



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0156475
(43) 공개일자 2024년10월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F26B 21/00 (2006.01) C01B 3/56 (2006.01)
C10J 3/00 (2006.01) F26B 15/22 (2006.01)
F26B 21/06 (2006.01) F26B 25/00 (2006.01)
F26B 25/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F26B 21/001 (2013.01)
C01B 3/56 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0051949

(22) 출원일자 2023년04월20일

심사청구일자 2023년04월20일

(71) 출원인

국립한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)

(72) 발명자

엄태인
충청남도 공주시 반포면 공암양지말길 10-1

(74) 대리인

특허법인태백

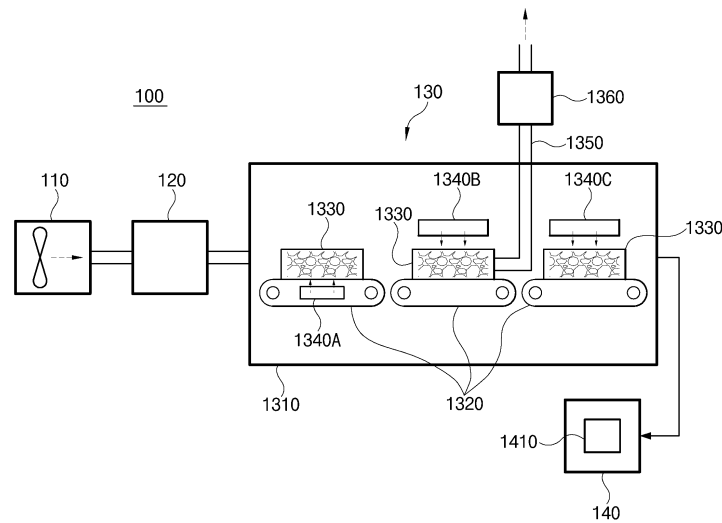
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 건조 장치 및 이를 이용한 수소 생산 장치

(57) 요약

본 발명은 수분함량이 높은 유연탄을 건조시켜 수분 함량이 낮은 유연탄을 제공할 수 있는 건조 장치를 제공하는 것으로서, 터보팬에서 발생된 건조용 공기를 건조 대상물에 대하여 공급하는 공기 공급부; 상기 공기 공급부에서 공급되는 상기 건조용 공기를 이용하여 상기 건조 대상물의 건조를 수행하는 건조부; 및 상기 건조부에서 건조된 상기 건조 대상물을 저장하는 저장부;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C10J 3/00 (2013.01)
F26B 15/22 (2013.01)
F26B 21/004 (2013.01)
F26B 21/06 (2013.01)
F26B 25/002 (2013.01)
F26B 25/007 (2013.01)
F26B 25/06 (2013.01)
C10J 2300/0909 (2013.01)
C10J 2300/093 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

터보팬에서 발생된 건조용 공기를 건조 대상물에 대하여 공급하는 공기 공급부;
상기 공기 공급부에서 공급되는 상기 건조용 공기를 이용하여 상기 건조 대상물의 건조를 수행하는 건조부; 및
상기 건조부에서 건조된 상기 건조 대상물을 저장하는 저장부;를 포함하는 건조 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 건조 대상물은,
유연탄을 포함하는 건조 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 건조부는,
일단으로는 상기 건조 대상물이 투입되고 타단으로는 상기 건조 대상물이 건조되어 배출되는 밀폐 챔버와,
상기 밀폐 챔버 내측으로 배치되고 상기 건조 대상물을 상기 저장부로 이동시키며, 표면으로는 공기 통과홀이 형성되는 컨베이어 벨트와,
상기 컨베이어 벨트 상에 복수로 배치되고, 내측으로 외부에서 투입된 상기 건조 대상물이 배치되며 상방과 하방을 통해 상기 건조용 공기를 공급받는 건조 챔버와,
상기 건조 챔버에 대하여 상기 건조용 공기를 공급하는 공기 공급 챔버를 포함하는 건조 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 공기 공급 챔버는,
상기 컨베이어 벨트의 하방으로, 상기 공기 통과홀을 통해 상기 건조 챔버로 상기 건조용 공기를 공급하는 제1 공기 공급 챔버를 포함하는 건조장치.

청구항 5

제3항에 있어서,
상기 컨베이어 벨트는 내측으로는 상기 공기 공급 챔버의 배치가 이루어지는 중공이 형성되는 건조장치.

청구항 6

제4항에 있어서,
상기 공기 공급 챔버는,
상기 컨베이어 벨트의 상부에 배치되고, 상기 건조 챔버의 상부에서 상기 건조 챔버로 상기 건조용 공기를 공급하는 제2 공기 공급 챔버를 더 포함하는 건조장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제1 공기 공급 챔버와 제2 공기 공급 챔버는,
상기 콘베이어 벨트를 따라 진행하며, 교번하여 배치되는 건조장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 건조부는,

상기 제1 및 제2 건조 챔버의 일측으로 배치되고, 상기 건조 대상물에서 증발된 수분을 포함하는 공기를 상기 밀폐 챔버 외부로 배출하는 공기 배출로와,

상기 공기 배출로를 통해 배출되는 공기에 포함된 분진을 포집하는 분진 포집 유닛을 더 포함하는 건조장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 건조부는,

상기 건조 챔버에서 건조된 상기 건조 대상물에 대하여 상기 건조용 공기보다 낮은 온도의 공기를 공급하여 냉풍 건조부를 더 포함하는 건조장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 냉풍 건조부는,

상기 건조 대상물에 대하여 5~20℃의 공기를 공급하고, 10~180초 정도의 시간 동안 냉각을 수행하는 건조장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 터보팬은,

표면에 엠보싱(embossing)이 형성된 블레이드를 포함하는 건조장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 공기 공급부에서 공급하는 상기 건조용 공기의 온도는 60 내지 120℃ 인 건조장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 공기 공급부는,

상기 터보팬에서 출력되는 상기 건조용 공기를 추가로 가열하는 보조 가열부를 더 포함하는 건조장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 보조 가열부에 가열된 상기 건조용 공기의 온도는 130~150℃ 인 건조장치.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 저장부 내측으로는 질소가 충전되는 건조 장치.

청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 기재된 건조장치에 의해 건조된 상기 건조 대상물을 이용하여 수소를 생산하는 수소 생산 장치로서,

상기 건조 대상물을 열분해하여 열분해 가스를 생산하는 제1 가스 생산부; 및

상기 제1 가스 생산부에서 생산된 상기 열분해 가스에서 수소를 분리 생산하는 제2 가스 생산부; 를 포함하는 수소 생산 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 제2 가스 생산부는,

압력스윙흡착(PSA; pressure swing adsorption)방식으로 상기 열분해 가스에서 수소를 분리 생산하는 수소 생산 장치.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 건조 장치 및 이를 이용한 수소 생산 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 함수율이 높은 유연탄을 건조하고, 건조된 유연탄을 이용하여 수소를 생산하는 건조 장치 및 이를 이용한 수소 생산 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 일본의 원전사고를 통해 원자력발전소에 대한 불안감이 높아져, 화석 연료를 사용하는 화력발전소에 대한 관심이 높아지고 화력발전소의 건설도 많이 이루어지고 있다.

[0003] 석탄, 석유, 천연가스 등을 포함하는 화석 연료 중, 석탄은 상대적으로 낮은 가격과 고 발열량에 의해 발전용 연료로 많이 사용되고 있다.

[0004] 일반적으로 석탄은 석탄화의 정도에 따라 이탄(Peat), 갈탄(Lignite), 유연탄(Bituminous), 무연탄(Anthracite)으로 구분하는데, 각각의 대표적인 탄소 함량은 60, 70, 80, 93 %이고 산소 함량은 각각 35, 25, 15, 3%이다.

[0005] 화력발전소에 대한 선호가 높아짐에 따라 화력발전소의 연료로 사용되는 석탄의 수요와 가격도 증가하고 있는 추세이다.

[0006] 석탄의 수요가 증가하여 저수분 유연탄의 공급이 원활하지 못할 경우 수분함량이 높은 유연탄을 연료로 사용하기도 한다.

[0007] 다음의 [표 1]에는 인도네시아산 유연탄의 특성이 기재되어 있다, 다음의 표에 기재되어 있는 바와 같이, 고함수 유연탄은 함수율이 높을수록 발열량도 작아짐을 알 수 있다.

표 1

[0008]

인도네시아 유연탄	수분 (wt. %)	회분 (wt. %)	휘발분 (wt. %)	고정탄소 (wt. %)	건량기준 고위발열량 (kcal/kg)	Fuel Ratio (FC/ VM)
시료1	47.23	1.67	27.46	23.64	5,533	0.86
시료2	45.28	2.62	27.81	24.09	5,388	0.87
시료3	45.10	3.84	27.60	23.46	5,283	0.85
시료4	32.30	2.03	31.12	34.61	5,721	1.11

- [0009] 수분함량이 높은 유연탄을 연료로 사용할 경우 보일러의 연소효율이 떨어지고 발전량 감소와 연료소비량이 증가하는 문제점이 있다.
- [0010] 한편, 산업의 발전과 과학기술 문명의 발달로 인하여 개인 당 에너지의 수요가 급증하고 있지만, 화석연료의 한계성으로 인한 에너지 고갈의 문제와 지구온난화 가스 배출 및 원자력 발전 시 발생하는 핵폐기물 등의 환경오염의 문제로 인해 저공해 대체에너지의 개발이 시급한 실정이다.
- [0011] 이러한 관점에서 수소에너지는 경제적으로 안정하게 공급할 수 있어 국가적인 차원에서 에너지 자원의 대외 의존도를 낮추고, 에너지 안보에 기여함과 동시에 대기오염 및 온실가스 배출을 획기적으로 낮출 수 있어 인류 궁극의 연료로 지목되고 있다.
- [0012] 수소는 새로운 에너지원으로 많은 관심을 받고 있지만, 현재 수소의 생산 비용이 높아 보다 저렴한 비용으로 수소를 생산할 필요가 있다.
- [0013] 기존에는 고함수 유연탄의 건조를 위해 다음과 같은 기술이 개시되었다.
- [0014] 400~600℃ 정도인 고온 기체(연소가스 등)를 고함수 유연탄으로 공급하여, 고온 기체가 유연탄에 직접 접촉하며 대류열전달에 의해 유연탄에 포함된 수분을 건조하는 기술과 200~300℃ 정도인 고온 증기와 유연탄이 간접 접촉하는 전도열전달이 주된 열에 의해 수분을 비등하도록 하여 증발 건조시키는 기술이 개시되었다.
- [0015] 상기한 기술의 경우, 유연탄 건조의 열효율이나 건조속도를 높이기 위해서는 유연탄 입경을 미세하게 할 필요가 있고, 건조된 개질탄은 급속히 산화하여 저장소에서 자연 발화 및 수분 재흡수가 발생하는 문제점이 있다.
- [0016] 본 발명에 대한 선행기술로는 등록특허 10-1549894호를 예시할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 수분함량이 높은 유연탄을 건조시켜 수분 함량이 낮은 유연탄을 제공할 수 있는 건조 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0018] 또한, 본 발명은 건조된 유연탄을 다음 공정에 대비하여 저장하는 동안 자연 발화의 발생을 방지하고, 수분의 재흡수가 방지되도록 하는 건조 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0019] 또한, 본 발명은 건조장치에 의해 건조된 유연탄을 열분해하여 열분해 가스를 얻고, 열분해 가스에서 수소를 분리하여 배출하는 수소 생산 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0020] 또한, 본 발명은 수분함량이 높지만 상대적으로 가격이 낮은 고함수의 저급 유연탄을 이용하여 수소를 생산함으로써 보다 낮은 가격으로 수소의 생산이 가능한 수소 생산 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0021] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 터보팬에서 발생된 건조용 공기를 건조 대상물에 대하여 공급하는 공기 공급부; 상기 공기 공급부에서 공급되는 상기 건조용 공기를 이용하여 상기 건조 대상물의 건조를 수행하는 건조부; 및 상기 건조부에서 건조된 상기 건조 대상물을 저장하는 저장부;를 포함하는 건조 장치를 제공한다.
- [0022] 상기 건조 대상물은, 유연탄을 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 건조부는, 일단으로는 상기 건조 대상물이 투입되고 타단으로는 상기 건조 대상물이 건조되어 배출되는 밀폐 챔버와, 상기 밀폐 챔버 내측으로 배치되고 상기 건조 대상물을 상기 저장부로 이동시키며, 표면으로는 공기 통과홀이 형성되는 콘베이어 벨트와, 상기 콘베이어 벨트 상에 복수로 배치되고, 내측으로 외부에서 투입된 상기 건조 대상물이 배치되며 상방과 하방을 통해 상기 건조용 공기를 공급받는 건조 챔버와, 상기 건조 챔버에 대하여 상기 건조용 공기를 공급하는 공기 공급 챔버를 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 공기 공급 챔버는, 상기 콘베이어 벨트의 하방으로, 상기 공기 통과홀을 통해 상기 건조 챔버로 상기 건조용 공기를 공급하는 제1 공기 공급 챔버를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 콘베이어 벨트는 내측으로는 상기 공기 공급 챔버의 배치가 이루어지는 중공이 형성될 수 있다.
- [0026] 상기 공기 공급 챔버는, 상기 콘베이어 벨트의 상부에 배치되고, 상기 건조 챔버의 상부에서 상기 건조 챔버로

상기 건조용 공기를 공급하는 제2 공기 공급 챔버를 더 포함할 수 있다.

- [0027] 상기 제1 공기 공급 챔버와 제2 공기 공급 챔버는, 상기 콘베이어 벨트를 따라 진행하며, 교번하여 배치될 수 있다.
- [0028] 상기 건조부는, 상기 제1 및 제2 건조 챔버의 일측으로 배치되고, 상기 건조 대상물에서 증발된 수분을 포함하는 공기를 상기 밀폐 챔버 외부로 배출하는 공기 배출로와, 상기 공기 배출로를 통해 배출되는 공기에 포함된 분진을 포집하는 분진 포집 유닛을 더 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 건조부는, 상기 건조 챔버에서 건조된 상기 건조 대상물에 대하여 상기 건조용 공기보다 낮은 온도의 공기를 공급하여 냉풍 건조부를 더 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 냉풍 건조부는, 상기 건조 대상물에 대하여 5~20℃의 공기를 공급하고, 10~180초 정도의 시간 동안 냉각을 수행할 수 있다.
- [0031] 상기 터보팬은, 표면에 엠보싱(embossing)이 형성된 블레이드를 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 공기 공급부에서 공급하는 상기 건조용 공기의 온도는 60 내지 120℃ 일 수 있다.
- [0033] 상기 공기 공급부는, 상기 터보팬에서 출력되는 상기 건조용 공기를 추가로 가열하는 보조 가열부를 더 포함할 수 있다.
- [0034] 상기 보조 가열부에 가열된 상기 건조용 공기의 온도는 130~150℃ 일 수 있다.
- [0035] 상기 저장부 내측으로는 질소가 충전될 수 있다.
- [0036] 제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 기재된 건조장치에 의해 건조된 상기 건조 대상물을 이용하여 수소를 생산하는 수소 생산 장치로서, 상기 건조 대상물을 열분해하여 열분해 가스를 생산하는 제1 가스 생산부; 및 상기 제1 가스 생산부에서 생산된 상기 열분해 가스에서 수소를 분리 생산하는 제2 가스 생산부; 를 포함하는 수소 생산 장치를 제공한다.
- [0037] 상기 제2 가스 생산부는, 압력스윙흡착(PSA; pressure swing adsorption)방식으로 상기 열분해 가스에서 수소를 분리 생산할 수 있다.

발명의 효과

- [0038] 상기와 같은 본 발명은, 상대적으로 비용이 낮은 수분함량이 높은 유연탄을 건조시켜 상대적으로 비용이 높은 수분 함량이 낮은 유연탄을 제공할 수 있어, 보다 적은 비용으로 수분 함량이 낮은 유연탄을 제공하여 유연탄의 사용량이 감소되고 연소효율이 증가하는 효과가 있다.
- [0039] 또한, 본 발명은 건조된 유연탄에 상대적으로 낮은 온도의 공기를 공급하여 유연탄이 소수성을 갖도록 함으로써 건조된 유연탄이 수분을 다시 흡수하지 않도록 하는 효과가 있다.
- [0040] 또한, 본 발명은 건조된 유연탄이 저장되는 공간에 질소를 충전시켜 유연탄이 자연 발화하는 것을 방지할 수 있다.
- [0041] 또한, 본 발명은 건조장치에 의해 건조된 유연탄을 열분해하여 열분해 가스를 얻고, 열분해 가스에서 수소를 분리하여 배출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0042] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 건조 장치의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명에서 사용하는 콘베이어 벨트의 구성의 일 예를 나타내는 단면도이다.
- 도 3은 본 발명에서 사용하는 콘베이어 벨트의 구성의 다른 예를 나타내는 단면도이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 수소 생산 장치의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 수소 생산 방법의 구성을 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0043] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0044] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 건조 장치의 구성을 나타내는 도면이다.
- [0045] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 건조장치(100)는 공기 공급부(110), 건조기(130) 및 저장부(140)를 포함한다.
- [0046] 공기 공급부(110)는 건조 대상인 수분 함량이 높은 유연탄의 건조 공정에 사용되는 건조용 공기를 생산하여 출력한다.
- [0047] 여기서, 건조 대상인 유연탄은 대략 20~50 wt.% 정도의 함수율을 갖는다.
- [0048] 여기서, 건조용 공기 생산에는 다양한 방법이 사용될 수 있다. 본 실시예에서는 터보팬에서 고속으로 회전하는 블레이드의 원심력과 마찰열을 이용하여 건조용 공기를 생산할 수 있다.
- [0049] 여기서, 터보팬의 블레이드는 30,000~80,000 RPM의 회전수로 동작할 수 있다. 또한, 터보팬에서 공급되는 건조용 공기의 온도는 60 내지 120℃ 일 수 있다.
- [0050] 터보팬에서 동작하는 팬은 표면에 소정의 요철(embossing) 또는 스크래치가 형성되어 있어, 공기와의 마찰이 증가되고, 이로 인해 열 발생량이 증가할 수 있다.
- [0051] 공기 공급부(110)는 보조 가열부(120)를 더 포함할 수 있다.
- [0052] 보조 가열부(120)는 공기 공급부(110)에서 공급되는 건조용 공기를 추가로 가열하여 건조용 공기의 온도를 상승시킬 수 있다. 보조 가열부(120)는 소정의 전원 또는 화석 연료를 사용하여 가열 동작을 수행할 수 있다.
- [0053] 보조 가열부(120)에 의해 가열된 건조용 공기의 온도는 130~150℃ 일 수 있다.
- [0054] 건조기(130)는 건조용 공기를 공기 공급부(110)에서 공급받고, 이를 이용하여 건조 대상물인 유연탄의 건조를 수행한다.
- [0055] 건조기(130)는 밀폐 챔버(1310), 콘베이어 벨트(1320), 건조 챔버(1330), 공기 공급 챔버(1340)를 포함한다.
- [0056] 밀폐 챔버(1310)는 소정의 크기를 갖고, 내측으로는 후술하는 콘베이어 벨트(1320), 건조 챔버(1330), 공기 공급 챔버(1340) 등이 배치되는 공간을 제공한다.
- [0057] 밀폐 챔버(1310)의 내측과 외측은 서로 격리되는 것이 바람직하다.
- [0058] 밀폐 챔버(1310)의 일단으로는 건조 대상물인 유연탄이 투입되고, 타단으로는 건조된 유연탄이 배출될 수 있다.
- [0059] 콘베이어 벨트(1320)는 밀폐 챔버(1310)의 내측으로 배치된다. 콘베이어 벨트(1320)는 소정의 길이로 이루어지고, 밀폐 챔버(1310)의 일단에서 타단으로 건조 대상물인 유연탄을 이동시킨다.
- [0060] 도면에서는 3개의 콘베이어 벨트(1320)에 연속하여 배치되는 것으로 도시되어 있으나, 건조 대상물인 유연탄을 이동시키고, 이동과정 중 유연탄의 건조가 이루어질 수 있다면, 콘베이어 벨트(1320)는 단일개로 배치될 수도 있다.
- [0061] 또한, 콘베이어 벨트(1320)에 의해 이동하는 유연탄은 이동 과정 중, 건조용 공기를 공급받아 건조가 진행될 수 있다. 이를 위해, 콘베이어 벨트(1320)는 다음과 같은 구조로 이루어질 수 있다.
- [0062] 도 2는 본 발명에서 사용하는 콘베이어 벨트의 구성의 일 예를 나타내는 단면도이다.
- [0063] 도 2를 참조하면, 콘베이어 벨트(1320)의 표면에는 소정 직경의 공기 통과홀(1324)이 상하로 관통 형성될 수 있다.
- [0064] 콘베이어 벨트(1320)의 하방으로는 후술하는 제1 공기 공급 챔버(1340A)가 배치되고, 제1 공기 공급 챔버(1340A)에서 공급되는 공기는 공기 통과홀(1324)을 통해 유연탄으로 공급될 수 있다.
- [0065] 또한, 콘베이어 벨트(1320)는 다음과 같이 형성될 수도 있다.
- [0066] 도 3은 본 발명에서 사용하는 콘베이어 벨트의 구성의 다른 예를 나타내는 단면도이다.
- [0067] 도 3을 참조하면, 콘베이어 벨트(1320)의 내측에는 후술하는 제1 공기 공급 챔버(1340A)가 배치되는 중공이 형성되고, 상부 표면에는 콘베이어 벨트(1320) 외부와 중공이 연통하는 소정 직경의 공기 통과홀(1324)이 형성될

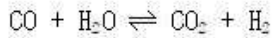
수 있다.

- [0068] 콘베이어 벨트(1320)에 의해 밀폐 챔버(1310)의 타단까지 이동한 유연탄은 후술하는 저장부(140)에 저장될 수 있다.
- [0069] 건조 챔버(1330)는 콘베이어 벨트(1320)를 따라 복수개가 일정 간격으로 배치될 수 있다.
- [0070] 건조 챔버(1330)는 소정의 크기를 갖는 육면체 형상으로 이루어지고, 내측으로 건조 대상물인 유연탄이 배치되는 공간을 제공한다. 또한, 건조 챔버(1330)는 콘베이어 벨트(1320)를 통해 이동하는 과정에서 하방과 상방을 통해 건조용 공기를 공급받을 수 있게 구성된다.
- [0071] 공기 공급 챔버(1340)는 소정의 크기를 갖는 육면체 형상으로 이루어지고, 내측으로는 공기 공급부(110)에서 공급되는 건조용 공기가 임시 저장되는 공간을 제공한다.
- [0072] 공기 공급 챔버(1340)는 하방 또는 상방을 통해 건조용 공기의 공급이 가능하게 구성된다.
- [0073] 건조 챔버(1330)와 공기 공급 챔버(1340)의 크기와 형태는 서로 대응될 수 있다.
- [0074] 여기서, 공기 공급 챔버(1340)의 건조용 공기 공급 방향은 다음과 같이 설정될 수 있다.
- [0075] 우선, 콘베이어 벨트(1320)를 따라 배치되는 복수로 배치되는 공기 공급 챔버(1340)는 배치되는 순서에 따라 제1 내지 제n 공기 공급 챔버로 지칭하기로 한다.
- [0076] 제1 공기 공급 챔버(1340A)는 콘베이어 벨트(1320)의 내측 중공에서 공기 통과홀(1324)을 통해 소정 온도의 건조용 공기를 유연탄으로 공급할 수 있다.
- [0077] 여기서는 설명의 편의를 위해 제1 내지 제3 공기 공급 챔버(1340A, 1340B, 1340C)가 콘베이어 벨트(1320)를 따라 배치되는 것으로 상정하여 설명하기로 한다.
- [0078] 콘베이어 벨트(1320)를 통해 이동하는 공기 공급 챔버(1340)에 대하여 처음으로 건조용 공기를 공급하는 제1 공기 공급 챔버(1340A)는 콘베이어 벨트(1320)의 하측으로 배치된다. 제1 공기 공급 챔버(1340A)는 상방을 통해 건조용 공기를 공급할 수 있도록 구성되어 있고, 제1 공기 공급 챔버(1340A)의 건조용 용기는 콘베이어 벨트(1320) 상의 공기 통과홀(1324)을 통해 건조 챔버(1330)로 공급된다.
- [0079] 제2 공기 공급 챔버(1340B)는 콘베이어 벨트(1320)의 상부면에서 상측으로 소정 거리 이격되어 배치된다. 제2 공기 공급 챔버(1340B)는 하방으로 공기 공급이 가능하게 구성되어 있어, 콘베이어 벨트(1320)를 따라 이동하는 건조 챔버(1330)로 건조용 공기가 공급될 수 있다.
- [0080] 제3 공기 공급 챔버(1340C) 그리고 이후로 배치되는 제4 공기 공급 챔버 각각은 콘베이어 벨트(1320)의 상측과 하측으로 배치되고, 공기 공급홀은 하방 또는 상방에 형성될 수 있다.
- [0081] 또한, 사용자의 필요에 제3 공기 공급 챔버 그리고 이후로 배치되는 제4 공기 공급 챔버 각각은 콘베이어 벨트(1320)의 하측과 상측으로 배치되고, 공기 공급홀은 상방과 하방에 형성될 수 있다.
- [0082] 상기와 같이, 복수의 공기 공급 챔버의 공기 공급 방향은 콘베이어 벨트(1320)의 상방과 하방으로 번갈아 배치되도록 하여, 콘베이어 벨트(1320)를 통해 이동하는 건조 챔버(1330)에 배치된 유연탄을 교반하지 않아도 유연탄을 전체적으로 건조시킬 수 있다.
- [0083] 한편, 건조기(130)는 공기 배출로(1350)과 분진 포집 유닛(1360)을 더 포함한다.
- [0084] 공기 배출로(1350)는 건조 챔버(1330)의 일측으로 연결되어, 건조 챔버(1330) 내측에 배치된 건조 대상물 즉, 유연탄에서 증발된 수분을 포함하는 공기를 밀폐 챔버(1310) 외부로 배출한다. 공기 배출로(1350)는 건조 챔버(1330)의 이동에 따라 탈착가능하게 구성될 수 있다.
- [0085] 도면에서는 제2 공기 공급 챔버(1340B)에서 건조용 공기를 공급받는 건조 챔버(1330)에만 공기 배출로(1350)가 연결되는 것으로 도시되어 있으나, 이는 도면의 복잡함을 피하기 위한 것으로, 사용되는 모든 건조 챔버(1330)에는 공기 배출로(1350)가 연결되는 것으로 인식되어야 한다.
- [0086] 또한, 공기 배출로(1350)를 통해 건조 챔버에서 발생된 수분을 포함하는 공기를 밀폐 챔버(1310) 외부로 배출할 수 있다면, 각각의 건조 챔버마다 공기 배출로(1350)를 연결하지 않고, 공기 배출로(1350)를 밀폐 챔버(1310)에 직접 연결할 수도 있다.

- [0087] 분집 포집 유닛(1360)은 공기 배출로(1350)을 통해 배출되는 공기에 포함된 유연탄 분진을 포집한다. 분집 포집 유닛(1360)은 사이클론 방식으로 공기와 유연탄 분진을 포집하여 분리한다. 포집된 분진은 고형화된 후 별도로 처리될 수 있고, 분리된 공기는 대기 중으로 방출될 수 있다.
- [0088] 저장부(140)는 건조기(130)에서 건조된 후 배출되는 유연탄을 저장하고, 후속 작업에 대비한다. 이때, 저장부(140)에 저장되는 유연탄의 함수율은 10 wt.% 일 수 있다.
- [0089] 저장부(140)는 건조된 유연탄이 배치될 수 있는 소정의 저장 공간을 제공한다.
- [0090] 여기서, 저장부(140)에 저장되는 유연탄은 다시 수분을 흡수하지 않도록 하기 위해 유연탄이 소수성 즉 물과 화합되지 않는 성질을 갖도록 소정의 냉풍 건조부(1410)를 통해 소수화 처리를 받도록 하는 것이 바람직하다.
- [0091] 이를 위해, 냉풍 건조부(1410)는 건조된 유연탄에 대하여 5~20℃의 공기를 공급하여 10~180초 정도의 시간 동안 냉각을 이루도록 한다. 상기와 같은 공기의 공급에 의해 유연탄은 쿨링(quenching) 효과에 의한 소수성을 갖게 되고, 소수성에 의해 수분을 재흡수하는 것이 방지된다.
- [0092] 한편, 건조된 유연탄이 저장되는 저장부(140)는 내측 공간에 질소를 충전시켜, 자연 발화가 방지되도록 하는 것이 바람직하다.
- [0093] 건조된 유연탄은 소수화 처리된 후 저장부(140)에 저장되어 사용자의 필요에 따라 발전 연료 등으로 사용될 수 있다.
- [0094] 상기와 같이 구성된 건조 장치(100)에 의해 건조된 유연탄은 다음과 같이 수소 생산에 사용될 수 있다.
- [0095] 도 4는 본 발명에 따른 수소 생산 장치의 구성을 나타내는 도면이다.
- [0096] 도 4를 참조하면, 본 발명에 따른 수소 생산 장치(200)는 건조 장치(100), 제1 가스 생산부(220), 제2 가스 생산부(240)를 포함한다.
- [0097] 도 5는 본 발명에 따른 수소 생산 방법의 구성을 나타내는 흐름도로서, 본 발명에 따른 수소 생산 방법은 건조 단계(ST100), 제1 가스 생산 단계(ST200), 제2 가스 생산 단계(ST300)를 포함한다.
- [0098] 건조 단계(ST100)는 수분 함량이 높은 유연탄에 고온의 공기를 공급하여 건조시키는 공정으로, 건조 장치(100)에 의해 수행될 수 있다.
- [0099] 건조 장치(100)는 이전에 설명된 유연탄 건조 장치와 동일하므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0100] 건조 장치(100)에 의해 건조된 유연탄은 5~20℃의 공기를 공급하여 10~180초 정도의 시간 동안 유지하여 소수성을 갖고 있어, 수분의 재흡수가 이루어지지 않은 상태로서, 소정의 질소 충전 공간에 저장되어 있어 자연 발화도 방지된 상태로 저장되어 있다.
- [0101] 제1 가스 생산 단계(ST200)는 유연탄을 열분해하여 열분해 가스를 생산하는 단계로, 제1 가스 생산부(220)에 의해 수행된다.
- [0102] 제1 가스 생산부(220)는 건조 장치(100)에 의해 건조된 후, 저장되어 있는 유연탄을 열분해하여, 열분해 가스가 생산되도록 한다. 제1 가스 생산부(220)에서 발생하는 가스는 H_2 , CO, CH_4 , C_xH_y 등을 포함한다.
- [0103] 유연탄의 열분해는 공지의 기술이므로, 여기서는 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [0104] 유연탄의 열분해 가스를 통해 다음과 같이 제2 가스 생산 단계(ST300)가 수행될 수 있다.
- [0105] 제2 가스 생산부(240)는 제1 가스 생산부(220)에서 발생된 가스(H_2 , CO, CH_4 , C_xH_y)에서 수소를 분리하여 배출한다. 제2 가스 생산부(240)에서 분리 배출된 수소는 별도의 저장 수단에 저장될 수 있다.
- [0106] 제2 가스 생산부(240)는 수성가스 이동반응(water gas shift reaction), 수증기개질(steam reforming)등을 이용하여 열분해장치에서 발생한 열분해가스로부터 수소(H_2)를 생산할 수 있다.
- [0107] 수성가스 이동반응(water gas shift reaction), 수증기개질(steam reforming)은 다음의 화학식에 의해 설명될 수 있다.

화학식 1

수성가스 이동반응(water gas shift reaction)



[0108]

화학식 2

수증기개질(SR: steam reforming)



[0109]

[0110] 상기와 같이, 열분해 가스로부터 수소와 이산화탄소가 혼합된 기체를 분리할 수 있다.

[0111] 여기서, 압력스윙흡착(PSA; pressure swing adsorption)방식을 이용하여 혼합 기체에서 수소(H₂)와 이산화탄소(CO₂)를 분리하고, 분리된 수소(H₂)와 이산화탄소(CO₂)는 소정의 저장 수단에 저장될 수 있다. 압력스윙흡착에 의해 수소(H₂)와 이산화탄소(CO₂)를 분리하는 기술은 이 분야에서는 일반적인 기술이므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0112] 상기와 같이 구성된 본 발명은, 상대적으로 비용이 낮은 수분함량이 높은 유연탄을 건조시켜 상대적으로 비용이 높은 수분 함량이 낮은 유연탄을 제공할 수 있고, 건조된 유연탄에 상대적으로 낮은 온도의 공기를 공급하여 유연탄이 소수성을 갖도록 함으로써 건조된 유연탄이 수분을 하지 않도록 하며, 건조된 유연탄이 저장되는 공간에 질소를 충전시켜 유연탄이 자연 발화하는 것을 방지할 수 있다. 또한, 본 발명은 건조장치에 의해 건조된 유연탄을 열분해하여 열분해 가스를 얻고, 열분해 가스에서 수소를 분리하여 배출할 수 있다.

[0113] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

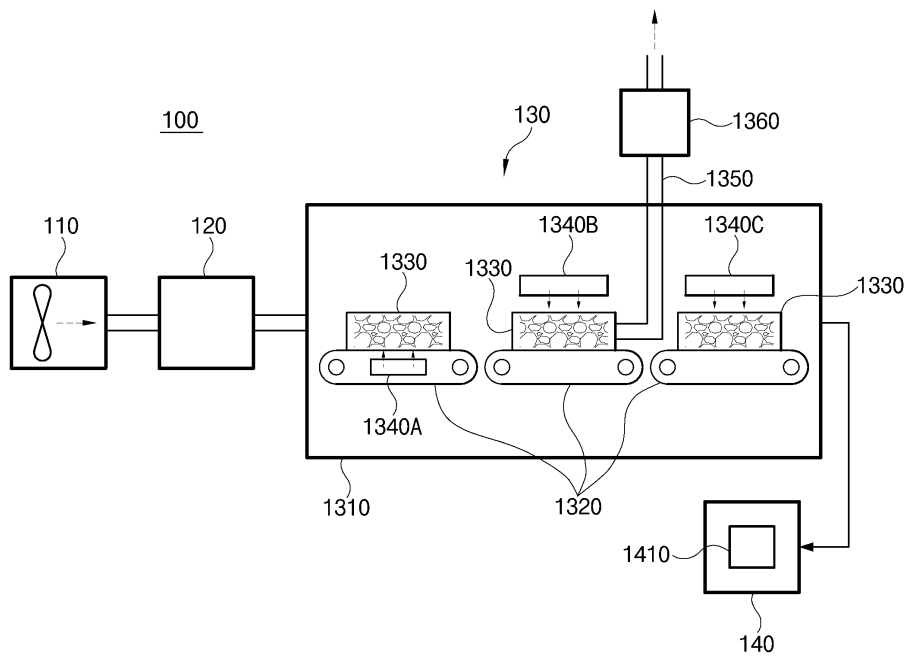
부호의 설명

[0114]

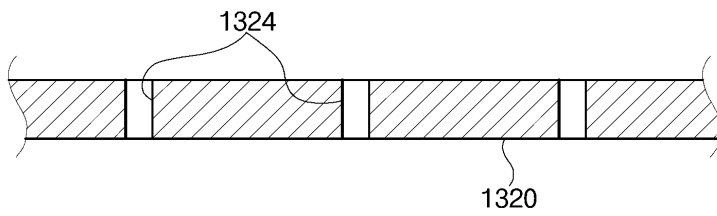
100: 건조장치	
110: 공기 공급부	120: 보조 가열부
130: 건조기	
1310: 밀폐 챔버	1320: 콘베이어 벨트
1330: 건조 챔버	1340: 공기 공급 챔버
140: 저장부	
200: 수소 생산 장치	220: 제1 가스 생산부
240: 제2 가스 생산부	

도면

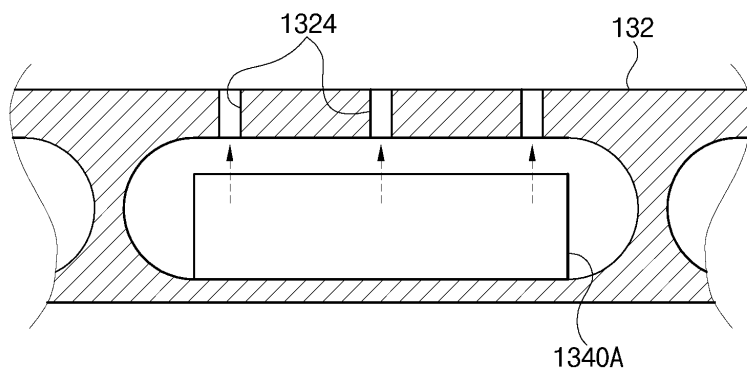
도면1



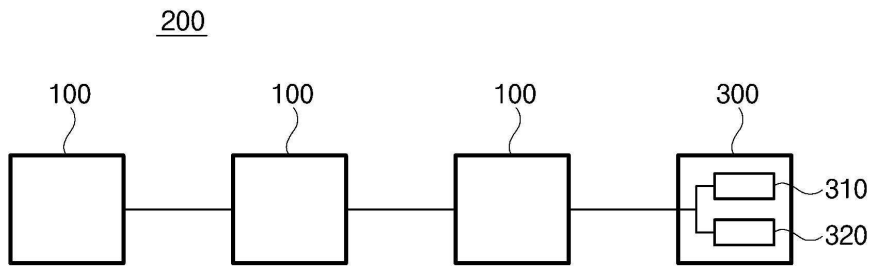
도면2



도면3



도면4



도면5

