



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0130167
(43) 공개일자 2022년09월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 8/24 (2018.01) *B01J 8/00* (2018.01)
B01J 8/38 (2006.01) *C25B 1/02* (2021.01)
F23C 10/10 (2006.01) *F23C 10/26* (2006.01)
F23L 7/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B01J 8/245 (2013.01)
B01J 8/005 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7028087
- (22) 출원일자(국제) 2021년02월19일
 심사청구일자 2022년08월24일
- (85) 번역문제출일자 2022년08월12일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2021/054097
- (87) 국제공개번호 WO 2021/165441
 국제공개일자 2021년08월26일
- (30) 우선권주장
 20158492.7 2020년02월20일
 유럽특허청(EPO)(EP)

- (71) 출원인
두산 렌트세스 게엠베하
 독일 라틴젠 19 디-40880 다니엘-골드바흐 스트리트
- (72) 발명자
나린, 오구잔
 독일 45549 슈프로크호펠 노르드라인-베스트팔렌
 게를더베크 155
브로슈, 뵘
 독일 45136 에센 하펠링 39
슈미트, 세바스찬
 독일 44892 보훔 암 글로켄투엄 34
- (74) 대리인
특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 15 항

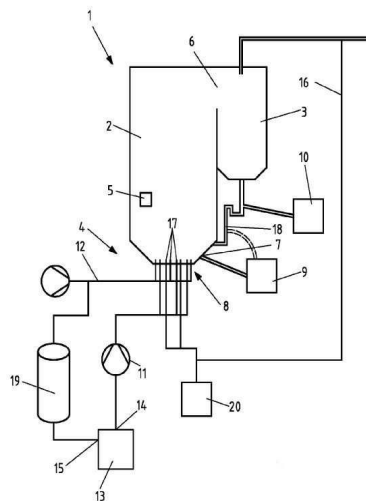
(54) 발명의 명칭 **유동층 장치의 작동 방법 및 유동층 장치**

(57) 요약

본 발명은 유동층 장치의 작동 방법 및 유동층 장치에 관한 것으로, 본 방법은 다음과 같은 단계를 포함한다:

- 1a) 유동층 반응기(1)의 반응 챔버(2)에 미립자 금속을 제공하는 단계,
- 1b) 미립자 금속을 포함하는 미립자 물질이 유동화되도록 유동층 반응기(1)의 유동화 바닥(8)에 산화제를 제공하
 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



는 단계 - 미립자 금속은 산화제와 반응하여 미립자 금속 산화물로 됨 -,

1c) 반응 챔버(2)로부터 미립자 금속 산화물을 인출하는 단계,

1d) 인출된 미립자 금속 산화물을 저장하는 단계,

2a) 유동층 반응기(1)의 반응 챔버(2)에 미립자 금속 산화물을 제공하는 단계,

2b) 미립자 금속 산화물을 포함하는 미립자 물질이 유동화되도록 유동층 반응기(1)의 유동화 바닥에 환원제 함유 가스를 제공하는 단계 - 미립자 금속 산화물은 환원제와 반응하여 미립자 금속으로 됨 -,

2c) 반응 챔버(2)로부터 미립자 금속을 인출하는 단계, 및

2d) 인출된 미립자 금속을 저장하는 단계.

(52) CPC특허분류

B01J 8/388 (2013.01)

C25B 1/02 (2021.01)

F23C 10/10 (2013.01)

F23C 10/26 (2013.01)

F23L 7/007 (2013.01)

F23B 2900/00003 (2013.01)

F23C 2206/10 (2013.01)

F23C 2900/10001 (2013.01)

F23C 2900/99008 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

유동층 장치의 작동 방법으로서,

- 1a) 유동층 반응기(1)의 반응 챔버(2)에 미립자 금속을 제공하는 단계,
- 1b) 미립자 금속을 포함하는 미립자 물질이 유동화되도록 상기 유동층 반응기(1)의 유동화 바닥(8)에 산화제 또는 수증기를 제공하는 단계 - 상기 미립자 금속은 상기 산화제와 반응하여 미립자 금속 산화물로 되거나 또는 상기 수증기와 반응하여 미립자 금속 산화물 및 기체 수소로 됨 -,
- 1c) 상기 유동층 반응기(1)로부터 미립자 금속 산화물을 인출하는 단계,
- 1d) 인출된 미립자 금속 산화물을 저장하는 단계,
- 2a) 상기 유동층 반응기(1)의 반응 챔버(2)에 미립자 금속 산화물을 제공하는 단계,
- 2b) 미립자 금속 산화물을 포함하는 미립자 물질이 유동화되도록 상기 유동층 반응기(1)의 유동화 바닥에 환원제 함유 가스를 제공하는 단계 - 상기 미립자 금속 산화물은 상기 환원제와 반응하여 미립자 금속으로 됨 -,
- 2c) 상기 유동층 반응기(1)로부터 미립자 금속을 인출하는 단계, 및
- 2d) 인출된 미립자 금속을 저장하는 단계를 포함하는 유동층 장치의 작동 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 환원제 가스는 환원제로서 수소 가스를 포함하는, 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

- 전기분해 유닛(13)을 작동시켜 산소 및 수소 가스를 생성하는 단계;
- 단계 2b)에서, 생성된 수소 가스를 환원제로서 상기 유동층 반응기(1)의 반응 챔버(1)에 제공하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

- 생성된 산소를 저장하고, 단계 1b)에서 그 저장된 산소를 상기 유동층 반응기(1)의 반응 챔버(2)에 제공되는 단계를 포함하는 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 미립자 물질로부터의 분리 후에 반응 가스가 인출되어 상기 유동화 바닥(8)에 제공되는, 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

- 단계 1a) 또는 1b)에서 온도가 적어도 국부적으로 일시적으로 상승되어, 상기 미립자 금속과 산소의 발열 연소 반응이 일어나는, 방법.

청구항 7

유동층 장치로서,

- 유동층 반응기(1) - 이 유동층 반응기는,
 - 미립자 물질을 위한 반응 챔버(2), 및
 - 상기 미립자 물질을 유동화시키는 작동 가스를 위한 적어도 하나의 가스 입구(4)를 갖는 유동화 바닥(8)을 가짐 -,
- 상기 유동층 반응기(1)로부터 인출된 미립자 금속을 저장하기 위해 유동층 반응기(1)에 연결되는 미립자 금속 저장부(9),
- 상기 유동층 반응기(1)로부터 인출된 미립자 금속 산화물을 저장하기 위해 상기 유동층 반응기(1)에 연결되는 미립자 금속 산화물 저장부(10),
- 상기 유동층 반응기(1)의 유동화 바닥(8)에 연결 가능한 환원제 공급부(11), 및
- 상기 유동층 반응기(1)의 유동화 바닥(8)에 연결 가능한 산화제 공급부(12) 또는 수증기 공급부(20)를 포함하는 유동층 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 유동층 장치는 반응 가스를 위한 재순환 라인(16)을 가지며, 재순환 라인(16)은 상기 유동화 바닥(8)에 연결 가능한, 유동층 장치.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 환원제 공급부(11) 및 산화제 공급부(12), 바람직하게는 재순환 라인(16)은 유동화 바닥(8)의 동일하거나 상이한 노즐(17)에 연결 가능한, 유동층 장치.

청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 미립자 금속 산화물 저장부(10)는 미립자 물질 분리기(3)와 반응 챔버(2)를 연결하는 복귀 라인(18)에 연결되는, 유동층 장치.

청구항 11

제7항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 미립자 금속 저장부(9)는 상기 유동화 바닥(8)의 위쪽에서 상기 반응 챔버(2)에 연결되는, 유동층 장치.

청구항 12

제7항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유동층 장치는, 온도를 적어도 국부적으로 상승시켜 미립자 금속과 산화제의 발열 연소 반응을 일으키도록 구현된 점화 장치(5)를 포함하는, 유동층 장치.

청구항 13

제7항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

미립자 물질 분리기(3) 또는 제10항의 미립자 물질 분리기(3)는 반응 챔버 출구(6)와 관련되어 있는, 유동층 장치.

청구항 14

제7항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유동층 장치는 수소 가스 및 산소를 생성하기 위한 전기분해 유닛(13)을 포함하고, 전기분해 유닛(13)은 생성된 수소 가스를 위한 수소 출구(14) 및 생성된 산소를 위한 산소 출구(15)를 가지며, 상기 수소 출구(14)는 유동층 반응기(1)의 가스 입구(4)에 연결 가능하고, 바람직하게는 상기 산소 출구(15)는 산소 저장 용기(19)에 연결되며, 이 산소 저장 용기(19)는 상기 유동층 반응기(1)의 가스 입구(4)에 연결 가능한, 유동층 장치.

청구항 15

제7항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 미립자 금속은,

- 철(Fe),
- 아연(Zn),
- 알칼리 금속, 특히 마그네슘(Mg)

으로 이루어진 그룹에 속하는, 유동층 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유동층 장치, 특히 순환 유동층 장치(CFBA) 및 이러한 유동층 장치의 작동 방법에 관한 것이다. 이하, "상측", "하측", "수평", "수직", "내측" 등과 같은 용어는, 항상 유동층 장치의 통상적으로 사용되는 위치를 기준으로 한다. 유동층 장치는 일반적으로 유동층 반응기를 포함하며, 이 유동층 반응기의 벽은 튜브로 만들어지고, 물이 그 튜브를 통해 흐르며, 튜브는 벽 구조를 제공하기 위해 서로 직접 용접되거나 평행한 튜브 섹션 사이에 핀(fin)/리브를 두고 용접된다. 유동층 반응기의 벽은 또한 벽돌로 만들어지거나 튜브와 조합되는 벽돌로 만들어질 수 있다.

배경 기술

[0002] 전형적으로, 그러한 유동층 반응기의 반응 챔버는 그의 상단부에서 적어도 하나의 반응 챔버 출구를 가지며, 그 반응 챔버 출구는 반응 챔버로부터 배출되는 반응 gas와 고체 입자(이하, 미립자 물질이라고 함)의 혼합물이 적어도 하나의 분리기 안으로 흐를 수 있게 한다.

[0003] 분리기는 반응 gas와 미립자 물질을 분리시키는 역할을 한다. 그 후, 분리된 반응 gas와 미립자 물질은 서로 별도로 처리된다. 미립자 물질은 반응 챔버로 직접 복귀될 수 있다.

[0004] 순환 유동층 장치 및 그의 구성 요소의 일반적인 설계는 EP 0 495 296 A2에 개시되어 있다.

[0005] 이러한 유형의 유동층 장치의 일반적인 공정 엔지니어링은 다소 정의되어 있으며 다음을 포함한다:

- [0006] - 입구 개구를 통해 미립자 물질을 반응 챔버 안으로 제공하기,
- [0007] - 유동화 바닥을 통해 압력하에 도입되는 (작동) gas에 의해 미립자 물질을 유동화시키기(유동화 바닥은 반응 챔버의 바닥 영역에서 각각의 노즐 및/또는 그레이트(grate)를 포함할 수 있음),
- [0008] - 반응 챔버 안에 또는 그에 인접하여 배치되는 열 전달 요소(특히 물이나 증기와 같은 열 전달 유체가 흐르는 튜브)를 통해 유동층에서 생성된 에너지(열)를 전달하거나, 반응 챔버를 떠난 반응 gas로부터 에너지를 전달하기.

[0009] 제공되는 작동 gas의 속도에 따라, 유동층은 고정식 유동층, 기포 유동층 또는 순환 유동층으로 구현될 수 있다.

[0010] US 2009/0072538 A는, 제1 유동층 장치가 산화 반응기로서 사용되며, 여기서 미립자 금속은 유동화 바닥을 통해 제공되는 산화제로 연소되고, 또한 제2 유동층 장치는 환원 반응기로서 사용되며, 여기서 미립자 금속 산화물은 제2 유동층 장치의 유동화 바닥을 통해 환원제를 공급하여 환원되는 것을 교시한다. 환원 반응기와 산화 반응기

를 조합하는 이러한 시스템을 사용하여 발전용 터빈을 구동시키며, 생성된 이산화탄소는 고압 하에서 저장된다.

[0011] 현재, 예컨대 재생 가능한 에너지원으로부터 생성된 잉여의 전기 에너지가 있는 경우에 (전기) 에너지를 저장하고자 하는 요구가 있다. 따라서, 산소와 수소를 생성하기 위한 전기분해 유닛을 가동시키고, 생성된 기체 수소를 압력하에서 저장하는 것이 알려져 있다. 전기 에너지에 대한 수요가 재생 가능 에너지원 또는 기타 공급원에 의해 공급되는 전기 에너지보다 높은 경우에, 저장되어 있는 기체 수소를 사용하여 (전기) 에너지를 제공할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 기체 수소를 저장하려면 복잡하고 값비싼 저장 용기가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 이러한 점을 배경으로 하여, 본 발명의 목적은, 전기 에너지를 일시적으로 저장할 수 있는 유동층 장치 및 유동층 장치의 작동 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 위의 목적은 각각의 독립 청구항의 특징을 갖는 유동층 장치의 작동 방법 및 유동층 장치로 달성된다. 본 방법 및 유동층 장치의 바람직한 실시예는 종속 청구항 및 설명부의 주제이며, 바람직한 실시예의 단일 특징은 기술적으로 의미 있는 방식으로 서로 결합될 수 있다. 본 방법과 관련하여 개시된 특징은 유동층 장치에 적용될 수 있고 그 반대도 마찬가지이다.

[0014] 본 목적은 특히 유동층 장치의 작동 방법으로 달성되며, 이 방법은 다음과 같은 단계를 포함한다:

- [0015] 1a) 유동층 반응기의 반응 챔버에 미립자 금속을 제공하는 단계,
- [0016] 1b) 미립자 금속을 포함하는 미립자 물질이 유동화되도록 유동층 반응기의 유동화 바닥에 산화제(예컨대, 산소 함유 가스, 특히 공기)를 제공하는 단계 - 미립자 금속은 산화제와 반응하여 미립자 금속 산화물로 됨 -,
- [0017] 1c) 유동층 장치로부터 미립자 금속 산화물을 인출하는 단계,
- [0018] 1d) 인출된 미립자 금속 산화물을 저장하는 단계,
- [0019] 2a) 유동층 반응기의 반응 챔버에 미립자 금속 산화물을 제공하는 단계,
- [0020] 2b) 미립자 금속 산화물을 포함하는 미립자 물질이 유동화되도록 유동층 반응기의 유동화 바닥에 환원제 함유 가스를 제공하는 단계 - 미립자 금속 산화물은 환원제와 반응하여 미립자 금속으로 됨 -,
- [0021] 2c) 유동층 반응기로부터 미립자 금속을 인출하는 단계, 및
- [0022] 2d) 인출된 미립자 금속을 저장하는 단계.

[0023] 본 목적은 또한 유동층 반응기를 포함하는 유동층 장치로 달성되며, 그 유동층 반응기는 미립자 물질을 위한 반응 챔버, 미립자 물질을 유동화시키는 작동 가스를 위한 적어도 하나의 가스 입구를 갖는 유동화 바닥, 및 바람직하게는 반응가스로부터 미립자 물질을 분리시키기 위한 미립자 물질 분리기를 갖는다. 유동층 장치는 유동층 반응기에 연결되는 미립자 금속 저장 용기, 유동층 반응기에 연결되는 미립자 금속 산화물 저장 용기, 유동층 반응기의 유동화 바닥에 연결 가능한 환원제 공급부, 및 유동층 반응기의 유동화 바닥에 연결 가능한 산화제 공급부를 포함한다.

[0024] 따라서, 본 발명은, 동일한 유동층 반응기를 환원 반응기 및 산화 반응기로서 교대로 작동시키는 것을 제안한다. 예를 들어, 재생 가능한 에너지원으로부터 얻어진 잉여의 전기 에너지가 있는 경우에, 미립자 금속 산화물은 유동층 내에서 제공된 환원제(즉, 재생 가능한 에너지원으로부터 얻어진 전기로 가동되는 전기분해 유닛의 수소)와 반응할 수 있는 반면, 그렇게 해서 생성된 미립자 금속은 유동층 반응기로부터 인출되고 미립자 금속 저장 용기에 저장된다. 추가 에너지에 대한 요구가 있는 경우에는, 동일한 유동층 반응기가 산화 반응기로서 작동되며, 이 경우 미립자 금속은 산화제, 특히 산소로 연소되며, 그 산소에는 작동 가스로서 공기가 제공될 수 있다.

[0025] 대안적으로, 단계 1b)에서 수증기가 공급될 수 있으며, 이 경우 미립자 금속은 수증기와 반응하여 미립자 금속 산화물 및 기체 수소로 된다. 그렇게 해서 생성된 미립자 금속 산화물은 인출되어 미립자 금속 산화물 저장 용기에 저장된다.

- [0026] 따라서, 본 발명에 따르면, 전기 에너지는 미립자 금속의 형태로 저장될 수 있는 반면, 에너지는 전기 에너지를 저장하기 위해 사용되는 동일한 유동층 반응기로 회수될 수 있다. 미립자 금속 및 미립자 금속 산화물을 예를 들어 비축물 또는 미립자 물질을 위한 단순한 저장 용기에 저장하는 것이 기체 수소를 압력하에 저장하는 것보다 훨씬 더 쉽기 때문에, 본 발명은 전기 에너지를 고체 형태로 저장하는 대안적인 방법을 제공한다. 미립자 물질과 작동 가스 사이의 접촉은 유동층 내에서 매우 효율적이기 때문에 저장은 매우 효율적이며, 그래서, 유동층으로부터 열 전달 매체로의 열 전달도 유동층 반응기에서 매우 효율적일 수 있다.
- [0027] 미립자 금속에 추가로 또는 미립자 금속 산화물에 추가로(단계 1 또는 2에 따라), 반응 챔버 내의 미립자 물질은 산화제 및/또는 환원제와 반응하지 않는 (바람직하게는 불활성) 캐리어 물질을 포함할 수 있으며, 그래서 산화(연소) 과정과 환원 과정은 미립자 금속(또는 미립자 금속 산화물)과 미립자 캐리어 물질의 비율로 제어될 수 있다. 미립자 물질은 반응 챔버 내에서 충전물이 손실됨에 따라 제공될 수 있다.
- [0028] 예를 들어, 처음에 단계 1a)에서 그리고/또는 단계 1b)의 반응 동안에 제공되는 미립자 금속은 60% 내지 90%, 바람직하게는 70% 내지 80%의 미립자 (원소형) 금속 및 10% 내지 40%, 바람직하게는 20% 내지 30%의, 미립자 금속 산화물을 포함하는 미립자 캐리어 물질을 포함할 수 있다. 연소/산화 동안에, 미립자 캐리어 물질의 비율은, 특히 더 이상의 미립자 금속이 연소 챔버에 추가되지 않으면, 연소/산화 미립자로 인해 상승할 수 있다. 다른 한편으로, 처음에 방법 단계 2a)에서 제공되거나 방법 단계 2b)의 반응 동안에 존재하는 반응 챔버 내의 미립자 물질은 60% 내지 90%, 바람직하게는 70% 내지 80%의 미립자 금속 산화물 및 10% 내지 40%, 바람직하게는 20% 내지 30%의, 미립자 금속을 포함하는 미립자 캐리어 물질을 포함할 수 있다. 환원 과정 동안에, 미립자 캐리어 물질의 비율은, 특히 더 이상의 미립자 금속 산화물이 반응 챔버에 추가되지 않으면, 환원 과정으로 인해 상승할 수 있다.
- [0029] 바람직하게는, 방법 단계 1a) 내지 1d) 동안 미립자 금속을 산화시키는 중에, 미립자 금속은, 반응 챔버 내의 미립자 물질의 미립자 금속의 양이 일정하게 되는 양으로 미립자 금속 저장부로부터 제공된다. 다른 한편으로, 방법 단계 2a) 내지 2d) 동안 미립자 금속 산화물의 환원 동안에, 미립자 금속 산화물은, 미립자 물질 내의 미립자 금속 산화물의 양이 일정하게 되는 양으로 미립자 금속 산화물 저장부로부터 제공된다.
- [0030] 따라서, 미립자 금속 저장부에 저장되는 미립자 물질은, 주로, 유동층 반응기에서 생성된 미립자 금속을 포함하는 반면, 저장되는 미립자 물질은 또한 미립자 금속 산화물을 포함하는 미립자 캐리어 물질을 포함할 수 있다. 또한, 미립자 금속 산화물 저장 용기에 저장되는 미립자 물질은 주로 미립자 금속 산화물, 및 미립자 금속을 포함하는 미립자 캐리어 물질을 포함한다.
- [0031] 유동층 반응기의 일부분으로서의 미립자 물질 분리기는 사이클론 분리기 또는 임의의 다른 적절한 분리기로서 구현될 수 있으며, 미립자 물질을 위한 미립자 물질 분리기의 출구는 복귀 라인을 통해 반응 챔버에 연결될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 미립자 물질을 위한 미립자 물질 분리기의 출구는 미립자 금속 저장부 및/또는 미립자 금속 산화물 저장부에 직접 또는 간접적으로 연결될 수 있다. 유동층 반응기와 미립자 금속 저장부 및/또는 미립자 금속 산화물 저장부 사이의 이러한 연결은, 미립자 물질이 유동층 반응기로부터 인출되거나 그에 공급될 수 있도록 구현될 수 있다.
- [0032] 더욱이, 미립자 금속 저장부 및/또는 미립자 금속 산화물 저장부는 바람직하게는 유동화 바닥의 근처(예를 들어, 위쪽 또는 아래쪽)에서 반응 챔버의 하측 부분에 연결될 수 있으며, 그래서 미립자 물질이 유동층 반응기로부터 인출되거나 그에 공급될 수 있다.
- [0033] 미립자 금속은 반응성이 높기 때문에, 불활성 가스(예컨대, N_2)가 미립자 금속 저장 용기에 공급될 수 있다.
- [0034] 특히, 반응 가스를 위한 미립자 물질 분리기의 출구는 재순환 라인에 직접 또는 간접적으로 연결될 수 있으며, 이 재순환 라인은 유동화 바닥에 연결될 수 있다.
- [0035] 유동층 반응기가 산화 반응기로서 작동되는 경우, 유동화 바닥 전체 또는 유동화 바닥의 일부분만이 산화제 공급부, 예를 들어, 산화 바닥에 공기를 공급하는 펌프에 연결된다.
- [0036] 유동층 반응기가 환원 반응기로서 작동되는 경우에, 유동화 바닥 전체 또는 유동화 바닥의 일부분만이, 환원제 가스를 유동화 바닥에 공급할 수 있는 환원제 공급부에 연결된다.
- [0037] 유동화 바닥은 수(H_2O)증기의 공급부에 연결될 수 있고, 이 경우, 미립자 금속이 제공되는 유동층 반응기는 기체 수소를 생성하기 위해 사용될 수 있고, 얻어진 미립자 금속 산화물이 인출될 수 있다. 따라서, 동일한 유동층

반응기가 제3 용례를 위해서도 사용될 수 있는데, 즉 미립자 금속으로부터 기체 수소를 생성하기 위해 사용될 수 있다.

[0038] 모든 경우에 각각의 공급부는 또한 재순환 라인에 제공될 수 있으며, 그래서 유동화를 위한 원하는 체적 유동을 제공하기 위해 반응 가스가 작동 가스와 함께 제공될 수 있다.

[0039] 유동화 바닥이 2개 또는 3개의 노즐 그룹을 포함하는 경우, 각 노즐 그룹은 환원제 공급부, 산화제 공급부 및 수증기 공급부에 직접 연결되는 반면, 각각의 공급부는 원하는 경우에 작동될 수 있다. 대안적으로, 전체 유동화 바닥은 모든 공급 부에 연결될 수 있으며, 하나의 밸브, 다수의 밸브 등이 각각의 공급부 사이의 전환을 위해 사용된다.

[0040] 바람직한 실시예에서, 환원제 가스는 환원제로서 수소 가스를 포함하고, 이 경우 환원제 공급부는 기체 수소 공급부이다.

[0041] 예를 들어, 수소 가스 공급부는 산소 및 수소 가스를 생성하는 전기분해 유닛일 수 있으며, 생성된 수소 가스는 단계 2b)에서 환원제로서 유동층 반응기의 반응 챔버에 제공되며, 전기분해 유닛의 수소 출구는 유동층 반응기의 가스 입구에 연결 가능하다. 이 경우, 산소 저장 용기가 제공될 수 있으며, 이 용기는 전기분해 유닛의 산소 출구에 연결되며, 그래서, 생성된 산소가 저장될 수 있고 또한 단계 1b)에서 유동층 반응기의 반응 챔버에 제공될 수 있다.

[0042] 단계 1에서 연소/산화 과정을 개시하기 위해, 유동층 장치는, 온도를 적어도 국부적으로 상승시켜 미립자 금속과 산화제의 발열 연소 반응을 일으키도록 구현되는 점화 장치를 포함할 수 있다. 이 점화 장치는 특히 1,400°C 이상의 온도를 제공하도록 구현된다. 점화 장치는 전기 작동식 가열기 또는 가스로 작동되는 버너로 구현될 수 있다.

[0043] 바람직하게는, 미립자 금속의 금속은,

[0044] - 철(Fe), 특히 원소형 철,

[0045] - 아연(Zn), 특히 원소형 아연,

[0046] - 알칼리 금속, 특히 마그네슘(Mg), 바람직하게는 원소형 마그네슘

[0047] 으로 이루어진 그룹에 속한다.

[0048] 따라서, 미립자 금속 산화물은 각각 FeO, F₂O, F₃O₄, 및 Fe₂O₃와 같은 산화철, ZnO와 같은 산화아연 또는 MgO와 같은 산화마그네슘이다.

도면의 간단한 설명

[0049] 도 1은 본 발명의 예시적인 실시예를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0050] 이제, 본 발명 및 기술적 배경이 본 발명의 예시적인 실시예를 나타내는 도면과 관련하여 설명될 것이다.

[0051] 도면에 나타나 있는 장치는, 반응 챔버(2) 및 복수의 노즐(17)이 있는 유동화 바닥(8)을 갖는 유동층 반응기(1)를 포함한다. 노즐(17)은 반응 챔버(2)에 작동 가스를 제공하기 위한 가스 입구(4)를 구현한다. 반응 챔버(2)에는, 노즐(17)을 통해 제공되는 가스에 의해 유동화되는 미립자 물질이 제공될 수 있다.

[0052] 반응 챔버(2)는 그의 상단부에서 반응 챔버 출구(6)를 가지며, 이 출구를 통해 미립자 물질과 반응 가스의 혼합물이 미립자 물질 분리기(13)에 들어가고, 이 분리기에서 반응 가스가 미립자 물질로부터 분리된다. 반응 가스는 정상부를 통해 미립자 물질 분리기(3)를 떠날 수 있고 추가 처리를 받도록 안내될 수 있으며, 재순환 라인(16)이 각각의 출구 라인에 연결된다. 미립자 물질은 복귀 라인(18)을 통해 미립자 물질 분리기(13)를 떠날 수 있고, 그 복귀 라인은 반응 챔버(2)의 바닥에 이어져 있다.

[0053] 미립자 금속 산화물 저장 용기(10)가 복귀 라인(18)에 연결되며, 미립자 물질은 복귀 라인(18)으로부터 미립자 금속 산화물 저장 용기(10)에 인출될 수 있거나, 미립자 금속 산화물 저장 용기(10)로부터의 미립자 물질은 복귀 라인(18)에 공급될 수 있으며 그리고 이로부터 반응 챔버(2)에 공급될 수 있다.

[0054] 더욱이, 미립자 금속 저장 용기(9)가 제공되며, 이 용기는 반응 챔버(2)의 바닥에서 반응 챔버 입구(7)에 연결

되며, 반응 챔버(2)로부터의 미립자 물질은 미립자 금속 저장 용기(9)에 인출될 수 있거나, 미립자 금속 저장 용기(9)로부터의 미립자 물질은 반응 챔버(2) 안으로 공급될 수 있다. 대안적으로, 금속 저장 용기(9)는 복귀 라인(18)에 연결될 수 있다. 더욱이, 불활성 가스(예컨대, N₂)가 금속 저장 용기(9)에 제공될 수 있다.

- [0055] 유동화 바닥(8)의 노즐(17)의 제1 그룹이 산화제 공급부(12)에 연결된다. 노즐(17)의 추가 그룹이 환원제 공급부(11)에 연결되고, 노즐(17)의 다른 추가 그룹이 수증기 공급부(20)에 연결된다.
- [0056] 추가적으로, 전기분해 유닛(13)이 구현되며, 이 전기분해 유닛의 수소 출구(14)가 환원제 공급부(11)에 연결되고 그리고 전기분해 유닛의 산소 출구(15)는 산소 저장 용기(19)에 연결되며, 그리고 이 산소 저장 용기는 산화제 공급부(12)에 연결된다. 재순환 라인(16)은 노즐(17)의 제3 그룹에 연결되지만, 노즐의 다른 그룹에도 연결될 수 있다.
- [0057] 재생 가능한 에너지원으로부터의 잉여의 전기 에너지가 있는 경우에, 전기분해 유닛(13)은 산소 및 기체 수소를 생성하도록 작동되며, 산소는 산소 저장 용기(19)에 저장된다. 수소는 환원제 공급부(11)를 통해 노즐(17)의 각각의 그룹에 공급된다. 동시에 미립자 금속 산화물 저장 용기(10)로부터의 미립자 금속 산화물이 반응 챔버(2)에 제공된다. 반응 챔버(2) 내의 미립자 금속 산화물을 포함하는 미립자 물질은 수소에 의해 유동화되고, 수소와 미립자 금속 산화물의 환원 반응이 일어나서, 미립자 금속이 생성된다. 미립자 금속은 반응 챔버 입구(7)를 통해 미립자 금속 저장 용기(9)에 인출될 수 있다. 따라서, 전기 에너지가 미립자 금속 내에 고체 형태로 저장된다.
- [0058] 저장된 에너지가 회수되어야 하는 경우, 미립자 금속은 미립자 금속 저장 용기(9)로부터 반응 챔버(2) 안으로 공급되고 산화제가 산화제 공급부(12) 및 그의 각각의 노즐(17)을 통해 공급되며, 산소 저장 용기(19)에 저장되어 있는 산소가 추가될 수 있다. 반응 챔버(2) 내의 미립자 금속을 포함하는 미립자 물질은 제공되는 산화제에 의해 유동화되고, 유동층의 온도는 산화 반응을 시작하기 위해 점화 장치(5)에 의해 국부적으로 상승된다. 이 산화 과정에서 생성된 미립자 금속 산화물은 복귀 라인(18)으로부터 미립자 금속 산화물 저장 용기(10) 쪽으로 인출될 수 있다.
- [0059] 추가 공정 용례에서, 수증기가 각각의 노즐(17)을 통해 반응 챔버(2) 안으로 제공될 수 있으며, 미립자 금속 저장 용기(9)로부터 제공되는 미립자 금속은 유동화된 상태에서 미립자 금속 산화물 및 수소와 반응할 수 있으며, 그 수소는 추가 처리를 위해 인출될 수 있다.
- [0060] 본 발명은, 예컨대 잉여의 전기 에너지가 있으면 동일 유동층 반응기(1)가 환원 반응기로서 한 번 작동되며, 그리고 나중에, 에너지 또는 수소가 필요할 때에는 산화 반응기로서 가동되는 것을 제한한다.

부호의 설명

- [0061] 1 유동층 반응기
- 2 반응 챔버
- 3 미립자 물질 분리기
- 4 가스 입구
- 5 점화 장치
- 6 반응 챔버 출구
- 7 반응 챔버 입구
- 8 유동화 바닥
- 9 미립자 금속 저장 용기
- 10 미립자 금속 산화물 저장 용기
- 11 환원제 공급부
- 12 산화제 공급부
- 13 전기분해 유닛

- 14 수소 출구
- 15 산소 출구
- 16 재순환 라인
- 17 노즐
- 18 복귀 라인
- 19 산소 저장 용기
- 20 수증기 공급부

도면

도면1

