



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0079746
(43) 공개일자 2017년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C02F 1/52 (2006.01) B01F 7/16 (2006.01)
C02F 1/58 (2006.01) C02F 1/66 (2006.01)
C02F 101/10 (2006.01) C02F 101/16 (2006.01)
C02F 103/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C02F 1/5236 (2013.01)
B01F 7/16 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0190637

(22) 출원일자 2015년12월31일

심사청구일자 2015년12월31일

기술이전 희망 : 기술양도

(71) 출원인

창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대로 20(퇴촌동)

(72) 발명자

서규태

경상남도 창원시 진해구 진해대로 727, 110동 306호

서영민

경상남도 창원시 의창구 창이대로600번길 15-26

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

위병갑

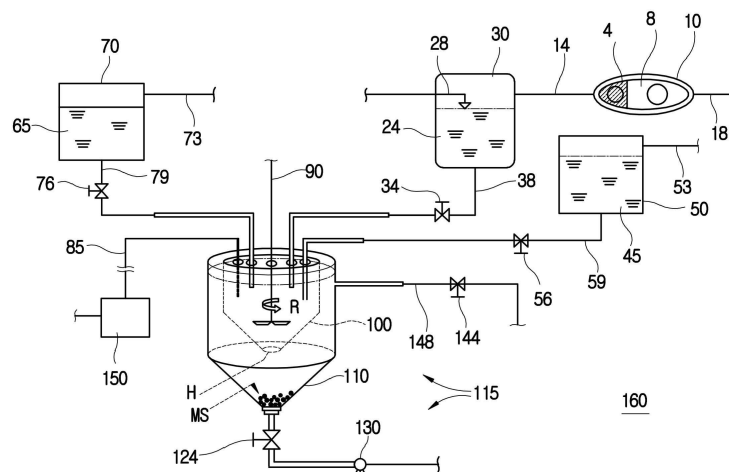
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 맵 스트루바이트 결정화 장치 및 그 장치의 이용방법

(57) 요약

본 발명은 생활 하수의 발생원인 화장실로부터 소변을 분리하여 배출시켜 소변으로부터 고농도의 질소 및 인을 용이하게 회수하는데 적합한 맵 스트루바이트(MAP(Magnesium, Ammonium and Phosphate) struvite) 결정화 장치 및 그 장치의 이용방법을 제공한다. 본 발명에 따르는 맵 스트루바이트 결정화 장치(160)는 소변 원수를 공급하는 소변 배출구(4) 및 소변 배출구(4)로부터 분리되는 대변 배출구(8)를 포함하는 분리형 변기(10); 소변 배출구(4)에 연결되어 소변 배출구(4)로부터 소변 원수를 공급받아 소변 원수로부터 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 생성시키는 소변 저장 탱크(30); 소변 저장 탱크(30) 주변에서 담수(45)를 공급하는 담수 공급 탱크(50); 및 상부 먼의 중앙 영역을 통해 소변 저장 탱크(30)와 담수 공급 탱크(50)에 연결되는 결정화 반응기(115)를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C02F 1/5254 (2013.01)
C02F 1/58 (2013.01)
C02F 1/586 (2013.01)
C02F 1/66 (2013.01)
C02F 2001/5218 (2013.01)
C02F 2101/105 (2013.01)
C02F 2101/16 (2013.01)
C02F 2103/005 (2013.01)
C02F 2209/06 (2013.01)

(72) 발명자

성충열

경상남도 창원시 의창구 창이대로343번길 94-11

장현희

경상남도 창원시 의창구 도계로95번길 14-16, 805호

권오환

경상남도 창원시 의창구 신월로 42

장보경

경상남도 창원시 의창구 신월로 42

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 14-4-40-15-5

부처명 환경부

연구관리전문기관 경남녹색환경지원센터

연구사업명 환경기술연구개발사업

연구과제명 신개념 도시하수도시스템에서 질소 및 인 회수 신공정 개발

기 여 율 1/1

주관기관 창원대학교 산학협력단

연구기간 2014.04.01 ~ 2014.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

소변 원수를 공급하는 소변 배출구(4) 및 상기 소변 원수의 흐름 상에서 상기 소변 배출구(4)로부터 분리되는 대변 배출구(8)를 포함하는 분리형 변기(10);

상기 분리형 변기(10) 아래에서 상기 소변 배출구(4)에 연결되어 상기 소변 배출구(4)로부터 상기 소변 원수를 공급받아 상기 소변 원수로부터 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 생성시키는 소변 저장 탱크(30);

상기 소변 저장 탱크(30) 주변에서 담수(45)를 공급하는 담수 공급 탱크(50); 및

상기 소변 저장 탱크(30) 아래에서 역 원뿔형 원통으로 이루어져 상부 면의 중앙 영역을 통해 상기 소변 저장 탱크(30)와 상기 담수 공급 탱크(50)에 연결되는 결정화 반응기(115)를 포함하고,

상기 결정화 반응기(115)는 상기 담수 공급 탱크(50)로부터 상기 담수(45)와 상기 소변 저장 탱크(30)로부터 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 1:10의 비율로 공급받아 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)으로부터 질소와 인을 제거시키기 위한 맵(Magnesium, Ammonium and Phosphate; MAP) 스트루바이트 결정체(MS)를 생성시키는 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트(MAP struvite) 결정화 장치(160).

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 분리형 변기(10)는 상기 소변 배출구(4)에 소변 배출라인(14) 및 상기 대변 배출구(8)에 대변 배출라인(18)을 포함하고,

상기 소변 배출구(4)는 상기 소변 배출라인(14)을 통해 상기 소변 저장 탱크(30)와 연통하며 중력적인 흐름을 통해 상기 소변 원수를 상기 소변 저장 탱크(30)에 공급하는 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트(MAP struvite) 결정화 장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 소변 저장 탱크(30)는 자동 밸브 제어와 중력적인 흐름을 통해 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 상기 결정화 반응기(115)에 공급하는 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트 결정화 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)은 상기 소변 원수에 함유되어 있는 요소분해효소에 의해 상기 소변 원수로부터 생성되고,

상기 소변 원수는 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)보다 작은 수소이온농도(pH)를 가지는 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트 결정화 장치.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 담수 공급 탱크(50)는 상기 담수(45)를 자동 밸브 제어와 중력적인 흐름을 통해 상기 결정화 반응기(115)에 공급하는 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트 결정화 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 담수(45)는, 마그네슘 원으로써, 해수 담수화 플랜트로부터 채수되는 역삼투(Reverse Osmosis; RO) 농축수이며,

상기 역삼투 농축수는 해수(海水)보다 높은 마그네슘의 농도를 가지는 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트 결정화 장치.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 결정화 반응기(115)는,

상기 상부 면의 상기 중앙 영역으로부터 상기 상부 면 아래를 향해 역 원뿔형 원통을 이루도록 연장되는 제1 측벽으로 둘러싸이고, 상기 상부 면을 관통하여 상기 상부 면에 대해 회전 가능한 교반기(90)를 가지고, 상기 제1 측벽의 하부 측에서 개구되는 제1 반응기(100)를 포함하는 맵 스트루바이트 결정화 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 결정화 반응기(115)는,

상기 상부 면의 가장자리로부터 상기 제1 반응기(100)의 상기 제1 측벽을 따라 연장되어 상기 제1 반응기(100)를 외부로부터 차폐시키는 제2 측벽을 가지고, 상기 제2 측벽에 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)으로부터 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 배수시키는 배출관(148)을 가지는 제2 반응기(110); 및

상기 제2 반응기(110) 아래에서 상기 제2 반응기(110)에 연결되어 자동 밸브 제어를 통해 상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)를 회수하는 펌프(130)를 더 포함하는 맵 스트루바이트 결정화 장치.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 결정화 반응기(115)의 상기 상부 면의 상기 중앙 영역을 통해 상기 결정화 반응기(115)에 연결되는 알칼리제 공급 탱크(70); 및

상기 결정화 반응기(115)에서 상기 상부 면의 상기 중앙 영역을 관통하여 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 수소 이온 농도를 측정하는 농도 감지 노드(85)를 더 포함하되,

상기 알칼리제 공급 탱크(70)는 상기 농도 감지 노드(85)의 수소 이온 농도 값에 따라 자동 밸브 제어되어 중력식 흐름을 통해 알칼리 용액(65)을 상기 결정화 반응기(115)에 공급하는 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트 결정화 장치.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 알칼리 용액(65)은 상기 결정화 반응기(115)에서 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)과 반응하기 전보다 반응한 후에 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 수소 이온 농도를 더 크게 유지시키는 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트 결정화 장치.

청구항 11

담수 공급 탱크(50)에 담수(45)를 공급시키는 제1 단계;

분리형 변기(10)의 소변 배출구(4)로부터 중력식 흐름을 이용하여 소변 원수를 소변 저장 탱크(30)에 공급시키는 제2 단계;

상기 소변 저장 탱크(30)에서 상기 소변 원수로부터 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 생성시키는 제3 단계;

결정화 반응기(115)의 내부에 위치되는 제1 반응기(100)의 상부 측을 통해, 상기 담수 공급 탱크(50)를 이용하여 상기 담수(45)와 상기 소변 저장 탱크(30)를 이용하여 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 1 : 10의 비율로 상기 제1 반응기(100)에 순차적으로 공급시키는 제4 단계;

상기 결정화 반응기(115)에서 상기 제1 반응기(100)를 감싸는 제2 반응기(110)의 하부 측에, 상기 담수(45)와 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 반응 동안 맵(Magnesium, Ammonium and Phosphate; MAP) 스트루바이트 결정체(MS)를 생성시키는 제5 단계; 및

상기 제2 반응기(110)와 연통하는 펌프(130)를 이용하여 상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)를 회수시킴과 함께 상기 제2 반응기(110)로부터 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 부분적으로 배수시키는 제6 단계를 포함하는 맵 스트루바이트(MAP struvite) 결정화 장치의 이용방법.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 제1 단계를 수행하는 것은,

해수 담수화 플랜트로부터 채수된 담수(45)를 상기 담수 공급 탱크(50)에 공급시키는 것을 포함하되,

상기 담수(45)는 마그네슘의 농도를 약 4000(mg/L)를 가지는 역삼투(Reverse Osmosis; RO) 농축수인 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트 결정화 장치의 이용방법.

청구항 13

제11 항에 있어서,

상기 제3 단계를 수행하는 것은,

상기 소변 저장 탱크(30)에서 상기 소변 원수에 함유된 요소분해효소를 이용하여 상기 소변 원수로부터 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 적어도 6시간 생성시키는 것을 포함하고,

상기 소변 원수는 약 7.0의 수소 이온 농도(pH)를 가지고,

상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)은 약 9.0의 수소 이온 농도를 가지는 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트 결정화 장치의 이용방법.

청구항 14

제11 항에 있어서,

상기 제4 단계를 수행하는 것은,

상기 담수 공급 탱크(50)로부터 상기 제1 반응기(100)를 향해 자동 밸브 제어 및 중력식 흐름을 이용하여 상기

담수(45)를 흐르게 해서 상기 담수 공급 탱크(50)에 상기 담수(45)를 공급시키고,

상기 소변 저장 탱크(30)로부터 상기 제1 반응기(100)를 향해 자동 밸브 제어 및 중력식 흐름을 이용하여 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 흐르게 해서 상기 제1 반응기(100)에 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 공급시키는 것을 포함하고,

상기 담수(45)와 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)은 100mL와 1L의 비율로 상기 제1 반응기(100)에 공급되는 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트 결정화 장치의 이용방법.

청구항 15

제11 항에 있어서,

상기 제5 단계를 수행하는 것은,

상기 제1 반응기(100)에서 상기 담수(45)와 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 반응을 촉진시키기 위해 상기 제1 반응기(100)의 내부에 위치되어 상기 제1 반응기(100)에 대해 회전 가능한 교반기(90)를 회전시키고,

상기 교반기(90)의 회전 동안 상기 제1 반응기(100)로부터 상기 제2 반응기(110)를 향해 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)에서 맵 스트루바이트 결정 입자(MSP)들을 석출시키고,

상기 교반기(90)의 회전 정지 후에 상기 제2 반응기(110)의 상기 하부 측에 상기 맵 스트루바이트 결정 입자(MSP)들을 적층시키는 것을 포함하고,

상기 교반기(90)는 30분의 교반 시간 동안 150rpm(revolution per minute)의 회전수로 회전되고,

상기 맵 스트루바이트 결정 입자(MSP)들의 적층은 상기 교반기(90)의 상기 회전 정지 후에 30분 동안 진행되는 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트 결정화 장치의 이용방법.

청구항 16

제11 항에 있어서,

상기 제6 단계를 수행하는 것은,

상기 제1 반응기(100)와 상기 제2 반응기(110) 사이에 상기 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 채워서 상기 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 이용하여 상기 제2 반응기(110)의 배출관(148)을 덮고,

상기 펌프(130)를 이용하여 상기 제2 반응기(110)로부터 상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)와 함께 상기 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 부분적으로 회수하고,

상기 제2 반응기(110)의 상기 배출관(148) 아래에 상기 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 위치시킬 때까지, 상기 제2 반응기(110)로부터 자동 밸브 제어 및 중력식 흐름을 이용하여 상기 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 부분적으로 배수시키는 것을 포함하고,

상기 펌프(130)는 상기 제5 단계 후에 상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)와 상기 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 1시간마다 2분씩 약 200mL 회수하는 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트 결정화 장치의 이용방법.

청구항 17

제11 항에 있어서,

상기 제4 단계를 수행하는 동안 상기 담수(45)와 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 순차적인 공급 후에 상기 알칼리제 공급 탱크(70)를 이용하여 상기 제1 반응기(100)에 알칼리 용액(65)을 공급시키는 것을 더 포함하고,

상기 알칼리 용액(65)은 수산화 나트륨(NaOH)을 포함하며 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 수소 이온 농도를 높이고,

상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)는 상기 제2 반응기(110)의 상기 하부 측에서 상기 담수(45)와 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 혼합 상태보다 상기 담수(45), 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)과 상기 알칼리 용액(65)의 혼합 상태에 더 많이 생성되는 것을 특징으로 하는 맵 스트루바이트 결정화 장치의 이용방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 생활하수의 하천 유입 전에 생활하수로부터 질소 및 인을 회수하는 장치 및 그 장치의 이용 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 생활하수의 발생원을 분리하여 발생원으로부터 배출되는 질소와 인을 맵 스트루바이트(MAP(Magnesium, Ammonium and Phosphate) Struvite) 결정화시키고 맵 스트루바이트 결정체를 빠른 시간 내에 회수하는데 적합한 맵 스트루바이트 결정화 장치 및 그 장치의 이용방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 생활하수는 일상생활을 하는 데에서 사용하고 난 뒤 하천으로 흘러드는 오염된 물을 지칭한다. 상기 오염된 물은 가정의 부엌, 화장실 및 욕실 등으로부터 배출되는 각종 액체성 또는 고체성 오물을 포함하는 물이다. 따라서, 상기 생활하수는 산업폐수 및 축산폐수와 함께 자연수계를 오염시키는 3대 오염원 중 하나이며 고농도의 질소와 인을 함유한다.

[0003] 상기 질소와 인은 생활하수에 영양염류로 존재하여 생활하수와 함께 하천으로 유입되어 하천에서 조류의 성장을 촉진시키고 부영양화 및 적조현상을 일으킨다. 최근에, 상기 오수 또는 폐수에 마그네슘 원을 주입시켜 생성되는 스트루바이트의 결정화에 대한 연구가 관심을 받고 있다. 상기 연구는 스트루바이트 결정화 반응조에 오수 또는 폐수를 공급하고 오수 또는 폐수에 마그네슘 원을 주입시켜 오수 또는 폐수로부터 질소와 인을 제거시키는 데 주안점을 두고 있다.

[0004] 그러나, 상기 오수 또는 폐수가 생활하수, 산업폐수 또는 축산폐수의 발생원으로부터 분리된 것이 아니므로, 상기 스트루바이트 결정화 반응조는 오수 또는 폐수로부터 질소와 인을 제거하기 위해 복잡한 처리 구조로 이루어져 복잡한 처리 단계를 수행하도록 구성되고 있다. 따라서, 상기 오수 또는 폐수는 생활하수, 산업폐수 또는 축산폐수의 발생원으로부터 분리되어 배출되지 않으므로 하천을 통해 자연수계의 오염현상을 가중시키고, 상기 복잡한 처리 단계는 하수 처리장에서 질소와 인의 처리에 대한 부하를 증가시킨다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 제 10-2003-0034299 호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 종래의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 생활 하수의 발생원인 화장실로부터 소변을 분리하여 배출시켜 소변으로부터 고농도의 질소 및 인을 용이하게 회수하도록 스트루바이트 결정화 반응조에 단순한 처리 구조를 구비시키고 스트루바이트 결정화 반응조를 단순한 처리 단계로 동작시키는데 적합한 맵 스트루바이트 결정화 장치 및 그 장치의 이용방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 따르는 맵 스트루바이트 결정화 장치(160)는, 소변 원수를 공급하는 소변 배출구(4) 및 상기 소변 원수의 흐름 상에서 상기 소변 배출구(4)로부터 분리되는 대변 배출구(8)를 포함하는 분리형 변기(10); 상기 분리형 변기(10) 아래에서 상기 소변 배출구(4)에 연결되어 상기 소변 배출구(4)로부터 상기 소변 원수를 공급받아 상기 소변 원수로부터 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 생성시키는 소변 저장 탱크(30); 상기 소변 저장 탱크(30) 주변에서 담수(45)를 공급하는 담수 공급 탱크(50); 및 상기 소변 저장 탱크(30) 아래에서 역 원뿔형 원통

으로 이루어져 상부 면의 중앙 영역을 통해 상기 소변 저장 탱크(30)와 상기 담수 공급 탱크(50)에 연결되는 결정화 반응기(115)를 포함하고, 상기 결정화 반응기(115)는 상기 담수 공급 탱크(50)로부터 상기 담수(45)와 상기 소변 저장 탱크(30)로부터 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 1:10의 비율로 공급받아 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)으로부터 질소와 인을 제거시키기 위한 맵(Magnesium, Ammonium and Phosphate; MAP) 스트루바이트 결정체(MS)를 생성시키는 것을 특징으로 한다.

- [0008] 상기 분리형 변기(10)는 상기 소변 배출구(4)에 소변 배출라인(14) 및 상기 대변 배출구(8)에 대변 배출라인(18)을 포함하고, 상기 소변 배출구(4)는 상기 소변 배출라인(14)을 통해 상기 소변 저장 탱크(30)와 연통하며 중력적인 흐름을 통해 상기 소변 원수를 상기 소변 저장 탱크(30)에 공급할 수 있다.
- [0009] 상기 소변 저장 탱크(30)는 자동 밸브 제어와 중력적인 흐름을 통해 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 상기 결정화 반응기(115)에 공급할 수 있다.
- [0010] 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)은 상기 소변 원수에 함유되어 있는 요소분해효소에 의해 상기 소변 원수로부터 생성되고, 상기 소변 원수는 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)보다 작은 수소이온농도(pH)를 가질 수 있다.
- [0011] 상기 담수 공급 탱크(50)는 상기 담수(45)를 자동 밸브 제어와 중력적인 흐름을 통해 상기 결정화 반응기(115)에 공급할 수 있다.
- [0012] 상기 담수(45)는, 마그네슘 원으로써, 해수 담수화 플랜트로부터 채수되는 역삼투(Reverse Osmosis; RO) 농축수이며, 상기 역삼투 농축수는 해수(海水)보다 높은 마그네슘의 농도를 가질 수 있다.
- [0013] 상기 결정화 반응기(115)는, 상기 상부 면의 상기 중앙 영역으로부터 상기 상부 면 아래를 향해 역 원뿔형 원통을 이루도록 연장되는 제1 측벽으로 둘러싸이고, 상기 상부 면을 관통하여 상기 상부 면에 대해 회전 가능한 교반기(90)를 가지고, 상기 제1 측벽의 하부 측에서 개구되는 제1 반응기(100)를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 결정화 반응기(115)는, 상기 상부 면의 가장자리로부터 상기 제1 반응기(100)의 상기 제1 측벽을 따라 연장되어 상기 제1 반응기(100)를 외부로부터 차폐시키는 제2 측벽을 가지고, 상기 제2 측벽에 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)으로부터 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 배수시키는 배출관(148)을 가지는 제2 반응기(110); 및 상기 제2 반응기(110) 아래에서 상기 제2 반응기(110)에 연결되어 자동 밸브 제어를 통해 상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)를 회수하는 펌프(130)를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 맵 스트루바이트 결정화 장치(160)는, 상기 결정화 반응기(115)의 상기 상부 면의 상기 중앙 영역을 통해 상기 결정화 반응기(115)에 연결되는 알칼리제 공급 탱크(70); 및 상기 결정화 반응기(115)에서 상기 상부 면의 상기 중앙 영역을 관통하여 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 수소 이온 농도를 측정하는 농도 감지 노드(85)를 더 포함하되, 상기 알칼리제 공급 탱크(70)는 상기 농도 감지 노드(85)의 수소 이온 농도 값에 따라 자동 밸브 제어되어 중력식 흐름을 통해 알칼리 용액(65)을 상기 결정화 반응기(115)에 공급할 수 있다.
- [0016] 상기 알칼리 용액(65)은 상기 결정화 반응기(115)에서 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)과 반응하기 전보다 반응한 후에 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 수소 이온 농도를 더 크게 유지시킬 수 있다.
- [0017] 본 발명에 따른 맵 스트루바이트(MAP struvite) 결정화 장치(160)의 이용방법은, 담수 공급 탱크(50)에 담수(45)를 공급시키는 제1 단계; 분리형 변기(10)의 소변 배출구(4)로부터 중력식 흐름을 이용하여 소변 원수를 소변 저장 탱크(30)에 공급시키는 제2 단계; 상기 소변 저장 탱크(30)에서 상기 소변 원수로부터 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 생성시키는 제3 단계; 결정화 반응기(115)의 내부에 위치되는 제1 반응기(100)의 상부 측을 통해, 상기 담수 공급 탱크(50)를 이용하여 상기 담수(45)와 상기 소변 저장 탱크(30)를 이용하여 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 1 : 10의 비율로 상기 제1 반응기(100)에 순차적으로 공급시키는 제4 단계; 상기 결정화 반응기(115)에서 상기 제1 반응기(100)를 감싸는 제2 반응기(110)의 하부 측에, 상기 담수(45)와 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 반응 동안 맵(Magnesium, Ammonium and Phosphate; MAP) 스트루바이트 결정체(MS)를 생성시키는 제5 단계; 및 상기 제2 반응기(110)와 연통하는 펌프(130)를 이용하여 상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)를 회수시킴과 함께 상기 제2 반응기(110)로부터 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 부분적으로 배수시키는 제6 단계를 포함한다.
- [0018] 상기 제1 단계를 수행하는 것은, 해수 담수화 플랜트로부터 채수된 담수(45)를 상기 담수 공급 탱크(50)에 공급시키는 것을 포함하되, 상기 담수(45)는 마그네슘의 농도를 약 4000(mg/L)를 가지는 역삼투(Reverse Osmosis; RO) 농축수일 수 있다.

- [0019] 상기 제3 단계를 수행하는 것은, 상기 소변 저장 탱크(30)에서 상기 소변 원수에 함유된 요소분해효소를 이용하여 상기 소변 원수로부터 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 적어도 6시간 생성시키는 것을 포함하고, 상기 소변 원수는 약 7.0의 수소 이온 농도(pH)를 가지고, 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)은 약 9.0의 수소 이온 농도를 가질 수 있다.
- [0020] 상기 제4 단계를 수행하는 것은, 상기 담수 공급 탱크(50)로부터 상기 제1 반응기(100)를 향해 자동 밸브 제어 및 중력식 흐름을 이용하여 상기 담수(45)를 흐르게 해서 상기 담수 공급 탱크(50)에 상기 담수(45)를 공급시키고, 상기 소변 저장 탱크(30)로부터 상기 제1 반응기(100)를 향해 자동 밸브 제어 및 중력식 흐름을 이용하여 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 흐르게 해서 상기 제1 반응기(100)에 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 공급시키는 것을 포함하고, 상기 담수(45)와 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)은 100mL와 1L의 비율로 상기 제1 반응기(100)에 공급될 수 있다.
- [0021] 상기 제5 단계를 수행하는 것은, 상기 제1 반응기(100)에서 상기 담수(45)와 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 반응을 촉진시키기 위해 상기 제1 반응기(100)의 내부에 위치되어 상기 제1 반응기(100)에 대해 회전 가능한 교반기(90)를 회전시키고, 상기 교반기(90)의 회전 동안 상기 제1 반응기(100)로부터 상기 제2 반응기(110)를 향해 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)에서 맵 스트루바이트 결정 입자(MSP)들을 석출시키고, 상기 교반기(90)의 회전 정지 후에 상기 제2 반응기(110)의 상기 하부 측에 상기 맵 스트루바이트 결정 입자(MSP)들을 적층시키는 것을 포함하고, 상기 교반기(90)는 30분의 교반 시간 동안 150rpm(revolution per minute)의 회전수로 회전되고, 상기 맵 스트루바이트 결정 입자(MSP)들의 적층은 상기 교반기(90)의 상기 회전 정지 후에 30분 동안 진행될 수 있다.
- [0022] 상기 제6 단계를 수행하는 것은, 상기 제1 반응기(100)와 상기 제2 반응기(110) 사이에 상기 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 채워서 상기 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 이용하여 상기 제2 반응기(110)의 배출관(148)을 덮고, 상기 펌프(130)를 이용하여 상기 제2 반응기(110)로부터 상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)와 함께 상기 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 부분적으로 회수하고, 상기 제2 반응기(110)의 상기 배출관(148) 아래에 상기 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 위치시킬 때까지, 상기 제2 반응기(110)로부터 자동 밸브 제어 및 중력식 흐름을 이용하여 상기 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 부분적으로 배수시키는 것을 포함하고, 상기 펌프(130)는 상기 제5 단계 후에 상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)와 상기 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 1시간마다 2분씩 약 200mL 회수할 수 있다.
- [0023] 상기 맵 스트루바이트(MAP struvite) 결정화 장치(160)의 이용방법은, 상기 제4 단계를 수행하는 동안 상기 담수(45)와 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 순차적인 공급 후에 상기 알칼리제 공급 탱크(70)를 이용하여 상기 제1 반응기(100)에 알칼리 용액(65)을 공급시키는 것을 더 포함하고, 상기 알칼리 용액(65)은 수산화 나트륨(NaOH)을 포함하며 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 수소 이온 농도를 높이고, 상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)는 상기 제2 반응기(110)의 상기 하부 측에서 상기 담수(45)와 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 혼합 상태보다 상기 담수(45), 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)과 상기 알칼리 용액(65)의 혼합 상태에 더 많이 생성될 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명은 소변과 대변을 분리하여 배출시키는 분리형 변기로부터 배출된 소변 원수를 소변 저장 탱크에 저장하고 소변 저장 탱크에서 소변 원수에 함유된 요소분해효소를 이용하여 소변 원수를 자연적으로 가수분해시켜 소변 원수(약 pH 7.0)보다 수소 이온 농도를 높게 가지는 자연적 가수분해시킨 소변(약 pH 9.0)을 생성시키므로 결정화 반응기에서 자연적 가수분해시킨 소변으로부터 많은 양의 질소 및 인을 용이하게 맵 스트루바이트 결정화시킬 수 있다.
- [0025] 본 발명은 분리형 변기에 소변 저장 탱크를 초기 연결시 소변 저장 탱크를 충분히 채운 첫 번째 소변 원수에 대해 소변 원수에 함유된 요소분해효소를 이용하여 3일 동안 자연적으로 가수분해시키고 시간 상으로 두 번째 이상의 소변 원수에 대해 첫 번째 소변원수의 찌꺼기를 이용하여 6시간 동안 자연적으로 가수분해시키므로 결정화 반응기에서 자연적 가수분해시킨 소변으로부터 질소와 인을 맵 스트루바이트 결정화시키는데 소요시간을 줄일 수 있다.
- [0026] 본 발명은 결정화 반응기에서 소변 원수보다 더 높은 수소 이온 농도를 가지는 자연적 가수분해시킨 소변을 이용하고 해수(약 1350mg/L의 마그네슘 농도)보다 높은 마그네슘 농도를 가지는 담수(약 4000mg/L의 마그네슘 농도)를 이용하므로 결정화 반응기에서 자연적 가수분해시킨 소변으로부터 질소와 인을 맵 스트루바이트 결정화시

키는데 담수의 사용량을 줄일 수 있다.

[0027] 본 발명은 분리형 변기로부터 소변 저장 탱크를 향해 소변 원수를, 소변 저장 탱크로부터 결정화 반응기를 향해 자연적 가수분해시킨 소변을, 담수 공급 탱크로부터 결정화 반응기를 향해 담수를, 그리고 알칼리제 공급 탱크로부터 결정화 반응기를 향해 알칼리 용액을 중력식 흐름을 통해 흐르게 하므로 펌프의 이용 개수를 줄여 결정화 반응기 주변에서 구조를 단순화시킬 수 있다.

[0028] 본 발명은 분리형 변기로부터 소변 저장 탱크를 향해 소변 원수를, 소변 저장 탱크로부터 결정화 반응기를 향해 자연적 가수분해시킨 소변을, 담수 공급 탱크로부터 결정화 반응기를 향해 담수를, 그리고 알칼리제 공급 탱크로부터 결정화 반응기를 향해 알칼리 용액을 자동 밸브 제어를 통해 흐르게 하므로 결정화 반응기의 동작을 원격으로 조절할 수 있다.

[0029] 본 발명은 결정화 반응기에서 소변 원수보다 더 높은 수소 이온 농도를 가지는 자연적 가수분해시킨 소변을 이용하고 해수보다 높은 마그네슘 농도를 가지는 담수를 이용하므로 알칼리제 공급 탱크로부터 배출되는 알칼리 용액의 사용량을 줄일 수 있다.

[0030] 본 발명은 결정화 반응기에 담수, 자연적 가수분해시킨 소변과 알칼리 용액을 순차적으로 그리고 중력적 흐름으로 공급해서 맵 스트루바이트 결정체를 빠른 시간 내에 회수하므로 결정화 반응기의 구조를 단순화시키고 결정화 반응기를 단순한 처리 단계에 대응시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명에 따른 맵 스트루바이트 결정화 장치를 보여주는 개략도이다.

도 2 내지 도 4는 도 1의 맵 스트루바이트 결정화 장치의 이용방법을 설명하는 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시 예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시 예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시 예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시 예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시 예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시 예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭하며, 길이 및 면적, 두께 등과 그 형태는 편의를 위하여 과장되어 표현될 수도 있다.

[0033] 이하에서는, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 바람직한 실시 예들에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0034] 도 1은 본 발명에 따른 맵 스트루바이트 결정화 장치를 보여주는 개략도이다.

[0035] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따르는 맵 스트루바이트 결정화 장치(160)는 분리형 변기(10), 소변 저장 탱크(30), 담수 공급 탱크(50)와 결정화 반응기(115)와 제어기(150)를 포함한다. 상기 분리형 변기(10)는 소변 원수를 공급하는 소변 배출구(4)와 소변 원수의 흐름 상에서 소변 배출구(4)로부터 분리되는 대변 배출구(8)를 포함한다.

[0036] 바람직하게는, 상기 분리형 변기(10)는 소변 배출구(4)에 소변 배출라인(14) 및 대변 배출구(8)에 대변 배출라인(18)을 포함한다. 여기서, 상기 소변 배출구(4)는 소변 배출라인(14)을 통해 소변 저장 탱크(30)와 연통하며, 도면에 경사지게 도시되지 않았지만 중력적인 흐름을 통해 소변 원수를 소변 저장 탱크(30)에 공급할 수 있다.

[0037] 상기 소변 원수는 사람의 신진 대사 후에 사람으로부터 직접 배출된 소변을 지칭하며 고농도의 질소와 인을 포함한다. 상기 소변 원수는 생활하수에 함유된 질소의 50% 이상을 제공한다. 상기 소변 저장 탱크(30)는 소변 원수의 중력적인 흐름 상에서 볼 때에 분리형 변기(30) 아래에서 소변 배출구(4)에 연결된다. 바람직하게는, 상기 소변 저장 탱크(30)는 소변 배출구(4)로부터 소변 원수를 공급받아 소변 원수를 저장한다.

[0038] 더 바람직하게는, 상기 소변 저장 탱크(30)는 내부에서 소변 원수에 함유된 요소분해효소에 의해 소변 원수를

자연적으로 가수분해시켜 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 생성시킨다. 또한, 상기 소변 저장 탱크(30)는 소변 공급 밸브(34)와 소변 공급 라인(38)을 통해 결정화 반응기(115)에 연통된다. 상기 소변 공급 밸브(34)는 소변 공급 라인(38)을 통해 흐르는 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 흐름을 제어한다.

- [0039] 상세하게는, 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)이 소변 저장 탱크(30)의 내부에 위치되는 리미트 스위치(28)에 접촉되는 때, 상기 제어기(150)가 리미트 스위치(28)의 전기적 신호를 전송받아 소변 공급 밸브(34)를 닫힌 상태에서 개구 상태로 자동 밸브 제어하며, 상기 소변 저장 탱크(30)는 자동 밸브 제어와 중력적인 흐름을 통해 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 결정화 반응기(115)에 공급할 수 있다.
- [0040] 이와는 다르게, 상기 자연적 가수분해시킨 소변(24)이 소변 저장 탱크(30)의 내부에서 리미트 스위치(28)에 접촉되지 않는 때, 상기 제어기(150)가 리미트 스위치(28)의 전기적 신호를 전송받지 않으므로 소변 공급 밸브(34)를 개구 상태에서 닫힌 상태로 자동 밸브 제어한다.
- [0041] 상기 담수 공급 탱크(50)는 상기 소변 저장 탱크(30) 주변에서 담수 저장 라인(53)과 담수 공급 라인(59)을 포함한다. 상기 담수 저장 라인(53)은 도시되지 않은 해수 담수화 플랜트로부터 채수된 담수(45)를 담수 공급 탱크(50)에 공급한다. 바람직하게, 상기 담수 공급 탱크(50)는 담수 공급 밸브(56)와 담수 공급 라인(59)을 통해 결정화 반응기(115)에 연통된다.
- [0042] 상기 담수 공급 밸브(56)는 담수 공급 라인(59)을 통해 흐르는 담수(45)의 흐름을 제어한다. 상세하게는, 상기 소변 공급 밸브(34)가 개구 상태인 때, 상기 제어기(150)가 담수 공급 밸브(56)를 닫힌 상태에서부터 개구 상태로 자동 밸브 제어하며, 상기 담수 공급 탱크(50)는 자동 밸브 제어와 중력적인 흐름을 통해 담수(45)를 결정화 반응기(115)에 공급할 수 있다.
- [0043] 이와는 다르게, 상기 소변 공급 밸브(34)가 개구 상태에서부터 닫힌 상태로 기구적 변환되는 때, 상기 제어기(150)가 담수 공급 밸브(56)를 개구 상태에서부터 닫힌 상태로 자동 밸브 제어한다. 여기서, 상기 담수(45)는, 마그네슘 원으로써, 해수 담수화 플랜트로부터 채수되는 역삼투(Reverse Osmosis; RO) 농축수이며, 상기 역삼투 농축수는 해수(海水)보다 높은 마그네슘의 농도를 갖는다.
- [0044] 상기 결정화 반응기(115)는 소변 저장 탱크(30) 아래에서 역 원뿔형 원통으로 이루어져 상부 면의 중앙 영역을 통해 소변 저장 탱크(30)와 담수 공급 탱크(50)에 연결된다. 상세하게는, 상기 결정화 반응기(115)는 제1 반응기(100), 제2 반응기(110)와 펌프(130)를 포함한다.
- [0045] 상기 제1 반응기(100)는 상부 면의 중앙 영역으로부터 상부 면 아래를 향해 역 원뿔형 원통을 이루도록 연장되는 제1 측벽으로 둘러싸이고, 상부 면을 관통하여 상부 면에 대해 회전 가능한 교반기를 가지고, 제1 측벽의 하부 측에서 개구된다.
- [0046] 상기 제2 반응기(110)는 상부 면의 가장자리로부터 제1 반응기(100)의 제1 측벽을 따라 연장되어 제1 반응기(100)를 외부로부터 차폐시키는 제2 측벽을 가지고, 제2 측벽의 상부에 배출관(148)을 포함한다. 상기 배출관(148)은 소변 배출 밸브(144)를 갖는다.
- [0047] 여기서, 상기 결정화 반응기(115)는 담수 공급 탱크(50)로부터 담수(45)와 소변 저장 탱크(30)로부터 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 1:10의 비율로 공급받아 자연적 가수분해시킨 소변(24)으로부터 질소와 인을 제거시키기 위한 맵(Magnesium, Ammonium and Phosphate; MAP) 스트루바이트 결정체(MS)를 생성시킬 수 있다.
- [0048] 상기 펌프(130)는 상기 제2 반응기(110) 아래에서 제2 반응기(110)에 연결되고, 상기 제2 반응기(110)와 펌프(130) 사이에 제어기(150)에 의해 자동 밸브 제어되는 스트루바이트 배출 밸브(124)가 위치된다. 상세하게는, 상기 맵(MAP) 스트루바이트 결정체(MS)가 제2 반응기(110)의 하부 측에 생성된 후, 상기 제어기(150)가 시간 경과를 고려해서 스트루바이트 배출 밸브(124)를 닫힌 상태에서부터 개구 상태로 자동 밸브 제어시키고, 상기 펌프(130)는 제2 반응기(110)로부터 맵 스트루바이트 결정체(MS)를 회수할 수 있다.
- [0049] 상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)가 제2 반응기(110)로부터 회수된 후, 상기 제어기(150)는 시간 경과를 고려하여 스트루바이트 배출 밸브(124)를 개구 상태에서부터 닫힌 상태로 자동 밸브 제어시킨다. 상기 배출관(148)은 제1 반응기(100)와 제2 반응기(110) 사이에서 자연적 가수분해시킨 소변(24)으로부터 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 결정화 반응기(115)의 외부로 배수시킬 수 있다.
- [0050] 상기 소변 배출 밸브(144)는 제어기(150)에 의해 자동 밸브 제어되어 제2 반응기(110)로부터 제2 반응기(110)의 외부를 향해 흐르는 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변의 흐름을 제어한다.

- [0051] 한편, 본 발명에 따르는 맵 스트루바이트 결정화 장치(160)는 알칼리제 공급 탱크(70)와 농도 감지 노드(85)를 더 포함할 수 있다. 상기 알칼리제 공급 탱크(70)는 결정화 반응기(115)의 상부 면의 중앙 영역을 통해 결정화 반응기(115)에 연결될 수 있다. 바람직하게는, 상기 알칼리제 공급 탱크(70)는 알칼리제 저장 라인(73)과 알칼리제 공급 라인(79)을 포함할 수 있다.
- [0052] 상기 알칼리제 저장 라인(73)은 외부로부터 알칼리 수용액(NaOH)을 공급받아 알칼리 용액(65)을 알칼리제 공급 탱크(70)에 저장시킬 수 있다. 상기 알칼리제 공급 라인(79)은 알칼리제 공급 탱크(70)와 결정화 반응기(115)를 연통시키며 제어기(150)에 의해 자동 밸브 제어되는 알칼리제 공급 밸브(76)를 가질 수 있다.
- [0053] 상기 농도 감지 노드(85)는 결정화 반응기(115)에서 상부 면의 중앙 영역을 관통하여 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 수소 이온 농도를 측정해서 제어기(150)에 전기적 값을 전송할 수 있다. 여기서, 상기 알칼리제 공급 탱크(70)는 농도 감지 노드(85)의 수소 이온 농도 값에 따라 제어기(150)에 의해 자동 밸브 제어되어 중력식 흐름을 통해 알칼리 용액(65)을 결정화 반응기(115)에 공급할 수 있다.
- [0054] 상기 알칼리 용액(65)은 결정화 반응기(115)에서 자연적 가수분해시킨 소변(24)과 반응하기 전보다 반응한 후에 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 수소 이온 농도를 더 크게 유지시킬 수 있다.
- [0055] 도 2 내지 도 4는 도 1의 맵 스트루바이트 결정화 장치의 이용방법을 설명하는 개략도이다.
- [0056] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 맵 스트루바이트(MAP struvite) 결정화 장치(도 1의 160)의 이용방법은 담수 공급 탱크(도 1의 50)에 담수(도 1의 45)를 공급시키는 제1 단계를 수행하는 것을 포함한다. 상기 제1 단계를 수행하는 것은 해수 담수화 플랜트(도면에 미도시)로부터 채수된 담수(45)를 담수 공급 탱크(50)에 공급시키는 것을 포함하고, 상기 담수(45)는 마그네슘의 농도를 약 4000(mg/L)를 가지는 역삼투(Reverse Osmosis; RO) 농축수일 수 있다.
- [0057] 상기 제1 단계가 수행된 후에, 상기 분리형 변기(도 1의 10)의 소변 배출구(도 1의 4)로부터 중력식 흐름을 이용하여 소변 원수를 소변 저장 탱크(도 1의 30)에 공급시키는 제2 단계가 수행될 수 있다. 상기 제2 단계가 수행된 후에, 상기 소변 저장 탱크(30)에서 소변 원수로부터 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 생성시키는 제3 단계가 수행될 수 있다.
- [0058] 상기 제3 단계를 수행하는 것은 소변 저장 탱크(30)에서 소변 원수에 함유된 요소분해효소를 이용하여 소변 원수로부터 자연적 가수분해시킨 소변을 적어도 6시간 생성시키는 것을 포함하고, 상기 소변 원수는 약 7.0의 수소 이온 농도(pH)를 가지고, 상기 자연적 가수분해시킨 소변은 약 9.0의 수소 이온 농도를 가질 수 있다.
- [0059] 상기 제3 단계가 수행된 후에, 상기 결정화 반응기(115)의 내부에 위치되는 제1 반응기(110)의 상부 측을 통해, 담수 공급 탱크(50)를 이용하여 담수(45)와 소변 저장 탱크(30)를 이용하여 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 1 : 10의 비율로 제1 반응기(100)에 순차적으로 공급시키는 제4 단계가 수행될 수 있다.
- [0060] 상기 제4 단계를 수행하는 것은 담수 공급 탱크(50)로부터 제1 반응기(100)를 향해 담수 공급 밸브(56)에 대한 자동 밸브 제어 그리고 중력식 흐름을 이용하여 제1 흐름선(F1)을 따라 담수(45)를 흐르게 해서 제1 반응기(100)에 담수(45)를 공급시키고, 소변 저장 탱크(30)로부터 제1 반응기(100)를 향해 소변 공급 밸브(34)에 대한 자동 밸브 제어 그리고 중력식 흐름을 이용하여 제2 흐름선(F2)을 따라 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 흐르게 해서 제1 반응기(100)에 자연적 가수분해시킨 소변(24)을 공급시키는 것을 포함할 수 있다.
- [0061] 여기서, 상기 담수(45)와 자연적 가수분해시킨 소변(24)은 100mL와 1L의 비율로 제1 반응기(100)에 공급될 수 있다. 상기 제4 단계가 수행된 후에, 상기 결정화 반응기(115)에서 제1 반응기(100)를 감싸는 제2 반응기(110)의 하부 측에, 담수(45)와 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 반응 동안 맵(Magnesium, Ammonium and Phosphate; MAP) 스트루바이트 결정체를 생성시키는 제5 단계가 수행될 수 있다.
- [0062] 상기 제5 단계를 수행하는 것은, 제1 반응기(100)에서 담수(45)와 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 반응을 촉진시키기 위해 제1 반응기(100)의 내부에 위치되어 제1 반응기(100)에 대해 회전 가능한 교반기(90)를 소정 방향(R)으로 회전시키고, 교반기(90)의 회전 동안 제1 반응기(100)로부터 제2 반응기(110)를 향해 자연적 가수분해시킨 소변(24)에서 맵 스트루바이트 결정 입자(MSP)들을 석출시키고, 교반기(90)의 회전 정지 후에 제2 반응기(100)의 하부 측에 맵 스트루바이트 결정 입자(MSP)들을 적층시키는 것을 포함할 수 있다.
- [0063] 여기서, 상기 교반기(90)는 30분의 교반 시간 동안 150rpm(revolution per minute)의 회전수로 회전되고, 상기 맵 스트루바이트 결정 입자(MSP)들의 적층은 교반기(90)의 회전 정지 후에 30분 동안 진행될 수 있다. 상기 담수(45)와 가수분해시킨 소변(24)은 제1 반응기(100)를 부분적으로 채워 제1 반응기(100)에 제1 면(S1)을

가지고, 제1 반응기(100)로부터 제2 반응기(110)를 향해 제4 흐름선(F4)을 따라 흘러 제2 반응기(110)에 제2 면(S2)을 가지며, 제2 반응기(110)로부터 제1 반응기(100)를 향해 제5 흐름선(F5)을 따라 흘러 제1 반응기(100)와 제2 반응기(110) 사이에 제3 면(S3)을 계속해서 가질 수 있다.

[0064] 도 3 및 도 4를 참조하면, 상기 제5 단계가 수행되는 동안, 상기 담수(45)와 자연적 가수분해시킨 소변(24)은 제1 반응기(100)에 충분히 채워져 제1 반응기(100)에 제4 면(S4)을 형성하며, 제1 반응기(100) 및 제2 반응기(110) 사이에도 제4 예비 흐름선(F41)과 제5 예비 흐름선(F51)을 따라 제5 면(S5)을 형성할 수 있다.

[0065] 상기 제4 면(S4)과 제5 면(S5)이 제1 반응기(100) 및 제2 반응기(110)에 형성되는 동안, 상기 맵 스트루바이트 결정 입자(MSP)들은 제2 반응기(100)의 하부 측에 적층되어 맵 스트루바이트 결정체(MS)를 형성하고, 제1 반응기(100)와 제2 반응기(110) 사이에 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 형성할 수 있다.

[0066] 상기 제5 단계가 수행된 후에, 상기 제2 반응기(110)와 연통하는 펌프(130)를 이용하여 맵 스트루바이트 결정체(MS)를 회수시킴과 함께 제2 반응기(110)로부터 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 부분적으로 배수시키는 제6 단계가 수행될 수 있다.

[0067] 상기 제6 단계를 수행하는 것은, 제1 반응기(100)와 제2 반응기(110) 사이에 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 채워서 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 이용하여 제2 반응기(110)의 배출관(148)을 덮고, 펌프(130)를 이용하여 제2 반응기(110)로부터 맵 스트루바이트 결정체(MS)와 함께 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 제6 흐름선(F6)을 따라 부분적으로 회수하고, 제2 반응기(110)의 배출관(148) 아래에 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 위치시킬 때까지, 제2 반응기(110)로부터 스트루바이트 배출 라인(124)에 대한 자동 밸브 제어 그리고 중력식 흐름을 이용하여 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 제7 흐름선(F7)을 따라 부분적으로 배수시키는 것을 포함할 수 있다.

[0068] 상기 펌프(130)는, 도 3의 5 단계 후에, 맵 스트루바이트 결정체(MS)와 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변을 1시간마다 2분씩 약 200mL 회수할 수 있다. 여기서, 상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)와 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변이 회수된 후에, 상기 담수(45), 자연적 가수분해시킨 소변(24)과 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변의 수위가 제1 반응기(100) 및 제2 반응기(110)에서 낮아져서, 상기 제4 면(S4) 및 제5 면(S5)은 제5 포스트 흐름선(F52)을 따라 제7 면(S7)과 제6 면(S6)으로 각각 형성된다.

[0069] 상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)와 맵 스트루바이트를 제거시킨 소변이 회수된 후에, 도 2 내지 도 4의 제1 단계 내지 제6 단계가 다시 수행될 수 있다. 한편, 상기 제4 단계를 수행하는 동안, 상기 담수(45)와 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 순차적인 공급 후에 알칼리제 공급 탱크(도 1의 70)를 이용하여 제1 반응기(100)에 알칼리 용액(도 1의 65)을 제3 흐름선(F3)을 따라 공급시키는 것을 더 포함할 수 있다.

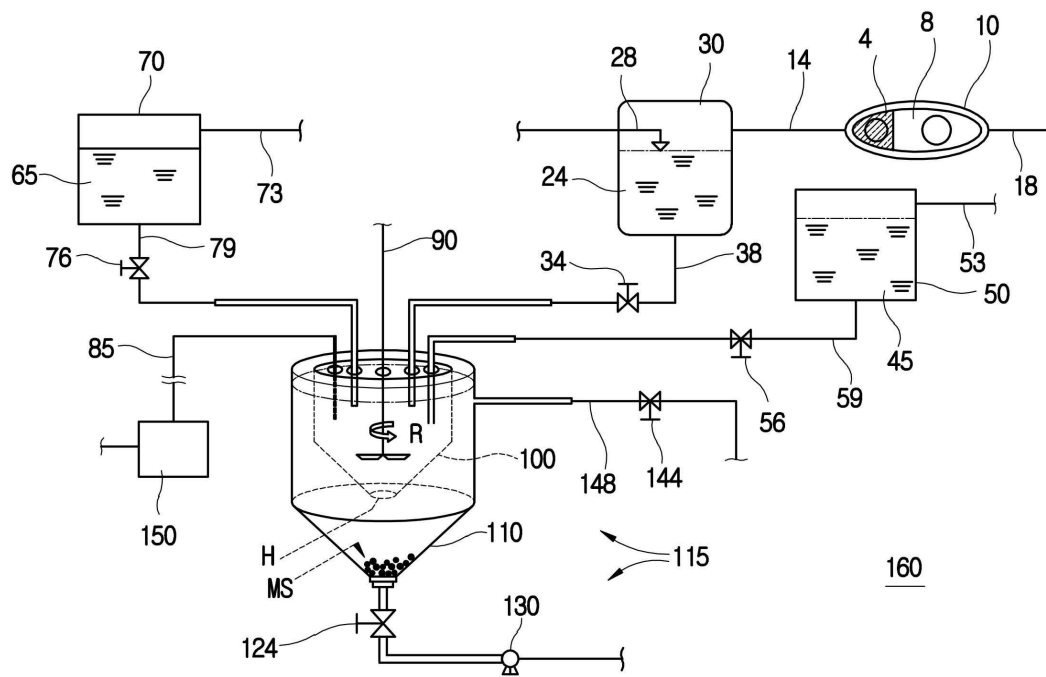
[0070] 상기 알칼리 용액(65)은 수산화 나트륨(NaOH)을 포함하며 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 수소 이온 농도를 높이고, 상기 맵 스트루바이트 결정체(MS)는 제2 반응기(110)의 하부 측에서 담수(45)와 자연적 가수분해시킨 소변(24)의 혼합 상태보다 담수(45), 자연적 가수분해시킨 소변(24)과 알칼리 용액(65)의 혼합 상태에 더 많이 생성될 수 있다.

부호의 설명

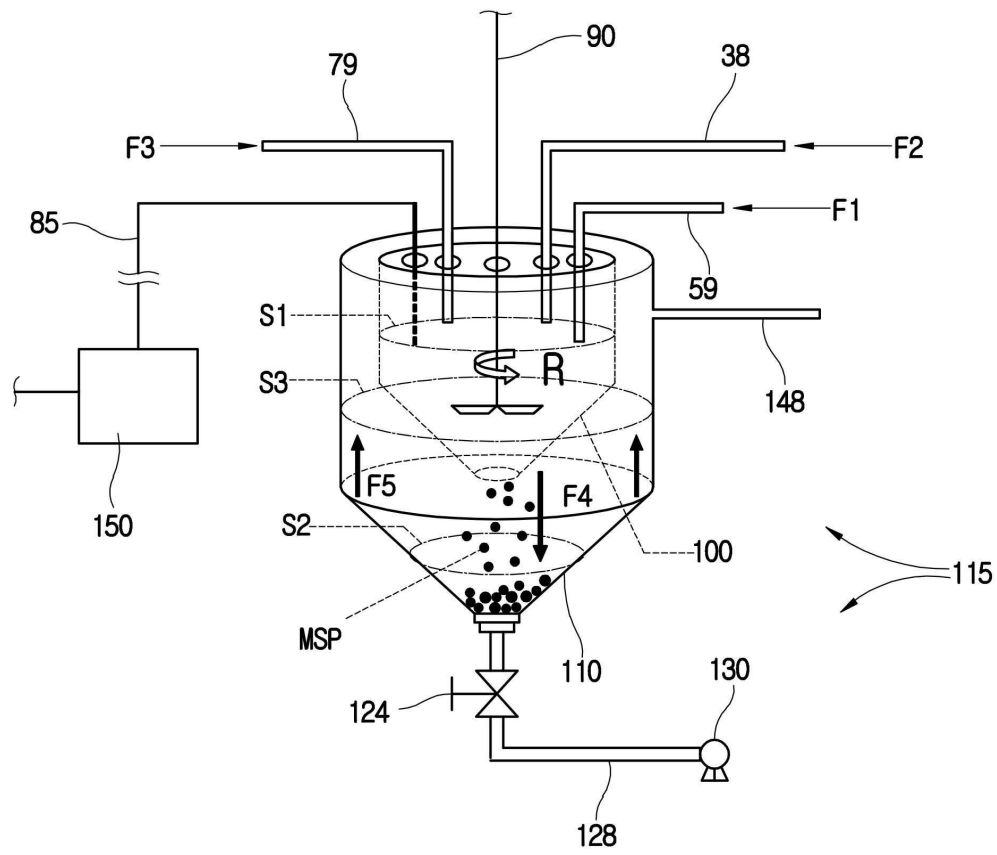
[0071] 4; 소변 배출구, 10; 분리형 변기
24; 자연적 가수분해시킨 소변, 30; 소변 저장 탱크
45; 담수, 50; 담수 공급 탱크
65; 알칼리 용액, 70; 알칼리제 공급 탱크
85; 농도 감지 노드, 100; 제1 반응기
110; 제2 반응기, 115; 결정화 반응기
130; 펌프, 150; 제어기
160; 맵 스트루바이트 결정화 장치

도면

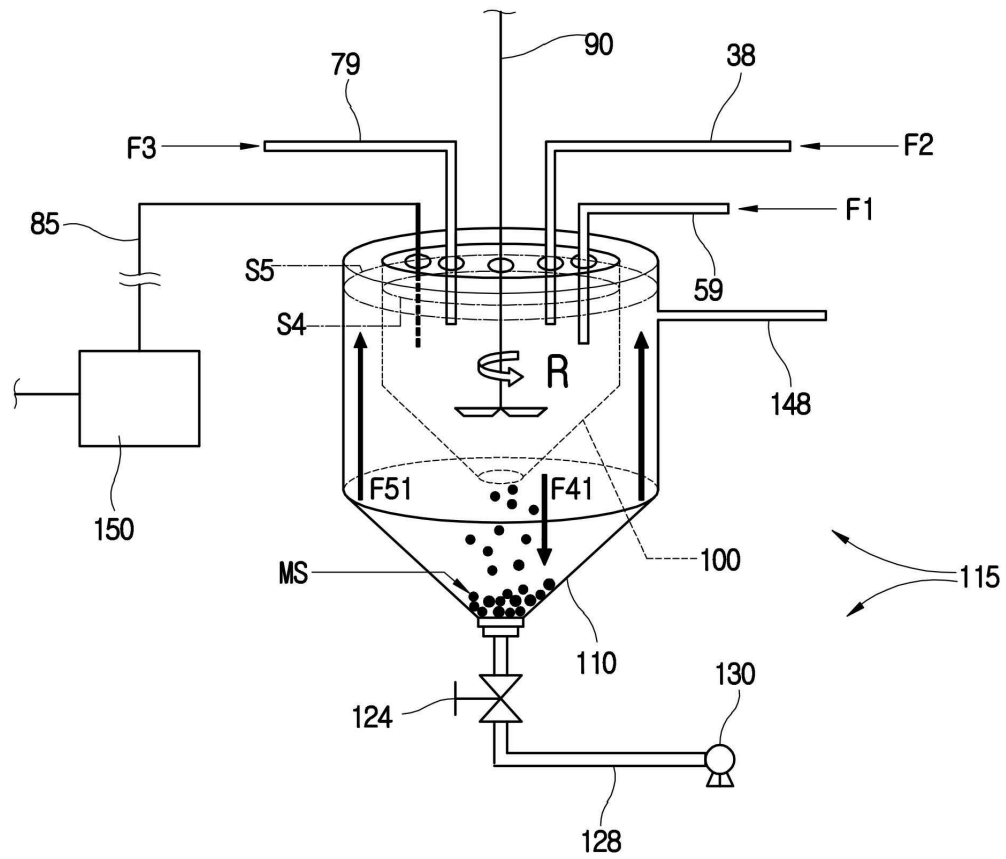
도면1



도면2



도면3



도면4

