



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년09월10일  
(11) 등록번호 10-1552294  
(24) 등록일자 2015년09월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 F23G 5/50 (2006.01) F23G 5/027 (2006.01)  
 F23G 5/16 (2006.01) F23G 5/30 (2006.01)  
 F23G 7/04 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7034787
- (22) 출원일자(국제) 2013년06월14일  
 심사청구일자 2014년12월11일
- (85) 번역문제출일자 2014년12월11일
- (65) 공개번호 10-2015-0014490
- (43) 공개일자 2015년02월06일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2013/066511
- (87) 국제공개번호 WO 2013/191109  
 국제공개일자 2013년12월27일
- (30) 우선권주장  
 JP-P-2012-137091 2012년06월18일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌  
 JP2009-139043 A  
 JP2009-229042 A  
 JP08-219413 A  
 JP2003-042422 A

- (73) 특허권자  
 메타워터 가부시키키가이샤  
 일본 도쿄도 치요다쿠 칸다 수다쵸 1-25
- (72) 발명자  
 다케시타 도모유키  
 일본국 도쿄도 치요다쿠 칸다 수다쵸 1-25, 메타  
 워터 가부시키키가이샤 내  
 핫도리 슈사쿠  
 일본국 도쿄도 치요다쿠 칸다 수다쵸 1-25, 메타  
 워터 가부시키키가이샤 내  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
 특허법인(유)화우

전체 청구항 수 : 총 2 항

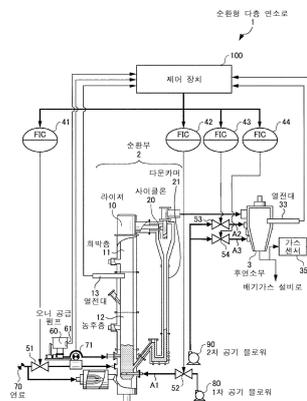
심사관 : 박종오

(54) 발명의 명칭 순환형 다층 연소로

(57) 요약

유동 매체를 순환시키는 공기를 공급하면서 오니를 연소하는 순환부(2)와, 순환부(2)로부터의 열분해 가스에 공기를 공급하여 완전 연소시키는 후연소부(3)를 가지고, 투입 오니량에 대응하는 완전 연소에 필요한 유량의 공기를, 순환부(2)와 후연소부(3)에 대하여 소정의 비율로 나누어 공급하는 제 1 제어를 행하는 순환형 다층 연소로에 있어서, 제 1 제어에서는 순환부(2)에 공급되는 공기의 유량이 유동 매체를 순환시키는데 필요한 유량 미만인 경우에, 제 1 제어 대신, 완전 연소에 필요한 유량의 공기 중, 순환부(2)에 있어서 유동 매체를 순환시키는데 필요한 최저한의 유량의 공기를 순환부(2)에 공급함과 함께, 잔부의 공기를 후연소부(3)에 공급하는 제 2 제어를 행한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**미즈노 요이치로**

일본국 도쿄도 치요다쿠 칸다 수다쵸 1-25, 메타워  
터 가부시키키가이샤 내

**이노우에 마사노부**

일본국 도쿄도 치요다쿠 칸다 수다쵸 1-25, 메타워  
터 가부시키키가이샤 내

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

유동 매체를 순환시키는 공기를 공급하면서 오니를 연소하는 순환부와, 상기 순환부로부터의 열분해 가스에 공기를 공급하여 완전 연소시키는 후(後)연소부를 가지고, 투입 오니량에 대응하는 완전 연소에 필요한 공기 유량의 공기를, 상기 순환부와 상기 후연소부에 대하여 소정의 비율로 나누어 공급하는 제 1 제어를 행하는 순환형 다층 연소로(爐)로서,

상기 제 1 제어에서는 상기 순환부에 공급되어야 할 공기의 공기 유량이 상기 유동 매체를 순환시키는데 필요한 공기 유량 미만인 되는 경우에, 상기 제 1 제어 대신, 상기 완전 연소에 필요한 공기 유량의 공기 중, 상기 순환부에 있어서 상기 유동 매체를 순환시키는데 필요한 최저한의 공기 유량 이상의 공기를 상기 순환부에 공급함과 함께, 잔부의 공기를 상기 후연소부에 공급하는 제 2 제어를 행하는 것을 특징으로 하는 순환형 다층 연소로.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 제 2 제어는, 상기 완전 연소에 필요한 공기 유량의 공기 중, 상기 순환부에 있어서 상기 유동 매체를 순환시키는데 필요한 최저한의 공기 유량의 공기를 상기 순환부에 공급함과 함께, 잔부의 공기를 상기 후연소부에 공급하는 제어인 것을 특징으로 하는 순환형 다층 연소로.

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001] 이 발명은, 유동 매체를 순환시키는 공기를 공급하면서 오니를 연소하는 순환부와 순환부로부터의 열분해 가스에 2차 공기 및 3차 공기를 공급하여 완전 연소시키는 후(後)연소부를 가진 순환형 다층 연소로에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 순환식 유동 소각로는, 특허문헌 1에 개시되어 있는 바와 같이, 라이저(riser)에 충전된 규사(硅砂) 등으로 이루어지는 유동 매체를 유동 공기에 의해 유동시키고, 연소 배기가스에 동반되어 라이저로부터 배출된 유동 매체를 사이클론에 의해 회수하고, 다운카머(downcomer)를 통하여 라이저 하부로 순환시키면서 폐기물을 소각하는 순환부를 가지는 것이다. 그리고, 그 후단에 있어서 연소 배기가스 중의 완전 연소를 확보하는 예비 연소부를 가지는 것이다. 이 순환식 유동 소각로는, 함수율이나 발열량 등이 다른 폭넓은 폐기물을 안정적으로 소각할 수 있기 때문에, 하수 오니 등의 폐기물의 소각 처리에 이용되고 있다.

[0003] 또한, 특허문헌 2에 개시되어 있는 바와 같이, 유동 매체를 순환시켜 연료 및 1차 공기를 공급하여 오니를 연소하는 순환부와 상기 순환부의 후단에 설치되어 상기 순환부로부터의 연소 배기가스에 2차 공기 및 3차 공기를 공급하여 완전 연소시키는 후연소부를 가진 순환형 다층 연소로도 있다. 이 순환형 다층 연소로의 순환부에서는 상술한 순환식 유동 소각로보다 저온에서 억제 연소시켜 온실 효과 가스인 N<sub>2</sub>O의 발생량을 억제하고, 후단의 후연소부에서 고온장 존을 형성하여 N<sub>2</sub>O를 분해함과 함께 미연소분을 완전 연소하도록 하고 있다.

[0004] 그리고, 종래의 순환형 다층 연소로에서는, 투입 오니량에 대응하는 완전 연소에 필요한 전(全)공기량을, 순환부에서 억제 연소시킴과 함께 후연소부에서 완전 연소시키는데 최적인 비율로, 순환부와 후연소부로 나누어 공급하고 있다. 이 순환형 다층 연소로에 있어서는, 단위 시간당의 소각 처리량이 감소한 경우에 있어서, 순환부에 공급되어야 할 1차 공기량이 최저 1차 공기량 미만인 되어, 저부하 운전 후에, 노(爐)의 정지를 강요당하는 경우가 있다. 이 경우에는, 순환형 다층 연소로를 정지한 다음, 오니의 저장율, 순환부에 공급되어야 할 1차 공기량이 최저 1차 공기량 이상이 되는 통상 운전이 가능해질 때까지 증가시키고 나서, 순환형 다층 연소로의 운전을 재개하는 방법이 채용되어 있었다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0005] (특허문헌 0001) 일본국 공개특허 특개2001-263634호 공보
- (특허문헌 0002) 일본국 공개특허 특개2009-139043호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0006] 그러나, 상술한 방법에 있어서는, 순환형 다층 연소로에 있어서, 셋업 작업이 극히 번잡하여 상당한 시간을 필요로 하기 때문에, 시간적으로 비효율적이었다. 또한, 냉각되어버린 노를 다시 승온시킬 필요가 있어, 이 승온에 방대한 보조 연료가 필요해지기 때문에, 보조 연료의 사용량에 관해서도 극히 비효율적이었다.
- [0007] 또한, 순환형 다층 연소로의 정지를 회피하는 방법으로서, 투입 오니량의 부족분을 보조 연료로 보완함으로써, 순환부에 공급되어야 할 1차 공기량이 최저 1차 공기량 미만이 되지 않도록 하는 방법이 채용되는 경우도 있으나, 이 경우에는 보조 연료의 사용량이 증가해버려, 역시 비효율적이었다.
- [0008] 이 발명은, 상기를 감안하여 이루어진 것으로서, 그 목적은, 순환형 다층 연소로의 운전이 통상 운전으로부터 저부하 운전으로 이행되는 경우에 있어서도, 순환형 다층 연소로의 정지를 회피할 수 있음과 함께 사용하는 보조 연료의 단위 오니 처리량당의 사용량을 증가시키지 않고 운전을 계속할 수 있는 순환형 다층 연소로를 제공하는 것에 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0009] 상술한 과제를 해결하고, 목적을 달성하기 위해, 이 발명에 관련된 순환형 다층 연소로는, 유동 매체를 순환시키는 공기를 공급하면서 오니를 연소하는 순환부와, 순환부로부터의 열분해 가스에 공기를 공급하여 완전 연소시키는 후연소부를 가지고, 투입 오니량에 대응하는 완전 연소에 필요한 공기 유량의 공기를, 순환부와 후연소부에 대하여 소정의 비율로 나누어 공급하는 제 1 제어를 행하는 순환형 다층 연소로로서, 제 1 제어에서는 순환부에 공급되어야 할 공기의 공기 유량이 유동 매체를 순환시키는데 필요한 공기 유량 미만이 되는 경우에, 제 1 제어 대신, 완전 연소에 필요한 공기 유량의 공기 중, 순환부에 있어서 유동 매체를 순환시키는데 필요한 최저한의 공기 유량 이상의 공기를 순환부에 공급함과 함께, 잔부의 공기를 후연소부에 공급하는, 제 2 제어를 행하는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 이 발명에 관련된 순환형 다층 연소로는, 상기의 발명에 있어서, 제 2 제어는, 완전 연소에 필요한 공기 유량의 공기 중, 순환부에 있어서 유동 매체를 순환시키는데 필요한 최저한의 공기 유량의 공기를 순환부에 공급함과 함께, 잔부의 공기를 후연소부에 공급하는 제어인 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0011] 이 발명에 의한 순환형 다층 연소로에 의하면, 통상 운전으로부터 저부하 운전으로 운전이 이행되는 경우에 있어서도, 순환형 다층 연소로의 정지를 회피할 수 있음과 함께 사용하는 보조 연료의 단위 오니 처리량당의 사용량을 증가시키지 않고 운전을 계속 할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0012] 도 1은, 본 발명의 실시형태에 관련된 순환형 다층 연소로의 구성을 나타낸 모식도이다.
- 도 2a는, 도 1에 나타난 제어 장치에 의한, 단위 시간당의 소각 처리량에 대한 단위 소각 처리량당의 연료 사용량의 변화의 일례를 나타낸 설명도이다.
- 도 2b는, 도 1에 나타난 제어 장치에 의한, 단위 시간당의 소각 처리량에 대한 공기비의 변화의 일례를 나타낸 설명도이다.
- 도 2c는, 도 1에 나타난 제어 장치에 의한, 단위 시간당의 소각 처리량에 대한 1차 공기 유량의 변화의 일례를

나타낸 설명도이다.

도 2d는, 도 1에 나타난 제어 장치에 의한, 단위 시간당 소각 처리량에 대한 순환부 출구 온도의 변화의 일례를 나타낸 설명도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0013] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 실시하기 위한 형태에 대하여 설명한다.
- [0014] 도 1은, 본 발명의 실시형태인 순환형 다층 연소로의 구성을 나타낸 도면이다. 도 1에 나타난 바와 같이, 이 순환형 다층 연소로(1)는, 순환부(2)와, 순환부(2)의 후단에 설치된 후연소부(3)를 가진다. 순환부(2)는, 라이저(10)와 사이클론(20)과 다운카머(21)를 가진다. 라이저(10)는, 대략 원통 형상을 이루고, 노내에는, 상부에 회박층(11)과, 하부에 농후층(12)이라고 불리는, 충전된 규사 등 유동 매체의 입자 트랩(trap)의 부분이 형성된다.
- [0015] 라이저(10)의 하부에 충전되는 유동 매체는, 유동 공기(1차 공기)에 의해 노내에서 유동되고, 투입된 오니를 격렬하게 교반하면서 600~900℃ 정도에서 연소시킨다. 연소 배기가스(열분해 가스)는, 유동 매체와 함께 사이클론(20)으로 보내져 고체-기체 가스(固氣)가 분리되고, 유동 매체는, 다운카머(21)를 통하여 라이저(10)의 하부로 순환시키면서 오니를 소각한다. 사이클론(20)에 의해 고체-기체 가스가 분리된 열분해 가스는, 후단에 설치된 후연소부(3)로 보내진다.
- [0016] 후연소부(3)는, 2차 공기에 의해 상류에 형성되는 국소 고온장 존과 3차 공기에 의해 하류에 형성되는 완전 연소 존을 형성하고, 국소 고온장 존에서, 사이클론(20)으로부터 보내진 열분해 가스 중의 N<sub>2</sub>O를 분해하여 온실 효과 가스의 삭감을 행하고, 완전 연소 존에서, 미연분을 완전 연소한다.
- [0017] 라이저(10)의 하부에는, 오니 공급 펌프(60)를 통하여 오니가 공급되고, 오니 공급량은, 연소 처리량으로서 제어 장치(100)로 보내진다. 또한, 라이저(10)의 하부에는, 밸브(51), 연료 사용량 검출기(71)를 통하여 연료(70)가 공급된다. 밸브(51)는, 연료 사용량 조절기(FIC)(41)에 의해, 연료 사용량 검출기(71)에서 검출된 연료 사용량이 제어 장치(100)로부터 지시된 제어량이 되도록 개도 제어된다.
- [0018] 라이저(10)의 하부에는 1차 공기 블로워(blower)(80)로부터 밸브(52)를 통하여, 오니의 완전 연소에 필요한 공기 유량의 공기 중 일부의 공기로서의 1차 공기(A1)가 공급된다. 또한, 후연소부(3)의 상부 또는 중부에는, 2차 공기 블로워(90)로부터 밸브(53)를 통하여 2차 공기(A2)가 공급되어, 국소 고온장 존이 형성된다. 또한, 후연소부(3)의 중부 또는 하부에는, 2차 공기 블로워(90)로부터 밸브(54)를 통하여 3차 공기(A3)가 공급되어, 완전 연소 존이 형성된다. 이들의 2차 공기(A2) 및 3차 공기(A3)는, 오니의 완전 연소에 필요한 공기 유량의 공기 중 잔부의 공기이다.
- [0019] 1차 공기 유량 조절기(42)는, 제어 장치(100)에 의해 지시된 제어량의 1차 공기(A1)를 라이저(10)의 하부의 농후층(12)에 공급하도록, 도시하지 않은 1차 공기 유량 검출기의 검출 결과를 바탕으로 밸브(52)의 개도를 제어한다. 2차 공기 유량 조절기(43)는, 제어 장치(100)로부터 지시된 제어량의 2차 공기(A2)를, 후연소부(3)의 상부 또는 중부에 공급하도록, 도시하지 않은 2차 공기 유량 검출기의 검출 결과를 바탕으로 밸브(53)의 개도를 제어한다. 3차 공기 유량 조절기(44)는, 제어 장치(100)로부터 지시된 제어량의 3차 공기(A3)를 후연소부(3)의 중부 또는 하부에 공급하도록, 도시하지 않은 3차 공기 유량 검출기의 검출 결과를 바탕으로 밸브(54)의 개도를 제어한다.
- [0020] 라이저(10) 및 후연소부(3)에는, 복수의 열전대(13, 33)가 각각 분산 배치되어, 각각의 노내 온도가 측정되도록 되어 있다.
- [0021] 이 순환형 다층 연소로(1)에서는, 라이저(10)에 있어서, 하부에 공급된 오니를, 동일하게 하부로부터 공급되는 연료(70) 및 1차 공기(A1)에 의해 연소시키고, 후연소부(3)에 있어서, 라이저(10) 및 사이클론(20)을 통과하고 나서 배출되는 열분해 가스에 대하여, 상부 또는 중부에 공급되는 2차 공기(A2)에 의해 국소 고온장 존에서 연소시켜 연소 배기가스 중의 N<sub>2</sub>O를 분해하고, 동일하게 하부에서는, 3차 공기(A3)에 의해 완전 연소 존에서 불연분을 완전 연소시킨다.
- [0022] 제어 장치(100)에는, 연료 사용량 검출기(71), 오니 공급 유량 검출기(61), 1차 공기 유량 검출기, 2차 공기 유량 검출기, 3차 공기 유량 검출기로부터, 각각 연료 사용량, 오니 처리량, 1차 공기 유량, 2차 공기 유량, 3차 공기 유량이 입력됨과 함께, 열전대(13, 33)로부터 각각, 라이저(10)의 노내 온도 및 후연소부(3)의 노내 온도

가 입력된다. 또한, 제어 장치(100)에는, 후연소부(3)로부터, 가스 센서(35)에 의해 검출되는 O<sub>2</sub>나 N<sub>2</sub>O 등의 배기가스 성분값도 입력된다. 그리고, 제어 장치(100)는, 연료 사용량 조절기(41), 1차 공기 유량 조절기(42), 2차 공기 유량 조절기(43) 및 3차 공기 유량 조절기(44)에 각각, 제어량으로서의 연료 사용량, 1차 공기 유량, 2차 공기 유량 및 3차 공기 유량을 출력한다.

[0023] 여기서, 순환부(2)에서는, 상술한 바와 같이, 라이저(10)의 노내 용량에 따라, 노내에서 유동 매체를 분산시켜 적당한 유동 매체 밀도를 확보하기 위해, 일정값 이상의 1차 공기 유량을 순환부(2) 내로 유입시킬 필요가 있다. 따라서, 순환부(2)로의 1차 공기 유량은, 일정값의 1차 공기 유량(최저 1차 공기 유량) 미만이 될 일은 없다.

[0024] 제어 장치(100)는, 순환부(2)에 공급되는 1차 공기 유량이 유동 매체를 분산시키기 위한 최저 1차 공기 유량을 넘는, 소위 통상 운전 상태의 경우, 순환부(2)에 있어서 오니의 단위 소각 처리량당의 연료 사용량을 일정값으로 하고, 또한 1차 공기비가 1 미만이 되는 억제 연소를 행하고, 후연소부(3)에 있어서 2차 공기(A2) 및 3차 공기(A3)를 공급하여 순환부(2)로부터의 열분해 가스를 한층 더 연소시켜 완전 연소시키는 제 1 제어에 의한 제 1 다층 연소 처리를 행한다.

[0025] 또한, 제어 장치(100)는, 순환부(2)에 공급되는 1차 공기 유량이 최저 1차 공기 유량이 된, 소위 저부하 운전 상태의 경우, 순환부(2)에 있어서 오니의 단위소각 처리량당의 연료 사용량을 제 1 다층 연소 처리와 동일한 값으로 하고, 또한 순환부(2)에 공급되는 단위 시간당의 오니의 소각 처리량의 감소에 따라 1차 공기비를 순환형 다층 연소로(1) 전체의 전(全)공기비의 값까지 서서히 증대시키고, 후연소부(3)에 있어서 순환부(2)에 공급되는 단위 시간당의 오니의 소각 처리량의 감소에 따라 2차 공기비 및 3차 공기비를 0의 값까지 서서히 감소시키는 제 2 제어에 의한 제 2 다층 연소 처리를 행한다. 그리고, 순환부(2)에 공급되는 1차 공기 유량이 최저 1차 공기 유량이며, 순환부(2)에 공급되는 1차 공기비가 전공기비가 된 경우, 순환부(2)만으로 오니를 완전 연소시키는 순환부 완전 연소 처리를 행한다.

[0026] 여기서, 도 2a, 도 2b, 도 2c 및 도 2d를 참조하여, 제어 장치(100)에 의한 연소 제어 처리를 구체적으로 설명한다. 도 2a는, 순환형 다층 연소로(1)의 부하인, 단위 시간당의 소각 처리량(Br)에 대한 단위 소각 처리량(1t-cake)당의 연료 사용량(Fr)(Nm<sup>3</sup>/t-cake)을 나타낸다. 도 2b는, 단위 시간당의 소각 처리량(Br)에 대한 공기비(1차 공기비(m1), 2차 공기비(m2), 3차 공기비(m3), 전공기비(m))의 변화를 나타낸다. 또한, 도 2c는, 단위 시간당의 소각 처리량(Br)에 대한 1차 공기 유량(A1V), 도 2d는, 단위 시간당의 소각 처리량(Br)에 대한 순환부 출구 온도(T)의 변화를 나타낸다. 또한, 100% 부하의 소각 처리량(Br)은, 구체적으로는 예를 들면 100t/일(日)이다. 따라서, 75% 부하 및 50% 부하의 소각 처리량(Br)은 각각, 구체적으로는 예를 들면 75t/일 및 50t/일이다.

[0027] 도 2c에 나타낸 바와 같이, 이 순환부(2)의 최저 1차 공기 유량(A1Vmin)은, 소각 처리량(Br)이 75% 부하일 때이다. 이 최저 1차 공기 유량(A1Vmin)을 넘어 최대 1차 공기 유량(A1Vmax)까지의 구간, 즉, 75% 부하에서 100% 부하의 사이에서는, 상술한 제 1 다층 연소 처리(B1)가 행해진다. 또한, 최저 1차 공기 유량(A1Vmin)인 구간, 즉, 75% 부하에서 50% 부하의 사이에서는, 상술한 제 2 다층 연소 처리(B2)가 행해지고, 특히, 50% 부하시에서는, 순환부 완전 연소 처리(B3)가 행해진다.

[0028] (제 1 다층 연소 처리)

[0029] 도 2b에 나타낸 바와 같이, 제 1 다층 연소 처리(B1)의 구간에서는, 순환부(2)에서의 1차 공기비(m1)가 1 미만, 예를 들면 0.9로 하는 억제 연소 처리가 행해진다. 또한, 후연소부(3)에서의 2차 공기비(m2)를 예를 들면 0.1 및 3차 공기비(m3)를 예를 들면 0.3으로 하여 순환부(2)로부터의 열분해 가스를 완전 연소시킨다. 그리고, 순환형 다층 연소로(1) 전체의 전공기비는 예를 들면 1.3으로 설정된다. 이 상태에 있어서는, 오니의 처리량이 많고, 순환부(2)가 억제 연소 상태임과 함께, 후연소부(3)에 있어서 국소 고온장 준이 형성되어 있고, N<sub>2</sub>O 가스가 저감된다. 그리고, 순환부(2)가 억제 연소이기 때문에, 도 2d에 나타낸 바와 같이, 제 1 다층 연소 처리(B1)의 구간에서는, 순환부 출구 온도(T)는, 예를 들면 750℃가 된다. 또한, 후연소부 출구 온도는, 예를 들면 850℃가 된다.

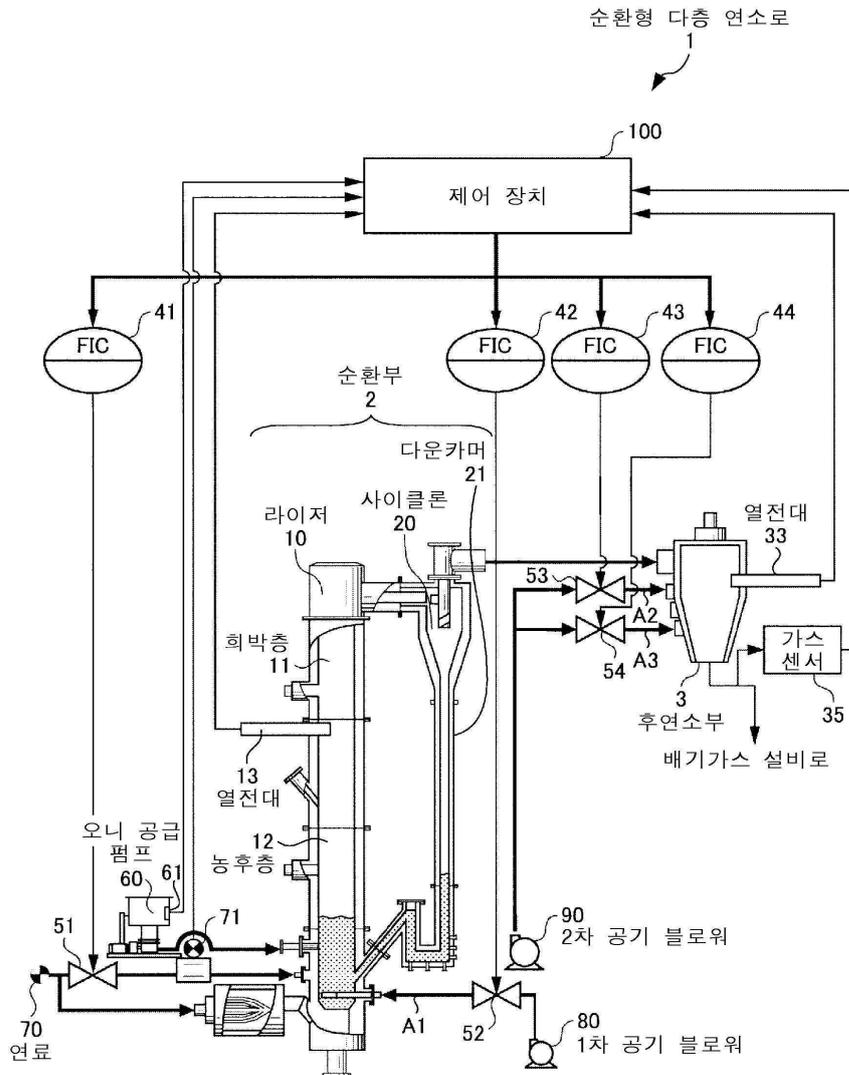
[0030] 또한, 도 2a에 나타낸 바와 같이, 제 1 다층 연소 처리(B1)의 구간에서는, 1차 공기비(m1)를 유지하기 위해, 단위 소각 처리량당의 연료 사용량은, 일정값(Fr1)(예를 들면, 20(Nm<sup>3</sup>/t-cake))이 된다. 또한, 일정값(Fr1)은, 단위 소각 처리량에 대응하기 때문에, 소각 처리량(Br)이 증가하면, 연료 사용량의 절대량은 증대한다.



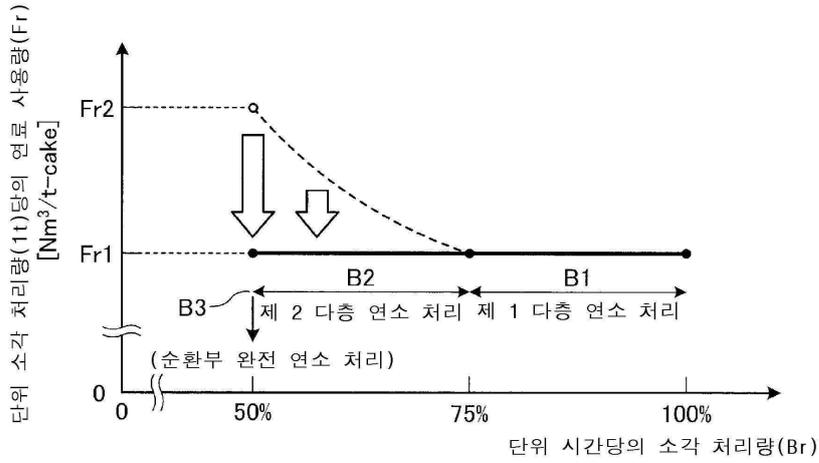
- |                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| 11: 희박층            | 12: 농후층               |
| 13, 33: 열전대        | 20: 사이클론              |
| 21: 다운카머           | 35: 가스 센서             |
| 41 연료 사용량 조절기      | 42, 43, 44: 공기 유량 조절기 |
| 51, 52, 53, 54: 밸브 | 60: 오니 공급 펌프          |
| 61: 오니 공급 유량 검출기   | 70: 연료                |
| 71: 연료 사용량 검출기     | 80: 1차 공기 블로워         |
| 90: 2차 공기 블로워      | 100: 제어 장치            |
| A1: 1차 공기          | A2: 2차 공기             |
| A3: 3차 공기          |                       |

도면

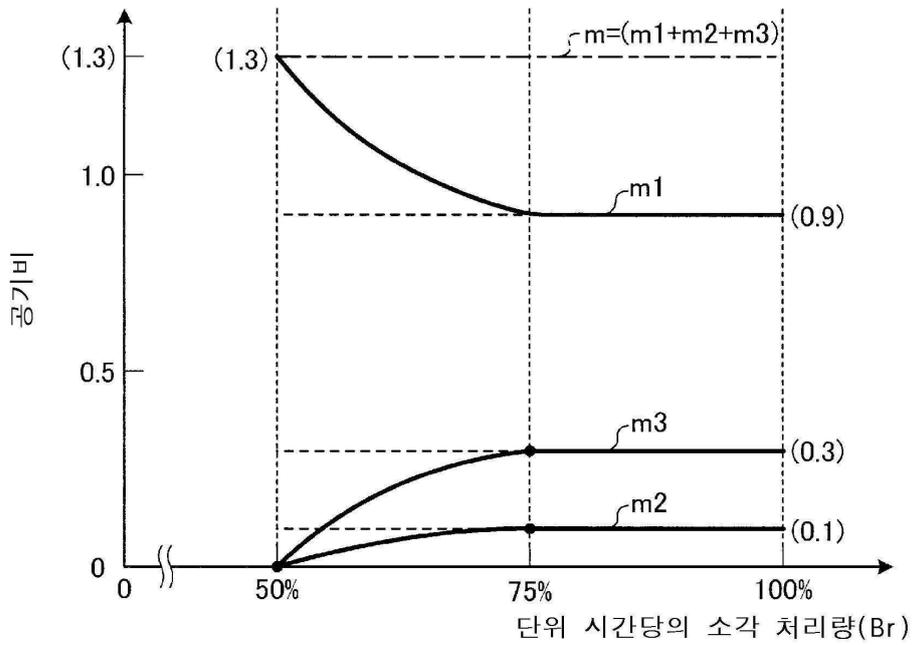
도면1



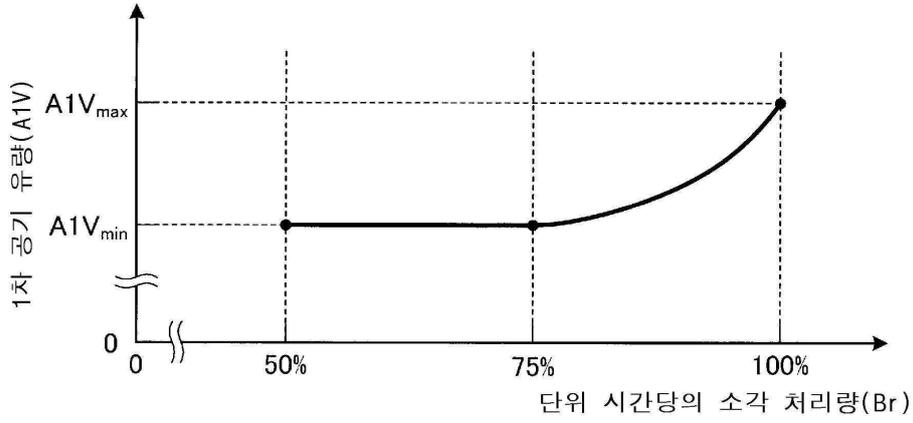
도면2a



도면2b



도면2c



도면2d

