

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2024-0049656
(43) 공개일자 2024년04월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01J 23/10 (2006.01) B01J 21/06 (2006.01)
B01J 37/03 (2006.01) B01J 37/06 (2006.01)
B01J 37/08 (2006.01) B01J 37/12 (2006.01)
B01J 37/16 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B01J 23/10 (2013.01)
B01J 21/066 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2024-7011685(분할)

(22) 출원일자(국제) 2015년09월04일

심사청구일자 2024년04월08일

(62) 원출원 특허 10-2017-7009250

원출원일자(국제) 2015년09월04일

심사청구일자 2020년09월03일

(85) 번역문제출일자 2024년04월08일

(86) 국제출원번호 PCT/US2015/048546

(87) 국제공개번호 WO 2016/037059

국제공개일자 2016년03월10일

(30) 우선권주장

62/046,491 2014년09월05일 미국(US)

(71) 출원인

네오 퍼포먼스 메타리얼즈(싱가포르) 프라이베이트 리미티드

싱가포르 싱가포르 117525 사이언스 파크 2 더 칼렌 넘버 01-19 사이언스 파크로드 61

(72) 발명자

프사라, 디미트리오스

미국, 08805 뉴저지주, 바운드 브룩, 새디 레인 11

엔지, 쑤 휘

싱가포르, 117525 싱가포르 사이언스 파크 이, #01-19, 사이언스 파크 로드 61

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이원희

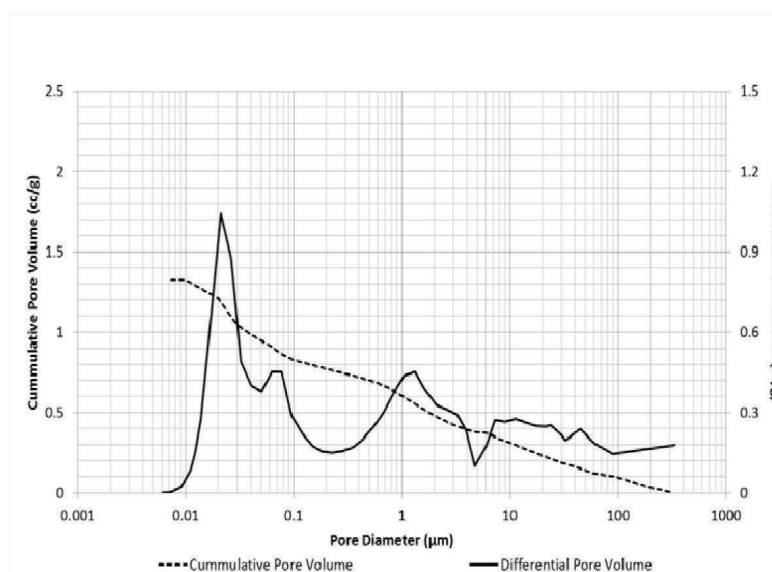
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 다공성 세립 및 지르코늄을 포함하는 산화물

(57) 요약

본 발명은 일반적으로 우수하고 안정적인 공극률, 표면적 및 격자 산소 이동성을 갖는 세립 및 지르코늄으로 기본적으로 이루어진 산화물 조성물에 관한 것이다. 산화물 조성물은 산화 세립을 제외한 다른 희로투 산화물 하나 이상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 어떠한 조성물은 산화 란탄, 산화 이트륨 및 산화 네오디뮴 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 산화물 조성물은 촉매, 촉매 지지체, 센서 어플리케이션 및 이들의 조합으로 유용하게 사용될 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B01J 37/031 (2013.01)

B01J 37/06 (2013.01)

B01J 37/08 (2013.01)

B01J 37/12 (2013.01)

B01J 37/16 (2013.01)

(72) 발명자

해피

싱가포르, 117525 싱가포르 사이언스 파크 이,
#01-19, 사이언스 파크 로드 61

티오, 손, 페이 승

싱가포르, 117525 싱가포르 사이언스 파크 이,
#01-19, 사이언스 파크 로드 61

명세서

청구범위

청구항 1

산화 지르코늄 및 산화 세륨을 포함하고, 산화 란탄, 산화 이트륨, 산화 네오디뮴 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 희토류 산화물을 더 포함하되, 산화 지르코늄의 양은 조성물의 60 중량% 내지 85 중량%이고, 산화 란탄, 산화 이트륨, 산화 네오디뮴 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 희토류 산화물은 조성물의 0.1 내지 30 중량%로 포함하고, 10시간동안 1000 °C에서 하소 후, H₂ 소비/CeO₂의 몰비가 0.5 내지 1.1의 승온환원(Temperature programmed reduction, TPR)에 의한 수소기체 흡수를 갖고,

아래 i) 및 ii)로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 특성을 갖는 조성물:

i) 0.65 내지 3.5 cc/g의 총 공극부피;

및

ii) 산화 분위기에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소 후 1.0 m²/g 내지 6.0 m²/g; 산화 분위기에서 10 시간 동안 1100 °C에서 하소 후 20 m²/g 내지 30 m²/g; 산화 분위기에서 10 시간 동안 1000 °C에서 하소 후 45 m²/g 내지 70 m²/g; 및 이들의 조합;으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 겔보기 표면적.

청구항 2

산화 지르코늄 및 산화 세륨을 포함하며,

산화 란탄, 산화 이트륨, 산화 네오디뮴 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 희토류 산화물을 더 포함하되, 산화 란탄, 산화 이트륨, 산화 네오디뮴 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 희토류 산화물은 조성물의 0.1 내지 30 중량%로 포함하고,

산화 분위기에서 10 시간의 주기동안 1000 °C에서 하소 후 600 μmole/g 내지 1,500 μmole/g의 승온환원(Temperature programmed reduction, TPR)에 의한 수소 흡수를 갖고,

아래 i) 및 ii)로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 특성을 갖는 조성물:

i) 0.65 cc/g 내지 3.5 cc/g의 총 공극부피;

및

ii) 산화 분위기에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소 후 1.0 m²/g 내지 6.0 m²/g; 산화 분위기에서 10 시간 동안 1100 °C에서 하소 후 20 m²/g 내지 30 m²/g; 산화 분위기에서 10 시간 동안 1000 °C에서 하소 후 45 m²/g 내지 70 m²/g; 및 이들의 조합;으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 겔보기 표면적.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, i) 및 ii)의 특성을 갖는 조성물.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, i)의 특성을 갖는 조성물.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, ii)의 특성을 갖는 조성물.

청구항 6

제1항에 있어서, 산화분위기에서 10시간동안 1000 °C에서 하소 후, 승온환원에 의한 수소기체 흡수는 0.54 내지 0.99의 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비인 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 7

제2항에 있어서, 산화 분위기에서 10 시간 동안 1000 °C에서 하소 후, 승온환원에 의한 수소기체 흡수는 1,000 $\mu mole/g$ 내지 1,500 $\mu mole/g$ 인 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서, 총 공극 부피는 0.7 cc/g 내지 3.20 cc/g인 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 9

제5항에 있어서, 산화 분위기에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소 후 1.9 m^2/g 내지 5.2 m^2/g ; 산화 분위기에서 10 시간 동안 1100 °C에서 하소 후 24 m^2/g 내지 29 m^2/g ; 및 산화 분위기에서 10 시간 동안 1000 °C에서 하소 후 50 m^2/g 내지 65 m^2/g ;로 이루어진 군으로부터 선택되는 겉보기 표면적을 갖는 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서, 희토류 산화물의 양은 조성물의 5 중량% 내지 20 중량%인 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서, 희토류 산화물은 산화 란탄을 포함하고, 산화 란탄의 양은 조성물의 1.5 중량% 내지 6 중량%인 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 12

제1항 또는 제2항에 있어서, 산화 세륨의 양은 조성물의 5 중량% 내지 30 중량%인 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 13

제1항 또는 제2항에 있어서, 산화 지르코늄의 양은 조성물의 60 중량% 내지 85 중량%이고, 산화 세륨의 양은 조성물의 5 중량% 내지 30 중량%인 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 14

제1항 또는 제2항에 있어서, 희토류 산화물은 산화 란탄 및 산화 이트륨을 포함하는 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 15

제1항 또는 제2항에 있어서, 희토류 산화물은 산화 란탄 및 산화 네오디뮴을 포함하는 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 16

제1항 또는 제2항에 있어서, 산화 지르코늄, 산화 세륨, 및 산화 란탄, 산화 이트륨, 산화 네오디뮴 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 희토류 산화물로 이루어진 것을 특징으로 하는 조성물.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 본원에 참고문헌으로 인용된, '다공성 세륨 및 지르코늄을 포함하는 산화물'을 제목으로 2014년 9월 5일에 출원된 미국 출원번호 제62/046,491호의 이점을 청구한다.

배경 기술

[0002] 정의에 따르면, 촉매는 평형에 접근하지 않도록 하는 화학반응에 의해 반응속도를 선택적으로 변화시킨다. 촉매는 일반적으로 새로운 생성물을 제조하기 위해 이용되는 원료 물질에 의해 효율을 증가시키기 위해 사용되며 또한, 오염 제어의 경우에서와 같이, 물질 파괴 속도를 향상시키기 위해 사용된다. 기본적으로, 촉매의 활성도, 선택도 및 내구성에 의해 특징지어진다. 촉매가 높은 활성도 및 선택도를 유지하기 위해서는, 활성 사이트가 고도로 분산되어 있고, 활성사이트 소결을 저항하는 것이 바람직하다. 이것이 성취되기 위해, 활성 물질은 일반적으로 가혹한 사용 및 노화 조건하에서도 상기 물질의 본연성을 일정하게 유지하는 기관 무기 표면에 분산 및/또는 고착되어 있다. 게다가, 이러한 활성 사이트 지지 표면은 또한, 원하는 반응의 특성 형상을 참여시키거나 향상시킨다. 따라서, 이러한 지지 표면은 촉진제가 될 수 있다는 점에서 기능적인 활성 지지 표면으로 간주된다. 주요 활성 물질은 반응에 직접 참여하는 반면, 이러한 촉진제는 활성 물질의 성능을 변경 및 향상시킨다. 이러한 지지체 및/또는 촉진제의 특징은 촉매의 효율에 주요 역할을 수행한다. 상술한 바와 같이, 지지체는 활성 성분 사이트의 분산을 위한 안정적인 표면을 제공하며 또한 지지체의 안정성은 분산을 유지시키며, 이러한 활성 사이트의 활성을 향상 또는 변경하도록 돕는다. 또한, 이러한 지지체의 공극물은 활성화 사이트로 및 활성화 사이트로부터의 반응물질의 물질 이동을 강화 또는 억제하는 주요한 역할을 수행한다. 따라서, 지지체는 상기 촉매의 활성도 및 선택도에 영향을 미친다. 본 발명의 목적은 표면적, 내구성 및 공극물 특성이 향상된 이러한 기능화 지지체를 기술하는 것이다.

[0003] 산화 세륨은 자동차의 배기가스 촉매 및 수성 가스 전화반응(water-gas shift reaction)을 위한 효과적인 촉매로서 오랫동안 인식되어 왔다.

[0004]
$$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2 \quad (1)$$

[0005] 또한, 이것은 가스 센서, 고체 산화물 연료 전지용 전극, 산소 펌프 및 전류 산소 모니터에서 효과적인 재료 구성요소이다. 이러한 모든 어플리케이션에서, 세륨의 산화환원반응 특징은 중요한 역할을 수행한다.

[0006]
$$2\text{CeO}_2 \leftrightarrow \text{Ce}_2\text{O}_3 + 1/2\text{O}_2 \quad (2)$$

[0007] 비록 CeO_2 입자 표면상에서 산소 및 산소 빈자리의 이동이 상대적으로 용이하지만, 벌크 산소에서는 그렇지 않다. 그 결과, 이러한 반응에서의 벌크 산소의 참여는 보다 제한적이다. 세륨 (IV) 산화물 격자로의 지르코늄의 도입 또는 산화 지르코늄 격자로의 세륨의 도입은 산소 이동도를 향상시키고 용이하게 한다. 이러한 사실은 세륨 및 산화 지르코늄($\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$) 함유 재료가 워시코트 구성요소로서의 사용으로 어디에나 있는 자동차의 공해 방지 제어 촉매 산업에 손쉽게 적용되었다. 세륨 및 산화 지르코늄 함유 재료는 물질 전달에 허용된 시간이 상대적으로

긴 정상 상태 조건하에서의 시스템의 표면 및 벌크 산소에 대한 매우 높은 접근성(낮은 질량 전달 저항)이 있는 곳에서 발전되었다. 하지만, 스트림의 분자 조성물이 급격히 변하고 반응 속도가 보다 높게 요구되는 상황에서, 이러한 시스템은 불충분하다. 즉, 비록 총 산소 용량 및 가용성이 높더라도, 이러한 산소가 활성 중심으로 및 활성중심으로부터 이동되는 속도는 다소 낮다(물질 이동 제한).

[0008] 세륨 및 산화 지르코늄($\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$)을 기반으로 하는 물질은 또한 활성 금속촉매를 분산시키기 위한 지지체와 같은 촉매 어플리케이션으로 사용되어 높은 전환수(turn-over number)를 야기하는 촉매의 활성을 향상시킨다. 이를 위해, 지지체는 고온 및 수열 환경과 같은 가혹한 작동 조건에서 활성 금속 촉매의 높은 분산 상태를 유지하는 데 중용한 역할을 수행한다. 가혹한 조건하에서 지지체의 구조적 완전성이 손상되는 지지체는 폐색 또는 소결을 일으키며, 결과적으로 분자당 촉매의 활성을 감소시킨다. 대부분의 촉매는 백금, 팔라듐, 및/또는 로듐과 같은 고가의 귀금속을 이용하기 때문에, 촉매 금속 활성의 손실은 원하는 촉매 활성을 유지하기 위해 로딩되는 증가된 귀금속의 사용을 필요로 하는 이러한 촉매의 비용에 직접적으로 영향을 미친다. 이것과 병행하여, 구조적으로 안정적인 지지체의 사용은 촉매 활성의 유지 또는 개선시켜, 감소된 귀금속 사용을 허용한다.

[0009] 지지체의 안정적인 표면을 유지하기 위해 상술된 요건을 넘어, 활성 금속의 분산을 위해 가능한 한 높은 표면적을 보유할 것 또한, 요구된다. 즉, 지지체의 구조적 완전성이 유지되는 것 및 높은 표면적이 요구된다. 이러한 높고 안정적인 표면적이 제공됨으로써, 금속의 활성 및 활성 지지체의 기능성이 유지된다.

[0010] 촉매 사이트 활성과 관계없이, 활성 사이트로 반응물의 용이한 분자 수송 및 활성 사이트로부터의 반응 생성물의 전송은 추가 반응이 가능하게 하기 위해 매우 중요하다. 촉매 선택성이 고려되지 않는 상황에서, 지지체의 넓고 개방적 기공 구조가 바람직하다. 반응하는 분자 또는 생성물의 선택성이 요구되는 상황에서, 원하는 반응물만이 활성 사이트에 도달하고 원하는 생성물만이 활성 사이트를 벗어나는 것이 허용되는 공극 공극률이 요구된다. 예를 들어, 이러한 유형의 기능은 제올라이트 로 잘 알려져 있으며 사용되었다. 따라서, 입자 기공 구조를 갖는 재료는 원하는 반응 형태에 따라 유익하다.

[0011] 세륨 및 산화 지르코늄($\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$) 기반 재료의 다양한 합성 방법이 보고된 바 있다. 그 중, 공침법, 수열합성법, 마이크로 에멀전법, 졸-겔법, 용액 연소법, 전기 화학방법, 고상 합성법, 기계 화학방법, 기상증착법 및 스퍼터링법이 있다. 이들은 모두 이들의 사용상 응용에 따라 구체적인 이점을 제공한다고 보고된 바 있다. 예를 들어, 공침법은 전형적으로 $120\text{m}^2/\text{g}$ 으로 높은 표면적 및 약 $0.73\text{cm}^3/\text{g}$ 의 공극부피를 갖는 (100 nm 이하의)나노 결정질 세륨 및 산화 지르코늄 기반 물질을 생성한다. 산화 세륨 이외에 희토류 산화물을 추가로 포함하는 세륨 및 지르코늄 기반 물질이 생성되었지만, 표면 안정성이 제한되었다.

[0012] 따라서, 본 발명의 목적은 상기 요구된 특징을 충족하는 세륨 및 산화 지르코늄($\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$) 기반 물질을 제공하는 것이다. 즉, 촉매/촉매 지지체는 높은 표면적, 공기 및 수열 및 산화환원 조건하에서 안정적인 표면을 가지며, 가혹한 노화 조건하에서 높은 공극부피를 갖는 안정적인 공극률, 선택적 공극률, 다소 낮은 온도에서의 높은 산화환원반응, 낮은 물질 이동 저항 및 높은 동적 산소 저장 및 방출 특성을 갖는 안정적인 결정학적 특징을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0013] 본 명세서에 통합되어 명세서의 일부를 구성하는 첨부 도면은 본 발명의 실시예를 도시하고, 전문한 설명 및 이하의 상세한 설명과 함께 본 발명의 원리를 설명하는 역할을 한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 조성물에 대한 승온환원에 의한 H_2 성분을 도시하고,,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 누적 및 미분 공극 부피 분포를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명은 일반적으로, 고온의 공기, 수열 및 산화환원 조건 하에서와 같이 가혹한 노화 조건하에 있을 때, 안정적인 표면을 갖는 높은 표면적을 보유하는 주요 성분으로 세륨 및 지르코늄을 포함하는 촉매/촉매 지지체에 관한 것이다. 상기 촉매/촉매 지지체는 또한, 가혹한 노화 조건하에서 높은 공극부피를 갖는 안정적인 공극률, 선택적인 공극률, 저온에서 높은 산화환원 활성, 낮은 물질 전달 저항 및 높은 동적 산소 저장 및 방출 특징을 갖는 안정적인 결정학적 특징을 갖는다.

[0015] 세륨 및 지르코늄을 주요 주요 성분으로 포함하는 수분 함유 수산화물의 탈수과정 동안 조심스레 선택적 온도

및 압력 조건을 포함하는 특정 합성 조건이 바람직한 특성을 갖는 촉매/촉매 지지체를 갖는 산화물 결과가 되는 것으로 밝혀졌다. 즉, 산화물은 고온의 공기, 수열 및 산화환원 조건과 같은 가혹한 노화 조건에 처했을 때, 안정적인 표면을 갖는 높은 표면적을 갖는다. 또한, 산화물은 가혹한 노화 조건하에서 높은 공극부피를 갖는 높고 안정적인 다공성, 선택적 다공성, 낮은 온도에서의 높은 산화환원 활성 및 낮은 물질 이동 저항 및 높은 동적 산소 저장 및 방출 특징을 갖는 안정적인 결정학적 특성을 갖는다.

[0016] 본 발명의 실시예에 따라, 조성물은 산화 지르코늄 및 산화 세륨을 포함할 수 있다. 실시예에서, 조성물은 산화 세륨 이외의 1종 이상의 다른 희토류 산화물을 포함할 수 있다. 실시예에서, 조성물은 산화 세륨 및 산화 이트륨 이외의 1종 이상의 다른 산화물을 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 실시예에 따라, 조성물은 약 0.65 cc/g 이상, 약, 0.71 cc/g 이상, 약 0.85 cc/g 이상, 약, 0.99 cc/g 이상, 약, 1.00 cc/g 이상, 약, 1.07cc/g 이상, 약, 1.11cc/g 이상, 약, 1.17 cc/g 이상, 약, 1.30 cc/g 이상, 약, 1.33 cc/g 이상, 약, 1.40 cc/g 이상, 약, 1.43 cc/g 이상, 약, 1.46 cc/g 이상, 약, 1.58 cc/g 이상, 약, 1.67 cc/g 이상, 약, 1.96 cc/g 이상, 약, 2.00 cc/g 이상, 약 2.20 cc/g 이상, 약, 2.33 이상, 약, 2.60 이상, 약, 3.00 cc/g 이상 및 약 3.23 cc/g 이상으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 총 공극부피를 가질 수 있다. 실시예로, 조성물은 약 0.65 cc/g 이상, 약, 0.71 cc/g 이상, 약 0.85 cc/g 이상, 약, 0.99 cc/g 이상, 약, 1.00 cc/g 이상, 약, 1.07cc/g 이상, 약, 1.11cc/g 이상, 약, 1.17 cc/g 이상, 약, 1.30 cc/g 이상, 약, 1.33 cc/g 이상, 약, 1.40 cc/g 이상, 약, 1.43 cc/g 이상, 약, 1.46 cc/g 이상, 약, 1.58 cc/g 이상, 약, 1.67 cc/g 이상, 약, 1.96 cc/g 이상, 약, 2.00 cc/g 이상, 약 2.20 cc/g 이상, 약, 2.33 이상, 약, 2.60 이상, 약, 3.00 cc/g 이상, 약 3.23 cc/g 이상 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 총 공극부피를 가질 수 있다. 전형적으로 조성물은 약 0.7 내지 3.5 cc/g의 총 공극부피를 가질 수 있으며, 보다 전형적으로 0.65 내지 3.20 cc/g를 형성할 수 있다.

[0018] 본 발명의 실시예에 따라, 조성물은 약 250 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 287 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 600 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 654 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 900 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 954 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 966 $\mu\text{mole/g}$, 약 967 $\mu\text{mole/g}$, 이상, 약 1000 $\mu\text{mole/g}$, 이상, 약 1006 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1022 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 및 약 1163 $\mu\text{mole/g}$ 이상으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1000 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다. 실시예에서, 본 조성물은 약 250 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약, 287 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 600 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 654 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 900 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 954 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 966 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 967 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1000 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1006 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1022 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1163 $\mu\text{mole/g}$ 이상 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1000 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다. 전형적으로, 조성물은 약 200 내지 약 1,500 $\mu\text{mole/g}$, 보다 전형적으로는 약 250 내지 1,200 $\mu\text{mole/g}$ 을 포함하며, 10 시간 동안 약 1000 $^{\circ}\text{C}$ 하소 처리한 후에 승온환원 수소기체 흡수를 가질 수 있다.

[0019] 본 발명의 실시예에 따라, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.55 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.58 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.59 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.67 이상 및 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.99 이상으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1000 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.55 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.58 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.59 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.67 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.99 이상 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1000 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약, 0.55 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약, 0.58 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약, 0.59 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.67 이상 및 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.99 이상으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1000 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다.

- [0020] 본 발명의 실시예에 따라, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.55이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.58이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.59이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.67이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.99이상 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1000 °C에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다.
- [0021] 본 발명의 실시예에 따라, 본 조성물은 약 250 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 287 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 600 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 654 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 900 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 954 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 966 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 967 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1000 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1006 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1022 $\mu\text{mole/g}$ 이상 및 약 1163 $\mu\text{mole/g}$ 이상으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1100 °C에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원 흡수를 가질 수 있다. 실시예에서, 본 조성물은 약 250 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 287 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 600 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 654 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 900 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 954 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 966 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 967 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1000 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1006 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1022 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1163 $\mu\text{mole/g}$ 이상 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 약 1100 °C에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원 흡수를 가질 수 있다. 전형적으로는 약 200 내지 약 1,500 $\mu\text{mole/g}$, 보다 전형적으로는 약 250 내지 1,200 $\mu\text{mole/g}$ 을 포함하며, 약 1100 °C에서 10 시간 동안 하소 처리한 후에 승온환원 흡수를 가질 수 있다.
- [0022] 본 발명의 실시예에 따라, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.55이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.58이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.59이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.67이상 및 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.99이상으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1100 °C에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.55이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.58이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.59이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.67이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.99이상 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1100 °C에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.5 내지 1.1인, 1100 °C에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다. 실시예에 따라, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 내지 0.99인, 1100 °C에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다.
- [0023] 본 발명의 실시예에 따라, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.55이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.58이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.59이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.67이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.99이상으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1100 °C에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.55이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.58이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.59이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.67이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.99이상 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1100 °C에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다.
- [0024] 본 발명의 실시예에 따라, 본 조성물은 약 250 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 287 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 600 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 654 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 900 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 954 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 966 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 967 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1000 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1006 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1022 $\mu\text{mole/g}$ 이상 및 약 1163 $\mu\text{mole/g}$ 이상으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1200 °C에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원 흡수를 가질 수 있다. 실시예에서, 본 조성물은 약 250 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 287 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 600 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 654 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 900 $\mu\text{mole/g}$ 이상,

약 954 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 966 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 967 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1000 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1006 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1022 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1163 $\mu\text{mole/g}$ 이상 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 약 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원 흡수를 가질 수 있다. 전형적으로, 조성물은 약 200 내지 약 1,500 $\mu\text{mole/g}$, 보다 전형적으로는 약 250 내지 1,200 $\mu\text{mole/g}$ 을 포함하며, 약 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 동안 하소 처리한 후에 승온환원 흡수를 가질 수 있다.

[0025] 본 발명의 실시예에 따라, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.55이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.58이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.59이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.67이상 및 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.99이상으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.55이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.58이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.59이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.67이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.99이상 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.5 내지 1.1인, 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 내지 0.99인, 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다.

[0026] 본 발명의 실시예에 따라, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.55이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.58이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.59이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.67이상 및 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.99이상으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.54 이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.55이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.58이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.59이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.67이상, H_2 소비/ CeO_2 의 몰비 약 0.99이상 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하며, 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 동안 하소 처리한 후 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다.

[0027] 본 발명의 실시예에 따라, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 1.9 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 2.4 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 2.9 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 3.6 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 3.9 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 4.0 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 4.1 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 4.5 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 4.6 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 5.3 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1100 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 24 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1100 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 27 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1100 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 28 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1100 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 29 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한 후 약 50 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 처리한

후 약 $50 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000°C 에서 하소 처리한 후 약 $53 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000°C 에서 하소 처리한 후 약 $54 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000°C 에서 하소 처리한 후 약 $55 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000°C 에서 하소 처리한 후 약 $58 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000°C 에서 하소 처리한 후 약 $60 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000°C 에서 하소 처리한 후 약 $63 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상을 가질 수 있다.

[0028]

실시예에서, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 1.9 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 2.4 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 2.9 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 3.6 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 3.9 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 4.0 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 4.1 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 4.5 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 4.6 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 5.3 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1100 °C에서 하소 처리한 후 약 24 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1100 °C에서 하소 처리한 후 약 246m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1100 °C에서 하소 처리한 후 약 27 m²/g이상, 산화 분위기에 서 10 시간 이상의 주기 동안 1100 °C에서 하소 처리한 후 약 28 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주 기 동안 1100 °C에서 하소 처리한 후 약 29 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000 °C에서 하소 처리한 후 약 50 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000 °C에서 하소 처리한 후 약 50 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000 °C에서 하소 처리한 후 약 53 m²/g이상, 산화 분위기 에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000 °C에서 하소 처리한 후 약 54 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000 °C에서 하소 처리한 후 약 55 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000 °C에 서 하소 처리한 후 약 58 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000 °C에서 하소 처리한 후 약 60 m²/g이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000 °C에서 하소 처리한 후 약 63 m²/g이상 및 이들 의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 및/또는 본질적으로 이로부터 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상을 가질 수 있다.

[0029]

실시예에서, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 1.0 내지 6.0 m²/g인 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상을 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 1.9 내지 5.2 m²/g인 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상을 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 1.0 내지 6.0 m²/g인 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상을 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 1.9 내지 5.2 m²/g인 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상을 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1100 °C에서 하소 처리한 후 약 20 내지 30 m²/g인 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상을 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1100 °C에서 하소 처리한 후 약 24 내지 29 m²/g인 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상을 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000 °C에서 하소 처리한 후 약 45 내지 70 m²/g인 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상을 가질 수 있다. 실시예에서,

[0030]

[0031]

[0032]

[0033]

- 11 -

예에서, 조성물은 2.00 cc/g 이상 및 1.30cc/g 중 하나의 총 공극부피를 가질 수 있고, 조성물 내에 포함된 하나 이상의 다른 회토류 산화물은 산화 란탄 및, 산화 이트륨 및 산화 네오디뮴 중 적어도 하나일 수 있다. 실시예에서, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 0.65 cc/g 이상, 1.00cc/g 및 1.4 cc/g 이상 중 하나의 총 공극부피를 가질 수 있고, 하나 이상의 다른 회토류 산화물은 산화 란탄 및, 산화 이트륨 및 산화 네오디뮴 중 적어도 하나일 수 있다. 실시예에서, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 0.6 cc/g 내지 약 2.00cc/g의 총 공극부피를 가질 수 있다. 실시예에서, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 0.65 cc/g 내지 약 2.00cc/g의 총 공극부피를 가질 수 있다.

[0034]

실시예에서, 조성물은 약 0.6 cc/g 내지 2.00cc/g 중 하나의 총 공극부피를 가질 수 있고, 조성물 내에 포함된 하나 이상의 다른 회토류 산화물은 산화 란탄 및, 산화 이트륨 및 산화 네오디뮴 중 적어도 하나일 수 있다. 실시예에서, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 0.6 cc/g 내지 약 2.00cc/g의 총 공극부피를 가질 수 있고, 조성물 내에 포함된 하나 이상의 다른 회토류 산화물은 산화 란탄 및, 산화 이트륨 및 산화 네오디뮴 중 적어도 하나일 수 있다. 실시예에서, 조성물은 약 0.65 cc/g 내지 2.00cc/g 중 하나의 총 공극부피를 가질 수 있고, 조성물 내에 포함된 하나 이상의 다른 회토류 산화물은 산화 란탄 및, 산화 이트륨 및 산화 네오디뮴 중 적어도 하나일 수 있다. 실시예에서, 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 처리한 후 약 0.65 cc/g 내지 2.00cc/g의 총 공극부피를 가질 수 있고, 조성물 내에 포함된 하나 이상의 다른 회토류 산화물은 산화 란탄 및, 산화 이트륨 및 산화 네오디뮴 중 적어도 하나일 수 있다.

[0035]

일부 실시 예에 따르면, 다음 중 두 가지 이상이 조성물에 해당될 수 있다: 상기 조성물은 약 0.65 cc/g 이상, 약 0.71 cc/g 이상, 약 0.85 cc/g 이상, 약 0.99 cc/g 이상, 약 1.00 cc/g 이상, 약 1.07 cc/g 이상, 약 1.11 cc/g 이상, 약 1.17 cc/g 이상, 약 1.30 cc/g 이상, 약 1.33 cc/g 이상, 약 1.40 cc/g 이상, 약 1.43 cc/g 이상, 약 1.46 cc/g 이상, 약 1.58 cc/g 이상, 약 1.67 cc/g 이상, 약 1.96 cc/g 이상, 약 2.00 cc/g 이상, 약 2.20 cc/g 이상, 약 2.33 cc/g 이상, 약 2.60 cc/g 이상, 약 3.00 cc/g 이상, 또는 약 3.23 cc/g 이상 및 이들의 조합으로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 총 공극부피를 가질 수 있다; 상기 조성물은 1000 °C에서 10 시간 동안 하소 이후에 약 250 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 287 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 600 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 654 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 900 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 954 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 966 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 967 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1000 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1006 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 약 1022 $\mu\text{mole/g}$ 이상, 또는 약 1163 $\mu\text{mole/g}$ 이상 및 이들의 조합으로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다; 또한 상기 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 $1.9 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 $2.4 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 $2.9 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 이상 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 $3.6 \text{ m}^2/\text{g}$, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 $3.9 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 $4.0 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 $4.1 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 $4.5 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 $4.6 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 $5.3 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 $24 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 $26 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 $27 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 $28 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 $29 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 $50 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 $53 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 $54 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 $55 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안

1000 ℃에서 하소 이후에 약 $58 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 ℃에서 하소 이후에 약 $60 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 또는 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 ℃에서 하소 이후에 약 $63 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상 및 이들의 조합으로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 하나 이상의 BET 및 겔보기 표면적을 가질 수 있다;

[0036]

일부 실시 예에 따르면, 다음 중 두 가지 이상이 조성물에 해당될 수 있다: 상기 조성물은 약 0.65 cc/g 이상, 약 0.71 cc/g 이상, 약 0.85 cc/g 이상, 약 0.99 cc/g 이상, 약 1.00 cc/g 이상, 약 1.07 cc/g 이상, 약 1.11 cc/g 이상, 약 1.17 cc/g 이상, 약 1.30 cc/g 이상, 약 1.33 cc/g 이상, 약 1.40 cc/g 이상, 약 1.43 cc/g 이상, 약 1.46 cc/g 이상, 약 1.58 cc/g 이상, 약 1.67 cc/g 이상, 약 1.96 cc/g 이상, 약 2.00 cc/g 이상, 약 2.20 cc/g 이상, 약 2.33 cc/g 이상, 약 2.60 cc/g 이상, 약 3.00 cc/g 이상, 또는 약 3.23 cc/g 이상 및 이들의 조합으로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 총 공극부피를 가질 수 있다; 상기 조성물은 1000 ℃ (및/또는 1100 및/또는 1200 ℃) 에서 10시간 동안 하소 이후에 약 0.54 이상 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 이상, 약 0.55 이상 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 , 약 0.58 이상 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 , 약 0.59 이상 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 , 약 0.67 이상 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 , 약 0.99 이상 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 및 이들의 조합으로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 수소 승온환원 감소 몰비 흡수를 가질 수 있다; 또한 상기 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 ℃에서 하소 이후에 약 $1.9 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 ℃에서 하소 이후에 약 $2.4 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 ℃에서 하소 이후에 약 $2.9 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 ℃에서 하소 이후에 약 $3.6 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 ℃에서 하소 이후에 약 $3.9 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 ℃에서 하소 이후에 약 $4.0 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 ℃에서 하소 이후에 약 $4.1 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 ℃에서 하소 이후에 약 $4.5 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 ℃에서 하소 이후에 약 $4.6 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 ℃에서 하소 이후에 약 $5.3 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 ℃에서 하소 이후에 약 $24 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 ℃에서 하소 이후에 약 $26 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 ℃에서 하소 이후에 약 $27 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 ℃에서 하소 이후에 약 $28 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 ℃에서 하소 이후에 약 $29 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 ℃에서 하소 이후에 약 $50 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 ℃에서 하소 이후에 약 $53 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 ℃에서 하소 이후에 약 $54 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 ℃에서 하소 이후에 약 $55 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 ℃에서 하소 이후에 약 $58 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 ℃에서 하소 이후에 약 $60 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상, 및 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 ℃에서 하소 이후에 약 $63 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상 및 이들의 조합으로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다.

[0037]

일부 실시 예에 따르면, 다음 중 두 가지 이상이 상기 조성물에 해당될 수 있다: 상기 조성물은 약 0.7 내지 약 3.5 cc/g 및 약 0.65 내지 약 3.20 cc/g 로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 총 공극부피를 가질 수 있다; 상기 조성물은 10 시간 동안 1000 ℃에서 하소 이후에 약 0.5 내지 약 1.1 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 및 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 로 이루어지는 군으로부터 선택된 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다; 또한 상기 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 ℃에서 하소 이후에 약 1.0 내지 약 $6.0 \text{ m}^2/\text{g}$, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 ℃에서 하소 이후에 약 1.9 내지 약 $5.2 \text{ m}^2/\text{g}$, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 ℃에서 하소 이후에 약 20 내지 약 $30 \text{ m}^2/\text{g}$, 산화 분위기

에서 10 시간의 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 24 내지 약 29 m²/g, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 45 내지 약 70 m²/g, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 50 내지 약 65 m²/g, 및 이들의 조합으로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다.

[0038] 일부 실시 예에 따르면, 다음 중 두 가지 이상이 조성물에 해당될 수 있다: 상기 조성물은 약 0.7 내지 약 3.5 cc/g 및 약 0.65 내지 약 3.20 cc/g로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 총 공극부피를 가질 수 있다; 상기 조성물은 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 200 내지 약 1,500 μmole/g, 보다 일반적으로 약 250 내지 약 1,200 μmole/g 로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 승온환원 흡수를 가질 수 있다; 또한 상기 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 1.0 내지 약 6.0 m²/g, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 1.9 내지 약 5.2 m²/g, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 20 m²/g to 약 30 m²/g, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 24 m²/g to 약 29 m²/g, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 45 m²/g to 약 70 m²/g, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 50 m²/g to 약 65 m²/g 및 이들의 조합으로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다.

[0039] 일부 실시 예에 따르면, 다음 중 두 가지 이상이 조성물에 해당될 수 있다: 상기 조성물은 약 0.65 cc/g 이상, 약 0.71 cc/g 이상, 약 0.85 cc/g 이상, 약 0.99 cc/g 이상, 약 1.00 cc/g 이상, 약 1.07 cc/g 이상, 약 1.11 cc/g 이상, 약 1.17 cc/g 이상, 약 1.30 cc/g 이상, 약 1.33 cc/g 이상, 약 1.40 cc/g 이상, 약 1.43 cc/g 이상, 약 1.46 cc/g 이상, 약 1.58 cc/g 이상, 약 1.67 cc/g 이상, 약 1.96 cc/g 이상, 약 2.00 cc/g 이상, 약 2.20 cc/g 이상, 약 2.33 cc/g 이상, 약 2.60 cc/g 이상, 약 3.00 cc/g 이상, 또는 약 3.23 cc/g 이상으로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 총 공극부피를 가질 수 있다; 상기 조성물은 약 250 μmole/g 이상, 약 287 μmole/g 이상, 약 600 μmole/g 이상, 약 654 μmole/g 이상, 약 900 μmole/g 이상, 약 954 μmole/g 이상, 약 966 μmole/g 이상, 약 967 μmole/g 이상, 약 1000 μmole/g 이상, 약 1006 μmole/g 이상, 약 1022 μmole/g 이상, 또는 약 1163 μmole/g 이상으로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있다; 또한 상기 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 1.9 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 2.4 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 2.9 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 3.6 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 3.9 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 4.0 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 4.1 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 4.5 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 4.6 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 5.3 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 24 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 26 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 27 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 28 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 29 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 50 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 53 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 54 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 55 m²/g 이상, 산

화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 58 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 60 m²/g 이상, 및 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 63 m²/g 이상으로 이루어지는 균 및/또는 필수적으로 이루어지는 균으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다.

[0040]

[illegible]

에 약 45 내지 약 70 m^2/g 에서 선택되는 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1000 $^{\circ}\text{C}$ (및/또는 1100 및/또는 1200 $^{\circ}\text{C}$)에서 하소 이후에 약 50 내지 약 65 m^2/g 에서 선택되는 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 3.00 cc/g 이상 및 2.00 cc/g 이상으로부터 이루어지는 균 및/또는 필수적으로 이루어지는 균에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 이후에 약 1.9 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 이후에 약 2.4 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 이후에 약 2.9 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 이후에 약 3.6 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 이후에 약 3.9 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 이후에 약 4.0 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 이후에 약 4.1 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 이후에 약 4.5 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 이후에 약 4.6 m^2/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소 이후에 약 5.3 m^2/g 이상 및 이들의 조합으로 이루어지는 균 및/또는 필수적으로 이루어지는 균에서 선택되는 하나 이상의 BET 및 겔보기 표면적을 가질 수 있다.

[0041]

일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 1.30 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 50 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 1.30 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 55 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 1.30 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 60 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 1.30 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 24 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 1.30 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 27 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 1.3 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 1.9 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 2.4 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 2.9 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 3.6 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 3.9 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 4.0 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 4.1 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 4.5 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 4.6 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 5.3 m²/g 이상, 및 이들의 조합으로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 하나 이상을 포함하는 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 1.30 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 1.0 내지 약 6.0 m²/g, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 1.9 내지 약 5.2 m²/g, 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 20 m²/g 내지 약 30 m²/g으로부터 선택되는 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 20 m²/g 내지 약 30 m²/g으로부터 선택되는 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1100 °C

서 하소 이후에 약 $24 \text{ m}^2/\text{g}$ 내지 약 $29 \text{ m}^2/\text{g}$ 으로부터 선택되는 BET 및 겉보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 1.30 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1000°C 에서 하소 이후에 약 $45 \text{ m}^2/\text{g}$ 내지 약 $70 \text{ m}^2/\text{g}$ 으로부터 선택되는 하나 이상의 BET 및 겉보기 표면적을 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1000°C 에서 하소 이후에 약 $50 \text{ m}^2/\text{g}$ 내지 약 $65 \text{ m}^2/\text{g}$ 으로부터 선택되는 하나 이상의 BET 및 겉보기 표면적을 가질 수 있다.

[0042]

일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 50 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 55 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 24 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 27 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 1.9 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 2.4 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 2.9 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 3.6 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 3.9 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 4.0 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 4.1 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 4.5 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 4.6 m²/g 이상, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 5.3 m²/g 이상, 및 이들의 조합으로 이루어지는 군 및/또는 필수적으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 하나 이상을 포함하는 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 1.0 m²/g 내지 약 6.0 m²/g, 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1200 °C에서 하소 이후에 약 1.9 내지 약 5.2 m²/g, 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 20 m²/g 내지 약 30 m²/g 으로부터 선택되는 하나 이상의 BET 및 겔보기 표면적을 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 24 m²/g 내지 약 29 m²/g 으로부터 선택되는 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간 이상의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 45 m²/g 내지 약 70 m²/g 으로부터 선택되는 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 산화 분위기에서 10 시간 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 50 m²/g 내지 약 65 m²/g 으로부터 선택되는 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다.

[0043]

일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 산화 분위기 이상에서 10 시간 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 1.00 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 50 m²/g의 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 산화 분위기 이상에서 10 시간 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 1.00 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 55 m²/g의 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 산화 분위기 이상에서 10 시간 주기 동안 1100 °C에서 하소 이후에 약 1.00 cc/g 이상의 총 공극부피 및 산화 분위기에서 10 시간의 주기 동안 1000 °C에서 하소 이후에 약 60 m²/g의 BET 및 겔보기 표면적을 하나 이상 가질 수 있다. 일부 실시 예에 따르면, 상기 조성물은 산화 분위기 이상에서 10

10시간 동안 하소 후 약 $24 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000°C 에서 10시간 하소 후에 약 250, 600 또는 $1000 \text{ }\mu\text{mole/g}$ 또는 이상 중 하나의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 1100°C , 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1100°C , 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 $27 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다.

[0080] 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000℃에서 10시간 하소 후에 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 또는 이상의 H₂ 소비/CeO₂ 몰비의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1000℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 50 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000℃에서 10시간 하소 후에 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 또는 이상의 H₂ 소비/CeO₂ 몰비의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1000℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 55 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000℃에서 10시간 하소 후에 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 또는 이상의 H₂ 소비/CeO₂ 몰비의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1000℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 60 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000℃에서 10시간 하소 후에 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 또는 이상의 H₂ 소비/CeO₂ 몰비의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1100℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 24 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000℃에서 10시간 하소 후에 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 또는 이상의 H₂ 소비/CeO₂ 몰비의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1100℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 27 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다.

[0081] 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000℃에서 10시간 하소 후에 약 0.54 내지 약 0.99의 H₂ 소비/CeO₂ 몰비의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1000℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 50 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000℃에서 10시간 하소 후에 약 0.54 내지 약 0.99의 H₂ 소비/CeO₂ 몰비의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1000℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 55 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000℃에서 10시간 하소 후에 약 0.54 내지 약 0.99의 H₂ 소비/CeO₂ 몰비의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1000℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 60 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000℃에서 10시간 하소 후에 약 0.54 내지 약 0.99의 H₂ 소비/CeO₂ 몰비의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1100℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 24 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000℃에서 10시간 하소 후에 약 0.54 내지 약 0.99의 H₂ 소비/CeO₂ 몰비의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 0.65 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1100℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 27 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다.

[0082] 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000℃에서 10시간 하소 후에 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 이상 중 하나의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 1100℃에서 10시간 동안 하소 후에 약 1.00 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1000℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 50 m^2/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000℃에서 10시간 하소 후에 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 이상 중 하나의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 1100℃에서 10시간 동안 하소 후에 약 1.00 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1000℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 55 m^2/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1000℃에서 10시간 하소 후에 약 250, 600 또는 1000 μ

수, 약 1.40 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1100℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 27 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다.

[0088]

일부 실시예에서, 상기 조성물은 1200℃에서 10시간 하소 후에 약 250, 600 또는 1000 μmole/g 또는 이상 중 하나의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 3.00 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1200℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 50 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1200℃에서 10시간 하소 후에 약 250, 600 또는 1000 μmole/g 또는 이상 중 하나의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 3.00 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1200℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 60 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1200℃에서 10시간 하소 후에 약 250, 600 또는 1000 μmole/g 또는 이상 중 하나의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 3.00 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1200℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 24 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 조성물은 1200℃에서 10시간 하소 후에 약 250, 600 또는 1000 μmole/g 또는 이상 중 하나의 승온환원에 따른 수소기체 흡수, 약 3.00 cc/g 이상의 총 공극부피, 및 1200℃, 산화 분위기에서 10시간 동안 하소 후 약 27 m²/g 이상의 BET 및 겔보기 표면적의 하나 이상을 가질 수 있다.

[0089]

일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 H₂소비/CeO₂ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 ℃에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 3.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 ℃에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 50 m²/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 H₂ 소비/CeO₂ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 ℃에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 3.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 ℃에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 60 m²/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 H₂소비/CeO₂ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 ℃에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 3.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 ℃에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 24 m²/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 H₂소비/CeO₂ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 ℃에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 3.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 ℃에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 27 m²/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다.

[0090]

일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H₂ 소비/CeO₂ 에서 10 시간 동안 1200 ℃에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 3.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 ℃에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 50 m²/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H₂소비/CeO₂ 에서 10 시간 동안 1200 ℃에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 3.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 ℃에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 55 m²/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H₂ 소비/CeO₂ 에서 10 시간 동안 1200 ℃에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수

하나 이상이 1200 ℃에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 27 m²/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다.

[0093] 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}C$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 2.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}C$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 50 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}C$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 2.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}C$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 55 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}C$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 2.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}C$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 60 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}C$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 2.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}C$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 24 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}C$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 2.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}C$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 27 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다.

[0094] 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 50 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 55 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 60 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 24 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 27 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다.

[0095] 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 H_2 소비/ CeO_2 중 하나에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소된 후에 약 50 m²/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 H_2 소비/ CeO_2 중 하나에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및

겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 ℃에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 55 m²/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 H₂소비/CeO₂ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 ℃에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 ℃에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 60 m²/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 H₂소비/CeO₂ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 ℃에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 ℃에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 24 m²/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 H₂소비/CeO₂ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 ℃에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 ℃에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 27 m²/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다.

[0096] 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $50\text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $55\text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $60\text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $24\text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.30 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $27\text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다.

[0097] 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 50 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 55 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 60 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소

된 후에 약 $24 \text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 $1000 \text{ } \mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $27 \text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다.

[0098] 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 $\text{H}_2\text{소비}/\text{CeO}_2$ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 50 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 $\text{H}_2\text{소비}/\text{CeO}_2$ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 55 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 $\text{H}_2\text{소비}/\text{CeO}_2$ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 60 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 $\text{H}_2\text{소비}/\text{CeO}_2$ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 24 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 $\text{H}_2\text{소비}/\text{CeO}_2$ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 27 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다.

[0099] 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $50\text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $55\text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $60\text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $24\text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 0.65 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $27\text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다.

[0100] 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안

0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}C$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}C$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 60 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}C$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}C$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 24 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}C$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.00 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}C$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 27 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다.

[0103] 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 50 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 55 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 60 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 24 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 250, 600 또는 1000 $\mu\text{mole/g}$ 또는 그 이상 중 어느 하나에서 10 시간 동안 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 27 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다.

[0104] 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 $\text{H}_2\text{소비}/\text{CeO}_2$ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 50 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 $\text{H}_2\text{소비}/\text{CeO}_2$ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 55 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 $\text{H}_2\text{소비}/\text{CeO}_2$ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 60 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59, 0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 $\text{H}_2\text{소비}/\text{CeO}_2$ 중 하나에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 24 m^2/g 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54, 0.55, 0.58, 0.59,

0.67, 0.99 몰비 또는 그 이상의 H_2 소비/ CeO_2 중 하나에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $27 \text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다.

[0105]

일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $50 \text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $55 \text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $60 \text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $24 \text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 0.54 내지 약 0.99 몰비의 H_2 소비/ CeO_2 에서 10 시간 동안 1200 °C에서 하소시킨 후에 승온환원에 따른 수소기체 흡수를 가질 수 있고, 총 공극부피가 약 1.40 cc/g 또는 그 이상이고 BET 및 겔보기 표면적 중 하나 이상이 1200 °C에서 10 시간 주기로 하소 된 후에 약 $27 \text{ m}^2/\text{g}$ 또는 그 이상의 산화 분위기에서 수행 될 수 있다.

[0106]

일 실시예에 따른 상기 조성물은 하나 이상의 다른 희토류 산화물을 함유 할 수 있다. 일 실시예에 따른 상기 하나 이상의 희토류 산화물은 산화 란탄일 수 있고 산화 이트륨 및 산화 네오디뮴 중 하나 또는 둘 모두 일 수 있다. 일 실시예에 따른 상기 하나 이상의 다른 희토류 산화물은 산화 란탄일 수 있고 산화 이트륨 및 산화 네오디뮴 중 하나 또는 둘 모두 일 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 1.5 내지 약 6 중량%의 산화 란탄을 함유 할 수 있다.

[0107]

일 실시예는 수용성 지르코늄 및 세륨 염을 임의로 세륨 이외의 하나 이상의 수용성 희토류 염과 적절한 비율로 결합시키는 단계를 포함하는 조성물을 제조하는 방법일 수 있다. 상기 방법은 수용성 지르코늄 및 세륨 염 및 세륨 이외의 임의의 하나 이상의 수용성 희토류 염을 증류된 탈 이온수에 용해시켜 금속 함유 용액을 형성하는 단계를 포함 할 수 있다. 상기 방법은 또한 금속 함유 용액에 과산화수소를 첨가하는 단계를 더 포함 할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 방법은 과산화수소를 금속 함유 용액에 첨가 한 후, 암모니아수와 같은 염기를 금속 함유 용액에 첨가하는 단계를 더 포함 할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 방법은 과산화수소를 금속 함유 용액에 첨가 한 후에, 금속 함유 용액에 암모니아수와 같은 염기를 첨가함으로써 적어도 금속 함유 용액의 대부분의 금속을 침전시키는 것을 포함 할 수 있고 또는 금속 함유 용액을 암모니아 수용액과 같은 염기에 첨가하거나 또는 금속 함유 용액과 암모니아수와 같은 염기를 동시에 첨가함으로써 수행 될 수 있다. 상기 방법은 또한 금속 함유 용액으로부터 침전된 금속을 분리하는 단계를 더 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 방법은 침전된 금속을 금속 함유 용액으로부터 분리한 후, 침전 된 금속을 증류된 탈 이온수로 먼저 세척한 후, 물 세척 이후에, 에탄올 또는 이소프로판올과 같은 알콜로 세척하는 것을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 세척된 침전된 금속은 에탄올 또는 이소프로판올과 같은 알콜에 분산되어 반응기에 충전될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 반응기를 충전한 후, 충전된 반응기를 불활성 기체로 가압하고 약 25 bar(약 150°C 에서)로 자동적으로 가압하기 전에, 충전된 반응기를 불활성 기체(예컨대, 아르곤 또는 질소)로 깨끗하게 할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 반응기를 자동적으로 가압한 후에, 상기 방법은 반응기를 약 150 °C의 온도로 가열하고 약 7 내지 약 10 bar로 유지하는 동안 반응기를 배기시키는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 실질적으로 모든 에탄올이 반응기 및 침전된 금속으로부터 배출될 때까지 반응기 온도를 150 °C로 유지하면서 가압된 반응기를 약 1 bar로 배출시키는 단계를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 방법은 반응기 및 침전된 금속으로부터의 모든 알콜을 충분히 배출시킨 후, 산화 분위기에서 약 5시간 동안 약 950 °C에서 침전된 금속을 하소시켜 상기 조성물을 형성하는 단

계를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 방법은 시험 및/또는 에이징을 위해 산화 분위기에서 약 10 시간 동안 상기 조성물을 각각 약 1000, 약 1100 또는 1200 °C 중 어느 하나에서 추가로 하소시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0108] 일 실시예에 따르면, 상기 조성물은 산화 세륨 이외의 하나 이상의 다른 희토류 산화물을 함유 할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 5 내지 약 20 중량%의 산화 세륨 이외의 하나 이상의 희토류 산화물을 함유할 수 있다.

[0109] 일 실시예에 따르면, 상기 산화 세륨 이외의 하나 이상의 다른 희토류 산화물은 산화 란탄일 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 1.5 내지 약 6 중량%의 산화 란탄을 함유할 수 있다.

[0110] 일 실시예에 따르면, 상기 조성물은 산화 세륨 또는 산화 이트륨 이외의 하나 이상의 다른 희토류 산화물을 함유할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 산화 세륨 또는 산화 이트륨 이외의 하나 이상의 다른 희토류 산화물을 약 0.1 내지 약 30 중량%로 함유할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 산화 세륨 또는 산화 이트륨 이외의 하나 이상의 다른 희토류 산화물을 약 5 내지 약 20 중량%로 함유할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 산화 세륨 또는 산화 이트륨 이외의 하나 이상의 다른 희토류 산화물을 약 4 내지 약 9 중량%로 함유할 수 있다.

[0111] 일 실시예에 따르면, 상기 조성물은 산화 지르코늄을 함유할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 1 내지 약 99 중량%의 산화 지르코늄을 함유할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 60 내지 약 85 중량%의 산화 지르코늄을 함유할 수 있다.

[0112] 일 실시예에 따르면, 상기 조성물은 산화 세륨을 함유할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 1 내지 약 99 중량%의 산화 세륨을 함유할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 약 5 내지 약 30 중량%의 산화 세륨을 함유할 수 있다.

[0113] 상술한 이점 및 다른 이점은 본 명세서에 포함된 양상, 실시예 및 구성의 개시로부터 명백할 것이다.

[0114] 본 명세서에 사용된 바와 같이, "적어도 하나", "하나 이상" 및 "및/또는"은 동작 중에 결합적 및 분리적 표현인 개방형 표현이다. 예를 들어, "A, B 및 C 중 적어도 하나", "A, B 또는 C 중 적어도 하나", "A, B 및 C 중 하나 이상", "A, B 또는 C" 및 "A, B 및/또는 C"는 A 단독, B 단독, C 단독, A 및 B 함께, A 및 C 함께, B 및 C 함께 또는 A, B 및 C 함께라는 것을 의미한다. 위의 표현에서 A, B 및 C 각각이 요소로 언급될 때, 예를 들어 X_1 - X_n , Y_1 - Y_m 및 Z_1 - Z_o 와 같은 X, Y 및 Z와 같은 종류의 요소, 구문은 X, Y 및 Z 중에서 선택된 단일 요소임을 의도하고, 동일한 종류(예: X_1 및 X_2)에서 선택된 요소의 조합은 물론 둘 이상의 종류(예: Y_1 및 Z_o)에서 선택된 요소의 조합임을 의미한다.

[0115] 용어 "a" 또는 "an"의 본체는 그 본체 중 하나 이상을 지칭한다는 점에 유의해야 한다. 이와 같이, 용어 "a" (또는 "an"), "하나 이상" 및 "적어도 하나"는 여기서 상호 교환적으로 사용될 수 있다. 용어 "포함하는", "함유하는" 및 "갖는"은 상호 교환적으로 사용될 수 있음에 유의해야 한다.

[0116] 여기에 사용된 "수단"이라는 용어는 35 USC, 112 섹션, 단락 6에 따라 가능한 가장 광범위하게 해석되어야 한다. 따라서 "수단"이라는 용어를 사용하는 청구항은 여기에 명시된 모든 구조, 및 그 등가물 전부를 포함한다. 또한, 구조, 재료 또는 동작 및 그 등가물은 본 발명의 요약서, 도면의 간략한 설명, 상세한 설명, 요약서 및 청구항 그 자체에 기재된 모든 것을 포함해야 한다.

[0117] 달리 명시하지 않는 한, 모든 성분 또는 조성물 수준은 해당 성분 또는 조성물의 활성 부분을 기준으로 하며, 예를 들어 그러한 성분 또는 조성물의 상업적으로 이용 가능한 자원에 존재할 수 있는 잔류 용매 또는 부산물과 같은 불순물을 제외한 것이다.

[0118] 모든 백분율 및 비율은 다르게 표시되지 않는 한 총 조성물 중량으로 계산된다.

[0119] 본 명세서 전반에 걸쳐 주어진 모든 최대 수치 제한은, 보다 작은 수치 제한이 본 명세서에 명시 적으로 기재된 것처럼, 보다 낮은 수치 제한을 각각 포함하는 것으로 간주된다. 본 명세서 전반에 걸쳐 주어진 모든 최소 수치 제한은, 보다 높은 수치 제한이 본 명세서에 명시적으로 기재된 것처럼, 보다 높은 모든 수치 제한을 대안으로 포함하는 것으로 간주된다. 본 명세서 전반에 걸쳐 제시된 모든 수치 범위는 보다 좁은 수치 범위가 모두 여기에 명시적으로 기재되어 있는 것처럼 더 넓은 수치 범위 내에 속하는 모든 것 보다 좁은 수치 범위를 포함하는 것으로 간주된다. 예를 들어, 약 2 내지 약 4의 문구는 정수 및/또는 정수가 약 2 내지 약 3, 약 3 내지 약 4,

및 실제 (예를 들어, 무리수 및/또는 유리수)수 (예를 들어, 약 2.1 내지 약 4.9, 약 2.1 내지 약 3.4 등) 일 수 있다.

[0120] 전술한 내용은 본 발명의 일부 양태를 이해하기 위한 개시의 단순화 된 요약이다. 이 요약은 개시 및 그 다양한 양상, 실시예 및 구성에 대한 포괄적이거나 포괄적인 개요가 아니다. 이는 본 발명의 핵심 또는 중요한 요소를 식별하거나 본 발명의 범위를 설명하는 것이 아니며, 아래에 제시된 보다 상세한 설명에 대한 소개로서 단순화 된 형태로 본 발명의 선택된 개념을 제공하는 것이 아니다. 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 다른 양태, 실시예 및 구성은 단독으로 또는 조합하여 전술한 특징 또는 이하에 상세하게 설명되는 특징 중 어느 하나 이상을 이용하여 가능하다. 또한, 개시는 예시적인 실시예와 관련하여 제시되지만, 본 발명의 개별적인 양태가 개별적으로 청구될 수 있음을 이해해야 한다.

[0121] 본 발명은 상기 요구를 다루는 특성을 갖는 조성물을 기재한다. 따라서, 본 발명의 목적은 크고 열적으로 안정적인 표면적, 높고 열적으로 안정적인 다공성, 큰 기공 개구, 높은 벌크 산소 이동도를 가지며, 가역적으로 환원되고 산화되어 세륨 및 지르코늄을 바탕으로 하는 산화물을 제공하고, 이러한 산화물의 합성 방법을 제공하는 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 조성물은 약 1000 °C에서 약 10 시간 동안 산화 분위기에서 하소시킨 후에 약 50 m²/g 이상일 수 있는 표면적을 갖는 입자의 형태일 수 있다. 일 실시예에서, 입자는 산화 분위기에서 약 1100 °C에서 약 10 시간 동안 하소시킨 후에 24 m²/g 이상의 표면적을 가질 수 있다.

[0122] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 조성물은 산화물을 포함할 수 있다. 상기 산화물은 입자 형태 일 수 있다. 또한, 상기 조성물은 약 1.33 cc/g 이상의 공극부피를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 상기 조성물은 산화 분위기에서 약 1100 °C에서 약 10 시간 동안 하소한 후 약 0.65 cc/g 이상의 공극부피를 가질 수 있다.

[0123] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 산화물은 입자 형태일 수 있다. 일 실시예에서, 상기 입자는 기공을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 상기 기공 개구부는 약 130Å 내지 약 1000Å 일 수 있다. 일 실시예에서, 상기 기공 개구부는 산화 분위기에서 약 1100 °C에서 약 10 시간 동안 하소한 후에 약 200Å 내지 약 2μm 일 수 있다. 통상적으로, 상기 기공 개구부는 양방향 분포를 가질 수 있다. 제 1 모드는 약 100Å 내지 약 1000Å의 중간 값을 가질 수 있다. 제 2 모드는 다소 넓을 수 있고 약 1.2 μm 내지 약 2.5 μm의 중간 값을 가질 수 있다. 보다 통상적으로, 기공 개구부는 산화 분위기에서 약 1100 °C에서 약 10 시간 동안 하소한 후에 200Å 내지 1μm의 중간 값을 가질 수 있다.

[0124] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 산화물은 산화 세륨(IV)을 함유할 수 있는 형태의 입자일 수 있다. 또한, 상기 산화 세륨(IV)은 승온환원(TPR)에 의해 측정될 때 약 0.5 이상의 H₂/CeO₂의 소비 비율을 가질 수 있다.

[0125] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 산화물은 약 400 °C 미만의 온도에서 (H₂) 승온환원 성분을 가질 수 있는 형태의 입자일 수 있다. 또한, 상기 산화물은 약 400 °C 이상의 온도에서 수소(H₂) 승온환원 성분값을 가질 수 있다.

[0126] 본 발명의 일 실시예는 상기 조성물을 제조하는 방법일 수 있다. 통상적으로, 상기 조성물은 둘 이상의 금속 산화물을 포함할 수 있다. 상기 방법은 적당한 교반 하에 수용성 염과 2종 이상의 금속을 염기와 혼합하여 침전물을 얻는 단계를 포함할 수 있다. 상기 2종 이상의 금속의 수용성 염은 2 종 이상의 금속 염의 임의의 형태 일 수 있다. 통상적으로, 각각의 상기 2종 이상의 금속 염은 약 2 g/L 초과와 수용해도를 갖는다. 보다 통상적으로, 각각의 상기 2종 이상의 금속 염은 약 5 g/L 초과와 수용해도, 또는 더욱 통상적으로 약 10 g/L 초과와 수용해도를 갖는다. 더욱이, 통상적으로 둘 이상의 금속 염은 질산염을 포함한다. 상기 방법은 수득된 침전물을 세척하는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 상기 방법은 알코올 용액에 침전물을 분산시켜 알코올 분산액을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 방법은 알코올 분산액을 반응기에 충전하는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 상기 방법은 반응기 내에 함유된 알코올 분산액의 온도 및 압력 중 하나 또는 둘 모두를 상승시키는 단계를 포함할 수 있다. 통상적으로, 알코올 분산액은 약 150 °C 이상의 온도로 상승되고 약 1bar 이상의 압력으로 상승된다. 상기 방법의 일 실시예는 온도를 유지하면서 압력을 대기압으로 감소시키는 단계를 포함한다. 본 발명의 일 실시예는 온도를 감소시키는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 상기 방법은 신선한 조성물을 회수하는 단계를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 방법은 상기 신선한 조성물을 하소하는 단계를 포함할 수 있다. 통상적으로, 상기 신선한 조성물은 약 300 °C 이상의 온도에서 하소될 수 있다. 보다 통상적으로, 상기 신선한 조성물은 산화 분위기, 환원 분위기, 불활성 분위기 또는 이들 대기 분위기의 연속적인 조합 중 어느 하나 하에서 약 300 °C 이상의 온도에서 하소될 수 있다.

- [0127] 본 발명의 본질 및 목적은 설명의 목적으로만 제공되고 청구항에 의해 정의된 발명을 제한하지 않는 다음의 실시예에 의해 더 설명된다. 하기 실시예는 본 발명의 특정 양상, 실시 양태 및 구성을 설명하기 위해 제공되며, 첨부된 청구항에 기재된 바와 같이 본 발명에 대한 제한으로 해석되어서는 안된다. 달리 명시되지 않는 한 모든 부분 및 백분율은 중량 기준이다.
- [0128] 실시예 1 : 60 중량% ZrO_2 ; 30 중량% CeO_2 ; 6 중량% La_2O_3 ; 4 중량%의 Y_2O_3 .
- [0129] 약 60 중량% ZrO_2 , 약 30 중량% CeO_2 , 약 6 중량% La_2O_3 , 및 약 4 중량% Y_2O_3 에 해당하는 산화물 조성을 갖는 혼합 산화물을 하기 방법으로 합성하였다. 질산 지르코닐, 질산 세륨(III), 질산 란탄 및 질산 이트륨을 적절한 비율로 혼합하여 지르코늄, 세륨, 란탄 및 이트륨의 목표 원소 조성을 달성하였다. 이어서 증류된 탈 이온수를 첨가하여 금속의 총 산화물 기준 상대 농도가 약 100g/L 가 되도록 하였다. 이후, 약 10ml의 과산화수소 (H_2O_2 , 약 32 중량%)를 용액에 첨가하였다. 이어서, 이 용액을 암모니아수 (약 4.5 몰농도의 NH_4OH 약 1000 ml)의 연속적으로 교반된 용액에 천천히 첨가하였다. 반응 온도는 약 25 °C 로 유지하였다. 그 후 생성된 침전물을 여과하고 55 °C에서 증류된 탈 이온수로 철저히 세척하였다. 여과된 고형물을 약 1200 ml의 에탄올 (약 99 %)로 세척하였다. 이 마지막 단계 후에, 고체를 여과하고 에탄올 (약 99 %) 중에 교반된 Parr 반응기(모델 번호 4530)에서 총 부피 약 675 ml로 분산시켰다. 이어서 생성된 슬러리를 함유하는 반응기를 아르곤으로 완전히 세척하였다. 이 세척 단계 후에, 반응기를 아르곤으로 약 10 bar로 가압하였다. 이어서, 자동적으로 생성된 압력이 약 25 bar (약 150 °C의 온도에서)에 도달할 때까지 반응기를 가열하고, 반응기 압력을 배기에 의해 낮추고, 가열하면서 배출하여 약 150°C 온도로 지속되는 동안 약 7 내지 약 10 bar로 유지시켰다. 이 때, 반응기 압력은 약 1 bar로 배출됨으로써 낮추었고, 모든 에탄올이 물질 및 반응기로부터 충분히 제거될 때까지 약 150 °C의 온도로 가열을 유지하였다. 이어서, 반응기를 실온으로 냉각시키고 생성된 분말 물질을 약 5시간 동안 공기 중에서 약 950 °C에서 하소시켰다. 생성된 물질은 신선한 상태의 물질로 정의된다. 이어서, 신선한 물질을 공기 중에서 약 10 시간 동안 각각 약 1000, 약 1100 또는 약 1200 °C (표 참조) 중 어느 하나에서 시험(에이징 조건으로 정의됨)을 위해 추가로 하소시켰다.
- [0130] 실시예 2: 60 중량% ZrO_2 ; 30 중량% CeO_2 ; 6 중량% La_2O_3 ; 4 중량% Y_2O_3 .
- [0131] 약 60 중량% ZrO_2 , 약 30 중량% CeO_2 , 약 6 중량% La_2O_3 , 및 약 4 중량% Y_2O_3 의 산화물 등가물의 조성물을 포함하는 혼합 산화물이 다음의 방법으로 제조되었다.
- [0132] 지르코닐 니트레이트, 세륨(III) 니트레이트, 란타넘 니트레이트 및 이트륨 니트레이트의 용액이 적절한 비율로 혼합되어 원하는 지르코늄, 세륨, 란타넘 및 이트륨의 원소 조성물을 얻었다.
- [0133]
- [0134] 그 후, 증류된 탈염수가 추가되어 약 100 그램/리터의 금속의 총 산소 기초 상대 농도를 얻었다. 이와 같은 조절 후, 약 10 ml의 과산화 수소(H_2O_2 , 약 32 중량%)가 용액에 추가되었다. 이와 같은 용액은 그 후 천천히 연속적으로 교반되는 암모니아수(약 4.5 몰농도의 NH_4OH 약 1000 ml)에 첨가되었다.
- [0135] 반응 온도는 약 25 °C로 유지되었다. 결과 침전물은 그 후 필터링 되었고, 약 55 °C에서 증류된 탈염수에 의하여 전체적으로 세척되었다. 필터된 고체는 그 후 약 1200 ml의 에탄올(약 99 %)로 세척되었다. 이 마지막 단계 이후, 고체는 필터링되고 에탄올(약 99 %)에 분산되어, 교반 Parr 반응기 모델번호 4530 내에서 총 부피가 약 675 ml였다.
- [0136] 결과 슬러리를 포함하는 반응기는 그 후 아르곤으로 충분히 퍼징되었다. 이와 같은 퍼징 단계 이후, 반응기는 아르곤으로 약 10 bar로 가압되었다. 이어서, 반응기는 스스로 형성된 압력이 최대 약 30 bar(약 180 °C에서)에 도달할 때, 보다 구체적으로는 약 20 내지 25 bar(약 180 °C에서)에 도달할때까지 가열되었고, 그 시점에서, 반응기 압력은 벤팅(venting)에 의하여 낮춰지고, 약 180 °C의 온도를 지속적으로 유지하기 위하여 가열되면서 약 17 내지 25 bar의 압력으로 유지되었다.
- [0137] 그 시점에, 반응기는 1 bar로 벤트되었고, 모든 에탄올이 물질과 반응기로부터 충분히 제거될때까지 가열은 계속되고 180 °C의 온도로 유지되었다. 반응기는 그 후 실온으로 냉각되었고, 결과 분말 물질은 약 5시간동안 공기중에서 약 950 °C로 하소되었다. 결과 물질은 새로운 상태의 물질로 정의된다. 상기 새로운 상태의 물질은 그 후 테스트를 위하여 약 10 시간동안 공기중에서 약 1000, 약 1100, 및 약 1200 °C 중 하나의 온도에서

더 하소되었다(표 참조, 에이징 조건으로 정의됨.).

[0138] 실시예 3: 60 중량% ZrO_2 ; 30 중량% CeO_2 ; 6 중량% La_2O_3 ; 4 중량% Y_2O_3 .

[0139] 약 60 중량% ZrO_2 , 약 30 중량% CeO_2 , 약 6 중량% La_2O_3 , 및 약 4 중량% Y_2O_3 의 등가 산화물의 조성물을 포함하는 혼합 산화물이 다음의 방법으로 제조되었다.

[0140] 지르코닐 니트레이트, 세륨(III) 니트레이트, 란타넘 니트레이트 및 이트륨 니트레이트의 용액이 적절한 비율로 혼합되어 지르코늄, 세륨, 란타넘 및 이트륨의 원하는 원소 조성물을 얻었다. 증류된 탈염수가 그 후 추가되어 약 100 그램/리터의 금속의 총 산화물 기초 상대 농도를 얻었다.

[0141] 이와 같은 조절 후, 약 10 ml의 과산화수소(H_2O_2 , 약 32 중량%)가 용액에 추가되었다. 이와 같은 용액은 그 후 연속적으로 교반되는 암모니아수(약 4.5 몰농도의 NH_4OH 약 1000 ml) 용액에 천천히 추가되었다. 반응 온도는 약 25 °C로 유지되었다. 결과 침전물은 그 후 필터링되고, 약 55 °C에서 증류된 탈염수로 충분히 세척되었다. 필터링된 고체는 그 후 약 1200 ml의 에탄올(약 99 %)로 세척되었다.

[0142] 이 단계 이후, 고체는 필터링되고, 에탄올(약 99 %)에 분산되어, 교반되는 Parr 반응기 모델번호 45340에서 총 부피가 약 675 ml가 되었다. 결과물 슬러리를 포함하는 반응기는 그 후 아르곤으로 충분히 퍼징되었다. 이와 같은 퍼징 단계 이후에, 반응기는 아르곤으로 약 10 bar로 가압되었다. 이어서, 반응기는 스스로 생성된 압력이 최대 약 50 bar(약 200 °C에서), 보다 구체적으로는 약 40 내지 약 50 bar(약 200 °C에서)에 도달할 때까지 가열되었고, 그 시점에, 반응기 압력은 벤팅에 의하여 낮춰지고, 온도가 약 200 °C로 유지되기 위하여 가열하면서, 벤팅에 의하여 압력은 약 25 내지 약 35 bar로 유지되었다.

[0143] 그 시점에, 반응기는 약 1 bar로 벤팅되었고, 가열은 지속되어, 온도는 모든 에탄올이 물질과 반응기에서 충분히 제거될 때까지 약 200 °C로 유지되었다. 반응기는 그 후 실온으로 냉각되었고, 결과 분말 물질은 약 5시간 동안 공기중에서 약 950 °C로 하소되었다. 결과 물질은 새로운 상태의 물질로 정의된다. 상기 새로운 상태의 물질은 그 후 테스트를 위하여 약 10 시간동안 공기중에서 약 1000, 약 1100, 및 약 1200 °C 중 하나의 온도에서 더 하소되었다(표 참조, 에이징 조건으로 정의됨.).

[0144] 실시예 4: 72.2 중량% ZrO_2 ; 20.8 중량% CeO_2 ; 1.7 중량% La_2O_3 ; 5.3 중량% Nd_2O_3 .

[0145] 약 72.2 중량% ZrO_2 , 약 20.8 중량% CeO_2 , 약 1.7 중량% La_2O_3 , 및 약 5.3 중량% Nd_2O_3 의 등가 산화물의 조성물을 포함하는 혼합 산화물이 다음의 방법으로 제조되었다.

[0146] 지르코닐 니트레이트, 세륨(III) 니트레이트, 란타넘 니트레이트 및 네오디뮴 니트레이트의 용액이 적절한 비율로 혼합되어 원하는 지르코늄, 세륨, 란타넘 및 네오디뮴의 원소 조성물을 얻었다.

[0147] 그 후, 증류된 탈염수가 추가되어 약 100 그램/리터의 금속의 총 산소 기초 상대 농도를 얻었다. 이와 같은 조절 후, 약 7 ml의 과산화 수소(H_2O_2 , 약 32 중량%)가 용액에 추가되었다. 이와 같은 용액은 그 후 천천히 연속적으로 교반되는 암모니아수(약 4.5 몰농도의 NH_4OH 약 1000 ml)에 첨가되었다.

[0148] 반응 온도는 약 25 °C로 유지되었다. 결과 침전물은 그 후 필터링 되었고, 약 55 °C에서 증류된 탈염수에 의하여 전체적으로 세척되었다. 필터된 고체는 그 후 약 1200 ml의 에탄올(약 99 %)로 세척되었다. 이 마지막 단계 이후, 고체는 필터링되고 에탄올(약 99 %)에 분산되어, 교반 Parr 반응기 모델번호 4530 내에서 총 부피가 약 675 ml였다.

[0149] 결과 슬러리를 포함하는 반응기는 그 후 아르곤으로 충분히 퍼징되었다. 이와 같은 퍼징 단계 이후, 반응기는 아르곤으로 약 10 bar로 가압되었다. 이어서, 반응기는 스스로 형성된 압력이 약 140 bar에 도달할 때까지 가열되었고, 그 시점에, 약 300 °C의 온도로 연속적으로 가열되면서 반응기 압력은 벤팅에 의하여 약 130 내지 140 bar로 유지되었다. 그 시점에, 반응기는 약 1 bar로 벤팅되었고, 모든 에탄올이 물질과 반응기에서 제거될 때까지 연속적으로 가열되었다. 반응기는 그 후 실온으로 냉각되었고, 결과 분말 물질은 약 5시간동안 공기중에서 약 950 °C로 하소되었다. 결과 물질은 새로운 상태의 물질로 정의된다. 상기 새로운 상태의 물질은 그 후 테스트를 위하여 약 10 시간동안 공기중에서 약 1000, 약 1100, 및 약 1200 °C 중 하나의 온도에서 더 하소되었다(표 참조, 에이징 조건으로 정의됨.).

[0150] 실시예 5: 60 중량% ZrO_2 ; 30 중량% CeO_2 ; 6 중량% La_2O_3 ; 4 중량% Y_2O_3 .

- [0151] 원소 조성물을 얻을 때 네오디뮴 니트레이트 대신 이트륨 니트레이트를 사용하는 것으로 달리한 것을 제외하고 실시 예 4와 같은 방법을 수행하여 약 60 중량% ZrO_2 , 30 중량% CeO_2 , 6 중량% La_2O_3 , 및 약 4 중량% Y_2O_3 의 산화물 등가물의 조성물을 포함하는 혼합된 산화물을 제조하였다. 평가는 표에 기재되었다.
- [0152] 실시예 6: 84 중량% ZrO_2 ; 5 중량% CeO_2 ; 2.5 중량% La_2O_3 ; 8.5wt % Nd_2O_3 .
- [0153] 약 84 중량% ZrO_2 , 약 5 중량% CeO_2 , 약 2.5 중량% La_2O_3 , 및 약 8.5 중량% Nd_2O_3 의 산화물 등가물의 조성물을 포함하는 혼합된 산화물이 실시예 4와 동일한 방법으로 제조되었다. 평가는 표에 기재되었다.
- [0154] 실시예 7: 40 중량% ZrO_2 ; 50 중량% CeO_2 ; 5 중량% La_2O_3 ; 5 중량% Y_2O_3 .
- [0155] 원소 조성물을 얻을 때 네오디뮴 니트레이트 대신 이트륨 니트레이트를 사용하는 것으로 달리한 것을 제외하고 약 40% ZrO_2 , 약 50 중량% CeO_2 , 약 5 중량% La_2O_3 , 및 약 5 중량% Y_2O_3 의 산화물 등가물의 조성물을 포함하는 혼합 산화물을 제조하였다. 평가는 표에 기재되었다.
- [0156] 실시예 8: 60 중량% ZrO_2 ; 30 중량% CeO_2 ; 6 중량% La_2O_3 ; 4 중량% Y_2O_3 .
- [0157] 약 60 중량% ZrO_2 , 약 30 중량% CeO_2 , 약 6 중량% La_2O_3 , 및 약 4 중량% Y_2O_3 의 등가 산화물의 조성물을 포함하는 혼합 산화물이 다음의 방법으로 제조되었다.
- [0158] 지르코닐 니트레이트, 세륨(III) 니트레이트, 란타넘 니트레이트 및 이트륨 니트레이트의 용액이 적절한 비율로 혼합되어 원하는 지르코늄, 세륨, 란타넘 및 이트륨의 원소 조성물을 얻었다.
- [0159] 그 후, 증류된 탈염수가 추가되어 약 100 그램/리터의 금속의 총 산소 기초 상대 농도를 얻었다. 이와 같은 조절 후, 약 10 ml의 과산화 수소(H_2O_2 , 약 32 중량%)가 용액에 추가되었다. 이와 같은 용액은 그 후 천천히 연속적으로 교반되는 암모니아수(약 4.5 몰농도의 NH_4OH 약 1000 ml)에 첨가되었다.
- [0160] 반응 온도는 약 25 °C로 유지되었다. 결과 침전물은 그 후 필터링 되었고, 약 55 °C에서 증류된 탈염수에 의하여 전체적으로 세척되었다. 필터된 고체는 그 후 약 1200 ml의 에탄올(약 70 %)로 세척되었다. 이 마지막 단계 이후, 고체는 필터링되고 에탄올(약 70 %)에 분산되어, 교반 Parr 반응기 모델번호 4530 내에서 총 부피가 약 675 ml였다.
- [0161] 결과 슬러리를 포함하는 반응기는 그 후 아르곤으로 충분히 퍼징되었다. 이와 같은 퍼징 단계 이후, 반응기는 아르곤으로 약 10 bar로 가압되었다. 이어서, 반응기는 스스로 형성된 압력이 약 140 bar에 도달할 때까지 가열되었고, 그 시점에, 약 300 °C의 온도로 연속적으로 가열되면서 반응기 압력은 벤팅에 의하여 약 130 내지 140 bar로 유지되었다. 그 시점에, 반응기는 약 1 bar로 벤팅되었고, 모든 에탄올이 물질과 반응기에서 제거 될 때까지 연속적으로 가열되었다. 반응기는 그 후 실온으로 냉각되었고, 결과 분말 물질은 약 5시간동안 공기중에서 약 950 °C로 하소되었다. 결과 물질은 새로운 상태의 물질로 정의된다. 상기 새로운 상태의 물질은 그 후 테스트를 위하여 약 10 시간동안 공기중에서 약 1000, 약 1100, 및 약 1200 °C 중 하나의 온도에서 더 하소되었다(표 참조, 에이징 조건으로 정의됨.).
- [0162] 실시예 9: 60 중량% ZrO_2 ; 30 중량% CeO_2 ; 6 중량% La_2O_3 ; 4 중량% Y_2O_3 .
- [0163] 약 60 중량% ZrO_2 , 약 30 중량% CeO_2 , 약 6 중량% La_2O_3 , 및 약 4 중량% Y_2O_3 의 등가 산화물의 조성물을 포함하는 혼합 산화물이 다음의 방법으로 제조되었다.
- [0164] 지르코닐 니트레이트, 세륨(III) 니트레이트, 란타넘 니트레이트 및 이트륨 니트레이트의 용액이 적절한 비율로 혼합되어 원하는 지르코늄, 세륨, 란타넘 및 이트륨의 원소 조성물을 얻었다.
- [0165] 그 후, 증류된 탈염수가 추가되어 약 100 그램/리터의 금속의 총 산소 기초 상대 농도를 얻었다. 이와 같은 조절 후, 약 10 ml의 과산화 수소(H_2O_2 , 약 32 중량%)가 용액에 추가되었다. 이와 같은 용액은 그 후 천천히 연속적으로 교반되는 암모니아수(약 4.5 몰농도의 NH_4OH 약 1000 ml)에 첨가되었다.
- [0166] 반응 온도는 약 25 °C로 유지되었다. 결과 침전물은 그 후 필터링 되었고, 약 55 °C에서 증류된 탈염수에 의하여 전체적으로 세척되었다. 필터된 고체는 그 후 약 1200 ml의 에탄올(약 99 %)로 세척되었다. 이 마지막 단계 이후, 고체는 필터링되고 에탄올(약 99 %)에 분산되어, 교반 Parr 반응기 모델번호 4530 내에서 총 부피가

약 675 ml였다.

[0167] 결과 슬러리를 포함하는 반응기는 그 후 아르곤으로 충분히 퍼징되었다. 이와 같은 퍼징 단계 이후, 반응기는 아르곤으로 약 10 bar로 가압되었다. 이어서, 반응기는 스스로 형성된 압력이 약 140 bar에 도달할 때까지 가열되었고, 그 시점에, 약 300 °C의 온도로 연속적으로 가열되면서 반응기 압력은 벤팅에 의하여 약 130 내지 140 bar로 유지되었다. 그 시점에, 반응기는 약 1 bar로 벤팅되었고, 모든 에탄올이 물질과 반응기에서 제거될 때까지 연속적으로 가열되었다. 반응기는 그 후 실온으로 냉각되었고, 결과 분말 물질은 약 5시간동안 공기중에서 약 950 °C로 하소되었다. 결과 물질은 새로운 상태의 물질로 정의된다. 상기 새로운 상태의 물질은 그 후 테스트를 위하여 약 10 시간동안 공기중에서 약 1000, 약 1100, 및 약 1200 °C 중 하나의 온도에서 더 하소되었다(표 참조, 에이징 조건으로 정의됨.).

[0168] 실시예 10: 60 중량%ZrO₂; 30 중량%CeO₂; 6 중량% La₂O₃; 4 중량% Y₂O₃

[0169] 약 60 중량% ZrO₂, 약 30 중량% CeO₂, 약 6 중량% La₂O₃, 및 약 4 중량% Y₂O₃의 등가 산화물의 조성물을 포함하는 혼합 산화물이 다음의 방법으로 제조되었다.

[0170] 지르코닐 니트레이트, 세릭 암모늄 니트레이트, 란타넘 니트레이트 및 이트륨 니트레이트의 용액이 적절한 비율로 혼합되어 원하는 지르코늄, 세륨, 란타넘 및 이트륨의 원소 조성물을 얻었다.

[0171] 그 후, 증류된 탈염수가 추가되어 약 100 그램/리터의 금속의 총 산소 기초 상대 농도를 얻었다. 이와 같은 조절 후, 약 10 ml의 과산화 수소(H₂O₂, 약 32 중량%)가 용액에 추가되었다. 이와 같은 용액은 그 후 천천히 연속적으로 교반되는 암모니아수(약 4.5 몰농도의 NH₄OH 약 1000 ml)에 첨가되었다.

[0172] 반응 온도는 약 25 °C로 유지되었다. 결과 침전물은 그 후 필터링 되었고, 약 55 °C에서 증류된 탈염수에 의하여 전체적으로 세척되었다. 필터된 고체는 그 후 약 1200 ml의 에탄올(약 99 %)로 세척되었다. 이 마지막 단계 이후, 고체는 필터링되고 에탄올(약 99 %)에 분산되어, 교반 Parr 반응기 모델번호 4530 내에서 총 부피가 약 675 ml였다.

[0173] 결과 슬러리를 포함하는 반응기는 그 후 아르곤으로 충분히 퍼징되었다. 이와 같은 퍼징 단계 이후, 반응기는 아르곤으로 약 10 bar로 가압되었다. 이어서, 반응기는 스스로 형성된 압력이 약 140 bar에 도달할 때까지 가열되었고, 그 시점에, 약 300 °C의 온도로 연속적으로 가열되면서 반응기 압력은 벤팅에 의하여 약 130 내지 140 bar로 유지되었다. 그 시점에, 반응기는 약 1 bar로 벤팅되었고, 모든 에탄올이 물질과 반응기에서 제거될 때까지 연속적으로 가열되었다. 반응기는 그 후 실온으로 냉각되었고, 결과 분말 물질은 약 5시간동안 공기중에서 약 950 °C로 하소되었다. 결과 물질은 새로운 상태의 물질로 정의된다. 상기 새로운 상태의 물질은 그 후 테스트를 위하여 약 10 시간동안 공기중에서 약 1000, 약 1100, 및 약 1200 °C 중 하나의 온도에서 더 하소되었다(표 참조, 에이징 조건으로 정의됨.).

[0174] 도 1은 약 100 내지 1100 °C의 온도범위에서의 승온환원에 의한 H₂ 성분을 보여준다; 300 내지 500 °C 사이에서 두 요소는 명확하고, 하나의 요소는 400 °C 이하에서이고, 다른 하나는 400 °C 초과에서이다.

[0175] 공극률과 총 공극부피는 Micromeritics Autopore IV 9500 시스템을 이용하여 측정되었다. ASTM 국제 테스트 방법 D 4284-07에 개시되어 있는 방법을 따랐다; 시편 크기는 0.5 그램이었고, 수은 접촉각은 130 ° 였고, 수은 표면장력은 0.485 N/m(4845 d/cm)였다. 최적의 압력증가는 10 초/스텝의 드웰 타임(dwelling time)을 갖는 스텝 형태의 증가였다. 추가적인 세부사항은 이하와 같다. 실시예 1의 결과물인 새로운 상태 물질의 누적 공극부피 분포의 그래프적 예시는 도 2에 도시되었다. 이는 실시예 1의 새로운 상태 물질을 위한 누적 및 미분 공극부피 분포를 보여준다.

[0176] 물질의 겉보기 표면적은 Micromeritics ASAP 2000 시스템 및 질소를 약 77 켈빈에서 사용하여 결정되었다. 한가지 예외를 제외하고는 ASTM 국제 테스트 방법 D 3663-03(2008에 재승인)에 개시된 방법을 사용하였다. "BET 표면적" 결정은 마이크로 공극률을 갖는 물질에 대해서는 불가능하다는 것은 당업자에게 자명하다. 표면적이 근사값이라는 점을 고려하여, 보고된 값은 "BET 표면적"이 아니라 "겉보기 표면적"으로 표시한다. 일반적으로 수용되는 공정과 부합되게, 겉보기 표면적의 결정, BET 수식의 적용은 수식의 n_a(1 - P/Po)가 P/Po와 함께 연속적으로 증가하는 압력범위에 한정되었다. 시료의 가스 배출은 약 2 시간동안 약 300 °C에서 질소 하에서 수행되었다.

표 1

실시예	총 공극부피 (cc/g)		수소 TPR 신호 적분영역 (100° - 1000 °C)		10시간 하소 후 겔보기 표면적 (m ² /g)		
	재료온 상태	1100 °C/10시 간	H ₂ 소비 적분 (?mol/g)	H ₂ 소비/CeO ₂ 몰비	1000 °C	1100 °C	1200°C
1	1.33	0.65	1022	0.59	54	24	1.9
2	1.43	0.71	966	0.55	53	27	2.4
3	1.67	0.85	967	0.55	55	27	2.9
4	1.96	0.99	654	0.54	54	28	3.9
5	2.00	1.58	950	0.55	58	28	4
6	2.20	1.11	287	0.99	54	29	4.6
7	2.33	1.07	1163	0.67	55	26	3.6
8	2.60	1.17			63	28	4.1
9	3.23	1.46	1006	0.58	60	27	4.5
10		1.19	934	0.54	58	28	5.2

[0177]

[0178]

각 시료의 환원은 Altamira Instruments AMI-390 승온환원(Temperature programmed reduction, TPR) 장치를 사용하고, 공기를 산화 가스로, 수소를 환원가스로 사용하여 수행되었다. 시스템은 베이스라인 물질로 알루미늄나 상에서 1% Co₃O₄ 상에서 1 % Re를 사용하여 보정되었다.

[0179]

사용된 측정 절차는 다음과 같다. 우선, 에이징된 1000 °C 샘플 0.05 그램이 TPR 장치 시료관에 놓여졌다. 시료관은 그 후 장치와 연결되고, 시료는 15 분동안 25 cc/분으로 O₂/He(10:90 부피%)가 흐르는 환경에서 400 °C에서 선-산화되었다. 이와 같은 처리 후에, 시료는 동일한 가스 흐름 환경에서 냉각되었다. 약 100 °C까지 냉각된 후, 가스의 흐름은 25 cc/분의 유속을 갖는 H₂/Ar 혼합(5:95 부피%)으로 변경되었다. TCD 검출기로 시스템 출력 사항을 모니터링하면서 동시에 온도는 10 °C/분의 속도로 1000 °C까지 올라갔다. 시료에서 CeO₂ 물 등가물에 대한 H₂의 총 소비가 계산된다.

[0180]

개시 내용의 수많은 변경 및 수정이 사용될 수 있다. 다른 것을 제공하지 않고도 개시 내용의 특정 구성을 제공하는 것이 가능할 수 있다. 다양한 면에서, 본 개시 내용, 실시예, 및 배열은 여기에 개시되고 도시된 바와 같은 구성, 방법, 공정, 시스템 및/또는 장치를 포함하고, 다양한 면, 실시예, 배열, 하부조합, 및 이의 하부 세트를 포함할 수 있다. 당업자는 본 개시 내용을 이해한 이후 다양한 면, 실시예, 배열을 어떻게 만들과 사용할지를 이해할 수 있다. 다양한 면에서, 본 개시, 실시예 및 배열은 도시 및/또는 개시되지 않은 제외된 구성에서의 장치 및 공정을 제공하는 것을 포함하고, 또는 다양한 면, 실시예, 및 배열에서, 예를 들어 퍼포먼스의 향상, 용이성의 획득 및/또는 비용 저감을 위하여 기존의 장치 또는 공정을 사용하는 것과 같은 아이템의 부재를 포함할 수 있다.

[0181]

전술한 설명은 예시 및 설명의 목적으로 제공되었다. 전술한 설명은 본 명세서를 본 명세서에 개시된 형태 또는 형태들로 제한하려는 것이 아니다. 전술한 상세한 설명에서, 본 발명의 다양한 특징들은 본 발명의 간소화를 목적으로 하나 이상의 특징, 실시예 및 구성으로 함께 그룹화된다. 본 발명의 양상들, 실시예들 및 구성들의 특징들은 상술된 것들과 다른 대안적인 양상들, 실시예들 및 구성들에 결합 될 수 있다. 이 개시 방법은 청구된 개시가 각 청구항에 명시 적으로 언급된 것보다 많은 특징을 필요로 한다는 의도를 반영하는 것으로 해석되어서는 안된다. 오히려, 이하의 청구 범위가 반영하는 바와 같이, 진보적인 양태는 단일한 전술한 양태, 실시 형태 및 구성의 모든 특징보다 적다. 따라서, 이하의 청구 범위는 상세한 설명에 포함되며, 각 청구항은 본 발명의 별도의 바람직한 실시 예로서 독자적으로 기재된다.

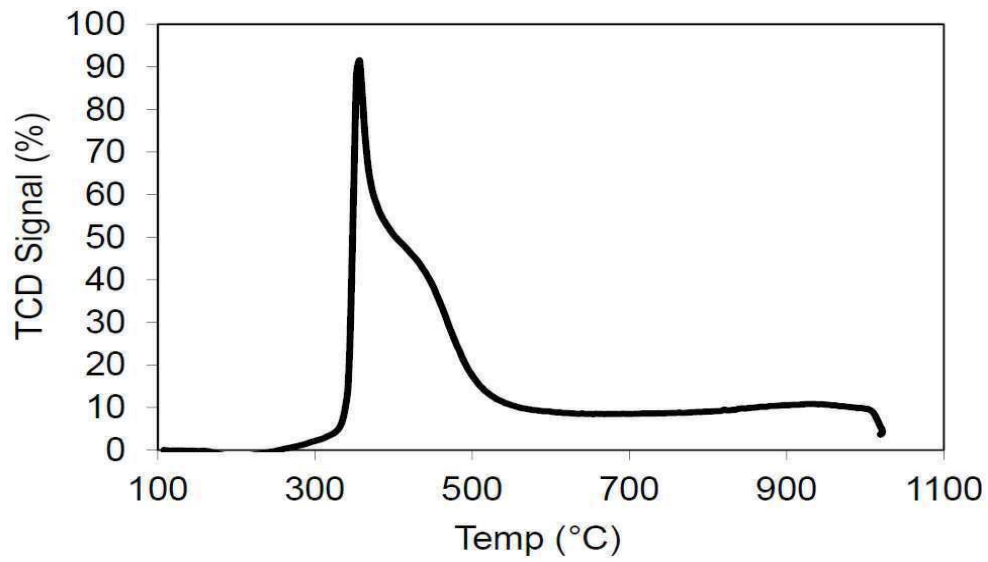
[0182]

또한, 발명의 상세한 설명이 하나 이상의 양상, 실시예 또는 구성의 설명 및 특정 변형 및 수정을 포함하지만, 다른 변형, 조합 및 수정은 예를 들어 기술 내에서와 같이 본 개시의 범위 내에 있고, 예를 들어 본 개시 물을 이해한 후 당업자의 지식을 포함할 수 있다. 대체물, 상호 교환성 및 / 또는 등가물을 포함하여, 청구된 바에 대한 대체, 교환 가능 및 / 또는 등가 구조, 기능, 범위 또는 단계를 포함하여, 허용되는 한도 내에서 대체 양

상, 실시예 및 구성을 포함하는 권리를 얻는 것으로 의도된다. 구조, 기능, 범위 또는 단계가 본 명세서에 개시되어 있으며 특히 가능한 주제를 공개적으로 한정하고자 의도하지 않는다.

도면

도면1



도면2

