



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0117107
(43) 공개일자 2020년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01J 19/12 (2006.01) *B01J 8/00* (2018.01)

C01B 3/04 (2006.01) *C01B 32/40* (2017.01)

(52) CPC특허분류

B01J 19/122 (2013.01)

B01J 8/008 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0038766

(22) 출원일자 2019년04월03일

심사청구일자 2019년04월03일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

강용태

서울특별시 서초구 서초대로65길 13-10, 104동 905호 (서초래미안아파트)

정한솔

서울특별시 성북구 화랑로 111-13, 204호 (에스비빌딩)

김민재

경기도 과천시 별양로 12, 330동 302호 (래미안슈르)

(74) 대리인

김정연, 유광철, 백두진, 강일신

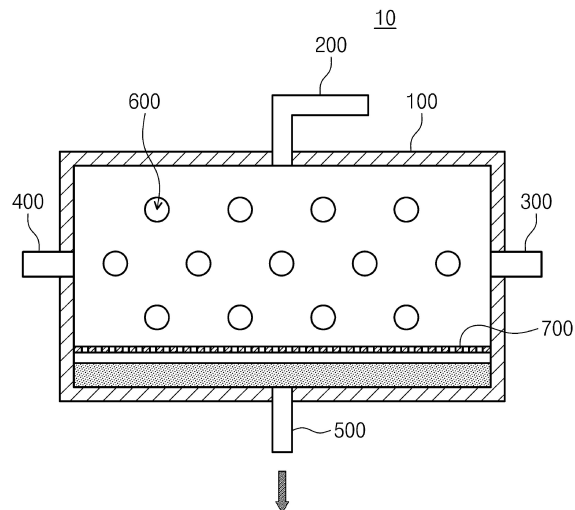
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 이산화탄소 광전환 반응기

(57) 요약

본 발명에 따른 이산화탄소 광전환 반응기는 밀폐된 내부공간이 마련되고, 상기 내부공간에 광촉매물질이 구비되어 광전환 반응으로 이산화탄소로부터 반응가스 및 액화유체가 생성되는 본체부; 이산화탄소가 이동하는 통로를 제공하는 가스 주입부; 수증기가 이동하는 통로를 제공하는 증기 주입부; 상기 생성된 반응가스가 배출되는 가스 배출부; 상기 생성된 액화유체가 배출되는 액체 배출부; 및 상기 내부공간을 기 결정된 방향으로 가로질러 배치되는 적어도 하나의 장형 구조물을 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C01B 3/042 (2013.01)

C01B 32/40 (2017.08)

B01J 2219/0875 (2013.01)

C01B 2203/061 (2013.01)

C01B 2203/062 (2013.01)

C01B 2203/84 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018042528
부처명	미래창조과학부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	(이공)중견연구자지원(5억초과)
연구과제명	나노에멀전 흡수제를 이용한 CO2 흡수성능 촉진
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2018.04.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

밀폐된 내부공간이 마련되고, 상기 내부공간에 광촉매물질이 구비되어 광전환 반응으로 이산화탄소로부터 반응 가스 및 액화유체가 생성되는 본체부;

이산화탄소가 이동하는 통로를 제공하는 가스 주입부;

수증기가 이동하는 통로를 제공하는 증기 주입부;

상기 생성된 반응가스가 배출되는 가스 배출부;

상기 생성된 액화유체가 배출되는 액체 배출부; 및

상기 내부공간을 기 결정된 방향으로 가로질러 배치되는 적어도 하나의 장형 구조물을 포함하는 이산화탄소 광전환 반응기.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 본체부는,

다수의 투명 평판이 상호간 분리 가능하게 결합되어 육면체 형상을 이루고,

상기 다수의 투명 평판 중 광원으로부터 광이 입사되는 투명 평판은 석영으로 이루어지는 이산화탄소 광전환 반응기.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 본체부는,

바닥면으로부터 기 결정된 거리만큼 이격된 위치에 배치되어 액화유체를 통과시키는 통공판을 더 포함하는 이산화탄소 광전환 반응기.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 본체부는,

내측면 일측에 상기 장형 구조물의 사이즈에 대응되는 적어도 하나의 삽입홈을 포함하는 이산화탄소 광전환 반응기.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 장형 구조물은,

상기 삽입홈에 탈부착 가능하도록 삽입되고, 다수의 장형 구조물이 서로간에 기 결정된 간격만큼 이격하여 배치

되는 이산화탄소 광전환 반응기.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 장형 구조물은,

상기 가스 주입부를 통한 이산화탄소의 유입 방향 및 상기 증기 주입부를 통한 수증기의 유입 방향 중 적어도 하나와 직교하는 방향으로 연장되도록 배치되는 이산화탄소 광전환 반응기.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 장형 구조물은,

외주면이 광촉매물질로 코팅되는 이산화탄소 광전환 반응기.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 광촉매물질은 이산화티타늄, 산화아연, 산화지르코늄, 황화카드뮴, 산화마나듐, 삼산화텅스텐, 스트론튬 티탄산염 및 이들의 조합으로 이루어지는 군에서 선택되는 물질로 구성되는 이산화탄소 광전환 반응기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이산화탄소 광전환 반응기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현대 사회는 산업 발달로 인한 화석 연료 사용량이 급증하고 있으며, 이에 따른 지구 온난화 문제와 자원 고갈 문제가 대두되고 있다.

[0003] 이에, 전 세계적으로 지구온난화 문제 해결을 위한 효과적인 수단을 연구하고 있으며, 대표적으로 이산화탄소의 포집 및 저장기술과 관련된 이산화탄소 저장 프로젝트가 시범적으로 운영 중에 있거나 이미 시작되고 있다.

[0004] 이러한, 이산화탄소 포집 및 저장기술은 석유화학공장, 화력발전소, 시멘트공장, 제철소 등 화석연료를 주 에너지원으로 사용하는 이산화탄소 대량 배출원에서 발생하는 이산화탄소를 포집하여 이를 육상 및 해저 지층 구조에 영구적으로 격리하는 기술이다.

[0005] 그러나, 이산화탄소 포집 및 저장기술은 세계적으로 상당한 개발의 진전이 이루어진 상태이나, 지형학적으로 우리나라의 육상 환경 조건은 지표 공간이 부족하여 대량의 저장 공간 확보가 어려울 뿐만 아니라 만약의 경우 이산화탄소가 누출되면 심각한 사고를 발생시킬 수 있는 가능성이 존재한다.

[0006] 또한, 이산화탄소 포집 및 저장기술은 불의의 사고로 발생한 대량의 누출로 인해 공기 중에 이산화탄소의 농도가 일정비율 이상의 농도로 증가하게 되면, 인체에도 즉각적인 피해를 미칠 수 있으며, 비록 소량이라 하더라도 장기간에 걸친 이산화탄소의 누출은 인간이 식수나 농업 용수로 이용하는 지표 부근 지하수를 오염 시킬 가능성도 있다.

[0007] 이에 따라, 이산화탄소를 단순히 저장하는 것이 아닌 장기적으로 안전한 자원순환형 이산화탄소 처리기술이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 실시예들은 상기와 같은 문제를 해결하기 위해 제안된 것으로, 이산화탄소, 빛 및 수증기를 이용하여 이산화탄소를 재활용이 가능한 에너지로 변환할 수 있는 이산화탄소 광전환 반응기를 제공하고자 한다.
- [0009] 또한, 본 발명의 실시예들은 이산화탄소와 수증기의 유동에 변화를 주어 밀폐된 내부공간에서의 확산에 도움이 되는 이산화탄소 광전환 반응기를 제공하고자 한다.
- [0010] 또한, 본 발명의 실시예들은 이산화탄소 및 수증기와 코팅된 광촉매물질과의 접촉 면적을 증가시켜 광전환 효율을 증대시킬 수 있는 이산화탄소 광전환 반응기를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 광전환반응기는 밀폐된 내부공간이 마련되고, 상기 내부공간에 광촉매 물질이 구비되어 광전환 반응으로 이산화탄소로부터 반응가스 및 액화유체가 생성되는 본체부; 이산화탄소가 이동하는 통로를 제공하는 가스 주입부; 수증기가 이동하는 통로를 제공하는 증기 주입부; 상기 생성된 반응가스가 배출되는 가스 배출부; 상기 생성된 액화유체가 배출되는 액체 배출부; 및 상기 내부공간을 기 결정된 방향으로 가로질러 배치되는 적어도 하나의 장형 구조물을 포함할 수 있다.
- [0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 광전환 반응기의 본체부는 다수의 투명 평판이 상호간 분리 가능하게 결합되어 육면체 형상을 이루고, 상기 다수의 투명 평판 중 광원으로 부터 광이 입사되는 투명 평판은 석영으로 이루어진다.
- [0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 광전환 반응기의 본체부는 바닥면으로부터 기 결정된 거리만큼 이격된 위치에 배치되어 액화유체를 통과시키는 통공관을 더 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 광전환 반응기의 본체부는 내측면 일측에 상기 장형 구조물의 사이즈에 대응되는 적어도 하나의 삽입홈을 포함한다.
- [0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 광전환 반응기의 장형 구조물은 상기 삽입홈에 탈부착 가능하도록 삽입되고, 다수의 장형 구조물이 서로간에 기 결정된 간격만큼 이격하여 배치될 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 광전환 반응기의 장형 구조물은 상기 가스 주입부를 통한 이산화탄소의 유입 방향 및 상기 증기 주입부를 통한 수증기의 유입 방향 중 적어도 하나와 직교하는 방향으로 연장되도록 배치된다.
- [0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 광전환 반응기의 장형 구조물은 외주면이 광촉매물질로 코팅될 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 광전환 반응기의 광촉매물질은 이산화티타늄, 산화아연, 산화지르코늄, 황화카드뮴, 산화바나듐, 삼산화텅스텐, 스트론튬 티탄산염 및 이들의 조합으로 이루어지는 군에서 선택되는 물질로 구성된다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 실시예들에 따른 이산화탄소 광전환 반응기는 이산화탄소, 빛 및 수증기를 이용하여 이산화탄소를 재활용이 가능한 에너지로 변환할 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 이산화탄소 광전환 반응기는 이산화탄소와 수증기의 유동에 변화를 주어 밀폐된 내부공간에서의 확산에 도움이 될 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 이산화탄소 광전환 반응기는 이산화탄소 및 수증기와 코팅된 광촉매물질과의 접촉 면적을 증가시켜 광전환 효율을 증대시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 이산화탄소 광전환 시스템을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 광전환 반응기를 설명하기 위한 단면도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 광전환 반응기의 사시도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 광전환 반응기의 천장과 바닥에서 바라본 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 일산화탄소 생성량을 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 구조물이 설치되었을 때 광전환 반응기 내부의 시간에 따른 수증기의 부피 분포 상태 및 광전환 반응기 내부의 시간에 따른 수증기의 유선 흐름을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시 예는 여러 가지 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시 예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해 과장되었다.
- [0024] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시 예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명 시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다.
- [0025] 본 발명의 실시예는 이산화탄소 광전환 반응기에 관한 것으로, 본 명세서에 광전환 반응기는 예시적으로 이산화티타늄 및 기타 반도체 광촉매물질을 이용한 비균일계 무기 광촉매 시스템에 속한 것이나, 상기 광전환 반응기는 이에 한정되지 않고 광원에서 에너지를 수집하여 화학에너지로 전환하는 이산화탄소의 광화학적 전환 시스템에 관한 장치이면 이에 제한되지 않는다. 예를들어, 상기 광전환 반응기는 전이 금속 착물을 이용한 균일계 반응 시스템, 균일계와 비균일계 등 다양한 광촉매가 접목된 혼성 시스템 및 광촉매물질을 전극으로 활용하여 광에너지와 전기에너지를 동시에 가해주는 광전기화학 반응 시스템에도 활용될 수 있는 것으로 해석된다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 이산화탄소 광전환 시스템을 도시한 도면이다.
- [0027] 인공 광합성으로 대표되는 이산화탄소 광전환 시스템은 광원을 에너지원으로 사용하여 물과 이산화탄소로부터 고에너지 유기물을 합성하는 광합성 반응과 유사하다.
- [0028] 자연계에서의 광합성 반응은 크게 빛을 흡수하여 물을 산소와 수소로 분해하는 명반응과 얻어진 수소를 이용하여 이산화탄소를 환원하여 최종적으로 유기물을 합성하는 암반응으로 이루어진다.
- [0029] 이에, 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 이산화탄소 광전환 시스템은 크게 이산화탄소 저장탱크, 질량 유량 제어기(MFC), 광전환 반응기(Photo-reactor), 가스 크로마토그래피(Gas chromatography, GC) 및 광원 장치를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0030] 이산화탄소 저장탱크는 질량 유량 제어기를 거쳐 광전환 반응기로 반응물인 이산화탄소를 공급하고, 반응조는 자연계의 광합성 반응을 모방하여 빛 에너지를 이용하여 물 분해를 통해 수소와 산소를 생성하고, 기 저장된 이산화탄소, 수소 및 빛 에너지에 의해 여기된 전자를 이용하여 이산화탄소를 환원시킨다.
- [0031] 이때, 사용되는 전자와 양성자의 개수에 따라 다양한 환원반응과 생성물이 존재할 수 있으며, 상기 생성물은 개미산, 일산화탄소, 포름알데히드, 메탄올 및 메탄 등이 있다.
- [0032] 또한, 생성물은 가스 크로마토그래피로 주입되고, 이를 통해 상기 생성물의 구성을 파악하는 정성분석 및 증가량과 증가속도를 파악하는 정량 분석이 수행될 수 있다.
- [0033] 또한, 이산화탄소 광전환 시스템은 이산화탄소를 효율적으로 분해하여 메탄올 합성과 같은 특정반응을 선택적으로 가능하게 하는 광촉매물질의 개발이 중요하나, 실질적으로 이산화탄소 광전환 시스템의 효율을 증대시키기 위해서는 광전환 반응의 효율 향상을 고려한 광전환 반응기의 소재, 형상 및 구조에 관한 연구가 필요하다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 광전환 반응기를 설명하기 위한 단면도이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 광전환 반응기의 사시도이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 광전환 반응기의 천장과 바닥에서 바라본 도면이다.
- [0035] 도 2, 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 광전환 반응기(10)는 본체부(100), 가스 주입부(200), 증기 주입부

(300), 가스 배출부(400), 액체 배출부(500), 장형 구조물(600) 및 통공관(700)으로 구성된다.

- [0036] 본체부(100)는 밀폐된 내부공간(160)이 마련되고, 내부공간(160)에 광촉매물질이 구비되어 광전환 반응으로 이산화탄소로부터 반응가스와 액화유체가 생성된다.
- [0037] 즉, 본체부(100)는 광원으로부터 입사되는 광을 이용하여 이산화탄소를 재활용이 가능한 반응가스 및 액화유체로 변환시키는 소정의 공간을 제공할 수 있다.
- [0038] 상기 반응가스는 일산화탄소, 개미산, 포름알데히드 및 메탄가스일 수 있으며, 상기 액화유체는 물, 메탄올 등이 포함될 수 있다.
- [0039] 또한, 본체부(100)는 다수의 투명 평판이 상호간 분리 가능하게 결합되어 육면체 형상을 이루도록 제공된다.
- [0040] 투명 평판은 소다 라임(Soda Lime), 자외선투과형 폴리메틸 메탈크릴레이트(UV-T PMMA), 석영(Quartz), 붕규산염(Borosilicate)으로 구성되는 것이 바람직하나, 광원으로부터 입사되는 광의 반사와 굴절을 유도할 수 있는 것이면, 이에 제한되지 않는다.
- [0041] 더하여, 본체부(100)의 투명 평판은 천장판(110), 바닥판(120), 전면판(130), 후면판(140) 및 한쌍의 측면판(150)을 포함할 수 있다.
- [0042] 또한, 본체부(100)의 투명 평판 중 광원으로부터 광이 입사되는 투명 평판은 모든 과장의 영역대에 있어서 광투과도가 높은 석영으로 이루어지는 것이 바람직하며, 이외의 투명 평판은 자외선투과형 폴리메틸 메탈크릴레이트로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0043] 예를 들어, 도 3을 참조하면, 본 발명에서 광원으로부터 광이 입사되는 본체부(100)의 천장판(110)은 석영으로 구성되고, 바닥판(120), 전면판(130), 후면판(140) 및 측면판(150)은 자외선투과형 폴리메틸 메탈크릴레이트로 구성된다.
- [0044] 또한, 본체부(100)는 내측면 일측에 장형 구조물(600)의 사이즈에 대응되는 다수의 삽입홈(미도시)을 더 포함할 수 있다.
- [0045] 보다 구체적으로, 삽입홈(미도시)은 한쌍의 측면판(150)의 내측면에 다수개가 소정 간격으로 이격하여 형성될 수 있다.
- [0046] 또한, 본체부(100)의 내부공간(160)은 광촉매물질(미도시)로 코팅되는 것이 바람직하며, 구체적으로 천장판(110), 바닥판(120), 전면판(130), 후면판(140) 및 측면판(150)의 내측면이 광촉매물질로 코팅된다.
- [0047] 광촉매물질은 이산화티타늄(Titanium Dioxide), 산화아연(Zinc Oxide), 산화지르코늄(Zirconium oxide), 황화카드뮴(Cadmium sulfide), 산화바나듐(Vanadium oxide), 삼산화텅스텐(Tungsten Trioxide), 스트론튬 티탄산염(Strontium Titanate) 및 이들의 조합으로 이루어지는 군에서 선택되는 물질로 구성된다.
- [0048] 본 발명에서 광촉매물질은 이산화티타늄으로 구성되는 것이 바람직하나, 이산화탄소 환원반응이 진행될 수 있는 것이면, 이에 제한되지 않는다.
- [0049] 가스 주입부(200)는 이산화탄소가 이동하는 통로를 제공할 수 있다.
- [0050] 또한, 가스 주입부(200)는 본체부(100)와 연통되고, 더 구체적으로는 본체부(100)의 천장판(110)과 결합된다.
- [0051] 또한, 가스 주입부(200)는 외부의 이산화탄소 저장탱크와 연결되고, 광전환 반응 시 필요로 하는 이산화탄소를 본체부(100)의 내부공간(160)으로 공급할 수 있다.
- [0052] 또한, 가스 주입부(200)는 유량 조절계(미도시)가 설치될 수 있으며, 이산화탄소를 일정한 유속으로 적정량 주입시킬 수 있다.
- [0053] 증기 주입부(300)는 수증기가 이동하는 통로를 제공한다.
- [0054] 또한, 증기 주입부(300)는 본체부(100)와 연통되고, 더 구체적으로는 본체부(100)의 전면판(130)과 결합된다.
- [0055] 또한, 증기 주입부(300)는 외부의 증기분사장치와 연결되고, 광전환 반응 시 필요로 하는 수증기를 본체부(100)의 내부공간(160)으로 공급할 수 있다.
- [0056] 더하여, 증기 주입부(300)는 물을 수증기 형태로 일정한 유속으로 적정량 주입시킬 수 있으므로, 본체부(100)의 내부공간(160)에 미반응공간(dead zone)이 존재하지 않도록 균일하게 확산될 수 있다.

- [0057] 또한, 증기 주입부(300)는 광전환 반응이 끝날 때까지 수증기를 지속적으로 주입한다.
- [0058] 가스 배출부(400)는 광전환 반응 시 생성되는 반응가스를 외부로 배출할 수 있다.
- [0059] 또한, 가스 배출부(400)는 본체부(100)와 연통되고, 더 구체적으로는 본체부(100)의 후면판(140)과 결합된다.
- [0060] 또한, 가스 배출부(400)는 외부의 가스 크로마토그래피와 연결되고, 상기가스 크로마토그래피는 광전환 반응 시 생성된 반응가스를 각각의 성질에 따라 분리하여 시간에 따른 기체 구성을 기록하고, 시간에 따른 생성가스의 증가량과 속도를 정량적으로 측정할 수 있다.
- [0061] 이때, 생성가스는 헬륨, 수소 및 질소와 같은 캐리어 가스를 통해 상기 가스 크로마토그래피로 주입된다.
- [0062] 액체 배출부(500)는 광전환 반응 시 생성되는 액화유체를 외부로 배출할 수 있다.
- [0063] 또한, 액체 배출부(500)는 본체부(100)와 연통되고, 더 구체적으로는 본체부(100)의 바닥판(120)과 결합된다.
- [0064] 또한, 액체 배출부(500)는 외부의 배출물 저장탱크와 연결되고, 생성된 액화유체는 액체 배출부(500)를 통해 배출물 저장탱크에 저장될 수 있다.
- [0065] 또한, 액체 배출부(500)는 밸브(미도시)가 설치될 수 있으며, 상기 밸브를 통해 적정량 모인 액화유체를 외부로 배출할 수 있다.
- [0066] 장형 구조물(600)은 본체부(100)의 내부공간(160)을 기 설정된 방향으로 가로질러 배치된다.
- [0067] 본 발명의 실시예에서, 장형 구조물(600)은 환봉 형태로 이루어지는 것이 바람직하나, 이산화탄소와 수증기의 유동이 복잡화 되도록 할 수 있는 형태이면, 이에 제한되지 않는다.
- [0068] 또한, 장형 구조물(600)은 측면판(150)의 내측면 일측에 형성된 삽입홈에 탈부착 가능하도록 삽입되고, 다수의 장형 구조물이 서로간에 기 결정된 간격만큼 이격하여 배치될 수 있다.
- [0069] 더하여, 장형 구조물(600)은 형성된 다수의 삽입홈에 모두 결합되는 것이 바람직하나, 이산화탄소와 수증기의 유속, 물질전달율과 같은 주요 변수들을 변화시킬 수 있는 형태이면, 이에 제한되지 않는다.
- [0070] 즉, 본체부(100)에 배치되는 장형 구조물(600)의 개수를 사용자의 판단에 따라 조절할 수 있다.
- [0071] 또한, 장형 구조물(600)은 가스 주입부(200)를 통한 이산화탄소의 유입 방향 및 상기 증기 주입부(300)를 통한 수증기의 유입 방향 중 적어도 하나와 직교하는 방향으로 연장되도록 배치된다.
- [0072] 또한, 장형 구조물(600)은 외주면이 광촉매물질로 코팅될 수 있다.
- [0073] 더하여, 장형 구조물(600)에 코팅되는 광촉매물질은 다양한 종류의 물질을 사용할 수 있고 동일한 광촉매물질을 재코팅할 수 있다.
- [0074] 또한, 장형 구조물(600)은 자외선투과형 폴리메틸 메탈크릴레이트로 이루어지는 것이 바람직하나, 광원으로부터 입사되는 광의 반사와 굴절을 유도할 수 있는 것이면, 이에 제한되지 않는다.
- [0075] 즉, 장형 구조물(600)은 소다 라임, 석영, 붕규산염 등으로 이루어질 수 있다.
- [0076] 이러한, 장형 구조물(600)은 본체부(100)의 내부공간(160)으로 공급되는 이산화탄소와 수증기의 유동에 변화를 주어 광전환 반응기(10) 내부에서의 확산에 도움이 되고, 이에 따라, 광전환 반응기(10) 내부에 존재하는 이산화탄소 및 수증기와 코팅된 광촉매물질과의 접촉 면적을 증가시켜 광전환 효율을 증대시키는 효과가 있다.
- [0077] 또한, 본 발명에 따른 실시예에서 장형 구조물(600)은 광원으로부터 입사되는 광의 반사와 굴절 현상을 유도하여 본체부(100)의 내부공간(160)에 코팅된 광촉매물질로 입사되는 광의 입사량을 증대시킬 수 있다.
- [0078] 통공판(700)은 액체 배출부(500)의 인접한 영역에 배치될 수 있다.
- [0079] 더 구체적으로, 통공판(700)은 본체부(100)의 바닥판(120)의 내측면에 인접한 영역에 배치되고, 전면판(130), 후면판(140) 및 측면판(150)의 내측면과 결합된다.
- [0080] 즉, 통공판(700)은 본체부(100)의 바닥면으로부터 기 결정된 거리만큼 이격된 위치에 배치되고, 액화유체를 통과시킬 수 있다.
- [0081] 또한, 통공판(700)은 자외선투과형 폴리메틸 메탈크릴레이트로 이루어지고 그 상면이 광촉매물질로 코팅되어 있

으며, 다수개의 통공이 형성되어 있다.

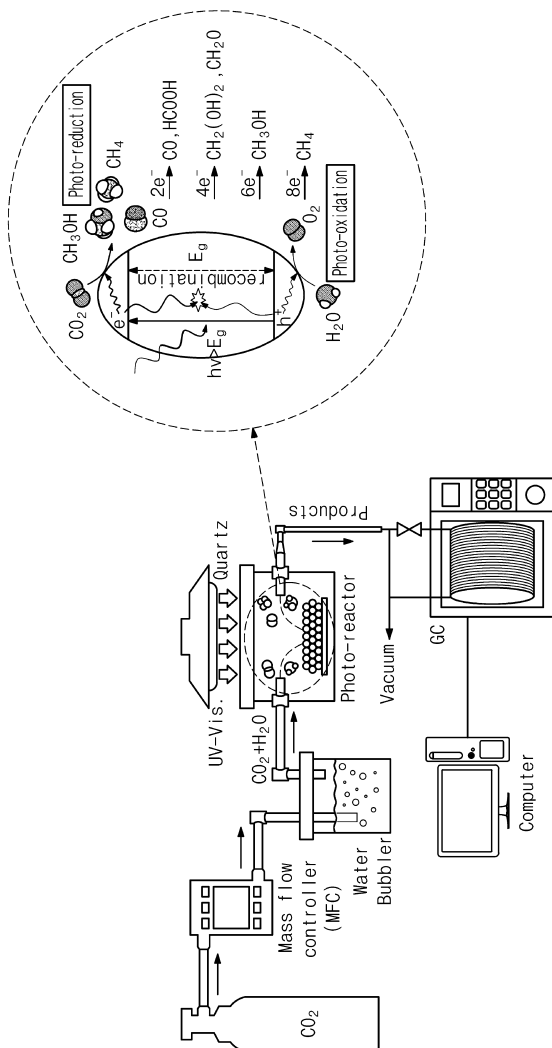
- [0082] 이에 따라, 통공관(700)이 본체부(100)에 배치됨으로써, 본체부(100)의 내부공간(160)으로 공급되는 수증기가 액화되어 축적되는 현상을 방지할 수 있고, 상기 축적된 물과 광전환 반응 시 생성된 액화유체를 저장될 수 있는 공간을 형성할 수 있다.
- [0083] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 일산화탄소 생성량을 나타낸 그래프이다.
- [0084] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 광전환 반응기(10)에서 이산화탄소의 광전환 반응을 통해 전환된 일산화탄소만을 측정하여 시간에 따른 일산화탄소 생성량을 나타내었다.
- [0085] 장형 구조물(600)이 추가되지 않았을 때의 광전환율은 0.0477 $\mu\text{mol/gcat}$ 이고, 환봉이 추가되었을 때의 광전환율은 0.10509 $\mu\text{mol/gcat}$ 로 측정되어 초기 30분간 광전환 반응을 실시하였을 때, 장형 구조물(600)이 추가되었을 때 약 2.1배 향상된 광전환율을 보였다.
- [0086] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 구조물이 설치되었을 때 광전환 반응기 내부의 시간에 따른 수증기의 부피 분포 상태 및 광전환 반응기 내부의 시간에 따른 수증기의 유선 흐름을 나타낸 도면이다.
- [0087] 도 6을 참조하면, 장형 구조물(600)이 배치되었을 때 증기의 부피 분포 상태와 증기 주입부(300)를 통해 주입된 수증기의 시간에 따른 유선의 흐름을 1초단위로 비교하여 볼 수 있다.
- [0088] 증기 주입의 특성상 주입 속도에 따라 일정거리를 기점으로 확산이 시작되는데, 도 6에 도시된 바와 같이, 주입구의 상단과 하단에 확산된 증기가 순환하며 체류함을 확인할 수 있다. 배치된 장형 구조물(600)은 증기의 분산 지점을 앞당기며, 확산 과정에서 방해요소로 작용하여 증기의 유동을 복잡하게 하는 것을 확인할 수 있다.
- [0089] 이상의 상세한 설명은 본 발명을 예시하는 것이다. 또한 기술한 내용은 본 발명의 바람직한 실시 형태를 나타내어 설명하는 것이며, 본 발명은 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 즉 본 명세서에 개시된 발명의 개념의 범위, 저술한 개시 내용과 균등한 범위 및/또는 당업계의 기술 또는 지식의 범위내에서 변경 또는 수정이 가능하다. 저술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 최선의 상태를 설명하는 것이며, 본 발명의 구체적인 적용 분야 및 용도에서 요구되는 다양한 변경도 가능하다. 따라서 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 또한 첨부된 청구범위는 다른 실시 상태도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

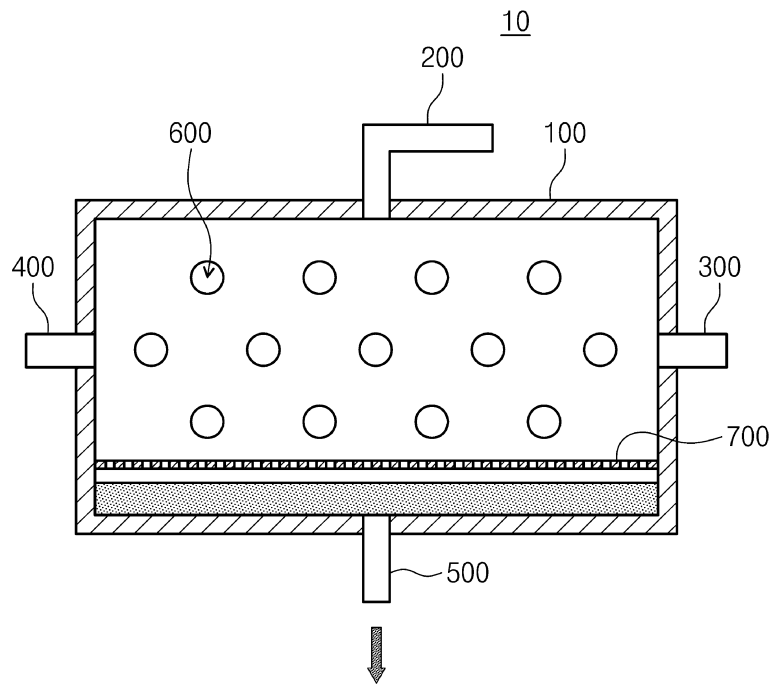
- [0090] 100: 본체부
200: 가스 주입부
300: 증기 주입부
400: 가스 배출부
500: 액체 배출부
600: 장형 구조물

도면

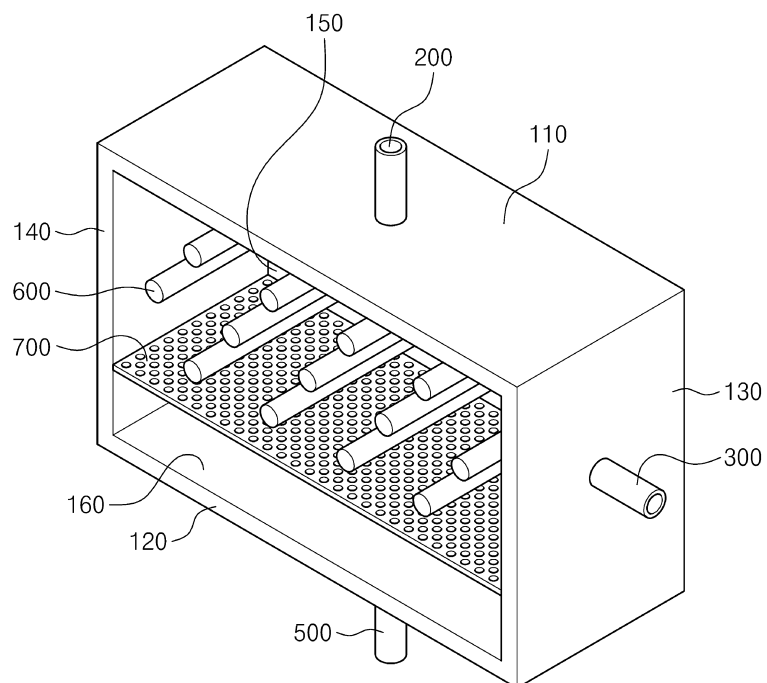
도면1



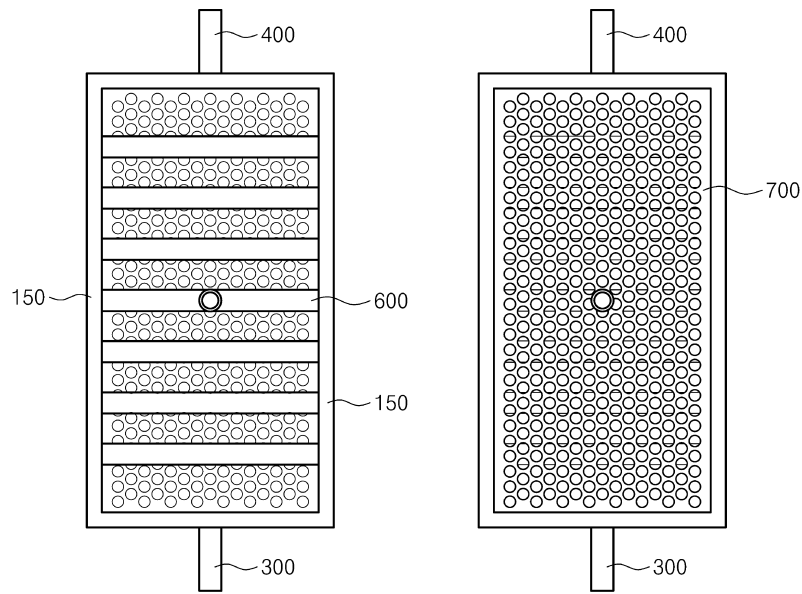
도면2



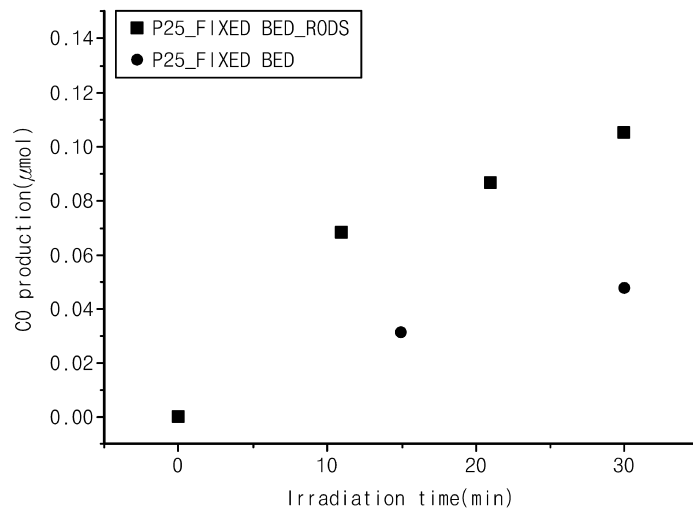
도면3



도면4



도면5



도면6

