

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. ⁷ C10G 9/02	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2005년08월17일 10-0508334 2005년08월05일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2003-0020569 2003년04월01일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2004-0085772 2004년10월08일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자 한국에너지기술연구원
 대전 유성구 장동 71-2

(72) 발명자 신대현
 대전광역시유성구어은동한빛아파트122동703호

 이경환
 전라북도전주시완산구효자동1가금호아파트6동701호

 전상구
 대전광역시중구문화1동323-10번지

 김광호
 대전광역시서구관저동대자연아파트107동506호

 노남선
 대전광역시유성구어은동한빛아파트106동404호

(74) 대리인 황이남

심사관 : 이현송

(54) 무촉매 열분해 반응을 수행하는 대체 연료유 제조장치

요약

본 발명은 선별된 혼합 폐플라스틱을 투입하는 원료투입수단과, 투입된 원료를 적어도 1회 이상 용융시켜 폐가스와 열분해되지 않는 불순물을 제거하는 원료용융수단과, 용융물을 열분해하여 저분자 가스 오일 및 고분자 생성물을 생산하고, 이때 고분자 생성물은 새로 투입되는 용융물과 함께 재차 열분해하는 열분해 반응수단과, 저분자 가스 오일을 감압증류하여 원료가스 및 대체유를 생산하는 감압증류수단과, 혼합 폐플라스틱의 용융과정을 통해 발생한 폐가스를 제거하는 폐가스처리수단과, 용융수단 또는/및 열분해 반응수단에서 발생하는 슬러지를 슬러지 재열분해 수단으로 배출하는 슬러지 배출수단, 및 슬러지를 재열분해하여 생성유 및 코크를 생성시키는 슬러지 재열분해 수단을 포함하는 대체연료유 제조장치를 제공한다.

상기 구성에 따르면, 무촉매 공정인 동시에 순환식 연속 열분해 반응에 의해 저급왁스의 생성을 최소화한 대체 연료유를 제조할 수 있다. 또한 용융의 과정에서 발생하는 폐가스를 처리하여 환경친화적이며, 생성된 연료가스는 열원으로 재사용함으로써 경제적으로 대체유를 제조할 수 있다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 바람직한 일 실시예의 대체 연료유 제조장치 구성도.

도 2는 본 발명에 따른 장치를 이용한 대체 연료유 제조공정을 개략적으로 도시한 절차흐름도

<도면의 주요부분에 대한 부호설명>

1 : 컨베이어 2 : 정량 호파

3 : 밸브 4 : 투입 장치

5 : 1차 용융조 6-1,2,3,4 : 연소 버너

7 : 온/오프 밸브 8 : 2차 용융조

9 : 슬러지배출 장치 10 : 슬러지 열분해 반응기

11 : 1차 냉각기 12 : 2차 냉각기

13 : 폐가스 처리장치 14 : 유수 분리조

15 : 탱크반응기 16-1,2,3,4,5,6 : 이송 펌프

17 : 관형열분해반응기 18 : 기액분리조

19 : 감압증류탑 20 : 열교환기

21 : 증질유 저장 탱크 22-1,2,3,4 : 냉각기

23 : 등,경유 저장 탱크 24 : 1차 분리 탱크

25 : 휘발유 저장 탱크 26 : 진공 펌프

27 : 2차 분리 탱크

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 처리가 곤란한 혼합폐플라스틱을 열분해하여 대체 연료유를 제조하기 위한 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 무촉매 공정인 동시에 순환식 연속 열분해 반응에 의해 저급왁스의 생성을 최소화하면서 경제적으로 대체 연료유를 제조하기 위한 장치에 관한 것이다.

최근 플라스틱은 사회 전반의 다양한 분야에 활용되기 때문에 해마다 생산량이 증가하고 있으며, 이에 상응하여 폐플라스틱의 발생량 또한 증가하여 다양한 형태의 쓰레기로 배출됨으로써 심각한 환경 오염을 일으키고 있다. 이들 폐기물은 많은 부분 매립과 소각에 의해 처리되지만 점차 매립은 불가능하고 소각 또한 대기오염 등 환경적인 문제점을 발생시켜 대체 재활용 방법이 요구된다. 재활용 방법 중 물질 재활용 방법은 부가가치가 있는 일부 품목에 대해서만 시행되고 있다. 그러나 이들 중에도 폐플라스틱과 같은 경우는 재활용이 되어도 반복 사용에 따른 질 저하에 의해 활용 가치가 떨어져 최종적으로 화학적인 처리가 요구된다.

생활계나 사업장에서 발생하는 폐기물에는 다양한 종류와 형태의 플라스틱이 포함되어 있다. 현재 폐기물의 재활용을 위해 분리수거 제도가 시행되고 있지만 극히 일부 폐플라스틱만을 대상으로 하며, 분리수거, 운송, 선별 등에 따르는 어려움에 비하여 재자원화에 의한 부가가치의 창출효과가 매우 미흡한 실정이다. 또한 생산자책임재활용 제도의 시행으로 인해 재활용품으로 분리 배출되는 폐플라스틱의 양이 크게 증가할 것으로 예상되고 있어 최근에는 품목별 분리수거체제에서 모든 재활용품을 함께 수거하는 혼합수거체제로 전환되는 추세이다. 따라서 물질재활용이 어려운 폐플라스틱을 대량으로 경제성 있게 처리할 수 있는 화학적인 처리방법이 대두되고 있다. 석유 자원이 없고 대체에너지의 보급률을 크게 높여야 하는 국내 상황을 고려할 때 대표적인 화학적 처리방법인 폐플라스틱 열분해 유화기술은 매우 좋은 폐플라스틱의 자원화 방안이 될 수 있다.

플라스틱은 탄화수소로 이루어지고 원자수가 수천에서 수만 개인 고분자로 단순 열분해를 하면 분해가 일어나지만 넓은 탄소 분포에 의한 비점 분포가 크고 활용 가치가 낮은 왁스 성분이 많이 생성되어 활용성이 떨어진다. 이를 해소하기 위해 열분해 반응에 촉매를 사용하는 직접 촉매분해 방법이 있는데, 고분자의 분해반응은 반응 과정에서 생성된 코크에 의해 촉매 표면에 있는 활성점을 막는 촉매피독으로 촉매의 활성이 급격히 감소하는 문제점이 있다. 이는 고가인 촉매를 다량 사용하기 때문에 전체 비용에서 촉매 비용이 커 경제성이 낮아진다. 특히 원료에 PVC가 혼합되면 촉매의 활성저하가 촉진된다. 따라서, 열분해 후 생성된 가스오일을 촉매가 충전된 고정층 반응기를 통과시켜 부가가치가 높은 생성물로의 전환을 위해 부분적인 분해반응과 이성화 반응을 시키는 방식이 이용된다. 그러나 직접 촉매 분해보다는 덜하지만 촉매의 피독 현상이 있고, 이에 따라 촉매 공정 설비비용 추가, 촉매의 교체 및 재생 등에 따르는 비용 상승, 제품의 경질화, 수율의 저하에 의한 경제성 저하 등으로 상업적으로 적용하는데는 한계가 있다.

따라서 PVC를 포함한 혼합 폐플라스틱의 열분해에서 촉매를 사용하지 않고 활용가치가 낮은 저급 왁스를 줄이는 동시에 효율적이고 안정적인 연속 운전에 의해 대체 연료유를 대량 생산할 수 있는 시스템이 중요시된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기 종래 기술이 지니는 문제점을 극복하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 무촉매 공정인 동시에 순환식 연속 열분해 반응에 의해 저급왁스의 생성을 최소화한 대체연료유의 제조장치를 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적은 용융의 과정에서 발생하는 폐가스, 특히 염소가스를 처리하여 환경친화적인 특성을 가지는 대체 연료유의 제조장치를 제공함에 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 선별된 혼합 폐플라스틱을 투입하는 원료투입수단과, 투입된 원료를 적어도 1회 이상 용융시켜 폐가스와 열분해되지 않는 불순물을 제거하는 원료용융수단과, 용융물을 열분해하여 저분자 가스 오일 및 고분자 생성물을 생산하고, 이때 고분자 생성물은 새로 투입되는 용융물과 함께 재차 열분해하는 열분해 반응수단과, 저분자 가스 오일을 감압증류하여 원료가스 및 대체유를 생산하는 감압증류수단과, 혼합 폐플라스틱의 용융과정을 통해 발생한 폐가스를 제거하는 폐가스 처리수단과, 용융수단 또는/및 열분해 반응수단에서 발생하는 슬러지를 슬러지 재열분해 수단으로 배출하는 슬러지 배출수단, 및 슬러지를 재열분해하여 생성유 및 코크를 생성시키는 슬러지 재열분해 수단을 포함하는 대체연료유 제조장치를 제공한다.

상기에서 원료용융수단은 바람직하게는, 가열온도가 250~350℃로 유지되는 제 1차 용융조 및 제 2차 용융조로 순차 구성되며, 열분해 반응수단에서 생성된 고온의 반응물을 상기 1차 용융조에 순환적으로 공급하도록 구성된다.

상기에서 열분해 반응수단은 바람직하게는, 고온의 반응물을 저장하는 탱크반응기와, 순환펌프를 매개하여 유입되는 상기 탱크반응기의 반응물을 연속적으로 열분해하는 관형반응기와, 상기 관형반응기로부터 유입된 반응물을 저분자 가스 오일과 고분자 생성물로 분리하는 기액분리조를 포함한다.

상기에서 관형반응기는 바람직하게는, 폐가스처리수단 또는/및 감압증류수단으로부터 발생하는 연료가스를 연소하여 얻어지는 복사열을 이용하며, 상압 이상의 압력하에 운전된다.

상기에서 감압증류수단은 바람직하게는, 상압보다 0~600mmHg 낮은 압력으로 유지된다.

상기에서 바람직하게는, 폐가스처리수단은 염소가스를 중화하기 위해 염기성 용액을 이용하는 중화조를 포함한다.

이하 본 발명의 내용을 첨부하는 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예로서 도시된 대체 연료유 제조장치이다. 원료투입수단은 선별된 혼합 폐플라스틱을 용융수단에 투입하기 위한 것으로, 특별히 한정되지 않는 취지에서 구체적으로는 정량탱크(2), 밸브(3) 및 스류컨베이어식 투입장치(4)로 구현될 수 있다.

원료용융수단은 투입된 원료를 적어도 1회 이상 연속과정으로 용융시켜 폐가스와 열분해되지 않는 불순물을 제거하기 위한 것으로, 특별히 한정되지 않는 취지에서 구체적으로는 1차 용융조(5)와, 2차 용융조(8)를 통해 구현될 수 있다.

열분해 반응수단은 용융물을 열분해하여 저분자 가스 오일 및 고분자 생성물을 생산하고, 이때 고분자 생성물은 새로 투입되는 용융물과 함께 재차 열분해하기 위한 것으로, 특별히 한정되지 않는 취지에서 구체적으로는 탱크 반응기(15), 관형 반응기(17), 기액분리기(18)로 구현될 수 있다.

감압증류수단은 저분자 가스 오일을 감압증류하여 원료가스 및 대체유를 생산하기 위한 것으로, 특별히 한정되지 않는 취지에서 구체적으로는 증류탑(19), 냉각기(22-1~22-4), 정제탱크(24,27)로 구현될 수 있다.

폐가스 처리수단은 혼합 폐플라스틱의 용융과정을 통해 발생한 폐가스, 특히 바람직하게는 염소가스를 제거하기 위한 것으로, 특별히 한정되지 않는 취지에서 구체적으로는 중화조(13)로 구현될 수 있다.

이하 상기 구성의 바람직한 실시예로 도시된 본 발명의 제조장치의 작용관계를 상세히 설명하기로 한다. 도 2는 상기 제조장치를 이용한 본 발명의 대체 연료유 제조공정을 개략적으로 도시한 절차흐름도이다. 본 발명에 의한 대체 연료유 제조공정은,

첫째, 전처리과정으로서 수집된 원료물질로부터 열분해 부적합물질을 선별 및 제거한 후 저장된 혼합 폐플라스틱을 용융로에 이송, 투입하는 공정

둘째, 이들 고형 원료의 완전한 용융을 위해 고온에서 1차 및 2차 용융시키는 용융 공정

셋째, 1, 2차 용융과정에서 PVC를 혼합한 혼합 폐플라스틱으로부터 생성된 가스 중 PVC에 의해 생성된 염소 가스를 제거를 위한 중화 공정

넷째, 2차 용융조에서 완전히 용융된 플라스틱으로부터 무기물을 포함한 열분해 부적합물질(슬러지)을 농축하여 배출시키는 공정

다섯째, 용융된 액체반응물을 400℃ 내외에서 유용한 대체 연료유로 분해하기 위한 연속 순환식 관형 반응기에 의한 열분해 공정

여섯째, 열분해 공정에서 얻은 생성물을 본 공정의 연료유로 사용하는 가스를 포함한 저분자 생성물, 등유와 경유 정도의 중간 생성물 그리고 다시 열분해 반응기에 재순환되는 중질유로 분류하는 감압 증류 공정

일곱째, 용융 공정과 반응 공정에서 주기적으로 배출되는 슬러지를 재처리하는 분해반응 공정 등으로 구성되어 있다.

이를 도 1의 장치 구성도로서 더욱 상세히 설명하면 다음과 같다. 우선 수집된 혼합 폐플라스틱은 불순물 제거를 위해 선별과 수십 mm의 크기로 파쇄하는 전처리 과정을 거친 후 2~3일 정도 열분해 공정에 공급이 가능한 양을 저장조에 저장한다.

이하 본 발명의 실시예에서 언급되는 혼합 페플라스틱은 PVC가 3%이하 포함된 열가소성 플라스틱을 주로 하면서 여기에 미량의 열경화성 수지가 포함된 것을 전제로 한다.

저장된 혼합 플라스틱은 시간당 수백 kg정도로 컨베이어(1)로 이송되어 로드셀이 설치된 정량 탱크(2)에 투입되고 투입된 페플라스틱은 일정한 양이 되면 센서가 감지되어 탱크 하단에 설치된 밸브(3)를 열어 스크류 컨베이어(4)식 투입장치에 의해 교반기가 설치된 1차 용융조(5)에 투입된다. 투입장치의 작동과 정량 탱크의 양 그리고 탱크 하단에 설치된 개폐기의 열림은 자동화 시스템의 설정 값에 의해 자동적으로 작동된다.

1차 용융조(5)에 투입된 혼합 페플라스틱은 300~350℃의 온도에서 교반되면서 용융되는데 열원은 주로 순환 열분해 반응기로부터 고온의 반응물을 공급받아 고품 페플라스틱을 용융시키고 보조 열원의 역할을 하는 용융조 하단에 설치된 연소 버너(6-1)가 보충시킨다. 이 과정에서 혼합 페플라스틱에 포함된 PVC가 대부분 분해되어 염소수소 가스로 배출된다. 1차와 2차 용융조 사이에 설치되며 2차 용융조(8)의 레벨 수위에 따라 자동으로 개폐가 조절되는 게이트 밸브(7)를 개방시켜 1차 용융조에서 완전하게 용융되지 않은 페플라스틱을 교반기가 설치된 고온의 2차 용융조에 전달한다. 이로써 페플라스틱을 더욱 녹여 점성을 낮추고 또한 일부 분해되지 않은 PVC는 재차 녹여 염소 가스로 완전하게 제거하는데 열 공급은 반응기 하단에 설치된 열 공급 버너에 의해 공급된다. 2차 용융 탱크 하단에 침전된 불순물인 흙 등의 무기물들은 스크류 컨베이어와 자동밸브로 구성되는 슬러지 배출장치(9)에 의해 슬러지 열분해 반응기(10)에 투입된다.

1차와 2차 용융로에서 발생된 염소 가스를 포함한 저분자 탄화수소 가스는 1차(11)와 2차(12) 냉각기를 통해 냉각된 후 응축되며, 이때 응축된 액상 생성물은 저장 탱크(25)에 저장하고 가스는 중화조(13)에서 염기 수용액으로 중화 처리하여 생성 가스에 염소 성분이 포함되지 않도록 처리한 후 배출하여 본 공정의 연료로 재사용된다.

2차 용융조에서 충분히 녹은 반응물은 교반기가 설치된 저장 탱크(15)에 저장되고 저장 탱크 하단의 출구에 연결된 고온용 순환 펌프(16-1)를 이용하여 연료가스버너가 장착된 관형 반응기(17)를 지나면서 연속적인 열분해가 진행된다. 이 연속적인 열분해 공정은 고온 상태의 반응기 내에서 탄화수소로부터 코크 생성이 용이하여 반응기를 막기 때문에 이를 억제시킬 수 있는 실험 조건 즉, 열분해가 일어날 수 있는 낮은 열분해 온도와 상압 이상의 압력에서 반응물의 빠른 선속도를 유지하는 것이 중요하다. 분해된 생성물의 일부는 원료인 고품 반응물을 녹이기 위한 열원으로 1차 용융로(5)에 이송되고 나머지 생성물은 분리 탱크(18)에 전달된다. 여기에서 분리된 저분자 생성물은 상부 출구를 통해 증류탑(19)에 보내지고 고분자 생성물은 하부 출구를 통해 다시 저장 탱크(15)에 보내진다. 이때 고분자 생성물은 2차 용융로에서 들어온 액체 반응물과 교반기의 회전에 의해 잘 섞여 고온의 일정한 성상의 혼합 물질로 된다. 이후 혼합물질은 재차 순환 열분해 반응기에 투입되어 반복적으로 열분해된다. 이와 같은 순환 열분해 반응은 안정적이고 연속적으로 빠르게 일어남으로써 대량 처리가 가능하고 높은 수율의 대체 연료유를 생산하게 된다.

2차 용융로(8)와 저장 탱크(15)의 하단에 침전된 슬러지는 많은 탄화수소 성분이 포함되어 있다. 따라서, 재처리를 위해 주기적으로 슬러지 처리용 열분해 반응기(10)에 포집하고, 여기에 분해 활성을 가진 촉매를 투입한 후 반응기 하단에 설치된 가열 버너(6-4)로 온도를 450℃이상까지 상승시켜 생성유를 얻는다. 상기 생성유는 증류탑(19)에 보내지고 최종 처리한 후 남은 무기성 잔류물은 스크류 피더로 배출한다. 이들 슬러지의 재처리는 오일의 회수와 폐기되는 잔류 양의 감소로 상당한 경제적인, 환경적인 효과를 갖는다.

다음은 감압 공정에 의한 생성물의 분류 단계로, 증류탑 바로 전 공정인 분리 탱크(18)의 상단으로부터 배출된 저분자 가스 오일은 가열 히터가 설치된 증류탑(19)에서 기-액 접촉과 온도 분포에 의해 비응축성 가스 유분, 휘발유 상당의 저비점 오일, 등유·경유에 상당하는 연료유 그리고 미 반응물인 중질 유분으로 분류된다.

증류탑 하단에는 고온 오일이 일정한 온도를 유지하기 위해 순환 펌프(16-2)를 작동하여 열 교환기(20)로부터 열을 회수한 후 다시 증류탑 하단으로 순환시켜 온도를 조절하고, 동시에 일정 레벨 수위를 유지하기 위해 레벨 수위에 따라 밸브를 개폐하는데, 일정 레벨 이상의 유분은 저장조(21)에 저장한 후 이송 펌프(16-3)를 이용하여 열분해 반응을 위한 저장 탱크(15)로 환류된다.

한편 증류탑의 중간 단 부분에서 분리된 대체 연료유 정도의 유분은 냉각기(22-1)를 경유하여 저장 탱크(23)에 저장하여 최종 제품으로 사용하거나, 다른 분류된 유분 또는 첨가제를 혼합하여 연료유 등으로 사용이 가능하다.

또한 증류탑 상단 부분에서 분류된 가스를 포함한 끓는점이 낮은 생성물은 냉각기(22-3)를 경유하여 정제 탱크(24)에서 정제하여 상 분리시킨 후 기체 생성물을 얻는다. 이들 중 2차 냉각기(22-4)와 2차 정제 탱크(27) 그리고 진공 펌프(26)를

경유하여 나온 가스는 압축 저장된 후 본 공정의 연료유로 사용된다. 액상 생성물은 이송 펌프(16-6)에 의해 일부는 환류하여 증류탑에 재순환되고 나머지 액상 생성물은 다시 냉각기(22-2)를 경유하여 저장 탱크(25)로 이송되어 본 공정의 연료유로 사용하거나 중간 단계에서 얻은 유분과 혼합하여 연료유 등으로 사용이 가능하다.

발명의 효과

본 발명에 의하면, 무촉매 공정인 동시에 순환식 연속 열분해 반응에 의해 저급왁스의 생성을 최소화한 대체 연료유를 제조할 수 있다. 또한 용융의 과정에서 발생하는 폐가스를 처리하여 환경친화적이며, 생성된 연료가스는 열원으로 재사용함으로써 경제적으로 대체 연료유를 제조할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

선별된 혼합 페플라스틱을 투입하는 원료투입수단과, 투입된 원료를 적어도 1회 이상 용융시켜 폐가스와 열분해되지 않는 불순물을 제거하는 원료용융수단과, 용융물을 열분해하여 저분자 가스 오일 및 고분자 생성물을 생산하고, 이때 고분자 생성물은 새로 투입되는 용융물과 함께 재차 열분해하는 열분해 반응수단과, 저분자 가스 오일을 감압증류하여 원료가스 및 대체유를 생산하는 감압증류수단과, 혼합 페플라스틱의 용융과정을 통해 발생한 폐가스를 제거하는 폐가스 처리수단과, 용융수단 또는/및 열분해 반응수단에서 발생하는 슬러지를 슬러지 재열분해 수단으로 배출하는 슬러지 배출수단, 및 슬러지를 재열분해하여 생성유 및 코크를 생성시키는 슬러지 재열분해 수단을 포함하는 대체연료유 제조장치

청구항 2.

제 1항에 있어서, 원료용융수단은 가열온도가 250~350℃로 유지되는 제 1차 용융조 및 제 2차 용융조로 순차 구성되며, 열분해 반응수단에서 생성된 고온의 반응물을 상기 1차 용융조에 순환적으로 공급하도록 구성된 대체연료유 제조장치

청구항 3.

제 1항에 있어서, 열분해 반응수단은 고온의 반응물을 저장하는 탱크반응기와, 순환펌프를 매개하여 유입되는 상기 탱크 반응기의 반응물을 연속적으로 열분해하는 관형반응기와, 상기 관형반응기로부터 유입된 반응물을 저분자 가스 오일과 고분자 생성물로 분리하는 기액분리조를 포함하는 대체연료유 제조장치

청구항 4.

제 3항에 있어서, 관형반응기는 폐가스처리수단 또는/및 감압증류수단으로부터 발생하는 연료가스를 연소하여 얻어지는 복사열을 이용하며, 상압이상의 압력하에 운전되는 대체연료유 제조장치

청구항 5.

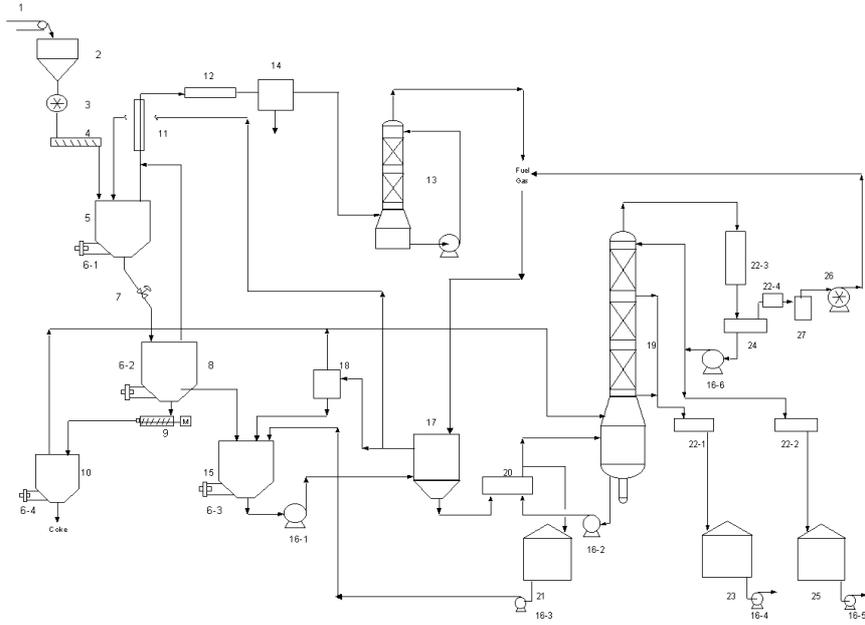
제 1항에 있어서, 감압증류수단은 상압보다 0~600mmHg 낮은 압력으로 유지되는 대체연료유 제조장치

청구항 6.

제 1항에 있어서, 폐가스처리수단은 염소가스를 중화하기 위해 염기성 용액을 포함하는 대체연료유 제조장치

도면

도면1



도면2

