



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0106000
(43) 공개일자 2025년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10G 1/10 (2006.01) C10B 49/14 (2006.01)
C10B 53/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C10G 1/10 (2013.01)
C10B 49/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0000257
(22) 출원일자 2024년01월02일
심사청구일자 2024년01월02일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
이은상
서울특별시 양천구 오목로 300, 203동 1103호 (목동, 현대하이페리온2)
한지훈
서울특별시 중랑구 신내로19길 42 (신내동, 신내6단지신내아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 6 항

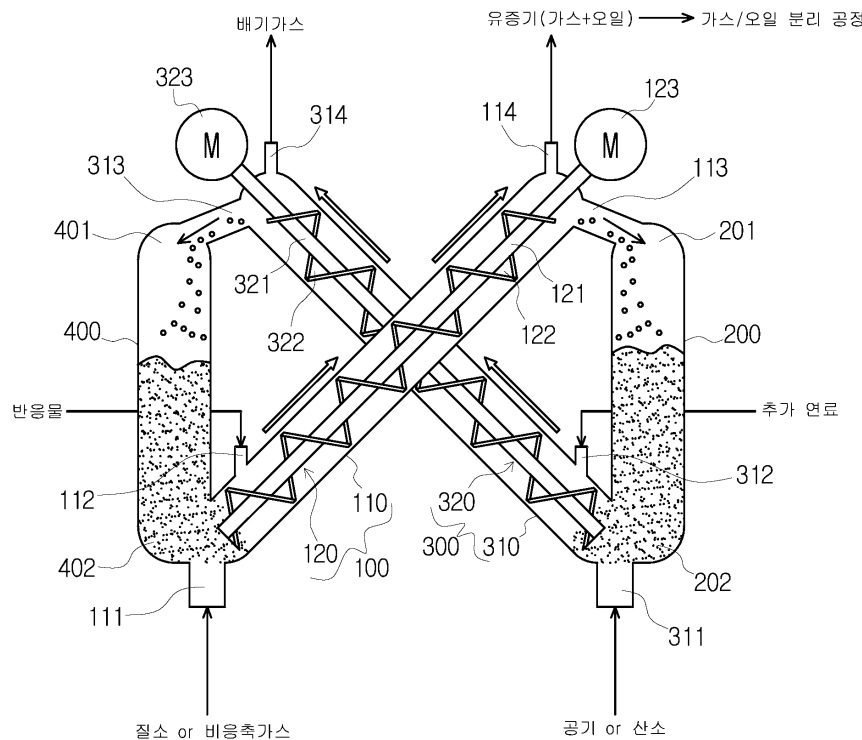
(54) 발명의 명칭 연속식 다중 스크류 열분해 반응기

(57) 요약

본 발명은 내부로 공급된 반응물과 열전달매체를 길이를 따라 이송하면서, 상기 열전달매체가 가진 열로 반응물을 열분해 반응시키는 제1스크류반응기; 상기 제1스크류반응기와 연결되고, 상기 제1스크류반응기에서 배출되는 콰(char)+미반응 유기물과 열전달매체를 유입하여, 내부 길이를 따라 적체하는 제1열매체수용탱크; 상기 제1열매

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



체수용탱크와 연결되고, 상기 제1열매체수용탱크에서 유출되어 공급된 화(char)+미반응 유기물과 열전달매체를 길이를 따라 이송하면서, 화(char)+미반응 유기물의 연소 반응으로 열전달매체가 가열되는 제2스크류반응기; 및 상기 제2스크류반응기와 연결되고, 상기 제2스크류반응기에서 배출되는 열전달매체를 유입하여, 내부 길이를 따라 적체하는 제2열매체수용탱크;를 포함하여, 열전달매체의 순환량을 기계적으로 조절(이송스크류의 회전속도)하기 때문에 상황에 따라 반응물의 투입량 등의 반응 조건을 쉽게 변경할 수 있고, 최종적으로 각 반응기의 최적 조건에 도달하기 쉽기 때문에 반응 후 발생하는 생성물은 수율과 품질이 높아지는 연속식 다중 스크류 열분해 반응기를 제공한다.

(52) CPC특허분류

C10B 53/00 (2013.01)

(72) 발명자

정재용

경기도 용인시 기흥구 기흥로58번길 10 (구갈동,
기흥역 센트럴 푸르지오)

김성현

서울특별시 동작구 등용로 62 (대방동)

최승건

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

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711192755
과제번호	2021M3H1A1064135
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	인재활용확산지원
연구과제명	수소기반 차세대 기계시스템 키우리(KIURI) 인재양성 사업단
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

내부로 공급된 반응물과 열전달매체를 길이를 따라 이송하면서, 상기 열전달매체가 가진 열로 반응물을 열분해 반응시키는 제1스크류반응기;

상기 제1스크류반응기와 연결되고, 상기 제1스크류반응기에서 배출되는 화(char)+미반응 유기물과 열전달매체를 유입하여, 내부 길이를 따라 적체하는 제1열매체수용탱크;

상기 제1열매체수용탱크와 연결되고, 상기 제1열매체수용탱크에서 유출되어 공급된 화(char)+미반응 유기물과 열전달매체를 길이를 따라 이송하면서, 화(char)+미반응 유기물의 연소 반응으로 열전달매체가 가열되는 제2스크류반응기; 및

상기 제2스크류반응기와 연결되고, 상기 제2스크류반응기에서 배출되는 열전달매체를 유입하여, 내부 길이를 따라 적체하는 제2열매체수용탱크;를 포함하는 연속식 다중 스크류 열분해 반응기.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1스크류반응기 및 제2스크류반응기 각각은

그 길이가 사선을 이루도록 해당 기울기 각도로 경사지고,

그 길이들이 'X'자 형태를 이루도록 배치되는 연속식 다중 스크류 열분해 반응기.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1스크류반응기는

상기 제2스크류반응기 보다 상대적으로 낮은 온도로 운전되는 연속식 다중 스크류 열분해 반응기.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제1열매체수용탱크와 제2열매체수용탱크 각각은

중공관 형태로, 그 길이가 상하방향 수직선상을 이루도록 배치되어, 내부 길이를 따라 유입된 열전달매체를 적체하는 연속식 다중 스크류 열분해 반응기.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제1열매체수용탱크의 상측인 제1유입부에는 상기 제1스크류반응기의 제1배출부와 연결되고, 상기 제1열매체수용탱크의 하측인 제1유출부에는 상기 제2스크류반응기의 제2공급부와 연결되며,

상기 제2열매체수용탱크의 상측인 제2유입부에는 상기 제2스크류반응기의 제2배출부와 연결되고, 상기 제2열매체수용탱크의 하측인 제2유출부에는 상기 제1스크류반응기의 제1공급부와 연결되는 연속식 다중 스크류 열분해

반응기.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 열전달매체는

상기 제1스크류반응기에서 제1열매체수용탱크로, 상기 제1열매체수용탱크에서 제2스크류반응기로, 상기 제2스크류반응기에서 상기 제2열매체수용탱크로, 상기 제2열매체수용탱크에서 다시 상기 제1스크류반응기로 순환하는 것을 특징으로 하는 연속식 다중 스크류 열분해 반응기.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 연속식 다중 스크류 열분해 반응기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 반응물을 열전달매체와 함께 교반하면서 열분해 반응시키는 스크류반응기와, 반응물을 열전달매체와 함께 교반하면서 연소 및 열분해 반응시키는 스크류반응기와 열전달매체를 적체하는 한 쌍의 열매체수용탱크와 연결하여, 상기 열전달매체를 순환시키는 연속식 다중 스크류 열분해 반응기를 제공한다.

배경 기술

- [0003] 일반적으로 열분해 및 스팀 가스화 공정에서 반응에 필요한 열을 공급하기 위해서는 반응기 외부에서 열을 가해 공급하는 방법과 열전달 매체를 이용하여 내부로 열을 공급하는 방법이 있다.
- [0004] 외부에서 열을 가하는 방법은 전기로나 버너를 이용해서 반응기 외벽에 열을 가하는 방법이다.
- [0005] 이 방법의 단점으로는 반응기 외벽의 온도와 반응기 내부 중앙의 온도차로 인하여 최적의 반응 조건에 도달하기가 어렵다.
- [0006] 이러한 문제를 해결하기 위하여 열전달매체를 반응기 내부에 투입하여 열을 공급함으로써 반응기 내부에 균일한 열을 공급할 수 있는 방법이 있다.
- [0007] 상기한 방법으로 열을 공급하는 대표적인 기술로는 이중(순환) 유동층이 있다.
- [0008] 유동층 기술은 반응기 내부에 열전달을 할 수 있는 유동사(모래)와 같은 열전달매체를 넣고 하부에서 각 반응에 적합한 기체를 공급하여 반응기 내부에 유동 현상을 주어 고르게 열전달을 하는 기술이다.
- [0009] 이러한 유동층 기술에서 두 개의 반응기를 두고 열전달 매체를 이동시키면서 반응 온도를 유지하는 공정을 이중 유동층이라고 칭하며 열전달매체를 각 반응기로 순환시키기 때문에 순환 유동층이라고도 부르기도 한다.
- [0010] 이중 유동층 공정은 열이 필요한 흡열 반응이 포함된 공정에서 열을 공급할 수 있고 열전달매체를 이용하여 내부에 열을 공급하기 때문에 효율이 좋다는 장점이 있다.
- [0011] 이중 유동층은 열전달매체를 가열하는 연소기와 실제 필요한 반응이 일어나는 열분해기 또는 가스화기로 구성되어 있다.
- [0012] 각 반응기에 필요한 온도 조건에 도달하기 위한 열전달매체를 순환시키는 방법은 하부에서 투입되는 기체를 이용하여 두 반응기를 연결하는 배관으로 이동시킨다.
- [0013] 각 반응기에 필요한 기체의 종류와 양이 다르기 때문에 반응기를 연결해주는 배관에 밸브 역할을 하는 루프실(loop seal)이 2개가 있으며 루프실 또한 기체를 이용하여 열전달 매체를 각각의 반응기로 이동시킨다.
- [0014] 이중 유동층 공정은 효율이 좋다는 장점이 있지만 운전이 매우 어렵다는 단점이 있다.
- [0015] 이중 유동층에서 사용되는 두 개의 반응기는 각각 반응 조건을 가지고 있으며 반응 조건에서 큰 영향을 미치는

것은 기체의 종류와 양이다.

- [0016] 하지만, 이 기체는 반응뿐만 아니라 열전달 매체를 이동시키는 수단으로 사용되기 때문에 기체의 유량에 따라 열전달 매체의 순환량이 결정되게 된다.
- [0017] 따라서 반응 조건과 열전달 매체의 순환량을 동시에 만족하는 최적 조건에 도달하기는 매우 어렵다.
- [0018] 열을 공급하는 연소기에 열전달 매체의 양이 줄어들게 되면 연소기 온도를 일정하게 유지하기 위해서 연료와 산화제의 양도 줄어들게 된다.
- [0019] 이러한 경우 열분해기(가스화기)로 이동시켜야 하는 열전달매체의 양도 줄어들면서 열분해기(가스화기)의 연료 투입량을 줄여야 하며 열분해기로 투입되는 기체의 양도 줄여야 한다.
- [0020] 그리고 열분해기(가스화기)의 온도가 낮을 경우에는 더 많은 열전달매체가 연소기로부터 공급되어야 하는데 이때도 마찬가지로 두 반응기의 조건을 모두 변경해야 하며 추가로 루프실에 공급되는 기체의 유량도 변경해야 한다.
- [0021] 따라서, 공정 상황에 따라 조건이 바뀌면 공정을 구성하는 모든 장치들의 조건을 바꿔야 하므로 운전이 매우 어렵다.
- [0022] 종래기술로는 등록특허 제10-1442134호(2014.09.12)를 참조할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0024] 본 발명은 열전달매체의 순환량을 기계적으로 조절(이송스크류의 회전속도)하기 때문에 상황에 따라 반응물의 투입량 등의 반응 조건을 쉽게 변경할 수 있고, 최종적으로 각 반응기의 최적 조건에 도달하기 쉽기 때문에 반응 후 발생하는 생성물은 수율과 품질이 높아지는 연속식 다중 스크류 열분해 반응기를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0026] 본 발명에 따른 연속식 다중 스크류 열분해 반응기는 내부로 공급된 반응물과 열전달매체를 길이를 따라 이송하면서, 상기 열전달매체가 가진 열로 반응물을 열분해 반응시키는 제1스크류반응기; 상기 제1스크류반응기와 연결되고, 상기 제1스크류반응기에서 배출되는 화(char)+미반응 유기물과 열전달매체를 유입하여, 내부 길이를 따라 적체하는 제1열매체수용탱크; 상기 제1열매체수용탱크와 연결되고, 상기 제1열매체수용탱크에서 유출되어 공급된 화(char)+미반응 유기물과 열전달매체를 길이를 따라 이송하면서, 화(char)+미반응 유기물의 연소 반응으로 열전달매체가 가열되는 제2스크류반응기; 및 상기 제2스크류반응기와 연결되고, 상기 제2스크류반응기에서 배출되는 열전달매체를 유입하여, 내부 길이를 따라 적체하는 제2열매체수용탱크;를 포함한다.
- [0027] 이때 본 발명에 따른 상기 제1스크류반응기 및 제2스크류반응기 각각은 그 길이가 사선을 이루도록 해당 기울기 각도로 경사지고, 그 길이들이 'X'자 형태를 이루도록 배치된다.
- [0028] 그리고 본 발명에 따른 상기 제1스크류반응기는 상기 제2스크류반응기 보다 상대적으로 낮은 온도로 운전되는 것이 바람직하다.
- [0029] 또한, 본 발명에 따른 상기 제1열매체수용탱크와 제2열매체수용탱크 각각은 중공관 형태로, 그 길이가 상하방향 수직선상을 이루도록 배치되어, 내부 길이를 따라 유입된 열전달매체를 적체한다.
- [0030] 여기서 본 발명에 따른 상기 제1열매체수용탱크의 상측인 제1유입부에는 상기 제1스크류반응기의 제1배출부와 연결되고, 상기 제1열매체수용탱크의 하측인 제1유출부에는 상기 제2스크류반응기의 제2공급부와 연결되며, 상기 제2열매체수용탱크의 상측인 제2유입부에는 상기 제2스크류반응기의 제2배출부와 연결되고, 상기 제2열매체수용탱크의 하측인 제2유출부에는 상기 제1스크류반응기의 제1공급부와 연결된다.
- [0031] 이때 본 발명에 따른 상기 열전달매체는 상기 제1스크류반응기에서 제1열매체수용탱크로, 상기 제1열매체수용탱크에서 제2스크류반응기로, 상기 제2스크류반응기에서 상기 제2열매체수용탱크로, 상기 제2열매체수용탱크에서

다시 상기 제1스크류반응기로 순환하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0033] 본 발명에 따른 연속식 다중 스크류 열분해 반응기에 의해 나타나는 효과는 다음과 같다.
- [0034] 반응에 필요한 조건에 쉽게 도달할 수 있는 형태와 구조를 가지는 반응기이다.
- [0035] 열전달매체의 순환량을 기계적으로 조절(이송스크류의 회전속도)하기 때문에 상황에 따라 반응물의 투입량 등의 반응 조건을 쉽게 변경할 수 있고, 각 반응에 필요한 기체는 순환량에 큰 영향을 주지 않기 때문에 반응물의 양, 반응로 온도 등에 따라 반응기에 투입되며 전체 공정의 조건과 관계없이 독립적으로 각 반응기의 조건 변경이 가능하다.
- [0036] 열분해기의 온도가 최적 반응온도보다 낮을 경우, 반응물의 투입량을 줄이더라도 연소기의 조건을 변경할 필요는 없고, 연소기의 온도가 낮아져 반응물과 반응기체(산화제 등)의 유량을 높게 되더라도 열분해기(또는 가스화기)의 조건을 변경할 필요가 없다.
- [0037] 최종적으로 각 반응기의 최적 조건에 도달하기 쉽기 때문에 반응 후 발생하는 생성물은 수율과 품질이 높아진다.

도면의 간단한 설명

- [0039] 도 1은 본 발명에 따른 연속식 다중 스크류 열분해 반응기를 보인 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0041] 따라서 본 명세서에 기재된 실시 예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시 예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들은 대체할 수 있는 균등한 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0042] 일반적으로 열분해와 스팀 가스화 반응은 흡열 반응이 일어나며 반응 조건에 도달하기 위해 열이 필요하다.
- [0043] 열분해 공정은 무산소 조건이며 스팀 가스화는 스팀 이외의 산화제가 투입되지 않아야 하므로 간접적으로 열을 공급해야 한다.
- [0044] 간접적으로 열을 공급하는 방법으로는 반응기 외부를 감싸는 연소기를 두고 연소열을 반응기 외벽으로 공급하는 방법과 열전달 매체를 이용하여 고온의 열전달매체를 반응기 내부에 투입하는 방법이 있다.
- [0045] 본 발명은 반응물을 열전달매체와 함께 교반하면서 열분해 반응시키는 스크류반응기와, 반응물을 열전달매체와 함께 교반하면서 연소 반응시키는 스크류반응기를 열전달매체를 적체하는 한 쌍의 열매체수용탱크와 연결하여, 상기 열전달매체를 순환시키는 연속식 다중 스크류 열분해 반응기에 관한 것으로, 도면을 참조하여 더욱 상세하게 살펴보면 다음과 같다.
- [0046] 도 1을 참조한 본 발명의 일 실시 예에 따른 연속식 다중 스크류 열분해 반응기는 제1스크류반응기(100)와, 제1 열매체수용탱크(200)와, 제2스크류반응기(300)와, 제2열매체수용탱크(400)를 포함하는데, 먼저 상기 제1스크류반응기(100)를 살펴보면 다음과 같다.
- [0047] 상기 제1스크류반응기(100)는 내부로 공급된 반응물과 열전달매체를 길이를 따라 이송하면서 상기 반응물을 열분해 반응시킨다.
- [0048] 이때 상기 제1스크류반응기(100)는 제1반응로(110)와, 제1이송스크류(120)를 포함하는데, 상기 제1반응로(110)

는 내부가 중공인 중공관 형태를 이루는 것이 바람직하다.

- [0049] 그리고 상기 제1반응로(110)의 길이는 수평선상을 기준으로 $30^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 의 기울기 각도로 경사져 일측과 타측이 하측과 상측으로 구분된다.
- [0050] 또한, 상기 제1반응로(110)의 하측(일측)에는 반응물(열분해 연료-페플라스틱, 바이오매스 등)과 함께 600°C 이상의 온도를 가진 열전달매체(실리카샌드, 촉매 등)의 공급이 이루어지는 제1공급부(111)와, 상기 반응물의 열분해 반응에 필요한 반응기체(질소 또는 비응축가스)가 주입되는 제1반응기체주입부(112)를 형성한다.
- [0051] 그리고 상기 제1반응로(110)의 상측(타측)에는 상기 반응물의 열분해 반응으로 생성된 화(char)+미반응 유기물과 열전달매체가 배출되는 제1배출부(113)와, 상기 반응물의 열분해 반응 중 생성된 유증기(가스+오일)가 배출되는 유증기배출부(114)를 형성한다.
- [0052] 이때 상기 제1반응로(110)의 내부는 600°C 이상의 온도를 가진 열전달매체를 수용함에 따라 600°C 이상의 온도를 가진 열전달매체에 의해 $400^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ 의 온도로 운전되고, 상기 반응물은 열전달매체가 가진 열에 의해 열분해 반응하게 된다.
- [0053] 여기서 상기 제1반응로(110)의 내부에는 제1이송스크류(120)가 구비되는데, 상기 제1이송스크류(120)는 상기 제1반응로(110) 내부 중공의 중심에 배치되어 상기 제1반응로(110)의 중공 중심을 축으로 회전하여, 상기 제1반응로(110)의 중공에 수용된 반응물과 열전달매체를 교반하면서 상기 반응물과 열전달매체를 상기 제1반응로(110) 길이의 하측에서 상측으로 이송한다.
- [0054] 이때 상기 제1이송스크류(120)는 상기 제1반응로(110)의 중공 중심에 배치되어, 상기 제1반응로(110)의 중심을 축으로 회전하는 제1회전축(121)과, 상기 제1회전축(121)의 둘레를 따라 나선형태로 형성되어, 상기 반응물과 열전달매체를 이송하는 제1블레이드(122)를 포함한다.
- [0055] 그리고 상기 제1회전축(121)은 그 상측편에 배치된 제1전동모터(123)와 기계적으로 연결되어, 상기 제1전동모터(123)에서 발생한 회전력을 전달받아 상기 제1반응로(110)의 중심을 축으로 회전하고, 상기 제1회전축(121)의 회전에 연동하여 상기 제1블레이드(122)가 회동하여 상기 제1반응로(110)의 중공 내부에 수용된 반응물과 열전달매체는 상기 제1반응로(110) 길이의 하측에서 상측으로 이송된다.
- [0056] 따라서 상기 제1반응로(110)의 중공 내부에서 상기 제1이송스크류(120)에 의해 이송되는 상기 반응물은 열전달매체와 교반 이송되면서, 상기 열전달매체가 가진 열에 의해 열분해 반응하여, 열분해 반응결과물인 화(char)와 함께 미반응 유기물로 전환되고, 상기 화(char)+미반응 유기물은 열전달매체와 함께 상기 제1반응로(110)의 상부에 형성된 제1배출부(113)를 통해 제1반응로(110)에서 상기 제1열매체수용탱크(200)로 배출된다.
- [0057] 그리고 상기 반응물의 열분해 반응으로 생성된 유증기(가스+오일)는 유증기배출부(114)를 통해 제1반응로(110)에서 외부로 배출되고, 상기 제1스크류반응기(100)에서 배출된 유증기는 별도의 가스/오일 분리공정을 거친 후, 분리된 가스는 상기 제2스크류반응기(300)의 연료로 제공될 수 있다.
- [0058] 상기 제1열매체수용탱크(200)는 그 제1유입부(201)가 상기 제1스크류반응기(100)의 제1배출부(113)와 연결되고, 상기 제1유입부(201)를 통해 상기 제1스크류반응기(100)에서 배출되는 화(char)+미반응 유기물과 함께 열전달매체를 내부로 유입하여 적체한다.
- [0059] 이때 상기 제1열매체수용탱크(200)는 내부가 중공인 중공관 형태로 길이가 상하방향 수직선상을 이루도록 배치되어, 상기 제1열매체수용탱크(200)의 길이 중 상측은 제1유입부(201)를 이루고, 상기 제1열매체수용탱크(200)의 길이 중 하측은 제1유출부(202)를 이룬다.
- [0060] 따라서 상기 제1스크류반응기(100)의 제1배출부(113)를 통해 배출된 화(char)+미반응 유기물과 열전달매체는 상기 제1열매체수용탱크(200)의 제1유입구부(201)를 통해 상기 제1열매체수용탱크(200)의 내부로 유입되어 연속적으로 낙하함에 따라 적체되고, 길이가 상하방향 수직선상을 이루도록 배치된 상기 제1열매체수용탱크(200)의 내부로 진입한 상기 제1스크류반응기(100)의 반응기체는 적체된 열전달매체의 상부에 격리되어, 다른 스크류 반응기에 인입되지 않는다.
- [0061] 상기 제1열매체수용탱크(200)의 내부에 적체된 화(char)+미반응 유기물과 열전달매체는 상기 제2스크류반응기(300)로 공급되는데, 상기 제2스크류반응기(300)는 상기 제1열매체수용탱크(200)의 제1유출부(202)와 제2공급부(311)가 연결되어, 상기 제2공급부(311)를 통해 내부로 공급된 화(char)+미반응 유기물과 열전달매체를 길이를 따라 이송하면서 화(char)+미반응 유기물을 연소 반응시킨다.

- [0062] 이때 상기 제2스크류반응기(300)는 제2반응로(310)와, 제2이송스크류(320)를 포함하는데, 상기 제2반응로(310)는 내부가 중공인 중공관 형태를 이루는 것이 바람직하다.
- [0063] 그리고 상기 제2반응로(310) 역시, 그 길이는 수평선상을 기준으로 $30^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 의 기울기 각도로 경사져 일측과 타측이 하측과 상측으로 구분되고, 상기 제1반응로(110)의 길이와 대칭을 이루도록 경사져, 상기 제2반응로(310)의 길이는 상기 제1반응로(110)의 길이와 'X'자 형태를 이루도록 배치되는 것이 바람직하다.
- [0064] 또한, 상기 제2반응로(310)의 하측(일측)에는 상기 제1열매체수용탱크(200)의 제1유출부(202)를 통해 유출된 화(char)+미반응 유기물과 함께 열전달매체의 공급이 이루어지는 제2공급부(311)와, 상기 화(char)+미반응 유기물의 연소 반응에 필요한 반응기체(공기 또는 산소)가 주입되는 제2반응기체주입부(312)를 형성한다.
- [0065] 상기 제2반응로(310)의 제2공급부(311)에는 연소 반응으로 열전달매체를 600°C 이상의 온도로 가열하기 위해 필요에 따라 외부에서 연료를 더 추가 공급할 수 있다.
- [0066] 이때 외부에서 공급되는 연료는 상기 제1스크류반응기(100)에서 반응물의 열분해 반응으로 생성된 유증기에서 분리공정으로 분리된 가스일 수 있다.
- [0067] 또한, 상기 제2반응로(310)의 상측(타측)에는 상기 화(char)+미반응 유기물의 연소 반응으로 가열된 열전달매체가 배출되는 제2배출부(313)와, 상기 화(char)+미반응 유기물의 연소 반응으로 생성된 연소가스가 배출되는 배기가스배출부(314)를 형성한다.
- [0068] 그리고 상기 제2반응로(310)의 내부에는 제2이송스크류(320)가 구비되는데, 상기 제2이송스크류(320)는 상기 제2반응로(310) 내부 중공의 중심에 배치되어 상기 제2반응로(310)의 중공 중심을 축으로 회전하여, 상기 제2반응로(310)의 중공에 수용된 화(char)+미반응 유기물과 열전달매체를 교반하면서 상기 화(char)+미반응 유기물과 함께 열전달매체를 상기 제2반응로(310) 길이의 하측에서 상측으로 이송한다.
- [0069] 이때 상기 제2이송스크류(320)는 상기 제2반응로(310)의 중공 중심에 배치되어, 상기 제2반응로(310)의 중심을 축으로 회전하는 제2회전축(321)과, 상기 제2회전축(321)의 둘레를 따라 나선형태로 형성되어, 상기 화(char)+미반응 유기물과 함께 열전달매체를 이송하는 제2블레이드(322)를 포함한다.
- [0070] 여기서 상기 제2회전축(321)은 그 상측편에 배치된 제2전동모터(323)와 기계적으로 연결되어, 상기 제2전동모터(323)에서 발생한 회전력을 전달받아 상기 제2반응로(310)의 중심을 축으로 회전하고, 상기 제2회전축(321)의 회전에 연동하여 상기 제2블레이드(322)가 회동하여 상기 제2반응로(310)의 중공 내부에 수용된 상기 화(char)+미반응 유기물과 함께 열전달매체가 상기 제2반응로(310) 길이의 하측에서 상측으로 이송된다.
- [0071] 따라서 상기 제2반응로(310)의 중공 내부에서 상기 제2이송스크류(320)에 의해 이송되는 상기 화(char)+미반응 유기물과 열전달매체는 서로 교반 이송되면서, 상기 화(char)+미반응 유기물의 연소 반응에 의해 상기 열전달매체가 600°C 이상의 온도로 가열된 후, 상기 제2반응로(310)의 상부에 형성된 제2배출구(313)를 통해 제2반응로(310)에서 상기 제2열매체수용탱크(400)로 배출된다.
- [0072] 그리고 상기 화(char)+미반응 유기물의 연소 반응으로 생성된 연소가스는 배기가스배출부(314)를 통해 제2반응로(310)에서 외부로 배출된다.
- [0073] 더불어 상기 제2열매체수용탱크(400)는 그 제2유입부(401)가 상기 제2스크류반응기(300)의 제1배출부(313)와 연결되고, 상기 제2유입부(401)를 통해 상기 제2스크류반응기(300)에서 배출되는 열전달매체를 내부로 유입하여 적체한다.
- [0074] 이때 상기 제2열매체수용탱크(400)는 내부가 중공인 중공관 형태로 길이가 상하방향 수직선상을 이루도록 배치되어, 상기 제2열매체수용탱크(400)의 길이 중 상측은 제2유입부(401)를 이루고, 상기 제2열매체수용탱크(400)의 길이 중 하측은 제2유출부(402)를 이룬다.
- [0075] 따라서 상기 제2스크류반응기(300)의 제2배출부(313)를 통해 배출된 600°C 이상의 온도로 가열된 열전달매체는 상기 제2열매체수용탱크(400)의 제2유입부(401)를 통해 상기 제2열매체수용탱크(400)의 내부로 유입되어 연속적으로 낙하함에 따라 적체되고, 길이가 상하방향 수직선상을 이루도록 배치된 상기 제2열매체수용탱크(400)의 내부로 진입한 상기 제2스크류반응기(300)의 반응기체는 적체된 열전달매체의 상부에 격리되어, 다른 스크류 반응기에 인입되지 않는다.
- [0076] 그리고 상기 제2열매체수용탱크(400)의 내부에 적체된 열전달매체는 상기 제1스크류반응기(100)로 공급되는데, 상기 제1스크류반응기(100)는 그 제1공급부(111)가 상기 제2열매체수용탱크(400)의 제2유출부(402)와 연결되고,

외부에서 상기 열전달매체와 별도로 내부로 공급된 반응물과 열전달매체를 길이를 따라 이송하면서 반응물을 열분해 반응시킨다.

[0077] 따라서 본 발명의 일 실시 예에 따른 연속식 다중 스크류 열분해 반응기의 열전달매체는 상기 제1스크류반응기(100)에서 제1열매체수용탱크(200)로, 상기 제1열매체수용탱크(200)에서 제2스크류반응기(300)로, 상기 제2스크류반응기(300)에서 상기 제2열매체수용탱크(400)로, 상기 제2열매체수용탱크(400)에서 다시 상기 제1스크류반응기(100)로 순환하는 것이 바람직하다.

[0078] 그러므로 본 발명에 따른 연속식 다중 스크류 열분해 반응기는 반응에 필요한 조건에 쉽게 도달할 수 있는 형태와 구조를 가지는 반응기이다.

[0079] 열전달매체의 순환량을 기계적으로 조절(이송스크류의 회전속도)하기 때문에 상황에 따라 반응물의 투입량 등의 반응 조건을 쉽게 변경할 수 있고, 각 반응에 필요한 기체는 순환량에 큰 영향을 주지 않기 때문에 반응물의 양, 반응로 온도 등에 따라 반응기에 투입되며 전체 공정의 조건과 관계없이 독립적으로 각 반응기의 조건 변경이 가능하다.

[0080] 열분해기의 온도가 최적 반응온도보다 낮을 경우, 반응물의 투입량을 줄이더라도 연소기의 조건을 변경할 필요는 없고, 연소기의 온도가 낮아져 반응물과 반응기체(산화제 등)의 유량을 높게 되더라도 열분해기(또는 가스화기)의 조건을 변경할 필요가 없다.

[0081] 최종적으로 각 반응기의 최적 조건에 도달하기 쉽기 때문에 반응 후 발생하는 생성물은 수율과 품질이 높아진다.

[0082] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술분야의 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

[0084] 100: 제1스크류반응기 110: 제1반응로
111: 제1공급부 112: 제1반응기체주입부
113: 제1배출부 114: 유증기배출부
120: 제1이송스크류 121: 제1회전축
122: 제1블레이드 123: 제1전동모터
200: 제1열매체수용탱크 201: 제1유입부
202: 제1유출부 300: 제2스크류반응기
310: 제2반응로 311: 제2공급부
312: 제2반응기체주입부 313: 제2배출부
314: 배기가스배출부 320: 제2이송스크류
321: 제2회전축 322: 제2블레이드
323: 제2전동모터 400: 제2열매체수용탱크
401: 제2유입부 402: 제2유출부.

