



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월26일

(11) 등록번호 10-1547430

(24) 등록일자 2015년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C02F 3/10 (2006.01) *B01D 39/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0149730

(22) 출원일자 2014년10월31일

심사청구일자 2014년10월31일

(56) 선행기술조사문헌

KR101399129 B1*

KR1020020002046 A*

JP2008285348 A*

JP2003190994 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

순천대학교 산학협력단

전라남도 순천시 매곡동 315

(72) 발명자

서동철

경상남도 진주시 진주대로 542번길 19-11(가좌동)

박종환

경상남도 사천시 청녕길 31

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

원성수, 박종경

전체 청구항 수 : 총 2 항

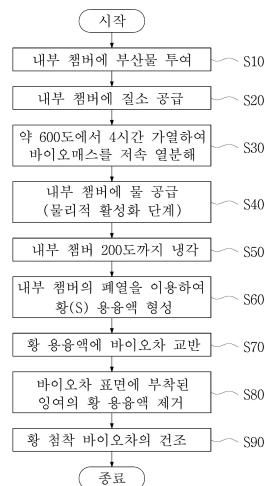
심사관 : 이창주

(54) 발명의 명칭 질소제거를 위한 수처리용 바이오차의 황 침착 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 장치는 내부에 바이오매스(biomass)가 수용되는 챔버부, 상기 챔버부 내부에 열을 가하여 상기 바이오매스를 바이오차(biochar)로 열분해하는 히터부, 상기 챔버부 내부에 물을 공급하여 상기 열분해된 바이오차의 비표면적을 증가시키는 물공급부, 상기 챔버부 내부의 폐열을 이용하여 분말상태의 황을 액상으로 용융시키는 황 용융액 생성부, 및 상기 생성된 황 용융액에 상기 비표면적이 증가된 바이오차를 교반시켜 바이오차의 표면에 액상의 황이 침착되도록 하는 교반부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

김성현

경상남도 사천시 용현면 개재길 51

허중수

경상남도 진주시 금산면 금산순환로 80번길 8, e-
편한세상 103-1903호

강세원

전라남도 광양시 광양읍 인덕3길 16

박주왕

전라남도 구례군 간전면 선창길 76

조주식

전라남도 순천시 삼산로 101, 유토파인 402호

옥용식

강원도 춘천시 강원대학길 1 강원대학교 바이오자
원환경학과

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 112014-3

부처명 농림수산식품부

연구관리전문기관 농림수산식품기술기획평가원

연구사업명 생명산업기술개발

연구과제명 농림 바이오매스를 활용한 환경친화형 기능성 biochar 생산 및 기후변화대응 농업 환경기
술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 경상대학교

연구기간 2012.08.01 ~ 2015.08.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2012R1A2A2A01015706

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업

연구과제명 농업부산물을 이용한 biochar 제조와 이를 이용한 온실가스배출저감 농업기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 순천대학교

연구기간 2012.05.01 ~ 2015.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

바이오매스(biomass)가 수용된 챔버 내부에 열을 가하여 상기 바이오매스를 바이오차로 열분해하는 제1단계;

상기 열분해된 바이오차의 표면에 물을 공급하여 바이오차의 비표면적을 증가시키는 제2단계;

황 용융액에 상기 비표면적이 증가된 바이오차를 교반시켜 상기 바이오차의 표면에 황을 침착시키는 제3단계;

상기 황이 침착된 바이오차에 진동을 가하거나 공기를 불어주어 상기 바이오차의 표면에 묻어있는 잉여의 황 용융액을 제거하는 제4단계; 및

상기 잉여의 황이 제거된 바이오차를 건조하는 제5단계를 포함하되,

상기 황이 침착된 바이오차는 질소제거를 위한 수처리시 황산화탈질균을 적용한 독립영양탈질의 전자공여체인 황을 공급하기 위하여, 피처리수에 상기 바이오차의 표면에 침착된 황을 용출시키는 것을 특징으로 하는 질소제거를 위한 수처리용 바이오차의 황 침착 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 황 용융액은,

상기 제2단계가 완료된 챔버 내부의 온도를 150 내지 250 ℃로 냉각한 후, 상기 냉각된 챔버 내부의 폐열을 이용하여 황 분말을 용융시켜 얻는 것을 특징으로 하는 질소제거를 위한 수처리용 바이오차의 황 침착 방법.

명 세 서

기술분야

[0001]

본 발명은 수처리용 여과재로 사용될 수 있는 바이오차(biochar)의 표면에 황을 침착하는 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 바이오매스(biomass)를 열분해하여 얻은 바이오차의 표면에 물을 공급하여 바이오차의 비표면적을 증가시키는 물리적 활성화 단계를 거친 이후 상기 바이오차의 표면에 황산화탈질균을 적용한 독립영양탈질에서 전자공여체로 작용하는 황을 액상 상태로 침착하여 피처리수에서 황의 용출이 용이하도록 함으로써 상기 바이오차를 수처리용 여과재로 이용될 수 있도록 하는 질소제거를 위한 수처리용 바이오차의 황 침착 장치 및 방법에 관한 것이다.

[0002]

배경기술

- [0003] 근래 들어 농업 및 산림 부산물이 매년 다량으로 배출되고 있는데, 이들 중 일부만 소각 처리될 뿐 대부분의 부산물들은 그대로 방치되고 있는 실정이기 때문에 이러한 폐유기물자원을 효과적으로 활용할 수 있는 방안의 마련이 시급하다.
- [0004] 이를 위하여 최근에는 이들 농업 및 산림 부산물을 공기공급이 제어되는 조건에서 열분해시킬 때 얻어지는 바이오차(biochar)로 재활용하기 위한 기술이 개발되고 있으며, 이러한 바이오차의 제조에 관한 구체적인 내용은 하기 [문헌 1] 등에 상세히 개시되어 있다.
- [0005] 그러나, 종래 기술에 따른 바이오차의 경우에는 대부분 온실 가스의 저감이나 농업용 토양 개량제로 활용되었을 뿐 바이오차 특유의 여과능력에도 불구하고 폐수 등을 처리하기 위한 수처리제로 활용되는 경우는 거의 없었는데, 이는 바이오차를 수처리제로 적용할 경우 활성탄과 달리 열분해 후 남아있는 무기성분의 용출 특성에 의하여 피처리수의 pH가 증가하는 문제점이 있기 때문이다.
- [0006] 한편, 근래에는 농어촌에서 소규모로 발생하는 하수를 처리하기 위한 공법으로서 본 발명의 발명자들이 출원한 하기 [문헌 2]에 개시된 바와 같은 인공습지를 이용한 하수처리시스템이 개발되고 있는데, 이들 인공습지를 이용한 하수처리시스템의 경우 폐수에 포함된 질소의 처리가 대부분 종속영양탈질에 의하여 이루어지기 때문에 C/N가 낮은 국내 생활하수의 특성상 질소처리 효율(T-N 처리효율)이 낮은 단점이 있었다.
- [0007] 이를 해결하기 위하여, 최근에는 종속영양탈질과 황산화탈질균을 적용한 독립영양탈질을 병행하여 질소의 처리 효율을 최대화하는 인공습지를 이용한 하수처리시스템이 개발되고 있으나, 독립영양탈질 과정에서 발생하는 수소이온으로 인하여 처리수의 pH가 감소하는 문제점이 있다.
- [0008] [문헌 1] 한국공개특허 제2010-0117954호(2010. 11. 4. 공개)
- [0009] [문헌 2] 한국등록특허 제1236175호(2013. 2. 26. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상술한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 농업 및 산림 부산물로 구성되는 바이오매스를 열분해하여 바이오차를 제조하는 경우 상기 바이오차의 표면에 황산화탈질균을 적용한 독립영양탈질의 전자공여체로 작용하는 황을 액상 상태로 침착하여 피처리수에서 황이 용이하게 용출되도록 함으로써, 상기 바이오차를 종속영양탈질과 독립영양탈질을 병행하는 하수처리시스템에서 질소 처리효율을 최대화하면서도 처리수의 pH 감소를 방지할 수 있는 수처리용 여재로 활용하는 것이 가능한 수처리용 바이오차에 황을 침착하는 장치 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 장치는 내부에 바이오매스(biomass)가 수용되는 챔버부, 상기 챔버부 내부에 열을 가하여 상기 바이오매스를 바이오차(biochar)로 열분해하는 히터부, 상기 챔버부 내부에 물을 공급하여 상기 열분해된 바이오차의 비표면적을 증가시키는 물공급부, 상기 챔버부 내부의 폐열을 이용하여 분말상태의 황을 액상으로 용융시키는 황 용융액 생성부, 및 상기 생성된 황 용융액에 상기 비표면적이 증가된 바이오차를 교반시켜 바이오차의 표면에 액상의 황이 침착되도록 하는 교반부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 상기 액상의 황이 침착된 바이오차에 진동을 가하거나 공기를 불어주어 상기 바이오차의 표면에 묻어있는 잉여의 황 용융액을 제거하는 잉여 황 제거부와, 상기 잉여의 황이 제거된 바이오차를 건조하는 바이오차 건조부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 바이오매스를 열분해하는 경우 상기 챔버부의 내부를 혐기성 상태로 유지하기 위하여 상기 제어부의 제어동작에 의해, 상기 챔버부 내부에 질소를 공급하는 질소공급부 또는 상기 챔버부 내부를 진공처리하는 진공펌프부 중 적어도 어느 하나를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 챔버부의 내부에는 상기 물공급부에 연결되어 물을 상기 바이오차의 표면에 분사하기 위한 적어도

하나의 노즐장치가 형성된 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 방법은 바이오매스(biomass)가 수용된 챔버 내부에 열을 가하여 상기 바이오매스를 바이오차로 열분해하는 제1단계, 상기 열분해된 바이오차의 표면에 물을 공급하여 바이오차의 비표면적을 증가시키는 제2단계, 황 용융액에 상기 비표면적이 증가된 바이오차를 교반시켜 상기 바이오차의 표면에 황을 침착시키는 제3단계, 상기 황이 침착된 바이오차에 진동을 가하거나 공기를 불어주어 상기 바이오차의 표면에 묻어있는 잉여의 황 용융액을 제거하는 제4단계, 및 상기 잉여의 황이 제거된 바이오차를 건조하는 제5단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 황 용융액은, 상기 제2단계가 완료된 챔버 내부의 온도를 150 내지 250 ℃로 냉각한 후, 상기 냉각된 챔버 내부의 폐열을 이용하여 황 분말을 용융시켜 얻는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0017] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 장치 및 방법은 바이오매스를 지속 열분해하여 얻은 바이오차의 표면에 물을 공급하여 바이오차의 비표면적을 증가시키는 물리적 활성화 단계를 거친 이후 상기 바이오차의 표면에 황산화탈질균을 적용한 독립영양탈질의 전자공여체로 작용하는 황을 액상 상태로 침착하여 피처리수에서 황의 용출이 용이하도록 함으로써, 상기 바이오차를 중속영양탈질과 독립영양탈질을 병행하는 하수처리시스템에서 질소 처리효율을 최대화하면서도 처리수의 pH 감소를 방지할 수 있는 수처리용 여재로 활용할 수 있음과 동시에 종래 그대로 방치되던 폐유기물자원의 활용도를 제고할 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도1은 본 발명의 일실시예에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 장치 중 바이오차의 제조와 관련된 구성을 나타낸 도면,

도2a와 도2b는 각각 본 발명의 일실시예에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 장치의 동작구성을 설명하기 위한 블록도, 및

도3은 본 발명의 일실시예에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 이용하여 상세히 설명하기로 한다.

[0020] 도1은 본 발명의 일실시예에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 장치 중 바이오차의 제조와 관련된 구성을 나타낸 도면, 도2a와 도2b는 각각 본 발명의 일실시예에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 장치의 동작구성을 설명하기 위한 블록도, 및 도3은 본 발명의 일실시예에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0021] 본 발명에 따른 수처리용 황 침착 바이오차의 황 침착 장치 중 바이오차의 제조와 관련된 장치는 챔버부(10), 상기 챔버부(10)의 내부에 열을 공급하는 히터부(60), 및 상기 챔버부(10)의 내부에 물을 공급하는 물공급부(30)를 포함하여 구성된다.

[0022] 또한, 상기 챔버부(10)는 일예로서 내부에 바이오매스가 수용되는 내부 챔버(12), 상기 내부 챔버(12)의 외부를 둘러싸는 외부 챔버(11), 상기 내부 챔버와 외부 챔버 사이에 개재되는 보온층(13)으로 구성된다.

[0023] 이때, 상기 내부 챔버(12)는 스테인레스 스틸과 같은 금속성 재질 또는 내열성 플라스틱 재질 등으로 구성될 수 있으며, 상기 보온층(13)은 후술하는 바와 같이 히터부(60)를 보호하고 온도의 항상성을 유지할 수 있도록 내화 벽돌과 같은 보온성 재질로 구성되는 것이 바람직하다.

[0024] 또한, 상기 외부 챔버(11)는 전술한 내부 챔버 및 보온층(13)에서 발생된 열이 외부로 전달되는 것을 방지하기 위하여 절연성 재질로 이루어지는 것이 바람직하다.

[0025] 본 실시예에서는 상기 챔버부(10)가 3개의 층으로 구성된 경우를 일예로서 설명하였으나 이에 한정되지 아니하

며, 필요에 따라서는 동일한 기능을 수행하는 범위내에서는 단일층 또는 2개의 층 등으로 다양하게 구성될 수도 있다.

- [0026] 또한, 도1에서는 명확히 표현되지는 않았으나 상기 챔버부(10)는 바이오매스의 유입 및 바이오차의 유출이 용이할 수 있도록 외부에서 개폐가능한 구조로 구성되는 것이 더욱 바람직하다.
- [0027] 또한, 상기 챔버부(10)에는 외측에서 상기 외부 챔버(11)와 보온층(13)을 관통하여 상기 내부 챔버(12)의 내부(14)에 설치되어 후술하는 바와 같이 물을 내부 챔버(12)의 내부에 공급하는 공급관(50)을 더 구비하며, 상기 공급관(50)의 내부 챔버(12)측 단부에는 공급되는 물을 바이오차의 표면에 균일하게 분사하기 위한 복수의 노즐장치(51)가 설치된다.
- [0028] 또한, 상기 히터부(60)는 내부 챔버(12)의 내부에 열을 전달하여 상술한 바와 같이 내부 챔버(12)에 수용된 바이오매스를 바이오차로 열분해하기 위한 것으로서 열선과 같은 통상의 발열수단 등으로 바람직하게 구현될 수 있는데, 후술하는 바와 같이 내부 챔버(12) 내부의 온도조절이 용이하도록 하기 위하여 발열량 제어가 가능하도록 구성되는 것이 바람직하다.
- [0029] 또한, 본 실시예에서는 상기 히터부(60)가 보온층(13)의 내부에 설치되는 경우를 일례로서 설명하였으나 이에 한정되지 아니하며, 필요에 따라서는 내부 챔버(12)의 내부(14)에 직접 설치되도록 구성될 수도 있다.
- [0030] 또한, 상기 물공급부(30)는 내부 챔버(12)에 물을 공급하여 상술한 바와 같이 열분해된 바이오차의 비표면적을 증가시켜 바이오차를 물리적으로 활성화시키기 위한 것으로서, 챔버부(10)의 외측에 설치된 물저장조(32), 상기 물저장조와 공급관(50)을 연결하는 물공급관(31), 및 상기 물공급관(31)의 중도에 설치되어 물저장조(32)의 물을 내부 챔버(12)로 공급하거나 차단하는 물공급밸브(33)를 포함하여 구성된다.
- [0031] 이때, 상기 물공급밸브(33)는 기계식 수동밸브로 구성될 수 있으나, 후술하는 바와 같이 제어부(100)의 제어동작에 의하여 작동되는 전자식 밸브로 구성될 수도 있다.
- [0032] 또한, 상기 물공급부(30)는 물을 일정한 압력으로 공급하기 위한 컴프레서(compressor)와 같은 가압장치(미도시)를 더 구비할 수 있으며, 이는 후술하는 질소공급부(20)의 경우에도 마찬가지이다.
- [0033] 이때, 상술한 바이오매스의 열분해 과정은 공기 중의 산소가 차단된 혐기성 조건에서 이루어지는 것이 바람직한데, 이를 위하여 본 발명에 따른 수처리용 바이오차의 제조장치는 상기 내부 챔버(12)의 내부(14)에 질소를 공급하기 위한 질소공급부(20) 또는 상기 내부 챔버(12)의 내부(14)를 진공처리하기 위한 진공펌프부(24)를 더 구비할 수 있다.
- [0034] 이때, 상기 질소공급부(20)와 진공펌프부(24)는 어느 하나가 설치될 수도 있으나, 본 실시예에서와 같이 2개 모두 설치될 수도 있다.
- [0035] 또한, 본 실시예에서와 같이 2개 모두 설치된 경우 상기 진공펌프부(24)를 이용하여 내부 챔버(12)의 내부(14)를 먼저 진공시킨 후 질소공급부(20)에 의하여 질소를 공급할 수도 있으며, 필요에 따라서는 진공펌프부(24)를 동작시키면서 내부 챔버(12)의 내부(14)에 질소를 공급할 수도 있다.
- [0036] 한편, 상기 질소공급부(20)는 챔버부(10)의 외측에 설치된 질소저장조(22), 상기 질소저장조(22)를 내부 챔버(12)의 내부(14) 또는 공급관(50)과 연결하는 질소공급관(21), 및 상기 질소공급관(21)의 중도에 설치되어 질소저장조(22)의 질소를 내부 챔버(12)로 공급하거나 차단하는 질소공급밸브(23)를 포함하여 구성된다.
- [0037] 또한, 상기 진공펌프부(24)는 진공관(23)을 통하여 내부 챔버(12)의 내부(14)와 연결되도록 구성된다.
- [0038] 한편, 본 발명에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 장치는 상술한 바와 같이 비표면적이 증가된 바이오차의 표면에 황을 침착하기 위한 장치를 더 구비하는데, 이를 위하여 상기 챔버부(10)의 폐열을 이용하여 분말 상태의 황을 액상으로 용융시키는 황 용융액 생성부(40), 상기 황 용융액에 바이오차를 투입 및 교반시켜 바이오차의 표면에 액상의 황을 침착시키는 교반부(200), 상기 액상의 황이 침착된 바이오차에 진동을 가하거나 공기를 불어주어 상기 바이오차의 표면에 묻어있는 잉여의 황 용융액을 제거하는 잉여 황 제거부(210), 및 상기 잉여의 황이 제거된 바이오차를 건조하는 바이오차 건조부(220)를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0039] 이때, 상기 황 용융액 생성부(40)는 후술하는 바와 같이 챔버부(10)를 냉각시킨 후 분말 상태의 황을 내부 챔버(12)로 투입하여 상기 내부 챔버(12)의 폐열을 이용하여 황을 용융시키도록 구성되거나, 별도로 마련된 분말 상

태의 황 공급부에 상기 내부 챔버(12)의 폐열을 순환시켜 황을 용융시키도록 구성될 수 있다.

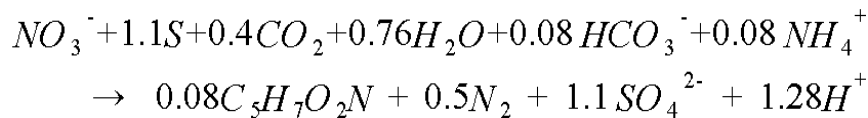
[0040] 또한, 상기 교반부(200)는 액상 내부에서 블레이드를 회전 또는 정역회전하도록 구성된 통상의 교반장치를 이용하여 바람직하게 구현될 수 있으며, 본 실시예의 경우 액상의 황 용융액에 투입된 바이오차를 블레이드로 교반 시킴으로써 바이오차의 표면에 황 용융액이 침착될 수 있도록 구성된다.

[0041] 또한, 상기 잉여 황 제거부(210)는 바이오차의 표면에 황이 과다하게 묻혀짐으로써 바이오차의 표면에 형성된 미세기공이 폐쇄되어 수처리 여재로서의 기능이 저하되는 것을 방지하기 위한 것으로서, 액상의 황이 침착된 바이오차를 망 형상의 용기에 담은 후 진동장치를 이용하여 진동을 가하거나 에어 블로잉(air blowing)과 같이 압력 공기를 불어주어 상기 바이오차의 표면에 묻어있는 잉여의 황을 제거하도록 구성된다.

[0042] 또한, 상기 바이오차 건조부(220)는 잉여의 황이 제거된 바이오차를 건조시키기 위한 구성으로서 통상의 열풍 건조기 등을 이용하여 바람직하게 구현될 수 있으며, 필요에 따라서는 상기 열풍이 내부 챔버(12)의 폐열을 이용하여 형성되도록 구성될 수도 있다.

[0043] 일반적으로 황산화탈질균을 적용한 독립영양탈질의 경우 전자공여체인 황의 공급과, 아래의 [화학식 1]과 같은 반응으로 발생하는 수소이온에 의하여 감소되는 처리수의 pH를 보상하기 위한 적정량의 알칼리제의 공급이 이루어져야 한다.

화학식 1



[0044]

[0045] 하지만, 종래 기술에 따른 인공습지 등에 적용되던 수처리용 여재의 경우 대부분 알칼리도가 낮은 모래, 자갈, 쇄석 등으로 구성되므로 상술한 바와 같이 독립영양탈질 과정에서 저감되는 처리수의 pH를 중화시키지 못하였기 때문에, 황의 공급과 더불어 별도의 알칼리제의 투입이 불가피한 문제점이 있었다.

[0046] 그러나, 본 발명에 따른 황 침착 장치에 의하여 얻어지는 황 침착 바이오차를 수처리용 여재로 적용할 경우에는 상기 침착된 황이 피처리수에 용출됨으로써 황산화탈질균에 의한 독립영양탈질에서 전자공여체로 기능할 뿐만 아니라, 상술한 바와 같이 무기성분의 용출로 인해 피처리수의 pH를 증가시키는 바이오차의 특성상 독립영양탈질에 의하여 감소된 처리수의 pH를 중화시킬 수 있다는 장점이 있다.

[0047] 또한, 본 발명에 따른 황 침착 장치에 의하여 얻어지는 황 침착 바이오차는 기상의 황이 바이오차의 표면에 견고하게 증착되는 방식이 아니라 액상의 황이 바이오차의 표면에 단순히 코팅되는 방식으로 침착되기 때문에 수처리용 여재로 사용시 바이오차의 표면에 침착된 황이 피처리수에 용이하게 용출될 수 있는 장점이 있다.

[0048] 이와 같이 구성된 본 발명에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 장치는 온도제어 또는 질소가스와 물의 공급 등이 사용자에게 의하여 직접 동작되는 수동식으로 구성될 수도 있으나, 본 실시예에서는 후술하는 바와 같이 사용자의 편의를 위하여 제어부(100)의 제어신호에 의하여 동작되는 자동식으로 구성하였다.

[0049] 이를 위하여 본 실시예에 따른 수처리용 황 침착 바이오차의 제조장치는 사용자에게 의하여 동작 조건 등이 입력되는 입력부(110), 내부 챔버(12)의 내부 온도를 감지하기 위한 온도센서부(120), 동작시간을 측정하기 위한 타이머부(130), 및 메모리부(140)에 미리 저장된 제어알고리즘에 따라 상기 히터부(60), 질소공급부(20), 물공급부(30), 및 진공펌프부(24)의 동작을 제어하는 제어부(100)를 더 포함하여 구성된다.

[0050] 이하에서는 도3을 참조하여 상술한 바와 같이 구성된 본 실시예에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 장치를 이용한 바이오차의 황 침착 방법에 관하여 상세히 설명하기로 한다.

[0051] 먼저, 작업자가 내부 챔버(12)에 열분해 하려는 식물 부산물인 바이오매스를 투입한 후 입력부(110)를 통해 동

작개시신호를 입력하면(S10), 제어부(100)는 질소공급부(20)의 동작을 제어하여 바이오매스가 수용된 내부 챔버(12)의 내부(14)에 질소를 공급하게 되는데(S20), 이 경우 상기 제어부(100)는 필요에 따라 진공펌프부(24)를 함께 동작시킬 수도 있다.

[0052] 상기 S20 단계에 의하여 내부 챔버(12)의 내부(14)가 혐기성 상태로 유지되면, 제어부(100)는 히터부(60)를 동작시켜 상기 내부 챔버(12)의 내부(14)에 열을 공급함으로써 바이오매스를 열분해하게 된다(S30).

[0053] 이때, 상기 제어부(100)는 내부 챔버(12)가 미리 정해진 제1설정온도에 도달하도록 히터부(60)를 구동함으로써 상기 바이오매스를 바이오차로 열분해하게 되는데, 이 경우 상기 제어부(100)는 내부 챔버(12)의 온도가 장시간에 걸쳐 서서히 제1설정온도에 도달하도록 하여 상기 바이오매스가 저속 열분해에 의하여 충분히 분해될 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

[0054] 이를 위하여 본 실시예에서는 일례로서 상기 제1설정온도를 600 내지 900℃로 설정하되, 상기 내부 챔버(12)의 온도가 분당 수 내지 수십 ℃의 속도로 상승하도록 하여 3시간 내지 5시간에 걸쳐 상기 제1설정온도에 도달할 수 있도록 구성하였다.

[0055] 또한, 상기 S30 단계가 완료되면 제어부(100)는 바이오차의 표면에 물이 분사될 수 있도록 상기 물공급부(30)의 동작을 제어한다(S40).

[0056] 이 경우 상기 공급되는 물은 노즐을 통해 분사되는 과정에서 내부 챔버(12)의 열에 의하여 기화되기 때문에 바이오차의 표면에는 거의 수증기의 형태로 분사되게 된다.

[0057] 또한, 전술한 바와 같이 상기 물 분사에 의하여 생성된 바이오차는 비표면적이 크게 증가되는 물리적 활성화 과정을 거치게 된다.

[0058] 한편, 상기 S40 단계가 완료되면 제어부(100)는 히터부(60)의 동작을 중지시키고 내부 챔버(12)의 온도가 제2설정온도까지 냉각되도록 하는데(S50), 이 경우 필요에 따라 상기 제어부(100)는 챔버부(10)에 별도로 구비된 냉각팬과 같은 냉각수단(미도시)을 가동시킬 수도 있다.

[0059] 이때, 본 실시예에서는 일례로서 상기 제2설정온도를 황(S)이 용융될 수 있는 온도인 150 내지 250℃로 설정하였다.

[0060] 상기 S50 단계가 완료되면, 상기 내부 챔버(12)의 폐열을 이용하여 황 용융액 생성부(40)에서 황 용융액을 생성하게 되는데(S60), 이 경우 상기 황 용융액 생성부(40)는 전술한 바와 같이 내부 챔버(12)에 설치된 용기(미도시)에 일정량의 황 분말을 공급하여 황 용융액을 생성하도록 구성되거나 외부에 설치된 황 공급부(40)에 내부 챔버(12)의 폐열이 순환되도록 함으로써 황 용융액을 생성하는 방식 등으로 구성될 수 있다.

[0061] 상기 S60 단계가 완료되면, 상기 S40 단계에서 얻어진 바이오차를 황 용융액에 투입한 후 황 공급부에 설치된 교반부(200)를 동작시켜 바이오차의 표면에 액상의 황 용융액이 침착되도록 한다(S70).

[0062] 상기 S70 단계가 완료되면 황 용융액이 침착된 바이오차를 망 형상의 용기에 이송시킨 후 진동을 가하거나 압력 공기를 불어주어 바이오차의 표면에 묻어있는 잉여의 황을 제거하고(S80), 열풍 등을 이용하여 바이오차를 건조하는 단계를 수행하게 된다(S90).

[0063] 이때, 상기 S60 단계 내지 S90 단계는 제어부(100)의 제어 동작에 의하여 자동식으로 수행될 수도 있으나, 필요에 따라서는 작업자에 의하여 수동식으로 수행될 수도 있다.

[0064] 또한, 상기 도3의 흐름도에는 명확하게 나타내지는 않았으나, 상술한 방법에 의하여 수처리용 황 침착 바이오차의 제조가 완성되면 아세트, 0.1N 정도의 묽은 염산, 또는 증류수 중 적어도 어느 하나를 이용하여 상기 황 침착 바이오차를 세정하는 과정을 더 수행하는 것이 바람직한데, 본 실시예에서는 아세트, 염산, 증류수를 순차적으로 이용하여 세정이 이루어지도록 구성하였다.

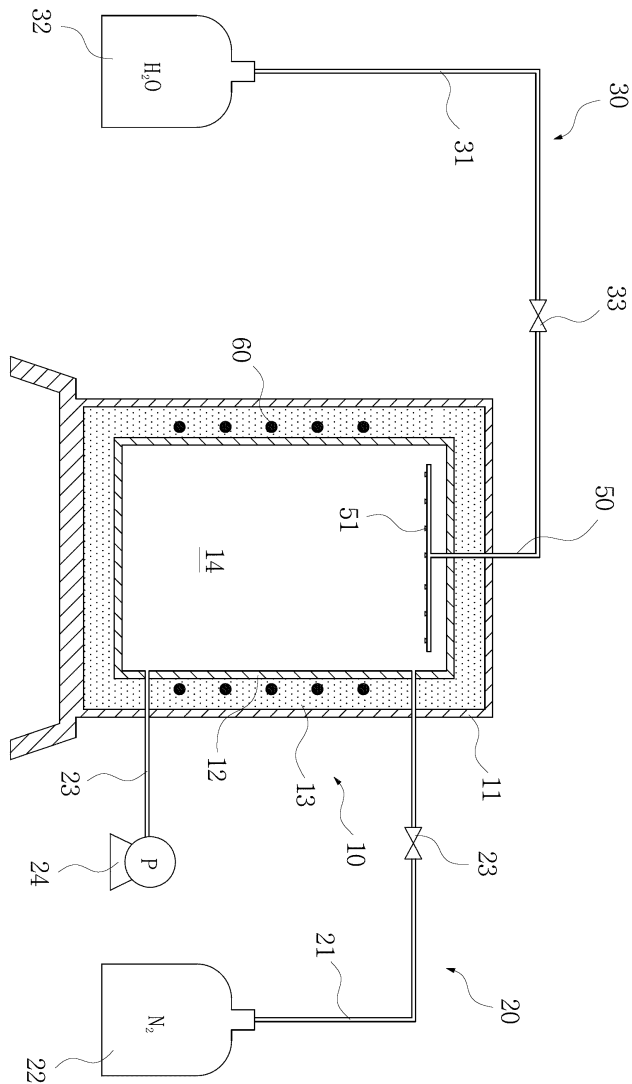
[0065] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 수처리용 바이오차의 황 침착 장치 및 방법은 바이오매스를 저속 열분해하여 얻은 바이오차의 표면에 물을 공급하여 바이오차의 비표면적을 증가시키는 물리적 활성화 단계를 거친 이후 상기 바이오차의 표면에 황산화탈질균을 적용한 독립영양탈질의 전자공여체로 작용하는 황을 액상 상태로 침착하여 피처리수에서 황의 용출이 용이하도록 함으로써, 상기 바이오차를 중속영양탈질과 독립영양탈질을 병행하는 하수처리시스템에서 질소 처리효율을 최대화하면서도 처리수의 pH 감소를 방지할 수 있는 수처리용 여재로 활용할 수 있음과 동시에 종래 그대로 방치되던 폐유기물자원의 활용도를 제고할 수 있다는 장점이 있다.

부호의 설명

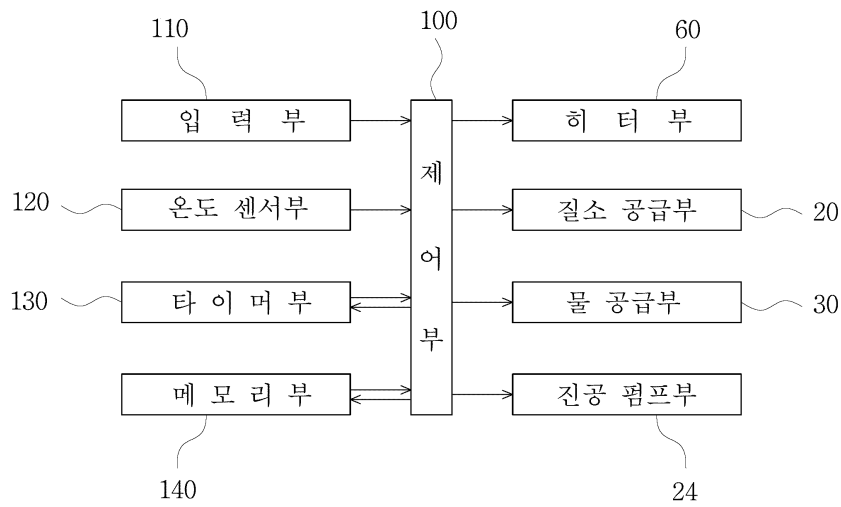
- | | |
|-----------|----------------|
| 10 : 챔버부 | 20 : 질소공급부 |
| 30 : 물공급부 | 40 : 황 용융액 생성부 |
| 60 : 히터부 | 100 : 제어부 |

도면

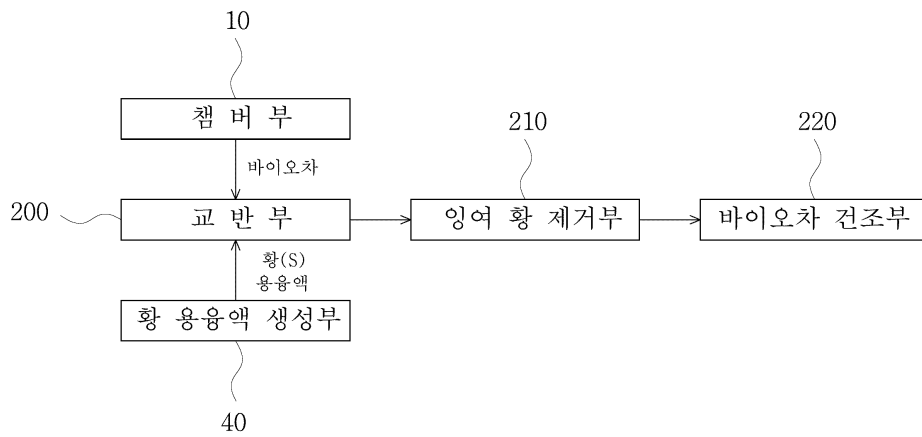
도면1



도면2a



도면2b



도면3

