



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

C10G 45/04 (2006.01)

C10G 45/02 (2006.01)

C10G 49/02 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0130112

(43) 공개일자 2006년12월18일

(21) 출원번호 10-2006-7014547

(22) 출원일자 2006년07월19일

심사청구일자 없음

변역문 제출일자 2006년07월19일

(86) 국제출원번호 PCT/US2004/042654

(87) 국제공개번호 WO 2005/063936

국제출원일자 2004년12월16일

국제공개일자 2005년07월14일

(30) 우선권주장 60/531,506 2003년12월19일 미국(US)
60/618,799 2004년10월14일 미국(US)

(71) 출원인 쉘 인터내셔널 리써취 마트샤피지 비.브이.
네델란드왕국 엔엘-2596 에이치알 더 헤이그 카렐 반 바일란트틀란 30

(72) 발명자 브라운스콤 토마스 페어차일드
미국 77005 텍사스주 휴스턴 앰허스트 2737
웰링턴 스콧 리
미국 77401 텍사스주 벨레르 애스펜 스트리트 5109

(74) 대리인 특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 원유 생성물 제조 시스템 및 제조 방법

(57) 요약

원유 공급물과 하나 이상의 촉매의 접촉은 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조한다. 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 잔여물 함량의 최대 0.2 그램을 가진다. 원유 생성물은 0.101MPa, 25℃에서 액체 혼합물이다. 원유 생성물의 하나 이상의 특성은 원유 공급물의 상대적인 특성에 대하여 최소 10% 씩 변화될 수 있다. 일부 실시형태에서, 가스는 하나 이상의 촉매와 원유 공급물의 접촉 동안 제조된다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매에서 수소 공급원과 원유 공급물을 접촉시키는 단계로서,

상기 원유 생성물은 25℃, 0.101MPa에서 액체 혼합물이고, 상기 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 잔여물의 최소 0.2 그램의 잔여물 함량을 가지고, 상기 무기 염 촉매는 최소 두 무기 금속 염을 포함하고, 제품의 시간 분석 (TAP : Temporal Analysis of Products) 에 의해 정해지는 것처럼 (a) 상기 두 무기 금속 염 중 최소한 하나의 DSC 온도와 (b) 상기 무기 염 촉매의 DSC 온도 사이의 온도 범위에서 방사 가스의 변형을 표시하는 상기 단계; 및

상기 원유 생성물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 상기 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%의, 원유 생성물의 그램당 잔여물의 그램으로 표시된 잔여물 함량을 가지도록 접촉 조건을 제어하는 단계를 포함하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 두 무기 염 중 최소한 하나는 500℃ 이상의 DSC 온도를 가지는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 3.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 무기 염 촉매의 상기 DSC 온도는 250 ~ 450℃ 또는 300 ~ 400℃ 사이의 범위 온도인 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 4.

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방사 가스는 수증기 및/또는 이산화탄소를 포함하는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 5.

원유 생성물을 포함하는 토탈 프로덕트를 제조하기 위해 무기 염 촉매에서 수소 공급원과 원유 공급물을 접촉시키는 단계로서,

상기 원유 생성물은 25℃, 0.101MPa에서 액체 혼합물이고, 상기 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 잔여물의 최소 0.2 그램 가지는 잔여물 함량을 가지고, 상기 무기 염 촉매는 300℃ ~ 500℃의 온도에서 상기 무기 염 촉매의 상기 무기 염 중 최소한 하나의 이온 전도성인 이온 전도성을 갖는 상기 단계; 및

상기 원유 생성물은 ASTM 규격 D5307에 정해지는 것처럼 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%의, 원유 생성물의 그램당 잔여물의 그램으로 표시된 잔여물 함량을 가지도록 접촉 조건을 제어하는 단계를 포함하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 6.

무기 염 촉매를 조절하는 단계;

상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 상기 조절된 무기 염 촉매에서 수소 공급원과 원유 공급물을 접촉시키는 단계로서,

상기 원유 생성물은 25℃, 0.101MPa에서 액체 혼합물이고, 상기 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 잔여물의 최소 0.2 그램의 잔여물 함량을 갖는 상기 단계; 및

상기 원유 생성물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 상기 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%의, 원유 생성물의 그램당 잔여물의 그램으로 표시된 잔여물 함량을 가지도록 접촉 조건을 제어하는 단계를 포함하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 무기 염 촉매는, 조절 단계 전의 상기 무기 염 촉매의 이온 전도성과는 다른 조절 단계 후의 이온 전도성을 나타내는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 8.

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 무기 염 촉매는, 조절 단계 전의 무기 염 촉매의 이온 전도성보다 작은, 300℃에서 조절 단계 후의 이온 전도성을 나타내는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 9.

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 무기 염 촉매는 하나 이상의 알칼리 탄산염 금속, 하나 이상의 알칼리 탄산염 토금속, 하나 이상의 알칼리 히드록시드 금속, 하나 이상의 알칼리 히드록시드 토금속, 하나 이상의 알칼리 히드리드 금속, 하나 이상의 알칼리 히드리드 토금속, 하나 이상의 알칼리 금속의 하나 이상의 황화물, 하나 이상의 알칼리 토금속의 하나 이상의 황화물, 하나 이상의 알칼리 금속의 하나 이상의 아미드, 하나 이상의 알칼리 토금속의 하나 이상의 아미드, 또는 이들의 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 하나 이상의 알칼리 금속은 나트륨, 칼륨, 루비듐, 세슘, 또는 이들의 혼합물이고 및/또는 상기 하나 이상의 알칼리 토금속은 칼슘, 마그네슘, 또는 이들의 혼합물인 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 11.

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 수소 공급원은 수소, 경질 탄화수소 (light hydrocarbon), 물, 또는 이들의 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 12.

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

무기 염 촉매에서 원유 공급물을 수소 공급원과 접촉시키는 단계는 접촉 영역에서 발생하고, 접촉 단계 이전에 또는 접촉 단계 동안 접촉 영역에 스팀을 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 13.

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전체 생성물의 최소 부분은 증기로서 제조되고, 상기 원유 생성물을 제조하기 위해서 25℃, 0.101MPa에서 상기 증기의 최소 부분을 응축하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 14.

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 접촉 조건은 또한 25℃, 0.101MPa에서 응축할 수 없는 탄화수소가 질량 수지 (mass balance) 에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 최대 0.2 그램, 최대 0.15 그램, 최대 0.1 그램, 또는 최대 0.05 그램이 형성되도록 제어되는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 15.

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 잔여물을 0.2 ~ 0.99 그램 또는 0.3 ~ 0.8 그램 가지는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 16.

제 1 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 코크스를 0.00001 ~ 0.03 그램 또는 0.0001 ~ 0.01 그램 가지는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 17.

제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원유 공급물은, 원유 공급물의 그램당 이종원자의 그램 또는 Ni/V/Fe의 그램으로 표시된 TAN, 전체 Ni/V/Fe의 함량, 전체 이종원자 함량을 또한 가지며, 상기 접촉 조건은, 상기 원유 생성물이 상기 원유 공급물의 상기 TAN, 상기 전체 Ni/V/Fe 함량 및/또는 전체 이종원자 함량의 최대 90%의 TAN, 전체 Ni/V/Fe 함량 및/또는 전체 이종원자 함량을 가지도록 또한 제어되는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 18.

제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원유 생성물은 또한 원유 생성물의 그램당, 나프타를 0.00001 ~ 0.2 그램, 증류액을 0.0001 ~ 0.9 그램, 진공 가스 오일 (VGO) 을 0.0001 ~ 0.99 그램, 또는 이들의 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 19.

제 1 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서

혼합물을 형성하기 위해 상기 원유 공급물과 같거나 다른 원유와 원유 생성물을 결합하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 원유 생성물의 제조 방법.

청구항 20.

제 1 항 내지 제 19 항에 따른 원유 생성물의 제조 방법에 따라 얻어질 수 있는 원유 생성물 또는 혼합물.

청구항 21.

제 20 항에 따른 원유 생성물 또는 혼합물을 처리하는 단계를 포함하는 반송 연료, 가열 연료, 윤활제, 또는 화학 물질 제조 방법.

청구항 22.

제 21 항에 있어서,

상기 처리 공정은 상기 원유 생성물 또는 상기 혼합물을 하나 이상의 증류 분류로 증류하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반송 연료, 가열 연료, 윤활제, 또는 화학 물질 제조 방법.

청구항 23.

제 21 항 또는 제 22 항에 있어서,

상기 처리 공정은 수소화처리단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반송 연료, 가열 연료, 윤활제, 또는 화학물질 제조 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 통상 원유 공급물을 처리하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 예를 들면 상기 시스템 및 방법을 사용하여 제조된 조성물에 관한 것이다. 더 구체적으로는, 여기에서 설명된 실시예는 원유 공급물의 그램당 잔여물이 최소 0.2그램 정도의 잔여물 함량을 가지는 원유 공급물을 (a) 25°C, 0.101 MPa 에서의 액체 혼합물이면서, (b) 원유 공급물의 동일한 특성과 비교해 보았을 때 개선된 하나 이상의 특성을 가지는 원유 생성물로 변환하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

원유를 종래의 설비를 활용하여 경제적으로 반송하지 못하게 되거나 처리되지 못하게 하는 하나 이상의 불안정한 특성을 지니는 원유를 보통, "저질의 원유" 라고 부른다.

저질의 원유는 종종 상대적으로 높은 수준의 잔여물을 함유한다. 이와 같은 원유는 종래의 설비를 활용하여 반송 및/또는 처리하기에 어렵고 값비싼 경향이 있다. 높은 수준의 잔여물을 함유한 원유는 고온에서 원유를 코크스로 전환하도록 처리될 수 있다. 다르게는, 높은 수준의 잔여물을 함유한 원유는 전형적으로 점성이 작은 원유 및/또는 원유 혼합물을 제조하기 위해 수분을 가지고 고온에서 처리된다. 처리 공정 동안에, 점성이 작은 원유 및/또는 원유 혼합물로부터 수분을 제거하는 것은 종래의 수단을 사용해서는 어려울 수 있다.

저질의 원유는 수소 결핍 탄화수소를 포함할 수 있다. 수소 결핍 탄화수소를 처리하는 경우, 특히 크래킹 공정으로부터 유래되는 불포화 분량이 생성되는 경우, 통상 지속적인 양의 수소가 첨가되어야 한다. 통상 활성 수소화 촉매의 사용을 수반하는, 처리 중 수소화는 불포화 분량이 코크스를 형성하는 것을 저지하는데 필요하다. 수소화는 생산에 비용이 들어가게 하고 및/또는 처리 시설로의 반송에 비용이 들어가게 한다.

코크스는 저질의 원유 처리 동안에 빠른 속도로 촉매 표면에 형성 및/또는 부가될 수 있다. 코크스에 의해 오염된 촉매의 촉매 활동도를 재생하는데에 비용이 많이 소요될 수 있다. 재생하는 동안 사용된 고온은 또한 촉매의 활동도를 감소시키고 및/또는 촉매의 질을 나쁘게 할 수 있다.

저질의 원유는 그 원유 공급물의 전체 산가 ("TAN") 에 기여하는 산성의 성분을 포함할 수 있다. 총 산가가 비교적 높은 저질의 원유는 그 반송 및/또는 처리 중에 금속 성분이 부식되는 한 원인이 된다. 저질의 원유로부터 산성의 성분을 제거한다는 것은, 각종의 염기 (base) 를 가지고 산성의 성분들을 화학적으로 중화시키는 것과 관련된다. 다르게는, 내부식성 금속을 반송 장치 및/또는 처리 장치에 사용할 수도 있다. 내부식성 금속을 사용하면, 비용이 현저히 증가하게 되어서, 기존의 설비에 내부식성 금속을 사용하는 것은 바람직하지 못하다. 부식을 저지하기 위한 다른 방법은 저질의 원유의 반송 및/또는 처리 전에 그 저질의 원유에 부식 방지제를 첨가하는 것과도 관련 있다. 부식 방지제를 사용하는 것은 상기 원유 처리에 사용되는 장치 및/또는 상기 원유로부터 생성되는 생성물의 품질에 악영향을 줄 수 있다.

저질 원유는, 예를 들어, 니켈, 바나듐, 및/또는 철 등의 금속 오염물의 함량이 비교적 높다. 이러한 원유를 처리하는 중에, 금속 오염물 및/또는 금속 오염물의 화합물이 촉매의 표면이나 촉매의 공동(void) 용적 내에 침적될 수 있다. 이러한 침적은 촉매 활동도를 떨어뜨릴 수 있다.

저질 원유는 대개 유기계 이종원자(예컨대, 황, 산소 그리고 질소)를 포함하고 있다. 유기계 이종원자는, 경우에 따라서는 촉매에 부정적 영향을 끼친다. 알칼리 금속염 및/또는 알칼리 토금속염은 잔류물의 탈황화 처리 공정에서 사용되었다. 이 공정은 효율이 나쁜 탈황화, 오일이 분해되지 않는 슬러지의 제조, 효율이 나쁜 탈금속화, 실제로 분리할 수 없는 염-오일 혼합물의 형성, 많은 양의 수소 가스 및/또는 상대적으로 높은 수소 압력의 이용 등을 발생시키는 경향이 있다.

원유의 질을 높이기 위한 어떤 공정들은 바람직하지 못한 특성들을 발생시키는 성분들의 중량부를 낮추기 위해서 저질의 원유에 대한 회석제의 첨가를 포함하고 있다. 그러나 회석제를 첨가하면, 회석제에 들어가는 비용 및/또는 저질의 원유를 취급함에 들어가는 늘어난 비용 때문에, 그 저질의 원유의 처리 비용이 통상 상승하게 된다. 저질의 원유에 대한 회석제의 첨가는, 경우에 따라서는 그 원유의 안정성을 떨어뜨릴 수 있다.

깁슨 (Gibson) 에게 허여된 미국 특허 제3,136,714호, 글레임 (Gleim) 에게 허여된 미국 특허 제3,558,747호, 페이스터나크 (Pasternak) 에게 허여된 미국 특허 제3,847,797호, 킹 (King) 에게 허여된 미국 특허 제3,948,759호, 푸쿠이에게 허여된 미국 특허 제3,957,620호, 맥칼럼에게 허여된 미국 특허 제3,960,706호와 제3,960,708호, Jr.배아드 (Baird, Jr.) 에게 허여된 미국 특허 제4,119,528호와 제4,127,470호, 푸지모리 (Fujimori) 에게 허여된 미국 특허 제4,224,140호, 헤레디 (Heredy) 에게 허여된 미국 특허 제4,437,980호, 크라슈크 (Krasuk) 에게 허여된 미국 특허 제4,591,426호, 마즈레크 (Mazurek) 에게 허여된 미국 특허 제4,665,261호, 크레츠쉬마르 (Kretschmar) 에게 허여된 미국 특허 제5,064,523호와 제5,166,118호, 갓시스 (Gatsis) 에게 허여된 미국 특허 제5,288,681호, 서드하카 (Sudhakar) 에게 허여된 미국 특허 제6,547,957호; 및 레이놀즈 (Reynolds) 에게 허여된 미국 특허출원 공개공보 제20030000867호, 렌디나 (Rendina) 에게 허여된 미국 특허출원 공개공보 제20030149317호 등에서 원유를 처리하는데 사용하는 다양한 공정 및 시스템을 설명하고 있다. 그러나, 이런 특허 문헌에 설명한 공정, 시스템 및 촉매는 앞에서 설명한 많은 기술적 문제때문에 제한된 적용성을 가진다.

요컨대, 저질의 원유는 통상 바람직하지 않은 특성들(예컨대, 비교적 높은 잔류물, 장비를 부식하게 하는 경향, 및/또는 그 처리 중 비교적 다량의 수소가 소모되는 경향)을 가지고 있다. 다른 바람직하지 않은 특성들은 바람직하지 않은 성분들(예컨대, 비교적 높은 TAN, 유기계 이종원자 및/또는 금속 오염물)을 포함한다. 이러한 특성들은 종래의 반송 및/또는 처리 설비에서, 부식의 증가, 촉매 수명의 단축, 프로세스 폐색 및/또는 처리 중 수소 사용의 증가와 같은 문제를 일으키는 경향이 있다. 그러므로, 저질의 원유를 보다 바람직한 특성을 가진 원유 생성물로 전환하는 개선된 시스템, 방법 및/또는 촉매에 대한 현저한 경제적, 기술적 요구가 존재한다.

발명의 상세한 설명

여기에 기술하는 발명은, 통상 원유 공급물을, 원유 생성물 및 실시형태에 따라서는, 비응축성 가스를 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위한 하나 이상의 촉매와 접촉하게 하기 위한 시스템, 방법에 관한 것이다. 또한, 여기에 기술하는 발명은 통상 그 안에 있는 신규의 조합을 가지는 구성 성분에 관한 것이다. 이러한 구성 성분은 여기에 기술된 시스템 및 방법들을 사용하여 얻을 수 있다.

본 발명은 하나 이상의 촉매와 함께 수소 공급원을 원유 공급물에 접촉시키는 것을 포함하는 원유 생성물을 준비하는 방법을 제공하며, 상기 하나 이상의 촉매는 $K_3Fe_{10}S_{14}$ 를 함유하는 촉매를 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25°C, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 촉매 중 최소한 하나는 하나 이상의 황화 전이 금속을 포함하고, 원유 공급물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 잔여물의 최소 0.2 그램 정도의 함량을 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 최대 코크스의 0.05 그램을 가지고, 원유 생성물의 그램당 최소 나프타의 0.001 그램을 가지며, 상기 나프타는 최소 70의 옥탄가를 가지기 위한 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 준비 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25°C, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 촉매 중 최소한 하나는 하나 이상의 황화 전이 금속을 포함하고, 원유 공급물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 잔여물의 최소 0.2 그램 정도의 함량을 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 원유 생성물의 그램당 최대 코크스의 0.05 그램을 가지고, ASTM 규격 D2386에 의해 정해지는 것처럼 케로신(kerosene)은 최대 30°C에서 어는점을 가지며, ASTM 규격 D5186에 의해 정해지는 것처럼 케로신의 그램당 방향족(aromatic)의 최소 0.2 그램을 가지는 케로신을 포함하도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25°C, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 촉매 중 최소한 하나는 하나 이상의 황화 전이 금속을 포함하고, 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 잔여물의 최소 0.2 그램 정도의 함량을 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 ASTM 규격 D6730에 의해 정해지는 것처럼, 원유 생성물에서 수소 원자대 탄소 원자의 중량비(H/C)가 최대 1.75인 원유 생성물의 그램당 코크스를 최대 0.05 그램 가지도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25°C, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 촉매 중 최소한 하나는 하나 이상의 황화 전이 금속을 포함하고, 원유 공급물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 잔여물의 최소 0.2 그램 정도의 함량을 가지고, 원유 공급물에서 탄소 원자대 수소 원자의 중량비(H/C)가 최소 1.5인 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 원유 공급물의 H/C 비의 80 ~ 120%의 H/C 비를 가지고, ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%를 가지며, 원유 생성물의 그램당 최소 70의 옥탄가를 가지는 나프타를 최소 0.001그램 가지도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25°C, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 촉매 중 최소한 하나는 하나 이상의 황화 전이 금속을 포함하고, 원유 공급물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 잔여물의 최소 0.2 그램 정도의 함량을 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 원유 생성물의 그램당 최소 70의 옥탄가를 가지는 나프타를 최소 0.001 그램 가지고; ASTM 규격 D2386에 의해 정해지는 것처럼 최대

30℃의 어는점을 가지며 ASTM 규격 D5186에 의해 정해지는 것처럼 케로신의 그램당 방향족을 최소 0.2 그램 가지는 케로신을 최소 0.001그램 가지며; ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 잔여물의 최대 0.05 그램과 IP 규격 368/90에 의해 정해지는 것처럼 진공 가스 오일 (VGO)의 그램당 방향족의 최소 0.3그램을 가지는 VGO를 최소 0.001그램 가하도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 황화 전이 금속 촉매가 전체 황화 전이 금속 촉매의 그램당 하나 이상의 황화 전이 금속을 최소 0.4 그램 가지며, 원유 공급물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 잔여물의 최소 0.2 그램 정도의 함량을 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 황화 전이 금속 촉매를 포함하는 하나 이상의 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 원유 생성물의 그램당 코크스를 최대 0.05 그램 가지고, ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30% 정도 가하도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 황화 전이 금속 촉매가 토탈 황화 전이 금속 촉매의 그램당 최소 0.4 그램의 황화 전이금속을 가지며, 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 질소의 함량을 최소 0.001 그램 정도 가지고 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 정도 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 ASTM 규격 D5762에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 질소 함량의 최대 90%의 질소 함량을 가지고 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%의 잔여물 함량을 가하도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 황화 전이 금속 촉매가 토탈 황화 전이 금속 촉매의 그램당 최소 0.4 그램의 황화 전이금속을 가지며, 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 최소 0.0001 그램의 Ni/V/Fe 함량을 가지고 원유 공급물의 그램당 최소 0.2 그램의 잔여물 함량을 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 원유 생성물의 그램당 코크스를 최대 0.05 그램 가지고, ASTM 규격 D5863에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 Ni/V/Fe 함량의 최대 90%의 Ni/V/Fe 함량을 가지며, ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30% 정도의 잔여물 함량을 가하도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 황화 전이 금속 촉매가 전체 황화 전이 금속 촉매의 그램당 최소 0.4 그램의 황화 전이금속을 가지며, 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 최소 0.001 그램의 황 함량을 가지고 원유 공급물의 그램당 최소 0.2 그램의 잔여물 함량을 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 ASTM 규격 D4294에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 황 함량의 최대 70% 정도의 황 함량을 가지고, ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30% 정도를 가하도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 황화 전이 금속 촉매 구성을 제조하는 방법을 제공하는데, 그 방법은 산화 전이 금속/금속 염 혼합물을 형성하기 위해 산화 전이 금속과 금속 염을 혼합시키고; 중간체를 형성하기 위해 산화 전이 금속/금속 염 혼합물을 수소에 반응시키고, 형성된 중간체를 황화 전이 금속 촉매를 제조하기 위해 하나 이상의 탄화수소와 함께 황과 반응시키는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 황화 전이 금속 촉매가 황화 전이금속을 포함하며, 원유 공급물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 상기 황화 전이 금속 촉매는 산화 전이 금속/금속 염 혼합물을 형성하기 위해 산화 전이 금속과 금속 염을 혼합하고; 중간체를 형성하기 위해 산화 전이 금속/금속 염 혼합물을 수소에 반응시키고; 형성된 중간체를 황화 전이 금속 촉매를 제조하기 위해 하나 이상의 탄화수소와 함께 황과 반응시킴으로써 얻어지며, 원유 생성물이 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30% 정도 가하도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 원유 공급물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 잔여물의 함량을 최소 0.2 그램 가진 상태

에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 전체 생성물의 최소한 일부분을 증기로 제조하고; 25°C, 0.101MPa에서 증기의 최소한 일부분을 응축하고; 원유 생성물의 그램당, 최소 70의 옥탄가를 가지는 나프타의 최소 0.001 그램, IP 규격 368/90에 의해 정해지는 것처럼 VGO의 그램당 방향족을 최소 0.3 그램 가지는 VGO의 최소 0.001 그램, ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 잔여물의 최대 0.05 그램을 가지는 원유 생성물을 형성하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 황화 전이 금속 촉매가 황화 전이금속을 포함하며, 원유 공급물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 잔여물의 함량을 최소 0.2 그램 가지며, 원유 생성물이 25°C, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 ASTM 규격 D6730에 의해 정해지는 것처럼 나프타의 그램당 단일고리형 고리 방향족을 최소 0.001 그램 가지는 나프타를 최소 0.001 그램 가지며, ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 잔여물의 최대 0.05 그램, 증류액의 최소 0.001 그램 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키는 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 공급물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가지고, 원유 생성물이 25°C, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 IP 규격 368/90에 의해 정해지는 것처럼 디젤의 그램당 최소 0.3 그램의 방향족을 가지는 디젤을 최소 0.001그램 가지고, IP 규격 368/90에 의해 정해지는 것처럼 VGO의 그램당 방향족의 최소 0.3 그램 가지는 VGO를 최소 0.001 그램 가지며, ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 잔여물을 최대 0.05 그램 가지는 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25°C, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 원유 공급물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가지며, 원유 공급물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼, 원유 공급물의 그램당 최소 0.2 그램의 잔여물 정도의 잔여물 함량을 가지고, 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 단일고리형 고리 방향족의 최대 0.1 그램의 함량을 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 상기 접촉 공정 동안 25°C, 0.101 MPa에서 응축되지 않는 최대 0.2 그램의 탄화수소가 질량 수지에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 형성되고, 원유 생성물이 단일고리형 고리 방향족 함량이 ASTM 규격 D6730에 의해 정해지는 상태에서 원유 공급물의 단일고리형 고리 방향족보다 최소 5% 더 큰 단일고리형 고리 방향족을 가지도록 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25°C, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 원유 공급물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가지고, 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 올레핀의 그램으로 표시된 올레핀 함량을 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물은 올레핀 함량이 ASTM 규격 D6730에 의해 정해지는 것처럼, 원유 공급물의 올레핀 함량보다 최소 5% 더 큰 올레핀 함량을 가지도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25°C, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가지며, 제조품의 일시 분석 (TAP)에 의해 정해지는 것처럼 무기 염 촉매가 50°C와 500°C 사이의 온도 범위에서 방사 가스의 변화를 방지하면서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 잔여물 함량이 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%로 원유 생성물의 그램당 잔여물의 그램으로 표시된 잔여물 함량을 가지도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25°C, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 무기 염 촉매가 최소한 두 개의 무기 염 금속을 포함하며, 무기 염 촉매는 제조품의 일시 분석 (TAP)에 의해 정의되는 온도 범위에서 방사 가스의 변화를 방지하고, 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가지며, 상기 방사 가스 변화 온도 범위는 (a) 상기 두 무기 염 금속 중 적어도 하나의 DSC 온도도와, (b) 상기 무기 염 촉매의 DSC 온도 사이인 상태에서 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%의 원유 생성물 그램당 잔여물 그램으로 표시된 잔여물 함량을 가지도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101MPa에서 액체 혼합물이고, 무기 염 촉매가 TAP에 의해 정해지는 것처럼 50℃와 500℃ 사이의 온도 범위에서 방사 가스의 변화를 방지하며, 원유 공급물은 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 것처럼 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 제조된 원유 생성물의 부피가 25℃, 0.101MPa에서의 원유 공급물의 부피보다 최소한 5% 더 크게 되는 원유 생성물을 제조하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 무기 염 촉매가 TAP에 의해 정해진 대로 50℃와 500℃ 사이의 온도 범위에서 방사 가스의 변화를 방지하며, 원유 공급물이 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 상기 접촉 공정 동안 25℃, 0.101MPa에서 응축할 수 없는 탄화수소 최대 0.2그램이 질량 수지에 의해 정해진 것처럼 원유 공급물의 그램당 형성되도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 무기 염 촉매가 시차 주사 열량 측정법 (DSC)에 의해 정해진 대로 분당 10℃의 비율로 200℃와 500℃ 사이의 온도 범위에서 열 전이를 가지며, 원유 공급물이 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지며 원유 생성물의 그램당 잔여물의 그램으로 표시된 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%를 가지도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 무기 염 촉매가 300℃와 500℃ 사이의 온도 범위에서 무기 염 촉매의 무기 염 중 최소한 하나를 이온 전도하는 이온 전도도를 가지며, 원유 공급물이 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지며 원유 생성물의 그램당 잔여물의 그램으로 표시된 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%를 가지도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 무기 염 촉매는 알칼리 금속이 최소 11의 원자 번호를 가지고 11 이상의 원자 번호를 가지는 알칼리 금속에 대해 최소 11의 원자 번호를 가지는 알칼리 금속의 최소 원자비가 0.1 내지 10이고 알칼리 금속 염 중 적어도 하나는 알칼리 탄산염 금속인 알칼리 금속 염을 포함하며, 원유 공급물이 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%를 가지도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 무기 염 촉매는 알칼리 금속이 최소 11의 원자 번호를 가지고 11 이상의 원자 번호를 가지는 알칼리 금속에 대해 최소 11의 원자 번호를 가지는 알칼리 금속의 최소 원자비가 0.1 내지 10이고 알칼리 금속 염 중 적어도 하나는 알칼리 히드록시드 금속인 알칼리 금속 염을 포함하며, 원유 공급물이 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 상기 전체 생성물의 최소한 일부분을 증기로 제조하고, 25℃, 0.101MPa에서 제조된 증기의 최소한 일부분을 응축하여 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%를 가지는 원유 생성물을 형성하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 알칼리 금속이 최소 11의 원자 번호를 가지고 11 이상의 원자 번호를 가지는 알칼리 금속에 대해 최소 11의 원자 번호를 가지는 알칼리 금속의 최소 원자비가 0.1 내지 10이면서 무기 염 촉매는 알칼리 금속 염 중 적어도 하나가 알칼리 수소화 금속인 알칼리 금속 염을 포함하며, 원유 공급물이 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 상기 전체 생성물의 최소한 일부분을 증기로 제조하고, 25℃, 0.101MPa에서 제조된 증기의 최소한 일부분을 응축하여 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%를 가지는 원유 생성물을 형성하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 알칼리 금속이 최소 11의 원자 번호를 가지고 알칼리 금속 염 중 하나는 알칼리 탄산염 금속이면서 무기 염 촉매는 하나 이상의 알칼리 금속 염, 하나 이상의 알칼리 토금속 염 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 원유 공급물이 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%를 가지도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 알칼리 금속이 최소 11의 원자 번호를 가지면서 무기 염 촉매는 하나 이상의 알칼리 히드록시드 금속, 하나 이상의 알칼리 토금속 염 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 원유 공급물이 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%를 가지도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 생성물이 25℃, 0.101 MPa에서 액체 혼합물이고, 알칼리 금속이 최소 11의 원자 번호를 가지면서 무기 염 촉매는 하나 이상의 알칼리 히드록시드 금속, 하나 이상의 알칼리 토금속 염 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 원유 공급물이 원유 공급물의 그램당 잔여물을 최소 0.2 그램 가진 상태에서, 상기 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 상기 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지는 원유 공급물의 잔여물 함량 (원유 생성물의 그램당 잔여물의 그램으로 표시) 의 최대 30%를 가지도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 수소 가스 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 탄화수소가 1 내지 6의 범위의 탄소 번호를 가지고, 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 잔여물의 최소 0.2 그램의 잔여물 함량을 가지고, 무기 염 촉매는 TAP에 의해 정해지는 대로 50℃와 500℃ 사이의 온도 범위에서 방사 가스가 변형되는 것을 방지하면서, 무기 염 촉매와 물과 함께 하나 이상의 탄화수소를 원유 공급물에 접촉시키고; 수소 가스를 제조하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 제 1 원유 공급물이 ASTM 규격 D5307을 활용하여 정해진 대로 제 1 원유 공급물 그램당 잔여물이 최소 0.2그램의 잔여물 함량을 가지고, 무기 염 촉매가 TAP에 의해 정해진 대로 50℃와 500℃ 사이의 온도범위에서 방사 가스의 변형을 방지하면서, 수소를 포함하는 가스 흐름을 발생시키기 위해 증기 속에서 제 1 원유 공급물을 무기 염 촉매에 접촉시키고; 25℃, 0.101MPa에서 액체 혼합물인 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 상기 발생된 가스 흐름의 최소한 일부분에서 제 2 원유 공급물을 제 2 촉매와 접촉시키고; 원유 생성물의 하나 이상의 특성이 제 2 원유 공급물의 상대적인 하나 이상의 특성에 대해 최소 10% 씩 변화하도록 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 가스 흐름을 발생시키는 방법을 제공하는데, 그 방법은 원유 공급물이 ASTM 규격 D5307에 의해 정해진 대로 원유 공급물의 그램당 잔여물의 최소 0.2 그램의 잔여물 함량을 가지면서, 스틱속에서 원유 공급물을 무기 염 촉매에 접촉시키고; 수소, 일산화탄소 및 이산화탄소 (이산화탄소 대 일산화탄소의 몰비율은 최소 0.3이다) 를 포함하는 가스 흐름을 발생시키는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 생성물 제조 방법을 제공하는데, 그 방법은 무기 염 촉매를 조절하고; 원유 생성물은 25℃, 0.101MPa에서 액체 혼합물이고, 원유 공급물이 원유 공급물의 그램당 잔여물의 최소 0.2 그램의 잔여물 함량을 가지면서, 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 조절된 무기 염 촉매에서 수소 공급원으로 원유 공급물을 접촉시키고; 원유 생성물이 ASTM 규격 D5307에 의해 정해지며 원유 공급물의 잔여물 함량 (원유 생성물의 그램당 잔여물의 그램으로 표시) 의 최대 30%를 가지도록 하는 접촉 조건을 제어하는 등의 방법을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 구성 성분을 제공하는데, 그 구성 성분은 0.101 MPa에서 30℃와 538℃ (1,000 °F) 사이의 끓는점 분포를 가지며, ASTM 규격 D6730에 의해 정해진 대로 최대 1.4의 n-파라핀에 대한 iso-파라핀의 중량비를 가진 iso-파라핀과 n-파라핀을 포함하는 탄화수소를 포함한다.

본 발명은 또한 원유 구성 성분을 제공하는데, 그 구성 성분은 구성 성분의 그램당 0.101 MPa에서 최대 204℃ (400°F) 의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램, 0.101 MPa에서 204℃ 와 300℃ 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램, 0.101 MPa에서 300℃ 와 400℃ 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램, 0.101

MPa에서 400℃와 538℃ (1000°F) 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램을 가지고, 최대 204℃의 끓는점 분포를 가지는 탄화수소는 ASTM 규격 D6730에 의해 정해진 대로 최대 1.4의 n-파라핀에 대한 iso-파라핀의 중량비를 가지는 iso-파라핀과 n-파라핀을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 구성 성분을 제공하는데, 그 구성 성분은 구성 성분의 그램당 최소 70의 옥탄가를 가지며, ASTM 규격 D6730에 의해 정해진 대로 나프타의 그램당 올레핀 최대 0.15 그램을 가지는 나프타의 최소 0.001 그램, ASTM 규격 D2386에 의해 정해진 대로 최대 -30℃의 어는점을 가지며 ASTM 규격 D5186에 의해 정해진 대로 케로신의 그램당 방향족 최소 0.2 그램을 가지는 케로신의 최소 0.001 그램, ASTM 규격 D5307에 의해 정해진 대로 잔여물의 최대 0.05 그램을 가진다.

본 발명은 또한 원유 구성 성분을 제공하는데, 그 구성 성분은 구성 성분의 그램당 비응축성 탄화수소 가스의 그램당 1 내지 3 (C_1 내지 C_3)의 탄소 번호를 가진 탄화수소의 최대 0.3 그램을 가지며 25℃, 0.101MPa에서 응축할 수 없는 비응축성 탄화수소 가스의 최대 0.15 그램; 최소 70의 옥탄가를 가지는 나프타의 최소 0.001 그램; ASTM 규격 D2386에 의해 정해진 대로 최대 30℃의 어는점을 가지며, ASTM 규격 D5186에 의해 정해진 대로 케로신 그램당 방향족 최소 0.2 그램을 가지는 케로신의 최소 0.001 그램; ASTM 규격 D5307에 의해 정해진 대로 잔여물의 최대 0.05 그램을 가진다.

본 발명은 또한 원유 구성 성분을 제공하는데, 그 구성 성분은 구성 성분의 그램당 ASTM 규격 D5307에 의해 정해진 대로 잔여물의 최대 0.05 그램; 0.101MPa에서 최대 204℃ (400°F)의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램; 0.101MPa에서 204℃와 300℃ 사이에서 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램; 0.101MPa에서 300℃와 400℃ 사이에서 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램; 0.101MPa에서 400℃와 538℃ (1000°F) 사이에서 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램을 가지고, 20℃와 204℃ 사이에서 끓는점 분포를 가진 탄화수소는 ASTM 규격 D6730에 의해 정해진 대로 내부 이중 결합에 대한 말단 이중 결합을 가지는 올레핀의 몰 비율이 최소 0.4인 말단 이중 결합을 가지는 올레핀과 내부 이중 결합을 가지는 올레핀을 포함한다.

본 발명은 또한 원유 구성 성분을 제공하는데, 그 구성 성분은 구성 성분의 그램당 ASTM 규격 D5307에 의해 정해진 대로 잔여물의 최대 0.05 그램; ASTM 규격 D5307에 의해 정해진 대로 20℃와 538℃ (1,000°F) 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소 혼합물의 최소 0.001 그램을 가지고, 상기 탄화수소 혼합물은 탄화수소 혼합물의 그램당 ASTM 규격 D6730에 의해 정해진 대로 파라핀의 최소 0.001 그램; ASTM 규격 D6730에 의해 정해진 대로 올레핀의 그램당 말단 올레핀을 최소 0.001 그램을 가지며 ASTM 규격 D6730에 의해 정해진 대로 올레핀의 최소 0.001 그램; 나프타의 최소 0.001 그램; ASTM 규격 D5186에 의해 정해진 대로 케로신의 그램당 방향족의 최소 0.2 그램을 가지는 케로신의 최소 0.001 그램; IP 규격 368/90에 의해 정해진 대로 디젤의 그램당 방향족의 최소 0.3 그램을 가지는 디젤의 최소 0.001 그램; IP 규격 368/90에 의해 정해진 대로 VGO의 그램당 방향족의 최소 0.3 그램을 가지는 진공 가스 오일 (VGO)의 최소 0.001 그램을 가진다.

본 발명은 또한 원유 구성 성분을 제공하는데, 그 구성 성분은 구성 성분의 그램당 ASTM 규격 D5307에 의해 정해진 대로 잔여물의 최대 0.05 그램; 0.101MPa에서 최대 204℃ (400°F)의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램; 0.101MPa에서 204℃와 300℃ 사이에서 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램; 0.101MPa에서 300℃와 400℃ 사이에서 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램; ASTM 규격 D2887에 의해 정해진 대로 0.101MPa에서 400℃와 538℃ (1000°F) 사이에서 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램을 가지며, 최대 204℃의 끓는점 분포를 가진 탄화수소는, 최대 204℃의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 그램당 ASTM 규격 D6730에 정해진 대로 올레핀의 최소 0.001 그램; ASTM 규격 D6730에 의해 정해진 대로 n-파라핀에 대한 iso-파라핀의 중량비가 최대 1.4인 iso-파라핀과 n-파라핀을 포함하는 파라핀의 최소 0.001 그램을 가진다.

본 발명은 또한 원유 구성 성분을 제공하는데, 그 구성 성분은 구성 성분의 그램당 ASTM 규격 D5307에 정해진 대로 잔여물의 최대 0.05 그램; 0.101MPa에서 최대 204℃ (400°F)의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램; 0.101MPa에서 204℃와 300℃ 사이에서 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램; 0.101MPa에서 300℃와 400℃ 사이에서 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램; ASTM 규격 D2887에 의해 정해진 대로 0.101MPa에서 400℃와 538℃ (1,000°F) 사이에서 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램을 가지며, 상기 -10℃와 204℃ 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소는 탄소수 4를 가진 화합물 (C_4)를 포함하는데 C_4 화합물은 C_4 화합물의 그램당 부타디엔의 최소 0.001 그램을 가진다.

본 발명은 또한 원유 구성 성분을 제공하는데, 구성 성분의 그램당 잔여물의 최대 0.05 그램; 0.101MPa에서 최대 204℃ (400°F)의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램; 0.101MPa에서 204℃와 300℃ 사이에서 끓는점 분포를 가

진 탄화수소의 최소 0.001 그램; 0.101MPa에서 300℃와 400℃사이에서 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램; 0.101MPa에서 400℃와 538℃사이에서 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램; 0 그램보다는 크고 0.01 그램보다는 작은 하나 이상의 촉매를 가지고 상기 촉매는 최소한 하나 이상의 알칼리 금속을 가진다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 또한 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여 원유 공급물을 제공하는데, 그 원유 공급물은 (a) 정제, 증류 및/또는 세분화하여 증류되도록 처리되지 않고; (b) 탄소수 4 이상을 가진 구성 요소를 포함하고, 원유 공급물 그램당 상기 구성 요소의 최소 0.5 그램을 가지고; (c) 탄화수소를 포함하는데, 탄화수소의 일부분들은 0.101MPa에서 100℃ 이하의 끓는점 분포를, 0.101MPa에서 100℃와 200℃ 사이의 끓는점 분포를, 0.101MPa에서 200℃와 300℃ 사이의 끓는점 분포를, 0.101MPa에서 300℃와 400℃ 사이의 끓는점 분포를, 0.101MPa에서 400℃와 700℃ 사이의 끓는점 분포를 가지며, (d) 원유 공급물 그램당, 0.101MPa에서 100℃ 이하의 끓는점 분포를 가지는 탄화수소 최소 0.001 그램, 0.101MPa에서 100℃와 200℃ 사이의 끓는점 분포를 가지는 탄화수소 최소 0.001 그램, 0.101MPa에서 200℃와 300℃ 사이의 끓는점 분포를 가지는 탄화수소 최소 0.001 그램, 0.101MPa에서 300℃와 400℃ 사이의 끓는점 분포를 가지는 탄화수소 최소 0.001 그램, 0.101MPa에서 400℃와 700℃ 사이의 끓는점 분포를 가지는 탄화수소 최소 0.001 그램을 가지고; (e) TAN을 가지고; (f) 원유 공급물 그램당 잔여물의 0.2 ~ 0.99 그램, 0.3 ~ 0.8 그램, 0.4 ~ 0.7 그램을 가지며; (g) 니켈, 바나듐, 철 또는 그의 혼합물을 포함하고; (h) 황을 포함하고 및/또는 (i) 탄화수소를 함유하는 질소를 가진다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 또한 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여 수소 공급원을 제공하는데, 그 수소 공급원은 (a) 가스이고; (b) 수소 분자를 포함하며; (c) 가벼운 탄화수소를 포함하고; (d) 메탄, 에탄, 프로판, 또는 이들의 혼합물을 포함하고; (e) 수분을 포함하고 및/또는; (f) 이들의 혼합물을 포함한다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 또한 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여 (a) 최소 300℃의 온도로 무기 염 촉매를 가열하고 및/또는; (b) 최소 300℃의 온도로 무기 염 촉매를 가열하고 최대 500℃의 온도로 냉각하는 것을 포함하는 조건에서 무기 염 촉매를 조절하는 방법을 제공한다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 또한 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여 원유 공급물을 하나 이상의 촉매와 접촉시키고, 접촉 조건을 제어하는 것을 포함하는 방법을 제공하는데; (a) 접촉 공정 동안 25℃, 0.101MPa에서 응축되지 않는 탄화수소를 질량 수지에 의해 정해지는 대로 원유 공급물의 그램당 최대 0.2 그램, 0.15 그램, 0.1 그램, 또는 0.05 그램 제조되도록 하고; (b) 접촉 온도가 250℃ ~ 750℃의 범위에서 또는 260℃ ~ 550℃ 사이에 있도록 하고; (c) 압력은 0.1 ~ 20 MPa 이며; (d) 원유 공급물로의 수소 가스 공급원의 비율이 원유 공급물의 단위 체적 (1m³) 당 수소 공급원의 정상 체적이 1 ~ 16100 또는 5 ~ 320 (m³) 의 범위이도록 하고; (e) 코크스 형성을 방지하도록 하고; (f) 접촉 공정 동안 전체 생성물에서 또는 원유 공급물에서 코크스의 형성을 방지하도록 하고; (g) 원유 생성물이 또한 원유 생성물의 그램당 코크스의 최대 0.05 그램, 0.03 그램, 0.01 그램 또는 0.003 그램을 가지도록 하고; (h) 무기 염 촉매의 최소한 일부분이 이와 같은 접촉 조건에서 반액체 또는 액체가 되도록 하고; (i) 원유 생성물이 원유 공급물의 TAN의 최대 90%를 가지도록 하며; (j) 원유 생성물이 원유 공급물의 Ni/V/Fe 함량의 최대 90%, 최대 50% 또는 최대 10%의 Ni/V/Fe 함량을 가지도록 하며; (k) 원유 생성물이 원유 공급물의 황 함량의 최대 90%, 최대 60% 또는 최대 30%의 황 함량을 가지도록 하며; (l) 원유 생성물이 원유 공급물의 질소 함량의 최대 90%, 70%, 50% 또는 10%의 질소 함량을 가지도록 하고; (m) 원유 생성물이 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%, 10% 또는 5%의 잔여물 함량을 가지도록 하며; (n) 암모니아가 원유 생성물과 함께 제조되도록 하며; (o) 원유 생성물이 메탄올을 포함하고 상기 메탄올은 원유 생성물로부터 메탄올을 재생하고; 추가로 원유 공급물/메탄올 혼합물을 형성하기 위해 재생된 메탄올을 추가 원유 공급물과 조합하며; 추가 원유 공급물의 TAN이 1 이하로 감소되도록 추가 원유 공급물/메탄올 혼합물을 가열하는 것을 포함하도록 하고; (p) 원유 생성물의 하나 이상의 특성이 원유 공급물의 하나 이상의 특성에 대해 상대적으로 최대 90% 까지 변할 수 있도록 하며; (q) 접촉 구역에서 촉매의 양이 원유 공급물의 100 그램당 전체 촉매가 1 ~ 60 그램의 범위에 있도록 하고 및/또는; (r) 수소 공급원이 접촉 공정 동안 또는 그에 앞서 원유 공급물에 더해지도록 한다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 또한 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여 접촉 조건을 제공하는데, 그 접촉 조건은 (a) 500℃ 이하의 온도에서 원유 공급물에서 실제로 용해되지 않는 무기 염 촉매를 원유 공급물과 혼합하고; (b) 원유 공급물에서 무기 염 촉매를 흔들고 및/또는; (c) STP에서 액체 혼합물인 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조하기 위해 수분 및/또는 증기와 함께 무기 염 촉매를 원유 공급물에 접촉시키는 것 등을 포함한다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 또한 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여 원유 공급물과 무기 염 촉매를 접촉시키는 방법을 제공하는데, 더 나아가 (a) 접촉 공정 동안 또는 그에 앞서 접촉 구역으로 증기를 제공하고;

(b) 원유 공급물에 무기 염 촉매와 수소 공급원을 접촉시키는 데 앞서 수분으로 원유 공급물의 유제를 형성하고; (c) 상기 원유 공급물을 접촉 구역에 뿌리고 및/또는; (d) 무기 염 촉매의 표면으로부터 코크스를 최소한 부분적으로 제거하기 위해 무기 염 촉매로 증기를 접촉시키는 것 등을 포함한다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 또한 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여 전체 생성물을 제조하기 위해 원유 공급물을 무기 염 촉매에 접촉시키는 것을 포함하는 방법을 제공하는데, 그 방법은 더 나아가 원유 생성물을 형성하기 위해 25℃, 0.101MPa에서 증기의 최소한 일부분을 응축하는 것을 포함하고, 접촉 조건은 (a) 원유 생성물이 선택된 끓는점 분포를 가진 구성 요소를 포함하고; 및/또는 (b) 원유 생성물이 선택된 API 비중을 가지는 구성 요소를 포함하도록 제어된다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 또한 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여 원유 공급물을 하나 이상의 촉매와 접촉시키고 하나 이상의 촉매가 비산성인 것을 포함하는 방법을 제공한다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 또한 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여 $K_3Fe_{10}S_{14}$ 촉매 또는 황화 전이 금속 촉매를 제공하는데, 이는 (a) $K_3Fe_{10}S_{14}$ 촉매 또는 황화 전이 금속 촉매의 그램당 황화 전이 금속의 최소 0.4 그램, 0.6 그램, 0.8 그램을 가지고; (b) $K_3Fe_{10}S_{14}$ 촉매 또는 황화 전이 금속 촉매에서 황에 대한 전이 금속의 원자 비율이 0.2 내지 20의 범위이도록 하고; (c) 하나 이상의 알칼리 금속, 하나 이상의 알칼리 금속의 하나 이상의 화합물, 또는 이들의 혼합물을 포함하고; (d) 하나 이상의 알칼리 토금속, 하나 이상의 알칼리 토금속의 하나 이상의 화합물, 또는 이들의 혼합물을 포함하며; (e) $K_3Fe_{10}S_{14}$ 촉매 또는 황화 전이 금속 촉매에서 황에 대한 전이 금속의 원자비가 0.5 ~ 2.5 이고 전이 금속에 대한 알칼리 금속의 원자비가 0 ~ 1 이면서, 하나 이상의 알칼리 금속, 하나 이상의 알칼리 금속의 하나 이상의 화합물 또는 이들의 혼합물을 더 포함하며; (f) $K_3Fe_{10}S_{14}$ 촉매 또는 황화 전이 금속 촉매에서 황에 대한 전이 금속의 원자비가 0.5 ~ 2.5 이고 전이 금속에 대한 알칼리 토금속의 원자비가 0 ~ 1 이면서, 하나 이상의 알칼리 토금속, 하나 이상의 알칼리 토금속의 하나 이상의 화합물 또는 이들의 혼합물을 더 포함하며; (g) 아연을 포함하며; (h) KFe_2S_3 를 포함하고; (i) $KFeS_2$ 를 포함하고; 및/또는 (j) 비산성 (nonacidic) 이도록 한다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, $K_3Fe_{10}S_{14}$ 촉매가 정상 위치에서 형성되도록 한다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 하나 이상의 황화 전이 금속을 제공하는데, 이 황화 전이 금속은 (a) 주기율표의 6 ~ 10 족으로부터 하나 이상의 전이 금속, 전이 금속의 화합물, 또는 이들의 혼합물을 포함하고; (b) 하나 이상의 황화철을 포함하며; (c) FeS 를 포함하고; (d) FeS_2 를 포함하고; (e) $Fe_{(1-b)}S_b$ 의 공식에 의해 표현되고, b는 0 ~ 0.17의 범위에 있는 황화철의 혼합물을 포함하고; (f) 원유 공급물과의 접촉 공정 후에 $K_3Fe_{10}S_{14}$ 를 포함하고; (g) 하나 이상의 황화 전이 금속의 전이 금속 중 하나가 철이고; 및/또는 (h) 지지부에 놓여지고 황화 전이 금속 촉매가 촉매 100 그램당 전체 지지부의 최대 0.25 그램을 가지게 된다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 황화 전이 금속 촉매를 형성하는 방법을 제공하는데, 그 방법은 산화 전이 금속/금속 염 혼합물을 형성하기 위해 산화 전이 금속과 금속 염을 혼합하고; 중간체를 형성하기 위해 수소와 산화 전이 금속/금속 염 혼합물을 반응시키고; 황화 전이 금속 촉매를 제조하기 위해 하나 이상의 탄화수소에서 상기 중간체를 황과 반응시키는 것을 포함하며, (a) 상기 금속 염은 알칼리 탄산염 금속을 포함하고; (b) 황과 반응하는 동안 하나 이상의 액체 탄화수소에서 중간체를 분산시키는 것을 포함하고; (c) 하나 이상의 탄화수소는 최소 100℃의 끓는점을 가지고; (d) 하나 이상의 탄화수소는 VGO, 크실렌 또는 이들의 혼합물이며; (e) 산화 전이 금속과 금속염의 혼합은 습식 페이스트를 형성하기 위해 탈이온화된 수분에서 산화 전이 금속과 금속 염을 혼합하고; 150 ~ 250℃의 범위의 온도에서 습식 페이스트를 건조시키고; 300 ~ 600℃의 범위의 온도에서 건조된 페이스트를 하소하는 과정을 포함하며; (f) 중간체를 황과 반응시키는 것은 탄화수소 중 최소한 하나에서 중간체를 240 ~ 350℃의 범위의 온도에서 가열시키는 것을 포함하고; 및/또는 (g) 황과 수소 공급원을 포함하는 원유 공급물에 촉매 구성 성분을 접촉시키는 것을 포함한다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 또한 무기 염 촉매를 제공하는데 무기 염 촉매는 (a) 하나 이상의 알칼리 탄산염 금속, 하나 이상의 알칼리 탄산염 토금속, 또는 이들의 혼합물; (b) 하나 이상의 알칼리 히드록시 금속, 하나 이상의 알칼리 히드록시 토금속 또는 이들의 혼합물; (c) 하나 이상의 알칼리

히드ريد 금속, 하나 이상의 알칼리 히드ريد 토금속 또는 이들의 혼합물; (d) 하나 이상의 알칼리 금속의 하나 이상의 황화물, 하나 이상의 알칼리성 토금속의 하나 이상의 황화물 또는 이들의 혼합물; (e) 하나 이상의 알칼리 금속의 하나 이상의 아미드, 하나 이상의 알칼리 토금속의 하나 이상의 아미드 또는 이들의 혼합물; (f) 주기율표의 6 ~ 10 족의 하나 이상의 금속, 이 금속의 화합물 또는 이들의 혼합물; (g) 촉매 사용 동안 수소를 발생시키는 최소 하나 이상의 무기 염 금속; (h) 나트륨, 칼륨, 루비듐, 세슘 또는 이들의 혼합물; (i) 칼슘 및/또는 마그네슘; (j) 탄산염 칼륨, 히드록시드 칼륨, 히드ريد 칼륨 또는 이들의 혼합물을 포함하는 칼륨 염과 탄산염 나트륨, 히드록시드 나트륨, 히드ريد 나트륨 또는 이들의 혼합물을 포함하는 나트륨 염, 칼륨 염 및 이들의 혼합물; (k) 이들의 혼합물을 포함한다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 알칼리 금속을 포함하는 무기 염 촉매를 제공하는데, 알칼리 금속은 (a) 11 이상의 원자 번호를 가지는 알칼리 금속에 대한 최소 11의 원자 번호를 가지는 알칼리 금속의 원자비가 0.1 ~ 4의 범위이고; (b) 알칼리 금속의 최소 두 가지는 나트륨과 칼륨이고 칼륨에 대한 나트륨의 원자비가 0.1 ~ 4의 범위이며; (c) 알칼리 금속의 최소 세 가지는 나트륨, 칼륨 및 루비듐이고 칼륨에 대한 나트륨의 원자비, 루비듐에 대한 나트륨의 원자비, 루비듐에 대한 칼륨의 원자비는 0.1 ~ 5의 범위이고; (d) 알칼리 금속의 최소 세 가지는 나트륨, 칼륨 및 세슘이고 칼륨에 대한 나트륨의 원자비, 세슘에 대한 나트륨의 원자비, 세슘에 대한 칼륨의 원자비가 0.1 ~ 5의 범위이고; (e) 알칼리 금속의 최소 세 가지는 칼륨, 세슘, 루비듐이고, 세슘에 대한 칼륨의 원자비, 루비듐에 대한 칼륨의 원자비, 루비듐에 대한 세슘의 원자비는 0.1 ~ 5의 범위이다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 지지 금속을 포함하는 무기 염 촉매를 제공하는데, (a) 상기 지지 금속은 산화 지르코늄, 산화칼슘, 산화마그네슘, 산화티타늄, 히드로탈사이트, 알루미늄, 게르마늄, 산화철, 산화니켈, 산화아연, 산화카드뮴, 산화안티몬 또는 이들의 혼합물을 포함하고; 및/또는 (b) 지지 금속에는 주기율표 6 ~ 10 족에서의 하나 이상의 금속 및 이 하나 이상의 금속의 하나 이상의 화합물, 하나 이상의 알칼리 탄산염 금속, 하나 이상의 알칼리 히드록시드 금속, 하나 이상의 알칼리 히드ريد 금속, 하나 이상의 알칼리 탄산염 토금속, 하나 이상의 알칼리 히드록시드 토금속, 하나 이상의 알칼리 히드ريد 토금속 및/또는 이들의 혼합물이 결합된다.

일 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 원유 공급물을 무기 염 촉매에 접촉시키는 것을 포함하는 방법을 제공하는데, 상기 무기 염 촉매는 (a) 무기 염 촉매의 촉매 활동은 황과 함께 실질적으로 변하지 않고 및/또는 (b) 무기 염 촉매가 원유 공급물에 계속적으로 더해지는 것을 포함한다.

일 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 무기 염 촉매를 제공하는데, 상기 무기 염 촉매는 (a) TAP 온도 범위에서 수증기 및/또는 이산화탄소를 포함하는 방사된 가스 변형; (b) 분당 10°C의 가열 비율로 시차 투사 열량계 측정법에 의해 정해진 대로, 200 ~ 500°C, 250 ~ 450°C, 또는 300 ~ 400°C 사이의 온도 범위에서 열 전이; (c) 200 ~ 500°C, 또는 250 ~ 450°C 사이의 온도 범위에서 DSC 온도; (d) 100°C 이하의 무기 염 촉매의 x-ray 회절 형상보다 더 넓은 최소 100°C 온도에서의 x-ray 회절 형상; (e) 조절 전의 무기 염 촉매의 이온 전도성보다 더 적은 300°C에서의 조절 후의 이온 전도성을 방지한다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 무기 염 촉매를 제공하는데, 상기 무기 염 촉매는 TAP에 의해 정해진 온도 범위에서 방사 가스의 변형을 방지하고, 접촉 조건은 또한 접촉 온도가 (a) 무기 염 촉매의 TAP 온도 이하로서 30°C, 20°C 또는 10°C인 T1 이상이고, (b) TAP 온도이거나 이상이며, 및/또는 (c) 최소한 무기 염 촉매의 TAP 온도이도록 조절된다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 무기 염 촉매를 제공하는데, 상기 무기 염 촉매는 (a) 방사 가스 변형을 방지할 수 있는 최소 온도인 TAP 온도에서 최소한 원유 공급물에서 용해될 수 없으며, TAP 온도에서 최소한 액체 또는 반액체이고; (b) 50°C에서 500°C까지 온도 범위에서 액체상과 고체상의 혼합물이고; 및/또는 (c) 두 무기 염 중 적어도 하나는 500°C 이상의 DSC 온도를 가지게 된다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 무기 염 촉매를 제공하는데, 상기 무기 염 촉매는 1000 마이크론 필터를 통과할 수 있는 입자 형태로 테스트될 경우, 최소 300°C의 온도로 가열될 때, 중력 아래 및/또는 최소 0.007MPa의 압력 아래에서의 자기 변형은 무기 염 촉매가 제 1 형태에서 제 2 형태로 변환되고 제 2 형태는 무기 염 촉매의 20°C로의 냉각시 제 1 형태로의 돌아갈 수 없도록 한다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 무기 염 촉매를 제공하는데, 상기 무기 염 촉매는 무기 염 촉매의 그램당 (a) 리튬의 중량로서 계산된 리튬의 화합물 또는 리튬의 최대 0.01 그램; (b) 할로젠의 중량로서 계산된 할로젠 화합물의 최대 0.001 그램; 및/또는 (c) 산화 유리 화합물의 최대 0.001 그램을 가지게 된다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 전체 생성물을 제공하는 데, 상기 전체 생성물은 전체 생성물의 그램당 원유 공급물의 최소 0.8 그램을 가지게 된다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 원유 생성물을 제공하는 데, 상기 원유 생성물은 (a) 원유 생성물의 그램당 잔여물의 0.000001 ~ 0.1 그램, 0.00001 ~ 0.05 그램, 0.0001 ~ 0.03 그램으로부터 최대 0.003 그램, 0.02 그램, 0.01 그램, 0.05 그램, 0.001 그램을 가지고; (b) 원유 생성물의 그램당 코크스의 0 그램부터 0.05 그램, 0.00001 ~ 0.03 그램 또는 0.0001 ~ 0.01 그램을 가지고; (c) 원유 공급물의 올레핀 함량보다 최소 10% 더 큰 올레핀 함량을 가지고; (d) 질량 수지에 의해 정해진 대로 원유 생성물의 그램당 전체 무기 염 촉매의 0.1 그램보다 적지만 0 그램보다 크고; (e) 원유 생성물의 그램당 VGO의 0.00001 ~ 0.99 그램, 0.04 ~ 0.9 그램, 0.6 ~ 0.8 그램으로부터 최소 0.1 그램을 가지며; (f) VGO 그램당 방향족의 최소 0.3 그램을 가지는 VGO를 포함하고; (g) 증류액 0.1 ~ 0.5 그램으로부터 또는 0.001 그램을 가지고; (h) 최대 1.4의 원자 H/C비를 가지며; (i) 원유 공급물의 H/C의 90 ~ 110%의 원자 H/C를 가지며; (j) 원유 공급물의 단일고리형 고리 방향족 함량보다 최소 10% 더 큰 단일고리형 고리 방향족 함량을 가지고; (k) 크실렌, 에틸벤젠 또는 에틸벤젠의 화합물을 포함하는 단일고리형 고리 방향족을 가지고; (l) 원유 생성물의 그램당 톨루엔의 0.05 ~ 0.15 그램으로부터, 메타-크실렌의 0.3 ~ 0.9 그램으로부터, 오소(ortho)-크실렌의 0.5 ~ 0.15 그램으로부터, 파라-크실렌의 0.2 ~ 0.6 그램으로부터 벤젠의 최대 0.1 그램을 가지고; (m) 디젤의 0.01 ~ 0.5 그램으로부터 최소 0.0001 그램을 가지고; (n) 디젤의 그램당 방향족의 최소 0.3 그램을 가지는 디젤을 포함하고; (o) 케로신의 0.001 ~ 0.5 그램으로부터 0부터 0.7 그램까지 최소 0.001 그램을 가지며, (p) 최대 -30°C, -40°C, 또는 -50°C의 어는점 및/또는 케로신의 그램당 방향족의 최소 0.2 그램 또는 0.5 그램을 가지는 케로신을 포함하고; (q) 나프타의 최소 0.001 그램 또는 0.5 그램을 가지고; (r) 나프타의 그램당 벤젠의 최대 0.01 그램, 최대 0.05 그램 또는 최대 0.002 그램을 가지고, 최소 70, 80 또는 90의 옥탄가를 가지고 및/또는 나프타에서 정상 파라핀에 대한 iso-파라핀의 중량 비가 최대 1.4인 iso-파라핀과 정상 파라핀을 가지고; 및/또는 (s) 원유 공급물의 부피보다 최소 10% 더 큰 부피를 가진다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 형성하기 위해 원유 공급물에 촉매를 접촉시키는 것을 포함하는 방법을 제공하는데, 그 방법은 (a) 반응하기에 적합한 혼합물을 형성하기 위해 원유 공급물과 같거나 다른 원유를 가지고 원유 생성물을 조합하고; (b) 처리 장비에 적합한 혼합물을 형성하기 위해 원유 공급물과 같거나 다른 원유를 가지고 원유 생성물을 조합하고; (c) 원유 생성물을 분별하고; (d) 원유 생성물을 하나 이상의 증류 분급물로 세분화하고, 증류 분급물의 최소한 하나로부터 반응 연료를 제조하고; 및/또는 (e) 촉매가 황화 전이 금속 촉매일 때, 황화 전이 금속 촉매로부터 금속을 재생하기 위해 황화 전이 금속 촉매를 처리하는 등의 방법을 포함한다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 원유 생성물을 제공하는 데, 상기 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 (a) VGO의 그램당 방향족의 최소 0.3 그램을 가지는 VGO의 최소 0.001 그램; (b) 디젤의 그램당 방향족의 최소 0.3 그램을 가지는 디젤의 최소 0.001 그램; (c) 나프타의 그램당 벤젠의 최대 0.5 그램을 가지고 최소 70의 옥탄가를 가지고 및/또는 n-파라핀에 대한 iso-파라핀의 중량비가 최대 1.4인 iso-파라핀과 n-파라핀을 가지는 나프타의 최소 0.001 그램; (d) 혼합물의 그램당 올레핀의 최대 0.15 그램을 가지고 최대 204°C (400°F)의 끓는점 분포를 가지는 구성 요소의 혼합물의 최소 0.001 그램; (e) 탄소 원자 대 수소 원자의 중량비가 최대 1.75 또는 1.8인 구성 성분; (f) 최대 -30°C의 어는점을 가지고 및/또는 케로신의 그램당 최소 0.5 그램의 방향족을 가지는 케로신의 최소 0.001 그램; (g) 구성 성분의 그램당 수소 원자의 0.09 ~ 0.13 그램; (h) 결합된 비응축성 탄화수소 gas와 나프타의 그램당 결합될 때 올레핀의 최대 0.15 그램을 가지는 비응축성 탄화수소 gas와 나프타; (i) 결합된 나프타와 비응축성 탄화수소 gas에서 n-파라핀에 대한 iso-파라핀의 중량비가 결합될 때 최대 1.4인 iso-파라핀과 n-파라핀을 포함하는 비응축성 탄화수소 gas와 나프타; (j) 결합된 C₂와 C₃ 파라핀에 대해 결합된 C₂와 C₃ 올레핀의 중량비가 최대 0.3 이면서, 탄소수가 2 (C₂)와 3 (C₃)인 올레핀과 파라핀; C₂ 파라핀에 대해 C₂ 올레핀의 중량비가 최대 0.2 이면서, 탄소수가 2 (C₂)인 올레핀과 파라핀; 및/또는 C₃ 파라핀에 대해 C₃ 올레핀의 중량비가 최대 0.3 이면서, 탄소수가 3 (C₃)인 올레핀과 파라핀을 포함하는 탄소 번호가 3까지인 탄화수소; (k) 최소 0.005 그램의 부타디엔 함량을 가지고; (l) 15.5°C에서 15로부터 30까지의 범위에서 API 비중을 가지고; (m) 구성 성분의 그램당 전체 Ni/V/Fe의 최대 0.00001 그램을 가지고; (n) 0.7 ~ 0.98 그램의 범위에서 최대 204°C의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 파라핀 함량; (o) 올레핀의 0.001 ~ 0.5 그램의 범위에서 최대 204°C의 끓는점 분포를 가진 탄화수소를 올레핀의 그램당 가지는 최대 204°C의 끓는점 분포를 가진 탄화수소; (p) 올레핀의 그램당 말단 올레핀의 최소 0.001 그램을 가지는 올레핀을 포함하는 최대 204°C의 끓는점 분포를 가진 탄화수소; (q) 내부 올레핀에 대한 말단 올레핀의 몰 비율이 최소 0.4인 올레핀을 포함하는 최대 204°C의 끓는점 분포를 가진 탄화수소; 및/또는 (r) 20°C와 204°C 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 그램당 올레핀을 0.001 ~ 0.5 그램 가진다.

일부 실시형태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 하나 이상의 제조 방법 또는 구성 성분을 조합하여, 원유 생성물을 제공하는 데, 상기 원유 생성물은 하나 이상의 알칼리 금속을 포함하는 최소한 하나의 촉매를 가지고; (a) 상기 알칼리 금속의 최소한 하나는 칼륨, 루비듐 또는 세슘 또는 이들의 혼합물이고; 및/또는 (b) 상기 촉매의 최소한 하나는 전이 금속, 황화 전이 금속 및/또는 바르토니트 (bartonite) 를 포함한다.

다른 실시형태에서, 본 발명의 특정 실시형태는 본 발명의 다른 실시형태와 결합될 수 있다. 예를 들면, 일 실시형태는 다른 실시형태와 결합될 수 있다.

다른 실시형태에서, 원유 생성물은 여기서 서술한 제조 방법 및 시스템에 의해 얻어질 수 있다.

다른 실시형태에서, 추가적인 실시형태가 여기서 서술한 특정 실시형태에 더해질 수 있다.

실시예

여기서는, 본 발명의 실시형태들을 보다 상세히 설명하겠다. 여기서 사용되는 용어들의 정의는 다음과 같다.

"알칼리 금속"이란 주기율표 1족의 하나 이상의 금속, 주기율표 1족의 하나 이상의 금속의 하나 이상의 화합물 또는 이들의 혼합물을 말한다.

"알칼리 토금속"이란 주기율표 2족의 하나 이상의 금속, 주기율표 2족의 하나 이상의 금속의 하나 이상의 화합물 또는 이들의 혼합물을 말한다.

"AMU"는 원자 중량 단위를 말한다.

"ASTM"은 미국재료시험협회 규격을 말하는 것이다.

"C₅ 아스팔트"란 펜탄에 용해되지 않는 아스팔트를 말한다. C₅ 아스팔트 함량은 ASTM 규격 D2007에 의해 결정된다.

원유 공급물, 원유 생성물, 나프타, 케로신, 디젤 및 VGO의 원자 수소 백분율 및 원자 탄소 백분율은 ASTM 규격 D5291에 의해서 결정된다.

"API 비중(gravity)"은 15.5 °C에서의 API 비중을 말하는 것이다. API 비중은 ASTM 규격 D6822에 의해 결정되는 것이다.

"역청 (bitumen)"은 탄화수소 형성물로부터 생성되고 및/또는 증류된 원유의 한 형태를 말한다.

원유 공급물 및/또는 토털 프로덕트에 대한 끓는점 분포 상태는, 다른 언급이 없는 경우, ASTM 규격 D5307에 의해 결정된다. 예를 들면, 탄화수소 구성요소 (예를 들면, 파라핀, iso-파라핀, 올레핀, 나프탈렌과 나프타에서 방향족 원소들)의 함량은 ASTM 규격 D6730에 의해 결정된다. 디젤과 VGO에서의 방향족 함량은 IP 규격 368/90에 의해 결정된다. 케로신의 방향족 함량은 ASTM 규격 D5186에 의해 결정된다.

"보윈스테드-로우리 산"은 다른 분자 물질로부터 양성자를 제공할 수 있는 분자 물질을 말한다.

"브윈스테드-로우리 염기"는 다른 분자 물질에 양성자를 제공받을 수 있는 분자 물질을 말한다. 브윈스테드-로우리 염기의 예는 히드록시드 (OH⁻), 물 (H₂O), 카르복실레이트 (RCO₂⁻), 할로젠화합물 (Br⁻, Cl⁻, F⁻, I⁻), 중황산염 (HSO₄⁻) 및 황산염 (SO₄²⁻)을 포함한다.

"탄소수"는 분자에서 탄소 원자의 전체 수를 말한다.

"코크스"는 공정 조건하에서 증기화되지 않는 탄소질 고체를 함유하는 고체를 말한다. 코크스의 함량은 질량 수지에 의해 정해진다. 코크스의 중량은 고체 전체 중량에서 입력된 촉매의 전체 중량을 뺀 값이다.

"함량"이란 기재(substrate) (예컨대, 원유 공급물, 토털 프로덕트 또는 원유 생성물) 내에서의 어떤 성분의 중량을 그 기재의 총 중량에 대한 중량 백분율, 즉, 중량부로 나타낸 것을 말한다. "Wtppm"이란 백만분의 일의 중량비를 말한다.

"디젤"은 0.101MPa에서 260℃ ~ 343℃ (500 ~ 650°F)의 끓는점 분포를 가진 탄화수소를 말한다. 디젤 함량은 ASTM 규격 D2887에 의해 정해진다.

"증류액"은 0.101MPa에서 204℃ ~ 343℃ (400 ~ 650°F)에서의 끓는점 분포를 가진 탄화수소를 말한다. 증류액 함량은 ASTM 규격 D2887에 의해 정해진다. 증류액은 케로신과 디젤을 포함할 수 있다.

"DSC"는 시차 주사 열량계 측정방법을 말한다.

"동결점"과 "어는점"은 결정 입자의 형성이 액체에서 발생하는 온도를 말한다. 어는점은 ASTM 규격 D2386에 의해 정해진다.

"GC/MS"는 중량 질량분석기를 가진 가스 크로마토그래피를 말한다.

"강염기"는 피어슨의 "Journal of American Chemical Society, 1963, 85, p.3533"에서 설명한 음이온을 말한다.

"H/C"는 탄소 원자에 대한 수소 원자의 중량비를 말한다. H/C는 ASTM 규격 D5291에 의한 수소의 중량비와 탄소의 중량비로 측정된 값으로 정해진다.

"이종원자"란, 탄화수소의 분자 구조에 포함된 산소, 질소 및/또는 황을 말하는 것이다. 이종원자 함량은, 산소에 대해서는 ASTM 규격 E385에 의해서, 총 질소에 대해서는 D5762에 의해서, 그리고 황에 대해서는 D4294에 의해서 결정된다.

"수소 공급원(hydrogen source)"이란 원유 공급물에서 하나 이상의 화합물에 수소를 제공하기 위해 원유 공급물과 촉매 반응에 있는 수소 및/또는 화합물을 말한다. 수소 공급원은 탄화수소(예컨대, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄, 펜탄, 나프타 등의 C₁~C₆ 탄화수소), 물, 또는 그 혼합물을 포함하지만, 이들에만 한정되는 것은 아니다. 질량 수지 (mass balance)를 분석하여 원유 공급물 중의 화합물(들)에 공급되는 수소의 순량(net amount)을 산정할 수 있다.

"무기 염"은 금속 양이온과 음이온으로 이루어진 화합물을 말한다.

"IP"는 영국, 런던의 에너지 협회인 석유 협회를 말한다.

"iso-파라핀"은 분지사슬로 포화된 탄화수소를 말한다.

"케로신"은 0.101MPa에서 204℃ ~ 260℃ (400~500°F)의 끓는점 분포를 가진 탄화수소를 말한다. 케로신 함량은 ASTM 규격 D2887에 의해 정해진다.

"루이스 산"은 다른 화합물로부터 하나 이상의 전자를 제공받을 수 있는 화합물 또는 재료를 말한다.

"루이스 염기"는 다른 화합물에 하나 이상의 전자를 제공할 수 있는 화합물 및/또는 재료를 말한다.

"가벼운 탄화수소"는 1 내지 6 사이의 탄소 번호를 가진 탄화수소를 말한다.

"액체 혼합물"이란, 표준 온도 및 압력 (25℃, 0.101 MPa, 이후 "STP"라고 함)에서 액체 상태인 일 이상의 화합물을 포함하는 조성물 또는 STP에서 고체 상태인 일 이상의 화합물과 함께 STP에서 액체 상태인 일 이상의 화합물의 조합을 포함하는 조성물을 말한다.

"마이크로 잔류 탄소분" ("MCR") 함량은, 기재의 증발 및 열분해(pyrolysis) 후에 남아있는 잔류 탄소분의 양을 말한다. MCR 함량은 ASTM 규격 D4530에 의해 정해진다.

"나프타"는, 0.101 MPa에서, 38℃ ~ 204℃ (100°F ~ 400°F) 의 끓는점 범위를 갖는 탄화수소 성분을 말한다. 나프타 함량은 ASTM 규격 D2887에 의해서 정해진다.

"Ni/V/Fe" 는, 니켈, 바나듐, 철 또는 그들의 조합물을 말하는 것이다.

"Ni/V/Fe 함량" 은 기재에서 Ni/V/Fe 함량을 말한다. 이러한 Ni/V/Fe 함량은 ASTM 규격 D5863에 따라 결정된다.

"Nm³/m³"은, 원유 공급물 1 세제곱미터 당 가스의 노말 세제곱미터를 의미한다.

"비산성" 이란 루이스 염기 및/또는 브뢴스테드-로우리 염기 특성을 말한다.

"비응축성 가스" 는 표준 온도 및 압력 (25℃, 0.101MPa, 이하 "STP") 에서 가스인 구성성분 및/또는 구성요소의 혼합물을 말한다.

"n-파라핀" 은 노멀 (직선-사슬) 포화된 탄화수소를 말한다.

"옥탄가" 는 표준 기준 연료와 비교한 내폭성의 모터 연료 특성의 계산된 수치 표현을 말한다. 나프타의 계산된 옥탄가는 ASTM 규격 D6730으로 정해진다.

"올레핀" 은 비방향족 탄소-탄소 이중 결합을 가진 화합물을 말한다. 올레핀의 형태는 시스, 트랜스, 말단, 내부, 가지 있는 그리고 선형을 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다.

"주기율표" 는 국제순수화학 및 응용화학연맹 (International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC))에서 2003년 11월에 정한 주기율표를 말한다.

"다중방향족 화합물" 은 둘 이상의 방향족 계를 포함하는 화합물을 말한다. 다중방향족 화합물의 예는 인덴 (indene), 나프탈렌 (naphthalene), 안트라센 (anthracene), 페난트렌 (phenanthrene), 벤조치오피렌 (benzothiophene) 및 디벤조치오피렌 (dibenzothiophene) 을 포함하나, 이에 한정되지는 않는다.

"잔류물" 이란, ASTM 규격 D5307에서 정해진 대로, 0.101MPa에서 538℃ (1000°F) 이상의 끓는점 영역 분포를 갖는 구성성분을 말한다.

"반액체" 는 물질의 액상과 고상의 특성을 가지는 물질의 상을 말한다. 반액체 무기 염 촉매의 예는 예를 들면, 태피 (taffy) , 가루 반죽 (dough), 또는 치약과 같은 상태를 가진 슬러리 및/또는 상을 포함한다.

"SCFB" 는, 원유 공급물 1 배럴 당의 가스의 표준세제곱 피트를 의미한다.

"초염기" 는 반응 조건 하에서 파라핀과 올레핀과 같은 탄화수소를 탈양성자화 (deprotonate) 할 수 있는 재료를 말한다.

"TAN" 은 샘플의 그램 ("g") 당 수산화 칼륨의 밀리그램 ("mg") 으로 표현된 전체 산 가를 말한다. "TAN" 은 ASTM 규격 D664에 의해 정해진다.

"TAP" 은 일시-분석-생성물을 말한다.

"TMS" 는 황화 전이 금속을 말한다.

"VGO" 는 0.101MPa에서 343℃ ~ 538℃ (650 ~ 1000°F) 의 끓는점 분포를 가진 구성성분을 말한다. VGO 함량은 ASTM 규격 D2887에 의해 정해진다.

본 출원의 내용에 있어서, 만일 시험된 구성요소의 특성에 대해 얻어진 값이 그 테스트 방법의 제한 범위라면, 그 테스트 방법은 그러한 특성을 위한 시험으로 재보정될 수 있다. 기준 시험 방법과 등가로 여겨지는 표준 환원 시험 방법이 또한 사용될 수 있다.

탄화수소를 함유하는 형성물(formation)로부터 원유를 생성 및/또는 증류한 후 안정화처리 할 수 있다. 원유는 통상 고체, 반-고체 및/또는 액체이다. 원유는 원유 오일을 포함한다. 안정화처리는 비응축성 가스, 물, 염분 또는 그들의 조합물을 원유로부터 제거하여 안정화된 원유를 생성하는 것이지만, 이에만 한정되는 것은 아니다. 이러한 안정화처리는 생산 및/또는 증류 장소 또는 이러한 장소 근방에서 이루어지는 것이 보통이다.

통상, 안정화처리된 원유는 증류되지 않거나 및/또는 처리 시설에서 부분적으로 증류되어 소정의 끓는점 영역 분포 (예컨대, 나프타, 증류액, VGO 및/또는 윤활유 등) 를 가진 다수의 구성성분이 생성된다. 증류 방법은 상압 증류 방법 및/또는 진공 증류 방법을 포함하지만, 이들 방법에만 한정되는 것은 아니다. 미증류 및/또는 미분해 안정화된 원유는, 4 이상의 탄소 번호를 갖는 구성성분을 원유 1 그램당의 구성성분 중 적어도 0.5 그램의 양으로 포함할 수 있다. 안정화된 원유의 예로는 전체 원유, 상압 증류 원유, 탈염처리 원유, 탈염처리 상압 증류 원유 또는 그들의 조합을 포함하는 것을 들 수 있다. "상압 증류"란 적어도 35°C, 0.101 MPa 미만의 끓는점을 가진 적어도 몇몇의 성분들이 제거되도록 처리된 원유를 말한다. 통상, 상압 증류 원유는, 그 상압 증류 원유의 그램당 이러한 성분을 최대 0.1 그램, 최대 0.05 그램, 또는 최대 0.02 그램의 함량으로 가지게 될 것이다.

일부 안정화된 원유는 반송 운반체 (예를 들면, 파이프 라인, 트럭 또는 배) 에 의해 안정화된 원유를 종래 처리 시설로 반송되도록 하는 특성을 가지고 있다. 다른 원유는 이들을 불리하게 하는 하나 이상의 불안정한 특성을 가지고 있다. 저질의 원유는 반송 운반체, 및/또는 처리 시설로 받아들여질 수 없어서 저질의 원유의 경제적 가치는 낮아진다. 경제적 가치가 이와 같이 낮아서 저질의 원유를 포함하는 저장소는 제조, 반송, 및/또는 처리에 많은 비용이 소요된다.

저질의 원유의 특성은 다음의 특성을 포함하지만 이에 한정되지는 않는다: a) 최소 0.5의 TAN; b) 최소 0.2Pa·s의 점성; c) 최대 19의 API 비중; d) 원유의 그램당 Ni/V/Fe의 최소 0.001 그램 또는 최소 0.00005 그램의 전체 Ni/V/Fe 함량; e) 원유 그램당 이중원자의 최소 0.005 그램의 전체 이중원자 함량; f) 원유 그램당 잔여물의 최소 0.01 그램의 잔여물 함량; g) 원유의 그램당 아스팔트의 최소 0.04 그램의 아스팔트 함량; h) 원유 그램당 MCR의 최소 0.02 그램의 MCR 함량; 또는 i) 이들의 조합물. 일부 실시형태에서, 저질의 원유는 저질의 원유의 그램당 잔여물의 최소 0.2 그램, 0.3 그램, 0.5 그램, 또는 0.9 그램을 포함할 수 있다. 어떤 실시형태에서는, 저질의 원유는, 저질의 원유의 그램당, 잔여물의 0.2 ~ 0.99 그램, 0.3 ~ 0.9 그램, 또는 0.4 ~ 0.7 그램을 가진다. 어떤 실시형태에서는, 저질의 원유는, 저질의 원유의 그램당 최소 0.001 그램, 최소 0.005 그램, 0.01 그램, 또는 0.02 그램의 황 함량을 갖는다.

저질의 원유는 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 혼합물을 포함한다. 저질의 원유는 저질의 원유의 그램당 0.101MPa에서 200°C ~ 300°C의 끓는점 분포를 가진 최소 0.001 그램, 0.005 그램, 0.01 그램의 탄화수소; 0.101MPa에서 300°C ~ 400°C의 끓는점 분포를 가진 최소 0.001 그램, 0.005 그램, 0.01 그램의 탄화수소; 0.101MPa에서 400°C ~ 700°C의 끓는점 분포를 가진 최소 0.001 그램, 0.005 그램, 0.01 그램의 탄화수소 또는 이들의 조합물을 포함할 수 있다.

일부 실시형태에서, 저질의 원유는, 저질의 원유의 그램당 더 높은 끓는점을 가진 성분에 부가하여 0.101MPa에서 최대 200°C의 끓는점 분포를 가진 최소 0.001 그램, 0.005 그램, 0.01 그램을 또한 포함할 수 있다. 통상적으로, 저질의 원유는 저질의 원유의 그램당, 최대 0.2 그램, 또는 최대 0.1 그램의 탄화수소의 함량을 가진다.

어떤 실시형태에서, 저질의 원유는, 저질의 원유의 그램당, 최소 300°C의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 0.9 그램 또는 0.99 그램까지 포함할 수 있다. 어떤 실시형태에서, 저질의 원유는, 저질의 원유의 그램당, 최소 650°C의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램을 또한 포함할 수 있다. 어떤 실시형태에서, 저질의 원유는, 저질의 원유의 그램당 300°C ~ 1000°C의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 0.9 그램 또는 0.99 그램까지 포함할 수 있다.

여기에 기술된 공정을 사용하여 처리될 수 있는 저질의 원유의 예는 다음의 국가와 국가의 지역으로부터 추출된 원유를 포함할 수 있으나 이에 한정되지는 아니한다: 캐나다 알버타, 베네수엘라 오리코, 미국 사우스 캘리포니아와 북부 알래스카, 멕시코 캄페크 만, 아르헨티나 산 조지 분지, 브라질 산토스와 감포스 분지, 중국 보하이 걸프, 중국 카라마이, 이라크 자그로스, 카자흐스탄 카스피안, 나이지리아 오프쇼어, 영국 북해, 마다가스카 북서지역, 오만과 네덜란드 슈네벡 등.

저질의 원유의 처리는 원유가 반송 및/또는 처리에 적합하도록 저질의 원유의 특성을 개선시킬 수 있다. 처리되도록 하는 원유 및/또는 저질의 원유는 "원유 공급물"로 언급될 수 있다. 원유 공급물은 여기에 기술된 것처럼 상부에서 증류될 수 있다. 여기서 기술된 방법을 사용하여, 원유 공급물의 처리로부터 발생한 원유 생성물은 반송 및/또는 정제에 적합하다. 원유 생성물의 특성은 원유 공급물보다 서부 텍사스 중질유의 상응하는 특성에 더 가깝거나, 원유 공급물보다 브렌트 원유의 상

응하는 특성에 더 가까워, 원유 공급물의 경제적 가치에 상대적으로 증가한 경제적 가치를 가지게 된다. 이와 같은 원유 생성물은 더 적은 예비 처리 또는 예비 처리 없이 정제될 수 있어 정제 효율을 증가시킬 수 있다. 예비 처리는 원유 생성물로부터 불순물을 제거하기 위해 탈황화, 탈금속화 및/또는 대기 증류를 포함할 수 있다.

본 발명에 따라 원유 공급물을 접촉시키는 방법은 여기에 기술된다. 게다가, 제조 공정의 종래 형태에서 일반적으로 제조되지 않는 나프타, 케로신, 디젤 및/또는 VGO의 다양한 농도를 가진 생성물을 제조하기 위한 실시예가 기술된다.

원유 공급물은 접촉 영역 및/또는 둘 이상의 접촉 영역의 조합에서 하나 이상의 촉매를 가지며 수소 공급원과 접촉될 수 있다.

일부 실시형태에서, 수소 공급원은 현장에서 발생된다. 현장에서 수소 공급원의 발생은 수소 및/또는 가벼운 탄화수소를 형성하기 위해 원유 공급물의 최소한 일부분을 200 ~ 500 °C 또는 300 ~ 400 °C 의 범위의 온도에서 무기 염 촉매와 반응시키는 것을 포함할 수 있다. 현장에서 수소의 발생은 예를 들면 알칼리 금속 포름산염을 포함하는 무기 염 촉매의 최소한 일부분의 반응을 포함할 수 있다.

전체 생성물은 일반적으로 접촉 공정 동안 제조되는 가스, 증기, 액체 또는 이들의 혼합물을 포함한다. 전체 생성물은 STP에서 액체 혼합물인 원유 생성물과 일부 실시형태에서 STP에서 응축할 수 없는 탄화수소를 포함한다. 일부 실시형태에서, 전체 생성물 및/또는 원유 생성물은 (무기 고체 및/또는 코크스와 같은) 고체를 포함할 수 있다. 어떤 실시형태에서, 고체는 접촉 공정 동안 제조된 액체 및/또는 증기를 동반할 수 있다.

접촉 영역은 반응기, 반응기의 일 개소, 반응기의 복수의 개소 또는 복수 반응기를 포함할 수 있다. 촉매와 함께 수소 공급원과 원유 공급물이 접촉하는 데에 사용하는 반응기의 예는 적치된 베드 반응기, 고정 베드 반응기, 연속 교반 탱크 반응기 ("CSTR"), 스프레이 반응기, 플러그-흐름 반응기 그리고 액체/액체 접촉기를 포함한다. CSTR의 예는 유동화된 베드 반응기와 이블레이팅 (ebullating) 베드 반응기를 포함한다.

접촉 조건은 통상적으로 온도, 압력, 원유 공급 흐름, 전체 생성물 흐름, 잔여물 시간, 수소 공급 흐름 또는 이들의 조합물을 포함한다. 접촉 조건은 특정 특성을 가진 원유 생성물을 제조하기 위해 조절될 수 있다.

접촉 온도는 200 ~ 800°C, 300 ~ 700°C 또는 400 ~ 600°C의 범위가 될 수 있다. 수소 공급원이 가스 (예를 들면, 수소 가스, 메탄 또는 에탄) 처럼 공급되는 실시형태에서, 가스의 원유 공급물에 대한 비율은 일반적으로 1 ~ 16,100 Nm³/m³, 2 ~ 8000 Nm³/m³, 3 ~ 4000 Nm³/m³, 또는 5 ~ 300 Nm³/m³의 범위에 있게 될 것이다. 통상적으로 접촉 공정은 0.1 ~ 20 MPa, 1 ~ 16 MPa, 2 ~ 10 MPa, 또는 4 ~ 8 MPa 사이의 압력 범위에서 발생한다. 스팀이 더해지는 일부 실시형태에서, 원유 공급물에 대한 스팀의 비율은 원유 공급물의 킬로그램당, 스팀의 0.01 ~ 3 킬로그램, 0.03 ~ 2.5 킬로그램, 0.1 ~ 1 킬로그램의 범위에 있게 된다. 원유 공급물의 유동율은 접촉 구역의 전체 부피의 최소 10%, 50%, 또는 90%의 접촉 구역에서의 원유 공급물의 부피를 유지하기에 충분할 수 있다. 통상적으로, 접촉 구역에서 원유 공급물의 부피는 접촉 구역의 전체 부피의 40%, 60% 또는 80%이다. 어떤 실시형태에서, 접촉은 추가 가스, 예를 들면 아르곤, 질소, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄, 프로펜, 부틴, 또는 이들의 조합물과 함께 행해질 수 있다.

도 1은 증기로서 전체 생성물을 제조하기 위해 사용된 접촉 시스템 (100)의 실시형태의 개략도이다. 원유 공급물은 원유 공급부 (101)에서 도관 (104)을 통해 접촉 영역 (102)로 들어간다. 접촉 영역에서 사용된 촉매의 양은 접촉 영역에서 원유 공급물의 100 그램당, 1 ~ 100 그램, 2 ~ 80 그램, 3 ~ 70 그램, 또는 4 ~ 60 그램의 범위에 있을 수 있다. 어떤 실시형태에서, 희석제가 원유 공급물의 점성을 낮추기 위해 추가될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 원유 공급물은 통로 (104)를 통해 접촉 영역 (102)의 바닥부분으로 들어간다. 어떤 실시형태에서, 원유 공급물은 원유 공급물의 접촉 영역 (102)으로의 도입 동안 및/또는 도입에 앞서 최소 100°C 또는 최소 300°C의 온도로 가열될 수 있다. 통상적으로, 원유 공급물은 100 ~ 500°C 또는 200 ~ 400°C의 범위의 온도로 가열될 수 있다.

어떤 실시형태에서, 촉매는 원유 공급물과 결합되어 접촉 영역 (102)로 전송된다. 원유 공급물/촉매 혼합물은 접촉 영역 (102)으로의 도입에 앞서 최소 100°C 또는 300°C의 온도로 가열될 수 있다. 통상적으로, 원유 공급물은 200 ~ 500°C 또는 300 ~ 400°C의 범위의 온도로 가열될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 원유 공급물/촉매 혼합물은 슬러리 형태이다. 어떤 실시형태에서, 원유 공급물의 TAN은 접촉 영역으로의 원유 공급물의 도입에 앞서 감소될 수 있다. 예를 들면, 원유 공급물/촉매 혼합물이 100 ~ 400°C 또는 200 ~ 300°C의 범위로 가열될 때, 원유 공급물의 산 성분의 알칼리 염이 형성될 수 있다. 이 알칼리 염의 형성은 원유 공급물의 TAN을 감소하기 위해 원유 공급물로부터 일부 산 성분을 제거할 수 있다.

어떤 실시형태에서, 원유 공급물이 접촉 영역 (102) 에 계속적으로 더해질 수 있다. 접촉 영역 (102) 에서의 혼합은 원유 공급물/촉매 혼합물로부터 촉매의 분리를 방지하는데 효율적일 수 있다. 어떤 실시형태에서 촉매의 최소한 일부분은 접촉 영역 (102) 로부터 제거될 수 있고, 어떤 실시형태에서 이와 같은 촉매는 재생되고 재사용될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 새로운 촉매가 반응 공정 동안 접촉 영역 (102) 에 더해질 수 있다.

어떤 실시형태에서, 무기 염 촉매를 가진 원유 공급물 및/또는 원유 공급물의 혼합물은 에멀전으로서 접촉 영역에 도입된다. 에멀전은 원유 공급물/계면 활성제 혼합물과 무기 염 촉매/물 혼합물을 조합함으로써 준비될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 안정제는 에멀전에 추가된다. 에멀전은 최소 2일, 4일, 또는 7일 동안 안정한 상태로 남을 수 있다. 통상적으로, 에멀전은 30일, 10일, 5일, 또는 3일 동안 안정한 상태로 남을 수 있다. 계면 활성제는 유기 폴리 카르복실 산 (테넥스 2010; 미드웨스트바코 특제품 그룹; 찰스턴, 사우스 캐롤리나, 미국), C_{21} 디카르복실 패티 산 (디아시드 1550; 미드웨스트바코 특제품 그룹), 석유 술폰산염 (호스타퍼 SAS 30; 클라리언트 코포레이션, 샤롯데, 노스캐롤라이나, 미국), 터지탈 NP-40 계면 활성제 (유니온 카바이드; 던버리, 코네티컷, 미국) 또는 이들의 혼합체를 포함하나 이에 한정되지 않는다. 안정제는, 디에틸렌아민 (알드리히 케미칼, 밀워키, 위스콘신, 미국) 및/또는 모노에탄올아민 (제이.티.베이커, 필립스버그, 뉴저지, 미국) 을 포함하나 이에 한정되지 않는다.

재순환 통로 (106) 는 통로 (108) 및 통로 (104) 와 결합될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 재순환 통로 (106) 는 직접 접촉 영역 (102) 으로 들어가고 및/또는 접촉 영역 (102) 에서 나갈 수 있다. 재순환 통로 (106) 는 흐름 제어 밸브 (110) 를 포함할 수 있다. 흐름 제어 밸브 (110) 는 재료의 최소한의 부분을 통로 (108) 로부터 통로 (104) 및/또는 접촉 영역 (102) 으로 재순환되도록 한다. 어떤 실시형태에서, 응축 유닛은 통로 (108) 에 위치해서 재료의 최소한의 부분을 응축하거나 접촉 영역 (102) 으로 재순환되도록 한다. 어떤 실시형태에서, 재순환 통로 (106) 는 가스 재생 라인이 될 수 있다. 흐름 제어 밸브 (110과 110') 는 접촉 영역 (102) 에서 일정 부피의 액체가 유지되도록 접촉 영역으로 그리고 접촉 영역으로부터 흐름을 제어하는데 사용될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 액체의 실제 선택된 부피 범위는 접촉 영역 (102) 에서 유지될 수 있다. 접촉 영역 (102) 에서의 공급되는 부피는 표준 기구를 사용하여 조절될 수 있다. 원유 공급물이 접촉 영역 (102) 에 들어갈 때 가스 입구 부 (112) 는 수소 공급원 및/또는 추가 가스를 원유 공급물에 추가하도록 해준다. 어떤 실시형태에서, 스팀 입구 부 (114) 는 스팀을 접촉 영역 (102) 에 추가하는데에 사용할 수 있다. 어떤 실시형태에서, 물의 흐름은 스팀 입구 부 (114) 를 통해 접촉 영역 (102) 으로 도입된다.

어떤 실시형태에서, 전체 생성물의 최소한의 부분은 접촉 영역 (102) 으로부터 증기로서 제조된다. 어떤 실시형태에서, 전체 생성물은 증기 및/또는 접촉 영역 (102) 의 상부로부터 소량의 액체와 고체를 함유하는 증기로서 제조된다. 증기는 통로 (108) 를 통해 분리 구역 (116) 으로 반송된다. 접촉 영역 (102) 에서의 원유 공급물 및/또는 접촉 영역에서의 압력에 대한 수소 공급원의 비는 접촉 영역 (102) 의 상부로부터 제조된 증기 및/또는 액체 상을 제어하도록 변화될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 접촉 영역 (102) 의 상부로부터 제조된 증기는 원유 공급물의 그램당 원유 생성물의 최소 0.5 그램, 0.8 그램, 0.9 그램 또는 0.97 그램을 포함한다. 어떤 실시형태에서, 접촉 영역 (102) 의 상부로부터 제조된 증기는 원유 공급물의 그램당 원유 생성물의 0.8 ~ 0.99 그램, 또는 0.9 ~ 0.98 그램을 포함한다.

사용된 촉매 및/또는 고체는 접촉 영역 (102) 에서 접촉 공정의 부산물로서 남아 있을 수 있다. 고체 및/또는 사용된 촉매는 잔여 원유 공급물 및/또는 코크스를 포함할 수 있다.

분리 유닛 (116) 에서, 표준 분리 기술을 사용해 원유 생성물과 가스를 형성하기 위해 증기는 냉각되고 분리된다. 원유 생성물은 분리 유닛 (116) 을 나가서 통로 (118) 을 통해 원유 생성물 리시버 (119) 에 들어간다. 원유 생성물은 반송 및/또는 처리에 적합할 수 있다. 원유 생성물 리시버 (119) 는 하나 이상의 파이프 라인, 하나 이상의 저장 유닛, 또는 하나 이상의 반송 용기, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 어떤 실시형태에서, 분리된 가스 (예를 들면, 수소, 일산화탄소, 이산화탄소, 황화수소 또는 메탄) 는 다른 제조 유닛 (예를 들면, 원료 셀이나 황 재생 플랜트) 으로 반송되고 및/또는 통로 (120) 를 통해 접촉 영역 (102) 으로 재순환된다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물에서 동반된 고체 및/또는 액체는 표준 물리적 분리 방법 (예를 들면, 여과법, 원심법, 또는 막분리법) 을 사용해 제거될 수 있다.

도 2 는 액체, 또는 가스나 고체와 혼합된 액체일 수 있는 전체 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 촉매로 원유 공급물을 처리하기 위한 접촉 시스템 (122) 를 도시한다. 원유 공급물은 통로 (104) 를 통해 접촉 영역 (102) 으로 들어갈 수 있다. 어떤 실시형태에서, 원유 공급물은 원유 공급물 공급부로부터 받아진다. 통로 (104) 는 가스 입구 부 (112) 를 포함할 수 있다. 어떤 실시형태에서, 가스 입구 부 (112) 는 직접 접촉 영역 (102) 에 들어갈 수 있다. 어떤 실시형태에서, 스팀 입구 부 (114) 는 스팀을 접촉 영역 (102) 에 추가하도록 사용될 수 있다. 원유 공급물은 전체 생성물을 제조하기 위해 접촉 영역 (102) 에서 촉매와 접촉될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 통로 (106) 는 전체 생성물의 최소한의 부분을 접촉 영역 (102)

으로 재순환되도록 한다. 전체 생성물 및/또는 고체 및/또는 미반응 원유 공급물을 포함하는 혼합물은 접촉 영역 (102) 을 나와서 통로 (108) 를 통해 분리 영역 (124) 으로 들어간다. 어떤 실시형태에서, 응축 유닛은 통로에서 혼합물의 최소한 일부분이 응축되어 다른 공정을 위해 접촉 영역 (102) 으로 재순환되도록 (예를 들어, 통로 (106) 내에) 위치할 수 있다. 어떤 실시형태에서, 재순환 통로 (106) 는 가스 재순환 라인이 될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 통로 (108) 는 전체 생성물로부터 입자를 제거하기 위한 필터를 포함할 수 있다.

분리 영역 (124) 에서 원유 생성물의 최소한 일부분이 전체 생성물 및/또는 촉매로부터 분리될 수 있다. 전체 생성물과 고체를 포함하는 실시형태에서, 고체는 표준 고체 분리 기술 (예를 들면, 원심분리법, 여과법, 경사분리법, 막 분리법) 을 사용해서 전체 생성물로부터 분리될 수 있다. 고체는 예를 들면, 촉매, 사용된 촉매 및/또는 코크스의 조합을 포함한다. 일부 실시형태에서, 가스의 부분은 전체 생성물로부터 분리된다. 일부 실시형태에서, 전체 생성물 및/또는 고체의 최소한 일부분이 통로 (104) 로 재순환되고 및/또는 어떤 실시형태에서는, 통로 (126) 를 통해 접촉 영역 (102) 으로 재순환된다. 예를 들면, 재순환된 부분은 다른 공정을 위해 원유 공급물과 결합되고 접촉 영역 (102) 으로 들어갈 수 있다. 원유 생성물은 통로 (128) 를 통해 분리 영역 (124) 을 나가게 된다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물 리시버로 반송될 수 있다.

일부 실시형태에서, 전체 생성물 및/또는 원유 생성물은 촉매의 최소한의 부분을 포함할 수 있다. 전체 생성물 및/또는 원유 생성물에 동반된 가스는 표준 가스/액체 분리 기술 (예를 들면, 살포, 막 분리와 압력 감소) 을 사용해서 분리될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 분리된 가스는 다른 공정 장치 (예를 들면, 연료 전지, 황 재생 플랜트, 다른 제조 장치 또는 이들의 조합에서의 사용) 로 반송되고 및/또는 접촉 영역으로 재순환된다.

어떤 실시형태에서, 원유 공급물의 최소한 일부분의 분리는 원유 공급물이 접촉 영역으로 들어가기 전에 수행된다. 도 3 은 접촉 시스템과의 조합에서 분리 영역의 실시예의 개략도이다. 접촉 시스템 (130) 은 접촉 시스템 (100) 및/또는 접촉 시스템 (122) (도 1 과 도 2 에서 도시됨) 이 될 수 있다. 원유 공급물은 통로 (104) 를 통해 분리 영역 (132) 에 들어간다. 분리 영역 (132) 에서, 원유 공급물의 최소한 일부분은 분리된 원유 공급물과 탄화수소를 제조하기 위해 표준 분리 기술을 사용해 분리된다. 어떤 실시형태에서, 분리된 원유 공급물은 최소 100°C, 120°C 또는 다른 실시형태에서 최소 200°C 의 끓는점 분포를 가진 구성 성분의 혼합물을 포함한다. 통상적으로, 분리된 원유 공급물은 100 ~ 1000°C, 120 ~ 900°C 또는 200 ~ 800°C 사이의 끓는점 분포를 가진 구성성분의 혼합물을 포함한다. 원유 공급물로부터 분리된 탄화수소는 분리 영역 (132) 을 나가 통로 (134) 를 통해 다른 제조 장치, 처리 시설, 저장 시설 또는 이들의 조합으로 반송되게 된다.

분리된 원유 공급물의 최소한 일부분은 분리 영역 (132) 을 나가서 통로 (136) 를 통해 접촉 시스템 (130) 으로 들어가 원유 생성물을 형성하기 위해 더 제조되고 통로 (138) 를 통해 접촉 시스템 (130) 을 나간다.

일부 실시형태에서, 여기서 기술된 제조 방법에 의해 원유 공급물로부터 제조된 원유 생성물은 원유 공급물과 같거나 다른 원유와 혼합된다. 예를 들면, 원유 생성물은 다른 점성을 가진 원유와 혼합될 수 있어 원유 생성물의 점성과 원유의 점성 사이의 점성값을 가진 혼합된 생성물이 된다. 결과적으로 혼합된 생성물은 반송 및/또는 처리에 적합할 수 있다.

도 4 는 혼합 영역 (140) 과 접촉 영역 (130) 의 조합 실시예의 개략도이다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물의 최소한 일부분은 통로 (138) 를 통해 접촉 시스템 (130) 을 나가서 혼합 영역 (140) 으로 들어간다. 혼합 영역 (140) 에서, 원유 생성물의 최소한 일부분은 혼합된 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 공정 흐름 (예를 들면, 하나 이상의 원유 공급물, 또는 나프타의 분리로부터 제조된 탄화수소 흐름), 원유, 원유 공급물, 또는 이들의 혼합물과 결합된다. 상기 공정 흐름, 원유 공급물, 원유, 또는 이들의 혼합물은 혼합 영역 (140) 으로 직접 들어가거나 통로 (142) 를 통해 혼합 영역의 상류로 들어간다. 혼합 시스템은 혼합 영역 (140) 내부 또는 가까이에 위치될 수 있다. 혼합된 생성물은 특정의 생성물 사양을 만족시킬 수 있다. 특정 제품 사양은 API 비중 한계 범위, TAN, 점성 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 한정되지는 않는다. 혼합된 생성물은 혼합 영역 (140) 을 나가서 통로 (144) 로 흘러 반송되고 및/또는 제조된다.

일부 실시형태에서, 메탄올은 촉매를 사용한 접촉 공정 동안 발생된다. 예를 들면, 수소와 일산화탄소는 메탄올을 형성하기 위해 반응할 수 있다. 재생된 메탄올은 용해된 염, 예를 들면 수산화칼륨을 함유할 수 있다. 재생된 메탄올은 원유 공급물/메탄올 혼합물을 형성하기 위해 추가적인 원유 공급물과 결합될 수 있다. 메탄올과 원유 공급물과의 결합은 원유 공급물의 점성을 낮출 수 있다. 원유 공급물/메탄올 혼합물을 최대 500°C 로 가열하는 것은 원유 공급물의 TAN을 1보다 낮게 감소시킬 수 있다.

도 5 는 혼합 영역과 조합된 접촉 시스템과 조합된 분리 영역의 일 실시형태의 개략도이다. 원유 공급물은 통로 (104) 를 통해 분리 영역 (132) 으로 들어간다. 원유 공급물은 분리된 원유 공급물을 형성하기 위해 이전에 설명된 것 처럼 분리된다. 분리된 원유 공급물은 통로 (136) 를 통해 접촉 시스템 (130) 으로 들어간다. 원유 생성물은 접촉 시스템 (130) 을 나가

서 통로 (138) 를 통해 혼합 영역 (140) 으로 들어간다. 혼합 영역 (140) 에는, 다른 공정 흐름 및/또는 통로 (142) 를 통해 도입된 원유가 혼합 생성물을 형성하기 위해 원유 생성물과 결합된다. 혼합 생성물은 혼합 영역 (140) 을 나가서 통로 (144) 로 흐른다.

도 6 은 다중 접촉 시스템 (146) 의 개략도이다. 접촉 시스템 (100) (도 1 에 도시) 은 접촉 시스템 (148) 전에 위치할 수 있다. 대체 실시형태에서, 접촉 시스템의 위치는 서로 바뀔 수 있다. 접촉 시스템 (100) 은 무기 염 촉매를 포함한다. 접촉 시스템 (148) 은 하나 이상의 촉매를 포함할 수 있다. 접촉 시스템 (148) 에서 촉매는 추가적인 무기 염 촉매, 황화 전이 금속 촉매, 공업용 촉매 또는 이들의 혼합물이 될 수 있다. 원유 공급물은 접촉 시스템 (100) 에 통로 (104) 를 통해 들어가서 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매와 함께 수소 공급원과 접촉된다. 전체 생성물은 수소와 어떤 실시형태에서는 원유 생성물을 포함한다. 전체 생성물은 접촉 시스템 (100) 을 나가서 통로 (108) 로 흐른다. 원유 공급물과 무기 염 촉매의 접촉으로부터 발생한 수소는 접촉 시스템 (148) 에서 수소 공급원으로서 사용될 수 있다. 발생한 수소의 최소한 일부분은 접촉 시스템 (100) 으로부터 접촉 시스템 (148) 으로 통로 (150) 를 통해 반송된다.

대체 실시형태에서, 이와 같이 발생한 수소는 분리되고 및/또는 처리되어서 통로 (150) 를 통해 접촉 시스템 (148) 으로 반송된다. 어떤 실시형태에서, 접촉 시스템 (148) 은 발생한 수소가 접촉 시스템 (100) 으로부터 접촉 시스템 (148) 으로 직접 흐를 수 있도록 접촉 시스템 (100) 의 부분이 될 수 있다. 일부 실시형태에서, 접촉 시스템 (100) 으로부터 제조된 증기 흐름은 접촉 시스템 (148) 으로 들어가는 원유 공급물과 직접 혼합된다.

제 2 원유 공급물은 통로 (152) 를 통해 접촉 시스템 (148) 으로 들어간다. 접촉 시스템 (148) 에서, 발생한 수소와 촉매의 최소한 일부분과 원유 공급물의 접촉은 생성물을 제조한다. 어떤 실시형태에서, 생성물은 전체 생성물이다. 생성물은 접촉 시스템 (148) 을 나가서 통로 (154) 로 흐른다.

어떤 실시형태에서, 도 1 ~ 6 에서 도시된 것처럼 접촉 시스템, 접촉 영역, 분리 영역 및/또는 혼합 영역을 포함하는 시스템은 저질의 원유 공급물을 제조하는 제조 지점 또는 그 부근에 위치할 수 있다. 촉매 시스템을 통한 공정 후에, 원유 공급물이 반송 및/또는 정제 공정의 용도에 적합하도록 고려될 수 있다.

일부 실시형태에서, 원유 생성물 및/또는 혼합 생성물은 정제 및/또는 처리 시설로 반송된다. 원유 생성물 및/또는 혼합 생성물은 반송 연료, 가열 연료, 운환제 또는 화학 물질과 같은 공업 제품을 제조하기 위해 처리될 수 있다. 공정은 하나 이상의 종류의 분류를 제조하기 위해 원유 생성물 및/또는 혼합 생성물을 증류 및/또는 세분화하여 증류하는 것을 포함할 수 있다. 일부 실시형태에서, 원유 생성물, 혼합 생성물 및/또는 하나 이상의 종류의 분류는 수화처리될 수 있다.

일부 실시형태에서, 전체 생성물은 전체 생성물의 그램당 코크스의 최대 0.05 그램, 0.03 그램, 또는 0.01 그램을 포함한다. 어떤 실시형태에서, 전체 생성물은 실질적으로 코크스를 포함하지 않는다 (즉, 코크스가 검출되지 않는다). 일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 코크스의 최대 0.05 그램, 0.03 그램, 0.01 그램, 0.005 그램, 또는 0.003 그램을 포함할 수 있다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 0 이상부터 0.05까지, 0.00001 ~ 0.03 그램, 0.0001 ~ 0.01 그램, 또는 0.001 ~ 0.005 그램의 범위에서 코크스 함량을 가지거나 감지되지 않는다.

어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 공급물의 MCR 함량의 최대 90%, 80%, 50%, 30%, 또는 10%인 MCR 함량을 가진다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 대수롭지 않을 정도의 MCR 함량을 가진다. 일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 MCR의 최대 0.05 그램, 0.03 그램, 0.01 그램, 또는 0.001 그램을 가진다. 통상적으로, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 MCR의 0 그램부터 0.04 그램, 0.000001 ~ 0.03 그램, 또는 0.00001 ~ 0.01 그램을 가진다.

일부 실시형태에서, 전체 생성물은 비응축성 가스를 포함한다. 통상적으로 비응축성 가스는 이산화탄소, 암모니아, 황화수소, 수소, 일산화탄소, 메탄, STP에서 응축할 수 없는 다른 탄화수소, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만 이에 제한되지는 않는다.

어떤 실시형태에서, 수소 가스, 이산화탄소, 일산화탄소, 또는 이들의 조합체는 스팀과 가벼운 탄화수소를 무기 염 촉매와 접촉시킴으로써 현장에서 형성될 수 있다. 통상적으로, 열역학 조건 아래에서 이산화탄소에 대한 일산화탄소의 몰 비율은 0.07이다. 어떤 실시형태에서, 발생한 이산화탄소에 대한 발생한 일산화탄소의 몰 비율은 최소 0.3, 0.5, 또는 0.7이다. 일부 실시형태에서, 발생한 이산화탄소에 대한 발생한 일산화탄소의 몰 비율은 0.3 ~ 1.0, 0.4 ~ 0.9, 또는 0.5 ~ 0.8의 범위에 있다. 현장에서 이산화탄소에 대해 선택적으로 일산화탄소를 발생시키는 능력은 공정의 가까운 부근 또는 상류에 위치한 다른 공정에 이익이 될 수 있다. 예를 들면, 발생한 일산화탄소는 탄화수소 형성 처리시 약품을 감소시킬 때에 사용되거나 합성가스 공정 등의 다른 공정에서 사용될 수 있다.

일부 실시형태에서, 여기서 제조된 것과 같은 전체 생성물은 -10°C 와 538°C 사이의 끓는점 분포를 가진 화합물의 혼합물을 포함할 수 있다. 혼합물은 1 내지 4의 범위에 있는 탄소 번호를 가진 탄화수소를 포함할 수 있다. 혼합물은 혼합물의 그램당 C_4 탄화수소의 0.001 ~ 0.8 그램, 0.003 ~ 0.1 그램, 또는 0.005 ~ 0.01 그램을 포함할 수 있다. C_4 탄화수소는 C_4 탄화수소의 그램당 부타디엔의 0.001 ~ 0.8 그램, 0.003 ~ 0.1 그램, 또는 0.005 ~ 0.01 그램을 포함할 수 있다. 일부 실시형태에서, iso-파라핀은 n-파라핀에 대해 최대 1.5, 1.4, 1.0, 0.8, 0.3, 또는 0.1의 중량비로 제조된다. 어떤 실시형태에서, iso-파라핀은 n-파라핀에 대해 0.00001 ~ 1.5, 0.0001 ~ 1.0, 또는 0.001 ~ 0.1의 범위의 중량비로 제조된다. 파라핀은 iso-파라핀 및/또는 n-파라핀을 포함할 수 있다.

일부 실시형태에서, 전체 생성물 및/또는 원유 생성물은 제조되고 및/또는 조직으로부터 증류된 원유에서 일반적으로 발견되지 않는 비율이나 양의 올레핀 및/또는 파라핀을 포함할 수 있다. 올레핀은 말단 이중 결합 ("알파 올레핀") 을 가진 올레핀과 내부 이중 결합을 가진 올레핀의 혼합물을 포함한다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물의 올레핀 함량은 2, 10, 50, 100, 또는 최소 200의 인자에 의해 원유 공급물의 올레핀 함량보다 더 크다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물의 올레핀 함량은 최대 1,000, 500, 300, 또는 250의 인자에 의해 원유 공급물의 올레핀 함량보다 더 크다.

어떤 실시형태에서, $20 \sim 400^{\circ}\text{C}$ 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소는 $20 \sim 400^{\circ}\text{C}$ 사이의 범위에서 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 그램당 0.00001 ~ 0.1 그램, 0.0001 ~ 0.05 그램, 또는 0.01 ~ 0.04 그램의 범위에서 올레핀 함량을 가진다.

일부 실시형태에서, 원유 생성물의 그램당 알파 올레핀의 최소 0.001 그램, 0.005 그램, 또는 0.01 그램이 제조될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 알파 올레핀의 0.0001 ~ 0.5 그램, 0.001 ~ 0.2 그램, 또는 0.01 ~ 0.1 그램을 가진다. 어떤 실시형태에서, $20 \sim 400^{\circ}\text{C}$ 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소는 $20 \sim 400^{\circ}\text{C}$ 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 그램당 0.0001 ~ 0.08 그램, 0.001 ~ 0.05 그램, 또는 0.01 ~ 0.04 그램의 범위에서 알파 올레핀 함량을 가진다.

일부 실시형태에서, $20 \sim 204^{\circ}\text{C}$ 의 끓는점 분포를 가진 탄화수소는 최소 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.4 또는 1.5의 내부 이중 결합 올레핀에 대한 알파 올레핀의 중량비를 가진다. 일부 실시형태에서, $20 \sim 204^{\circ}\text{C}$ 의 끓는점 분포를 가진 탄화수소는 0.7 ~ 10, 0.8 ~ 5, 0.9 ~ 3, 또는 1 ~ 2의 범위에 있는 내부 이중 결합 올레핀에 대한 알파 올레핀의 중량비를 가진다. 원유와 공업 제품의 내부 이중 결합 올레핀에 대한 알파 올레핀의 중량비는 통상적으로 최대 0.5이다. 내부 이중 결합을 가진 올레핀에 대한 알파 올레핀의 증가량을 제조하는 능력은 원유 생성물을 공업 제품으로 용이하게 변환시킬 수 있다.

일부 실시형태에서, 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원과 원유 공급물의 접촉은 선형 올레핀을 포함하는 $20 \sim 204^{\circ}\text{C}$ 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소를 제조할 수 있다. 선형 올레핀은 시스와 트랜스 이중 결합을 가진다. 시스 이중 결합을 가진 선형 올레핀에 대한 트랜스 이중 결합을 가진 선형 올레핀의 중량비는 최대 0.4, 1.0 또는 1.4이다. 어떤 실시형태에서, 시스 이중 결합을 가진 선형 올레핀에 대한 트랜스 이중 결합을 가진 선형 올레핀의 중량비는 0.001 ~ 1.4, 0.01 ~ 1.0, 또는 0.1 ~ 0.4의 범위에 있다.

어떤 실시형태에서, $20 \sim 204^{\circ}\text{C}$ 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소는 $20 \sim 400^{\circ}\text{C}$ 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 그램당 최소 0.1 그램, 0.15 그램, 0.20 그램, 또는 0.30 그램의 n-파라핀 함량을 가진다. 탄화수소의 그램당 이와 같은 탄화수소의 n-파라핀 함량은 0.001 ~ 0.9 그램, 0.1 ~ 0.8 그램, 또는 0.2 ~ 0.5 그램의 범위에 있을 수 있다. 일부 실시형태에서, 이와 같은 탄화수소는 최대 1.5, 1.4, 1.0, 0.8, 또는 0.3의 n-파라핀에 대한 iso-파라핀의 중량비를 가진다. 이와 같은 탄화수소에서 n-파라핀 함량으로부터 원유 생성물의 n-파라핀 함량은 원유 생성물의 그램당 0.001 ~ 0.9 그램, 0.01 ~ 0.8 그램, 또는 0.1 ~ 0.5 그램의 범위에서 측정될 수 있다.

일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 공급물의 Ni/V/Fe 함량의 최대 90%, 50%, 10%, 5%, 또는 3%의 Ni/V/Fe 함량을 가진다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 Ni/V/Fe의 최대 0.0001 그램, 1×10^{-5} 그램, 1×10^{-6} 그램을 포함한다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당, 1×10^{-7} 그램부터 5×10^{-5} 그램, 3×10^{-7} 그램부터 2×10^{-5} 그램, 또는 1×10^{-6} 그램부터 1×10^{-5} 그램의 범위에서 Ni/V/Fe 함량을 가진다.

일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 공급물의 TAN의 최대 90%, 50%, 또는 10%의 TAN을 가진다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 최대 1, 0.5, 0.1, 또는 0.05의 TAN을 가진다. 일부 실시형태에서, 원유 생성물의 TAN은 0.001 부터 0.5, 0.01 부터 0.2, 0.05 부터 0.1의 범위에 있을 수 있다.

어떤 실시형태에서, 원유 생성물의 API 비중은 원유 공급물의 API 비중보다 최소 10%, 50%, 또는 90% 더 높다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물의 API 비중은 13 ~ 50, 15 ~ 30, 또는 16 ~ 20 사이에 있다.

일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 공급물의 전체 이중원자 함량의 최대 70%, 50%, 또는 30%의 이중원자 함량을 가진다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 공급물의 전체 이중원자 함량의 최소 10%, 40%, 또는 60%의 이중원자 함량을 가진다.

원유 생성물은 원유 공급물의 황 함량의 최대 90%, 70%, 또는 60%의 황 함량을 가진다. 원유 생성물의 황 함량은 원유 생성물의 그램당 최대 0.02 그램, 0.008 그램, 0.005 그램, 0.004 그램, 0.003 그램, 또는 0.001 그램일 수 있다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 0.0001 ~ 0.02 그램 또는 0.005 ~ 0.01 그램의 범위에서 황 함량을 가진다.

어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 공급물의 질소 함량의 최대 90%, 또는 80%의 질소 함량을 가질 수 있다. 원유 생성물의 질소 함량은 원유 생성물의 그램당 최대 0.004 그램, 0.003 그램, 또는 0.001 그램일 수 있다. 일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 0.0001 ~ 0.005 그램, 또는 0.001 ~ 0.003 그램의 범위에서 질소 함량을 가질 수 있다.

일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 수소의 0.05 ~ 0.2 그램, 또는 0.09 ~ 0.15 그램을 가진다. 원유 생성물의 H/C는 최대 1.8, 1.7, 1.6, 1.5, 또는 1.4가 될 수 있다. 일부 실시형태에서, 원유 생성물의 H/C는 원유 공급물의 H/C의 80 ~ 120 %, 또는 90 ~ 110 % 이다. 다른 실시형태에서, 원유 생성물의 H/C는 원유 공급물의 H/C의 100 ~ 120 % 이다. 원유 공급물 H/C의 20%이내인 원유 생성물 H/C는 공정에서 수소의 획득 및/또는 소비가 최소가 되도록 한다.

원유 생성물은 끓는점 범위를 가진 구성성분을 포함한다. 일부 실시형태에서, 원유 생성물은 0.101MPa에서 최대 200℃ 또는 204℃의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램, 또는 0.001부터 0.5그램; 0.101MPa에서 200℃와 300℃ 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램, 또는 0.001부터 0.5그램; 0.101MPa에서 300℃ 또는 400℃ 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램, 또는 0.001부터 0.5그램; 0.101MPa에서 400℃ 또는 538℃ 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램, 또는 0.001부터 0.5그램을 포함한다.

일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 0.00001 ~ 0.2 그램, 0.0001 ~ 0.1 그램, 또는 0.001 ~ 0.05 그램의 나프타 함량을 가진다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 나프타의 0.001 ~ 0.2 그램 또는 0.01 ~ 0.05 그램을 가진다. 일부 실시형태에서, 나프타는 나프타의 그램당 올레핀의 최대 0.15 그램, 0.1 그램, 또는 0.05 그램을 가진다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 올레핀의 0.00001 ~ 0.15 그램, 0.0001 ~ 0.1 그램, 또는 0.001 ~ 0.05 그램을 가진다. 일부 실시형태에서, 나프타는 나프타의 그램당 최대 0.01 그램, 0.005 그램, 0.002 그램의 벤젠 함량을 가진다. 어떤 실시형태에서, 나프타는 검출될 수 없거나 1×10^{-7} 그램부터 1×10^{-2} 그램까지, 1×10^{-6} 그램부터 1×10^{-5} 그램까지, 5×10^{-6} 그램부터 1×10^{-4} 그램까지의 범위에 있는 벤젠 함량을 가진다. 벤젠을 함유하는 구성성분은 취급하기에 해로울 수 있어서 상대적으로 낮은 벤젠 함량을 가진 원유 생성물은 특별한 조절을 요구하지 않는다.

어떤 실시형태에서, 나프타는 방향족 화합물을 포함할 수 있다. 방향족 화합물은 단일고리형 고리 화합물 및/또는 다중고리형 고리 화합물을 포함할 수 있다. 단일고리형 고리 화합물은 벤젠, 톨루엔, 오쏘-크실렌, 메타-크실렌, 파라-크실렌, 에틸 벤젠, 1-에틸-3-메틸 벤젠; 1-에틸-2-메틸 벤젠; 1,2,3-트리메틸 벤젠; 1,3,5-트리메틸 벤젠; 1-메틸-3-프로필 벤젠; 1-메틸-2-프로필 벤젠; 2-에틸-1,4-디메틸 벤젠; 2-에틸-2,4-디메틸 벤젠; 1,2,3,4-테트라-메틸 벤젠; 에틸, 펜틸 메틸 벤젠; 1,3 디에틸-2,4,5,6-테트라메틸 벤젠; 트리-iso프로필-오쏘-크실렌; 같은 성질로 구성된 벤젠, 톨로엔, 오쏘-크실렌, 메타-크실렌, 파라 크실렌, 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 단일고리형 방향족은 각 구성성분으로서 다양한 공업 제품 및/또는 고체에서 사용될 수 있다. 여기서 설명된 것처럼 원유 생성물은 통상적으로 단일고리형 방향족의 증가된 함량을 가진다.

어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 0.001 ~ 0.2 그램, 0.05 ~ 0.15 그램, 또는 0.01 ~ 0.1 그램의 톨루엔 함량을 가진다. 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 0.001 ~ 0.1 그램, 0.005 ~ 0.09 그램, 또는 0.05 ~ 0.08 그램의 메타-크실렌 함량을 가진다. 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 0.001 ~ 0.2 그램, 0.005 ~ 0.1 그램, 또는 0.01 ~ 0.05 그램의 오쏘-크실렌 함량을 가진다. 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 0.001 ~ 0.09 그램, 0.005 ~ 0.08 그램, 또는 0.001 ~ 0.06 그램의 파라-크실렌 함량을 가진다.

나프타의 방향족 함량의 증가는 나프타의 옥탄가를 증가시키는 경향이 있다. 원유는 원유의 가솔린 잠재량의 측정에 기초를 두고 평가된다. 가솔린 잠재량은 원유의 나프타 부분에 대한 측정된 옥탄가를 포함하나 이에 한정되지는 않는다. 통상적으로 원유는 35 ~ 60의 범위의 측정된 옥탄가를 가진다. 가솔린의 옥탄가는 가솔린의 옥탄가를 증가시키는 첨가제의 요구를 감소시키는 경향이 있다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 최소 60, 70, 80, 90의 옥탄가를 가지는 나프타를 포함한다. 통상적으로, 나프타의 옥탄가는 60 ~ 99, 70 ~ 98, 또는 80 ~ 95의 범위에 있다.

일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 공급물의 전체 나프타와 케로신에서의 전체 방향족 함량 (전체 "나프타와 케로신")에 대해 204℃와 500℃사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소에서 최소 5%, 10%, 50%, 또는 99% 더 높은 전체 방향족 함량을 가진다. 통상적으로, 원유 공급물의 전체 나프타와 케로신의 전체 방향족 함량은 원유 공급물의 전체 나프타와 케로신에서 전체 방향족 함량보다 8%, 20%, 75%, 또는 100% 더 크다.

일부 실시형태에서, 케로신과 나프타는 전체 케로신과 나프타의 그램당 0.00001 ~ 0.5 그램, 0.0001 ~ 0.2 그램, 또는 0.001 ~ 0.1 그램의 범위에 있는 전체 다중방향족 화합물 함량을 가질 수 있다.

원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 0.0001 ~ 0.9 그램, 0.001 ~ 0.5 그램, 0.005 ~ 0.3 그램, 또는 0.01 ~ 0.2 그램의 범위에서 증류액 함량을 가진다. 일부 실시형태에서, 증류액에서 디젤에 대한 케로신의 중량비는 1:4로부터 4:1, 1:3으로부터 3:1 또는 2:5로부터 5:2의 범위에 있다.

일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 케로신의 최소 0.001 그램, 0 이상부터 0.7 그램, 0.001 그램부터 0.5 그램, 또는 0.01 그램부터 0.1 그램을 가진다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 케로신의 0.001 ~ 0.5 그램 또는 0.01 ~ 0.3 그램을 가진다. 일부 실시형태에서, 케로신은 케로신의 그램당 최소 0.2 그램, 0.3 그램, 또는 0.4 그램의 방향족 함량을 가진다. 어떤 실시형태에서, 케로신은 케로신의 그램당 0.1 ~ 0.5 그램, 또는 0.2 ~ 0.4 그램의 방향족 함량을 가진다.

어떤 실시형태에서, 케로신의 어는점은 -30℃, -40℃, 또는 -50℃ 이하가 될 수 있다. 원유 생성물의 케로신 부분의 방향족 함량의 증가는 원유 생성물의 케로신 부분의 밀도를 증가시키고 어는점을 감소시키는 경향이 있다. 높은 밀도와 낮은 어는점을 가진 케로신 부분을 가진 원유 생성물은 높은 밀도와 낮은 어는점의 바람직한 특성을 가진 향해 터빈 연료를 제조하기 위해 정제될 수 있다.

어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 0.001 ~ 0.8 그램 또는 0.01 ~ 0.4 그램의 범위에 있는 디젤 함량을 가진다. 어떤 실시형태에서, 디젤은 디젤의 그램당 최소 0.1 그램, 0.3 그램, 또는 0.5 그램의 방향족 함량을 가진다. 일부 실시형태에서, 디젤은 디젤의 그램당 0.1 ~ 1 그램, 0.3 ~ 0.8 그램, 또는 0.2 ~ 0.5 그램의 범위에 있는 방향족 함량을 가진다.

일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 0.0001 ~ 0.99 그램, 0.001 ~ 0.8 그램, 또는 0.1 ~ 0.3 그램의 범위에 있는 VGO 함량을 가진다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물에서 VGO 함량은 원유 생성물의 그램당 0.4 ~ 0.9 그램 또는 0.6 ~ 0.8 그램의 범위이다. 어떤 실시형태에서, VGO는 VGO의 그램당 0.1 ~ 0.99 그램, 0.3 ~ 0.8 그램, 또는 0.5 ~ 0.6 그램의 범위의 방향족 함량을 가진다.

일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 공급물의 최대 70%, 50%, 30%, 10%, 또는 1%의 잔여물 함량을 가진다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 최대 0.1 그램, 0.05 그램, 0.03 그램, 0.02 그램, 0.01 그램, 0.005 그램, 또는 0.001 그램의 잔여물 함량을 가진다. 일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 0.000001 ~ 0.1 그램, 0.00001 ~ 0.05 그램, 0.001 ~ 0.03 그램, 또는 0.005 ~ 0.04 그램의 범위에서 잔여물 함량을 가진다.

일부 실시형태에서, 원유 생성물은 촉매의 최소한 일부분을 포함할 수 있다. 일부 실시형태에서, 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 촉매의 0 그램 이상, 그러나 0.01 그램 이하, 즉 0.000001 ~ 0.001 그램 또는 0.00001 ~ 0.0001 그램을 포함한다. 촉매는 공정 시설에서 반응 및/또는 처리 동안 원유 생성물을 안정화하는 데에 도움을 줄 수 있다. 촉매는 원유 생성물의 부식, 마찰을 방지하고 및/또는 물 분리력을 증가시킬 수 있다. 촉매의 최소한 일부분을 포함하는 원유 생성물은 윤활제 및/또는 다른 공업 제품을 제조하도록 처리될 수 있다.

전체 생성물을 제조하기 위해 수소 공급원에서 원유 공급물의 처리에 사용되는 촉매는 단일 촉매 또는 다수의 촉매일 수 있다. 적용예의 촉매는 황을 포함하는 수소 및/또는 원유 공급물이 촉매 전구체 (precursor)와 접촉될 때, 접촉 영역에서 촉매로 변환되는 촉매 전구체 (precursor)가 될 수 있다.

전체 생성물을 제조하기 위해 수소 공급원에 원유 공급물을 접촉시키는 데 사용되는 촉매는 원유 공급물의 분자 중량의 감소를 도울 수 있다. 이론에 치우치지 않고, 수소 공급원과의 조합에서의 촉매는 촉매의 염기 (루이스 염기 또는 브론스테드-로우리 염기) 및/또는 초염기 구성성분의 작용을 통해 원유 공급물에서 구성성분의 분자 중량을 감소시킬 수 있다. 루이스 염기 및/또는 브론스테드-로우리 염기 특성을 가질 수 있는 촉매의 예는 여기에 기술된 촉매를 포함한다.

일부 실시형태에서, 촉매는 TMS 촉매이다. TMS 촉매는 황화 전이 금속을 함유하는 화합물을 포함한다. 이런 적용예의 목적에서, TMS 촉매에서 황화 전이 금속의 중량은 촉매에서 황의 전체 중량에 전이 금속들의 전체 중량을 더함으로써 결정된다. 황에 대한 전이 금속의 원자비는 통상적으로 0.2 ~ 20, 0.5 ~ 10, 또는 1 ~ 5의 범위에 있다. 황화 전이 금속의 예는 "무기 황 화학; G.Nickless; Elsevier Publishing Company; 암스테르담-런던-뉴욕; 1968 출판; 19장" 에서 나타날 수 있다.

어떤 실시형태에서, TMS 촉매는 촉매의 그램당 하나 이상의 황화 전이 금속의 최소 0.4 그램, 0.5 그램, 0.8 그램, 또는 0.99 그램 전체를 포함할 수 있다. 어떤 실시형태에서, TMS 촉매는 촉매의 그램당, 0.4 ~ 0.999 그램, 0.5 ~ 0.9 그램, 또는 0.6 ~ 0.8 그램의 범위에 있는 하나 이상의 황화 전이 금속의 전체 함량을 가진다.

TMS 촉매는 하나 이상의 황화 전이 금속을 포함한다. 황화 전이 금속의 예는 황철 니켈광 ($\text{Fe}_{4.5}\text{Ni}_{4.5}\text{S}_8$), 스마이타이트 (smythite) ($\text{Fe}_{6.75}\text{Ni}_{2.25}\text{S}_{11}$), 브라보이트 (bravoite) ($\text{Fe}_{0.7}\text{Ni}_{0.2}\text{Co}_{0.1}\text{S}_2$), 매키나와이트 (mackinawite) ($\text{Fe}_{0.75}\text{Ni}_{0.25}\text{S}_{0.9}$), 황철 니켈광은 ($\text{AgFe}_6\text{Ni}_2\text{S}_8$), 이소쿠바나이트 (isocubanite) (CuFe_2S_3), 이소칼코피라이트 (isocalcopyrite) ($\text{Cu}_8\text{Fe}_9\text{S}_{16}$), 섬아연광 ($\text{Zn}_{0.95}\text{Fe}_{0.05}\text{S}$), 무이호에카이트 (mooihoekite) ($\text{Cu}_9\text{Fe}_9\text{S}_{16}$), 채트카라이트 (chatkalite) ($\text{Cu}_6\text{FeSn}_2\text{S}_8$), 스테른베르가이트 (sternbergite) (AgFe_2S_3), 황동광 (CuFeS_2), 트로일리광 (FeS), 황철광 (FeS_2), 자황철광 ($\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$ ($x=0$ to 0.17)), 헤즐우드ایت (heazlewoodite) (Ni_3S_2) 나 베사이트 (vaesite) (NiS_2) 를 포함한다.

일부 실시형태에서, TMS 촉매는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 아연, 아연 화합물 또는 이들의 혼합물과 하나 이상의 황화 전이 금속과의 조합을 포함한다. 일부 실시형태에서, TMS 촉매는 일반적인 화학식 $A_c[M_aS_b]_d$ (A 는 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 아연; M 은 주기율표의 6 내지 10 족의 전이 금속; S 는 황) 으로 나타낸다. b 에 대한 a 의 원자비는 0.5 내지 2.5, 또는 1 내지 2의 범위에 있다. a 에 대한 c 의 원자비는 0.0001 내지 1, 또는 0.1 내지 0.8, 또는 0.3 내지 0.5의 범위에 있다. 일부 실시형태에서, 전이 금속은 철이다.

일부 실시형태에서, TMS 촉매는 일반적으로 알려진 알칼리 금속 및/또는 알칼리 토금속/황화 전이 금속 (예를 들면, 바르토나이트 (bartonite) ($\text{K}_3\text{Fe}_{10}\text{S}_{14}$), 라스부마이트 (rasvumite) (KFe_2S_3), 저피셔라이트 (djerfisherite) ($\text{K}_6\text{NaFe}_{19}\text{Cu}_4\text{NiS}_{26}\text{Cl}$), 클로바르토나이트 (chlorobartonite) ($\text{K}_{6.1}\text{Fe}_{24}\text{Cu}_{0.2}\text{S}_{26.1}\text{Cl}_{0.7}$) 및/또는 코요타이트 (coyoteite) ($\text{NaFe}_3\text{S}_5(\text{H}_2\text{O})_2$)) 를 포함할 수 있다. 일부 실시형태에서, TMS 촉매는 현장에서 준비된 바르토나이트를 포함한다. 현장에서 준비된 바르토나이트는 합성 바르토나이트로 불리어질 수 있다. 천연 및/또는 합성 바르토나이트는 여기에 서술된 방법에서 TMS 촉매로서 사용될 수 있다.

일부 실시형태에서, TMS 촉매는 TMS 촉매의 100 그램당 지지 재료의 최대 25 그램, 15 그램, 또는 1 그램을 포함할 수 있다. 통상적으로, TMS 촉매는 TMS 촉매의 100 그램당 지지 재료의 0 내지 25 그램, 0.00001 내지 20 그램, 0.0001 내지 10 그램을 가진다. TMS 촉매와 함께 사용될 수 있는 지지 재료의 예는 내화성 산화물, 다공성 탄소 재료, 제올라이트 (zeolite), 또는 이들의 혼합물을 포함한다. 일부 실시형태에서, TMS 촉매는 실제로는 지지 재료의 제한을 받지 않는다.

알칼리 금속, 알칼리 토금속, 아연, 아연 화합물, 또는 이들의 혼합물을 포함하는 TMS 촉매는 x-선 회절을 사용하여 결정된 것과 같은 하나 이상의 황화 전이 금속, 두가지 금속으로 된 알칼리 금속-황화 전이 금속, 더 높은 원자가의 황화 전이 금속, 산화 전이 금속, 또는 이들의 혼합물을 함유할 수 있다. TMS 촉매의 알칼리 금속 구성성분, 알칼리 토금속 구성성분, 아연 구성성분 및/또는 황화 전이 금속 구성성분의 부분이 일부 실시형태에서는 x-선 회전 기술에 의해 감지될 수 없는 무정형 (amorphous) 의 구성 성분으로 존재할 수 있다.

일부 실시형태에서, TMS 촉매의 결정체 입자 및/또는 TMS 촉매의 결정체 입자의 혼합물은 최대 10^8 Å, 10^3 Å, 100 Å, 또는 40 Å의 입자 크기를 가질 수 있다. 정상 환경에서, TMS 촉매의 결정체 입자의 크기는 일반적으로 최소 10Å가 될 것이다.

알칼리 금속, 알칼리 토금속, 아연, 아연 화합물, 또는 이들의 혼합물을 포함하는 TMS 촉매는 충분한 양의 탈이온화된 물, 바람직한 양의 전이 금속 산화물과 바람직한 양의 1 ~ 2족 금속의 탄산염, 1 ~ 2족 금속의 수산화물, 1 ~ 2족 금속의 아세테이트, 탄산아연, 아세테이트산아연, 수산화아연, 또는 이들의 혼합물을 젖은 페이스트를 형성하기 위해 혼합함으로써 준비될 수 있다. 습식 페이스트는 산화 전이 금속/혼합물 염을 형성하기 위해 100 ~ 300°C 또는 150 ~ 250°C의 온도에서 건조될 수 있다. 산화 전이 금속/혼합물 염은 산화 전이 금속/혼합물 염 금속을 형성하기 위해 300 ~ 1000°C, 500 ~ 800°C, 또는 600 ~ 700°C의 범위에 있는 온도에서 하소될 수 있다. 산화 전이 금속/혼합물 금속염은 감소된 중간체 고체를 형성하기 위해 수소와 함께 반응될 수 있다. 수소의 추가는 산화 전이 금속/혼합 금속염에 수소의 초과량을 제공하기에 충분한 유동율로 행해질 수 있다. 수소는 전이 금속 원소를 포함하는 감소된 중간체 고체를 제조하기 위해 산화 전이 금속/혼합물 금속염에 10 ~ 50 시간이나 20 ~ 40 시간 동안 더해질 수 있다. 수소의 추가는 35 ~ 500°C, 50 ~ 400°C, 또는 100 ~ 300°C의 온도에서, 10 ~ 15 MPa, 11 ~ 14 MPa, 또는 12 ~ 13 MPa의 전체 압력에서 수행될 수 있다. 환원 시간, 반응 온도, 환원 가스의 선택, 환원 가스의 압력, 및/또는 중간체 고체를 준비하는데 사용되는 유동율은 선택된 산화 전이 금속의 절대적 질량에 대해 종종 변화된다. 환원된 중간체 고체는 일부 실시형태에서는 최소의 힘으로 40-메쉬 체로 흐르게 된다.

환원된 중간체 고체는 가열된 (예를 들면, 100°C) 희석액/황 원소, 및/또는 하나 이상의 황 화합물, 열의 방출과 가스의 제조를 조절하기 위한 비율의 혼합물에 증가적으로 더해질 수 있다. 희석액은 황화열을 분산시키기 위한 수단을 제공하는 적절한 희석액을 포함할 수 있다. 희석액은 최소 100°C, 150°C, 200°C, 또는 300°C의 끓는점 분포를 가진 용매를 포함할 수 있다. 통상적으로 희석액은 100 ~ 500°C, 150 ~ 400°C, 또는 200 ~ 300°C 사이의 끓는점 분포를 가진다. 일부 실시형태에서, 희석액은 VGO 및/또는 크실렌이다. 황 화합물은 황화수소 및/또는 티올을 포함하나 이에 한정되지는 않는다. 황 및/또는 황 화합물의 양은 1 ~ 2족 금속의 염 또는 아연염에서 1 ~ 2 족 금속 또는 아연의 몰에 기초하여, 1 ~ 100 몰%, 2 ~ 80 몰%, 5 ~ 50 몰%, 10 ~ 30몰%의 범위에 있을 수 있다. 감소된 중간체 고체를 희석액/황 혼합물 원소에 더한 후에, 결과적인 혼합물은 200 ~ 500°C, 250 ~ 450°C, 또는 300 ~ 400°C의 최종 온도로 가열될 수 있고 최종 온도에서 최소 1시간, 2시간, 또는 10시간 유지된다. 통상적으로, 최종 온도는 15시간, 10시간, 5시간, 또는 1.5시간동안 유지된다. 증가된 황화 반응 온도로 가열된 후에, 희석제/촉매 혼합물은 혼합물로부터 촉매의 회수를 용이하게 하기 위해 0 ~ 100°C, 30 ~ 90°C, 또는 50 ~ 80°C의 범위의 온도로 냉각된다. 황화처리된 촉매는 산소가 없는 분위기에서 표준 기술을 사용해 희석액으로부터 분리되어 TMS 촉매를 제조하기 위해 낮은 끓는점 용매 (예를 들면, 펜탄, 헤프탄, 또는 헥산) 의 최소한 일부분으로 세정된다. TMS 촉매는 표준 기술을 사용하여 분쇄될 수 있다.

일부 실시형태에서, 촉매는 무기 염 촉매이다. 무기 염 촉매의 음이온은 무기 화합물, 유기 화합물, 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 무기 염 촉매는 탄산염 알칼리 금속, 히드록시드 알칼리 금속, 수소화물 알칼리 금속, 아미드 알칼리 금속, 황화 알칼리 금속, 아세트산염 알칼리 금속, 수산염 알칼리 금속, 포름산염 알칼리 금속, 피루베이트 (pyruvate) 알칼리 금속, 탄산염 알칼리 토금속, 히드록시기 알칼리 토금속, 수소화물 알칼리 토금속, 아미드 알칼리 토금속, 황화 알칼리 토금속, 아세트산염 알칼리 토금속, 수산염 알칼리 토금속, 포름산염 알칼리 토금속, 피루베이트 (pyruvate) 알칼리 토금속, 또는 이들의 혼합물을 포함한다.

무기 염 촉매는 NaOH/RbOH/CsOH; KOH/RbOH/CsOH; NaOH/KOH/RbOH; NaOH/KOH/CsOH; $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$; $Na_2O/K_2O/K_2CO_3$; $NaHCO_3/KHNO_3/Rb_2CO_3$; $LiHCO_3/KHCO_3/Rb_2CO_3$; $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 의 혼합물과 혼합된 KOH/RbOH/CsOH; $K_2CO_3/CaCO_3$; $K_2CO_3/MgCO_3$; $Cs_2CO_3/CaCO_3$; Cs_2CO_3/CaO ; $Na_2CO_3/Ca(OH)_2$; KH/CsCO₃; KOCHO/CaO; CsOCHO/CaCO₃; CsOCHO/Ca(OCHO)₂; $NaNH_2/K_2CO_3/Rb_2O$; $K_2CO_3/CaCO_3/Rb_2CO_3$; $K_2CO_3/CaCO_3/Cs_2CO_3$; $K_2CO_3/MgCO_3/Rb_2CO_3$; $K_2CO_3/MgCO_3/Cs_2CO_3$; 또는 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 의 혼합물과 혼합된 Ca(OH)₂를 포함하지만 이에 한정되지는 않는다.

일부 실시형태에서, 무기 염 촉매는 무기 염 촉매의 그램당 리튬의 중량로써 계산했을 때, 최대 0.00001 그램, 0.001 그램, 또는 0.01 그램의 리튬을 함유한다. 일부 실시형태에서, 무기 염 촉매는 무기 염 촉매의 그램당 리튬의 중량로써 계산했을 때, 0 그램 이상이지만 0.01 그램 이하인, 즉 0.0000001 ~ 0.001 그램, 또는 0.00001 ~ 0.0001 그램의 리튬을 가진다.

어떤 실시형태에서, 무기 염 촉매는 최소 11의 원자 번호를 가진 알칼리 금속을 포함하는 하나 이상의 알칼리 금속 염을 포함한다. 일부 실시형태에서, 11 이상의 원자 번호를 가지는 알칼리 금속에 최소 11의 원자번호를 가지는 알칼리 금속의 원

자비는 무기 염 촉매가 둘 이상의 알칼리 금속을 가질 경우 0.1 ~ 10, 0.2 ~ 6, 또는 0.3 ~ 4의 범위에 있다. 예를 들면, 무기 염 촉매는 나트륨, 칼륨, 및 루비듐을 포함할 수 있는데, 칼륨에 대한 나트륨의 비는 0.1 ~ 6의 범위이고; 루비듐에 대한 나트륨의 비는 0.1 ~ 6의 범위이고; 루비듐에 대한 칼륨의 비는 0.1 ~ 6의 범위이다. 다른 예에서, 무기 염 촉매는 칼륨에 대한 나트륨의 원자비가 0.1 ~ 4의 범위인 나트륨염과 칼륨염을 포함한다.

일부 실시형태에서, 무기 염 촉매는 또한 주기율표의 8 ~ 10 족의 금속 및 금속 화합물, 주기율표의 6 족의 금속 및 금속 화합물, 또는 이들의 혼합물을 포함한다. 8 ~ 10 족의 금속은 철, 루테튬 (ruthenium), 코발트, 또는 니켈을 포함하나 이에 한정되지는 않는다. 6 족의 금속은 크롬, 몰리브덴, 또는 텅스텐을 포함하나 이에 한정되지는 않는다. 일부 실시형태에서, 무기 염 촉매는 무기 염 촉매의 그램당 레이니 (raney) 니켈의 0.1 ~ 0.5 그램, 또는 0.2 ~ 0.4 그램을 포함한다.

어떤 실시형태에서, 무기 염 촉매는 주기율표의 1 ~ 2 족 및/또는 13 족의 산화 금속을 또한 포함한다. 13 족의 금속은 붕소 또는 알루미늄을 포함하나 이에 한정되지는 않는다. 산화 금속의 예는 산화리튬 (Li_2O), 산화칼륨 (K_2O), 산화칼슘 (CaO), 또는 산화알루미늄 (Al_2O_3) 을 포함한다.

어떤 실시형태에서, 무기 염 촉매는 실제로 루이스 산 (예를 들면, BCl_3 , AlCl_3 및 SO_3), 브뢴스테드-로우리 산 (예를 들면, H_3O^+ , H_2SO_4 , HCl 및 HNO_3), 유리-형성 구성성분 (예를 들면, 붕산염과 규산염) 및 할로젠화물을 함유하지 않는다. 무기 염 촉매는 무기 염 촉매의 그램당: a) 할로젠화물; b) 최소 350°C, 최대 1000°C의 온도에서 유리를 형성하는 구성성분; c) 루이스 산; d) 브뢴스테드-로우리 산; e) 이들의 혼합물의 0 내지 0.1 그램, 0.000001 내지 0.01 그램, 또는 0.00001 내지 0.005 그램을 함유할 수 있다.

무기 염 촉매는 표준 기술을 사용하여 준비될 수 있다. 예를 들면, 촉매의 각 구성성분의 바람직한 양은 표준 혼합 기술 (예를 들면, 밀링 및/또는 분쇄) 을 사용하여 결합될 수 있다. 다른 실시예에서, 무기 구성성분은 무기 구성성분/용매 혼합물을 형성하기 위해 용매 (예를 들면, 물이나 적당한 유기 용매) 에서 용해된다. 용매는 무기 염 촉매를 제조하기 위해 표준 분리 기술을 사용해서 제거될 수 있다.

일부 실시형태에서, 무기 염 촉매의 무기 염은 지지되는 무기 염 촉매를 형성하기 위해 지지부 안에 결합될 수 있다. 지지부의 예는 산화지르코늄, 산화칼슘, 산화마그네슘, 산화티타늄, 히드로탈사이트 (hydrotalcite), 알루미늄, 게르마늄, 산화철, 산화니켈, 산화아연, 산화카드뮴, 산화안티몬 및 이들의 혼합물을 포함하나 이에 제한되지 않는다. 일부 실시형태에서, 무기염, 6 ~ 10 족의 금속 및/또는 금속 화합물은 지지부에서 포화될 수 있다. 대안으로, 무기 염은 지지받는 무기 염 촉매를 형성하기 위해 지지 금속 또는 지지 산화 금속에서 및/또는 위에서 힘을 받고 열로 녹여지거나 연화될 수 있다.

통상적으로 무기 염 촉매의 구조는 순서의 손실이 촉매 구조에서 발생할 때, 정해진 온도 또는 온도 범위에서 불균등하고, 투과성이 있고 및/또는 이동성이 있다. 무기 염 촉매는 구성 성분의 실질적인 변화 없이 (예를 들면, 염의 분해 없이) 무질서화될 수 있다. 이론에 치우치지 않고, 무기 염 촉매는 무기 염 촉매의 격자에 있는 이온사이의 거리가 증가할 때, 무질서화 (이동이 있는) 된다. 이온의 거리가 증가할 때, 원유 공급물 및/또는 수소 공급원이 무기 염 촉매의 표면을 따르는 것 대신에 무기 염 촉매를 통해 스며들 수 있다. 무기 염을 통한 원유 공급물 및/또는 수소 공급원의 침투는 종종 무기 염 촉매와 원유 공급물 및/또는 수소 공급원 사이의 접촉 영역에서 증가된다. 무기 염 촉매의 접촉 영역 및/또는 반응 영역에서의 증가는 종종 원유 생성물의 생산량을 증가시키고 잔여물 및/또는 코크스의 제조를 제한하고 및/또는 원유 공급물의 동일 특성에 대한 원유 생성물에서의 특성의 변화를 용이하게 한다. 무기 염 촉매의 무질서 (예를 들면, 불균질성, 침투성, 및/또는 이동성) 는 DSC 방법, 이온 전도 측정법, TAP법, 시각 관측법, x-선 회절법, 또는 이들의 조합을 사용해 결정된다.

촉매의 특성을 결정하기 위한 TAP의 사용은 에브너 등이 출원한 미국 특허 제4,626,412호; 글리브 등이 출원한 미국 특허 제5,039,489호; 및 에브너 등이 출원한 미국 특허 제5,264,183호 등에서 설명된다. TAP 시스템은 미쓰라 테크놀로지 (Foley, Missouri, 미국)로부터 얻어질 수 있다. TAP 분석은 25 ~ 850°C, 50 ~ 500°C, 또는 60 ~ 400°C의 온도 범위에서, 10 ~ 50°C, 또는 20 ~ 40°C의 범위에서 열 비율, 그리고 1×10^{-13} 에서부터 1×10^{-8} 토르 (torr) 의 범위의 진공에서 수행될 수 있다. 온도는 일정하고 및/또는 시간 함수로써 증가한다. 무기 염 촉매의 온도가 증가할 때, 무기 염 촉매로부터의 가스 방출이 측정된다. 무기 염 촉매로부터 방출되는 가스의 예는 일산화탄소, 이산화탄소, 수소, 물, 또는 이들의 혼합물을 포함한다. 무기 염 촉매로부터 가스 방출에서의 변화 (급격한 증가) 가 감지되는 온도는 무기 염 촉매가 무질서화되는 온도로 여겨진다.

일부 실시형태에서, 무기 염 촉매로부터 방출된 가스의 변화는 TAP을 사용해 정해진 온도 범위에서 감지될 수 있다. 온도나 온도 범위는 "TAP 온도" 라 한다. TAP을 사용해 결정되는 온도 범위의 초기 온도는 "최소 TAP 온도" 라 한다.

원유 공급물과의 접촉에 적절한 무기 염 촉매에 의해 나타난 방출 가스 변화는 100 ~ 600℃, 200 ~ 500℃, 또는 300 ~ 400℃의 TAP 온도 범위이다. 통상적으로, TAP 온도는 300 ~ 500℃의 범위이다. 일부 실시형태에서, 적절한 무기 염 촉매의 다른 구성성분은 또한 다른 TAP 온도에서 가스 변화를 나타낸다.

방출 gas와 연관된 이온 변형의 양은 결정 구조에서 입자 순위를 나타낼 수 있다. 높게 질서화된 결정 구조에서, 이온 입자는 일반적으로 단단히 결합되고 상기 구조로부터 이온, 분자, 가스, 또는 이들의 조합의 방출은 더 많은 에너지 (즉, 열)를 필요로 한다. 무질서화된 결정 구조에서, 이온은 높게 질서화된 결정 구조에서 이온 만큼 강하게 서로 결합되지 않는다. 낮은 이온 결합 때문에, 일반적으로 무질서화된 결정 구조로부터 이온, 분자 및/또는 가스를 방출하는데 더 적은 에너지가 필요하고 따라서 무질서화된 결정 구조로부터 방출된 이온 및/또는 가스의 양은 통상적으로 선택된 온도에서 높게 질서화된 결정 구조로부터 방출된 이온 및/또는 가스의 양보다 통상적으로 더 크다.

일부 실시형태에서, 무기 염 촉매의 분해열은 차등 스캐닝 열량 측정법을 사용해 정해진 것처럼 10℃의 가열 비율 또는 냉각 비율에서 50℃ 내지 500℃의 범위에서 관찰될 수 있다. DSC 방법에서, 샘플은 제 1 온도로 가열되고, 실온으로 냉각되며, 다시 가열된다. 제 1 가열 동안 관찰되는 전이는 일반적으로 동반된 물 및/또는 용매로 표현되고 분해 열로 표현되지는 않는다. 예를 들면, 습기의 건조시 쉽게 관찰되는 열 또는 수화된 예는 일반적으로 250℃ 이하, 통상적으로는 100 ~ 150℃사이에서 발생할 수 있다. 전이는 냉각 사이클 동안 관찰되고 제 2가열은 샘플의 분해열에 상응한다.

"열 전이"는 온도가 DSC 분석에서 증가하는 경우 구조에서 질서화된 분자 및/또는 원자가 무질서화될 때 발생하는 공정을 말한다. "냉각 전이"는 온도가 DSC 분석에서 감소하는 경우 구조에서 분자 및/또는 원자가 더 균등할 때 발생하는 공정을 말한다. 일부 실시형태에서, 무기 염 촉매의 가열/냉각 전이는 DSC를 사용해 감지되는 온도 범위에서 발생한다. 무기 염 촉매의 열 전이가 제 2 가열 사이클 동안 발생하는 온도나 온도 범위는 "DSC 온도"라고 한다. 제 2 가열 사이클 동안 가장 낮은 DSC 온도는 "최소 DSC 온도"라고 한다. 무기 염 촉매는 200 ~ 500℃, 250 ~ 450℃, 또는 300 ~ 400℃ 사이의 범위에서 열 전이를 방지할 수 있다.

상대적으로 균질한 혼합물인 무기 염 입자를 함유하는 무기 염에서, 제 2 가열 사이클 동안 흡수된 열과 결합되는 피크의 형상은 상대적으로 좁을 수 있다. 상대적으로 비균질 혼합물에서 무기 염 입자를 함유하는 무기 염 촉매에서, 제 2 가열 사이클 동안 흡수되는 열과 결합하는 피크의 형상은 상대적으로 넓을 수 있다. DSC 스펙트럼에서 피크의 부재는 염이 스캔 온도 범위에서 흡수나 방출하지 않는 것을 나타낸다. 열 전이의 부족은 일반적으로 샘플의 구조가 가열 시 변화하지 않는 것을 나타낸다.

무기 염 혼합물의 입자의 균질성이 증가할 때, 혼합물이 가열하는 동안 고체 및/또는 반액체로 남아 있는 능력은 감소된다. 무기 혼합물의 균질성은 혼합물에서의 양이온의 이온 반경에 관계가 있다. 더 작은 이온 반경을 가진 양이온에서, 상응하는 음이온과 전자 밀도를 공유하기 위한 양이온의 능력은 증가하고 상응하는 음이온의 산성도는 증가한다. 유사 전하의 일련의 이온에 있어서, 음이온이 강염기이면 이온 반경이 작을수록 양이온과 음이온 사이의 이온간의 인력이 더 높아진다. 더 높은 이온간의 인력은 염 및/또는 염에서 더 균질한 입자의 혼합물에 대한 더 높은 열 전이 온도를 발생시킨다 (DSC 곡선하에서 급격한 최고점과 증가 영역). 작은 이온 반경을 가진 양이온을 포함하는 혼합물은 더 큰 이온 반경을 가진 양이온보다 더 산성인 경향이 있고, 따라서 무기 염 혼합물의 산성도는 감소하는 이온 반경에 따라 증가한다. 예를 들면, 리튬 양이온을 포함하는 무기 혼합물과 함께 수소 공급원과 원유 공급물의 접촉은 리튬보다 더 큰 이온 반경을 가진 양이온을 포함하는 무기 염 촉매에서 수소 공급원과 원유 공급물의 접촉에 대해 가스 및/또는 코크스의 증가량을 제조하도록 하는 경향이 있다. 가스 및/또는 코크스의 발생을 방지하는 능력은 공정의 전체 액체 제품 수율을 증가시킨다.

어떤 실시형태에서, 무기 염 촉매는 둘 이상의 무기 염을 포함할 수 있다. 무기 염 각각에 대해 최소한의 DSC 온도가 결정될 수 있다. 무기 염 촉매의 최소 DSC 온도는 무기 염 촉매에서 무기 금속 염 중 최소한 하나의 최소 DSC 온도 이하가 될 수 있다. 예를 들면, 무기 염 촉매는 탄산칼륨과 탄산세슘을 포함할 수 있다. 탄산칼륨과 탄산세슘은 500℃보다 더 큰 DSC 온도를 나타낸다. $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매는 290 ~ 300℃ 범위의 DSC 온도를 나타낸다.

일부 실시형태에서, TAP 온도는 무기 염의 최소한 하나의 DSC 온도와 무기 염 촉매의 DSC 온도 사이가 될 수 있다. 예를 들면, 무기 염 촉매의 TAP 온도는 350 ~ 500℃ 범위에 있을 수 있다. 동일한 무기 염 촉매의 DSC 온도는 200 ~ 300℃의 범위에 있을 수 있고, 각 염의 DSC 온도는 최소 500℃ 또는 최대 1000℃가 될 수 있다.

150 ~ 500℃, 200 ~ 450℃, 또는 300 ~ 400℃ 사이의 TAP 및/또는 DSC 온도를 가지고 많은 실시형태에서 상기의 온도에서 분해되지 않는 무기 염 촉매는 높은 분자 중량 및/또는 높은 점성 성분 (예를 들면, 원유 공급물) 을 액체 제품으로의 전환하는 것을 촉진시키는 데 사용될 수 있다.

어떤 실시형태에서, 무기 염 촉매는 200 ~ 600℃, 300 ~ 500℃, 또는 350 ~ 450℃의 범위 온도에서 무기 염 촉매의 가열 동안 각 무기 염에 대해 증가된 전도성을 나타낼 수 있다. 무기 염 촉매의 증가된 전도성은 일반적으로 이동할 수 있는 무기 염 촉매의 입자들의 것이 된다. 일부 무기 염 촉매의 이온 전도성은 무기 염 촉매의 단일 구성 성분의 이온 전도성이 변화하는 온도보다 더 낮은 온도에서 변화한다.

무기 염의 이온 전도성은 옴의 법칙 ($V=IR$, V 는 전압, I 는 전류, R 은 저항) 을 적용함으로써 정해질 수 있다. 이온 전도성을 측정하기 위해, 무기 염 촉매는 서로 분리되었지만, 무기 염 촉매에 침지된 두 선 (예를 들면, 구리선 또는 백금선) 과 석영 용기에 놓여질 수 있다.

도 7 은 이온 전도성을 측정하기 위해 사용될 수 있는 시스템의 개략도이다 샘플 (158) 을 함유하는 석영 용기 (156) 는 가열 장치에 놓여져서 원하는 온도로 점차 가열될 수 있다. 전력 공급원 (160) 으로부터 전압이 가열하는 동안 전선 (162) 에 적용된다. 전선 (162와 164) 을 통과한 전류는 미터기 (166) 에서 측정된다. 미터기 (166) 는 멀티미터기 또는 휘트스톤 브리지가 될 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 샘플 (158) 이 분해 과정 없이 덜 균질하게 (더 이동성이 있는) 될 때, 샘플의 고유 저항이 감소하고 미터기 (166) 에서의 관측된 전류가 증가해야 한다.

일부 실시형태에서, 바람직한 온도에서, 무기 염 촉매는 가열, 냉각 그리고 재가열 후에 다른 이온 전도성을 가질 수 있다. 이온 전도성에서의 차이는 무기 염 촉매의 결정 구조가 가열하는 동안 원래 형태 (제 1 형식) 로부터 다른 형태 (제 2 형식) 로 변화되는 것을 나타낼 수 있다. 가열 후에, 이온 전도성은 무기 염 촉매의 형식이 가열하는 동안 변화하지 않는다면 유사하거나 동일하게 될 수 있다.

어떤 실시형태에서, 무기 염 촉매는 메쉬 또는 체를 통해 무기 염 촉매를 통과함으로써 정해지는 것처럼 10 ~ 1000 미크론, 20 ~ 500 미크론, 또는 50 ~ 100 미크론의 범위의 입자 크기를 가진다.

무기 염 촉매는 50℃ 이상과 500℃ 이하의 온도로 가열될 때 연하게 될 수 있다. 무기 염 촉매가 연하게 될 때, 액체와 촉매 입자는 무기 염 촉매의 매트릭스에서 공존할 수 있다. 어떤 실시형태에서, 촉매 입자는 최소 300℃, 또는 최대 800℃의 온도로 가열될 때, 최소 0.007MPa, 최대 0.101MPa의 압력하에서, 또는 중력하에서 무기 염 촉매가 제 1 형식으로부터 제 2 형식으로 전환되기 위해 자가 변형될 수 있다. 무기 염 촉매가 20℃로 냉각될 때, 무기 염 촉매의 제 2 형식은 무기 염 촉매의 제 1 형식으로 돌아갈 수 없다. 무기 염 촉매가 제 1 형식으로부터 제 2 형식으로 전환되는 온도는 "변형" 온도라 말한다. 변형 온도는 온도 범위 또는 단일 온도가 될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 무기 염 촉매의 입자는 가열될 때의 중력 또는 압력하에서 각 무기 염 촉매의 변형 온도 이하의 변형 온도로 자가 변형한다. 일부 실시형태에서, 무기 염 촉매는 다른 변형 온도를 가진 둘 이상의 무기 염을 포함한다. 일부 실시형태에서, 무기 염 촉매의 변형 온도는 각 무기 금속염의 변형 온도로부터 달라진다.

어떤 실시형태에서, 무기 염 촉매는 TAP 및/또는 DSC 온도나 그 이상에서 액체 및/또는 반액체이다. 일부 실시형태에서, 무기 염 촉매는 최소 TAP 및/또는 DSC 온도에서 액체 또는 반액체이다. 최소 TAP 및/또는 DSC 온도나 그 이상에서, 원유 공급물과 혼합된 액체 또는 반액체 무기 염 촉매는 일부 실시형태에서 원유 공급물로부터 분리 페이스트를 형성할 수 있다. 일부 실시형태에서, 액체 또는 반액체 무기 염 촉매는 원유 공급물에서 낮은 용해도를 가지거나 (예를 들면, 원유 공급물의 그램당 무기 염 촉매의 0 그램 내지 0.5 그램, 0.0000001 내지 0.2 그램, 또는 0.0001 내지 0.1 그램), 최소 TAP 온도에서 원유 공급물에서 용해되지 않는다 (예를 들면, 원유 공급물의 그램당 무기 염 촉매의 0 그램 내지 0.05 그램, 0.000001 그램 내지 0.01 그램, 또는 0.00001 내지 0.001 그램).

일부 실시형태에서, 파우더 x-선 회절법은 무기 염 촉매에서 원자를 분리하도록 결정하는데 사용된다. x-선 스펙트럼에서 D_{001} 피크의 형상은 모니터되고 무기 염 입자의 상대적인 순서가 측정될 수 있다. x-선 회절에서 피크는 무기 염 촉매의 다른 화합물을 나타낸다. 분말 x-선 회절에서, D_{001} 피크가 모니터되고 원자 사이의 공간이 측정된다. 높게 질서화된 무기 염 원자를 함유하는 무기 염 촉매에서, D_{001} 의 형상은 상대적으로 좁다. 임의로 질서화된 무기 염 원자를 함유하는 무기 염 촉매 (예를 들면, $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매) 에서, D_{001} 피크의 형상은 상대적으로 넓거나 D_{001} 피크가 없을 수 있다. 무기 염 원자의 무질서도가 가열하는 동안 변화하는 지를 결정하기 위해, 무기 염 촉매의 x-선 회절 스펙트럼은 가열

전에 행해져서 가열 후에 행해진 x-선 회절 스펙트럼과 비교될 수 있다. 50℃ 이상의 온도에서 행해진 x-선 회절 스펙트럼에서 D_{001} 피크 (무기 염 원자와 상응됨) 는 50℃ 이하의 온도에서 행해진 x-선 회절 스펙트럼에서 없거나 D_{001} 피크보다 더 넓을 수 있다. 게다가, 각 무기 염의 x-선 회절 형상은 같은 온도에서 상대적으로 좁은 D_{001} 피크를 나타낼 수 있다.

접촉 조건은 전체 생성물 구성성분 (따라서, 원유 생성물) 이 부산물의 형성을 제한하고 및/또는 방지하는 데에 덧붙여 주어진 원유 공급물에 대해 변화될 수 있다. 전체 생성물 구성성분은 파라핀, 올레핀, 방향족, 또는 이들의 혼합물을 포함하나 이에 한정되지는 않는다. 이 화합물은 원유 생성물과 비응축성 탄화수소 가스의 구성성분을 만든다.

여기서 설명된 촉매와의 조합에서 접촉 조건을 제어함으로써 예측된 코크스 함량보다 낮은 전체 생성물을 제조할 수 있다. 다양한 원유의 MCR 함량의 비교는 원유가 코크스를 형성하기 위한 경향에 기초하여 정렬될 수 있다. 예를 들면, 원유 그램당 MCR의 0.1 그램의 MCR 함량을 가진 원유가 원유 그램당 MCR의 0.001 그램의 MCR 함량을 가진 원유 보다 더 많은 코크스를 제조할 수 있다. 통상적으로 저질의 원유는 저질의 원유의 그램당 MCR의 최소 0.05 그램의 MCR 함량을 가진다.

일부 실시형태에서, 반응 기간 동안 촉매에 쌓인 잔여물 함량 및/또는 코크스 함량은 촉매의 그램당 잔여물의 최대 0.1 그램, 0.05 그램, 또는 0.03 그램 및/또는 코크스일 수 있다. 어떤 실시형태에서, 촉매에 쌓인 잔여물 및/또는 코크스의 중량은 0.0001 내지 0.1 그램, 0.001 내지 0.05 그램, 또는 0.01 내지 0.03 그램의 범위에 있을 수 있다. 일부 실시형태에서, 사용된 촉매에 실질적으로 잔여물 및/또는 코크스가 없을 수 있다. 어떤 실시형태에서, 원유 생성물의 그램당 최대 0.015 그램, 0.01 그램, 0.005 그램 또는 0.003 그램의 코크스가 형성되도록 접촉 조건이 제어된다. 조절된 접촉 조건에서 원유 공급물과 촉매의 접촉은 동일한 접촉 조건을 사용해서 정제된 촉매에서, 또는 촉매 없이 원유 공급물을 가열함으로써 제조된 코크스 및/또는 잔여물의 양에 상대적으로 감소된 코크스 및/또는 잔여물을 제조하게 된다.

일부 실시형태에서, 접촉 조건은 원유 공급물의 그램당 최소 0.5 그램, 0.7 그램, 0.8 그램, 또는 0.9 그램의 원유 공급물이 원유 생성물로 전환되도록 조절된다. 통상적으로, 원유 공급물의 그램당 0.5 ~ 0.99 그램, 0.6 ~ 0.9 그램, 또는 0.7 ~ 0.8 그램의 원유 생성물이 접촉 동안 제조된다. 원유 생성물에서 잔여물 및/또는 코크스의 최소 산출량을 가진 원유 공급물의 원유 생성물로의 전환은 원유 생성물이 정제시 최소량의 예비처리로 공업 제품으로 전환되도록 한다. 어떤 실시형태에서, 원유 공급물의 그램당 최대 0.2 그램, 0.1 그램, 0.05 그램, 0.03 그램, 또는 0.01 그램의 원유 공급물이 비응축성 탄화수소로 전환된다. 일부 실시형태에서, 원유 공급물의 그램당 0 내지 0.2 그램, 0.0001 내지 0.1 그램, 0.001 내지 0.05 그램, 또는 0.01 내지 0.03 그램의 비응축성 탄화수소가 제조된다.

접촉 영역 온도, 원유 공급물의 유동율, 전체 생성물의 유동율, 촉매 공급물의 비율 및/또는 양, 또는 이들의 조합물을 제어하는 것은 바람직한 반응 온도를 유지하기 위해 수행될 수 있다. 일부 실시형태에서, 접촉 영역에서의 온도 제어는 접촉 영역으로부터 수소의 양을 회석하고 및/또는 초과 열을 제거하기 위해 접촉 영역을 통해 수소 가스 공급원 및/또는 비활성 가스의 흐름을 변화시킴으로써 수행될 수 있다.

일부 실시형태에서, 접촉 영역에서의 온도는 바람직한 온도 " T_1 " 에서, " T_1 " 이상에서, 또는 " T_1 " 이하가 되도록 조절될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 접촉 온도는 접촉 영역 온도가 최소 TAP 온도 및/또는 최소 DSC 온도 이하가 되도록 조절된다. 어떤 실시형태에서, T_1 은 최소 TAP 온도 및/또는 최소 DSC 온도에서 30℃ 이하, 20℃ 이하, 또는 10℃ 이하일 수 있다. 예를 들면, 일 실시형태에서, 접촉 온도는 최소 TAP 온도 및/또는 최소 DSC 온도가 400℃일 때 반응 기간 동안 370℃, 380℃, 또는 390℃로 조절될 수 있다.

다른 실시형태에서, 접촉 온도는 그 온도가 촉매 TAP 온도 및/또는 촉매 DSC 온도나 그 이상이 되도록 조절된다. 예를 들면, 접촉 온도는 최소 TAP 온도 및/또는 최소 DSC 온도가 450℃가 되도록 반응 기간 동안 450℃, 500℃, 또는 550℃가 되도록 조절된다. 촉매 TAP 온도 및/또는 촉매 DSC 온도에 근거한 접촉 온도를 조절하는 것은 원유 생성물 특성을 개선할 수 있다. 예를 들면, 이와 같은 조절은 코크스 형성, 비응축성 가스 형성 또는 이들의 조합물을 감소시킬 수 있다.

어떤 실시형태에서, 무기 염 촉매는 원유 공급물의 첨가에 앞서 조절될 수 있다. 일부 실시형태에서, 조절은 원유 공급물에서 발생할 수 있다. 무기 염 촉매를 조절하는 것은 무기 염 촉매를 최소 100℃, 300℃, 400℃, 또는 500℃의 제 1 온도로 가열하고, 최대 250℃, 200℃, 또는 100℃의 제 2 온도로 냉각하는 것을 포함한다. 어떤 실시형태에서, 무기 염 촉매는 150 ~ 700℃, 200 ~ 600℃, 또는 300 ~ 500℃의 범위에 있는 온도로 가열되고 25 ~ 240℃, 30 ~ 200℃, 또는 50 ~ 90℃의 범위의 제 2 온도로 냉각된다. 조절 온도는 다른 온도에서 이온 전도성 측정을 정함으로써 결정될 수 있다. 일부 실

시형태에서, 조절 온도는 DSC에서 무기 염 촉매를 여러번 가열하고 냉각함으로써 즉, 가열/냉각 전이로부터 얻어진 DSC 온도로 결정될 수 있다. 무기 염 촉매의 조절은 원유 공급물의 접촉이 종래의 수소 처리 촉매가 사용되는 온도보다 더 낮은 반응 온도에서 수행되도록 한다.

일부 실시형태에서, 전체 생성물에서 나프타, 회석액, VGO, 또는 이들의 혼합물의 함량은 접촉 영역으로부터 전체 생성물 제거율을 변화시킴으로써 변화될 수 있다. 예를 들면, 전체 생성물 제거의 감소율은 원유 공급물과 촉매의 접촉 시간을 증가시키는 경향이 있다. 대안으로, 초기 압력에 대해 증가 압력은 접촉 시간을 증가시킬 수 있고, 원유 생성물의 발생을 증가시킬 수 있고, 주어진 원유 공급물 또는 수소 공급원의 질량 유동율로 가스로부터 원유 생성물로의 수소 결합을 증가시킬 수 있다. 원유 공급물과 촉매의 접촉 시간이 증가한 것은 디젤, 케로신, 또는 나프타의 양을 증가시킬 수 있고, 더 짧은 접촉 시간에 제조된 디젤, 케로신, 나프타와 VGO의 양에 대해 상대적으로 VGO의 양을 감소시킬 수 있다. 접촉 영역에서 전체 생성물의 접촉 시간을 증가시키는 것은 또한 원유 생성물의 평균 탄소 번호를 변화시킬 수 있다. 증가된 접촉 시간은 더 낮은 탄소 번호의 더 높은 중량 비율을 발생시킬 수 있다 (따라서, 더 높은 API 비중).

일부 실시형태에서, 접촉 조건은 시간에 대해 변화될 수 있다. 예를 들면, 접촉 압력 및/또는 접촉 온도는 원유 생성물을 제조하기 위해 원유 공급물이 받아들이는 수소의 양을 증가시키도록 증가될 수 있다. 원유 공급물의 다른 특성을 개선하면서, 원유 공급물의 수소 흡수량을 변화하는 능력은 단일 원유 공급물로부터 제조될 수 있는 원유 생성물의 형태를 증가시킬 수 있다. 단일 원유 공급물로부터 다중 원유 생성물을 제조하는 능력은 다른 반응 및/또는 처리 사양이 만족되도록 할 수 있다.

수소의 흡수는 원유 공급물의 H/C를 원유 생성물의 H/C와 비교함으로써 산정될 수 있다. 원유 공급물의 H/C에 대해 원유 생성물의 H/C에서의 증가는 수소 공급원으로부터 원유 생성물로의 수소의 결합을 나타낸다. 원유 생성물의 H/C에서의 상대적으로 낮은 증가 (원유 공급물과 비교했을 때, 20%)는 공정 동안 수소 가스의 상대적으로 낮은 소비를 나타낸다. 수소의 최소 소비로 얻어진 원유 공급물에 대해 원유 생성물 특성에 있어서 현저한 개선이 필요하다.

원유 공급물에 대한 수소 공급원의 비율은 원유 생성물의 특성을 바꾸도록 변화될 수 있다. 예를 들면, 원유 공급물에 대한 수소 공급원의 비율을 증가시키는 것은 원유 생성물의 그램당 증가된 VGO 함량을 가진 원유 생성물을 발생시킬 수 있다.

어떤 실시형태에서, 가벼운 탄화수소 및/또는 스팀에서 원유 공급물의 무기 염 촉매와의 접촉은 수소와 스팀에서 무기 염 촉매와 원유 공급물과의 접촉보다 원유 생성물에 있어서 더 많은 액체 탄화수소와 더 적은 코크스를 발생시킨다. 무기 염 촉매의 메탄과 원유 공급물의 접촉을 포함하는 실시예에서, 원유 생성물의 구성요소의 최소한 일부분이 구성요소의 분자 구조와 결합된 탄소 원자와 수소 (메탄으로부터 나온)를 포함할 수 있다.

어떤 실시형태에서, 무기 염 촉매에서 수소 공급원과 접촉된 원유 공급물로부터 제조된 원유 생성물의 부피는 STP에서 열 공정으로부터 제조된 원유 생성물의 부피보다 최소 5%, 10%, 또는 15%, 또는 100% 더 크다. 무기 염 촉매와 원유 공급물의 접촉에 의해 제조된 원유 생성물의 전체 부피는 STP에서 원유 공급물의 부피의 110 vol%가 될 수 있다. 부피에서의 증가는 밀도의 감소 때문이다. 더 낮은 밀도는 최소한 부분적으로는 원유 공급물의 수소 발생에 의할 수 있다.

어떤 실시형태에서, 원유 공급물의 그램당 최소 0.02 그램, 0.05 그램, 0.1 그램의 황 및/또는 최소 0.001 그램의 Ni/V/Fe를 가지는 원유 공급물이 촉매의 활동 감소 없이 무기 염 촉매에서 수소 공급원과 접촉된다.

어떤 실시형태에서, 무기 염 촉매는 촉매를 오염시키는 하나 이상의 구성 성분을 제거함으로써 최소한 부분적으로 재생될 수 있다. 오염물질은 금속, 황, 질소, 코크스, 또는 이들의 혼합물을 포함하나 이에 제한되지는 않는다. 황화 수소를 제조하기 위해 사용된 촉매와 스팀과 이산화탄소를 접촉시킴으로써 황 오염물질이 사용된 무기 염으로부터 제거될 수 있다. 질소 오염물질은 암모니아를 제조하기 위해 스팀과 사용된 무기 염 촉매를 접촉시킴으로써 제거될 수 있다. 코크스 오염물질은 수소와 산화탄소를 제조하기 위해 스팀 및/또는 메탄과 사용된 무기 염 촉매를 접촉시킴으로써 사용된 무기 염 촉매로부터 제거될 수 있다. 일부 실시형태에서, 하나 이상의 가스가 사용된 무기 염 촉매와 잔여 원유 공급물의 혼합물로부터 발생된다.

어떤 실시형태에서, 사용된 무기 염 (예를 들면, $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$; KOH/Al_2O_3 ; $Cs_2CO_3/CaCO_3$; 또는 $NaOH/KOH/LiOH/ZrO_2$), 미반응 원유 공급물 및/또는 잔여물 및/또는 코크스의 혼합물이 액체 상태 및/또는 가스를 제조하기 위해 스팀, 수소, 이산화탄소 및/또는 가벼운 탄화수소에서 가스 및/또는 액체의 제조가 최소가 될 때까지 700 ~ 1000°C 또는 800 ~ 900°C의 온도 범위로 가열된다. 가스는 반응 가스에 대해 수소 및/또는 이산화탄소의 증가량을 포함할 수 있다. 예를 들면, 가스는 반응 가스의 몰당 수소 및/또는 이산화탄소의 0.1 ~ 99 몰 또는 0.2 ~ 8 몰을 포함할 수 있다. 가스는

가벼운 탄화수소 및/또는 일산화탄소의 상대적으로 적은 양을 함유할 수 있다. 예를 들면, 가스 그램당 가벼운 탄화수소의 0.05 그램 이하와 가스의 그램당 일산화탄소의 0.01 그램 이하를 함유할 수 있다. 예를 들면, 액체 상은 액체 그램당 0.5 ~ 0.99 그램, 또는 0.9 그램 이상의 물을 함유할 수 있다.

일부 실시형태에서, 접촉 영역에서 사용된 촉매 및/또는 고체는 사용된 촉매 및/또는 고체로부터 금속 (예를 들면, 바나듐 및/또는 니켈) 을 회수하도록 처리될 수 있다. 사용된 촉매 및/또는 고체는 일반적으로 알려진 금속 분리 기술 (예를 들면, 가열, 화학 처리, 및/또는 가스화) 을 사용하여 처리될 수 있다.

예

조절된 접촉 조건 하에서 촉매 준비, 촉매의 시험 및 시스템의 비제한예가 이하에서 설명될 것이다.

예 1. K-Fe 황화 촉매의 준비

황화 K-Fe 촉매는 습식 페이스트를 형성하기 위해 탈이온화된 물 412 그램으로 산화철 (Fe_2O_3) 1000 그램과 탄화칼륨 580 그램을 조합함으로써 준비된다. 습식 페이스트는 산화철/탄화칼륨 혼합물을 형성하기 위해 200°C에서 건조된다. 산화철/탄화칼륨 혼합물은 산화철/탄화칼륨 혼합물을 형성하기 위해 500°C에서 하소된다. 산화철/탄화칼륨 혼합물은 산화철에 포함된 환원된 중간체 고체를 형성하기 위해 수소와 반응된다. 수소의 첨가는 450°C, 11.5 ~ 12.2 MPa (1665 ~ 1765 psi) 에서 48 시간동안 수행된다. 중간체 고체는 최소의 힘으로 40-메쉬체를 통과한다.

중간체 고체는 100°C에서 열과 제조 가스의 방출을 VGO/m-크실렌/황 원소 혼합물로 제어하기 위한 유동율에 더해진다. 중간체 고체의 추가 후에, 결과물 혼합물은 300°C로 가열되어 1시간동안 300°C에서 유지된다. 용매/촉매 혼합물은 100°C 이하로 냉각되고 혼합물로부터 황화처리 촉매가 분리된다. 황화처리 촉매는 아르곤 분위기하에서 건조 박스에서 여과에 의해 분리되고 황화 K-Fe 촉매의 544.7 그램을 제조하기 위해 m-크실렌으로 세정된다. 황화 K-Fe 촉매는 40-메쉬체를 통해 촉매를 통과함으로써 분쇄된다.

결과물인 황화 K-Fe 촉매는 x-선 회절 기술을 사용해 분석된다. x-선 회절 스펙트럼의 분석으로부터 촉매가 황화철 (FeS), 황화 K-Fe (KFeS_2), 자황철광 (pyrrhotite) 과 산화철 (예를 들면, 마그네타이트, Fe_3O_4) 을 포함하도록 정해진다. 이황화물 철 (예를 들면, 황철광, FeS_2) 과 결합된 피크가 x-선 회절 스펙트럼에서 관찰되지 않는다.

예 2. K-Fe 황화 촉매에서 원유 공급물과 수소 공급원의 접촉

연속적으로 교반되는 600 mL의 반응 탱크 (316 스테인리스강으로 제조) 는 바닥 입구 공급부, 단일 증기 배출부, 반응기 내부에 위치한 열전대 및 1.25인치 직경의 6 블레이드를 가진 축구동 러쉬톤 터빈 (Rushton turbine) 이 장착되어 있다.

예 1에서 설명된 것처럼 준비된 황화 K-Fe 촉매 (110.3 그램) 가 반응기에 주입되었다. 8,000 Nm^3/m^3 (50,000 SCFB) 로 측정된 수소 가스가 반응기에서 비투멘 (bitumen) (캐나다의 Lloydminster 지역) 과 혼합된다. 비투멘은 수소/원유 공급물 혼합물을 형성하기 위해 바닥 입구 공급부를 통해 반응기에 주입된다. 185 시간의 반응 지속 기간 동안, 수소 가스와 원유 공급물은 반응기로 계속 주입되고 생성물이 반응기의 증기 유출부를 통해 제거된다. 원유 공급물은 반응기 부피의 60%로 원유 공급물 액체 수준을 유지하기 위해 67.0g/hr의 비율로 주입된다. 50 밀리-큐리¹³⁷ 세슘 감마선 공급원과 나트륨 요오드화물 섬광 감지기가 반응기에서 액체 수준을 측정하기 위해 사용되었다.

수소 가스/원유 공급물은 430°C의 평균 내부 반응기 온도에서 촉매와 접촉된다. 수소/원유 공급물과 촉매의 접촉은 반응기 유출 증기의 형태에서 전체 생성물을 제조한다. 반응기 유출 증기는 단일 상부 출구부를 통해 용기를 나간다. 반응기 헤드는 반응기 헤드에서 반응기 유출 증기의 내부 응축을 방지하기 위해 전기적으로 430°C로 가열된다.

반응기를 나간 후에, 반응기에서 유출된 증기는 냉각되어 고압 가스/액체 분리기와 저압 가스/액체 분리기에서 액체 흐름과 가스 흐름을 제조하기 위해 분리된다. 가스 흐름은 산성 가스를 제거하기 위해 역류 흐름 부식제 세정기로 보내져서 그 후 표준 크로마토그래피 기술을 사용해 정량화된다. 전체 생성물은 전체 생성물의 그램당, 0.918 그램의 원유 생성물, 비응축성 탄화수소 가스의 0.089 그램을 포함한다. 반응기에서, 원유 공급물의 그램당 고체의 0.027 그램이 남게 된다. 원유 생성물의 특성과 구성성분 및 이 방법에 의해 제조된 비응축성 탄화수소 가스가 도 8 에서 표 1, 도 9 에서 표 2, 도 10 에서 표 3으로 요약된다.

이러한 예는 최소한의 코크스 부수물 생성과 함께 전체 생성물을 제조하기 위해 황화 전이 금속 촉매에서의 수소와 원유 공급부를 접촉시키는 방법을 설명한다. 전체 생성물은 STP에서 액체 혼합물이고 전체 생성물의 그램당 비응축성 탄화수소 가스를 최대 0.1 그램 가지는 원유 생성물을 포함했다.

표 1에서 원유 공급물의 MCR 함량 (13.7wt%) 을 공정 동안 형성된 고체 (2.7wt%) 비교함으로써, 조절된 조건과 촉매의 조합이 ASTM 규격 D4530에 의해 나타나는 것보다 더 적은 양의 코크스를 제조한다.

비응축성 탄화수소는 C_2 , C_3 및 C_4 탄화수소를 포함했다. 표 2 에서 정리된 C_2 탄화수소의 중량%의 합 (20.5 그램) 으로부터, 전체 C_2 탄화수소의 그램당 에틸렌 함량이 계산될 수 있다. 탄화수소 가스의 C_2 탄화수소가 전체 C_2 탄화수소의 그램당 0.073 그램의 에틸렌을 포함했다. 표 2 에서 C_3 탄화수소의 중량비의 합 (23.9 그램) 으로부터, 전체 C_3 탄화수소의 그램당 프로핀 (propene) 함량이 계산될 수 있다. 비응축성 탄화수소 가스의 C_3 탄화수소가 전체 C_3 탄화수소의 그램당 0.21 그램의 프로핀을 포함했다. 비응축성 탄화수소가스의 C_4 탄화수소는 n-부탄에 대해 중량비가 0.2인 iso-부탄을 가진다.

이 예는 0.101MPa에서 최대 204°C (400°F) 의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램, 0.101MPa에서 204°C 와 300°C 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램, 0.101MPa에서 300°C와 400°C 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램, 0.101MPa에서 400°C와 538°C (1,000°F) 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램을 포함하는 원유 생성물을 제조하는 방법을 설명한다. 204°C 이하의 끓는점 분포를 가진 탄화수소는 n-파라핀에 대한 iso-파라핀의 비가 최대 1.4인 n-파라핀과 iso-파라핀을 포함한다.

원유 생성물은 나프타, 케로신, 디젤과 VGO와 결합된 끓는점 분포를 포함했다. 원유 생성물은 나프타의 최소 0.001 그램을 가지고 원유 생성물의 나프타 부분은 최소 70의 옥탄가를 가진다. 원유 생성물의 나프타 부분은 나프타의 그램당 최대 0.01 그램의 벤젠 함량을 가진다. 원유 생성물의 나프타 부분은 나프타의 그램당 최대 0.15 그램의 올레핀을 가진다. 원유 생성물의 나프타 부분은 나프타의 그램당 최대 0.1 그램의 단일고리형 고리 방향족을 가진다.

원유 생성물은 케로신의 최소 0.001 그램을 가진다. 원유 생성물의 케로신 부분은 -30°C 이하의 어는점을 가진다. 원유 생성물의 케로신 부분은 방향족을 포함하고 원유 생성물의 케로신 부분은 케로신의 그램당 최소 0.3 그램의 방향족 함량을 가진다. 원유 생성물의 케로신 부분은 케로신의 그램당 단일고리형 고리 방향족의 최소 0.2 그램을 가진다.

원유 생성물은 디젤의 최소 0.001 그램을 가진다. 원유 생성물의 디젤 부분은 방향족을 포함하고, 원유 생성물의 디젤 부분은 디젤의 그램당 최소 0.4 그램의 방향족 함량을 가진다.

원유 생성물은 최소 0.001 그램의 VGO를 가진다. 원유 생성물의 VGO 부분은 방향족을 포함하고 VGO는 VGO의 그램당 최소 0.5 그램의 방향족 함량을 가진다.

예 3. 탄화수소 회석액에서 황화 K-Fe 촉매의 준비

황화 K-Fe 촉매는 습식 페이스트를 산화철 1000 그램과 탄화칼륨 173 그램을 탈이온화된 물 423 그램과 조합함으로써 준비된다. 습식 페이스트는 예 1 에서 설명된 것처럼 중간체 고체를 형성하기 위해 처리된다. 중간체 고체는 최소한의 힘으로 40-메쉬체를 통과한다.

예 2와 대조적으로, 중간체 고체는 탄화수소 회석액 없이 황 원소와 혼합된다. 아르곤 분위기를 사용하는 건조 박스에서, 중간체 고체는 분말 가루로 된 황 원소와 결합하고 밀봉된 탄소강 실린더에 놓여져서 400°C로 가열되어 1시간 동안 400°C에서 유지된다. 황화 처리된 촉매는 고체로서 탄소강 반응기로부터 회수된다. 황화 칼륨-철 촉매는 촉매 가루가 40-메쉬체를 통과할 수 있도록 모르타르와 페슬 (pestle) 을 사용해 가루로 분쇄된다.

황화 철 칼륨 촉매는 x-선 회절 기술을 사용해 분석된다. x-선 회절 스펙트럼의 분석에서, 촉매는 황철광 (FeS_2), 황화철 (FeS) 과 자황철광 ($Fe_{1-x}S$) 을 포함하도록 정해진다. 혼합된 황화 철 칼륨과 산화 철 종은 x-선 회절 기술을 사용해 감지되지 않는다.

예 4. 원유 공급물에 대한 수소 가스의 증가된 비율에서 황화 K-Fe 촉매에서 수소 공급원과 원유 공급물의 접촉

장치, 원유 공급물과 반응 순서는 원유 공급물에 대한 수소 가스의 비가 16,000 Nm³/m³ (100,000 SCFB) 이라는 점을 제외하고는 예 2와 동일하다. 예 3에서 설명된 것처럼 준비된 황화 K-Fe 촉매 (75.0 그램) 가 반응기에 주입된다.

이 방법으로 제조된 원유 생성물의 특성은 도 8 의 표 1과 도 10 의 표 3에서 요약된다. 예 4에서 제조된 VGO의 중량 퍼센트는 예 2에서 제조된 VGO의 중량 퍼센트보다 더 크다. 예 4에서 제조된 회석액의 중량 퍼센트는 예 2에서 제조된 회석액의 중량 퍼센트보다 더 적다. 예 4에서 제조된 원유 생성물의 API 비중은 예 2에서 제조된 원유 생성물의 API 비중보다 낮다. 높은 API 비중은 더 높은 탄소 번호를 가진 탄화수소가 제조된다는 것을 나타낸다.

원유 공급물과의 접촉 후에, 반응기에서 TMS 촉매는 분석된다. 이 분석에서, 원유 공급물과 수소에 있는 후, 황화 전이 금속 촉매는 K₃Fe₁₀S₁₄ 를 포함한다.

예 5. K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매와 각 무기 염의 TAP 시험

모든 TAP 시험에서, 300 mg 샘플이 실내 온도 (27°C) 로부터 500°C까지 분당 50°C의 비율로 가열된다. 방출된 수증기와 이산화탄소 가스는 TAP 시스템의 질량 분석기를 사용해 모니터된다.

알루미늄으로 지지되는 K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매는 배출된 이산화탄소에 대해 0.2 volt보다 더 큰 전류 인플렉션 (inflection) 과 360°C의 무기 염 촉매로부터 배출된 이산화탄소에 대해 0.01 volt의 전류 인플렉션을 보인다. 최소 TAP 온도는 온도에 대한 이온 흐름의 log10 함수에서 정해지는 것처럼 360°C이다. 도 11 은 온도 ("T") 에 대한 K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매 ("log(I)") 로부터 배출된 가스의 이온 흐름의 log10의 도시적인 표시이다. 곡선 168과 170은 무기 염 촉매로부터 배출된 물과 CO₂ 에 대한 이온 흐름의 log10 값이다. 무기 염 촉매로부터 배출된 CO₂ 와 물에 대한 급격한 변곡은 360°C에서 발생한다.

K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매와 대조적으로, 탄화칼륨과 탄화세슘은 배출된 물과 이산화탄소 모두를 360°C에서 감지되지 않는 전류 인플렉션을 가진다.

K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매에 대해 배출된 가스에서의 실제 증가는 둘 이상의 다른 무기 염 촉매로 이루어진 무기 염 촉매가 각 순수 탄산염보다 더 무질서할 수 있다.

예 6. 무기 염 촉매와 각 무기 염의 DSC 시험

모든 DSC 시험에서, 10mg 샘플은 퍼킨-엘머에 의해 제조된 (노르워크, 코네티컷, 미국) 시차 주사 열량계 (Differential Scanning Calorimer) 모델인 DSC-7을 사용해서 분당 10°C의 비율로 520°C로 가열되고 분당 10°C의 비율로 520°C에서 0.0°C로 냉각되고 분당 10.0°C의 비율로 0°C에서 600°C로 재가열된다.

샘플의 제 2 가열 기간 동안 K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매의 DSC 분석은 혼합물 염이 219°C와 260°C 사이의 넓은 열 전이를 나타낸다. 온도 범위의 중간점은 250°C이다. 열 전이 곡선 아래 영역은 그램당-1.75 J 이 되도록 계산된다. 결정 무질서도의 시작은 219°C의 최소 DSC 온도에서 시작하도록 정해진다.

이 결과와 대조적으로, 일정한 열 전이가 탄화세슘에 대해 관측되지 않는다.

제 2 가열 사이클 동안 Li₂CO₃, Na₂CO₃, 및 K₂CO₃ 의 혼합물의 DSC 분석은 Li₂CO₃/Na₂CO₃/K₂CO₃ 혼합물이 390°C와 400°C 사이에서 급격한 열 전이를 나타낸다. 온도 범위의 중간점은 385°C이다. 열 전이 곡선 아래의 영역은 그램당-182 J 이 되도록 계산된다. 이동성의 시작은 390°C의 최소 DSC 온도에서 시작하도록 정해진다. 급격한 열 전이는 염의 실질적으로 균질한 혼합물을 나타낸다.

예 7. 무기 염 촉매 또는 각 무기 염의 K₂CO₃에 대한 이온 전도성 시험

모든 시험은 서로 분리된 백금 또는 구리 선을 가진 석영 용기에 무기 염 촉매 또는 각 무기 염을 3.81cm (1.5 인치) 를 놓음으로써 수행되지만 머플 (muffle) 노에서 샘플에 담겨진다. 전선은 9.55 볼트 건전지와 220,000 옴 전류 제한 저항기에 연결된다. 머플 노는 600℃로 가열되어 전류는 마이크로 암미터를 사용해 측정된다.

도 12 는 온도 ("T") 에 대한 탄산 칼륨 저항 ("log(r K₂CO₃)") 에 대해 상대적으로 샘플 저항의 로그 함수의 그래픽적인 표시이다. 곡선 172, 174, 176, 178, 180 은 K₂CO₃ 저항, CaO 저항, K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매 저항, Li₂CO₃/K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매 저항 및 Na₂CO₃/K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매 저항 각각의 로그 함수이다.

CaO (곡선 174) 는 380 ~ 500℃ 사이의 온도에서 K₂CO₃ (곡선 172) 에 대해 상대적으로 크고 안정한 저항을 나타낸다. 안정한 저항은 가열 동안 서로로부터 떨어지지 않는 경향이 있는 질서화된 구조 및/또는 이온을 나타낸다. K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매, Li₂CO₃/K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매 및 Na₂CO₃/K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매 (곡선 176, 178 과 180에 도시) 는 350 ~ 500℃의 범위의 온도에서 K₂CO₃ 에 대해 비저항이 급격히 감소한다. 비저항의 감소는 전류 흐름이 무기 염 촉매에 매설된 전선에 전압을 가하는 동안 감지되는 것을 나타낸다. 도 12 로부터의 데이터는 350 ~ 600℃의 범위의 온도에서 순수 무기 염보다 더 이동성이 좋다는 것을 나타낸다.

도 13 은 온도 ("T") 에 대한 K₂CO₃ 저항 ("log(r K₂CO₃)") 에 상대적으로 Na₂CO₃/K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매 저항의 로그 함수의 그래픽적인 표시이다. 곡선 182 는 Na₂CO₃/K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매의 가열 동안 온도에 대한 K₂CO₃ 저항 (곡선 172) 에 상대적인 Na₂CO₃/K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매 저항의비에 대한 함수이다. 가열 후에, Na₂CO₃/K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매는 실내 온도로 냉각되어 전도 장치에서 가열된다. 곡선 184 은 600℃로부터 25℃로 냉각된 후 무기 염 촉매의 가열 동안 온도에 대한 K₂CO₃ 저항에 상대적인 Na₂CO₃/K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매 저항의 로그 함수이다. 재가열된 Na₂CO₃/K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매의 이온 전도성은 원 Na₂CO₃/K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매의 이온 전도성에 상대적으로 증가한다.

제 1 가열과 제 2 가열 동안 무기 염 촉매의 이온 전도성의 차이로부터 무기 염 촉매가 가열 전의 형태 (제 1 형태) 와 다른 냉각시의 형태 (제 2 형태)를 형성할 수 있다.

예 8. 무기 염 촉매의 유동 특성 시험

가루로 된 K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매의 1 ~ 2cm의 두께 층은 석영 접시에 놓여진다. 그 접시는 노에 놓여져서 1 시간 동안 500℃로 가열된다. 촉매의 유동 특성을 정하기 위해, 그 접시는 가열 후에 오븐에서 수동으로 기울어진다. K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매는 흐르지 않는다. 스파튬으로 압력을 받을 때, 촉매는 태피의 농도를 가진다.

대조적으로, 각 탄산염은 동일 조건 하에서 자유 유동 분말이 된다.

Na₂CO₃/K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매는 액체로 되어서 동일 조건 하에서 접시에 쉽게 흐르게 (예를 들면, 물과 유사) 된다.

예 9 ~ 10: K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매와 스팀에서 수소 공급원과 원유 공급물의 접촉

이하의 장치와 일반적 절차는 변수가 설명된 부분을 제외하고 예 9 ~ 27 에서 사용된다.

반응기 : 500℃에서 35MPa 작동 압력 (5000psi) 에서 250 ml 하스테로이 C 파르 오토클레이브 (Hastelloy C Parr Autoclave) (Parr Model #4576) 에 기계 교반기, 대기로부터 625℃까지 ±5℃씩 오토클레이브를 유지할 수 있는 유로썸 (Eurotherm) 제어기에서의 800 와트 가우머 밴드 (Gauher band) 가열기, 가스 입구 부, 스팀 입구 부, 출구 부와 내부 온도를 등록하기 위한 써머커플이 장착된다. 가열에 앞서, 오토클레이브의 상부가 유리 형질으로 단열된다.

추가 용기 : 추가 용기 (250ml, 316 스테인리스 강 호크 용기) 에 제어 가열 시스템, 적절한 가스 조절 밸브, 압력 완화 장치, 써머커플, 압력 게이지와 가열되고 점성이 있고 및/또는 압력을 받은 원유 공급물의 흐름을 0 ~ 500g/min 의 유동율로 조절할 수 있는 고온 조절 밸브 (스와지록 밸브 #SS-4UW) 등이 장착된다. 원유 공급물이 추가 용기에 주입된 후 반응기의 제 1 입구부에 고온 조절 밸브의 외측이 부착된다. 사용하기에 앞서, 추가 용기 라인이 절연된다.

생성물 수집 : 반응기로부터 나온 증기가 반응기의 출구로 나가서 온도를 감소하는 일련의 냉각 트랩 (일련의 150ml, 316 스테인리스 강 호크 용기에 연결된 딥 튜브) 으로 도입된다. 증기로부터의 액체는 가스 흐름과 액체 응축 흐름을 형성하기 위해 냉각 트랩에서 응축된다. 반응기로부터 나와 냉각 트랩을 통해 흐르는 증기의 유동율은 필요한 만큼 배압 조정기를 사용해 조정된다. 냉각 트랩을 나오는 가스 흐름의 유동율과 전체 가스 부피가 습식 시험 측정기 (리터 모델 #TG 05 습식 시험 측정기) 를 사용해 측정된다. 습식 시험 측정기를 나간 후, 가스 흐름은 분석을 위해 가스 백 (테틀라 가스 수집 백) 에서 수집된다. 가스는 GC/MS (휴렛-패커드 모델 5890, 현재 에질런트 모델 5890; 에질런트 테크놀로지사 (지온 일리노이, 미국) 에 의해 제조) 를 사용해 분석된다. 액체 응축 흐름은 냉각 트랩에서 제거되어 칭량된다. 원유 생성물과 물은 액체 응축 흐름으로부터 분리된다. 원유 생성물은 칭량되어 분석된다.

순서 : 세로 니그로 (137.5 그램) 가 추가 용기에 주입된다. 원유 공급물은 6.7의 API 비중을 가진다. 원유 공급물은 원유 공급물의 그램당 0.042 그램의 황 함량, 0.011 그램의 질소 함량과 0.009 그램의 전체 Ni/V 함량을 가진다. 원유 공급물은 150℃로 가열된다. $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매 (31.39 그램) 가 반응기에 주입된다.

$K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매가 K_2CO_3 의 16.44 그램, Rb_2CO_3 의 19.44 그램, Cs_2CO_3 의 24.49 그램을 결합함으로써 준비된다. $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매는 360℃의 최소 TAP 온도를 가진다. $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매는 250℃의 DSC 온도를 가진다. 각 염 (K_2CO_3 , Rb_2CO_3 , Cs_2CO_3) 은 50 ~ 500℃ 범위의 DSC 온도를 나타내지 못한다. 이 TAP 온도는 각 탄산염 금속의 DSC 온도 이하와 무기 염 촉매의 DSC 온도 이상이다.

촉매는 250cm³/min 의 메탄의 대기압 흐름에서 450℃로 빠르게 가열된다. 소망하는 반응 온도에 도달한 후, 0.4ml/min의 비율로 스팀, 250cm³/min의 비율로 메탄이 반응기에서 측정된다. 스팀과 메탄은 원유 공급물을 반응기에 추가하는 동안 계속적으로 2.6 시간 이상 측정된다. 원유 공급물은 CH_4 를 1.5 MPa (229 psi) 로 16분간 사용해서 반응기에서 압력을 받는다. 원유 공급물의 추가가 이루어진 후 잔여 원유 공급물 (0.56 그램) 이 추가 용기에 남게 된다. 370℃로의 온도 감소가 원유 공급물의 추가 동안 관찰된다.

촉매/원유 공급물 혼합물은 450℃의 반응 온도로 가열되어 그 온도에서 2시간 동안 유지된다. 2 시간 후, 반응기는 냉각되고 결과 잔여물/촉매 혼합물이 반응에서 제조되고 및/또는 소비되지 않는 코크스의 퍼센트를 정하도록 칭량된다.

초기 촉매 중량과 코크스/촉매 혼합물 중량에서의 차이로부터 코크스의 0.046 그램이 원유 공급물의 그램당 반응기에 남게 된다. 전체 생성물은 평균 13의 API 비중을 가진 원유 생성물 0.87 그램과 가스를 포함한다. 상기 가스는 반응되지 않은 CH_4 , 수소, C_2 와 $C_4 \sim C_6$ 탄화수소와 CO_2 (가스의 그램당 CO_2 의 0.08 그램) 을 포함한다.

원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 황의 0.01 그램과 전체 Ni와 V의 0.000005 그램을 가진다. 원유 생성물은 더이상 분석되지 않는다.

예 10에서, 반응 절차, 조건, 원유 공급물과 촉매는 예 9에서와 동일하다. 예 10의 원유 생성물은 원유 생성물에 대한 끓는점 분포를 정하도록 결정된다. 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당 나프타 0.14 그램, 회석액 0.19 그램, VGO 0.45 그램과 잔여물 함량 0.001 그램과 감지되지 않는 양의 코크스를 갖는다.

예 9와 10은 원유 공급물의 100 그램당 최대 3 그램의 촉매와 함께 수소 공급원을 가진 원유 공급물의 접촉은 STP에서 액체 혼합물인 원유 생성물을 포함하는 전체 생성물을 제조한다. 원유 생성물은 원유 공급물의 잔여물 함량의 최대 30%의 잔여물 함량을 가진다. 원유 생성물은 원유 공급물의 황 함량과 Ni/V 함량의 최대 90%를 가진다.

원유 생성물은 0.101 MPa에서 최대 200℃의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램, 0.101 MPa에서 200 ~ 300℃ 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램, 0.101 MPa에서 최대 400 ~ 538℃ (1000°F) 사이의 끓는점 분포를 가진 탄화수소의 최소 0.001 그램을 포함한다.

예 11 ~ 12. $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매와 스텝에서 수소 공급원을 가진 원유 공급물의 접촉

예 11과 12에서, 반응 순서, 조건 및 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매는, 원유 공급물 (세로 니그로) 의 130 그램과 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매의 60 그램이 사용되는 것을 제외하고 예 9에서와 같다. 예 11에서, 메탄이 수소 공급원으로서 사용된다. 예 12에서, 수소 가스가 수소 공급원으로서 사용된다. 비용측정 가스, 원유 생성물과 코크스의 양에 대한 그래프가 도 14에서 도시된다. 원유 공급물의 중량에 기초하여, 막대 186과 188은 제조된 코크스의 wt%를 나타내고, 막대 190과 192는 제조된 액체 탄화수소의 wt%를 나타내고, 막대 194와 196은 제조된 가스의 wt%를 나타낸다.

예 11에서, 세로 니그로의 중량에 기초하여 원유 생성물의 93 wt% (막대 192), 가스의 3 wt% (막대 196), 그리고 코크스의 4 wt% (막대 188) 가 제조된다.

예 12에서, 원유 생성물의 84 wt% (막대 190), 가스의 7 wt% (막대 194), 코크스의 9 wt% (막대 186) 등이 세로 니그로의 중량에 기초하여 제조된다.

예 11과 12는 수소 공급원으로서의 메탄의 사용과 수소 공급원으로서의 수소 가스의 사용의 비교를 제공한다. 일반적으로 메탄은 제조 및/또는 반응에 있어서 수소보다 덜 비싸고, 따라서 메탄을 이용하는 공정이 바람직하다. 설명된 대로, 메탄은 전체 생성물을 제조하기 위해 무기 염 촉매에서 원유 공급물과 접촉할 때 수소 공급원으로서 수소 가스만큼 최소한 효율적이다.

예 13 ~ 14 : 선택된 API 비중을 가진 원유 생성물의 제조

장치, 반응 절차와 무기 염 촉매는 반응 압력이 변화되는 것을 제외하면, 예 9에서와 같다.

예 13에서, 접촉 기간 동안 반응 압력은 0.1 MPa (14.7psi) 였다. 15.5℃에서 25의 API 비중을 가진 원유 생성물이 제조된다. 전체 생성물은 5 내지 32의 탄소 번호의 분포를 가진 탄화 수소를 가진다 (도 15에서 곡선 198).

예 14에서, 반응 압력은 접촉 기간 동안 3.4 MPa (514.7 psi) 였다. 15.5℃에서 51.6의 API 비중을 가진 원유 생성물이 제조된다. 전체 생성물은 5 내지 15 범위의 탄소 번호의 분포를 가진 탄화수소를 가진다 (도 15에서 곡선 200).

이런 예들은 선택된 API 비중을 가진 원유 생성물을 제조하기 위해 다양한 압력에서 무기 염 촉매에서 원유 공급원과 수소를 접촉시키는 방법을 설명한다. 압력을 변화시킴으로써, 더 높거나 낮은 API 비중을 가진 원유 생성물이 제조된다.

예 15 ~ 16 : 외부 수소 공급원 없이 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매 또는 탄화실리콘에서 원유 공급물의 접촉

예 15와 16에서, 장치, 원유 공급물과 반응 절차는 원유 공급물과 촉매 (또는 탄화실리콘) 가 직접적으로 동시에 반응기로 주입되는 점을 제외하고 예 9와 동일하다. 이산화탄소 (CO_2) 가 운반체 가스로 사용된다. 예 15에서, 세로 니그로의 138 그램이 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매 (예 9와 동일한 촉매) 의 60.4 그램과 결합된다. 예 16에서, 세로 니그로 132 그램이 탄화실리콘 (CA, 알리소 비에조, 스탠포드 재료, 40 메쉬) 83.13 그램과 결합된다. 이와 같은 탄화실리콘은 여기서 설명된 공정 하에서 낮은 촉매 특성을 가지게 된다.

각 예에서, 혼합물은 2시간 이상 500℃의 반응 온도로 가열된다. CO_2 는 100cm³/min의 비율로 반응기에서 측정된다. 반응기로부터 발생된 증기는 3.2 MPa (479.7 psi) 의 배압 (back pressure) 을 사용해 냉각 트랩과 가스 자루에서 모아진다. 냉각 트랩으로부터 원유 생성물이 고체화되어 분석된다.

예 15에서, 최소 50의 API 비중을 가진 무색의 탄화수소 액체 36.82 그램 (원유 생성물의 중량에 기초한 26.68 wt%) 이 이산화탄소 분위기에서 무기 염 촉매와 원유 공급물의 접촉으로부터 제조된다.

예 16에서, 12의 API 비중을 가진 노란색 탄화수소 액체 15.78 그램 (원유 공급물의 중량에 기초한 11.95 wt%) 이 이산화탄소 분위기에서 원유 공급물과 탄화실리콘의 접촉으로부터 제조된다.

예 15에서 수율이 낮지만, 무기 염 촉매에 있어서 수소 공급원의 현장 위치에서의 발생은 비촉매 조건에서 수소의 현장에서의 발생보다 더 크다. 예 16에서 원유 생성물의 수율은 예 15에서 원유 생성물의 수율의 절반이다. 예 15는 또한 수소가 무기 염이 있고 가스 수소 공급원이 없는 가운데 원유 공급물의 접촉동안 발생된다.

예 17 ~ 20 : 기압 조건에서 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매, 산화칼슘과 탄화실리콘이 있는 가운데 원유 공급물과 수소 공급원의 접촉

장치, 반응 절차, 원유 공급물과 무기 염 촉매는 세로 니그로가 추가 용기를 통해 첨가되는 대신에 반응기에 직접 첨가되고 수소 가스가 수소 공급원으로서 사용된다는 점을 제외하고 예 9와 동일하다. 반응 압력은 접촉 기간 동안 0.101MPa (14.7psi) 이다. 수소 가스 유동율은 250cm³/min이다. 원유 생성물, 가스 및 코크스의 반응 온도, 스팀 유동율과 비율이 도 16의 표 4에서 표로 만들어진다.

예 17과 18에서, $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매가 사용된다. 예 17에서, 접촉 온도는 375℃이다. 예 18에서, 접촉 온도는 500 ~ 600℃의 범위의 온도이다.

표 4 (도 16) 에서 도시된 것처럼, 예 17과 18에서, 온도가 375℃로부터 500℃까지 증가할 때, 가스의 제조는 전체 생성물의 그램당 가스의 0.02 그램부터 0.05 그램까지 증가한다. 그러나, 코크스 제조는 더 높은 온도에서 원유 공급물의 그램당 0.17그램으로부터 0.09그램까지 감소된다. 원유 생성물의 황 함량은 더 높은 온도에서 원유 생성물의 그램당 황이 0.01 그램으로부터 0.008 그램으로까지 감소된다. 두 원유 생성물은 1.8의 H/C를 가진다.

예 19에서, 원유 생성물은 예 18에서 설명된 조건과 유사한 조건에서 $CaCO_3$ 과 접촉된다. 원유 생성물, 가스, 코크스의 제조의 비율은 도 16의 표 4에서 표로 만들어진다. 예 19의 가스 제조는 예 18의 가스 제조와 비교해서 상대적으로 증가한다. 원유 공급물의 탈황화는 예 18에서처럼 효율적이지 않다. 예 19에서 제조된 원유 생성물은 원유 생성물의 그램당, 예 18에서 제조된 원유 생성물의 원유 생성물의 그램당 0.008의 황 함량과 비교했을 때 0.01 그램의 황을 가진다.

예 20은 예 18과 비교한 예이다. 예 20에서, 무기 염 촉매 대신에 탄화실리콘 83.13 그램이 반응기에 주입된다. 가스 제조와 코크스 제조는 예 18에서 가스 제조와 코크스 제조에 비교했을 때 확연히 증가한다. 이 비촉매 조건아래에서, 원유 생성물의 그램당 0.22 그램의 코크스, 비응축성 가스의 0.25 그램 및 원유 생성물의 0.5 그램이 제조된다. 예 20에서 제조된 원유 생성물은 예 18에서 제조된 원유 생성물의 그램당 황 0.01 그램과 비교했을 경우, 원유 생성물의 그램당 황 0.036 그램을 가진다.

이 예는 예 17과 18에서 사용된 촉매가 비 촉매 조건과 종래의 금속 염에 대해 개선된 결과를 제공한다. 500℃와 250cm³/min의 수소 유동율에서, 코크스와 비응축성 가스의 양은 비 촉매 조건 아래에서 제조된 코크스와 비응축성 가스의 양보다 확연히 작다.

무기 염 촉매를 사용하는 예에서 (도 16의 표 4에서 예 17 ~ 18), 조절 실험 (예를 들면, 도 16의 표 4에서 예 20) 동안 형성된 제조 가스와 상대적으로 제조 가스의 중량 비율에서 감소가 관측된다. 제조된 가스의 탄화수소의 양으로부터, 원유 공급물의 열 분해는 수소 공급원과 접촉된 원유 공급물의 전체 양에 기초하였을 경우, 최대 20 wt%, 15 wt%, 10 wt%, 5wt%, 또는 전혀 없는 것으로 측정된다.

예 21 및 22: $K_2CO_3/RbCO_3/Cs_2CO_3$ 촉매 혹은 탄화실리콘과 물이 있는 가스 수소 공급원과 원유 공급물의 접촉.

예 21 및 22의 장치는 수소 공급원으로서 수소 가스가 사용된 것을 제외하고는 예 9 와 동일하다. 예 21에서, 130.4그램의 세로 니그로는 원유 공급 혼합물을 형성하기 위해서 30.88 그램의 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매와 결합한다. 예 22에서, 139.6 그램의 세로 니그로는 원유 공급 혼합물을 형성하기 위해서 80.14 그램의 탄화실리콘과 결합한다.

원유 공급물 혼합물은 반응기로 직접적으로 채워진다. 수소 가스는 가열 및 유지 주기 동안에 반응기에서 250cm³/min으로 계량된다. 원유 공급물 혼합물은 300℃에서 1.5시간 이상 가열되며, 300℃에서 1시간 동안 유지된다. 반응 온도는 400℃에서 1시간 이상 증가되며, 400℃에서 1시간 동안 유지된다. 반응 온도가 400℃에 도달한 후에, 물은 수소 가스와 결합되

는 비율이 0.4g/min 로 반응기로 들어온다. 물과 수소는 반응기안에서 가열 및 유지 주기 동안에 계량된다. 반응 혼합물을 400℃에서 유지한 후에, 반응 온도는 500℃로 증가되며, 500℃에서 2시간 동안 유지된다. 반응기로부터 발생된 증기는 냉각 트랩 및 가스 백에서 수집된다. 냉각 트랩으로부터의 액체 제품은 응축되고 분석된다.

예 21에서, 86.17 그램 (원유 공급물의 중량에 근거한 66.1 wt%) 의 어둡게 불그스름한 갈색의 탄화수소 액체 (원유 제품) 및 물 (97.5g) 이 수소 분위기에서 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매와 원유 공급물의 접촉으로부터 증기로 생성된다.

예 22에서, 수증기 및 소량의 가스가 반응기로부터 생성된다. 반응기가 관찰되며, 암갈색의 끈적한 탄화수소 액체가 반응기로부터 제거된다. 50wt% 미만의 암갈색 끈적한 액체는 수소 분위기에서 실리콘 카바이드와 원유 공급물의 접촉으로부터 생성된다. 예 22에서 생성된 원유 생성물의 수율에 대하여 예 21에서 관찰된 원유 생성물의 수율은 25% 증가한다.

예 21은 뜨거운 물을 사용하여 제조된 원유 생성물에 비하여 여기서 설명한 방법을 사용하여 생산된 원유 생성물의 특성의 향상을 설명한다. 특히, 예 22에서 생성된 원유 생성물이 증기로서 생성될 수 없음에 의해서 설명되듯이, 예 21에서의 원유 생성물은 예 22에서의 원유 생성물에 비하여 낮은 온도에서 끓는다. 예 21에서 생성된 원유 생성물은 시각 검사에 의해서 측정되듯이, 예 22에서 생성된 원유 생성물에 비하여 개선된 유동 특성을 가진다.

예 23~24: 비 촉매 조건하에서 생성된 원유 생성물 부피에 비하여 증가한 부피를 가진 원유 생성물을 생성하기 위한 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매가 있는 수소 공급원과 원유의 접촉.

장치, 원유 공급물, 무기 촉매 및 반응 절차는 원유 공급물이 직접 반응기에 채워지며, 수소 가스가 수소 공급물로서 사용되는 점을 제외하면, 예 9와 동일하다. 원유 공급물 (세로 니그로) 은 15.5℃에서 API 비중이 6.7 이고, 밀도가 1.02g/ml 이다.

예 23에서, 102 그램의 원유 공급물 (100ml의 원유 공급물) 및 31그램의 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매가 반응기에 채워진다. 15.5℃에서 API 비중이 50이고 밀도가 0.7796g/ml인 원유 공급물 (87.6그램, 112ml) 이 생성된다.

예 24에서, 102 그램의 원유 공급물 (100ml의 원유 공급물) 및 80그램의 탄화실리콘이 반응기에 채워진다. 15.5℃에서 API 비중이 12이고 밀도가 0.9861g/ml인 원유 공급물 (70그램, 70ml) 이 생성된다.

이런 조건 하에서, 예 23으로부터 생성된 원유 생성물의 부피는 원유 공급물의 부피보다 대략 10% 정도 크다. 예 24로부터 생성된 원유 생성물의 부피는 예 23에서 생성된 원유 생성물의 부피보다 상당히 작다 (40% 작음). 제품의 부피의 상당한 증가는 입력 원유의 부피당 더 큰 원유 생성물의 부피를 생성하는 생산기의 능력을 강화시킨다.

예 25. $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매, 황 및 코크스가 있는 수소 공급원과 원유 공급물의 접촉.

장치 및 반응 절차는 흐름이 반응기에서 300cm³/min에서 계량된다는 것을 제외하고는 예 9와 동일하다. $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매는 27.2 그램의 K_2CO_3 , 32.2 그램의 Rb_2CO_3 및 40.6 그램의 Cs_2CO_3 를 결합하여 준비된다.

원유 공급물 (130.35그램) 및 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매 (31.6그램) 가 반응기에 채워진다. 세로 니그로 원유는, 원유 공급물의 단위 그램당, 끓는 점이 149~260℃ (300~500°F) 범위에서 분포하는 전체 방향족 함량 0.04그램, 니켈 및 결합된 바나듐 0.000640그램, 황 0.042 그램 및 잔여물 0.56그램을 포함한다. 원유 공급물의 API 비중은 6.7이다.

$K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매가 있는 메탄과 원유 공급물의 접촉은, 원유 공급물의 그램당, 전체 생성물 0.95그램 및 0.041 그램의 코크스를 생산한다.

전체 생성물은, 전체 생성물의 그램당, 0.91그램의 원유 생성물, 0.028그램의 탄화수소 가스를 포함한다. 수집된 전체 가스는, GC/MS로 측정했을 때, 가스의 몰당, 0.16몰의 수소, 0.045몰의 이산화탄소 및 0.025몰의 C_2 및 C_4-C_6 탄화수소를 포함한다. 가스의 잔부는 메탄, 공기, 일산화탄소 및 증발된 원유 생성물의 미량 (0.004몰) 이다.

원유 생성물은 가스 크로마토그래피 및 질량 분석의 조합을 사용하여 분석한다. 원유 생성물은 끓는 점이 100~538℃인 탄화수소의 혼합물을 포함한다. 전체 액체 제품 혼합물은 혼합물의 그램당 0.006그램의 에틸 벤젠 (0.101 MPa에서 136.2℃의 끓는 점을 가지는 단일고리형 고리 화합물) 을 포함한다. 이 제품은 원유 공급물에서는 발견되지 않는다.

사용된 촉매 ("처음 사용된 촉매") 는 반응기로부터 제거되고, 칭량되어 분석되었다. 처음 사용된 촉매는 31.6그램에서 전체 질량이 37.38 그램으로 중량이 증가한다 (원래 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매의 질량에 근거해서 약 18% 증가). 처음 사용된 촉매는 사용된 촉매의 그램당 0.15그램의 추가적인 코크스, 0.0035 그램의 황, 0.0014 그램의 Ni/V, 및 0.845 그램의 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 을 포함한다.

추가적인 원유 공급물 (152.71 그램) 은 처음 사용된 촉매 (36.63 그램) 와 접촉하여 150 그램의 손실 후 회수된 전체 생성물을 생산한다. 전체 생성물은 전체 생성물의 그램당, 0.92 그램의 액체 원유 생성물, 0.058 그램의 추가적인 코크스, 및 0.017 그램의 가스를 포함한다. 이 가스는 가스의 몰당, 0.18몰의 수소, 0.07몰의 이산화탄소, 및 0.035몰의 C_2-C_6 탄화수소를 포함한다. 가스의 잔부는 메탄, 질소, 약간의 공기 및 증발된 원유 생성물의 미량 (<1%몰) 이다.

원유 생성물은 끓는 점이 100 ~ 538℃ 사이인 탄화수소의 혼합물을 포함한다. 끓는 점이 149℃ 이하에 분포하는 혼합물의 부분은 전체 액체 탄화수소 몰당, 0.018몰%의 에틸 벤젠, 0.04몰%의 톨루엔, 0.03몰%의 메타-크실렌 및 0.060몰%의 파라-크실렌 (0.101 MPa에서 149℃이하의 끓는 점을 가지는 단일고리형 고리 화합물)을 포함한다. 이 생성물은 원유 공급물에서는 발견될 수 없다.

사용된 촉매 ("두번째 사용된 촉매") 는 반응기로부터 제거되고, 칭량되어 분석된다. 두번째 사용된 촉매는 36.63그램에서 전체 질량이 45.44 그램으로 증가한다 (원래 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매의 중량에 근거해서 약 43wt% 증가). 두번째 사용된 촉매는 사용된 촉매의 단위 그램당 0.32그램의 코크스, 0.01그램의 황, 0.67 그램을 포함한다.

추가적인 원유 공급물 (104 그램) 은 두번째 사용된 촉매 (44.84그램) 와 접촉하여 원유 공급물 그램당, 104 그램의 전체 생성물, 0.114 그램의 코크스를 수집한다. 코크스 부분은 반송된 원유 공급물의 133 그램 중 104.1 그램이 원유 공급물이기 때문에 추가적 용기를 과열에 기인하여 추가 용기에서 코크스 구성에 기여한다.

전체 생성물은 전체 생성물의 그램당, 0.86 그램의 원유 생성물 및 0.025 그램의 탄화수소 가스를 포함한다. 전체 가스는 가스 몰당, 0.18몰의 수소, 0.052몰의 이산화탄소, 및 0.03몰의 C_2-C_6 탄화수소를 포함한다. 가스의 잔부는 메탄, 공기, 일산화탄소, 황화수소 및 증발된 기름의 미량이다.

원유 생성물은 끓는 점이 100 ~ 538℃인 탄화수소의 혼합물을 포함한다. 끓는 점이 149℃ 이하에 분포하는 혼합물의 부분은 GC/MS 에 의해서 전에 측정된, 탄화수소 혼합물의 그램당, 0.021 그램의 에틸 벤젠, 0.027 그램의 톨루엔, 0.042그램의 메타-크실렌 및 0.020그램의 파라-크실렌을 포함한다.

사용된 촉매 ("세번째 사용된 촉매") 는 반응기로부터 제거되고, 칭량되어 분석된다. 세번째 사용된 촉매는 44.84 그램에서 전체 질량이 56.59 그램으로 중량이 증가한다 (원래 $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매의 중량에 근거해서 약 79wt% 증가). 구체적인 세번째 사용된 촉매의 요소 분석이 수행된다. 세번째 사용된 촉매는 추가 물질의 그램당 크롬, 티타늄 및 지르코늄과 같은 다른 전이 금속인 잔부와 함께, 0.90 그램의 탄소, 0.028 그램의 수소, 0.0025 그램의 산소, 0.046 그램의 황, 0.017 그램의 질소, 0.0018 그램의 바나듐, 0.0007 그램의 니켈, 0.0015 그램의 철 및 0.00025 그램의 염화물을 포함했다.

이 예에서 설명한 것처럼, 무기 염 촉매 위에 및/또는 무기 염 촉매 안에 있는 코크스, 황 및/또는 금속은 원유 공급물과 무기 염 촉매가 있는 수소 공급원의 접촉에 의해서 생성된 원유 생성물 (개별 실행에 적어도 80%) 의 전체 수율에 영향을 주지 않는다. 이 원유 생성물의 단일고리형 고리 방향족 물질의 함량은 149℃이하의 끓는 점을 가지는 원유 공급물의 단일고리형 물질의 함량보다 최소 100배이다.

세번의 실시에 대하여, 평균 원유 생성물 수율 (원유 공급물의 중량에 근거함) 은 표준 편차 2.6%를 가진 89.7wt%이며, 평균 코크스 수율은 표준 편차 2.7%를 가진 7.5wt% (원유 공급물의 중량에 근거함) 이며, 가스상의 분열된 탄화수소의 평균

질량 수율은 표준 편차 0.46%를 가진 2.3wt% (원유 공급물의 중량에 근거함) 이다. 코크스와 액체 둘 다에서 표준 편차가 비교적 큰 것은 공급 용기의 온도 제어가 실패되고 추가 용기에서 원유 공급물이 가열된 3번째 실험 때문이다. 그렇다고 하여도, 여기서 실험된 코크스의 양은 많지만, 촉매 시스템의 활동도 상에는 명백하게 심각한 악영향은 없다.

전체 C₂에 대한 C₂ 올레핀의 비는 0.19이다. 전체 C₃에 대한 C₃ 올레핀의 비는 0.4이다. C₄ 탄화수소의 내부 올레핀에 대한 알파 올레핀의 비는 0.61이다. C₄ 시스/트랜스 올레핀 비는 6.34이다. 이 비는 예견된 열역학적 C₄ 시스/트랜스 올레핀의 비인 0.68 보다 실질적으로 더 크다. C₅ 탄화수소의 내부 올레핀에 대한 알파 올레핀의 비는 0.92이다. 이 비는 예견된 열역학적 C₅ 내부 올레핀에 대한 알파 올레핀의 비인 0.194 보다 더 크다. C₅ 시스/트랜스 올레핀 비는 1.25이다. 이 비는 예견된 열역학적 C₅ 시스/트랜스 올레핀의 비인 0.9 보다 실질적으로 더 크다.

예 26: K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매가 있는 수소 공급원과 상대적으로 많은 황을 함유한 원유 공급물의 접촉.

장치 및 반응 절차는 원유 공급물, 메탄 및 증기가 연속적으로 반응기 공급되는 점을 제외하고는, 예 9에서 설명한 것과 동일하다. 반응기에서 공급 정도는 반응기의 중량의 변화를 사용하여 조정된다. 메탄 가스는 반응기에서 500cm³/min 으로 계속적으로 계량된다. 증기는 반응기에서 6 g/min 으로 계속적으로 계량된다.

무기 염은 27.2 그램의 K₂CO₃, 32.2 그램의 Rb₂CO₃ 및 40.6 그램의 Cs₂CO₃에 의해서 준비된다. K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매 (59.88그램) 은 반응기에 채워진다.

API 비중 9.4, 원유 공급물의 그램당 0.02 그램의 황 함량, 및 잔여물 함량 0.40 그램을 가진 원유 공급물 (역청 (bitumen), 로이드민스터, 캐나다) 은 추가 용기에서 150℃로 가열된다. 뜨거운 역청은 반응기 부피의 50%의 원유 공급물 액체 수준을 계속적으로 유지하기 위해 추가 용기로부터 반응기로 10.5g/min 으로 연속적으로 공급되나, 그 비율은 상기 수준을 유지하는데 불충분하다.

메탄/증기/원유 공급물은 평균 반응기 내부 온도 456℃에서 촉매와 접촉한다. 메탄/증기/원유 공급물과 촉매의 접촉은 전체 생성물 (이 예에서는 반응기 유출 증기의 형태인) 을 생산한다.

총 1640 그램의 원유 공급물이 6시간 이상 처리된다. 초기 촉매 중량과 잔여물/촉매 혼합물 중량의 차이로부터, 원유 공급물의 그램당 0.085 그램의 코크스가 반응기에 남는다. K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 가 있는 메탄을 가진 원유 공급물의 접촉으로부터, 원유 공급물의 그램당 전체 생성물 0.93 그램이 생성된다. 전체 생성물은 반응에 사용된 물과 메탄의 양을 제외하고, 전체 생성물의 그램당, 0.03 그램의 가스, 0.97 그램의 원유 생성물을 포함했다.

가스는 가스 그램당, 0.014 그램의 수소, 0.018 그램의 일산화탄소, 0.08 그램의 이산화탄소, 0.13 그램의 황화 수소, 및 0.68 그램의 비응축 탄화 수소를 포함한다. 생성된 황화 수소의 양으로부터 원유 공급물의 황 함량이 18wt% 감소했다는 것이 짐작될 수 있다. 이 예에서 보이는 것처럼, 수소, 일산화탄소, 및 이산화 탄소가 생성된다. 이산화탄소에 대한 일산화탄소의 몰비는 0.4이다.

C₂-C₅ 탄화수소는 탄화수소 그램당, 0.30 그램의 C₂ 화합물, 0.32 그램의 C₃ 화합물, 0.26 그램의 C₄ 화합물 및 0.10 그램의 C₅ 화합물을 포함한다. 비응축 탄화수소에서 n-펜탄에 대한 이소-펜탄의 질량비는 0.3이다. 비응축 탄화수소에서 n-부탄에 대한 이소 부탄의 질량비는 0.189이다. C₄ 화합물은 단위 C₄ 화합물 그램당, 부타디엔 함량 0.003그램을 가진다. 내부 C₄ 올레핀에 대한 알파 C₄ 올레핀의 중량비는 0.75이다. 내부 C₅ 올레핀에 대한 알파 C₅ 올레핀의 중량비는 1.08이다.

이 예 26에서의 데이터는, 코크스가 있는 동일한 촉매를 가진 상대적으로 높은 황 원유 공급물의 연속 공정이 무기 염 촉매의 활동도를 감소시키지 않는 것을 설명하며, 반응에 적합한 원유 생성물을 생산한다

예 27: K₂CO₃/Rb₂CO₃/Cs₂CO₃ 촉매와 코크스가 있는 수소 공급원과 원유 공급물의 접촉.

장치 및 반응 절차는 예 26에서 설명된 것과 같은 조건을 사용하여 수행한다. $K_2CO_3/Rb_2CO_3/Cs_2CO_3$ 촉매 (56.5그램)는 반응기에 채워진다. 총 2550그램의 원유 공급물이 6시간 이상 처리된다. 초기 촉매 중량과 잔여물/촉매 혼합물 중량의 차이로부터, 원유 공급물의 중량에 근거하여, 원유 공급물의 그램당 0.114그램의 코크스가 반응기에 남게 된다. 원유 공급물의 그램당 총 0.89그램의 전체 생성물이 생성된다. 전체 생성물은 반응에 사용된 물과 메탄의 양을 제외하고, 전체 생성물의 그램당, 0.04그램의 가스, 0.96그램의 원유 생성물을 포함한다.

가스는 가스 그램당, 0.021그램의 수소, 0.018그램의 일산화탄소, 0.052그램의 이산화탄소, 0.18그램의 황화 수소, 및 0.65그램의 비응축 탄화 수소를 포함한다. 생성된 황화 수소의 양으로부터 원유 공급물의 황 함량이 14wt% 감소한다는 것이 짐작될 수 있다. 이 예에서 보이는 것처럼, 수소, 일산화탄소, 및 이산화 탄소가 생성된다. 이산화탄소에 대한 일산화탄소의 몰비는 0.6이다.

C_2-C_6 탄화수소는 C_2-C_6 탄화수소 그램당, 0.44그램의 C_2 화합물, 0.31그램의 C_3 화합물, 0.19그램의 C_4 화합물 및 0.068그램의 C_5 화합물을 포함한다. 비응축 탄화수소에서 n-펜탄에 대한 이소-펜탄의 중량비는 0.25이다. 비응축 탄화수소에서 n-부탄에 대한 이소 부탄의 중량비는 0.15이다. C_4 화합물은 C_4 화합물의 그램당, 부타디엔 함량 0.003그램을 가진다.

이 예는 코크스가 있는 동일한 촉매 (56.5 그램)와 상대적으로 높은 황 원유 공급물 (2550그램의 원유 공급물)의 반복 공정이 무기 염 촉매의 활동도를 감소시키지 않음을 설명하며, 반응에 적합한 원유 생성물을 생성한다.

또한 본 발명의 다양한 면에서 변형 혹은 다른 실시예가 본 명세서의 관점에서 당업자에게 가능하다. 따라서 본 명세서는 당업자에게 본 발명을 수행하기 위한 일반적인 방법을 이해시키기 위함이며 설명으로서만 해석되어야 한다. 여기서 설명되고 도시된 본 발명의 형태는 실시예들의 한 예로써 이해되어야 한다. 요소 및 재료는 여기서 설명한 것을 대신하여 다른 것이 될 수 있으며, 부품과 공정은 뒤집힐 수 있으며, 본 발명의 특징은 독립적으로 사용될 수 있고, 본 발명이 설명되면 당업자에게 모든 것이 명백해질 수 있을 것이다. 다음의 청구범위에서 설명되는 것처럼 본 발명의 요소에서의 변화는 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 범위에서 가능하다.

도면의 간단한 설명

당업자들이, 이하의 상세한 설명 및 도면을 참조하면, 본 발명의 이점을 잘 이해할 수 있을 것이다.

도 1은 전체 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 촉매가 있는 수소 공급원에 원유 공급물을 접촉시키는 접촉 시스템의 일 실시형태를 보여주는 개략도이다.

도 2는 전체 생성물을 제조하기 위해 하나 이상의 촉매가 있는 수소 공급원에 원유 공급물을 접촉시키는 접촉 시스템의 다른 실시형태를 보여주는 개략도이다.

도 3은 접촉 시스템과 조합된 분리 구역의 일 실시형태를 보여주는 개략도이다.

도 4는 접촉 시스템과 조합된 혼합 영역의 일 실시형태를 보여주는 개략도이다.

도 5는 분리 영역, 접촉 시스템, 그리고 혼합 영역의 일 실시형태를 보여주는 개략도이다.

도 6은 다중 접촉 시스템의 일 실시형태를 보여주는 개략도이다.

도 7은 이온 전도성 측정 시스템의 일 실시형태를 보여주는 개략도이다.

도 8은 황화 전이 금속 촉매와 원유 공급물을 접촉시키는 일 실시형태로부터 얻어진 원유 생성물의 특성 및 원유 공급물의 특성을 나타내는 표이다.

도 9는 황화 전이 금속 촉매와 원유 공급물을 접촉시키는 일 실시형태로부터 얻어진 비응축성 탄화수소의 구성 성분과 원유 공급물의 구성 성분을 나타내는 표이다.

도 10 은 황화 전이 금속 촉매와 원유 공급물을 접촉시키는 일 실시형태로부터 얻어진 원유 생성물의 특성과 구성 성분의 도표이다.

도 11 은 TAP에 의해 정해진 대로 온도에 대한 무기 염 촉매의 방사 가스의 이온 흐름을 log10 함수로 나타낸 그래프이다.

도 12 는 온도에 대한 탄산 칼륨의 저항에 대한 무기 염 촉매와 무기 염의 저항을 log 함수로 나타낸 그래프이다.

도 13 은 온도에 대한 탄산칼륨의 저항에 대한 $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{K}_2\text{CO}_3/\text{Rb}_2\text{CO}_3$ 촉매의 저항을 log 함수로 나타낸 그래프이다.

도 14 는 원유 공급물을 무기 염 촉매에 접촉시키는 일 실시형태로부터 제조된 다양한 수소 공급원에 대한 코크스, 액체 탄화수소와 가스의 중량비를 나타낸 그래프이다.

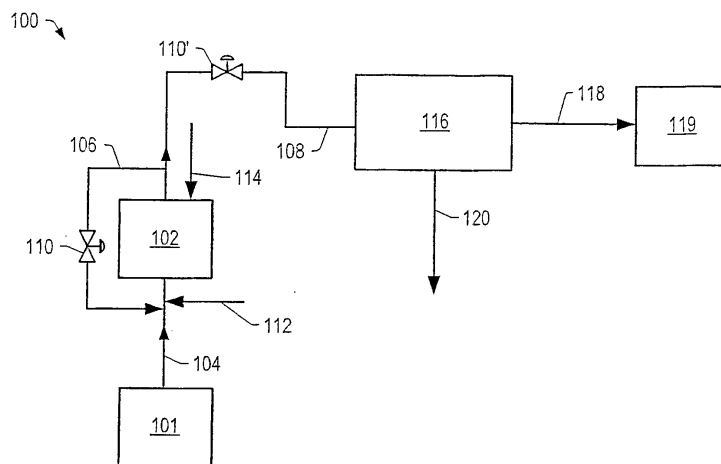
도 15 는 원유 공급물을 무기 염 촉매에 접촉시키는 일 실시형태로부터 제조된 원유 생성물의 탄소 번호에 대한 중량비를 나타낸 그래프이다.

도 16 은 원유 공급물과 무기 염 촉매, 금속 염 또는 실리콘 카바이드를 접촉시키는 일 실시형태로부터 제조된 구성 요소의 표이다.

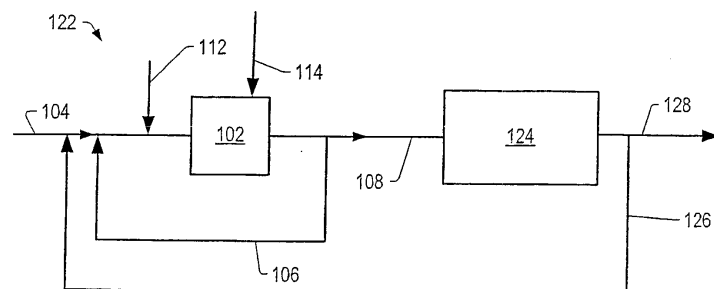
본 발명은 다양한 수정예와 대체 변형예에 적합하며, 특정 실시예가 도면에 도시되고 이하에서 상세히 설명될 것이다. 도면은 축척에 맞는 것은 아니다. 도면과 상세한 설명이 본 발명을 특정 형태로 제한하는 것은 아니며, 본 발명의 범위 내에서 모든 수정예, 등가예 및 대체예를 포함한다.

도면

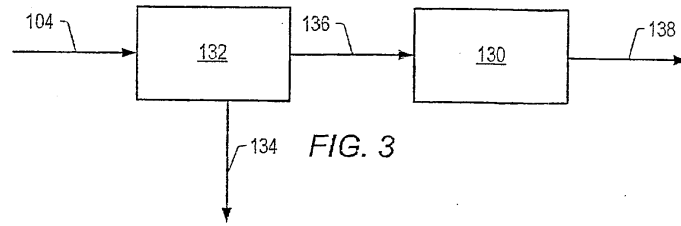
도면1



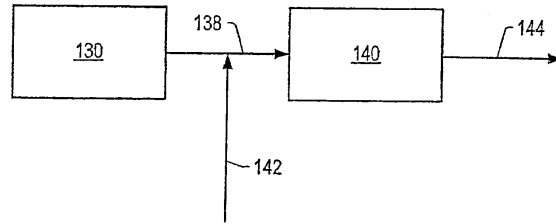
도면2



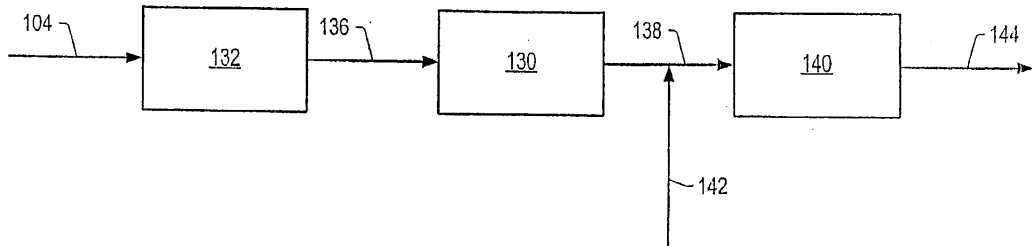
도면3



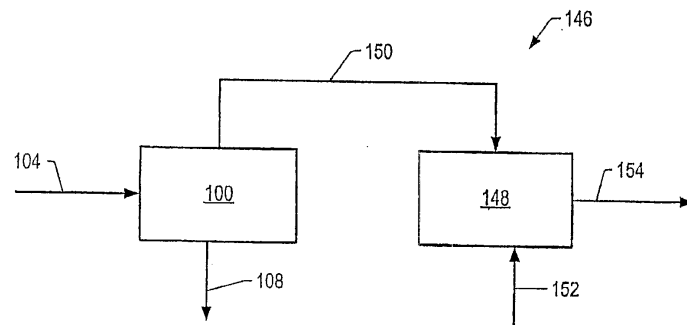
도면4



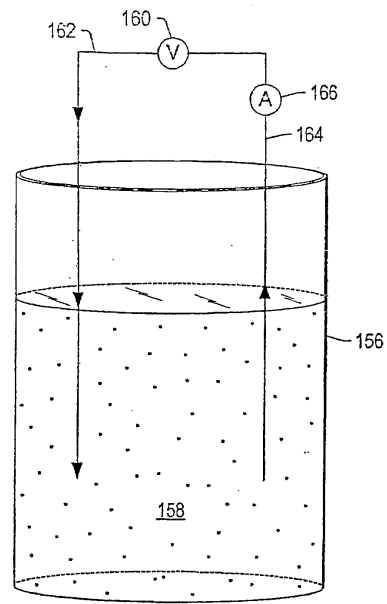
도면5



도면6



도면7



도면8

특성	원유 공급물	원유 생성물	원유 생성물
예		2	4
원유 공급물에 대한 수소의 비율(Nm³/m³)	----	8000	16000
수소 함량(wt %)	10.6	11.6	11.5
탄소 함량(wt %)	84.3	86	85.9
H/C 비율	1.5	1.6	1.6
산소 함량(wt %)	0.5	----	----
질소 함량(wt %)	0.4	0.3	0.3
황 함량(wt %)	4.1	1.8	2.0
니켈 함량(wtppm)	63.6	<1	<2
바나듐 함량(wtppm)	149	<1	<1
철 함량(wtppm)	7.3	<1	<1
미세탄소 잔여물(wt %)	13.73	*	*
C ₅ 아스팔테네스(wt %)	18.72	*	*
TAN	1.1	<0.1	<0.1
15.56 °C (60 °F)에서 밀도 (g/cm³)	1.0034	0.916	0.9301
15.56 °C (60 °F)에서의 API 비중	9.38	22.82	20.6
점성(Pa·s)(cP)	21.7 (21,725) @ 37.8 °C (100 °F)	0.008 (7.9) @ 40 °C (104 °F)	0.017 (17.2) @ 40 °C (104 °F)
끓는 점 분포	ASTM D5307 °C (°F)	ASTM D2887 °C (°F)	ASTM D2887 °C (°F)
IBP	207 (405)	54 (129)	97 (206)
5%	302 (576)	128 (262)	187 (369)
10%	336 (636)	178 (353)	238 (461)
15%	363 (683)	222 (431)	273 (524)
30%	422 (792)	301 (574)	342 (647)
50%	496 (925)	364 (687)	402 (756)
60%	537 (999)	391 (736)	427 (801)
70%	>538 (1000)	417 (783)	452 (845)
90%	>538 (1000)	480 (896)	506 (942)
95%	>538 (1000)	505 (941)	527 (980)
최종 끓는 점	>538 (1000)	553 (1028)	581 (1078)
원유 공급물과 원유 생성물에서 성분의 무게비율 (ASTM D2892와 D5236)			
성분	원유 공급물	원유 생성물	원유 생성물
나프타 성분 (wt %)	0.14	11.8	7.5
케로신 성분 (wt %)	0.80	8.4	7.7
디젤 성분 (wt %)	6.42	20.7	18.8
증류액 성분 (wt %) (케로신 + 디젤)	7.20	29.1	26.5
VGO 성분 (wt %)	38.7	55.6	61.1
잔여물 (wt %)	53.8	2.8	4.4
코크스 (wt %)	미감지	미감지	미감지

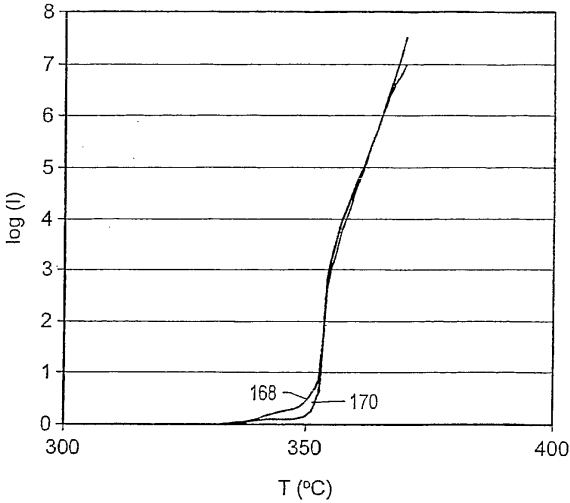
도면9

TMS 촉매를 사용한 8000Nm³/m³에서 제조된 비응축성 탄화수소와 원유 공급물에서 탄화수소 성분의 무게 비율		
성분	원유 공급물	비응축성 탄화수소
예	2	2
메탄(wt %)	0	26.9
에탄(wt %)	0	19
에틸렌(wt %)	0	1.5
프로판(wt %)	0	18.9
프로필렌(wt %)	0	5
n-부탄(wt %)	0	14.4
이소 부탄(wt %)	0	2.8

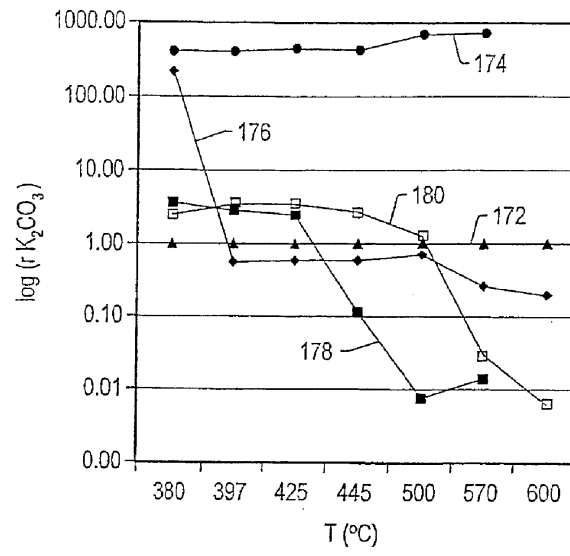
도면10

원유 공급물에 수소의 비율(Nm³/m³)	2			4					
	8000			16000					
나프타	케로신	디젤	VGO	나프타	케로신	디젤	VGO		
수소 함량(wt %)	13.88	12.19	11.75	11.01	13.54	12.18	11.78	11.08	
탄소 함량(wt %)	85.2	85.1	85.77	86.41	85.34	85.01	85.54	86.21	
질소 함량(wt %)	0.12	0.17	0.19	0.42	0.17	0.16	0.16	0.40	
황 함량(wt %)	0.65	2.38	2.13	1.87	0.95	2.46	2.25	2.01	
n-파라핀(wt %)	20.5				17.4				
이소파라핀(wt %)	25.4				22.1				
올리핀(wt %)	7.8				4.8				
나프텐	16.7				13.4				
C ₄₊ (wt %)	0.1	비방향족 62.6	비방향족 52.0	비방향족 43.3		비방향족 62.5	비방향족 50.1	비방향족 37.8	
다른 성분(wt %)	9.9				18.6				
다중 치환 방향족(wt %)	13.2	---	---	---	16.1	---	---	---	
단일고리형 고리 방향족 (wt %)	19.5	23.9	---	---	22.7	23.8	---	---	
벤젠(wt %)	0.3	---	---	---	0.12	---	---	---	
폴리 방향족(wt %)	0.3	13.5	---	---	0.8	13.7	---	---	
전체 방향족(wt %)	19.7	37.4	48.0	56.7	23.5	37.5	49.9	62.3	
어느 점(℃)		-43.4				-39.5			
옥탄가	74.9				80.4				

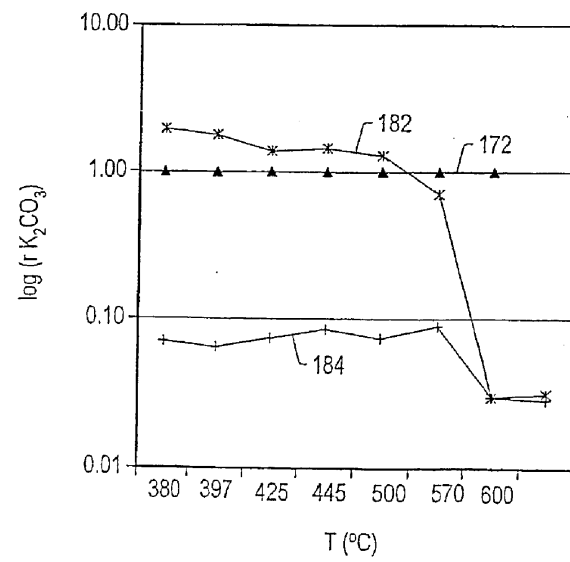
도면11



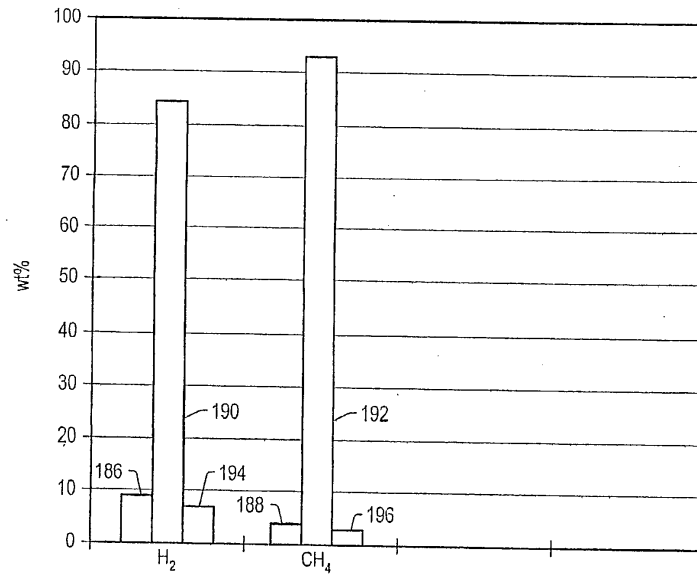
도면12



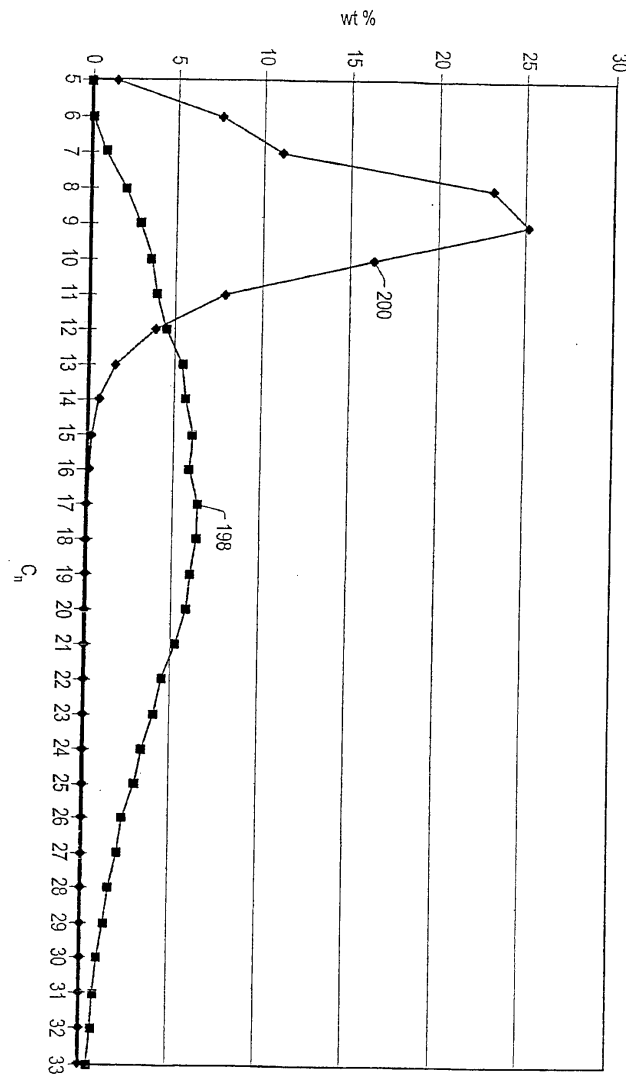
도면13



도면14



도면15



도면16

예	촉매	접촉 온도 (°C)	스팀, 유동률 (g/min)	0.1MPa 에서 H ₂ 유동률 (cm ³ /min)	원유 공급률 (wt %)	제조된 가스 (wt %)	제조된 코크스 (wt %)	원유 생성물 황함량 (wt %)	원유 생성물 에서 H/C 원자비
17	K ₂ CO ₃ /Rb ₂ CO ₃ /Cs ₂ CO ₃	375	0.4	250	79	2	17	1	1.8
18	K ₂ CO ₃ /Rb ₂ CO ₃ /Cs ₂ CO ₃	500 to 600	0 at 500 °C; 0.4 at 600 °C	250	85	5	9	0.8	1.8
19	CaCO ₃	500	0.4	250	82	9	9	>1	1.7
20	SiC	500	0	250	53	25	22	3.6	1.5