(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0087779
(43) 공개일자 2024년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 53/62 (2006.01) *B01D 53/83* (2006.01)
C01B 32/60 (2017.01) *C01F 11/18* (2006.01)
C01F 5/24 (2006.01) *F23J 15/00* (2020.01)
F23J 15/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 53/62 (2013.01)
B01D 53/83 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7010825
(22) 출원일자(국제) 2022년09월09일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년03월29일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/033846
(87) 국제공개번호 WO 2023/062988
국제공개일자 2023년04월20일
(30) 우선권주장
JP-P-2021-167307 2021년10월12일 일본(JP)

(71) 출원인
스미도모쥬기가이고교 가부시키가이샤
일본국 도쿄도 시나가와쿠 오오사키 2쵸메 1반 1고
(72) 발명자
마나부 호마레다
일본국 141-0031 도쿄도 시나가와쿠 니시고탄다 7쵸메 25반 9고 스미도모쥬기가이고교 가부시키가이샤 내
(74) 대리인
정구명

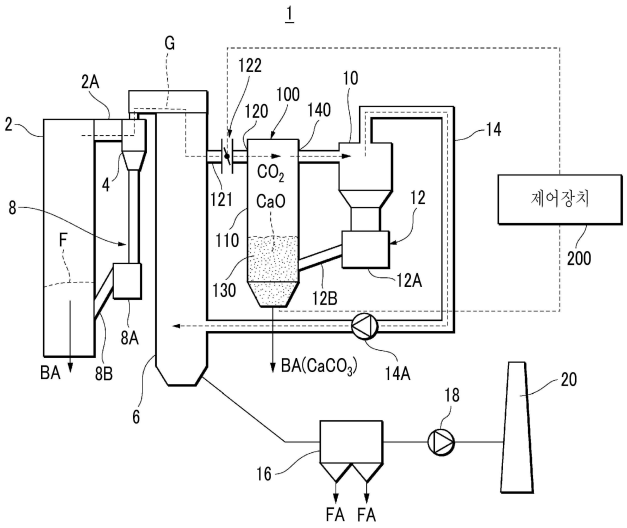
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **보일러 및 CO2회수방법**

(57) 요 약

보일러(1)는, 가스화 노(2)와, 가스화 노(2)에서 발생하는 배기가스로부터 CO_2를 회수하는 CO_2회수부(100)를 구비한다. CO_2회수부(100)는, 배기가스를 도입하기 위한 도입구(120)가 마련된 케이스(110)와, 케이스(110)의 내부에서 유동하는 유동매체(130)를 갖고, 유동매체(130)는, 알칼리물질을 함유하는 철강슬래그를 포함한다. CO_2회수부(100)는, 도입구(120)를 통하여 케이스(110)의 내부에 도입한 배기가스에 포함되는 CO_2와 유동매체(130)에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수하도록 구성되어 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
C01B 32/60 (2017.08)
C01F 11/18 (2013.01)
C01F 5/24 (2013.01)
F23J 15/003 (2013.01)
F23J 15/02 (2013.01)
B01D 2251/602 (2013.01)
B01D 2257/504 (2013.01)
B01D 2258/0283 (2013.01)
Y02C 20/40 (2020.08)

명 세 서

청구범위

청구항 1

가스화 노와, 상기 가스화 노에서 발생하는 배기가스로부터 CO_2를 회수하는 CO_2회수부를 구비하는 보일러로서,

상기 CO_2회수부는, 상기 배기가스를 도입하기 위한 도입구가 마련된 케이스와, 상기 케이스의 내부에서 유동하는 유동매체를 갖고,

상기 유동매체는, 알칼리물질을 함유하는 철강슬래그를 포함하며,

상기 도입구를 통하여 상기 케이스의 내부에 도입한 상기 배기가스에 포함되는 CO_2와, 상기 유동매체에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수하도록 구성되어 있는, 보일러.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 알칼리물질은, 산화칼슘 또는 산화마그네슘을 포함하는, 보일러.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 가스화 노에 접속되는 고기분리기와,

상기 고기분리기에 접속되는 열회수부를 더 구비하고,

상기 CO_2회수부의 상기 케이스의 상기 도입구에는, 상기 가스화 노에서 발생하는 상기 배기가스가, 상기 고기분리기 및 상기 열회수부를 순차 경유하여 유입하도록 구성되어 있으며,

상기 CO_2회수부의 상기 케이스에는, 상기 배기가스를 배출하기 위한 배출구가 마련되어 있고,

상기 배출구로부터 배출된 상기 배기가스는, 복귀유로를 통하여 상기 열회수부로 되돌아가도록 구성되어 있는, 보일러.

청구항 4

가스화 노와, 상기 가스화 노의 내부에서 유동하는 유동매체를 구비하는 보일러로서,

상기 유동매체는, 알칼리물질을 함유하는 철강슬래그를 포함하며,

상기 가스화 노에서 발생하는 배기가스에 포함되는 CO_2와, 상기 유동매체에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수하도록 구성되어 있는, 보일러.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 알칼리물질은, 산화칼슘 또는 산화마그네슘을 포함하는, 보일러.

청구항 6

가스화 노에서 발생하는 배기가스로부터 CO_2를 회수하는 방법으로서,

상기 가스화 노에 접속된 케이스의 내부에, 알칼리물질을 함유하는 철강슬래그를 포함하는 유동매체를 투입하는 매체투입공정과,

상기 케이스의 내부에 도입한 상기 배기가스에 포함되는 CO_2와, 상기 유동매체에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수하는 CO_2회수공정을 포함하는, CO_2회수방법.

청구항 7

가스화 노에서 발생하는 배기가스로부터 CO_2를 회수하는 방법으로서,

상기 가스화 노의 내부에, 알칼리물질을 함유하는 철강슬래그를 포함하는 유동매체를 투입하는 매체투입공정과,

상기 배기가스에 포함되는 CO_2와, 상기 유동매체에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수하는 CO_2회수공정을 포함하는, CO_2회수방법.

청구항 8

가스화 노와, 상기 가스화 노에서 발생하는 배기가스를 도입하기 위한 도입구가 마련된 케이스와, 상기 케이스의 내부에서 유동하는 유동매체를 구비하는 보일러로서,

상기 유동매체는, 알칼리물질을 함유하는 철강슬래그를 포함하는, 보일러.

청구항 9

가스화 노와, 상기 가스화 노의 내부에서 유동하는 유동매체를 구비하는 보일러로서,

상기 유동매체는, 알칼리물질을 함유하는 철강슬래그를 포함하는, 보일러.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 보일러 및 CO_2회수방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래부터, 연소로에서 연료를 연소 내지 가스화시킴으로써 얻어지는 고온의 배기가스의 열에 의하여 증기를 생성하는 보일러시스템이 다양하게 제안되고 있다. 현재에 있어서는, 탈탄소화가 사회과제로 되어 있는 것에 근거하여, 보일러시스템에서 발생하는 배기가스에 포함되는 CO_2를 회수하는 시도가 이루어지고 있다.

[0003] 예를 들면 최근에 있어서는, 산소캐리어인 금속산화물(MeO)로 연료를 산화반응시키고, 환원된 금속(Me)을 공기로 산화시켜 다시 금속산화물(MeO)로서 이용하는 케미컬루핑연소기술이 채용되어 있다(특허문헌 1 참조). 이러한 기술을 채용하면, 반응생성물로서 CO_2와 수분을 얻을 수 있어, CO_2의 회수가 용이해진다고 되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본 특허공보 제6300646호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러나, 산소캐리어(금속산화물(MeO))의 비용이 높은 점에서, 특허문헌 1에 기재된 바와 같은 케미컬루핑연소기술이 상업화되기까지에는 아직 시간을 필요로 한다는 현상(現狀)이 있다.

[0006] 본 발명은, 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것이며, 보일러에서 발생하는 배기가스에 포함되는 CO_2를 효율적으로 회수하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 관한 제1의 보일러는, 가스화 노와, 가스화 노에서 발생하는 배기가스로부터 CO_2를 회수하는 CO_2회수부를 구비하는 것으로서, CO_2회수부는, 배기가스를 도입하기 위한 도입구가 마련된 케이스와, 케이스의 내부에서 유동하는 유동매체를 갖고, 유동매체는, 알칼리물질을 함유하는 철강슬래그를 포함하며, 도입구를 통하여 케이스의 내부에 도입된 배기가스에 포함되는 CO_2와 유동매체에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수하도록 구성되어 있는 것이다. 알칼리물질로서는, 산화칼슘이나 산화마그네슘을 채용할 수 있다.

[0008] 또, 본 발명에 관한 제1의 CO_2회수방법은, 가스화 노에서 발생하는 배기가스로부터 CO_2를 회수하는 방법으로서, 가스화 노에 접속된 케이스의 내부에, 알칼리물질을 함유하는 철강슬래그를 포함하는 유동매체를 투입하는 매체투입공정과, 케이스의 내부에 도입한 배기가스에 포함되는 CO_2와 유동매체에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수하는 CO_2회수공정을 포함하는 것이다.

[0009] 이러한 구성 및 방법을 채용하면, 가스화 노에서 발생하는 배기가스를 케이스의 내부에 도입하고, 케이스 내에 도입한 배기가스에 포함되는 CO_2와, 케이스 내에서 유동하는 유동매체(철강슬래그)에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수할 수 있다. 따라서, 잔사로서 인식되고 있던 철강슬래그를 유동매체로서 유효이용하면서, 저비용으로 효율적으로 CO_2를 회수하는 것이 가능해진다.

[0010] 본 발명에 관한 제1의 보일러에 있어서, 가스화 노에 접속되는 고기(固氣)분리기와, 고기분리기에 접속되는 열회수부를 더 구비하고, CO_2회수부의 케이스의 도입구에, 가스화 노에서 발생하는 배기가스가 고기분리기 및 열회수부를 순차 경유하여 유입하도록 구성할 수 있다. 이러한 경우에 있어서, CO_2회수부의 케이스에 배기가스를 배출하기 위한 배출구를 마련해 두고, 배출구로부터 배출된 배기가스가 복귀유로를 통하여 열회수부로 되돌아가도록 구성할 수도 있다.

[0011] 이러한 구성을 채용하면, CO_2회수부의 케이스의 배출구로부터 배출된 배기가스를, 복귀유로를 통하여 열회수부로 되돌려 재이용할 수 있다. 이와 같이, 배기가스를 열회수부로 되돌려 재이용함으로써, 배기가스에 포함되는 열을 효율적으로 회수하는 것이 가능해진다.

[0012] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 관한 제2의 보일러는, 가스화 노와, 가스화 노의 내부에서 유동하는 유동매체를 구비하는 것으로서, 유동매체는, 알칼리물질을 함유하는 철강슬래그를 포함하고, 가스화 노에서 발생하는 배기가스에 포함되는 CO_2와 유동매체에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수하도록 구성되어 있는 것이다. 알칼리물질로서는, 산화칼슘이나 산화마그네슘을 채용할 수 있다.

[0013] 또, 본 발명에 관한 제2의 CO_2회수방법은, 가스화 노에서 발생하는 배기가스로부터 CO_2를 회수하는 방법으로서, 가스화 노의 내부에, 알칼리물질을 함유하는 철강슬래그를 포함하는 유동매체를 투입하는 매체투입공정과, 배기가스에 포함되는 CO_2와 유동매체에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수하는 CO_2회수공정을 포함하는 것이다.

[0014] 이러한 구성 및 방법을 채용하면, 가스화 노에서 발생하는 배기가스에 포함되는 CO_2와, 가스화 노의 내부에서 유동하는 유동매체(철강슬래그)에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수할 수 있다. 따라서, 잔사로서 인식되고 있던 철강슬래그를 유동매체로서 유효이용하면서, 저비용으로 효율적으로 CO_2를 회수하는 것이 가능해진다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 의하면, 보일러에서 발생하는 배기가스에 포함되는 CO_2를 효율적으로 회수하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 제1 실시형태에 관한 보일러의 구성을 나타내는 구성도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시형태에 관한 CO_2회수방법을 설명하기 위한 플로차트이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시형태에 관한 보일러의 구성을 나타내는 구성도이다.

도 4는 본 발명의 제2 실시형태에 관한 CO_2회수방법을 설명하기 위한 플로차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 각 실시형태에 대하여 설명한다. 다만, 이하의 각 실시형태는 어디까지나 적합한 적용예이며, 본 발명의 적용범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0018] <제1 실시형태>

[0019] 먼저, 도 1을 이용하여, 본 발명의 제1 실시형태에 관한 유동상식(流動床式)(CFB(Circulating Fluidized Bed) 보일러(이하, "CFB보일러"라고 칭한다)(1)에 대하여 설명한다.

[0020] CFB보일러(1)는, 연소로(2), 제1 사이클론분리기(4), 열회수부(6), 제1 리턴라인(8), CO_2회수부(100), 제2 사이클론분리기(10), 제2 리턴라인(12), 복귀유로(14), 중앙처리장치(200) 등을 구비하고 있다.

[0021] 연소로(2)는, 외부순환형의 유동층식 연소로로서, 연료를 연소 내지 가스화시켜 밀폐용기(도시되어 있지 않은 증기드럼) 내의 물을 가열하여 증기를 생성하는 것이며, 본 발명에 있어서의 가스화 노로서 기능한다. 연소로(2)에는, 도시되어 있지 않은 연료투입구를 통하여, 각종 연료(예를 들면, 왕겨나 EFB(Empty Fruit Bunches) 등의 바이오매스연료, 톱밥, 타이어, RPF 등)가 투입된다. 또, 연소로(2)에는, 연료투입구를 통하여 석영입자를 주성분으로 하는 유동매체가 투입되어 있고, 이 유동매체 중에 하부로부터 공기가 공급되며, 유동매체가 유동하여 유동상(이하 "베드"라고 한다)(F)이 형성된다. 베드(F)의 형성에 의하여, 연료의 연소가 촉진된다. 다만, 유동매체에는, 모래를 종(씨)으로 하여 바이오매스연료 중의 성분이 응축, 융체(融體), 응집되어 부착되거나 모래 표면에서 화학반응하거나 하여 입자형성된 보텀애시(BA)가 포함된다.

[0022] 연소로(2)에서 발생한 연소가스(이하, "배기가스"라고 함)(G)는, 유동매체의 일부를 수반하면서 연소로(2) 내를 상승한다. 연소로(2)의 상부에는, 배기가스를 배출하는 가스출구(2A)가 마련되어 있다. 연소로(2)의 하부에는, 보텀애시(BA)를 배출하기 위한 도시되어 있지 않은 배출구가 마련되어 있다. 다만, 연소로(2)의 연료투입구에는, 연료의 양, 조성, 종류, 혼소비율, 첨가제의 공급량, 유동매체의 공급량의 각각을 변경할 수 있는 연료공급조정기구가 마련되어 있으며, 연소로(2)의 배출구에는, 유동매체의 발출량을 변경할 수 있는 유동매체배출조정기구가 마련되어 있다. 이들 연료공급조정기구 및 유동매체배출조정기구가 중앙처리장치(200)에 의하여 제어됨으로써, 연소로(2)에 투입되는 연료의 양이나 연소로(2)로부터 빠져 나오는 유동매체의 양이 조정되게 된다.

[0023] 제1 사이클론분리기(4)는, 배기가스(G)로부터 고형물을 분리하는 것이며, 본 발명에 있어서의 고기분리기로서 기능한다. 제1 사이클론분리기(4)는, 연소로(2)에 인접하여 배치되어 있으며, 가스출구(2A)를 개재하여 연소로(2)에 접속되어 있다. 제1 사이클론분리기(4)는, 연소로(2)로부터 배출된 배기가스(G) 및 배기가스(G)에 수반된 유동매체를 수용하여, 원심분리작용에 의하여 배기가스(G)와 유동매체를 분리하고, 유동매체를 연소로(2)로 되돌리며, 배기가스(G)를 열회수부(6)에 보낸다. 제1 사이클론분리기(4)에는, 제1 리턴라인(8)이 접속되어 있다.

[0024] 열회수부(6)에는, 배기가스(G)의 열을 열회수하도록 기능하는 것이며, 각종 열교환튜브(예를 들면, 과열증기를 발생시키는 과열기나 보일러급수를 예열하는 절탄기 등)가 배치되어 있다. 과열기는, 배기가스의 열을 이용하여 증기를 과열하여 과열증기를 생성하는 것이다. 과열증기는, 도시되어 있지 않은 배관을 통과하여, CFB보일러(1) 외부의 도시되어 있지 않은 터빈 등에 공급되어 발전에 이용된다. 절탄기는, 배기가스의 열을 보일러급수에 전열하여, 보일러급수를 예열하는 것이다.

[0025] 제1 리턴라인(8)은, 제1 사이클론분리기(4)에서 배기가스(G)로부터 분리된 비회(飛灰)(즉 배기가스(G)로부터 분리된 유동매체의 일부)를 연소로(2)의 하부로 되돌리도록 기능하는 것이다. 제1 리턴라인(8)은, 연소로(2)의 하부에 접속된 관로로 이루어지며, 그 도중 상부에는 루프시일(8A)이 마련되어 있다. 루프시일(8A)은, 연소로(2)로부터의 배기가스(G)의 역류를 방지하는 설비이다. 루프시일(8A) 내에는, 제1 사이클론분리기(4)로부터 보내진 유동매체가 축적된다. 또, 루프시일(8A) 내의 유동매체는, 루프시일(8A)의 출구의 리턴슈트부(8B)로부터 연소로(2) 내에 투입된다.

[0026] CO_2회수부(100)는, 연소로(2)에서 발생하는 배기가스(G)로부터 CO_2를 회수하도록 기능하는 것이다. CO_2회수부

(100)는, 배기가스(G)를 도입하기 위한 도입구(120)가 마련된 케이스(110)와, 케이스(110)의 내부에서 유동하는 유동매체(130)를 갖고 있으며, 케이스(110)의 도입구(120)에, 연소로(2)에서 발생하는 배기가스(G)가 제1 사이클론분리기(4) 및 열회수부(6)를 순차 경유하여 유입하도록 구성되어 있다. 열회수부(6)와 케이스(110)의 도입구(120)를 접속하는 접속관(121)에는, 제어 가능한 개폐밸브(122)가 마련되어 있다. 중앙처리장치(200)에 의하여 개폐밸브(122)를 개방하도록 제어함으로써, 열회수부(6)로부터 케이스(110)로의 배기가스(G)의 유입이 가능해지는 한편, 중앙처리장치(200)에 의하여 개폐밸브(122)를 폐쇄하도록 제어함으로써, 열회수부(6)로부터 케이스(110)로의 배기가스(G)의 유입이 차단되도록 되어 있다.

[0027] 본 실시형태에 있어서는, 연소로(2)의 내부에 투입되는 유동매체(석영입자 등을 주성분으로 한 것)에 철강슬래그를 함유시킨 것을 유동매체(130)로서 채용하고 있다. 철강슬래그에는, 산화칼슘(CaO)이나 산화마그네슘(MgO) 등의 알칼리물질이 함유되어 있으며, 이러한 알칼리물질이, 배기가스(G)에 포함되는 CO_2와 반응함으로써 탄산염이 생성되어, CO_2를 고정화하여 회수할 수 있도록 되어 있다. 예를 들면, 알칼리물질이 산화칼슘(CaO)인 경우에는, 이하의 화학반응에 의하여 탄산염으로서의 탄산칼슘($CaCO_3$)이 생성되는 한편, CO_2가 고정화된다.

[0028] $CaO+CO_2 \rightarrow CaCO_3$

[0029] 유동매체(130)는, 연소로(2)에서 발생하는 배기가스(G)가 케이스(110)의 내부에 도입되기 전에 케이스(110)의 내부에 투입되어 있으며, 유동매체(130) 중에 하부로부터 공기가 공급됨으로써, 유동매체(130)가 유동하여 CO_2의 회수가 촉진되도록 되어 있다. 또, CO_2와 알칼리물질의 반응이 진행됨으로써 유동매체(130)에 포함되는 알칼리물질의 비율이 점차 감소하기 때문에, 유동매체(130)에 정기적으로 철강슬래그를 공급함으로써 알칼리물질을 정기적으로 보충하는 것이 바람직하다. 다만, 철강슬래그만을 유동매체(130)로서 채용해도 된다.

[0030] CO_2회수부(100)의 케이스(110)의 하부에는, CO_2의 회수(고정화)에 따라 생성된 탄산염을 포함하는 보텀애시(BA)를 배출하기 위한 도시되어 있지 않은 배출구가 마련되어 있다. 이러한 배출구에는, 보텀애시(BA)의 발출량을 변경할 수 있는 보텀애시배출조정기구가 마련되어 있으며, 이러한 보텀애시배출조정기구가 중앙처리장치(200)에 의하여 제어됨으로써, 케이스(110)로부터 빠져 나오는 보텀애시(BA)(및 그것에 포함되는 탄산염)의 양이 조정된다.

[0031] 또, CO_2회수부(100)의 케이스(110)에는, 배기가스(G)를 배출하기 위한 배출구(140)가 마련되어 있다. 케이스(110)의 배출구(140)로부터 배출된 배기가스(G)는, 제2 사이클론분리기(10)를 경유하여 복귀유로(14)에 유입되도록 되어 있다. 복귀유로(14)에 유입된 배기가스(G)는, 흡인팬(14A)에 의하여 흡인되어, 열회수부(6)로 되돌려져 다시 열회수에 제공된다.

[0032] 제2 사이클론분리기(10)는, CO_2회수부(100)에 인접하여 배치되어 있으며, 배출구(140)를 개재하여 케이스(110)에 접속되어 있다. 제2 사이클론분리기(10)는, CO_2회수부(100)의 케이스(110)로부터 배출된 배기가스(G) 및 배기가스(G)에 수반된 유동매체(130)를 수용하여, 원심분리작용에 의하여 배기가스(G)와 유동매체(130)를 분리하고, 유동매체(130)를 케이스(110)로 되돌리며, 복귀유로(14)를 경유하여 배기가스(G)를 열회수부(6)에 보낸다. 제2 사이클론분리기(10)에는, 제2 리턴라인(12)이 접속되어 있다.

[0033] 제2 리턴라인(12)은, 제2 사이클론분리기(10)에서 배기가스(G)로부터 분리된 비회(즉 배기가스(G)로부터 분리된 유동매체(130)의 일부)를 CO_2회수부(100)의 하부로 되돌리도록 기능하는 것이다. 제2 리턴라인(12)은, CO_2회수부(100)의 케이스(110)의 하부에 접속된 관로로 이루어지며, 그 도중 상부에는 루프시일(12A)이 마련되어 있다. 루프시일(12A)은, 케이스(110)로부터의 배기가스(G)의 역류를 방지하는 설비이다. 루프시일(12A) 내에는, 제2 사이클론분리기(10)로부터 보내진 유동매체(130)가 축적된다. 또, 루프시일(12A) 내의 유동매체(130)는, 루프시일(12A)의 출구의 리턴슈트부(12B)로부터 케이스(110) 내에 투입된다.

[0034] 열회수부(6)의 내부의 배기가스(G)의 일부(CO_2회수부(100)에 의하여 CO_2가 회수된 배기가스(G)를 포함한다)는, 흡인팬(18)에 의하여 흡인됨으로써 백필터(16)에 유입되고, 배기가스(G)에 포함되는 매진(煤塵) 등의 미립자가 백필터(16)에서 여과포집된 후, 굴뚝(20)으로부터 CFB보일러(1) 외부에 배출된다. 백필터(16)에 의하여 포집된 매진(플라이애시(FA)를 포함한다)은, 백필터(16)의 하방에 마련된 도시되어 있지 않은 배출구로부터 회수된다.

[0035] 중앙처리장치(200)는, CFB보일러(1)의 각종 구성을 통합제어하는 것이며, 각종 제어프로그램이나 각종 제어용 데이터 등을 저장하는 메모리나, 각종 제어프로그램을 실행하는 프로세서 등에 의하여 구성되어 있다. 예를 들

면, 중앙처리장치(200)는, 연료공급조정기구를 제어함으로써 연소로(2)에 투입되는 연료의 양을 조정하거나, 유동매체배출조정기구를 제어함으로써 연소로(2)로부터 빠져 나오는 유동매체의 양을 조정하거나, 투입되는 연료의 종류나 양에 따라 연소로(2)의 연소온도나 연소시간을 제어하거나, CO_2회수부(100)의 케이스(110) 내의 유동매체(130) 중에 공급하는 공기의 양을 조정함으로써 유동매체(130)의 유동양태를 변경하거나, 보텀애시배출조정기구를 제어함으로써 CO_2회수부(100)의 케이스(110)로부터 빠져 나오는 보텀애시(BA)(및 그것에 포함되는 탄산염)의 양을 조정할 수 있도록 되어 있다.

[0036] 다음으로, 도 2의 플로차트를 이용하여, 본 실시형태에 관한 CO_2회수방법(본 실시형태에 관한 CFB보일러(1)의 연소로(2)에서 발생하는 배기가스(G)로부터 CO_2를 회수하는 방법)에 대하여 설명한다.

[0037] 먼저, CFB보일러(1)의 연소로(2)에 접속된 CO_2회수부(100)의 케이스(110)의 내부에, 알칼리물질을 함유하는 철강슬래그를 포함하는 유동매체(130)를 투입한다(매체투입공정: S1). 매체투입공정 S1은, 연소로(2)에서 발생하는 배기가스(G)가 케이스(110)의 내부에 도입되기 전에 실시된다. 다만, 이미 설명한 바와 같이, CO_2와 알칼리물질의 반응이 진행됨으로써 유동매체(130)에 포함되는 알칼리물질의 비율이 점차 감소하기 때문에, CO_2회수부(100)의 케이스(110)의 내부에 정기적으로 철강슬래그를 공급함으로써 알칼리물질을 정기적으로 보충하는 것이 바람직하다. 즉, 매체투입공정 S1은, CFB보일러(1)의 가동 중에 정기적으로 실시되는 것이 바람직하다.

[0038] 이어서, CO_2회수부(100)의 케이스(110)의 내부에 도입한 배기가스에 포함되는 CO_2와, 매체투입공정 S1을 거쳐 케이스(110)의 내부에 투입된 유동매체(130)에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써, 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수한다(CO_2회수공정). 이미 설명한 바와 같이, 알칼리물질이 산화칼슘(CaO)인 경우에는, 이하의 화학반응에 의하여 탄산염으로서의 탄산칼슘($CaCO_3$)이 생성되는 한편, CO_2가 고정화된다.

[0039] $CaO+CO_2 \rightarrow CaCO_3$

[0040] 이상 설명한 실시형태에 관한 CFB보일러(1)에 있어서는, 연소로(2)에서 발생하는 배기가스(G)를 CO_2회수부(100)의 케이스(110)의 내부에 도입하고, 케이스(110) 내에 도입한 배기가스(G)에 포함되는 CO_2와, 케이스(110) 내에서 유동하는 유동매체(130)(철강슬래그)에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수할 수 있다. 따라서, 잔사로서 인식되고 있던 철강슬래그를 유동매체(130)로서 유효이용하면서, 저비용으로 효율적으로 CO_2를 회수하는 것이 가능해진다.

[0041] 또, 이상 설명한 실시형태에 관한 CFB보일러(1)에 있어서는, CO_2회수부(100)의 케이스(110)의 배출구(140)로부터 배출된 배기가스(G)를, 복귀유로(14)를 통하여 열회수부(6)로 되돌려 재이용할 수 있다. 이와 같이, 배기가스(G)를 열회수부(6)로 되돌려 재이용함으로써, 배기가스(G)에 포함되는 열을 효율적으로 회수하는 것이 가능해진다.

[0042] <제2 실시형태>

[0043] 계속해서, 본 발명의 제2 실시형태에 대하여 설명한다.

[0044] 먼저, 도 3을 이용하여, 본 발명의 제2 실시형태에 관한 CFB보일러(1A)에 대하여 설명한다. 본 실시형태에 관한 CFB보일러(1A)는, 연소로(100A), 제1 사이클론분리기(4), 열회수부(6), 제1 리턴라인(8), 중앙처리장치(200A) 등을 구비하고 있으며, 연소로(100A)의 내부에 철강슬래그를 포함하는 유동매체(130)를 투입함으로써, 연소로(100A)에서 발생하는 배기가스에 포함되는 CO_2를 철강슬래그에 포함되는 알칼리물질과 반응시켜 회수하도록 구성한 것이다. 환언하면, 본 실시형태에 관한 CFB보일러(1A)는, 연소로(100A) 자체가 "CO_2회수부"로서 기능하는 것이다.

[0045] 연소로(100A)는, 제1 실시형태에 있어서의 연소로(2)와 동일하게, 외부순환형의 유동층식 연소로로서, 연료를 연소 내지 가스화시켜 밀폐용기 내의 물을 가열하여 증기를 생성하는 것이며, 본 발명에 있어서의 가스화 노로서 기능한다. 연소로(100A)에는, 도시되어 있지 않은 연료투입구를 통하여, 각종 연료(예를 들면, 왕겨나 EFB(Empty Fruit Bunches) 등의 바이오매스연료, 톱밥, 타이어, RPF 등)가 투입된다. 연소로(100A)에는, 연료투입구를 통하여 석영입자를 주성분으로 하는 유동매체(130)가 투입되어 있고, 이 유동매체(130) 중에 하부로부

터 공기가 공급되며, 유동매체(130)가 유동하여 유동상(이하 "베드"라고 한다)(F)이 형성된다. 베드(F)의 형성에 의하여, 연료의 연소가 촉진된다. 다만, 유동매체(130)에는, 모래를 종(씨)으로 하여 바이오매스연료 중의 성분이 응축, 융체, 응집되어 부착되거나 모래 표면에서 화학반응하거나 하여 입자형성된 보텀애시(BA)가 포함된다.

[0046] 본 실시형태에 있어서는, 연소로(100A)의 내부에 투입되는 유동매체(130)에 철강슬래그를 함유시키고 있다. 철강슬래그에는, 산화칼슘(CaO)이나 산화마그네슘(MgO) 등의 알칼리물질이 함유되어 있으며, 이러한 알칼리물질이, 연소로(100A)에서 발생하는 배기가스(G)에 포함되는 CO_2와 반응함으로써 탄산염이 생성되어, CO_2를 고정화하여 회수할 수 있도록 되어 있다. 예를 들면, 알칼리물질이 산화칼슘(CaO)인 경우에는, 이하의 화학반응에 의하여 탄산염으로서의 탄산칼슘($CaCO_3$)이 생성되는 한편, CO_2가 고정화된다.

[0047] $CaO+CO_2 \rightarrow CaCO_3$

[0048] 유동매체(130)는, 연소로(100A)에서 배기가스(G)가 발생하기 전에 연소로(100A)의 내부에 투입되어 있다. 또, CO_2와 알칼리물질의 반응이 진행됨으로써 유동매체(130)에 포함되는 알칼리물질의 비율이 점차 감소하기 때문에, 연소로(100A)의 내부에 정기적으로 철강슬래그를 공급함으로써 알칼리물질을 정기적으로 보충하는 것이 바람직하다. 다만, 철강슬래그만을 유동매체(130)로서 채용해도 된다.

[0049] 연소로(100A)에서 발생한 배기가스(G)는, 유동매체(130)의 일부를 수반하면서 연소로(100A) 내를 상승한다. 연소로(100A)의 상부에는, 배기가스를 배출하는 가스출구(2A)가 마련되어 있다. 연소로(100A)의 하부에는, CO_2의 회수(고정화)에 따라 생성된 탄산염을 포함하는 보텀애시(BA)를 배출하기 위한 도시되어 있지 않은 배출구가 마련되어 있다. 다만, 연소로(100A)의 연료투입구에는, 연료의 양, 조성, 종류, 혼소비율, 첨가제의 공급량, 유동매체(130)의 공급량의 각각을 변경할 수 있는 연료공급조정기구가 마련되어 있다. 또, 연소로(100A)의 배출구에는, 보텀애시(BA)의 발출량을 변경할 수 있는 보텀애시배출조정기구가 마련되어 있다. 이들 연료공급조정기구 및 보텀애시배출조정기구가 중앙처리장치(200A)에 의하여 제어됨으로써, 연소로(100A)에 투입되는 연료의 양이나 연소로(100A)로부터 빠져 나오는 보텀애시(BA)(및 그것에 포함되는 탄산염)의 양이 조정되게 된다.

[0050] 제1 사이클론분리기(4), 열회수부(6) 및 제1 리턴라인(8)은, 제1 실시형태에 있어서의 것과 실질적으로 동일하기 때문에 상세한 설명을 생략한다. 열회수부(6)의 내부의 배기가스(G)의 일부(연소로(100A)에 있어서 CO_2가 회수된 배기가스(G)를 포함한다)는, 제1 실시형태와 동일하게, 흡인팬(18)에 의하여 흡인됨으로써 백필터(16)에 유입되고, 배기가스(G)에 포함되는 매진 등의 미립자가 백필터(16)에서 여과포집된 후, 굴뚝(20)으로부터 CFB보일러(1A) 외부에 배출된다. 백필터(16)에 의하여 포집된 매진(플라이애시(FA)를 포함한다)은, 제1 실시형태와 동일하게, 백필터(16)의 하방에 마련된 도시되어 있지 않은 배출구로부터 회수된다.

[0051] 중앙처리장치(200A)는, CFB보일러(1A)의 각종 구성을 통합제어하는 것이며, 각종 제어프로그램이나 각종 제어용 데이터 등을 저장하는 메모리나, 각종 제어프로그램을 실행하는 프로세서 등에 의하여 구성되어 있다. 예를 들면, 중앙처리장치(200A)는, 연료공급조정기구를 제어함으로써 연소로(100A)에 투입되는 연료의 양을 조정하거나, 보텀애시배출조정기구를 제어함으로써 연소로(100A)로부터 빠져 나오는 보텀애시(BA)(및 그것에 포함되는 탄산염)의 양을 조정하거나, 투입되는 연료의 종류에 따라 연소로(100A)의 연소온도나 연료투입량을 제어할 수 있도록 되어 있다. 특히, 본 실시형태에 있어서의 중앙처리장치(200A)는, 연소로(100A)에 있어서의 연소온도를 600~800℃로 설정함으로써, CO_2가 고정화되기 쉬운 "저온연소"를 실현시키도록 기능한다.

[0052] 다음으로, 도 4의 플로차트를 이용하여, 본 실시형태에 관한 CO_2회수방법(본 실시형태에 관한 CFB보일러(1A)의 연소로(100A)에서 발생하는 배기가스(G)로부터 CO_2를 회수하는 방법)에 대하여 설명한다.

[0053] 먼저, CFB보일러(1A)의 연소로(100A)의 내부에, 알칼리물질을 함유하는 철강슬래그를 포함하는 유동매체(130)를 투입한다(매체투입공정: S1A). 매체투입공정 S1A는, 연소로(100A)에서 배기가스(G)가 발생하기 전에 실시된다. 다만, 이미 설명한 바와 같이, CO_2와 알칼리물질의 반응이 진행됨으로써 유동매체(130)에 포함되는 알칼리물질의 비율이 점차 감소하기 때문에, 연소로(100A)에 정기적으로 철강슬래그를 공급함으로써 알칼리물질을 정기적으로 보충하는 것이 바람직하다. 즉, 매체투입공정 S1A는, CFB보일러(1A)의 가동 중에 정기적으로 실시되는 것이 바람직하다.

[0054] 이어서, CFB보일러(1A)의 중앙처리장치(200A)가, 연소로(100A)에 있어서의 연소온도가 600~800℃가 되도록 각종

구성을 제어함으로써, CO_2가 고정화되기 쉬운 "저온연소"를 실현시킨다(저온연소공정: S2A).

[0055] 이어서, 연소로(100A)의 내부에 있어서의 저온연소(저온연소공정 S2A)에 의하여 발생한 배기가스에 포함되는 CO_2와, 매체투입공정 S1A를 거쳐 연소로(100A)의 내부에 투입된 유동매체(130)에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써, 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수한다(CO_2회수공정: S3A). 이미 설명한 바와 같이, 알칼리물질이 산화칼슘(CaO)인 경우에는, 이하의 화학반응에 의하여 탄산염으로서의 탄산칼슘($CaCO_3$)이 생성되는 한편, CO_2가 고정화된다.

[0056] $CaO+CO_2 \rightarrow CaCO_3$

[0057] 이상 설명한 실시형태에 관한 CFB보일러(1A)에 있어서는, 연소로(100A)에서 발생하는 배기가스(G)에 포함되는 CO_2와, 연소로(100A)의 내부에서 유동하는 유동매체(130)(철강슬래그)에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수할 수 있다. 따라서, 잔사로서 인식되고 있던 철강슬래그를 유동매체(130)로서 유효이용하면서, 저비용으로 효율적으로 CO_2를 회수하는 것이 가능해진다.

[0058] 본 발명은, 이상의 각 실시형태에 한정되는 것이 아니라, 이들 실시형태에 당업자가 적절히 설계변경을 더한 것도, 본 발명의 특징을 구비하고 있는 한, 본 발명의 범위에 포함된다. 즉, 상기 각 실시형태가 구비하는 각 요소 및 그 배치, 재료, 조건, 형상, 사이즈 등은, 예시한 것에 한정되는 것이 아니고 적절히 변경할 수 있다. 또, 상기 각 실시형태가 구비하는 각 요소는, 기술적으로 가능한 한에 있어서 조합할 수 있고, 이들을 조합한 것도 본 발명의 특징을 포함하는 한 본 발명의 범위에 포함된다.

[0059] 산업상 이용가능성

[0060] 본 발명은, 보일러에서 발생하는 배기가스에 포함되는 CO_2를 효율적으로 회수할 때에 유용하다.

부호의 설명

[0061] 1 · 1A…CFB보일러

2…연소로(가스화 노)

4…제1 사이클론분리기(고기분리기)

6…열회수부

14…복귀유로

100…CO_2회수부

100A…연소로(가스화 노)

110…케이스

120…도입구

130…유동매체

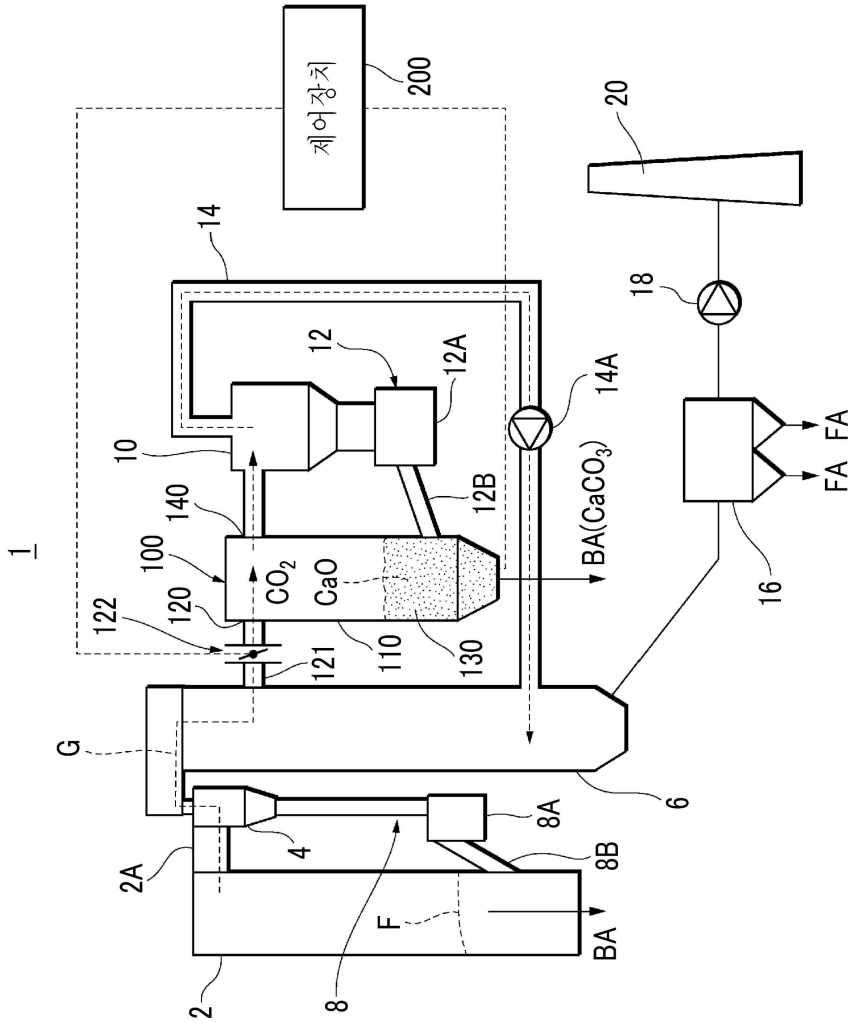
140…배출구

S1 · S1A…매체투입공정

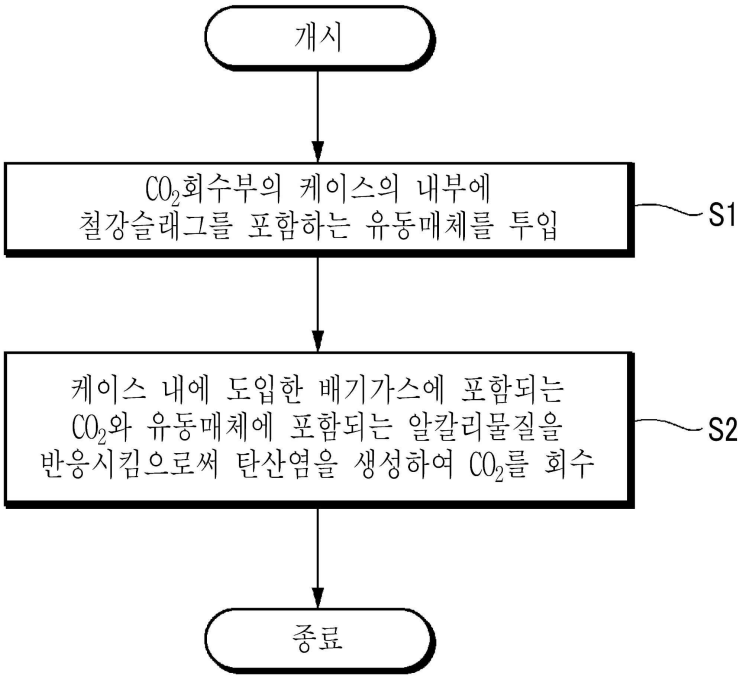
S2 · S2A…CO_2회수공정

도면

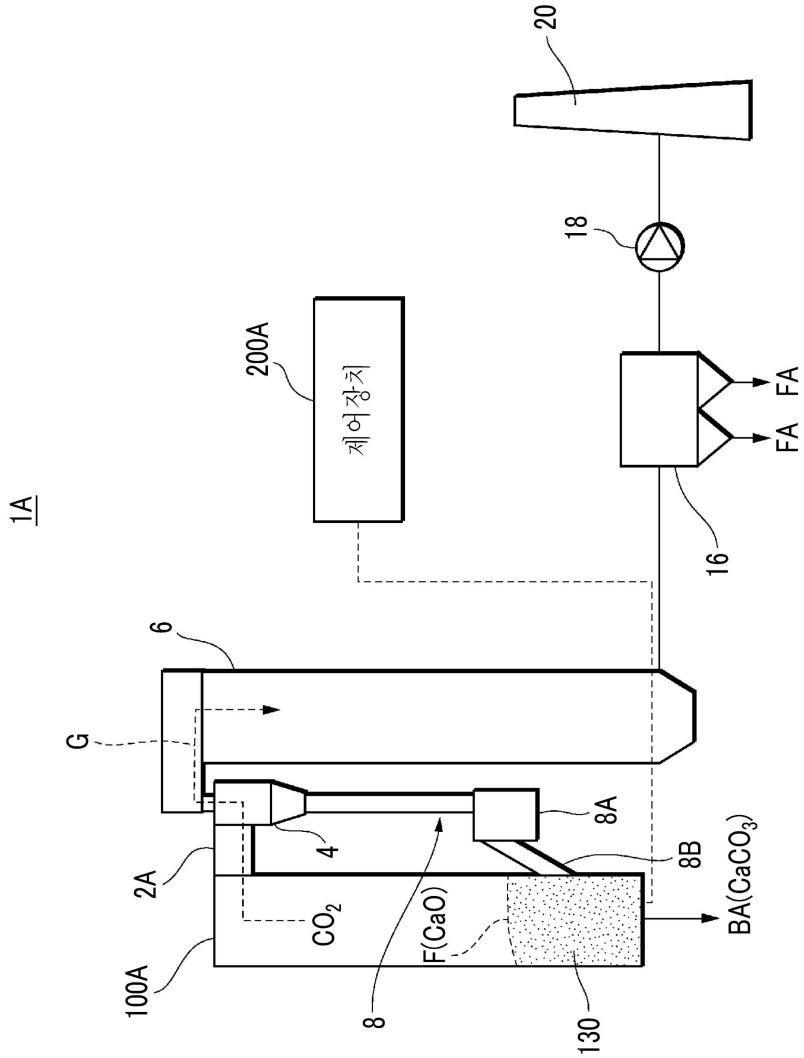
도면1


제어장치
200
20
14
18
12
12A
14A
10
12B
FA
FA
140
100
CO_2
CaO
$BA(CaCO_3)$
1
122
120
121
110
130
16
G
6
8A
4
8B
2A
F
BA
2
8

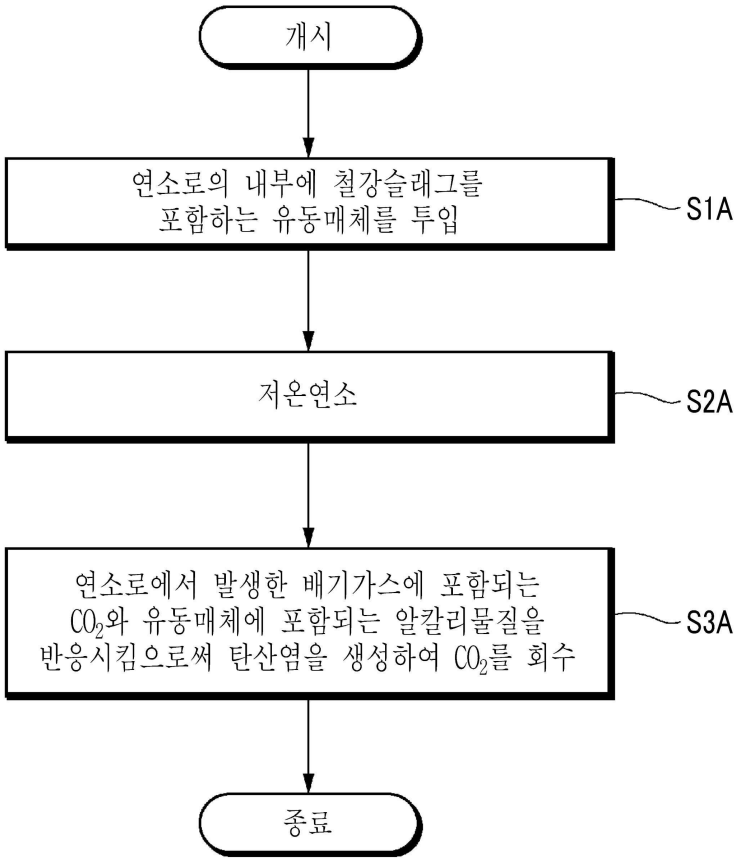
도면2


개시
CO_2회수부의 케이스의 내부에
철강슬래그를 포함하는 유동매체를 투입
S1
케이스 내에 도입한 배기가스에 포함되는
CO_2와 유동매체에 포함되는 알칼리물질을
반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수
S2
종료

도면3


1A
20
18
200A
제어장치
FA
FA
16
6
G
8A
8B
4
2A
CO_2
F(CaO)
BA($CaCO_3$)
100A
8
130

도면4


개시
연소로의 내부에 철강슬래그를 포함하는 유동매체를 투입
S1A
저온연소
S2A
연소로에서 발생한 배기가스에 포함되는 CO_2와 유동매체에 포함되는 알칼리물질을 반응시킴으로써 탄산염을 생성하여 CO_2를 회수
S3A
종료