(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020 년 10 월 8 일 (08.10.2020)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2020/204346 A1

(51) 국제특허분류:
B01J 19/12 (2006.01) *C01B 32/40* (2017.01)
C01B 3/04 (2006.01) *B01J 8/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2020/002000

(22) 국제출원일: 2020 년 2 월 13 일 (13.02.2020)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2019-0038766 2019 년 4 월 3 일 (03.04.2019) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (**KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION**) [KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).

(72) 발명자: 강용태 (**KANG, Yongtae**); 06602 서울시 서초구 서초대로65길 13-10, 104동 905호, Seoul (KR). 정한솔 (**JUNG, Hansol**); 02752 서울시 성북구 화랑로 111-13, 204호, Seoul (KR). 김민재 (**KIM, Minjae**); 13835 경기도 과천시 별양로 12, 330동 302호, Gyeonggi-do (KR).

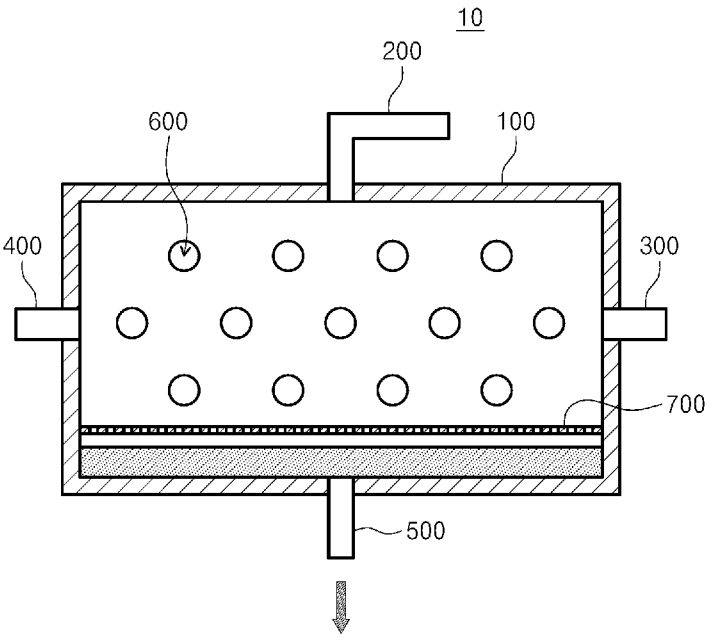
(74) 대리인: 김정연 등 (**KIM, Jungyun** et al.); 06753 서울시 서초구 바우뫼로 150, 2층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE,

(54) **Title:** CARBON DIOXIDE PHOTOCONVERSION REACTOR

(54) **발명의 명칭:** 이산화탄소 광전환 반응기



(57) **Abstract:** A carbon dioxide photoconversion reactor according to the present invention comprises: a main body part having a sealed inner space in which a photocatalytic material is provided such that a reaction gas and a liquefied fluid are generated from carbon dioxide through a photoconversion reaction; a gas injection part for providing a path along which the carbon dioxide moves; a steam injection part for providing a path along which steam moves; a gas discharge part through which the generated reaction gas is discharged; a liquid discharge part through which the generated liquefied fluid is discharged; and at least one elongated structure disposed across the inner space in a predetermined direction.

(57) **요약서:** 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.

WO 2020/204346 A1

[다음 쪽 계속]

LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 이산화탄소 광전환 반응기

기술분야

[1] 본 발명은 이산화탄소 광전환 반응기에 관한 것이다.

배경기술

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

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

[4] 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.

[5] 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.

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

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

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[8] 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.

[9] 또한, 본 발명의 실시예들은 이산화탄소와 수증기의 유동에 변화를 주어 밀폐된 내부공간에서의 확산에 도움이 되는 이산화탄소 광전환 반응기를 제공하고자 한다.

[10] 또한, 본 발명의 실시예들은 이산화탄소 및 수증기와 코팅된 광촉매물질과의 접촉 면적을 증가시켜 광전환 효율을 증대시킬 수 있는 이산화탄소 광전환 반응기를 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

[11] 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 광전환반응기는 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 포함할 수 있다.

[12] 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 광원으로부터 광이 입사되는 투명 평판은 석영으로 이루어진다.

[13] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 광전환 반응기의 본체부는 바닥면으로부터 기 결정된 거리만큼 이격된 위치에 배치되어 액화유체를 통과시키는 통공판을 더 포함할 수 있다.

[14] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 광전환 반응기의 본체부는 내측면 일측에 상기 장형 구조물의 사이즈에 대응되는 적어도 하나의 삽입홈을 포함한다.

[15] 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.

[16] 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.

[17] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 광전환 반응기의 장형 구조물은 외주면이 광촉매물질로 코팅될 수 있다.

[18] 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

[19] 본 발명의 실시예들에 따른 이산화탄소 광전환 반응기는 이산화탄소, 빛 및 수증기를 이용하여 이산화탄소를 재활용이 가능한 에너지로 변환할 수 있다.

[20] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 이산화탄소 광전환 반응기는 이산화탄소와 수증기의 유동에 변화를 주어 밀폐된 내부공간에서의 확산에 도움이 될 수 있다.

[21] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 이산화탄소 광전환 반응기는 이산화탄소 및 수증기와 코팅된 광촉매물질과의 접촉 면적을 증가시켜 광전환 효율을

증대시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

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

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

[24] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 광전환 반응기의 사시도이다.

[25] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 광전환 반응기를 천장과 바닥에서 바라본 도면이다.

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

[27] 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.

발명의 실시를 위한 형태

[28] 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.

[29] 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.

[30] 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.

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

[32] 인공 광합성으로 대표되는 이산화탄소 광전환 시스템은 광원을 에너지원으로 사용하여 물과 이산화탄소로부터 고에너지 유기물을 합성하는 광합성 반응과 유사하다.

[33] 자연계에서의 광합성 반응은 크게 빛을 흡수하여 물을 산소와 수소로 분해하는 명반응과 얻어진 수소를 이용하여 이산화탄소를 환원하여 최종적으로 유기물을 합성하는 암반응으로 이루어진다.

[34] 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.

[35] 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.

[36] 이때, 사용되는 전자와 양성자의 개수에 따라 다양한 환원반응과 생성물이 존재할 수 있으며, 상기 생성물은 개미산, 일산화탄소, 포름알데히드, 메탄올 및 메탄 등이 있다.

[37] 또한, 생성물은 가스 크로마토그래피로 주입되고, 이를 통해 상기 생성물의 구성을 파악하는 정성분석 및 증가량과 증가속도를 파악하는 정량 분석이 수행될 수 있다.

[38] 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.

[39] 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 반응기를 천장과 바닥에서 바라본 도면이다.

[40] 더하여, 도 4(a)는 본 발명의 실시예에 따른 광전환 반응기를 천장에서 바라본 평면도이고, 도 4(b)는 본 발명의 실시예에 따른 광전환 반응기를 바닥에서 바라본 저면도이다.

[41] 도 2, 도 3, 도 4(a) 및 도 4(b)에 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 통공판(700)으로 구성된다.

[42] 본체부(100)는 밀폐된 내부공간(160)이 마련되고, 내부공간(160)에 광촉매물질이 구비되어 광전환 반응으로 이산화탄소로부터 반응가스와 액화유체가 생성된다.

[43] 즉, 본체부(100)는 광원으로부터 입사되는 광을 이용하여 이산화탄소를 재활용이 가능한 반응가스 및 액화유체로 변환시키는 소정의 공간을 제공할 수 있다.

[44] 상기 반응가스는 일산화탄소, 개미산, 포름알데히드 및 메탄가스일 수 있으며, 상기 액화유체는 물, 메탄올 등이 포함될 수 있다.

[45] 또한, 본체부(100)는 다수의 투명 평판이 상호간 분리 가능하게 결합되어 육면체 형상을 이루도록 제공된다.

[46] 투명 평판은 소다 라임(Soda Lime), 자외선투과형 폴리메틸 메탈크릴레이트(UV-T PMMA), 석영(Quartz), 봉규산염(Borosilicate)으로 구성되는 것이 바람직하나, 광원으로부터 입사되는 광의 반사와 굴절을 유도할 수 있는 것이면, 이에 제한되지 않는다.

[47] 더하여, 본체부(100)의 투명 평판은 천장판(110), 바닥판(120), 전면판(130), 후면판(140) 및 한쌍의 측면판(150)을 포함할 수 있다.

[48] 또한, 본체부(100)의 투명 평판 중 광원으로부터 광이 입사되는 투명 평판은 모든 파장의 영역대에 있어서 광투과도가 높은 석영으로 이루어지는 것이 바람직하며, 이외의 투명 평판은 자외선투과형 폴리메틸 메탈크릴레이트로 이루어지는 것이 바람직하다.

[49] 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.

[50] 또한, 본체부(100)는 내측면 일측에 장형 구조물(600)의 사이즈에 대응되는 다수의 삽입홈(미도시)을 더 포함할 수 있다.

[51] 보다 구체적으로, 삽입홈(미도시)은 한쌍의 측면판(150)의 내측면에 다수개가 소정 간격으로 이격하여 형성될 수 있다.

[52] 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.

[53] 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.

[54] 본 발명에서 광촉매물질은 이산화티타늄으로 구성되는 것이 바람직하나, 이산화탄소 환원반응이 진행될 수 있는 것이면, 이에 제한되지 않는다.

[55] 가스 주입부(200)는 이산화탄소가 이동하는 통로를 제공할 수 있다.

[56] 또한, 가스 주입부(200)는 본체부(100)와 연통되고, 더 구체적으로는 본체부(100)의 천장판(110)과 결합된다.

[57] 또한, 가스 주입부(200)는 외부의 이산화탄소 저장탱크와 연결되고, 광전환 반응 시 필요로 하는 이산화탄소를 본체부(100)의 내부공간(160)으로 공급할 수 있다.

[58] 또한, 가스 주입부(200)는 유량 조절계(미도시)가 설치될 수 있으며, 이산화탄소를 일정한 유속으로 적정량 주입시킬 수 있다.

[59] 증기 주입부(300)는 수증기가 이동하는 통로를 제공한다.

[60] 또한, 증기 주입부(300)는 본체부(100)와 연통되고, 더 구체적으로는 본체부(100)의 전면판(130)과 결합된다.

[61] 또한, 증기 주입부(300)는 외부의 증기분사장치와 연결되고, 광전환 반응 시 필요로 하는 수증기를 본체부(100)의 내부공간(160)으로 공급할 수 있다.

[62] 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.

[63] 또한, 증기 주입부(300)는 광전환 반응이 끝날 때까지 수증기를 지속적으로 주입한다.

[64] 가스 배출부(400)는 광전환 반응 시 생성되는 반응가스를 외부로 배출할 수 있다.

[65] 또한, 가스 배출부(400)는 본체부(100)와 연통되고, 더 구체적으로는 본체부(100)의 후면판(140)과 결합된다.

[66] 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.

[67] 이때, 생성가스는 헬륨, 수소 및 질소와 같은 캐리어 가스를 통해 상기 가스 크로마토그래피로 주입된다.

[68] 액체 배출부(500)는 광전환 반응 시 생성되는 액화유체를 외부로 배출할 수 있다.

[69] 또한, 액체 배출부(500)는 본체부(100)와 연통되고, 더 구체적으로는 본체부(100)의 바닥판(120)과 결합된다.

[70] 또한, 액체 배출부(500)는 외부의 배출물 저장탱크와 연결되고, 생성된 액화유체는 액체 배출부(500)를 통해 배출물 저장탱크에 저장될 수 있다.

[71] 또한, 액체 배출부(500)는 밸브(미도시)가 설치될 수 있으며, 상기 밸브를 통해 적정량 모인 액화유체를 외부로 배출할 수 있다.

[72] 장형 구조물(600)은 본체부(100)의 내부공간(160)을 기 설정된 방향으로 가로질러 배치된다.

[73] 본 발명의 실시예에서, 장형 구조물(600)은 환봉 형태로 이루어지는 것이 바람직하나, 이산화탄소와 수증기의 유동이 복잡화 되도록 할 수 있는 형태이면, 이에 제한되지 않는다.

[74] 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.

[75] 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.

[76] 즉, 본체부(100)에 배치되는 장형 구조물(600)의 개수를 사용자의 판단에 따라 조절할 수 있다.

[77] 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.

[78] 또한, 장형 구조물(600)은 외주면이 광촉매물질로 코팅될 수 있다.

[79] 더하여, 장형 구조물(600)에 코팅되는 광촉매물질은 다양한 종류의 물질을 사용할 수 있고 동일한 광촉매물질을 재코팅할 수 있다.

[80] 또한, 장형 구조물(600)은 자외선투과형 폴리메틸 메탈크릴레이트로 이루어지는 것이 바람직하나, 광원으로부터 입사되는 광의 반사와 굴절을 유도할 수 있는 것이면, 이에 제한되지 않는다.

[81] 즉, 장형 구조물(600)은 소다 라임, 석영, 봉규산염 등으로 이루어질 수 있다.

[82] 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.

[83] 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.

[84] 통공판(700)은 액체 배출부(500)의 인접한 영역에 배치될 수 있다.

[85] 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.

[86] 즉, 통공판(700)은 본체부(100)의 바닥면으로부터 기 결정된 거리만큼 이격된 위치에 배치되고, 액화유체를 통과시킬 수 있다.

[87] 또한, 통공판(700)은 자외선투과형 폴리메틸 메탈크릴레이트로 이루어지고 그 상면이 광촉매물질로 코팅되어 있으며, 다수개의 통공이 형성되어 있다.

[88] 이에 따라, 통공판(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.

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

[90] 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.

[91] 장형 구조물(600)이 추가되지 않았을 때의 광전환율은 0.0477 umol/gcat이고, 환봉이 추가되었을 때의 광전환율은 0.10509 umol/gcat로 측정되어 초기 30분간 광전환 반응을 실시하였을 때, 장형 구조물(600)이 추가되었을 때 약 2.1배 향상된 광전환율을 보였다.

[92] 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.

[93] 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.

[94] 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 분산지점을 앞당기며, 확산 과정에서 방해요소로 작용하여 증기의 유동을 복잡하게 하는 것을 확인할 수 있다.

[95] 이상의 상세한 설명은 본 발명을 예시하는 것이다. 또한 전술한 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.

청구범위

[청구항 1] 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 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 액화유체를통과시키는 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.

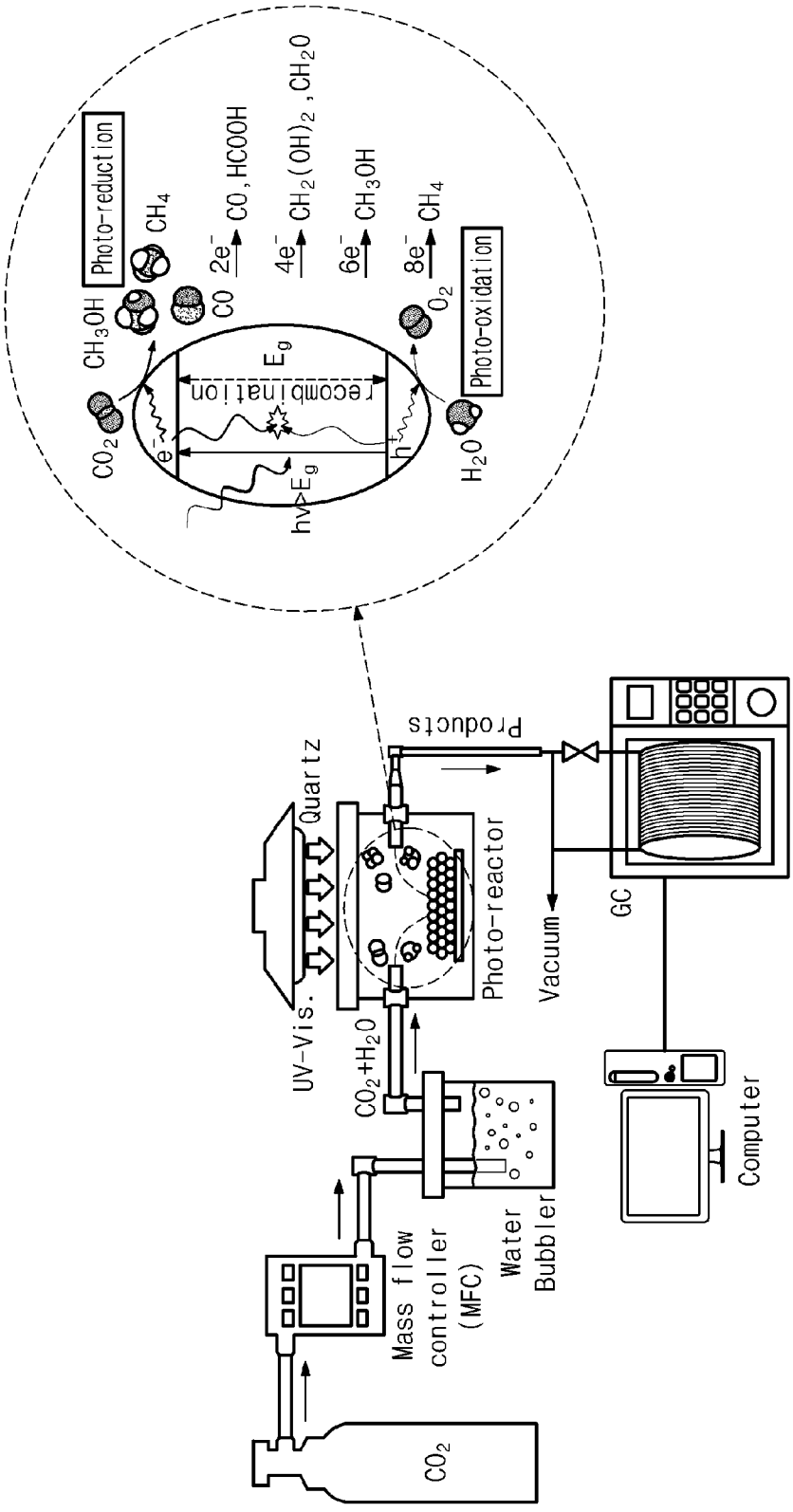
[청구항 5] 제 4항에 있어서,
상기 장형 구조물은,
상기 삽입홈에 탈부착 가능하도록 삽입되고, 다수의 장형 구조물이 서로간에 기 결정된 간격만큼 이격하여 배치되는 이산화탄소 광전환 반응기.

[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.

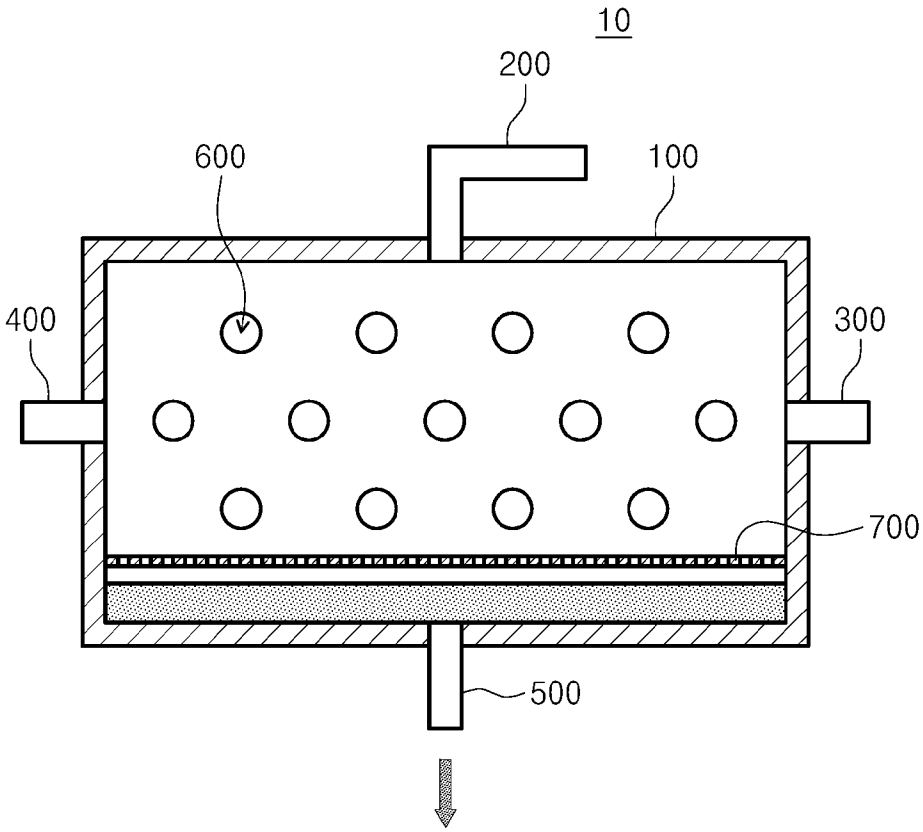
[청구항 7] 제 6항에 있어서,
상기 장형 구조물은,
외주면이 광촉매물질로 코팅되는 이산화탄소 광전환 반응기.

[청구항 8] 제 1항에 있어서,
상기 광촉매물질은 이산화티타늄, 산화아연, 산화지르코늄, 황화카드뮴, 산화바나듐, 삼산화텅스텐, 스트론튬 티탄산염 및 이들의 조합으로 이루어지는 군에서 선택되는 물질로 구성되는 이산화탄소 광전환 반응기.

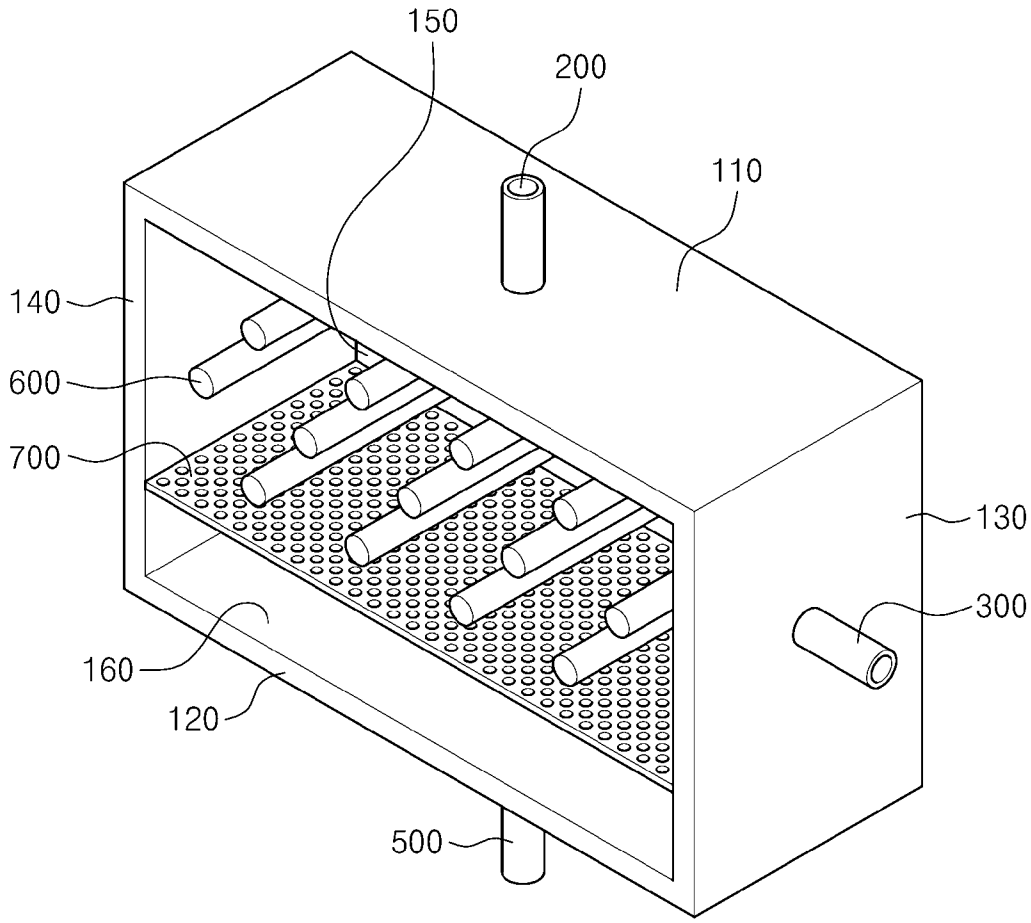
[도1]


Photo-reduction
CH4
CH3OH
CO
2e- CO, HCOOH
4e- CH2(OH)2 , CH2O
6e- CH3OH
8e- CH4
O2
Photo-oxidation
Eg
recombination
CO2
e-
h+
hν>Eg
H2O
Products
Quartz
UV-Vis.
CO2+H2O
Photo-reactor
Vacuum
GC
Computer
Mass flow controller (MFC)
Water Bubbler
CO2

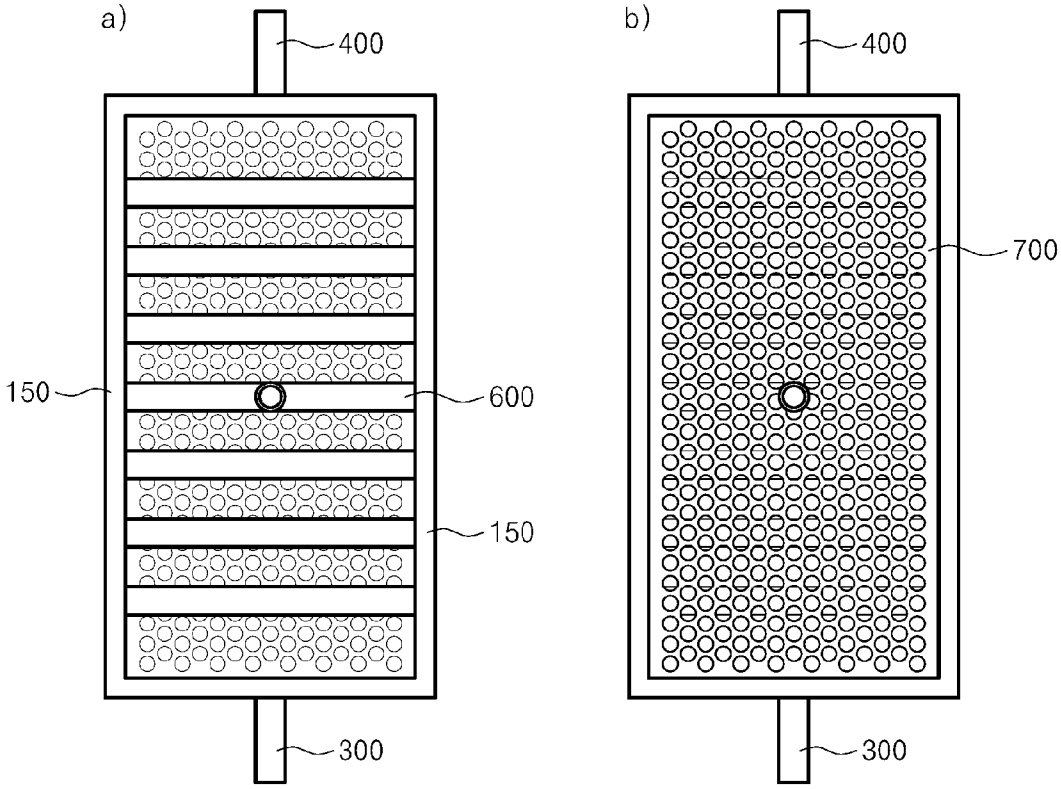
[도2]


10
200
600
100
400
300
700
500

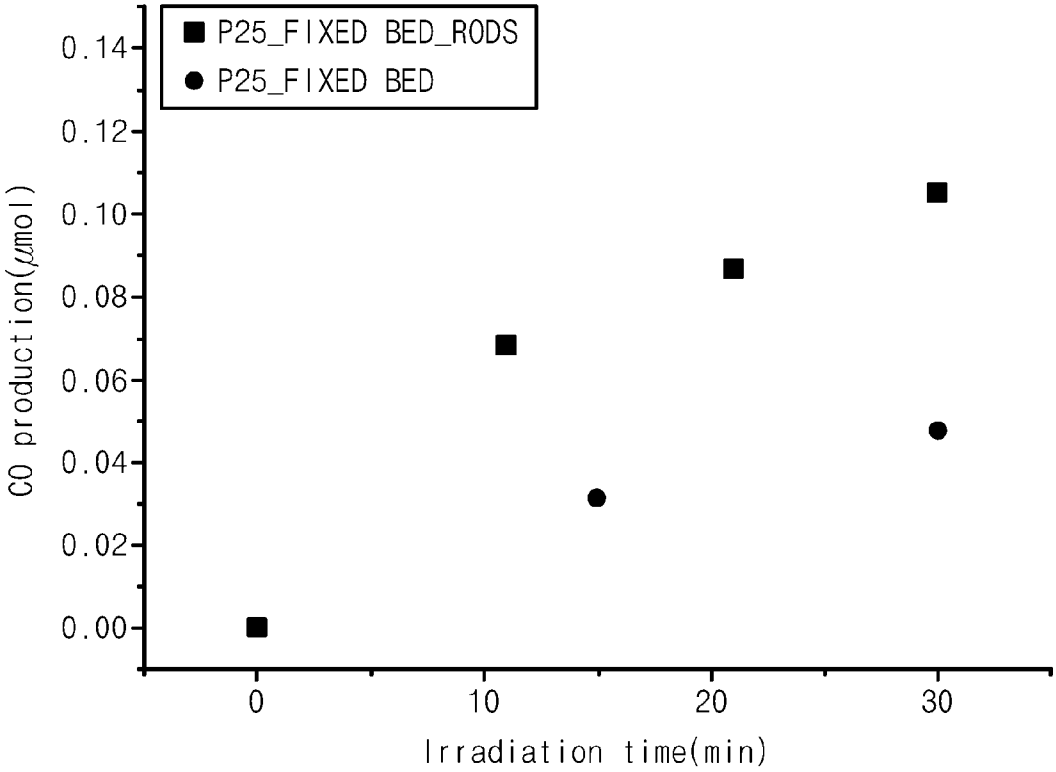
[도3]


150
200
110
140
600
700
130
300
160
120
500

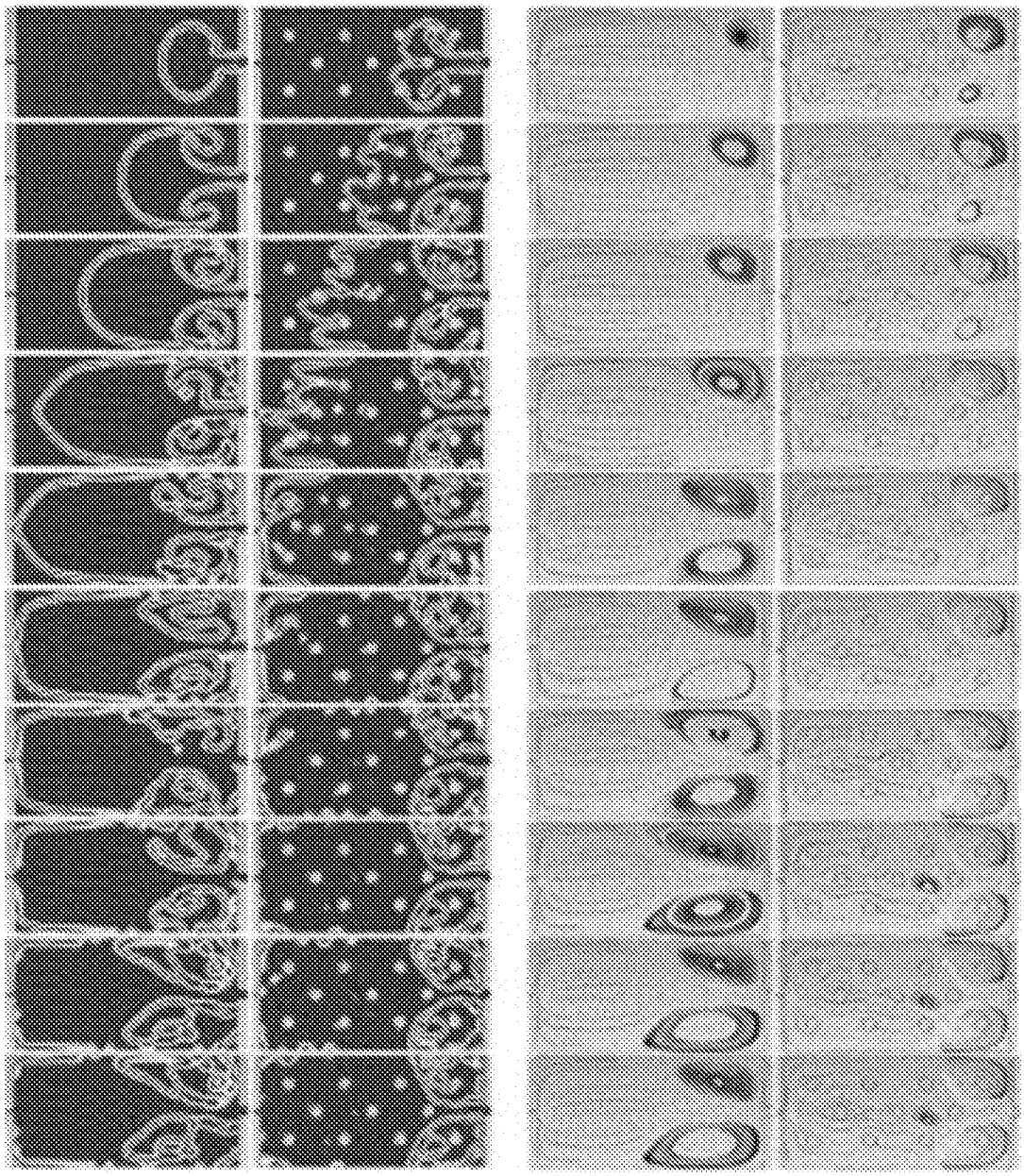
[도4]


a)
400
150
600
150
300
b)
400
700
300

[도5]


P25_FIXED BED_RODS
P25_FIXED BED
CO production(μmol)
0.14
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00
0
10
20
30
Irradiation time(min)

[도6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2020/002000

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01J 19/12(2006.01)i, C01B 3/04(2006.01)i, C01B 32/40(2017.01)i, B01J 8/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01J 19/12; A61L 9/20; B01D 53/86; B01J 19/00; B01J 19/08; B01J 21/06; B01J 8/06; C02F 1/32; F01K 7/00; C01B 3/04; C01B 32/40; B01J 8/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: carbon dioxide, photo conversion, reactor, liquefaction

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2013-0044704 A (SOGANG UNIVERSITY RESEARCH & BUSINESS DEVELOPMENT FOUNDATION) 03 May 2013 See paragraphs [0042]-[0050], [0056] and figures 1-3.	1-8
Y	KR 10-0714849 B1 (UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION GROUP OF KYUNG HEE UNIVERSITY) 04 May 2007 See page 6 and figure 1.	1-8
Y	KR 10-2012-0053025 A (SIEMENS PTE. LTD.) 24 May 2012 See paragraph [0012], claim 1 and figure 2.	3
A	US 2009-0313886 A1 (HINMAN, Brian L. et al.) 24 December 2009 See paragraphs [0018]-[0038] and figures 1a-1c.	1-8
A	JP 11-033357 A (SUMITOMO HEAVY IND LTD.) 09 February 1999 See paragraphs [0020]-[0023] and figures 1-2.	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
10 JULY 2020 (10.07.2020)	**10 JULY 2020 (10.07.2020)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2020/002000

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2013-0044704 A	03/05/2013	KR 10-1590535 B1	01/02/2016
		KR 10-1596439 B1	22/02/2016
		KR 10-2013-0044697 A	03/05/2013
		US 2014-0235736 A1	21/08/2014
		US 9364808 B2	14/06/2016
		WO 2013-062304 A1	02/05/2013
KR 10-0714849 B1	04/05/2007	None	
KR 10-2012-0053025 A	24/05/2012	CN 102482121 A	30/05/2012
		CN 102482121 B	17/06/2015
		EP 2459489 A2	06/06/2012
		JP 2013-500854 A	10/01/2013
		SG 178138 A1	29/03/2012
		TW 201204639 A	01/02/2012
		TW I531539 B	01/05/2016
		US 2011-0024365 A1	03/02/2011
		US 8591730 B2	26/11/2013
		WO 2011-014717 A2	03/02/2011
		WO 2011-014717 A3	24/03/2011
US 2009-0313886 A1	24/12/2009	AU 2009-262289 A1	30/12/2009
		AU 2009-262289 A8	30/12/2009
		AU 2009-262289 A8	17/02/2011
		US 2010-0000874 A1	07/01/2010
		WO 2009-158347 A1	30/12/2009
		WO 2010-036662 A1	01/04/2010
JP 11-033357 A	09/02/1999	None	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2020/002000

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B01J 19/12(2006.01)i, C01B 3/04(2006.01)i, C01B 32/40(2017.01)i, B01J 8/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
B01J 19/12; A61L 9/20; B01D 53/86; B01J 19/00; B01J 19/08; B01J 21/06; B01J 8/06; C02F 1/32; F01K 7/00; C01B 3/04; C01B 32/40; B01J 8/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 이산화탄소(carbon dioxide), 광전환(photo conversion), 반응기(reactor), 액화(liquid fluid)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2013-0044704 A (서강대학교산학협력단) 2013.05.03 단락 [0042]-[0050], [0056] 및 도면 1-3	1-8
Y	KR 10-0714849 B1 (경희대학교 산학협력단) 2007.05.04 페이지 6 및 도면 1	1-8
Y	KR 10-2012-0053025 A (지멘스 피티이 엘티디) 2012.05.24 단락 [0012], 청구항 1 및 도면 2	3
A	US 2009-0313886 A1 (HINMAN, BRIAN L. 등) 2009.12.24 단락 [0018]-[0038] 및 도면 1a-1c	1-8
A	JP 11-033357 A (SUMITOMO HEAVY IND LTD.) 1999.02.09 단락 [0020]-[0023] 및 도면 1-2	1-8

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2020년 07월 10일 (10.07.2020)	2020년 07월 10일 (10.07.2020)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
허주형
전화번호 +82-42-481-8150

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2020/002000

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2013-0044704 A	2013/05/03	KR 10-1590535 B1	2016/02/01
		KR 10-1596439 B1	2016/02/22
		KR 10-2013-0044697 A	2013/05/03
		US 2014-0235736 A1	2014/08/21
		US 9364808 B2	2016/06/14
		WO 2013-062304 A1	2013/05/02
KR 10-0714849 B1	2007/05/04	없음	
KR 10-2012-0053025 A	2012/05/24	CN 102482121 A	2012/05/30
		CN 102482121 B	2015/06/17
		EP 2459489 A2	2012/06/06
		JP 2013-500854 A	2013/01/10
		SG 178138 A1	2012/03/29
		TW 201204639 A	2012/02/01
		TW I531539 B	2016/05/01
		US 2011-0024365 A1	2011/02/03
		US 8591730 B2	2013/11/26
		WO 2011-014717 A2	2011/02/03
		WO 2011-014717 A3	2011/03/24
US 2009-0313886 A1	2009/12/24	AU 2009-262289 A1	2009/12/30
		AU 2009-262289 A8	2009/12/30
		AU 2009-262289 A8	2011/02/17
		US 2010-0000874 A1	2010/01/07
		WO 2009-158347 A1	2009/12/30
		WO 2010-036662 A1	2010/04/01
JP 11-033357 A	1999/02/09	없음	