

출모듈과 전기적으로 연결되어 상기 바이오잉크토출모듈을 선택적으로 제어하는 제어부를 포함하여, 활성슬러지 및 미세조류로 조성된 바이오잉크를 이용하여 3D프린팅 기법으로 수처리용 복합 미생물 담체를 제조함에 따라 다양한 미생물 종류를 선택적으로 적용할 수 있어, 공정별/용도별로 적합한 미생물 담체의 사용이 가능하여 수질 처리 효율을 향상시킬 수 있고, 높은 미생물 생존능력과 활성도를 확보할 수 있으며, 종래의 수처리용 담체에 비해 공정 운전 효율성 향상, 수질 향상 및 바이오에어로졸의 발생량을 저감할 수 있는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치 및 수처리용 복합 미생물 담체를 제공한다.

(52) CPC특허분류

- B29C 64/227** (2021.08)
- B29C 64/245** (2021.08)
- B29C 64/264** (2021.08)
- B29C 64/364** (2021.08)
- B29C 64/386** (2021.08)
- B33Y 10/00** (2013.01)
- B33Y 50/02** (2013.01)
- C02F 3/105** (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

- KR1020180061642 A*
- US20150126633 A1*
- US20190177676 A1*
- WO2019029755 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345304703
과제번호	2019R1A6A3A01092607
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명	3D 박테리아 프린팅 기법을 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 개발 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2019.09.01 ~ 2020.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

활성슬러지잉크와 미세조류잉크를 포함하는 바이오잉크를 프린팅하여 활성슬러지층과 미세조류층을 포함하는 수처리용 복합 미생물 담체를 제조하는 장치에 있어서,

내부에 공간을 형성한 케이스;

상기 케이스의 내부공간 상측에 구비되고, 제어부의 제어 신호에 따라 선택적으로 바이오잉크를 토출하는 바이오잉크토출모듈;

상기 케이스의 내부공간 하측에 구비되고, 상기 바이오잉크토출모듈에서 토출된 바이오잉크를 상면에 적층하여 조형물을 조형하는 스테이지;

상기 바이오잉크토출모듈과 전기적으로 연결되어 상기 바이오잉크토출모듈을 선택적으로 제어하는 제어부; 및

상기 바이오잉크토출모듈과 상기 스테이지에 내부에 구비되고, 외부 전원에 의해 발열하여 상기 바이오잉크토출모듈과 상기 스테이지에 배치되어 상기 바이오잉크토출모듈로 토출되는 상기 바이오잉크와 상기 스테이지 상의 상기 조형물에 대하여 열을 인가하는 발열부를 포함하고,

상기 바이오잉크토출모듈은,

상기 활성슬러지잉크를 토출하여 상기 활성슬러지층을 형성하는 제1바이오잉크토출수단과,

상기 미세조류잉크를 토출하여 상기 미세조류층을 형성하는 제2바이오잉크토출수단을 포함하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 바이오잉크토출모듈은

압력분출(fused deposition modeling, FDM) 방식으로 바이오잉크를 토출하는 것을 특징으로 하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 바이오잉크토출모듈은

상기 바이오잉크를 각각 수용하는 복수 개의 실린지를 동축을 이루도록 구성하고, 상기 제어부의 제어에 의해 상기 바이오잉크를 다중 축(multi-axial) 형상으로 토출하는 것을 특징으로 하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 4

활성슬러지잉크와 미세조류잉크를 포함하는 바이오잉크를 프린팅하여 활성슬러지층과 미세조류층을 포함하는 수처리용 복합 미생물 담체를 제조하는 장치에 있어서,

내부에 공간을 형성한 케이스와;

상기 케이스의 내부공간 상측에 구비되고, 제어부의 제어 신호에 따라 선택적으로 바이오잉크를 토출하는 바이오잉크토출모듈과;

상기 케이스의 내부공간 상측에 구비되고, 상기 바이오잉크토출모듈을 X축 선상 및 Y축 선상으로 이송하는 XY축 이송수단과;

상기 케이스의 내부공간 하측에 구비되고, 상기 바이오잉크토출모듈에서 토출된 바이오잉크에 의해 상면에 조형물이 조형되는 스테이지와;

상기 스테이지의 하측에 구비되고, 상기 스테이지를 Z축 선상으로 이송하는 Z축 이송수단;

상기 바이오잉크토출모듈, XY축 이송수단 및 Z축 이송수단과 전기적으로 연결되어 상기 바이오잉크토출모듈, XY축 이송수단 및 Z축 이송수단을 선택적으로 제어하는 제어부; 및

상기 바이오잉크토출모듈과 상기 스테이지에 내부에 구비되고, 외부 전원에 의해 발열하여 상기 바이오잉크토출모듈과 상기 스테이지에 배치되어 상기 바이오잉크토출모듈로 토출되는 상기 바이오잉크와 상기 스테이지 상의 상기 조형물에 대하여 열을 인가하는 발열부를 포함하고

상기 바이오잉크토출모듈은,

상기 활성슬러지잉크를 토출하여 상기 활성슬러지층을 형성하는 제1바이오잉크토출수단과,

상기 미세조류잉크를 토출하여 상기 미세조류층을 형성하는 제2바이오잉크토출수단을 포함하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 케이스의 내부공간 일측에 구비되어, 자외선광으로 상기 내부공간을 살균하는 자외선광램프와;

상기 케이스의 일측면에 구비되어, 외부에서 내부로 유입되는 공기 중 이물질을 필터링하는 헤파(HEPA)필터와;

상기 케이스의 내부공간 일측에 구비되어, 내부공간의 공기를 강제 대류시키는 대류수단을 더 포함하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 바이오잉크토출모듈을 복수 개로 구성하여, 상기 스테이지 상에 서로 같은 형태의 조형물 복수 개를 동시에 제조하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

청구항 1 또는 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 활성슬러지잉크는

활성슬러지와 바이오 머티리얼이 혼합된 것을 특징으로 하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 활성슬러지잉크는

질화작용물질(nitrifiers), 탈인작용물질(PAO: polyphosphate accumulating organisms), 탈질소작용물질(denitrifiers) 중 어느 하나 또는 둘 이상 혼합하여 포함하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 10

청구항 1 또는 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 미세조류잉크는

미세조류와 바이오 머티어리얼이 혼합된 것을 특징으로 하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 미세조류는

세네데스무스 쿼드리카우다(*Scenedesmus quadricauda*)인 것을 특징으로 하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 12

청구항 1 또는 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스테이지의 상면에 바이오잉크에 의해 조형되는 조형물은

구체의 비드(bead)로 조형되는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 13

청구항 1 또는 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 바이오잉크는

활성슬러지잉크 1 : 미세조류잉크 1의 부피비로 혼합된 것을 특징으로 하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 14

청구항 1 또는 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 바이오잉크는

활성슬러지잉크 2 : 미세조류잉크 1의 부피비로 혼합된 것을 특징으로 하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 15

청구항 1 또는 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 바이오잉크는

활성슬러지잉크 1 : 미세조류잉크 2의 부피비로 혼합된 것을 특징으로 하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치 및 수처리용 복합 미생물 담체에 관한 것으로 더욱 상세하게는 활성슬러지 및 미세조류로 조성된 바이오잉크를 이용하여 3D프린팅 기법으로 수처리용 복합 미생물 담체를 제조하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치 및 수처리용 복합 미생물 담체에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일상생활에서 배출되는 생활 오·폐수 및 산업현장에서 발생하는 각종 오·폐수로 인해 수질오염이 야기되고 이것이 환경문제로 대두됨에 따라, 효율적이고 경제적인 폐수처리 방법의 개발이 요구되고 있다.

[0004] 오·폐수의 처리에는 일반적으로 물리적, 화학적, 생물학적 처리 방법이 있는데, 그 중에서 미생물을 배양시켜 각종 오염물질을 제거하는 생물학적인 방법이 가장 효율적인 것으로 알려져 있으며, 상기 배양된 미생물은 오폐수의 유기물을 섭취·제거하는 형태로서 오염물질을 제거하게 된다.

[0005] 상기의 생물학적 처리 방법은 다시 활성오니 공법과 생물막 공법으로 분류할 수 있으며, 상기 활성오니공법은, 산소가 공급되는 환경에서 처리할 폐수를 호기성 미생물의 먹이로 하여 폐수를 처리하는 방식으로서, 이러한 활성오니법은 대량의 오·폐수를 값싸게 처리할 수 있는 장점이 있지만, 처리속도가 늦어서 대용량의 처리조가 필요하므로 설비비가 높고 다량의 슬러지의 발생으로 인한 처리비용의 상승 및 유입 폐수의 부하변동에 대한 대처 능력이 미흡한 것 등과 같은 문제점이 있다.

[0006] 반면에 상기 생물막 공법은, 미생물이 담체의 표면에 부착, 성장하면서 오·폐수를 처리하는 방식으로서, 유입 폐수의 수량 및 수질변동에 능동적으로 대처할 수 있고 미생물의 유출이 적어서 미생물을 계속 사용할 수 있으므로 처리효율이 높다.

[0007] 상기의 미생물이 부착하는 담체의 재질로는 유기물계와 무기물계가 있으며 유기물로는 각종 고분자 재질이 있으며 무기물로는 각종 화인세라믹과 광물, 유리, 모래, 자갈 그리고 활성탄소 등이 이용되고 있다.

[0008] 상기 유기물 재질의 담체는 가격이 비교적 저렴한 장점이 있으나, 미생물의 영양원을 제공할 수는 없고 다만 미생물의 부착 및 성장공간만을 제공하게 되므로 무기물 재질보다 성능이 떨어지며 재료 자체가 시간의 경과에 따라서 팽윤되거나 열화되어 담체의 특성이 변질되고, 부착된 미생물의 이탈이 빈번하게 발생될 뿐만 아니라 폐기 슬러지 발생량이 많고, 폐기시 공해물질이므로 그 처리가 곤란한 단점이 있다.

[0009] 또한, 상기 무기물 담체로서 천연암석은 표면공극이 없으므로 표면적이 적고, 미생물과의 친화력이 작아 부착된 미생물이 쉽게 이탈되는 현상이 발생하며, 이로 인해 미생물 배양에 많은 시간이 소요되고 또한 오·폐수 처리 효율도 떨어지게 되는 등 여러 가지 문제점들이 발생 되었다.

[0010] 따라서 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 무기물 담체에 공극을 주기 위한 여러 가지 시도가 있어왔고, 현재도 많은 연구가 진행되고 있다.

[0011] 종래의 기술로는 등록특허 제10-0907534호(2009.07.06) 천연 다공질 수 처리용 담체 제조방법을 참고할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 수처리용 복합 미생물 담체를 공정별 및 용도별로 선택적 제작이 가능하여 다양한 분야에서 활용도를 높일 수 있고, 다양한 미생물 종류를 선택적으로 활성슬러지잉크에 포함 시킬 수 있어, 공정별/용도별로 적합한 미생물 담체의 사용을 가능하도록 하여, 수질 처리 효율을 향상시킬 수 있고, 높은 미생물 생존능력과 활성도를 확보할 수 있으며, 종래의 수처리용 담체에 비해 공정 운전 효율성 향상, 수질 향상 및 바이오에어로졸의 발생량을 저감할 수 있는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치 및 수처리용 복합 미생물 담체를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명에 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치는 내부에 공간을 형성한 케이스와, 상기 케이스의 내부공간 상측에 구비되고, 제어부의 제어 신호에 따라 선택적으로 바이오잉크를 토출하는 바이오잉크토출모듈과, 상기 케이스의 내부공간 하측에 구비되고, 상기 바이오잉크토출모듈에서 토출된 바이오잉크를 상면에 적층하여 조형물을 조형하는 스테이지, 및 상기 바이오잉크토출모듈과 전기적으로 연결되어 상기 바이오잉크토출모듈을 선택적으로 제어하는 제어부를 포함한다.

[0016] 이때 본 발명에 따른 상기 바이오잉크토출모듈은 압력분출(fused deposition modeling, FDM) 방식으로 바이오잉크를 토출하는 것이 바람직하고, 상기 바이오잉크토출모듈은 상기 바이오잉크를 각각 수용하는 복수 개의 실린더를 동축을 이루도록 구성하고, 상기 제어부의 제어로 상기 바이오잉크를 다중 축(multi-axial) 형상으로 토출하는 것이 바람직하다.

[0017] 그리고 본 발명에 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치는 내부에 공간을 형성한 케이스와, 상기 케이스의 내부공간 상측에 구비되고, 제어부의 제어 신호에 따라 선택적으로 바이오잉크를 토출하는 바이오잉크토출모듈과, 상기 케이스의 내부공간 상측에 구비되고, 상기 바이오잉크토출모듈을 X축 선상 및 Y축 선상으로 이송하는 XY축 이송수단과, 상기 케이스의 내부공간 하측에 구비되고, 상기 바이오잉크토출모듈에서 토출된 바이오잉크에 의해 상면에 조형물이 조형되는 스테이지와, 상기 스테이지의 하측에 구비되고, 상기 스테이지를 Z축 선상으로 이송하는 Z축 이송수단, 및 상기 바이오잉크토출모듈, XY축 이송수단 및 Z축 이송수단과 전기적으로 연결되어 상기 바이오잉크토출모듈, XY축 이송수단 및 Z축 이송수단을 선택적으로 제어하는 제어부를 포함한다.

[0018] 이때 본 발명에 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치는 상기 케이스의 내부공간 일측에 구비되어, 자외선광으로 상기 내부공간을 살균하는 자외선광램프와, 상기 케이스의 일측면에 구비되어, 외부에서 내부로 유입되는 공기 중 이물질을 필터링하는 HEPA필터와, 상기 케이스의 내부공간 일측에 구비되어, 내부공간의 공기를 강제 대류시키는 대류수단과, 상기 케이스의 내부공간에는 상기 바이오잉크토출모듈 및 스테이지와 연결되어, 상기 바이오잉크토출모듈 및 스테이지의 온도를 조절하는 온도 조절수단을 더 포함할 수 있다.

[0019] 그리고 본 발명에 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치는 상기 바이오잉크토출모듈을 복수 개로 구성하여, 상기 스테이지 상에 서로 같은 형태의 조형물 복수 개를 동시에 제조할 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명에 따른 상기 바이오잉크토출모듈에서 선택적으로 토출되는 바이오잉크는 활성슬러지잉크 또는 미세조류잉크인데, 상기 활성슬러지잉크는 활성슬러지와 하이드로겔이 혼합된 것이고, 상기 미세조류잉크는 미세조류혼합물과 하이드로겔이 혼합된 것일 수 있다.

[0021] 여기서 본 발명에 따른 상기 활성슬러지잉크는 질화작용물질(nitrifiers), 탈인작용물질(PAO: polyphosphate accumulating organisms), 탈질소작용물질(denitrifiers) 중 어느 하나 또는 둘 이상 혼합하여 포함하는 것이 바람직하다.

[0022] 더불어 본 발명에 따른 상기 미세조류잉크는 미세조류와 바이오 머티어리얼이 혼합된 것이 바람직하고, 상기 미세조류는 세네데스무스 쿼드리카우다(Scenedesmus quadricauda)인 것이 바람직하다.

[0023] 그리고 본 발명에 따른 상기 스테이지의 상면에 바이오잉크에 의해 조형되는 조형물은 구체의 비드(bead)로 조형되는 것이 바람직하다.

[0024] 여기서 본 발명에 따른 상기 바이오잉크는 활성슬러지잉크 1 : 미세조류잉크 1로 혼합된 것이거나, 활성슬러지잉크 2 : 미세조류잉크 1로 혼합된 것이거나, 활성슬러지잉크 1 : 미세조류잉크 2로 혼합된 것이다.

[0025] 또한, 본 발명에 따른 수처리용 복합 미생물 담체는 바이오 머티어리얼이 혼합된 활성슬러지로 구체를 이루는 것이거나, 바이오 머티어리얼이 혼합된 미세조류로 구체를 이루는 것이거나, 바이오 머티어리얼이 혼합된 활성슬러지를 코어로 하고, 상기 코어의 외면에 바이오 머티어리얼이 혼합된 미세조류를 외층으로 하여 구체를 이루는 것이다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치 및 수처리용 복합 미생물 담체에 의해 나타나는 효과는 다음과 같다.

[0028] 첫째, 수처리용 복합 미생물 담체를 공정별 및 용도별로 선택적 제작이 가능하여 다양한 분야에서 활용도를 높일 수 있고, 다양한 미생물 종류를 선택적으로 활성슬러지잉크에 포함시킬 수 있어, 공정별/용도별로 적합한 미생물 담체의 사용을 가능하도록 하여, 수질 처리 효율을 향상시킬 수 있고, 높은 미생물 생존능력과 활성도를 확보할 수 있으며, 종래의 수처리용 담체에 비해 공정 운전 효율성 향상, 수질 향상 및 바이오에어로졸의 발생량을 저감할 수 있는 효과를 가진다.

[0029] 둘째, 종래의 재래식 공정 대비 선택적 미생물의 적용성 증가 및 바이오매스(bio-mass) 확보를 통한 안정적인 유기물 저감 효과를 얻을 수 있고, 이로써 처리수에서의 소독부산물 생성능 저감과 같은 독성 물질의 제어에 유리한 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치를 보인 예시도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 바이오잉크도출모듈의 실시 상태를 보인 예시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 바이오잉크도출모듈 복수 개의 실시 상태를 보인 예시도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치를 보인 예시도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치에 의해 제조되는 수처리용 복합 미생물 담체를 보인 예시도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치에 의해 다양한 조건으로 제조된 미생물 담체들을 보인 사진이다.

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 바이오잉크를 이용하여 제조된 미생물 담체들을 활용한 6시간 후의 유기물, 질소, 인 제거 효율 결과를 보인 그래프이다.

도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 바이오잉크를 이용하여 제조된 미생물 담체들을 활용한 48시간 후의 유기물, 질소, 인 제거 효율 결과를 보인 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0033] 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시 예에 불과할 뿐이고,

본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원 시점에 있어서 이들은 대체할 수 있는 균등한 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

- [0034] 본 발명은 활성슬러지 및 미세조류로 조성된 바이오잉크를 이용하여 3D프린팅 기법으로 수처리용 복합 미생물 담체를 제조하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치 및 수처리용 복합 미생물 담체에 관한 것으로, 도면을 참조하여 더욱 상세하게 살펴보면 다음과 같다.
- [0035] 도 1 내지 도 3을 참조한 본 발명의 일 실시 예에 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치는 케이스(100), 바이오잉크토출모듈(200), 스테이지(400)를 포함하는데, 상기 케이스(100)는 육면체의 형태를 이루고, 내부에는 해당 크기의 공간을 형성한다.
- [0036] 그리고 상기 케이스(100)의 일측면에는 외부와 내부공간이 연통하는 통공(101)을 형성하고, 상기 통공(101)에는 헤파(HEPA)필터(110)가 설치되어, 외부에서 내부로 유입되는 공기 중 이물질을 필터링하여, 바이오잉크에 포함된 미생물의 생존능력과 활성도를 확보할 수 있도록 한다.
- [0037] 또한, 상기 케이스(100)의 내부공간 일측에는 자외선광램프(120)를 구비하는데, 상기 자외선광램프(120)는 선택적으로 상기 케이스(100)의 내부공간에 230 ~ 260nm 파장의 자외선광을 조사하여, 그 자외선광으로 상기 케이스(100)의 내부공간을 살균한다.
- [0038] 더불어 상기 케이스(100)의 내부공간 일측에는 대류수단(130)을 구비하는데 상기 대류수단(130)은 상기 케이스(100)의 내부공간 공기를 강제 대류시켜 상기 케이스(100)의 내부공간 전반에 일정한 온도를 유지할 수 있도록 한다.
- [0039] 그리고 상기 케이스(100)의 내부공간 상측에는 바이오잉크토출모듈(200)을 구비하는데, 상기 바이오잉크토출모듈(200)은 제어부(700)의 제어 신호에 따라 선택적으로 바이오잉크를 토출한다.
- [0040] 이때 상기 바이오잉크토출모듈(200)은 압력분출(fused deposition modeling, FDM) 방식으로 바이오잉크를 토출하는 것으로, 실린더 내부에 바이오잉크를 수용(충진)한 실린지(주사기) 형태로, 상기 실린더 내부에 바이오잉크인 활성슬러지잉크 및 미세조류잉크 등을 수용하면서, 상기 제어부(700)의 제어 신호에 따라 구동하는 펌프의 가압으로 상기 바이오잉크토출모듈(200)의 실린더 노즐을 통해 바이오잉크를 스테이지(400) 상에 압력분출(fused deposition modeling, FDM) 방식으로 토출하여 수처리용 복합 미생물 담체가 조형되도록 한다.
- [0041] 여기서 상기 바이오잉크토출모듈(200)은 상기 바이오잉크를 각각 수용하는 복수 개의 실린지를 동축을 이루도록 구성하는 것이 바람직하고, 상기 실린지의 하측에 결합된 노즐 역시, 동축으로 구성하여, 상기 제어부(700)의 제어로 상기 바이오잉크를 다중 축(multi-axial) 형상으로 토출하는 것이 바람직하다.
- [0042] 또한, 상기 바이오잉크토출모듈(200)은 상기 케이스(100)의 내부에 복수 개로 구성하여, 상기 스테이지(400) 상에 서로 같은 형태의 조형물 복수 개를 동시에 제조할 수도 있다.
- [0043] 그리고 본 발명에 따른 바이오잉크는 환경 소재에 적합한 바이오 머티어리얼 및 미생물을 이용한 것으로, [표 1]을 참조하여 살펴보면 다음과 같다.

표 1

[0044]

바이오 머티어리얼(Biomaterial)		미생물(Cell type -Microbial)	가교제(Crosslinker)	비율(Ratio)
자연적인 것(Natural)	Silk	Sludge, microalgae, etc.	· Calcium Chloride (CaCl2) · Calcium Sulphate (CaSO4) · Calcium Carbonate (CaCO3)	25:9
	Hyaluronic acid (HA)			7:3
	Dextran			2:1
	Agarose			4:3
	Hydroxy-apatite			
	De-cellularized matrix based bioinks			
	Growth factor based bioinks			
	Matrigel			
인공적인 것(Synthetic)	Polycaprolactone (PCL)			
	Polyethylene glycol (PEG)			
	Pluronic			
	HAMA _{HPMA} -lac/PEG			
	PG-HA			
	PVP			
	alginate			

[0045]

상기 바이오잉크는 수처리에 적합한 미생물(호기성 박테리아, 혐기 박테리아, 미세조류 등)을 배양 후, 어느 한 종류의 미생물을 이용하거나, 둘 이상 복수개를 혼합하여 이용할 수 있고, 미량오염물질(micro-pollutants) 등과 같이 특정 대상 오염물질을 타겟으로 한 미생물을 선정하여 이용할 수도 있다.

[0046]

더불어 도 4 및 도 5를 참조한 본 발명의 다른 실시 예에 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치는 케이스(100), 바이오잉크토출모듈(200), XY축 이송수단(300), 스테이지(400), Z축 이송수단(500)을 포함하는데, 상기 케이스(100)는 육면체의 형태를 이루고, 내부에는 해당 크기의 공간을 형성한다.

[0047]

그리고 상기 케이스(100)의 일측면에는 외부와 내부공간이 연통하는 통공(101)을 형성하고, 상기 통공(101)에는 헤파(HEPA)필터(110)가 설치되어, 외부에서 내부로 유입되는 공기 중 이물질을 필터링하여, 바이오잉크에 포함된 미생물의 생존능력과 활성도를 확보할 수 있도록 한다.

[0048]

또한, 상기 케이스(100)의 내부공간 일측에는 자외선광램프(120)를 구비하는데, 상기 자외선광램프(120)는 선택적으로 상기 케이스(100)의 내부공간에 230 ~ 260nm 파장의 자외선광을 조사하여, 그 자외선광으로 상기 케이스(100)의 내부공간을 살균한다.

[0049]

더불어 상기 케이스(100)의 내부공간 일측에는 대류수단(130)을 구비하는데 상기 대류수단(130)은 상기 케이스(100)의 내부공간 공기를 강제 대류시켜 상기 케이스(100)의 내부공간 전반에 일정한 온도를 유지할 수 있도록 한다.

[0050]

그리고 상기 케이스(100)의 내부공간 상측에는 바이오잉크토출모듈(200)을 구비하는데, 상기 바이오잉크토출모듈(200)은 제어부(700)의 제어 신호에 따라 선택적으로 바이오잉크를 토출한다.

[0051]

이때 상기 바이오잉크토출모듈(200)은 실린더와, 상기 실린더 내부에 구비되는 피스톤을 포함하는 주사기 형태로, 상기 실린더 내부에 활성슬러지잉크를 수용하면서, 상기 피스톤의 이동에 의해 선택적으로 그 활성슬러지잉크를 노즐로 토출하는 제1바이오잉크토출수단(210)과, 실린더와, 상기 실린더 내부에 구비되는 피스톤을 포함하는 주사기 형태로 상기 실린더 내부에 미세조류잉크를 수용하면서, 상기 피스톤의 이동에 의해 선택적으로 그 미세조류잉크를 노즐로 토출하는 제2바이오잉크토출수단(220)을 포함한다.

[0052]

여기서 상기 활성슬러지잉크는 하천의 펄, 경작지(논)의 펄, 하수/수처리장의 펄을 처리하여 얻은 활성슬러지

조성물과 바이오 머티어리얼을 일정 비율로 혼합한 것으로, 상기 케이스(100)의 내부공간의 스테이지(400) 상에서 가해지는 열과 바람에 의해 수분이 증발되어, 고형화가 이루어지고, 상기 활성슬러지잉크는 빠른 고형화를 위해 경화제 등을 더 포함할 수 있다.

- [0053] 또한, 상기 활성슬러지잉크의 활성슬러지는 질화작용물질(nitrifiers), 탈인 작용물질(PAO: polyphosphate accumulating organisms), 탈질소작용물질(denitrifiers) 중 어느 하나의 조성물을 포함하거나, 또는 둘 이상 혼합된 조성물을 포함할 수 있다.
- [0054] 따라서 본 발명의 다른 실시 예에 따른 바이오잉크는 질화작용물질(nitrifiers), 탈인 작용물질(PAO: polyphosphate accumulating organisms), 탈질소작용물질(denitrifiers) 중 어느 하나의 조성물로 이루어지거나, 또는 둘 이상 혼합된 조성물을 포함하는 활성슬러지잉크 및 미세조류잉크로 이루어지고, 다양한 미생물의 종류를 선택적으로 활성슬러지잉크에 포함시킬 수 있어, 공정별/용도별로 적합한 미생물 담체의 사용을 가능하도록 하고, 수질 처리 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0055] 그리고 상기 미세조류잉크는 미세조류와 하이드로 겔을 일정 비율로 혼합한 것으로, 상기 케이스(100)의 내부공간에서 미세조류잉크에 열을 가하면서 송풍을 가해 수분의 증발로 상기 미세조류잉크의 고형화가 이루어지고, 상기 미세조류잉크의 빠른 고형화를 위해 경화제 등을 더 포함할 수 있다.
- [0056] 따라서 본 발명의 다른 실시 예에 따른 상기 바이오잉크는 상기한 활성슬러지잉크 및 미세조류잉크로 이루어지는 것이 바람직하고, 해당 형상으로 출력(토출)된 상기 활성슬러지잉크 및 미세조류잉크가 고형화됨에 따라 수처리용 복합 미생물 담체가 제조된다.
- [0057] 그리고 상기 케이스(100)의 내부공간 상측에는 XY축 이송수단(300)을 구비하는데, 상기 XY축 이송수단(300)은 상기 바이오잉크토출모듈(200)을 X축 선상 및 Y축 선상으로 이송한다.
- [0058] 상기 XY축 이송수단(300)은 통상의 3D프린터에 적용된 이송수단을 적용하는데, 일례로 상기 케이스(100)의 내부공간에 가로 또는 세로로 구비되는 가이드봉 또는 가이드레일을 포함하고, 상기 가이드봉 또는 가이드레일과 평행하게 상기 케이스(100)의 내부공간에 구비되면서 상기 바이오잉크토출모듈(200)과 연결된 이송스크류를 포함하여, 상기 이송스크류의 정방향 회전 또는 역방향 회전에 의해 상기 바이오잉크토출모듈(200)이 가이드봉 또는 가이드레일을 따라 X축 또는 Y축 선상으로 이송시키는
- [0059] 이때 본 발명의 다른 실시 예에서 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치에서는 상기 XY축 이송수단(300)을 이송스크류 방식에 한정하여, 설명하나, 이에 한정하지 않고 타이밍벨트 방식, 와이어 견인방식 등 다양한 이송수단을 선택적으로 적용할 수도 있다.
- [0060] 또한, 상기 케이스(100)의 내부공간 하측에는 스테이지(400)를 구비하는데, 상기 스테이지(400)는 상기 바이오잉크토출모듈(200)에서 토출된 바이오잉크에 의해 상면에 조형물이 조형된다.
- [0061] 이때 상기 스테이지(400)의 하측에는 Z축 이송수단(500)을 구비하는데, 상기 Z축 이송수단(500)은 선택적으로 상기 스테이지(400)를 상하방향 Z축 선상으로 이송한다.
- [0062] 상기 Z축 이송수단(500) 역시 통상의 3D프린터에 적용된 이송수단을 적용하므로, 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0063] 그리고 상기 케이스(100)의 내부공간에는 상기 바이오잉크토출모듈(200) 및 스테이지(400)와 연결되어, 상기 바이오잉크토출모듈(200) 및 스테이지(400)의 온도를 조절하는 온도 조절수단(600)을 더 포함하는데, 상기 온도 조절수단(600)은 선택적으로 인가되는 전원에 의해 발열하는 발열부가 상기 바이오잉크토출모듈(200)의 노즐 및 스테이지(400) 내부에 각각 구비되어, 해당 설정 온도에 준하는 온도를 유지하도록 구동 및 미구동을 반복한다.
- [0064] 또한, 상기 제어부(700)는 상기 바이오잉크토출모듈(200), XY축 이송수단(300) 및 Z축 이송수단(500)과 전기적으로 연결되어, 바이오잉크를 이용하면서 해당 형상의 조형물이 제조되도록 상기 바이오잉크토출모듈(200), XY축 이송수단(300) 및 Z축 이송수단(500)을 선택적으로 제어한다.
- [0065] 도 2를 참조한 본 발명의 다른 실시 예에 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치에 제조되는 수처리용 복합 미생물 담체(10)는 코어를 이루는 활성슬러지층(11) 및 상기 활성슬러지층(11)의 외면에 형성되는 미세조류층(12)으로 이루어진다.
- [0066] 이때 상기 활성슬러지층(11)와 미세조류층(12)은 수처리 시 서로 상호작용하는데, 상기 활성슬러지층(11)은 미세조류층(12)에 무기질과, 질소, 인, 비타민, 미네랄, 이산화탄소를 제공하고, 상기 미세조류층(12)은 활성슬러

지층(11)에 유기질인 단백질 및 탄수화물과 산소를 제공하면서 수처리가 이루어지도록 한다.

- [0067] 여기서 상기 활성슬러지층(11) 및 미세조류층(12)는 단층으로도 이루어질 수 있지만, 이에 한정하지 않고 수처리 공정별 요구에 따라 둘 이상 복수 개의 층으로도 구성될 수 있다.
- [0068] 또한, 본 발명의 다른 실시 예에 따라 제조되는 수처리용 복합 미생물 담체(10)는 입상으로 형성하기 위해 구형으로 제조될 수 있으나, 상기한 형성한 일례일뿐 이에 한정하지 않고 육면체, 원통형 등 다양한 형상으로 형성할 수 있다.
- [0069] 따라서 상기한 수처리용 복합 미생물 담체(10)는 종래의 입상슬러지(activated granular sludge: AGS)보다 더 높은 밀도와 더 강한 미생물 구조를 갖고, 높은 침강 특성을 갖으며, 높은 바이오 머티어리얼 농도와, 입상화를 위한 에너지 요구량 감소하며, 수처리 공정별 요구되는 제거 대상 물질에 부합하는 다중층을 갖는 입체 형상의 복합 미생물 담체를 제공할 수 있다.
- [0070] 상기한 본 발명의 일 실시 예에 따른 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치로 다양한 조건인 수처리용 복합 미생물 담체들을 제조하여, 수처리 효율을 실험한 예시를 살펴보면 다음과 같다.
- [0071] 먼저, 수처리용 복합 미생물 담체의 제조에 이용할 미생물은 하수처리장 생물반응조 기원의 슬러지와, 미세조류인 세네데스무스 쿼드리카우다(Scenedesmus quadricauda)를 배양하여 이용하였다.
- [0072] 이때 제1바이오잉크토출수단(210)의 실린더노즐과, 제2바이오잉크토출수단(220) 실린더노즐로는 14G (1.45mm)와 19G (0.7mm)를 이용하였으며, 각각에 실린더노즐에서 토출되는 flow rate는 1ml/min으로 한정하였다.
- [0073] 그리고 바이오잉크의 바이오 머티어리얼(Biomaterial)로는 알지네이트(alginate) 5%를 이용하였고, 미생물 담체 제작시, 미생물의 결합력을 증가시키고자 가교제(cross-linker)로 염화칼슘(CaCl₂) 5%를 혼합하였는데, 세부적인 제작 조건은 아래의 [표 2]와 같이 제시한다.

표 2

[0074] 바이오 머티어리얼(Bio material)	가교제(cross linker)	미생물농도(Microbial concentration)		슬러지: 미세조류 비율
		슬러지	미세조류	
알지네이트 5%(w/v)	염화칼슘 5%(W/v)	-	-	-
		1mg/mL	-	1:0
		-	1mg/mL	0:1
		0.5mg/mL	0.5mg/mL	1:1
		0.67mg/mL	0.33mg/mL	2:1
		0.33mg/mL	0.67mg/mL	1:2

- [0075] 상기한 [표 2]를 기반으로 바이오잉크를 이용한 미생물 담체 제작하고, 상기한 미생물 담체들의 하수처리 효율 평가 결과를 살펴보면 다음과 같다.
- [0076] 먼저, 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 바이오잉크를 이용하여 다양한 조건으로 제조된 미생물 담체들을 보인 사진으로, 이를 살펴보면 도 6의 (a)는 바이오 머티어리얼(Bio material)인 알지네이트 만을 이용하여 제조된 미생물 담체를 보인 사진이고, 도 6의 (b) 및 도 6의 (c)는 슬러지, 미세조류(S. quadricauda)를 각각 단독으로 사용하여 제조된 미생물 담체(AS or S.q)들을 보인 사진이며, 도 6의 (d)는 슬러지와 미세조류를 여러 비율로 혼합하여 제조한 미생물 담체(AS:S.q=1:1, AS:S.q=2:1, AS:S.q=1:2)를 보인 사진이다.
- [0077] 도 6에 나타난 해당 조건들로 제조된 미생물 담체들의 하수처리 효율을 평가하고자 부피가 같은 같은 복수 개의 해당 용기에 각각 하수와 해당 조건들로 제조된 미생물 담체들을 수용시킨 후, 6시간 후, 48시간 후에 가용성 화학적 산소요량(soluble COD: sCOD), 용존유기탄소(dissolved organic carbon: DOC), 용해성 인(Soluble phosphorus: S-P), 용해성 질소(Soluble nitrogen: S-N)의 제거 실험을 진행하였다.
- [0078] 그 결과 도 7 및 도 8을 참조한 바와 같이 하수 내 용존유기물 지표인 가용성 화학적 산소요량(soluble COD: sCOD)과, 용존유기탄소(dissolved organic carbon: DOC)는 초기 6시간에서 제거율이 전반적으로 낮은 것으로 확인되었으며, 슬러지(sludge)만으로 이루어진 미생물 담체(AS)에서 유기물의 제거 효율이 확보되었다.
- [0079] 또한, 다양한 조건별 비교 결과에서는 슬러지만으로 이루어진 미생물 담체(AS)가 미세조류가 혼합된 미생물 담체(AS:S.q=1:1, AS:S.q=2:1, AS:S.q=1:2)에 비해 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

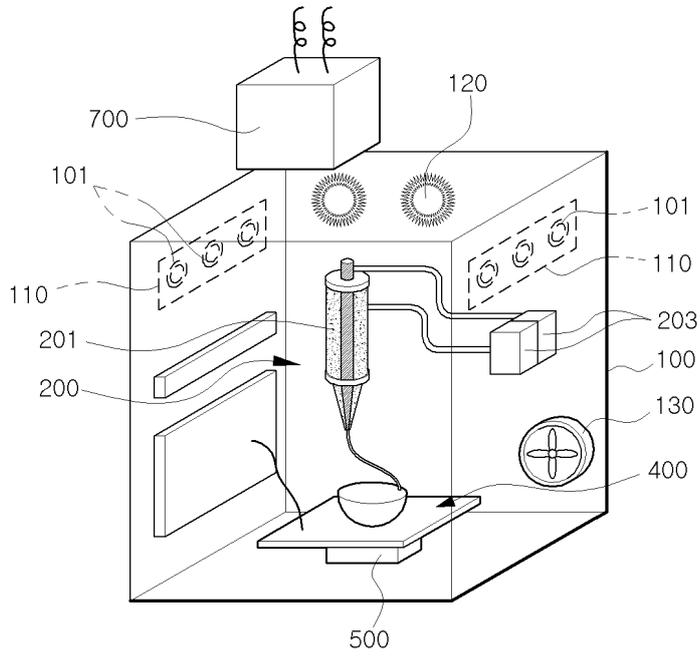
- [0080] 이는 초기에 미생물 담체 제작시 사용되는 슬러지 농도 차이에 의한 것으로 판단되며, 해당 미생물 담체 내에서 미생물의 농도가 제거 효율의 주요 요인인 것으로 사료된다.
- [0081] 그러나 48시간 이후에는 슬러지와 미세조류를 혼합한 미생물 담체(AS:S.q=1:1, AS:S.q=2:1, AS:S.q=1:2)들이 안정화를 통해 미세조류가 미생물 담체 내에서 지속적인 성장하는 것으로 확인되었으며, 본 실험에서 사용한 미세조류인 세네데스무스 퀴드리카우다(Scenedesmus quadricauda: S.q)는 혼합영양생물(mixtroph)로 유기물, 질소, 인을 동시에 제거 가능하여 전반적인 유기물 제거 효율이 향상된 것으로 확인되었다.
- [0082] 용해성 인(Soluble phosphorus: S-P)은 초기 6시간에서 미생물 담체 표면의 칼슘 이온(calcium ion)과 결합하여 인산칼슘(calcium phosphate) 형태로 제거되는 것으로 판단되며, 48시간 운전 후에는 전반적으로 저감하여 미세조류만으로 이루어진 미생물 담체(S.q)가 슬러지만으로 이루어진 미생물 담체(AS)에 비해 제거율이 상대적으로 높은 것으로 확인되었다.
- [0083] 용해성 질소(Soluble nitrogen: S-N)는 초기 6시간에서 슬러지만으로 이루어진 미생물 담체(AS)의 경우, 제거율이 나타나지 않았으며, 미세조류만으로 이루어진 미생물 담체(S.q)에서는 낮지만 제거율이 소폭 나타나는 것으로 확인되었다.
- [0084] 그러나 48시간 이후에서의 제거율은 전반적으로 약 30% 이상 향상되어, 미세조류만으로 이루어진 미생물 담체(S.q) 또는 슬러지와 미세조류를 혼합한 미생물 담체(AS:S.q=1:1, AS:S.q=2:1, AS:S.q=1:2)의 용해성 질소 제거율 확보가 가능할 것으로 예상된다.
- [0085] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

- [0087] 100: 케이스
 101: 통공
 110: HEPA필터
 120: 자외선광램프
 130: 대류수단
 200: 바이오잉크토출모듈
 210: 제1바이오잉크토출수단
 220: 제2바이오잉크토출수단
 300: XY축 이송수단
 400: 스테이지
 500: Z축 이송수단
 600: 온도 조절수단
 700: 제어부
 10: 수처리용 복합 미생물 담체
 11: 활성슬러지층
 12: 미세조류층

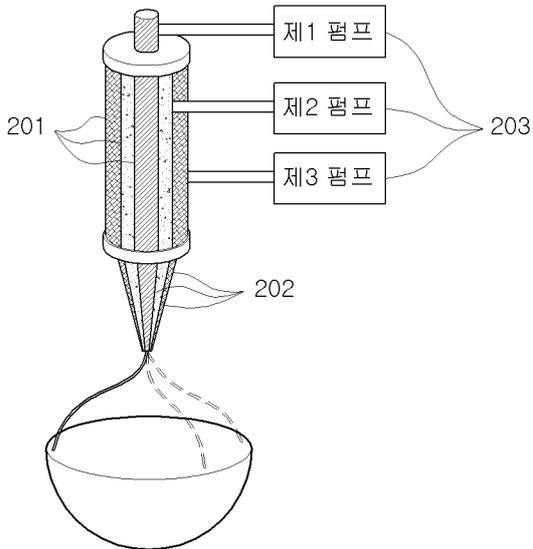
도면

도면1



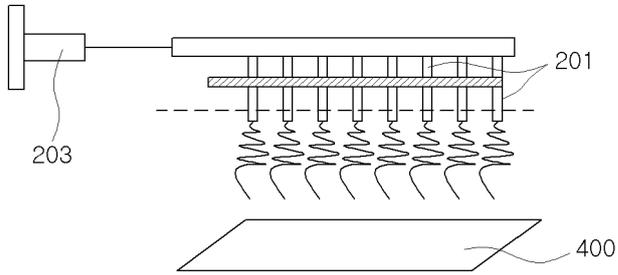
도면2

200

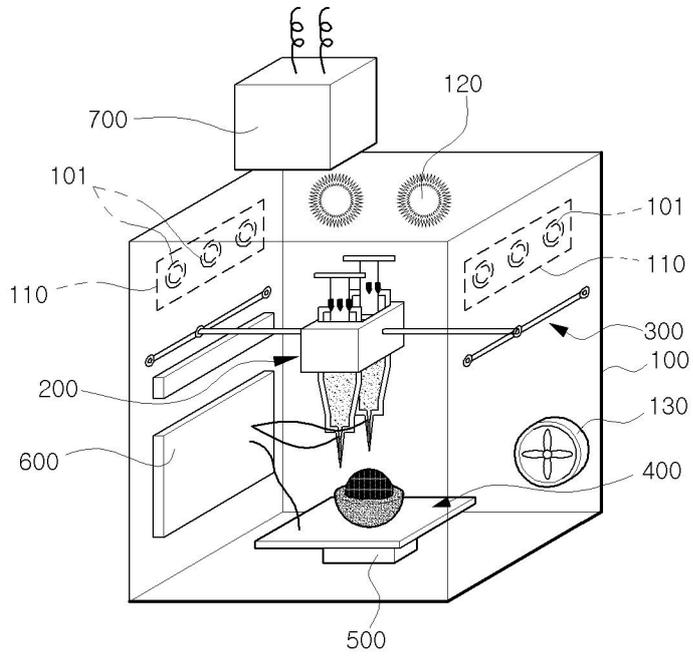


도면3

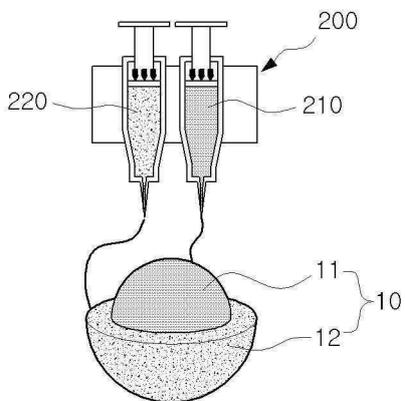
200



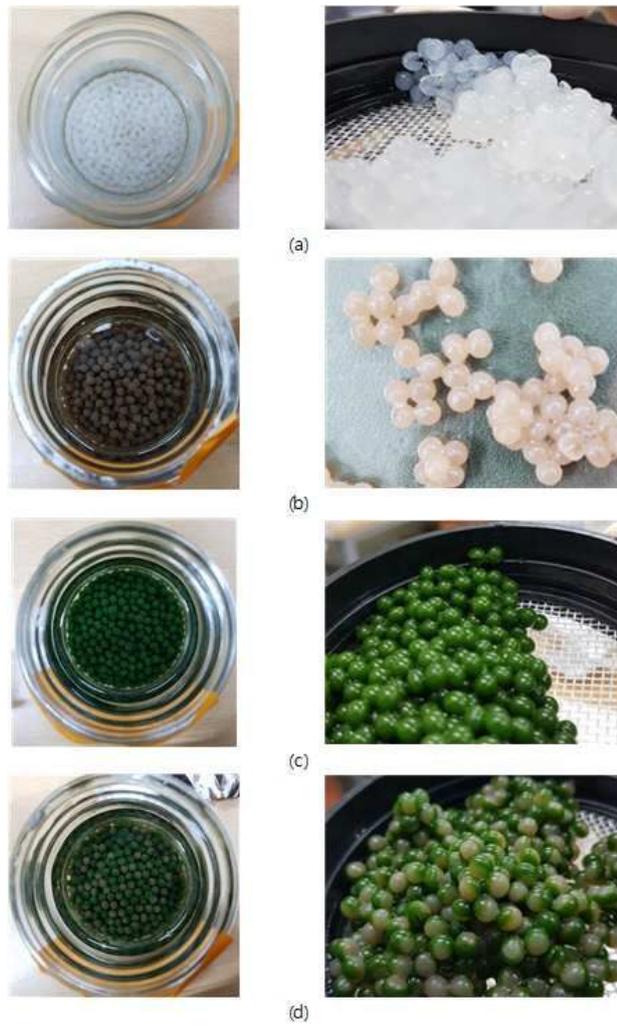
도면4



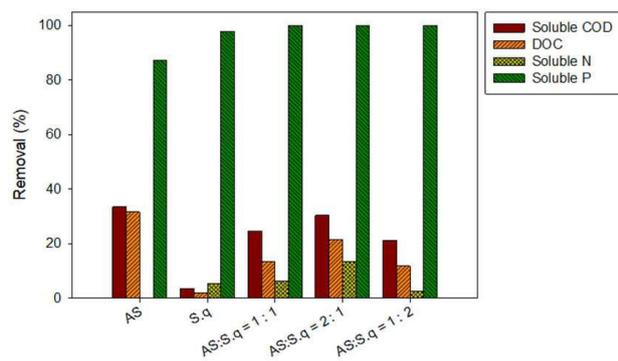
도면5



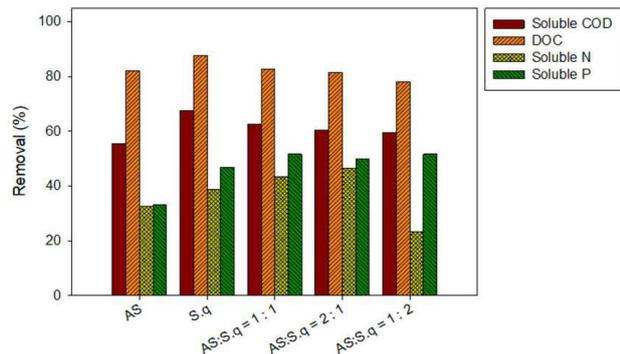
도면6



도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

활성슬러지잉크와 미세조류잉크를 포함하는 바이오잉크를 프린팅하여 활성슬러지층과 미세조류층을 포함하는 수처리용 복합 미생물 담체를 제조하는 장치에 있어서,

내부에 공간을 형성한 케이스;

상기 케이스의 내부공간 상측에 구비되고, 제어부의 제어 신호에 따라 선택적으로 바이오잉크를 토출하는 바이오잉크토출모듈;

상기 케이스의 내부공간 하측에 구비되고, 상기 바이오잉크토출모듈에서 토출된 바이오잉크를 상면에 적층하여 조형물을 조형하는 스테이지;

상기 바이오잉크토출모듈과 전기적으로 연결되어 상기 바이오잉크토출모듈을 선택적으로 제어하는 제어부; 및

상기 바이오잉크토출모듈과 상기 스테이지에 내부에 구비되고, 외부 전원에 의해 발열하여 상기 바이오잉크토출모듈과 상기 스테이지에 배치되어 상기 바이오잉크토출모듈로 토출되는 상기 바이오잉크와 상기 스테이지 상의 상기 조형물에 대하여 열을 인가하는 발열부를 포함하고,

상기 바이오잉크토출모듈은,

상기 활성슬러지잉크를 토출하여 상기 활성슬러지층을 형성하는 제1바이오잉크토출수단과,

상기 미세조류잉크를 토출하여 상기 미세조류층을 형성하는 제1바이오잉크토출수단을 포함하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

【변경후】

활성슬러지잉크와 미세조류잉크를 포함하는 바이오잉크를 프린팅하여 활성슬러지층과 미세조류층을 포함하는 수처리용 복합 미생물 담체를 제조하는 장치에 있어서,

내부에 공간을 형성한 케이스;

상기 케이스의 내부공간 상측에 구비되고, 제어부의 제어 신호에 따라 선택적으로 바이오잉크를 토출하는 바이오잉크토출모듈;

상기 케이스의 내부공간 하측에 구비되고, 상기 바이오잉크토출모듈에서 토출된 바이오잉크를 상면에 적층하여 조형물을 조형하는 스테이지;

상기 바이오잉크토출모듈과 전기적으로 연결되어 상기 바이오잉크토출모듈을 선택적으로 제어하는 제어부; 및

상기 바이오잉크토출모듈과 상기 스테이지에 내부에 구비되고, 외부 전원에 의해 발열하여 상기 바이오잉크토출모듈과 상기 스테이지에 배치되어 상기 바이오잉크토출모듈로 토출되는 상기 바이오잉크와 상기 스테이지 상의

상기 조형물에 대하여 열을 인가하는 발열부를 포함하고,

상기 바이오잉크토출모듈은,

상기 활성슬러지잉크를 토출하여 상기 활성슬러지층을 형성하는 제1바이오잉크토출수단과,

상기 미세조류잉크를 토출하여 상기 미세조류층을 형성하는 제2바이오잉크토출수단을 포함하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 4

【변경전】

활성슬러지잉크와 미세조류잉크를 포함하는 바이오잉크를 프린팅하여 활성슬러지층과 미세조류층을 포함하는 수처리용 복합 미생물 담체를 제조하는 장치에 있어서,

내부에 공간을 형성한 케이스와;

상기 케이스의 내부공간 상측에 구비되고, 제어부의 제어 신호에 따라 선택적으로 바이오잉크를 토출하는 바이오잉크토출모듈과;

상기 케이스의 내부공간 상측에 구비되고, 상기 바이오잉크토출모듈을 X축 선상 및 Y축 선상으로 이송하는 XY축 이송수단과;

상기 케이스의 내부공간 하측에 구비되고, 상기 바이오잉크토출모듈에서 토출된 바이오잉크에 의해 상면에 조형물이 조형되는 스테이지와;

상기 스테이지의 하측에 구비되고, 상기 스테이지를 Z축 선상으로 이송하는 Z축 이송수단;

상기 바이오잉크토출모듈, XY축 이송수단 및 Z축 이송수단과 전기적으로 연결되어 상기 바이오잉크토출모듈, XY축 이송수단 및 Z축 이송수단을 선택적으로 제어하는 제어부; 및

상기 바이오잉크토출모듈과 상기 스테이지에 내부에 구비되고, 외부 전원에 의해 발열하여 상기 바이오잉크토출모듈과 상기 스테이지에 배치되어 상기 바이오잉크토출모듈로 토출되는 상기 바이오잉크와 상기 스테이지 상의 상기 조형물에 대하여 열을 인가하는 발열부를 포함하고

상기 바이오잉크토출모듈은,

상기 활성슬러지잉크를 토출하여 상기 활성슬러지층을 형성하는 제1바이오잉크토출수단과,

상기 미세조류잉크를 토출하여 상기 미세조류층을 형성하는 제2바이오잉크토출수단을 포함하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

【변경후】

활성슬러지잉크와 미세조류잉크를 포함하는 바이오잉크를 프린팅하여 활성슬러지층과 미세조류층을 포함하는 수처리용 복합 미생물 담체를 제조하는 장치에 있어서,

내부에 공간을 형성한 케이스와;

상기 케이스의 내부공간 상측에 구비되고, 제어부의 제어 신호에 따라 선택적으로 바이오잉크를 토출하는 바이오잉크토출모듈과;

상기 케이스의 내부공간 상측에 구비되고, 상기 바이오잉크토출모듈을 X축 선상 및 Y축 선상으로 이송하는 XY축 이송수단과;

상기 케이스의 내부공간 하측에 구비되고, 상기 바이오잉크토출모듈에서 토출된 바이오잉크에 의해 상면에 조형물이 조형되는 스테이지와;

상기 스테이지의 하측에 구비되고, 상기 스테이지를 Z축 선상으로 이송하는 Z축 이송수단;

상기 바이오잉크토출모듈, XY축 이송수단 및 Z축 이송수단과 전기적으로 연결되어 상기 바이오잉크토출모듈, XY축 이송수단 및 Z축 이송수단을 선택적으로 제어하는 제어부; 및

상기 바이오잉크토출모듈과 상기 스테이지에 내부에 구비되고, 외부 전원에 의해 발열하여 상기 바이오잉크토출모듈과 상기 스테이지에 배치되어 상기 바이오잉크토출모듈로 토출되는 상기 바이오잉크와 상기 스테이지 상의 상기 조형물에 대하여 열을 인가하는 발열부를 포함하고

상기 바이오잉크토출모듈은,

상기 활성슬러지잉크를 토출하여 상기 활성슬러지층을 형성하는 제1바이오잉크토출수단과,

상기 미세조류잉크를 토출하여 상기 미세조류층을 형성하는 제2바이오잉크토출수단을 포함하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 13

【변경전】

청구항 1 또는 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 바이오잉크는

활성슬러지잉크 1 : 미세조류잉크 1로 혼합된 것을 특징으로 하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

【변경후】

청구항 1 또는 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 바이오잉크는

활성슬러지잉크 1 : 미세조류잉크 1의 부피비로 혼합된 것을 특징으로 하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

【직권보정 4】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 15

【변경전】

청구항 1 또는 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 바이오잉크는

활성슬러지잉크 1 : 미세조류잉크 2로 혼합된 것을 특징으로 하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.

【변경후】

청구항 1 또는 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 바이오잉크는

활성슬러지잉크 1 : 미세조류잉크 2의 부피비로 혼합된 것을 특징으로 하는 바이오잉크를 이용한 수처리용 복합 미생물 담체 제조장치.