

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2014년 6월 19일 (19.06.2014)



(10) 국제공개번호
WO 2014/092332 A1

- (51) 국제특허분류:
B01D 53/22 (2006.01) *B01D 63/00* (2006.01)
B01D 71/02 (2006.01) *B01D 53/62* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/009721
- (22) 국제출원일: 2013년 10월 30일 (30.10.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0146073 2012년 12월 14일 (14.12.2012) KR
- (71) 출원인: 한국에너지기술연구원 (KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH) [KR/KR]; 305-343 대전시 유성구 장동 71-2, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 이신근 (RYI, Shin-Kun); 305-750 대전시 유성구 반석동 반석마을 701-402 호, Daejeon (KR). 박종수 (PARK, Jong-Soo); 302-741 대전시 서구 만년동 강변아파트 110 동 1505 호, Daejeon (KR). 이춘부 (LEE, Chun-Boo); 305-343 대전시 유성구 장동 71-2 한국에너지기술연구원 기숙사 110 호, Daejeon (KR). 이성욱 (LEE, Sung-Wook); 305-805 대전시 유성구 신성동 209-19 B04 호, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 황이남 (HWANG, E-Nam); 137-818 서울시 서초구 방배2동 442-1 경복빌딩 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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 제 21 조(3))

(54) Title: HYDROGEN SEPARATION MEMBRANE MODULE FOR CAPTURING CARBON DIOXIDE

(54) 발명의 명칭 : 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈

(57) Abstract: The present invention provides a hydrogen separation membrane module for capturing carbon dioxide. According to the present invention, a module material is used to suppress the reactivity by a carbon source in the separation membrane module during a carbon capture and storage (CCS) process, and is capable of preventing carbon generation and hydrogen partial pressure by a side reaction.

(57) 요약서: 본 발명은 CCS(Carbon Capture & Storage)과정에서 분리막 모듈 내 카본소스에 의한 반응성을 억제하여 부반응에 의한 카본 생성과 수소분압 감소를 방지할 수 있게 하는 모듈 소재를 이용한 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈을 제공한다.



WO 2014/092332 A1

명세서

발명의 명칭: 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈

기술분야

- [1] 본 발명은 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 상기 모듈 내에서 카본소스의 반응성을 배제하여 부반응에 의한 카본생성과 수소분압 감소를 방지할 수 있게 하는 모듈 소재를 이용한 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈에 관한 것이다.

배경기술

- [2] IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle) 공정에서 CCS(Carbon Capture & Storage)는 석탄가스화, 가스정제(de-sulfur), 수성가스전이반응(WGS, water-gas-shift reaction), 물분리, 분리막을 이용하여 이산화탄소 및 수소를 분리하는 등 5단계를 거쳐 완성된다. 상기 WGS 반응은 하기식과 같이 수소와 이산화탄소를 제조하는 반응이고, WGS 반응에서 생성된 수소와 이산화탄소는 수소 분리막을 이용하여 이산화탄소를 포집하고 고순도 수소를 생산하게 된다.
- [3]
$$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$$
- [4] 상기 WGS 반응에서 생성된 수소 혼합가스로부터 수소를 분리하기 위한 기술로서, PSA, 심냉법, 화학흡착, 분리막과 같이 다양한 방법을 사용할 수 있는데, 이 중에서, 분리막을 이용한 분리공정이 에너지 효율측면에서 가장 우수한 것으로 알려져 있으며, 최근 연소전 CCS와 같이 초대형 정제 부분을 상용화하기 위하여 수소 분리막을 이용한 분리공정의 개발이 진행되고 있다.
- [5] 또한, 상기 공정에서 수소 분리막을 이용한 수소 정제용 모듈 구성에 대해서 많은 연구가 있었고, 이러한 연구는 분리막을 투과한 고농도 수소 확보 관점으로 진행되었다. 현재 수소관련 시장규모는 전 세계적으로 연간 1조원 이상으로 이 중에서 한국은 약 5%를 차지하며, 분리막을 이용한 고효율 수소 제조장치에 대한 국내 시장규모는 연간 200억원 이상으로 평가되고 있다. 현재 고순도 수소는 반도체 제조공정을 비롯하여 석유화학 공정에서 그 수요가 매우 큼에 따라, 수소 분리막 모듈의 성능을 극대화하여 고순도 수소 제조 및 CCS공정에 적용할 때 그 시장성은 매우 클 것으로 평가되고 있다.
- [6] 또한, 상기 분리막을 이용하여 이산화탄소 및 수소를 분리하는 분리막 적용공정에서는 수소 정제와 동시에 CO_2 농축을 동시에 만족시켜야 하고, 이를 위하여는 수소의 회수율을 높게 유지하여야 잔여가스의 농축을 일정 수준 이상으로 얻을 수 있다. 즉, 혼합가스 중에서 수소 분리 시, 분리막 미투과 잔여가스 중에 수소 농도는 점진적으로 감소되기 때문에 분리막의 수소 분리 효율은 분리막 상부의 물질 확산이 지배적인 인자로 작용된다. 따라서, 분리막 모듈 구성에 따라서 절대적인 영향을 받게 되는 인자로서, 수소 분리막을 이용한 이산화탄소 포집에서 분리막 자체의 성능뿐만 아니라 수소 분리막 모듈 성능

또한 매우 중요하다.

- [7] 상기 수소 분리막 모듈을 제작하기 위한 금속 소재로서 스테인레스강이 사용되고 있다. 그러나, 스테인리스강을 구성하는 주요 금속은 철, 니켈, 크롬이 대표되며 일부 소재에는 실리콘, 몰리브덴, 티타늄 등이 포함될 수 있는 데, 이러한 금속물질들은 목적에 따라 다양한 촉매반응에 사용되는 물질로 수소 분리막 모듈의 소재로 사용 시 촉매 역할을 할 수 있고 그에 따라 원하지 않는 방향의 촉매반응이 진행될 수 있다.
- [8] 이와 같이, 상기 수소 분리막 모듈에서 원하지 않는 촉매반응이 진행될 경우 WGS 반응의 역반응인 역수성 전이반응(R-WGS)이라는 부반응이 발생하게 되며, 이와 같은 역수성 전이반응이 발생할 경우 수소분압이 감소하여 모듈의 성능이 현저하게 감소하게 되고, 부반응으로 코킹(카본 생성)이 발생하는 등 매우 심각한 문제가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 본 발명은 상기 문제점을 해소하기 위한 것으로, CCS(Carbon Capture & Storage)과정에서 분리막을 이용하여 이산화탄소 및 수소를 분리하는 단계에 사용되는 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈 내에서 카본소스의 반응성을 배제하여 부반응으로서 역수성 전이반응(R-WGS) 반응에 의한 카본생성과 수소분압 감소를 방지할 수 있게 하는 모듈 소재를 이용한 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈을 제공하는 데 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [10] 본 발명자들은 종래의 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈 내에서 촉매반응이 진행될 경우 부반응으로 역수성 전이반응(R-WGS) 반응에 의해 수소분압이 감소되고, 카본 생성(코킹)이 발생하는 문제에 대하여 예의 주시하여 검토한 결과, 카본이 포함된 가스(이산화탄소, 일산화탄소, 메탄 등)가 수소 분리막 모듈 내부의 모듈 소재를 구성하는 스테인레스강의 표면에 함유된 촉매성 금속과 반응하는 부반응으로서 촉매반응을 일으킬 수 있다는 점에 착안하였다.
- [11] 즉, 본 발명자들은 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈에서 상기 촉매반응이 진행되는 가장 중요한 원인으로, 상기 수소 분리막 모듈 소재로서 사용하고 있는 스테인레스강에는 철, 니켈, 크롬 등의 금속물질 포함되어 있고, 이러한 금속물질은 목적에 따라 다양한 촉매반응을 유발 시킬 수 있는 촉매로서 작용되고, 그에 따라 스테인레스강 소재로 이루어진 모듈의 표면에서 카본이 포함된 가스 분자(이산화탄소, 일산화탄소, 메탄 등)가 수소 분리막 모듈 내부의 모듈 소재를 구성하는 스테인레스강의 표면에 흡착되어, 이에 따라 스테인레스강의 함유된 촉매성 금속과 반응하여 부반응을 일으킬 수 있으며 이러한 부반응에 의하여 수소 분리막 모듈 성능이 현저하게 감소시키기 때문에, 수소 분리막 모듈 내에서 상기 촉매 반응성을 억제하는 것이 매우 중요하다는

점에 착안하여, 종래부터 사용하여 왔던 소재 대신 상기 촉매반응이 발생되지 아니하는 소재를 채택하였을 때 상기 부반응이 발생되지 않게 된다는 점, 특히 모듈 내에 카본 업테이크가 발생되지 않게 된다는 점을 발견하여 본 발명을 완성하게 되었다.

발명의 효과

- [12] 본 발명에 의하면, 니켈과 크롬이 고함량 포함된 스테인레스강을 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈의 소재로 채택함으로써, 수소 분리막 모듈에서 부반응인 역수성 전이반응(R-WGS) 반응을 억제할 수 있게 되어, 분리막 모듈 내에서 카본 업테이크가 발생되지 않고 수소분압 감소를 방지할 수 있게 되어, 수소 분리막 모듈의 내구성 향상과 우수한 이산화탄소의 포집 결과를 얻을 수 있다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [13] 본 발명은 CCS(Carbon Capture & Storage)과정에서 분리막을 이용하여 이산화탄소 및 수소를 분리하는 단계에 사용되는 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 상기 모듈 내에서 역수성 전이반응의 발생을 방지하여 분리막 모듈 내에서 카본 업테이크가 발생되지 않고 수소분압 감소를 방지할 수 있도록 하기 위한 니켈과 크롬 고함량 스테인레스강 소재를 이용한 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈을 제공하기 위한 것이다.
- [14] 스테인레스강은 철(Fe)을 소지금속(Base)으로 하여 크롬(Cr), 니켈(Ni)을 주원료로 함유하고 있으며 크롬, 니켈 이외의 화학원소를 첨가함으로써 여러 가지 특성을 가지고 있다. 또한, 스테인레스강은 화학성분과 금속조직에 따라 대별하고 있으며, 화학성분으로 Fe-Cr(철-크롬)계, Fe-Cr-Ni(철-크롬-니켈)계로 분류되고, 금속조직상으로는 Fe-Cr-Ni(철-크롬-니켈)계의 오스테나이트(Austenite)계 및 듀플렉스(Duplex)계, Fe-Cr(철-크롬)계의 페라이트(Ferrite)계 및 마르텐사이트(Martensite)계로 분류된다. 이와 같은 스테인레스강 중에서 오스테나이트계 스테인레스강은 자성이 없고 뛰어난 내식성을 가지며 충격에 강하여, 표면의 산화막 밀착력이 매우 높기 때문에 내식성 및 내열성이 우수하여 각종 화학설비용 소재로 사용되는데, 대표 강종으로 스테인레스(Cr 18%, Ni 8%)의 오스테나이트강이 알려져 있다.
- [15] 오스테나이트계 스테인레스강을 구성하는 금속 성분으로는 철, 크롬, 니켈이 대표되며 일부 스테인레스강에는 몰리브덴, 티타늄을 극소량 함유하고 있는 것도 있다. 따라서, 오스테나이트계 스테인레스강에 함유되어 있는 니켈, 크롬 등 금속 성분들은 목적에 따라 다양한 촉매반응에 사용되는 물질로서 수소 분리막 모듈의 소재로 사용될 경우, 수소 분리막 모듈의 표면에서 촉매기능을 갖는 조직으로 형성되고 촉매활성을 발현하게 되어 촉매반응을 유발한다. 그러나, 니켈, 크롬 성분을 고 함유하고 있는 오스테나이트계 스테인레스강의

경우에는 합금 조직의 높은 치밀성으로 인하여 내산화성 및 내열성이 우수하게 되는 특성을 가질 뿐만 아니라, 타 스테인레스강 합금보다 촉매활성의 발현이 거의 없는 현상을 보이고 있다.

[16] 또한, 상기 오스테나이트계 스테인레스강에 있어서 미량의 화학성분으로서 규소(Si) 함유량이 높으면 고온에서 내산화성이 향상되는 특성을 발현하게 되는 데, 이는 스테인레스 강의 표면과 강의 내부금속 계면에서 이산화규소가 아주 얇은 농축층을 형성하여 이것이 보호막으로서 금속이온의 외부 확산과 산소의 내부 확산을 방지하는 현상을 보이고 있어 역시 타 스테인레스강보다 촉매활성의 발현이 거의 없는 현상을 보이고 있다.

[17] CO, CO₂, 또는 CH₄ 등 탄소를 포함하는 기체에 노출되는 스테인레스강 등의 소재에는 탄소가 탄화현상이 발생하게 되는 데, 이 탄화 정도는 기체에서 탄소와 산소의 수준, 온도, 스테인레스강의 조성에 의하여 결정되고, 이와 같은 탄화는 스테인레스의 표면을 열화시키게 되며, 그 원인은 스테인레스강의 조직 내나 조직 간의 경계에서 탄화물이나 혹은 탄화물의 연결이 형성되기 때문이다. 상기와 같은 탄화에 가장 저항을 증진시키는 합금 화학원소는 크롬(Cr), 니켈(Ni), 규소(Si)로서 이는 하기 표에서와 같이 알 수 있다.

[18] 표 1

[Table 1]

구 분	조성비(%)			스테인레스강 종류 (AISI)	카본 업테이크(%)
	Cr	Ni	기타		
1	18	9	-	304	2.6
2	18	9	2.5 Si	302B	0.1
3	18	10	Ti	321	1.5
4	18	10	Nb	347	0.2
4	17	11	2.0 Mo	316	1.0
5	23	13	-	309S	0
6	25	20	-	310S	0
7	25	20	2.5 Si	314	0
8	15	35	-	330	0.9

[19] 표 1은 34% H₂, 14% CO, 12.4% CH₄, 39.6% N₂ 조성을 가지는 기체에서, 910°C하에 7,340시간 후의 카본 업테이크 결과를 살펴보면, 오스테나이트계 스테인레스강에서 촉매활성을 나타내는 Cr 및 Ni 성분을 기준으로 하여 각 조성 종류별 동일한 조건 하에서 카본 소스에 의한 카본 업테이크의 결과는 다양하게 나타내고 있음을 알 수 있다.

[20] 상기 카본 업테이크 결과에 의하면, Cr 23 중량% 및 Ni 13 중량% 및 Cr 25

중량% 및 Ni 20 중량%의 함량 범위 내에 있는 오스테나이트계 스테인레스강 그리고 Cr 25 중량% 및 Ni 20 중량%와 기타 화학성분으로 Si 2.5 중량%의 함량 범위 내에 있는 오스테나이트계 스테인레스강에서만 카본 업테이크가 전혀 발생하지 않았다.

- [21] 이 상에서 알 수 있는 바와 같이, 크롬(Cr) 20 내지 30 중량% 및 니켈(Ni) 12 내지 35 중량%를 함유하고 있는 오스테나이트계 스테인레스강 및 기타 화학성분 중 규소(Si) 1.5 중량% 내지 3.0 중량%를 포함하는 상기 오스테나이트계 스테인레스강, 더욱 바람직하게는 크롬(Cr) 22 내지 26 중량% 및 니켈(Ni) 12 내지 22 중량%를 함유하고 있는 오스테나이트계 스테인레스강 및 기타 화학성분 중 규소(Si) 1.5 중량% 내지 3.0 중량%를 포함하는 상기 오스테나이트계 스테인레스강을 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈의 소재로서 활용할 경우, 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈 내에서 카본소스에 의한 반응성을 억제하여 부반응에 의한 카본생성과 수소분압 감소를 방지할 수 있다는 것을 발견하여 본 발명을 완성하였다.
- [22] 본 발명의 CCS(Carbon Capture & Storage)과정에서 분리막을 이용하여 이산화탄소 및 수소를 분리하는 단계에 사용되는 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈의 소재로서, 고 니켈 및 고 크롬 함유 오스테나이트계 스테인레스강으로는 철(Fe) 성분 이외 화학원소 성분으로서 크롬(Cr) 및 니켈(Ni)의 함유량으로 크롬(Cr) 20 내지 30 중량% 및 니켈(Ni) 12 내지 35 중량%를 포함하는 스테인레스강이 적합하며, 상기 스테인레스 강에는 기타 화학성분으로서 탄소(C) 0.08 중량% 이하, 규소(Si) 1.50 중량% 이하, 망간(Mn) 2.0 중량% 이하, 인(P) 0.045 중량% 이하, 황(S) 0.03 중량% 이하로 포함될 수 있다. 상기 스테인레스강으로 적합한 고 니켈 및 고 크롬 함유 오스테나이트계 스테인레스강의 예로서 SS 309 S 및 SS 310 S가 바람직하다.
- [23] 또 다른 본 발명의 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈의 소재로 적합한 상기 니켈 및 고 크롬 함유 오스테나이트계 스테인레스강 중 비교적 실리콘(Si) 고 함유한 소재로서, 철(Fe) 성분 이외 화학원소 성분으로서 크롬(Cr) 및 니켈(Ni)의 함유량으로 크롬(Cr) 20 내지 30 중량% 및 니켈(Ni) 12 내지 35 중량%를 포함하면서, 기타 화학성분 중 규소(Si) 1.50 중량% 내지 3.0 중량%를 포함한다. 상기 스테인레스강으로 적합한 고 니켈, 고 크롬, 고 실리콘 함유 오스테나이트계 스테인레스강의 예로서 SS 314가 바람직하다.
- [24] 한편, CCS(Carbon Capture & Storage)과정에서 분리막을 이용하여 이산화탄소 및 수소를 분리하는 단계에 사용되는 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈의 소재로서 크롬(Cr) 20 중량% 미만 및 니켈(Ni) 12 중량% 미만을 포함하는 오스테나이트계 스테인레스강을 채용하였을 경우 CO가 다량 생성되는 높은 반응성과 다량의 카본 업테이크가 발생하는 문제가 있으며, 그리고 오스테나이트계 스테인레스강 소재로서 현재 생산하여 채택 가능한 강의 종류 중에는 크롬(Cr)함량이 30 중량% 및 니켈(Ni) 35 중량%를 초과하는

오스테나이트계 스테인레스강은 알려져 있지 않다.

[25] 이하, 본 발명에 관하여 실시예를 참조하여 더욱 구체적으로 설명한다. 다만, 하기 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[26] 실시예

[27] 이산화탄소 포집용 수소 분리막 시험 제작 모듈의 소재로서 하기 오스테나이트계 스테인레스강을 선정하여 시험 모듈을 제작한 후, 제작된 모듈에서 이산화탄소 포집 실험 결과로서 가스 조성 분석을 실시하였다.

[28] 이산화탄소 포집 가스 조성 분석

[29] 이산화탄소 포집용 수소 분리막 시험 제작 모듈에서 실험조건으로 온도 400°C, 압력차 20 atm, 공급 기체(feed gas) 60% H₂ + 40% CO₂, 2 L/min 조건 하에서 포집된 포집 가스의 조성 분석하였다.

[30] 상기 포집 가스의 조성 분석 결과에 의하면, Cr 26 중량% 및 Ni 22 중량% 함량의 오스테나이트계 스테인레스강에서는 가장 낮은 촉매 반응성을 보임에 따라 CO가 0.1% 이하로 낮게 검출된데 비해, Cr 18 중량% 및 Ni 9 중량% 및 Cr 17 중량% 및 Ni 11 중량% 함량의 오스테나이트계 스테인레스강에서는 비교적 높은 반응성을 보여 높은 CO 조성비를 보이고 있다.

[31] 표 2

[Table 2]

구 분	조성비(%)			스테인레스강 종류(AISI)	포집가스 농도(%)			
	Cr	Ni	기타		H ₂	CO	CH ₄	CO ₂
1	18	9	-	304	10.1	10.5	2.0	77.5
2	17	11	2.0 Mo	316	16.9	2.6	-	80.5
3	26	22	-	310S	6.1	0.1	-	93.9

[32] 이상 알 수 있는 바와 같이, 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈의 소재로서 Cr 20 내지 30 중량% 및 Ni 12 내지 35 중량%의 함량 범위에 있는 고 크롬 및 고 니켈 함유 오스테나이트계 스테인레스강과 상기 범위 중 Si 1.5 내지 3.0 중량% 함량 범위에 있는 고 실리콘 함유 오스테나이트계 스테인레스강을 채택한 모듈에서는 이산화탄소 포집용 수소 분리막 모듈 내에서 카본소스에 의한 반응성을 억제함에 따라 카본 업테이크가 발생하지 아니하며, 우수한 이산화탄소 포집 효율을 보이고 있다.

청구범위

- [청구항 1] 이산화탄소 포집을 위한 수소 분리막 모듈에 있어서, 수소 분리막 모듈의 표면에서 발생하는 카본 소스와의 반응성을 배제하고 카본 업테이크를 방지할 수 있도록 하는 모듈 소재로서 크롬(Cr) 20 내지 30 중량% 및 니켈(Ni) 12 내지 35 중량%를 함유하고 있는 오스테나이트계 스테인레스강을 사용하는 것을 특징으로 하는 수소 분리막 모듈.
- [청구항 2] 이산화탄소 포집을 위한 수소 분리막 모듈에 있어서, 수소 분리막 모듈의 표면에서 발생하는 카본 소스와의 반응성을 배제하고 카본 업테이크를 방지할 수 있도록 하는 모듈 소재로서 크롬(Cr) 20 내지 30 중량% 및 니켈(Ni) 12 내지 35 중량%과 실리콘(Si) 1.5 내지 3 중량%를 함유하고 있는 오스테나이트계 스테인레스강을 사용하는 것을 특징으로 하는 수소 분리막 모듈.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 모듈 소재로서 크롬(Cr) 22 내지 26 중량% 및 니켈(Ni) 12 내지 22 중량%를 함유하고 있는 오스테나이트계 스테인레스강을 사용하는 것을 특징으로 하는 수소 분리막 모듈.
- [청구항 4] 제2항에 있어서, 모듈 소재로서 크롬(Cr) 22 내지 26 중량% 및 니켈(Ni) 12 내지 22 중량%과 실리콘(Si) 1.5 내지 3 중량%를 함유하고 있는 오스테나이트계 스테인레스강을 사용하는 것을 특징으로 하는 수소 분리막 모듈.
- [청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 오스테나이트계 스테인레스강은 AISI 국제규격 SS309S 또는 SS310S 중 어느 하나 인 것을 특징으로 하는 수소 분리막 모듈.
- [청구항 6] 제2항에 있어서, 상기 오스테나이트계 스테인레스강은 AISI 국제규격 SS314 인 것을 특징으로 하는 수소 분리막 모듈.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/009721**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****B01D 53/22(2006.01)i, B01D 71/02(2006.01)i, B01D 63/00(2006.01)i, B01D 53/62(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)

B01D 53/22; C01B 3/38; C22C 38/00; C21D 3/06; C22C 38/40; B01D 69/06; B01D 71/02; C01B 3/56; B01D 63/00; B01D 53/62

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, hydrogen, membrane, module, nickel, chrome, silicon

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-090295 A (NIPPON SEISEN CO., LTD.) 12 April 2007 See paragraphs [0031], [0052] and [0053].	1-6
A	JP 2009-256178 A (SUMITOMO CHEMICAL CO., LTD.) 05 November 2009 See claims 1, 2.	1-6
A	KR 10-2007-0107166 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) 06 November 2007 See claims 1, 2; paragraphs [0015]-[0017].	1-6
A	KR 10-2009-0109466 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 20 October 2009 See tables 1, 2; claim 1.	1-6
A	KR 10-2011-0108921 A (KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH) 06 October 2011 See claims 1, 6.	1-6



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

19 FEBRUARY 2014 (19.02.2014)

Date of mailing of the international search report

20 FEBRUARY 2014 (20.02.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2013/009721

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2007-090295 A	12/04/2007	JP 4917787 B2	18/04/2012
JP 2009-256178 A	05/11/2009	NONE	
KR 10-2007-0107166 A	06/11/2007	CA 2603681 A1	12/10/2006
		CA 2603681 C	05/07/2011
		CN 100577844 C	06/01/2010
		CN 101151394 A0	26/03/2008
		EP 1867743 A1	19/12/2007
		JP 04803174 B2	26/10/2011
		US 2008-0089803 A1	17/04/2008
		US 7731895 B2	08/06/2010
		WO 2006-106944 A1	12/10/2006
KR 10-2009-0109466 A	20/10/2009	CA 2649355 A1	07/08/2008
		CN 101443469 A	27/05/2009
		CN 101443469 B	24/10/2012
		EP 2108710 A1	14/10/2009
		JP 2008-208451 A	11/09/2008
		US 2009-0263269 A1	22/10/2009
		US 2010-0154939 A1	24/06/2010
KR 10-2011-0108921 A	06/10/2011	WO 2008-093453 A1	07/08/2008
		NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) B01D 53/22(2006.01)i, B01D 71/02(2006.01)i, B01D 63/00(2006.01)i, B01D 53/62(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) B01D 53/22; C01B 3/38; C22C 38/00; C21D 3/06; C22C 38/40; B01D 69/06; B01D 71/02; C01B 3/56; B01D 63/00; B01D 53/62 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, 수소, 분리막, 모듈, 니켈, 크롬, 규소		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 2007-090295 A (NIPPON SEISEN CO., LTD.) 2007.04.12. 식별번호 [0031],[0052],[0053] 단락 참조.	1-6
A	JP 2009-256178 A (SUMITOMO CHEMICAL CO., LTD.) 2009.11.05. 청구항 1,2 참조.	1-6
A	KR 10-2007-0107166 A (수미도모 메탈 인터스트리즈, 리미티드) 2007.11.06. 청구항 1,2; 식별번호 [0015]-[0017] 단락 참조.	1-6
A	KR 10-2009-0109466 A (도꾸리쓰코세이호진상교기쥬쓰소고겐쥬조) 2009.10.20. 표 1,2; 청구항 1 참조.	1-6
A	KR 10-2011-0108921 A (한국에너지기술연구원) 2011.10.06. 청구항 1,6 참조	1-6
☐ 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 “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 2014년 02월 19일 (19.02.2014)	국제조사보고서 발송일 2014년 02월 20일 (20.02.2014)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140	심사관 정영환 전화번호 +82-42-481-5618 	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2007-090295 A	2007/04/12	JP 4917787 B2	2012/04/18
JP 2009-256178 A	2009/11/05	없음	
KR 10-2007-0107166 A	2007/11/06	CA 2603681 A1 CA 2603681 C CN 100577844 C CN 101151394 A0 EP 1867743 A1 JP 04803174 B2 US 2008-0089803 A1 US 7731895 B2 WO 2006-106944 A1	2006/10/12 2011/07/05 2010/01/06 2008/03/26 2007/12/19 2011/10/26 2008/04/17 2010/06/08 2006/10/12
KR 10-2009-0109466 A	2009/10/20	CA 2649355 A1 CN 101443469 A CN 101443469 B EP 2108710 A1 JP 2008-208451 A US 2009-0263269 A1 US 2010-0154939 A1 WO 2008-093453 A1	2008/08/07 2009/05/27 2012/10/24 2009/10/14 2008/09/11 2009/10/22 2010/06/24 2008/08/07
KR 10-2011-0108921 A	2011/10/06	없음	