



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0112332
(43) 공개일자 2013년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 35/10 (2006.01) H01M 8/06 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0034608
(22) 출원일자 2012년04월03일
심사청구일자 2012년04월03일

(71) 출원인
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
김정현
대전광역시 서구 도안동 엘드 수목토 아파트 101
동 404호
신문수
대전광역시 유성구 상대동 트리폴시티 아파트 91
6동 1504호
이화성
대전광역시 유성구 덕명동 한밭대학교 화학공학과
209호
(74) 대리인
특허법인 다해

전체 청구항 수 : 총 13 항

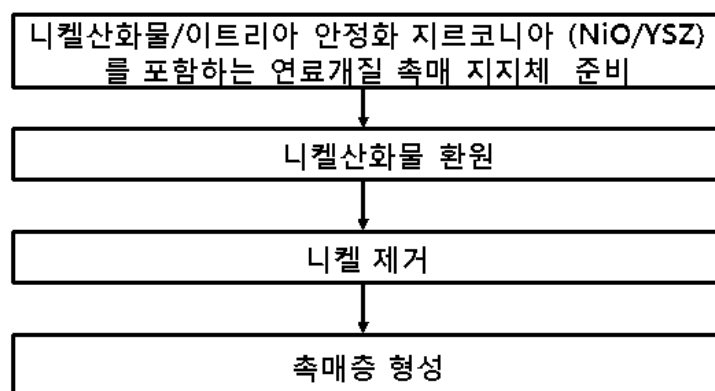
(54) 발명의 명칭 다공 구조의 연료개질 촉매 제조방법 및 이에 의하여 제조된 다공 구조의 연료개질 촉매

(57) 요약

다공 구조의 연료개질 촉매 제조방법 및 이에 의하여 제조된 다공 구조의 연료개질 촉매가 제공된다.

본 발명의 일 실시예에 따른 다공 구조의 연료개질 촉매 제조방법은 니켈산화물/이트리아 안정화 지르코니아 (NiO/YSZ)를 포함하는 연료개질 촉매 지지체 중 니켈산화물(NiO)을 니켈(Ni)로 환원시키는 단계; 및 상기 환원된 니켈(Ni)을 제거하여, 상기 연료개질 촉매 지지체를 다공구조로 변형시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하며, 본 발명은 연료개질 촉매의 NiO를 환원시킴으로써 얻어지는 Ni를 산성용액 등을 이용하여 선택적으로 제거하여, 다공구조를 형성시킨다. 따라서, 본 발명에서는 별도의 슬러리 등을 사용하지 않고서도 기존에 고체산화물 연료전지의 연료극으로 사용하고 있는 NiO/YSZ를 그대로 사용하되, 먼저 이를 환원시켜 Ni/YSZ로 변형시킨 후, HNO₃와 같은 산성용액을 사용함으로써 Ni를 제거시켜, 촉매물질이 코팅 될 수 있는 다공성을 확보할 수 있다. 확보된 다공성 구조를 이용하여 촉매물질을 함침과 같은 방법을 이용하여 코팅처리를 실시하면 그 결과, 촉매의 미세 구조에 의한 촉매 반응면적 증가와, 다공 구조에 함침, 코팅되는 코팅물질에 의한 촉매의 효율을 선택적으로 향상시킬 수 있으며 최종적으로는 다공질의 촉매를 경제적인 방식으로 확보할 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

니켈산화물/이트리아 안정화 지르코니아 (NiO/YSZ)를 포함하는 연료개질 촉매 지지체 중 니켈산화물(NiO)을 니켈(Ni)로 환원시키는 단계; 및

상기 환원된 니켈(Ni)을 제거하여, 상기 연료개질 촉매 지지체를 다공구조로 변형시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 연료개질 촉매 제조방법.

청구항 2

제 2항에 있어서,

상기 환원시키는 단계는 수소가스 분위기에서 니켈산화물/이트리아 안정화 지르코니아 (NiO/YSZ)를 포함하는 연료개질 촉매를 노출시키는 방식으로 진행되는 것을 특징으로 하는, 연료개질 촉매 제조방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 니켈(Ni)을 제거하는 단계는, 니켈산화물/이트리아 안정화 지르코니아 (NiO/YSZ)를 포함하는 상기 연료개질 촉매를 산성용액에 접촉시키는 방식으로 진행되는 것을 특징으로 하는, 연료개질 촉매 제조방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 니켈은 상기 산성용액과 접촉하는 연료개질 촉매 부분에서만 선택적으로 제거되는 것을 특징으로 하는, 연료개질 촉매 제조방법.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 연료개질 촉매 제조방법은

상기 다공구조로 변형된 연료개질 촉매에 귀금속층을 코팅시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 연료개질 촉매 제조방법.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 연료개질 촉매 제조방법은

상기 다공구조로 변형된 연료개질 촉매에 페브로스카이트 구조의 촉매층을 코팅시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 연료개질 촉매 제조방법.

청구항 7

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 따른 방법에 의하여 제조된 것을 특징으로 하는 연료개질 촉매.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 연료개질 촉매는 니켈/이트리아 안정화 지르코니아 (Ni/YSZ)를 포함하며, 상기 니켈(Ni)은 니켈산화물(NiO)로부터 환원된 것을 특징으로 하는 연료개질 촉매.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 연료개질 촉매는 상기 환원된 니켈(Ni)이 제거됨으로써 촉매 표면 외부 또는 내부에 형성된 다공 구조를

포함하는 것을 특징으로 하는 연료개질 촉매.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 연료개질 촉매는 상기 다공 구조에 형성된 귀금속 촉매층 또는 페브로스카이트 구조 촉매층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연료개질 촉매.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 연료개질 촉매는 펠렛 형태인 것을 특징으로 하는 연료개질 촉매.

청구항 12

제 11항에 따른 연료개질 촉매를 포함하는 연료개질기.

청구항 13

제 12항에 따른 연료개질기를 포함하는 연료전지.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 다공 구조의 연료개질 촉매 제조방법 및 이에 의하여 제조된 다공 구조의 연료개질 촉매에 관한 것으로, 보다 상세하게는 별도의 슬러리 등을 사용하지 않고서도 기존에 사용하고 있는 NiO/YSZ를 그대로 사용하되, 먼저 이를 환원시켜 Ni/YSZ로 변형시킨 후, HNO₃와 같은 산성용액을 사용함으로써 Ni를 제거시켜, 다공질의 촉매를 경제적인 방식으로 확보할 수 있는 다공 구조의 연료개질 촉매 제조방법 및 이에 의하여 제조된 다공 구조의 연료개질 촉매에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 수소는 물의 전기 분해, 생물학적 방법 등 여러 가지 기술로 생산할 수 있지만 현재까지 가장 경제적으로 수소를 대량생산할 수 있는 방법은 천연가스, 가솔린과 같은 화석연료의 연료를 개질하여 생산하는 방법이다. 천연가스, 가솔린 메탄올과 같은 연료로부터 수소를 생산하는 기술은 암모니아 합성 공정과 같은 기존의 석유화학 공정에서 많이 쓰이고 있는 기술이지만 연료전지의 여러 가지 특성에 따른 제약 때문에 직접 연료전지용 연료 프로세서에 적용하기는 어려운 실정이다.

[0003] 연료전지용 연료 프로세서는 탄화수소를 개질 반응을 통하여 연료전지의 연료인 수소 (또는 수소가 풍부한 개질 가스)로 전환할 뿐만 아니라 연료전지를 피독시켜 수명을 단축시키는 유해 물질을 제거하는 장치이다. 따라서 연료전지용 연료 프로세서는 연료를 개질하는 개질기 부분과 유해물질을 제거하는 부분으로 나뉘어 진다. 개질부에서는 연료를 수증기 개질, 부분산화, 자열 반응 등의 촉매반응에 의해 연료를 수소가 풍부한 개질 가스로 전환하는 역할을 하며 유해물질 제거부에서는 촉매 반응, 흡착 등 여러 가지 방법으로 개질 가스로부터 유해물질을 제거한다. 대표적으로 메탄올을 연료원으로 사용할 경우 이러한 화학반응은 아래 표 1과 같이 정리 할 수 있으며 주로 3가지 형태의 개질반응인 수증기개질 (Steam Reforming, SR), 부분산화(Partial Oxidation Reforming, POX) 및 자열개질(AutoThermal Reforming, ATR)로 분류할 수 있다.

표 1

[0004] 다양한 형태의 개질(fuel reforming) 방법

형태	화학반응	ΔH_{298} (kJ/mol)
Decomposition	$\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO} + 2 \text{H}_2$ (1)	+90.0
Steam reforming (SR)	$\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2$ (2)	+49.5

Partial Oxidation(POX)	$\text{CH}_3\text{OH} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2$ (3)	-189.5
Autothermal reforming(ATR)	$\text{CH}_3\text{OH} + x (1/2\text{O}_2) + (1-x) \text{H}_2\text{O}$ $\rightarrow x\text{CO}_2 + (1-x) \text{CO} + (3-x) \text{H}_2$ (4)	~ 0

1. 수증기개질 (Steam Reforming, SR)

수증기개질 (Steam Reforming, SR)은 탄화수소 연료와 함께 물을 이용하여 수소를 생산하는 방법으로 화공분야에서 syngas ($\text{H}_2 + \text{CO}$)를 만드는 공정으로서 이미 오래전부터 연구되어 성숙된 기술이다. 이 방법은 동일한 연료량에 대해 수소의 생성량이 부분산화(Partial Oxidation Reforming, POX)나 자열개질(AutoThermal Reforming, ATR) 방법들에 비해 높으며 정상상태에서 안정적인 장기 운전 특성을 갖는다. 그러나 SR 반응은 흡열반응으로서 외부의 열원이 필요하기 때문에 장치의 크기가 커지며, 반응의 주요 기술적 논점도 반응 동력학보다는 열전달 문제에 국한되기 쉽다. 또한 빠른 시동이 어렵고 시스템의 동적 부하에 대한 응답성이 떨어진다. 결국SR 반응을 이용한 수소생산 방법은 대단위 공정에 적합하다.

2. 부분산화(Partial Oxidation Reforming, POX)

POX는 SR 방법이 연료와 함께 물을 사용한 것과 달리 산소를 이용하여 연료를 부분적으로 산화시킴으로써 수소를 생산하는 방법이다. 산화과정에서 발생하는 급격한 발열반응은 반응기의 빠른 시동을 가능하게 할 뿐만 아니라, 시스템의 구성을 간단히 하여 소형시스템에 적합한 기술이다. 하지만, 동일 연료에서 얻을 수 있는 수소의 생성량은 SR과 ATR 방법에 비해 상대적으로 적으며, 심한 발열반응으로 인한 반응기의 높은 온도는 재료의 선택에 어려움을 주게 된다. 또한 촉매의 열화현상도 심각하게 고려하여야 한다. 또한 SR 방식과 달리 물이 전혀 없는 관계로 탄소침적(carbon deposition)이 생길 가능성이 매우 높다.

3. 자열개질(AutoThermal Reforming, ATR)

ATR반응은 앞서 언급한 SR과 POX 반응의 조합된 형태로 연료와 함께 물과 산소를 같이 사용하여 수소를 생산하는 방법이다. ATR 방법은 물과 산소의 양을 조절하여 전체 반응의 흡입량과 발열량을 조절할 수 있으며, 이를 통해 자립 개질기를 구성할 수 있다. ATR 반응기는 POX로 인해 발생한 높은 열을 이용해 반응기의 빠른 시동이 가능하고, SR 반응에 필요한 열에너지를 POX반응을 통해 공급받을 수 있으므로 외부의 열원이 없이 시스템을 구성할 수 있다. 또한 동일 연료에 대해 수소 생성량도 POX에 비해 많으며, 기본적으로 개질반응에 물을 사용함으로써 인해 탄소침적이 생길 가능성이 적다. 하지만, POX와 SR 반응의 적절한 조합을 만들기 어려워 높은 운전기술을 요구한다. 또한 연료개질 시스템을 구성하기 위해서 연료처리장치를 제작할 때는 반응물을 정량적으로 연속 공급하기 위한 각종 펌프와 블로워의 내구성과 소비전력, 황 등의 불순물 제거와 연료개질을 위한 촉매선정, 개질기 설계 및 개질에 필요한 물 공급 등을 고려하여야 한다.

이러한 연료개질 방법에서 가장 핵심이 되는 부분은 연료개질 촉매이다. 이러한 연료개질촉매는 하기 표 2에서 정리하였다.(출처: Korean Chem. Eng. Res., Vol. 43, No. 3, June, 2005, pp. 331-343)

표 2

연료개질 연구현황, 이용연료, 개질 반응 및 연료개질 촉매분류

국가	연구그룹	연료	개질반응	연료개질 촉매
미국	Exxon(TX)	Gasoline, Naphtha	SR	Pt-Re-based
	Chevron(CA), UOP(IL)	Gasoline, Naphtha	SR	Pt-Sn-In-based

일본	Nissan (Kanagawa)	Gasoline	SR	Cu-Pd-based
	Idemitsu Kosan Co., Ltd (Tokyo)	Naphtha	ATR	Pd-Ru/MnO ₂ (MnO)
	Nissan (Tokyo)	Diesel	SR	Cu-Pd-based
	Idemitsu Kosan Co., Ltd (Tokyo)	LPG	ATR	Pt-Rh/MnO ₂ (MnO)
	Osaka Gas, Fuji electric (Osaka)	LPG	SR	Cu-Zn/Al ₂ O ₃
	Osaka Gas (Osaka), Nissan (Kanagawa)	Methanol	SR	Cu-Zn/Al ₂ O ₃
	Mitsui & Co. Ltd (Tokyo)	Methanol	SR	Pd-Cu-Zn-based
유럽	Haldor Topsoe A/S (Denmark)	Methanol	POX	Ni-Cu-based
	Haldor Topsoe A/S (Denmark)	LPG	ATR	Ni-Sn/Ge-based
대한민국	KIST, SK Co., KIER	LNG, LPG	SR/ATR	Ni-based
	KIST (Seoul)	Gasoline, Methanol	SR/ATR	Ni-based
	KIST (Seoul)	LNG, LPG	SR/ATR	spc-NiMgAl

[0013] 하지만, 표 2에서 정리한 연료 개질 촉매의 경우 우수한 반응 면적 및 촉매 효율을 가지면서, 간단한 방식으로 제조될 수 있는 연료개질 촉매 개발은 여전히 필수적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명이 해결하려는 과제는 다공층의 미세구조를 가지면서도 우수한 개질 특성을 보이는 연료개질 촉매 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 니켈산화물/이트리아 안정화 지르코니아 (NiO/YSZ)를 포함하는 연료개질 촉매 지지체 중 니켈산화물(NiO)을 니켈(Ni)로 환원시키는 단계; 및 상기 환원된 니켈(Ni)을 제거하여, 상기 연료개질 촉매 지지체를 다공구조로 변형시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 연료개질 촉매 제조방법을 제공한다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 환원시키는 단계는 수소가스 분위기에서 니켈산화물/이트리아 안정화 지르코니아 (NiO/YSZ)를 포함하는 연료개질 촉매를 노출시키는 방식으로 진행된다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 니켈(Ni)을 제거하는 단계는, 니켈산화물/이트리아 안정화 지르코니아 (NiO/YSZ)를 포함하는 상기 연료개질 촉매를 산성용액에 접촉시키는 방식으로 진행된다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 니켈은 상기 산성용액과 접촉하는 연료개질 촉매 부분에서만 선택적으로 제거된다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 연료개질 촉매 제조방법은 상기 다공구조로 변형된 연료개질 촉매에 귀금속층을 코팅시키는 단계를 더 포함한다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 연료개질 촉매 제조방법은 상기 다공구조로 변형된 연료개질 촉매에 페브로스카이트 구조의 촉매층을 코팅시키는 단계를 더 포함한다.

[0021] 본 발명은 상기 또 다른 과제를 해결하기 위하여, 상술한 방법에 의하여 제조된 것을 특징으로 하는 연료개질 촉매를 제공한다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 연료개질 촉매는 니켈/이트리아 안정화 지르코니아 (Ni/YSZ)를 포함하며, 상기 니켈(Ni)은 니켈산화물(NiO)로부터 환원된 것이다.

[0023] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 연료개질 촉매는 상기 환원된 니켈(Ni)이 제거됨으로써 촉매 표면 외부 또는 내부에 형성된 다공 구조를 포함하며, 상기 연료개질 촉매는 상기 다공 구조에 형성된 귀금속 촉매층 또는 페브로스카이트 구조 촉매층을 더 포함한다.

- [0024] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 연료개질 촉매는 펠렛 형태이다.
- [0025] 본 발명은 또한 연료개질 촉매를 포함하는 연료개질기를 제공한다.
- [0026] 본 발명은 또한 상술한 연료개질기를 포함하는 연료전지를 제공한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명은 연료개질 촉매의 NiO를 환원시킴으로써 얻어지는 Ni를 산성용액 등을 이용하여 선택적으로 제거하여, 다공구조를 형성시킨다. 따라서, 본 발명에서는 별도의 슬러리 등을 사용하지 않고서도 기존에 고체산화물 연료전지의 연료극으로 사용하고 있는 NiO/YSZ를 그대로 사용하되, 먼저 이를 환원시켜 Ni/YSZ로 변형시킨 후, HNO₃와 같은 산성용액을 사용함으로써 Ni를 제거시켜, 촉매물질이 코팅 될 수 있는 다공성을 확보할 수 있다. 확보된 다공성 구조를 이용하여 촉매물질을 함침과 같은 방법을 이용하여 코팅처리를 실시하면 그 결과, 촉매의 미세 구조에 의한 촉매 반응면적 증가와, 다공 구조에 함침, 코팅되는 코팅물질에 의한 촉매의 효율을 선택적으로 향상시킬 수 있으며 최종적으로는 다공질의 촉매를 경제적인 방식으로 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료개질 촉매 제조방법의 단계도이다.
- 도 2 및 3의 (가) 내지 (라)는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료개질 촉매 제조방법에 따른 단계별 모식도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 환원가스에서 환원이 된 모습(가운데)과 HNO₃(질산)에 의해서 Ni이 Ni/YSZ 샘플로부터 제거되는 모습(우측)을 나타내는 사진이다.
- 도 5는 펠렛 형태의 촉매를 산성용액(HNO₃:H₂O₂ = 1:2)에 침지시켜, 니켈을 제거하는 과정을 나타낸 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 본 발명의 도면을 참조하여 상세하게 설명하고자 한다. 다음에 소개되는 실시예들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서 본 발명은 이하 설명된 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다.
- [0030] 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제를 해결하기 위하여, NiO/YSZ 조성의 촉매 전구체 물질 중 NiO를 Ni로 환원시키고, 상기 환원된 Ni를 산성 용액 등으로 제거하여, 다공 구조의 Ni/YSZ 연료개질 촉매를 제조하는 방법을 제공한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료개질 촉매 제조방법의 단계도이다.
- [0032] 도 1을 참조하면, 먼저, 니켈산화물/이트리아 안정화 지르코니아 (NiO/YSZ) 촉매 지지체를 준비한다. 이후, 촉매 지지체의 니켈산화물(NiO)을 Ni로 환원시키는데, 이때 상기 Ni로의 환원은 환원가스, 예를 들면 수소가스 분위기에서 진행될 수 있으며, 이로써 화학적으로 제거가 어려운 NiO는 상대적으로 제거하기 용이한 Ni로 변환된다.
- [0033] 이후, 상기 Ni를 제거하는데, 이로써 Ni이 존재하였던 부분은 일종의 공동(void)이 되며, 그 결과 다공구조가 형성된다. 본 발명의 일 실시예에서 Ni 제거는 산성용액에서의 하기 반응식에 따른다.
- [0034] [화학식 1]

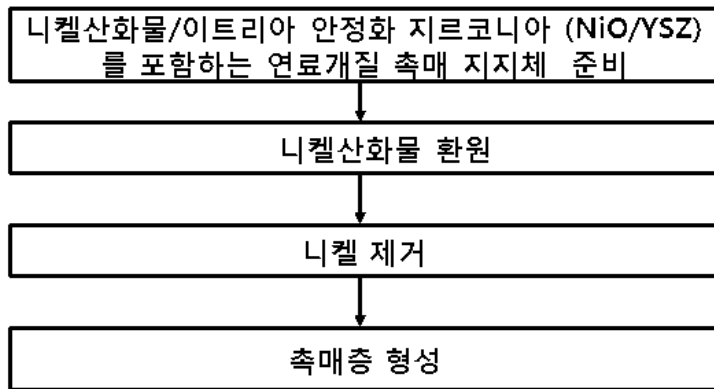


- [0035]
- [0036] 도 2의 (가) 내지 (라)는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료개질 촉매 제조방법에 따른 단계별 모식도이다.

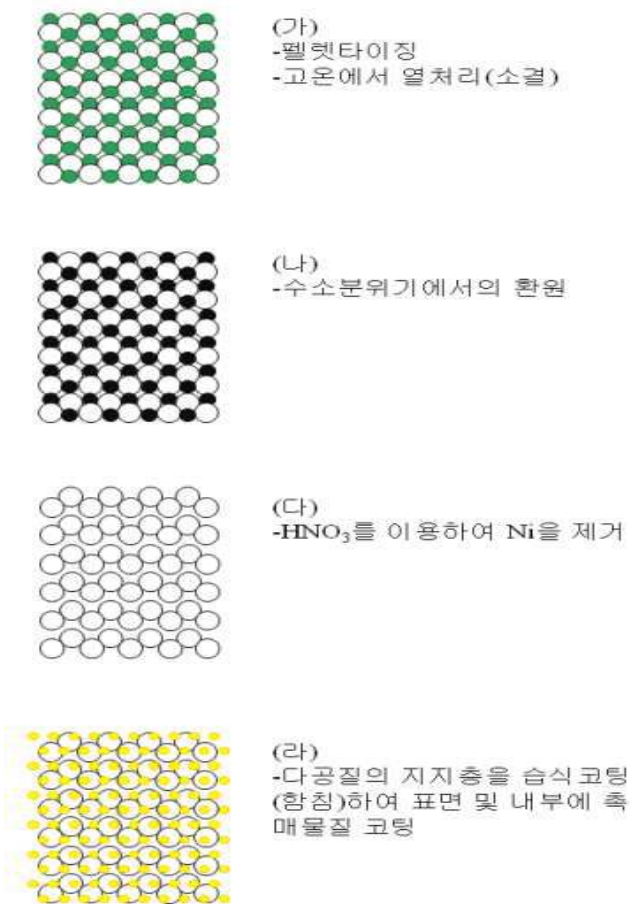
- [0037] 도 2의 (가)를 참조하면, 촉매 지지체는 먼저 펠렛 형태로 가공되어, 고온에서 열처리(소결) 공정이 진행된다.
- [0038] 도 2의 (나)를 참조하면, 상기 녹색에 해당하는 NiO 부분을 수소 가스 분위기에 노출시켜, NiO를 Ni(흑색)로 환원시킨다.
- [0039] 도 2의 (다)를 참조하면, 상기 환원된 Ni를 산성 용액 등으로 제거하며, 이로써 하기 도 2 (다)의 빈 부분과 같은 다공 구조가 형성된다. 본 발명의 일 실시예에서 산성 용액은 질산(HNO₃)이었으나, 본 발명의 범위는 이에 제한되지 않는다. 이로써, 표면 또는 내부에 다공 구조가 형성된 Ni 기반의 연료개질 촉매가 형성된다. 일반적으로 Ni 또한 연료개질기의 촉매로 사용될 수 있으므로, HNO₃와 같은 산성용액의 농도 또는 환원된 Ni/YSZ의 산성용액 접촉시간을 조절하면서 Ni을 필요한 수준으로 잔류시킬 수 있다. 본 특허출원에서는 HNO₃와 H₂O₂의 부피비를 1:2로 지정하여, 도 3의 (다)와 같이 Ni을 잔류시킬 수 있으며 이를 도 3에서 도시하였다.
- [0040] 즉, 도 3의 경우에는 산성용액과의 접촉시간, 산성용액의 농도 등을 조절하여, Ni을 잔류시키는 공정을 설명한다.
- [0041] 본 발명의 또 다른 일 실시예는, 상기 다공 구조가 형성된 연료개질 촉매에 귀금속 또는 페브로스카이트 구조의 촉매층을 코팅시킨다. 본 발명의 일 실시예에서, 상기 촉매층은 습식 코팅 방식으로 다공 구조의 지지체를 함침시키는 방식으로 진행되며, 이로써 촉매 다공 내부 또는 표면에 촉매층이 코팅되며, 이는 도 2의 (라) 및 도 3의 (라)에서 노란색으로 표시되었다.
- [0042] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 환원가스에서 환원이 된 모습(가운데)과 HNO₃(질산)에 의해서 Ni이 Ni/YSZ 샘플로부터 제거되는 모습(우측)을 나타내는 사진이다. 또한, 도 5는 펠렛 형태의 촉매를 산성용액(HNO₃:H₂O₂ = 1:2)에 침지시켜, 니켈을 제거하는 공정의 사진이다.
- [0043] 본 발명은 이와 같이 산성용액에 촉매 지지체를 간단히 접촉시킴으로써 원하는 부분의 Ni만을 선택적으로 제거할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따르면, 촉매 접촉면에서 이루어지는 전기화학 반응 효과를 극대화하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에서는 촉매 지지체의 내부에 Ni을 잔존시킬 수 있다. 그 결과, Ni의 우수한 촉매특성을 함침으로 코팅한 촉매물질과 동시에 이용할 수 있는 장점이 있다.
- [0044] 예를 들어, 상기 Ni의 선택적 제거에 따라 다공 구조를 형성하는 연료개질 촉매의 내부 또는 표면에는 우수한 촉매활성을 갖는 귀금속층이 코팅될 수 있다. 또는, 상기 다공구조로 변형된 연료개질 촉매에 페브로스카이트 구조의 촉매층이 코팅될 수 있다. 상기 촉매층은 침지 또는 스프레이 분사 등과 같은 통상적인 방식에 따라 코팅될 수 있다. 이 경우, 선택적으로 다공 구조가 형성된 촉매에 고가의 촉매를 부분적으로 코팅시킬 수 있으므로, 전체적인 촉매 크기가 감소되고, 촉매 효율이 증가할 수 있다.
- [0045] 이상 살핀 바와 같이 본 발명은 경제적으로 제조 가능한 다공구조에 의한 넓은 반응면적, 큰 크기의 Ni을 대체할 수 있는 미세 나노입자에 의하여 개선된 연료개질기 촉매를 저렴한 가격에 대량 생산할 수 있다. 특히, 본 발명에 따른 촉매물질 구조는 상기 지지체 나머지 부분에 니켈(Ni)이 제거됨으로써 형성된 다공구조를 기본구조로 포함하며, 상기 다공구조 표면에는 미세 나노입자가 촉매로 함침되어 있을 수 있다.
- [0046] 또한, 본 발명에 따른 연료개질 촉매는 연료개질기에서 효과적으로 사용될 수 있으며, 아울러, 본 발명에 따른 연료개질 촉매를 포함하는 연료전지에 사용될 수 있다.
- [0047] 이상 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술 분야의 숙련된 당업자라면 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

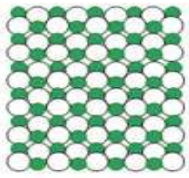
도면1



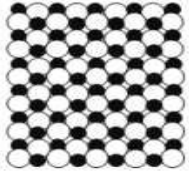
도면2



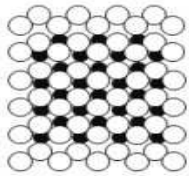
도면3



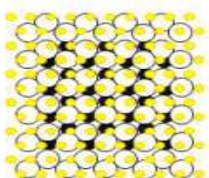
(가)
-펠렛타이징
-고온에서 열처리(소결)



(나)
-수소분위기에서의 환원

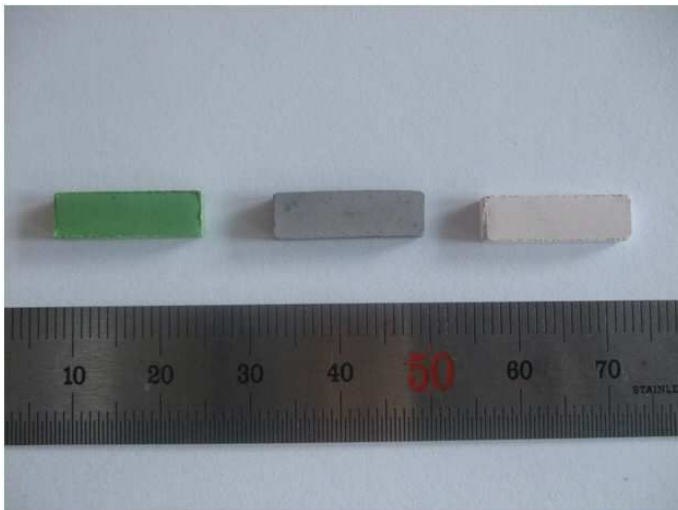


(다)
-HNO₃를 이용하여 Ni을 제거
-부분적으로 Ni을 제거



(라)
-다공질의 지지층을 습식 코팅 (함침)하여 표면 및 내부에 촉매물질 코팅
-(다)에서 잔류하는 Ni 및 코팅한 촉매물질들이 촉매의 역할을 함

도면4



도면5

