



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0115926
(43) 공개일자 2023년08월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12M 1/00 (2006.01) C12N 1/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C12M 47/02 (2013.01)
C12M 21/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0010385
(22) 출원일자 2023년01월26일
심사청구일자 2023년01월26일
(30) 우선권주장
1020220012678 2022년01월27일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 세종산학협력단
세종특별자치시 조치원읍 세종로 2511 (고려대학교세종캠퍼스내)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
백승필
세종특별자치시 조치원읍 세종로 2511, 고려대학교 세종캠퍼스
윤효직
세종특별자치시 다정중앙로 19, 409동 902호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박재근, 이상현

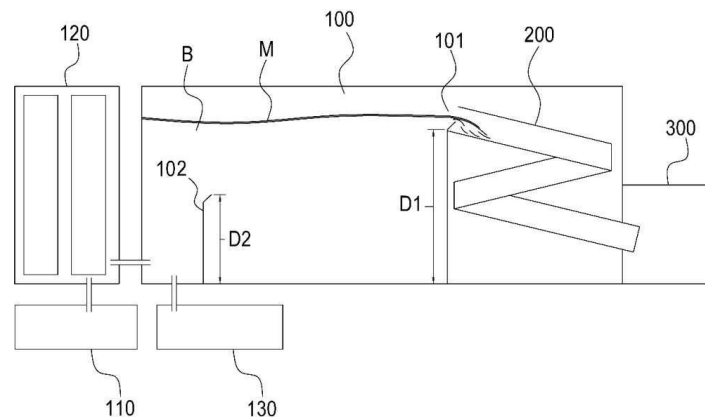
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치

(57) 요약

본 발명은 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치에 관한 것으로서, 구체적으로 본 발명은 내부에 미세조류 배양액이 수용되어 미세조류를 배양하는 부상조(100); 및 상기 부상조(100)의 저면을 기준으로 미리 지정된 소정의 제 1 높이(D1)에 위치되어, 상기 부상조(100)로부터 유입된 미세조류 응집물을 수거하는 자연 유하식 수거부(200);를 포함하고, 상기 자연 유하식 수거부(200)는 소정의 하향식 경사면(201)이 형성되어 상기 경사면(201)을 통해 상기 미세조류(M) 응집물이 슬라이딩 수거되어 미리 지정된 응집 단위를 갖도록 하는, 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C12M 23/34 (2013.01)

C12N 1/12 (2019.02)

(72) 발명자

민기하

세종특별자치시 조치원읍 세종로 2511, 고려대학교
세종캠퍼스

심상준

서울특별시 영등포구 의사당대로 127 롯데캐슬엠플
이어 102동 1401호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711155611

과제번호 2020M3H7A1098295

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 유용물질 생산을 위한 Carbon to X 기술개발사업

연구과제명 고효율 미세조류 바이오매스 다단 수확 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 고려대학교 세종산학협력단

연구기간 2020.07.27 ~ 2025.01.26

명세서

청구범위

청구항 1

내부에 미세조류(M) 배양액이 수용되어 미세조류(M)를 배양하는 부상조(100); 및

상기 부상조(100)의 저면을 기준으로 미리 지정된 소정의 제 1 높이(D1)에 위치되어, 상기 부상조(100)로부터 유입된 미세조류(M) 응집물을 수거하는 자연 유하식 수거부(200);를 포함하고,

상기 자연 유하식 수거부(200)는 소정의 하향식 경사면(201)이 형성되어 상기 경사면(201)을 통해 상기 미세조류(M) 응집물이 슬라이딩 수거됨으로써 미리 지정된 응집 단위를 갖도록 하는, 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 자연 유하식 수거부(200)는 서로 다른 방향을 갖도록 복수 개 구비되되, 이들이 순차적 연결되는, 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 자연 유하식 수거부(200)는 스파이럴 형상을 갖는, 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 부상조(100)는 부상조(100) 내에서 배양된 미세조류(M)를 상기 소정의 제 1 높이(D1)까지 부상시킬 수 있도록 마이크로 버블 분사부(130)를 더 구비하는, 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 자연 유하식 수거부(200)를 통해 수거된 상기 미세조류(M) 응집물을 탈수 및 건조시키는 탈수 건조부(300)가 더 구비되는, 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 미세조류(M) 배양액은 Tap 배양액(B)이고, 상기 미세조류(M)는 Chlorella HS2 종인 것을 특징으로 하는 미세조류(M) 수확 및 응집 크기 유지 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 부상조(100)에는 배양된 상기 미세조류(M)를 응집시키기 위한 응집제가 투입되는, 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 응집제는 폴리알루미늄 클로라이드(Polyaluminum chloride, PAC) 또는 폴리아크릴릭 아마이드(Polyacrylic amide, PAM)인, 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 부상조(100)는 저면을 기준으로 미리 지정된 소정의 제 2 높이(D2)를 갖는 칸막이부(102)가 구비되어 구획되고, 구획된 공간 중 일 공간에 상기 미세조류 배양액이 공급되는, 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치.

청구항 10

제 2 항에 있어서,

서로 다른 방향으로 순차 연결되는 복수 개의 상기 자연 유하식 수거부(200)의 각 연결부(210)는 소정의 상향식 경사면(211)이 형성되어, 상기 슬라이딩 수거되는 상기 미세조류(M) 응집물이 다음에 위치되는 상기 자연 유하식 수거부(200)로 충격 없이 슬라이딩 수거됨으로써 미리 지정된 상기 응집 단위가 유지되는, 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 자연 유하식 수거부(200)의 가장 끝단 방향의 일 영역(A1)은 상기 자연 유하식 수거부(200)의 폭이 좁아지도록 구비되고, 상기 하향식 경사면(201)의 각도(R1)가 완만해지도록 구비되며,

상기 일 영역(A1)의 상기 경사면(201) 저면은 홈부(220)가 연장 형성되어 수거되는 상기 미세조류(M) 응집물에 포함된 배양액(B)이 수용되고, 배양액(B)에 부유되어 수거되는 상기 미세조류(M) 응집물은 상기 경사면(201) 상에 위치되며, 상기 일 영역(A1) 중 후단 방향의 일부(A2)에는 상기 경사면(201)과 동일선 상에 판 형상의 분리부(230)가 형성되어 상기 홈부(220)와 상기 경사면(201)의 상면을 구획함으로써 상기 홈부(220)에 수용되어 수거되는 상기 배양액(B)과 상기 경사면(201) 상에 부유되어 수거되는 상기 미세조류(M) 응집물을 분리 수거하는, 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 미세조류를 수확하는 장치에 관한 것이다. 상세하게, 미세조류를 수확하되 응집 크기를 일정하게 유지시킬 수 있는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 3세대 바이오매스로 인식되는 미세조류는 세계적으로 부가가치가 높은 생물로 인식되고 있으며, 미세조류 기반의 식품 및 바이오 연료가 전 세계의 에너지 수요에 일정 부분 도움을 줄 것으로 예측되고 있다. 미세조류는 광합성 기작을 기반으로 성장하는 만큼 외부 탄소원이 필요하지 않고, 지구 온난화의 주범인 이산화탄소를 사용하

는 만큼 탄소 중립 분야에서 필수적인 바이오매스이다.

[0003] 그러나, 현재에도 미세조류를 기반으로 한 바이오 에너지화에는 다양한 장벽이 존재하고 있다. 고농도 배양과 수확, 성분 추출 및 재료화까지 공정이 복잡하고 해당 공정들이 바이오 에너지화 비용을 증대시키고 있는 것이 현실이다.

[0004] 다양한 연구를 통해 미세조류 대량배양에 많은 발전이 있었지만, 여전히 후단 공정에서는 많은 개선 연구가 필요한 상황이다. 특히, 수확 공정은 미세조류 배양액을 효율적으로 고액분리 하여 수확하는 기술이 핵심적이며, 현재까지 적용되고 있는 기술로는 침전, 막 여과, 용존공기부상, 원심분리법 등이 있다. 한편 침전 기술은 고액 분리까지 소요되는 시간이 오래 걸리며, 막 여과와 원심 분리 기술은 에너지가 다량 소요되는 단점을 가지고 있다. 반면 용존공기부상 기술은 응집제를 투입하는 단점이 있으나, 저 에너지 공정이라는 장점도 존재한다.

[0005] 구체적으로 용존공기부상 기술은 마이크로미터 단위의 작은 공기 입자가 미세조류 응집물(floc)을 수면 위로 부상시켜서 고액 분리를 유도하는 기술이다. 그러나 미세조류 응집물이 공기부상조에서 분리된 후 배출조로 이동할 때, 미세조류 응집물이 낙차로 인해 깨어져 흩어지는 문제가 존재하는데, 이러한 형태로 미세조류 응집물이 깨져 흩어지는 경우 후속하는 탈수 및 건조 공정의 비효율화를 야기하고, 공정 자동화에도 불리하므로, 이를 효과적으로 해결하기 위한 기술이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2014-0134885호(2014.11.25. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 기술적 과제는 3세대 바이오 매스인 미세조류를 자동화 방식으로 수확할 수 있는 장치를 제공하기 위한 것이다.

[0008] 또한, 본 발명의 기술적 과제는 저 에너지 공정을 갖는 용존공기부상 기술을 통한 미세조류 수확 장치를 제공하기 위한 것이다.

[0009] 더 나아가, 본 발명의 기술적 과제는 용존공기부상 기술을 통해 수확한 미세조류 응집물(floc)이 이동 중 응집된 형태를 효과적으로 유지시킬 수 있도록 하는 미세조류 수확 장치를 제공하기 위한 것이다.

[0010] 더 나아가, 본 발명의 기술적 과제는 효과적인 탈수 및 건조를 위해 미세조류 응집물이 미리 지정한 일정한 응집 단위로 수확되도록 하는 수확 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 양태에 따르면, 내부에 미세조류 배양액이 수용되어 상기 미세조류를 배양하는 부상조; 및 상기 부상조의 저면을 기준으로 미리 지정된 소정의 제 1 높이에 위치되어, 상기 부상조로부터 유입된 미세조류 응집물을 수거하는 자연 유하식 수거부;를 포함하고, 상기 자연 유하식 수거부는 소정의 하향식 경사면이 형성되어 상기 경사면을 통해 상기 미세조류 응집물이 슬라이딩 수거됨으로써 미리 지정된 응집 단위를 갖도록 하는 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치를 제공한다.

[0012] 또한, 상기 자연 유하식 수거부는 서로 다른 방향을 갖도록 복수 개 구비되되 이들이 순차적으로 연결되는 것일 수 있다.

[0013] 또한, 상기 자연 유하식 수거부는 스파이럴 형상을 갖는 것일 수 있다.

[0014] 또한, 상기 부상조는 부상조 내에서 배양된 미세조류를 상기 소정의 제 1 높이까지 부상시킬 수 있도록 마이크로 버블 분사부를 더 구비하는 것일 수 있다.

[0015] 또한, 상기 자연 유하식 수거부를 통해 수거된 상기 미세조류 응집물을 탈수 및 건조시키는 탈수 건조부가 더 구비될 수 있다.

- [0016] 또한, 상기 미세조류 배양액은 Tap 배양액이고, 상기 미세조류는 Chlorella HS2 종일 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 부상조에는 배양된 상기 미세조류를 응집시키기 위한 응집제가 투입될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 응집제는 폴리알루미늄 클로라이드(Polyaluminum chloride, PAC) 또는 폴리아크릴릭 아마이드(Polyacrylic amide, PAM)일 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 부상조는 저면을 기준으로 미리 지정된 소정의 제 2 높이를 갖는 칸막이부가 구비되어 구획되고, 구획된 공간 중 일 공간에 상기 미세조류 배양액이 공급되는 것일 수 있다.
- [0020] 또한, 서로 다른 방향으로 순차 연결되는 복수 개의 상기 자연 유하식 수거부의 각 연결부는 소정의 상향식 경사면이 형성되어, 상기 슬라이딩 수거되는 상기 미세조류 응집물이 다음에 위치되는 상기 자연 유하식 수거부로 충격 없이 슬라이딩 수거됨으로써 미리 지정된 상기 응집 단위가 유지되도록 할 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 자연 유하식 수거부의 가장 끝단 방향의 일 영역은 상기 자연 유하식 수거부의 폭이 좁아지도록 구비되고, 상기 하향식 경사면의 각도가 완만해지도록 구비되며, 상기 일 영역의 상기 경사면 저면은 홈부가 연장 형성되어 수거되는 상기 미세조류 응집물에 포함된 배양액이 수용되고, 배양액에 부유되어 수거되는 상기 미세조류 응집물은 상기 경사면 상에 위치되며, 상기 일 영역 중 후단 방향 일부에는 상기 경사면과 동일선 상에 관형상의 분리부가 형성되어 상기 홈부와 상기 경사면의 상면을 구획함으로써 상기 홈부에 수용되어 수거되는 상기 배양액과 상기 경사면 상에 부유되어 수거되는 상기 미세조류 응집물을 분리 수거하도록 할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명에 따르면 미세조류 수거 시 낙차로 인한 충격 등에 의해 미세조류 응집물이 플록 형태를 유지하지 못한 채 깨진 상태로 수거됨으로써 후속하는 수확, 탈수 또는 건조 공정이 비효율적으로 이루어지는 문제를 효과적으로 해결한다. 상세하게, 본 발명에 따르면, 자연 유하식 수거부를 도입함으로써 미세조류 수거 시 미리 지정된 응집 크기 단위로 미세조류를 수거하되, 수거 과정에서 낙차 등의 충격을 사전에 방지할 수 있어, 수확물과 탈수 및 건조 효율 측면에서 우수한 효과를 나타낸다.
- [0023] 또한, 본 발명에 따르면 부상조에서 부유하는 미세조류를 자연 유하식 수거부로 슬라이딩 수거하는 방식을 통해 연속 수확할 수 있게 되므로 자동화 공정에 적용하기 적합하다.
- [0024] 또한, 본 발명에 따르면, 수거되는 미세조류 응집물에서 배양액과 미세조류 응집물을 추가로 분리하여, 후속하는 탈수 및 건조 공정으로 이행시키므로 미세조류 탈수 내지 건조 공정 시간을 단축하는 동시에 탈수 및 건조 효율을 향상시킨다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치의 자연 유하식 수거부를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 추가적인 제 1 실시예에 따른 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치의 자연 유하식 수거부의 연결부에 소정의 상향식 경사면이 형성된 것을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 추가적인 제 2 실시예에 따른 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치에 홈부와 분리부가 형성되어 미세조류 응집물과 배양액을 분리하여 수거하는 것을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치를 통해 미세조류를 수거할 때 응집 단위를 갖추며 수거되는 것을 나타낸 실험 사진이다.
- 도 6은 종래의 미세조류 수확장치를 통해 수거된 미세조류가 낙차에 의한 충격에 의해 응집 크기를 유지하지 못한 채 수거되는 모습을 나타낸 실험 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 이하에서 개시되는 실시 예에 한정되지 않는다. 또한 도면에서 본 발명을 명확하게 개시하기 위해서 본 발

명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 도면에서 동일하거나 유사한 부호들은 동일하거나 유사한 구성요소들을 나타낸다.

- [0027] 본 발명의 목적 및 효과는 하기의 설명에 의해서 자연스럽게 이해되거나 보다 분명해질 수 있으며, 하기의 기재만으로 본 발명의 목적 및 효과가 제한되는 것은 아니다.
- [0028] 본 발명의 목적, 특징 및 장점은 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해질 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0030] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 미세조류(M) 수확 및 응집 크기 유지 장치는 내부에 미세조류(M)가 배양되는 부상조(100), 부상조(100)에 연결되어 배양된 미세조류(M)를 수거하는 자연 유하식 수거부(200)를 포함할 수 있다. 이제부터 각 도면을 참고하여 각 구성과 연결관계에 대하여 상세하게 설명하기로 한다.
- [0032] 부상조(100)는 미세조류(M)를 배양하기 위한 장치 구성으로서, 내부에 미세조류(M) 배양액이 수용될 수 있는 공간이 형성된다. 부상조(100)는 상면이 개구된 형태로 구비될 수 있으나, 후술하는 자연 유하식 수거부(200)로 미세조류(M)가 전달될 수 있는 공간만 구비한다면 밀폐된 형상으로도 구비될 수 있다.
- [0033] 한편, 제 1 공급부(110)는 탱크와 펌프 등을 포함하며, 미세조류를 배양하기 위한 미세조류(M) 배양액을 공급하는 장치로서, 제 2 공급부(120)로 연결될 수 있다. 한편, 상기 제 1 공급부로부터 배출 및 전달되는 미세조류(M) 배양액은 미세조류를 응집시키는 역할을 수행하는 응집제가 투입되는 제 2 공급부(120)로 전달될 수 있으며, 제 2 공급부에서 미세조류(M) 배양액과 응집제는 혼합된 상태로 부상조(100)로 전달된다.
- [0034] 구체적으로 제 2 공급부(120)는 부상조(100)에 연결되어 부상조(100) 내부에 형성된 수용 공간에 응집제 및 미세조류 배양액(M)을 용이하게 투입하기 위하여 부상조(100)와 인접한 형태 내지 일체 형태로 형성될 수 있다. 한편, 상기 제 2 공급부(120)는 응집제가 수용되는 탱크와 펌프를 더 포함할 수 있다.
- [0035] 한편 미세조류를 응집하기 위한 응집제는 다양한 종류가 사용될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서 미세조류(M) 배양액은 Tap 배양액(B)이고, 미세조류(M)는 Chlorella HS2종을 사용하는 것을 예로 들어 설명하며, 응집제는 폴리알루미늄 클로라이드(Polyaluminum chloride, PAC) 또는 폴리아크릴릭 아마이드(Polyacrylic amide, PAM)가 공급되는 것을 예로 들어 설명한다. 상기 PAC와 PAM은 배양 환경이나 배양액 또는 미세조류(M) 종 등에 따라 개별, 일체 또는 지연 공급되도록 다양하게 설계 및 설정할 수 있다.
- [0036] 한편, 부상조(100)는 부상조의 저면을 기준으로 미리 지정된 소정의 제 1 높이(D1)에 후술하는 자연 유하식 수거부(200)가 연결된다. 자연 유하식 수거부(200)는 미세조류가 배양되는 배양액(B)의 수면 위로 부상된 미세조류(M) 응집물이 수거될 수 있도록 배양액(B)의 수면과 대응되는 제 1 높이(D1)에 연결되는 것일 수 있다. 즉, 자연 유하식 수거부(200)는 부상조(100)의 측면에 형성되어 부상조(100)와 연결되며, 부상조(100)는 미세조류 배양액(B)의 수면 위로 부상된 미세조류(M) 응집물이 자연 유하식 수거부(200)로 이동될 수 있도록 저면에서부터 소정의 제 1 높이(D1) 위치에 개구부(101)가 형성될 수 있다.
- [0037] 한편, 추가적 일례로서, 미세조류(M) 응집물 수거를 자동화하기 위해 미세조류(M) 배양액은 미리 지정된 양으로 지속 공급되도록 할 수 있으며, 미세조류(M)에 가해지는 영향을 최소화하기 위해 제 2 공급부는 부상조(100)의 저면 방향으로 연결될 수 있다. 한편 부상조(100)에는 부상조(100)의 저면에서 상측 방향으로 돌출된 칸막이부(102)가 형성될 수 있다. 칸막이부로 인해 부상조(100)의 저면은 구획되어 두 개 이상의 공간이 형성될 수 있고 이 중 일 공간에 제 2 공급부(110)로부터 미세조류(M) 배양액과 응집제가 공급될 수 있다. 이때, 칸막이부(102)는 부상조(100) 저면에서부터 미리 지정된 제 2 높이(D2)로 형성되고, 미세조류(M)의 용이한 수거를 위해 제 2 높이(D2)는 미리 지정된 제 1 높이(D1)보다 낮은 높이로 구비되는 것이 바람직할 수 있다.
- [0038] 또한 부상조(100)는 배양 및 응집되는 미세조류(M) 응집물을 배양액(B)의 수면 위로 부상시키기 위한 목적으로 마이크로 버블을 분사시키는 마이크로 버블 분사부(130)를 포함하여 구비될 수 있다. 마이크로 버블 분사부(130)는 배양된 미세조류(M)가 자연 유하식 수거부(200)가 위치되는 소정의 제 1 높이(D1)까지 부상될 수 있도록 부상조(100)의 저면에서부터 마이크로 단위의 버블을 발생시키고, 마이크로 버블은 제 1 높이(D1)까지 미세조류(M)를 부상시키는 역할을 수행한다. 미세조류 배양액(B)의 수면의 위치는 소정의 제 1 높이(D1)보다 높은

위치될 수 있기 때문에 배양액(B)의 수면 상에 부상된 미세조류(M)는 자연 유하식 수거부(200)로 수거될 수 있다.

[0039] 한편 본 발명에서 마이크로 버블은 마이크로(μ m) 사이즈를 가지는 미세 기포를 의미하며, 일례로 직경이 1μ m 내지 50μ m 이하인 기포를 의미하는 것일 수 있다. 한편 마이크로 버블의 발생은 주로 물의 물리적 성질을 변화시켜 특정 압력 하에서 물에 특정 기체(공기 등)를 혼입시켜 기체와 물의 혼합 용액을 형성한 다음 팽창을 통해 압력을 방출함으로써 물 속의 가스를 신속히 응집시켜 형성될 수 있는데, 일반 기포는 수중에서 급속으로 상승하는 반면, 마이크로 버블의 경우 부력이 적어 분당 약 3mm 정도 속도로 상승하는 것일 수 있다.

[0041] 한편 도 2를 참고하면, 자연 유하식 수거부(200)는 부상조(100)에 연결되어 부상조(100)에서 배양되어 부상된 미세조류(M) 응집물을 수거하는 구성이다. 자연 유하식 수거부(200)는 부상조(100)에서 배양되어 부상되며 응집제로 인해 응집된 형태를 가지는 미세조류(M) 응집물이 오버플로우(Over flow, 넘쳐흐름)됨으로써 부상조(100)의 미리 지정된 제 1 높이(D1)에 형성된 개구부(101)를 통해 수거되는 구성이다. 자연 유하식 수거부(200)는 미세조류(M) 응집물이 낙하 과정에서 충격으로 인해 미리 지정된 응집 단위 형태로부터 깨져 흩어짐으로써 미세조류(M) 응집물의 효과적인 수거가 어렵게 되는 문제점을 방지하기 위해, 슬라이딩 방식으로 수거되도록 구성될 수 있다.

[0042] 상세하게, 자연 유하식 수거부(200)는 소정의 각도(R1)를 갖는 하향식 경사면(201)이 형성되도록 형성됨으로써 부상조(100)의 개구부(101)로부터 오버플로우된 미세조류(M) 응집물이 하향식 경사면(201)을 타고 지면 또는 아래 방향으로 슬라이딩 이동되도록 할 수 있으며, 이를 통해 수거되는 미세조류(M) 응집물은 미리 지정된 응집 단위를 가질 수 있다.

[0043] 한편 종래 기술과 같이 자연 유하식 수거부가 부재한 미세조류 수확 장치의 경우 미세조류(M) 응집물이 후속 공정으로 이행할 때, 낙하 등 충격으로 인해 미리 지정된 응집 단위를 갖지 못하고 깨져 흩어짐으로써 응집 단위 별로 수거되지 못하는 경우, 미세조류(M) 응집물의 탈수나 건조 과정이 효율적으로 처리가 어렵고, 병목 현상 내지 통로의 막힘 등 문제가 발생할 수 있다. 따라서, 미세조류(M) 응집물의 효과적인 수거 및 자동화 공정을 위해서는 미세조류(M) 응집물이 수거 과정에서 최소한의 응집 단위를 갖도록 유지시킬 필요가 있다.

[0044] 한편 본 발명의 일 실시예에 따른 자연 유하식 수거부(200)는 협소한 공간에서의 공간 효율이나 수거율을 높이기 위해 스파이럴 형상으로 구비되거나, 복수 개로 구비되어 순차 연결되되 서로 다른 방향을 갖도록 연결되는 방식으로 구비될 수 있다.

[0046] 한편 도 3을 참고하여 본 발명의 추가적인 제 1 실시예에 따르면 자연 유하식 수거부(200)는 서로 다른 방향을 갖도록 복수 개 구비되어 순차적으로 연결되되, 각각의 자연 유하식 수거부(200)는 서로 다른 방향을 갖도록 연결될 수 있다. 한편, 상기와 같이 연결 구성을 구비하는 경우 서로 순차 연결되는 자연 유하식 수거부(200) 간의 연결 부위인 연결부(210)는 서로 다른 각도를 갖는 자연 유하식 수거부(200)로 인해 미세조류(M) 응집물이 수거 과정에서 충격이 발생할 수 있다. 따라서 이를 해결하기 위해 상호 연결되는 자연 유하식 수거부(200) 간의 연결부(210)에는 소정의 상향식 경사면(211)이 형성되도록 할 수 있다. 즉, 소정의 상향식 경사면(211)이 구비되는 경우 슬라이딩 수거되는 미세조류(M) 응집물이 다음에 위치되는 자연 유하식 수거부(200)로 충격이 완화되거나 충격 없이 슬라이딩 수거됨으로써 미리 지정된 응집 단위를 유지시키며 슬라이딩 수거될 수 있다.

[0048] 한편 도 4를 참고하여 본 발명의 추가적인 제 2 실시예에 따르면 자연 유하식 수거부(200)는 가장 끝단 방향의 일 영역(A1)에 수거되는 미세조류(M)와 배양액(B)을 분리시키는 홈부(220) 및 분리부(230)가 더 구비될 수 있다. 상세하게, 자연 유하식 수거부(200)의 가장 끝단 방향의 일 영역(A1)은 자연 유하식 수거부(200)의 폭이 좁아지도록 구비되고, 하향식 경사면(201)의 각도(R1)도 완만해지도록 구비될 수 있다.

[0049] 여기서, 자연 유하식 수거부(200)의 가장 끝단 방향의 일 영역(A1)이라 함은 자연 유하식 수거부(200)가 복수 개 구비된 경우 가장 끝에 위치된 자연 유하식 수거부(200)의 끝단 방향의 일 영역(A1)일 수 있다. 상세하게, 자연 유하식 수거부(200)가 스파이럴 형상으로 구비되는 경우 가장 끝단에서부터 미리 지정된 거리만큼이 일 영역(A1)으로 정의될 수 있고, 자연 유하식 수거부(200)가 복수 개로 순차 연결되는 구성인 경우 가장 끝에 위치된 자연 유하식 수거부(200)의 끝단에서부터 미리 지정된 거리만큼이 일 영역(A1)으로 정의될 수 있다.

- [0050] 한편 위와 같은 구성을 가지는 경우 일정한 양으로 수거되는 미세조류(M) 응집물 및 배양액(B)은 하향식 경사면(201)을 따라 수거되다가 자연 유하식 수거부(200) 끝단에 이르러 자연 유하식 수거부(200)의 폭이 좁아짐에 의해 일 영역(A1)에서 배양액(B)의 수위가 높아지게 된다. 이 때 수위가 높아져 배양액(B)의 수면 상에는 미세조류(M) 응집물이 부유되어 수거되게 되되, 배양액(B)의 수면 아래는 배양액(B)만이 위치하게 된다. 따라서 이러한 발상에 기초하여 일 영역(A1)의 하향식 경사면(201)의 저면에는 홈부(220)가 길이 방향을 따라 연장 형성되며, 결국 홈부(220)에는 배양액(B)만이 수용되게 된다. 또한, 홈부(220)가 형성된 일 영역(A1) 중 후단 방향의 일부(A2)에는 하향식 경사면(201)과 동일선 상에 형성되는 판 형상의 분리부(230)가 더 구비될 수 있다. 이러한 분리부(230)는 홈부(220)와 하향식 경사면(201)을 구획하고, 위와 같은 구획으로 인해 홈부(220)에 수용되어 수거되는 배양액(B)과 경사면(201) 상에 부유되어 수거되는 미세조류(M) 응집물을 추가적으로 분리 수거할 수 있다. 즉, 자연 유하식 수거부(200)의 가장 끝단에서는 하향식 경사면(201)에 미세조류(M) 응집물이 위치되어 수거되고, 홈부(220)에는 배양액(B)이 별도로 분리 수거되기 때문에 후속하는 탈수와 건조 공정이 보다 신속하고 효율적으로 이루어질 수 있게 된다. 한편, 홈부(220)는 오목한 형태를 가지거나 관통된 홀 형태로 구비되는 것일 수 있다.
- [0052] 한편 자연 유하식 수거부(200)의 가장 끝단 내지 끝단과 인접하거나 연결되는 부분에서는 수거된 미세조류(M) 응집물을 탈수 및 건조시키는 탈수 건조부(300)가 더 구비될 수 있다. 상기 탈수 건조부(300)에서는 탈수 및/또는 건조 과정이 수행될 수 있으며, 구체적으로 탈수 과정은 수거된 대상물을 탈수시켜 배양액을 추가로 제거하고 미세조류(M) 응집물만 남기는 과정일 수 있으며, 건조 과정은 분리된 미세조류(M) 응집물에 별도로 건조를 수행함으로써, 잔존하는 배양액(B)을 추가로 제거하는 과정일 수 있다.
- [0054] **실시예**
- [0055] 이하 발명의 구체적인 실시예를 통해 발명의 작용, 효과를 보다 구체적으로 설명하기로 한다. 다만, 이는 발명의 예시로서 제시된 것으로 이에 의해 발명의 권리범위가 어떠한 의미로든 한정되는 것은 아니다.
- [0057] 한편 미세조류(M) 배양에는 Chlorella HS2 미세조류(M) 종을 사용하였으며, Tap 배양액을 이용하였다. Chlorella HS2의 종은 한국생명공학연구원(대전광역시 대덕구 소재)에서 확보하였으며, 미세조류 배양은 유리 온실 내 광배양기(경기도 성남시 소재)를 통해 수행되었다. 한편, 미세조류(M)의 수확량을 확인하기 위한 식으로는 아래 식 1 및 식 2를 이용하였다.
- [0059] **[식 1]**
- [0060] (농축 전): 이론적 미세조류(M) 수확량 (g) = 배양액 내 미세조류 농도 (g/L) * 수확 배양액 부피 (L)
- [0061] (농축 후): 실질적 미세조류(M) 수확량 (g) = 수확 후 탈수 및 건조 공정을 거친 미세조류 수확량 (g)
- [0063] **[식 2]**
- [0064] (이론적 미세조류(M) 수확량 / 실질적 미세조류(M) 수확량) * 100
- [0066] **[실험 1: 미세조류 응집물 크기 유지 효과 측정]**
- [0067] 본 발명의 일 실시예에 따른 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치를 활용하여, 미세조류(M) 응집물(floc)을 수거하였다.
- [0069] 구체적으로, Chlorella HS2 미세조류(M) 종을 사용하였으며, 제 1 공급부(110)는 상기 chlorella HS2 배양액을 20L/min로 공급하고, 제 2 공급부(120)를 통해 polyaluminium chloride(PAC)와 polyacrylic amide(PAM)를 부상조로 공급하였다. 다음으로 이를 부상조 내에서 30분간 체류시킨 뒤 마이크로 버블을 통해 응집된 미세조류(M)

응집물을 부상시켰다.

[0070] 이후 상기 본 발명에 따른 자연 유하식 수거부를 이용하여 미세조류 응집물(floc)을 수거하였으며, 그 결과로도 5 및 아래 표 1에서 나타내었다.

표 1

	1회차	2회차	3회차	4회차
공급 배양액(B) (L)	1700	820	1307	4010
Cell 농도 (g/L)	0.143	0.221	0.264	0.145
이론적 Cell량 (g)	243.1	173.02	345.05	581.45
건조 전 회수량 (g)	1410	690	3160	7620
건조 후 회수량 (g)	145	144.2	287.16	490
함수율 (%)	89.7	79.1	90.9	93.6
수확률 (%)	60	83.34	83.22	84.3

[0074] 도 5 및 표 1의 결과를 참고하면, 본 발명에 따른 자연 유하식 수거부를 구비한 경우 미세조류 응집물의 형태가 효과적으로 유지되는 한편 미세조류 수확률이 최대 84% 이상의 수치까지 확보되는 것을 확인할 수 있다.

[0076] 반면, 종래 기술에 따라 본 발명의 자연 유하식 수거부를 별도로 구비하지 않은 미세조류 수확 장치를 활용하여 미세조류를 수확하는 경우, 미세조류 응집물이 탈수 건조부로 전달되는 과정에서 낙차로 인해 응집물 형태가 깨지게 되어 응집물 형태로 수거가 용이하지 않은 문제점이 존재하며 이로 인해 수확률 확인이 불가능한 것을 확인할 수 있었다(도 6 참고).

[0078] 결국, 본 발명에 따라 자연 유하식 수거부를 구비한 미세조류 수확 및 응집 크기 유지 장치는, 미세조류 수거 과정에서 미세조류 응집물의 형태가 유지되고 단위별 수거가 가능하여 후속하는 탈수/건조 공정으로 이행하기도 용이한 점을 확인하였으며, 이로 인해 연속식 자동화 공정에 활용되기도 용이하다는 점을 확인할 수 있었다.

[0080] 앞에서, 본 발명의 특정한 실시예가 설명되고 도시되었지만 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 일이다. 따라서, 그러한 수정예 또는 변형예들은 본 발명의 기술적 사상이나 관점으로부터 개별적으로 이해되어서는 아니되며, 변형된 실시예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 하여야 할 것이다.

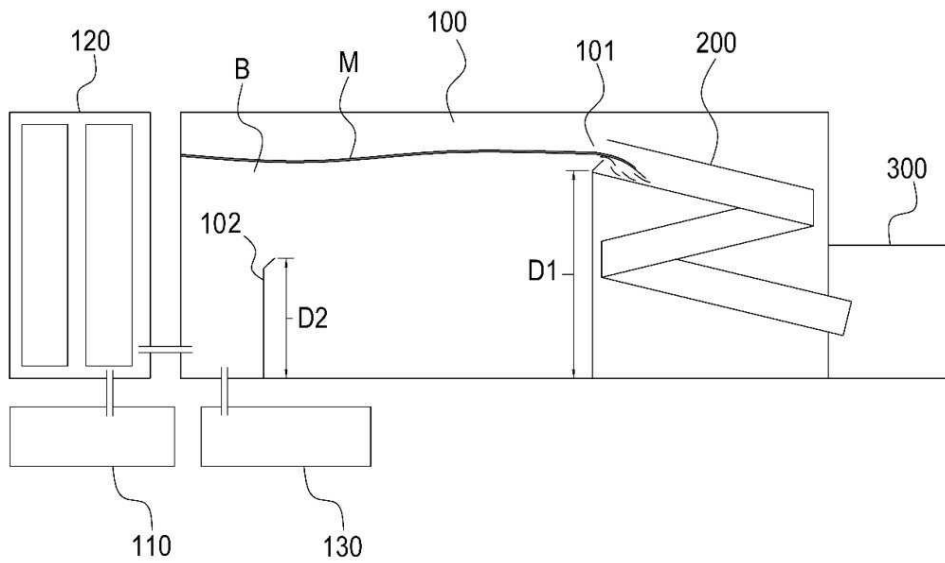
부호의 설명

[0081] 100: 부상조
 101: 개구부 102: 칸막이부
 110: 제 1 공급부 120: 제 2 공급부
 130: 마이크로 버블 분사부
 200: 자연 유하식 수거부 201: 하향식 경사면
 210: 연결부 211: 상향식 경사면
 220: 홈부 230: 분리부
 300: 탈수 건조부
 D1: 제 1 높이 D2: 제 2 높이

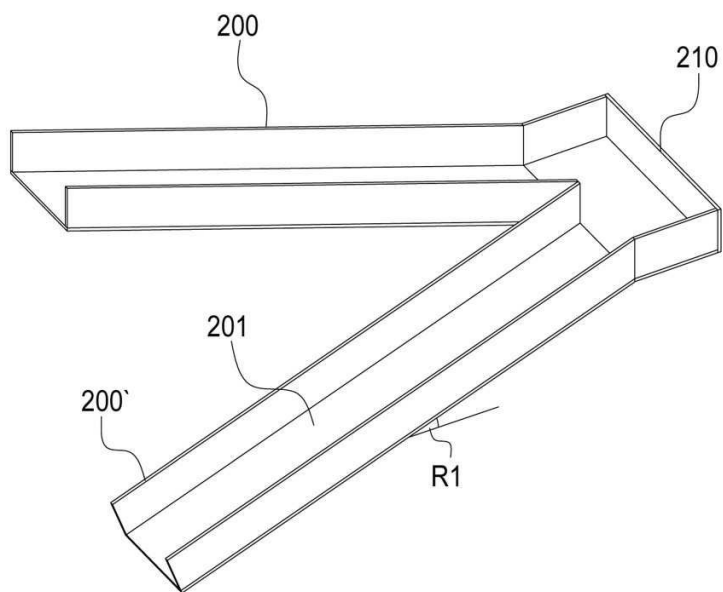
A1: 일 영역 A2: 후단 방향의 일부
R1: 하향식 경사면 각도
B: 미세조류 배양액 M: 미세조류

도면

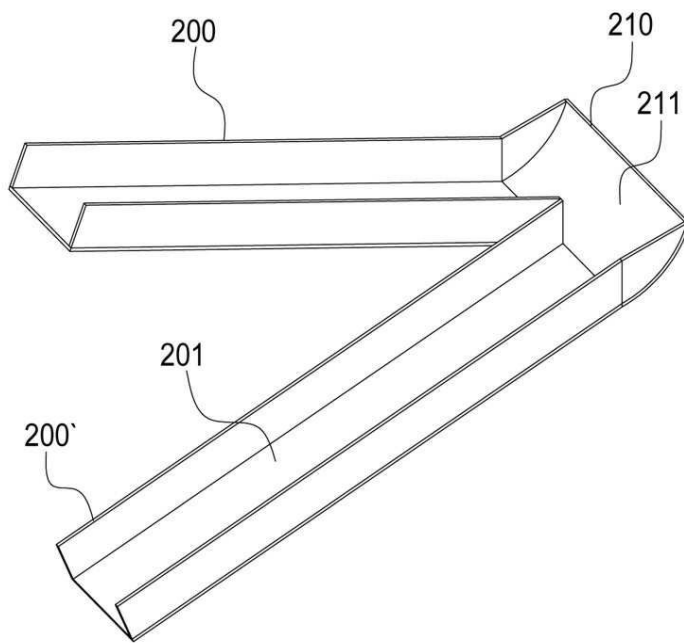
도면1



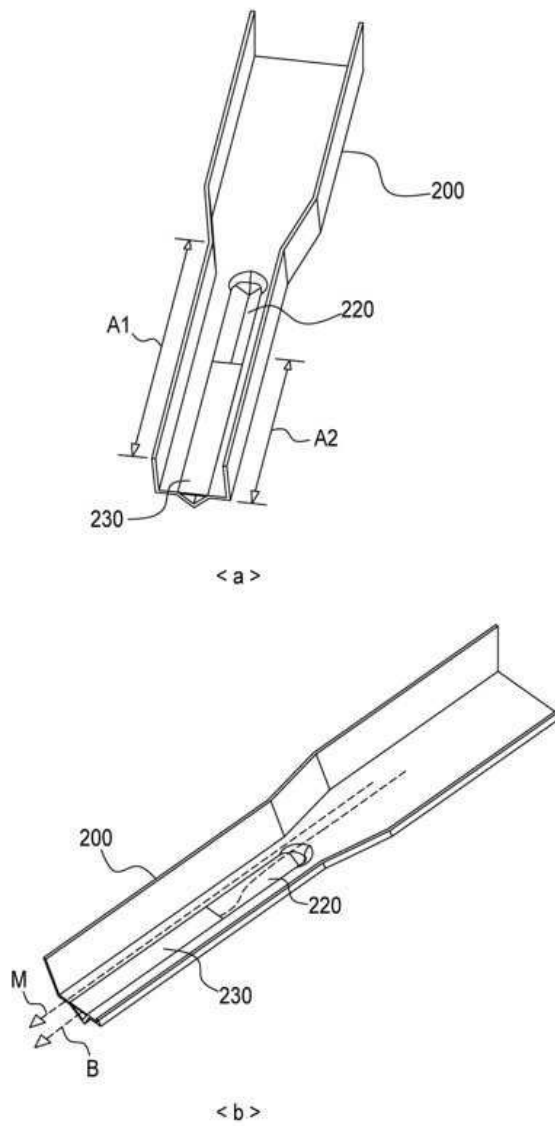
도면2



도면3



도면4



도면5



도면6

