



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월05일
(11) 등록번호 10-2308554
(24) 등록일자 2021년09월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10G 69/00 (2006.01) C10G 11/18 (2006.01)
C10G 21/00 (2006.01) C10G 35/00 (2006.01)
C10G 45/44 (2006.01) C10G 47/00 (2006.01)
C10G 69/04 (2006.01) C10G 69/06 (2006.01)
C10G 9/36 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C10G 69/00 (2013.01)
C10G 11/18 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7002655
(22) 출원일자(국제) 2014년06월30일
심사청구일자 2019년06월26일
(85) 번역문제출일자 2016년01월29일
(65) 공개번호 10-2016-0027123
(43) 공개일자 2016년03월09일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2014/063858
(87) 국제공개번호 WO 2015/000850
국제공개일자 2015년01월08일

(30) 우선권주장
13174763.6 2013년07월02일
유럽특허청(EPO)(EP)

(56) 선행기술조사문헌
KR1020010022121 A*
US20050258073 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
사우디 베이식 인더스트리즈 코포레이션
사우디아라비아 리야드 11422 피.오.박스 5101
사빅 글로벌 테크놀로지스 비.브이.
네덜란드 베켄 읍 줌 4612 피엑스 플라스틱스란
1

(72) 발명자
워드, 앤드류 마크
영국 월턴 센터 티에스10 4와이에이 유나이티드
킹덤, 피.오. 박스 99 사빅 유케이 페트로케미컬
스
나라야나스와미, 라비찬더
인도 카나타카 방갈로르 562125 니어 세인트 필로
메나 스쿨 오프. 사르자푸라 아티멜레 스테이트
하이웨이 아네칼 탈룩 빌리지 : 치카둔나산드라
플롯 넘버 81 투 85 사빅 리서치 앤드 테크놀로지
프라이빗 리미티드
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인차

전체 청구항 수 : 총 13 항

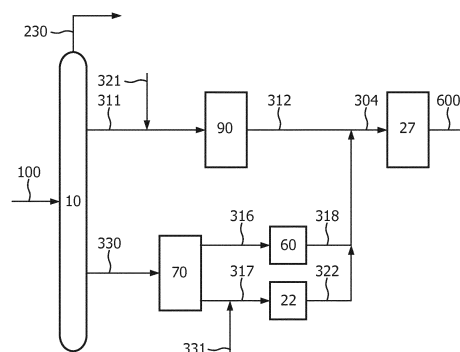
심사관 : 류동연

(54) 발명의 명칭 원유를 비티엑스(B T X) 수율이 향상된 석유화학물질로 변환시키기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 원유 증류, 개질, 탈방향족화, 유체 촉매적 분해 및 방향족 개환을 포함하여 원유를 석유화학 산물로 변환시키는 통합 방법으로서, 원유를 원유 증류로 처리하여 등유와 가스유(gasoil) 중 하나 이상 및 나프타(naphtha)를 생산하는 단계; 나프타를 개질(reforming)로 처리하여 개질기 가솔린을 생산하는 단계; 등유 및/또
(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



는 가스유를 탈방향족화(dearomatization)로 처리하여 알칸 및 나프텐이 농축된 제1 스트림 및 방향족물질이 농축된 제2 스트림을 생산하는 단계; 알칸 및 나프텐이 농축된 스트림을 열분해(pyrolysis)로 처리하여 열분해 가솔린을 생산하거나, 또는 유체 촉매적 분해로 처리하여 FCC 가솔린을 생산하는 단계; 방향족물질이 농축된 스트림을 방향족 개환으로 처리하여 ARO 가솔린을 생산하는 단계; 및 개질기 가솔린, FCC 가솔린 및 ARO 가솔린 중 하나 이상을 가솔린 처리로 처리하여 BTX를 생산하는 단계를 포함하는 통합 방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 본 발명의 방법을 사용하여 원유를 석유화학산물로 변환시키는 공정 장치에 관한 것이다. 본 발명의 방법 및 공정 장치는 연료 생산 대신에 석유화학물질의 생산을 증가시키고, BTX 수율을 향상시킨다.

(52) CPC특허분류

- C10G 21/00 (2013.01)
- C10G 35/00 (2013.01)
- C10G 45/44 (2013.01)
- C10G 47/00 (2013.01)
- C10G 69/04 (2013.01)
- C10G 69/06 (2013.01)
- C10G 9/36 (2013.01)
- C10G 2400/20 (2013.01)
- C10G 2400/30 (2013.01)

(72) 발명자

라자고팔란, 비자야난드

인도 카나타카 방갈로르 562125 니어 세인트 필로 메나 스쿨 오프. 사르자푸라 아티벨레 스테이트 하이웨이 아네갈 탈룩 빌리지 : 치카둔나산드라 플롯 넘버 81 투 85 사빅 리서치 앤드 테크놀로지 프라이빗 리미티드

오프린스, 아르노 요하네스 마리아

네덜란드 엔엘-6160 쥐에이 켈린 피.오. 박스 3008 사빅 인텔렉추얼 프로퍼티 그룹 내

세어레켄스, 에지디우스 자코바 마리아

네덜란드 엔엘-6160 쥐에이 켈린 피.오. 박스 3008 사빅 인텔렉추얼 프로퍼티 그룹 내

벨라스코 펠라에즈, 라울

네덜란드 엔엘-6160 쥐에이 켈린 피.오. 박스 3008 사빅 인텔렉추얼 프로퍼티 그룹 내

명세서

청구범위

청구항 1

원유 증류, 개질, 탈방향족화, 유체 촉매적 분해 및 방향족 개환을 포함하여 원유를 석유화학 산물로 변환시키는 통합 방법으로서,

- (a) 원유를 원유 증류로 처리하여 등유와 가스유(gasoil) 중 하나 이상 및 나프타(naphtha)를 생산하는 단계;
 - (b) 나프타를 개질(reforming)로 처리하여 개질기 가솔린을 생산하는 단계;
 - (c) 등유 및/또는 가스유를 탈방향족화(dearomatization)로 처리하여 알칸 및 나프텐이 농축된 제1 스트림 및 방향족물질이 농축된 제2 스트림을 생산하는 단계;
 - (d) 알칸 및 나프텐이 농축된 스트림을 열분해(pyrolysis)로 처리하여 열분해 가솔린을 생산하거나, 또는 유체 촉매적 분해(FCC, fluid catalytic cracking)로 처리하여 FCC 가솔린을 생산하는 단계;
 - (e) 방향족물질이 농축된 스트림을 방향족 개환(ARO, aromatic ring opening)으로 처리하여 ARO 가솔린을 생산하는 단계; 및
 - (f) 개질기 가솔린, 열분해 가솔린, FCC 가솔린 및 ARO 가솔린 중 하나 이상을 가솔린 처리로 처리하여 BTX를 생산하는 단계
- 를 포함하는, 통합 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 본 방법에서 원유 증류에 의해 생산된 등유 및 가스유의 조합 중 적어도 50wt%가 탈방향족화로 처리되는 것인, 통합 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 원유 증류에 의해 생산된 잔사유를 잔사유 업그레이드화로 처리하여 LPG 및 잔사유 업그레이드화 액체 유출물을 생산하는 단계를 추가로 포함하는, 통합 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 잔사유 업그레이드화가 잔사유 수소화분해인, 통합 방법.

청구항 5

제3항에 있어서, 액체 잔사유 업그레이드화 유출물에 포함된 중질 증류물을 유체 촉매적 분해로 처리하여 FCC 가솔린 스트림을 생산하고, 이 스트림은 가솔린 처리로 처리되는 단계를 추가로 포함하는, 통합 방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 열분해 또는 유체 촉매적 분해에 의해 생산된 중간 증류물이 방향족 개환으로 처리되는, 통합 방법.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 정제소 단위에 의해 생산된 LPG가 올레핀 합성으로 처리되어 올레핀을 생산하는, 통합 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 올레핀 합성이 열분해를 포함하는, 통합 방법.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서, 가솔린 처리가 개질기 가솔린, 열분해 가솔린, FCC 가솔린 및 ARO 가솔린 중 하나 이상을 수소의 존재 하에 수소화분해 조건 하의 공정 하에서 수소화분해 촉매와 접촉시키는 단계를 포함하는 가솔린 수소화분해인, 통합 방법.

청구항 10

원유를 석유화학 산물로 변환시키는 공정 장치로서,

원유(100)를 위한 유입구, 나프타(311)를 위한 배출구, 및 등유 및/또는 가스유(330)를 위한 하나 이상의 배출구를 포함하는 원유 증류 단위(10);

나프타를 위한 유입구 및 개질기 가솔린(312)을 위한 배출구를 포함하는 개질기 단위(90);

등유 및/또는 가스유를 위한 유입구, 알칸 및 나프텐이 농축된 스트림(316)을 위한 배출구 및 방향족물질이 농축된 스트림(317)을 위한 배출구를 포함하는 탈방향족화 단위(70);

탈방향족화에 의해 생산된 알칸 및 나프텐(316)을 위한 유입구 및 열분해 가솔린 또는 FCC 가솔린(318)을 위한 배출구를 각각 포함하는 증기 분해기 또는 유체 촉매적 분해기(60);

탈방향족화에 의해 생산된 방향족물질이 농축된 스트림(317)을 위한 유입구 및 ARO 가솔린(322)을 위한 배출구를 포함하는 방향족 개환 단위(22); 및

개질기 가솔린, 열분해 가솔린, FCC 가솔린 및 ARO 가솔린 중 하나 이상(304)을 위한 유입구 및 BTX(600)를 위한 배출구를 포함하는 가솔린 처리 단위(27)

를 포함하는, 공정 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 원유 증류에 의해 생산된 잔사유 및 정제소 단위 유래의 중질 증류물을 위한 유입구 및 잔사유 업그레이드화에 의해 생산된 LPG(223)를 위한 배출구 및 잔사유 업그레이드화 액체 유출물(326)을 위한 배출구를 포함하는 잔사유 업그레이드화 단위(40)를 추가로 포함하는, 공정 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 잔사유 업그레이드화에 의해 생산된 중질 증류물(326)을 위한 유입구 및 가솔린 처리 단위(27)로 선택적으로 이송되는 FCC 가솔린(319)을 위한 배출구를 포함하는 유체 촉매적 분해기(61)를 추가로 포함하는, 공정 장치.

청구항 13

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 이 장치에 의해 생산된 LPG(200)를 위한 유입구 및 올레핀(501)을 위한 배출구를 포함하는 가스 분해기(35)를 추가로 포함하는, 공정 장치.

청구항 14

삭제

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 원유 증류, 개질(reforming), 탈방향족화(dearomatization), 유체 촉매적 분해(fluid catalytic cracking) 및 방향족 개환(aromatic ring opening)을 포함하여, 원유를 석유화학 산물로 변환시키는 통합 방법(integrated process)에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 원유 증류 단위(unit), 개질 단위, 탈방향족화 단위, 유체 촉매적 분해 단위 및 방향족 개환 단위를 포함하여, 원유를 석유화학 산물로 변환시키는 공정 장치(process installation)에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 지금까지 원유 정제소는 연료 생산 대신에 고가의 화학물질의 생산을 증가시키기 위해 열분해 증기 분해 단위와 같은 하류 화학 플랜트들과 통합될 수 있는 것으로 기술되어 있다.
- [0003] US 3,702,292는 원유 증류 수단, 수소화분해 수단, 딜레이드 코크스화 수단, 개질 수단, 열분해 증기 분해 단위와 열분해 산물 분리 단위를 포함하는 에틸렌 및 프로필렌 생산 수단, 촉매적 분해 수단, 방향족 산물 회수 수단, 부타디엔 회수 수단 및 알킬화 수단을 상호-관련된 시스템으로 수반하여, 원유의 석유화학물질로의 약 50% 변환 및 원유의 연료로의 약 50%의 변환을 생산하기 위한, 연료 및 화학산물을 생산하기 위한 통합된 원유 정제 설비를 기술한다.
- [0004] 석유화학물질을 생산하는 하류 화학 플랜트와 정유 작업을 통합시킨 종래의 수단 및 방법의 주요 단점은 이러한 통합 방법들이 여전히 연료의 유의적인 양을 생산한다는 것이다. 또한, 하류 화학 플랜트와 정유 작업을 통합시키는 종래의 수단 및 방법은 원유의 wt%에 의거하여 나타낸 BTX 수율이 비교적 낮다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명의 목적은 연료 생산 대신에 석유화학물질의 생산을 증가시킨, 하류 화학 플랜트와 정유 작업을 통합시키는 수단 및 방법을 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 목적은 BTX 수율이 향상된, 하류 화학 플랜트와 정유 작업을 통합시키는 수단 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0006] 상기 문제에 대한 해법은 이하에 기술되고 청구항에 특성화된 양태들을 제공함으로써 달성된다.
- [0007] 하나의 관점에 따르면, 본 발명은 원유를 석유화학 산물로 변환시키는 통합 방법에 관한 것이다. 이 방법은 또한 이하에 더 상세히 설명되는 도 1 및 2에 제시되어 있다.
- [0008] 따라서, 본 발명은 원유를 석유화학 산물로 변환시키는 통합 방법으로서,
- [0009] (a) 원유를 원유 증류로 처리하여 등유와 가스유(gasoil) 중 하나 이상 및 나프타(naphtha)를 생산하는 단계;
- [0010] (b) 나프타를 개질(reforming)로 처리하여 개질기 가솔린을 생산하는 단계;
- [0011] (c) 등유 및/또는 가스유를 탈방향족화(dearomatization)로 처리하여 알칸 및 나프텐이 농축된 제1 스트림 및 방향족물질이 농축된 제2 스트림을 생산하는 단계;
- [0012] (d) 알칸 및 나프텐이 농축된 스트림을 열분해(pyrolysis)로 처리하여 열분해 가솔린을 생산하거나, 또는 유체 촉매적 분해로 처리하여 FCC 가솔린을 생산하는 단계;
- [0013] (e) 방향족물질이 농축된 스트림을 방향족 개환으로 처리하여 ARO 가솔린을 생산하는 단계; 및
- [0014] (f) 개질기(reformer) 가솔린, 열분해 가솔린, FCC 가솔린 및 ARO 가솔린 중 하나 이상을 가솔린 처리로 처리하여 BTX를 생산하는 단계를 포함하는 통합 방법을 제공한다.
- [0015] 본 발명의 정황에서, 원유를 석유화학산물로 변환시키는 통합 방법의 BTX 수율은 특별히 나프타를 촉매적 개질로 처리하여 개질기 가솔린을 생산하고, 등유와 가스유에 포함된 알칸 및 나프텐을 열분해 또는 유체 촉매적 분해로 처리하여 열분해 가솔린 또는 FCC 가솔린을 생산하며, 등유 및 가스유에 포함된 방향족 탄화수소 화합물을 방향족 개환으로 처리하여 ARO 가솔린을 생산함으로써 향상될 수 있는 것으로 발견되었다. 본원에 사용된, "BTX 수율"이란 용어는 원유의 총 질량 중 생산된 BTX의 wt%를 가리킨다.
- [0016] 바람직하게는, 단계 (a)의 나프타는 본 방법에서 생산된 정제소 단위 유래의 경질 증류물과 합쳐질 수 있다. 또한, 단계 (d)의 방향족물질이 농축된 스트림은 본 방법에서 생산된 정제소 단위 유래의 중간 증류물과 합쳐지는 것이 바람직하다.
- [0017] 선행 기술은 정제소 단위 유래의 증류물 및/또는 특정 원유 유분과 같은 특정 탄화수소 공급물로부터 BTX와 같은 석유화학산물을 생산하는 방법을 기술한다.
- [0018] US 4,181,599는 나프타-비등 범위의 탄화수소를 가솔린 연료 및 BTX로 업그레이드하는 방법으로서, 상기 나프타

를 C6 지방족물질과 저-비등성(lower boiling) 탄화수소를 포함하는 경질 유분 및 고-비등성(higher boiling) 유분으로 분리하는 단계를 포함하며, 이때 고-비등성 유분은 개질로 처리되고, 이에 따라 수득되는 중질 개질물은 ZSM-5 촉매의 존재 하에 분해(cracking) 처리되는 방법을 기술한다. US 4,181,599는 탈방향족화, 유체 촉매적 분해 및 방향족 개환을 포함하여, 원유를 석유화학산물로 변환시키는 방법을 기술하지 않는다. 또한, US 4,181,599의 방법은 고 옥탄 기술된 연료에 대하여 최적화된 방법으로, ZSM 반응 구역에서 생산된 C5+ 유분으로부터 오로지 BTX가 분리될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1 및 2는 본 발명에 따른 원유를 석유화학 산물로 변환시키는 공정 장치를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본원에 사용된 "원유"란 용어는 지질계통으로부터 미정제 형태로 추출된 석유를 의미한다. 또한, 원유란 용어는 물-오일 분리 및/또는 가스-오일 분리 및/또는 탈염 및/또는 안정화로 처리된 바 있는 원유도 포함하는 것으로 이해되어야 할 것이다. 모든 원유가 본 발명의 방법의 급원 물질로 적합하고, 그 예로는 아라비아 헤비(Arabian Heavy), 아라비아 라이트(Arabian Light), 여타 걸프(Gulf) 원유, 브렌트(Brent), 북해 원유, 북아프리카 및 서아프리카 원유, 인도네시아, 중국 원유 및 이의 혼합유, 뿐만 아니라 셰일유(shale oil), 타르샌드(tar sand), 가스 응축물(gas condensate) 및 생물계 오일도 포함한다. 본 발명의 방법에 공급물로서 사용된 원유는 API 도(gravity)가 ASTM D287 기준에 따라 측정했을 때 20° API 초과인 통상적인 석유인 것이 바람직하다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법에 사용된 원유는 API도가 30° API 초과인 경질(light) 원유이다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 방법에 사용된 원유는 아라비아 라이트 원유를 포함한다. 아라비아 라이트 원유는 일반적으로 API도가 32 내지 36° API 사이이고, 황 함량이 1.5 내지 4.5wt% 사이이다.

[0021] 본원에 사용된 "석유화학물질" 또는 "석유화학 산물"이란 용어는 연료로서 사용되지 않은, 원유 유래의 화학 산물을 의미한다. 석유화학 산물은 화학물질 및 중합체를 생산하기 위한 기본 공급원료로서 사용되는 올레핀 및 방향족물질을 포함한다. 고가(high-value) 석유화학물질은 올레핀 및 방향족물질을 포함한다. 일반적인 고가 올레핀으로는 에틸렌, 프로필렌, 부타디엔, 부틸렌-1, 이소부틸렌, 이소프렌, 사이클로펜타디엔 및 스티렌을 포함하지만, 이에 국한되는 것은 아니다. 일반적인 고가 방향족물질로는 벤젠, 톨루엔, 자일렌 및 에틸 벤젠을 포함하지만, 이에 국한되는 것은 아니다.

[0022] 본원에 사용된 "연료"란 용어는 에너지 운반체로서 사용되는 원유 유래의 산물을 의미한다. 잘 알려진 화합물의 집합인 석유화학물질과 달리, 연료는 일반적으로 여러 탄화수소 화합물의 복합 혼합물이다. 정유에 의해 일반적으로 생산되는 연료는 가솔린, 제트 연료, 디젤 연료, 중질 연료유 및 석유 코크스를 포함하지만, 이에 국한되는 것은 아니다.

[0023] 본원에 사용된 "원유 증류 단위"에 의해 생산된 가스" 또는 "가스 유분"이란 용어는 원유 증류 공정에서 수득되는, 상온에서 가스성인 유분을 의미한다. 따라서, 원유 증류에 의해 유래된 "가스 유분"은 주로 C1-C4 탄화수소를 포함하고, 추가로 황화수소 및 이산화탄소와 같은 불순물을 포함할 수 있다. 본 명세서에서, 원유 증류에 의해 수득되는 기타 석유 유분은 "나프타", "등유", "가스유" 및 "잔사유"라고 지칭된다. 나프타, 등유, 가스유 및 잔사유란 용어들은 석유 정제 공정 분야에서 일반적으로 인식되고 있는 의미로 본원에 사용된다(Alfke et al.(2007) Oil Refining, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry 및 Speight(2005) Petroleum Refinery Processes, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology). 이와 관련하여, 원유에 포함된 탄화수소 화합물의 복합 혼합물 및 원유 증류 공정에 대한 기술적 한계로 인하여, 여러 원유 증류 유분 간에는 중복이 있을 수 있음을 유념해야 한다. 바람직하게는, 본원에 사용된 "나프타"란 용어는 비등점이 약 20 내지 200°C, 더욱 바람직하게는 약 30 내지 190°C 범위인 원유 증류에 의해 수득되는 석유 유분을 가리킨다. 바람직하게는, 경질 나프타는 비등점이 약 20 내지 100°C, 더욱 바람직하게는 약 30 내지 90°C 범위인 유분이다. 중질 나프타는 바람직하게는 비등점이 약 80 내지 200°C 범위이고, 더욱 바람직하게는 약 90 내지 190°C 범위인 것이다. 바람직하게는, 본원에 사용된 "등유"란 용어는 비등점이 약 180 내지 270°C 범위, 더욱 바람직하게는 약 190 내지 260°C 범위인, 원유 증류에 의해 수득되는 석유 유분을 가리킨다. 바람직하게는, 본원에 사용된 "가스유"란 용어는 비등점이 약 250 내지 360°C 범위, 더욱 바람직하게는 약 260 내지 350°C 범위인 원유 증류에 의해 수득되는 석유 유분을 가리킨다. 바람직하게는, 본원에 사용된 "잔사유"란 용어는 비등점이 약 340°C 초과, 더욱 바람직하게는 약 350°C 초과인, 원유 증류에 의해 수득되는 석유 유분을 가리킨다.

[0024] 본원에 사용된, "정제소 단위"란 용어는 원유를 석유화학물질 및 연료로 화학적 변환시키기 위한 석유화학 복합

단지의 구역을 가리킨다. 이와 관련하여, 올레핀 합성 단위, 예컨대 증기 분해기도 "정제소 단위"를 나타내는 것으로 생각되어야 한다는 것을 유념해야 한다. 본 명세서에서, 정제소 단위에 의해 생산되거나 정제소 단위 조작에서 생산된 여러 탄화수소 스트림들은 정제소 단위-유래 가스, 정제소 단위 유래 경질 증류물, 정제소 단위 유래 중간 증류물 및 정제소 단위 유래 중질 증류물로 지칭되고 있다. 따라서, 정제소 단위 유래의 증류물은 화학적 변환과 그 다음 분리, 예컨대 증류 또는 추출에 의한 결과로서 수득되며, 이는 원유 유분과 대조적인 것이다. "정제소 단위 유래 가스"란 용어는 정제소 단위에서 생산된, 상온에서 가스성인 산물의 유분을 가리킨다. 따라서, 정제소 단위 유래 가스 스트림은 LPG 및 메탄과 같은 가스성 화합물을 포함할 수 있다. 정제소 단위 유래 가스 스트림에 포함된 기타 성분들은 수소 및 황화수소일 수 있다. 경질 증류물, 중간 증류물 및 중질 증류물이란 용어는 석유 정제 공정 분야에서 일반적으로 인식되고 있는 의미로서 본원에 사용되고 있다: 상기 인용된 문헌 Speight, J.G.(2005) 참조. 이와 관련하여, 정제소 단위 조작에 의해 생산된 산물 스트림에 포함된 탄화수소 화합물의 복합 혼합물 및 여러 유분들을 분리하는데 사용된 증류 공정에 대한 기술적 한계로 인하여, 여러 증류 유분 사이에는 중복 부분이 있을 수 있음을 유념해야 한다. 바람직하게는, 정제소 단위 유래 경질 증류물은 정제소 단위 공정에서 수득된, 비등점이 약 20 내지 200℃, 더욱 바람직하게는 약 30 내지 190℃ 범위인 탄화수소 증류물이다. "경질 증류물"은 하나의 방향족 고리를 가진 방향족 탄화수소가 종종 비교적 풍부하다. 바람직하게는, 정제소 단위 유래 중간 증류물은 정제소 단위 공정에서 수득되는, 비등점이 약 180 내지 360℃, 더욱 바람직하게는 약 190 내지 350℃ 범위인 탄화수소 증류물이다. "중간 증류물"은 2개의 방향족 고리를 가진 방향족 탄화수소가 비교적 풍부하다. 정제소 단위 유래 중질 증류물은 정제소 단위 공정에서 수득되는, 비등점이 약 340℃ 초과, 더욱 바람직하게는 약 350℃ 초과인 탄화수소 증류물인 것이 바람직하다. "중질 증류물"은 축합된 방향족 고리를 가진 탄화수소가 비교적 풍부하다.

[0025] "알칸"이란 용어는 이미 정립된 의미로 본원에 사용되며, 즉 일반식 C_nH_{2n+2} 로 표시되고, 따라서 수소 원자와 포화된 탄소 원자로만 이루어지는 비환식(acyclic) 분지형 또는 비분지형 탄화수소를 나타낸다; 예컨대 IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed.(1997) 참조. 이에 따라서, "알칸"이란 용어는 비분지형 알칸("노르말 파라핀" 또는 "n-파라핀" 또는 "n-알칸") 및 분지형 알칸("이소 파라핀" 또는 "이소 알칸")을 나타내지만, 나프텐(사이클로알칸)은 제외된다.

[0026] "방향족 탄화수소" 또는 "방향족물질"이란 용어는 당업계에 매우 잘 알려져 있다. 따라서, "방향족 탄화수소"란 용어는 안정성(탈국재화로 인해)이 가상의 국제화된 구조(예, 케쿨레(Kekule) 구조)보다 훨씬 큰 주기적 공액 탄화수소를 의미한다. 주어진 탄화수소의 방향족성을 측정하는 가장 일반적인 방법은 1H NMR 스펙트럼에서 디아트로픽시티(diatropicity)의 관찰, 예컨대 벤젠 고리 양성자들에서는 7.2 내지 7.3ppm 범위에서의 화학적 이동이 존재한다.

[0027] "나프텐계 탄화수소" 또는 "나프텐" 또는 "사이클로알칸"이란 용어들은 이미 정립된 의미로 본원에 사용되며, 따라서 포화된 환형 탄화수소를 나타낸다.

[0028] "올레핀"이란 용어는 이미 정립된 의미로서 본원에 사용된다. 따라서, 올레핀은 하나 이상의 탄소-탄소 이중결합을 포함하는 불포화 탄화수소 화합물을 의미한다. 바람직하게는, "올레핀"이란 용어는 에틸렌, 프로필렌, 부타디엔, 부틸렌-1, 이소부틸렌, 이소프렌 및 사이클로펜타디엔 중 2개 이상을 포함하는 혼합물을 의미한다.

[0029] 본원에 사용된 "LPG"란 용어는 "액화석유가스"란 용어의 잘 정립된 약어를 의미한다. LPG는 일반적으로 C2-C4 탄화수소의 블렌드(즉, C2, C3 및 C4 탄화수소의 혼합물)로 이루어진다.

[0030] 본 발명의 방법에서 생산된 석유화학 산물 중 하나는 BTX이다. 본원에 사용된 "BTX"란 용어는 벤젠, 톨루엔 및 자일렌의 혼합물을 의미한다. 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 생산된 산물은 에틸벤젠과 같은 유용한 방향족 탄화수소를 추가로 포함한다. 따라서, 본 발명은 바람직하게는, 벤젠, 톨루엔, 자일렌 및 에틸벤젠("BTXE")의 혼합물을 생산하는 방법을 제공한다. 생산된 산물은 여러 방향족 탄화수소의 물리적 혼합물이거나, 또는 추가 분리, 예컨대 증류로 직접 처리하여 다른 정제된 산물 스트림을 제공할 수 있다. 이와 같이 정제된 산물 스트림은 벤젠 산물 스트림, 톨루엔 산물 스트림, 자일렌 산물 스트림 및/또는 에틸벤젠 산물 스트림을 포함할 수 있다.

[0031] 본원에 사용된 "C# 탄화수소"(여기서, "#"는 양의 정수이다)는 탄소 원자 #개를 가진 모든 탄화수소를 나타내는 것이다. 또한, "C#+ 탄화수소"란 용어는 탄소 원자가 #개 이상인 모든 탄화수소 분자를 나타내는 것이다. 따라서, "C5+ 탄화수소"란 용어는 탄소 원자가 5개 이상인 탄화수소의 혼합물을 나타내는 것이다. 이에 따라 "C5+ 알칸"이란 용어는 탄소 원자가 5개 이상인 알칸을 의미한다.

- [0032] 본 발명의 방법은 비등점의 차이를 기반으로 하여 여러 원유 유분을 분리하는 것을 포함하는 원유 증류를 수반한다. 본원에 사용된, "원유 증류 단위(crude distillation unit 또는 crude oil distillation unit)"란 용어는 원유를 분별 증류에 의해 유분으로 분리하는데 사용되는 분별 컬럼을 가리킨다(상기 인용된 Alfke et al.(2007) 참조). 원유는 상압 증류 단위에서 가공처리되어 더 고 비등 성분들(상압 잔사유 또는 "잔사유")로부터 더욱 경질의 유분과 가스유를 분리하는 것이 바람직하다. 본 발명에서는 잔사유의 추가 분별을 위해 잔사유를 진공 증류 단위로 이동시킬 필요가 없고, 잔사유를 단일 유분으로서 가공처리하는 것이 가능하다. 하지만, 비교적 중질 원유 공급물인 경우에는 잔사유를 진공 증류 단위로 추가 분별하여 잔사유를 진공 가스유 유분과 진공 잔사유 유분으로 추가 분리하는 것이 유익할 수 있다. 진공 증류가 사용되는 경우에, 진공 가스유 유분과 진공 잔사유 유분은 별개로 후속 정제소 단위에서 가공처리될 수 있다. 예를 들어, 진공 잔사유 유분은 추가 가공처리 전에 용매 탈아스팔트화로 특수 처리될 수 있다. 바람직하게는, 본원에 사용된 "진공 가스유"란 용어는 비등점이 약 340 내지 560℃, 더 바람직하게는 약 350 내지 550℃인, 원유 증류에 의해 수득되는 석유 유분을 가리킨다. 바람직하게는, 본원에 사용된 "진공 잔사유"란 용어는 비등점이 약 540℃ 초과, 더욱 바람직하게는 약 550℃ 초과인 원유 증류에 의해 수득되는 석유 유분을 가리킨다.
- [0033] 본원에 사용된, "촉매적 개질기 단위" 또는 "개질기"란 용어는 나프타 및/또는 경질 증류물 공급물 스트림 중의 탄화수소 분자들이 반응하여 나프텐 및 파라핀을 방향족물질이 풍부한 경질 증류물로 변환되는 정제소 단위를 가리킨다; 상기 인용된 문헌 Alfke(2007) 참조. 촉매적 개질 공정에서, 탄화수소는 탈수소화되어 부산물인 수소가스를 유의적인 양으로 생산한다. 다른 부산물은 메탄 및 LPG이다. 일반적으로, 촉매적 개질은 이성체화 및 분해 반응을 촉진하는, 수소화 금속, 바람직하게는 백금 및 할로겐, 바람직하게는 염소를 포함하는 담지된 촉매를 사용하여 수행한다. 촉매적 개질에 적당한 공정 조건은 일반적으로 400 내지 600℃의 공정 온도 및 0.3 내지 5 MPa 게이지의 압력, 바람직하게는 0.5 내지 5 MPa 게이지의 압력을 포함한다.
- [0034] 본원에 사용된, "탈방향족화 단위"란 용어는 방향족 탄화수소, 예컨대 BTX를 혼합 탄화수소 공급물로부터 분리하는 정제소 단위를 의미한다. 이러한 탈방향족화 공정은 문헌[Folkins (2000) Benzene, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry]에 기술되어 있다. 따라서, 혼합 탄화수소 스트림을 방향족물질이 농축된 제1 스트림 및 파라핀과 나프텐이 농축된 제2 스트림으로 분리하는 공정들이 존재한다. 방향족 탄화수소와 지방족 탄화수소의 혼합물로부터 방향족 탄화수소를 분리하는데 바람직한 방법은 용매 추출이다: 예컨대 WO 2012135111 A2 참조. 방향족 용매 추출에 사용된 바람직한 용매는 상업적 방향족물질 추출 공정들에 흔히 사용되는 용매인 설펀, 테트라에틸렌 글리콜 및 N-메틸피롤리돈이다. 이 종들은 종종 다른 용매들 또는 다른 화학물질(때로, 공용매로 불림), 예컨대 물 및/또는 알코올과 함께 사용되기도 한다. 설펀과 같이 비-질소 포함 용매가 특히 바람직하다. 상업적으로 적용된 탈방향족화 공정은 이 용매 추출에 사용되는 용매의 비등점이 추출해야 하는 방향족 화합물의 비등점보다 낮아야 하기 때문에, 비등점 범위가 250℃, 바람직하게는 200℃를 초과하는 탄화수소 혼합물의 탈방향족화에는 바람직하지 않다. 중질 방향족물질의 용매 추출은 문헌, 예컨대 US 5,880,325에 기술되어 있다. 대안적으로, 용매 추출 외에 다른 공지된 방법들, 예컨대 분자체 분리 또는 비등점 기반의 분리가 탈방향족화 공정에서 방향족물질, 특히 중질 방향족물질을 분리하는데 적용될 수 있다.
- [0035] 본원에 사용된, "유체 촉매적 분해기 단위(fluid catalytic cracker unit)" 또는 "FCC 단위"란 용어는 석유 원유의 고비등, 고분자량 탄화수소 유분을 저비등점의 탄화수소 유분 및 올레핀계 가스로 변환시키는 정제소 단위를 가리킨다. FCC 단위에서, 분해는 일반적으로 "라이저(riser)"라 불리는 단기-접촉 시간 수직 또는 상승-경사진 파이프에서 매우 활성인 제올라이트계 촉매를 사용하여 수행한다. 전처리된 공급물은 공급물 노즐을 통해 라이저의 기저 내로 분사되고, 여기서 극히 고온의 유동화된 촉매와 접촉한다. 유체 촉매적 분해에 사용된 바람직한 공정 조건은 온도 425 내지 700℃ 및 압력 10 내지 800 kPa 게이지를 포함한다. 고온의 촉매는 공급물을 기화시키고 고분자량의 탄화수소를 LPG, 경질 증류물 및 중간 증류물을 포함하는 경질 성분으로 붕괴시키는 분해 반응을 촉진한다. 촉매/탄화수소 혼합물은 수 초 동안 라이저를 통해 상승한 뒤, 혼합물은 사이클론을 통해 분리된다. 촉매-제거된 탄화수소는 주 분별기(연료 가스, LPG, 경질 증류물, 중간 증류물 및 중질 증류물로 분리하기 위한 FCC 단위의 구성부품)로 수송된다. "소모된" 촉매는 분해된 탄화수소 증기로부터 해리되어 스트리퍼(stripper)로 이송되고, 여기서 증기와 접촉하여 촉매 소공에 남아 있는 탄화수소를 제거한다. 그 다음, "소모된" 촉매는 유동층 재생기로 유입되고, 여기서 공기(또는 일부 경우에는 공기 + 산소)가 사용되어 코크스를 연소시켜 촉매 활성을 복원시키고, 또한 다음 반응 사이클에 필요한 열을 제공한다(분해는 흡열반응이다). "재생된" 촉매는 그 다음 라이저의 기저로 유입되어 사이클을 반복한다. 본 발명의 방법은 탄화수소 공급물 및 원하는 산물 슬레이트(slate)에 따라 다른 공정 조건에서 작동하는 여러 FCC 단위를 포함할 수 있다. 본원에 사용된, "저-가혹도(low-severity) FCC" 또는 "정제소 FCC"란 용어는 방향족물질이 비교적 풍부한 경질 증류물

("FCC-가솔린")의 생산에 대하여 최적화된 FCC 공정을 가리킨다. 대부분의 종래의 정제소는 가솔린 생산에 대하여 최적화되어 있기 때문에, 종래의 FCC 공정 작업 조건은 저-가혹도 FCC를 나타내는 것으로 생각할 수 있다. 정제소 FCC에 사용된 바람직한 공정 조건은 일반적으로 온도 425 내지 570℃ 및 압력 10 내지 800kPa 계이지를 포함한다. 본원에 사용된, "고-가혹도(high-severity) FCC" 또는 "석유화학 FCC"란 용어는 올레핀의 생산에 대하여 최적화된 FCC 공정을 가리킨다. 고-가혹도 FCC 공정은 선행 기술에 공지되어 있고, 특히 EP 0 909 804 A2, EP 0 909 582 A1 및 US 5,846,402에 기술되어 있다. 고-가혹도 FCC에 사용된 바람직한 공정 조건은 일반적으로 온도 540 내지 700℃ 및 압력 10 내지 800 kPa 계이지를 포함한다.

[0036]

"방향족 개환 단위"는 방향족 개환 공정이 수행되는 정제소 단위를 의미한다. 방향족 개환은 비등점이 등유 및 가스유 비등점 범위 내, 및 선택적으로 진공 가스유 비등점 범위 내인 방향족 탄화수소가 비교적 풍부한 공급물을 변환시켜 LPG 및, 특정 공정 및/또는 공정 조건에 따라, 경질 증류물(ARO 유래 가솔린)을 생산하기에 특히 적합한 특수 수소화분해 공정이다. 이러한 방향족 개환 공정(ARO 공정)은 예컨대 US 3256176 및 US 4789457에 기술되어 있다. 이러한 공정들은 단일 고정층 촉매 반응기 또는 연속된 이러한 반응기 2개 및 이와 함께 미변환된 물질로부터 원하는 산물을 분리하는 하나 이상의 분별 단위로 구성될 수 있고, 또한 미변환된 물질을 하나의 반응기로 또는 두 반응기 모두로 재순환시키는 능력을 포함할 수도 있다. 반응기들은 200 내지 600℃, 바람직하게는 300 내지 400℃의 온도에서 3 내지 35 MPa, 바람직하게는 5 내지 20 MPa의 압력 하에, 5 내지 20wt%의 수소(탄화수소 공급원료 대비)와 함께 작동할 수 있고, 상기 수소는 수소화-탈수소화 및 고리 절단 모두에 활성인 이중 작용기성 촉매의 존재 하에, 탄화수소 공급원료와 병류식으로 흐르거나 또는 탄화수소 공급원료의 흐름 방향에 대해 향류식으로 흐를 수 있고, 여기서 상기 방향족 고리 포화 및 고리 절단이 수행될 수 있다. 이러한 공정에 사용되는 촉매는 Pd, Rh, Ru, Ir, Os, Cu, Co, Ni, Pt, Fe, Zn, Ga, In, Mo, W 및 V로 이루어진 그룹 중에서 선택되는 하나 이상의 원소를 알루미늄, 실리카, 알루미늄-실리카 및 제올라이트와 같은 산성 고체 위에 담지된 금속 형태 또는 금속 설파이드 형태로 포함한다. 이러한 관점에서, 유의해야 할 점은 본원에 사용된 "위에 담지된"이란 용어가 촉매적 지지체와 하나 이상의 원소를 합친 촉매를 제공하는 임의의 통상적인 방식을 포함한다는 것이다. 촉매 조성물, 작동 온도, 작동 공간 속도 및/또는 수소 부분압을 단독으로 또는 조합해서 조정함으로써, 공정은 모든 고리의 완전 포화 및 후속 절단 쪽으로 진행되거나 또는 하나의 방향족 고리를 불포화 상태로 유지하고 이어서 하나의 고리 외에 모든 고리를 절단하는 쪽으로 진행할 수 있다. 후자의 경우, ARO 공정은 방향족 고리 및/또는 나프텐계 고리가 하나인 탄화수소 화합물이 비교적 풍부한 경질 증류물("ARO 가솔린")을 생산한다. 본 발명의 상황에서, 방향족 개환 공정은 하나의 방향족 고리 또는 나프텐계 고리를 그대로 유지하고, 이에 따라 하나의 방향족 또는 나프텐계 고리를 가진 탄화수소 화합물이 비교적 풍부한 경질 증류물을 생산하기에 최적화된 방향족 개환 공정을 이용하는 것이 바람직하다. 또 다른 방향족 개환 공정(ARO 공정)은 US 7,513,988에 기술되어 있다. 따라서, ARO 공정은 온도 100 내지 500℃, 더욱 바람직하게는 300 내지 500℃, 바람직하게는 200 내지 500℃에서 압력 2 내지 10MPa 하에 수소 5 내지 30 wt%, 바람직하게는 10 내지 30 wt% (탄화수소 공급원료 대비)와 함께 방향족 수소화 촉매의 존재 하에 수행되는 방향족 고리 포화 및 온도 200 내지 600℃, 바람직하게는 300 내지 400℃, 압력 1 내지 12 MPa 하에, 수소 5 내지 20wt%(탄화수소 공급원료 대비)와 함께 고리 절단 촉매의 존재 하에 수행되는 고리 절단을 포함할 수 있고, 상기 방향족 고리 포화 및 고리 절단은 하나의 반응기 또는 2개의 연속 반응기에서 수행될 수 있다. 방향족 수소화 촉매는 통상의 수소화/수소화처리 촉매, 예컨대 Ni, W 및 Mo의 혼합물을 내화성 지지체, 일반적으로 알루미늄 위에 포함하는 촉매일 수 있다. 고리 절단 촉매는 전이 금속 또는 금속 설파이드 성분과 지지체를 포함한다. 바람직하게는, 이 촉매는 Pd, Rh, Ru, Ir, Os, Cu, Co, Ni, Pt, Fe, Zn, Ga, In, Mo, W 및 V로 이루어진 그룹 중에서 선택되는 하나 이상의 원소를 금속 형태 또는 금속 설파이드 형태로, 산성 고체, 예컨대 알루미늄, 실리카, 알루미늄-실리카 및 제올라이트 위에 담지된 상태로 포함한다. 촉매 조성물, 작동 온도, 작동 공간 속도 및/또는 수소 부분압을 단독으로 또는 조합하여 조정하면, 이 공정은 모든 고리의 완전 포화 및 후속 절단 쪽으로 진행되거나 또는 하나의 방향족 고리를 불포화 상태로 유지하고 이어서 하나의 고리를 제외한 모든 고리를 절단하는 쪽으로 진행될 수 있다. 후자의 경우에, ARO 공정은 하나의 방향족 고리를 가진 탄화수소 화합물이 비교적 풍부한 경질 증류물("ARO 가솔린")을 생산한다. 본 발명의 상황에서, 방향족 개환 공정은 하나의 방향족 고리를 그대로 유지하여, 하나의 방향족 고리를 가진 탄화수소 화합물이 비교적 풍부한 경질 증류물을 생산하는 것이 바람직하다.

[0037]

본원에 사용된, "가솔린 처리 단위" 또는 "가솔린 수소화처리 단위" 또는 "GTU"란 용어는 불포화형이고 방향족 물질이 풍부한 탄화수소 공급물스트림, 예컨대 FCC 가솔린, ARO 유래의 가솔린 및 개질기 가솔린 중 하나 이상을 포함하는 공급물스트림이 선택적으로 수소화처리되어, 상기 공급물스트림에 포함된 올레핀 및 디올레핀의 탄소-탄소 이중 결합이 수소화되는 공정을 가리킨다: US 3,556,983 참조. 통상적으로, 가솔린 처리 단위는 디올레핀 및 알케닐 화합물을 선택적으로 수소화하여 방향족물질이 풍부한 탄화수소 스트림의 안정성을 향상시켜 이

스트림의 제2 단계에서의 추가 가공처리에 적합하게 만드는 제1 단계 공정을 포함한다. 이 제1 단계 수소화 반응은 흔히 고정층 반응기에서 알루미늄아 위에 담지된 Ni 및/또는 Pd를 포함하고 조촉매가 함께 있거나, 또는 조촉매가 없는 수소화 촉매를 사용하여 수행된다. 이 제1 단계 수소화는 공정 유입구 온도가 200℃ 이하, 바람직하게는 30 내지 100℃인 액체 상에서 흔히 수행된다. 제2 단계에서는 제1 단계 수소화처리된 방향족물질이 풍부한 탄화수소 스트림이, 선택적으로 올레핀을 수소화하고 수소첨가탈황을 통해 황을 제거함으로써 방향족물질을 회수하기에 적합한 공급원료를 제조하도록 추가 가공처리된다. 제2 단계 수소화에서, 수소화 촉매는 고정층 반응기에서 알루미늄아 위에 담지된 Ni, Mo, Co, W 및 Pt로 이루어진 그룹 중에서 선택되는 원소를 조촉매와 함께 또는 조촉매 없이 포함하는 흔히 이용되는 촉매이며, 이때 촉매는 설파이드 형태이다. 공정 조건은 일반적으로 200 내지 400℃, 바람직하게는 250 내지 350℃의 공정 온도 및 1 내지 3.5MPa, 바람직하게는 2 내지 3.5MPa 게이지의 압력을 포함한다. GTU에 의해 생산된 방향족물질이 풍부한 산물은 이후 통상적인 용매 추출을 사용하여 BTX 회수로 처리된다. 가솔린 처리로 처리되어야 하는 방향족물질이 풍부한 탄화수소 혼합물이 디올레핀 및 알케닐 화합물이 소량인 경우, 예컨대 개질기 가솔린인 경우, 방향족물질이 풍부한 탄화수소 스트림은 직접 제2 단계 수소화로 처리되거나, 또는 특히 직접 방향족물질 추출로 처리될 수 있다. 가솔린 처리 단위는 방향족 고리가 하나인 방향족 탄화수소가 풍부한 공급물스트림을 정제된 BTX로 변환시키는, 본원에 기술된 가솔린 수소화 분해 단위인 것이 바람직하다.

[0038] 본 방법에서 원유 증류에 의해 생산된 등유와 가스유의 조합 중 바람직하게는 적어도 50wt%, 더욱 바람직하게는 적어도 60wt%, 특히 더 바람직하게는 적어도 70wt%, 특히 바람직하게는 적어도 80wt%, 더욱 특히 바람직하게는 적어도 90wt%, 가장 바람직하게는 적어도 95wt%는 탈방향족화로 처리된다. 따라서, 바람직하게는 원유의 50wt% 미만, 더욱 바람직하게는 40wt% 미만, 특히 더 바람직하게는 30wt% 미만, 특히 바람직하게는 20wt% 미만, 더욱 특히 바람직하게는 10wt% 미만 및 가장 바람직하게는 5wt% 미만은 본 발명의 방법에서 연료로 변환된다.

[0039] 바람직하게는, 본 발명의 방법은 추가로 원유 증류에 의해 생산된 잔사유를 잔사유 업그레이드화로 처리하여 LPG 및 잔사유 업그레이드화 액체 유출물을 생산하는 단계를 포함한다.

[0040] 잔사유를 잔사유 업그레이드화로 특별히 처리하여 LPG, 경질 증류물 및 중간 증류물을 생산하고, 이 경질 증류물과 중간 증류물을 수소화분해로 처리하여 최종적으로 LPG 및 BTX를 생산함으로써, 본 발명의 방법의 BTX 수율 및 탄소 효율은 크게 향상될 수 있다.

[0041] 본원에 사용된, "잔사유 업그레이드화 단위"란 용어는 잔사유 및/또는 정제소 단위 유래의 중질 증류물에 포함된 탄화수소를 비등점이 더 낮은 탄화수소로 붕괴시키는 방법인, 잔사유 업그레이드화 방법에 적합한 정제소 단위를 가리킨다(상기 인용된 문헌 Alfke et al.(2007) 참조). 상업적으로 이용가능한 기술로는 딜레이드 코커(delayed coker), 유체 코커(fluid coker), 잔사유 FCC, 플렉시코커(Flexicoker), 비스브레이커 또는 촉매적 하이드로비스브레이커(catalytic hydrovisbreaker)를 포함한다. 바람직하게는, 잔사유 업그레이드화 단위는 코크스화 단위 또는 잔사유 수소화분해기일 수 있다. "코크스화 단위(coking unit)"는 잔사유를 LPG, 경질 증류물, 중간 증류물, 중질 증류물 및 석유 코크스로 변환시키는 정유 가공처리 단위이다. 이 가공처리는 잔사유 공급물에 존재하는 장쇄 탄화수소 분자를 단쇄 분자로 열분해한다.

[0042] 잔사유 업그레이드화를 위한 공급물은 잔사유 및 본 방법에서 생산된 중질 증류물을 포함하는 것이 바람직하다. 이러한 중질 증류물은 증기 분해기에 의해 생산된 중질 증류물, 예컨대 카본 블랙 오일 및/또는 분해된 증류물을 포함할 수 있지만, 소멸시까지 재순환될 수 있는 잔사유 업그레이드화에 의해 생산된 중질 증류물을 포함할 수도 있다. 또한, 비교적 소량의 피치(pitch) 스트림도 본 방법에서 정화될 수 있다.

[0043] 본 발명의 방법에 사용된 잔사유 업그레이드화는 잔사유 수소화분해인 것이 바람직하다.

[0044] 잔사유 업그레이드화를 위한 다른 수단보다 잔사유 수소화분해를 선택함으로써, 본 발명의 방법의 BTX 수율 및 탄소 효율은 더욱 향상될 수 있다.

[0045] "잔사유 수소화분해기"는 잔사유를 LPG, 경질 증류물, 중간 증류물 및 중질 증류물로 변환시키는 방법인 잔사유 수소화분해 방법에 적합한 정유 가공처리 단위이다. 잔사유 수소화분해 방법은 당업계에 잘 알려져 있다(상기 인용된 문헌 Alfke et al.(2007) 참조). 따라서, 3가지 기본 반응기 타입, 즉 고정층(살수층) 반응기 타입, 예블레이트드 층 반응기 타입 및 슬러리(탑재된 흐름) 반응기 타입이 상업적 수소화분해에 이용된다. 고정층 잔사유 수소화분해 방법은 이미 정립되어 있고, 상압 잔사유 및 진공 잔사유와 같은 오염된 스트림을 가공처리하여 경질 증류물과 중간 증류물을 생산할 수 있고, 이는 추가로 가공처리되어 올레핀 및 방향족물질을 생산할 수 있다. 고정층 잔사유 수소화분해 공정에 사용된 촉매는 일반적으로 Co, Mo 및 Ni로 이루어진 그룹 중에서 선택되

는 하나 이상의 원소를 내화성 지지체, 예컨대 알루미늄이나 위에 포함한다. 고도로 오염된 공급물인 경우, 고정층 잔사유 수소화분해 공정에서의 촉매는 특정 정도(이동 층)까지 보충될 수도 있다. 공정 조건은 일반적으로 350 내지 450°C의 온도와 2 내지 20 MPa 게이지의 압력을 포함한다. 또한, 에블레이티드 층 잔사유 수소화분해 공정도 이미 정립되어 있으며, 이는 특히 촉매가 연속으로 교체되어 고도로 오염된 공급물을 가공처리할 수 있는 것을 특징으로 한다. 에블레이티드 층 잔사유 수소화분해 공정에 사용된 촉매는 일반적으로 내화성 지지체, 일반적으로 알루미늄이나 위에 담지된 Co, Mo 및 Ni로 이루어진 그룹 중에서 선택되는 하나 이상의 원소를 포함한다. 이 용된 촉매의 작은 입자 크기는 촉매의 활성을 효과적으로 증가시킨다(고정층 이용분야에 적합한 형태의 유사 제형 참조). 이러한 2가지 인자들은 고정층 수소화분해 단위에 비해 에블레이티드 층(ebullated bed) 수소화분해 공정이 경질 산물의 유의적으로 더 높은 수율 및 수소 첨가의 더 높은 수준에 이르게 한다. 공정 조건은 일반적으로 350 내지 450°C의 온도와 5 내지 25 MPa 게이지의 압력을 포함한다. 슬러리 잔사유 수소화분해 공정은 고도로 오염된 잔사유 공급물로부터 높은 수율의 증류성 산물을 달성하기 위한 열분해 및 촉매적 수소화의 조합을 나타낸다. 1차 액체 단계에서, 열분해 반응 및 수소화분해 반응은 온도 400 내지 500°C 및 압력 15 내지 25 MPa 게이지를 포함하는 공정 조건에서 동시에 유동 층에서 일어난다. 잔사유, 수소 및 촉매는 반응기의 바닥에서 도입되고 유동층이 형성되며, 이의 높이는 유속 및 원하는 변환에 따라 달라진다. 이러한 공정들에서, 촉매는 작동 순환 동안 일정한 변환 수준을 달성하기 위해 연속해서 교체된다. 촉매는 반응기 내에서 동시에 생성되는 미담지된 금속 슬파이드일 수 있다. 실제로, 진공 가스유와 같은 고도로 오염된 중질 스트림의 높은 변환이 필요할 때에만 에블레이티드 층 및 슬러리 상 반응기와 관련된 추가 비용이 문제가 안된다. 이러한 상황 하에서, 매우 큰 분자들의 제한된 변환 및 촉매 불활성화와 관련된 곤란함은 고정층 공정이 본 발명의 방법에 비교적 바람직하지 않게 한다. 따라서, 에블레이티드 층 및 슬러리 반응기 타입은 고정 층 수소화분해에 비해 향상된 수율의 경질 증류물 및 중간 증류물로 인해 바람직하다. 본원에 사용된, "잔사유 업그레이드화 액체 유출물"이란 용어는 잔사유 업그레이드화에 의해 생산된 중질 증류물 및 메탄과 LPG 같은 가스성 산물을 제외한, 잔사유 업그레이드화에 의해 생산된 산물을 가리킨다. 잔사유 업그레이드화에 의해 생산된 중질 증류물은 소멸 시까지 잔사유 업그레이드화 단위로 재순환되는 것이 바람직하다. 하지만, 비교적 소량의 피치 스트림을 정화할 필요가 있을 수 있다. 탄소 효율의 관점에서, 잔사유 수소화분해기는 코크스화 단위가 고가의 석유화학 산물로 업그레이드될 수 없는 석유 코크스를 상당량 생산하기 때문에 코크스화 단위보다 바람직하다. 통합 방법의 수소 균형(hydrogen balance)의 관점에서는 잔사유 수소화분해기가 상당한 양의 수소를 소비하기 때문에, 잔사유 수소화분해기보다는 코크스화 단위를 선택하는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 자본 비용 및/또는 작동 비용 면에서도, 잔사유 수소화분해기보다 코크스화 단위를 선택하는 것이 유익할 수 있다.

- [0046] 잔사유를 추가로 진공 증류 단위를 사용하여 분별하여 잔사유를 진공 가스유 유분과 진공 잔사유 유분으로 분리하는 경우에도, 진공 가스유를 진공 가스유 수소화분해로 처리하고 진공 잔사유를 진공 잔사유 수소화분해로 처리하여, 진공 잔사유 수소화분해에 의해 생산된 중질 증류물이 연속해서 진공 가스유 수소화분해로 처리되는 것이 바람직하다. 본 발명이 진공 증류를 수반하는 경우에, 이와 같이 수득된 진공 가스유는 방향족 탄화수소가 비교적 풍부하고 비등점이 등유 및 가스유 비등점 범위 내인 하나 이상의 다른 탄화수소 스트림과 함께 방향족 개환 단위로 공급하는 것이 바람직하다. 이와 같이 방향족 탄화수소가 비교적 풍부하고 비등점이 등유 및 가스유 비등점 범위 내인 탄화수소 스트림은 등유, 가스유 및 중간 증류물로 이루어진 그룹 중에서 선택될 수 있다. 진공 잔사유 수소화분해는 앞에서 정의된 바와 같은 슬러리 잔사유 수소화분해인 것이 바람직하다.
- [0047] 바람직하게는, 본 발명의 방법은 추가로 액체 잔사유 업그레이드화 유출물에 포함된 중질 증류물을 유체 촉매적 분해로 처리하여, 이후 가솔린 처리로 처리되는 FCC 가솔린 스트림을 생산하는 단계를 포함한다.
- [0048] 액체 잔사유 업그레이드화 유출물을 유체 촉매적 분해로 처리함으로써, 본 발명의 방법의 수소 소비는, 잔사유 업그레이드화에 의해 생산된 중질 증류물이 소멸시까지 상기 잔사유 업그레이드화로 재순환되는 방법에 비해 감소될 수 있다. 또한, 유체 촉매적 분해를 포함하는 방법을 선택하면 방향족 개환에 의해 생산된 경질 증류물은 석유화학산물로 더 효과적으로 업그레이드될 수 있다.
- [0049] 열분해 또는 유체 촉매적 분해에 의해 생산된 중간 증류물은 방향족 개환으로 처리되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 탈방향족화에 의해 생산된 알칸 및 나프텐이 열분해로 처리되는 경우에, 분해된 증류물 및 카본 블랙은 방향족 개환으로 처리되어 ARO 가솔린을 생산하는 것이 바람직하다. 탈방향족화에 의해 생산된 알칸 및 나프텐이 유체 촉매적 분해로 처리되는 경우에, 순환 오일(cyclic oil)은 방향족 개환으로 처리되어 ARO 가솔린을 생산하는 것이 바람직하다. 이러한 재순환을 방향족 개환에 사용하면, 본 발명의 방법에서 BTX 수율 및 탄소 효율이 더욱 향상되는 효과가 있다.
- [0050] 정제소 단위에 의해 생산된 LPG는 올레핀 합성으로 처리하여 올레핀을 생산하는 것이 바람직하다. 본 발명의 방

법에 사용된 바람직한 올레핀 합성 방법은 열분해를 포함한다. 올레핀 합성 방법으로서 특별히 열분해를 선택하면, 열분해 가솔린이 생산되고, 추가로 벤젠이 산출된다.

[0051] 본원에 사용된, "올레핀 합성 단위"란 용어는 올레핀 합성 공정이 수행되는 단위를 가리킨다. 이 용어는 탄화수소를 올레핀으로 변환시키는 모든 방법을 포함하고, 예컨대 비촉매적 방법, 예컨대 열분해 또는 증기 분해, 촉매적 방법, 예컨대 프로판 탈수소화 또는 부탄 탈수소화, 및 이 둘의 조합, 예컨대 촉매적 증기 분해를 포함하지만, 이에 국한되는 것은 아니다.

[0052] 본원에 사용된, 탄화수소 스트림의 "열분해" 또는 "증기 분해"란 용어는 포화 탄화수소가 더 작은, 종종 불포화형인 탄화수소, 예컨대 에틸렌 및 프로필렌으로 붕괴되는 석유화학 공정을 의미한다. 증기 분해에서, 가스성 탄화수소 공급물, 예컨대 에탄, 프로판 및 부탄, 또는 이의 혼합물(가스 분해) 또는 액체 탄화수소 공급물, 예컨대 나프타 또는 가스유(액체 분해)는 증기에 의해 희석되고 산소의 존재 없이 노에서 순간 가열된다. 일반적으로, 반응 온도는 750 내지 900°C이지만, 이 반응은 오로지 아주 순간적으로, 보통 50 내지 1000 밀리초의 체류 시간 동안 수행된다. 압력은 대기압 내지 175 kPa 게이지 이하의 압력 중에서 선택되는 비교적 낮은 공정 압력인 것이 바람직하다. 탄화수소 화합물인 에탄, 프로판 및 부탄은 최적 조건에서 분해되도록 하기 위해, 적절한 특수 노에서 별개로 분해되는 것이 바람직하다. 분해 온도에 도달한 후, 가스는 급냉(quence)시켜, 전달관 열교환기 내 또는 급냉 헤더(header) 내부에서의 반응을 급냉 오일을 사용하여 정지시킨다. 증기 분해는 탄소의 한 형태인 코크스를 반응기 벽에 천천히 침착시킨다. 탈코크스화는 노를 공정에서 분리해야만 하고, 그 다음 노의 코일을 통해 증기 또는 증기/공기 혼합물의 흐름을 통과시켜야 한다. 이것은 딱딱한 고체 탄소 층을 일산화탄소 및 이산화탄소로 변환시킨다. 이 반응이 끝나면, 노를 다시 가동시킨다. 증기 분해에 의해 생산된 산물은 공급물의 조성, 탄화수소 대 증기 비 및 분해 온도 및 노 체류 시간에 따라 달라진다. 에탄, 프로판, 부탄 또는 경질 나프타와 같은 경질 탄화수소 공급물은 에틸렌, 프로필렌 및 부타디엔을 비롯한 더 경질의 중합체급 올레핀이 풍부한 산물 스트림을 제공한다. 또한, 더 중질의 탄화수소(전범위 및 중질 나프타 및 가스유 유분)도 방향족 탄화수소가 풍부한 산물을 제공한다.

[0053] 증기 분해에 의해 생산된 여러 탄화수소 화합물을 분리하기 위해서, 분해된 가스는 분별 단위로 처리한다. 이러한 분별 단위는 당업계에 잘 알려져 있고, 소위 가솔린 분별기를 포함할 수 있어, 여기서 중질-증류물("카본블랙 오일") 및 중간-증류물("분해된 증류물")이 경질 증류물 및 가스로부터 분리된다. 이어서, 선택적인 급냉 탑에서는 증기 분해에 의해 생산된 경질 증류물("열분해 가솔린" 또는 "파이가스(pygas)")의 대부분을 경질 증류물의 응축에 의해 가스와 분리할 수 있다. 이어서, 가스는 여러 압축 단계들로 처리할 수 있고, 여기서 나머지 경질 증류물이 압축 단계 사이에서 가스로부터 분리될 수 있다. 또한, 압축 단계 사이마다 산 가스(CO₂ 및 H₂S)가 제거될 수도 있다. 다음 단계로, 열분해에 의해 생산된 가스는 일련의 냉각 시스템의 단계들 상에서 대략 가스 상에 수소만이 남아 있을 때까지 부분 응축될 수 있다. 이어서 여러 탄화수소 화합물들이 단순 증류에 의해 분리될 수 있고, 여기서 증기 분해에 의해 생산된 가장 중요한 고가의 화합물질은 에틸렌, 프로필렌 및 C4 올레핀이다. 증기 분해에 의해 생산된 메탄은 일반적으로 연료 가스로서 사용되고, 수소는 분리되어 수소를 소비하는 공정, 예컨대 수소화분해 공정으로 재순환될 수 있다. 증기 분해에 의해 생산된 아세틸렌은 에틸렌으로 선택적 수소화되는 것이 바람직하다. 분해된 가스에 포함된 알칸은 올레핀 합성 공정으로 재순환될 수 있다.

[0054] 바람직하게는, 가솔린 처리 단위는 방향족 고리가 하나인 방향족 탄화수소가 풍부한 공급물스트림을 정제된 BTX로 변환시키는, 본원에 기술된 바와 같은 가솔린 수소화분해 단위이다. 따라서, 가솔린 처리는 개질기 가솔린, 열분해 가솔린, FCC 가솔린 및 ARO 가솔린 중 하나 이상을 수소의 존재 하에 수소화분해 촉매와 수소화분해 조건 하의 공정 하에 접촉시키는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[0055] 본원에 사용된 "수소화분해기 단위" 또는 "수소화분해기"란 용어는 수소화분해 공정, 즉 상승된 수소 부분압의 존재에 의해 보조되는 촉매적 분해 공정이 수행되는 정제소 단위를 의미한다; 예컨대 Alfke et al.(2007) 상기 인용문헌 참조. 이 공정의 산물은 포화 탄화수소, 나프텐계(사이클로알칸) 탄화수소, 및 온도, 압력 및 공간 속도와 같은 반응 조건과 촉매 활성에 따라 BTX를 포함하는 방향족 탄화수소이다. 수소화분해에 사용되는 공정 조건은 일반적으로 200 내지 600°C의 공정 온도, 0.2 내지 20 MPa의 승압, 0.1 내지 10 h⁻¹ 사이의 공간 속도를 포함한다. 수소화분해 반응은, 분해 및 이성체화를 제공하고 공급물에 포함된 탄화수소 화합물 중의 탄소-탄소 결합을 붕괴 및/또는 재배열하는 산 기능, 및 수소화 기능을 필요로 하는 이작용기성 기전을 통해 진행된다. 수소화분해 공정에 사용된 많은 촉매들은 다양한 전이 금속 또는 금속 설파이드를 알루미늄, 실리카, 알루미늄-실리카, 마그네시아 및 제올라이트와 같은 고체 지지체와 합쳐서 제조한다.

[0056] 특히 더 바람직하게는, 불포화되고 방향족물질이 풍부한 탄화수소 공급물스트림은 먼저 진술한 바와 같은 제1

단계 수소화로 처리되고, 이 제1 단계 수소화처리된 방향족물질이 풍부한 탄화수소 스트림은 이어서 가솔린 수소화분해로 처리되는 것이 좋다. 가솔린 처리 단위로서 가솔린 수소화분해 단위를 선택하면, 중간 증류물 및/또는 중질 증류물을 가공처리할 수 있는 공정에서 이 증류물들을 정제소 단위로 재순환시키는 횟수가 더 적어지는 장점이 있다. 또한, 화학적 등급의 BTX가 용매 추출법의 필요없이, 단순 증류에 의해 분리될 수도 있다. BTX를 생산하기 위해 가솔린 수소화분해를 선택한 또 다른 장점은 에틸벤젠이 더 적게 생산된다는 점이다.

[0057] 본원에 사용된 바와 같이, "가솔린 수소화분해 단위" 또는 "GHC"란 용어는 방향족 탄화수소 화합물이 비교적 풍부한 복합 탄화수소 공급물, 예컨대 정제소 단위 유래 경질 증류물, 예를 들어, 개질기 가솔린, FCC 가솔린 및 열분해 가솔린(파이가스) (이에 국한되지 않는다)을 LPG 및 BTX로 변환시키는데 적합한 수소화분해 공정을 수행하는 정제소 단위를 의미하며, 상기 공정은 GHC 공급물스트림에 포함된 방향족물질의 하나의 방향족 고리를 그대로 유지하지만, 상기 방향족 고리로부터 대부분의 측쇄를 제거하기에 최적화된 공정이다. 따라서, 가솔린 수소화분해에 의해 생산된 주요 산물은 BTX이고, 이 공정은 화합물질급의 BTX를 제공하도록 최적화될 수 있다. 바람직하게는, 가솔린 수소화분해로 처리되는 탄화수소 공급물은 정제소 단위 유래의 경질 증류물을 포함한다. 더욱 바람직하게는, 가솔린 수소화분해로 처리되는 탄화수소 공급물은 방향족 고리가 하나보다 많은 탄화수소를 1wt% 넘게는 포함하지 않는 것이 바람직하다. 바람직하게는, 가솔린 수소화분해 조건은 300 내지 580℃, 더욱 바람직하게는 450 내지 580℃, 특히 더 바람직하게는 470 내지 550℃의 온도를 포함한다. 더 낮은 온도는 방향족 고리의 수소화가 유리해지기 때문에 피해야 한다. 하지만, 촉매가 주석, 납 또는 비스무스와 같은 촉매의 수소화 활성을 감소시키는 추가 원소를 포함하는 경우에는 더 낮은 온도를 가솔린 수소화분해를 위해 선택할 수 있다; 예컨대 WO 02/44306 A1 및 WO 2007/055488 참조. 반응 온도가 너무 높은 경우에는 LPG(특히 프로판과 부탄)의 수율이 감소하고 메탄의 수율이 증가한다. 촉매 활성이 촉매의 수명 동안 감소할 수 있으므로, 수소화분해 변환율을 유지하기 위해서는 촉매의 수명 동안 반응기 온도를 서서히 증가시키는 것이 유익하다. 이것은 작동 순환의 개시 시에 최적 온도가 수소화분해 온도 범위 중 하위 온도라는 것을 의미한다. 최적 반응기 온도는 촉매가 불활성화될 때 상승할 것이므로, 순환 말기(촉매가 교체되거나 재생되기 직전)에 온도는 수소화분해 온도 범위의 상위 온도로 선택하는 것이 바람직하다.

[0058] 탄화수소 공급물스트림의 가솔린 수소화분해는 0.3 내지 5 MPa 게이지의 압력, 더욱 바람직하게는 0.6 내지 3 MPa 게이지의 압력, 특히 바람직하게는 1 내지 2 MPa 게이지의 압력, 가장 바람직하게는 1.2 내지 1.6 MPa 게이지의 압력에서 수행되는 것이 바람직하다. 반응기 압력을 증가시키면, C5+ 비방향족물질의 변환이 증가할 수 있지만, 또한 메탄의 수율 및 LPG 증류로 분해될 수 있는 사이클로hexan 증류로 방향족 고리의 수소화도 증가한다. 이것은 압력이 증가할 때 방향족 수율을 감소시키며, 몇몇 사이클로hexan 및 이의 이성질체 메틸사이클로hexan은 완전히 수소화분해되지 않기 때문에, 최종 벤젠의 순도에 있어서 최적인 압력은 1.2 내지 1.6MPa이다.

[0059] 바람직하게는, 탄화수소 공급물스트림의 가솔린 수소화분해는 중량시공간속도(WHSV) 0.1 내지 10 h⁻¹, 더욱 바람직하게는 중량시공간속도(WHSV) 0.2 내지 6 h⁻¹, 가장 바람직하게는 중량시공간속도(WHSV) 0.4 내지 2 h⁻¹에서 수행되는 것이 좋다. 공간 속도가 너무 높으면, BTX 공비등성 파라핀 성분들이 모두 수소화분해되지는 않아서, 반응기 산물의 단순 증류에 의해 BTX 사양을 달성하는 것은 불가능할 것이다. 공간 속도가 매우 낮은 경우에 메탄의 수율은 프로판 및 부탄 대신으로 상승한다. 최적의 중량시공간속도를 선택하면, 놀랍게도 액체 재순환의 필요없이 사양(on spec)의 BTX를 생산할 정도로 벤젠 공비등제(co-boiler)의 충분히 완전한 반응이 달성된다는 것을 발견했다.

[0060] 따라서, 바람직한 가솔린 수소화분해 조건은 온도 450 내지 580℃, 압력 0.3 내지 5 MPa 게이지 및 중량시공간속도 0.1 내지 10h⁻¹를 포함한다. 더욱 바람직하게는 가솔린 수소화분해 조건은 온도 470 내지 550℃, 압력 0.6 내지 3MPa 게이지 및 중량시공간속도(WHSV) 0.2 내지 6 h⁻¹을 포함한다. 특히 바람직한 가솔린 수소화분해 조건은 온도 470 내지 550℃, 압력 1 내지 2MPa 게이지 및 중량시공간속도(WHSV) 0.4 내지 2 h⁻¹을 포함한다.

[0061] 본 발명의 방법은 하류 정제소 공정들, 예컨대 촉매적 개질 또는 유체 촉매적 분해에서 촉매 불활성화를 방지하기 위해 특정 원유 유분으로부터 황의 제거를 필요로 할 수 있다. 이러한 수소화탈황 공정은 "HDS 단위" 또는 "수소화처리기"에서 수행된다(예컨대, Alfke(2007), 상기 인용문 참조). 일반적으로, 수소화탈황 반응은 고정층 반응기에서 200 내지 425℃, 바람직하게는 300 내지 400℃의 승온과 1 내지 20 MPa 게이지, 바람직하게는 1 내지 13 MPa 게이지의 승압에서, 알루미늄이나 위에 담지된 Ni, Mo, Co, W 및 Pt로 이루어진 그룹 중에서 선택되는 원소를 조촉매와 함께 또는 조촉매 없이 포함하는 촉매의 존재 하에 이루어지며, 이때 촉매는 설파이드 형태이다.

- [0062] 또 다른 양태에서, 본 발명의 방법은 추가로 BTX(또는 생산된 이 BTX의 톨루엔 및 자일렌 유분만)를 벤젠과 연료 가스를 포함하는 수소첨가탈알킬화 산물 스트림을 생산하기에 적당한 조건 하에 수소와 접촉시키는 수소첨가탈알킬화 단계를 포함한다.
- [0063] BTX로부터 벤젠을 생산하는 공정 단계는 수소화분해 산물 스트림에 포함된 벤젠을 수소첨가탈알킬화 전에 톨루엔 및 자일렌으로부터 분리하는 단계를 포함할 수 있다. 이 분리 단계의 장점은 수소첨가탈알킬화 반응기의 역량(capacity)이 증가한다는 점이다. 벤젠은 통상적인 증류에 의해 BTX 스트림으로부터 분리될 수 있다.
- [0064] C6-C9 방향족 탄화수소를 포함하는 탄화수소 혼합물의 수소첨가탈알킬화 공정은 당업계에 잘 알려져 있고, 가열식 수소첨가탈알킬화 및 촉매적 수소첨가탈알킬화를 포함한다(예컨대, WO 2010/102712 A2 참조). 본 발명의 정황에서는 촉매적 수소첨가탈알킬화가 바람직한데, 그 이유는 이 수소첨가탈알킬화 공정이 일반적으로 가열식 수소첨가탈알킬화보다 벤젠에 대한 선택성이 더 높기 때문이다. 촉매적 수소첨가탈알킬화가 이용되는 것이 바람직하며, 이때 수소첨가탈알킬화 촉매는 담지된 산화크롬 촉매, 담지된 산화몰리브덴 촉매, 실리카 또는 알루미늄 산화물 상의 백금 및 실리카 또는 알루미늄 산화물 상의 산화백금으로 이루어진 그룹 중에서 선택된다.
- [0065] 본원에서 "수소첨가탈알킬화 조건"이라고 기술되기도 하는, 수소첨가탈알킬화에 유용한 공정 조건은 당업자라면 쉽게 결정할 수 있다. 가열식 수소첨가탈알킬화에 사용되는 공정 조건은 예컨대 DE 1668719 A1에 기술되어 있고, 600 내지 800°C의 온도, 3 내지 10 MPa 게이지의 압력 및 15 내지 45초의 반응 시간을 포함한다. 바람직한 촉매적 수소첨가탈알킬화에 사용되는 공정 조건은 WO 2010/102712 A2에 기술되어 있고, 500 내지 650°C의 온도, 3.5 내지 8 MPa 게이지, 바람직하게는 3.5 내지 7 MPa 게이지의 압력 및 0.5 내지 2 h⁻¹의 중량공간속도를 포함한다. 수소첨가탈알킬화 산물 스트림은 일반적으로 냉각 및 증류의 조합에 의해 액체 스트림(벤젠 및 기타 방향족 종 포함) 및 가스 스트림(수소, H₂S, 메탄 및 기타 저비등점 탄화수소 포함)으로 분리된다. 액체 스트림은 다시 증류에 의해 벤젠 스트림, C7 내지 C9 방향족 스트림 및 선택적으로 방향족물질이 비교적 풍부한 중간-증류물 스트림으로 분리될 수 있다. C7 내지 C9 방향족 스트림은 총 변환율 및 벤젠 수율을 증가시키기 위해 재순환물로서 반응기 구역으로 재공급될 수 있다. 다환방향족(polyaromatic) 중, 예컨대 비페닐을 포함하는 방향족 스트림은 반응기로 재순환되지 않고 별도의 산물 스트림으로서 배출되어, 중간-증류물("수소첨가탈알킬화에 의해 생산된 중간-증류물")로서 통합 공정으로 재순환되는 것이 바람직하다. 유의적인 양의 수소를 포함하는 가스 스트림은 재순환 가스 압축기를 통해 수소첨가탈알킬화 단위로 재순환하거나 또는 공급물로서 수소를 이용하는 본 발명의 방법에 포함된 임의의 다른 정제소 단위로 이송될 수 있다. 재순환 가스 정화물(purge)은 반응기 공급물에 존재하는 메탄 및 H₂S의 농도를 조절하기 위해 사용할 수 있다.
- [0066] 추가 관점에서, 본 발명은 또한 본 발명의 방법을 수행하기에 적합한 공정 장치에 관한 것이다. 이 공정 장치 및 이 공정 장치에서 수행되는 방법들은 도 1 및 2에 제시된다(도 1-2).
- [0067] 따라서, 본 발명은 추가로 원유를 석유화학 산물로 변환시키는 공정 장치로서,
- [0068] 원유(100)를 위한 유입구, 나프타(311)를 위한 배출구, 및 등유 및/또는 가스유(330)를 위한 하나 이상의 배출구를 포함하는 원유 증류 단위(10);
- [0069] 나프타를 위한 유입구 및 개질기 가솔린(312)을 위한 배출구를 포함하는 개질기 단위(90);
- [0070] 등유 및/또는 가스유를 위한 유입구, 알칸 및 나프텐이 농축된 스트림(316)을 위한 배출구 및 방향족물질이 농축된 스트림(317)을 위한 배출구를 포함하는 탈방향족화 단위(70);
- [0071] 탈방향족화에 의해 생산된 알칸 및 나프텐(316)을 위한 유입구 및 열분해 가솔린 또는 FCC 가솔린(318)을 위한 배출구를 포함하는 증기 분해기 또는 유체 촉매적 분해기(60);
- [0072] 탈방향족화에 의해 생산된 방향족물질이 농축된 스트림(317)을 위한 유입구 및 ARO 가솔린(322)을 위한 배출구를 포함하는 방향족 개환 단위(22); 및
- [0073] 개질기 가솔린, 열분해 가솔린, FCC 가솔린 및 ARO 가솔린 중 하나 이상(304)을 위한 유입구 및 BTX(600)를 위한 배출구를 포함하는 가솔린 처리 단위(27)를 포함하는 공정 장치를 제공한다. 본 발명의 이러한 관점은 도 1에 제시된다(도 1).
- [0074] 원유 증류 단위(10)는 추가로 가스 유분(230)을 위한 배출구를 포함하는 것이 바람직하다. 개질기 단위(90)로 공급되는 나프타(311)는 본 방법에서 생산된 정제소 단위 유래의 경질 증류물(321)과 합쳐지는 것이 바람직하다. 또한, 방향족 개환 단위로 공급되는 방향족물질(317)이 농축된 스트림은 본 방법에서 생산된 정제

소 단위 유래의 중간 증류물(331)과 합쳐지는 것이 바람직하다. 탈방향족화에 의해 생산된 알칸 및 나프텐(316)이 증기 분해기(60)로 공급되는 경우에, 분해된 증류물과 카본 블랙 오일은 연결부(332)를 통해 방향족 개환으로 처리되는 것이 바람직하다(도 2 참조). 탈방향족화에 의해 생산된 알칸 및 나프텐(316)이 유체 촉매적 분해기(60)로 공급되는 경우에, 순환 오일은 연결부(332)를 통해 방향족 개환으로 처리되는 것이 바람직하다.

[0075] 개질기 단위(90)는 수소(805)를 위한 배출구를 보유하는 것이 바람직하다(도 2 참조). 촉매적 개질 공정에 의해 생산된 수소는 통합 방법에서 생산된 다른 수소와 함께 수집되는 것이 바람직하다. 개질기 단위(90)에 의해 생산된 수소는 가스 분리 단위(50)에서 가스 분리로 처리되어 정제된 수소 스트림(801)을 제공하는 것이 바람직하다.

[0076] 본원에 사용된, "X를 위한 유입구" 또는 "X의 배출구"(여기서, "X"는 주어진 탄화수소 유분 등이다)란 용어는 상기 탄화수소 유분 등을 포함하는 스트림을 위한 유입구 또는 배출구를 의미한다. X의 배출구가 X를 위한 유입구를 포함하는 하류 정제소 단위에 직접 연결된 경우에, 이러한 직접 연결부는 열교환기, 상기 스트림에 포함된 불필요한 화합물을 제거하기 위한 분리 단위 및/또는 정제 단위 등과 같은 추가 단위를 포함할 수 있다.

[0077] 본 발명의 정황에서, 정제소 단위에 하나보다 많은 공급물 스트림이 공급된다면, 이 공급물 스트림들은 합쳐져서 정제소 단위로 유입되는 하나의 단독 유입구를 형성할 수 있거나, 또는 정제소 단위에 별개의 유입구들을 형성할 수도 있다.

[0078] 바람직하게는, 본 발명의 공정 장치는 추가로 원유 증류에 의해 생산된 잔사유(400) 및 정제소 단위 유래의 중질 증류물을 위한 유입구 및 잔사유 업그레이드화에 의해 생산된 LPG(223)를 위한 배출구 및 잔사유 업그레이드화 액체 유출물(326)을 위한 배출구를 포함하는, 잔사유 업그레이드화 단위(40)를 포함한다. 이러한 본 발명의 관점은 도 2에 제시된다(도 2).

[0079] 이러한 양태에 따르면, 원유 증류 단위(10)는 추가로 잔사유(400)의 배출구를 포함하는 것이 바람직하다. 원유 증류 단위에 의해 생산된 잔사유(400) 및 선택적으로 통합 석유화학 공정 장치에서 생산된 정제소 단위 유래의 중질 증류물, 예컨대 잔사유 업그레이드화에 의해 생산된 중질 증류물은 합쳐져서 잔사유 업그레이드화 단위(40)로 가는 하나의 단일 유입구를 형성할 수 있고, 또는 잔사유 업그레이드화 단위(40)로 가는 2개의 분리 유입구를 형성할 수도 있다. 잔사유 업그레이드화 단위(40)는 추가로 중간 증류물(335)을 위한 배출구를 포함할 수 있고, 이 증류물은 방향족 개환 단위(22)로 공급되는 것이 바람직하다.

[0080] 바람직하게는, 본 발명의 공정 장치는 추가로 잔사유 업그레이드화에 의해 생산된 중질 증류물(326)을 위한 유입구 및 FCC 가솔린(319)(선택적으로 가솔린 처리 단위(27)로 공급된다)을 위한 배출구를 포함하는 유체 촉매적 분해기(61)를 포함한다. 본 발명의 이러한 관점은 도 2에 제시된다(도 2).

[0081] 유체 촉매적 분해 단위(61)는 추가로 방향족 개환 단위(22)로 재순환될 수 있는 중간 증류물(332)의 배출구를 포함할 수 있다. 유체 촉매적 분해 단위(61)는 추가로 잔사유 업그레이드화 단위(40)로 재순환될 수 있는 중질 증류물(410)을 위한 배출구를 포함할 수 있다. 또한, 유체 촉매적 분해 단위(61)는 LPG(224)를 위한 배출구 및 올레핀(540)을 위한 배출구를 포함할 수도 있다.

[0082] 본 발명의 방법에서 생산된 가스, 예컨대 메탄, LPG 및 수소는 수집해서 가스 분리 단위(50)로 공급하여, 여러 성분들, 예컨대 장치에 의해 생산된 LPG(200), 수소(801) 및 메탄(701)을 분리할 수 있다. 본 발명의 이러한 관점은 도 2에 제시된다(도 2).

[0083] 본원에 사용된, "가스 분리 단위"란 용어는 원유 증류 단위에 의해 생산된 가스 및/또는 정제소 단위 유래의 가스에 포함된 여러 화합물들을 분리하는 정제소 단위를 가리킨다. 가스 분리 단위에서 별개의 스트림으로 분리될 수 있는 화합물은 에탄, 프로판, 부탄, 수소 및 주로 메탄을 포함하는 연료 가스를 포함한다. 이러한 가스들의 분리에 적합한 방법은 임의의 통상적인 방법을 본 발명의 상황에서 이용할 수 있다. 따라서, 가스들은 다수의 압축 단계들로 처리될 수 있고, 이 압축 단계들 사이에서 CO₂ 및 H₂S와 같은 산(acid) 가스들이 제거될 수 있다. 다음 단계로, 생산된 가스는 대략 가스 상에 수소만이 남아 있도록 다수의 냉각 시스템의 단계들에서 부분 응축될 수 있다. 다른 탄화수소 화합물들은 이어서 증류에 의해 분리될 수 있다.

[0084] 바람직하게는, 본 발명의 공정 장치는 추가로 이 장치에 의해 생산된 LPG(200)를 위한 유입구 및 올레핀(501)을 위한 배출구를 포함하는 가스 분해기(35)를 포함한다. 이러한 본 발명의 관점은 도 2에 제시된다(도 2).

[0085] 가스 분해기(35)는 추가로 수소(802)를 위한 배출구 및 메탄(702)을 위한 배출구를 포함할 수 있다.

- [0086] 또한, 본 발명은 원유를 올레핀 및 BTX를 포함하는 석유화학산물로 변환시키기 위한 본 발명에 따른 공정 장치의 용도를 제공한다.
- [0087] 본 발명의 또 다른 바람직한 특징은, 모든 비-목적 산물, 예컨대 비-고가 석유화학물질이 적당한 단위로 재순환되어, 이러한 비-목적 산물을 목적 산물(예, 고가의 석유화학물질) 또는 다른 단위에 대한 공급물로 적합한 산물로 변환시킬 수 있다는 점이다.
- [0088] 본 발명의 방법 및 공정 장치에서, 생산된 모든 메탄은 수집되고, 바람직하게는 분리 공정으로 처리되어 연료 가스를 제공하는 것이 좋다. 이러한 연료 가스는 증기 형성에 의해 또는 이 연료 가스의 연소에 의해 생산된 고온의 연도(flue) 가스의 형태로 공정 열을 제공하는데 사용되는 것이 바람직하다. 대안적으로, 메탄은 증기 개질로 처리되어 수소를 생산할 수도 있다. 또한, 증기 분해 등에 의해 생산된 불필요한 부산물은 재순환될 수 있다. 예를 들어, 증기 분해에 의해 생산된 분해된 증류물 및 카본 블랙 오일은 방향족 개환으로 재순환될 수 있다.
- [0089] 본 발명의 방법 또는 공정 장치에서 작동되는 여러 단위들은 나아가 특정 공정, 예컨대 올레핀 합성에서 생산된 수소를, 수소화분해와 같이 수소를 공급물로서 필요로 하는 공정들에 대한 공급물스트림으로 공급함으로써, 통합된다. 이러한 방법 및 공정 장치가 수소의 순수 소비자인 경우(즉, 방법 및 공정 장치의 개시 동안 또는 모든 수소 소비 공정들이 모든 수소 생산 공정들에 의해 생산된 수소보다 많은 수소를 소비함으로써 인해), 본 발명의 방법 또는 공정 장치에 의해 생산된 연료 가스보다 더 많은 메탄 또는 연료 가스의 개질(reforming)이 필요할 수 있다.
- [0090] 다음과 같은 도면 부호가 도 1 및 2에 사용된다:
- [0091] 10: 원유 증류 단위
- [0092] 22: 방향족 개환 단위
- [0093] 27: 가솔린 처리 단위
- [0094] 35: 가스 분해기
- [0095] 40: 잔사유 업그레이드화 단위
- [0096] 50: 가스 분리 단위
- [0097] 60: 유체 촉매적 분해기
- [0098] 61: 제2 유체 촉매적 분해기
- [0099] 70: 탈방향족화 단위
- [0100] 90: 개질기 단위
- [0101] 100: 원유
- [0102] 200: 공정 장치에서 생산된 LPG
- [0103] 223: 잔사유 업그레이드화에 의해 생산된 LPG
- [0104] 224: 유체 촉매적 분해에 의해 생산된 LPG
- [0105] 230: 가스 유분
- [0106] 304: 개질기 가솔린, 열분해 가솔린, FCC 가솔린 및 ARO 가솔린 중 하나 이상
- [0107] 311: 나프타
- [0108] 312: 개질기 가솔린
- [0109] 316: 탈방향족화에 의해 생산된 알칸 및 나프텐
- [0110] 317: 방향족물질이 농축된 스트림
- [0111] 318: 열분해 가솔린 또는 FCC 가솔린

- [0112] 319: FCC 가솔린
- [0113] 321: 본 방법에서 생산된 정제소 단위 유래의 경질 증류물
- [0114] 322: ARO 가솔린
- [0115] 323: 잔사유 업그레이드화 유래의 경질 증류물
- [0116] 326: 잔사유 업그레이드화 유래의 액체 유출물
- [0117] 330: 등유 및/또는 가스유
- [0118] 331: 본 방법에서 생산된 정제소 단위 유래의 중간 증류물
- [0119] 332: 분해된 증류물 및 카본 블랙 오일
- [0120] 335: 중간 증류물
- [0121] 400: 잔사유
- [0122] 410: 유체 촉매적 분해에 의해 생산된 증질 증류물
- [0123] 501: 가스 분해기에 의해 생산된 올레핀
- [0124] 540: FCC에 의해 생산된 올레핀
- [0125] 600: BTX
- [0126] 701: 가스 분리에 의해 생산된 메탄
- [0127] 702: 가스 분해기에 의해 생산된 메탄
- [0128] 801: 가스 분리에 의해 생산된 수소
- [0129] 802: 가스 분해기에 의해 생산된 수소
- [0130] 805: 개질기에 의해 생산된 수소
- [0131] 본 발명은 예시의 목적으로 상세하게 설명했지만, 이러한 세부사항은 오로지 예시 목적이며 청구항에 정의된 바와 같은 본 발명의 취지 및 범위에서 벗어남이 없이 당업자에 의해 변형이 이루어질 수 있는 것으로 이해되어야 한다.
- [0132] 또한, 본 발명은 본원에 기술된 특징들의 모든 가능한 조합, 바람직하게는 특히 청구항에 제시된 특징들의 조합에 관한 것임을 덧붙이는 바이다.
- [0133] "포함하는"이란 용어는 다른 구성요소들의 존재를 배제하지 않는다는 점도 유념해야 한다. 또한, 특정 성분들을 포함하는 산물에 대한 설명은 이 성분들로 이루어진 산물도 개시하는 것으로 이해되어야 한다. 이와 마찬가지로, 특정 단계들을 포함하는 방법에 대한 설명은 이 단계들로 이루어진 방법도 개시하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0134] 이제, 본 발명은 이하의 비제한적 실시예들을 통해 더 상세하게 설명될 것이다.
- [0135] **비교예 1**
- [0136] 본원에 제시된 실험 데이터는 Aspen Plus에서 모델링한 작업공정도(flowsheet)를 사용하여 취득했다. 증기분해 동역학을 엄격하게 감안했다(증기 분해기 산물 슬레이트 계산용 소프트웨어). 다음과 같은 증기 분해기 노의 조건을 적용했다: 에탄 및 프로판 노: COT(코일 배출구 온도) = 845°C 및 증기-오일 비 = 0.37, C4 노 및 액체 노: COT = 820°C 및 증기-오일 비 = 0.37. 탈방향족화 단위는 2개의 스트림, 즉 모든 방향족 성분을 포함하는 하나의 스트림 및 모든 나프텐계, 노르말 파라핀 및 이소 파라핀계 성분을 포함하는 다른 스트림으로 분리하는 분배기(splitter)로 모델링했다. 촉매적 개질기 단위는 문헌의 데이터에 근거하여 모델링했다. 가솔린 수소화분해를 위해, 실험 데이터를 기반으로 한 반응식을 이용했다.
- [0137] 방향족 개환을 위해, 모든 방향족 화합물을 BTX 및 LPG로 변환시키고 모든 나프텐계 및 파라핀계 화합물을 LPG로 변환시키는 반응식을 이용했다. 잔사유 수소화분해기 단위 및 FCC 단위는 문헌의 데이터에 근거하여 모델링했다.

- [0138] 비교예 1에서, 아라비아 경질 원유는 상압 증류 단위에서 증류시켰다. 잔사유를 제외한 모든 유분은 증기 분해했다. 증기 분해기로 이송된 유분은 LPG, 나프타, 등유 및 가스유 유분을 포함한다. 잔사유의 구분점(cut point)은 350℃이다. 증기 분해기로 이송되는 원유의 총 유분은 원유의 50wt%에 달한다. 증기 분해기에서 전술한 원유 유분은 노에서 분해된다. 결과는 이하에 제시된 바와 같은 표 1에 제공했다.
- [0139] 원유 유래의 산물은 석유화학물질(올레핀 및 BTXE (BTX + 에틸벤젠의 약어)) 및 기타 산물(수소, 메탄 및 C9 수지 공급물, 분해된 증류물, 카본블랙 오일 및 잔사유를 포함하는 중질 유분)로 나뉜다. 잔사유를 감안하고 있는 바, 총량은 총 원유의 100%에 이른다. 원유의 산물 슬레이트로부터 탄소 효율은 다음과 같이 측정한다:
- [0140] (석유화학물질 중의 총 탄소 중량)/(원유 중의 총 탄소 중량)
- [0141] 이 비교예의 BTXE 효율은 총 원유의 8wt%이다.
- [0142] **실시예 1**
- [0143] 실시예 1은 다음을 제외하고는 비교예와 동일하다:
- [0144] 먼저, 원유 증류의 나프타는 촉매적 개질기 단위에서 처리된다. 수소, 메탄 및 LPG를 포함하는, 개질기 유해의 경질물(lights)은 증기 분해기로 이송되고, LPG는 증기 분해된다. 나프타 개질물은 증기 분해기의 가솔린 처리 단위로 이송된다.
- [0145] 또한, 원유 증류의 등유 및 가스유 유분(구분점 350℃)은 탈방향족화 단위에서 2개의 스트림, 즉 모든 방향족 성분을 포함하는 하나의 스트림과 모든 나프텐, 이소파라핀 및 노르말 파라핀을 포함하는 다른 스트림으로 재분배한다. 방향족 성분의 스트림은 하나의 방향족 고리(BTX)를 유지하는 공정 조건 하에서 작동되는 방향족 개환으로 처리하고, 반면 공급물 중의 나프텐계 및 파라핀계 유분은 LPG(중간체)로 변환시킨다. 이 LPG는 증기 분해되는 에탄 유분, 프로판 유분 및 부탄 유분으로 분리한다. 모든 나프텐, 이소파라핀 및 노르말 파라핀을 포함하는 탈방향족화 단위 유래의 스트림은 증기 분해한다.
- [0146] 또한, 분해기 유출물의 중질 부분(C9 수지 공급물, 분해된 증류물 및 카본 블랙 오일)은 방향족 개환 단위로 재순환된다.
- [0147] 이하에 제시된 표 1은 증기 분해기 유래의 총 산물 슬레이트를 총 원유의 wt%로 보여준다. 또한, 이 표는 나머지 상압 잔사유 유분도 포함한다.
- [0148] 실시예 1에서 BTXE 수율은 총 원유의 20wt%이다.
- [0149] **실시예 2**
- [0150] 실시예 2는 다음을 제외하고는 실시예 1과 동일하다:
- [0151] 먼저, 잔사유를 잔사유 수소화분해기에서 업그레이드하여 가스, 경질 증류물, 중간 증류물, 중질 증류물 및 바닥 산물을 생산했다. 잔사유 수소화분해에 의해 생산된 가스는 증기 분해했다.
- [0152] 잔사유 수소화분해에 의해 생산된 경질 증류물 및 중간 증류물은 탈방향족화 단위에서 2개의 스트림, 즉 모든 방향족 성분을 포함하는 하나의 스트림 및 모든 나프텐, 이소파라핀 및 노르말 파라핀을 포함하는 다른 스트림으로 재분배한다. 방향족 성분의 스트림은 하나의 방향족 고리(BTX)를 유지하는 공정 조건 하에서 작동되는 방향족 개환으로 처리하고, 반면 공급물 중의 나프텐계 및 파라핀계 유분은 LPG(중간체)로 변환시킨다. 이 LPG는 증기 분해되는 에탄 유분, 프로판 유분 및 부탄 유분으로 분리한다. 모든 나프텐, 이소파라핀 및 노르말 파라핀을 포함하는 탈방향족화 단위 유래의 스트림은 증기 분해한다.
- [0153] 수소화분해기 유래의 중질 증류물 및 바닥 산물은 FCC 단위로 이송하여 경질물과 FCC 나프타를 생산했다. 경질물은 이 경질물 중의 올레핀을 LPG로부터 분리시키는 증기 분해기로 이송한다. 이 LPG는 증기 분해되는, 에탄 유분, 프로판 유분 및 부탄 유분으로 분리된다. FCC 나프타는 증기 분해기의 가솔린 처리 단위로 이송한다. FCC 단위 유래의 LCO(경질 환형 오일)은 방향족 개환 단위로 재순환시킨다.
- [0154] 이하에 제시되는 표 1은 총 산물 슬레이트를 총 원유의 wt%로 보여준다. 또한, 이 산물 슬레이트는 잔사유 수소화분해기의 피치 및 FCC 단위 유래의 코크스도 포함한다(원유의 4wt%).
- [0155] 실시예 2에서 BTXE 수율은 총 원유의 33wt%이다.
- [0156] **실시예 3**

[0157] 실시예 3은 다음을 제외하고는 실시예 2와 동일하다:

[0158] 나프타 개질물을 증기 분해기의 가솔린 처리 단위로 이송하는 대신, 가솔린 수소화분해로 처리한다. 또한, FCC 나프타는 증기 분해하는 대신에 가솔린 수소화분해로 처리한다. GHC 단위는 BTX 및 LPG를 생산한다. 이 LPG는 증기 분해되는, 에탄 유분, 프로판 유분 및 부탄 유분으로 분리된다.

[0159] 이하에 제시되는 표 1은 총 산물 슬레이트를 총 원유의 wt%로 보여준다. 또한, 이 산물 슬레이트는 잔사유 수소화분해기의 피치 및 FCC 단위의 코크스도 포함한다(원유의 4wt%).

[0160] 실시예 3에서 BTXE 수율은 총 원유의 32wt%이다.

표 1

	비교예	실시예 1	실시예 2	실시예 3
석유화학물질 (원유의 wt%)				
에틸렌	15%	14%	24%	26%
프로필렌	8%	7%	17%	16%
부타디엔	2%	2%	3%	3%
1-부텐	1%	1%	3%	3%
이소부텐	1%	1%	2%	2%
이소프렌	0%	0%	0%	0%
사이클로펜타디엔	1%	1%	1%	1%
벤젠	4%	6%	10%	11%
톨루엔	2%	8%	13%	13%
자일렌	1%	5%	8%	8%
에틸벤젠	1%	1%	2%	0%
기타 성분들 (원유의 wt%)				
수소	1%	1%	2%	2%
메탄	7%	6%	11%	11%
중질 성분	56%	48%	0%	0%
RHC 피치 및 FCC 코크스	0%	0%	4%	4%
탄소 효율	38.0%	47.2%	86.1%	85.7%

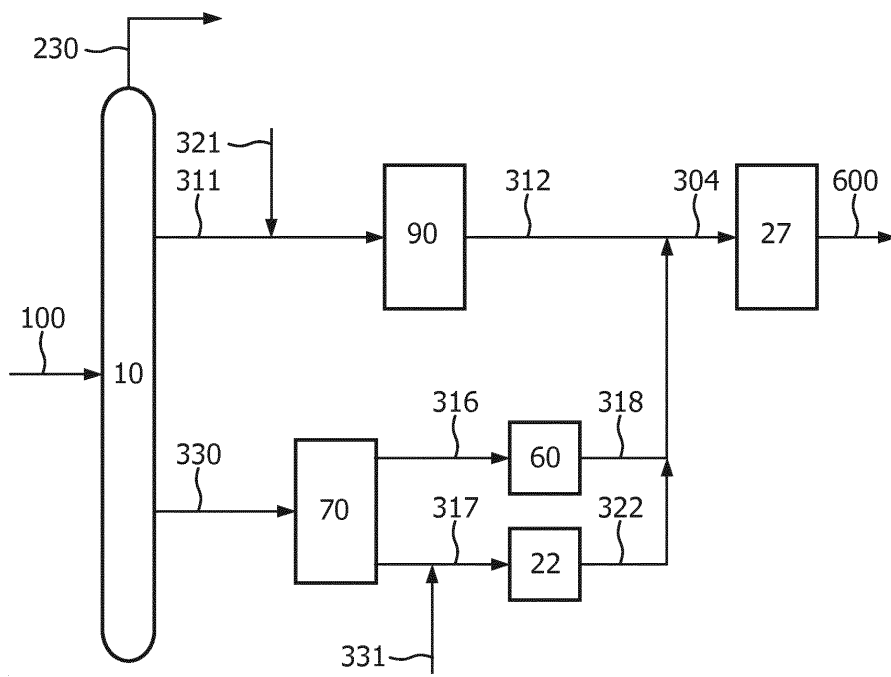
부호의 설명

- [0162] 10: 원유 증류 단위
- 22: 방향족 개환 단위
- 27: 가솔린 처리 단위
- 35: 가스 분해기
- 40: 잔사유 업그레이드화 단위
- 50: 가스 분리 단위
- 60: 유체 촉매적 분해기
- 61: 제2 유체 촉매적 분해기
- 70: 탈방향족화 단위
- 90: 개질기 단위
- 100: 원유
- 200: 공정 장치에서 생산된 LPG
- 223: 잔사유 업그레이드화에 의해 생산된 LPG
- 224: 유체 촉매적 분해에 의해 생산된 LPG

- 230: 가스 유분
- 304: 개질기 가솔린, 열분해 가솔린, FCC 가솔린 및 ARO 가솔린 중 하나 이상
- 311: 나프타
- 312: 개질기 가솔린
- 316: 탈방향족화에 의해 생산된 알칸 및 나프텐
- 317: 방향족물질이 농축된 스트림
- 318: 열분해 가솔린 또는 FCC 가솔린
- 319: FCC 가솔린
- 321: 본 방법에서 생산된 정제소 단위 유래의 경질 증류물
- 322: ARO 가솔린
- 323: 잔사유 업그레이드화 유래의 경질 증류물
- 326: 잔사유 업그레이드화 유래의 액체 유출물
- 330: 등유 및/또는 가스유
- 331: 본 방법에서 생산된 정제소 단위 유래의 중간 증류물
- 332: 분해된 증류물 및 카본 블랙 오일
- 335: 중간 증류물
- 400: 잔사유
- 410: 유체 촉매적 분해에 의해 생산된 중질 증류물
- 501: 가스 분해기에 의해 생산된 올레핀
- 540: FCC에 의해 생산된 올레핀
- 600: BTX
- 701: 가스 분리에 의해 생산된 메탄
- 702: 가스 분해기에 의해 생산된 메탄
- 801: 가스 분리에 의해 생산된 수소
- 802: 가스 분해기에 의해 생산된 수소
- 805: 개질기에 의해 생산된 수소

도면

도면1



도면2

