



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년04월08일

(11) 등록번호 10-2655523

(24) 등록일자 2024년04월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C01B 3/34 (2006.01) C01B 3/48 (2006.01)

C10B 47/44 (2006.01) C10B 53/07 (2006.01)

C10G 1/00 (2006.01) C10G 1/10 (2006.01)

C10G 31/09 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C01B 3/34 (2013.01)

C01B 3/48 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0172671

(22) 출원일자 2023년12월01일

심사청구일자 2023년12월01일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020200046651 A

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

한지훈

서울특별시 중랑구 신내로19길 42 (신내동, 신내6단지신내아파트)

정재용

경기도 용인시 기흥구 기흥역로58번길 10 (구갈동, 기흥역 센트럴 푸르지오)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인알파엠펜

전체 청구항 수 : 총 10 항

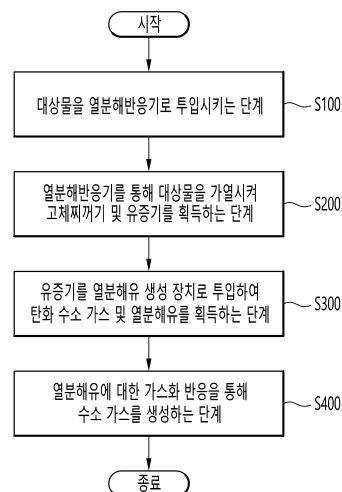
심사관 : 이수재

(54) 발명의 명칭 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법

(57) 요약

전술한 과제를 실현하기 위한 본 발명의 다양한 실시예에 따른 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법이 개시된다. 상기 방법은, 대상물을 열분해반응기로 투입시키는 단계, 상기 열분해반응기를 통해 상기 대상물을 가열시켜 고체찌꺼기 및 유증기를 획득하는 단계, 상기 유증기를 열분해유 분리 장치로 투입하여 탄화수소 가스 및 열분해유를 획득하는 단계 및 상기 열분해유에 대한 가스화 반응을 통해 수소 가스를 생성하는 단계를 포함하며, 상기 열분해유 분리 장치에서 획득되는 상기 탄화수소가스는, 재순환장치를 통해 상기 열분해반응기로 재순환되는 것을 특징으로 할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C10B 47/44 (2013.01)
C10B 53/07 (2013.01)
C10G 1/002 (2013.01)
C10G 1/10 (2013.01)
C10G 31/09 (2013.01)
C01B 2203/062 (2013.01)
C01B 2203/063 (2013.01)
C10G 2300/1003 (2013.01)
C10G 2300/4081 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020230087649 A
 KR102059308 B1
 JP2014529585 A
 JP평성09020892 A

(72) 발명자

김성현

서울특별시 동작구 등용로 62 (대방동)

최승건

인천광역시 중구 하늘별빛로 86 (중산동, 인천 영
 중하늘도시 한라비발디아파트)

이은상

서울특별시 양천구 오목로 300 (목동, 현대하이페
 리온2)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711155128
과제번호	70015-1
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	혁신성장선도고급연구인재성장지원(KIURI)사업(교육운영비)
연구과제명	[Ezbaro] 수소기반 차세대 기계시스템 키우리(KIURI) 인재양성 사업단
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

열분해 반응을 통해 수소를 생성하기 위한 방법에 있어서,
고분자 폐기물을 열분해반응기로 투입시키는 단계;
상기 열분해반응기를 통해 상기 고분자 폐기물을 가열시켜 고체찌꺼기 및 유증기를 획득하는 단계;
상기 유증기를 열분해유 분리 장치로 투입하여 탄화수소가스 및 열분해유를 획득하는 단계; 및
상기 열분해유에 대한 가스화 반응을 통해 수소 가스를 생성하는 단계; 를 포함하며,
상기 열분해유 분리 장치에서 획득되는 상기 탄화수소가스는, 재순환장치를 통해 상기 열분해반응기의 내측으로 재순환되는 것을 특징으로 하는,
고분자 폐기물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 방법은,
집진장치를 통해 상기 획득된 유증기에 대한 필터링을 수행하는 단계; 를 더 포함하며,
상기 집진장치는,
상기 열분해반응기에서 생성된 상기 고체찌꺼기에 대한 필터링을 수행하여 상기 유증기와 상기 고체찌꺼기를 분리시키는 것을 특징으로 하는,
고분자 폐기물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 열분해반응기는,
열분해공간을 형성하는 열분해하우징;
상기 열분해공간 상으로 상기 고분자 폐기물을 투입시키는 투입구;
동력을 발생시키는 구동모듈;
상기 구동모듈을 통해 발생된 구동력에 의해 회전되는 회전축;
상기 회전축의 외주면을 감싸도록 구비되는 회전스크류;
상기 유증기를 배출시키는 제1배출관; 및
상기 고분자 폐기물에 대한 열분해 결과 획득되는 고체찌꺼기를 배출시키는 제2배출관; 을 포함하는,
고분자 폐기물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 열분해반응기는,

상기 회전스크류를 통한 회전을 통해 투입되는 고분자 폐기물을 일 방향으로 이동시키는 것을 특징으로 하며,

상기 고분자 폐기물은, 상기 열분해공간을 이동하는 과정에서 열분해됨에 따라 상기 고체찌꺼기 및 상기 유증기로 변환되는,

고분자 폐기물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 열분해반응기를 통해 상기 고분자 폐기물을 가열시켜 고체찌꺼기 및 유증기를 획득하는 단계는,

상기 열분해반응기의 외주면을 감싸도록 구비되는 연소로를 구동하여 상기 열분해반응기의 온도를 상승시키는 것을 특징으로 하며,

상기 연소로는, 상기 재순환되는 탄화수소가스의 온도를 상승시키기 위하여 상기 재순환장치의 일 영역과 열교환 가능하게 구비되는 것을 특징으로 하는,

고분자 폐기물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 재순환장치는,

수소 가스 생성 장치와 연결되는 연결관;

상기 연결관의 일단에 형성되는 분지부; 및

상기 분지부를 중심으로 연결되는 복수 개의 분지순환관; 을 포함하며,

상기 복수 개의 분지순환관은,

상기 탄화수소가스를 상기 열분해반응기로 전달하는 제1분지순환관;

상기 탄화수소가스를 상기 연소로로 전달하는 제2분지순환관; 및

상기 탄화수소가스를 가스 개질 장치로 전달하는 제3분지순환관; 중 적어도 하나를 포함하는,

고분자 폐기물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복수 개의 분지순환관 각각에는 각 분지순환관을 개방 및 폐쇄시키는 제어밸브가 구비되며,

상기 재순환장치는, 열분해공간의 온도, 상기 연소로의 온도, 고분자 폐기물의 투입량, 회전축의 회전속도, 압축탱크의 압력, 상기 열분해유 생성량에 관한 정보 중 적어도 하나에 기초하여 상기 각 분지순환관에 대응하는 제어밸브의 개폐를 제어하는 것을 특징으로 하는,

고분자 폐기물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제2분지순환관을 통해 상기 연소로로 상기 탄화수소가스가 전달되는 경우, 열원가스로 활용하는 것을 특징으로 하는,

고분자 폐기물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 가스 개질 장치는,

상기 재순환장치로부터 배출된 탄화수소가스를 기반으로 수소 생성 공정을 수행하여 수소 가스를 생성하는 것을 특징으로 하며,

상기 수소 생성 공정은,

수증기 메탄 개질(SMR, Steam Methane Reforming) 공정, 부분 산화(POX, Partial Oxidation) 공정 및 자동 열 개질(ATR, Autothermal Reforming) 공정 중 적어도 하나를 포함하는,

고분자 폐기물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 열분해유에 대한 가스화 반응을 통해 수소 가스를 생성하는 단계는,

설정된 온도에서 산화제를 활용한 화학 반응을 통해 열분해유 가스화 공정을 수행하며, 상기 가스화 공정 이후, 일산화탄소의 비율에 따라 WSG(Water-Gas Shift) 반응을 추가적으로 수행하는 것을 특징으로 하는,

고분자 폐기물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 폐기물로부터 수소 가스를 생성하기 위한 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 폐기물에 대한 열분해를 수행과정에서 생성되는 열분해 가스를 열분해 공간 상으로 재순환시켜 수소 가스의 생성 효율을 극대화시키기 위한 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 오늘날, 다양한 용도로 사용되고 있는 탄화수소로 구성되는 고분자 물질인 플라스틱과 비닐 등은 산업발전에 의해 배출량이 증가하고, 대부분 소각 및 매립에 의해 처리되고 있어, 대기, 토양, 해양 등의 심각한 환경오염의 요인으로 부각되면서, 고분자 폐기물의 새로운 처리기술 개발이 요구되고 있다.

[0004] 최근 유가상승으로 인하여 자원의 순환적 이용을 위한 여러 방안들이 강구되고 있으며, 특히, 폐플라스틱 및 폐비닐 재자원화 수요를 일으키고 있다. 예컨대, 석유를 원료로 하여 제조된 폐플라스틱, 비닐 등의 고분자 폐기물의 재활용 방법으로 산소가 없는 환원성 분위기에서 열을 가하여 고분자를 구성하는 탄소 사슬이 끊어지는 분해 반응을 일으켜 여러 개의 저분자 물질로 변화시키는 열분해 기술이 활성화되고 있다. 열분해 이후, 폐기물이 용해되면서 기체화 된 후 냉각장치를 통해 액화되어 다시 오일(열분해유)를 얻을 수 있게 된다.

[0005] 다만, 종래의 열분해 장치의 경우, 유지 비용 및 시설 비용이 고가임에도 불구하고 폐플라스틱 및 폐합성수지

등 고분자 폐기물로부터 생성되는 열분해유의 양이 다소 적다는 문제점이 있었다.

[0006] 이에 따라, 당 업계에는 폐기물에 대한 열분해 공정 시, 열분해유의 생성 효율을 극대화하기 위한 공정 방법에 대한 연구개발 수요가 존재할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2020-0046651호(2020.05.07.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 폐기물에 대한 열분해를 수행과정에서 생성되는 열분해 가스를 열분해 공간 상으로 재순환시켜 열분해유 및 이를 활용한 수소 가스의 생성 효율을 극대화시키기 위한 방법을 제공하기 위함이다.

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다양한 실시예에 따른 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법이 개시된다. 상기 방법은, 고분자 폐기물을 열분해반응기로 투입시키는 단계, 상기 열분해반응기를 통해 상기 대상물을 가열시켜 고체찌꺼기(좌(char)) 및 유증기를 획득하는 단계, 상기 유증기를 열분해유 분리 장치로 투입하여 탄화수소가스 및 열분해유를 획득하는 단계 및 상기 열분해유에 대한 가스화 반응을 통해 수소 가스를 생성하는 단계를 포함하며, 상기 열분해유 분리 장치에서 획득되는 상기 탄화수소가스는, 재순환장치를 통해 상기 열분해반응기의 내측으로 재순환되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0012] 대안적인 실시예에서, 상기 방법은, 집진장치를 통해 상기 획득된 유증기에 대한 필터링을 수행하는 단계를 더 포함하며, 상기 집진장치는, 상기 열분해반응기에서 생성된 상기 고체찌꺼기에 대한 필터링을 수행하여 상기 유증기와 상기 고체찌꺼기를 분리시키는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0013] 대안적인 실시예에서, 상기 열분해반응기는, 열분해공간을 형성하는 열분해하우징, 상기 열분해공간 상으로 상기 고분자 폐기물을 투입시키는 투입구, 동력을 발생시키는 구동모듈, 상기 구동모듈을 통해 발생된 구동력에 의해 회전되는 회전축, 상기 회전축의 외주면을 감싸도록 구비되는 회전스크류, 상기 유증기를 배출시키는 제1배출관 및 상기 고분자 폐기물에 대한 열분해 결과 획득되는 고체찌꺼기를 배출시키는 제2배출관을 포함할 수 있다.

[0014] 대안적인 실시예에서, 상기 열분해반응기는, 상기 회전스크류를 통한 회전을 통해 투입되는 고분자 폐기물을 일 방향으로 이동시키는 것을 특징으로 하며, 상기 고분자 폐기물은, 상기 열분해공간을 이동하는 과정에서 열분해됨에 따라 상기 고체찌꺼기 및 상기 유증기로 변환될 수 있다.

[0015] 대안적인 실시예에서, 상기 열분해반응기를 통해 상기 고분자 폐기물을 가열시켜 고체찌꺼기 및 유증기를 획득하는 단계는, 상기 열분해반응기의 외주면을 감싸도록 구비되는 연소로를 구동하여 상기 열분해반응기의 온도를 상승시키는 것을 특징으로 하며, 상기 연소로는, 상기 재순환되는 탄화수소가스의 온도를 상승시키기 위하여 상기 재순환장치의 일 영역과 열교환 가능하게 구비되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 대안적인 실시예에서, 상기 재순환장치는, 수소 가스 생성 장치와 연결되는 연결관, 상기 연결관의 일단에 형성되는 분지부 및 상기 분지부를 중심으로 연결되는 복수 개의 분지순환관을 포함하며, 상기 복수 개의 분지순환관은, 상기 탄화수소가스를 상기 열분해반응기로 전달하는 제1분지순환관, 상기 탄화수소가스를 상기 연소로로 전달하는 제2분지순환관 및 상기 탄화수소가스를 가스 개질 장치로 전달하는 제3분지순환관 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0017] 대안적인 실시예에서, 상기 복수 개의 분지순환관 각각에는 각 분지순환관을 개방 및 폐쇄시키는 제어밸브가 구

비되며, 상기 재순환장치는, 상기 열분해반응기의 온도에 대한 정보, 상기 연소로의 온도에 대한 정보, 상기 고분자 폐기물의 투입량, 상기 유증기의 생성량, 압축탱크의 압력 및 상기 열분해유의 생성량에 관한 정보 중 적어도 하나에 기초하여 상기 각 분지순환관에 대응하는 제어밸브의 개폐를 제어하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 대안적인 실시예에서, 상기 제2분지순환관을 통해 상기 연소로로 상기 탄화수소가스가 전달되는 경우, 열원가스로 활용하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 대안적인 실시예에서, 상기 가스 개질 장치는, 상기 가스 개질 장치는, 상기 재순환장치로부터 배출된 탄화수소가스를 기반으로 수소 생성 공정을 수행하여 수소 가스를 생성하는 것을 특징으로 하며, 상기 수소 생성 공정은, 수증기 메탄 개질(SMR, Steam Methane Reforming) 공정, 부분 산화(POX, Partial Oxidation) 공정 및 자동 열 개질(ATR, Autothermal Reforming) 공정 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0020] 대안적인 실시예에서, 상기 열분해유에 대한 가스화 반응을 통해 수소 가스를 생성하는 단계는, 설정된 온도에서 산화제를 활용한 화학 반응을 통해 열분해유 가스화 공정을 수행하며, 상기 가스화 공정 이후, 일산화탄소의 비율에 따라 WSG(Water-Gas Shift) 반응을 추가적으로 수행하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 본 발명의 기타 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 다양한 실시예에 따라, 폐합성수지에 관련한 대상물로부터 오일(예컨대, 열분해유)과 가스(탄화수소가스)를 효율적으로 얻을 수 있는 열분해 처리 설비를 제공할 수 있다.

[0024] 또한, 열분해 처리 공정 과정에서 발생된 가스를 열분해 과정에 재순환하여 활용함으로써, 열분해 공정 효율을 향상시켜 오일의 획득 수율을 극대화하는 효과를 제공할 수 있다.

[0025] 추가적으로, 대상물로부터 획득되는 오일에 대한 가스화 반응을 통해 수소를 생산함으로써, 폐기물 자원화를 통해 친환경 에너지 생산 및 공급할 수 있다.

[0026] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0028] 다양한 양상들이 도면들을 참조로 기재되며, 여기서 유사한 참조 번호들은 총괄적으로 유사한 구성요소들을 지칭하는데 이용된다. 이하의 실시예에서, 설명 목적을 위해, 다수의 특정 세부사항들이 하나 이상의 양상들의 총체적 이해를 제공하기 위해 제시된다. 그러나, 그러한 양상(들)이 이러한 구체적인 세부사항들 없이 실시될 수 있음은 명백할 것이다.

도 1은 본 발명의 일 실시예와 관련된 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법을 예시적으로 나타낸 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예와 관련된 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법을 수행하기 위한 시스템을 개략적으로 나타낸 예시도이다.

도 3는 본 발명의 일 실시예와 관련된 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법을 수행하기 위한 시스템을 활용하여 수소 가스를 생성하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예와 관련된 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법을 수행하기 위한 시스템을 보다 상세하게 나타낸 예시도이다.

도 5 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예와 관련된 열분해반응기를 설명하기 위한 예시도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예와 관련된 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법을 수행하기 위한 시스템을 활용하여 수소 가스를 생성하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 다양한 실시예들 및/또는 양상들이 이제 도면들을 참조하여 개시된다. 하기 설명에서는 설명을 목적으로, 하나 이상의 양상들의 전반적 이해를 돕기 위해 다수의 구체적인 세부사항들이 개시된다. 그러나, 이러한 양상(들)은 이러한 구체적인 세부사항들 없이도 실행될 수 있다는 점 또한 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자

에게 감지될 수 있을 것이다. 이후의 기재 및 첨부된 도면들은 하나 이상의 양상들의 특정한 예시적인 양상들을 상세하게 기술한다. 하지만, 이러한 양상들은 예시적인 것이고 다양한 양상들의 원리들에서의 다양한 방법들 중 일부가 이용될 수 있으며, 기술되는 설명들은 그러한 양상들 및 그들의 균등물들을 모두 포함하고자 하는 의도이다. 구체적으로, 본 명세서에서 사용되는 "실시예", "예", "양상", "예시" 등은 기술되는 임의의 양상 또는 설계가 다른 양상 또는 설계들보다 양호하다거나, 이점이 있는 것으로 해석되지 않을 수도 있다.

[0030] 이하, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략한다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않는다.

[0031] 비록 제 1, 제 2 등이 다양한 소자나 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 소자나 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 소자나 구성요소를 다른 소자나 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제 1 소자나 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제 2 소자나 구성요소 일 수도 있음은 물론이다.

[0032] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0033] 더불어, 용어 "또는"은 배타적 "또는"이 아니라 내포적 "또는"을 의미하는 것으로 의도된다. 즉, 달리 특정되지 않거나 문맥상 명확하지 않은 경우에, "X는 A 또는 B를 이용한다"는 자연적인 내포적 치환 중 하나를 의미하는 것으로 의도된다. 즉, X가 A를 이용하거나; X가 B를 이용하거나; 또는 X가 A 및 B 모두를 이용하는 경우, "X는 A 또는 B를 이용한다"가 이들 경우들 어느 것으로도 적용될 수 있다. 또한, 본 명세서에 사용된 "및/또는"이라는 용어는 열거된 관련 아이템들 중 하나 이상의 아이템의 가능한 모든 조합을 지칭하고 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0034] 또한, "포함한다" 및/또는 "포함하는"이라는 용어는, 해당 특징 및/또는 구성요소가 존재함을 의미하지만, 하나 이상의 다른 특징, 구성요소 및/또는 이들의 그룹의 존재 또는 추가를 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 달리 특정되지 않거나 단수 형태를 지시하는 것으로 문맥상 명확하지 않은 경우에, 본 명세서와 청구범위에서 단수는 일반적으로 "하나 또는 그 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.

[0035] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 “연결되어” 있다거나 “접속되어” 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 “직접 연결되어” 있다거나 “직접 접속되어” 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0036] 구성 요소(elements) 또는 층이 다른 구성 요소 또는 층의 "위(on)" 또는 "상(on)"으로 지칭되는 것은 다른 구성 요소 또는 층의 바로 위뿐만 아니라 중간에 다른 층 또는 다른 구성 요소를 개재한 경우를 모두 포함한다. 반면, 구성 요소가 "직접 위(directly on)" 또는 "바로 위"로 지칭되는 것은 중간에 다른 구성 요소 또는 층을 개재하지 않은 것을 나타낸다.

[0037] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below)", "아래(beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 구성 요소 또는 다른 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 소자의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다.

[0038] 본 발명의 목적 및 효과, 그리고 그것들을 달성하기 위한 기술적 구성들은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 본 발명을 설명하는데 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로써 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다.

[0039] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있다. 단지 본 실시예들은 본 발명이 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에

게 개시의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

- [0041] 도 1은 본 발명의 일 실시예와 관련된 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법을 예시적으로 나타낸 순서도이다. 도 2는 본 발명의 일 실시예와 관련된 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법을 수행하기 위한 시스템을 개략적으로 나타낸 예시도이다. 도 3은 본 발명의 일 실시예와 관련된 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법을 수행하기 위한 시스템을 활용하여 수소 가스를 생성하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다. 도 4는 본 발명의 일 실시예와 관련된 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법을 수행하기 위한 시스템을 보다 상세하게 나타낸 예시도이다. 도 5 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예와 관련된 열분해반응기를 설명하기 위한 예시도이다. 도 9는 본 발명의 일 실시예와 관련된 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법을 수행하기 위한 시스템을 활용하여 수소 가스를 생성하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0043] 본 발명에서 대상물은, 페플라스틱, 페비닐, 폐합성 수지 등에 관련한 고분자 폐기물일 수 있다. 대상물은, 유기물, 바이오매스, 고체연료 등에 관련한 관련할 수 있다. 구체적인 예를 들어, 대상물은, PP(Polypropylene), PE(Polyethylene), PET(Polyethylene Terephthalate), PVC(Polyvinyl chloride), PS(Polystyrene) 등을 포함하여 구성되는 폐기물일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0044] 실시예에 따르면, 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법은 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템을 기반으로 수행될 수 있다. 본 발명의 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은, 대상물에 대한 열분해 공정을 통해 열분해유를 생성하고, 생성된 열분해유에 대한 가스화 공정을 통해 수소 가스를 생성하기 위한 시스템이다.
- [0045] 실시예에서, 도 2에 도시된 바와 같이, 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은, 투입 장치(10), 열분해반응기(100), 연소로(200), 집진장치(300), 열분해유 분리 장치(400), 수소 가스 생성 장치(600) 및 가스 개질 장치(700)를 포함할 수 있다. 도 2에서 도시되는 컴포넌트들은 예시적인 것으로서, 추가적인 컴포넌트들이 존재하거나 또는, 도 2에서 도시되는 컴포넌트들 중 일부는 생략될 수 있다.
- [0046] 본 발명의 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은 대상물을 기반으로 열분해 공정 및 가스화 공정을 수행할 수 있다. 실시예에 따르면, 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은, 열분해반응기(100)를 통해 대상물에 대한 열분해를 수행하여 유증기를 획득하며, 획득된 유증기를 열분해유 분리 장치(400)로 공급하여 탄화수소가스 및 열분해유가 생성되도록 할 수 있다. 실시예에 따르면, 대상물에 대한 열분해는, 산소가 없는 높은 온도의 환경에서 대상물을 가열하여 유증기를 생성하도록 하는 것을 의미할 수 있다. 본 발명의 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은, 열분해유 분리 장치(400)에서 발생된 탄화수소가스를 열분해반응기(100)로 재순환시키기 위한 재순환장치(500)를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다. 즉, 본 발명의 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은, 열분해 공정 중 생성된 유증기를 냉각 또는 기계적으로 분리시켜 열분해유를 생성하는 과정에서 발생하는 탄화수소가스를 열분해 반응 과정에 활용될 수 있도록 재순환장치(500)를 통해 재순환시킬 수 있다. 실시예에 따르면, 재순환장치(500)는 열분해유 분리 장치(400)에서 생성된 탄화수소가스를 열분해반응기(100)로 재순환시킬 수 있다.
- [0047] 도 2를 참조하면, 재순환장치(500)는 열분해반응기(100) 및 열분해유 분리 장치(400)의 사이에 위치하여 가스를 일방향으로 전달할 수 있다. 열분해유 분리 장치(400)에서 생성된 탄화수소가스가 재순환장치(500)에 의해 열분해반응기(100)로 공급되는 경우, 열분해 반응 효율이 극대화될 수 있다. 실시예에서, 열분해 반응 효율은, 열분해유의 생성 효율 증가를 의미할 수 있다.
- [0048] 구체적으로, 고온의 탄화수소가스가 열분해반응기(100)의 내부에 위치한 열분해공간으로 투입됨에 따라, 해당 공간의 내부의 온도를 높일 수 있으므로, 열분해 반응을 위한 외부 열 공급 에너지(예컨대, 연소로를 활용한 열 공급 에너지) 최소화시킬 수 있다.
- [0049] 또한, 열분해공간으로 탄화수소가스가 투입되어 대상물과 반응함에 따라 오일(예컨대, 열분해유)의 생성 수율이 증대될 수 있다. 즉, 투입되는 탄화수소가스로 인한 내부 유동으로 반응물들이 더 잘 혼합하게 되어 반응성이 향상될 수 있다.
- [0050] 추가적으로, 탄화수소가스와 생성되는 열분해유가 섞여 열분해 공간 상에 열분해 유증기의 체류시간을 줄임으로서, 열분해 수율을 향상시킬 수 있다. 그리고, 탄화수소가스와 유증기, 탄화수소가스 간의 결합 반응이 일어날 수 있다.

- [0051] 전술한 바와 같이, 탄화수소가스가 열분해반응기(100)의 내부 열분해공간으로 투입되는 경우, 열분해공간의 온도를 향상시키며, 대상물의 반응성을 향상시키고, 그리고 열분해 유증기의 체류시간을 줄일 수 있으므로, 열분해 수율을 향상시킬 수 있다. 즉, 열분해반응기(100) 내부 열분해 공간 상으로 탄화수소가스를 투입시킴으로써 최종적으로 오일(즉, 열분해유)의 생성 효율(또는 생성량)을 향상시키게 되며, 이는 결과적으로 수소 가스의 생성량을 극대화할 수 있다.
- [0052] 이하에서는 도 1 내지 도 9를 참조하여 수소 가스가 생성되는 과정을 단계에 따라 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0054] 도 1은 본 발명의 일 실시예와 관련된 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법을 예시적으로 나타낸 순서도이다. 도 1에 도시된 단계들은 필요에 의해 순서가 변경될 수 있으며, 적어도 하나 이상의 단계가 생략 또는 추가될 수 있다. 즉, 이하의 단계들은 본 발명의 일 실시예에 불과할 뿐, 본 발명의 권리 범위는 이에 제한되지 않는다.
- [0055] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법은, 대상물을 열분해반응기(100)로 투입시키는 단계(S100)를 포함할 수 있다.
- [0056] 실시예에 따르면, 대상물 투입 장치(10)를 통해 열분해반응기(100)로 대상물이 투입될 수 있다. 일 실시예에서, 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은, 대상물의 투입을 제어하는 대상물 투입 장치(10)를 포함할 수 있다.
- [0057] 도 3에 도시된 바와 같이, 대상물 투입 장치(10)는 열분해반응기(100)에 대상물을 투입시키는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0058] 대상물 투입 장치(10)는 도 4에 도시된 바와 같이, 투입하우징(11), 진동공급부(12) 및 투입관(13)을 포함하여 구성될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 투입하우징(11)은 투입되는 대상물(10a)을 일시적으로 저장하기 위한 저장공간을 형성할 수 있다. 예컨대, 투입하우징(11)은 개방된 상부면을 가지며, 개방된 상부면을 통해 대상물(10a)이 투입되는 구성이다.
- [0059] 투입하우징(11)의 외측에는 진동공급부(12)가 구비될 수 있다. 진동공급부(12)는 투입하우징(11)의 외관에 설치되어, 투입하우징(11)의 외측에서 진동을 인가할 수 있다. 진동공급부(12)는 투입하우징에 진동을 인가하여 투입하우징 내부에 투입된 대상물이 하부 방향으로 잘 이동하도록 하는 구성이다. 진동공급부(12)를 통한 진동에 의해 투입하우징(11) 내에서의 대상물의 흐름성이 향상되게 된다. 진동공급부(12)는 일정 주기 또는 간헐적으로 진동을 공급하여 대상물의 막힘과 bridge 현상을 방지할 수 있다.
- [0060] 투입관(13)은 투입하우징(11)의 하단부에 연결되어 구비되며, 투입하우징(11)으로부터 배출되는 대상물(예컨대, 파쇄된 대상물)을 열분해반응기(100)로 전달하기 위한 관일 수 있다.
- [0061] 일 실시예에서, 대상물 투입 장치(10)는 대상물을 적절한 크기 및 형태로 분쇄하거나 파쇄시킬 수 있다. 대상물 투입 장치(10)는 분쇄기 및 파쇄기를 포함하여 구비될 수 있다.
- [0062] 다양한 실시예에서, 파쇄기는 대상물을 적합한 크기로 파쇄시키기 위한 것일 수 있다. 파쇄기는 투입하우징(11) 내에 배치될 수 있으며 투입된 대상물을 용융에 적절한 크기로 파쇄시킬 수 있다. 파쇄기에는 대상물에 포함된 금속류(예컨대, 철분 등)를 제거하기 위한 자력선별기가 추가적으로 구성될 수 있다.
- [0063] 실시예에서, 대상물 투입 장치(10)로 대상물이 전달되는 경우, 대상물 투입 장치(10)는 전달된 대상물에 대한 분쇄 및 파쇄를 수행할 수 있다. 추가적인 실시예에서, 대상물 투입 장치(10)에는 분쇄 및 파쇄되는 대상물에 대한 세척을 수행하기 위한 세척기가 더 포함될 수도 있다. 세척기는 파쇄기에서 파쇄된 원료 중에 포함된 흙이나 모래나 비철과 같은 슬러지 유발물질을 제거한다.
- [0064] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법은, 열분해반응기를 통해 대상물을 가열시켜 고체찌꺼기 및 유증기를 획득하는 단계(S200)를 포함할 수 있다.
- [0065] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은, 대상물을 열분해시키는 열분해반응기(100)를 포함할 수 있다. 열분해반응기(100)는 대상물이 열분해되는 열분해공간을 형성하며, 열분해공간 상으로 투입된 대상물을 가열하여 열분해시킬 수 있다. 열분해반응기(100)에 대한 보다 구체적인 설명은 도 5 내지 도 8을 참조하여 후술하도록 한다.
- [0066] 실시예에 따르면, 열분해반응기(100)는 열분해공간을 형성하는 열분해하우징(110)을 포함할 수 있다. 실시예에서, 본 발명의 열분해공간은 공기의 투입을 최소화하기 위하여 이중스크류 구조를 통해 구현되는 것이 바람직하

다. 이송스크류 구조는, 내부 직경에 대응하는 스크류를 구비하고, 해당 스크류의 회전을 통해 대상물을 일방향으로 이동시키는 구조를 의미할 수 있다. 이러한 이송 스크류 구조를 활용하는 경우, 열분해공간으로 공기(예컨대, 산소)가 유입되는 것을 방지하며, 후 공정에서 발생하는 유증기가 외부로 누출되는 것이 최소화될 수 있다.

[0067] 구체적으로, 열분해반응기(100)는 열분해공간 상으로 대상물을 투입시키는 투입구(120)를 포함할 수 있다. 투입구(120)는 대상물 투입 장치(10)의 투입관(13)과 연결되어 구비될 수 있다. 즉, 대상물 투입 장치(10)로부터 배출되는 대상물은 투입구(120)를 통해 열분해반응기의 내측 공간(즉, 열분해공간)으로 전달될 수 있다.

[0068] 또한, 열분해반응기(100)는 동력을 발생시키는 구동모듈(130)을 포함할 수 있다. 구동모듈(130)은 회전축(140)을 회전시키기 위한 동력을 발생시키기 위한 것일 수 있다. 구동모듈(130)은 전류가 흐르는 도체가 자기장 속에서 받는 힘을 이용하여 전기 에너지를 역학적 에너지로 바꾸는 장치를 의미하는 것으로, 발생된 역학적 에너지를 통해 회전축(140)을 회전시키기 위한 힘을 인가하는 것을 특징으로 할 수 있다. 구동모듈(130)은 도 5에 도시된 바와 같이, 회전축(140)과 커플링 연결될 수 있으며, 발생된 구동력(즉, 역학 에너지)을 통해 회전축을 회전시킬 수 있다.

[0069] 또한, 열분해반응기(100)는 구동모듈(130)을 통해 발생된 구동력에 의해 회전되는 회전축(140)을 포함할 수 있다. 회전축(140)은 열분해하우징(110)이 형성하는 열분해공간 상에 위치할 수 있으며, 일단이 구동모듈(130)과 연결되어 구비된다. 회전축(140)은 구동모듈(130)로부터 전달받은 구동력을 통해 열분해공간 상에서 회전될 수 있다.

[0070] 또한, 열분해반응기(100)는 회전축(140)의 외주면 둘레를 따라 구비되는 회전스크류(150)를 포함할 수 있다. 회전스크류(150)는 도 5에 도시된 바와 같이, 회전축(140)의 외부 일방향으로 돌출되어 구비될 수 있다. 회전스크류(150)는 회전축(140)을 기준으로 나사산 방향으로 감겨 올라가는 날개 형태로 돌출되어 형성될 수 있다. 즉, 회전스크류(150)는 복수의 층을 형성하도록 나사산 형태로 형성될 수 있다. 이러한 회전스크류(150)는 회전축(140)이 회전됨에 따라 대상물을 일방향으로 이동시킬 수 있다. 회전스크류(150)의 경우, 회전축(140)과 동기 회전되며, 회전스크류(150)가 회전되는 경우, 회전스크류(150)가 형성하는 각 층에 위치되는 대상물이 점진적으로 일 방향 이동되게 된다.

[0071] 즉, 열분해반응기(100)는 회전스크류를 통한 회전을 통해 투입되는 대상물을 일 방향으로 이동시키는 것을 특징으로 할 수 있다. 이 경우, 대상물은 열분해공간을 이동하는 과정에서 열분해됨에 따라 고체찌꺼기 및 유증기로 변환될 수 있다.

[0072] 실시예에, 대상물은 열분해반응기(100)의 투입구(120)로 투입되며, 회전스크류(150)의 회전에 따라 해당 투입구(120)로부터 멀어지는 방향으로 이동되게 된다.

[0073] 실시예에서, 열분해하우징(110)의 외측에는 열분해공간을 가열하기 위한 연소로(200)가 구비될 수 있다. 즉, 열분해공간에 산소가 없는 상태에서 열분해공간이 가열됨에 따라 대상물에 대한 열분해 반응이 야기된다. 실시예에서, 열분해공간 상에서 열분해 반응이 발생하며, 열분해 반응 과정 중에 회전스크류(150)의 회전을 통해 대상물이 일방향 이동되게 된다.

[0074] 다양한 실시예에서, 열분해반응기(100)는 대상물의 열분해를 위한 촉매를 제공하는 촉매공급부 및 소석회를 투입하는 소석회공급부를 더 포함할 수 있다. 촉매공급부 및 소석회공급부는 투입구(120)에 연결될 수 있으며, 열분해공간으로 투입되는 대상물에 촉매 또는 소석회를 투입하는 역할을 한다. 실시예에서, 촉매는 열분해 반응을 촉진시키기 위한 것으로, 금속 산화물 촉매, 산 촉매, 염기성 촉매, 분자체 촉매, 카본 기반 촉매 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 또한, 소석회의 투입은 열을 발생시켜 화학 반응의 촉진을 야기할 수 있다.

[0075] 실시예에서, 열분해반응기(100)는 고체찌꺼기 및 유증기를 배출시키기 위한 배출관(170)을 포함할 수 있다. 배출관(170)은 도 5에 도시된 바와 같이, 유증기를 배출시키기 위한 제1배출관(171) 및 대상물에 대한 열분해 결과 획득되는 고체찌꺼기를 배출시키기 위한 제2배출관(172)을 포함할 수 있다.

[0076] 열분해공간 상에서 회전스크류(150)를 통해 대상물이 점진적으로 이동하는 과정에서, 해당 열분해공간의 온도가 약 400℃ 내지 600℃로 상승되며 이에 따른 열분해 반응이 야기된다. 일 실시예에서, 열분해반응기(100)의 외측 둘레를 따라 연소로(200)가 구비되며, 연소로(200)는 열분해반응기(100)의 내부(즉, 열분해공간)의 온도를 제어하는 역할을 한다. 연소로(200)는 열분해 반응을 위하여 열분해공간이 적정 온도 (약 400℃ 내지 600℃)를 유지하도록 열을 공급한다. 연소로(200)를 통해 열분해반응기(100)가 가열되어 열분해공간 상의 온도가 400℃ 내지 600℃인 경우, 회전스크류(150)를 통해 대상물이 일 방향(즉, 배출관 방향)으로 이동하는 과정에서 고체찌꺼기

및 유증기가 발생시키게 된다.

- [0077] 도 5를 참조하면, 제1배출관(171)은 열분해하우징(110)의 후단부 상부 방향에 구비되며, 제2배출관(172)은 열분해하우징(110)의 후단부 하부 방향에 위치된다. 이에 따라, 기체 상태의 유증기는 제1배출관(171)을 통해 배출되며, 고체찌꺼기는 제2배출관(172)을 통해 배출되게 된다. 전술한 설명에서는 각 배출관이 상부 및 하부 방향 각각에 형성됨을 예시로서 설명하나, 유증기 및 고체찌꺼기의 배출의 용이한 배출을 위해 위치 변화될 수도 있음이 통상의 기술자에게 자명할 것이다.
- [0078] 일 실시예에 따르면, 열분해반응기(100)는 회전축(140)의 내측에 구비되는 가스공급관(160)을 더 포함할 수 있다. 가스공급관(160)은, 도 6에 도시된 바와 같이, 회전축(140)의 내측에 삽입되어 구비될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 가스공급관(160) 및 회전축(140) 각각에는 복수 개의 홀(또는 타공)이 형성되어 있으며, 해당 타공을 통해 가스가 열분해공간 상으로 배출되게 된다. 도 7을 참조하면, 가스공급관(160)으로 공급된 가스는, 가스공급관(160) 및 회전축(140) 각각에 형성된 복수 개의 홀을 통해 열분해 공간 상에 배출되게 된다.
- [0079] 실시예에서, 가스공급관(160)은, 재순환장치(500)와 연결되어 구비되며, 재순환장치(500)로부터 전달된 탄화수소가스를 열분해공간 상에 배출시키기 위한 복수 개의 분지홀을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0080] 실시예에 따르면, 열분해공간 상으로 배출되는 가스는 후공정에서 발생하는 탄화수소가스가 포함된 가스일 수 있다. 실시예에서, 열분해유를 냉각 과정에서 탄화수소가스와 열분해유가 발생하게 되며, 발생된 탄화수소가스는 재순환장치(500)에 의해 가스공급관(160)으로 공급될 수 있다. 즉, 재순환장치(500)는 열분해반응기(100)에서의 공정 이후 열분해유 분리 장치(400)에서 발생하는 탄화수소가스를 다시 열분해반응기(100)로 재순환시킬 수 있다.
- [0081] 이를 위해, 가스공급관(160)은 재순환장치(500)와 연결되어 구비될 수 있다. 즉, 가스공급관(160)은, 일단이 재순환장치(500)와 연결된 상태에서 열분해반응기(100)의 내측에 구비될 수 있다. 가스공급관(160)은 열분해반응기(100)의 회전축(140)의 중심홀(141)에 삽입되어 구비될 수 있다.
- [0082] 가스공급관(160)의 구성을 통해 후단 공정 과정에서 발생하는 탄화수소가스가 열분해공간 상에 공급되는 경우, 열분해 반응 효율이 향상될 수 있다. 구체적으로, 가스공급관(160)을 통해 열분해공간 상에 공급되는 탄화수소가스의 경우, 해당 공간 상에 투입되기 이전에 연소로(200)와 열교환을 통해 고온으로 변화된 것일 수 있다. 고온의 탄화수소가스가 열분해 공간 상에 공급되어 내부의 온도를 높일 수 있으므로, 외부 열 공급 에너지가 최소화될 수 있다. 뿐만 아니라, 고온의 탄화수소가스는 열분해 공간 상에서 유증기의 이동속도를 증가시켜 해당 공간에서 체류시간을 줄일 수 있다. 유증기의 체류시간이 증가할수록 열화에 따라 열분해유가 분해되어서 탄화수소가스가 더 많이 생성되기 때문에, 탄화수소가스의 공급을 통해 유증기의 이동속도를 향상시키는 경우, 이후 공정 단계에서 생성되는 열분해유의 생성량이 증가할 수 있다. 즉, 유증기의 이동속도를 증가시켜 탄화수소가스가 생성되는 것을 최소화하여 결과적으로 열분해유의 생성량을 극대화시킬 수 있다. 추가적으로, 고온의 탄화수소가스가 열분해 공간 상에 공급되는 경우, 투입되는 가스로 인한 내부 유동으로 반응물들을 더 잘 섞이게 만들어 반응성이 높아질 수 있다.
- [0083] 즉, 가스공급관(160)의 구성을 통해 후단 공정에서 발생하는 탄화수소가스를 열분해 공간 상에서 공급함으로써, 열분해 반응 효율을 향상시키고, 나아가 열분해유 및 수소 가스 생성 효율을 극대화시킬 수 있다. 다시 말해, 열분해유 생성 효율을 증가시켜 열분해유 가스화 반응으로 생성되는 수소 가스량을 극대화시킬 수 있다. 특히, 열분해 공간 상에 투입되는 가스는, 후단 공정에서 발생하는 탄화수소가스를 재순환하여 활용하는 것이므로, 별도의 가스발생장치나 또는, 가스생성장치를 구비할 필요가 없다는 장점이 있다. 이는, 시스템에 활용되는 장비를 최소화하여 운용효율을 향상시키며, 시스템 전체의 구비 면적을 최소화시킬 수 있다.
- [0084] 다양한 실시예에서, 가스공급관(160)에 형성되는 복수 개의 분지홀 각각은, 가스공급관(160)의 길이 방향을 따라 상이한 크기를 갖도록 구비되며, 투입구(120)가 형성된 방향으로 갈수록 각 분지홀의 구비 크기가 커지는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0085] 실시예에 따르면, 가스공급관(160)은 재순환장치(500)와 연결되어 구비되며, 재순환장치(500)로부터 탄화수소가스를 전달받게 된다. 한편, 가스공급관(160)은 회전축(140)의 중심홀(141)에 삽입되어 구비되게 된다. 이 경우, 가스공급관(160)에 형성된 복수 개의 분지홀들이 모두 같은 직경을 통해 구비된다면, 가스공급관(160)에 형성된 복수 개의 분지홀들 중에서 재순환장치(500)와 가장 먼 위치(예컨대, 열분해반응기의 투입구 방향)에 형성된 분지홀을 통해 배출되는 가스의 양이 적어질 수 있다. 이러한 경우, 가스공급관(160)을 통해 공급되는 탄화수소가스의 공급량이 영역 별로 상이해질 수 있다. 본 발명은 탄화수소가스가 열분해 공간 상에 고르게 공급되도록 하

기 위하여 가스공급관(160)에 형성된 복수 개의 순환홀 각각의 직경을 상이하게 구비할 수 있다. 실시예에서, 가스공급관(160)이 재순환장치(500)에서 멀어질수록 큰 직경을 갖는 순환홀을 구비할 수 있다. 다시 말해, 가스공급관(160)에 형성되는 복수 개의 분지홀 각각은, 투입구(120)가 형성된 방향으로 갈수록 각 분지홀의 구비 크기가 커지도록 구비될 수 있다.

- [0086] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 열분해반응기(100)는 열분해반응기로 투입되는 대상물에 공기(산소)가 포함되지 않도록 하며, 후 공정에서 발생하는 유증기가 외부로 누출되는 것을 방지하기 위하여 복수 개의 이송스크류를 통해 구비될 수 있다.
- [0087] 구체적으로, 열분해반응기(100)는 복수 개의 열분해반응기 간의 조합을 통해 구성될 수 있다. 일 예로, 대상물 투입 장치의 하단부에 수평 방향으로 복수 개의 열분해반응기가 구비될 수 있다.
- [0088] 일 예로, 도 8에 도시된 바와 같이, 열분해반응기는 제1열분해반응기(100-1) 및 제2열분해반응기(100-2)를 포함할 수 있으며, 각 열분해반응기는 회전스크류의 회전에 따라 대상물을 일 방향으로 이동시킬 수 있다. 제1열분해반응기(100-1)의 후단부에 제2열분해반응기(100-2)가 연결될 수 있다. 구체적으로, 제1열분해반응기(100-1)의 이송 말단부(예컨대, 제2배출관)에 직교되어 연통되도록 제2열분해반응기(100-2)가 구비될 수 있다. 이에 따라, 제1열분해반응기(100-1)를 통과한 대상물은 제2열분해반응기(100-2)로 투입되게 된다. 제2열분해반응기(100-2)의 이송 말단부에는 제1배출관(171) 및 제2배출관(172)이 배치되며, 대상물은 제1배출관(171) 및 제2배출관(172) 각각을 지나 집진장치(300) 및 배출수단(300a) 각각으로 배출되게 된다. 전술한 설명에서는 2개의 열분해반응기가 조합됨을 예시로써 설명하나, 3개 이상의 열분해반응기가 조합되어 구비될 수도 있다.
- [0089] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은, 집진장치(300) 및 배출수단(300a)을 포함할 수 있다.
- [0090] 실시예에 따르면, 집진장치(300) 및 배출수단(300a) 각각은 열분해반응기(100)의 제1배출관(171) 및 제2배출관(172) 각각과 연결될 수 있다. 제1배출관(171)을 통해 배출되는 유증기는 집진장치(300)로 전달되며, 제2배출관(172)을 통해 배출되는 고체찌꺼기는 배출수단(300a)으로 전달되게 된다. 즉, 열분해반응기(100)의 제1배출관(171) 및 제2배출관(172)의 구성을 통해 고체찌꺼기와 유증기가 구분되어 집진장치(300) 및 배출수단(300a) 각각으로 배출되게 된다.
- [0091] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법은, 유증기를 열분해유 분리 장치(400)로 투입하여 탄화수소가스 및 열분해유를 획득하는 단계(S300)를 포함할 수 있다.
- [0092] 실시예에 따르면, 열분해반응기(100)에서 생성된 유증기는 열분해유 제1배출관(171)을 지나 집진장치(300)로 전달되며, 집진장치(300)에서 추가 필터링 과정을 거친 이후 열분해유 분리 장치(400)로 전달되게 된다.
- [0093] 실시예에서, 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법은 집진장치를 통해 획득된 유증기에 대한 필터링을 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다. 실시예에서, 집진장치(300)는 열분해반응기에서 생성된 유증기를 열분해유 분리 장치(400)로 전달할 수 있다. 집진장치(300)는, 열분해반응기(100)에서 생성된 고체찌꺼기에 대한 필터링을 수행하여 유증기와 고체찌꺼기를 분리시키는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0094] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 집진장치(300)는 열분해반응기(100) 및 열분해유 분리 장치(400)의 사이에 위치하여 열분해반응기(100)로부터 배출되는 유증기에 대한 필터링을 수행할 수 있다. 집진장치(300)는 제1배출관(171)을 통해 배출되는 유증기에 포함되어 있는 고체찌꺼기에 대한 추가적인 필터링을 수행할 수 있다.
- [0095] 실시예에 따르면, 집진장치(300)는 추가적인 필터링을 통해 유증기로부터 고체찌꺼기를 걸러내며, 필터링이 완료된 유증기를 제1필터배출관(310)을 통해 배출시켜 열분해유 분리 장치(400)로 공급할 수 있다.
- [0096] 또한, 실시예에서, 집진장치(300)에 의해 추가적으로 필터링되어 걸러진 고체찌꺼기는 집진장치(300)의 제2필터배출관(320)을 통해 배출수단(300a)으로 전달될 수 있다.
- [0097] 즉, 집진장치(300)는 열분해반응기(100)와 열분해유 분리 장치(400)의 사이에 구비되어 열분해반응기(100)에서 배출된 유증기에 대한 추가필터링을 통해 고체찌꺼기를 제차 분리시킬 수 있다. 집진장치(300)는 유증기에 잔여하는 고체찌꺼기를 추가로 제거하기 위한 구성이다. 집진장치(300)의 구성을 통해 순도높은 유증기가 열분해유 분리 장치(400)로 공급되며 이는 열분해유 및 수소의 생성 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0098] 실시예에서, 배출수단(300a)은 열분해반응기(100)에서 생성된 고체찌꺼기를 저장하기 위한 저장공간을 형성할 수 있다. 이러한 배출수단(300a)은, 집진장치(300)와 연결되어 추가 필터링된 고체찌꺼기를 전달받을 수 있다.

배출수단(300a)은 집진장치(300)의 제2필터배출관(320)으로부터 배출된 고체찌꺼기를 전달받을 수 있다.

- [0099] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은, 열분해반응기(100)와 연결되어 구비되며, 열분해반응기(100)로부터 전달되는 유증기를 기반으로 열분해유를 생성하는 열분해유 분리 장치(400)를 포함할 수 있다. 실시예에서, 열분해반응기(100)로부터 배출되는 유증기는 집진장치(300)를 지나 열분해유 분리 장치(400)로 공급될 수 있다.
- [0100] 열분해유 분리 장치(400)는 열분해반응기(100)로부터 공급되는 유증기를 기반으로 탄화수소가스 및 열분해유를 생성할 수 있다. 열분해유 분리 장치(400)는 도 4 및 도 9에 도시된 바와 같이, 복수 개의 냉각부(410), 냉각전달관(420), 보관부(440), 열분해유 배출관(411) 및 가스전달관(430)을 포함할 수 있다.
- [0101] 열분해유 분리 장치(400)는 공급된 유증기를 액화시키기 위한 복수 개의 냉각부(410)를 포함할 수 있다. 열분해반응기(100)로부터 배출된 유증기는 복수 개의 냉각부(410)로 투입되게 된다. 열분해유 분리 장치(400)는 열분해반응기(100)로부터 유증기를 전달받아 다단으로 냉각시켜 열분해유와 탄화수소가스를 생성할 수 있다. 실시예에서, 복수 개의 냉각부(410)는 제1냉각부(410-1), 제2냉각부(410-2) 및 제3냉각부(410-3)를 포함할 수 있다. 복수 개의 냉각부 각각은, 증기로 액체로 응축시키는 콘덴서(condenser)일 수 있다. 각 냉각부는 열교환기능을 통해 증기 상태를 액체로 변환시킬 수 있다.
- [0102] 열분해반응기(100)에서 배출된 유증기는 제1냉각부(410-1)로 공급되어 1차적으로 냉각되며 제2냉각부(410-2)로 전달되고, 제2냉각부(410-2)에서 재차 냉각된 이후 제3냉각부(410-3)로 전달되게 된다. 이 경우, 각 냉각부의 결과물은 각 냉각부를 연결하는 냉각전달관(420)을 통해 다음 냉각부로 전달되게 된다.
- [0103] 실시예에서, 냉각부의 하단부에는 분리되어 배출되는 열분해유를 일측으로 이송시키는 열분해유 배출관(411)이 구비될 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 열분해유 배출관(411)은 복수 개의 냉각부(410) 각각에 대응하여 구비될 수 있다. 예컨대, 제1냉각부(410-1) 내지 제3냉각부(410-3) 각각에 대응하여 열분해유 배출관(411)이 구비되며, 각 냉각부에 대응하는 열분해유 저장부(412)로 생성되는 열분해유를 전달할 수 있다. 각 냉각부에서 액화되어 생성되는 열분해유는 열분해유 배출관(411)을 통해 열분해유 저장부(412)로 전달되며, 열분해유 저장부(412)에 생성된 열분해유 전달관(413)을 통해 수소 가스 생성 장치(600)로 전달되게 된다. 즉, 냉각부에서 생성되는 열분해유는 열분해유 배출관(411), 열분해유 저장부(412) 및 열분해유 전달관(413)을 순차적으로 통과하여 수소 가스 생성 장치(600)로 전달될 수 있다.
- [0104] 다양한 실시예에서, 복수 개의 냉각부를 활용한 유증기에 대한 응축을 통해 열분해유가 획득될 수 있으며, 각 냉각부에 대응하는 열분해유 배출관을 통해 기 설정된 탄소수의 범위에 따라 열분해유가 분리 배출될 수 있다.
- [0105] 실시예에 따르면, 열분해유 분리 장치(400)는 병렬 또는 직렬 연결되어 구비될 수 있다. 일 예로, 정비 상황이나, 문제(예컨대, 고장 등) 발생 상황을 대비하여, 열분해유 분리 장치(400)가 병렬구조를 통해 2개의 라인을 갖도록 구성되거나 또는 바이패스 구간을 갖도록 구비되는 것이 바람직하다.
- [0106] 일 실시예에 따르면, 열분해유 분리 장치(400)는 냉각부를 통해 생성되는 탄화수소가스를 저장하는 보관부(440)를 포함할 수 있다. 보관부(440)는 탄화수소가스를 저장하기 위한 내부 공간을 포함할 수 있다.
- [0107] 도 4 및 도 9를 참조하면, 유증기는 냉각부로 공급되어 액화되게 되며 그 결과로써 탄화수소가스와 열분해유가 분리되게 된다. 여기서, 액화 과정에서 발생하는 탄화수소가스는 가스전달관(430)을 통해 보관부(440)로 이동되어 저장되게 된다. 즉, 보관부(440)는 가스전달관(430)을 통해 냉각부와 연결되어 구비되며, 냉각부에서 발생한 탄화수소가스를 일시적으로 저장하는 역할을 한다. 실시예에 따르면, 보관부(440)는 내부 온도를 설정된 기준온도로 유지할 수 있도록 제어되는 것이 바람직하다. 예컨대, 보관부(440)의 내부온도는 약 25℃로 유지될 수 있다. 이러한 보관부(440)에는 탄화수소가스가 저장되게 되며, 이후 연결관(510)을 통해 배출되어 분지부(530)를 지나 연소로(200), 열분해반응기(100) 및 가스 개질 장치(700) 중 적어도 하나로 공급될 수 있다.
- [0108] 실시예에서, 열분해유 분리 장치(400)는 보관부(440)와 연결되어 보관부(440)에 저장된 탄화수소가스를 배출시키는 연결관(510)을 포함할 수 있다. 보관부(440)는 연결관(510)을 통해 가스압축기(520)와 연결되며, 가스압축기(520)가 토출시키는 압력을 기반으로 저장된 탄화수소가스를 외부(즉, 재순환장치 방향)로 배출시킬 수 있다. 예컨대, 보관부(440)에 저장된 탄화수소가스는 연결관(510)을 지나 분지부(530) 방향으로 배출될 수 있다.
- [0109] 다양한 실시예에서, 열분해반응기(100) 투입 gas와 연소로(200)에 투입되는 연료용 gas를 원활하게 공급하기 위하여, 압축탱크가 가스 압축기와 연결되어 구비될 수 있다. 가스압축기(520)는 보관부(440)에 저장된 탄화수소가스를 압축탱크 방향으로 배출시킬 수 있다. 압축탱크는 가스압축기로부터 공급되는 탄화수소가스의 유량과

압력을 일정하게 유지시키는 역할을 하며, 이를 통해 열분해반응기(100) 및 연소로(200)로 가스가 원활하게 공급되도록 한다.

- [0110] 실시예에서, 가스전달관(430)에는 열분해반응기(100)의 내부 압력 조절과 유증기의 체류시간, 그리고 열분해유 분리 장치(400)에서의 유증기 및 분리된 탄화수소가스의 압력 조절 및 흐름을 원활하게 하기 위해 ID FAN(Induced fan)과 같은 흡입을 할 수 있는 블로워가 추가될 수 있다.
- [0111] 일 실시예에서, 보관부(440)는, 보관부 내측에 저장된 탄화수소가스 내에 잔류하고 있는 열분해유 성분이 액화됨에 따라 생성된 추가 열분해유를 배출시키기 위한 액화배출홀이 형성된 것을 특징으로 할 수 있다. 이 경우, 액화배출홀은 열분해유 배출관(411)과 연결되어 구비될 수 있다. 예컨대, 보관부(440)에 저장된 탄화수소가스는 일정 시간이 경과함에 따라 액화되어 열분해유로 변화될 수 있다. 액화배출홀은 보관부(440)에 탄화수소가스를 보관하는 과정에서 열분해유가 추가 생성되는 경우, 추가 생성된 열분해유를 수소 가스 생성 장치(600)로 전달하기 위한 구성이다. 즉, 액화배출홀은 열분해유 배출관(411)과 연결되어 구비되어, 보관부(440)를 활용한 탄화수소가스 저장 과정에서 추가적으로 발생하는 열분해유를 수소 가스 생성 장치(600)로 전달할 수 있다.
- [0112] 실시예에 따르면, 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은, 열분해반응기를 가열시키는 연소로(200)를 포함할 수 있다.
- [0113] 열분해반응기를 통해 상기 대상물을 가열시켜 고체찌꺼기 및 유증기를 획득하는 단계는, 열분해반응기의 외주면을 감싸도록 구비되는 연소로(200)를 구동하여 열분해반응기의 온도를 상승시키는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0114] 연소로(200)는 도 2 내지 도 4에 도시된 바와 같이, 열분해반응기(100)의 외주면을 감싸도록 구비되어 열분해반응기(100)의 내부 온도를 제어할 수 있다. 실시예에서, 연소로(200)는 열분해반응기(100)를 통해 이송되는 대상물에 대한 열분해 반응을 위하여 열분해공간의 온도가 400~600℃가 되도록 열분해반응기(100)의 온도를 상승시킬 수 있다.
- [0115] 또한, 실시예에 따르면, 연소로(200)는 재순환장치(500)의 일 영역과 열교환되도록 구비되어 가스공급관(160)을 통해 열분해공간 상으로 전달되는 탄화수소가스의 온도를 상승시킬 수 있다.
- [0116] 실시예에 따르면, 연소로(200)는, 재순환되는 탄화수소가스의 온도를 상승시키기 위하여 재순환장치의 일 영역과 열교환 가능하게 구비되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0117] 구체적으로, 연소로(200)는 재순환장치(500)의 제1분지순환관(541)과 열교환 가능하게 구비될 수 있으며, 이에 따라, 제1분지순환관(541)을 지나 가스공급관(160)을 통해 열분해공간 상으로 전달되는 탄화수소가스의 온도를 상승시킬 수 있다. 이러한 구성을 통해 열분해공간 상에 고온의 탄화수소가스가 공급되어 유증기의 이동속도가 빨라지며, 반응율이 향상될 수 있어 열분해 효율이 향상될 수 있다.
- [0118] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은, 열분해유 분리 장치(400) 및 열분해반응기(100)를 연결하도록 구비되며, 열분해유 분리 장치(400)로부터 생성된 탄화수소가스를 열분해반응기(100)로 전달시키는 재순환장치(500)를 포함할 수 있다.
- [0119] 실시예에서, 재순환장치(500)는 탄화수소가스를 열분해반응기(100)로 재순환시킬 수 있다.
- [0120] 재순환장치(500)는, 열분해유 분리 장치(400)와 연결되는 연결관(510)을 포함할 수 있다.
- [0121] 또한, 재순환장치(500)는 탄화수소가스의 일 방향 이동을 제어하는 가스압축기(520)를 포함할 수 있다. 가스압축기(520)는 탄화수소가스가 일 방향으로 공급되도록 할 수 있다. 가스압축기(520)는 보관부(440)에 저장된 기체(즉, 탄화수소가스)의 흐름을 발생시킬 수 있다. 가스압축기(520)가 발생시킨 공기의 흐름을 통해 보관부(440)에 저장된 탄화수소가스는 연결관을 지나 분지부(530) 방향으로 공급되게 된다. 실시예에 따르면, 일 방향으로의 탄화수소가스의 공급량은, 유량 조절기 및 유량계를 통해 조정될 수 있다.
- [0122] 또한, 실시예에서, 재순환장치(500)는 연결관(510)의 일단에 형성되는 분지부(530)를 포함할 수 있다. 분지부(530)는 도 3, 도 4 및 도 9에 도시된 바와 같이, 연결관(510)을 통해 배출된 탄화수소가스가 이동되는 일 영역일 수 있다.
- [0123] 실시예에 따르면, 재순환장치(500)는 분지부(530)를 중심으로 연결되는 복수 개의 분지순환관(540)을 포함할 수 있다.
- [0124] 이 경우, 복수 개의 분지순환관(540)은, 탄화수소가스를 열분해반응기(100)로 전달하는 제1분지순환관(541), 탄

화수소가스를 연소로(200)로 전달하는 제2분지순환관(542) 및 탄화수소가스를 가스 개질 장치(700)로 전달하는 제3분지순환관(543)중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0125] 즉, 복수 개의 분지순환관(540)의 구성을 통해 보관부(440)에 저장된 탄화수소가스가 열분해반응기(100), 연소로(200) 및 가스 개질 장치(700) 중 적어도 하나로 공급될 수 있다.

[0126] 실시예에서, 제1분지순환관(541)은 가스공급관(160)과 연결되어 구비될 수 있다. 즉, 제1분지순환관(541)으로 이동된 탄화수소가스는 가스공급관(160)에 형성된 복수 개의 분지홀을 통해 열분해반응기(100) 내측 공간으로 투입되어 진다.

[0127] 탄화수소가스가 제1분지순환관(541)을 통해 열분해반응기(100)로 공급(또는 재순환)되는 경우, 내부 유동으로 유증기와 더 잘 섞이게 하여 반응성을 향상시킴으로써, 열분해유 수율을 향상시킬 수 있다. 또한, 탄화수소가스가 열분해공간으로 투입됨에 따라, 열분해공간 상에 유증기의 체류시간이 줄어들게 되며, 이를 통해 고체 찌거기의 발생량을 줄일 수 있으므로, 열분해유의 생성량이 증가되므로, 열분해 효율이 향상된다는 장점이 있다.

[0128] 일 실시예에 따르면, 제1분지순환관(541)은 연소로(200)와 열교환 가능하게 구비되는 것을 특징으로 할 수 있다. 즉, 도 9에 도시된 바와 같이, 재순환장치(500)(즉, 제1분지순환관(541))의 일 영역은, 연소로(200)로부터 배출되는 연소 배기가스와 열교환되도록 구비되어 가스공급관(160)으로 전달되는 탄화수소가스의 온도를 상승시키는 것을 특징으로 할 수 있다. 예컨대, 제1분지순환관(541)으로 재순환되는 탄화수소가스는 보관부(440)에 저장되어있다가 배출되는 것임에 따라, 대략 25℃일 수 있다. 한편, 열분해공간 상에서 열분해 반응 시 온도는 400 내지 500℃로 유지되고 있기 때문에, 비교적 낮은 온도의 탄화수소가스가 가스공급관(160)을 통해 열분해공간 상에 공급되는 경우, 유증기의 이동속도를 빠르게 하거나, 반응율을 향상시키기 어렵다. 이에 따라, 열분해공간 상으로 배출되기 이전 제1분지순환관(541)과 연소로(200)가 열교환되도록 구성할 수 있다. 이 경우, 고온의 탄화수소가스가 열분해공간 상에 공급될 수 있으므로, 내부 유동으로 반응물들이 더 잘 혼합되게 하여 반응성을 향상시킬 뿐만 아니라, 유증기가 이동하는 속도가 빨라지므로 유증기의 체류시간이 줄어들게 된다. 즉, 고온의 탄화수소가스 공급을 통해 열분해공간의 온도를 향상시키며, 대상물의 반응성을 향상시키고, 그리고 열분해 유증기의 체류시간을 감소시킴으로써, 열분해유 수율을 향상시킬 수 있다. 추가적으로, 고온의 가스 공급을 통해 내부의 온도를 향상시킬 수 있으므로, 열분해 반응을 위한 외부 열 공급 에너지(예컨대, 연소로를 활용한 열 공급 에너지) 최소화할 수 있다는 장점이 있다.

[0129] 또한, 탄화수소가스가 제2분지순환관(542)을 통해 연소로(200)로 전달되는 경우에는, 해당 탄화수소가스가 연소로(200)의 열원가스로 사용되기 때문에, 열분해반응기(100)의 열공급 효율이 향상되게 된다.

[0130] 추가적으로, 탄화수소가스가 제3분지순환관(543)을 통해 가스 개질 장치(700)로 전달되는 경우, 수소 가스의 생성량을 증대시킬 수 있다. 일 실시예에서, 가스 개질 장치(700)는 재순환장치로부터 배출된 탄화수소가스를 기반으로 수소 생성 공정을 수행하여 수소 가스를 생성하는 것을 특징할 수 있다. 이 경우, 수소 생성 공정은, 수증기 메탄 개질(SMR, Steam Methane Reforming) 공정, 부분 산화(POX, Partial Oxidation) 공정 및 자동 열 개질(ATR, Autothermal Reforming) 공정 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0131] 구체적인 실시예에서, 가스 개질 장치(700)는 탄화수소가스에 고온의 수증기 및 촉매를 반응시키는 수증기 메탄 개질 공정을 수행하여 수소 가스를 생성할 수 있다. 즉, 열분해유에 기반하여 수소 가스를 생성(즉, 수소 가스 생성 장치를 활용하여 열분해유를 기반으로 수소 가스를 생성)하는 것 뿐만 아니라, 탄화수소가스를 통해 수소 가스를 추가적으로 생성할 수 있으므로, 수소 가스의 생성량을 향상시킨다는 장점이 있다.

[0132] 다양한 실시예에서, 복수 개의 분지순환관 각각에는 각 분지순환관을 개방 및 폐쇄시키는 제어밸브가 구비될 수 있다. 구체적인 실시예에서, 제1분지순환관(541)에 대응하여 제1분지순환관(541)의 개폐를 제어하는 제1제어밸브가 구비될 수 있으며, 제2분지순환관(542)에 대응하여 제2분지순환관(542)의 개폐를 제어하는 제2제어밸브가 구비될 수 있고, 그리고 제3분지순환관(543)에 대응하는 제3분지순환관(543)의 개폐를 제어하는 제3제어밸브가 구비될 수 있다. 실시예에서, 각 제어밸브는 전기적 신호에 기초하여 대응하는 분지순환관을 개방 및 폐쇄시킬 수 있다. 예를 들어 제어 밸브는 재순환장치로부터 생성된 신호에 기초하여 전자 코일의 전자기력을 발생시킴으로써, 밸브의 개폐를 제어하는 솔레노이드 밸브(solenoid valve) 및 전동 밸브(motor valve)를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 제어 밸브는 다양한 전기 신호를 기반으로 분지순환관의 개방 또는 폐쇄시키는 다양한 동력 전달 구성을 포함하여 구비될 수 있다. 각 제어밸브는 재순환장치(500)로부터 수신하는 제어 신호에 의해 on/off되어 대응하는 분지순환관을 개방(open) 또는 폐쇄(close)시킬 수 있다.

[0133] 실시예에서, 재순환장치(500)는, 열분해공간의 온도, 연소로의 온도, 대상물의 투입량, 회전축의 회전속도, 압

축탱크의 압력, 열분해유 생성량에 관한 정보 중 적어도 하나에 기초하여 각 분지순환관에 대응하는 제어밸브의 개폐를 제어하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0134] 예를 들어, 재순환장치(500)는 열분해반응기(100) 및 연소로(200)로부터 각 장치의 구동온도 또는 내부 온도 등에 관련한 온도 센싱 정보를 획득할 수 있으며, 해당 온도 센싱 정보를 기반으로 각 제어밸브의 개폐를 제어할 수 있다. 예컨대, 연소로(200)의 온도가 설정된 열분해 반응 온도보다 낮은 경우, 재순환장치(500)는 제2제어밸브가 개방되도록 제어하여 제2분지순환관(542)을 통해 탄화수소가스가 공급되도록 할 수 있다. 이 경우, 연소로(200)는 제2분지순환관(542)을 통해 공급되는 탄화수소가스를 열원가스로 사용하게 되므로, 온도를 용이하게 상승시킬 수 있다. 즉, 온도 상승을 위한 별도의 에너지 소모 없이도, 탄화수소가스의 공급을 통해 온도를 상승시킬 수 있다.

[0135] 또한 예를 들어, 재순환장치(500)는 열분해유 분리 장치(400)로부터 열분해유 생성량에 관한 정보를 획득할 수 있다. 열분해유 분리 장치(400)는 열분해유의 생성량을 모니터링할 수 있으며, 이에 관한 정보를 재순환장치(500)로 전송할 수 있다. 이 경우, 재순환장치(500)는 열분해유 생성량 변화에 따라 제어밸브의 개폐를 제어할 수 있다. 예컨대, 실시간 열분해유의 생성량이 감소하는 경우, 제1분지순환관(541)에 대응하는 제1제어밸브가 개방되도록 제어하여 열분해반응기(100)의 내측에 탄화수소가스가 공급되도록 할 수 있다. 즉, 열분해유의 생성량이 저하되는 경우 제1분지순환관(541)을 통해 탄화수소가스가 열분해공간 상에 공급되도록 하여 열분해유의 생성량을 증대시킬 수 있다.

[0136] 전술한 바와 같이, 재순환장치(500)는 상황에 따라 각 제어밸브를 가변적으로 제어하여 각 분지순환관을 통해 열분해반응기(100), 연소로(200) 및 가스 개질 장치(700) 중 적어도 하나로 탄화수소가스의 공급을 제어할 수 있다.

[0137] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법은, 열분해유에 대한 가스화 반응을 통해 수소 가스를 생성하는 단계(S400)를 포함할 수 있다.

[0138] 실시예에서, 열분해유에 대한 가스화 반응을 통해 수소 가스를 생성하는 단계는, 수소 가스 생성 장치(600)를 통해 수행되는 가스화 공정에 관한 것으로, 설정된 온도에서 산화제를 활용한 화학 반응을 통해 열분해유 가스화 공정을 수행하며, 상기 가스화 공정 이후, 일산화탄소의 비율에 따라 WSG(Water-Gas Shift) 반응을 추가적으로 수행하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0139] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은, 열분해유 분리 장치(400)와 연결되어 구비되는 수소 가스 생성 장치(600)를 포함할 수 있다.

[0140] 실시예에 따르면, 수소 가스 생성 장치(600)는 설정된 온도에서 산화제를 활용한 화학 반응을 통해 열분해유 가스화 공정을 수행하며, 가스화 공정 이후, 일산화탄소의 비율에 따라 WSG(Water-Gas Shift) 반응을 추가적으로 수행하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0141] 본 발명의 대상물은 유기물(예컨대, 바이오매스, 폐플라스틱, 폐비닐 또는 타이어 등)에 관한 것으로, 해당 대상물로부터 획득되는 열분해유의 특성 상 주로 탄화수소 이루어져 있다. 이러한 열분해유는 가스화 반응을 통해 수소로 전환될 수 있다.

[0142] 실시예에 따르면, 수소 가스 생성 장치(600)는 공기(air), 산소(oxygen), 증기(steam) 등을 산화제로 활용하여 가스화 반응을 야기할 수 있다. 수소 가스 생성 장치(600)는 약 800℃의 고온에서 산화제와 열분해유를 반응시켜 가스화를 야기할 수 있다. 이와 같은 가스화를 통해 합성 가스가 발생되며, 수소 가스 생성 장치(600)는 합성가스에서 수소를 분리하고 정제하는 과정을 거쳐 수소 가스를 추출해내게 된다. 실시예에서, 수소 가스 생성 장치(600)는 증기 개질(steam reforming), 물-가스 전환 반응(water-gas shift reaction), 압력 스윙 흡착(pressure swing adsorption, PSA), 막 분리(membrane separation) 등을 수행할 수 있다.

[0143] 특히, WSG 반응을 통해 합성가스 내의 일산화탄소와 수증기를 반응시켜 추가적인 수소를 생성해낼 수 있다.

[0144] PSA와 막 분리의 경우, 불순물을 제거하고 고순도의 수소를 획득하기 위해 수행될 수 있다.

[0145] 즉, 수소 가스 생성 장치(600)는 열분해유 분리 장치(400)로부터 열분해유가 전달되는 경우, 전달된 열분해유에 대한 가스화 공정을 수소를 생성할 수 있다.

[0146] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은, 열분해유 분리 장치(400)와 연결되어 구비되는 가스 개질 장치(700)를 포함할 수 있다. 가스 개질 장치(700)는 재순환장치로부터

배출된 탄화수소가스를 기반으로 수소 생성 공정을 수행하여 수소 가스를 생성하는 것을 특징할 수 있다. 이 경우, 수소 생성 공정은, 수증기 메탄 개질(SMR, Steam Methane Reforming) 공정, 부분 산화(POX, Partial Oxidation) 공정 및 자동 열 개질(ATR, Autothermal Reforming) 공정 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

- [0147] 실시예에서, 가스 개질 장치(700)는 제3분지순환관(543)을 통해 열분해유 분리 장치(400)로부터 탄화수소가스를 전달받을 수 있으며, 전달된 탄화수소가스로부터 수소 가스를 생성할 수 있다.
- [0148] 구체적인 예를 들어, 가스 개질 장치(700)는 메탄(CH_4)과 같은 가벼운 탄화수소를 증기와 함께 고온에서 촉매를 사용하여 반응시킬 수 있다. 이러한 반응을 통해 하기의 일산화탄소와 수소가 생성되게 된다. 이 경우, 생성되는 일산화탄소에 대응하여 WSG 반응이 추가적으로 수행될 수 있으며, 일산화탄소와 수증기 반응을 통해 추가적인 수소 가스가 생성될 수 있다.
- [0149] 정리하면, 본 발명은, 열분해유 생성 과정에서 생성되는 열분해유를 수소 가스 생성 장치(600)로 전달하여 수소 가스가 생성되도록 하며, 열분해유 생성 과정에서 발생하는 탄화수소가스는 가스 개질 장치(700)로 공급하여 수소 가스가 생성되도록 할 수 있다. 특히, 본 발명의 수소 가스 획득을 위한 열분해유 생성 시스템(1000)은 열분해유 생성 과정에서 발생하는 탄화수소가스를 재순환장치(500)를 통해 재순환시켜 가스 개질 장치(700), 연소로(200) 및 열분해반응기(100) 중 적어도 하나로 전달할 수 있다.
- [0150] 열분해유 생성 과정에서 발생된 탄화수소가스가 가스 개질 장치(700)로 전달되는 경우, 열분해유에 기반하여 수소 가스를 생성(즉, 수소 가스 생성 장치를 활용한 수소 가스 생성)하는 것 뿐만 아니라, 탄화수소가스를 통해 수소 가스를 추가적으로 생성하는 것임에 따라, 수소 가스의 생성량을 증가된다는 장점이 있다.
- [0151] 또한, 열분해유 생성 과정에서 발생된 탄화수소가스가 연소로(200)로 전달되는 경우에는, 해당 탄화수소가스가 연소로(200)의 열원가스로 사용되기 때문에, 열분해반응기(100)의 열공급 효율이 향상되게 된다. 이는 시스템 장비의 운용 효율을 향상시키는 효과를 제공할 수 있다.
- [0152] 또한, 열분해유 생성 과정에서 발생된 탄화수소가스가 열분해반응기(100)의 내부 열분해공간으로 투입(또는 재순환)되는 경우, 내부 유동으로 유증기와 더 잘 섞이게 하여 반응성을 높임으로써, 열분해유의 수율을 향상시킬 수 있다. 또한, 탄화수소가스가 열분해공간으로 투입됨에 따라, 열분해공간 상에 유증기의 체류시간이 줄어들게 되며, 이를 통해 고체 찌꺼기의 발생량이 줄어들게 되어, 열분해유의 생성량이 증가되므로, 열분해 효율이 향상된다는 장점이 있다.
- [0153] 즉, 본 발명의 대상물에 대한 가스화를 통해 수소를 생성하는 방법은 열분해반응 이후 생성되는 탄화수소가스를 재순환장치(500)를 통해 열분해반응 공간(즉, 열분해반응기의 내부)로 재순환시켜 열분해 효율을 향상시켜 열분해유의 생성량을 증대시키고, 결과적으로 열분해유를 통해 생성되는 수소 가스의 양을 극대화시킬 수 있다. 특히, 열분해유 생성 과정에서 발생되는 탄화수소가스는 연소로(200)로 공급되어 열공급을 향상시키며, 또한, 가스 개질 장치(700)로 공급되어 추가적인 수소 가스의 생성을 야기할 수 있다.
- [0155] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

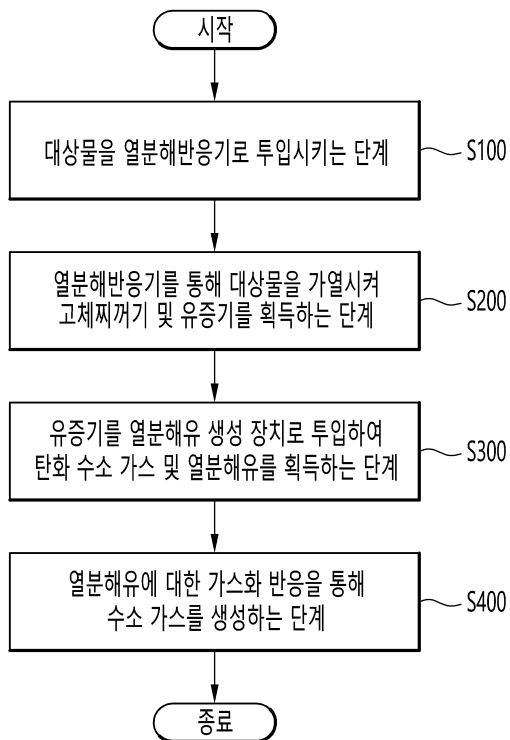
부호의 설명

- [0157] 1000: 시스템
- | | |
|-------------|---------------|
| 10a: 대상물 | 10: 대상물 투입 장치 |
| 11: 투입하우징 | 12: 진동공급부 |
| 13: 투입관 | 100: 열분해반응기 |
| 110: 열분해하우징 | 120: 투입구 |
| 130: 구동모듈 | 140: 회전축 |
| 141: 중심홀 | 150: 회전스크류 |

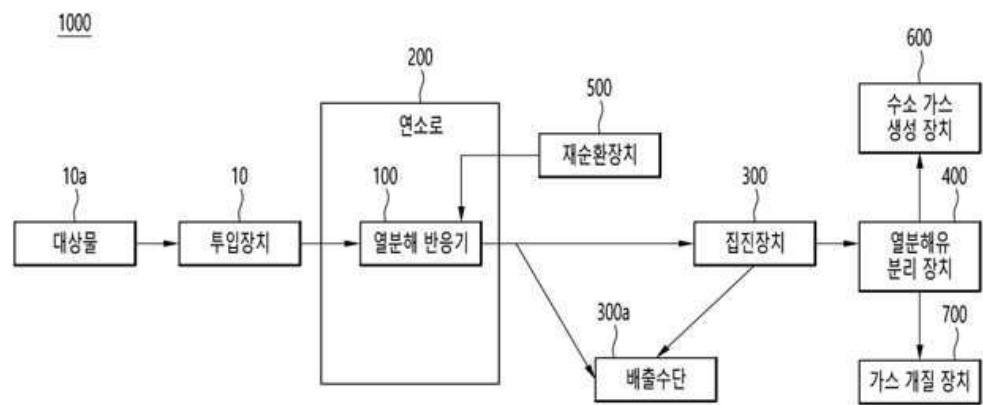
160: 가스공급관	161: 복수 개의 분지홀
170: 배출관	171: 제1배출관
172: 제2배출관	200: 연소로
300: 집진장치	310: 제1필터배출관
320: 제2필터배출관	300a: 배출수단
400: 열분해유 분리 장치	410: 복수 개의 냉각부
410-1: 제1냉각부	410-2: 제2냉각부
410-3: 제3냉각부	411: 열분해유 배출관
412: 열분해유 저장부	413: 열분해유 전달관
420: 냉각전달관	430: 가스전달관
440: 보관부	500: 재순환장치
510: 연결관	520: 가스압축기
530: 분지부	540: 복수 개의 분지순환관
541: 제1분지순환관	542: 제2분지순환관
543: 제3분지순환관	600: 수소 가스 생성 장치
700: 가스 개질 장치	

도면

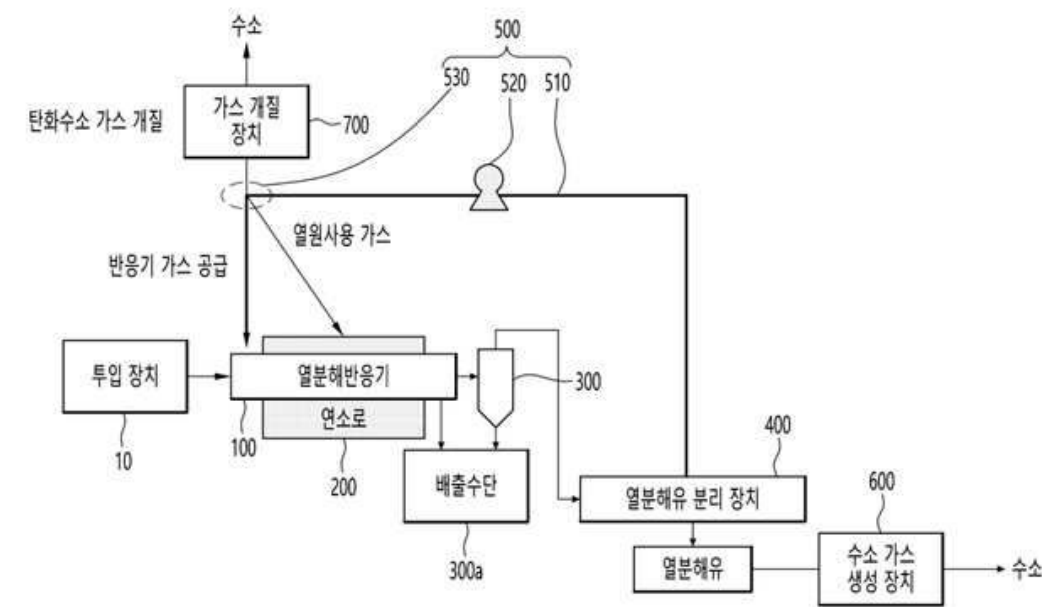
도면1



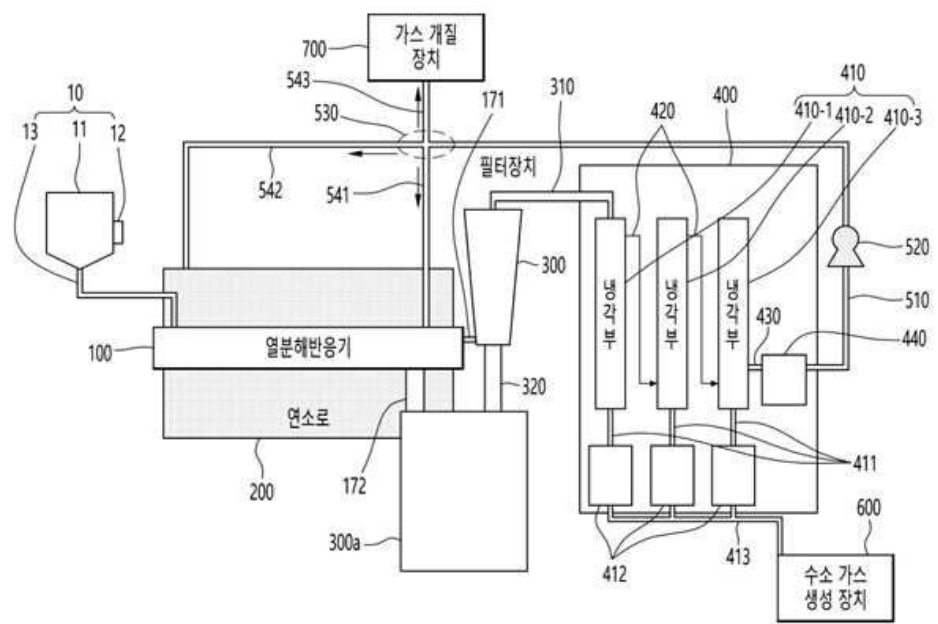
도면2



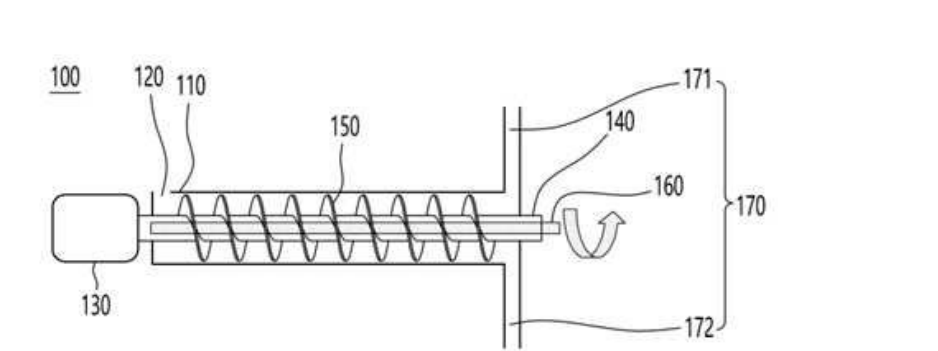
도면3



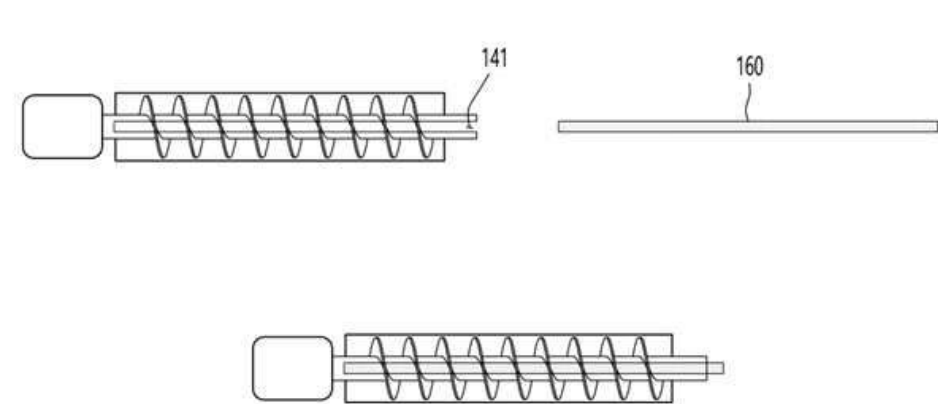
도면4



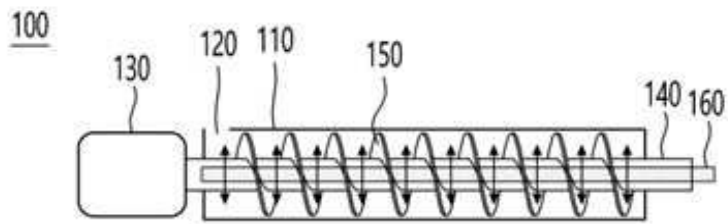
도면5



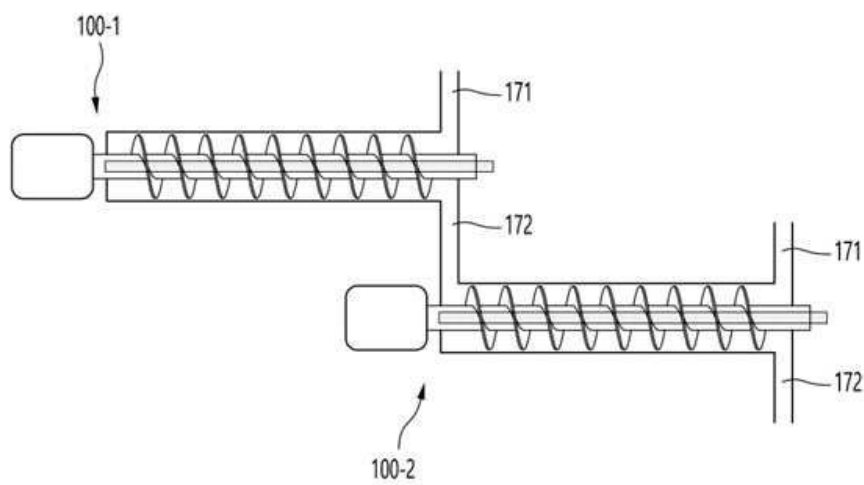
도면6



도면7



도면8



도면9

