



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0011437
(43) 공개일자 2022년01월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C25B 1/02 (2021.01) B01D 53/32 (2006.01)
C25B 1/00 (2021.01) C25B 11/04 (2021.01)
C25B 3/23 (2021.01)

(52) CPC특허분류

C25B 1/02 (2021.01)
B01D 53/326 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0090348

(22) 출원일자 2020년07월21일

심사청구일자 2020년07월21일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

권영국

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원

송현곤

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인지원

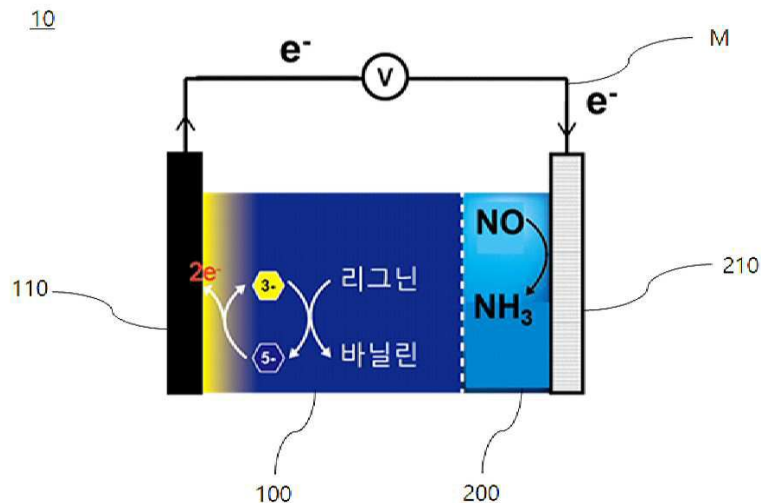
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 바이오매스 처리장치 및 바이오매스 처리 시스템

(57) 요약

본 발명은 바이오매스의 처리와 동시에 대기 중의 미세먼지 성분을 산화-환원시키는 과정으로 정화함과 동시에 부가가치 물질을 생산할 수 있는 바이오매스 처리장치에 관한 것으로서, 바이오매스를 분해시키고, 바이오매스를 산화 및 분해하면서 제1부가가치물질이 생성되는 산화부; 산화부에서 전자전달매체에 의해 전자가 전달되는 산화 전극 및 환원 측으로 연결된 환원전극을 포함하는 전극; 환원전극이 수용되고, 환원전극으로부터 전달된 전자에 의해 환원반응이 진행되어 환원대상이 제2부가가치물질로 생성되는 환원부;를 포함하는, 바이오매스 처리장치가 제공된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C25B 1/55 (2021.01)

C25B 11/073 (2021.01)

C25B 3/23 (2022.01)

(72) 발명자

류정기

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학
기술원

장지옥

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학
기술원

명세서

청구범위

청구항 1

바이오매스를 분해시키고, 상기 바이오매스를 산화 및 분해하면서 제1부가가치물질이 생성되는 산화부;

상기 산화부에서 전자전달매체에 의해 전자가 전달되는 산화전극 및 환원 측으로 연결된 환원전극을 포함하는 전극;

상기 환원전극이 수용되고, 환원전극으로부터 전달된 상기 전자에 의해 환원반응이 진행되어 환원대상이 제2부가가치물질로 생성되는 환원부;를 포함하는, 바이오매스 처리장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 환원반응은 일산화질소 환원반응, 이산화탄소 환원반응 및 수소 환원반응 중 하나 이상인, 바이오매스 처리장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 수소 환원반응으로부터 생성된 수소가 포집되는 수집부를 더 포함하는, 바이오매스 처리장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 전자전달매개체의 전위는 상기 바이오매스가 산화되는 산화반응의 열역학적 전압보다 높고, 속도론적 전압보다 낮게 결정되는, 바이오매스 처리장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 전자를 여기(勵起)시키는 광촉매부 및 전원을 인가하는 전원부 중 적어도 상기 광촉매부를 더 포함하는, 바이오매스 처리장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 환원부는 균일계 전기촉매 또는 비균일계 전기촉매를 더 포함하는, 바이오매스 처리장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 균일계 전기촉매는,

전해질에 용해되고 NO와 결합하여 상기 NO의 용해도를 증가시키고 상기 NO와 상기 균일계 전기촉매 간의 결합물 형태로 상기 전극으로부터 상기 전자를 전달받아 NO의 환원을 촉진시키는, 바이오매스 처리장치.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 비균일계 전기촉매는,

주기율표에 존재하는 전도성을 지닌 금속물질을 포함하는, 바이오매스 처리장치.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 비균일계 전기촉매는,

cytochrome c, Heme, cytochrome P450 중 하나인, 바이오매스 처리장치.

청구항 10

리그닌을 포함하는 바이오매스가 유입되고, 상기 리그닌이 산화되어 바닐린으로 생성되는 산화부;

상기 산화부에서 상기 바이오매스로부터 전자를 이동시키는 상기 산화부에서 전자전달매체에 의해 전자가 전달되는 산화전극 및 환원 측으로 연결된 환원전극을 포함하는 전극;

상기 환원전극이 수용되고, 환원전극으로부터 전달된 상기 전자에 의해 환원반응이 진행되어 환원대상이 부가가치물질로 생성되는 환원부; 및

상기 바닐린을 수집하는 제1수집부 및 상기 부가가치물질을 수집하는 제2수집부를 포함하는 수집부;를 포함하는, 바이오매스 처리 시스템.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 부가가치물질은 수소이고 상기 제2수집부는 연료전지인, 바이오매스 처리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 바이오매스의 처리와 동시에 대기 중의 미세먼지 성분을 산화-환원시키는 과정으로 정화함과 동시에 부가가치 물질을 생산할 수 있는 바이오매스 처리장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 바이오매스의 특성상 매년 지속적으로 엄청난 양이 발생하며, 동시에 최근 10년 사이에 급격하게 미세먼지의 심각성이 강조되고 있다. 따라서, 바이오매스 처리 및 미세먼지 개선의 문제는 점차 확대되어 가고 있으며 이를 해결하기 위한 방법들이 사회와 기업을 통해 선보여지기도 한다. 특히, 바이오매스의 경우 종이 및 목재 제품 생산과정에서 국내에서 연간 약 100만톤의 목질폐기물 발생하고, 이 중 14만 톤은 매립/소각되고, 처리비용으로 연간 90억원 소요되는 실정이다.

- [0004] 한편 미세먼지는 에너지/연소 산업부문과 자동차/선박 등 내연기관에서 배출되는 배기가스가 주된 발생원으로 알려져 있고, 세계적으로 192억 달러 규모의 시장이 형성될 정도로 중요한 문제로 손꼽힌다.
- [0005] 사회문제의 관점에서 바이오매스와 미세먼지를 제거/정화하는 기술의 요구가 점차 커지고 있고, 이러한 요구를 바탕으로 현재 산업계에 적용된 기술을 고려하면 바이오매스 및 미세먼지 성분을 처리하는 과정에서 무해한 성분의 배출이 되는 것을 넘어 유익한 부가가치창출을 구현할 수 있는 기술의 개발은 이상적일 수 있다. 따라서, 이러한 한계를 기술적으로 뛰어넘게 되면 산업계에서 폭넓게 적용되어 환경적으로 상당히 유익한 기술이 될 것으로 예상된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제 10-1745525 호 (2017. 06. 02)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 일 실시예는 바이오매스의 처리 및 대기 중의 미세먼지 성분의 정화를 하는 것을 목적으로 한다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예는 바이오매스 및 미세먼지 성분을 처리하면서 부가가치물질을 생성하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명은 바이오매스의 처리와 동시에 대기 중의 미세먼지 성분을 산화-환원시키는 과정으로 정화함과 동시에 부가가치 물질을 생산할 수 있는 바이오매스 처리장치에 관한 것으로서, 바이오매스를 분해시키고, 바이오매스를 산화 및 분해하면서 제1부가가치물질이 생성되는 산화부; 산화부에서 전자전달매체에 의해 전자가 전달되는 산화전극 및 환원 측으로 연결된 환원전극을 포함하는 전극; 환원전극이 수용되고, 환원전극으로부터 전달된 전자에 의해 환원반응이 진행되어 환원대상이 제2부가가치물질로 생성되는 환원부;를 포함하는, 바이오매스 처리장치가 제공된다.
- [0012] 그리고, 환원반응은 일산화질소 환원반응, 이산화탄소 환원반응 및 수소 환원반응 중 하나 이상일 수 있다.
- [0013] 또한, 수소 환원반응으로부터 생성된 수소가 포집되는 수집부를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 전자전달매체의 전위는 바이오매스가 산화되는 산화반응의 열역학적 전압보다 높고, 속도론적 전압보다 낮게 결정될 수 있다.
- [0015] 또한, 전자를 여기(勵起)시키는 광촉매부 및 전원을 인가하는 전원부 중 적어도 광촉매부를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 환원부는 균일계 전기촉매 또는 비균일계 전기촉매를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 균일계 전기촉매는, 전해질에 용해되고 NO와 결합하여 NO의 용해도를 증가시키고 NO와 균일계 전기촉매간의 결합물 형태로 전극으로부터 전자를 전달받아 NO의 환원을 촉진시킬 수 있다.
- [0018] 또한, 비균일계 전기촉매는, 주기율표에 존재하는 전도성을 지닌 금속물질을 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 비균일계 전기촉매는, cytochrome c, Heme, cytochrome P450 중 하나일 수 있다.
- [0021] 리그닌을 포함하는 바이오매스가 유입되고, 리그닌이 산화되어 바닐린으로 생성되는 산화부; 산화부에서 바이오매스로부터 전자를 이동시키는 산화부에서 전자전달매체에 의해 전자가 전달되는 산화전극 및 환원 측으로 연결된 환원전극을 포함하는 전극; 환원전극이 수용되고, 환원전극으로부터 전달된 전자에 의해 환원반응이 진행되

어 환원대상이 부가가치물질로 생성되는 환원부; 및 바닐린을 수집하는 제1수집부 및 부가가치물질을 수집하는 제2수집부를 포함하는 수집부;를 포함하는, 바이오매스 처리 시스템이 제공된다.

[0022] 그리고, 부가가치물질은 수소이고 제2수집부는 연료전지일 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따르면 바이오매스의 처리 및 대기 중의 미세먼지 성분의 정화를 하기 위해, 산화부에서 바이오매스를 산화 및 분해하고 환원부에서 질소산화물 등의 오염물질을 환원시켜 처리하는 바이오매스 처리장치가 제공된다.

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면 바이오매스 및 미세먼지 성분을 처리하면서 부가가치물질을 생산하기 위해, 산화부에서 바이오매스가 산화될 때 바이오매스에 포함된 리그닌을 바닐린으로 생성하는 바이오매스 처리장치가 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 오염물처리 장치의 개념을 나타낸 도면,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 산화부 및 환원부를 구분해서 나타낸 도면,

도 3는 본 발명을 통해 구현할 수 있는 실시예들을 나타낸 도면,

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 산화부에서의 바닐린 생성과정을 나타낸 도면,

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 환원부에서 전위차를 조정한 경우를 비교하여 나타낸 도면,

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 촉매종류에 따른 반응을 나타낸 도면으로서, 도 6(a)는 균일계 전기촉매를 나타낸 것이고, 도 6(b)는 비균일계 전기촉매를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[0029] 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0030] 본 발명의 기술적 사상은 청구범위에 의해 결정되며, 이하의 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 효율적으로 설명하기 위한 일 수단일 뿐이다.

[0031] 이하에서 설명할 바이오매스 처리장치는 산화 및 환원반응을 통해 바이오매스 및 미세먼지 성분을 각각 산화 및 환원시킴으로써, 부가가치 물질을 생성할 수 있는 모델이다. 이는 기본적으로 전기화학 또는 광전기화학 셀의 원리가 적용되는 메커니즘을 가질 수 있다.

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 바이오매스 처리장치(10)의 개념을 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 산화부(100A) 및 환원부(200A)를 구분하고 전자의 흐름을 나타낸 도면이다.

[0034] 도 1 및 도 2를 참조하면, 바이오매스 처리장치는 산화부(100A) 및 환원부(200A)를 포함할 수 있다.

[0035] 산화부(100A)에서는 바이오매스를 산화시킴으로써, 부가가치물질을 생성시킬 수 있다. 예를 들면, 바이오매스는 리그닌을 포함하는 폐기물이고, 산화과정에서 리그닌은 바닐린으로 전환될 수 있다. 여기서 리그닌을 포함하는 바이오매스는 바이오매스 자체 즉, 정제된 리그닌을 적어도 일부 포함하고 있는 것이 아니라, 볏짚, 낙엽송 및 목질 등의 날 것을 의미한다. 따라서, 산화부(100A)에 산화를 위해 투입되는 바이오매스는 상기의 폐기물일 수

있다. 이는 전기화학 또는 광전기화학 셀이 구동되는 메커니즘이라고 할 때 초기에 투입되는 연료가 상기 바이오매스라는 것을 의미하고, 이는 별도의 정제된 물질이 아니고, 상기 정의에 따른 바이오매스 자체일 수 있다.

- [0036] 한편, 환원부(200A)에서는 대기중의 유해성분을 제거할 수 있다. 구체적으로 상기 환원을 통해 유해성분을 다른 물질로 생성시킬 수 있다. 일 예로서, 미세먼지의 전구물질 중 하나인 일산화질소(NO)를 환원시켜 비료의 원료나 수소 저장체로 사용가능한 암모니아를 생산할 수 있다. 상기 ‘생산’의 의미는 수집 후에 암모니아가 사용될 수 있는 곳에 사용가능함을 의미하고 경우에 따라 본 발명의 일 실시예인 바이오매스 처리장치가 암모니아의 사용처 또는 수집을 위한 구성과의 직접 또는 간접적인 연결이 됨으로써, 산업적으로 이용이 용이해질 수가 있다. 나아가, 환원부(200A)에서 환원되는 물질은 상기의 일산화질소(NO)에 한정되지 않고, 이산화탄소 환원반응 및 수소 환원 반응이 일어나도록 유도할 수도 있다. 특히, 환원극에서 수소발생반응이 이루어지는 경우에는 연료전지와 함께 사용함으로써 자가구동형으로 변형실시할 수도 있다.
- [0037] 그리고, 산화부(100A)에서는 전자전달매개체를 이용하여 리그닌이 전자공급원으로 사용될 수 있도록 한다. 상기 전자전달매개체는 Phosphomolybdic acid(이하, PMA)일 수 있다. 구체적으로, PMA를 이용하여 바이오매스를 산화시키고, 산화된 바이오매스는 바닐린과 일산화탄소로 전환될 수 있다. 동시에 바이오매스 산화시 생성된 환원된 PMA를 저전압에서 재산화시켜 환원극에서 수소 발생 반응을 진행되도록 한다. 수소생산에 있어서 산소발생 반응을 대체하는 PMA 산화 반응을 이용하여 상대적으로 낮은 전해 전압으로도 수소 생산을 할 수 있다.
- [0039] 도 3은 본 발명을 통해 구현할 수 있는 실시예들을 나타낸 도면이다. 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예는 다양한 형태로 변형실시가 가능하며, 도시된 도 3(a)는 A타입, 3(b)는 B타입, 3(c)는 C타입 및 3(d)는 D타입으로서 상기 다양한 형태의 예시일 수 있다.
- [0040] 상기 A타입은 전기구동형 모델이다. 구체적으로 가장 기본적인 셀의 형태로서 외부에서 인가되는 전원에 의해 구동될 수 있다. 바이오매스 산화와 NO 환원을 일으키며, 산화부(100A)와 환원부(200A) 간의 과전압을 줄여 저전압에서 구동되도록 할 수 있다. 바이오매스 기반 산화극은 산화에 필요한 전압이 상대적으로 낮기 때문에, 셀 구동시에 에너지가 상대적으로 적게 요구될 수 있다.
- [0041] 일 예로, 산화부(100A)에서의 반응 전위는 $+0.9V_{RHE}$ 가 되면, 환원부(200A)의 반응으로 사용될 NO_x, CO_x 및 프로톤의 환원 반응 전위에 비해 보다 양의 값(도 3참조)이다. 즉, 환원극 마이너스 산화극으로 정의되는 셀 전위가 음의 값으로, 전위차를 조절하기 위해 전원의 인가가 요구된다.
- [0042] 그리고, B타입 및 C타입은 광촉매부를 더 포함한다. 다만, B타입은 외부로부터 인가되는 전원 및 광촉매부가 수용하는 광에너지를 통해 구동될 수 있다. C타입은 광촉매부에 의존하여 구동될 수 있다. 즉, 전위차 조절을 위해 사용되는 에너지의 종류(광에너지 및 전기에너지 중 하나 이상)에 따라 B타입 및 C타입으로 구분될 수 있다.
- [0043] 특히, C타입의 경우에는 광에너지를 이용하면 산화부(100A)로부터 전달되는 전자만으로도 NO를 환원시킬 수 있다. 즉, 추가적인 전압을 요구하지 않는 광 구동형 모델인 C타입이 될 수 있다. 한편, 산화극에서 여기된 전자의 에너지가 환원극 반응보다 낮은 경우, 추가 전압이 요구되지만 이 경우에도 광여기로 인해 에너지 이득을 얻는 B타입의 광/전기 구동형 모델이 될 수 있다.
- [0044] 나아가, 이상적인 모델로서 D타입을 실시할 수 있다. D타입은 바이오매스를 통해, 환원부(200A)에서의 전압과 비교해 더 낮은 전위차를 형성하는 모델이다. 구체적으로는, 산화부(100A)에 투입될 바이오매스에 따라 전위가 환원극의 NOR보다 더 마이너스 측으로 형성되고 추가적인 전압의 인가없이 구동력이 발생하는 모델이며, 이상적으로는 잉여 전기에너지를 저장함으로써 전기에너지를 생산할 수 있는 모델일 수 있다. 즉, 이는 바이오매스 및 미세먼지 성분과 같은 유해물질을 분해하면서 전류와 같은 부가가치를 생산할 수 있으므로 상기 모델 중 에너지 측면에서 가장 고효율의 모델이라고 할 수 있다.
- [0046] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 산화부(100A)에서의 바닐린 생성과정을 나타낸 도면이다. 도 4를 참조하면, 산화부(100A) 내에서의 바닐린 분리공정을 나타내고 있다.
- [0047] 구체적으로, 전자전달매개체를 수용하는 산화부(100A)에는 산화를 통해 생성된 바닐린이 혼합되어 있는 상태일 수 있다. 이러한 혼합상태에서 최종 산화물인 바닐린을 분리추출하기 위해 클로로포름이 산화부(100A)로 투입될

수 있다. 클로로포름은 산화부(100A) 내에서 바닐린과 혼합될 수 있다. 혼합된 클로로포름과 바닐린은 전자전달 매개체와 분리될 수 있다. 이 때 분리는 중간 분리형태일 수 있고, 전자전달매개체가 상층에 위치될 수 있다. 이러한 분리에 의해 추출된 전자전달매개체는 산화부(100A) 내에서 지속적으로 기능할 수 있고, 하층에 위치한 바닐린과 클로로포름의 혼합물은 바닐린 농축물로 추출될 수 있다.

[0049] 한편, 바이오매스의 실제 열역학적 산화 전위는 충분히 낮으나 전극과의 접촉 불량 및 느린 반응 속도로 인해 비교적 큰 과전압이 요구될 수 있다. 전자전달매개체의 산화 및 환원 반응속도는 상대적으로 빨라 거의 열역학적 전위에서 반응이 일어날 수 있다. 전자전달매개체의 전위는 바이오매스의 열역학적 전위보다는 높으나, 과전압을 고려한 바이오매스의 속도론적 전압보다 낮기 때문에, 실제로 반응 전압을 낮추고 속도를 높이는 역할을 하게 된다.

[0050] 따라서, 전자전달매개체의 전위는 바이오매스 산화 반응의 열역학적 전압보다 높고 속도론적 전압보다 낮을 수 있다.

[0051] 즉, $E_{\text{열역학}}(B_m) < E_{\text{열역학}}(M/Mn^-) < E_{\text{속도론}}(B_m)$ 를 만족할 수 있다. (여기서, B_m 은 바이오매스)

[0052] 이상적으로는 전자전달매개체는 바이오매스의 열역학적 전압에 가장 가까운 산화환원전위를 가지는 물질이나, 열역학적 전압은 용해도 문제와 거대분자구조로 인해 전극을 이용한 전기화학 방법으로는 측정이 불가하다. 따라서, 다양한 전위를 가지는 매개체의 간접측정을 통해 결정될 수 있다.

[0054] 도 5는 본 발명의 일 실시예인 상기 C타입에 대한 것으로 환원부(200A)에서 전위차를 조정한 경우를 비교하여 나타낸 도면이다. 상술한 B타입의 경우에는 광촉매부에 의해 태양광 에너지를 사용할 수 있다. 광촉매부로부터 발생된 에너지를 통해, 외부로부터 인가되는 전원에 따른 전위차를 줄어나갈 수 있다. 즉, 광/전기 구동형으로서, 광촉매부로부터 전달된 에너지를 통해 외부 전력의 지원을 최소화할 수 있다. 반면에, 광 구동형인 C타입은 NO환원 반응의 에너지를 추가전압이 요구되지 않는 수준까지 낮춰서 추가전압이 필요없게 된다. 외부 전원인 없이 광구동형만으로 구동 가능한 셀을 구현할 수 있다.

[0056] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 촉매종류에 따른 반응을 나타낸 도면으로서, 도 6(a)는 균일계 전기촉매를 나타낸 것이고, 도 6(b)는 비균일계 전기촉매를 나타낸 도면이다.

[0057] 우선, 도 6(a)를 참조하면, 전기촉매는 전해질에 녹는 저가형일 수 있다. 전해질 내에서 NO와 결합하여 NO의 용해도를 높이고, NO-촉매 결합물 형태로 전극 표면에 이동하여, 전극으로부터 전자를 받아 NO의 환원을 촉진시킬 수 있다.

[0058] 도 6(b)를 참조하면, 자연계 촉매인 효소를 모방하여 촉매 활성 및 선택도 높은 NO촉매일 수 있다. 보다 넓은 의미로는 주기율표에 존재하는 전도성을 지닌 금속물질을 의미한다. 여기서, 상기 선택도가 높다는 의미는 일 예로 cytochrome c (NH_3), Heme (NH_2OH), cytochrome P450 (N_2O) 등이 선택될 수 있는 것을 의미한다. Nor(NO reductase)은 공통적으로 Fe^{2+} -N4의 활성점을 가짐에도 불구하고 다른 반응 선택도를 나타낼 수 있다. 이는 동일 활성점에서도 활성점 주변의 구조체 및 작용기 도입을 통한 선택도 제어의 가능성을 의미한다. 이러한 자연계 효소는 전기화학적 환경에서 구조붕괴가 되기 때문에 지속적인 NOR을 위한 전극 촉매로 한계가 있으나, 탄소 지지체 내 도핑된 질소에 결합된 Fe^{2+} 이온의 경우, 자연계 효소와 달리 전기화학적 구동이 가능하다.

[0059] 따라서, 자연계 효소인 Nor의 Fe^{2+} -N4 기반 활성점을 모사하여 탄소 지지체 내부에 형성함으로써, 자연계 효소의 선택성과 탄소 기반 촉매의 안정성을 동시에 확보할 수 있다. 나아가, 선택적 암모니아 합성을 위한 촉매를 생성할 수 있다.

[0061] 이상에서 본 발명의 대표적인 실시예들을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허

청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0062]

10 : 바이오매스 처리장치

11 : A 타입

12 : B 타입

13 : C 타입

14 : D 타입

M : 전자기동

100 : 산화극

100A : 산화부

200 : 환원극

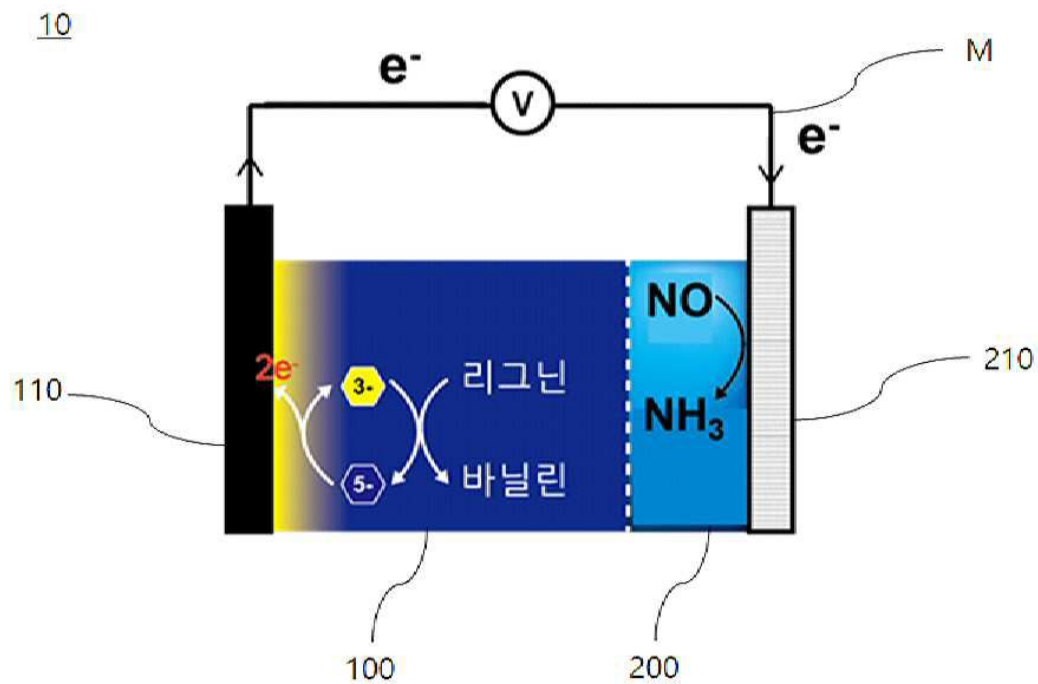
200A : 환원부

110 : 산화측 전극

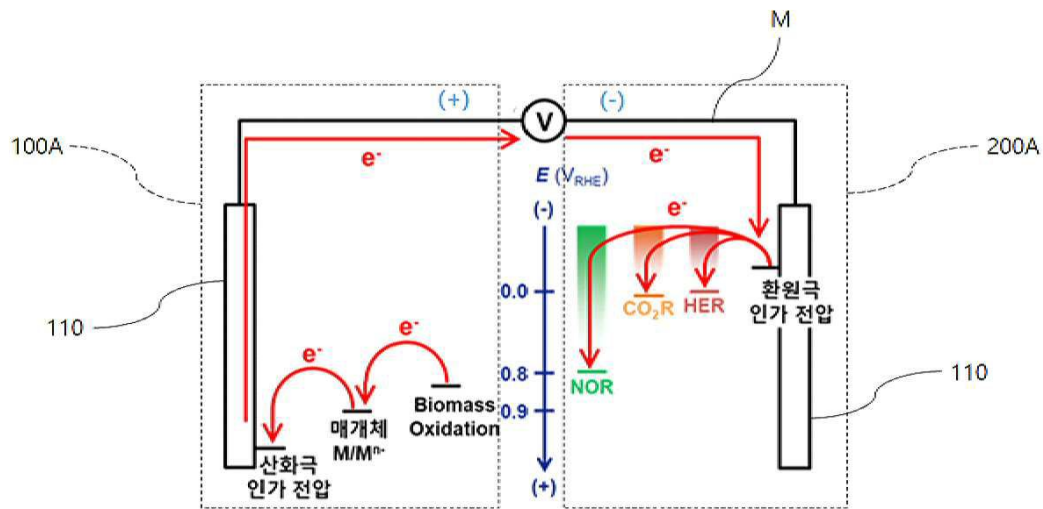
210 : 환원측 전극

도면

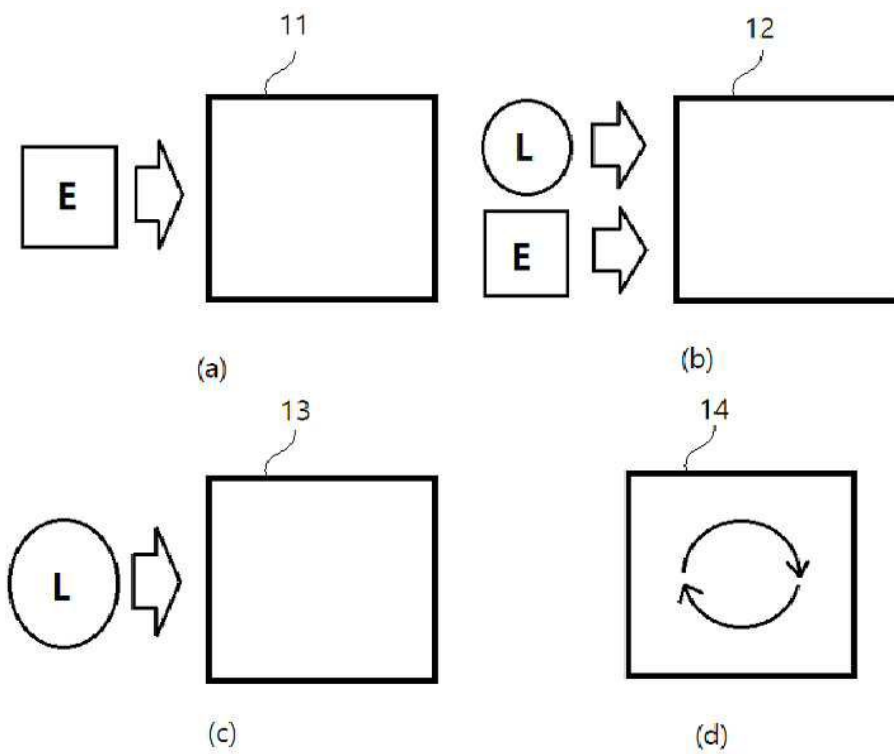
도면1



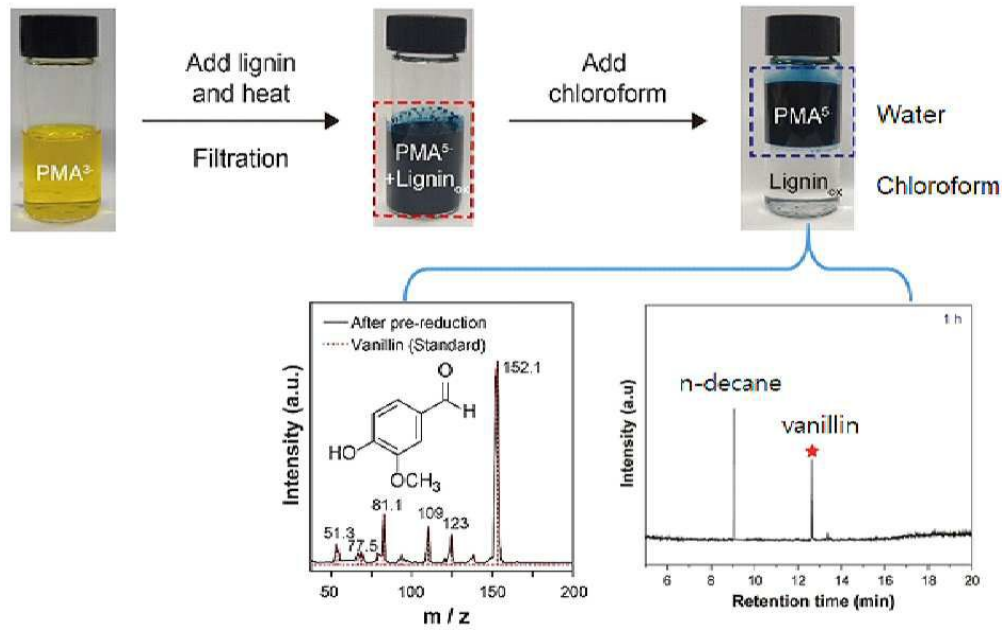
도면2



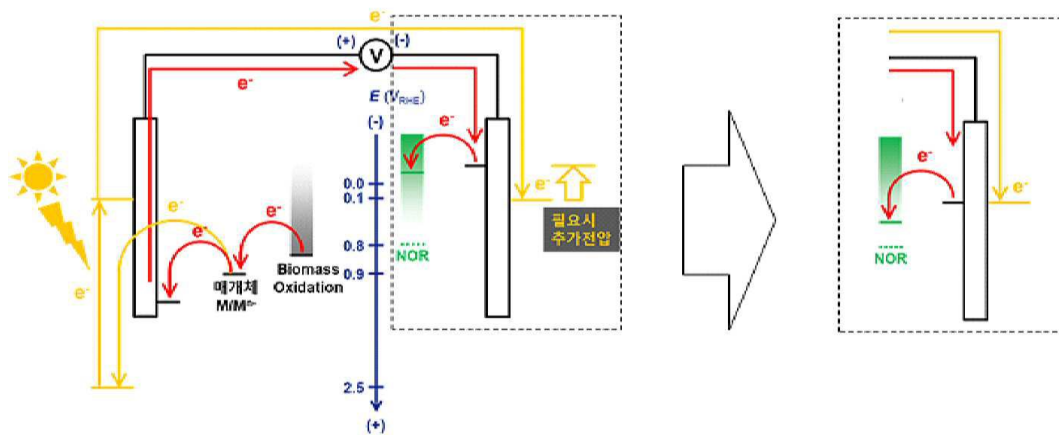
도면3



도면4



도면5



도면6

