(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0094228
(43) 공개일자 2015년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 23/745 (2006.01) *B01J 6/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0015262
(22) 출원일자 2014년02월11일
심사청구일자 2014년02월11일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한국기술교육대학교)
(72) 발명자
유성식
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 한국기술교육대학교
이태양
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 한국기술교육대학교
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김민태

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **피셔-트롭쉬 반응에 사용되는 철계 촉매의 제조방법 및 피셔-트롭쉬 반응을 이용한 액체탄화수소의 제조 방법**

(57) 요 약

피셔-트롭쉬 반응에 사용되는 철계 촉매의 제조 방법이 개시된다. 상기 철계 촉매의 제조 방법은 증류수에 감마-알루미나(γ-Al2O3)를 포함하는 지지체를 교반하여 지지체 용액을 형성하는 단계, 그라인딩된 질산철구수화물(Fe(NO3)3○9H2O) 분말, 질산구리삼수화물(Cu(NO3)2○3H2O) 및 탄산 칼륨(K2CO3)로 제조된 수용액을 상기 지지체 용액에 적하하여 공침시켜, 전체 중량에 대하여 Fe-Cu-K 촉매를 20중량%로 포함하는 Fe-Cu-K/γ-Al2O3 공침체를 포함하는 반응 용액를 형성하는 단계, 상기 공침체를 포함하는 상기 반응 용액을 건조시켜 분말을 얻는 단계 및 상기 분말을 400 내지 600℃에서 4 내지 6시간 동안 소성시키는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김현중

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 한국기술교육대학교

이재원

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 한국기술교육대학교

박찬범

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 한국기술교육대학교

황라윤

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 한국기술교육대학교

명 세 서

청구범위

청구항 1

증류수에 감마-알루미나(γ-Al2O3)를 포함하는 지지체를 교반하여 지지체 용액을 형성하는 단계;

그라인딩된 질산철구수화물(Fe(NO3)3○9H2O) 분말, 질산구리삼수화물(Cu(NO3)2○3H2O) 및 탄산 칼륨(K2CO3)로 제조된 수용액을 상기 지지체 용액에 적하하여 공침시켜, 전체 중량에 대하여 Fe-Cu-K 촉매를 20중량%로 포함하는 Fe-Cu-K/γ-Al2O3 공침체를 포함하는 반응 용액를 형성하는 단계;

상기 공침체를 포함하는 상기 반응 용액을 건조시켜 분말을 얻는 단계; 및

상기 분말을 400 내지 600℃에서 4 내지 6시간 동안 소성시키는 단계를 포함하는 피셔-트롭쉬 반응에 사용되는 철계 촉매의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 감마-알루미나는 그라인딩된 분말 형태인 것을 특징으로 하는 피셔-트롭쉬 반응에 사용되는 철계 촉매의 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 Fe-Cu-K/γ-Al2O3 공침체는 Fe: Cu: K: γ-Al2O3의 몰비가 1: 5: 0.1: 0.2인 것을 특징으로 하는 피셔-트롭쉬 반응에 사용되는 철계 촉매의 제조 방법.

청구항 4

고정층 반응기에 Fe-Cu-K 촉매를 20 중량%로 포함하는 Fe-Cu-K/γ-Al2O3 촉매를 장입한 후 수소 분위기 하에서 환원 처리하는 단계;

상기 고정층 반응기의 반응 온도를2℃/분의 속도로 280℃ 내지 350℃로 승온시키는 단계; 및

환원 처리한 상기 고정층 반응기에 합성 가스를 주입하는 단계를 포함하는 피셔-트롭쉬 반응을 이용한 액체탄화수소의 제조 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 합성가스는 CO: H2의 몰비가 1: 2인 것을 특징으로 하는 피셔-트롭쉬 반응을 이용한 액체탄화수소의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 피셔-트롭쉬 반응에 사용되는 철계 촉매의 제조방법 및 피셔-트롭쉬 반응을 이용한 액체탄화수소의 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 촉매의 수명이 향상된 피셔-트롭쉬 반응에 사용되는 철계 촉매의 제조방법 및 피셔-트롭쉬 반응을 이용한 액체탄화수소의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 산업화 이후 경제 발전과 더불어 에너지 수요의 증가는 원유에 크게 의존하여 많은 양의 원유 수요를 가져왔고, 원유 수요 증가에 맞춰 새로운 원유 수급의 증가가 이루어지지 못해 현재 가격의 급등으로 이어졌다.

[0003] 현대 사회에서 원유의 사용은 모든 산업의 전반적인 부분에 걸쳐 그 중요성이 가장 높으며, 원유의 가격 동향에 따라 거의 대부분의 산업재의 가격이 결정 된다. 원유에 의존하는 현재의 에너지 경제에서 원유 값의 폭등은 새로운 대체 에너지 개발의 필요성을 크게 부각 시켰고, 그로 인하여 현재 대체 에너지와 신재생에너지, 신에너지 개발에 박차를 가하게 되는 계기가 되었다. 하지만 신에너지의 개발은 현 에너지 시스템에서 많은 기반 시

설의 변화와 더불어 실제 원유의 사용에서의 큰 부분인 화학제품 원료 수급의 문제는 해결하지 못할 과제로 가지고 있다. 이러한 신에너지 개발에서 해결하지 못할 부분들과 더불어 원유 의존 경제에서 기존의 기반시설을 사용하면서도 화학 원료의 수급을 해결 할 수 있는 방안으로 각광 받고 있는 것이 바로 XTL(X to liquid)기술이다. XTL 기술 이란 천연 가스의 주성분인 메탄이나 바이오 메스 또는 석탄으로부터 촉매 반응을 통하여 중간 생성물 합성가스(CO와 H2)를 생성하여 이를 피셔-트롭쉬 (Fischer-Tropsch; F-T) 합성을 통해 합성유를 제조하는 기술을 총칭한다.

[0004] XTL 기술의 프로세스는 천연가스(CH4), 석탄, 바이오매스로부터 중간생성물 합성가스 (CO와 H2)를 생성 하는 개질 공정, 개질 과정을 거쳐 얻어진 중간 생성물인 합성가스 (CO와 H2)를 피셔-트롭쉬 합성 과정을 거쳐 합성유를 제조하는 단계, 피셔-트롭쉬 합성으로부터 얻어진 합성유의 분리 및 정제 단계로 나눌 수 있다.

[0005] XTL 프로세스의 궁극적 목표인 합성유의 합성 공정인 피셔-트롭쉬 합성 공정은 1923년 독일의 화학자 Fischer와 Tropsch가 석탄 가스화에 의한 합성가스의 제조에 이어, 합성가스로부터 합성유를 제조한 것으로부터 시작 되었다.

[0006] 피셔-트롭쉬 합성의 기본 개념은 중간 생성물인 합성가스(CO 와 H2)를 촉매 상에서 합성하여 CO와 H2의 화학적 결합 형태인 탄화수소 단위체를 형성시키고 이를 연쇄성장 반응(chain growth reaction)을 통해 탄화수소결합의 복합체로 전환하는 반응이며, 부반응의 산물로 알코올과 같은 산화물 형태의 화합물을 형성하는 반응을 말한다.

[0007] 피셔-트롭쉬 합성 반응에서 사용되는 촉매의 활성성분으로는 Fe, Co, Ru, Ni, ThO2 등이 대표적이다. 이중 Ru의 경우 활성은 뛰어나지만, 귀금속으로 매우 고가이고, Ni의 경우 메탄의 선택성이 높고, ThO2 의 경우 방사능에 대한 법적규제로 인하여 산업용으로 사용할 때 그 비용이 큰 등 여러 가지 이유로 현재 Fe와 Co계열의 촉매가 상업적으로 사용되고 주로 연구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 이에, 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로 본 발명의 목적은 촉매의 수명이 향상된 피셔-트롭쉬 반응에 사용되는 철계 촉매의 제조방법 및 피셔-트롭쉬 반응을 이용한 액체탄화수소의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 피셔-트롭쉬 반응에 사용되는 철계 촉매의 제조 방법은 증류수에 감마-알루미나(γ-Al2O3)를 포함하는 지지체를 교반하여 지지체 용액을 형성하는 단계, 그라인딩된 질산철구수화물(Fe(NO3)3○9H2O) 분말, 질산구리삼수화물(Cu(NO3)2○3H2O) 및 탄산 칼륨(K2CO3)로 제조된 수용액을 상기 지지체 용액에 적하하여 공침시켜, 전체 중량에 대하여 Fe-Cu-K 촉매를 20중량%로 포함하는 Fe-Cu-K/γ-Al2O3 공침체를 포함하는 반응 용액를 형성하는 단계, 상기 공침체를 포함하는 상기 반응 용액을 건조시켜 분말을 얻는 단계 및 상기 분말을 400 내지 600℃에서 4 내지 6시간 동안 소성시키는 단계를 포함한다.

[0010] 일 실시예에 있어서, 상기 감마-알루미나는 그라인딩된 분말 형태일 수 있다.

[0011] 일 실시예에 있어서, 상기 Fe-Cu-K/γ-Al2O3 공침체는 Fe: Cu: K: γ-Al2O3의 몰비가 1: 5: 0.1: 0.2일 수 있다.

[0012] 상기한 목적을 실현하기 위한 다른 실시예에 따른 피셔-트롭쉬 반응을 이용한 액체탄화수소의 제조 방법은 고정층 반응기에 Fe-Cu-K 촉매를 20 중량%로 포함하는 Fe-Cu-K/γ-Al2O3 촉매를 장입한 후 수소 분위기 하에서 환원처리하는 단계, 상기 고정층 반응기의 반응 온도를 2℃/분의 속도로 280℃ 내지 350℃로 승온시키는 단계 및 환원 처리한 상기 고정층 반응기에 합성 가스를 주입하는 단계를 포함한다.

[0013] 일 실시예에 있어서, 상기 합성가스는 CO: H2의 몰비가 1: 2일 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 실시예들에 따르면, 피셔-트롭쉬 반응에 사용되는 철계 촉매의 제조시에 촉매의 활성 성분 입자의 분산성 및 촉매의 비표면적을 증가시키고, 촉매의 수명을 향상시킬 수 있다. 또한, 피셔-트롭쉬 반응을 이용한 액체탄화수소의 제조시에, 촉매가장입된 반응기의 승온 속도를 조절하여 촉매의 열충격을 방지하여 촉매의 수명

을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의하여 제조된 철계 촉매이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 의하여 제조된 철계 촉매의 일산화탄소 전환율을 나타내는 그래프이다.

도 3은 종래의 방법에 의하여 제조된 철계 촉매의 일산화탄소 전환율을 나타내는 그래프이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 의하여 제조된 액체탄화수소이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 네블라이져에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 실시예들을 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "이루어진다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0017] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0018] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의하여 제조된 철계 촉매이다.

[0020] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의하여 제조된 철계 촉매의 일산화탄소 전환율을 나타내는 그래프이다. 도 3은 종래의 방법에 의하여 제조된 철계 촉매의 일산화탄소 전환율을 나타내는 그래프이다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 의하여 제조된 액체탄화수소이다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 피셔-트롭쉬 반응에 사용되는 철계 촉매의 제조 방법에 따르면, 증류수에 감마-알루미나(γ-Al2O3)를 포함하는 지지체를 교반하여 지지체 용액을 형성한다.

[0022] 일반적으로 지지체에 담지 된 피셔-트롭쉬 반응 촉매는 대부분 고분산된 입자로 되어 있어, 사용하는 지지체의 종류에 따라 금속의 성질이 많이 변화하게 된다.

[0023] 촉매의 제조시 활성 성분 입자의 분산성 증가와 활성 성분인 철(Fe)의 활성증가를 위해서는 비표면적을 크게 유지하는 것이 중요하기 때문에, 철계 촉매에서는 구조 안정제로서 지지체를 첨가하여 사용한다.

[0024] 예를 들어, 상기 지지체는 감마-알루미나(γ-Al2O3)를 포함할 수 있다.

[0025] 예를 들어, 상기 지지체는 그라인딩되어 분말의 형태일 수 있다. 상기 지지체를 그라인딩하여, 입방체(cubic) 구조의 감마-알루미나(γ-Al2O3) 분말을 제조할 수 있다.

[0026] 상기 지지체 용액에 질산철구수화물(Fe(NO3)3·9H2O), 질산구리삼수화물(Cu(NO3)2·3H2O) 및 탄산 칼륨(K2CO3)로 제조된 수용액을 적하하여 공침시킬 수 있다. 이에 따라, 전체 중량에 대하여 Fe-Cu-K 촉매를 20중량%로 포함하는 Fe-Cu-K/γ-Al2O3 공침체를 포함하는 반응 용액를 형성할 수 있다.

[0027] 활성 성분인 철은 질산철구수화물(Fe(NO3)3·9H2O)의 형태로 첨가된다.

[0028] 상기 질산철구수화물은 그라인딩되어 분말의 형태일 수 있다. 상기 질산철구수화물을 그라인딩하여, 능면체(rhombohedral) 구조의 질산철구수화물 분말을 제조할 수 있다.

[0029] 상기 철계 촉매의 제조에 있어서, 활성 성분인 철의 특성을 향상시키기 위하여, 조촉매를 첨가한다.

[0030] 상기 철계 촉매는 상기 조촉매로서 칼륨과 구리를 포함하도록 제조할 수 있다.

[0031] 상기 칼륨을 포함하는 제1 조촉매는 탄화수소 생성물의 평균 분자량을 증가시킬 수 있으며, 탄화수소 생성물에서 올레핀/파라핀에 대한 비를 증가시켜서 올레핀의 선택성을 증가시킬 수 있다. 또한, 상기 촉매의 비활성화 억제에 도움이 되며, 최적의 칼륨 농도는 피셔-트롭쉬 반응의 활성을 증가시키며 메탄의 선택도를 감소시킬 수 있다. 상기 구리를 포함하는 제2 조촉매는 철의 환원성을 증진시키는 효과가 있다.

[0032] 상기 지지체에 활성 성분이 공침된 Fe-Cu-K/γ-Al2O3 공침체는 공침체 전체 중량에 대하여 Fe-Cu-K 촉매를 20중량%로 포함한다.

[0033] 예를 들어, 상기 Fe-Cu-K/γ-Al2O3 공침체에 있어서, Fe: Cu: K: γ-Al2O3의 몰비가 1: 5: 0.1: 0.2일 수 있다.

[0034] 상기 촉매의 활성 성분을 상기 지지체에 공침시켜 상기 공침체를 포함하는 반응 용액을 형성한 후, 상기 반응 용액을 건조시켜 분말을 얻을 수 있다. 예를 들어, 상기 반응 용액을 회전 진공 증발기를 이용해 용매를 제거하여 촉매를 제조할 수 있다. 이후에, 상기 용매가 제거된 촉매를 건조기를 이용하여 80℃ 내지 130℃에서 10시간 이상 가열 건조할 수 있다.

[0035] 상기 분말을 소성기를 이용하여 400 내지 600℃에서 4 내지 6시간 동안 소성시켜 상기 철계 촉매를 얻을 수 있다.

[0036] 본 발명의 일 실시예에 따른 피셔-트롭쉬 반응을 이용한 액체탄화수소의 제조 방법에 따르면, 고정층 반응기에 Fe-Cu-K 촉매를 20 중량%로 포함하는 Fe-Cu-K/γ-Al2O3 촉매를 장입한 후 수소 분위기 하에서 환원 처리할 수 있다.

[0037] 상기 고정층 반응기는 스테인레스 스틸(SUS-316) 등을 사용할 수 있고, 상기 수소는 헬륨이 4 중량% 내지 6 중량%포함한 것이 바람직하다.

[0038] 상기 고정층 반응기의 반응 온도를2℃/분의 속도로 280℃ 내지 350℃로 승온시킬 수 있다. 이에 따라, 상기 고정층 반응기에 장입된 상기 Fe-Cu-K/γ-Al2O3 촉매의 열충격(thermal shock)를 방지할 수 있다.

[0039] 환원 처리한 상기 고정층 반응기에 합성 가스를 주입할 수 있다.

[0040] 상기 합성가스는 일산화탄소, 수소, 아르곤 또는 이산화탄소, 메탄 등으로 구성되는 물질을 사용할 수 있다. 예를 들어, 상기 합성가스에 포함된 CO: H2의 몰비가 1: 2일 수 있다.

[0041] 실시예 1

[0042] 증류수 500mL에 그라인딩된 감마-알루미나(γ-Al2O3) 분말 25g을 용해시켜 제1 용액을 제조하였다. 그라인딩된 질산철구수화물(Fe(NO3)3○9H2O) 분말 36.158g, 질산구리삼수화물(Cu(NO3)2○3H2O) 1.896g 및 탄산 칼륨(K2CO3) 1.759g을 정량하여, 증류수 500mL에 용해시켜 제2 용액을 제조하였다. 제1 용액에제2 용액을 적하하여 교반기를 이용하여 400RPM으로 12시간 동안 교반하여 제3 용액을 제조하였다. 제3 용액을 회전 진공 증발기를 이용해 용매를 제거하여 촉매를 제조하였다. 용매가 제거된 촉매를 건조기를 이용하여 110℃에서 12시간 동안 가열 건조하였다. 건조된 촉매를 소성기를 이용하여 500℃에서 5시간 소성시켰다.

[0043] 비교예 1

[0044] 감마-알루미나(γ-Al2O3), 질산철구수화물(Fe(NO3)3○9H2O)을 그라인딩하지 않은 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 촉매를 제조하였다.

[0045] 도 1을 참조하면, 상기 실시예 1에 따라 제조된 철계 촉매를 나타낸다.

[0046] 제조예 1

[0047] 상기 실시예 1에 의하여 제조된 0.3g의 철계 촉매를 1/2인치 스테인레스 스틸(SUS-316)의 고정층 반응기에 장입

하고 400 ℃의 수소(5 부피%, H2/He)분위기 하에서 12 시간 동안 환원 처리한 후, 반응 온도를 2℃/분의 속도로 300℃로 승온시켰다. 일산화탄소: 수소: 아르곤(내부 표준물질)의 몰비가 28.4: 56.8: 5의 비율로 유지된 합성 가스를 10cc/min으로 주입하고, 반응압력 20 기압, 공간속도 2000 L/gcat/hr의 조건으로 반응기에 주입하여 피셔-트롭쉬 합성반응을 수행하였다. 일산화탄소 전환율에 대한 반응 결과는 반응을 시작한 이후 3시간 단위로 측정하여 하기 표 1에 나타내었다.

[0048] 비교 제조예 1

[0049] 상기 제조예 1과 동일하게 진행하되, 철계 촉매는 상기 비교예 1에 의하여 제조된 철계 촉매를 사용하였다. 일산화탄소 전환율에 대한 반응 결과는 반응을 시작한 이후 3시간 단위로 측정하여 하기 표 2에 나타내었다.

[0050] [표 1]

Time (hr)	CO conversion(%)
3	85.30
6	89.51
9	88.94
12	86.44
15	83.82
18	83.77
21	81.12
24	79.20
27	78.43

[0051]

[0052] [표 2]

Time(hr)	CO conversion(%)
3	39.27
6	89.26
9	89.57
12	86.97
15	31.92
18	13.99

[0053]

[0054] 상기 표 1 및 도 2를 참조하면, 촉매의 제조시 활성 성분 및 지지체가 그라인딩된 경우, 일산화탄소 전활율은 반응 시작 후, 12시간을 지나더라도 급격히 감소하지는 않고 서서히 감소하는 것을 알 수 있어, 실시예 1에 따른 촉매의 수명은 약 27시간 이상인 것을 알 수 있다.

[0055] 상기 표 2 및 도 3을 참조하면, 촉매의 제조시, 활성 성분 및 지지체가 그라인딩되지 않은 경우, 일산화탄소 전환율은 반응 시작 후, 12시간을 지나 급격히 감소하는 것을 알 수 있어, 비교예 1에 따른 촉매의 수명은 약 12시간인 것을 알 수 있다.

[0056] 도 1을 참조하면, 상기 제조예 1에 따라 제조된 반응 시간에 따른 액체탄화수소의 생성물을 나타낸다.

[0057] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정

및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

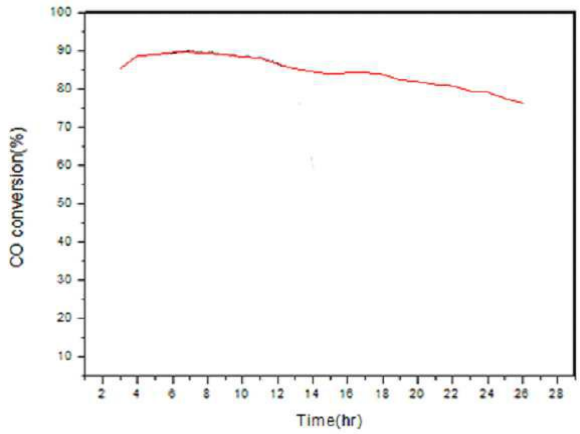
[0058] 본 발명에 따른 철계 촉매의 제조방법은 피셔-트롭쉬 반응에 사용될 수 있어, 피셔-트롭쉬 반응을 이용하여 액체탄화수소의 제조에 적용될 수 있다.

도면

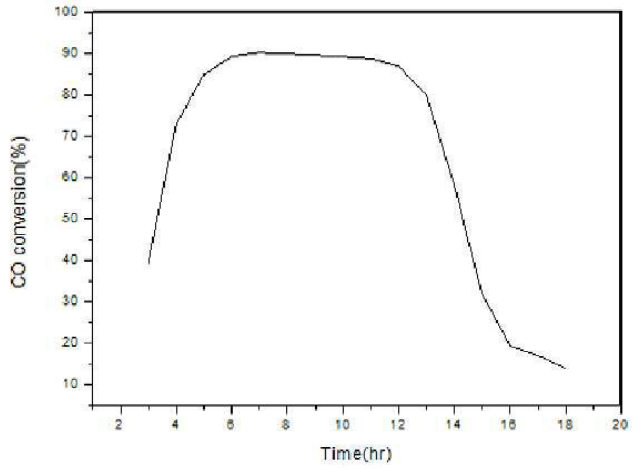
도면1



도면2



도면3


CO conversion(%)
Time(hr)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20

도면4

