



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년10월13일

(11) 등록번호 10-1559879

(24) 등록일자 2015년10월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C01B 3/02 (2006.01) B01J 19/24 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0165710

(22) 출원일자 2013년12월27일

심사청구일자 2013년12월27일

(65) 공개번호 10-2015-0076954

(43) 공개일자 2015년07월07일

(56) 선행기술조사문헌

JP2012087313 A*

류호정, 한국수소 및 신에너지학회 논문집(2009. 4), 제20권 제2호, 168-178쪽*

KR1020120055752 A

KR100969654 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)

(72) 발명자

노선아

대전 유성구 가정북로 156, 한국기계연구원 그린 환경에너지기계연구본부 플라즈마자원연구실 (장동)

윤진한

대전 유성구 가정북로 156, 한국기계연구원 3동 308호 (장동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김동진

전체 청구항 수 : 총 7 항

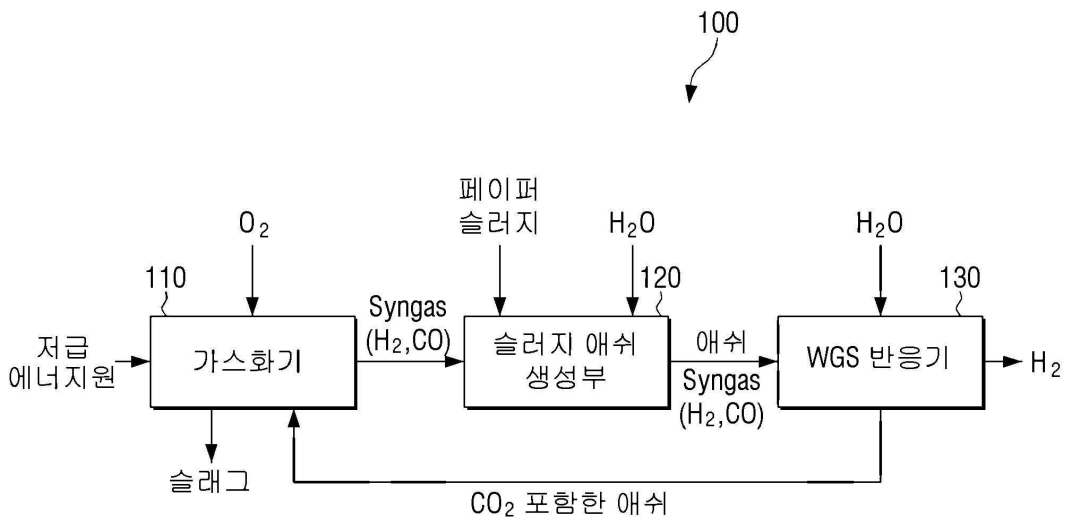
심사관 : 박함용

(54) 발명의 명칭 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따르면, 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템으로서, 저급 에너지를 공급받고 이를 가스화하여 합성가스 및 슬래그를 생성하는 가스화기; 생성된 상기 합성가스를 공급받을 수 있도록 상기 가스화기에 연결되고, 폐이퍼 슬러지를 공급받아 폐이퍼 슬러지 애쉬를 생성하는 슬러지애쉬 생성부; 및 생성된 상기 폐이퍼 슬러지 애쉬 및 상기 합성가스를 공급받아 수성 가스화 전환(WGS) 반응을 행하는 WGS 반응기;를 포함하고, 이 때 상기 WGS 반응기는 이산화탄소(CO₂)를 흡착한 폐이퍼 슬러지 애쉬 및 수소(H₂) 가스를 생성하는 것을 특징으로 하는, 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템이 제공된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

길상인

대전 서구 둔산북로 215, 5동 503호 (둔산동, 가람
아파트)

강건용

대전 유성구 계룡로 55, 101동 2203호 (봉명동, 유
성자이)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NK177I
부처명 지식경제부
연구관리전문기관 산업기술연구회
연구사업명 주요사업
연구과제명 순산소 가스화 반응장에서 CO2 전환 메카니즘 연구 (2/3)
기여율 1/2
주관기관 기계연구원
연구기간 2013.01.01 ~ 2013.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 SC0950
부처명 지식경제부
연구관리전문기관 한국기계연구원
연구사업명 주요사업-일반
연구과제명 미활용에너지 청정 고밀도화 기계기술 기반구축 (5/5)
기여율 1/2
주관기관 기계연구원
연구기간 2013.01.01 ~ 2013.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템으로서,

바이오매스, 저질탄, 및 폐기물 중 적어도 하나를 포함하는 에너지원을 공급받고 이를 가스화하여 합성가스 및 슬래그를 생성하는 가스화기(110);

생성된 상기 합성가스를 공급받을 수 있도록 상기 가스화기에 연결되고, 폐이퍼 슬러지를 공급받아 폐이퍼 슬러지 애쉬를 생성하는 슬러지애쉬 생성부(120); 및

생성된 상기 폐이퍼 슬러지 애쉬 및 상기 합성가스를 공급받아 수성 가스화 전환(WGS) 반응을 행하는 WGS 반응기(130);를 포함하고,

상기 가스화기(110)는 산소 가스를 더 공급받으며, 상기 합성가스는 수소(H₂) 및 일산화탄소(CO)를 포함하며,

상기 WGS 반응기(130)는 이산화탄소(CO₂)를 흡착한 폐이퍼 슬러지 애쉬 및 수소(H₂) 가스를 생성하는 것을 특징으로 하는, 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 이산화탄소를 흡착한 폐이퍼 슬러지 애쉬가 상기 가스화기(110)에 공급되는 것을 특징으로 하는, 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 슬러지애쉬 생성부(120)는,

상기 슬러지애쉬 생성부의 상부에 형성되어 상기 폐이퍼 슬러지를 공급받는 유입구;

상기 슬러지애쉬 생성부의 하부에 형성되어 생성된 상기 폐이퍼 슬러지 애쉬를 상기 WGS 반응기(130)측으로 유출하는 유출구; 및

상기 유입구 및 상기 유출구 사이를 연결하여 상기 폐이퍼 슬러지가 통과하는 통로;를 포함하고,

상기 통로는 지그재그 형상 또는 나선형 미끄럼틀 형상을 갖는 것을 특징으로 하는, 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 슬러지애쉬 생성부(120)는 제1 고온의 수증기(H₂O)를 더 공급받는 것을 특징으로 하는, 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제1 고온의 수증기(H₂O)는 섭씨 600도 내지 700도 범위의 온도를 가지며, 상기 슬러지애쉬 생성부(120)는

히팅되어 제1 소정 온도 범위를 유지하는 것을 특징으로 하는, 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 WGS 반응기(130)는 제2 고온의 수증기(H₂O)를 더 공급받으며,

상기 WGS 반응기(130)는 히팅되어 제2 소정 온도 범위를 유지하는 것을 특징으로 하는, 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 WGS 반응기(130)는, 상기 합성가스의 일산화탄소(CO) 및 제2 고온의 수증기(H₂O)를 반응시켜 이산화탄소(CO₂) 및 수소(H₂)를 생성하고, 생성된 상기 이산화탄소(CO₂)를 상기 폐이퍼 슬러지 애쉬에 흡착시키는 것을 특징으로 하는, 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수소생산 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 폐기물인 슬러지 애쉬를 이용하여 고농도의 수소를 생산할 수 있는 수소생산 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가정이나 회사, 공장 등에서 발생하는 폐기물은 환경 및 경제적인 이유로 사회적 문제가 되고 있다. 기존에는 매립 또는 소각 등의 방법에 의해 폐기물이 처리되었다. 그러나 폐기물을 매립하기 위해서는 매립지 및 매립 시설을 확보하는데 많은 비용이 소요되고 매립 후 침출수나 가스 등의 발생으로 환경 오염을 유발하는 문제가 있다. 또한 폐기물을 소각하게 되면 소각시 다이옥신 등과 같은 유해 물질이 발생하기 때문에 이를 줄이기 위한 처리 방안이 별도로 요구되는 문제가 있다.

[0003] 폐기물을 처리하는 대안적 방법으로 폐기물을 열분해하거나 가스화 처리하여 합성 가스를 생성하고 합성 가스로부터 이산화탄소와 수소를 회수하는 기술이 연구되고 있다. 이 기술에 따르면 단순히 폐기물을 친환경적으로 처리하는데 그치지 않고 폐기물로부터 에너지 자원을 회수한다는 점에서 부가가치가 크다. 이산화탄소나 수소를 에너지 자원으로 이용하기 위해서는 폐기물 처리 과정에서 고농도로 회수되는 것이 중요하며, 이에 따라 폐기물 처리에 의해 에너지원을 고농도로 회수할 수 있는 폐기물 처리 시스템이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 폐이퍼 슬러지를 이용하여 고농도의 수소를 생산할 수 있는 수소 생산 시스템을 제공한다.

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 폐기물로서 버려지는 폐이퍼 슬러지 애쉬를 이산화탄소를 포집하는 물질로 재활용할 수 있는 수소 생산 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시예에 따르면 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템으로서, 저급 에너지원을 공급받고 이를 가스화하여 합성가스 및 슬래그를 생성하는 가스화기; 생성된 상기 합성가스를 공급받을 수 있도록 상기 가스화기에 연결되고, 폐이퍼 슬러지를 공급받아 폐이퍼 슬러지 애쉬를 생성하는 슬러지애쉬 생성부; 및 생성된 상기 폐이퍼 슬러지 애쉬 및 상기 합성가스를 공급받아 수성 가스화 전환(WGS) 반응을 행하는 WGS 반응기;를 포함하고, 이 때 상기 WGS 반응기는 이산화탄소(CO₂)를 흡착한 폐이퍼 슬러지 애쉬 및 수소(H₂) 가스를 생성하는 것을 특징으로 하는, 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템이 제공된다.

발명의 효과

- [0007] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 슬러지에쉬 생성부와 WGS 반응기에서 각각 수소를 생성하기 때문에 고농도의 수소를 생산할 수 있는 이점이 있다.
- [0008] 본 발명의 일 실시예에 따르면, WGS 반응 과정에서 생성되는 이산화탄소를 폐이퍼 슬러지 애쉬에 흡착하여 이를 다시 가스화기에 공급할 수 있으므로, 일반적으로 폐기물로서 버려지는 폐이퍼 슬러지 애쉬를 이산화탄소를 포집하는 물질로 재활용하여 비용을 절감하는 효과가 있다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 가스화기에 산화칼슘 대신 이산화탄소가 흡착된 폐이퍼 슬러지 애쉬를 공급할 수 있으므로 가스화기 내의 용융 온도를 기존에 비해 낮출 수 있어 연료 소모를 감소시키는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템을 개략적으로 도시한 블록도이다.
- 도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템을 구현하기 위한 일 실시예에 따른 시스템 구성을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0012] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소의 "위"(또는 "아래", "오른쪽", 또는 "왼쪽")에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소의 위(또는 아래, 오른쪽, 또는 왼쪽)에 직접 위치될 수 있거나 또는 그들 사이에 제3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0013] 또한 본 명세서에서 구성요소간의 위치 관계를 설명하기 위해 사용되는 '상부(위)', '하부(아래)', '좌측', '우측', '전면', '후면' 등의 표현은 절대적 기준으로서의 방향이나 위치를 의미하지 않으며, 각 도면을 참조하여 본 발명을 설명할 때 해당 도면을 기준으로 설명의 편의를 위해 사용되는 상대적 표현이다.
- [0014] 본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어가 구성요소들을 기술하기 위해서 사용된 경우, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.
- [0015] 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprise)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0016] 이하, 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하도록 한다. 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는 데 있어 혼돈을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.
- [0017] 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템을 개략적으로 도시한 블록도이다.
- [0018] 도1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템(100)은 고온의 가스화기(110), 슬러지 애쉬(sludge ash) 생성부(120), 및 수성 가스화 전환(WGS) 반응기(130)를 포함한다.
- [0019] 가스화기(110)는 저급의 에너지를 공급받고 이를 가스화하여 슬래그(slag) 및 합성가스(Syngas)를 생성할 수 있다. 이를 위해 도시된 실시예에서 가스화기(110)는 저급 에너지원, 이산화탄소가 흡착된 폐이퍼 슬러지 애쉬, 및 산소를 공급받는다. 여기서 저급의 에너지원은 예컨대 바이오매스, 저질탄, 폐기물 등과 같은 저엔탈피 연료

일 수 있으며 이에 제한되지 않는다.

- [0020] 일 실시예에서 가스화기(110)에 공급되는 산소는 산소(O₂) 가스이며, 순산소 가스화를 위해 공기 대신 공급될 수 있다.
- [0021] 이산화탄소(CO₂)가 흡착된 페이퍼 슬러지 애쉬는, 바람직한 실시예에 따르면, WGS 반응기(130)에서 생성된 것이다. 즉 WGS 반응기(130)의 생성물 중 하나인 페이퍼 슬러지 애쉬를 버리지 않고, 이산화탄소를 흡착하여 가스화기(110)에 다시 공급함으로써 페이퍼 슬러지 애쉬를 재활용한다. 페이퍼 슬러지 애쉬에 흡착되어 가스화기(110)에 공급된 이산화탄소는 저급 에너지원의 가스화에 사용된다.
- [0022] 가스화기(110)는 이산화탄소가 흡착된 페이퍼 슬러지 애쉬와 저급 에너지를 고온 고온(대략 섭씨 1300도 내지 1400도) 상태에서 용융시켜 저급 에너지를 가스화한다. 여기서 저급 에너지를 가스화한다는 것은 저급 에너지원 내의 탄소와 수소 성분을 이산화탄소를 이용하여 일산화탄소와 수소를 주성분으로 하는 합성가스(Syngas)로 전환하는 것을 의미한다.
- [0023] 슬러지애쉬 생성부(120)는 페이퍼 슬러지를 공급받아 이로부터 페이퍼 슬러지 애쉬를 생성한다. 이 때 슬러지애쉬 생성부(120)는 가스화기(110)에서 생성된 합성가스 및 고온의 수증기(H₂O)도 함께 공급받을 수 있고, 이 공급받은 합성가스 및 수증기의 고온의 열이 가해지는 분위기 하에서 페이퍼 슬러지를 열분해시켜 페이퍼 슬러지 애쉬로 변화시킴과 동시에 합성가스를 더 많이 생성할 수 있다.
- [0024] 여기서 페이퍼 슬러지 애쉬는, 외부에서 페이퍼(제지)가 포함된 하수 슬러지나 기타 폐기물이 조각되어 생성된 폐기물이며 바람직하게는 건조상태로 슬러지애쉬 생성부(120)에 공급된다.
- [0025] WGS 반응기(130)는 슬러지애쉬 생성부(120)로부터 페이퍼 슬러지 애쉬 및 합성가스를 공급받고 또한 수증기를 별도의 공급수단(미도시)으로부터 공급받아 수증기 가스화 전환(WGS: Water Gas Shift) 반응을 행한다. 일 실시예에서 이 WGS 반응은, 합성가스 내의 일산화탄소(CO) 및 수증기(H₂O)를 반응시켜 이산화탄소(CO₂) 및 수소(H₂)를 생성하는 반응이다.
- [0026] WGS 반응에 의해 생성된 수소는 연료 등의 용도로 사용되기 위해 별도의 배출구로 배출된다. 이 때, 슬러지애쉬 생성부(120)에서 공급받는 합성가스 내에 함유된 수소 가스도 배출구로 함께 배출된다. 즉 WGS 반응기(130)에서 WGS 반응에 의해 수소를 추가로 생성하기 때문에, 가스화기(110)와 슬러지애쉬 생성부(120)의 공정만으로 수소를 생산하는 것에 비해, 가스화기(110), 슬러지애쉬 생성부(120) 및 WGS 반응기(130)를 차례로 거침으로써 더 많은 수소를 생산할 수 있다.
- [0027] 한편 WGS 반응기(130)는 WGS 반응 결과 생성된 이산화탄소를 페이퍼 슬러지 애쉬에 흡착하는 공정을 또한 포함한다. 일 실시예에서 WGS 반응기(130) 내에 페이퍼 슬러지 애쉬를 소정 시간 동안 유지시킴으로써, WGS 반응에 의해 생성된 이산화탄소를 페이퍼 슬러지 애쉬에 흡착시킬 수 있다.
- [0028] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서 이산화탄소를 흡착한 페이퍼 슬러지 애쉬는 가스화기(110)에 공급되고, 가스화기(110)의 가스화 공정시 이산화탄소를 제공하는 역할을 한다.
- [0029] 이상과 같은 실시예에 따르면, 가스화기(110)와 슬러지애쉬 생성부(120)의 공정에서 수소 가스를 생성할 수 있고, 또한 WGS 반응기(130)는 슬러지애쉬 생성부(120)에서 생성된 일산화탄소를 이용하여 WGS 반응을 통해 수소 가스를 추가로 더 생성할 수 있다. 또한 이 WGS 반응 과정에서 생성되는 이산화탄소를 페이퍼 슬러지 애쉬에 흡착하여 이를 다시 가스화기(110)에 공급하여 가스화기 내의 가스화 공정의 효율을 높일 수 있다. 기존에는 가스화기(110)가 수소와 일산화탄소를 만들기 위해 산화칼슘(CaO)을 가스화기(110)에 투입하기도 하였는데, CaO를 투입하게 되면 CaO를 녹이기 위해서 그만큼 더 연료가 필요하였다. 그러나 본 발명의 실시예에 따르면 가스화기(110)에 투입되는 이산화탄소가 흡착된 페이퍼 슬러지 애쉬는 잘 녹기 때문에, 용융로, 즉 고온의 가스화기(110) 내의 용융 온도를 기존에 비해 낮출 수 있으므로 추가적인 연료 소모가 필요 없다.
- [0030] 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따르면, 일반적으로 그냥 폐기되는 페이퍼 슬러지를 가스화기(110), 슬러지애쉬 생성부(120), 및 WGS 반응기(130)로 구성된 일련의 공정 중에 투입함으로써, 페이퍼 슬러지를 이산화탄소를 포집하는 물질로 재활용하여 가스화기에 이산화탄소를 공급하는 매개체로 사용하여 가스화기의 효율을 높이고 또한 전체 공정을 통해 수소 가스를 더 많이 생성할 수 있는 기술적 효과를 갖게 된다. 이제 도2를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 슬러지 애쉬를 이용한 고평도 수소 생산 시스템을 구현하는 구체적 일례를 설명하기로 한다.

- [0031] 도2를 참조하면 슬러지 애쉬를 이용한 고농도 수소 생산 시스템(200)은 고온의 가스화기(210), 슬러지애쉬 생성부(220), 및 WGS 반응기(230)를 포함한다. 기본적으로 도2의 전체 시스템(200)은 도1의 시스템(100)과 유사하며 다만 슬러지애쉬 생성부(220)와 WGS 반응기(230)에 대해 보다 구체적인 구현예를 도시하였음을 이해할 것이다.
- [0032] 도2의 실시예에서, 가스화기(210)는 저급의 에너지를 공급받고 이를 가스화하여 슬래그 및 합성가스를 생성한다. 이 때 합성가스는 수소와 일산화탄소 가스를 포함한다. 이를 위해 가스화기(210)는 산소를 추가로 공급받을 수 있고, 또한 WGS 반응기(230)에서 생성되고 이산화탄소가 흡착된 페이퍼 슬러지 애쉬를 또한 공급받을 수 있다. 도2의 가스화기(210)는 도1을 참조하여 설명한 가스화기(110)과 동일 또는 유사하므로 더 이상의 설명은 생략하기로 한다.
- [0033] 슬러지애쉬 생성부(220)는 페이퍼 슬러지를 공급받아 이로부터 페이퍼 슬러지 애쉬를 생성한다. 이를 위해 슬러지애쉬 생성부(220)는 슬러지애쉬 생성부(220)의 상부에 형성되어 페이퍼 슬러지를 공급받는 유입구, 슬러지애쉬 생성부(220)의 하부에 형성되어 생성된 페이퍼 슬러지 애쉬를 WGS 반응기(230)측으로 유출하는 유출구, 및 페이퍼 슬러지가 통과하도록 상기 유입구와 유출구 사이를 연결하는 통로를 포함한다.
- [0034] 또한 슬러지애쉬 생성부(220)는 가스화기(210)에서 생성된 합성가스 및 고온의 수증기(H₂O)를 각각 별개의 공급관을 통해 공급받는다. 여기서 합성가스는 바람직하게는 수소와 일산화탄소를 주성분으로 하는 가스이며 대략 섭씨 700도 내지 800도의 온도를 갖는다. 고온의 수증기는 예컨대 섭씨 600도 내지 700도 범위의 온도를 갖는 것이 바람직하다. 고온의 수증기는, 예를 들어 액체 또는 기체상태의 물을 고온의 전기히터를 통과하게 함으로써 생성될 수 있다.
- [0035] 이와 같이 슬러지애쉬 생성부(220)는 각기 별개로 설치된 공급관을 통해 페이퍼 슬러지, 합성가스, 및 고온의 수증기를 공급받는다. 페이퍼 슬러지는 고온의 슬러지애쉬 생성부(220) 내에서 충분한 체류시간이 지나면 페이퍼 슬러지 애쉬로 변환되어 유출구를 통해 WGS 반응기(230)로 공급된다.
- [0036] 이 때 슬러지애쉬 생성부(220)에 공급되는 페이퍼 슬러지는 페이퍼 슬러지 애쉬로의 변환을 위해 생성부(220) 내에서 충분한 시간동안 고온 상태로 체류하는 것이 바람직하다. 따라서 도2의 실시예에서와 같이 슬러지애쉬 생성부(220)에 형성된 통로가 지그재그 형상과 같은 다단 형태로 설치될 수 있다. 또한 슬러지애쉬 생성부(220)는 전기 히터(223)와 같은 히팅수단에 의해 히팅되어 소정 온도 범위를 유지할 수 있다. 이에 따라 페이퍼 슬러지가 고온의 슬러지애쉬 생성부(220) 내에서 소정 시간 동안 체류하는 동안, 가스화기(210)에서 공급된 고온의 합성가스 및 슬러지애쉬 생성부(220)에 별도로 공급된 고온의 수증기에 의해 고온의 열이 가해지는 분위기 하에서, 페이퍼 슬러지가 페이퍼 슬러지 애쉬로 변함과 동시에 합성가스가 추가적으로 더 생성되게 된다.
- [0037] 슬러지애쉬 생성부(220)내의 통로는 페이퍼 슬러지가 장시간 통과할 수 있는 구조이면 지그재그 형상 외에 다른 형상을 가져도 무방하다. 예컨대 이 통로는 나선형 미끄럼틀 형상을 가짐으로써 페이퍼 슬러지가 소정 시간동안 천천히 생성부(220) 내를 통과하도록 설계될 수도 있다.
- [0038] WGS 반응기(230)는 슬러지애쉬 생성부(220)의 유출구에 연결된 공급관으로부터 페이퍼 슬러지 애쉬와 합성가스를 공급받는다. 일 실시예에서 슬러지애쉬 생성부(220)의 유출구와 WGS 반응기(230) 사이의 공급관에 스크류 피더(227)를 설치함으로써, WGS 반응기(230)에 페이퍼 슬러지 애쉬를 일정 속도로 공급할 수 있다. 또한 슬러지애쉬 생성부(220)로부터 페이퍼 슬러지 애쉬와 합성가스를 하나의 공급관을 통해 공급받을 수 있지만, 대안적인 실시예에서 페이퍼 슬러지 애쉬와 합성가스를 각기 별개의 공급관으로 공급받도록 구현할 수도 있다.
- [0039] WGS 반응기(230)가 슬러지애쉬 생성부(220)로부터 공급받는 합성가스는 일산화탄소와 수소를 주성분으로 하며, 이들의 대부분은 가스화기(210)에서 공급된 합성가스가 슬러지애쉬 생성부(220)를 그대로 통과하여 WGS 반응기(230)로 공급되는 것이다. 또한 슬러지애쉬 생성부(220) 내에서 페이퍼 슬러지가 페이퍼 슬러지 애쉬로 변화하는 도중 생성되는 탄화수소 가스가 슬러지애쉬 생성부(220) 내의 고온의 수증기 등과 반응하여 일산화탄소와 수소가 추가로 더 생성되어 WGS 반응기(230)로 공급될 수도 있다.
- [0040] 한편 WGS 반응기(230)는 별도의 공급관을 통해 고온의 수증기(H₂O)를 공급받을 수 있다. WGS 반응기(230)에 공급되는 고온의 수증기는 예컨대 섭씨 400도 내지 600도 범위의 온도를 갖는 것이 바람직하다. 일 실시예에서 고온의 전기히터 사이로 액체 또는 기체의 물을 통과시켜 고온의 수증기를 만들 수 있다. 또한 WGS 반응기(230)는 전기 히터(233)와 같은 히팅수단에 의해 히팅되어 예컨대 500도 내지 600도의 소정 온도 범위를 유지하는 것이 바람직하다.
- [0041] WGS 반응기(230)는 수성 가스화 전환(WGS) 반응 공정을 수행한다. 이 공정에 의해, 합성가스에 함유된 일산화탄

소 및 고온의 수증기를 반응시켜 이산화탄소와 수소를 생성한다. WGS 반응에 의해 생성된 수소 및 슬러지애쉬 생성부(220)로부터 공급받은 수소는 배출구를 통해 외부로 배출된다.

[0042]

WGS 반응에 의해 생성된 이산화탄소는 폐이퍼 슬러지 애쉬에 흡착된다. 고온의 WGS 반응기(230) 내에 폐이퍼 슬러지 애쉬를 소정 시간 동안 유지시킴으로써 이산화탄소를 폐이퍼 슬러지 애쉬에 흡착시킬 수 있다. 이 때 일 실시예에서 이산화탄소의 흡착 완료 여부는 이산화탄소의 농도를 센싱하여 알 수 있으며, 이를 위해 이산화탄소의 농도를 센싱하는 센서(미도시)와 센서의 센싱 결과에 따라 이산화탄소가 흡착된 폐이퍼 슬러지 애쉬를 가스화기(210)로 공급하도록 제어하는 제어부(미도시)가 더 구비될 수 있다. 제어부가 센싱 결과에 기초하여 이산화탄소가 충분히 흡착되었다고 판단하면, 이산화탄소를 흡착한 폐이퍼 슬러지 애쉬를 가스화기(210)에 공급할 수 있다. 가스화기(210)에 공급된 폐이퍼 슬러지 애쉬는 가스화기(210) 내에서 용융되어 가스화에 필요한 이산화탄소를 공급한다.

[0043]

이와 같이 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상술한 명세서의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

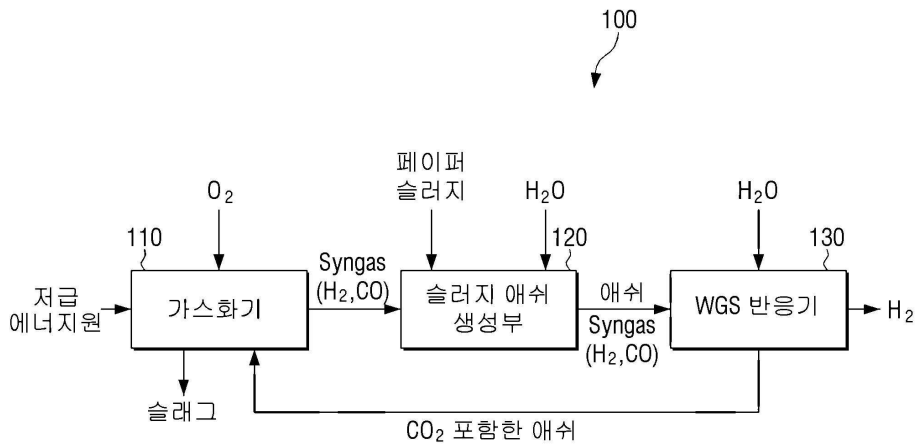
부호의 설명

[0044]

- 100, 200: 수소 생산 시스템
- 110, 210: 가스화기
- 120, 220: 슬러지애쉬 생성부
- 130, 230: WGS 반응기

도면

도면1



도면2

