



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0095222
(43) 공개일자 2024년06월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10G 69/02 (2006.01) C01B 3/22 (2006.01)
C10G 35/04 (2006.01) C10G 65/12 (2006.01)
C10G 69/06 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C10G 69/02 (2013.01)
C01B 3/22 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7014674
- (22) 출원일자(국제) 2022년10월06일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2024년04월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2022/045892
- (87) 국제공개번호 WO 2023/076013
국제공개일자 2023년05월04일
- (30) 우선권주장
17/516,049 2021년11월01일 미국(US)
- (71) 출원인
세브란 유.에스.에이.인크.
미합중국 94583 캘리포니아주 샌레몬 불링거 캐년 로드 6001
- (72) 발명자
잔, 비-첵
미국 캘리포니아주 94583-0806 샌 레몬 불링거 캐년 로드 6001
송, 스티븐 슈치
미국 캘리포니아주 94583-806 샌 레몬 불링거 캐년 로드 6001
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인충정

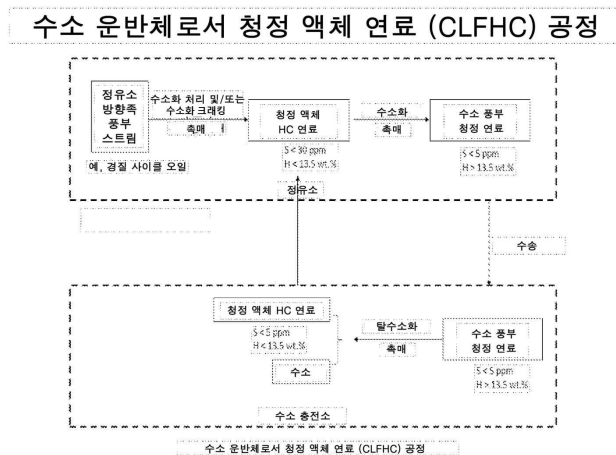
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **청정 액체 연료 수소 운반체 공정**

(57) 요약

본 개시내용은 일 구현예에서 청정 수소 연료를 제조하고 수송하는 공정에 관한 것이다. 공정은 액체 탄화수소 연료를 얻기 위한 조건 하에서 방향족 공급원료의 수소화처리, 수소화크래킹, 또는 수소화처리와 수소화크래킹 둘 모두를 수반할 수 있다. 액체 탄화수소 연료는 수소화되어 수소 충전소 또는 근처에 있을 수도 있는 탈수소화 시설로 수송되는 수소 풍부 연료를 얻는다. 수소 풍부 연료는 수소 및 제2 액체 탄화수소 연료를 얻는 데 사용된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C10G 35/04 (2013.01)

C10G 65/12 (2013.01)

C10G 69/06 (2013.01)

C01B 2203/0277 (2013.01)

C01B 2203/065 (2013.01)

(72) 발명자

오토, 트렌턴

미국 캘리포니아주 94583-806 샌 래몬 블링거 캐년
로드 6001

이, 야오판

미국 캘리포니아주 94583-0806 샌 래몬 블링거 캐
년 로드 6001

명세서

청구범위

청구항 1

공정으로서,

약 30 ppm 미만의 황 및 약 13.5 중량% 미만의 수소를 포함하는 액체 탄화수소 연료를 얻기 위한 조건 하에서 방향족 공급원료를 수소화처리, 수소화크래킹, 또는 수소화처리와 수소화크래킹 둘 모두를 수행하는 단계;

약 5 ppm 미만의 황 및 약 13.5 중량% 초과 수소를 포함하는 수소 풍부 연료를 얻기 위한 조건 하에서 액체 탄화수소 연료를 수소화하는 단계;

수소 풍부 연료를 탈수소화 시설로 수송하는 단계;

수소 및 약 5 ppm 미만의 황과 약 13.5 중량% 미만의 수소를 포함하는 제2 액체 탄화수소 연료를 얻기 위한 조건 하에서 수소 풍부 연료를 탈수소화하는 단계

를 포함하는, 공정.

청구항 2

제1항에 있어서, 방향족 공급원료는 유동 접촉 크래킹 공정으로부터의 탄화수소를 포함하는, 공정.

청구항 3

제1항에 있어서, 방향족 공급원료는 경질 사이클 오일을 포함하는, 공정.

청구항 4

제3항에 있어서, 경질 사이클 오일은 약 2,000 ppm 초과 황을 포함하는, 공정.

청구항 5

제4항에 있어서, 경질 사이클 오일은 약 900 내지 약 960 kg/m^3 의 밀도를 포함하는, 공정.

청구항 6

제4항에 있어서, 경질 사이클 오일은 약 20 내지 약 35의 세탄가를 포함하는, 공정.

청구항 7

제4항에 있어서, 경질 사이클 오일은 ASTM D-86에 따라 약 400°C 미만의 끓는점을 포함하는, 공정.

청구항 8

제1항에 있어서, 수소 및 제2 액체 탄화수소 연료를 분리하는 단계를 추가로 포함하는, 공정.

청구항 9

제8항에 있어서, 수소를 수소 충전소로 수송하는 단계를 추가로 포함하는, 공정.

청구항 10

제8항에 있어서, 제2 액체 탄화수소 연료를 재순환하는 단계를 추가로 포함하는, 공정.

청구항 11

제10항에 있어서, 제2 액체 탄화수소 연료의 재순환은 제2 액체 탄화수소 연료를 액체 탄화수소 연료와 혼합한 다음, 혼합된 액체 탄화수소 연료를 수소화하는 단계를 포함하는, 공정.

청구항 12

제1항에 있어서, 수소화처리, 수소화크래킹, 또는 수소화처리와 수소화크래킹 둘 모두에 이용된 조건은 질소 제거에 적합한 조건을 포함하는, 공정.

청구항 13

제1항에 있어서, 수소화 단계에서 생성된 임의의 열의 적어도 일부를 재순환하는 단계를 추가로 포함하는, 공정.

청구항 14

공정으로서,

약 5 ppm 미만의 황 및 약 13.5 중량% 초과 수소를 포함하는 수소 풍부 연료를 얻기 위한 조건 하에서 50 ppm 미만의 황을 포함하는 방향족 공급원료를 수소화하는 단계;

수소 풍부 연료를 탈수소화 시설로 수송하는 단계;

수소 및 약 5 ppm 미만의 황과 약 13.5 중량% 미만의 수소를 포함하는 제2 액체 탄화수소 연료를 얻기 위한 조건 하에서 수소 풍부 연료를 탈수소화하는 단계

를 포함하는, 공정.

청구항 15

제14항에 있어서, 방향족 공급원료는 유동 접촉 크래킹 공정으로부터의 탄화수소를 포함하는, 공정.

청구항 16

제14항에 있어서, 방향족 공급원료는 경질 사이클 오일을 포함하는, 공정.

청구항 17

제16항에 있어서, 경질 사이클 오일은 약 2,000 ppm 초과 황을 포함하는, 공정.

청구항 18

제16항에 있어서, 경질 사이클 오일은 약 900 내지 약 960 kg/m³의 밀도를 포함하는, 공정.

청구항 19

제16항에 있어서, 경질 사이클 오일은 약 20 내지 약 35의 세탄가를 포함하는, 공정.

청구항 20

제16항에 있어서, 경질 사이클 오일은 ASTM D-86에 따라 약 400°C 미만의 끓는점을 포함하는, 공정.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원(들)에 대한 교차 참조

[0002] 본원은 2021년 11월 1일에 출원된 미국 특허 출원 제17/516,049호에 관한 것이며 이로부터 우선권을 주장하며, 그 전체 개시내용은 본원에 참조로 포함된다.

[0003] 개시내용의 분야

[0004] 본 발명은 청정 액체 연료 수소 운반체 공정에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 수소는 예를 들어 연료 전지에서 소비될 때 물이 유일한 부산물이기 때문에 청정 연료로 널리 간주된다. 수소는 예를 들어 천연 가스, 바이오매스 및 원자력을 포함하는 다양한 공정 및 쉽게 이용 가능한 자원으로부터 생산될 수 있다. 따라서 수소는 잠재적으로 자동차는 물론 발전 분야에도 사용될 수 있다. 안타깝게도, 세계적으로 수소 적용을 채택하는 속도가 느렸는데 그 주된 이유는 저장 및 생산지에서 예를 들어 수소 주유소까지의 수송 비용이 매우 높기 때문이다.

[0006] 수소를 생산 및/또는 수송하는 새로운 방법이 필요하다. 그러한 방법이 비용 효율적이라면 유리할 것이다. 또한, 기존의 정유 공정 및 장비를 사용하여 이러한 방법을 사용할 수 있다면 유리할 것이다. 생산된 수소 환경, 경질 탄화수소 가스 예컨대 C1 내지 C4 탄화수소, 및/또는 CO와 같은 불순물의 양이 비교적 적은 경우 더욱 유리할 것이다. 추가적으로 또는 대안적으로, 새로운 공정은 예를 들어 수소 운반체의 재순환이 필요하지 않고/않거나 수소가 예를 들어 기존 유통 기반시설(distribution infrastructure) (예를 들어, 선적 선박, 트럭, 등)를 사용하여 수송될 수 있는 경우, 바람직할 것이다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0007] 본원은 수소를 생산 및/또는 수송하는 새로운 방법에 관한 것이다. 유리하게는, 방법은 비용 효율적일 수 있고/있거나 기존의 정유 공정 및 장비를 사용하여 이용될 수 있다. 또한, 생산된 수소에는 황과 같은 불순물의 양이 비교적 적을 수 있다. 또한, 많은 구현예에서 공정은 물론 재순환되지 않을 경우 제품으로 판매될 수 있는 수소 운반체의 재순환을 필요로 하지 않는다. 더욱이, 본원에 기재된 방법으로 생산된 수소는 예를 들어 기존 유통 기반시설을 사용하여 수송될 수 있다.

[0008] 일 구현예에서 본원은 약 30 ppm 미만의 황 및 약 13.5 중량% 미만의 수소를 포함하는 액체 탄화수소 연료를 얻기 위한 조건 하에서 방향족 공급원료를 수소화처리, 수소화크래킹, 또는 수소화처리와 수소화크래킹 둘 모두를 수행하는 단계를 포함하는 공정에 속한다. 액체 탄화수소 연료는 약 5 ppm 미만의 황 및 약 13.5 중량% 초과 수소를 포함하는 수소 풍부 연료를 얻기 위한 조건 하에서 수소화된다. 수소 풍부 연료는 탈수소화 시설로 수송되어 수소 및 약 5 ppm 미만의 황 및 약 13.5 중량% 미만의 수소를 포함하는 제2 액체 탄화수소 연료를 얻는 조건 하에서 탈수소화된다.

[0009] 또 다른 구현예에서, 본원은 약 1 ppm 미만의 황 및 약 13.5 중량% 초과 수소를 포함하는 수소 풍부 연료를 얻기 위한 조건 하에서 50 ppm 미만의 황을 포함하는 방향족 공급원료를 수소화하는 단계를 포함하는 공정에 속한다. 수소 풍부 연료는 탈수소화 시설로 수송되어 수소 및 약 5 ppm 미만의 황 및 약 13.5 중량% 미만의 수소를 포함하는 제2 액체 탄화수소 연료를 얻는 조건 하에서 탈수소화된다.

[0010] 본 개시내용의 예시적인 구현예의 이들 및 다른 목적, 특징 및 이점은 첨부된 청구범위와 함께 고려되는 본 개시내용의 예시적인 구현예의 다음의 상세한 설명을 읽으면 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0011] 본 발명의 다양한 구현예는 추가적인 목적 및 장점과 함께 첨부 도면과 함께 다음의 설명을 참조하여 가장 잘 이해될 수 있다.

도 1은 대표적인 수소 생산 및 수소 충전소 또는 다른 원하는 시설로의 수소 전달을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 구현예에 대한 다음 설명은 본 발명의 다양한 양태의 특징 및 교시를 구체적으로 기재하기 위한 비제한적인 대표적인 예를 제공한다. 기재된 구현예는 구현예의 설명으로부터 개별적으로 또는 다른 구현예와 결합하여 구현될 수 있는 것으로 인식되어야 한다. 구현예의 설명을 검토하는 당업자는 본 발명의 다르게 설명된 양태를 학습하고 이해할 수 있어야 한다. 구현예의 설명은 구체적으로 다루어지지 않았지만 구현예의 설명을 읽은 당업자의 지식 범위 내에서 본 발명의 적용과 일치하는 것으로 이해될 수 있는 다른 구현예 될 정도로 본 발명의 이해를 용이하게 해야 한다.

[0013] 정의

[0014] 달리 명시되지 않는 한, 다음 용어, 전문용어 및 정의가 본 개시내용에 적용 가능하다. 용어가 본 개시에 사용

되었지만 구체적으로 정의되지 않은 경우, 문헌[IUPAC Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed (1997)]의 정의가 적용될 수 있으며, 단 정의는 본 명세서에 적용된 다른 개시 또는 정의와 충돌하지 않거나, 또는 해당 정의가 적용되는 임의의 청구항을 무기한 또는 비활성화로 제시한다. 본 명세서에 참조로 포함된 모든 문헌에 제공된 정의 또는 용법이 본 명세서에 제공된 정의 또는 용법과 상충하는 범위 내에서 본 문서에 제공된 정의 또는 용법이 적용되는 것으로 이해해야 한다.

- [0015] 오일 공급원료와 함께 사용될 때, "처리", "처리된", "업그레이드", "업그레이드하는" 및 "업그레이드된"은 수소화처리되고 있거나 처리된 공급원료, 또는 공급원료의 분자량 감소, 공급원료의 끓는점 범위 감소, 아스팔텐 농도 감소, 탄화수소 자유 라디칼 농도 감소, 및/또는 황, 질소, 산소, 할로겐화물 및 금속과 같은 불순물 양의 감소를 갖는 생성된 물질 또는 미정제 생성물을 설명한다.
- [0016] "수소화처리(hydroprocessing)"는 바람직하지 않은 불순물을 제거하고/하거나 공급원료를 원하는 제품으로 전환하기 위해 탄소질 공급원료를 더 높은 온도 및 압력에서 수소 및 촉매와 접촉시키는 공정을 의미한다. 수소화처리 공정의 예는 수소화크래킹, 수소화처리, 촉매 탈랍, 및 수소화마무리를 포함한다.
- [0017] "수소화크래킹(hydrocracking)"은 수소화 및 탈수소화가 탄화수소의 크래킹/단편화, 예를 들어 중질 탄화수소를 더 가벼운 탄화수소로 전환시키거나 방향족 및/또는 시클로파라핀(나프텐)을 비방향족 분지형 파라핀으로 전환시키는 공정을 지칭한다.
- [0018] "수소화처리(hydrotreating)"는 전형적으로 수소화크래킹과 함께 황 및/또는 질소 함유 탄화수소 공급물을 감소된 황 및/또는 질소 함량을 갖는 탄화수소 생성물로 전환하고 부산물로서 황화수소 및/또는 암모니아(각각)를 생성하는 공정을 지칭한다. 수소의 존재 하에 수행되는 이러한 공정 또는 단계는 탄화수소 공급원료의 성분(예를 들어, 불순물)의 수소탈황화, 수소탈질소화, 수소탈금속화, 및/또는 수소탈방향족화 및/또는 공급원료 중의 불포화 화합물의 수소화를 포함한다. 수소화처리 유형 및 반응 조건에 따라, 수소화처리 공정의 제품은 예를 들어 점도, 점도 지수, 포화물 함량, 저온 특성, 휘발성 및 탈분극을 개선할 수 있다.
- [0019] "탄화수소질", "탄화수소" 및 유사한 용어는 탄소 및 수소 원자만을 함유하는 화합물을 지칭한다. 다른 식별자를 사용하여 탄화수소에 특정 그룹이 존재하는 경우 이를 나타낼 수 있다(예를 들어, 할로겐화 탄화수소는 탄화수소에서 동일한 당량의 수소 원자를 대체하는 하나 이상의 할로겐 원자의 존재를 나타냄).
- [0020] "주기율표"라는 용어는 2007년 6월 22일자 IUPAC 원소 주기율표 버전을 지칭하며, 주기율표 그룹에 대한 번호 넘버링 체계는 문헌[Chem. Eng. News, 63(5), 26-27 (1985)]에 기재되어 있다. "2족"은 IUPAC 2족 원소, 예를 들어, 마그네슘, (Mg), 칼슘 (Ca), 스트론튬 (Sr), 바륨 (Ba) 및 임의의 원소, 화합물, 또는 이온 형태의 그의 조합을 지칭한다. "6족"은 IUPAC 6족 원소, 예를 들어 크로뮴 (Cr), 몰리브덴 (Mo), 및 텅스텐 (W)을 지칭한다. "7족"은 IUPAC 7족 원소, 예를 들어 망간(Mn), 레늄(Re) 및 임의의 원소, 화합물, 또는 이온 형태의 그의 조합을 지칭한다. "8족"은 IUPAC 8족 원소, 예를 들어 철(Fe), 루테튬(Ru), 오스뮴(Os) 및 임의의 원소, 화합물, 또는 이온 형태의 그의 조합을 지칭한다. "9족"은 IUPAC 9족 원소, 예를 들어 코발트 (Co), 로듐 (Rh), 이리듐 (Ir) 및 임의의 원소, 화합물, 또는 이온 형태의 그의 조합을 지칭한다. "10족"은 IUPAC 10족 원소, 예를 들어 니켈 (Ni), 팔라듐 (Pd), 백금 (Pt) 및 임의의 원소, 화합물, 또는 이온 형태의 그의 조합을 지칭한다. "14족"은 IUPAC 14족 원소, 예를 들어, 게르마늄 (Ge), 주석 (Sn), 납 (Pb) 및 임의의 원소, 화합물, 또는 이온 형태의 그의 조합을 지칭한다.
- [0021] 특히 "촉매 지지체"라는 용어에서 사용되는 용어 "지지체"는 전형적으로 촉매 물질이 부착되는 높은 표면적을 갖는 고체인 통상적인 물질을 지칭한다. 지지 재료는 불활성이거나 촉매 반응에 참여할 수 있으며 다공성이거나 비-다공성일 수 있다. 전형적인 촉매 지지체는 다양한 종류의 탄소, 알루미늄, 실리카, 및 실리카-알루미늄, 예를 들어, 비정질 실리카 알루미늄에이트, 제올라이트, 알루미늄-보리아, 실리카-알루미늄-마그네시아, 실리카-알루미늄-티타니아 및 다른 제올라이트 및 다른 복합 산화물을 첨가하여 얻은 재료를 포함한다.
- [0022] "분자체"는 분자체의 유형에 따라 특정 분자만이 분자체의 공극 구조에 접근할 수 있고 다른 분자는 예를 들어, 분자 크기 및/또는 반응성으로 인해 배제되도록 프레임워크 구조 내에 분자 치수의 균일한 공극을 갖는 물질을 지칭한다. 용어 "분자체" 및 "제올라이트"는 동의어이며 (a) 중간 및 (b) 최종 또는 표적 분자체 및 (1) 직접 합성 또는 (2) 후결정화 처리(2차 변형)에 의해 생성된 분자체를 포함한다. 2차 합성 기술은 헤테로원자 격자 치환 또는 기타 기술에 의해 중간 물질로부터 표적 물질의 합성을 가능하게 한다. 예를 들어, 알루미늄실리케이트는 B 대신 Al의 결정화 후 헤테로원자 격자 치환에 의해 중간체 보로실리케이트로부터 합성될 수 있다. 이러한 기술은 예를 들어 미국 특허 제6,790,433호에 기술된 바와 같이 알려져 있다. 제올라이트, 결정성 알루미늄

포스페이트 및 결정성 실리코알루미노포스페이트가 분자체의 대표적인 예이다.

[0023] 본 개시에서, 조성물 및 방법 또는 공정은 종종 다양한 성분 또는 단계를 "포함하는" 용어로 기재되지만, 조성물 및 방법은 또한 달리 언급되지 않는 한 다양한 성분 또는 단계로 "본질적으로 구성"되거나 "구성"될 수 있다.

[0024] 용어 단수는 복수의 대안, 예를 들어 적어도 하나를 포함하도록 의도된다. 예를 들어, "전이 금속" 또는 "알칼리 금속"의 개시내용은 달리 명시되지 않는 한, 전이 금속 또는 알칼리 금속 중 하나, 또는 둘 이상의 혼합물 또는 조합을 포함하는 것을 의미한다.

[0025] 본 명세서의 상세한 설명 및 청구 범위 내의 모든 수치는 표시된 값 "약" 또는 "대략"에 의해 수정되며, 실험적 오류 및 당업자에 의해 예상되는 변동을 고려한다.

[0026] **일반 공정**

[0027] 본원의 공정은 이용 가능한 공급원료, 장비 및 원하는 생성물에 따라 다르다. 많은 다른 공급원료가 이용될 수 있는 반면, 공정은 전형적으로 정유소 방향족 풍부 스트림, 즉 예를 들어 유동 접촉 크래킹(fluid catalytic cracking) 공정 스트림으로부터의 경질 사이클 오일과 같은 방향족 공급원료를 사용한다. 경질 사이클 오일과 같은 방향족 공급원료의 특성은 스트림의 출처와 이전 가공(있는 경우)에 따라 달라질 수도 있다. 다른 방향족 화합물 풍부 탄화수소는 코커의 디젤 제품, 잔사유 탈황화(RDS) 등이다. 일 구현예에서, 방향족 화합물 풍부 탄화수소 공급원료는 적어도 50%의 고리 화합물(예를 들어 방향족 화합물 및 나프텐)을 함유한다. 일 구현예에서, 이는 적어도 60%의 고리 화합물을 함유한다. 적어도 65%의 고리 화합물을 갖는 것이 바람직하다. 즉, 경질 사이클 오일과 같은 방향족 공급원료의 적절한 밀도, 황 함량, 세탄가, 끓는점, 방향족 화합물 함량 및 다른 특성은 공급원료에 따라 변할 수 있다. 방향족 공급원료의 적합한 밀도는 변하고, 경질 사이클 오일 또는 다른 방향족 공급원료의 경우 밀도는 약 900 내지 약 960 kg/m³(약 56 내지 약 60 lbs/ft³)일 수 있다. 방향족 공급원료의 본질에 따라, 황 또는 황 화합물을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서는 더 낮은 황 함량이 바람직할 수 있지만, 경질 사이클 오일 또는 다른 방향족 공급원료는 약 1000 ppm 초과, 또는 약 2000 ppm 초과, 또는 심지어 약 5,000 ppm 초과를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서 경질 사이클 오일 또는 다른 방향족 공급원료는 질소 또는 질소 화합물을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 경질 사이클 오일 또는 다른 방향족 공급원료는 약 20 초과, 또는 약 25 초과, 최대 약 30, 또는 최대 약 35, 또는 최대 약 40의 세탄가를 포함할 수 있다. 경질 사이클 오일 또는 다른 방향족 공급원료의 끓는점은 이용될 특정 가공에 따라 달라질 것이지만, 일부 구현예에서 끓는점은 ASTM D-86에 따르면 약 430℃(약 806°F) 미만, 또는 약 400℃(약 752°F) 미만일 수 있다.

[0028] **수소화처리/수소화크래킹**

[0029] 방향족 공급원료는 예를 들어 디젤 또는 항공 연료로서 사용하기 위한 사양을 충족할 수 있는 청정 액체 탄화수소 연료를 얻기 위한 조건 하에서 수소화처리, 수소화크래킹, 또는 수소화처리와 수소화크래킹 둘 모두를 거칠 수 있다. 생성된 액체 탄화수소 연료의 특성은 변할 수 있지만 종종 약 60 미만, 약 50 미만, 또는 약 40 미만, 또는 약 30 미만, 또는 약 20 ppm 미만의 황 및/또는 약 10 미만, 또는 약 5 미만, 또는 10 ppm N 미만 또는 약 13.5 중량% 미만의 수소를 포함할 수 있다. 액체 탄화수소 연료는 일부 경우에 도 1에 나타난 바와 같이 청정 액체 HC 연료로 지칭될 수 있다. 일부 경우에, 방향족 공급원료는 원하는 액체 탄화수소 연료와 충분히 유사한 특성, 예를 들어 50 ppm 미만의 황을 이미 포함할 수 있어, 수소화처리 및/또는 수소화크래킹이 필요하지 않을 수 있다. 이러한 경우, 방향족 공급원료는 액체 탄화수소 연료에 대한 수소화처리 및/또는 수소화크래킹 없이 직접 수소화될 수 있다.

[0030] 전형적으로, 수소화처리 또는 수소화크래킹의 경우, 반응 온도는 약 250℃(482°F) 내지 약 500℃(932°F)일 수 있고, 압력은 약 3.5 MPa(500 psi) 내지 약 24.2 MPa(3,500 psi)일 수 있고, 그리고 공급 속도 (vol 오일/vol cat hr)는 약 0.1. 내지 약 20 hr⁻¹일 수 있다. 수소 순환율은 일반적으로 약 350 std 리터 H₂/kg 오일 (배럴당 2,310 표준 입방 피트; SCF/B) 내지 1780 std 리터 H₂/kg 오일 (배럴당 11,750 표준 입방 피트)의 범위이다. 바람직한 반응 온도는 약 340℃(644°F) 내지 약 455℃(851°F)의 범위일 수 있다. 바람직한 총 반응 압력은 약 7.0 MPa(1,000 psi) 내지 약 20.7 MPa(3,000 psi)의 범위일 수 있다. 반응기는 또한 고정층, 병류 하향류가 종종 활용될 수 있지만 임의의 적합한 촉매층 배열 방식, 예를 들어 고정층, 슬러리층 또는 유동층으로 작동될 수 있다.

[0031] 일 구현예에서, 공정은 높은 수준의 황과 질소를 함유할 수 있는 공급원료를 초기 수소화처리 반응 단계로 전달

하여 공급물 중 상당량의 황과 질소를 무기 형태로 전환함으로써 작동되고, 이 단계의 주요 목적은 공급 황 함량을 줄이는 것이다. 물론, 수소화처리가 필요하지 않은 경우, 공급물은 수소화크래킹 또는 수소화처리로 직접 전달될 수 있다.

[0032] 수소화처리 단계는 일반적으로 수소 및 수소화처리 촉매의 존재에서 하나 이상의 반응 구역(촉매층)에서 수행된다. 사용되는 조건은 공급물 특성에 따라 수소탈황화 및/또는 탈질소화에 적합하다. 수소화크래킹이 사용되는 경우, 생성물 스트림은 끓는점 범위 전환이 영향을 받는 수소화크래킹 단계로 전달된다. 원하는 경우, 수소 처리 가스 및 잠재적으로 황화수소 및 암모니아를 포함하는 다른 수소화처리/수소화크래킹 반응 생성물과 함께 수소화처리된 및/또는 수소화크래킹된 액체 탄화수소의 스트림은 증류탑과 같은 분리기로 전달될 수 있고, 여기서 수소, 경질 유분, 무기 질소 및 황화수소가 수소화크래킹된 액체 생성물 스트림에서 제거된다. 재순환 수소 가스는 암모니아를 제거하기 위해 세척될 수 있으며 재순환 수소의 순도를 개선하고 생성물 황 수준을 감소시키기 위해 황화수소를 제거하기 위해 아민 스트림을 거칠 수 있다. 원하는 경우, 벌크 다중금속 촉매와 같은 수소탈황화 촉매의 층이 수소화 전 어느 시점에 제공될 수 있다.

[0033] **수소화처리 촉매**

[0034] 종래의 수소화처리 촉매는 임의의 적합한 촉매일 수 있다. 전형적인 종래의 수소화처리 촉매는 비교적 높은 표면적 지지 물질, 바람직하게는 알루미나 상의 적어도 하나의 VIII족 금속, 바람직하게는 Fe, Co 또는 Ni, 더 바람직하게는 Co 및/또는 Ni, 및 가장 바람직하게는 Ni; 및 적어도 하나의 VIB족 금속, 바람직하게는 Mo 또는 W, 더 바람직하게는 Mo로 구성된 촉매를 포함한다. 다른 적합한 수소탈황화 촉매 지지체는 제올라이트, 비정질 실리카-알루미나 및 티타니아-알루미나를 포함한다. 귀금속 촉매가 또한 이용될 수 있는데, 바람직하게는 귀금속이 Pd 및 Pt로부터 선택되는 경우이다. 하나 초과 유형의 수소탈황화 촉매가 동일한 반응 용기의 서로 다른 층(layer)에서 사용될 수 있다. VIII족 금속은 전형적으로 약 2 내지 약 20 중량%, 바람직하게는 약 4 내지 약 12 중량% 범위의 양으로 존재한다. VIB족 금속은 전형적으로 약 5 내지 약 50 중량%, 바람직하게는 약 10 내지 약 40 중량%, 및 더 바람직하게는 약 20 내지 약 30 중량% 범위의 양으로 존재할 수 있다. 모든 금속 중량 퍼센트는 촉매 중량을 기준으로 한다.

[0035] **수소화크래킹 촉매**

[0036] 사용될 수 있는 종래의 수소화크래킹 촉매의 예는 니켈, 니켈-코발트-몰리브덴, 니켈-코발트-텅스텐, 니켈-몰리브덴-텅스텐, 코발트-몰리브덴 및 니켈-텅스텐 및/또는 니켈-몰리브덴을 포함하며, 그 중 후자의 2개가 바람직하다. 귀금속 촉매의 비제한적인 예는 백금 및/또는 팔라듐 기반의 촉매를 포함한다. 귀금속 및 비귀금속 촉매 모두에 사용될 수 있는 다공성 지지체 물질은 내화 산화물 물질 예컨대 알루미나, 실리카, 알루미나-실리카, 규조토, 규조토, 마그네시아, 또는 지르코니아를 포함하며, 알루미나, 실리카, 알루미나-실리카가 바람직하고 가장 일반적이다. 제올라이트 지지체, 특히 큰 공극 파우자사이트 예컨대 USY 및 베타 제올라이트도 사용될 수 있다.

[0037] 다수의 수소화크래킹 촉매는 상이한 상업적 공급업체로부터 입수 가능하며 공급원료 및 제품 요건에 따라 사용될 수 있고; 그 기능은 경험적으로 결정될 수 있다. 수소화크래킹 촉매의 선택은 중요하지 않다. 선택된 작동 조건에서 원하는 수소화전환 기능을 갖는 임의의 촉매(종래의 수소화크래킹 촉매 포함)를 사용할 수 있다. 전술한 바와 같이, 수소화처리 및/또는 수소화크래킹은, 존재하는 경우, 예를 들어 약 30 ppm 미만의 황 및 약 13.5 중량% 미만의 수소를 포함할 수 있는 전술한 특성을 갖는 액체 탄화수소 연료를 얻기에 적합한 조건 하에서 수행된다.

[0038] **수소화**

[0039] 그 다음, 전술한 특성을 갖는 액체 탄화수소 연료가 수소화된다. 수소화 조건은 변할 수 있지만 일반적으로 시작 액체 탄화수소 연료보다 다량의 수소와 함께 약 5 미만, 또는 약 2 미만, 또는 약 1 미만, 또는 약 0 ppm의 황을 포함하는 수소 풍부 연료를 얻기 위해 선택된다. 수소화는 일반적으로 고리 구조를 변화시키지 않고 오히려 방향족 화합물을 나프텐성 화합물로 전환시킨다. 생성된 수소 풍부 연료 중 수소의 양은 약 13.5 초과, 또는 약 13.8 초과, 또는 약 14.0 초과, 또는 약 14.5 중량% 초과 또는 훨씬 더 많은 수소일 수 있다.

[0040] 수소화는 원하는 수소 풍부 연료를 달성하는 임의의 수단에 의해 달성될 수 있다. 구현예에서, 액체 탄화수소 연료는 수소화할 수 있는 조건 하에서 촉매를 사용하여 수소 가스와 반응함으로써 수소화될 수 있다.

[0041] 구현예에서, 수소화 촉매는 지지된 7족, 8족, 9족 및 10족 금속을 포함하거나 본질적으로 이로 구성될 수 있다. 일부 구현예에서, 수소화 촉매는 실리카, 알루미나, 실리카-알루미나, 점토, 티타니아, 지르코니아, 또는 혼합

된 금속 산화물 지지체 상에 지지된 Ni, Cu, Ag, Pd, Pt, Co, Rh, Fe, Ru, Os, Cr, Sn, Mo, 및 W 중 하나 이상으로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다. 다른 구현예에서, 수소화 촉매는 규조토 상에 지지된 니켈, 알루미늄 상에 지지된 백금 및/또는 팔라듐, 또는 알루미늄 상에 지지된 니켈 및/또는 백금 및/또는 팔라듐; 대안적으로, 규조토 상에 지지된 니켈, 대안적으로, 살리카 상에 지지된 니켈 및/또는 백금 및/또는 팔라듐; 또는 대안적으로, 알루미늄 상에 지지된 코발트-몰리브덴일 수 있다. 또 다른 구현예에서, 수소화 촉매는 규조토 상에 지지된 니켈, 실리카, 알루미늄, 점토 또는 실리카-알루미늄으로 이루어진 군 중 하나 이상일 수 있다.

[0042] 일반적으로, 수소화는 수소 풍부 연료의 원하는 특성으로 수소화할 수 있는 임의 유형의 공정 및/또는 반응기에서 수행될 수 있다. 구현예에서, 수소화는 회분식 공정, 연속 공정; 또는 이의 임의의 조합, 대안적으로 회분식 공정; 또는 대안적으로 연속 공정으로 수행될 수 있다. 일부 구현예에서, 수소화는 슬러리 반응기, 연속 교반식 탱크 반응기, 고정층 반응기, 또는 이의 임의의 조합; 대안적으로, 슬러리 반응기, 대안적으로, 연속 교반식 탱크 반응기, 또는 대안적으로, 고정층 반응기에서 수행될 수 있다.

[0043] 원하는 경우, 수소화 수소 풍부 연료를 여과하여 수소 풍부 연료로부터 수소화 촉매 및/또는 촉매 미세분을 분리할 수 있다. 또한, 수소 풍부 연료를 증류하여 이를 더욱 정제하거나 수소 고함유 연료를 분리할 수 있다.

[0044] 활용되는 수소화 촉매의 수량은 수소화 촉매의 동일성과 활용되는 특정 수소화 공정에 따라 달라질 수 있다. 일반적으로, 사용되는 수소화 촉매의 양은 원하는 수소 풍부 연료를 생산할 수 있는 임의의 양일 수 있다. 비-고정층 수소화 공정(예를 들어, 그 중에서도 슬러리 반응기 또는 연속 교반식 탱크 반응기)에서, 수소화에 사용되는 수소화 촉매의 양은 0.001 중량% 내지 20 중량%, 0.01 중량% 내지 15 중량%, 0.1 중량% 내지 10 중량%, 또는 1 중량% 내지 5 중량%의 범위일 수 있다. 수소화 촉매의 중량%는 수소화 촉매와 수소화되는 액체 탄화수소 연료의 총 중량을 기준으로 한다.

[0045] 일반적으로, 액체 탄화수소 연료를 수소화할 수 있는 조건은 수소 압력, 온도, 접촉 시간, 또는 이의 임의의 조합; 대안적으로, 수소 압력 및 온도; 대안적으로, 수소 압력, 온도, 및 접촉 시간; 대안적으로, 수소 압력; 대안적으로, 온도; 또는 대안적으로, 접촉 시간을 포함할 수 있다. 구현예에서, 활용될 수 있는 수소화 온도는 25 °C(77°F) 내지 350°C(662°F), 50°C(122°F) 내지 300°C(572°F), 60°C(140°F) 내지 250°C(482°F), 또는 70°C(158°F) 내지 200°C(392°F)의 범위일 수 있다. 구현예에서, 활용될 수 있는 수소 압력은 100 kPa(14 psi) 내지 30 MPa(4351 psi), 250 kPa(36 psi) 내지 20 MPa(2901 psi), 500 kPa(72 psi) 내지 10 MPa(1450 psi), 또는 750 kPa(109 psi) 내지 5 MPa(725 psi)의 범위일 수 있다. 구현예에서, 활용될 수 있는 접촉 시간은 1분 내지 100 시간, 2분 내지 50시간, 5분 내지 25시간, 또는 10분 내지 10시간의 범위일 수 있다. 고정층 공정에서, 수소화 촉매에 대한 액체 탄화수소 연료의 WHSV(시간당 중량 공간 속도)는 0.1 내지 20, 0.5 내지 10, 또는 1 내지 5의 범위일 수 있다.

[0046] 일부 구현예에서, 수소화 단계는 표준 수소화처리보다 훨씬 더 많은 열을 발생시킨다. 따라서, 열의 적어도 일부는 재순환되어 예를 들어 수소화처리/수소화크래킹 단계(들)에서 사용될 수 있다.

[0047] 수소화에 의해 생산된 수소 풍부 연료는 원하는 경우 수송될 수 있다.

[0048] **수송**

[0049] 원하는 경우, 수소 풍부 연료는 전형적으로 임의의 편리한 방식으로 탈수소화 시설로 수송된다. 유리하게는, 수소 풍부 연료는 예를 들어 기존 유통 기반시설을 사용하여 수송될 수 있다. 이러한 기존 유통 기반시설은 유조선(오일 또는 화학물질), 컨테이너 선박, 트럭, 철도 탱크 화차, 파이프라인 및/또는 이의 임의의 조합을 포함한다.

[0050] **탈수소화**

[0051] 수송 후, 수소 풍부 연료는 탈수소화되어 수소 및 제2 액체 탄화수소 연료를 얻는다. 전형적으로, 탈수소화는 수소, 및 약 5 미만, 또는 약 2 미만, 또는 약 1 미만, 또는 약 0 ppm의 황 및 약 13.5 중량% 미만의 수소를 포함하는 제2 액체 탄화수소 연료를 얻기 위한 조건 하에서 수행되며, 탈수소화를 달성하려면 상당한 양의 열을 추가해야 한다.

[0052] 수소 풍부 연료는 전형적으로 탈수소화 조건에서 탈수소화 반응기에서 촉매 복합체와 접촉된다. 이러한 접촉은 고정 촉매층 시스템, 이동 촉매층 시스템, 유동층 시스템에서 또는 배치형 작업으로 달성될 수 있다. 탈수소화 반응기 자체는 온도가 각 반응 구역의 입구에서 유지되어 원하는 전환을 얻을 수 있도록 그 사이에 가열 수단을 갖는 하나 이상의 별도의 반응기 구역을 포함할 수 있다. 수소 풍부 연료는 상향, 하향 또는 방사류 방식으로

촉매 복합체와 접촉될 수 있다. 수소 풍부 연료는 촉매와 접촉할 때 액상, 증기-액체 혼합상 또는 증기상일 수 있다.

[0053] 탈수소화 조건은 변하고, 약 300°F(149°C) 내지 약 1500°F(816°C)의 온도, 약 0.1 kPa(0.01 psi) 내지 약 2533kPa(367 psi)의 압력 및 약 0.01 내지 약 50 hr⁻¹의 시간당 액체 공간 속도 (LHSV)를 포함할 수 있다. 바람직한 온도는 약 350°F(177°C) 내지 약 900°F(482°C), 더 바람직하게는, 약 400°F(204°C) 내지 약 800°F(427°C), 및 가장 바람직하게는 450°F(232°C) 내지 700°F(371°C)일 수 있다. 바람직한 압력은 약 10 kPa(1.5 psi) 내지 약 507 kPa(74 psi)의 범위일 수 있다. 대기압은 대부분의 공정에 매우 적합하며 일반적으로 탈수소화 구역의 압력은 장비 제한 사항에 맞춰 실행 가능한 한 낮게 유지되어 화학 평형 이점을 최대화한다. 바람직한 LHSV 값의 범위는 약 0.05 hr⁻¹ 내지 약 10 hr⁻¹, 또는 더욱 더 바람직하게는, 약 0.1 내지 약 5 hr⁻¹이다. 물론, 당업자는 활용되는 수소 풍부 연료 및 촉매 시스템의 특성에 따라 원하는 온도, 압력 및 LHSV를 선택할 것이다.

[0054] 원한다면, 수소 풍부 연료는 탈수소화 구역으로 전달되기 전, 동안 또는 후에 회석 gas와 혼합될 수 있다. 회석 물질은 수소, 증기, 메탄, 이산화탄소, 질소, 아르곤 등 또는 이들의 혼합물일 수 있다. 회석 gas가 활용되는 경우, 약 0.1 내지 약 20의 회석 gas 대 탄화수소 몰비를 보장하기에 충분한 양이며, 몰비 범위가 약 1 내지 10일 때 최상의 결과를 얻을 수 있다. 탈수소화 구역으로 전달된 회석 수소 스트림은 전형적으로 수소 분리 구역에서 탈수소화 구역의 유출물로부터 수소가 분리된 후 재순환될 것이다.

[0055] 탈수소화 촉매 복합체는 높은 활성, 높은 선택성 및 양호한 안정성을 나타낼 수 있다. 탈수소화 촉매는 전술한 수소화 촉매와 동일하거나 상이할 수 있다. 본 개시내용의 특히 바람직한 촉매 복합체는 VIII족 귀금속 및 고체 무기 담체를 포함하는 복합체를 포함한다. 이러한 촉매 복합체는 미국 특허 번호 3,531,543; 3,631,215; 3,864,284; 3,584,060; 4,191,846; 4,716,143; 4,786,625; 4,827,072; 및 4,902,849에 제시된 바와 같이 당업자에게 잘 알려져 있고, 이들의 내용은 본원에 참조로 포함된다. 특히 바람직한 촉매 복합체는 알루미늄 촉매 상에 백금, 팔라듐, 니켈, 주석, 및 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0056] 탈수소화 수소 풍부 연료는 수소 및 제2 액체 탄화수소 연료를 생성한다. 원한다면, 수소 및 제2 액체 탄화수소 연료가 분리될 수 있다. 수소는 현장의 수소 충전소에 저장되거나 수소 충전소로 수송될 수 있다. 생성된 제2 액체 탄화수소 연료는 임의의 편리한 방식으로 재순환될 수 있다. 일 구현예에서, 제2 액체 탄화수소 연료의 재순환은 제2 액체 탄화수소 연료를 액체 탄화수소 연료와 혼합한 다음, 혼합된 액체 탄화수소 연료를 수소화하는 단계를 포함한다.

[0057] 실시예 1: LCO의 특성

[0058] 연구에 사용된 LCO 공급원료, 즉 ABQ3034의 물리적 특성은 표 1에 주어진다. 이 LCO는 약 63 부피%의 방향족 화합물을 포함한다. 분자의 대략 80 부피%는 고리 구조를 가지고 있다. 수소 함량은 약 10.7%이며, 따라서 수소를 저장하고 운반하는 데 좋은 공급원료이다.

표 1. 상업용 LCO 공급원료 ABQ3034 및 수소화크래킹 제품 CGQ7699

샘플 ID	AQB3034	CGQ7699
60°F에서의 API, (16°C)	21.7	34.5
밀도, g/mL	0.924	0.852
N, ppm	682	<0.3
S, ppm	2654	<5
NMR에 의한 수소, wt.%	10.7	13.3
22 x 22		
파라핀, 부피%	14.6	25.1
나프텐, 부피%	17.7	53.6
방향족 화합물, 부피%	61.5	21.3
황, 부피%	6.2	0
모의 증류(Simdist), wt.%/°F		
0.5/5	233/391	295/378
10/30	442/511	400/459
50	566	510
70/90	625/700	570/674
95/99.5	730/796	714/797

[0059]

[0060]

실시예 2: 청정 액체 연료 CGQ7699를 생산하기 위한 LCO 수소화처리 및 수소화크래킹

[0061]

표 1에 나타난 바와 같이, LCO ABQ3034는 2000 ppm 초과 S 및 600 ppm 초과 N을 함유한다. 수소화처리를 통해 질소와 황 불순물을 모두 제거하여 청정 액체 연료를 생산할 수 있다. 수소-탈질소화 및 수소-탈황화는 0.88 LHSV, 8000 SCF/B, 1400 psia(9653 kPa) 수소 분압 및 675°F(357°C) 촉매 평균 층 온도의 수소화처리 조건 하에서 전환 상업용 수소화 크래킹 전처리 촉매 ICR 514/1001 및 수소화크래킹 촉매 ICR 183을 함유하는 ISOCRACKING™ 촉매 시스템이 로딩된 일회성 표준 수소화처리 장치에서 수행되었다.

[0062]

수소화처리된 생성물은 2개의 분획으로 증류되었다. 청정 액체 연료 수소 운반체 연구를 위해 디젤 범위 제품 (380°F+ 끓는점, CGQ7699)이 선택되었다. 그 물리적 특성은 표 1에 주어진다. 표 1의 결과는 LCO에서 유래된 생산된 청정 액체 연료 CGQ7699가 < 0.3 ppm N 및 < 5 ppm S를 함유하고 있음을 보여준다. 수소 함량은 약 13.2 중량%이다. 탄화수소의 약 75 부피%는 수소를 수송하기에 적합한 고리 구조의 분자이다.

[0063]

실시예 3: 수소 운반체로서의 청정 액체 연료

표 2. 상업용 귀금속 촉매 ICR 419(실리카-알루미나 지지체 상의 귀금속 Pt-Pd)를 통한 청정 액체 연료의 수소화 및 탈수소화의 요약

	수소화			탈수소화			
	432	600	768	936	1104	1320	1464
스트립 시간, h	432	600	768	936	1104	1320	1464
압력, psig (MPa)	1500(10342)	1500(10342)	1500(10342)	225(1551)	182(1255)	61(420)	64(441)
가스:오일, SCFB/B	4896	4893	4892	4895	4891	1526	1530
CAT 온도, °F (°C)	475(246)	500(260)	550(288)	550(288)	600(316)	650(343)	700(371)
액체 제품의 H 함량, wt.%	13.9	14.0	14.0	13.6	13.2	13.1	13.2
500°F.- (260°C) 액체 제품의 특성							
1-고리 방향족 화합물, wt.%	<0.5	<0.5	<0.5	14.1	26	22.5	23.5
2+고리 방향족 화합물, wt.%	<0.5	<0.5	<0.5	0.9	3.1	6.6	6
총 방향족 화합물, wt.%	0	0	0	15	29.1	29.1	29.4
H 함량, wt.%	13.8	13.8	13.8	13.4	12.9	12.8	12.9
500°F.+ (260°C.) 액체 제품의 특성							
1-고리 방향족 화합물, wt.%	<0.5	<0.5	<0.5	5.8	11	9.4	9.3
2+고리 방향족 화합물, wt.%	<0.5	<0.5	<0.5	3	6.8	9.7	8.6
총 방향족 화합물, wt.%	<1.0	<1.0	<1.0	8.8	17.8	19.1	18
H 함량, wt.%	14.1	14.1	14.2	13.9	13.6	13.4	13.5

공정 조건: 1.0 LHSV, 공급 CGQ7699 청정 액체 연료를 실행한다.

[0064]

[0065]

표 2의 결과는 ICR 419가 ≥ 13.9 중량%의 수소를 함유하는 생성된 액체 연료에서 청정 액체 연료 CGQ7699의 방향족 화합물을 1 중량% 미만으로 추가로 포화시킨다는 것을 보여준다. 또한 ICR 419가 탈수소화를 통해 수소 풍부 액체 연료로부터 수소를 생산할 수 있으며, 그 결과 공정 조건 하에 ≤ 13.2 중량%의 수소를 함유하는 액체 연료가 생성될 수 있음을 보여준다.

[0066] 실시예 4: 수소 운반체로서의 청정 액체 연료

표 3. 상업용 귀금속 촉매 ICR 731(알루미늄 지지체 상의 귀금속 Pt-Pd)를 통한 청정 액체 연료의 수소화 및 탈수소화의 요약

스트립 시간, h	306	474	642	810	1026	1314	1482
압력, psig (kPa)	1500(10342)	1500(10342)	1500(10342)	1500(10342)	65(448)	67(462)	65(448)
가스:오일, SCFB/B	4885	4884	4887	4888	4887	4889	4884
CAT 온도, °F (°C)	450(232)	475(246)	500(260)	550(288)	550 (288)	650 (343)	700 (371)
액체 제품의 H 함량, wt.%	14.0	14.0	13.9	13.9	13.0	12.8	12.8
500°F- (260°C) 액체 제품의 특성							
1-고리 방향족 화합물, wt.%	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	28.6	27.1	27.4
2+-고리 방향족 화합물, wt.%	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	5.9	9.3	9.6
총 방향족 화합물, wt.%	0	0	0	0	34.5	36.4	37.0
수소 함량, wt.%	13.8	13.8	13.8	13.8	12.7	12.5	12.5
500°F+ (260°C) 액체 제품의 특성							
1-고리 방향족 화합물, wt.%	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	12.6	14.0	13.8
2+-고리 방향족 화합물, wt.%	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	10.4	15.4	15.8
총 방향족 화합물, wt.%	0	0	0	0	23.0	29.4	29.6
수소 함량, wt.%	14.1	14.1	14.1	14.1	13.3	13.0	13.0

공정 조건: 1.0 LHSV, 공급 CGQ7699 청정 액체 연료를 실행한다.

[0067]

[0068]

표 3의 결과는 ICR 731이 청정 액체 연료 CGQ7699의 방향족 화합물을 1 중량% 미만으로 포화시킬 수 있음을 보여준다. 생성된 액체 연료는 ≥ 13.9 중량%의 수소를 함유하였다. 또한 ICR 731이 청정 액체 연료로부터 수소를 생산하여 ≤ 13.0 중량%의 수소를 함유한 액체 연료를 생성할 수 있음을 보여준다.

[0069]

도 1은 경질 사이클 오일이 수소 풍부 청정 연료로 수소화되는 액체 탄화수소 연료로 수소화처리 및/또는 수소화크래킹되는 본 발명의 구현예를 보여준다. 그 다음 수소 풍부 청정 연료는 액체 유기 수소 운반체에 필요한 재순환 없이 액체 유기 수소 운반체(예를 들어, 디벤질 톨루엔)와 매우 유사하게 수송될 수 있다. 수송 후, 탈수소반응을 통해 수소 및 청정 액체 탄화수소 연료가 생성된다.

[0070]

전술한 명세서에서는 다양한 구현예가 기재되었다. 그러나, 다음 청구범위에 제시된 본 발명의 더 넓은 범위를 벗어나지 않으면서 다양한 수정 및 변경이 이루어질 수 있고 추가적인 구현예가 구현될 수 있다는 것이 명백할 것이다. 따라서 본 명세서 및 도면은 한정적인 의미가 아닌 예시적인 것으로 간주되어야 한다.

도면

도면1

수소 운반체로서 청정 액체 연료 (CLFHC) 공정

