



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0084263
(43) 공개일자 2021년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07H 1/08 (2006.01) B01J 19/08 (2015.01)
C07H 3/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C07H 1/08 (2013.01)
B01J 19/087 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0176158
(22) 출원일자 2020년12월16일
심사청구일자 2020년12월16일
(30) 우선권주장
1020190176925 2019년12월27일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
김승욱
서울특별시 노원구 공릉로46길 32, 104동 905호
전영상
서울특별시 강남구 봉은사로109길 37, 202호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정은열, 김태훈

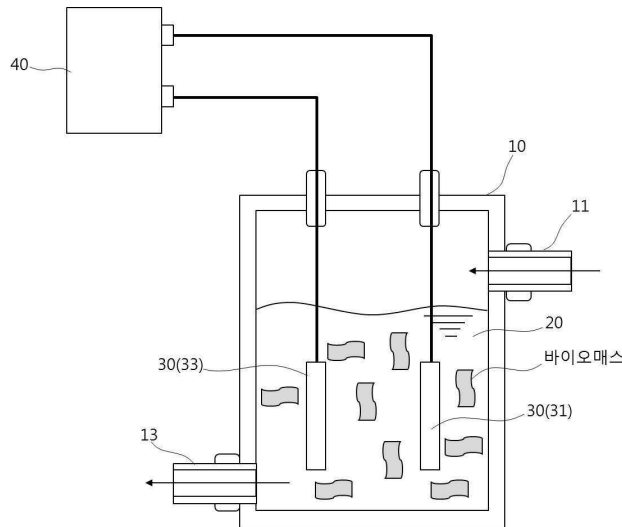
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 바이오매스 전처리 시스템

(57) 요약

본 발명은 바이오매스 전처리 시스템에 관한 것으로, 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템은 내부에 바이오매스를 수용하는 반응기(10). 반응기(10)의 내부에, 바이오매스와 함께 수용되는 이온성 액체(20), 서로 마주보는 양극(31) 및 음극(33)을 포함하고, 반응기(10)의 내부에 수용된 이온성 액체(20)에 침지되어 전기장을 발생시키는 전극부(30), 및 전극부(30)에 전력을 공급하는 전원부(40)를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C07H 3/02 (2013.01)

(72) 발명자

유하영

서울특별시 동대문구 약령사로 25, 106동 1901호

이수권

서울특별시 중구 퇴계로73길 20, 101동 1201호

이주훈

서울특별시 동대문구 왕산로19길 52, A동 301호

김형렬

서울특별시 동작구 상도로 407, 101동 1607호

이자현

서울특별시 서대문구 증가로 150

박철환

서울특별시 노원구 광운로 20

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711090726

과제번호 2019R1A2C1006793

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업

연구과제명 바이오매스 기반의 잉크를 이용한 프린팅 공정 기술로 제작된 차세대 유연성 이차전

지 제반 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 고려대학교 산학협력단

연구기간 2019.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

내부에 바이오매스를 수용하는 반응기;

상기 반응기의 내부에, 상기 바이오매스와 함께 수용되는 이온성 액체;

서로 마주보는 양극 및 음극을 포함하고, 상기 반응기의 내부에 수용된 상기 이온성 액체에 침지되어 전기장을 발생시키는 전극부; 및

상기 전극부에 전력을 공급하는 전원부;를 포함하는 바이오매스 전처리 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

회전하는 샤프트, 상기 샤프트의 외주면에 배치되고 상기 반응기의 내부에서 회전하면서 상기 바이오매스를 파쇄하는 파쇄날개, 및 상기 샤프트를 회전시키는 구동모터를 포함하는 파쇄부;를 더 포함하는 바이오매스 전처리 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 반응기의 내부의 반응 온도를 제어하는 온도조절부;를 더 포함하는 바이오매스 전처리 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 온도조절부는,

상기 반응기의 외면에 접촉 배치되고, 내부에 고온의 유체가 유동되는 유체통로를 구비하는 바이오매스 전처리 시스템.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 바이오매스는,

상기 반응기의 내부 부피 대비 1 ~ 40 Vol%로 상기 반응기에 수용되는 바이오매스 전처리 시스템.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 전원부는,

상기 전극부에 1 ~ 2000 V의 전압을 인가하는 바이오매스 전처리 시스템.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 반응기는,

내부로 상기 이온성 액체가 유입되는 용매유입구; 및

내부의 상기 이온성 액체가 외부로 유출되는 용매유출구;를 포함하는 바이오매스 전처리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 바이오매스 전처리 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전기장에 반응하는 이온성 액체를 이용하여 바이오매스를 신속하게 전처리하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 대체 불가한 화석연료의 전 세계적 소비가 한정적인 자원의 고갈과 환경오염에 대한 우려를 증가시킴에 따라, 최근 들어 수급 안정적인 에너지 또는 친환경적 에너지를 생산하기 위한 신재생 에너지 개발이 활발히 진행 중이다. 이러한 신재생 에너지 중 바이오매스 자원으로부터 생산되는 바이오 에너지는 화석연료 대체품으로서 꾸준히 주목받고 있다.

[0004] 바이오매스의 구조를 간략히 살펴보면, 식물 세포벽은 리그노셀룰로오스 물질로 구성되어 있고, 상기 물질의 구조는 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 및 리그닌으로 대표된다. 셀룰로오스 사슬은 약 10000 글루코오스 유닛의 마이크로피브릴(microfibril)을 형성하며 불규칙한 배열의 비결정영역 (amorphous)와 규칙적인 배열을 갖으며 화학적 및 생화학적 반응이 어려운 결정영역 (crystalline)으로 존재한다.

[0005] 이러한 바이오매스로부터 바이오 에너지를 효율적으로 획득하기 위해서는 전처리 과정을 거쳐 리그닌 또는 헤미셀룰로오스와 복잡하게 결합된 선형 글루코오스 폴리머인 셀룰로오스를 단당류로 분해해야 한다.

[0006] 종래 바이오매스 전처리 방법으로는 하기 선행기술문헌의 특허문헌에 개시된 바와 같이 강산을 처리하거나, 암모니아 처리 또는 폭쇄 등의 화학적/물리적인 전처리 기술이 있다. 그러나 종래 바이오매스 전처리 방법은 낮은 온도, 낮은 압력, 짧은 반응 시간 등의 온화한 조건에서 안정적으로 전처리가 어렵기 때문에, 경제성이 낮다.

[0007] 이에 종래 바이오매스 전처리 방법의 문제점을 해결하기 위한 방안이 절실히 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) KR 10-2016-0000584 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 일 측면은 반응기 내의 이온성 액체에 바이오매스를 분산시키고 전기장을 가해 바이오매스를 전처리하는 바이오매스 전처리 시스템을 제공하는 데 있

다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템은 내부에 바이오매스를 수용하는 반응기; 상기 반응기의 내부에, 상기 바이오매스와 함께 수용되는 이온성 액체; 서로 마주보는 양극 및 음극을 포함하고, 상기 반응기의 내부에 수용된 상기 이온성 액체에 침지되어 전기장을 발생시키는 전극부; 및 상기 전극부에 전력을 공급하는 전원부;를 포함한다.
- [0013] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템에 있어서, 회전하는 샤프트, 상기 샤프트의 외주면에 배치되고 상기 반응기의 내부에서 회전하면서 상기 바이오매스를 파쇄하는 파쇄날개, 및 상기 샤프트를 회전시키는 구동모터를 포함하는 파쇄부;를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템에 있어서, 상기 반응기의 내부의 반응 온도를 제어하는 온도조절부;를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템에 있어서, 상기 온도조절부는, 상기 반응기의 외면에 접촉 배치되고, 내부에 고온의 유체가 유동되는 유체통로를 구비할 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템에 있어서, 상기 바이오매스는, 상기 반응기의 내부 부피 대비 1 ~ 40 Vol%로 상기 반응기에 수용될 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템에 있어서, 상기 전원부는, 상기 전극부에 1 ~ 2000 V의 전압을 인가할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템에 있어서, 상기 반응기는, 내부로 상기 이온성 액체가 유입되는 용매유입구; 및 내부의 상기 이온성 액체가 외부로 유출되는 용매유출구;를 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 특징 및 이점들은 첨부도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다.
- [0021] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 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.

발명의 효과

- [0023] 본 발명에 따르면, 바이오매스가 분산된 이온성 액체에 전기장을 가함으로써, 이온성 액체에 일정한 방향성을 부여하여, 보다 신속하게 바이오매스를 분해할 수 있고, 이로써 바이오매스 기반의 최종 생성물을 간편하고 경제적으로 생산할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템을 개략적으로 도시한 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템에 의한 바이오매스 전처리 메커니즘을 설명하는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템을 개략적으로 도시한 구성도이다.
- 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템을 개략적으로 도시한 구성도이다.
- 도 5는 실험예에 사용된 바이오매스 전처리 시스템의 사진이다.
- 도 6은 실험예에 따른 X-선 회절분석(X-ray diffraction, XRD) 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다. 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0027] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템을 개략적으로 도시한 구성도이다.
- [0030] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템은 내부에 바이오매스를 수용하는 반응기(10). 반응기(10)의 내부에, 바이오매스와 함께 수용되는 이온성 액체(20), 서로 마주보는 양극(31) 및 음극(33)을 포함하고, 반응기(10)의 내부에 수용된 이온성 액체(20)에 침지되어 전기장을 발생시키는 전극부(30), 및 전극부(30)에 전력을 공급하는 전원부(40)를 포함한다.
- [0032] 본 발명은 바이오매스를 신속하게 전처리하는 장치에 관한 것이다. 바이오매스, 특히 식물에서 파생된 바이오매스의 경우, 식물 세포벽은 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 및 리그닌으로 대표되는 리그노셀룰로오스 물질로 구성되어 있기 때문에, 리그닌 또는 헤미셀룰로오스와 복잡하게 결합된 선형 글루코오스 폴리머인 셀룰로오스를 단량류로 분해하는 전처리 과정을 거쳐 효율적으로 바이오 에너지를 획득할 수 있다. 종래 바이오매스 전처리 방법으로는 약산 내지 강산 처리, 암모니아 처리, 폭쇄 등의 화학적/물리적 처리가 사용되고 있지만, 이들 방법은 낮은 온도, 낮은 압력, 짧은 반응 시간 등의 온화한 조건에서 안정적으로 전처리가 어렵기 때문에, 경제성이 떨어지는바, 이에 대한 해결방안으로서 본 발명이 창출되었다.
- [0033] 구체적으로, 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템은, 반응기(10), 이온성 액체(20), 전극부(30), 및 전원부(40)를 포함한다.
- [0035] 반응기(10)는 바이오매스, 및 후술하는 이온성 액체(20)를 내부에 수용하는 용기 형태로 형성되고, 여기에서 바이오매스 전처리가 진행된다. 전처리 대상이 되는 바이오매스는 1세대 (전분계 또는 당질계), 2세대 (목질계), 3세대 (해양조류) 그리고 4세대 (그외 유기성 바이오매스) 등 모두 가능하다. 이러한 바이오매스는 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 그리고 리그닌으로 구성될 수 있다.
- [0036] 반응기(10)에 투입되는 바이오매스 투입량은 반응기(10)의 내부 부피 대비 1 ~ 40 Vol%가 적절하다. 바이오매스는 이온성 액체(20)와 함께 수용되는데, 분산된 바이오매스의 부피가 지나치게 크면 반응기(10) 내 반응물의 점도가 커지게 되어 운전의 어려움이 생길 수 있기 때문에 그 투입량을 조절한다. 따라서, 운전 가능한 범위에서 바이오매스 투입량은 상기와 달리 결정될 수도 있다.
- [0037] 반응기(10)는 이온성 액체(20)가 유입 및 유출시킬 수 있는 용매유입구(11), 및 용매유출구(13)를 포함할 수 있다. 여기서, 용매유입구(11)를 통해 이온성 액체(20)가 반응기(10)의 내부로 유입되고, 용매유출구(13)를 통해 내부의 이온성 액체(20)가 외부로 유출될 수 있다.
- [0039] 이온성 액체(20)는 양이온과 음이온이 크기의 비대칭성으로 인해 결정체를 이루지 못하고 액체 상태로 존재하는 물질로서, 100℃ 이하의 온도에서 액체로 존재한다. 여기서, 양이온은 Morpholinium, Imidazolium, 4급 암모늄, 4급 포스포늄 등이 있으며, 음이온으로는 Br^- , Cl^- , NO_3^- , BF_4^- , PF_6^- 등이 있다. 이온성 액체(20)는 휘발성, 열적 안정성, 높은 이온전도성, 넓은 전기화학적 안정성, 낮은 증기압의 특성을 가지고 있어 유기용매와 같은 기존의 용매를 대체할 수 있다. 이러한 이온성 액체(20)는 바이오매스와 반응하여 바이오매스를 분해한다.
- [0041] 전극부(30)는 서로 마주보는 양극(31)과 음극(33)을 포함하고, 양극(31)과 음극(33)은 반응기(10) 내부에 수용

된 이온성 액체(20)에 침지된다. 또한, 양극(31)과 음극(33)은 전원부(40)에 연결되고, 전원부(40)에서 전력이 인가될 때에, 그 사이에 전기장을 발생시킨다. 이때 발생하는 전기장에 의해 상기 이온성 용매가 일정한 방향성을 가지고 배열되고, 이에 의해 바이오매스가 더 빠른 속도로 분해된다. 여기서, 양극(31)과 음극(33)이 이온성 액체(20)에 최대한 침지되어, 양극(31)과 음극(33) 간에 발생하는 전기장 가동 범위가 넓어지면 전처리 반응 범위가 극대화된다.

[0043] 전원부(40)는 전기장이 발생되도록, 전극부(30)에 전력을 공급한다. 여기서, 전원부(40)는 전극부(30)에 1 ~ 2000 V의 전압을 인가할 수 있다.

[0045] 이하에서는 도 2를 들어, 바이오매스 분해 메커니즘을 설명한다. 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템에 의한 바이오매스 전처리 메커니즘을 설명하는 도면이다.

[0046] 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌 등으로 이루어진 바이오매스와 이온성 액체(20)를 반응시키는 경우, 전기장이 인가되지 않은 상황에서도 이온성 액체(20)는 불균일하게 바이오매스 내로 침투하여 바이오매스를 분해한다. 다만, 분해 속도가 느리다. 반면 전기장이 인가되는 경우 이온성 액체(20)는 전기장을 따라 일정한 방향성을 가지게 된다. 이로 인해, 바이오매스 분해 속도가 빨라진다. 또한, 그 분해는 외부의 힘에 덜 의존적이게 된다. 즉, 이온성 액체(20)는 단위체간 결합으로 존재하는 바이오매스 내 결합 사이에 전기장을 따라 일정한 방향으로 배열되어 분해 기능을 수행한다.

[0048] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템을 개략적으로 도시한 구성도이다.

[0049] 도 3을 참고로, 본 발명의 다른 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템은 파쇄부(50)를 더 포함할 수 있다. 파쇄부(50)는 바이오매스 내부로의 이온성 액체(20) 침투가 용이하도록, 바이오매스를 물리적으로 파쇄할 수 있다.

[0050] 이러한 파쇄부(50)는 샤프트(51), 파쇄날개(53), 및 구동모터(55)로 구현될 수 있다. 샤프트(51)는 반응기(10)의 내부로 삽입되어 회전하는 부재이다. 파쇄날개(53)는 샤프트(51)의 외주면에 적어도 하나 이상 배치되어, 샤프트(51)의 회전에 의해 샤프트(51)를 중심으로 회전하면서 바이오매스를 교반하고 파쇄한다. 샤프트(51)와 파쇄날개(53)는 구동모터(55)의 회전력에 의해 회전하게 된다.

[0051] 여기서, 바이오매스와 이온성 액체(20)가 충분히 반응되도록, 그 회전수가 제어될 수 있다. 그 회전수는 50 ~ 400 rpm이 적절한데, 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 기계적 교반 및 파쇄 하에서 전기장에 의한 이온성 액체(20)의 방향성이 방해되지 않을 정도이면 충분하다. 샤프트(51)는 반응기(10)의 내부 중심에 위치하는 것이 적합하다.

[0053] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템을 개략적으로 도시한 구성도이다.

[0054] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템은 온도조절부(60)를 더 포함할 수 있다.

[0055] 반응기(10) 내의 반응 온도가 상승하면, 전처리 속도가 더욱 빨라질 수 있다. 이에, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 바이오매스 전처리 시스템에 반응기(10)의 내부 온도를 조절하는 온도조절부(60)가 채용될 수 있다.

[0056] 일례로, 온도조절부(60)는 반응기(10)의 외면에 물자켓 형태로 형성될 수 있다. 여기서, 온도조절부(60)는 반응기(10)의 외면에 접촉 배치되고, 내부에 고온의 유체가 유동되는 유체통로(61)를 구비할 수 있다. 이에 따르면, 유체통로(61)를 따라 흐르는 고온의 유체가 반응기(10) 외면에 접촉하여, 이온성 액체(20)의 온도를 상승시킴으로써, 보다 빠르게 바이오매스 전처리를 수행할 수 있다. 또한, 유체의 온도 조절을 통해서 반응기(10) 내부의 반응 온도를 제어할 수 있다. 이러한 반응기(10)의 온도 조절은 바이오매스로의 이온성 액체(20)의 침투성을 향상시킴으로써 바이오매스를 분해하는 전기장과 이온성 액체(20)의 반응 속도를 빠르게 유도함과 동시에, 생산 목적에 타당하지 않은 과분해 발생 등을 억제할 수 있다.

[0058] 이하에서는 구체적인 실험예를 들어 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.

[0060] 실험예: 바이오매스 전처리

[0061] 도 5는 실험예에 사용된 바이오매스 전처리 시스템의 사진이다. 도 5와 같이, 바이오매스와 이온성 액체가 담긴 바이오매스 전처리 반응기에 전극 두 개를 투입하고, 파워서플라이 (Power supply)를 이용하여 전기장을 인가하였다. 이때, 바이오매스는 아비셀 (avicel)을 사용하였고, 전기장의 세기를 1 ~ 2000 V로 설정하여 10분간 전처리를 수행하였다.

[0063] 평가예: XRD 분석

[0064] 아무런 처리가 없는 아비셀, 상기 실험예에 사용된 이온성 액체에 120분 동안 침지시킨 아비셀, 및 상기 실험예에 따라 전처리된 아비셀을 대상으로 결정성을 분석하여, 본 발명에 따른 전처리 가능성을 평가하였다.

[0065] 도 6은 실험예에 따른 X-선 회절분석(X-ray diffraction, XRD) 결과로서, 미처리한 아비셀은 파란색으로, 이온성 액체 내에 120분 동안 침지시킨 아비셀은 붉은색으로, 전기장 내에서 10분간 전처리한 아비셀은 검정색으로 각각의 XRD 결과를 표시하였다. 아비셀의 데이터에서 22.5 피크는 셀룰로오스 형태 1의 주요 피크로써 전처리 이후 수소결합의 거리가 멀어지며 사라지는 경향을 보인다. 또한, 이온성 액체에 처리된 경우와 이온성 액체에 전기장을 가해 처리한 경우에서 나타나는 14.8과 16.4 피크의 감소 역시 분자간 수소결합의 감소로 나타나는 것이다. 즉, 이온성 액체로 120분 동안 반응한 결과와 이온성 액체에 전기장을 가해 10분 동안 반응한 결과가 동일하다. 따라서, 본 발명에 따른 바이오매스 전처리 시스템을 사용하는 경우, 보다 빠른 속도로 바이오매스 전처리 가능하다.

[0067] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.

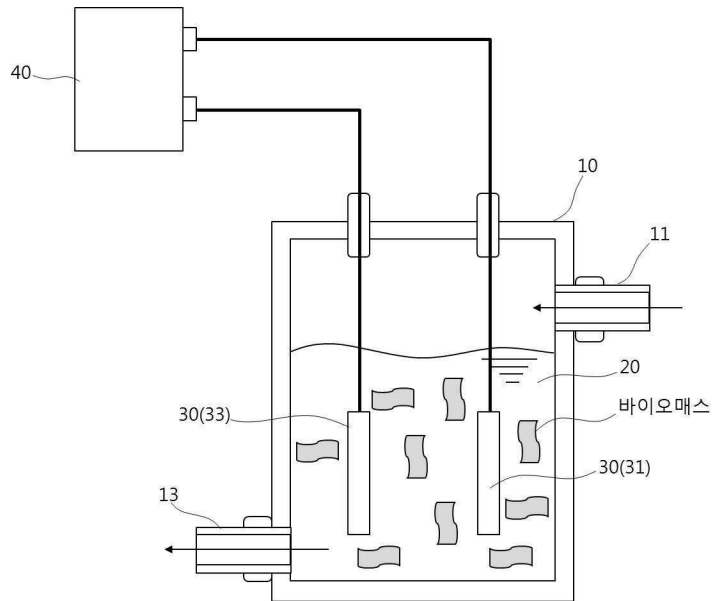
[0068] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속한 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

부호의 설명

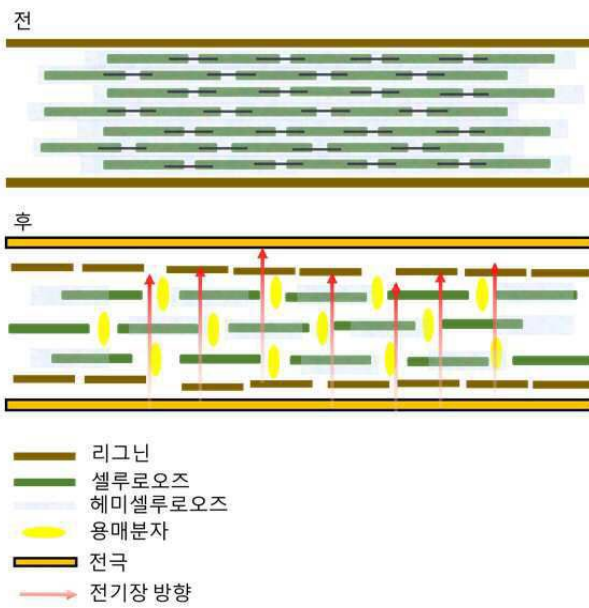
[0070] 10: 반응기 11: 용매유입구
13: 용매유출구 20: 이온성 액체
30: 전극부 31: 양극
33: 음극 40: 전원부
50: 파쇄부 51: 샤프트
53: 파쇄날개 55: 구동모터
60: 온도조절부 61: 유체통로

도면

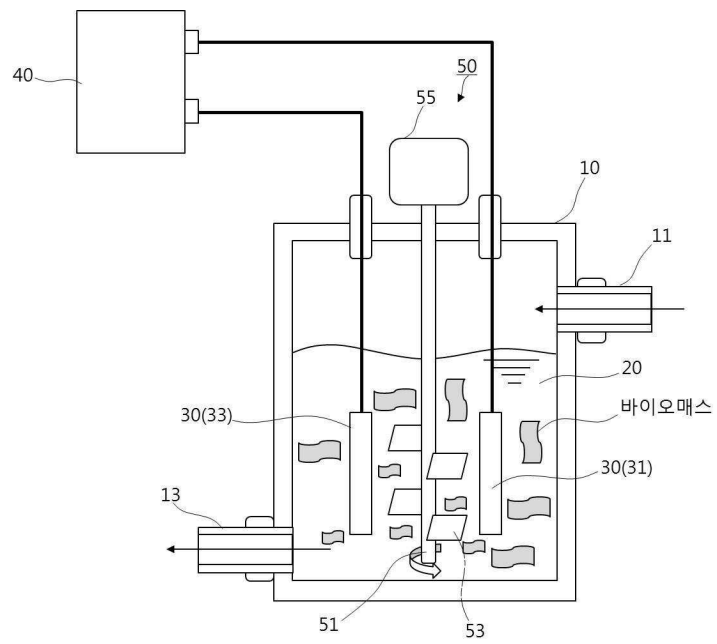
도면1



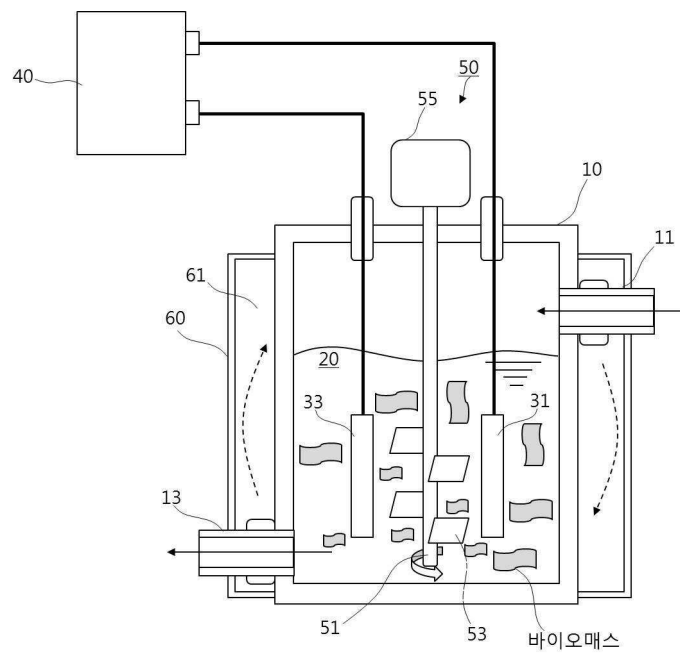
도면2



도면3



도면4



도면5



도면6

