

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0100405 (43) 공개일자 2014년08월14일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) B01J 29/84 (2006.01) B01J 29/06 (2006.01)	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)	
(21) 출원번호 10-2014-0003417	(72) 발명자	
(22) 출원일자 2014년01월10일 심사청구일자 2014년01월10일	이관영 서울특별시 영등포구 여의동로 143, A동 2104호(여의도동, 대우트럼프월드)	
(30) 우선권주장 1020130013086 2013년02월05일 대한민국(KR)	김민성 서울특별시 성북구 종암로23길 35, 204동 903호(종암동, 래미안세레니티)	
	정상호 서울특별시 서초구 서초중앙로 200, 17동 307호(서초동, 삼풍아파트)	
	(74) 대리인 한양특허법인	

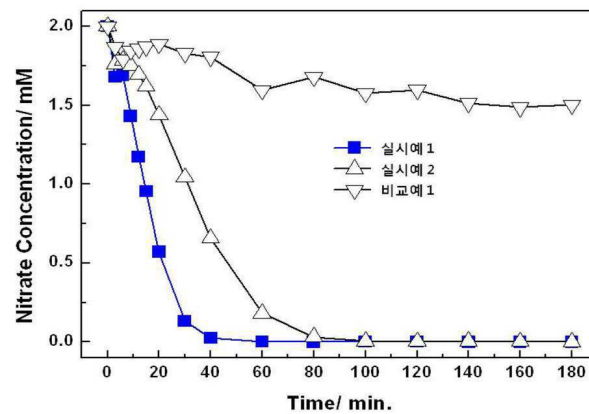
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 350 내지 950℃의 온도로 소성된 타이타니아 담체에 팔라듐 및 구리가 담지된 것을 특징으로 하는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 T11300112B0700000000000000

부처명 환경부

연구사업명 글로벌탑 환경기술개발사업

연구과제명 하·폐수 질소제거를 위한 (귀)금속촉매 활용기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 경기대학교

연구기간 2013.05.01 ~ 2014.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

350 내지 950℃의 온도로 소성된 타이타니아 담체에 팔라듐 및 구리가 담지된 것을 특징으로 하는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 타이타니아 담체는 3 내지 5 시간 동안 소성시킨 것을 특징으로 하는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 타이타니아 담체 총 중량에 대하여 팔라듐 0.25 내지 7 중량% 및 구리 0.1 내지 5 중량%로 담지되어 있는 것을 특징으로 하는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매.

청구항 4

- (1) 350 내지 950℃의 온도로 타이타니아를 소성시켜 타이타니아 담체를 제조하는 단계;
- (2) 상기 소성된 타이타니아 담체를 산 수용액에 침지시킨 후 팔라듐 전구체 및 구리 전구체를 투입하는 단계;
- (3) 상기 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체에 알칼리 수용액을 첨가하여 pH 9 이상으로 제어한 후 가열하는 단계;
- (4) 상기 pH 9 이상으로 제어된 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체를 세척, 건조 및 소성하는 단계; 및
- (5) 상기 소성된 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체를 환원시키는 단계를 포함하는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 제조방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서, 상기 타이타니아는 아나타제 타이타니아인 것을 특징으로 하는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 제조방법.

청구항 6

청구항 4에 있어서, 상기 (1)단계의 타이타니아 소성 시간은 3 내지 5 시간인 것을 특징으로 하는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 제조방법.

청구항 7

청구항 4에 있어서, 상기 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매는 타이타니아 담체 총 중량에 대하여 70 내지 100 중량%의 아나타제를 포함하는 것을 특징으로 하는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 제조방법.

청구항 8

청구항 4에 있어서, 상기 타이타니아 담체 총 중량에 대하여 팔라듐 0.25 내지 7 중량% 및 구리 0.1 내지 5 중량%로 담지되어 있는 것을 특징으로 하는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 제조방법.

청구항 9

청구항 4에 있어서, 상기 (5)단계의 환원은 100 내지 300℃의 온도 및 1 내지 5 시간 동안 반응하는 것을 특징으로 하는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매(Pd-Cu/TiO₂) 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 자세하게는 350 내지 950℃의 온도로 소성된 타이타니아 담체에 팔라듐 및 구리가 담지된 팔라듐-구리 촉매 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 산업이 발달함에 따라, 자연에 존재하지 않는 새롭게 합성된 물질들이 자연에 유입되면서 오염 물질이 다양화되어 수질오염이 심각해 지고 있다.

[0003] 수중 질산성 질소는 주로 농업용 비료, 사람이나 가축의 분뇨, 합성세제로부터 발생하며, 이를 포함한 하수 또는 공장폐수가 강이나 댐을 포함한 호소로 다량 유입될 경우 부영양화, 적조현상, 암모니아의 어류 독소, 수중의 용존산소결핍 등을 야기시킨다. 또한, 수중 질산성 질소가 음용수 중에 높은 농도로 존재하는 경우 '청색증'(blue-baby syndrome; methemoglobinemia)과 같은 질병을 유발하여 건강에 영향을 미칠 수 있다.

[0004] 기존의 수중 질산성 질소를 저감하는 방법으로는 이온교환 수지 등을 이용한 물리화학적 처리법 및 미생물을 활용한 생물학적 처리법 등이 개발되어 왔다. 하지만, 물리화학적 처리는 이온교환 수지 재생 시 발생하는 브라인으로 인해 후 처리가 추가적으로 필요하고, 생물학적 처리는 긴 체류 시간으로 인한 넓은 처리 면적이 필요한 단점이 있다. 따라서, 추가적인 후 처리를 요하지 않고, 빠른 시간 내에 수중 질산성 질소를 저감하기 위한 기술 개발의 필요성이 제기되고 있다. 따라서, 최근에는 수중 질산성 질소를 제거하기 위하여 촉매를 활용하는 기술이 주목 받고 있다. 촉매를 활용한 기술은 반응 조건의 엄밀한 제어를 요하는 생물학적 처리에 비해 온화한 조건에서 반응이 가능한 장점이 있다.

[0005] 그러나 기존의 촉매 활용 기술은 수중 질산성 질소를 완전히 제거하는데 필요한 시간이 3 시간 가량이 필요하여 생물학적 처리에 비해 우수한 성능을 가지지 못한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) US 공개특허 2008-0302736호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상기 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 수중 질산성 질소를 빠른 시간 안에 제거할 수 있는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 및 이의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위하여,

[0009] 본 발명은 350 내지 950℃의 온도로 소성된 타이타니아 담체에 팔라듐 및 구리가 담지된 것을 특징으로 하는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매를 제공한다.

[0010] 또한, 본 발명은 (1)350 내지 950℃의 온도로 타이타니아를 소성시켜 타이타니아 담체를 제조하는 단계;

[0011] (2)상기 소성된 타이타니아 담체를 산 수용액에 침지시킨 후 팔라듐 전구체 및 구리 전구체를 투입하는 단계;

[0012] (3)상기 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체에 알칼리 수용액을 첨가하여 pH 9 이상으로 제어한 후 가열하는 단계;

[0013] (4)상기 pH 9 이상으로 제어된 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체를 세척, 건조 및 소성

하는 단계; 및

[0014] (5)상기 소성된 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체를 환원시키는 단계를 포함하는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 타이타니아 담체에 담지된 팔라듐-구리 촉매는 추가적인 후 처리가 필요하지 않고, 빠른 시간 안에 수중 질산성 질소를 제거할 수 있는 효과를 지니고 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 실시예 1 내지 2 및 비교예 1에서 제조한 타이타니아 담체의 XRD 그래프이다.

도 2는 실시예 1 내지 2 및 비교예 1에서 제조한 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매의 XRD 그래프이다.

도 3은 실시예 1 내지 2 및 비교예 1에서 제조한 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매를 사용하여 시간에 따른 수중 질산성 질소의 농도 변화를 나타낸 그래프이다.

도 4는 실시예 1에서 제조한 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매를 사용하여 이산화탄소 유량에 따른 수중 질산성 질소의 농도 및 반응물의 pH 변화를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명을 보다 자세히 설명한다.

[0018] 본 발명은 부영양화, 적조현상 및 수중 용존산소 결핍 등을 야기시키는 수중 질산성 질소를 저감하는 촉매에 관한 것으로, 상기 촉매는 350 내지 950℃의 온도로 소성된 타이타니아 담체에 팔라듐 및 구리가 담지된 것을 특징으로 하는 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매이다.

[0019] 상기 타이타니아 담체는 350 내지 950℃의 온도로 3 내지 5 시간 동안 소성시켜 제조한다. 상기 소성을 통하여 타이타니아 담체에 물리적으로 흡착된 오염물질을 제거할 수 있으며, 상기 350 내지 950℃의 온도 범위에서 타이타니아 담체 상을 변화시킬 수 있다. 상기 타이타니아 담체상은 소성을 거쳐 아나타제 상에서 아나타제 상 및 루타일상으로 상이 변화된다. 또한, 상기 팔라듐 및 구리는 타이타니아 담체 총 중량에 대하여 각각 0.25 내지 7 중량% 및 0.1 내지 5 중량%, 바람직하게는 2.5 내지 3.5 중량% 및 0.8 내지 1.2 중량%로 담지된다.

[0020] 또한, 본 발명은 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매의 제조방법을 제공하며, 제조방법은 하기와 같다.

[0021] (1)350 내지 950℃의 온도로 타이타니아를 소성시켜 타이타니아 담체를 제조하는 단계;

[0022] (2)상기 소성된 타이타니아 담체를 산 수용액에 침지시킨 후 팔라듐 전구체 및 구리 전구체를 투입하는 단계;

[0023] (3)상기 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체에 알칼리 수용액을 첨가하여 pH 9 이상으로 제어한 후 가열하는 단계;

[0024] (4)상기 pH 9 이상으로 제어된 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체를 세척, 건조 및 소성하는 단계; 및

[0025] (5)상기 소성된 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체를 환원시키는 단계를 거쳐 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매를 제조한다.

[0026] 상기 (1)단계에서 사용하는 타이타니아는 아나타제 타이타니아이며, 350 내지 950℃의 온도로 3 내지 5시간 동안 소성하여 아나타제 상에서 아나타제 상 및 루타일 상으로 타이타니아의 상을 변화시켜 타이타니아 담체를 제조한다. 상기 (2)단계에서는 상기 (1)단계에서 제조한 타이타니아 담체를 산 수용액에 침지시킨 후, 팔라듐 전

구체 및 구리 전구체를 투입하는 단계로, 상기 산 수용액은 특별히 한정하지 않으나, 바람직하게는 염산 수용액을 사용하며, 상기 염산 수용액의 농도는 0.005 내지 0.05M인 것이 바람직하다. 또한, 상기 팔라듐 전구체 및 구리 전구체는 본 발명에서 활성 금속으로 사용되며, 팔라듐 또는 구리를 제공할 수 있는 염이라면 특별히 한정하지 않고 모두 사용할 수 있으며, 바람직하게는 염화팔라듐 및 염화구리를 사용한다.

[0027] 상기 (3)단계에서는 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체에 알칼리 수용액을 첨가하여 pH 9 이상의 알칼리 상태로 전환시키며, 이 때 사용하는 알칼리 수용액은 1 내지 2M의 탄산나트륨, 우레아 및 수산화나트륨이며, 바람직하게는 탄산나트륨을 사용한다. 또한, 상기 (3)단계의 알칼리 상태는 pH 9 내지 pH 12가 바람직하다. 알칼리 상태로 전환된 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체는 60 내지 90℃의 온도로 1 내지 30 시간 동안 교반하며, 바람직하게는 20 내지 22시간 동안 교반한다.

[0028] 상기 (4)단계에서는 증류수를 사용하여 반응 후 남아있는 팔라듐 전구체 및 구리 전구체를 세척하며, 세척 후 80 내지 120℃의 온도로 20 내지 30시간 동안 건조시키고, 200 내지 400℃의 온도로 3 내지 8 시간 동안 소성시킨다.

[0029] 상기 (5)단계에서는 세척, 건조 및 소성한 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체를 H₂ 기체를 이용하여 환원시키며, 이 때 환원 온도는 100 내지 300℃이며, 1 내지 5시간 동안 환원 시킨다. 또한, 상기 환원은 H₂ 기체와 함께 N₂ 또는 Ar 등의 불활성 기체를 함께 주입하여 환원시킬 수 있다. 상기 환원 단계를 거쳐 최종적으로 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매가 제조된다.

[0030] 상기 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매는 타이타니아 담체 총 중량에 대하여 각각 팔라듐 0.25 내지 7 중량% 및 구리 0.1 내지 5 중량%가 담지되어 있으며, 바람직하게는 각각 2.5 내지 3.5 중량% 및 0.8 내지 1.2 중량%이다. 또한, 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매는 타이타니아 담체 총 중량에 대하여 70 내지 100 중량%의 아나타제를 포함하고 있다.

[0031] 이하, 본 발명을 실시예에 의하여 상세히 설명한다. 단, 하기의 실시예는 본 발명을 더욱 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 의해 발명의 범위가 제한되는 것은 아니다.

[0032] <타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 제조>

[0033] 실시예 1.

[0034] 순수 아나타제(시그마 알드리치) 10g을 500℃의 온도로 4시간 동안 소성시켜 타이타니아 담체를 제조하였다. 상기 타이타니아 담체를 0.01M 농도의 염산 수용액 500mL에 침지시킨 후, 타이타니아 담체 총 중량에 대하여 활성 금속인 염화팔라듐 및 염화구리를 3 중량% 및 1 중량%로 담지하기 위하여 0.4999g 및 0.2115g을 투입하였다. 그 후 1M 탄산나트륨을 주입하여 pH를 10으로 맞춘 후 70℃의 온도로 21시간 동안 교반하였다. 교반을 마친 후 6L의 3차 증류수로 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체를 세척하였으며, 100℃의 온도로 24시간 동안 건조시킨 후, 300℃의 온도로 6시간 동안 소성시켰다. 상기 소성된 팔라듐 전구체 및 구리 전구체가 투입된 타이타니아 담체를 200℃의 온도에서 10%의 H₂/N₂ 기체를 이용하여 2시간 동안 환원시켜 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매(Pd-Cu/TiO₂)를 제조하였다.

[0035] 실시예 2.

[0036] 순수 아나타제를 920℃의 온도로 소성시킨 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매(Pd-Cu/TiO₂)를 제조하였다.

[0037] 비교예 1.

[0038] 순수 아나타제를 1020℃의 온도로 소성시킨 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매(Pd-Cu/TiO₂)를 제조하였다.

[0039] **실험예 1. 타이타니아 담체 및 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 (Pd-Cu/TiO₂)의 아나타제 함량 측정**

[0040] 상기 실시예 1 내지 2 및 비교예 1에서 제조한 타이타니아 담체 및 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매(Pd-Cu/TiO₂)의 아나타제 함량을 XRD(X-ray Diffraction)를 이용하여 분석하였다.

[0041] 상기 조건으로 타이타니아 담체 및 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매의 XRD 그래프를 얻었고(도 1 및 도 2), 하기 수학적 식 1로 아나타제 함량을 구하였으며, 아나타제 함량은 하기 표 1과 같다.

수학적 식 1

$$X_A = [1 + 1.26(\frac{I_R}{I_A})]^{-1}$$

[0042]

[0043] 상기 X_A는 타이타니아 담체에 포함된 아나타제의 중량%이고,

[0044] 상기 I_R은 타이타니아 담체 내 가장 강한 루타일 상의 특성 피크 세기이고,

[0045] 상기 I_A는 타이타니아 담체 내 가장 강한 아나타제 상의 특성 피크 세기이다.

표 1

[0046]

	실시예 1	실시예 2	비교예 1
소성 후 타이타니아 담체(%)	99	84	2
타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매(%)	99	75	1

[0047] 소성온도가 1020℃로 매우 높았던 비교예 1의 타이타니아 담체 및 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매는 아나타제의 함량이 2 중량% 및 1 중량%로 매우 낮은 값을 보였다. 반면에 소성온도가 500℃ 및 920℃인 실시예 1 및 실시예 2의 타이타니아 담체 및 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 내에 아나타제의 함량은 75 중량% 이상으로 높은 값을 보였다.

[0048] 따라서, 상기 표 1의 결과에서 소성온도가 낮을수록 타이타니아 담체 및 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매 내에 아나타제의 함량이 높은 것을 알 수 있었다.

[0049] **실험예 2. 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매의 수중 질산성 질소 저감 반응 측정**

[0050] 상기 실시예 1 내지 2 및 비교예 1에서 제조한 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매를 회분식 반응기에 충전하여 수중 질산성 질소 저감 반응을 측정하였다.

[0051] 2mM의 질산성 질소가 포함된 3차 증류수 혼합물 300mL에 상기 실시예 1 내지 2 및 비교예 1에서 제조한 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매를 각각 0.15g씩 첨가하였다. 환원제인 수소 기체는 90mL/분의 유량으로 주입하였으며, 반응 시간은 3시간이었다. 또한, 상기 반응 조건은 25℃, 상압이었다.

[0052] 상기 실험 결과에서 500℃의 온도로 소성한 실시예 1의 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매는 약 40분에 걸쳐 수중 질산성 질소를 제거하는 것을 확인하였으며, 920℃의 온도로 소성한 실시예 2의 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매는 약 80분 후 수중 질산성 질소

가 모두 제거되었음을 확인할 수 있었다. 반면, 1020℃의 온도로 소성한 비교예 1의 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매는 3시간이 지나도 수중 질산성 질소의 농도가 뚜렷하게 감소하지 않았으며, 최종적으로 약 0.5mM 감소한 값을 보였다(도 3).

[0053] 따라서, 350 내지 950℃의 온도로 소성한 본 발명의 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매는 빠른 시간 안에 수중 질산성 질소의 농도를 감소시킬 수 있는 것을 알 수 있었다.

[0054] 실험예 3. 이산화탄소 유량에 따른 수중 질산성 질소의 농도 및 반응물의 pH 변화 측정

[0055] 상기 실시예 1에서 제조한 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매를 이용하여 이산화탄소 유량에 따른 수중 질산성 질소의 농도 및 반응물의 pH 변화를 측정하였다.

[0056] pH 완충제인 이산화탄소를 0, 10, 30 및 60mL/분의 유량으로 공급하여 주고, 수소 기체는 90mL/분의 유량으로 주입하였다.

[0057] 이산화탄소를 주입하지 않은 실험 결과에서는 수중 질산성 질소가 제거됨에 따라 반응물의 pH가 증가하는 경향을 보였으며, 이산화탄소를 주입한 실험 결과에서는 시간이 지남에 따라 수중 질산성 질소의 농도가 감소하였으며, 반응물의 pH는 6 정도로 안정한 값을 계속 유지하였다. 특히, 이산화탄소를 30mL/분의 유량으로 주입한 실험결과가 수중 질산성 질소의 농도를 가장 우수하게 저감시키는 것을 확인할 수 있었다(도 4).

[0058] 따라서, 수중 질산성 질소의 농도 저감 및 반응물의 pH를 안정화하기 위해서는 환원제인 수소 기체와 함께 이산화탄소를 주입하는 것이 더욱 바람직하며, 이때 유량은 30mL/분으로 하는 것이 바람직하다는 것을 알 수 있었다.

[0059] 또한, 90mL/분의 수소 및 30mL/분의 이산화탄소 공급 하에서 상기 실시예 1 내지 2 및 비교예 1의 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매의 수중 질산성 질소 전환율 및 질소 선택도를 측정하였으며, 결과는 하기 표 2와 같다.

표 2

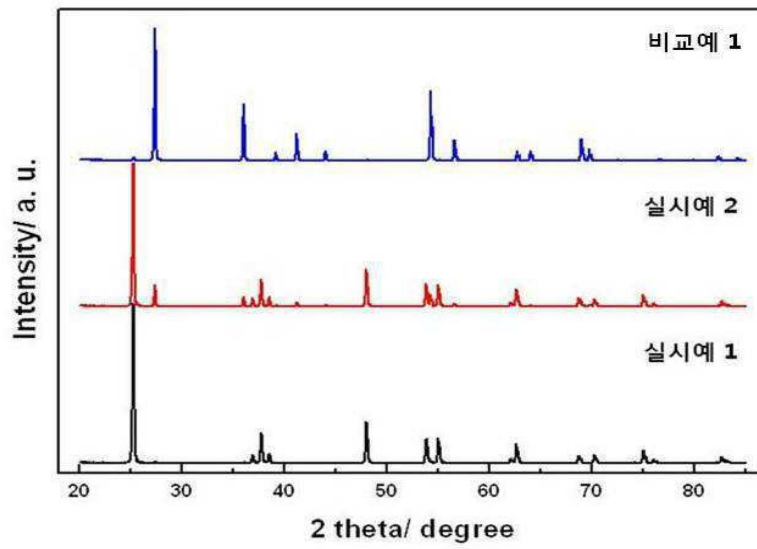
[0060]	실시예 1	실시예 2	비교예 1
수중 질산성 질소 전환율(%)	95	27	11
질소 선택도(%)	56.3	41.2	84.7

[0061] 500℃의 온도로 소성한 실시예 1의 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매는 질소 선택도가 56.3%이며, 수중 질산성 질소의 전환율이 95%로 매우 높았다. 또한, 920℃의 온도로 소성한 실시예 2의 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매는 41.2%의 질소 선택도를 보였으나, 수중 질산성 질소의 전환율은 27%로 낮은 값을 보였다. 반면에, 1020℃의 온도로 소성한 비교예 1의 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매는 질소 선택도는 84.7%로 매우 높았으나, 수중 질산성 질소의 전환율이 11%로 매우 낮은 값을 보였다.

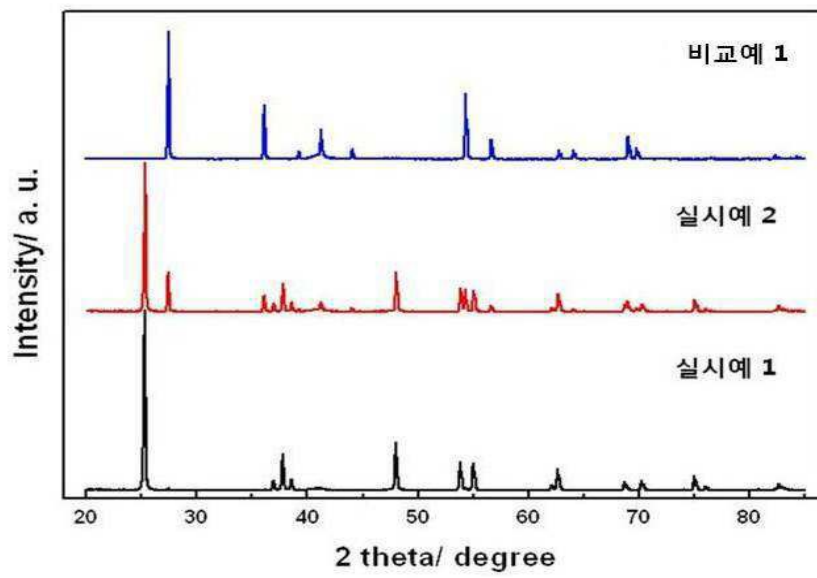
[0062] 따라서, 500℃의 온도로 소성한 실시예 1의 타이타니아 담체에 담지된 수중 질산성 질소 저감용 팔라듐-구리 촉매가 가장 높은 활성을 나타냈으며, 소성 온도가 낮을수록 우수한 활성을 나타낸다는 것을 알 수 있었다.

도면

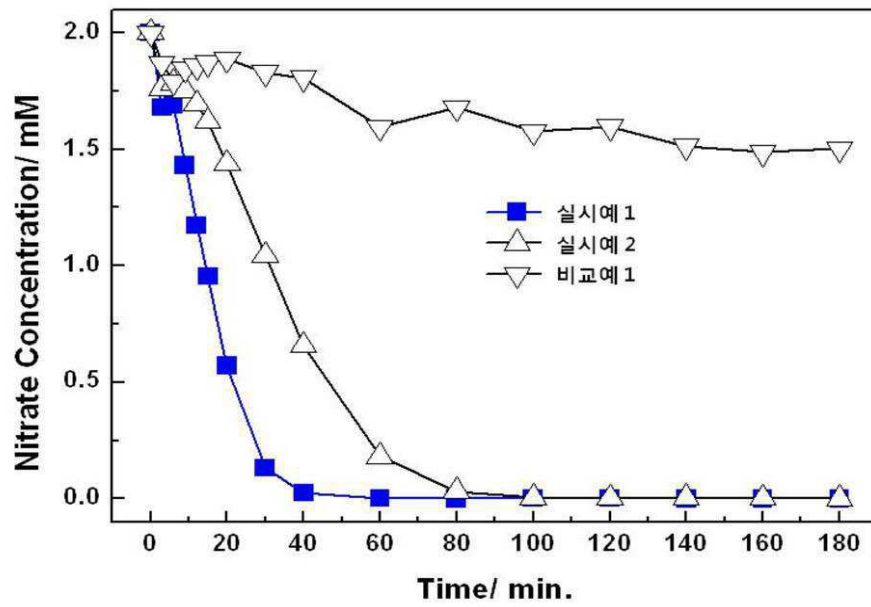
도면1



도면2



도면3



도면4

