



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0025114
(43) 공개일자 2017년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C05F 7/00 (2015.01) C05B 7/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C05F 7/00 (2013.01)
C02F 1/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0121067
(22) 출원일자 2015년08월27일
심사청구일자 2015년08월27일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
이재우
서울특별시 강남구 도곡로78길 22, 삼성아파트
107동 2303호
최오경
경기도 용인시 수지구 상현로 27, 상현마을쌍용2
차스윗닷홈A단지아파트 173동 304호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한양특허법인

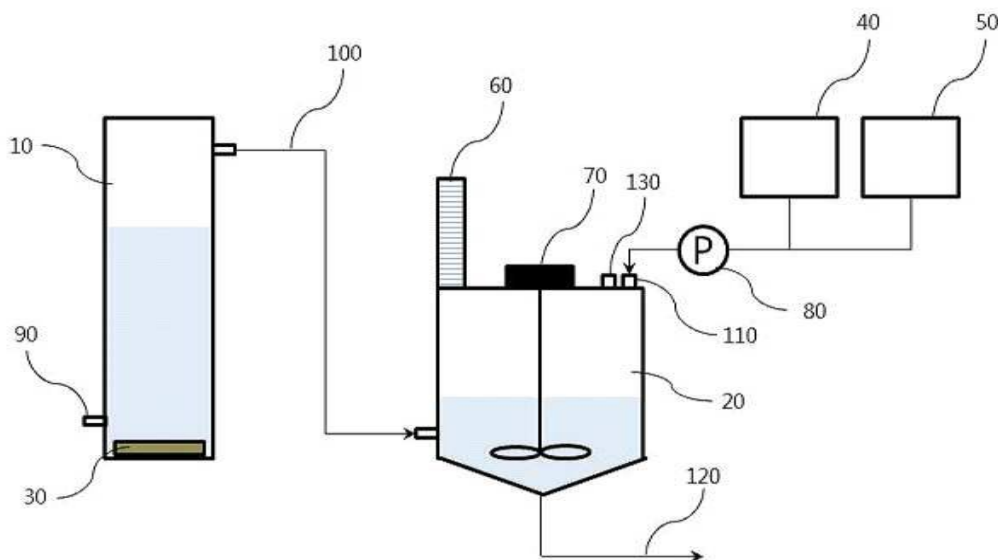
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **디아모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물의 제조장치 및 디아모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물의 제조방법**

(57) 요약

본 발명은 디아모늄포스페이트(DAP, diammonium phosphate)를 포함하는 비료용 조성물의 제조장치 및 디아모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물의 제조방법에 관한 것이다. 본 발명의 제조장치 및 제조방법에 따라 고농도의 암모니아성 질소가 포함된 폐수로부터 고품질 고상 비료 및 토양 개량제 등의 다양한 용도로 사용가능한 디아모늄포스페이트를 회수할 수 있으며, 고상의 형태로 디아모늄포스페이트를 회수함에 따라 기존의 건조 방법을 경제적으로 대체하는 효과도 갖는다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C05B 7/00 (2013.01)

C02F 2001/5218 (2013.01)

(72) 발명자

이관형

경기도 파주시 동패로 117, 벽산아파트 302동 202호

슈크라

세종특별자치시 조치원읍 섭골길 41-6, 207호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 E3150001504040000000000000

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 차세대에코이노베이션기술개발사업

연구과제명 [2차년도] 제올라이트-MAP 통합공정을 이용한 고품질 고상비료회수 기술

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2015.04.01 ~ 2016.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

암모니아 탈기조(10);

상기 암모니아 탈기조(10)로부터 탈기된 암모니아 가스가 주입되는 주입부(100);

인산 저장조(40);

상기 인산 저장조(40)로부터 인산이 유입되는 유입부(110);

씨드(seed)가 유입되는 유입부(130);

상기 주입부(100)로 주입된 암모니아 가스와 상기 유입부(110)로 유입된 인산이 반응하여 디암모늄포스페이트(DAP, diammonium phosphate)가 생성되고, 상기 유입부(130)로 유입된 씨드와 디암모늄 포스페이트가 결합하여 결정이 형성되는 반응조(20);

상기 반응조(20) 내부에 위치한 교반기(70); 및

상기 반응조(20) 내부에 형성된 결정을 배출하는 배출부(120)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 고상 디암모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물의 제조장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제조장치는 인산을 제외한 산 저장조(50)를 더 포함하고,

유입부(110)를 통하여 인산 및 인산을 제외한 산이 반응조(20)로 유입되는 것을 특징으로 하는, 비료용 조성물의 제조장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 인산을 제외한 산은 황산 또는 염산인 것을 특징으로 하는, 비료용 조성물의 제조장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제조장치는 암모니아 탈기조(10)로 암모니아 폐수가 유입되는 유입부(90); 및 암모니아 탈기조(10)로 공기가 주입되는 공기주입장치(30)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 비료용 조성물의 제조장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 암모니아 폐수는 암모니아성 질소 농도가 1000 내지 3000 mg/L인 것을 특징으로 하는, 비료용 조성물의 제조장치

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 씨드는 제올라이트 또는 인산암모늄마그네슘 (MAP, magnesium ammonium phosphate)인 것을 특징으로 하는, 비료용 조성물의 제조장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 반응조(20)에서 인산과 암모니아는 1:1 내지 1:3의 몰비로 반응하는 것을 특징으로 하는, 비료용 조성물의 제조장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 탈기조(10)의 pH는 10 내지 12인 것을 특징으로 하는, 비료용 조성물의 제조장치.

청구항 9

염기를 이용하여 pH 10내지 12로 조정된 암모니아 폐수에 공기를 주입하여 암모니아 가스를 탈기시키는 단계;

상기 암모니아 가스와 인산을 반응시켜 디암모늄포스페이트(DAP, diammonium phosphate)를 형성시키는 단계; 및

상기 디암모늄포스페이트를 씨드(seed)와 결합시켜 결정화 시키는 단계를 포함하는, 고상 디암모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물의 제조방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 디암모늄포스페이트를 형성시키는 단계는 암모니아 가스, 인산, 및 인산을 제외한 산을 반응시키는 것을 특징으로 하는, 비료용 조성물의 제조방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 인산을 제외한 산은 염산 또는 황산인 것을 특징으로 하는, 비료용 조성물의 제조방법.

청구항 12

청구항 9에 있어서,

상기 암모니아 폐수는 암모니아성 질소 농도가 1000 내지 3000 mg/L인 것을 특징으로 하는, 비료용 조성물의 제조방법.

청구항 13

청구항 9에 있어서,

상기 인산과 암모니아는 1:1 내지 1:3의 몰비로 반응하는 것을 특징으로 하는, 비료용 조성물의 제조방법.

청구항 14

청구항 9에 있어서,

상기 디암모늄포스페이트를 형성시키는 단계는 30 내지 60℃ 및 pH 6 내지 8의 조건에서 수행되는 것을 특징으로 하는, 비료용 조성물의 제조방법.

청구항 15

청구항 9에 있어서,

상기 씨드는 제올라이트 또는 인산암모늄마그네슘 (MAP, magnesium ammonium phosphate)인 것을 특징으로 하는, 비료용 조성물의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 디암모늄포스페이트(DAP, diammonium phosphate)를 포함하는 비료용 조성물의 제조장치 및 디암모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 국내에서 발생하는 축산 폐수, 피혁, 섬유 등의 산업 폐수 및 매립지 침출수 등의 폐수의 경우 고농도의 암모니아성 질소가 포함되어 있으며, 특히 가축분뇨의 경우 2006년 이래로 연간 43백만톤 이상 꾸준히 발생되고 있다. 이러한 고농도 질소의 경우 혐기성 소화를 통해 거의 처리되지 않고 소화 탈리액 형태로 배출되며, 이러한 고농도 질소 폐수가 수계에 방류될 경우 부영양화, 적조 및 암모니아의 어류독소, 수중 용존산소 결핍 등 수계 환경 오염부하 증가의 주요 원인이 되므로 적절한 처리가 필요하다. 현재 폐수 내의 질소를 처리하는 방법은 크게 물리·화학적 방법과 생물학적 방법으로 나뉘지만 대부분은 폐수 내의 질소 성분을 폐수로부터 분해가 아닌 분리하는 것으로 고농도로 농축된 질소 폐액을 생성하기 때문에 이를 처리하기 위한 추가 공정이 요구되고 있다.

[0003] 최근 하·폐수의 처리 및 재이용을 목적으로 폐수 내의 질소와 인을 약알칼리성 조건에서 Mg^{2+} 와 화학적 결합을 통해 결정화하여 불용성의 결정인 MAP(Magnesium ammonium phosphate)로 석출하여 비료로 활용하고자 하는 기술 개발이 시도되어 미국과 유럽을 중심으로 상용화되고 있는 추세이며, 국내에서도 축산폐수나 혐기성 소화 탈리액에 존재하는 고농도 암모니아와 인 제거를 위한 MAP 결정화 기술이 연구된 바 있다 (대한민국 공개특허 2011-0113284호). 그러나, MAP 결정화의 경우약품비용이 과다하고 결정생성을 위한 긴 반응시간이 요구되며 다량의 슬러지가 발생하는 단점이 있다.

[0004] 한편, MAP와는 달리 NH_3 와 H_3PO_4 가 2:1 몰비로 결합되어 생성되는 DAP의 경우, 질소의 높은 결합비로 인해 질소 함량이 약 18 wt%로 우수하여 높은 시장성과 상품성을 가지고 있다. 그러나 DAP의 경우 물에 대한 용해도가 매우 높아 (700 g/L @ 20℃) 이를 경제적으로 회수할 수 있는 기술 개발이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 2011-0113284호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 고농도의 암모니아성 질소가 포함되어 있는 폐수로부터 고품질의 고상 비료를 생산하기 위하여, 고상 디암모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물의 제조장치 및 고상 디암모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은 암모니아 탈기조(10); 상기 암모니아 탈기조(10)로부터 탈기된 암모니아 가스가 주입되는 주입부(100); 인산 저장조(40); 상기 인산 저장조(40)로부터 인산이 유입되는 유입부(110); 씨드(seed)가 유입되는 유입부(130); 상기 주입부(100)로 주입된 암모니아 가스와 상기 유입부(110)로 유입된 인산이 반응하여 디암모늄포스페이트(DAP, diammonium phosphate)가 생성되고, 상기 유입부(130)로 유입된 씨드와 디암모늄포스페이트가 결합하여 결정이 형성되는 반응조(20); 상기 반응조(20) 내부에 위치한 교반기(70); 및 상기 반응조(20) 내부에 형성된 결정을 배출하는 배출부(120)를 포함하는 것을 특징으로 하는 고상 디암모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물의 제조장치를 제공한다.

[0008] 일 구현예는 인산을 제외한 산 저장조(50)를 더 포함하고, 유입부(110)를 통하여 인산 및 인산을 제외한 산이 반응조(20)로 유입되는 것일 수 있다.

[0009] 다른 일 구현예는 인산을 제외한 산은 황산 또는 염산인 것일 수 있다.

[0010] 또 다른 일 구현예는 암모니아 탈기조(10)로 암모니아 폐수가 유입되는 유입부(90); 및 암모니아 탈기조(10)로 공기가 주입되는 공기주입장치(30)를 더 포함하는 것일 수 있다.

- [0011] 또 다른 일 구현예는 암모니아 폐수의 암모니아성 질소 농도가 1000 내지 3000 mg/L인 것일 수 있다.
- [0012] 또 다른 일 구현예는 씨드가 제올라이트 또는 인산암모늄마그네슘 (MAP, magnesium ammonium phosphate)인 것일 수 있다.
- [0013] 또 다른 일 구현예는 반응조(20)에서 인산과 암모니아는 1:1 내지 1:3의 몰비로 반응하는 것일 수 있다.
- [0014] 또 다른 일 구현예는 탈기조(10)의 pH가 10 내지 12인 것일 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명은 염기를 이용하여 pH 10내지 12로 조정된 암모니아 폐수에 공기를 주입하여 암모니아 가스를 탈기시키는 단계; 상기 암모니아 가스와 인산을 반응시켜 디암모늄포스페이트(DAP, diammonium phosphate)를 형성시키는 단계; 및 상기 디암모늄포스페이트를 씨드(seed)와 결합시켜 결정화 시키는 단계를 포함하는, 고상 디암모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물의 제조방법을 제공한다.
- [0016] 일 구현예는 디암모늄포스페이트를 형성시키는 단계는 암모니아 가스, 인산, 및 인산을 제외한 산을 반응시키는 것일 수 있다.
- [0017] 다른 일 구현예는 인산을 제외한 산이 염산 또는 황산인 것일 수 있다.
- [0018] 또 다른 일 구현예는 암모니아 폐수의 암모니아성 질소 농도가 1000 내지 3000 mg/L인 것일 수 있다.
- [0019] 또 다른 일 구현예는 인산과 암모니아가 1:1 내지 1:3의 몰비로 반응하는 것일 수 있다.
- [0020] 또 다른 일 구현예는 디암모늄포스페이트를 형성시키는 단계가 30 내지 60℃ 및 pH 6 내지 8의 조건에서 수행되는 것일 수 있다.
- [0021] 또 다른 일 구현예는 씨드가 제올라이트 또는 인산암모늄마그네슘 (MAP, magnesium ammonium phosphate)인 것일 수 있다.
- [0022] 또한, 본 발명은 상기 방법으로 제조된 고상 디암모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물을 제공한다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명의 제조장치 및 제조방법에 따라 고농도의 암모니아성 질소가 포함된 폐수로부터 고품질 고상 비료(완효성 비료) 및 토양 개량제 등의 다양한 용도로 사용가능한 디암모늄포스페이트를 회수할 수 있으며, 고상의 형태로 디암모늄포스페이트를 회수함에 따라 기존의 건조 방법을 경제적으로 대체하는 효과도 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 제조장치를 그림으로 나타낸 것이다.
- 도 2는 반응조 내에서의 고상 디암모늄포스페이트 형성과정을 그림으로 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 본 발명은 디암모늄포스페이트(DAP, diammonium phosphate)를 포함하는 비료용 조성물의 제조장치 및 디암모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물의 제조방법에 관한 것이다.
- [0026] 본 발명은 고농도 질소폐수로부터 질소를 회수하여 비료로 사용하는 것이 특징으로, 본 발명의 비료용 조성물은 종래 인공 액상 비료에 비해 토양 및 수계의 침투가 적은 완효성 비료로서 친환경적이며, 질소 순환계의 부작용을 최소화시킬 수 있다.
- [0027] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0028] 본 발명은 암모니아 탈기조(10); 상기 암모니아 탈기조(10)로부터 탈기된 암모니아 가스가 주입되는 주입부

(100); 인산 저장조(40); 상기 인산 저장조(40)로부터 인산이 유입되는 유입부(110); 씨드(seed)가 유입되는 유입부(130); 상기 주입부(100)로 주입된 암모니아 가스와 상기 유입부(110)로 유입된 인산이 반응하여 디암모늄 포스페이트(DAP, diammonium phosphate)가 생성되고, 상기 유입부(130)로 유입된 씨드와 디암모늄포스페이트가 결합하여 결정이 형성되는 반응조(20); 상기 반응조(20) 내부에 위치한 교반기(70); 및 상기 반응조(20) 내부에 형성된 결정을 배출하는 배출부(120)를 포함하는 것을 특징으로 하는 고상 디암모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물의 제조장치를 제공한다.

[0029] 상기 반응조(20)에서 탈기된 암모니아(NH_3)는 산과 반응함에 따라 중성화되어 암모늄 이온 형태(NH_4^+)로 다시 전환되어 용해되고, 암모늄 이온이 인산염과 반응함에 따라 디암모늄포스페이트가 형성된다.

[0030] 상기 반응조(20) 내에서 인산과 암모니아는 적절한 비율로 반응할 수 있는데, 인산과 암모니아는 1:1 내지 1:3의 몰비로 반응시키는 것이 바람직하다. 상기 몰비로 반응시키는 경우, 디암모늄포스페이트의 회수 단가를 저감시킬 수 있다. 상기 반응은 30 내지 60℃ 및 pH 6 내지 8의 조건에서 반응시키는 것이 바람직하며, 40 내지 55℃ 및 pH 7.5 전후의 조건에서 반응시키는 것이 더 바람직하다. 상기 조건에서 반응을 시키는 경우 디암모늄포스페이트 회수율을 더 증가시킬 수 있다.

[0031] 상기 반응조(20)에서 형성된 디암모늄포스페이트는 유입부(130)를 통해 유입된 씨드와 결합하여 결정화가 된다. 상기 씨드는 불용성인 것이라면 특별히 제한되지 않으나, 바람직하게는 복합비료로서 활용성이 높은 체올라이트 또는 인산암모늄마그네슘 (MAP, magnesium ammonium phosphate)일 수 있다.

[0032] 상기 제조장치는 인산을 제외한 산 저장조(50)를 더 포함하고, 유입부(110)를 통하여 인산 및 인산을 제외한 산이 반응조(20)로 유입될 수 있다. 상기 인산을 제외한 산은 특별히 제한되지 않으나, 바람직하게는 황산 또는 염산일 수 있다. 인산을 단독적으로 사용할 경우 비싼 인산의 가격으로 인해 생산단가의 증가가 예상되므로, 단가 절감을 위해 인산을 제외한 산을 유입시킬 수 있으며, 인산은 DAP 결합을 위한 최소양만 주입하고 황산 등과 같은 저렴한 산을 대체하여 주입하는 것이 바람직하다.

[0033] 또한, 상기 제조장치는 암모니아 탈기조(10)로 암모니아 폐수가 유입되는 유입부(90); 및 암모니아 탈기조(10)로 공기가 주입되는 공기주입장치(30)를 더 포함할 수 있다. 디암모늄포스페이트의 경우 암모늄 이온(NH_4^+) 형태가 아닌 자유 암모니아(NH_3) 형태로 반응하는 특성으로 인해 암모니아 탈기조(10)를 가지며, 암모니아 탈기를 위해 탈기조(10)는 암모니아 탈기조(10)로 공기가 주입되는 공기주입장치(30)를 가진다.

[0034] 암모니아 탈기를 위해, 상기 탈기조(10)에서의 암모니아 폐수의 pH는 10 내지 12가 바람직하며, pH 조절은 염기, 예컨대 수산화나트륨, 수산화칼륨 등을 통하여 이루어질 수 있다.

[0035] 상기 암모니아 폐수는 피혁, 섬유 등의 산업 폐수, 음폐수, 축산폐수 등의 고농도 암모니아성 질소(무기암모늄 염의 질소를 의미)를 포함하는 것을 말한다. 예컨대, 상기 암모니아 폐수는 암모니아성 질소 농도가 1000 내지 3000 mg/L일 수 있으며, 더 바람직하게는 2000 내지 3000 mg/L일 수 있다. 상기 제조장치는 생물학적 처리(암모니아성 질소의 적용농도 범위: ~500 mg/L), 이온교환(25~200 mg/L)과 달리 고농도 암모니아성 질소를 포함하는 폐수를 처리/회수할 수 있는 것이 특징이다.

[0036] 또한, 본 발명은 염기를 이용하여 pH 10 내지 12로 조정된 암모니아 폐수에 공기를 주입하여 암모니아 가스를 탈기시키는 단계; 상기 암모니아 가스와 인산을 반응시켜 디암모늄포스페이트(DAP, diammonium phosphate)를 형성시키는 단계; 및 상기 디암모늄포스페이트를 씨드(seed)와 결합시켜 결정화 시키는 단계를 포함하는, 고상 디암모늄포스페이트를 포함하는 비료용 조성물의 제조방법을 제공한다.

[0037] 상기 디암모늄포스페이트를 형성시키는 단계는 암모니아 가스와 인산 외에도 인산을 제외한 산을 반응시킬 수 있으며, 인산을 제외한 산은 특별히 제한되지 않으나 염산 또는 황산일 수 있다. 상기 인산과 암모니아는 적절한 비율로 반응할 수 있는데, 인산과 암모니아는 1:1 내지 1:3의 몰비로 반응시키는 것이 바람직하다. 상기 몰비로 반응시키는 경우, 디암모늄포스페이트의 회수 단가를 저감시킬 수 있다.

[0038] 상기 디암모늄포스페이트를 형성시키는 단계는 30 내지 60℃ 및 pH 6 내지 8의 조건에서 반응시키는 것이 바람직하며, 40 내지 55℃ 및 pH 7.5 전후의 조건에서 반응시키는 것이 더 바람직하다. 상기 조건에서 반응을 시키는 경우 디암모늄포스페이트 회수율을 더 증가시킬 수 있다.

- [0039] 상기 결정화 시키는 단계에서의 씨드는 불용성인 것이라면 특별히 제한되지 않으나, 바람직하게는 복합비료로서 활용성이 높은 제올라이트 또는 인산암모늄마그네슘 (MAP, magnesium ammonium phosphate)일 수 있다.
- [0040] 상기 결정화 시키는 단계에서 교반속도 및 시간은 적절하게 조절하여 수행될 수 있다. 바람직하게는 30 내지 60 rpm의 교반속도 조건으로 0.5 내지 3시간 동안 수행될 수 있다.
- [0041] 상기 암모니아 폐수는 피혁, 섬유 등의 산업 폐수, 음폐수, 축산폐수 등의 고농도 암모니아성 질소를 포함하는 것을 말한다. 예컨대, 상기 암모니아 폐수는 암모니아성 질소 농도가 1000 내지 3000 mg/L일 수 있으며, 더 바람직하게는 2000 내지 3000 mg/L일 수 있다. 상기 제조방법은 생물학적 처리(암모니아성 질소의 적용농도 범위: ~500 mg/L), 이온교환(25~200 mg/L)과 달리 고농도 암모니아성 질소를 포함하는 폐수를 처리/회수할 수 있는 것이 특징이다.
- [0042] 이하 본 발명을 실시예에 기초하여 더욱 상세하게 설명하지만, 하기에 개시되는 본 발명의 실시 형태는 어디까지 예시으로써, 본 발명의 범위는 이들의 실시 형태에 한정되지 않는다.

[0043] **실시예 1. 고농도 암모니아 폐수로부터 DAP 생성 실험**

- [0044] 도 1에 기재된 장치를 이용하여, 3,000 mgN/L의 NH_4Cl 수용액에 NaOH를 pH 11이 되도록 혼합 주입한 후, 3 L/min의 유량으로 공기를 주입하였다. 이러한 염기성의 pH 조건에서 NH_4Cl 수용액의 암모늄 이온은 자유 암모니아 형태로 전환되어 기체 상태로 탈기되어 암모니아 기체 주입부(100)를 통해 반응조(20)로 이동되며, 반응조 내의 산 용액에 의해 pH가 7.5까지 회복되며 암모늄 이온의 액체 상태로 변환된다.
- [0045] 이러한 과정에서 암모니아와 인산염은 1:2의 몰비로 결합하여 DAP의 형태로 전환되며, 도 2에 나타난 바와 같이 반응조 내에 주입되는 씨드(seed) 중심으로 결정이 성장 및 석출되어 DAP 배출부(120)를 통해 회수된다.

[0046] **실시예 2. 인산 및 황산 주입량에 따른 DAP 생성 실험**

- [0047] 500 mL 규모로 제안한 공정을 제작하여 DAP를 생성하였으며, 암모니아 반응조(20) 내에 주입되는 인산과 황산을 각각 하기 표 1에 기재된 바와 같이 주입하고 17g의 제올라이트를 씨드(seed)로 주입하였을 때 DAP(aq) 생성량 및 DAP(s) 회수량을 확인하였으며, 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

[0048]	인산 주입량 (mL)	2	1.5	1	0.5
	황산 주입량 (mL)	0	0.07	0.14	0.21
	DAP(aq) 생성량 (g)	4.28	3.20	2.31	1.26
	DAP(s) 회수량 (g)	1.29	1.20	1.04	0.75

- [0049] 표 1에 나타난 바와 같이, 반응조 내에 주입되는 인산과 황산을 각각 1.5 mL과 0.07 mL로 주입하고 17 g의 제올라이트를 씨드(seed)로 주입하였을 때 비용을 고려하여 가장 효율적인 DAP 결정을 회수할 수 있었다.

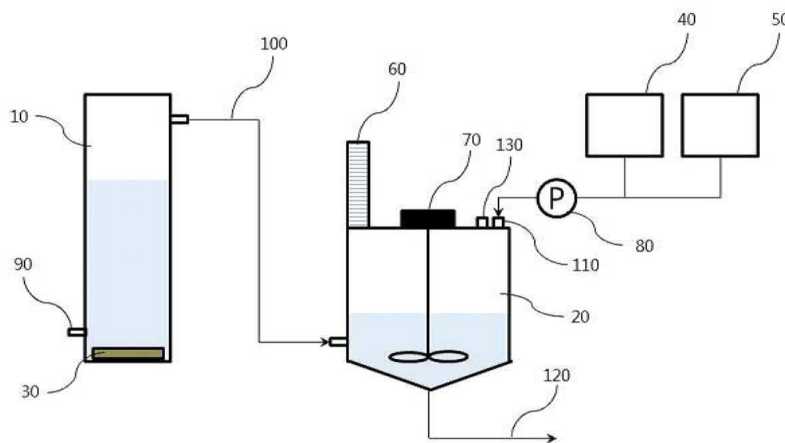
부호의 설명

- [0050] 10: 암모니아 탈기조
- 20: 반응조
- 30: 공기 주입장치
- 40: 인산 저장조
- 50: 인산을 제외한 산 저장조

- 60: 냉각기
- 70: 교반기
- 80: 산 주입 펌프
- 90: 암모니아 폐수 유입부
- 100: 암모니아 기체 주입부
- 110: 산 유입부
- 120: 배출부
- 130: 씨드 유입부

도면

도면1



도면2

