(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0102380
(43) 공개일자 2023년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 20/32 (2006.01) *B01J 20/02* (2006.01)
B01J 20/20 (2018.01) *B01J 20/30* (2006.01)
C02F 1/28 (2006.01) *C02F 101/10* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01J 20/3236 (2013.01)
B01J 20/0244 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0192458
(22) 출원일자 2021년12월30일
심사청구일자 2021년12월30일

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
한국남동발전 주식회사
경상남도 진주시 사들로123번길 32 (충무공동)
(72) 발명자
서동철
경상남도 진주시 진주대로542번길 19-11(가좌동)
박종환
경상남도 진주대로 501 경상대학교
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인명

전체 청구항 수 : 총 6 항

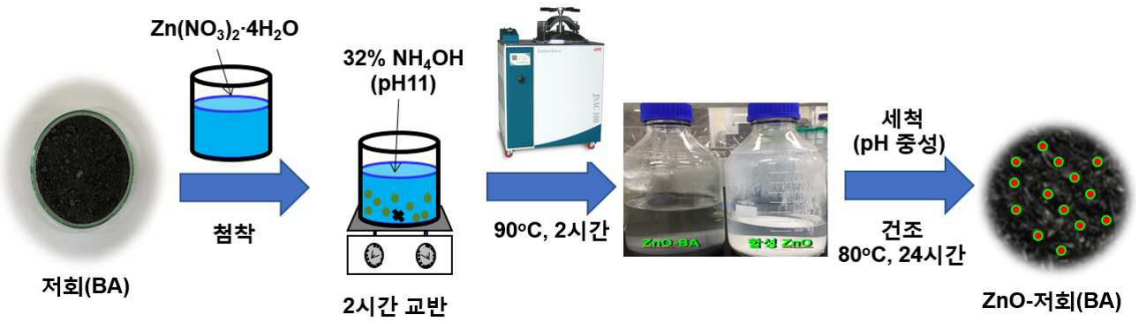
(54) 발명의 명칭 **인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차와 그 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차에 관한 것으로, 구체적으로는 바이오매스 전소발전소로부터 배출되는 저회를 수집하는 수집단계, 상기 수집된 저회를 질산아연 용액과 혼합한 후 교반하는 혼합단계, 상기 혼합단계에서 제조된 혼합물에 알칼리 용액을 첨가하여 아연이온을 저회내에 혼입시키는 첨착단

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



계, 상기 첨착단계에서 제조된 첨착물을 열수 반응시켜 아연이온을 활성화시키는 활성화단계, 및 상기 활성화된 첨착물에 과잉된 알칼리 성분을 세척하여 제거후 건조시켜 인산염 흡착제를 제조하는 흡착제 제조단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차는 바이오매스 전소발전소로부터 배출되며 폐기물로 취급되는 바이오차 유사 저회를 재활용함으로써 폐기물을 저감시킬 수 있고, 표면작용기가 음하전을 띄는 바이오차 유사 저회에 산화아연을 첨착시킴으로써 인산염에 대한 친화도를 높이고 인산염의 흡착용량을 증가시키며, 수중으로 용출되는 인산염을 저감시킬 수 있는 장점이 있다.

(52) CPC특허분류
B01J 20/20 (2018.01)
B01J 20/305 (2013.01)
B01J 20/3071 (2013.01)
B01J 20/3078 (2013.01)
B01J 20/3204 (2013.01)
C02F 1/283 (2013.01)
C02F 1/288 (2013.01)
C02F 2101/105 (2013.01)

(72) 발명자
이수림
경상남도 진주시 하대로 113-3, 2층 (하대동)
이재훈
경상남도 진주시 가호로 26, 210동 1308호(가좌동, 진주가좌주공아파트)
성운경
경기도 성남시 분당구 불정로 362, 610동 1604호
고호준
경상남도 진주시 새평거로 25, 110동 2201호(평거동, 더 퀸즈웰가)

명 세 서

청구범위

청구항 1

바이오매스 전소발전소로부터 배출되는 저회를 수집하는 수집단계;

상기 수집된 저회를 질산아연 용액과 혼합한 후 교반하는 혼합단계;

상기 혼합단계에서 제조된 혼합물에 알칼리 용액을 첨가하여 아연이온을 저회내에 혼입시키는 첨착단계;

상기 첨착단계에서 제조된 첨착물을 열수 반응시켜 아연이온을 활성화시키는 활성화단계; 및

상기 활성화된 첨착물에 과잉된 알칼리 성분을 세척하여 제거후 건조시켜 인산염 흡착제를 제조하는 흡착제 제조단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 혼합단계는 40mM의 $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 용액 1L 당 상기 저회 5 내지 10g을 혼합후 1 내지 2시간 동안 교반하여 혼합물을 제조하는 것을 특징으로 하는 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 저회 바이오차의 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 첨착단계는 상기 혼합물에 20 내지 30% NH_4OH를 주입하여 pH를 10 내지 11까지 증가시키고 용해된 아연이온을 수산화이온 형태로 상기 저회내에 혼입시켜 첨착물을 제조하는 것을 특징으로 하는 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 활성화단계는 상기 첨착물을 오토클레이브 내에서 90 내지 100℃로 1 내지 2시간 동안 반응시켜 상기 저회내에 수산화아연을 산화아연으로 활성화시키는 것을 특징으로 하는 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 흡착제 제조단계는 상기 활성화된 첨착물 용액 및 상기 저회 표면에 잔존하는 알칼리 성분을 제거하여 pH가 중성이 될때까지 세척하는 세척단계와,

상기 세척된 첨착물을 80 내지 120℃ 온도하에 24시간 건조하는 건조단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 제조방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항의 제조방법에 의해 제조된 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차와 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 바이오매스 전소발전소에서 배출되며 폐기물로 취급되는 저회에 산화아연을 첨착시켜 수중에 존재하는

인산염의 제거를 위한 흡착제로 활용할 수 있는 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차와 그 제조방법에 관한 것임

배 경 기 술

[0003] 최근 미세먼지 등의 환경오염 문제가 심각해지면서 국제사회를 중심으로 환경 규제가 강화되고 있다. 환경오염의 주된 원인으로는 석탄화력발전이 거론되고 있으며, 규제가 강화됨에 따라 환경설비의 단계적인 보완과 노후설비의 조기 폐쇄가 추진 중인 상태이며, 국내의 경우 30년 이상된 노후 화력발전의 일시 가동중단 정책이 발표되었다.

[0004] 특히, 2017년 탈석탄, 탈원전 정책이 등장함에 따라 발전분야는 2016년 기준 40% 수준인 석탄 화력과 30%인 원자력을 2030년까지 각각 23.7%, 17.9%로 축소하고 LNG 비율 38.4%, 태양광 및 풍력 중심의 신재생 비율의 20% 증가를 목표로 하고 있다.

[0005] 최근 2050 탄소중립 시나리오에 의해 2050년까지 화력발전소를 폐쇄해야 하며, 이에 따라 화력발전소는 노후석탄화력중 일부를 우드펠릿 연료로 전환하여 바이오매스 전소발전소를 운영하고 있으며, 남동발전의 영동 1호기의 경우 우드펠릿의 사용 증가에 인해 발생되는 발생회인 비회와 저회의 1일 발생량은 각각 14톤 및 19톤 정도로 꾸준히 발생할 것으로 전망된다.

[0006] 그러나, 발전시설로부터 발생된 회(재)는 재활용되는 부분을 제외하고는 대부분 매립하는 방식으로 처리되고 있으며, 매립지 및 회처리장의 만지(滿地)로 인하여 매립방식의 처리를 지속할 수 없을 뿐 아니라 매립부지의 확보가 어렵고, 회 매립으로부터 야기되는 환경 문제 또한 우려되고 있는 실정이다.

[0007] 한편, 최근 바이오매스 전소발전소로부터 배출된 저회의 구조와 이화학적 특성은 기존 토양개량제, 지구온난화 및 환경정화용 제재로서 각광받고 있는 Biochar와 유사한 것으로 보고되었다. Biochar는 농업 및 산림 부산물을 무산소 조건하에 열분해하여 제조되고 있으며, 최근 연구에 의해 토양개량효과, 작물생육 증진효과, 온실가스 저감효과, 탄소격리 효과 및 환경정화 효과 등으로 주목받고 있는 탄소기반 소재이다.

[0008] 일반적인 바이오차의 경우 표면 작용기의 특성으로 인하여 대부분 음하전을 띄게 되고, 이러한 영향으로 인하여 음하전을 띄는 인산염에 대해 상대적으로 낮은 처리효율을 보이거나 Biochar 내에 존재하는 인산염의 용출로 인하여 초기 주입된 인산염의 농도보다 더 증가된 값을 나타내기도 한다.

[0009] 한편, 친환경 소재인 산화아연(ZnO)은 다양한 용도로 사용되어 왔으며, 연간 150만톤이 생산되고 있다. 또한, 산화아연은 인산염에 효과적인 물질로 알려져 있으나, 자연적으로 존재하는 산화아연의 경우 입자가 작고 자체 응집에 의하여 수처리제로 활용시 공급폐쇄 현상이 발생하여 그 자체를 수질여과제로 활용하기에는 제한적인 것으로 알려져 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 기존 바이오매스 전소발전소에서 배출되는 발생회에 ZnO를 첨착한 바이오차를 인산염 흡착제로 활용하는 것이다.

[0012] 또한, 본 발명의 다른 목적은 기존 바이오매스 전소발전소 저회의 경우 표면작용기가 대부분 음하전을 띄어 인산염 제거가 어려운 문제를 전소발전소 유래 바이오차에 산화아연을 첨착시킴으로써 인산염의 흡착능력을 향상시킨 ZnO 첨착 바이오차를 흡착제로 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 저회 바이오차의 제조방법은 바이오매스 전소발전소로부터 배출되는 저회를 수집하는 수집단계, 상기 수집된 저회를 질산아연 용액과 혼합한 후 교반하는 혼합단계, 상기 혼합단계에서 제조된 혼합물에 알칼리 용액을 첨가하여 아연이온을 저회내에 혼입

시키는 첨착단계, 상기 첨착단계에서 제조된 첨착물을 열수 반응시켜 아연이온을 활성화시키는 활성화단계, 및 상기 활성화된 첨착물에 과잉된 알칼리 성분을 세척하여 제거후 건조시켜 인산염 흡착제를 제조하는 흡착제 제조단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 혼합단계는 40mM의 $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 용액 1L 당 상기 저회 5 내지 10g을 혼합후 1 내지 2시간 동안 교반하여 혼합물을 제조하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 첨착단계는 상기 혼합물에 20 내지 30% NH_4OH를 주입하여 pH를 10 내지 11까지 증가시키고 용해된 아연이온을 수산화이온 형태로 상기 저회내에 혼입시켜 첨착물을 제조하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 활성화단계는 상기 첨착물을 오토클레이브 내에서 90 내지 100℃로 1 내지 2시간 동안 반응시켜 상기 저회내에 수산화아연을 산화아연으로 활성화시키는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 흡착제 제조단계는 상기 활성화된 첨착물 용액 및 상기 저회 표면에 잔존하는 알칼리 성분을 제거하여 pH가 중성이 될때까지 세척하는 세척단계와, 상기 세척된 첨착물을 80 내지 120℃ 온도하에 24시간 건조하는 건조단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 본 발명에 따른 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 저회 바이오차는 상기 제조방법에 의해 제조되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 따른 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차는 바이오매스 전소발전소로부터 배출되며 폐기물로 취급되는 바이오차 유사 저회를 재활용함으로써 폐기물을 저감시킬 수 있는 효과가 얻어진다.

[0022] 또한, 본 발명에 따른 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차는 표면작용기가 음하전을 띄는 바이오차 유사 저회에 산화아연을 첨착시킴으로써 인산염에 대한 친화도를 높이고 인산염의 흡착용량을 증가시키며, 수중으로 용출되는 인산염을 저감시킬 수 있는 효과가 얻어진다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명에 따른 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 제조방법을 나타내는 순서도,

도 2는 본 발명에 따른 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 제조방법을 개략적으로 나타내는 도면,

도 3은 본 발명에 따른 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 표면구조특성과 구성원소를 나타내는 도면,

도 4는 본 발명에 따른 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 산화아연 결정의 분포를 나타내는 도면,

도 5는 일반적인 바이오애쉬와 본 발명에 따른 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 인산염 흡수량을 나타내는 도면,

도 6은 본 발명에 따른 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 수중 인산염 농도에 따른 인산염 흡착량을 나타내는 도면, 및

도 7은 본 발명에 따른 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 접촉시간별 인산염 흡착량을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하에서는, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 이용하여 구체적으로 설명하기로 한다. 다만, 하기의 실시예는 본 발명의 예시에 불과하므로 본 발명의 범위가 하기의 실시예들에 의하여 제한되지는 않는다.

[0027] 도 1은 본 발명에 따른 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 제조방법을 나타내는 순서도이고, 도 2는 본 발명에 따른 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 제조방법을 개략적으로 나타내는 도면이다.

[0028] 본 발명에 따른 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차는 바이오매스 전소발전소에서 발생하며 폐기물로 취급되는 저회를 재활용하기 위한 것이며, 특히 인산염과 친화력이 있는 산화아연을 바이오매스 저회에 첨착시킴으로써 인산염 흡착제로 활용하는 것을 특징으로 한다.

[0029] 본 실시예에서는 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차는 수중에서 인산염을 제거하기 위한 산화아연이 결정형태로 바이오차에 첨착되며, 이때 바이오차는 산화아연 및 인산염이 수중으로 용출되는 것을 방지하는 고체지지체의 역할을 한다.

[0030] 도 1을 참고하여, 본 발명에 따른 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 제조방법은 바이오매스 전소발전소로부터 배출되는 저회를 수집하는 수집단계(S10), 수집된 저회를 질산아연 용액과 혼합한 후 교반하는 혼합단계(S20), 혼합단계에서 제조된 혼합물에 알칼리 용액을 첨가하여 아연이온을 저회내에 혼입시키는 첨착단계(S30), 첨착단계에서 제조된 첨착물을 열수 반응시켜 아연이온을 활성화시키는 활성화단계(S40), 및 활성화된 첨착물에 과잉된 알칼리 성분을 세척하여 제거후 건조시켜 인산염 흡착제를 제조하는 흡착제 제조단계(S50)를 포함할 수 있다.

[0031] 수집단계(S10)는 바이오매스 전소발전소로부터 배출되는 바이오매스 저회를 수집하는 단계이며, 바이오매스는 주로 식물체를 전소시켜 발생되는 저회를 이용할 수 있으나, 바람직하게는 나무껍질, 톱밥, 나무 조각 등의 목재 폐기물을 펠릿형태로 압축한 우드펠릿을 전소시켜 발생하는 저회를 이용할 수 있다.

[0032] 혼합단계(S20)는 수집된 바이오매스 저회를 질산아연 용액과 혼합한 후 교반하여 혼합물을 제조하는 단계로, 저회에 첨착시킬 아연이온을 포함하는 용액에 저회를 혼합하여 아연이온을 저회에 첨착시키는 단계이다.

[0033] 이때, 사용되는 질산아연 용액은 바람직하게 $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 용액이 사용될 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니고 질산아연의 6수화물, 또는 7수화물, 또는 10수화물을 이용할 수도 있다.

[0034] 또한, 혼합단계에서 혼합물은 40mM의 $ZnSO_4 \cdot 4H_2O$ 용액 1L 당 바이오매스 저회 5 내지 10g을 혼합한 후 1시간 내지 2시간 동안 교반하여 제조될 수 있다.

[0035] 다음으로, 첨착단계(S30)는 상기 혼합단계(S20)에서 제조된 혼합물에 알칼리를 주입하여 혼합물에 용해된 아연이온을 수산화아연($Zn(OH)_2$) 형태로 저회내에 혼입시켜 첨착물을 제조하는 단계로, 혼합물에 알칼리를 주입하여 용액의 pH를 10 내지 11까지 증가시키면 용액내 아연이온이 수산화이온 형태로 저회내에 혼입된다.

[0036] 이때, 알칼리는 20 내지 30% NH_4OH가 사용될 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니고, 다른 알칼리 또는 알칼리 토금속의 수용성 수산화물을 이용할 수 있다.

[0037] 활성화단계(S40)는 상기 첨착단계(S30)에서 제조된 첨착물을 열수 반응시켜 수산화아연 형태로 저회에 혼입된 아연이온을 활성화시키는 단계이다. 활성화단계는 예시로, 오토클레이브 용기 내에서 첨착물을 90 내지 100℃로 1 내지 2시간 동안 반응시켜 저회내의 수산화아연($Zn(OH)_2$)을 산화아연(ZnO)으로 활성화시킨다.

[0038] 흡착제 제조단계(S50)는 상기 활성화단계(S40)에서 활성화된 첨착물을 세척 및 건조하여 흡착제를 제조하는 단계로, 활성화된 첨착물 용액 및 저회 표면에 잔존하는 알칼리 성분을 제거하여 pH가 중성이 될때까지 세척하는 세척단계와, 세척단계에서 세척된 첨착물을 80 내지 120℃ 온도하에 24시간 건조하는 건조단계를 더 포함할 수 있다.

[0039] 이와 같이 제조되는 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차는 바이오매스 전소발전소로부터 배출되며 폐기물로 취급되는 바이오매스 저회를 재활용함으로써 폐기물을 저감시킬 수 있고, 기존 바이오매스 저회의 표면작용기가 음하전을 띄어 인산염 제거에 적합하지 않던 문제를 바이오매스 저회에 산화아연을 첨착시킴으로써 인산염에 대한 친화도를 높일 수 있다.

[0041] [실시예]

[0042] 이하에서는 본 발명에 따른 인산염 제거를 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 구체적인 실시예를 설명한다. 그러나 하기 실시예는 본 발명의 예시일 뿐이며, 본 발명은 하기 실시예에 의해 한정되지 않고 다양하게 수정 및 변경될 수 있음은 물론이다.

[0044] 바이오매스 전소발전소로부터 배출되는 바이오매스 저회를 수집한 후, 바이오매스 저회 7g을 20mM의 $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 용액 500ml에 주입하고 2시간 동안 교반하여 혼합물을 제조하였다.

[0045] 이어서, 제조된 혼합물에 27% NH_4OH를 주입하여 용액의 pH를 11까지 증가시켜 혼합물에 용해된 아연이온을 수산화이온 형태로 저회내에 첨착시켜 첨착물을 제조한다.

[0046] 제조된 첨착물을 오토클레이버용 용기에 넣고 90℃의 온도하에 2시간 동안 반응시켜 저회내의 수산화아연($Zn(OH)_2$)를 산화아연(ZnO)로 활성화시킨다.

[0047] 활성화를 마친 첨착물에 잔존하는 알칼리 성분을 중성이 될 때까지 세척하고, 80 내지 120℃ 범위의 온도하에 24시간 건조하여 인산염 흡착제를 제조한다.

[0049] [시험예]

[0050] 도 3은 본 발명에 따른 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 표면구조특성과 구성원소를 나타내는 도면이고, 도 4는 본 발명에 따른 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 산화아연 결정의 분포를 나타내는 도면, 도 5는 일반적인 바이오애쉬와 본 발명에 따른 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 인산염 흡수량을 나타내는 도면, 도 6은 본 발명에 따른 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 수중 인산염 농도에 따른 인산염 흡착량을 나타내는 도면, 도 7은 본 발명에 따른 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 접촉시간별 인산염 흡착량을 나타내는 도면이다.

[0051] 도 3에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따라 제조된 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차를 전자주사현미경(SEM)을 통해 관찰한 결과, 탄소로 구성된 저회 지지체에 아연결정이 첨착된 것을 확인할 수 있었고, 구성원소의 분석결과 아연이 약 12%로 상당량이 저회에 잘 첨착된 것을 확인할 수 있었다.

[0052] 도 4에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따라 제조된 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차는 저회내에 아연이 다수 첨착되었으며, 이들 대부분은 산화아연 결정형으로 구성되어있음이 확인되어 저회내에 아연이온의 활성화가 잘 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

[0053] 도 5에 도시한 바와 같이, 기존의 일반적인 바이오매스 저회(Bioash)의 경우 수중에서 인산염의 용출이 발생하였으나, 본 발명에 따라 제조된 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 경우 수중에서 인산염의 흡수율이 우수하여 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차는 인산염에 대해 높은 친화도를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

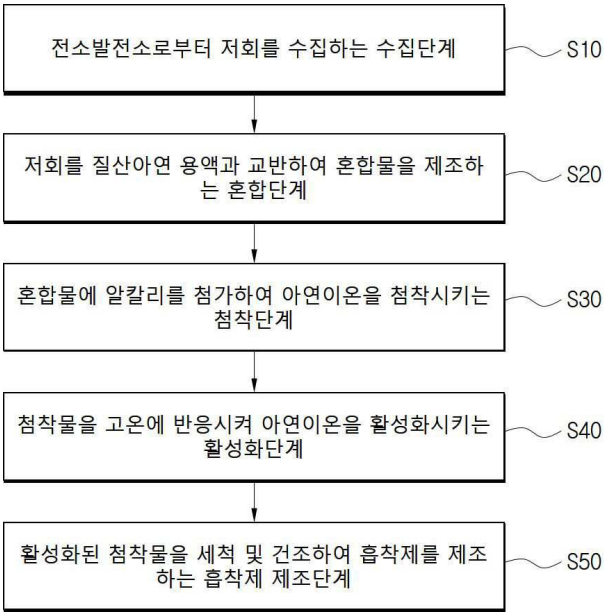
[0054] 도 6에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따라 제조된 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차를 Langmuir 등온흡착모델로부터 인산염 흡착용량을 도출한 결과, 최대 인산염 흡착용량은 약 105mg/g으로 이는 기존에 보고된 다른 인산염 흡착제들보다 높은 흡착량을 나타내고 있음을 확인할 수 있었다.

[0055] 또한, 도 7에 도시한 바와 같이 본 발명에 따라 제조된 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 접촉시간별 인산염 흡착량을 확인결과, 12시간 이후부터 흡착량이 일정하게 유지되어 가장 인산염을 효과적으로 흡착하기 위한 ZnO 첨착 전소발전소 유래 바이오차의 효율적인 접촉시간은 약 12시간임을 확인할 수 있었다.

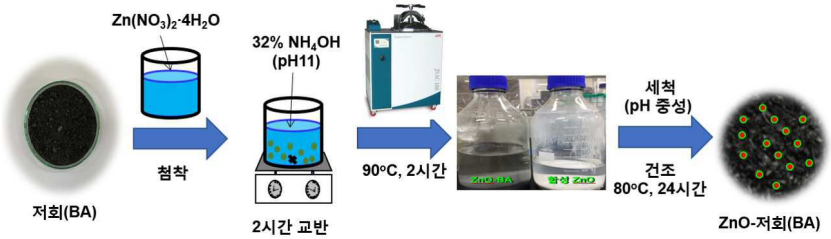
[0057] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

도면

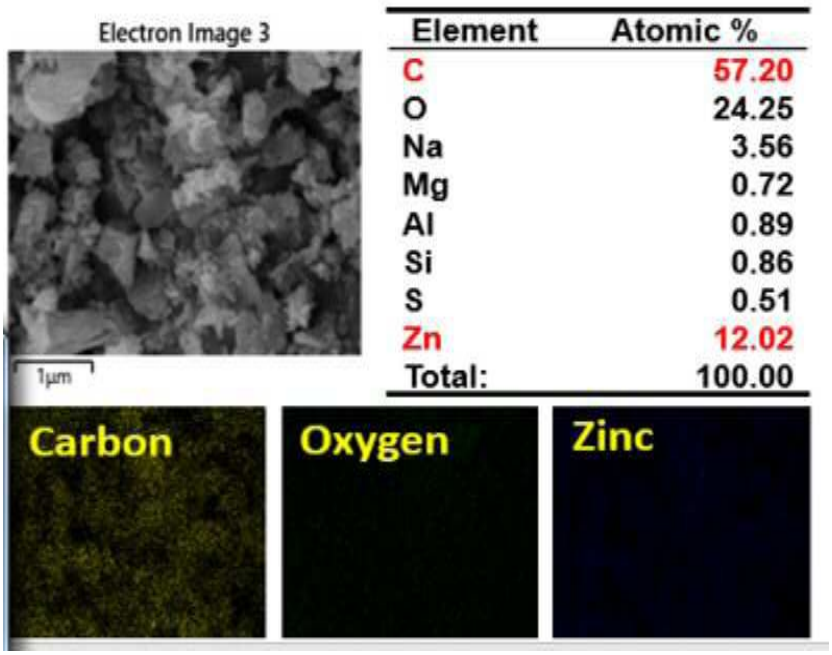
도면1


전소발전소로부터 저회를 수집하는 수집단계
S10
저회를 질산아연 용액과 교반하여 혼합물을 제조하는 혼합단계
S20
혼합물에 알칼리를 첨가하여 아연이온을 첨착시키는 첨착단계
S30
첨착물을 고온에 반응시켜 아연이온을 활성화시키는 활성화단계
S40
활성화된 첨착물을 세척 및 건조하여 흡착제를 제조하는 흡착제 제조단계
S50

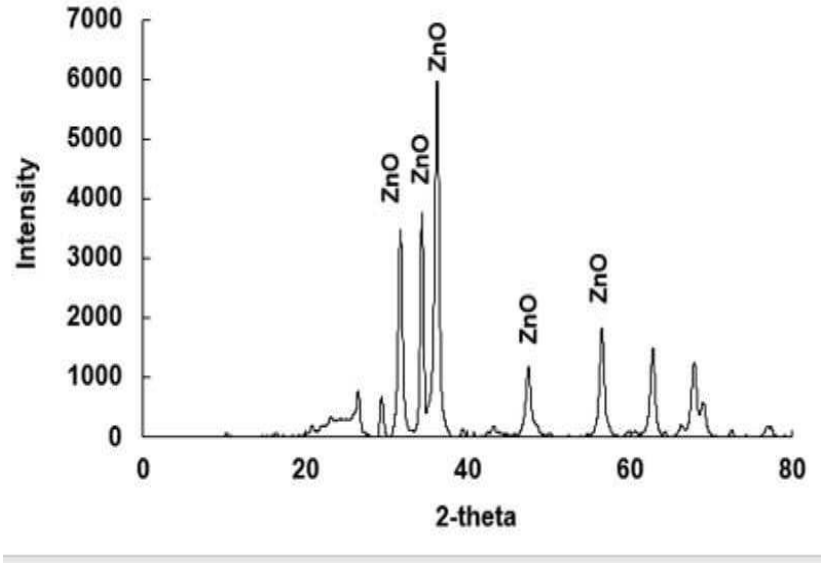
도면2


Zn(NO3)2·4H2O
32% NH4OH
(pH11)
저회(BA)
첨착
2시간 교반
90°C, 2시간
세척
(pH 중성)
건조
80°C, 24시간
ZnO-저회(BA)

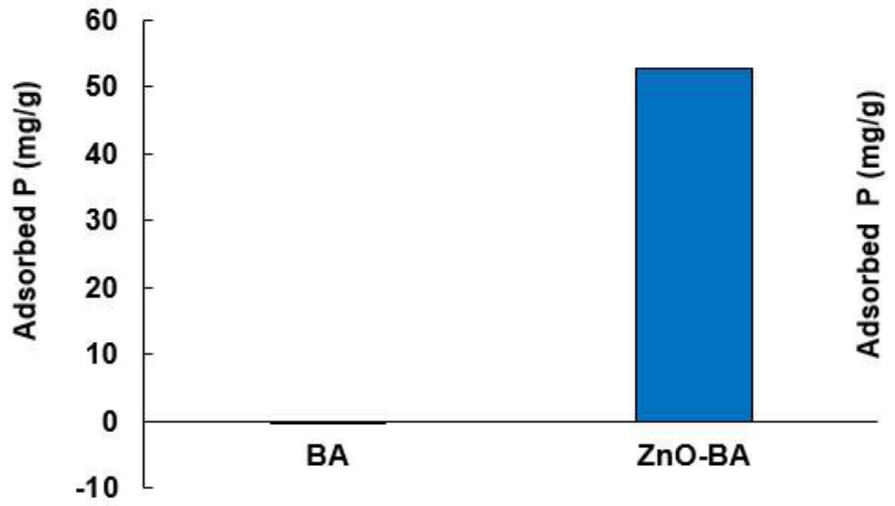
도면3


Electron Image 3
1μm
Element Atomic %
C 57.20
O 24.25
Na 3.56
Mg 0.72
Al 0.89
Si 0.86
S 0.51
Zn 12.02
Total: 100.00
Carbon
Oxygen
Zinc

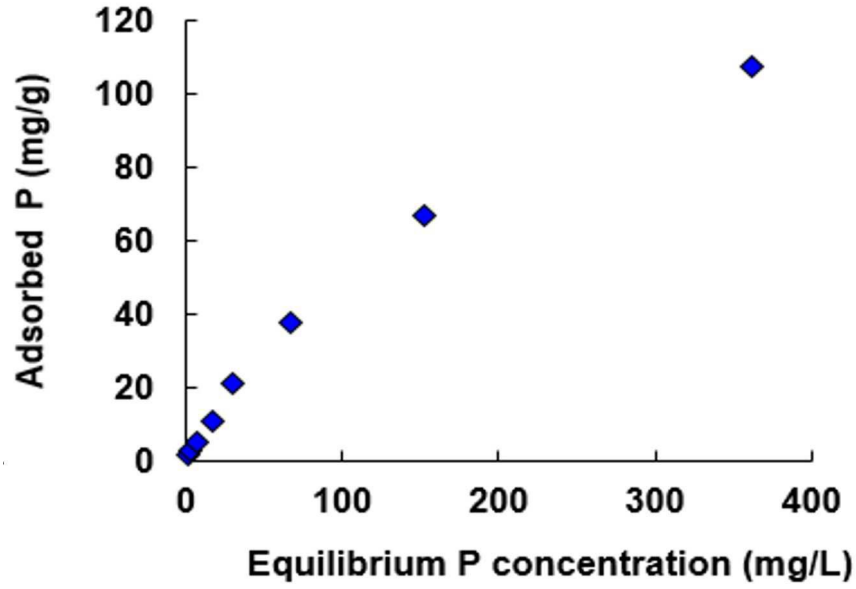
도면4


Intensity
2-theta
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
0
20
40
60
80
ZnO
ZnO
ZnO
ZnO
ZnO

도면5


60
50
40
30
20
10
0
-10
Adsorbed P (mg/g)
BA
ZnO-BA
Adsorbed P (mg/g)

도면6


120
100
80
60
40
20
0
Adsorbed P (mg/g)
0
100
200
300
400
Equilibrium P concentration (mg/L)

도면7

