

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2021년 6월 24일 (24.06.2021)



(10) 국제공개번호

WO 2021/125669 A1

- (51) 국제특허분류:
H01M 8/04089 (2016.01) H01M 4/92 (2006.01)
H01M 8/0662 (2016.01) H01M 8/22 (2006.01)
H01M 8/04082 (2016.01) B63G 8/08 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2020/017880
- (22) 국제출원일: 2020년 12월 8일 (08.12.2020)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2019-0172237 2019년 12월 20일 (20.12.2019)KR
- (71) 출원인: 범한퓨얼셀 주식회사 (BUMHAN FUEL CELL CO., LTD.) [KR/KR]; 51343 경상남도 창원시 마산회원구 자유무역4길 61, Gyeongsangnam-do (KR).
- (72) 발명자: 신현길 (SHIN, Hyun Khil); 51343 경상남도 창원시 마산회원구 자유무역4길 61, Gyeongsangnam-do (KR). 이동환 (LEE, Dong Hwal); 51343 경상남도 창원시 마산회원구 자유무역4길 61, Gyeongsangnam-do (KR).
- (74) 대리인: 제일특허법인(유) (FIRSTLAW P.C.); 06775 서울시 서초구 마방로 60, 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, IT, 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, 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).

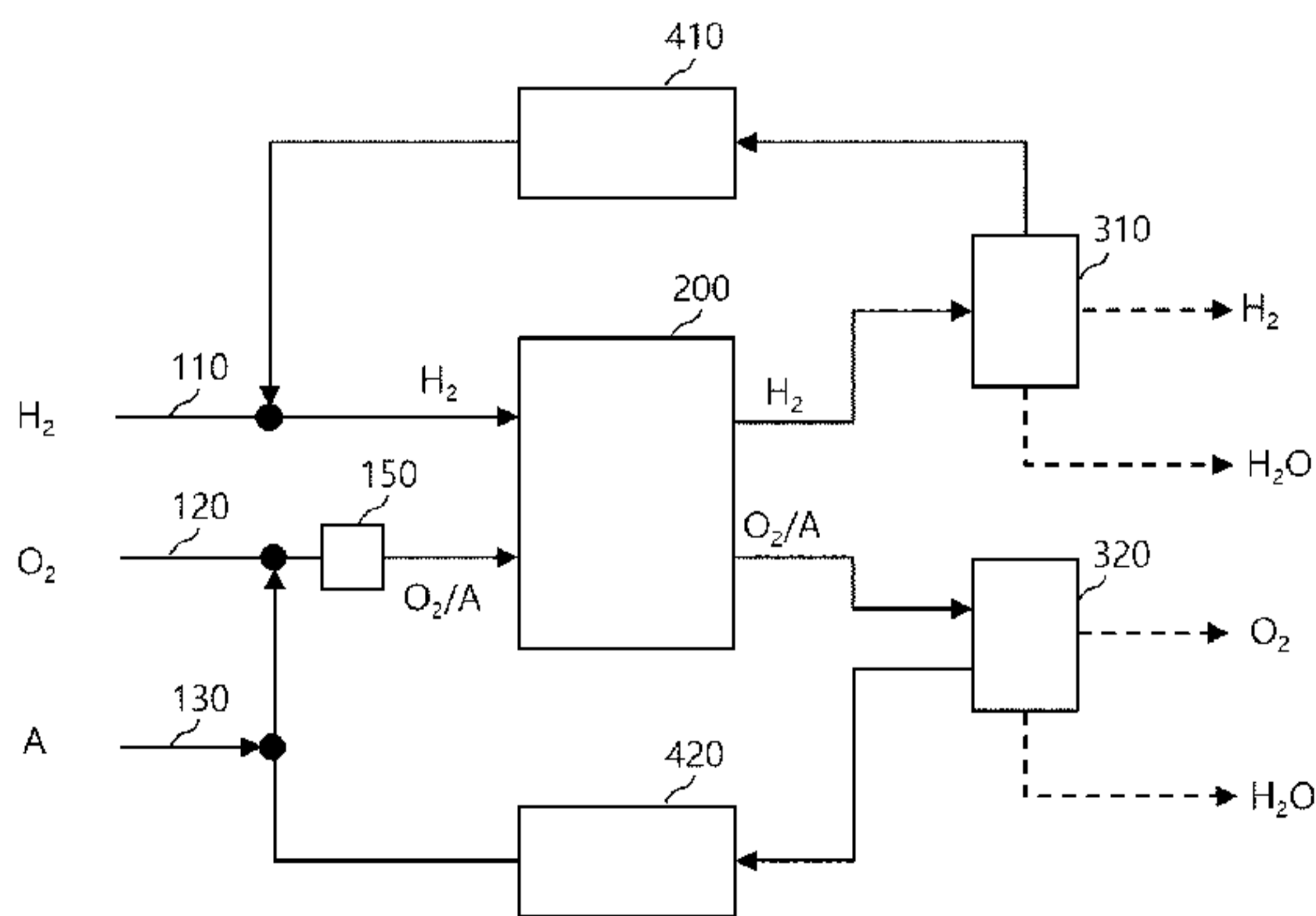
공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: UNDERWATER RECIRCULATION-TYPE FUEL CELL SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 수중 재순환식 연료전지 시스템

[도1]



(57) Abstract: The present invention relates to a fuel cell system to be used in an underwater environment such as that of a submarine, wherein the fuel cell system can exhibit fuel utilization of 99.9% or more by the recirculation of a fuel even if simply composed of a single-stage stack, and can minimize complex gas-liquid separation control according to a multi-stage stack. In addition, the fuel cell system does not use pure oxygen underwater so as to corrode less, thereby enabling a catalyst with a low platinum loading rate or a thin electrolyte membrane to be used, and thus manufacturing costs can be reduced.

(57) 요약서: 본 발명은 잠수함 등의 수중 환경에서 사용되는 연료전지 시스템에 관한 것으로서, 상기 연료전지 시스템은 1단 스택으로 단순하게 구성하더라도 연료의 재순환에 의해 99.9% 이상의 연료 이용률을 나타낼 수 있으며, 다단 스택에 따른 복잡한 기액 분리 제어를 최소화할 수 있다. 또한 상기 연료전지 시스템은 수중에서도 순수 산소를 사용하지 않기 때문에 부식이 적어 백금 담지율이 낮은 촉매나 얇은 전해질막의 사용이 가능하므로 제조 비용을 절감할 수 있다.

WO 2021/125669 A1

명세서

발명의 명칭: 수중 재순환식 연료전지 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 수중 재순환식 연료전지 시스템에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 잠수함 등에서 전력을 공급하는데 사용되고 연료의 재순환에 의해 효율을 높인 연료전지 시스템에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 연료 전지는 연료와 산화제의 화학 반응 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 전지이며, 연료로는 수소가, 산화제로는 산소가 대표적으로 사용된다. 이와 같은 연료 전지는 고효율이고, NO_x 및 SO_x 등의 공해 물질을 배출하지 않으며, 사용되는 연료가 풍부하다는 등의 장점으로 인해 특히 주목 받고 있다.
- [4] 연료 전지에서 전기를 발생시키는 가장 기본적인 스택 단위는 막-전극 접합체(MEA)로서, 이는 전해질막과 이의 양면에 형성되는 애노드 및 캐소드 전극으로 구성된다. 먼저 애노드 전극에서는 연료의 산화 반응이 일어나 수소 이온 및 전자가 발생하고, 수소 이온이 전해질막을 통해 캐소드 전극으로 이동하며, 캐소드 전극에서 산소(산화제)와 전해질막을 통해 전달된 수소 이온과 전자가 반응하여 물이 생성되는 반응에 의해 외부 회로에 전자의 이동이 발생하게 된다.
- [5] 도 2는 잠수함 등 수중에서 사용되는 종래의 연료전지 시스템의 구성을 모식적으로 나타낸 것으로서, 종래의 수중 연료전지 시스템은 대체로 여러 개의 연료전지 스택(201, 202, 203, 204)이 직렬로 연결된 다단 구조(cascade type)를 갖는다. 상기 다단 스택 구조는 수중에서 연료 및 산화제의 이용률이 높은 장점이 있으나, 다단 스택 간 기액분리기(301, 302, 303) 적용으로 인해 연료전지 스택 모듈의 구조가 복잡하고 기액분리기의 제어가 추가적으로 필요하다. 또한, 종래의 다단 연료전지 스택은 고함량 백금 촉매와 두꺼운 전해질막 사용으로 인해 단가가 높은 편이다.

[6] [선행기술문헌]

[7] [특허문헌]

[8] (특허문헌 1) 한국 특허 제 10-1755379 호

[9]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 잠수함 등 수중에서 사용되는 연료전지는, 수소와 산소를 100% 가까운 이용률로 반응시키기 위해 일반적으로 다단의 연료전지 스택을 적용하기 때문에 복잡한 구조를 갖는다. 또한 다단의 연료전지 스택에서는 효율을 높이기

위해 높은 함량의 고가 백금 블랙(Pt-black) 촉매와 두꺼운 전해질막을 적용해야 하므로 제조 비용을 상승시키게 된다.

[11] 이를 해결하기 위해, 연료전지 스택에서 미반응되어 배출되는 수소 및 산소를 다시 연료전지 스택으로 재순환시킴으로써, 연료전지 스택을 1단으로 간단히 구성하여 수중에서 수소 및 산소 이용률을 높일 수 있다. 그러나 공기가 차단된 수중 환경에서는 대체로 순수 산소를 사용하기 때문에, 재순환되는 횟수와 시간이 경과함에 따라 연료전지 스택의 부식(corrosion)이 증대되어 수명을 단축시키는 문제가 있다.

[12] 이에 본 발명자들이 연구한 결과, 연료전지 스택에 공급되는 산소에 질소 등의 비활성 가스를 혼입하면 재순환 시에도 부식이 억제되어 수중 환경에서 1단 구조의 스택 및 저가의 촉매와 얇은 전해질막을 적용할 수 있음을 발견하였다.

[13] 따라서 본 발명의 목적은 수중 환경에서 간단한 구조에도 연료의 재순환을 통해 효율을 높이면서 내구성이 우수하고 제조 비용이 저렴한 연료전지 시스템을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

[14] 상기 목적에 따라, 본 발명은 애노드 전극, 캐소드 전극 및 전해질 막을 구비하는 연료전지부; 상기 애노드 전극에 수소를 포함하는 연료를 공급하는 제 1 공급라인; 상기 캐소드 전극에 산소를 포함하는 산화제를 공급하는 제 2 공급라인; 상기 제 2 공급라인에 비활성 가스를 공급하여 상기 산화제에 비활성 가스를 혼입하는 가스 혼입부; 상기 애노드 전극 및 상기 캐소드 전극에서 배출된 유체의 기액 분리를 각각 수행하는 제 1 분리기 및 제 2 분리기; 및 상기 제 1 분리기 및 상기 제 2 분리기에서 분리된 기체를 상기 제 1 공급라인 및 상기 제 2 공급라인으로 각각 재순환시키는 제 1 펌프 및 제 2 펌프를 포함하고, 수중에서 작동되는 물품에 사용되는, 연료전지 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[15] 본 발명에 따른 연료전지 시스템은 1단 스택만으로 구성된 연료전지를 채용함에도 연료의 재순환에 의해 99.9% 이상의 연료 이용률을 나타낼 수 있으며, 다단 스택에 따른 복잡한 기액 분리 제어를 간소화할 수 있다.

[16] 또한 상기 연료전지 시스템은 수중에서도 순수 산소를 사용하지 않기 때문에 부식이 적어 백금 담지율이 낮은 촉매나 얇은 전해질막의 사용이 가능하므로 제조 비용을 절감할 수 있다.

[17] 또한, 본 발명의 연료전지 시스템의 구조는 유체 흐름 속도를 증가시켜, 연료전지 스택 내부 물 배출이 용이하다.

[18]

도면의 간단한 설명

[19] 도 1은 본 발명의 일례에 따른 연료전지 시스템의 구성을 모식적으로 나타낸 것이다.

- [20] 도 2는 종래의 수중 연료전지 시스템의 구성을 모식적으로 나타낸 것이다.
 [21] <부호의 설명>
 [22] 110: 제 1 공급라인, 120: 제 2 공급라인,
 [23] 130: 가스 혼입부, 150: 센서,
 [24] 200: 연료전지부,
 [25] 201: 제 1 연료전지 스택, 202: 제 2 연료전지 스택,
 [26] 203: 제 3 연료전지 스택, 204: 제 4 연료전지 스택,
 [27] 301, 302, 303: 기액 분리기,
 [28] 310: 제 1 분리기, 320: 제 2 분리기,
 [29] 410: 제 1 펌프, 420: 제 2 펌프,
 [30] A: N₂ 등의 비활성 가스.
 [31]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [32] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 구성 및 작용에 대해 상세하게 설명한다. 이하의 설명은 특히 청구 가능한 본 발명의 여러 측면(aspects) 중 하나이며, 하기의 설명은 본 발명에 대한 상세한 기술의 일부를 이룰 수 있다.
- [33] 다만, 본 발명을 설명함에 있어 공지된 구성 또는 기능에 관한 구체적인 설명은 본 발명을 명료하게 하기 위해 생략할 수 있다.
- [34] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예들을 포함할 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [35] 제 1, 제 2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 이와 같은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 이 용어들은 하나의 구성요소들을 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [36] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결되어' 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [37] 또한 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 특정 물질을 '공급하는' 것으로 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 해당 물질을 공급할 수 있는 공급라인이 구비되어, 그 공급라인을 통해 해당 물질을 공급하는 것으로 이해될 수 있다.
- [38] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[39]

[40] 연료전지 시스템

[41] 도 1은 본 발명의 일례에 따른 연료전지 시스템의 구성을 모식적으로 나타낸 것이다. 도 1에서 사각형은 각 구성 요소를 나타내고, 실선 화살표는 원료의 흐름을 나타내며, 점선 화살표는 배출물의 흐름을 나타낸다.

[42] 도 1을 참조하여, 본 발명에 따른 연료전지 시스템은 애노드 전극, 캐소드 전극 및 전해질 막을 구비하는 연료전지부(200); 상기 애노드 전극에 수소를 포함하는 연료를 공급하는 제 1 공급라인(110); 상기 캐소드 전극에 산소를 포함하는 산화제를 공급하는 제 2 공급라인(120); 상기 제 2 공급라인(120)에 비활성 가스(A)를 공급하여 상기 산화제에 비활성 가스(A)를 혼입하는 가스 혼입부(130); 상기 애노드 전극 및 상기 캐소드 전극에서 배출된 유체의 기액 분리를 각각 수행하는 제 1 분리기(310) 및 제 2 분리기(320); 및 상기 제 1 분리기(310) 및 상기 제 2 분리기(320)에서 분리된 기체를 상기 제 1 공급라인(110) 및 상기 제 2 공급라인(120)으로 각각 재순환시키는 제 1 펌프(410) 및 제 2 펌프(420)를 포함하고, 수중에서 작동되는 물품에 사용된다.

[43] 또한 상기 제 2 공급라인(120)은 상기 산화제에 혼입된 질소 등의 비활성 가스(A)의 비율을 감지하는 센서(150)를 추가로 포함할 수 있다.

[44] 이하 상기 연료전지 시스템의 구성 요소 별로 구체적으로 설명한다.

[45]

[46] 연료전지부

[47] 상기 연료전지부는 1단의 연료전지 스택으로 구성될 수 있다.

[48] 이와 같이 본 발명에 따르면 재순환 구조에 의해 연료전지 구조를 다단 대신 1단으로 구성할 수 있어, 연료전지 스택 구조를 단순화하여 비용 절감 효과가 높다.

[49] 상기 연료전지부는 두 개의 전극, 즉 애노드(anode) 전극 및 캐소드(cathode) 전극을 갖는다. 상기 전극은 가스확산 전극(gas diffusion electrode)일 수 있다.

[50] 상기 애노드 전극은 수소를 산화시켜 수소 이온을 생성시킬 수 있다. 상기 애노드 전극은 촉매층 및 기체확산층으로 구성될 수 있다. 상기 애노드 전극의 촉매층에는 예를 들어 백금, 루테튬, 오스뮴, 백금-루테튬 합금, 백금-오스뮴 합금, 백금-팔라듐 합금, 백금-전이금속 합금 등의 촉매가 사용될 수 있다.

[51] 상기 캐소드 전극은 산소와 같은 산화제를 환원시키는 역할을 한다.

[52] 상기 캐소드 전극은 촉매층 및 기체확산층으로 구성될 수 있다.

[53] 상기 캐소드 전극의 촉매층에는 예를 들어 백금 또는 백금-전이금속 합금이 사용될 수 있다.

[54] 상기 애노드 전극 및 캐소드 전극에 포함되는 기체확산층은 전류전도체로서의 역할과 함께 연료 및 산화제와 같은 반응 물질과 물을 이동시키고 확산시키는 역할을 한다.

[55] 상기 기체확산층은 예를 들어, 카본지(carbon paper), 카본천(carbon cloth),

카본펠트(carbon felt) 등으로 이루어질 수 있다. 상기 기체확산층의 촉매층과 접하는 면에는 미세기공층이 형성될 수 있다.

[56] 상기 전해질막은 연료전지부의 애노드 전극에서 생성된 수소 이온을 캐소드 전극으로 전달하고 애노드 전극과 캐소드 전극을 전기적으로 분리시키는 역할을 한다.

[57] 상기 전해질막은 연료 전지 등에서 전해질막으로 사용되는 고분자 필름이라면 특별한 제한없이 가능하다. 예를 들어 상기 전해질막은 연질의 고분자 필름일 수 있다.

[58] 구체적으로, 상기 전해질막은 퍼플루오르술폰산계 고분자 수지, 폴리이미드 수지, 폴리비닐리덴플루오라이드 수지, 폴리에테르술폰 수지, 폴리페닐렌설파이드 수지, 폴리페닐렌옥사이드 수지, 폴리포스파진 수지, 폴리에틸렌나프탈레이트 수지, 폴리에스테르 수지, 도핑된 폴리벤즈이미다졸 수지, 폴리에테르케톤 수지, 폴리술폰 수지, 이들의 이온전도성 고분자 수지, 및 이들의 혼합 수지로 이루어진 군으로부터 선택된 고분자 수지를 포함할 수 있다.

[59] 본 발명에 따르면 산화제로서의 산소에 질소 등의 비활성 가스를 혼입하여 사용하므로 연료전지 스택의 부식을 억제하고 저가의 촉매 및 전해질막의 사용이 가능하다. 본 명세서에서 비활성 가stra 함은 질소, 아르곤, 네온, 헬륨 등 다른 성분과 반응을 잘 일으키지 않는 가스를 의미한다. 한편, 비활성 가스 외에, 활성이 낮은 이산화탄소도 본 발명에서 사용될 수 있다.

[60] 예를 들어, 상기 애노드 전극 또는 캐소드 전극에 백금계 촉매를 사용할 때, 낮은 백금 담지율을 갖는 저가의 촉매로도 우수한 성능을 나타낼 수 있다.

[61] 구체적으로, 상기 애노드 전극 또는 상기 캐소드 전극은, 백금이 0.1 mg/cm² 내지 2.0 mg/cm²의 양으로 담지된 촉매를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 촉매에 백금이 담지되는 양은 0.1 mg/cm² 내지 1.0 mg/cm² 또는 0.1 mg/cm² 내지 0.5 mg/cm²일 수 있다.

[62] 또한 본 발명의 연료전지는 저가의 얇은 전해질막을 사용하더라도 우수한 성능을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 상기 전해질막은 10 μm 내지 200 μm의 두께를 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 전해질막은 10 μm 내지 100 μm의 두께를 가질 수 있다. 보다 구체적인 예로서, 상기 전해질막은 10 μm 내지 50 μm, 또는 10 μm 내지 20 μm의 두께를 가질 수 있다.

[63]

[64] 제 1 공급라인, 제 2 공급라인, 가스 혼입부

[65] 상기 제 1 공급라인은 상기 애노드 전극에 수소를 포함하는 연료를 공급하고, 상기 제 2 공급라인은 상기 캐소드 전극에 산소를 포함하는 산화제를 공급한다. 또한 상기 가스 혼입부는 상기 제 2 공급라인에 질소 등의 비활성 가스를 공급하여 상기 산화제에 비활성 가스를 혼입한다.

[66] 상기 연료전지 시스템은, 수소를 공급하는 수소 공급부 및 산소를 공급하는 산소 공급부를 추가로 포함할 수 있고, 상기 수소 공급부 및 상기 산소 공급부는

- 상기 제 1 공급라인 및 상기 제 2 공급라인에 각각 연결될 수 있다.
- [67] 본 발명의 연료전지 시스템에서 기본적인 원료 가스는 수소, 산소 및 비활성 가스이나, 암모니아로부터 분리 장치에 의해 수소와 질소를 생성한 뒤 애노드 및 캐소드에 각각 공급할 수도 있다.
- [68] 구체적으로, 상기 수소 공급부는 수소 저장 탱크 또는 암모니아 저장 탱크를 포함할 수 있다.
- [69] 예를 들어, 상기 암모니아 저장 탱크는 이에 저장된 암모니아로부터 수소를 분해하여 상기 제 1 공급라인으로 공급할 수 있다. 또한, 상기 암모니아 저장 탱크에서 암모니아로부터 질소를 더 분해하여 상기 가스 혼입부를 통해 제 2 공급라인으로 공급할 수 있다.
- [70] 구체적으로, 상기 연료전지 시스템은 암모니아를 저장하는 암모니아 저장탱크를 추가로 포함하고, 상기 암모니아 저장탱크가 암모니아를 수소 및 질소로 분해하여 상기 제 1 공급라인 및 상기 가스 혼입부에 각각 공급할 수 있다.
- [71] 또한, 상기 암모니아 저장탱크는 상기 수소 공급부 및 상기 가스 혼입부에 각각 연결되어 이들에 수소 및 질소를 각각 공급할 수 있다.
- [72] 또한 상기 연료전지 시스템은, 상기 수소 공급부와 상기 제 1 공급라인 사이에서 압력을 조절하여 수소의 공급량을 제어하는 제 1 제어기, 상기 산소 공급부와 상기 제 2 공급라인 사이에서 압력을 조절하여 산소의 공급량을 제어하는 제 2 제어기, 및 상기 가스 혼입부와 상기 제 2 공급라인 사이에서 압력을 조절하여 질소 등의 비활성 가스의 공급량을 제어하는 제 3 제어기를 추가로 포함할 수 있다.
- [73] 상기 제 1 공급라인 및 상기 제 2 공급라인에는 상기 제 1 펌프 및 상기 제 2 펌프에 의해 재순환되는 기체가 추가로 혼입된다.
- [74] 이에 따라 상기 제 1 공급라인은 상기 수소 공급부로부터 공급되는 수소 및 상기 제 1 펌프에 의해 재순환되는 미반응 수소의 혼합물을 상기 애노드 전극에 공급할 수 있다.
- [75] 또한, 상기 제 2 공급라인은 상기 수소 공급부 및 상기 가스 혼입부로부터 공급되는 산소와 비활성 가스, 및 상기 제 2 펌프에 의해 재순환되는 미반응 산소와 비활성 가스의 혼합물을 상기 캐소드 전극에 공급할 수 있다.
- [76] 상기 가스 혼입부는 상기 산화제의 총 중량(캐소드 전극에 공급되는 기체 총 중량)을 기준으로 20 중량% 내지 80 중량%의 비활성 가스를 혼입할 수 있다. 상기 혼입량 범위 내일 때, 순수 산소의 연속 사용에 따른 연료전지 스택의 부식을 억제할 수 있어서, 백금 담지율이 적은 촉매나 얇은 전해질막을 갖는 저가의 전극-막 접합체를 사용할 수 있다. 예를 들어 상기 비활성 가스의 혼입량은 50 중량% 내지 80 중량%, 50 중량% 내지 70 중량% 또는 60 중량% 내지 80 중량%일 수 있다.
- [77] 상기 제 2 공급라인은 상기 산화제에 혼입된 질소 등의 비활성 가스의 비율을

감지하는 센서를 추가로 포함할 수 있다. 상기 센서는 상기 산화제에 혼입된 질소 등의 비활성 가스의 비율을 감지하고, 미리 설정된 비율과 다를 경우 상기 제 2 공급라인에 혼입되는 양을 조절할 수 있다.

[78]

[79] 제 1 분리기 및 제 2 분리기

[80] 상기 제 1 분리기 및 상기 제 2 분리는 상기 애노드 전극 및 상기 캐소드 전극에서 배출된 유체의 기액 분리를 각각 수행한다.

[81] 상기 연료전지부에서 연료와 산화제가 반응한 후에, 상기 애노드 전극 및 상기 캐소드 전극에서는 기체와 액체가 혼합된 유체가 배출된다. 예를 들어, 상기 애노드 전극에서는 미반응 연료 및 반응되어 생성된 물을 포함하는 유체가 배출되고, 상기 캐소드 전극에서는 미반응 산화제 및 반응되어 생성된 물을 포함하는 유체가 배출된다.

[82] 구체적으로, 상기 애노드 전극에서 배출된 유체가 미반응 수소 및 물을 포함하고, 상기 캐소드 전극에서 배출된 유체가 미반응 산소와 비활성 가스 및 물을 포함할 수 있다.

[83] 이에 따라, 상기 제 1 분리기에서는 상기 미반응 수소 및 물이 분리되고, 상기 미반응 수소의 대부분이 상기 연료전지부로 재순환되며 물은 외부로 배출된다.

[84] 또한, 상기 제 2 분리기에서는 상기 미반응 산소와 비활성 가스 및 물이 분리되고, 상기 미반응 산소와 비활성 가스의 대부분이 상기 연료전지부로 재순환되며 물은 외부로 배출된다.

[85] 한편 상기 제 1 분리기 및 상기 제 2 분리기에서 분리된 미반응 연료와 산화제는, 대부분이 상기 연료전지로 재순환되지만 일부는 외부로 배출될 수 있다. 이와 같이 재순환되지 않고 외부로 배출되는 미반응 연료와 산화제의 양은, 최초 연료전지부에 공급된 연료와 산화제의 양에 비해 매우 적어서 높은 이용률을 나타낼 수 있다.

[86] 구체적으로, 상기 제 1 분리기에서 분리된 기체가 상기 미반응 수소를 포함하고, 상기 미반응 수소 중 상기 제 1 공급라인으로 재순환되지 않은 나머지는 외부로 배출될 수 있다. 상기 외부로 배출되는 수소의 양은 상기 애노드 전극에 공급된 수소 대비 0.5 중량% 이하일 수 있다.

[87] 또한, 상기 제 2 분리기에서 분리된 기체가 상기 미반응 산소를 포함하고, 상기 미반응 산소 중 상기 제 2 공급라인으로 재순환되지 않은 나머지는 외부로 배출될 수 있다. 상기 외부로 배출되는 산소의 양은 상기 캐소드 전극에 공급된 산소 대비 0.5 중량% 이하일 수 있다.

[88] 또한, 상기 제 1 분리기 및 상기 제 2 분리가 상기 애노드 전극 및 상기 캐소드 전극에서 배출된 유체로부터 물을 분리하고, 상기 분리된 물은 외부로 배출될 수 있다.

[89]

[90] 제 1 펌프 및 제 2 펌프

- [91] 상기 제 1 펌프 및 상기 제 2 펌프는, 상기 제 1 분리기 및 상기 제 2 분리기에서 분리된 기체를 상기 제 1 공급라인 및 상기 제 2 공급라인으로 각각 재순환시킨다.
- [92] 상기 제 1 펌프 및 상기 제 2 펌프에 의해 상기 제 1 공급라인 및 상기 제 2 공급라인으로 재순환되는 기체는 연료 및 산화제를 각각 포함할 수 있다.
- [93] 예를 들어, 상기 제 1 공급라인으로 재순환되는 기체는 미반응 수소를 포함하고, 상기 제 2 공급라인으로 재순환되는 기체는 미반응 산소와 질소 등의 비활성 가스를 포함할 수 있다.
- [94] 구체적으로, 상기 제 1 공급라인으로 재순환되는 기체가 상기 미반응 수소를 20 중량% 내지 50 중량%로 포함하고, 상기 제 2 공급라인으로 재순환되는 기체가 상기 미반응 산소와 비활성 가스를 총 20 중량% 내지 70 중량%로 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 제 1 공급라인으로 재순환되는 기체가 상기 미반응 수소를 20 중량% 내지 40 중량%, 또는 30 중량% 내지 50 중량%로 포함하고, 상기 제 2 공급라인으로 재순환되는 기체가 상기 미반응 산소와 비활성 가스를 총 20 중량% 내지 50 중량%, 또는 40 중량% 내지 70 중량%로 포함할 수 있다.
- [95]
- [96] **효과 및 용도**
- [97] 본 발명에 따른 연료전지 시스템은 1단 스택만으로 구성된 연료전지를 채용함에도 연료의 재순환에 의해 99.9% 이상의 연료 이용률을 나타낼 수 있으며, 다단 스택에 따른 복잡한 기액 분리 제어를 최소화할 수 있다.
- [98] 또한 상기 연료전지 시스템은 수중에서도 순수 산소를 사용하지 않기 때문에 부식이 적어, 백금 담지율이 낮은 촉매나 얇은 전해질막의 사용이 가능하므로, 제조 비용을 절감할 수 있다.
- [99] 또한, 본 발명의 연료전지 시스템의 구조는 유체 흐름 속도를 증가시켜, 연료전지 스택 내부 물 배출이 용이하다. 구체적으로, 본 발명의 연료전지 시스템은 재순환 시스템으로 설계되어 정량적으로 수소가 공급되는 경우에 대비하여 많은 양의 수소가 애노드에 흐르기 때문에 유체 속도를 증가시킬 수 있으며, 또한 캐소드에도 실제 사용되는 산소 대비 최대 4배 이상의 양의 비활성 가스가 더 흐르기 때문에 정량적으로 산소가 공급되는 경우에 대비하여 유체 속도를 증가시킬 수 있다.
- [100] 따라서, 본 발명의 연료전지 시스템은 잠수함과 같은 수중에서 작동되는 물품에 사용될 수 있다.
- [101] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어 당업자는 각 구성요소의 재질, 크기 등을 적용 분야에 따라 변경하거나, 실시형태들을 조합 또는 치환하여 본 발명의 실시예에 명확하게 개시되지 않은 형태로 실시할 수 있으나, 이 역시 본 발명의 범위를

벗어나지 않는 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예는 모든 면에서 예시적인 것으로 한정적인 것으로 이해해서는 안 되며, 이러한 변형된 실시예는 본 발명의 청구범위에 기재된 기술사상에 포함된다고 하여야 할 것이다.

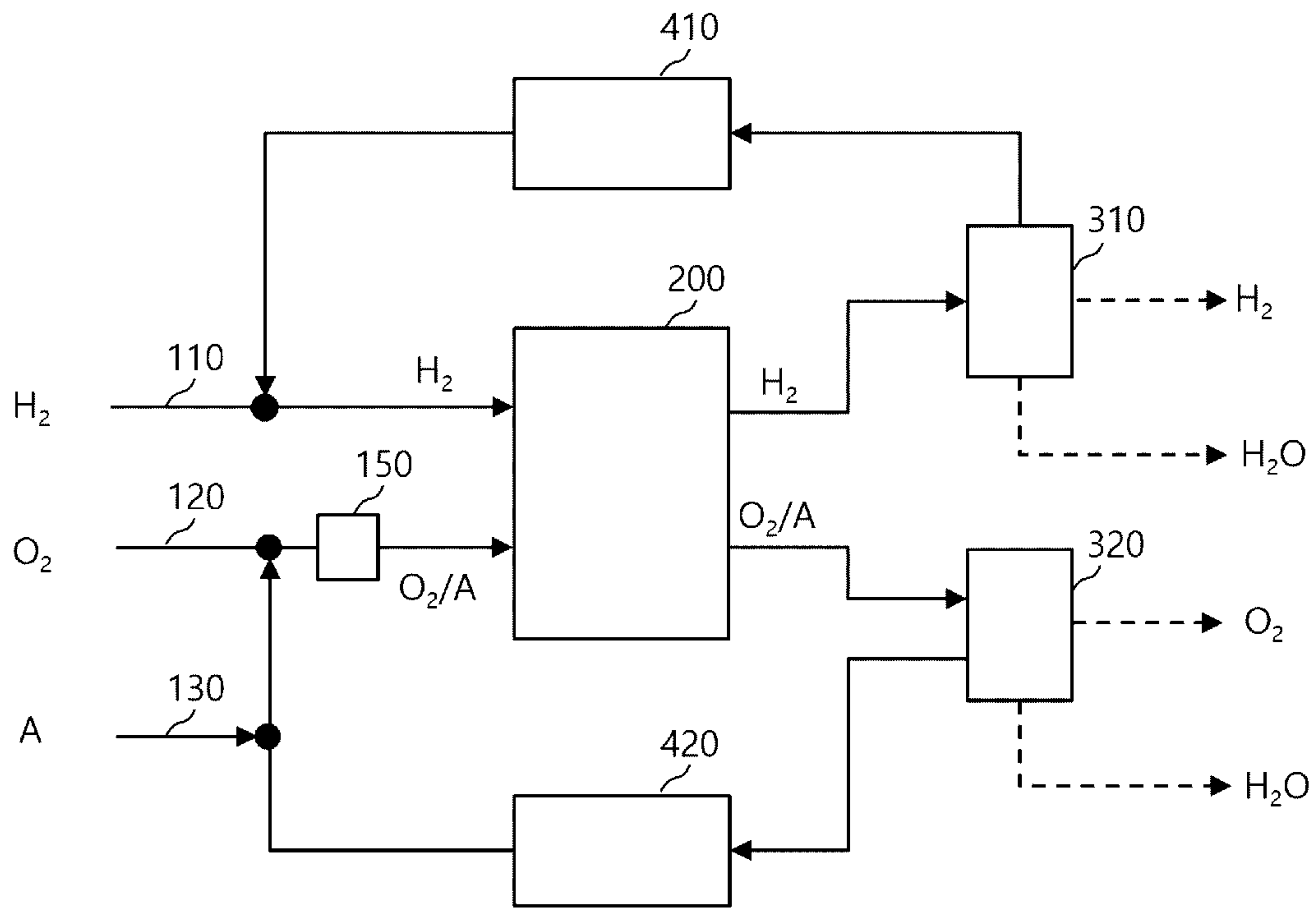
청구범위

- [청구항 1] 애노드 전극, 캐소드 전극 및 전해질 막을 구비하는 연료전지부;
 상기 애노드 전극에 수소를 포함하는 연료를 공급하는 제 1 공급라인;
 상기 캐소드 전극에 산소를 포함하는 산화제를 공급하는 제 2 공급라인;
 상기 제 2 공급라인에 비활성 가스를 공급하여 상기 산화제에 비활성 가스를 혼입하는 가스 혼입부;
 상기 애노드 전극 및 상기 캐소드 전극에서 배출된 유체의 기액 분리를 각각 수행하는 제 1 분리기 및 제 2 분리기; 및
 상기 제 1 분리기 및 상기 제 2 분리기에서 분리된 기체를 상기 제 1 공급라인 및 상기 제 2 공급라인으로 각각 재순환시키는 제 1 펌프 및 제 2 펌프를 포함하고,
 수중에서 작동되는 물품에 사용되는, 연료전지 시스템.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 가스 혼입부가 상기 산화제의 총 중량을 기준으로 20 중량% 내지 80 중량%의 비활성 가스를 혼입하는, 연료전지 시스템.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
 상기 제 2 공급라인이 상기 산화제에 혼입된 비활성 가스의 비율을 감지하는 센서를 추가로 포함하는, 연료전지 시스템.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
 상기 연료전지부가 1단의 연료전지 스택으로 구성되는, 연료전지 시스템.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
 상기 애노드 전극 또는 상기 캐소드 전극이,
 백금이 0.1 mg/cm² 내지 2.0 mg/cm²의 양으로 담지된 촉매를 포함하는,
 연료전지 시스템.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
 상기 전해질 막이 10 μm 내지 100 μm의 두께를 갖는, 연료전지 시스템.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,
 상기 애노드 전극에서 배출된 유체가 미반응 수소 및 물을 포함하고,
 상기 캐소드 전극에서 배출된 유체가 미반응 산소와 비활성 가스 및 물을 포함하는, 연료전지 시스템.

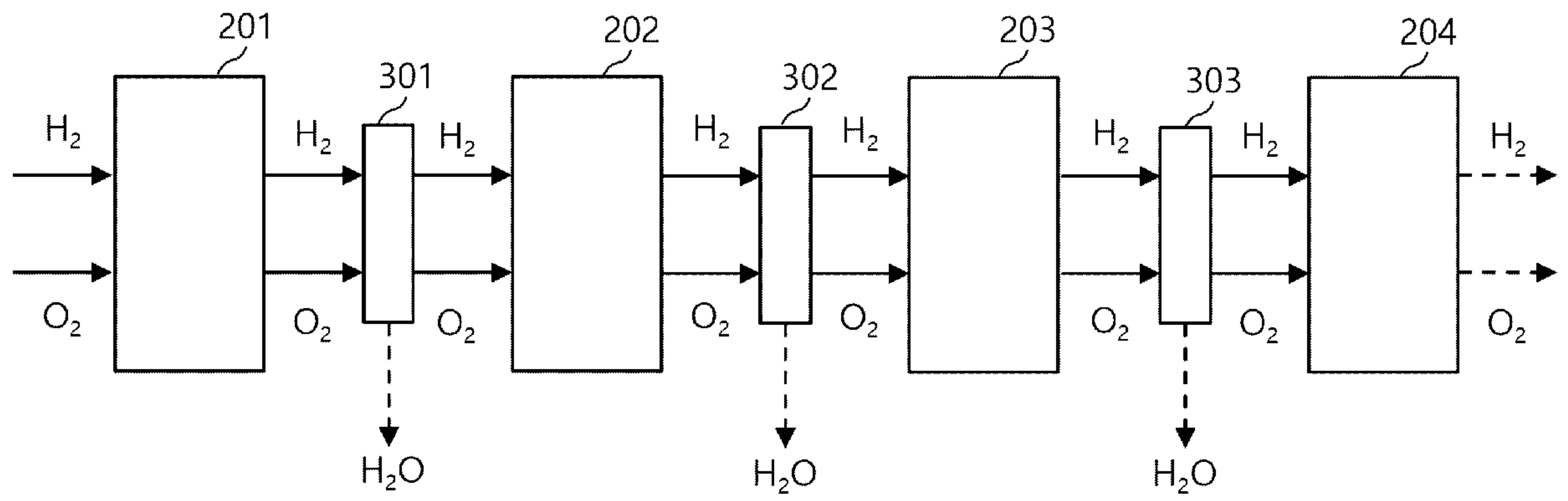
[청구항 8] 제 1 항에 있어서,
상기 제 1 분리기 및 상기 제 2 분리기가 상기 애노드 전극 및 상기 캐소드 전극에서 배출된 유체로부터 물을 분리하고, 상기 분리된 물은 외부로 배출되는, 연료전지 시스템.

[청구항 9] 제 1 항에 있어서,
상기 수중에서 작동되는 물품이 잠수함인, 연료전지 시스템.

[도1]



[도2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/017880

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01M 8/04089(2016.01)i; H01M 8/0662(2016.01)i; H01M 8/04082(2016.01)i; H01M 4/92(2006.01)i; H01M 8/22(2006.01)i; B63G 8/08(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); G01B 15/00(2006.01); H01J 37/22(2006.01); H01M 8/04(2006.01); H01M 8/04007(2016.01); H01M 8/04082(2016.01); H01M 8/04119(2016.01); H01M 8/10(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: 연료전지(fuel cell), 잠수함(submarine), 재순환(recycle), 질소(nitrogen), 센서 (sensor)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2016-0138189 A (NUVERA FUEL CELLS, LLC) 02 December 2016 (2016-12-02) See claims 1 and 3; paragraphs [0003] and [0020]-[0049]; and figures 1-4.	1-4,7-9
Y		5,6
Y	JP 2009-110969 A (HITACHI, LTD.) 21 May 2009 (2009-05-21) See claims 7 and 8; and paragraph [0006].	5,6
A	KR 10-2018-0005238 A (THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS GMBH et al.) 15 January 2018 (2018-01-15) See entire document.	1-9
A	JP 2006-507647 A (UTC FUEL CELLS, LLC.) 02 March 2006 (2006-03-02) See entire document.	1-9
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“D” document cited by the applicant in the international application</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 15 March 2021		Date of mailing of the international search report 15 March 2021
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/KR2020/017880

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2017-0137819 A (PROTON MOTOR FUEL CELL GMBH) 13 December 2017 (2017-12-13) See entire document.	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2020/017880

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR 10-2016-0138189	A	02 December 2016	AU 2015-236525	A1			13 October 2016
			CA 2943543	A1			01 October 2015
			EP 3123548	A1			01 February 2017
			JP 2017-513190	A			25 May 2017
			US 2015-0280258	A1			01 October 2015
			WO 2015-148250	A1			01 October 2015
			<hr/>				
JP 2009-110969	A	21 May 2009	JP 2001-084944	A			30 March 2001
			JP 2001-118537	A			27 April 2001
			JP 2001-344599	A			14 December 2001
			JP 2006-190693	A			20 July 2006
			JP 3684943	B2			17 August 2005
			JP 3956584	B2			08 August 2007
			JP 4261743	B2			30 April 2009
			JP 4871350	B2			08 February 2012
			US 2003-0136907	A1			24 July 2003
			US 2004-0069956	A1			15 April 2004
			US 2005-0184237	A1			25 August 2005
			US 2007-0023657	A1			01 February 2007
			US 2008-0116376	A1			22 May 2008
			US 6538249	B1			25 March 2003
			US 6653633	B2			25 November 2003
			US 6936818	B2			30 August 2005
			US 7109485	B2			19 September 2006
			US 7329868	B2			12 February 2008
			US 7642514	B2			05 January 2010
			<hr/>				
KR 10-2018-0005238	A	15 January 2018	AU 2016-269009	A1			07 December 2017
			AU 2016-269009	B2			22 November 2018
			CA 2985884	A1			01 December 2016
			CA 2985884	C			14 July 2020
			DE 102015209804	A1			01 December 2016
			EP 3304628	A1			11 April 2018
			EP 3304628	B1			29 July 2020
			JP 2018-520465	A			26 July 2018
			JP 6617161	B2			11 December 2019
			US 10637081	B2			28 April 2020
			US 2018-0151896	A1			31 May 2018
			WO 2016-188822	A1			01 December 2016
			<hr/>				
JP 2006-507647	A	02 March 2006	AU 2003-295761	A1			18 June 2004
			AU 2003-295761	A8			18 June 2004
			BR 0316541	A			04 October 2005
			CN 1717827	A			04 January 2006
			DE 10393774	T5			13 October 2005
			JP 4750420	B2			17 August 2011
			KR 10-1092830	B1			12 December 2011
			KR 10-2005-0086532	A			30 August 2005
			US 2002-0076583	A1			20 June 2002
			US 2003-0134164	A1			17 July 2003
			US 6858336	B2			22 February 2005
			WO 2004-049468	A2			10 June 2004
			WO 2004-049468	A3			30 September 2004

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/KR2020/017880

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2017-0137819 A	13 December 2017	CA 2982212 A1	20 October 2016
		CN 107743661 A	27 February 2018
		DE 102015004827 A1	20 October 2016
		EP 3284131 A1	21 February 2018
		EP 3284131 B1	15 July 2020
		JP 2018-517234 A	28 June 2018
		RU 2668287 C1	28 September 2018
		US 2018-0097246 A1	05 April 2018
		WO 2016-165824 A1	20 October 2016

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H01M 8/04089(2016.01)i; H01M 8/0662(2016.01)i; H01M 8/04082(2016.01)i; H01M 4/92(2006.01)i; H01M 8/22(2006.01)i; B63G 8/08(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01M 8/04089(2016.01); G01B 15/00(2006.01); H01J 37/22(2006.01); H01M 8/04(2006.01); H01M 8/04007(2016.01); H01M 8/04082(2016.01); H01M 8/04119(2016.01); H01M 8/10(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: 연료전지(fuel cell), 잠수함(submarine), 재순환(recycle), 질소(nitrogen), 센서(sensor)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2016-0138189 A (누베라 퓨엘 셀스, 인크.) 2016.12.02 청구항 1, 3; 단락 [0003], [0020]-[0049]; 도면 1-4	1-4,7-9
Y		5,6
Y	JP 2009-110969 A (HITACHI, LTD.) 2009.05.21 청구항 7, 8; 단락 [0006]	5,6
A	KR 10-2018-0005238 A (티센크로프 마리네 시스템스 게엠베하 등) 2018.01.15 전체 문헌	1-9
A	JP 2006-507647 A (UTC FUEL CELLS, LLC.) 2006.03.02 전체 문헌	1-9
A	KR 10-2017-0137819 A (프로톤 모터 퓨엘 셀 게엠베하) 2017.12.13 전체 문헌	1-9
<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	
2021년03월15일(15.03.2021)	2021년03월15일(15.03.2021)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관	
대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	정다원	
	전화번호 +82-42-481-5373	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2016-0138189 A	2016/12/02	AU 2015-236525 A1	2016/10/13
		CA 2943543 A1	2015/10/01
		EP 3123548 A1	2017/02/01
		JP 2017-513190 A	2017/05/25
		US 2015-0280258 A1	2015/10/01
		WO 2015-148250 A1	2015/10/01
		-----	-----
JP 2009-110969 A	2009/05/21	JP 2001-084944 A	2001/03/30
		JP 2001-118537 A	2001/04/27
		JP 2001-344599 A	2001/12/14
		JP 2006-190693 A	2006/07/20
		JP 3684943 B2	2005/08/17
		JP 3956584 B2	2007/08/08
		JP 4261743 B2	2009/04/30
		JP 4871350 B2	2012/02/08
		US 2003-0136907 A1	2003/07/24
		US 2004-0069956 A1	2004/04/15
		US 2005-0184237 A1	2005/08/25
		US 2007-0023657 A1	2007/02/01
		US 2008-0116376 A1	2008/05/22
		US 6538249 B1	2003/03/25
		US 6653633 B2	2003/11/25
		US 6936818 B2	2005/08/30
		US 7109485 B2	2006/09/19
		US 7329868 B2	2008/02/12
		US 7642514 B2	2010/01/05
		-----	-----
KR 10-2018-0005238 A	2018/01/15	AU 2016-269009 A1	2017/12/07
		AU 2016-269009 B2	2018/11/22
		CA 2985884 A1	2016/12/01
		CA 2985884 C	2020/07/14
		DE 102015209804 A1	2016/12/01
		EP 3304628 A1	2018/04/11
		EP 3304628 B1	2020/07/29
		JP 2018-520465 A	2018/07/26
		JP 6617161 B2	2019/12/11
		US 10637081 B2	2020/04/28
		US 2018-0151896 A1	2018/05/31
		WO 2016-188822 A1	2016/12/01
		-----	-----
JP 2006-507647 A	2006/03/02	AU 2003-295761 A1	2004/06/18
		AU 2003-295761 A8	2004/06/18
		BR 0316541 A	2005/10/04
		CN 1717827 A	2006/01/04
		DE 10393774 T5	2005/10/13
		JP 4750420 B2	2011/08/17
		KR 10-1092830 B1	2011/12/12
		KR 10-2005-0086532 A	2005/08/30
		US 2002-0076583 A1	2002/06/20
		US 2003-0134164 A1	2003/07/17
		US 6858336 B2	2005/02/22
		WO 2004-049468 A2	2004/06/10
		WO 2004-049468 A3	2004/09/30

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2017-0137819 A	2017/12/13	CA 2982212 A1	2016/10/20
		CN 107743661 A	2018/02/27
		DE 102015004827 A1	2016/10/20
		EP 3284131 A1	2018/02/21
		EP 3284131 B1	2020/07/15
		JP 2018-517234 A	2018/06/28
		RU 2668287 C1	2018/09/28
		US 2018-0097246 A1	2018/04/05
		WO 2016-165824 A1	2016/10/20