

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국



(10) 국제공개번호

(43) 국제공개일  
2025년 1월 9일 (09.01.2025)

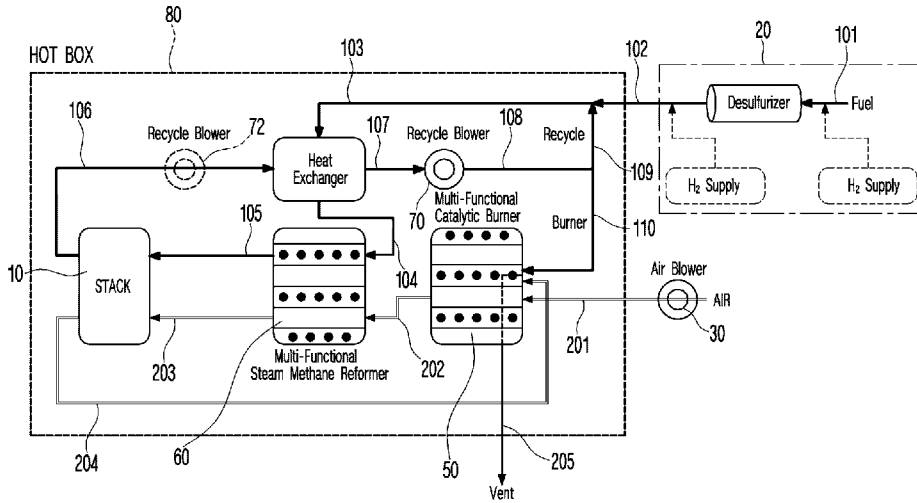
WIPO | PCT

WO 2025/009904 A1

- (51) 국제특허분류: H01M 8/04089 (2016.01) H01M 8/0662 (2016.01)  
H01M 8/0612 (2016.01) H01M 8/04701 (2016.01)  
H01M 8/04082 (2016.01) H01M 8/04746 (2016.01)  
H01M 8/04014 (2016.01) H01M 8/12 (2006.01)
- (71) 출원인: 피엔피에너지텍 주식회사 (P&P ENERGYTECH CO.) [KR/KR]; 34323 대전광역시 대덕구 대덕대로1486번길 202, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 이용현 (LEE, Yong Hyun); 34010 대전광역시 유성구 구죽로 16, 111동 1102호, Daejeon (KR).
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2024/009455
- (74) 대리인: 이준성 (LEE, Joon Sung); 06196 서울특별시 강남구 삼성로 85길 19, 402호, Seoul (KR).
- (22) 국제출원일: 2024년 7월 4일 (04.07.2024)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
- (30) 우선권정보: 10-2023-0087914 2023년 7월 6일 (06.07.2023) KR  
10-2024-0087349 2024년 7월 3일 (03.07.2024) KR

(54) Title: SOLID OXIDE FUEL CELL SYSTEM INCLUDING MULTI-FUNCTIONAL BOP COMPONENTS AND OPERATION METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 다기능 BOP 부품이 포함된 고체산화물 연료전지 시스템 및 그 작동방법



(57) Abstract: The present invention relates to a solid oxide fuel cell system including multi-functional BOP components and an operation method therefor, the system comprising: a fuel supply unit that supplies a fuel to a fuel cell stack; an air supply unit that supplies air; a heat exchanger that increases the temperature of the fuel, supplied from the fuel supply unit, via a stack fuel electrode off-gas (fuel off-gas) discharged from the fuel cell stack, and supplies the fuel to a multi-functional steam reformer; a multi-functional catalytic burner that uses the stack fuel electrode off-gas (stack off-gas), discharged from the fuel cell stack, as fuel to increase the temperature of the supplied air; the multi-functional steam reformer that reforms NG into hydrogen by using the heat sources of the fuel electrode off-gas and the fuel heated to a higher temperature in the heat exchanger, and supplies the hydrogen to the fuel cell stack; and a recycle blower for recirculating the fuel off-gas discharged from the fuel cell stack.

(57) 요약서: 본 발명은 다기능 BOP 부품이 포함된 고체산화물 연료전지 시스템 및 그 작동방법에 관한 것으로서, 연료전지 스택에 연료를 공급하는 연료 공급부와, 공기를 공급하는 공기 공급부와, 연료전지 스택에서 배출되는 스택 연료극 오프가스(Fuel Off-gas)를 통해 연료 공급부로부터 공급되는 연료의 온도를 상승시켜 다기능 스택 개질기로 공급하는 열교환기와, 공급되는 공기의 온도를 상승시키기 위해 연료전지 스택에서 배출되는 스택 연료극 오프가스(Stack Off-gas)를 연료로 활용하는 다기능 촉매연소기와, 열교환기에서 온도가 상승된 연료와 연료극 오프가스의 열 소스로 NG를 수소로 개질하여 연료전지 스택으로 공급하는 다기능 스택 개질기와, 연료전지 스택에서 배출되는 연료극 오프가스(Fuel Off-gas)를 재순환시키기 위한 리사이클 블로워를 포함한다.

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, CV, GH, GM,  
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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,  
ME, 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: 다기능 BOP 부품이 포함된 고 체산화물 연료전지 시스템 및 그 작동방법

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 다기능 BOP 부품이 포함된 고체산화물 연료전지 시스템 및 그 작동 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 열효율의 극대화가 가능한 일체형 다기능 BOP 부품이 포함되고, 원활한 연료 재순환이 가능하며 스택 교체가 가능한 고체산화물 연료전지 시스템 및 그 작동방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 연료전지는 수소(연료)와 산소의 전기화학반응으로 물과 전기를 생성하는 발전기이다. 연료전지는 공기극, 연료극, 전해질로 구분할 수 있으며 전해질 소재에 따라 연료전지의 명칭과 작동온도가 구분된다. 고체산화물 연료전지(Solid Oxide Fuel Cell, 이하 'SOFC')는 공기극 쪽의 산소가 고체 전해질을 통해 이온 형태로 연료극으로 넘어가는데 보통 650~900°C에서 동작을 하게 된다.
- [3] SOFC는 셀 양극(공기극, 연료극)에 이종의 가스를 공급하게 해야 하는데, 이러한 역할을 분리판과 매니폴드가 수행하고 발생된 전기는 집전체를 통해 집전되어 전기가 흐르게 된다. 또한 셀 양극에 공급되는 이종 가스가 각 전극에 원활하게 공급되기 위해 다공성 집전체를 사용하게 된다.
- [4] SOFC 시스템은 SOFC 스택에 원활하게 연료와 공기를 공급하여 주고 각각의 셀이 전기화학반응을 일으킬 수 있도록 650~900°C 정도의 온도를 유지할 수 있게 하는 장치이다. 따라서 장치별로 상이하지만 SOFC 시스템을 구성하는 대표적인 기계 부품은 열교환기, 연소기, 개질기, 스팀발생기, 공기블로워 등이 있다.
- [5] SOFC 시스템에 연료를 공급하게 되면 연소기를 통해 산소와 만나 연소반응을 하게되고 이때, 발생하는 열을 활용하여 SOFC 시스템의 전체 온도(스택 포함)를 상승시켜 SOFC 셀이 전기화학반응을 일으킬 수 있는 온도로 도달하게 해준다. 즉, SOFC 시스템에 공급되는 연료의 총에너지는 시스템의 온도와 스택이 발전하는 전기에너지의 총합이다.
- [6] 이러한 연료전지의 효율은 아래의 식 (1)과 같이 계산될 수 있다.
- [7] 연료전지의 효율(%) = (스택 발전용량 - 시스템 사용전기 용량) / 시스템의 공급되는 연료의 발열량 \* 100 ... (1)
- [8] 상기 식 (1)에 의해 시스템의 효율을 높이려면 시스템에 공급되는 연료량을 낮추거나 스택의 성능을 획기적으로 향상시켜야 한다. 하지만 시스템에 공급되는 연료의 양을 낮추게 되면 시스템의 온도가 낮아거나 스택의 성능이 저하된다.
- [9] 따라서, 시스템의 영역에서 시스템의 효율을 높이려면 ①시스템이 사용하는 전기용량을 낮추거나 ②온도를 낮추지 않고 시스템에 공급되는 연료의 양을 줄이는 방법이 있다.

- [10] ①번은 연료공급장치, 공기공급장치(Air Blower), 전기변환장치 등의 소모전력을 최소화하는 방법이고, ②번은 고온 영역에 노출되는 열교환기, 개질기, 연소기, 스택 등의 기계장치들의 열적 조화, 최단거리 배치, 일체화 등을 통해 열효율을 극대화하여 온도를 낮추지 않고 시스템에 공급되는 연료의 양을 줄일 수 있다.
- [11] 이와 관련된 종래의 기술로서, 연료전지 시스템에 관한 기술은 대한민국 등록특허공보 제10-2490704호 등에 개시된 바 있다. 상기 선행기술은 연료전지 시스템의 구성품들을 유체적으로 결합하는데 필요한 도관의 수를 줄이고 길이를 짧게 하여, 연료전지 시스템 내 도관을 통해 흐르는 연료 및 공기에서의 열손실이 적게 발생하고, 연료전지 시스템의 비용 및 복잡도가 비교적 낮은 구성을 갖는다.
- [12] 그러나, 상기 선행기술은 연료 유동 사이클과 공기 유동 사이클이 스택의 상·하부로 분리구성되어 열효율에 최적화되지 못하며, 공기 열교환기의 경우, 고온 공기 열교환기와 저온 공기 열교환기를 각각 필요로 함에 따라 구성품의 수가 많고, 구성품 간의 열적 조화가 어려운 단점이 있었다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [13] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로서, 열효율을 극대화하며, 핫박스 내부에 위치하는 리사이클 블로워(Recycle Blower)를 통해 연료의 재활용 흐름을 원활하게 할 수 있는 다기능 BOP 부품이 포함된 고체산화물 연료전지 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [14] 또한, 핫박스 내 스택과 BOP(Balance of Plant)가 모듈 형태로 설치되어 스택 맞춤형 설계가 가능하고 열관리 최적화를 위해 일체형 BOP 모듈 설계가 가능하여, 유지보수 시 스택 교체가 가능한 다기능 BOP 부품이 포함된 고체산화물 연료전지 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [15] 또한, 리사이클 블로워에 의해 석션된 후 스택의 연료 오프가스는 열교환기에 1차로 연결되고 리사이클 블로워 후단에서 2개의 분기라인으로 분기하여 제1 분기라인은 연료 유입라인에 제공되어 새롭게 공급되는 연료와 스택으로 공급되고 제2 분기라인은 촉매연소기에 제공되어 시스템 온도를 유지할 수 있는 다기능 BOP 부품이 포함된 고체산화물 연료전지 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [16] 이러한 구조를 통해, 본 발명에서는 연료를 재순환함으로써 발전효율 개선하고 시스템 내에서 발생한 열을 시스템 내에서 소비함으로써 열효율을 극대화할 수 있는 다기능 BOP 부품이 포함된 고체산화물 연료전지 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [17] 또한, 스택에서 배출되는 연료 오프가스(off-gas)는 전기를 만드는 과정에서 발열반응에 의해 형성된 열을 수반한 채로 핫박스(Hotbox) 내에서 계속 순환하기

때문에 열효율을 극대화할 수 있고, 급격하고 미세한 온도 변화에 의한 스택의 성능 저하를 방지할 수 있는 다기능 BOP 부품이 포함된 고체산화물 연료전지 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

- [18] 또한, 리사이클 블로워가 있어 FC반응을 통해 연료극에 생성되는 열과 핫스팀이 연료 오프가스와 재순환하면서 NG(Natural Gas) 개질에 필요한 물을 별도로 공급할 필요가 없고, 고온 영역에 노출되는 열교환기, 개질기, 연소기, 스택 등의 기계장치들이 한 흐름에 묶여 있어 열적 조화가 우수하고, 부품간의 최단거리 배치, 일체화 등을 통해 열손실을 최소화 하여 시스템에 공급되는 연료의 양을 최소화하고 더불어서 반응에 참여하지 않은 연료 오프가스를 재순환함으로써 높은 연료이용율을 유지할 수 있는 다기능 BOP 부품이 포함된 고체산화물 연료전지 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

### 과제 해결 수단

- [19] 상기와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에서는 연료 재순환형 고체 산화물 연료전지 시스템으로서, 연료전지 스택과, 상기 연료전지 스택에 연료를 공급하기 위한 연료 공급부와, 상기 연료전지 스택에 공기를 공급하기 위한 공기 공급부와, 상기 연료전지 스택에서 배출되는 스택 연료극 오프가스(Fuel Off-gas)를 통해 상기 연료 공급부로부터 공급되는 연료의 온도를 상승시켜 다기능 스택 개질기로 공급하는 열교환기와, 상기 연료전지 스택에서 배출되는 스택 공기극 오프가스와, 상기 열교환기를 거친 후 분기되는 제2 분기라인의 연료 오프가스의 연소반응에 의한 열을 활용하여 상기 공기 공급부로부터 공급되는 공기의 온도를 상승시켜 다기능 스택 개질기로 공급하는 다기능 촉매연소기와, 상기 다기능 촉매연소기에서 연소반응에 의해 온도가 상승된 다량의 공기를 통해 개질반응에 필요한 열을 공급받아 상기 열교환기에서 공급되는 연료를 수소로 개질하여 연료전지 스택으로 공급함으로써, 공기극과 연료극의 가스 흐름에서 비롯된 열을 사용하여 열교환을 하는 다기능 스택 개질기와, 상기 연료전지 스택에서 배출되는 스택 연료극 오프가스(Fuel Off-gas)를 지속적으로 재순환시키기 위해 연료 라인에 설치되는 리사이클 블로워를 포함하며, 상기 연료전지 스택에서 배출되는 연료 오프가스(Fuel Off-gas)와 공기 오프가스를 상기 연료 공급부와 공기 공급부에서 공급되는 연료와 공기의 열 소스로 사용하도록 연료 라인과 공기 라인을 구성하는 것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료전지 시스템이 제공된다.
- [20] 본 발명에 있어서, 상기 연료 공급부는 수소를 공급하는 수소공급부와, 상기 연료 내 황화물을 제거하는 탈황기(Desulfurizer)를 포함하며, 상기 연료 라인은 상기 리사이클 블로워를 통과한 연료 오프가스(Fuel Off-gas)가 상기 연료 공급부를 통해 공급되는 연료와 혼합되어 스택에 재공급되거나 상기 다기능 촉매연소기에 공급되는 것을 특징으로 한다.

- [21] 여기서, 상기 리사이클 블로워를 통과한 연료 오프가스는 2개의 라인으로 분기되어, 제1 분기라인은 상기 연료 공급부를 통해 공급되는 연료와 혼합되어 상기 열교환기를 통해 스택에 재공급되도록 연료 유입라인에 연결되고, 제2 분기라인은 상기 다기능 촉매연소기에 연료 오프가스의 흐름을 갖도록 연결될 수 있다.
- [22] 상기 연료 공급부에서 공급되는 연료의 유량을 조절하여 상기 연료전지 스택의 외부/내부 개질 비율을 조정하여 스택의 온도를 제어할 수 있다.
- [23] 상기 연료전지 스택, 열교환기, 다기능 촉매연소기, 다기능 스팀 개질기 및 리사이클 블로워는 핫박스(Hotbox) 내에 설치되어, 연료 오프가스(off-gas)가 상기 핫박스 내에서 계속 순환함으로써 열효율을 극대화하는 구조를 갖는다.
- [24] 상기 다기능 촉매 연소기에서 연소반응, 즉 제2 분기라인에 의해 다기능 촉매 연소기로 공급되는 연료와 공기극 오프가스가 다기능 촉매 연소기에서 만나 연소하는 연소반응 의해 발생된 열은 상기 공기 공급부에서 새로 공급된 다량의 공기의 온도를 상승시키고 다기능 스팀 개질기로 공급된다.
- [25] 상기 연료 라인의 연료 재순환 흐름은 상기 연료전지 스택 → 열교환기 → 리사이클 블로워 → 열교환기 → 다기능 스팀 개질기 → 스택의 순서로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [26] 또한, 상기 연료 라인의 다기능 촉매연소기 방향 흐름은 상기 연료전지 스택 → 열교환기 → 리사이클 블로워 → 다기능 촉매연소기 → 배출의 순서로 이루어질 수 있다.
- [27] 본 발명에서는 추가적인 스택 온도 제어를 위해 다기능 스팀 개질기와 스택 사이의 연료 인입 배관에 별도의 도시가스(NG)를 직접 공급하여 스택의 내부 개질을 강제하여 스택 온도를 제어할 수 있다.
- [28] 한편, 본 발명의 상기 연료전지 스택과 BOP(Balance of Plant)가 모듈 형태로 설치되고 각각의 모듈이 배관으로 연결되어 유지보수 시 각각의 모듈을 분리하여 스택의 교체가 가능하다.
- [29] 한편, 상기와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 고체 산화물 연료전지 시스템을 작동하는 방법으로서, 연료 공급부에서 연료를 공급하여 열교환기로 유입하는 단계와, 연료전지 스택에서 배출되는 스택 연료극 오프가스(Fuel Off-gas)의 열을 활용하여 상기 열교환기에 유입되는 연료의 온도를 상승시켜 다기능 스팀 개질기에 제공하는 단계와, 상기 다기능 스팀 개질기를 통해 개질된 연료를 연료전지 스택으로 공급하는 단계와, 상기 연료전지 스택에서 배출되는 연료 오프가스(Fuel Off-gas)를 지속적으로 재순환키기 위해, 리사이클 블로워에 의해 석션되는 단계와, 상기 리사이클 블로워에 의해 석션된 연료 오프가스를 연료 유입라인과 다기능 촉매 연소기로 분기하여 제공하는 단계와, 공기 공급부에서 공기를 다기능 촉매연소기에 공급하는 단계와, 상기 연료전지 스택에서 배출되는 스택 공기극 오프가스와, 상기 열교환기를 거친 후 분기되는 연료 오프가스를 열 소스로 활용하여 공기 공급부로부터 상기 다기능 촉매연소기에 공급되는 공기의 온도를 상승시켜 다기능 스팀 개질기로 공급하는 단계와, 상기 다기능 스팀

개질기로부터 연료전지 스택으로 고온의 공기가 공급되는 단계와, 상기 다기능 촉매연소기에 유입된 스택 공기극 오프가스가 다기능 촉매연소기로 분기되어 공급된 연료 오프가스와 연소반응한 후 배기되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 시스템 작동방법이 제공된다.

- [30] 상기 리사이클 블로워에 의해 석션된 연료 오프가스를 연료 유입라인과 다기능 촉매연소기로 분기하여 제공하는 단계에서, 상기 리사이클 블로워를 통과한 연료 오프가스(Fuel Off-gas)가 2개의 라인으로 분기되어, 제1 분기라인은 상기 연료 공급부에서 공급되는 연료와 혼합되어 상기 열교환기를 통해 스택에 재공급되도록 연료 유입라인에 연결되고, 제2 분기라인은 상기 다기능 촉매연소기에 연료 오프가스의 흐름을 갖도록 연결될 수 있다.
- [31] 여기서, 상기 제2 분기라인을 통해 상기 다기능 촉매연소기에 유입된 연료 오프가스는 스택 공기극 오프가스와 다기능 촉매연속기에서 만나 연소반응을 일으켜 공기 공급부에서 공급된 다량의 공기의 온도를 상승시키고 배출될 수 있다.
- [32] 본 발명에서, 상기 다기능 촉매연소기에서 연소반응 의해 발생된 열은 새로 공급된 다량의 공기의 온도를 상승시키고 다기능 스팀 개질기로 공급되어 개질반응 열로 활용된다.
- [33] 또한, 상기 연료전지 스택에서의 FC반응에 의한 스택 발열 열과 연료 오프가스, 핫스팀은 연료 공급부에서 공급되는 연료와 섞여 다기능 스팀 개질기로 공급되어 개질반응 열에 활용된다.

### 발명의 효과

- [34] 이상에서 살펴본 본 발명에 의하면, 본 발명의 연료전지 시스템은 다음과 같은 효과가 있다.
- [35] ① 열효율 극대화
- [36] 본 발명의 연료전지 시스템은 핫박스(Hot Box) 내부에서 발생하는 열을 재활용(Off-gas)하여 열효율을 극대화시킬 수 있다.
- [37] 구체적으로, 발열하는 부분(FC 반응)과 흡열하는 부분(NG 개질)이 하나의 흐름으로 연결되어 열효율이 높으며, 다기능 촉매연소기와 다기능 스팀 개질기가 열교환 구조를 가지고 있어 열효율이 극대화된다.
- [38] ② 원활한 연료 재순환(recycle)
- [39] 본 발명의 연료전지 시스템은 리사이클 블로워(Recycle Blower)를 Hot Box 내부에 위치시켜 원활한 연료 재순환에 도움을 주는 효과가 있다.
- [40] ③ 용이한 스택 교체
- [41] 스택과 BOP 부품간 배관으로 연결되어 있어 스택 교체가 용이한 효과가 있다.
- [42] ④ 스택 성능 저하 방지
- [43] 연료 재순환에 따른 스택 연료이용율을 낮출 수 있다.
- [44] 연료이용율은 실제 인가 전류/연료가 가지는 기전력 x 100 으로, 즉, 연료가 가지는 전기가 있는데 연료에서 전기로 이용하는 정도를 수치화한 것이다.

- [45] 연료이용율이 높다는 것은 공급되는 연료의 양이 작다는 것을 의미하며, 연료의 양이 작으면 스택의 전압 성능이 낮아지게 되어 시스템 발전 효율이 높다는 것과 연관된다.

### 도면의 간단한 설명

- [46] 도 1은 본 발명에 따른 고체산화물 연료전지 시스템의 구성을 나타내는 개략도이다.
- [47] 도 2는 본 발명에 따른 고체산화물 연료전지 시스템에서, 연료의 흐름과 공기의 흐름을 전체적으로 나타내는 구성도이다.
- [48] 도 3은 도 2에 도시된 고체산화물 연료전지 시스템에서 연료의 흐름을 중심으로 나타내는 구성도이다.
- [49] 도 4는 도 2에 도시된 고체산화물 연료전지 시스템에서 공기의 흐름을 중심으로 나타내는 구성도이다.
- [50] 도 5는 본 발명에 따른 고체산화물 연료전지 시스템에서 각 구성요소를 통과할 때 연료 및 공기의 온도를 나타내는 구성도이다.

### 발명의 실시를 위한 형태

- [51] 도 1은 본 발명에 따른 고체산화물 연료전지 시스템의 구성을 나타내는 개략도이고, 도 2는 본 발명에 따른 고체산화물 연료전지 시스템에서, 연료의 흐름과 공기의 흐름을 전체적으로 나타내는 구성도이다.
- [52] 본 발명은 연료를 재순환하여 열효율을 극대화할 수 있는 연료 재순환형 고체산화물 연료전지 시스템에 관한 것으로, 연료전지 스택(10)과, 상기 연료전지 스택(10)에 연료를 공급하기 위한 연료 공급부(20)와, 상기 연료전지 스택(10)에 공기를 공급하기 위한 공기 공급부(30)와, 상기 연료전지 스택(10)에서 배출되는 스택 연료극 오프가스(Fuel Off-gas)의 열을 활용하여 새로 공급되는 연료의 온도를 상승시키는 열교환기(40)와, 상기 연료전지 스택(10)에서 배출되는 스택 공기극 오프가스와, 상기 열교환기(40)를 거친 후 분기되는 연료 오프가스를 열 소스로 활용하여 상기 공기 공급부로부터 공급되는 공기의 온도를 상승시켜 다기능 스택 개질기로 공급하는 다기능 촉매연소기(50)와, 상기 열교환기(40)에서 온도가 상승된 연료를 수소로 개질하여 연료전지 스택(10)으로 공급하는 다기능 스택 개질기(60)와, 상기 연료전지 스택(10)에서 배출되는 스택 연료극 오프가스(Fuel Off-gas)를 지속적으로 재순환시키기 위해 상기 연료 라인에 설치되는 리사이클 블로워(70)를 포함하여 구성된다.
- [53] 상기 연료전지 스택(10)은 다수의 셀을 적층한 구조물로서, 각 셀을 직렬로 연결하여 출력을 높일 수 있도록 구성되며, 통상 셀, 분리판, 집전체, 밀봉재 등의 반복 사용되는 부품과, 연료극과 공기극에 가스를 원활하게 공급하여주는 매니폴드, 다양한 형태의 스택 체결 부품, 전기를 연결할 수 있는 부스바로 구성된다.

- [54] 본 발명의 연료전지 시스템에서, 상기 연료전지 스택(10)과 BOP(Balance of Plant)는 모듈 형태로 설치되어 스택 맞춤형 설계가 가능하고, 열관리 최적화를 위해 일체형 BOP 모듈을 설계하는데 그 특징이 있다.
- [55] 즉, 본 발명에서 상기 연료전지 스택(10), 열교환기(40), 다기능 촉매연소기(50), 다기능 스팀 개질기(60) 및 리사이클 블로워(70)는 핫박스(Hotbox)(80) 내에 설치되며, 도 1에서 보는 바와 같이, 상기 연료전지 스택(10)과 BOP(Balance of Plant)가 모듈 형태로 설치되어 유지보수 시 각각의 모듈을 분리함으로써, 필요 시 스택(10)의 교체가 가능하도록 구성되는 것이다.
- [56] 상기 BOP(Balnce of plant) 모듈은 발전 장치를 제외하고 에너지를 전달하는 등의 발전에 필요한 지원적 구성요소 및 보조시스템에 관한 부분으로, 본 발명에서의 상기 열교환기(40), 다기능 촉매연소기(50), 다기능 스팀 개질기(60) 및 리사이클 블로워(70) 등을 포함한다.
- [57] 본 발명에서는 스택(10)과 BOP 부품 간 연료, 공기 흐름은 배관을 통해서만 진행시킴으로써, 스택의 교체가 용이하고 스택 맞춤형 설계가 가능하다.
- [58] 이러한, 본 발명의 연료전지 시스템은 연료전지 스택(10)과 BOP(Balance of Plant)가 핫박스(80)내에 설치되고 스택 연료극 오프가스(off-gas)가 상기 핫박스(80) 내에서 계속 순환함으로써 열효율을 극대화하는 구조를 갖는다.
- [59] 한편, 본 발명에서는 상기 연료 공급부(20)를 통해 수소를 공급하여 SOFC 운전이 가능한 온도까지 시스템 온도를 상승시키며, 별도의 물공급 장치 없이 CPOx와 같은 방식으로 도시가스를 외부 개질하지 않기 때문에 초기 작동을 하는 warm up 단계에서는 수소를 연료로 사용할 수 있다. 한편, CPOx를 사용하면 NG 운전이 가능하다.
- [60] 따라서, 상기 연료 공급부(20)는 수소를 공급하는 수소공급부와, 상기 연료 내 황화물을 제거하는 탈황기(Desulfurizer)를 포함하며, 상기 수소공급부는 수소를 지닌 모든 형태, 예를 들어, 수소 탱크, 수소 배관, 수소 저장합금 시스템, 수전해 시스템, 수소 유틸리티, 수소 다기능 스팀 개질기 및 수소 공급장치 등의 형태로 가능하다.
- [61] 상기 연료 공급부(20)에서 공급되는 연료는 연료 유입라인(102)를 통해 핫박스(80) 내로 유입되며, 연료 유입라인(102)을 포함하여 연료의 흐름을 위한 연료 라인이 각 장치를 연결하도록 설치된다.
- [62] 또한, 공기 공급부(30)는 핫박스(80) 내로 공기를 공급할 수 있는 에어 블로워로 이루어질 수 있으며, 공기의 흐름을 위한 공기 라인이 각 장치를 연결하도록 설치된다.
- [63] 본 발명에서는 상기 연료전지 스택(10)에서 배출되는 스택 연료극 오프가스와 스택 공기극 오프가스를 상기 연료 공급부(20)와 공기 공급부(30)에서 공급되는 연료와 공기의 열 소스로 사용하도록 상기 연료 라인과 공기 라인을 구성함에 특징이 있다.

- [64] 도 3은 도 2에 도시된 고체산화물 연료전지 시스템에서 연료의 흐름을 중심으로 나타내는 구성도이고, 도 4는 도 2에 도시된 고체산화물 연료전지 시스템에서 공기의 흐름을 중심으로 나타내는 구성도이다.
- [65] 도 3을 참조하여 본 발명에서 연료의 흐름을 살펴보면, 연료는 핫박스(80) 외부의 탈황기를 거쳐 시스템에 공급되는데, 열교환기(40)를 거쳐 다기능 스팀 개질기(Multi-Functional Steam Methane Reformer)(60)로 들어간 후 스택(10)으로 공급된다.
- [66] 이때, 상기 연료 공급부(20)에서 공급되는 연료가 연료 유입라인(102)를 통해 상기 열교환기(40)로 유입되는 한편, 상기 열교환기(40)에는 연료전지 스택(10)에서 배출되는 스택 연료극 오프가스(Fuel Off-gas)의 열을 활용하여 상기 연료 공급부(20)에서 새로 공급되는 연료의 온도를 상승시키도록 상기 스택 연료극 오프가스(Fuel Off-gas)가 유입되도록 하는 연료 라인(106)이 연결된다.
- [67] 상기 스택(10)에서 배출되는 스택 연료극 오프가스(Fuel Off-gas)는 상기 열교환기(40)에서 새로 공급되는 연료의 온도를 상승시킨 후 지속적으로 재순환되기 위해, 본 발명에서는 상기 열교환기(40)에 연료 재순환을 위한 연료 라인(107)이 연결되고, 상기 연료 라인(107)에 리사이클 블로워(70)가 설치된다.
- [68] 상기 리사이클 블로워(70)에 의해 석션된 연료 오프가스는 연료 유입라인(102)과 다기능 촉매연소기(50)로 분기하여 재순환 연료를 제공하는데 본 발명의 특징이 있다.
- [69] 즉, 상기 리사이클 블로워(70)를 통과한 연료 오프가스(Fuel Off-gas)가 2개의 라인(109)(110)으로 분기되며, 제1 분기라인(109)은 상기 연료 공급부(20)에서 공급되는 새로운 연료와 혼합되어 상기 열교환기(40)를 통해 스택(10)에 재공급되도록 연료 유입라인(102)에 연결되고, 제2 분기라인(110)은 상기 다기능 촉매연소기(50)에 연료 오프가스의 흐름을 갖도록 연결된다.
- [70] 상기 제1 분기라인(109)을 통해 연료 유입라인(102)에 유입된 연료 오프가스(Fuel Off-gas)는 다시 열교환기(40)에 유입되고, 상기 제2 분기라인(110)을 통해 상기 다기능 촉매연소기(50)에 유입된 연료 오프가스는 공기 오프가스와 만나 연소 반응 후 배출되고 공기 공급부에서 공급된 다량의 공기는 열교환기 구조로 된 다기능 촉매연소기에 의해 연소된 열을 전달받아 온도가 상승된다.
- [71] 이러한 본 발명에서의 상기 연료 라인의 연료 재순환 흐름은 상기 연료전지 스택(10) → 열교환기(40) → 리사이클 블로워(70) → 열교환기(40) → 다기능 스팀 개질기(60) → 스택(10)의 순서로 이루어진다.
- [72] 또한, 상기 연료 라인의 다기능 촉매연소기(50) 방향 흐름은 상기 연료전지 스택(10) → 열교환기(40) → 리사이클 블로워(70) → 다기능 촉매연소기(50) → 배출의 순서로 이루어질 수 있다.
- [73] 이와 같이, 상기 열교환기(40)에서 온도가 상승된 연료는 새로 투입된 연료의 온도를 올려주는 열교환을 하며 고온의 공기의 열을 활용하는 다기능 스팀 개질

기(60)에 제공되며, 상기 다기능 스팀 개질기(60)를 통해 개질된 연료는 연료전지 스택(10)으로 공급된다.

- [74] 또한, 상기 연료전지 스택(10)에서의 FC반응에 의한 스택 발열 열과 연료 오프 가스, 핫스팀은 1차적으로 리사이클 블로워에 의해 고르게 믹싱된 후 연료 공급 부에서 공급되는 NG(도시가스)와 섞여 다기능 스팀 개질기에서 개질되며, 상기 연료 공급부(20)에서 공급되는 NG(도시가스)의 유량을 조절하여 상기 연료전지 스택(10)의 외부/내부 개질 비율을 조정하여 스택의 온도를 제어할 수 있다.
- [75] 본 발명에서는 추가적인 스택 온도 제어를 위해 다기능 스팀 개질기(60)와 스택(10) 사이의 연료 인입라인(105)에 별도의 도시가스(NG)를 직접 공급하여 스택의 내부 개질을 강제하여 스택 온도를 제어할 수 있다.
- [76] 한편, 본 발명의 연료전지 시스템에서 공기의 흐름을 살펴보면, 상기 공기 공급 부(30)에서 공기를 공급하여 다기능 촉매연소기(50)에 유입한다.
- [77] 상기 다기능 촉매연소기(50)는 상기 제2 분기라인(110)을 통해 연료 오프가스가 유입됨과 동시에 스택에서 배출되는 고온의 스택 공기극 오프가스(Stack Cathode Off-gas)가 유입되고, 상기 스택 공기극 오프가스(Stack Cathode Off-gas)의 열을 활용하여 새로 공급되는 상기 공기의 온도를 상승시킨다.
- [78] 이러한, 본 발명의 상기 다기능 촉매연소기(50)는 연료극 오프가스(Anode Off-gas) 및 공기극 오프가스(Cathode Off-gas)의 연소 반응을 열전달 소스로 활용하여 공급되는 공기의 온도를 상승시키는 것이다.
- [79] 이후, 상기 다기능 촉매연소기(50)를 통해 온도가 상승된 공기를 고온의 공기의 열을 활용하는 다기능 스팀 개질기(60)에 제공한다.
- [80] 상기 다기능 촉매연소기(50)에서 연소반응에 의해 발생된 열은 상기 공기 공급 부(30)에서 새로 공급된 다량의 공기의 온도를 상승시키고 다기능 스팀 개질기(60)로 공급되어 연료 오프가스와 함께 개질반응 열로 활용되어 열적 평형을 이룰 수 있다.
- [81] 상기 다기능 스팀 개질기(60)로부터 연료전지 스택(10)으로 고온의 공기가 공급되고, 스택(10)에서 배출되는 스택 공기극 오프가스(Stack Off-gas)는 다시 상기 다기능 촉매연소기(50)에 유입된다.
- [82] 도 5는 본 발명에 따른 고체산화물 연료전지 시스템에서 각 구성요소를 통과할 때 연료 및 공기의 온도를 나타내는 구성도이다.
- [83] 상기 연료 공급부(20)에서 공급되는 연료는 연료 유입라인(102)를 통해 핫박스(80) 내로 유입되며, 스택에서 배출되는 스택 연료극 오프가스의 열을 활용하는 열교환기(40)로 유입된다.
- [84] 상기 연료 공급부(20)에서 공급되는 연료가 연료 유입라인(102)를 통해 핫박스(80) 내로 유입되면 연료의 온도는 100~300°C정도가 되며, 상기 열교환기(40)에서 스택 연료극 오프가스와 열교환을 하면서 500~700°C로 온도가 상승한다.
- [85] 이후, 상기 열교환기(40)에서 온도가 상승된 연료를 다기능 스팀 개질기(60)에 제공한다.

- [86] 상기 다기능 스팀 개질기(60)를 통해 개질된 연료는 650~860°C의 온도로 상승하여 연료전지 스택(10)으로 공급되고, 상기 연료전지 스택(10)에서 배출되는 연료 오프가스(Fuel Off-gas)는 리사이클 블로워(70)에 의해 석션된다.
- [87] 상기 리사이클 블로워(70)에 의해 석션되어 상기 열교환기(40)에서 새로 공급되는 연료와 열교환을 하는 연료 오프가스는 350~550°C의 온도 범위로 온도가 하강한다.
- [88] 상기 리사이클 블로워(70)는 열교환기(40)의 전후 연료 라인에 설치될 수 있으며, 리사이클 블로워(70)를 통과한 연료 오프가스는 2개로 분기되어 각각 연료 유입라인(102)과 다기능 촉매연소기(50)로 제공된다.
- [89] 상기 제1 분기라인(109)을 통해 연료 유입라인(102)에 유입된 연료 오프가스(Fuel Off-gas)는 다시 열교환기(40)에 유입되고, 상기 제2 분기라인(110)을 통해 상기 다기능 촉매연소기(50)에 유입된 연료 오프가스는 공기극 오프가스와 연소반응하고 배출된다. 이때, 공급 공급부(30)에서 공급된 다량의 공기는 다기능 촉매연소기의 열교환기 구조에 의해 온도가 상승된다.
- [90] 한편, 공기 공급부(30)에서 공급되는 공기는 스택 공기극 오프가스(Stack Off-gas)의 열을 활용하는 다기능 촉매연소기(50)에 유입되고, 상기 다기능 촉매연소기(50)에서 온도가 상승되어 650~900°C의 고온의 공기로 다기능 스팀 개질기(60)에 제공된다.
- [91] 이후, 상기 다기능 스팀 개질기(60)로부터 연료전지 스택(10)으로 고온의 공기가 공급된다.
- [92] 상기 스택(10)에서 FC 반응 후 배출되는 스택 공기극 오프가스는 상기 다기능 촉매연소기(50)에 유입되고, 다기능 촉매연소기(50)에 유입된 스택 공기극 오프가스는 다기능 촉매연소기로 공급된 연료 오프가스와 연소반응한 후 배출된다.
- [93] 이러한, 본 발명의 고체산화물 연료전지 시스템은 연료 오프가스를 이용한 연료의 재활용 흐름을 통해 열효율을 극대화하며, 연료 오프가스가 핫박스 내에서 계속적으로 순환하기 때문에 열효율을 극대화할 수 있다.
- [94] 또한, FC 반응에 의해 생성된 고온의 스팀(Steam)은 연료 흐름에 계속 공급되어 다기능 스팀 개질기(Mutil-Functional Steam Methane Reformer)에서 개질반응의 반응물(H<sub>2</sub>O) 및 에너지(열 또는 온도)로 활용된다.
- [95] 이러한 점에서 본 발명의 연료전지 시스템은 연료개질에 필요한 별도의 스팀 발생기(Steam Generator)가 필요없기 때문에 타사 대비 단순한 구조를 갖는다.
- [96] 통상 유체의 열량은 아래의 식 (2)과 같이 계산될 수 있다.
- [97] 유체의 열량 = 비열 x 질량 x 온도차 ... (2)
- [98] 위의 식 (2)에 의해 유체의 열량은 유체의 비열, 질량, 온도차와 비례하는데 비열은 유체의 고유의 성질이고 온도차가 공정이면 유체의 열량은 질량에 클수록 열량이 커진다. 즉, 유량이 큰 공기가 시스템에서 많은 열량을 가지고 움직이는 것을 알 수 있고 이러한 관점에서 공기의 흐름과 연료의 흐름을 교차시키면 열교환 효율을 증가시킬 수 있다.

## 청구범위

- [청구항 1] 연료 재순환형 고체 산화물 연료전지 시스템으로서,  
 연료전지 스택;  
 상기 연료전지 스택에 연료를 공급하기 위한 연료 공급부;  
 상기 연료전지 스택에 공기를 공급하기 위한 공기 공급부;  
 상기 연료전지 스택에서 배출되는 스택 연료극 오프가스(Fuel Off-gas)를  
 통해 상기 연료 공급부로부터 공급되는 연료의 온도를 상승시켜 다기능  
 스팀 개질기로 공급하는 열교환기;  
 상기 연료전지 스택에서 배출되는 스택 공기극 오프가스와, 상기 열교환  
 기를 거친 후 분기되는 제2 분기라인의 연료 오프가스의 연소반응에 의한  
 열을 활용하여 상기 공기 공급부로부터 공급되는 공기의 온도를 상승시  
 켜 다기능 스팀 개질기로 공급하는 다기능 촉매연소기;  
 상기 다기능 촉매연소기에서 연소반응에 의해 온도가 상승된 다량의 공  
 기를 통해 개질반응에 필요한 열을 공급받아 상기 열교환기에서 공급되  
 는 연료를 수소로 개질하여 연료전지 스택으로 공급함으로써, 공기극과  
 연료극의 가스 흐름에서 비롯된 열을 사용하여 열교환을 하는 다기능 스  
 팀 개질기; 및  
 상기 연료전지 스택에서 배출되는 스택 연료극 오프가스(Fuel Off-gas)를  
 지속적으로 재순환시키기 위해 연료 라인에 설치되는 리사이클 블로워;  
 를 포함하며, 상기 연료전지 스택에서 배출되는 연료 오프가스(Fuel Off-  
 gas)와 공기 오프가스를 상기 연료 공급부와 공기 공급부에서 공급되는  
 연료와 공기의 열 소스로 사용하도록 연료 라인과 공기 라인을 구성하는  
 것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료전지 시스템.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,  
 상기 연료 공급부는 수소를 공급하는 수소공급부와,  
 상기 연료 내 황화물을 제거하는 탈황기(Desulfurizer)를 포함하는 것을 특  
 징으로 하는 고체 산화물 연료전지 시스템.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,  
 상기 스택 연료극 오프가스는 상기 열교환기에 1차적으로 연결되고, 2개  
 의 분기라인으로 분기되어,  
 제1 분기라인은 연료 유입라인에 제공되어 상기 연료 공급부에서 공급되  
 는 연료와 스택으로 공급되어 연료를 재순환함으로써 발전 효율이 개선  
 되고,  
 제2 분기라인은 상기 다기능 촉매연소기에 제공되어 시스템 온도를 유지  
 하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 시스템.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,

상기 연료 공급부에서 공급되는 연료의 유량을 조절하여 상기 연료전지 스택의 외부/내부 개질 비율을 조정하여 스택의 온도를 제어하는 것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료전지 시스템.

[청구항 5]

청구항 1에 있어서,

상기 연료전지 스택, 열교환기, 다기능 촉매연소기, 다기능 스팀 개질기 및 리사이클 블로워는 핫박스(Hotbox) 내에 설치되어, 연료 오프가스(off-gas)가 상기 핫박스 내에서 계속 순환함으로써 열효율을 극대화하는 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료전지 시스템.

[청구항 6]

청구항 1에 있어서,

상기 다기능 촉매연소기에서 연소반응 의해 발생된 열은 상기 공기 공급부에서 새로 공급된 다량의 공기의 온도를 상승시키고 다기능 스팀 개질기로 공급되어 개질반응 열로 활용되어 열적 평형을 이루는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 시스템.

[청구항 7]

청구항 1에 있어서,

상기 연료 라인의 연료 재순환 흐름은 상기 연료전지 스택 → 열교환기 → 리사이클 블로워 → 열교환기 → 다기능 스팀 개질기 → 스택의 순서로 이루어지는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 시스템.

[청구항 8]

청구항 1에 있어서,

상기 연료 라인의 다기능 촉매연소기 방향 흐름은 상기 연료전지 스택 → 열교환기 → 리사이클 블로워 → 다기능 촉매연소기 → 배출의 순서로 이루어지는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 시스템.

[청구항 9]

청구항 1에 있어서,

추가적인 스택 온도 제어를 위해 다기능 스팀 개질기와 스택 사이의 연료 인입 배관에 별도의 도시가스(NG)를 직접 공급하여 스택의 내부 개질을 강제하여 스택 온도를 제어하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 시스템.

[청구항 10]

청구항 1에 있어서,

상기 연료전지 스택과 BOP(Balance of Plant)가 모듈 형태로 설치되고 각각의 모듈이 배관으로 연결되어 유지보수 시 각각의 모듈을 분리하여 스택의 교체가 가능한 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 시스템.

[청구항 11]

고체 산화물 연료전지 시스템을 작동하는 방법으로서,

연료 공급부에서 연료를 공급하여 열교환기로 유입하는 단계;

연료전지 스택에서 배출되는 스택 연료극 오프가스(Fuel Off-gas)의 열을 활용하여 상기 열교환기에 새롭게 유입되는 NG(도시가스)의 온도를 상승시켜 다기능 스팀 개질기에 제공하는 단계;

상기 다기능 스팀 개질기를 통해 개질된 연료를 연료전지 스택으로 공급하는 단계;

상기 연료전지 스택에서 배출되는 연료 오프가스(Fuel Off-gas)를 지속적으로 재순환키기 위해, 리사이클 블로워에 의해 석션되는 단계;  
 상기 리사이클 블로워에 의해 석션된 연료 오프가스를 연료 유입라인과 다기능 촉매 연소기로 분기하여 제공하는 단계;  
 공기 공급부에서 공기를 다기능 촉매연소기에 공급하는 단계;  
 상기 연료전지 스택에서 배출되는 스택 공기극 오프가스와, 상기 열교환기를 거친 후 분기되는 연료 오프가스가 다기능 촉매연소기에서 만나 연소를 함으로써 발생된 연소열을 열 소스로 활용하여 공기 공급부로부터 상기 다기능 촉매연소기에 공급되는 공기의 온도를 상승시켜 다기능 스팀 개질기로 공급하는 단계;  
 상기 다기능 스팀 개질기로부터 연료전지 스택으로 고온의 공기가 공급되는 단계; 및  
 상기 다기능 촉매연소기에 유입된 스택 공기극 오프가스가 다기능 촉매연소기로 분기되어 공급된 연료 오프가스와 연소반응한 후 배기되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 시스템 작동방법.

[청구항 12]

청구항 11에 있어서,  
 상기 리사이클 블로워에 의해 석션된 연료 오프가스를 연료 유입라인과 다기능 촉매연소기로 분기하여 제공하는 단계에서,  
 제1 분기라인은 상기 연료 공급부에서 공급되는 연료와 혼합되어 상기 열교환기를 통해 스택에 재공급되도록 연료 유입라인에 연결되고,  
 제2 분기라인은 상기 다기능 촉매연소기에 연료 오프가스의 흐름을 갖도록 연결되는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 시스템 작동방법.

[청구항 13]

청구항 12에 있어서,  
 상기 제2 분기라인을 통해 상기 다기능 촉매연소기에 유입된 연료 오프가스는 스택 공기극 오프가스와 다기능 촉매연소기에서 연소반응하여 열교환하는 형태로 공기 공급부에서 공급된 다량의 공기의 온도를 상승시키고 배출되는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 시스템 작동방법.

[청구항 14]

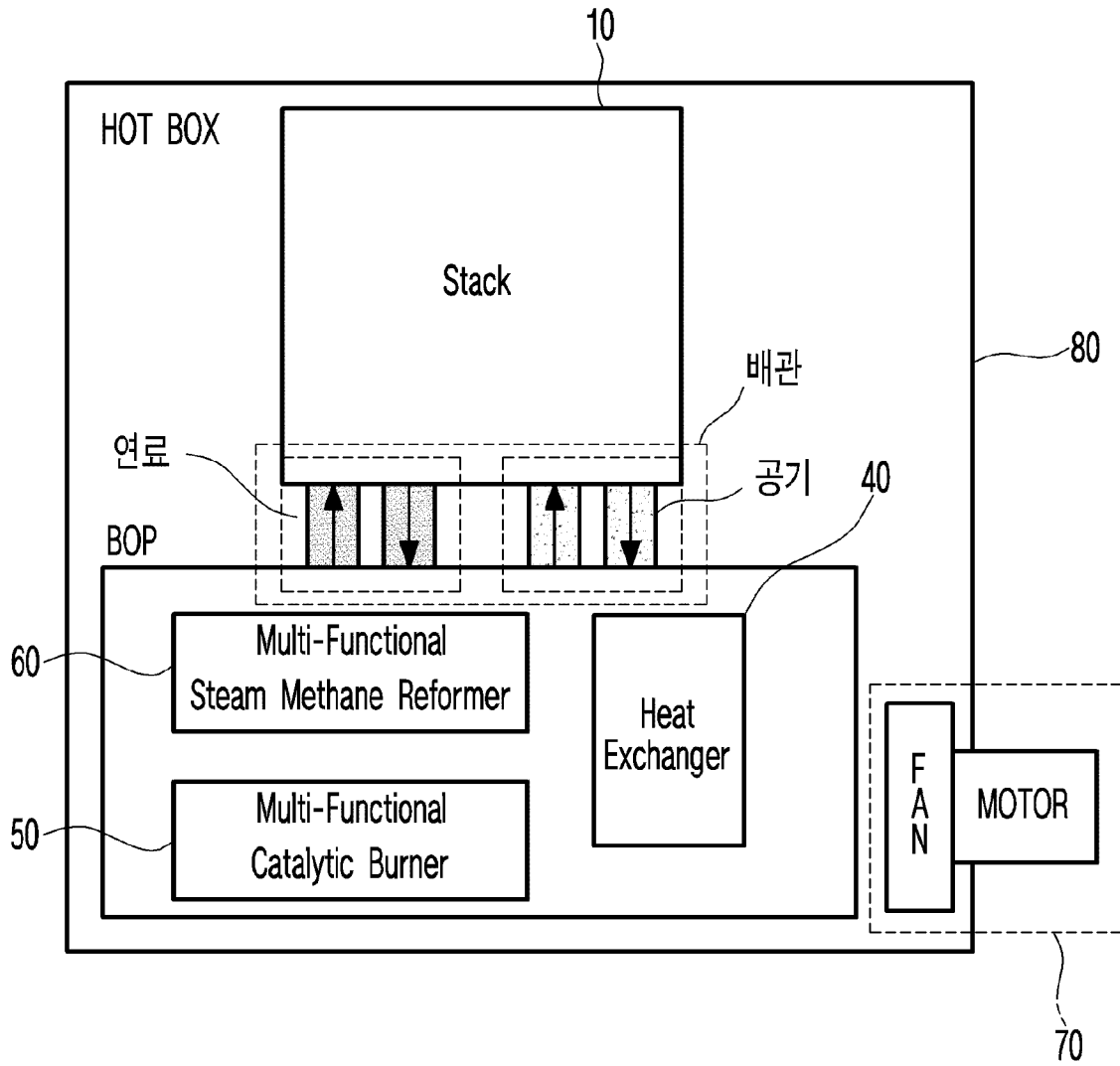
청구항 11에 있어서,  
 상기 다기능 촉매연소기에서 연소반응 의해 발생된 열은 새로 공급된 다량의 공기의 온도를 상승시키고 다기능 스팀 개질기로 공급되고 연료 오프가스가 지나가는 열교환기에서 열전달을 통해 재순환 연료와 새로 공급되는 NG(도시가스)의 온도가 상승되어 다기능 스팀 개질기로 공급되어 개질반응 열로 활용되는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 시스템 작동방법.

[청구항 15]

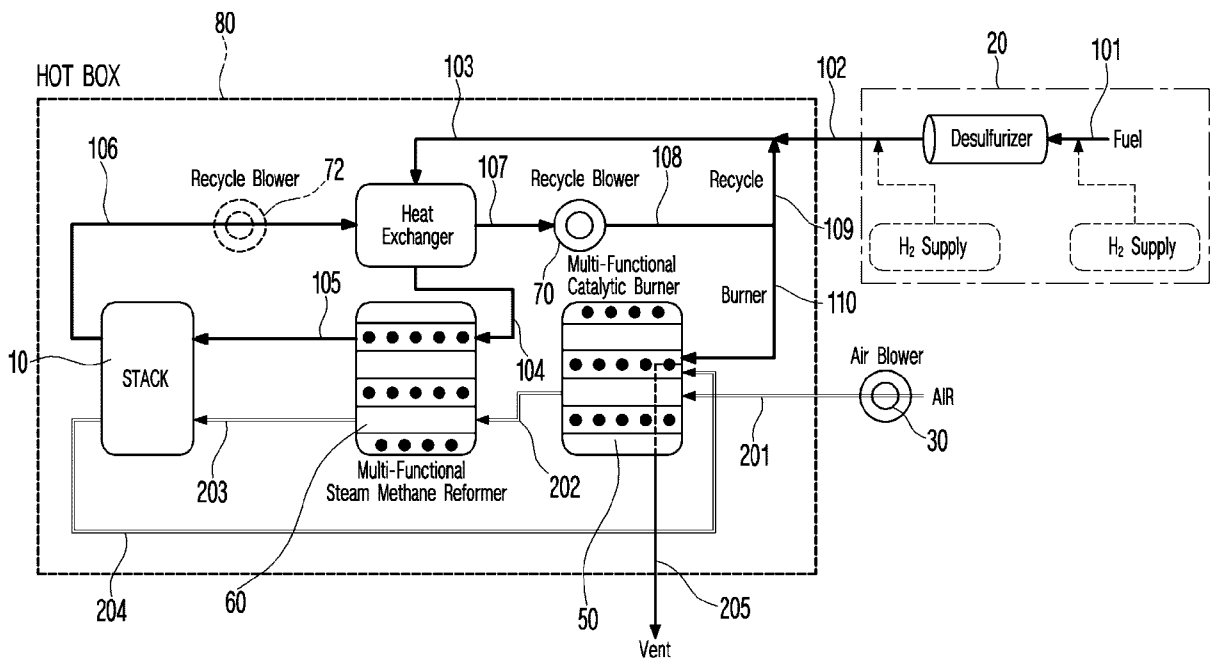
청구항 11에 있어서,

상기 연료전지 스택에서의 FC반응에 의한 스택 발열은 연료 공급부에서 공급되는 연료와 섞여 다기능 스팀 개질기로 공급되어 개질 반응의 열로 활용되는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 시스템 작동방법.

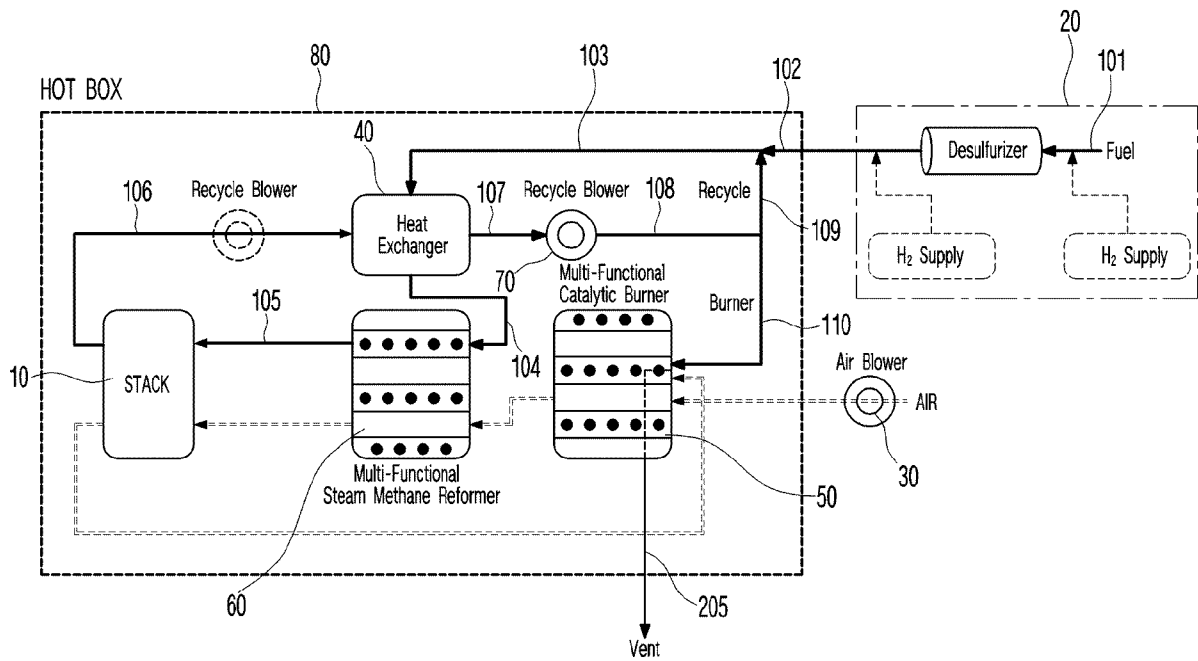
[도1]



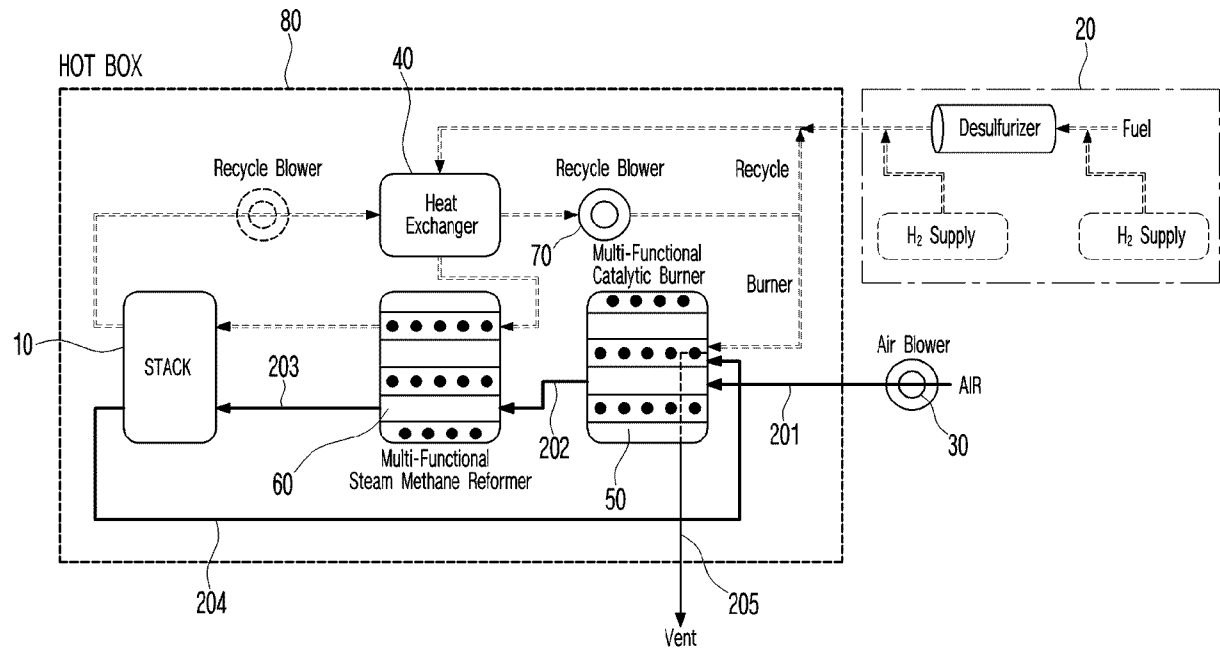
[도2]



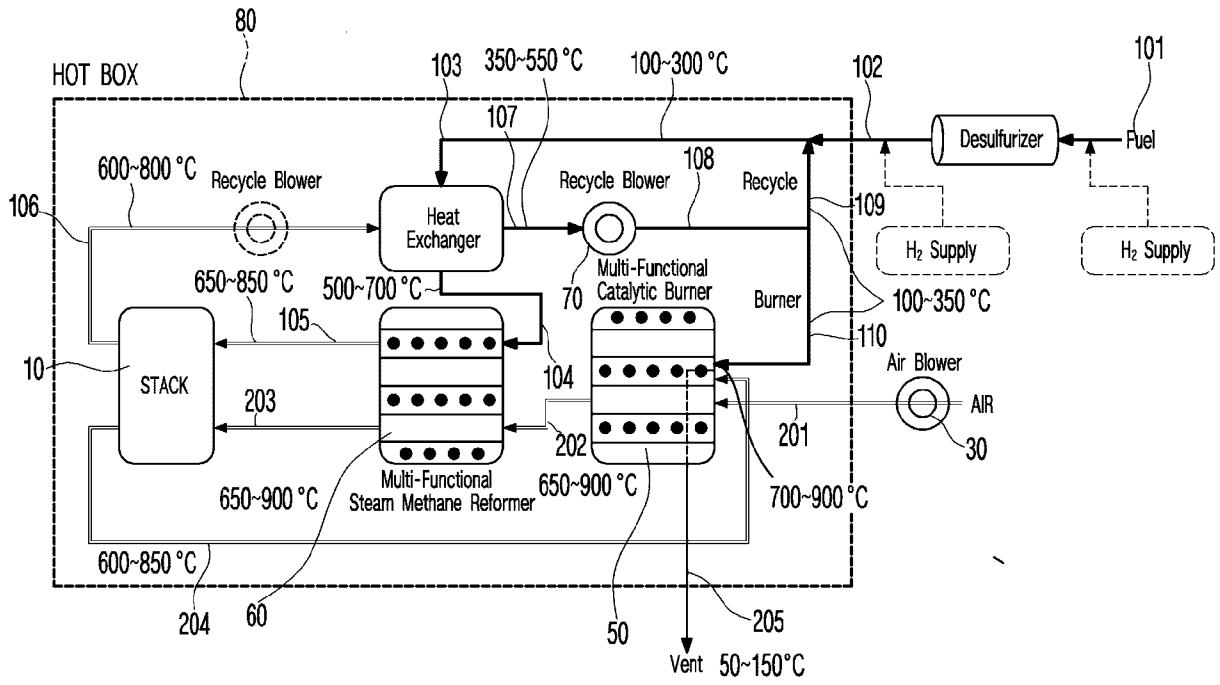
[도3]



[도4]



[도5]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2024/009455

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

**H01M 8/04089**(2016.01)i; **H01M 8/0612**(2016.01)i; **H01M 8/04082**(2016.01)i; **H01M 8/04014**(2016.01)i;  
**H01M 8/0662**(2016.01)i; **H01M 8/04701**(2016.01)i; **H01M 8/04746**(2016.01)i; **H01M 8/12**(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)

H01M 8/04089(2016.01); H01M 8/04(2006.01); H01M 8/04014(2016.01); H01M 8/04228(2016.01);  
H01M 8/04303(2016.01); H01M 8/06(2006.01)

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: 고체산화물 연료전지 시스템(solid oxide fuel cell system), 스택(stack), 공기 (air), 연료(fuel), 열교환기(heat exchanger), 촉매연소기(catalytic combustor), 다기능 스팀 개질기(multifunctional steam reformer), 리사이클 블로워(recycle blower)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2021-0029213 A (CUMMINS ENTERPRISE LLC) 15 March 2021 (2021-03-15) See paragraphs [0014], [0015], [0020], [0021], [0024], [0029]-[0032], [0036], [0040] and [0062]; and figures 1 and 2.	1-15
Y	KR 10-2012-0035449 A (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 16 April 2012 (2012-04-16) See paragraphs [0024], [0026], [0033], [0035], [0037], [0039], [0046] and [0047]; and figure 2.	1-15
Y	KR 10-2019-0072782 A (RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) 26 June 2019 (2019-06-26) See claim 1; paragraphs [0029], [0043], [0057] and [0059]; and figure 1.	2,11-15
A	JP 2016-095940 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS LTD.) 26 May 2016 (2016-05-26) See abstract; claims 1-9; and figure 1.	1-15

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  
“D” document cited by the applicant in the international application  
“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

**07 October 2024**

Date of mailing of the international search report

**07 October 2024**

Name and mailing address of the ISA/KR

**Korean Intellectual Property Office  
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208**

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2024/009455**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011-0053027 A1 (WEINGAERTNER, D. et al.) 03 March 2011 (2011-03-03) See claims 1-23; and figures 2A-2C.	1-15
-----		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/KR2024/009455**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR 10-2021-0029213	A	15 March 2021	CN	113016097	A	22 June 2021	
			EP	3821491	A1	19 May 2021	
			EP	3821491	A4	13 July 2022	
			JP	2021-531622	A	18 November 2021	
			JP	7191193	B2	16 December 2022	
			KR	10-2507658	B1	07 March 2023	
			US	10991963	B2	27 April 2021	
			US	2020-0020965	A1	16 January 2020	
			WO	2020-014121	A1	16 January 2020	
			-----				
KR 10-2012-0035449	A	16 April 2012	KR	10-1165745	B1	18 July 2012	
-----							
KR 10-2019-0072782	A	26 June 2019	KR	10-2019199	B1	06 September 2019	
-----							
JP 2016-095940	A	26 May 2016	JP	6494981	B2	03 April 2019	
-----							
US 2011-0053027	A1	03 March 2011	EP	2474063	A2	11 July 2012	
			EP	2474063	A4	22 July 2015	
			EP	2474063	B1	12 April 2017	
			JP	2013-504031	A	04 February 2013	
			JP	2016-118384	A	30 June 2016	
			JP	5868321	B2	24 February 2016	
			JP	6214683	B2	18 October 2017	
			US	2013-0224618	A1	29 August 2013	
			US	8445156	B2	21 May 2013	
			US	9401517	B2	26 July 2016	
			WO	2011-028808	A2	10 March 2011	
WO	2011-028808	A3	21 July 2011				
-----							

<b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b> <b>H01M 8/04089(2016.01)i; H01M 8/0612(2016.01)i; H01M 8/04082(2016.01)i; H01M 8/04014(2016.01)i;</b> <b>H01M 8/0662(2016.01)i; H01M 8/04701(2016.01)i; H01M 8/04746(2016.01)i; H01M 8/12(2006.01)i</b>		
<b>B. 조사된 분야</b> 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01M 8/04089(2016.01); H01M 8/04(2006.01); H01M 8/04014(2016.01); H01M 8/04228(2016.01); H01M 8/04303(2016.01); H01M 8/06(2006.01)		
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: 고체산화물 연료전지 시스템(solid oxide fuel cell system), 스택(stack), 공기(air), 연료(fuel), 열교환기(heat exchanger), 촉매연소기(catalytic combustor), 다기능 스팀 개질기(multifunctional steam reformer), 리사이클 블로워(recycle blower)		
<b>C. 관련 문헌</b>		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2021-0029213 A (커민스 엔터프라이즈 엔엘씨) 2021.03.15 단락 [0014], [0015], [0020], [0021], [0024], [0029]-[0032], [0036], [0040], [0062]; 도면 1, 2	1-15
Y	KR 10-2012-0035449 A (한국기계연구원) 2012.04.16 단락 [0024], [0026], [0033], [0035], [0037], [0039], [0046], [0047]; 도면 2	1-15
Y	KR 10-2019-0072782 A (재단법인 포항산업과학연구원) 2019.06.26 청구항 1; 단락 [0029], [0043], [0057], [0059]; 도면 1	2,11-15
A	JP 2016-095940 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS LTD.) 2016.05.26 요약; 청구항 1-9; 도면 1	1-15
A	US 2011-0053027 A1 (WEINGAERTNER, D. 등) 2011.03.03 청구항 1-23; 도면 2A-2C	1-15
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 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	
2024년10월07일 (07.10.2024)	2024년10월07일 (07.10.2024)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관	
대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)	허주형	
팩스 번호 +82-42-481-8578	전화번호 +82-42-481-5373	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2021-0029213 A	2021/03/15	CN 113016097 A	2021/06/22
		EP 3821491 A1	2021/05/19
		EP 3821491 A4	2022/07/13
		JP 2021-531622 A	2021/11/18
		JP 7191193 B2	2022/12/16
		KR 10-2507658 B1	2023/03/07
		US 10991963 B2	2021/04/27
		US 2020-0020965 A1	2020/01/16
		WO 2020-014121 A1	2020/01/16
		-----	-----
KR 10-2012-0035449 A	2012/04/16	KR 10-1165745 B1	2012/07/18
-----	-----	-----	-----
KR 10-2019-0072782 A	2019/06/26	KR 10-2019199 B1	2019/09/06
-----	-----	-----	-----
JP 2016-095940 A	2016/05/26	JP 6494981 B2	2019/04/03
-----	-----	-----	-----
US 2011-0053027 A1	2011/03/03	EP 2474063 A2	2012/07/11
		EP 2474063 A4	2015/07/22
		EP 2474063 B1	2017/04/12
		JP 2013-504031 A	2013/02/04
		JP 2016-118384 A	2016/06/30
		JP 5868321 B2	2016/02/24
		JP 6214683 B2	2017/10/18
		US 2013-0224618 A1	2013/08/29
		US 8445156 B2	2013/05/21
		US 9401517 B2	2016/07/26
		WO 2011-028808 A2	2011/03/10
-----	-----	-----	-----
		WO 2011-028808 A3	2011/07/21
-----	-----	-----	-----