



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0002768
(43) 공개일자 2020년01월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10G 1/10 (2006.01) B29B 17/04 (2006.01)
C09C 1/48 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C10G 1/10 (2013.01)
B29B 17/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0178661(분할)
(22) 출원일자 2019년12월30일
심사청구일자 2019년12월30일
(62) 원출원 특허 10-2018-0011304
원출원일자 2018년01월30일
심사청구일자 2018년01월30일

(71) 출원인
연세대학교 원주산학협력단
강원도 원주시 흥업면 연세대길 1
(72) 발명자
최항석
강원도 원주시 지정면 가곡로 50, 1006동 402호(원주 롯데캐슬 더퍼스트)
박훈채
강원도 원주시 소삼터길 48-1, 202호(단계동)
(74) 대리인
김보민

전체 청구항 수 : 총 7 항

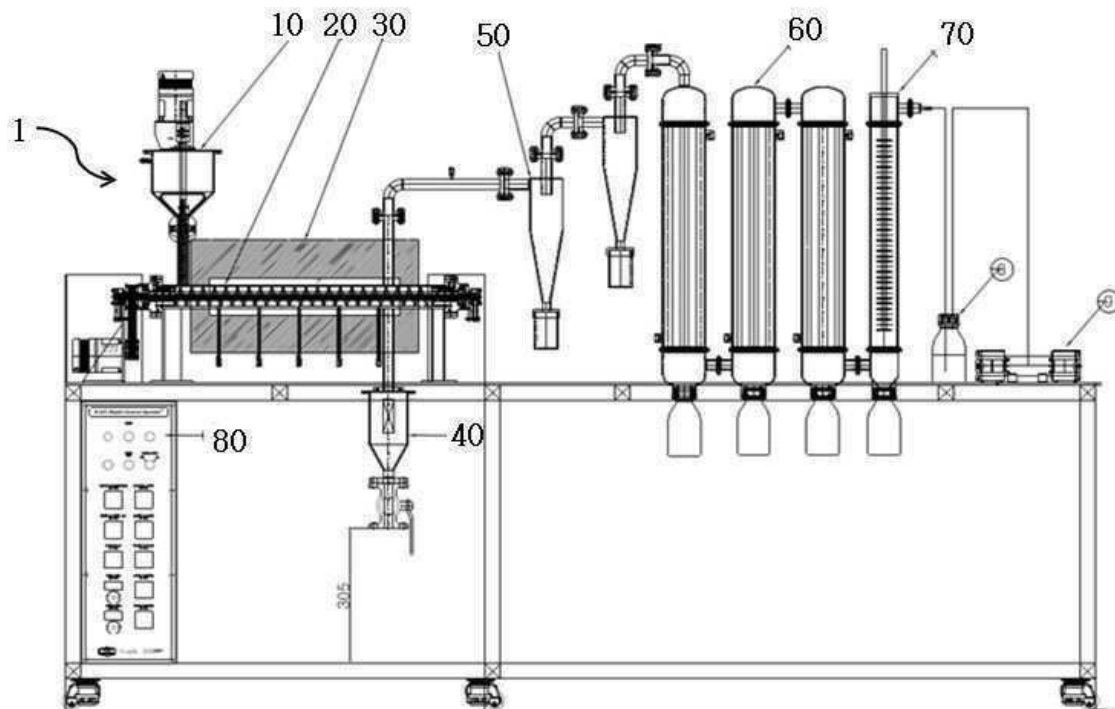
(54) 발명의 명칭 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치 및 이를 이용한 열분해 방법

(57) 요약

본원발명은 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치에 관한 것으로 상세하게는 페타이어를 열분해하는 장치에 있어서, 페타이어 시료를 공급하는 시료공급장치와, 일단의 상면에 상기 시료공급장치의 일단이 결합되어 페타이어가 공급되는 통 형상의 반응물체 및 상기 반응물체에 설치되어 공급되는 페타이어를 일단에서

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



타단으로 이송하면서 열분해시키는 스크류로 이루어지는 것으로 페타이어의 급속열분해 반응이 일어나는 스크류 반응기와, 상기 스크류 반응기를 반응 온도로 가열하기 위한 전기 히터와, 일단이 상기 반응물체의 타단 하면에 설치되어 상기 페타이어의 급속 열분해에 의해 생성된 카본 블랙 회수를 위한 카본 블랙 회수장치와, 일단이 상기 반응물체의 타단 하면에 설치되어 상기 페타이어 급속 열분해를 통해 생성되는 열분해 가스 내 고체입자 분리를 위한 싸이클론과, 상기 싸이클론에 연결되어 상기 싸이클론으로부터 전달된 열분해 가스를 응축 시키는 응축기 및, 상기 응축기에 연결되어 상기 응축기에서 응축되지 않은 열분해 가스 내 오일 액적 포집을 위한 전기 집진기로 구성되는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

C09C 1/482 (2013.01)

C09C 1/487 (2013.01)

B29B 2017/0496 (2013.01)

Y02P 20/143 (2015.11)

Y02W 30/625 (2015.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711050573

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공분야기초연구사업

연구과제명 고분자 폐기물 기반 고발열량 연료 및 탄화수소계 물질 통합 생산 공정 및 Scale-Up 최적 설계 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교원주산학협력단

연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

페타이어를 열분해하는 장치에 있어서,

페타이어 시료를 공급하는 시료공급장치(10);

일단의 상면에 상기 시료공급장치(10)의 일단이 결합되어 페타이어가 공급되는 통 형상의 반응몸체(21) 및 상기 반응몸체(21)에 설치되어 공급되는 페타이어를 일단에서 타단으로 이송하면서 열분해시키는 스크류(22)로 이루어지는 것으로 페타이어의 급속열분해 반응이 일어나는 스크류 반응기(20);

상기 스크류 반응기(20)의 벽면 외부와 스크류의 축 내부에 설치되어 상기 스크류반응기 내부 스크류와 외부 벽면에서 동시에 가열시키고, 상기 스크류 반응기(20) 내의 온도가 400~600℃로 가열하여 페타이어가 급속 열분해 되도록 하는 전기히터;

일단이 상기 반응몸체(21)의 타단 하면에 설치되어 상기 페타이어의 급속 열분해에 의해 생성된 카본 블랙 회수를 위한 카본 블랙 회수장치(40);

일단이 상기 반응몸체(21)의 타단 하면에 설치되어 상기 페타이어 급속 열분해를 통해 생성되는 열분해 가스 내 고체입자 분리를 시키고, 외측에 전기히터가 부착되어 있어 내부가 일정온도로 가열되게 하는 싸이클론(50);

상기 싸이클론(50)에 연결되어 상기 싸이클론(50)으로부터 전달된 열분해 가스를 응축 시키는 응축기(60); 및,

원통 형태의 집진몸체와 상기 집진몸체의 중앙에 설치되는 파이프 및 상기 파이프의 길이방향을 따라 일정간격으로 설치되어 별형으로 이루어지는 방전침으로 구성되어 상기 응축기(60)에 연결되어 상기 응축기(60)에서 응축되지 않은 열분해 가스 내 오일 액적 포집을 위한 전기 집진기(70);를 포함하고,

상기 스크류축의 내부에 설치된 전기히터는 고정되고 상기 스크류 축이 회전하면서 상기 페타이어 시료를 이송하고, 상기 스크류는 축 표면이 타공되어 상기 전기 히터에서 발생하는 열이 상기 페타이어 시료로 대류에 의하여 열전달이 되도록 구성하며,

상기 시료공급장치(10)는

페타이어 급속열분해 시 스크류 반응기(20) 내 무산소 분위기 유지와 열분해 가스가 시료 공급장치로 역류하는 것을 방지하기 위한 질소 투입장치를 더 포함하여 구성되고,

상기 카본 블랙 회수장치(40)는

일측에 2개의 밸브가 직렬로 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 스크류(22)는 블레이드가 paddle, ribbon 또는 paddle hopper 중 어느 하나의 형태로 구성되는 것을 특징으로 하는 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 싸이클론(50)은

2개가 직렬로 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 응축기(60)는

저온의 유체와 고온의 열분해 가스를 간접 접촉하여 열분해 오일을 회수하는 셸앤튜브(shell and tube) 형태인 것을 특징으로 하는 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 응축기(60)는

3개가 직렬로 연결되어 열분해 가스의 체류시간을 증가시켜 응축 열전달 효율을 높이는 것을 특징으로 하는 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전기 집진기(70)는

직류고전압에 의하여 코로나 방전을 발생시켜 가스 중에 포함된 미세한 입자상의 물질을 대전토록 하여 대전된 입자를 전자기장내에서 전기력에 의해 가스와 분리하는 것을 특징으로 하는 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 시료공급장치(10), 스크류(22), 전기 히터(30), 카본 블랙 회수장치(40), 응축기(60) 및 전기 집진기(70)에 전기적으로 연결되어 각 구성을 제어하는 제어부(80)를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치 및 이를 이용한 열분해 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 타이어의 제조시에 사용되는 카본블랙은 타이어의 주성분인 고무의 결합력을 증가시키는 필수 첨가재로서 99% 이상의 고순도를 요구한다. 그리고 페타이어로부터 카본블랙을 회수하는 방법 및 장치가, 국내실용공개 제20-1997-0049594호(페타이어 분해 장치의 카본블랙 자동배출장치), 국내특허등록 제0473763호(페타이어 자동연속식 유화, 카본블랙, 와이어코어 재생장치), 국내특허등록 제021416호(페타이어로부터의 카본블랙제조방법 및 그 제조장치) 등을 통해 제안되었고, 페타이어로부터 오일을 회수하는 방법 및 장치가, 국내특허등록 제0593725호(페타이어의 열분해 및 유화시스템) 등을 통해 제안되었다.

[0004] 그러나 상기한 방법 및 장치들은 모두 페타이어로부터 카본블랙 및 오일을 회수하기 위해서는 열분해 과정을 거쳐야 하는데, 일반적인 스크류 형태의 페타이어 급속열분해 반응기는 외부에 전기히터를 설치하여 반응기를 가열하기 때문에 페타이어 시료의 열전달률이 낮은 문제점이 있다.

[0005] 일반 스크류로 페타이어 입자를 이송하게 되면, 시료공급 장치로부터 낙하한 페타이어 입자가 층으로 쌓여진 상태로 이송된다. 페타이어 입자가 층으로 쌓여진 상태로 이송되면, 반응기 바닥면과 접촉되는 페타이어 층 하부의 입자만 급속열분해 반응이 활발히 일어나고, 층 상부 입자는 하부 입자보다 상대적으로 급속열분해 반응이 적게 일어나 효율적인 열분해가 일어나지 않는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1187587호
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-0593725호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위하여 제안된 것으로서, 본 발명의 목적은 페타이어를 이송하는 스크류는 축(screw shaft)에 전기히터가 삽입되어 있어 이송되는 동안 전기 히터에서 발생하는 열이 대류에 의해 페타이어가 열분해 되도록 하는 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치 및 이를 이용한 열분해 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본원발명은 페타이어를 열분해하는 장치에 있어서, 페타이어 시료를 공급하는 시료공급장치와, 일단의 상면에 상기 시료공급장치의 일단이 결합되어 페타이어가 공급되는 통 형상의 반응물체 및 상기 반응물체에 설치되어 공급되는 페타이어를 일단에서 타단으로 이송하면서 열분해시키는 스크류로 이루어지는 것으로 페타이어의 급속열분해 반응이 일어나는 스크류 반응기와, 상기 스크류 반응기를 반응 온도로 가열하기 위한 전기 히터와, 일단이 상기 반응물체의 타단 하면에 설치되어 상기 페타이어의 급속 열분해에 의해 생성된 카본 블랙 회수를 위한 카본 블랙 회수장치와, 일단이 상기 반응물체의 타단 하면에 설치되어 상기 페타이어 급속 열분해를 통해 생성되는 열분해 가스 내 고체입자 분리를 위한 싸이클론과, 상기 싸이클론에 연결되어 상기 싸이클론으로부터 전달된 열분해 가스를 응축 시키는 응축기 및, 상기 응축기에 연결되어 상기 응축기에서 응축되지 않은 열분해 가스 내 오일 액적 포집을 위한 전기 집진기로 구성되는 것을 특징으로 하는 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치를 제공한다.

[0011] 또한, 본원발명은 페타이어를 열분해하는 방법에 있어서, (a) 열분해 시킬 페타이어 시료를 시료공급장치에 투입하는 단계와, (b) 일단의 상면에 상기 시료공급장치의 일단이 결합되어 페타이어가 공급되는 통 형상의 반응물체 및 상기 반응물체에 설치되어 공급되는 페타이어를 일단에서 타단으로 이송하면서 열분해시키는 스크류로 이루어지는 스크류 반응기의 상기 반응물체 내부로 상기 시료공급장치로부터 페타이어가 투입되고, 상기 스크류에 의해서 페타이어가 이송되는 단계와, (c) 전기 히터에 의해서 상기 스크류 반응기를 반응 온도로 가열하여 페타이어가 이송되면서 급속 열분해 반응이 일어나도록 하는 단계와, (d) 일단이 상기 반응물체의 타단 하면에 카본 블랙 회수장치가 설치되어 상기 페타이어의 급속 열분해에 의해 생성된 카본 블랙이 회수되는 단계와, (e) 일단이 상기 반응물체의 타단 하면에 싸이클론이 설치되어 상기 페타이어 급속 열분해를 통해 생성되는 열분해 가스가 이송된 후 고체입자가 분리되는 단계와, (f) 응축기가 상기 싸이클론에 연결되어 상기 싸이클론으로부터 전달된 열분해 가스가 응축되어 오일을 포집하는 단계 및, (g) 전기 집진기가 상기 응축기에 연결되어 상기 응축기에서 응축되지 않은 열분해 가스 내 오일이 포집되는 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치를 이용한 열분해 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명은 다음과 같은 효과가 있다.
- [0014] 첫째, 본 발명은 페타이어 급속열분해 장치에 관한 것으로 외부에 설치된 전기 히터와 내부에 설치된 스크류를 전기 히터로 가열하여 내부와 외부에서 가열되는 구조이며, 페타이어는 반응기 내부 스크류와 벽면에서 동시에 가열되기 때문에 기존 스크류 형태의 반응기 보다 열전달률이 높은 장점이 있다.
- [0015] 둘째, 본 발명은 스크류 블레이드를 paddle, ribbon, paddle hopper 형태로 조합하여 페타이어 급속열분해 장치 내 페타이어 입자의 교반을 촉진할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도1은 본원발명의 열분해 장치를 나타내는 도면이다.
- 도2는 도1의 측면도이다.
- 도3은 스크류 축에 설치된 냉각장치를 나타낸 도면이다.
- 도4는 스크류 내부에 설치된 열선을 나타낸 도면이다.
- 도5는 스크류의 블레이드를 나타내는 도면이다.
- 도6은 본원발명의 열분해 방법을 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치 및 이를 이용한 열분해 방법의 구체적인 내용을 상세히 설명하기로 한다.
- [0020] 타이어의 제조시에 사용되는 카본블랙은 타이어의 주성분인 고무의 결합력을 증가시키는 필수 첨가재로서 99% 이상의 고순도를 요구한다. 그리고 페타이어로부터 카본블랙을 회수하는 방법 및 장치가, 국내실용공개 제20-1997-0049594호(페타이어 분해 장치의 카본블랙 자동배출장치), 국내특허등록 제0473763호(페타이어 자동연속식 유화, 카본블랙, 와이어코어 재생장치), 국내특허등록 제021416호(페타이어로부터의 카본블랙제조방법 및 그 제조장치) 등을 통해 제안되었고, 페타이어로부터 오일을 회수하는 방법 및 장치가, 국내특허등록 제0593725호(페타이어의 열분해 및 유화시스템) 등을 통해 제안되었다.
- [0021] 그러나 상기한 방법 및 장치들은 모두 페타이어로부터 카본블랙 및 오일을 회수하기 위해서는 열분해 과정을 거쳐야 하는데, 일반적인 스크류 형태의 페타이어 급속열분해 반응기는 외부에 전기히터를 설치하여 반응기를 가열하기 때문에 페타이어 시료의 열전달률이 낮은 문제점이 있다.
- [0022] 일반 스크류로 페타이어 입자를 이송하게 되면, 시료공급 장치로부터 낙하한 페타이어 입자가 층으로 쌓여진 상태로 이송된다. 페타이어 입자가 층으로 쌓여진 상태로 이송되면, 반응기 바닥면과 접촉되는 페타이어 층 하부의 입자만 급속열분해 반응이 활발히 일어나고, 층 상부 입자는 하부 입자보다 상대적으로 급속열분해 반응이 적게 일어나 효율적인 열분해가 일어나지 않는 문제가 있다.
- [0023] 본 발명은 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위하여 제안된 것으로서, 본 발명의 목적은 페타이어를 이송하는 스크류는 축(screw shaft)에 전기히터가 삽입되어 있어 이송되는 동안 전기 히터에서 발생되는 열이 대류에 의해 페타이어가 열분해 되도록 하는 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치 및 이를 이용한 열분해 방법을 제공함에 있다.
- [0025] 본 발명은 페타이어 급속열분해 장치에 관한 것으로 외부에 설치된 전기 히터와 내부에 설치된 스크류를 전기 히터로 가열하여 내부와 외부에서 가열되는 구조이며, 페타이어는 반응기 내부 스크류와 벽면에서 동시에 가열되기 때문에 기존 스크류 형태의 반응기 보다 열전달률이 높은 장점이 있다. 또한, 본 발명은 스크류 블레이드

를 paddle, ribbon, paddle hopper 형태로 조합하여 페타이어 급속열분해 장치 내 페타이어 입자의 교반을 촉진할 수 있는 장점이 있다.

[0027] 이하 본발명의 상세한 구성을 설명한다.

[0029] 도1은 본원발명의 열분해 장치를 나타내는 도면이고, 도2는 도1의 측면도이다.

[0030] 도3은 스크류 축에 설치된 냉각장치를 나타낸 도면이고, 도4는 스크류 내부에 설치된 열선을 나타낸 도면이다.

[0031] 도5는 스크류의 블레이드를 나타내는 도면이다.

[0033] 본원발명은 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치로 상세하게는 페타이어를 열분해하는 장치에 있어서, 페타이어 시료를 공급하는 시료공급장치(10)와, 일단의 상면에 상기 시료공급장치(10)의 일단이 결합되어 페타이어가 공급되는 통 형상의 반응물체(21) 및 상기 반응물체(21)에 설치되어 공급되는 페타이어를 일단에서 타단으로 이송하면서 열분해시키는 스크류(22)로 이루어지는 것으로 페타이어의 급속열분해 반응이 일어나는 스크류 반응기(20)와, 상기 스크류 반응기(20)를 반응 온도로 가열하기 위한 전기 히터(30)와, 일단이 상기 반응물체(21)의 타단 하면에 설치되어 상기 페타이어의 급속 열분해에 의해 생성된 카본 블랙 회수를 위한 카본 블랙 회수장치(40)와, 일단이 상기 반응물체(21)의 타단 하면에 설치되어 상기 페타이어 급속 열분해를 통해 생성되는 열분해 가스 내 고체입자 분리를 위한 싸이클론(50)과, 상기 싸이클론(50)에 연결되어 상기 싸이클론(50)으로부터 전달된 열분해 가스를 응축 시키는 응축기(60) 및, 상기 응축기(60)에 연결되어 상기 응축기(60)에서 응축되지 않은 열분해 가스 내 오일 액적 포집을 위한 전기 집진기(70)로 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0035] 본원발명은 상기 시료공급장치(10), 스크류 반응기(20), 전기 히터(30), 카본 블랙 회수장치(40), 싸이클론(50), 응축기(60) 및 전기 집진기(70)로 구성되는 것으로 공급된 페타이어가 가열된 스크류 블레이드와 반응기 벽면에 의해 동시에 가열되어 급속으로 페타이어를 열분해하는 장치에 관한 것이다.

[0037] 시료공급장치(10)는 페타이어 시료를 스크류 반응기 내부로 일정하게 공급하는 장치이며, 페타이어 급속열분해 시 스크류 반응기 내 무산소 분위기 유지와 열분해 가스가 시료 공급장치로 역류하는 것을 방지하기 위하여 시료 공급장치 내 질소 투입을 위한 포트가 설치 되어 있으며, 질소 투입 포트를 통하여 일정량의 질소를 시료 공급장치 내부로 투입할 수 있다.

[0038] 시료공급장치(10)는 소요되는 역할을 할 수 있으면 다양한 공급장치가 사용될 수 있다.

[0040] 스크류 반응기(20)는 페타이어의 급속열분해 반응이 일어나는 곳으로 페타이어를 무산소 분위기, 고온의 온도(400~600℃)에서 급속열분해 하기 위한 장치이다. 스크류 반응기(20)는 반응물체(21) 및 스크류(22)로 구성될 수 있다. 반응물체(21)는 일단의 상면에 상기 시료공급장치(10)의 일단이 결합되어 페타이어가 공급되는 통 형상의 부재이다. 스크류(22)는 반응물체(21) 설치되어 공급되는 페타이어를 일단에서 타단으로 이송하면서 열분해시키는 역할을 한다. 스크류(22)는 스크류 반응기 내 페타이어의 급속열분해 반응 시간에 맞게 스크류의 회전 속도 제어를 통하여 조절할 수 있으며, 페타이어의 급속열분해 반응 후 생성되는 잔재물인 카본 블랙은 스크류 반응기 끝 부분의 배출구를 통하여 반응기 외부로 배출될 수 있다. 스크류(22)는 축이 설치되어 있는 베어링 부분에는 고온으로 인한 베어링의 파손을 방지하기 위하여 냉각장치가 설치되어 있을 수 있다. 스크류(22)는 페타이어 시료를 이송하는 스크류는 축(screw shaft)에 전기히터가 삽입되어 있으며, 삽입된 전기히터는 고정되어 있고 스크류 축이 회전하면서 페타이어 시료를 이송하게 할 수 있다. 스크류(22)는 축 표면에 타공을 하여 전기히터에서 발생하는 열이 페타이어 시료로 대류에 의해 열전달이 될 수 있도록 되어 있다.

[0041] 스크류(22)는 시료공급장치로부터 낙하한 페타이어 입자가 층으로 쌓여진 상태로 이송되면, 반응기 바닥면과 접촉되는 페타이어 층 하부의 입자만 급속열분해 반응이 활발히 일어나고, 층 상부 입자는 하부 입자보다 상대적

으로 급속열분해 반응이 적게 일어남으로 인해 문제가 있는데 이를 극복하기 위해 다양한 블레이드 형태로 구성될 수 있는데 일례로 스크류(22)는 블레이드가 paddle, ribbon 또는 paddle hopper 중 어느 하나 이상의 형태로 구성되어 효율적으로 페타이어를 열분해 시킬 수 있다.

[0043] 전기 히터(30)는 스크류 반응기(20)를 반응 온도로 가열하기 위한 장치이다. 전기 히터(30)는 스크류 반응기의 외부에 설치된 히터와 스크류의 내부에 설치된 히터로 구성되어 스크류 반응기(20) 내부와 외부에서 가열되는 구조이며, 페타이어는 반응기 내부 스크류와 벽면에서 동시에 가열되기 때문에 기존 스크류 형태의 반응기 보다 열전달률이 높은 장점이 있다.

[0044] 전기 히터(30)는 스크류 반응기(20) 내의 온도가 400~600℃로 가열하여 페타이어가 급속 열분해되도록 할 수 있다.

[0046] 카본 블랙 회수장치(40)는 일단이 상기 반응물체(21)의 타단 하면에 설치되어 상기 페타이어의 급속 열분해에 의해 생성된 카본 블랙 회수를 위한 장치이다. 카본 블랙 회수장치(40)는 스크류 반응기 끝 부분에 위치한 배출구에서 낙하 하는 카본 블랙을 회수하는 장치이다. 카본 블랙 회수장치(40)는 2개의 밸브가 직렬로 배치되어 있어, 카본 블랙을 회수장치 외부로 배출 시 열분해 가스의 유출을 방지 할 수 있다.

[0048] 싸이클론(50)은 일단이 상기 반응물체(21)의 타단 하면에 설치되어 상기 페타이어 급속 열분해를 통해 생성되는 열분해 가스 내 고체입자 분리를 위한 장치이다. 싸이클론(50)은 스크류 반응기 외부로 배출되는 열분해 가스 내 미세 고체입자를 포집하기 위한 장치이며, 열분해 내 가스 내 미세 고체입자의 포집 효율을 높이기 위하여 2개의 싸이클론을 직렬로 배치할 수 있다. 싸이클론(50)은 열분해 오일의 응축 방지를 위하여 싸이클론 외부에 전기 히터를 부착하여 싸이클론을 고온으로 유지하며, 스크류 반응기 출구와 응축기 입구 사이의 배관도 전기 히터로 가열하여 고온으로 유지할 수 있다.

[0050] 응축기(60)는 싸이클론(50)에 연결되어 상기 싸이클론(50)으로부터 전달된 열분해 가스를 응축 시키는 장치이다. 응축기(60)는 기체상의 열분해 가스를 액체상의 열분해 오일로 회수하기 위한 장치이다. 응축기(60)는 셸앤튜브(shell and tube) 형태이며, 저온의 유체와 고온의 열분해 가스를 간접 접촉하여 열분해 오일을 회수할 수 있다. 응축기(60)는 3개의 응축기를 직렬로 연결하여 응축기 내 열분해 가스의 체류시간을 증가시켜 응축 열전달 효율을 높일 수 있으며, 각 응축기의 온도를 개별 제어하여 열분해 가스의 분별 응축이 가능하다.

[0052] 전기 집진기(70)는 응축기(60)에 연결되어 상기 응축기(60)에서 응축되지 않은 열분해 가스 내 오일 액적 포집을 위한 장치이다. 전기 집진기(70)는 직류고전압에 의하여 코로나 방전을 발생시켜 가스 중에 포함된 미세한 입자상의 물질을 대전토록 하여 대전된 입자를 전자기장내에서 전기력에 의해 가스와 분리할 수 있다. 전기 집진기(70)는 원통 형태의 집진물체와 상기 집진물체의 중앙에 설치되는 파이프 및 상기 파이프의 길이방향을 따라 일정간격으로 설치되어 별형으로 이루어지는 방전침으로 구성될 수 있다.

[0053] 전기 집진기(70)는 응축기에서 포집되지 않은 미세 열분해 오일 입자를 포함한 열분해 가스가 별형 방전침이 장착된 원통형 튜브를 따라 하부로 유입되어 상승한다. 이때 전기 집진기 중심부에 설치된 방전침에서 발생된 코로나에 의해 전기 집진기 내부는 이온과 전자로 채워지고 오일 입자는 정전응집작용을 동반하면서 전기 집진기 원통 내벽면으로 이동 부착하게 된다. 전기 집진기 원통 내벽에 부착된 오일은 중력에 의해 내벽을 타고 집진기 하부로 흘러 오일 회수병에 회수된다. 전기 집진기에서 회수되는 페타이어 열분해 오일은 일반적인 바이오매스 열분해 오일 보다 점도가 높기 때문에 전기 집진기 내벽면으로 잘 흘러 내리지 않고, 벽면에 부착되어 방전침과 벽면사이의 정전기력 형성에 문제를 야기하는데, 이를 보완하기 위하여 전기 집진기 외부 벽면에 전기 히터를 부착 가열하여 내벽면에 부착되는 열분해 오일의 점도를 감소시며 열분해 오일이 잘 흘러내릴 수 있다.

[0055] 본원발명은 상기 시료공급장치(10), 스크류(22), 전기 히터(30), 카본 블랙 회수장치(40), 응축기(60) 및 전기 집진기(70)에 전기적으로 연결되어 각 구성을 제어하는 제어부(80)를 더 포함하여 구성될 수 있다.

- [0056] 제어부(80)는 전기적으로 각 구성과 연결되어 페타이어가 효율적으로 열분해 될 수 있도록 할 수 있다. 제어부(80) 내부에는 각 구성을 제어하기 위한 회로도가 깔려 있을 뿐만 아니라 cpu 등 다양한 장치가 회로도에 결합되어 있고 각 구성을 제어하기 위한 프로그램이 설치되어 있다. 또한, 제어부(80)는 탈부착식 전원(배터리) 또는 외부의 전원으로부터 전기가 공급되어 작동하는 구성이다.
- [0058] 도6은 본원발명의 열분해 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0060] 본원발명은 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치를 이용한 열분해 방법에 관한 것으로 상세하게는 페타이어를 열분해하는 방법에 있어서, (a) 열분해 시킬 페타이어 시료를 시료공급장치(10)에 투입하는 단계와, (b) 일단의 상면에 상기 시료공급장치(10)의 일단이 결합되어 페타이어가 공급되는 통 형상의 반응물체(21) 및 상기 반응물체(21)에 설치되어 공급되는 페타이어를 일단에서 타단으로 이송하면서 열분해시키는 스크류(22)로 이루어지는 스크류 반응기(20)의 상기 반응물체(21) 내부로 상기 시료공급장치(10)로부터 페타이어가 투입되고, 상기 스크류(22)에 의해서 페타이어가 이송되는 단계와, (c) 전기 히터(30)에 의해서 상기 스크류 반응기(20)를 반응 온도로 가열하여 페타이어가 이송되면서 급속 열분해 반응이 일어나도록 하는 단계와, (d) 일단이 상기 반응물체(21)의 타단 하면에 카본 블랙 회수장치(40)가 설치되어 상기 페타이어의 급속 열분해에 의해 생성된 카본 블랙이 회수되는 단계와, (e) 일단이 상기 반응물체(21)의 타단 하면에 싸이클론(50)이 설치되어 상기 페타이어 급속 열분해를 통해 생성되는 열분해 가스가 이송된 후 고체입자가 분리되는 단계와, (f) 응축기(60)가 상기 싸이클론(50)에 연결되어 상기 싸이클론(50)으로부터 전달된 열분해 가스가 응축되어 오일을 포집하는 단계 및, (g) 전기 집진기(70)가 상기 응축기(60)에 연결되어 상기 응축기(60)에서 응축되지 않은 열분해 가스 내 오일이 포집되는 단계로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0062] 본원발명은 (a)단계 내지 (g)단계로 구성되는 것으로 공급된 페타이어가 가열된 스크류 블레이드와 반응기 벽면에 의해 동시에 가열되어 급속으로 페타이어를 열분해하는 방법에 관한 것이다.
- [0064] (a)단계는 열분해 시킬 페타이어 시료를 시료공급장치(10)에 투입하는 단계이다. 시료공급장치(10)는 페타이어 시료를 스크류 반응기 내부로 일정하게 공급하는 장치이며, 페타이어 급속열분해 시 스크류 반응기 내 무산소 분위기 유지와 열분해 가스가 시료 공급장치로 역류하는 것을 방지하기 위하여 시료 공급장치 내 질소 투입을 위한 포트가 설치 되어 있으며, 질소 투입 포트를 통하여 일정량의 질소를 시료 공급장치 내부로 투입할 수 있다.
- [0065] 시료공급장치(10)는 소요되는 역할을 할 수 있으면 다양한 공급장치가 사용될 수 있다.
- [0067] (b)단계는 스크류 반응기(20)의 상기 반응물체(21) 내부로 상기 시료공급장치(10)로부터 페타이어가 투입되고, 상기 스크류(22)에 의해서 페타이어가 이송되는 단계이다.
- [0068] 스크류 반응기(20)는 페타이어의 급속열분해 반응이 일어나는 곳으로 페타이어를 무산소 분위기, 고온의 온도(400~600℃)에서 급속열분해 하기 위한 장치이다. 스크류 반응기(20)는 반응물체(21) 및 스크류(22)로 구성될 수 있다. 반응물체(21)는 일단의 상면에 상기 시료공급장치(10)의 일단이 결합되어 페타이어가 공급되는 통 형상의 부재이다. 스크류(22)는 반응물체(21) 설치되어 공급되는 페타이어를 일단에서 타단으로 이송하면서 열분해시키는 역할을 한다. 스크류(22)는 스크류 반응기 내 페타이어의 급속열분해 반응 시간에 맞게 스크류의 회전 속도 제어를 통하여 조절할 수 있으며, 페타이어의 급속열분해 반응 후 생성되는 잔재물인 카본 블랙은 스크류 반응기 끝 부분의 배출구를 통하여 반응기 외부로 배출될 수 있다. 스크류(22)는 축이 설치되어 있는 베어링 부분에는 고온으로 인한 베어링의 파손을 방지하기 위하여 냉각장치가 설치되어 있을 수 있다. 스크류(22)는 페타이어 시료를 이송하는 스크류는 축(screw shaft)에 전기히터가 삽입되어 있으며, 삽입된 전기히터는 고정되어 있고 스크류 축이 회전하면서 페타이어 시료를 이송하게 할 수 있다. 스크류(22)는 축 표면에 타공을 하여 전기히터에서 발생하는 열이 페타이어 시료로 대류에 의해 열전달이 될 수 있도록 되어 있다.
- [0069] 스크류(22)는 시료공급장치로부터 낙하한 페타이어 입자가 층으로 쌓여진 상태로 이송되면, 반응기 바닥면과 접

촉되는 페타이어 층 하부의 입자만 급속열분해 반응이 활발히 일어나고, 층 상부 입자는 하부 입자보다 상대적으로 급속열분해 반응이 적게 일어남으로 인해 문제가 있는데 이를 극복하기 위해 다양한 블레이드 형태로 구성될 수 있는데 일례로 스크류(22)는 블레이드가 paddle, ribbon 또는 paddle hopper 중 어느 하나 이상의 형태로 구성되어 효율적으로 페타이어를 열분해 시킬 수 있다.

[0071] (c)단계는 전기 히터(30)에 의해서 상기 스크류 반응기(20)를 반응 온도로 가열하여 페타이어가 이송되면서 급속 열분해 반응이 일어나도록 하는 단계이다.

[0072] 전기 히터(30)는 스크류 반응기(20)를 반응 온도로 가열하기 위한 장치이다. 전기 히터(30)는 스크류 반응기의 외부에 설치된 히터와 스크류의 내부에 설치된 히터로 구성되어 스크류 반응기(20) 내부와 외부에서 가열되는 구조이며, 페타이어는 반응기 내부 스크류와 벽면에서 동시에 가열되기 때문에 기존 스크류 형태의 반응기 보다 열전달률이 높은 장점이 있다.

[0073] 전기 히터(30)는 스크류 반응기(20) 내의 온도가 400~600℃로 가열하여 페타이어가 급속 열분해되도록 할 수 있다.

[0075] (d)단계는 페타이어의 급속 열분해에 의해 생성된 카본 블랙이 회수되는 단계이다. 카본 블랙 회수장치(40)는 일단이 상기 반응물체(21)의 타단 하면에 설치되어 상기 페타이어의 급속 열분해에 의해 생성된 카본 블랙 회수를 위한 장치이다. 카본 블랙 회수장치(40)는 스크류 반응기 끝 부분에 위치한 배출구에서 낙하 하는 카본 블랙을 회수하는 장치이다. 카본 블랙 회수장치(40)는 2개의 벨브가 직렬로 배치되어 있어, 카본 블랙을 회수장치 외부로 배출 시 열분해 가스의 유출을 방지 할 수 있다.

[0077] (e)단계는 페타이어 급속 열분해를 통해 생성되는 열분해 가스가 이송된 후 고체입자가 분리되는 단계이다. 싸이클론(50)은 일단이 상기 반응물체(21)의 타단 하면에 설치되어 상기 페타이어 급속 열분해를 통해 생성되는 열분해 가스 내 고체입자 분리를 위한 장치이다. 싸이클론(50)은 스크류 반응기 외부로 배출되는 열분해 가스 내 미세 고체입자를 포집하기 위한 장치이며, 열분해 내 가스 내 미세 고체입자의 포집 효율을 높이기 위하여 2개의 싸이클론을 직렬로 배치할 수 있다. 싸이클론(50)은 열분해 오일의 응축 방지를 위하여 싸이클론 외부에 전기 히터를 부착하여 싸이클론을 고온으로 유지하며, 스크류 반응기 출구와 응축기 입구 사이의 배관도 전기 히터로 가열하여 고온으로 유지할 수 있다.

[0079] (f)단계는 싸이클론(50)으로부터 전달된 열분해 가스가 응축되어 오일을 포집하는 단계이다. 응축기(60)는 싸이클론(50)에 연결되어 상기 싸이클론(50)으로부터 전달된 열분해 가스를 응축 시키는 장치이다. 응축기(60)는 기체상의 열분해 가스를 액체상의 열분해 오일로 회수하기 위한 장치이다. 응축기(60)는 쉘앤튜브(shell and tube) 형태이며, 저온의 유체와 고온의 열분해 가스를 간접 접촉하여 열분해 오일을 회수할 수 있다. 응축기(60)는 3개의 응축기를 직렬로 연결하여 응축기 내 열분해 가스의 체류시간을 증가시켜 응축 열전달 효율을 높일 수 있으며, 각 응축기의 온도를 개별 제어하여 열분해 가스의 분별 응축이 가능하다.

[0081] (g)단계는 응축기(60)에서 응축되지 않은 열분해 가스 내 오일이 포집되는 단계이다. 전기 집진기(70)는 응축기(60)에 연결되어 상기 응축기(60)에서 응축되지 않은 열분해 가스 내 오일 액적 포집을 위한 장치이다. 전기 집진기(70)는 직류고전압에 의하여 코로나 방전을 발생시켜 가스 중에 포함된 미세한 입자상의 물질을 대전토록 하여 대전된 입자를 전자기장내에서 전기력에 의해 가스와 분리할 수 있다. 전기 집진기(70)는 원통 형태의 집진물체와 상기 집진물체의 중앙에 설치되는 파이프 및 상기 파이프의 길이방향을 따라 일정간격으로 설치되어 별형으로 이루어지는 방전침으로 구성될 수 있다.

[0082] 전기 집진기(70)는 응축기에서 포집되지 않은 미세 열분해 오일 입자를 포함한 열분해 가스가 별형 방전침이 장착된 원통형 튜브를 따라 하부로 유입되어 상승한다. 이때 전기 집진기 중심부에 설치된 방전침에서 발생된 코로나에 의해 전기 집진기 내부는 이온과 전자로 채워지고 오일 입자는 정전응집작용을 동반하면서 전기 집진기 원통 내벽면으로 이동 부착하게 된다. 전기 집진기 원통 내벽에 부착된 오일은 중력에 의해 내벽을 타고 집진기

하부로 흘러 오일 회수병에 회수된다. 전기 집진기에서 회수되는 페타이어 열분해 오일은 일반적인 바이오매스 열분해 오일 보다 점도가 높기 때문에 전기 집진기 내벽면으로 잘 흘러 내리지 않고, 벽면에 부착되어 방전침과 벽면사이의 정전기력 형성에 문제를 야기하는데, 이를 보완하기 위하여 전기 집진기 외부 벽면에 전기 히터를 부착 가열하여 내벽면에 부착되는 열분해 오일의 점도를 감소시며 열분해 오일이 잘 흘러내릴 수 있다.

[0084] 본원발명은 상기 시료공급장치(10), 스크류(22), 전기 히터(30), 카본 블랙 회수장치(40), 응축기(60) 및 전기 집진기(70)에 전기적으로 연결되어 각 구성을 제어하는 제어부(80)를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[0085] 제어부(80)는 전기적으로 각 구성과 연결되어 페타이어가 효율적으로 열분해 될 수 있도록 할 수 있다. 제어부(80) 내부에는 각 구성을 제어하기 위한 회로도가 깔려 있을 뿐만 아니라 cpu 등 다양한 장치가 회로도에 결합되어 있고 각 구성을 제어하기 위한 프로그램이 설치되어 있다. 또한, 제어부(80)는 탈부착식 전원(배터리) 또는 외부의 전원으로부터 전기가 공급되어 작동하는 구성이다.

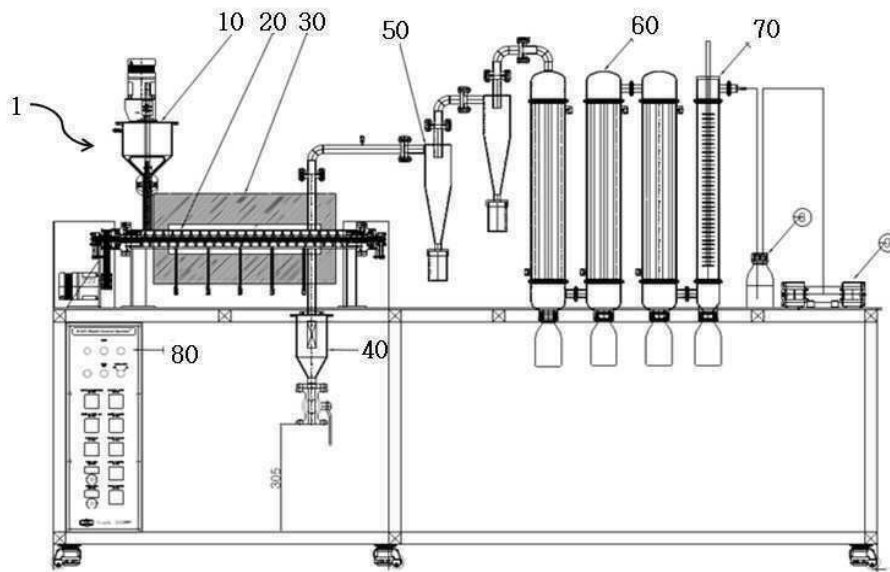
[0087] 이상으로 본 발명에 따른 교반 및 가열 스크류가 구비된 페타이어 급속 열분해 장치 및 이를 이용한 열분해 방법의 바람직한 실시 예를 설명하였으나 이는 적어도 하나의 실시예로서 설명되는 것이며, 이에 의하여 본 발명의 기술적 사상과 그 구성 및 작용이 제한되지는 아니하는 것으로, 본 발명의 기술적 사상의 범위가 도면 또는 도면을 참조한 설명에 의해 한정 / 제한되지는 아니하는 것이다. 또한, 본 발명에서 제시된 발명의 개념과 실시 예가 본 발명의 동일 목적을 수행하기 위하여 다른 구조로 수정하거나 설계하기 위한 기초로써 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 사용되어질 수 있을 것인데, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의한 수정 또는 변경된 등가 구조는 특허청구범위에서 기술되는 본 발명의 기술적 범위에 구속되는 것으로서, 특허청구범위에서 기술한 발명의 사상이나 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변화, 치환 및 변경이 가능한 것이다.

부호의 설명

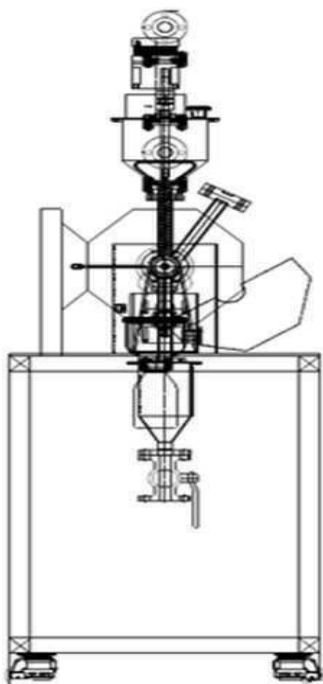
[0088] 1 : 열분해 장치 10 : 시료공급장치
20 : 스크류 반응기 21 : 반응물체
22 : 스크류 30 : 전기 히터
40 : 카본 블랙 회수장치 50 : 싸이클론
60 : 응축기 70 : 전기 집진기
80 : 제어부

도면

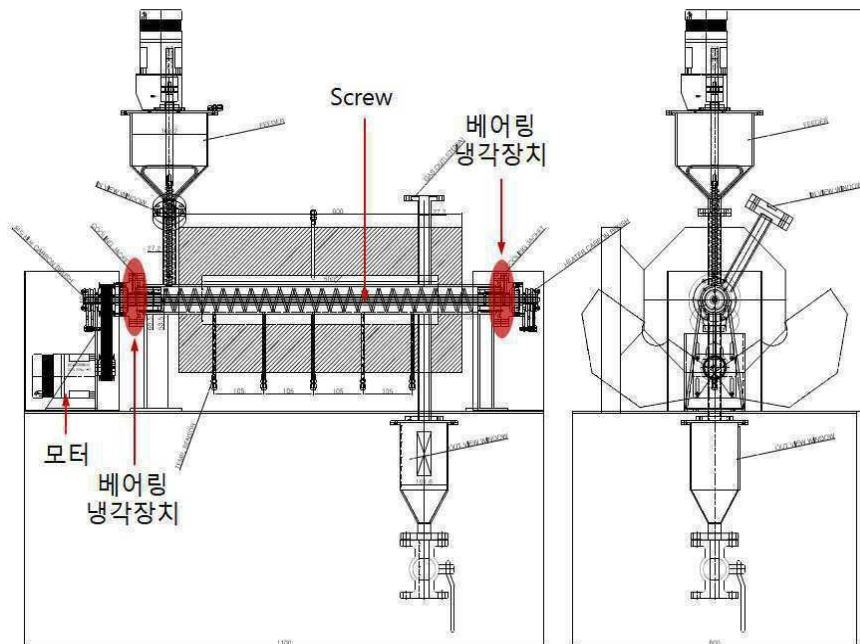
도면1



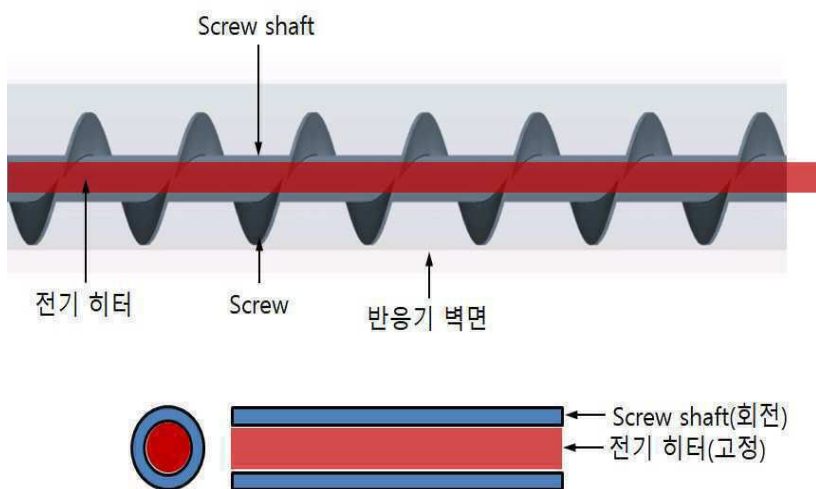
도면2



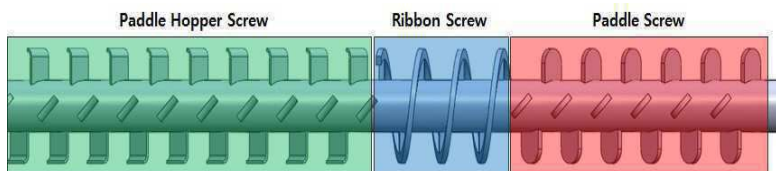
도면3



도면4



도면5



도면6

