼합부는, 상기 온도 계측기가 계측한 온도에 근거하여, 상기 석탄의 혼합 비율을

변화시켜도 좋다.

- [0021] 분쇄기 내에는 고온의 반송용 가스가 공급되고 있으므로, 분쇄기 내의 공기 등의 반송용 가스의 온도는 높아진다.
- [0022] 상기 구성에서는, 공급부는 저류부와 분쇄기 사이에 마련되어 있으므로, 분쇄기 내의 반송용 가스와 미분 연료가 저류부를 통과할 때, 공급부 내도 유통하게 된다. 분쇄기 내는, 고온의 반송용 가스가 유통하고 있는 관계로, 분쇄기 내의 반송용 가스의 온도는 높기 때문에, 공급부 내를 분쇄기 내의 반송용 가스와 미분 연료가 유통하면, 공급부 내의 온도가 상승한다. 상기 구성에서는, 온도 계측기가 공급부 내의 온도를 계측하고 있다. 따라서, 공급부 내의 온도에 의해서 분쇄기 내의 반송용 가스와 미분 연료가 역류하여 저류부를 통과하고 있는지 아닌지를 확실하게 검지할 수 있다. 또한, 계측한 온도에 근거하여, 석탄의 혼합 비율을 변화시키고 있으므로, 저류부를 통과하는 반송용 가스와 미분 연료 유량에 따라 석탄의 혼합 비율을 적절하게 조정할 수 있어서, 보다 바람직하게 저류부를 통과하는 분쇄기의 내부로부터의 반송용 가스와 미분 연료가 뿔어올려져서 역류하는 유량을 억제할 수 있다.
- [0023] 또한, 공급부는, 저류부와 분쇄기 사이에 마련되어 있으므로, 반송용 가스가 뿔어올려져서 역류가 발생하는 경우에는, 비교적 분쇄기 근방의 온도를 온도 계측기가 계측하고 있으므로, 반송용 가스가 타 구조물 등에서 크게 냉각되지 않고, 비교적 높은 온도인 채로 온도 계측기가 계측하여 감지할 수 있다. 따라서, 온도 계측기가 온도를 계측할 때에, 다른 환경의 영향을 받기 어렵다. 따라서, 정확하게 저류부를 반송용 가스와 미분 연료가 통과하고 있는지 아닌지를 판단할 수 있다.
- [0024] 또한, 본 발명의 일 태양에 따른 연소 설비는, 상술의 어느 하나에 기재된 고체 연료 공급 장치와, 상기 고체 연료 공급 장치에 의해서 공급된 고체 연료를 분쇄하는 분쇄기와, 상기 분쇄기로 분쇄한 상기 고체 연료가 공급되는 연소부를 구비하고 있다.
- [0025] 상기 구성에 의하면, 저류부를 통과하는 분쇄기의 내부로부터 반송용 가스와 미분 연료가 뿔어올려져서 역류하는 유량을 억제하는 것에 의해, 분쇄기 내부의 압력을 바람직하게 유지할 수 있다. 이에 의해, 분쇄기(2)에 공급되는 석탄 바이오매스 연료의 공급을 안정화하고, 분쇄기에서 바람직하게 고체 연료를 처리할 수 있다. 따라서, 연소부에 공급되는 미분 연료의 성질 및 상태를 적절하게 하여, 연소 설비 전체의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명의 일 태양에 따른 고체 연료 공급 장치의 운전 방법은, 고체 연료를 분쇄한 미분 연료를 보일러에 공급하는 분쇄기에 대해서, 상기 고체 연료로서 바이오매스 연료 및 석탄을 공급하는 고체 연료 공급 장치의 운전 방법으로서, 상기 고체 연료 공급 장치는, 상기 분쇄기의 내부에 공급하는 상기 고체 연료를 저류하는 저류부를 구비하고, 상기 저류부에 바이오매스 연료를 반송하는 바이오매스 연료 반송 공정과, 상기 저류부에 반송되는 상기 바이오매스 연료에 석탄을 혼합하는 석탄 혼합 공정을 구비하며, 상기 석탄 혼합 공정에서는, 상기 저류부에 저류되는 상기 고체 연료에 있어서의 상기 석탄의 혼합 비율이 4 중량% 이상 50 중량% 이하가 되도록 상기 석탄을 혼합한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명에 의하면, 저류부를 통과하는 분쇄기의 내부로부터의 반송용 가스와 미분 연료의 뿔어올려짐에 의한 역류의 유량을 억제하는 것에 의해, 분쇄기 내부의 압력을 바람직하게 유지하고, 설치 비용의 증대의 억제 및 운용성의 저하의 억제를 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 보일러 설비의 개략 구성도,
- 도 2는 석탄의 혼합 비율과 시일성의 관계 및 석탄의 혼합 비율과 연소성의 관계를 나타내는 그래프,
- 도 3은 대입경(大粒徑)의 정연 배치 상태의 모델을 도시하는 도면,
- 도 4는 소입경(小粒徑)의 조밀 배치 상태의 모델을 도시하는 도면,
- 도 5는 소립자율과 시일성의 관계를 나타내는 그래프,
- 도 6은 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 보일러 설비의 개략 구성도,

도 7은 석탄의 혼합 비율 변경 처리를 나타내는 플로차트.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하에, 본 발명에 따른 고체 연료 공급 장치 및 보일러 설비 및 고체 연료 공급 장치의 운전 방법의 일 실시형태에 대해서, 도면을 참조하여 설명한다.
- [0030] [제 1 실시형태]
- [0031] 이하, 본 발명의 제 1 실시형태에 대해서, 도 1을 이용하여 설명한다.
- [0032] 도 1에는 본 실시형태에 따른 분쇄기(2), 고체 연료 공급 장치(3) 및 보일러 본체(연소부)(4)를 구비한 보일러 설비(1)가 도시되어 있다. 또한, 본 실시형태에서는 상방으로는 연직 상측 방향을, 하방으로는 연직 하측 방향을 나타내고 있다.
- [0033] 보일러 설비(연소 설비)(1)는, 보일러 본체(4)에 마련되는 버너(9)에 공급하는 고체 연료인 바이오매스 연료를 주로 분쇄하는 분쇄기(2)를 구비하고 있다. 여기서, 바이오매스 연료란, 재생 가능한 생물 유래의 유기성 자원이며, 예를 들면, 간벌재(間伐材), 폐재목(廢材木), 유목(流木), 초류(草類) 등의 목질계 바이오매스 연료, 폐기물, 탈수 진흙, 타이어 등의 비목질계 바이오매스 연료 등이다. 또한, 바이오매스 연료는, 이들을 원료로 한 펠릿 형상이나 칩 형상의 리사이클 연료 등을 포함하고, 여기에 제시한 것에 한정되지 않는다.
- [0034] 분쇄기(2)에는 분쇄물 공급관(7)이 접속되어 있어서, 분쇄기(2)에서 분쇄된 바이오매스 연료의 미분 연료가, 반송용 가스가 되는 가열 공기와 함께 분쇄물 공급관(7)을 거쳐서 보일러 본체(4)에 마련된 버너(9)에 안내되도록 되어 있다.
- [0035] 보일러 본체(4) 내의 화로에 버너(9)에 의해서 화염이 형성되어, 보일러 본체(4) 내의 도시하지 않는 열교환기에 의해서 증기가 생성한다. 생성된 증기는, 도시하지 않는 증기 터빈으로 안내되어 증기 터빈을 회전 구동한다. 증기 터빈이 회전 구동하면, 증기 터빈의 회전축에 결합된 도시하지 않는 발전기가 회전하여, 발전이 실행된다.
- [0036] 다음에, 분쇄기(2)에 대해서 설명한다.
- [0037] 분쇄기(2)의 외각(外殼)을 구성하는 하우징(11)은, 수형의 대략 원통 중공 형상을 이루고, 천정부(12)의 중앙부에 연료 공급관(13)이 장착되어 있다. 이 연료 공급관(13)은, 고체 연료 공급 장치(3)로부터 안내된 소정량의 석탄이 혼합된 바이오매스 연료(이하, 「석탄 혼합 바이오매스 연료」라고 함. 석탄의 혼합 방법 등에 대해서는 후술함)를 하우징(11) 내에 공급하는 것이며, 하우징(11)의 중심 위치에 상하 방향(연직 방향)에 따라 배치되고, 하단부가 하우징(11) 내부까지 연장되어 마련되어 있다.
- [0038] 하우징(11) 내에는 가대(14)가 설치되고, 이 가대(14) 상에 분쇄 테이블(15)이 회전 가능하게 배치되어 있다. 분쇄 테이블(15)의 중앙에 대해서 연료 공급관(13)의 하단부가 대향하도록 배치되어 있다. 연료 공급관(13)은, 석탄 혼합 바이오매스 연료를 상방으로부터 하방의 분쇄 테이블(15)을 향해 공급한다. 분쇄 테이블(15)은 상하 방향(연직 방향)의 중심 축선을 중심으로 회전 자재인 동시에, 구동 장치(10)에 의해 회전 구동되도록 되어 있다.
- [0039] 분쇄 테이블(15)의 상방에는, 대향하여 복수(예를 들면, 3개)의 분쇄 롤러(16)이 배치되어 있다. 각 분쇄 롤러(16)는, 분쇄 테이블(15)의 외주부의 상방에, 둘레 방향으로 균등한 간격으로 배치되어 있다[또한, 도 1에서는 도시된 관계 상 2개의 분쇄 롤러(16)만이 개시되어 있음]. 분쇄 롤러(16)는, 외주면이 분쇄 테이블(15)의 상면에 접촉한 상태로 이 분쇄 테이블(15)이 회전하면, 분쇄 테이블(15)로부터 회전력을 받아서 함께 회전하도록 되어 있다. 연료 공급관(13)으로부터 석탄 혼합 바이오매스 연료가 공급되면, 분쇄 롤러(16)와 분쇄 테이블(15) 사이에 석탄 혼합 바이오매스 연료가 가압되어 분쇄되어서 미분 연료가 된다.
- [0040] 하우징(11)의 하부에는, 반송용 가스 공급관(20)이 접속되어 있다. 반송용 가스 공급관(20)에 의해서 공급된 반송용 가스는, 하우징(11) 내에 안내되어 분쇄 테이블(15)의 하방에 위치하는 공간에 공급된다. 반송용 가스는 반송하는 고체 연료의 예열 및 건조를 위해서 고온으로 되어 있고, 예를 들면, 약 120도(℃) 내지 150도(℃) 정도로 설정되어 있다. 따라서, 분쇄 테이블(15)의 하방에 위치하는 공간의 온도는 약 120도 내지 150도 정도가 된다. 본 실시형태에 있어서의 반송용 가스는 예를 들면, 도시하지 않는 송풍기 등에서 송풍되는 공기를 이용한다. 또한, 보일러 본체(4)의 연소 가스를 열원으로 하는 도시하지 않는 공기 예열기 등의 열교환기(가열기)를 경유하여 공급되는 가열된 공기를 혼합하여, 반송용 가스의 온도를 조정해도 좋다.

- [0041] 하우징(11)의 상부에는, 회전식 분급기(21)가 마련되어 있다. 회전식 분급기(21)는 연료 공급관(13)을 둘러싸도록 배치되고, 구동 장치(도시 생략)로부터의 구동력에 의해서, 연료 공급관(13)의 주위를 회전한다. 회전식 분급기(21)의 회전에 따라, 그 외주측에 장착된 복수의 핀(22)이 둘레 방향으로 회전한다. 분쇄 테이블(15)과 분쇄 롤러(16)에 의해서 분쇄된 분쇄물은, 분쇄 테이블(15)의 하방으로부터 분쇄 테이블(15)의 외주측을 따라 상승하는 반송용 가스의 흐름에 의해서 상방으로 감아올려진다. 감아올려진 분쇄물 중 비교적 큰 직경의 분쇄물은, 핀(22)에 의해서 두드러 떨어져서, 분쇄 테이블(15)에로 되돌려져서 다시 분쇄된다. 이에 의해, 회전식 분급기(21)에 의해서 분쇄물이 분급되어 미분 연료가 된다. 또한, 반송용 가스는, 하우징(11) 내에 있어서, 분쇄물을 건조하면서 반송하는 것에 의해서 냉각시키므로, 하우징(11)의 상부 공간의 온도는 예를 들면, 약 60도 정도가 된다.
- [0042] 천정부(12)에는 복수개의 분쇄물 공급관(7)이 접속되어 있다. 분쇄물 공급관(7)은, 회전식 분급기(21)에 의해서 분급된 후의 미분 연료를 배출하고, 배출된 미분 연료를 혼합한 반송용 가스를 보일러 본체(4)의 버너(9)에로 안내한다. 복수개의 분쇄물 공급관(7)은, 천정부(12)에 대응하여 마련된 복수의 개구부에 각각 접속된다. 분쇄물 공급관(7)의 수는, 분쇄기(2)의 사이즈나 분쇄 용량에 따라 변경하지만, 대략 2개 내지 8개의 범위에 있고, 4개 내지 6개의 경우가 많다. 또한, 도 1에서는, 도시의 관계상 1개만을 도시하고 있다.
- [0043] 고체 연료 공급 장치(3)는 사일로(도시 생략)에 저장된 바이오매스 연료를 병커(저류부)(25)에 반송하는 바이오매스 연료 반송 장치(바이오매스 연료 반송부)(23)와, 바이오매스 연료 반송 장치(23)에 의해서 반송되는 바이오매스 연료에 대해서 대략 균일하게 석탄을 뿌려서 필요량의 석탄을 혼합하는 석탄 공급 장치(석탄 혼합부)(24)와, 석탄 공급 장치(24)에 의해서 석탄이 혼합된 석탄 혼합 바이오매스 연료를 저류하는 병커(25)와, 병커(25)로부터 도입된 석탄 혼합 바이오매스 연료를 분쇄기(2)에 공급하는 고체 연료 공급기(공급부)(26)를 구비한다. 또한, 고체 연료 공급 장치(3)는, 병커(25)의 하단과 고체 연료 공급기(26)를 직접 접속하는 다운스파우트(저류부)(27)와, 고체 연료 공급기(26) 내에 공기나 불활성 가스 등의 시일 가스를 공급하는 시일 가스 공급관(28)을 구비되어 있다.
- [0044] 바이오매스 연료 반송 장치(23)는 사일로로부터의 바이오매스 연료를 일시적으로 저류하는 바이오매스 연료 호퍼(23a)와 제 1 벨트 컨베이어(23b)를 갖는다. 바이오매스 연료 반송 장치(23)는, 바이오매스 연료 호퍼(23a)로부터의 바이오매스 연료를 제 1 벨트 컨베이어(23b) 상에 실어서 반송한다. 또한, 바이오매스 연료 반송 장치(23)로 반송되고 있는 상태에서는, 바이오매스 연료는 분쇄 전이므로 펠릿 상태이다. 펠릿의 사이즈는 예를 들면, 직경 6mm 내지 8mm 정도이며, 길이는 40mm 이하 정도이다. 또한, 바이오매스 연료를 병커(25)에 공급하는 공급량은, 제 1 벨트 컨베이어(23b)의 벨트 속도로 조정된다.
- [0045] 석탄 공급 장치(24)는, 석탄을 일시적으로 저류하는 석탄 호퍼(24a)와 제 2 벨트 컨베이어(24b)를 갖고, 제 2 벨트 컨베이어(24b)의 하류단부가 예를 들면, 제 1 벨트 컨베이어(23b)의 상방에 위치하도록 배치되어 있다. 석탄 공급 장치(24)는, 석탄 호퍼(24a)로부터의 석탄을 제 2 벨트 컨베이어(24b) 상에 실어 반송하는 제 2 벨트 컨베이어(24b)의 벨트 속도로 석탄 연료의 공급 유량을 조정한다. 그리고, 제 2 벨트 컨베이어(24b)의 하류단부로부터 하방으로 석탄을 낙하시켜서, 제 1 벨트 컨베이어(23b) 상에 실려 있는 바이오매스 연료에 대해서 석탄을 대략 균일하게 뿌린다. 석탄 공급 장치(24)는, 병커(25)에 저류되는 석탄 혼합 바이오매스 연료에 있어서의 석탄의 혼합 비율이 예를 들면, 4 중량% 이상 50 중량% 이하, 더욱 바람직하게는 5 중량% 이상 10 중량% 이하가 되도록 석탄을 혼합한다.
- [0046] 또한, 석탄 공급 장치(24)에서 공급되는 상태의 석탄(즉, 분쇄 전의 석탄)의 입경은 예를 들면, 80% 통과 입경이 7mm 내지 8mm 정도이다. 또한, 석탄 혼합 바이오매스 연료에 있어서의 석탄의 혼합 비율은, 바이오매스 연료나 석탄의 성질 및 상태나 입경 등에 의해서 적절하게 조정해도 좋고, 예를 들면, 50 중량% 이하의 적당한 값(適値)의 범위로 하는 것에 의해 동일한 효과를 얻을 수 있다.
- [0047] 바이오매스 연료에서는 석탄에 비해 거친 미분 연료로 분쇄되어도 보일러 본체(4)의 버너(9)에서의 연소성을 확보할 수 있다. 한편, 혼합하는 석탄은, 분쇄기(2)를 바이오매스 연료의 처리에 적절한 구성[예를 들면 하우징(11) 형상, 분쇄 테이블(15)의 회전 속도나 회전식 분급기(21)의 회전 속도 등]으로 하고 있는 경우에는, 바이오매스 연료와 성질이 다른 석탄이 적절히 처리되지 못하고, 조립(粗粒)화한 채로 미분 연료로서 버너(9)에 공급되어 연소 성능을 저하시킬 가능성이 있다. 이 때문에 바이오매스 연료에의 석탄 연료의 혼합 비율이 많아지는 것의 상한이 설정되는 것이 바람직하다.
- [0048] 병커(25)는, 제 1 벨트 컨베이어(23b)의 하류단부의 대략 연직 하방으로 배치되어 있다. 병커(25)는 예를 들면, 대략 원통 형상으로 형성되고, 상하 방향의 대략 중앙 부근으로부터 직경을 작게 하도록 경사면을 형성하

고 있다. 병커(25)의 하단에는 다운스파우트(27)의 상단이 연결되어 있다.

- [0049] 고체 연료 공급기(26)는, 외각을 구성하는 케이스(26a)와 케이스(26a)의 내부에 배치된 제 3 벨트 컨베이어(26b)를 갖는다. 케이스(26a)의 상면에는 다운스파우트(27)가 연결되고, 케이스(26a)의 하면에는, 시일 가스 공급관(28) 및 연료 공급관(13)이 연결되어 있다. 제 3 벨트 컨베이어(26b)의 상류단부는, 케이스(26a)와 다운스파우트(27)의 연결 부분의 하방에 배치되고, 제 3 벨트 컨베이어(26b)의 하류단부는, 케이스(26a)와 연료 공급관(13)의 연결 부분의 상방에 배치되어 있다.
- [0050] 다운스파우트(27)는 상하 방향(연직 방향)으로 직선 형상으로 연장되는 금속제의 관재(管材)이며, 내부에 석탄 혼합 바이오매스 연료가 적층된다. 즉, 바이오매스 연료 반송 장치(23)로부터 병커(25)에 공급되는 석탄 혼합 바이오매스 연료의 공급량과, 고체 연료 공급기(26)로부터 분쇄기 내에 공급되는 석탄 혼합 바이오매스 연료의 공급량을 조화(balance)시켜서, 다운스파우트(27) 내에는, 석탄 혼합 바이오매스 연료가 적재되도록 되어 있다. 또한, 다운스파우트(27)는 병커(25)의 하단과 고체 연료 공급기(26)를 직접 접촉하고 있고, 다운스파우트(27)에는 예를 들면, 분쇄기(2)의 내부로부터 반송용 가스와 미분 연료의 뿔어올려짐에 의한 역류를 억제하기 위한 로터리 밸브와 같은 특별한 장치는 마련되어 않았다. 다운스파우트(27)의 사이즈는, 공급하는 고체 연료의 성질 및 상태나 입경, 공급량 등에 의해 바뀌지만, 예를 들면, 직경이 600mm 정도의 경우에는 상하 방향의 길이가 1m 내지 5m 정도로 설정되고, 예를 들면, 직경이 900mm 정도의 경우에는 상하 방향의 길이가 2m 내지 5m 정도로 설정된다.
- [0051] 시일 가스 공급관(28)은, 시일 가스 공급 장치(도시 생략)로부터 공급되는 공기 등의 시일 가스를 고체 연료 공급기(26)의 케이스(26a)의 내부에 공급한다. 시일 가스에 의해서, 케이스(26a)의 내부는 분쇄기(2)의 내부보다 고압 상태가 된다. 시일 가스는 케이스(26a)의 내부에 충전하는 동시에, 연료 공급관(13)을 거쳐서 분쇄기(2)의 내부로 유통한다. 시일 가스의 온도는 30도 정도이므로, 분쇄기(2)의 정상 운전 시에 있어서, 케이스(26a)의 내부의 온도는 30도 정도로 되어 있다. 이 때문에 후술하는 바와 같이, 온도 계측기(34)에 의해 반송용 가스와 미분 연료의 뿔어올려짐에 의한 역류를 감지하기 쉽다.
- [0052] 바이오매스 연료를 분쇄하는 본 실시형태에 따른 분쇄기(2) 및 보일러 설비(1)의 동작을 이하에 설명한다.
- [0053] 사일로 내에 저장되어 있는 바이오매스 연료는, 반송 장치(도시 생략)에 의해서 바이오매스 연료 호퍼(23a)까지 반송되어, 바이오매스 연료 호퍼(23a)에서 일시적으로 저류된다. 바이오매스 연료 호퍼(23a)에 일시적으로 저류된 바이오매스 연료는, 제 1 벨트 컨베이어(23b)에 의해서 필요량이 병커(25)에 운반된다(바이오매스 연료 반송 공정).
- [0054] 한편, 석탄은, 반송 장치(도시 생략)에 의해서, 석탄 호퍼(24a)까지 반송되어 석탄 호퍼(24a)에서 일시적으로 저류된다. 석탄 호퍼(24a)에 일시적으로 저류된 석탄은, 제 2 벨트 컨베이어(24b)에 의해서 필요량이 운반된다. 제 2 벨트 컨베이어(24b)에 의해서 옮겨진 석탄은 예를 들면, 제 2 벨트 컨베이어(24b)의 하류단부로부터 제 1 벨트 컨베이어(23b) 상에 낙하한다. 제 1 벨트 컨베이어(23b)에서는, 바이오매스 연료가 운반되어 있으므로, 석탄이 바이오매스 연료에 대략 균일하게 뿌려지는 것에 의해, 석탄 혼합 바이오매스 연료가 생성된다(석탄 혼합 공정). 석탄 혼합 바이오매스 연료는, 제 1 벨트 컨베이어(23b)의 하류단부로부터 병커(25)의 내부에 낙하한다. 병커(25) 내에 낙하한 석탄 혼합 바이오매스 연료는, 병커(25)의 내부 및 다운스파우트(27)의 내부에 적재하는 동시에 저류된다.
- [0055] 병커(25)의 내부 및 다운스파우트(27)의 내부에 저류되어 있는 석탄 혼합 바이오매스 연료는, 고체 연료 공급기(26) 내에 내장된 제 3 벨트 컨베이어(26b)에 의해 운반되어 연료 공급관(13)에 송급된다. 연료 공급관(13)에 공급된 석탄 혼합 바이오매스 연료는, 분쇄기(2) 내를 향해 낙하한다. 이 때, 고체 연료 공급기(26)의 내부에는, 시일 가스 공급관(28)으로부터 공급되는 시일 가스에 의해서, 고체 연료 공급기(26)의 케이스(26a)의 내부의 압력은, 분쇄기(2)의 내부의 압력보다 높아지고 있다. 따라서, 석탄 혼합 바이오매스 연료는 분쇄기(2) 내를 향해 바람직하게 낙하한다.
- [0056] 분쇄기(2) 내에 공급된 석탄 혼합 바이오매스 연료는, 분쇄 테이블(15) 상에 낙하하고, 원심력으로 외주측에 이동하고, 복수의 분쇄 롤러(16)와 분쇄 테이블(15) 사이에서 분쇄되어, 미분 연료가 된다. 분쇄된 석탄 혼합 바이오매스 연료의 분쇄물은, 반송용 가스 공급관(20)을 통해서 분쇄기(2) 내에 불어넣어지는 반송용 가스에 의해서 분쇄기(2) 내를 상승한다.
- [0057] 분쇄 테이블(15)의 상부에서는, 복수의 핀(날개)(22)으로 이루어진 회전식 분급기(21)가 회전하고 있고, 거칠고 무거운 분쇄물은, 핀(22)의 원심력에 의해서, 튕겨지도록 두드려 떨어져서 분쇄 테이블(15) 상에 되돌려진다.

분쇄물은 입경이 소정 직경 이하로 작아질 때까지 분쇄 테이블(15)에서 재분쇄가 반복된다. 입경이 작아진 분쇄물은 미분 연료로서, 회전식 분급기(21)를 통과하고, 분쇄기(2) 내로부터 배출되어 분쇄물 공급관(7)을 통해 외부에 반송된다. 반송된 미분 연료를 혼합한 반송용 가스는, 보일러 본체(4)의 버너(9)에 보내져서 연소한다.

[0058] 본 실시형태에 의하면 이하의 작용 효과를 발휘한다.

[0059] 본 실시형태에서는, 병커(25)에 반송되는 바이오매스 연료에 대해서, 석탄을 혼합하고 있다. 따라서, 병커(25) 및 다운스파우트(27)에 저류되어 있는 고체 연료는, 바이오매스 연료와 석탄이 혼합한 석탄 혼합 바이오매스 연료가 된다. 석탄은 바이오매스 연료보다 입경이 작기 때문에, 석탄 혼합 바이오매스 연료에서는, 각 바이오매스 연료 사이에 형성되는 간극에 석탄이 들어간다. 이에 의해, 각 바이오매스 연료 사이에 형성되는 간극을 석탄이 막게 되므로, 분쇄기(2) 내부로부터의 반송용 가스와 미분 연료가 병커(25) 및 다운스파우트(27)를 통과하기 어려워진다. 따라서, 병커(25) 및 다운스파우트(27)를 통과하는 분쇄기(2) 내부로부터의 반송용 가스와 미분 연료의 뿔어올려짐에 의한 역류의 유량을 억제할 수 있다. 즉, 석탄 혼합 바이오매스 연료는, 석탄을 혼합하지 않은 바이오매스 연료만보다 병커(25) 및 다운스파우트(27)에서의 시일성이 향상한다. 따라서, 병커(25) 및 다운스파우트(27)에 저류하는 석탄 혼합 바이오매스 연료가 시일재의 역할을 달성하므로, 분쇄기(2) 내부의 압력을 바람직하게 유지할 수 있다. 이에 의해, 미분 연료를 혼합한 반송용 가스가 안정되어 분쇄물 공급관(7)을 경유하여 보일러 본체(4)의 버너(9)에 공급된다.

[0060] 또한, 바이오매스 연료보다 입경이 작은 석탄을 혼합하는 것에 의해, 병커(25) 및 다운스파우트(27)에 저류되어 있는 고체 연료 전체의 표면적이 증대한다. 병커(25) 및 다운스파우트(27)를 통과하려고 하는 분쇄기(2) 내부로부터의 반송용 가스와 미분 연료는, 고체 연료의 표면과 접촉하면서 유통하므로, 병커(25) 및 다운스파우트(27)에 저류되어 있는 고체 연료 전체의 표면적이 증대하면, 저류된 고체 연료의 간극을 반송용 가스와 미분 연료가 통과할 때의 압력 손실이 증대한다. 이에 의해, 반송용 가스와 미분 연료가 병커(25) 및 다운스파우트(27)를 통과하기 어려워지므로, 병커(25) 및 다운스파우트(27)를 통과하는 분쇄기(2)의 내부로부터의 반송용 가스와 미분 연료의 뿔어올려짐에 의한 역류의 유량을 억제할 수 있다. 따라서, 분쇄기(2) 내부의 압력을 바람직하게 유지할 수 있다. 이에 의해, 미분 연료를 혼합한 반송용 가스가 안정되어 분쇄물 공급관(7)을 경유하여 보일러 본체(4)의 버너(9)에 공급된다.

[0061] 또한, 다운스파우트(27)에 병커(25) 및 다운스파우트(27)를 통과하는 분쇄기(2)의 내부로부터의 반송용 가스와 미분 연료의 뿔어올려짐에 의한 역류의 유량을 억제하기 위한 특별한 장치 등(예를 들면, 로터리 밸브 등)을 마련할 필요가 없기 때문에, 장치 등을 마련하는 경우와 비교하여, 설치 비용의 증대의 억제 및 운용성의 저하의 억제를 도모할 수 있다.

[0062] 또한, 본 실시형태에 의하면, 병커(25) 및 다운스파우트(27)를 통과하는 분쇄기(2)의 내부로부터의 반송용 가스와 미분 연료의 뿔어올려짐에 의한 역류의 유량을 억제하는 것에 의해, 분쇄기(2) 내부의 압력을 바람직하게 유지할 수 있다. 이에 의해, 분쇄기(2)에 공급되는 석탄 바이오매스 연료의 공급을 안정화하고, 분쇄기(2)로 바람직하게 고체 연료를 처리할 수 있다. 따라서, 보일러 본체(4)에 공급되는 미분 연료의 성질 및 상태를 적절하게 하고, 보일러 설비(1) 전체의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.

[0063] 또한, 혼합하는 석탄의 혼합 비율이 적으면 병커(25) 및 다운스파우트(27)에 저류되어 있는 각 바이오매스 연료 사이에 형성되는 간극에 충분히 석탄이 들어가지 않는다. 이에 의해, 해당 간극을 분쇄기(2)의 내부로부터의 반송용 가스와 미분 연료가 통과해버려서, 분쇄기(2) 내부의 압력을 바람직하게 유지할 수 없을 가능성이 있다.

[0064] 한편, 혼합하는 석탄의 혼합 비율이 많으면 분쇄기(2) 내에서 석탄을 적절하게 처리할 수 없을 가능성이 있다. 구체적으로는, 석탄은 연소성이 특별히 높지 않기 때문에, 바이오매스 연료보다 작게 분쇄하여 버너(9)에 공급할 필요가 있지만, 분쇄기(2)는 바이오매스 연료의 처리에 적절한 구성(예를 들면, 하우스형상, 분쇄 테이블(15)의 회전 속도나 회전식 분급기(21)의 회전 속도 등)으로 조정하고 있기 때문에, 석탄 혼합 바이오매스 연료에 포함되는 석탄이, 석탄의 미분 연료로서 필요로 하게 되는 크기로 분쇄되지 않는 조립의 것이 포함된다. 분쇄된 미분 연료에 조립의 석탄이 혼합되어 버너(9)에 공급되는 것에 의해, 버너(9)에 대해 연소성이 저하하고, 미연의 석탄 미분이 증가할 가능성이 있다. 버너(9)에 대해 미연의 석탄 미분이 증가하면, 보일러 본체(4)의 노 저부(爐底)에 재가 모이고, CO 발생량의 증가나 NOx의 증가 등으로부터 환경성이 저하해버린다는 문제를 초래할 가능성이 있다.

[0065] 본 실시형태에서는, 혼합되는 석탄의 혼합 비율이 예를 들면, 4 중량% 이상 50 중량% 이하, 더욱 바람직하게는 5 중량% 이상 10 중량% 이하로 하고 있다. 이에 의해, 분쇄기 내부의 압력을 바람직하게 유지하는 동시에, 보

일러 본체(4)에서의 연소성의 저하도 방지할 수 있다. 또한, 석탄 혼합 바이오매스 연료에 있어서의 석탄의 혼합 비율은, 바이오매스 연료나 석탄의 성질 및 상태나 입경 등에 의해서 적절하게 조정해도 좋고, 예를 들면 50 중량% 이하의 적당한 값의 범위로 하는 것에 의해, 동일한 효과를 얻을 수 있다.

[0066] 여기서, 석탄 혼합 바이오매스 연료의 시일성의 향상 효과와, 보일러 본체(4)에 있어서의 연소성의 관계에 대해서, 도 2를 참조하여 설명한다.

[0067] 도 2에서는, 석탄의 혼합 비율과 시일성의 관계(도면 중 실선으로 나타냄) 및 석탄의 혼합 비율과 연소성의 관계(도면 중 일점 쇄선으로 나타냄)를 나타내고 있다. 또한, 석탄의 혼합 비율과 시일성의 관계에 대해서는, 석탄 100%의 경우를 1.0으로서 나타내고 있다. 석탄의 혼합 비율과 연소성의 관계에 대해서는, 바이오매스 연료 100%의 경우를 1.0으로서 나타내고 있다.

[0068] 도 2로부터 명확한 바와 같이, 석탄의 혼합 비율에 대한 시일성은, 바이오매스 연료에 대한 석탄의 혼합 비율이 증가할수록 향상한다. 또한, 석탄의 혼합 비율이 0 중량%로부터 10 중량% 정도까지의 사이에서는, 급격하게 시일성이 향상하고, 50 중량% 정도 이상에서는 포화하고 있는 것(후술의 도 5 참조)을 알 수 있다. 또한, 석탄의 혼합 비율에 대한 연소성은, 바이오매스 연료에 대한 석탄의 혼합 비율이 증가할수록 저하되어 가는 것을 알 수 있다. 연소성은, 전술한 바와 같이 바이오매스 연료의 처리에 적절한 구성[예를 들면, 하우징 형상, 분쇄 테이블(15)의 회전 속도나 회전식 분급기(21)의 회전 속도 등]으로 조정하고 있기 때문에, 석탄의 혼합 비율이 너무 증가하면, 미분 연료에는 조립의 석탄이 혼합되어 버너(9)에 공급되는 것에 의해, 버너(9)에서의 연소성이 저하하기 때문이다.

[0069] 이로부터, 석탄의 혼합 비율이 예를 들면, 4 중량%로부터 50 중량%까지의 사이는 연소성을 크게 저하시키지 않고 시일성이 높은 수준에 있고, 더욱 바람직하게는 5 중량%로부터 10 중량%까지의 사이는, 시일성 및 연소성이 함께 높은 수준에 있는 것을 알 수 있다.

[0070] 본원 발명은 하나의 특징으로서, 석탄의 혼합 비율이 저 중량%여도 시일성이 크게 향상한다고 하는 지견에 의해서 이루어진 것이다.

[0071] 석탄의 혼합 비율이 저 중량%여도 시일성이 크게 향상하는 것은, 다음에서도 알 수 있다. 이하, 도 3 내지 도 5를 이용하여 설명한다.

[0072] 본원 발명은 바이오매스 연료(대입경의 입자)만으로는, 각 바이오매스 연료 사이에 형성되는 간극[공공율(空孔率) ε]이 크지만, 석탄(소입경의 입자)을 추가하는 것에 의해 공공율을 저하시켜서, 시일성을 급속히 향상할 수 있는 것을 찾아냈다.

[0073] 바이오매스 연료(대입경의 입자)와 석탄(소입경의 입자)의 알갱이(粒)는, 모의적으로 구형으로 하고, 바이오매스 연료(대입경의 입자)는 공공(空孔)이 많이 발생하는 상황이 있으므로 정연하게 정렬한 상태로 하고 있다. 공공율(ε)은, 입경(D)의 입자가, 세로 및 가로로 각각 n개 정연하게 정렬한 경우[도 3 참조. 도 3에서는 입경(D)의 입자가 예를 들면, 세로 및 가로로 각각 3개 정연하게 정렬한 경우를 나타냄]에는 하기 식 (1)로 나타낸다.

[0074]
$$\varepsilon = 1 - \left[\frac{(\pi / 4) \times D^2 \times n \times n}{D \times n \times D \times n} \right] \cdot \cdot \cdot (1)$$

[0075] 즉, 공공율(ε)은, 하기 식 (2)로 나타낸다.

[0076]
$$1 - (\pi / 4) \cdot \cdot \cdot (2)$$

[0077] 즉, 정연하게 정렬한 경우에는, 입경의 대소에 상관없이, 공공율(ε)은 약 21.5%로 일정하게 된다.

[0078] 그렇지만, 대입경[입경(D)]의 입자(본 실시형태에서는 바이오매스 연료)의 정연하게 배열한 상태(이하 「정연 배열 상태」라고 함)에 대해서, 소입경[입경(d)]의 입자(본 실시형태에서는 석탄)의 조밀 배열 상태(도 4 참조. 도 4에서는, 예를 들면, 7개의 소입경의 입자가 조밀 배열 상태로 배열하고 있는 경우를 나타냄)가 혼합하는 것에 의해, 공공율(ε)이 작아진다. 또한, 여기에서는, 정연 배열 상태의 대입경의 입자의 일부의 단수개 또는 복수개를, 조밀 배열 상태의 소입경의 입자로 변경하는 것에 의해, 대입경의 입자에 대한 소입경의 입자의 혼합을 모의한다. 일례로서, 예를 들면, 9개의 대입경의 입자 중, 1개 또는 복수의 입자를 조밀 배열 상태의 소입경의 입자로 변경하는 것을 나타낸다.

[0079] 고형 입자 충전층을 흐르는 유체의 단위 길이당의 압력 손실($\Delta p/L$)은, 코제니 칼만의 식(kozeny carman

equation)으로부터 하기 식 (3)으로 나타낸다.

[0080]
$$\Delta p/L = K \times V \times \mu \times S_v^2 \times (1 - \varepsilon)^2 / \varepsilon^3 \dots (3)$$

[0081] 단, K : 코제니 계수

[0082] V : 공탑 속도

[0083] μ : 유체의 점성

[0084] ε : 공공율

[0085] S_v : 입자의 단위 용적 당의 표면적

[0086] 누설 유량은, 상기 코제니 칼만의 식으로부터 얻을 수 있는 공탑 속도에 비례하므로, 시일성은 누설을 억제할 수 있던 유량 비율로 평가할 수 있다. 따라서, 시일성은 하기 식 (4)로 나타낼 수 있다.

[0087]
$$[(\text{기준이 되는 상태의 누설 유량}) - (\text{시일률을 도출한 상태에서의 누설 유량})] / (\text{기준이 되는 상태의 누설 유량}) \dots (4)$$

[0088] 도 5의 그래프는, 소립자율과 시일성의 관계를 나타내고 있다.

[0089] 또한, 도 5에 있어서, 시일성은 상술한 식 4에 따라, 하기 식 (5)로 나타내고 있다.

[0090]
$$[\text{최대 누설 유량}(Ca=0\%) - \text{누설 유량}(Ca=X\%)] / \text{최대 누설 유량}(Ca=0\%) \dots (5)$$

[0091] 단, Ca : 소립자율(대입자와 조밀 배열 상태의 소입자를 합한 수에 대한 조밀 배열 상태의 소립자의 비율. 예를 들어, 도 3의 대입경의 입자 중 하나가 조밀 배열 상태의 소립자가 되는 경우의 예에서는, 소립자율은 1/9가 되어, 약 11%가 됨)

[0092] 또한, 누설 유량 Q는, 하기 식 (6)으로 나타낸다.

[0093]
$$Q = K \times V = K / (\Delta p/L) \dots (6)$$

[0094] 단, K : 코제니 계수

[0095] V : 공탑 속도

[0096] 도 5의 그래프로부터도 명확한 바와 같이, 소립자율이 낮은 값에서, 급격하게 시일성이 향상하고 있는 것을 알 수 있다. 이는, 소립자를 혼합하는 것에 의해, 표면적(S_v)이 급격하게 증대하여, 압력 손실($\Delta p/L$)이 증대하는 것에 따른다.

[0097] 또한, 도 5의 그래프로부터, 시일성은 석탄의 혼합 비율이 예를 들면, 4 중량%이면 시일성은 약 0.5가 되어 누설 유량은 반감하여 누설이 크게 개선되는 것이 짐작되고, 또한 석탄의 혼합 비율이 예를 들면, 50 중량% 이상에서는 시일성은 약 1.0로 포화하여 누설 유량은 대부분 없어지는 것이 짐작된다. 또한, 전술한 도 2에서 나타낸 연소성을 고려하면 석탄의 혼합 비율을 크게 증가하는 것은 바람직하지 않으므로, 시일성에서는 석탄의 혼합 비율이 4 중량%로부터 50 중량%까지가 바람직하다고 생각할 수 있다.

[0098] 또한, 석탄의 혼합 비율이 예를 들면, 5 중량%이면 시일성은 약 0.6이 되어 누설 유량은 약 40%로 감소하여 누설에 의한 과제는 대부분 없어지는 것이 짐작되고, 또한 석탄의 혼합 비율이 예를 들면, 10 중량% 이상에서는 시일성은 약 0.8이 되어 충분한 시일성이 있는 것이 짐작된다. 이 때문에, 5 중량%로부터 10 중량%까지의 사이는 시일성이 충분히 있고, 전술한 도 2에서 나타낸 연소성을 포함하여 시일성과 연소성이 함께 높은 수준에 있으며, 게다가 바람직하다고 생각할 수 있다.

[0099] 따라서, 상기의 식 및 그래프로부터도, 대입경의 입자(본 실시형태에서는 바이오매스 연료)에 대해서, 소량의 소입경의 입자(본 실시형태에서는 석탄)를 혼합하는 것에 의해 급격하게 시일성이 향상하는 것을 알 수 있다.

[0100] [제 2 실시형태]

[0101] 계속해서, 본 발명의 제 2 실시형태에 대해서, 도 6 및 도 7을 이용하여 설명한다. 본 실시형태에 따른 고체 연료 공급 장치(33)는 온도 계측기(34) 및 제어 장치(35)를 구비하는 점에서 제 1 실시형태와 상이하다. 또한, 제 1 실시형태와 동일한 부분에는 동일한 부호를 부여하고, 그 상세한 설명은 생략한다.

[0102] 온도 계측기(34)는, 도 6에 도시되는 바와 같이, 고체 연료 공급기(26)의 내부에 있어서, 예를 들면, 고체 연료

공급기(26)와 연료 공급관(13)의 연결 부분의 상방에 마련되어 있다. 즉, 온도 계측기(34)는 연료 공급관(13)의 상단부의 근방에 마련되어 있다. 온도 계측기(34)는 고체 연료 공급기(26)의 케이스(26a)의 내부의 온도를 계측하고, 계측한 온도를 제어 장치(35)에 송신한다.

- [0103] 제어 장치(35)는 온도 계측기(34)의 계측한 온도에 근거하여, 석탄 공급 장치(24)를 제어하여, 바이오매스 연료에 혼합하는 석탄의 혼합 비율을 조정한다. 구체적으로는, 석탄 공급 장치(24)의 제 2 벨트 컨베이어(24b)의 벨트 속도를 조정하여, 바이오매스 연료에 뿌리는 석탄의 양을 조정한다.
- [0104] 제어 장치(35)는 예를 들면, CPU(Central Processing Unit), RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), 및 컴퓨터 판독가능한 기억 매체 등으로 구성되어 있다. 그리고, 각종 기능을 실현하기 위한 일련의 처리는, 일례로서, 프로그램의 형식으로 기억 매체 등에 기억되어 있고, 이 프로그램을 CPU가 RAM 등으로 읽어 내서, 정보의 가공·연산 처리를 실행하는 것으로써, 각종 기능이 실현된다. 또한, 프로그램은, ROM나 그 외의 기억 매체에 미리 인스톨해두는 형태나, 컴퓨터 판독가능한 기억 매체에 기억된 상태로 제공되는 형태, 유선 또는 무선에 의한 통신 수단을 거쳐서 전송되는 형태 등이 적용되어도 좋다. 컴퓨터 판독가능한 기억 매체란, 자기 디스크, 광학 자기 디스크, CD-ROM, DVD-ROM, 반도체 메모리 등이다.
- [0105] 다음에, 본 실시형태의 제어 장치(35)가 실행하는 혼합 비율 변경 처리에 대해서, 도 7의 플로차트(flow chart)를 이용하여 설명한다.
- [0106] 우선, 제어 장치(35)는 온도 계측기(34)가 계측한 고체 연료 공급기(26)의 내부의 온도를 취득한다(S1). 다음에, 취득한 온도가 소정의 온도 이상인가 아닌가를 판정한다(S2). 취득한 온도가 소정의 온도(예를 들면, 50도) 이상이었을 경우에는, S3로 진행된다. 취득한 온도가 소정의 온도 이상이 아니었던 경우에는, S1로 되돌아온다.
- [0107] S3에서는, 분쇄기(2)의 내부의 반송용 가스와 미분 연료의 뿔어올려짐에 의한 역류가 생기고 있다고 판단하고, 석탄 공급 장치(24)의 제 2 벨트 컨베이어(24b)의 벨트 속도를 빠르게 하고, 석탄의 혼합 비율을 소정치의 중량%로부터 증가시킨다. 여기에서는, 예를 들면, 1 중량% 증가시킨다. 석탄의 혼합 비율을 1 중량% 증가시키면, S4로 진행된다. S4에서는, 온도 계측기(34)가 계측한 고체 연료 공급기(26)의 내부의 온도를 취득하여, 온도의 상승이 정지하고 있는지 아닌지를 판정한다. 또한, S4의 판정은, S3에서 석탄의 혼합 비율을 1 중량% 증가시키고 소정 시간 경과후에 실행해도 좋다. 온도 상승이 정지하고 있는 경우에는, S5로 진행된다. 온도 상승이 정지하고 있지 않는 경우에는, S3로 이행하여, 재차 석탄의 혼합 비율을 더욱 예를 들면, 1 중량% 증가시킨다.
- [0108] S5에서는, 석탄의 혼합량의 증가를 실행하지 않고 잠시 운전하고, 소정 시간을 경과하면 그 후 석탄의 혼합 비율을 예를 들면, 1 중량%씩 서서히 감소시켜서 소정의 혼합 비율인 소정치의 중량%까지 되돌린다. 석탄의 혼합 비율을 소정의 혼합 비율까지 되돌리면, S1로 이행한다.
- [0109] 또한, 상기 제어는 일례이며, 수치 등을 적절하게 변경해도 좋다. 예를 들어, 석탄의 혼합 비율을 증가시키는 소정의 온도는 50도로 한정되지 않고, 분쇄기(2)의 내부로부터 뿔어올려져서 역류하는 반송용 가스의 온도에 근거한 온도로서, 뿔어올려짐에 의한 역류가 생기고 있는 것을 감지할 수 있는 온도이면 좋다. 또한, 석탄의 혼합 비율을 증가시키는 비율도 1 중량%씩으로 한정되지 않는다. 1 중량%보다 많아도 좋고, 1 중량%보다 적어도 좋다.
- [0110] 본 실시형태에 의하면, 이하의 작용 효과를 발휘한다.
- [0111] 본 실시형태에서는, 온도 계측기(34)가 온도를 계측하는 고체 연료 공급기(26)는, 다운스파우트(27)와 분쇄기(2) 사이에 마련되어 있다. 이에 의해, 분쇄기(2) 내의 반송용 가스와 미분 연료가 다운스파우트(27)를 통과할 때, 고체 연료 공급기(26) 내를 유통하게 된다.
- [0112] 고체 연료 공급기(26) 내의 온도는, 정상적으로 운전하고 있는 경우에는, 시일 가스의 온도와 대략 동일하게 되고, 예를 들면, 30도 정도로 되어 있다. 한편, 분쇄기(2) 내에는 고온의 반송용 가스가 공급되고 있으므로, 분쇄기(2) 내의 반송용 가스의 온도는 높아지고 있다. 분쇄기(2) 내의 온도는, 반송용 가스 공급관(20)의 접속 부분으로부터 떨어진 분쇄기(2)의 상부 공간에서도 예를 들면, 60도 정도로 되어 있다. 따라서, 고체 연료 공급기(26) 내를 분쇄기(2) 내의 반송용 가스와 미분 연료가 유통하면, 고체 연료 공급기(26) 내의 온도가 상승한다.
- [0113] 본 실시형태에서는, 온도 계측기(34)가 고체 연료 공급기(26) 내의 온도를 계측하여, 고체 연료 공급기(26) 내의 온도가 예를 들면, 50도 이상인가 아닌가를 판단하고 있다. 이에 의해, 고체 연료 공급기(26)의 내부의 온

도가 상승하여 50도 이상이 되었을 경우에는, 분쇄기(2) 내의 반송용 가스와 미분 연료가 연료 공급관(13) 내를 뿔어올려져서 역류하고, 고체 연료 공급기(26) 내에 유입하여, 다운스파우트(27) 및 병커(25)를 통과하고 있다고 판단할 수 있다. 따라서, 분쇄기(2) 내의 반송용 가스와 미분 연료가 다운스파우트(27) 및 병커(25)를 통과하고 있는지 아닌지를 간단하고 쉬운 수법으로 확실하게 검지할 수 있다.

[0114] 또한, 본 실시형태에서는, 분쇄기(2) 내의 반송용 가스와 미분 연료가 다운스파우트(27) 및 병커(25)를 통과하고 있다고 판정했을 경우에는, 석탄의 혼합 비율을 소정의 혼합 비율로부터 증가시키고, 그 후 감소시키고 있다. 이에 의해, 다운스파우트(27) 및 병커(25)를 통과하는 반송용 가스와 미분 연료의 뿔어올려짐에 의한 역류의 유량에 따른 석탄의 혼합 비율로 할 수 있어서, 확실하게 분쇄기(2) 내의 반송용 가스와 미분 연료가 다운스파우트(27) 및 병커(25)를 통과하는 것을 방지할 수 있는 동시에, 과도하게 석탄의 혼합 비율을 증가시켜, 보일러 본체(4)에서의 연소 상태의 저하를 초래하는 것을 방지할 수 있다.

[0115] 또한, 고체 연료 공급기(26)는, 다운스파우트(27)와 분쇄기(2) 사이에 마련되어 있으므로, 분쇄기(2)의 비교적 근방의 온도를 온도 계측기(34)가 계측하고 있다. 이에 의해, 반송용 가스가 타 구조물 등에서 크게 냉각되지 않기 때문에, 비교적 높은 온도인 채로 온도 계측기(34)로 계측하여 감지할 수 있다. 따라서, 온도 계측기(34)가 온도를 계측할 때에, 예를 들면, 고체 연료 공급기(26) 내에 공급되는 시일 가스 등의 다른 환경의 영향을 받기 어렵다. 따라서, 정확하게 다운스파우트(27) 및 병커(25)를, 분쇄기(2) 내의 반송용 가스와 미분 연료가 뿔어올려짐에 의한 역류가 통과하고 있는지 아닌지를 판단할 수 있다.

[0116] 또한, 본 발명은 상기 각 실시형태에 따른 발명으로 한정되는 것이 아니라, 그 요지를 일탈하지 않는 범위에 있어서, 적절하게 변형이 가능하다.

[0117] 예를 들면, 상기 각 실시형태에서는, 바이오매스 연료 반송 장치(23)의 제 1 벨트 컨베이어(23b) 상에서 반송되고 있는 바이오매스 연료에 대해서 석탄을 뿌리는 것에 의해, 바이오매스 연료와 석탄을 혼합하였지만, 석탄 공급 장치(24)의 제 2 벨트 컨베이어(24b)로 반송되고 있는 석탄에 대해서 바이오매스 연료를 뿌리는 것에 의해 혼합해도 좋다. 또는, 바이오매스 연료 반송 장치(23) 및 석탄 공급 장치(24)로부터 직접 병커(25)에 바이오매스 연료 및 석탄을 공급하는 것에 의해 혼합해도 좋다.

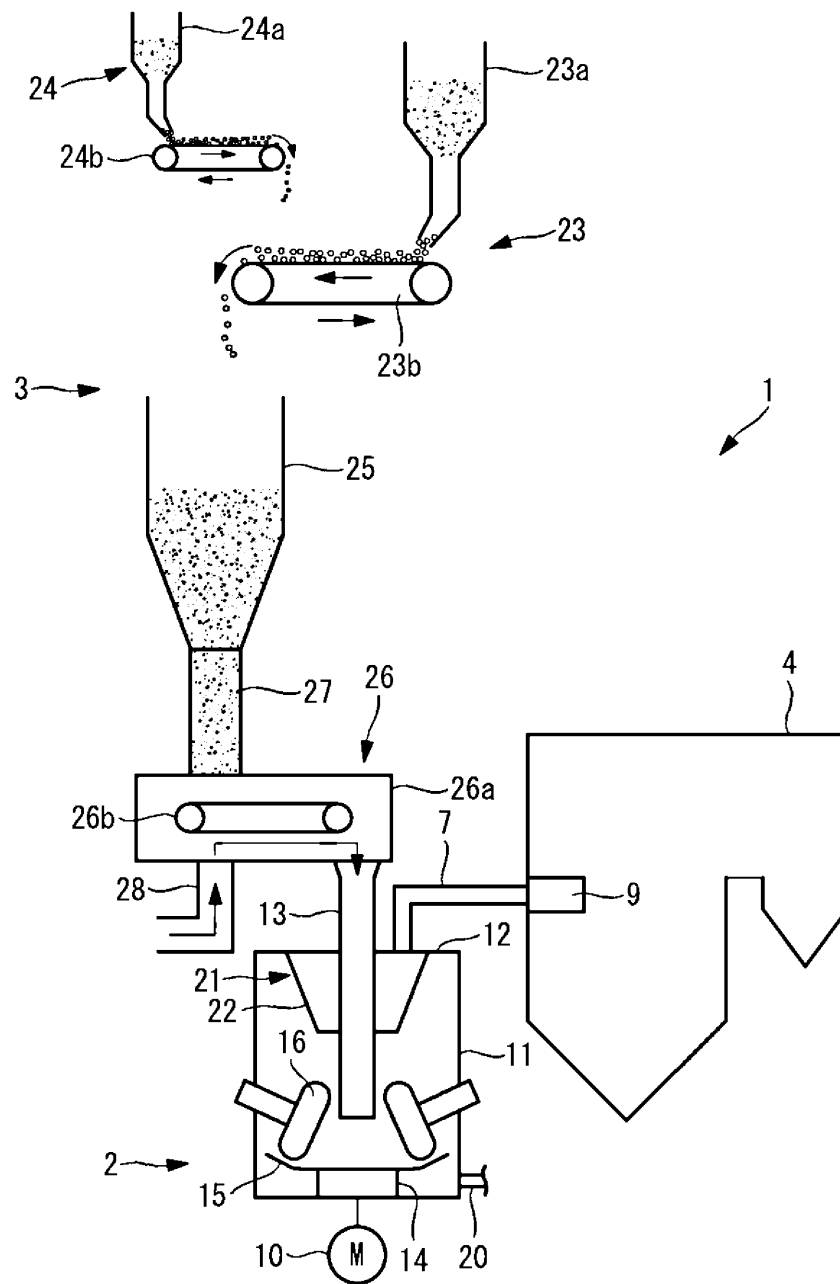
[0118] 또한, 상기 각 실시형태에서는, 고체 연료 공급 장치를 보일러 설비(1)에 마련하는 예에 대해 설명하였지만, 고체 연료 공급 장치는 석탄 가스화 복합 발전 설비(Integrated Coal Gasification Combined Cycle; IGCC) 등의 연소 장치에 대해서 연료를 공급해도 좋다.

부호의 설명

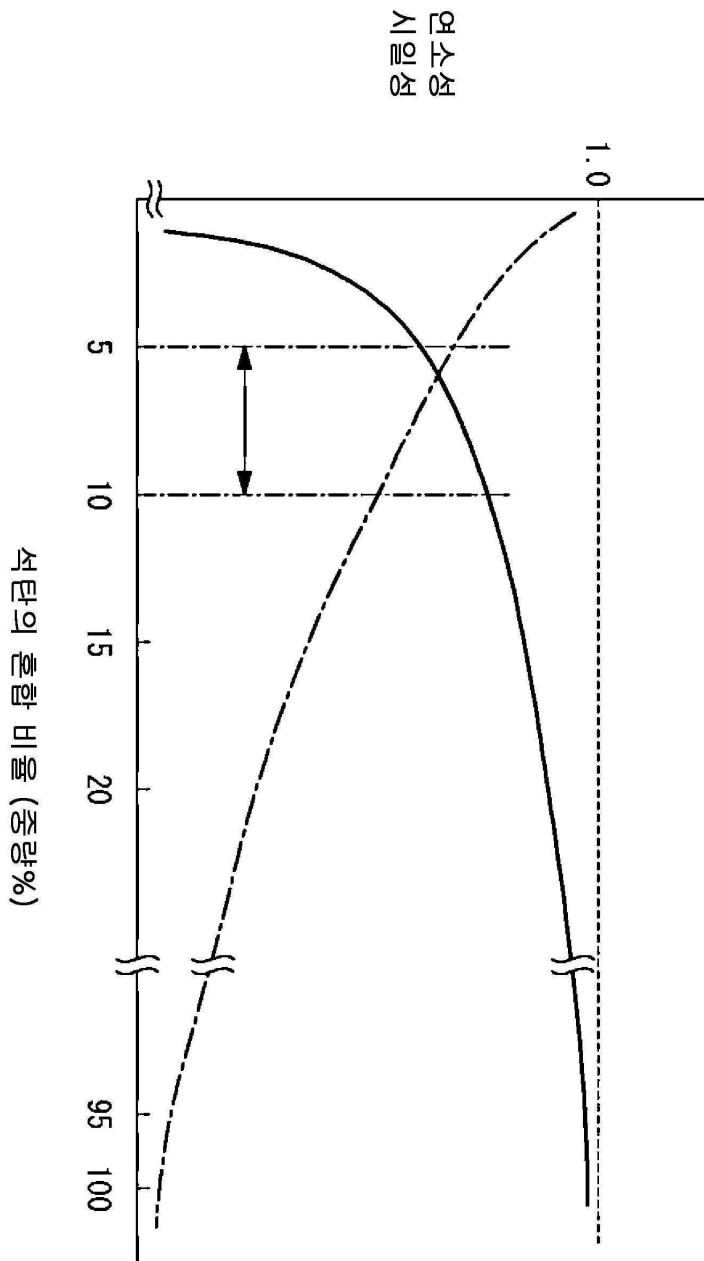
- | | |
|-----------------------------------|------------------|
| [0119] 1 : 보일러 설비(연소 설비) | 2 : 분쇄기 |
| 3 : 고체 연료 공급 장치 | 4 : 보일러 본체(연소부) |
| 7 : 분쇄물 공급관 | 9 : 버너 |
| 11 : 하우징 | 13 : 연료 공급관 |
| 15 : 분쇄 테이블 | 16 : 분쇄 롤러 |
| 20 : 반송용 가스 공급관 | 21 : 회전식 분급기 |
| 22 : 핀 | |
| 23 : 바이오매스 연료 반송 장치(바이오매스 연료 반송부) | |
| 24 : 석탄 공급 장치(석탄 혼합부) | 25 : 병커(저류부) |
| 26 : 고체 연료 공급기(공급부) | 27 : 다운스파우트(저류부) |
| 28 : 시일 가스 공급관 | 34 : 온도 계측기 |
| 35 : 제어 장치 | |

도면

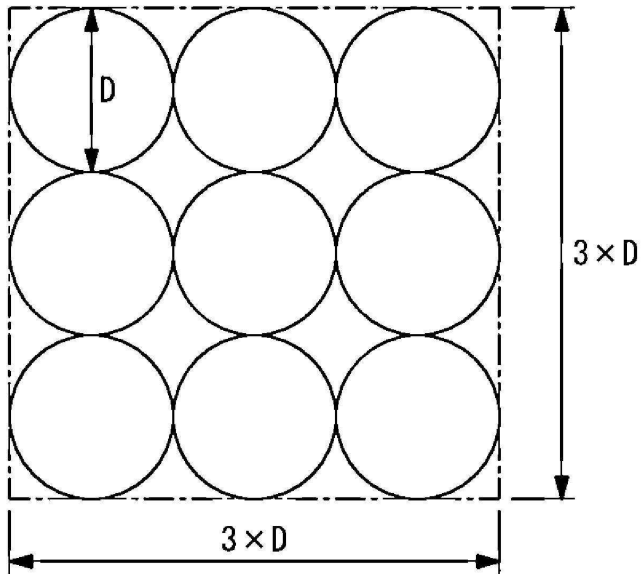
도면1



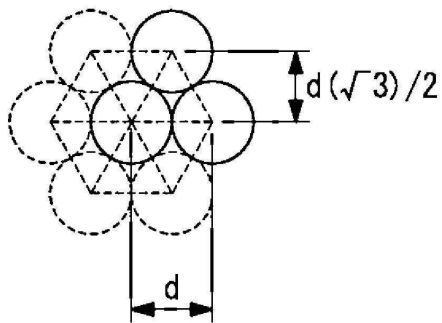
도면2



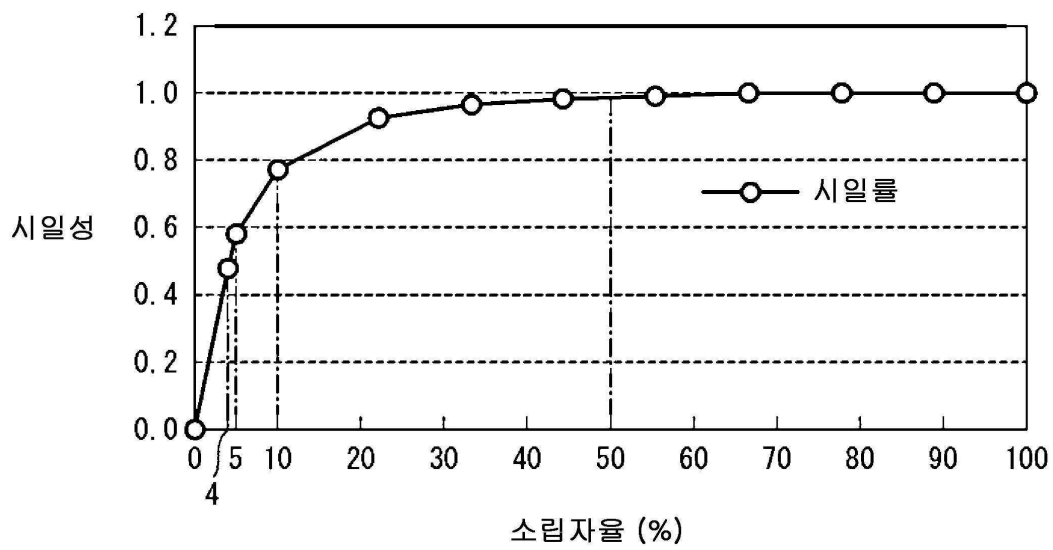
도면3



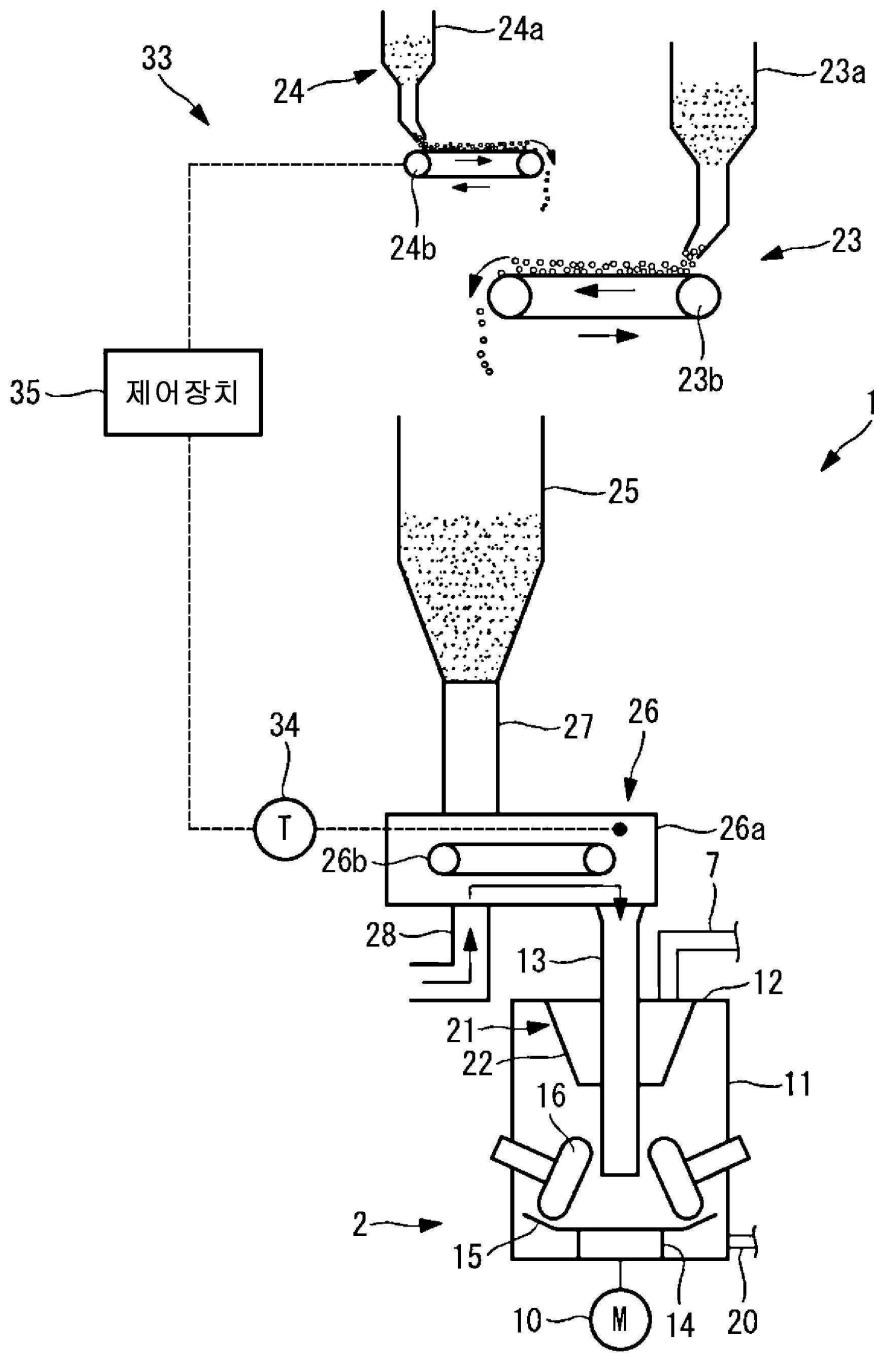
도면4



도면5



도면6



도면7

