

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국



(43) 국제공개일  
2011년 5월 5일 (05.05.2011)

PCT

(10) 국제공개번호  
WO 2011/053041 A2

- (51) 국제특허분류: C22C 38/26 (2006.01) H01M 8/12 (2006.01)  
H01M 8/02 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/007520
- (22) 국제출원일: 2010년 10월 29일 (29.10.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2009-0104018 2009년 10월 30일 (30.10.2009) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 포항공과대학교 산학협력단 (POSTECH ACADEMY-INDUSTRY FOUNDATION) [KR/KR]; 경상북도 포항시 남구 효자동 산 31, 790-751 Gyeongsangbuk-do (KR).
- (72) 발명자: 곁
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 김규영 (Kim, Kyoo Young) [KR/KR]; 서울시 동작구 상도 1동 335-1 지혜빌딩 2층 101호, 156-030 Seoul (KR). 김도형 (KIM, Do Hyeong) [KR/KR]; 경상북도 포항시 남구 지곡동 포항공대기숙사 17-313, 790-330 Gyeongsangbuk-do (KR). 전재호 (JUN, Jae Ho) [KR/KR]; 경상북도 포항시 남구 효자동 산 32 포항산업과학연구원, 790-330 Gyeongsangbuk-do (KR). 서형석 (SEO, Hyung Suk) [KR/KR]; 경상북도 포항시 남구 효자동 산 32 포항산업과학연구원, 132-792 Gyeongsangbuk-do (KR). 윤대원 (YUN, Dae Won) [KR/KR]; 서울시 도봉구 창동 쌍용아파트 101-2103, 790-784 Seoul (KR).
- (74) 대리인: 특허법인아이엠 (IAM PATENT FIRM); 경기도 성남시 분당구 서현동 249-2 기영프라자 501, 463-824 Gyeonggi-do (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))



WO 2011/053041 A2

(54) Title: FERRITIC STAINLESS STEEL FOR SOLID OXIDE FUEL CELLS, AND CONNECTION MATERIAL USING SAME

(54) 발명의 명칭 : 고체 산화물 연료전지용 페라이트계 스테인리스강 및 이를 이용한 연결재

(57) Abstract: The present invention relates to stainless steel, comprises no expensive rare earth elements which do not enable the easy manufacture of steel, wherein the stainless steel of the present invention has high oxidation resistance and high electrical conductivity, and simultaneously has a low speed of volatilization of chromium (Cr) at a high temperature, and therefore is suitable for a connection material for fuel cells. The stainless steel according to the present invention comprises: 20 wt % to 35 wt % of Cr; 1 wt % or less of Mn; 0.3 wt % to 5 wt % of Nb, with the remainder being Fe and inevitable impurities.

(57) 요약서: 본 발명은 고가이면서 제강이 용이하지 않은 희토류 원소를 포함하지 않으면서도, 내산화성과 전기전도성이 높고 동시에 고온에서 크롬(Cr)의 휘발속도가 낮아, 특히 연료전지용 연결재에 적합한 스테인리스강에 관한 것이다. 본 발명에 따른 스테인리스강은, Cr: 20 중량% 초과 ~ 35 중량%, Mn: 1 중량% 이하, Nb: 0.3 중량% ~ 5 중량%를 함유하고, 나머지 Fe 와 불가피한 불순물로 이루어진 것을 특징으로 한다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 고체 산화물 연료전지용 페라이트계 스테인리스강 및 이를 이용한 연결재

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 고온에서 작동되는 연료전지용 스테인리스강에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 고가이며 제강에 어려움이 있는 La이나 Y과 같은 희토류 원소를 포함하지 않으면서도 우수한 내산화성과 전기전도성을 얻을 수 있고 동시에 낮은 고온 Cr 휘발성을 가져, 고온에서 작동하는 고체 산화물 연료전지(SOFC: Solid Oxide Fuel Cell)용 재료로 사용될 수 있으며, 그중에서도 특히 평판 고체 산화물 연료 전지(PSOFC: Planar Solid Oxide Fuel Cells)의 연결재용에 적합한 페라이트계 스테인리스강(ferritic stainless steel)에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 일반적으로, 연료전지는 수소 에너지로부터 전기 에너지를 발생시키는 발전장치이다. 이러한 연료전지는 전해질의 종류에 따라서 인산형(PAFC; Phosphoric Acid Fuel Cell), 용융탄산염형(MCFC; Molten Carbonate Fuel Cell), 고체산화물형(SOFC; Solid Oxide Fuel Cell), 폴리머 전해질막 연료전지(PEMFC; Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell) 등으로 분류되며, 연료전지의 종류에 따라 작동온도가 달라지는데, 고체산화물형이 약 1,000°C, 용융탄산염형이 약 650°C, 인산형이 약 200°C, 폴리머 전해질형이 약 100°C 이하이다.
- [3] 이중 SOFC는 가장 높은 온도에서 작동함에 따라 발전효율이 높은 장점을 가지고 있으며, 크게 관형 SOFC와 평판형 SOFC로 나누어진다. 이중 평판형 SOFC의 경우 제작 공정이 관형 SOFC 보다 단순하여 상용화 및 대용량화에 유리하다.
- [4] 한편, 평판형 SOFC의 주요 구성요소는 고체산화물 전해질과 전극으로 이루어지는 단위전지와 이러한 단위전지를 연결하여 스택을 구성하기 위한 연결재로 이루어져 있다.
- [5] 이러한 SOFC 연결재는 각 단위전지를 물리적으로 분리시키면서 전기적으로 연결시키고 각 단위전지에 공급되는 연료와 공기의 통로 역할을 하는 소재로서, 고온에서의 안정성이 우수하며, 전기전도성이 높고, 열팽창계수가 단위전지의 열팽창 계수와 유사해야 하는 특성이 요구된다. 연결재는 또한 연료 전지의 기능에 따라서, '양극판(bipolar plate)', 또는 '세퍼레이터(separator)'로 명명될 수 있다.
- [6] 이러한 SOFC 연결재의 소재로서, 종래에는 고온에서의 안정성이 우수한 고체산화물이 사용되었으나, 고체산화물 연결재의 경우 기계적 강도가 취약하고 생산비가 높고, 가공이 어려운 단점이 있다.
- [7] 이와 같은 고체산화물 연결재의 단점을 극복하기 위하여, 가공성이 우수하고,

생산비가 저렴한 금속 소재를 SOFC 연결재 소재로 활용하려는 시도가 행해져 왔다.

- [8] 금속 소재 중, 페라이트계 스테인리스강은 다른 금속 소재보다 가격이 저렴하고, 열팽창계수가 단위전지용 소재와 유사한 장점이 있으나, 고온에서 산화층이 생성되어 전기저항이 증가하고 표면에서 크롬(Cr)이 휘발하여 전극을 오염시키는 단점이 있다.
- [9] 이러한 문제를 개선하기 위하여 현재까지 개발된 SOFC 연결재용 페라이트계 스테인리스강은 란탄(La), 이트륨(Y)과 같은 희토류 원소를 첨가하여 산화층의 성장속도를 줄이고 전기전도성을 향상시켜왔다. 그러나 란탄(La)이나 이트륨(Y)과 같은 희토류 원소는 재료 자체의 가격이 높고 회소할 뿐 아니라 제강을 어렵게 하기 때문에, SOFC 연결재의 생산성을 저하시키고 가격을 높이는 원인이 되어 왔다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [10] 본 발명은 전술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 고가이면서 제강을 어렵게 만드는 란탄(La)이나 이트륨(Y)과 같은 희토류 원소를 첨가하지 않고도, 내산화성과 전기전도성이 우수하고 동시에 고온에서 크롬(Cr)의 휘발속도가 낮은 연료전지 연결재용 페라이트계 스테인리스강을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [11] 본 발명의 다른 목적은 기존의 연결재에 비해 저렴하면서도 우수한 성능을 갖는 연료전지용 연결재를 제공하는 것이다.

### 과제 해결 수단

- [12] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, Cr: 20중량% 초과 ~ 35중량%, Mn: 1중량% 이하, Nb: 0.3중량% ~ 5중량%를 함유하고, 나머지 Fe와 불가피한 불순물로 이루어진 연료전지용 페라이트계 스테인리스강을 제공한다.
- [13] 또한, 상기 연료전지용 페라이트계 스테인리스강에 있어서, 상기 Nb의 함량은 0.8중량% 초과 ~ 1.5중량%로 함유되는 것을 특징으로 한다.
- [14] 또한, 상기 연료전지용 페라이트계 스테인리스강은, 추가로 C: 0.03중량% 이하, N: 0.03중량% 이하, Mo: 5.0중량% 이하, Cu: 3.0중량% 이하, Ti, V 또는 Zr 중에서 선택된 1종 이상을 0.5중량% 이하로 함유할 수 있다.
- [15] 또한, 본 발명은 상기한 조성의 페라이트계 스테인리스강으로 제조된 연결재를 제공한다. 본 발명에 있어서, '연결재'는 하나의 부품을 다른 부품으로 (전기적으로, 또는 기계적으로, 또는 전기 및 기계적으로) 연결하는 장치를 의미한다. 그리고 연결재는 연료전지에서 여러 가지 기능을 수행할 수 있는데, 예를 들어 반응 기체(reactant gas)의 격리 및 내포와, 전류에 대한 낮은 저항 경로를 제공하여 전지를 직렬로 전기적으로 연결시키는 것 등이 있으며, 이러한 연결재는 또는 연료전지에서의 기능에 따라, '양극판(bipolar plate)', 또는

'세퍼레이터(separator)'등으로도 명명될 수 있다.

[16] 본 발명에 따른 연료전지용 페라이트계 스테인리스강의 성분을 상기와 같이 한정하는 이유는 다음과 같다.

[17]

[18] Cr: 20중량% 초과 ~ 35중량%

[19] Cr은 페라이트계 스테인리스강으로서의 기본적인 내식성을 확보하기 위해 필요한 원소이며, Cr함유량이 20중량% 이하로 함유할 경우에는 연료전지용 연결재로서 요구되는 내식성이 충분하지 못한다. 또한, Cr함유량이 35중량%를 초과하면, 2차 상인 시그마(sigma)상이 석출되어 재료의 특성이 저하된다. 그러므로 Cr의 함유량은 20중량% 초과 ~ 35중량%의 범위 내로 유지할 필요가 있다.

[20]

[21] Mn: 1.0중량% 이하

[22] Mn은 불가피한 불순물로 혼입되어 페라이트계 스테인리스강에 고용(solid solution)되는 S를 저감하는 효과를 갖는 성분으로서, S의 입계 편석(segregation)을 억제하여, 스테인리스강의 열간 압연시의 S에 의해 발생하는 균열을 방지하는 데에 유효한 원소이므로 필요에 따라 첨가될 수 있다. 한편, 이와 같은 효과는 0.001중량% 이상으로 첨가될 때 발휘될 수 있고, Mn이 1.0중량%를 초과할 경우 산화 속도가 크게 증가되기 때문에, Mn은 0.001 ~ 1.0중량%의 범위로 첨가되는 것이 가장 바람직하다.

[23]

[24] Nb: 0.3 ~ 5중량%

[25] Nb는 스테인레스 강 중의 C, N과 반응하여 탄질화물을 형성하여 C, N을 고정하므로 Cr 탄질화물 석출에 따른 내식성의 저하를 방지하고 동시에 페라이트계 스테인리스강의 프레스 성형성을 개선하는 역할을 하는 것으로 알려져 있는 성분이다.

[26] 그런데, 본 발명자들은 Nb를 다량 첨가할 경우 기존에 알려져 있지 않은 내산화성의 개선과 고온 Cr 휘발속도의 저하라는 효과를 얻을 수 있음을 확인하였다. 이와 같은 이와 같은 효과는 명확하게 밝혀지지 않았으나, Nb이 산화층과 합금의 계면에서 탄질화물 형태로 석출되거나 편석(segregation)된 상태로 존재함으로써, Cr의 산화 메커니즘을 더디게 작동하도록 하면서 Cr의 휘발을 저지시키는 작용을 하기 때문으로 추정된다.

[27] Nb의 함량이 0.3중량% 미만일 경우 상기한 효과를 충분히 얻기 어렵고, 5중량%를 초과할 경우 그 효과가 포화하기 때문에 0.3중량% ~ 5중량%의 범위로 함유되는 것이 바람직하다.

[28] 또한, 내산화성 및 전기전도성을 보다 높이고 고온 Cr 휘발속도를 낮추기 위해서는 Nb가 0.8중량% 초과 ~ 1.5중량%의 범위로 첨가되는 것이 가장 바람직한데, Nb가 0.8중량% 초과하여 첨가될 경우에는 그렇지 않은 경우에 비해

전기전도성이 좀더 향상될 수 있고, Nb가 1.5중량% 이하로 첨가될 경우 고온 Cr 휘발속도를 1.5중량%를 초과하여 첨가한 경우보다 낮출 수 있기 때문이다. 이는 Nb가 1.5중량%를 초과하여 첨가될 경우 1.5중량% 이하로 첨가된 경우에 비해 산화층과 합금의 계면에서 석출되거나 편석되는 Nb의 농도가 오히려 줄어드는 현상에 기인하는 것으로 보인다.

[29]

[30] C: 0.03중량% 이하, N: 0.03중량% 이하

[31] C 및 N은 연료전지용 페라이트계 스테인리스강 중의 Cr과 반응하여 입계(grain boundary)에 Cr탄질화물로 석출되어 스테인리스강의 내식성을 저하시킨다. 따라서 C, N의 함유량은 0.03중량% 이하로 낮게 유지하는 것이 바람직하며, 각각 0.015중량% 이하로 유지하는 것이 보다 바람직하다.

[32]

[33] Mo: 5.0중량% 이하

[34] Mo는 페라이트계 스테인리스강의 부식을 억제하는 데에 유효한 원소이므로 필요에 따라 첨가할 수 있다. 그런데, 5.0중량%를 초과하여 첨가될 경우 스테인리스강의 취성이 급격하게 강해져 제강을 어렵게 하므로, 5.0중량% 이하로 첨가하며, 보다 바람직하게는 0.1 ~ 3.0중량%의 범위로 첨가한다.

[35]

[36] Cu: 3.0중량% 이하

[37] Cu는 페라이트계 스테인리스강의 내식성 개선을 위해 선택적으로 첨가될 수 있으며, 3.0중량%를 초과하여 첨가하면 열간 가공성이 저하하기 때문에, 3.0중량% 이하로 첨가하고, 보다 바람직하게는 2.0중량% 이하로 첨가한다.

[38]

[39] Ti, V 또는 Zr 중에서 선택된 1종 이상: 0.5중량% 이하

[40] Ti, V 및 Zr은, 스테인리스강 중의 C 및 N과 반응하여 탄질화물을 형성함으로써, 스테인리스강의 성형성을 개선하는 효과가 있으므로, 필요시에 상기 세 성분의 합이 0.5중량% 이하가 되도록 첨가할 수 있으며, 보다 바람직하게는 0.3중량% 이하로 첨가한다.

[41]

[42] 희토류 원소 혹은 Cr보다 산소 친화도가 높은 Si, Ti, Al, Mg, Ca 등의 원소 중에서 선택된 1종 이상: 0.1중량% 이하

[43] 희토류 원소 또는 Cr보다 산소 친화도가 높은 원소가 0.1중량% 이하로 첨가될 경우 재료의 내산화성을 증가시킴으로 추가적인 내산화성이 요구되는 경우에 첨가될 수 있다.

[44]

[45] 불가피한 불순물

[46] 본 발명에 따른 스테인리스강에는 연료전지용 페라이트계 스테인리스강에 요구되는 내산화성 및 전기전도성의 개선과 고온 Cr 휘발속도의 저하에

관계없이, 제강 과정에서 불가피하게 혼입될 수 있는 불순물이 존재할 수 있다. 예를 들어, 스테인리스강의 용제 단계에서 탈산을 위해 사용되는 Si는 0.1중량% 이하로 함유할 수 있다. 그 외 S 등도 0.1중량% 이하, 보다 바람직하게는 0.01중량% 이하로 함유될 수 있다.

### 발명의 효과

- [47] 본 발명에 따른 연료전지용 스테인리스강과 이를 이용한 연료전지용 연결재는 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.
- [48] 첫째, 페라이트 스테인리스강을 사용하기 때문에 페라이트계 스테인리스강이 갖는 특유의 효과, 즉 제조가 용이하고 제조 비용이 적게 들며 단위전지를 구성하는 세라믹과의 열팽창계수의 차이도 크지 않은 이점을 누릴 수 있다.
- [49] 둘째, 본 발명에 따른 페라이트계 스테인리스강은 고가이면서 제강을 어렵게 만드는 란탄(La)이나 이트륨(Y)과 같은 희토류 원소를 사용하지 않기 때문에, 종래에 비해 대량생산이 용이해지고 저비용으로 제조할 수 있게 된다.
- [50] 셋째, 본 발명에 따른 페라이트계 스테인리스강은 고가의 란탄(La)이나 이트륨(Y)을 첨가한 것과 비견되는 우수한 내산화성과 전기전도성을 얻을 수 있을 뿐 아니라, 고온에서의 Cr 휘발도 낮출 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [51] 도 1은 본 발명의 실시예와 비교예에 따라 제조된 스테인리스강들의 내산화성을 평가한 것으로서 800°C 공기 중에서 강재의 질량 변화량을 나타낸 것이다.
- [52] 도 2는 본 발명의 실시예와 비교예에 따라 제조된 스테인리스강들의 전기전도성을 비교하기 위하여 전기저항성을 평가한 것으로서 800°C 공기 중에서 100 시간 동안 산화시킨 후의 면적특저항(area specific resistance: ASR)을 측정한 결과를 나타낸 것이다.
- [53] 도 3은 본 발명의 실시예와 비교예에 따라 제조된 스테인리스강들의 Cr 휘발 속도를 평가한 것으로서 800°C 공기 중에서 24시간 동안 휘발된 Cr의 양을 측정한 결과를 나타낸 것이다.

### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [54] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 연료전지용 페라이트계 스테인리스강의 제조과정과, 제조된 스테인리스강의 특성 평가의 결과에 대해 상세하게 설명하나, 본 발명이 하기의 실시예에 제한되는 것은 아니다. 따라서 해당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 변경할 수 있음은 자명하다.

[55]

[56] 연료전지용 페라이트계 스테인리스강의 제조

[57] 본 발명의 실시예에 따른 페라이트계 스테인리스강을 제조하는 방법으로는

공지의 모든 스테인리스강 제조방법이 사용될 수 있으며, 특정한 방법으로 제한되지 않는다.

[58] 본 발명자들은 하기 표 1과 같은 조성을 갖는 스테인리스강을 제조하여, 각 특성을 대비함으로써, 본 발명의 실시예에 따른 스테인리스강이 연료전지의 연결재용으로 적합한지 여부를 평가하였으며, 구체적인 제조방법은 하기와 같다.

[59] 표 1

	Cr(wt.%)	Mn(wt.%)	Nb(wt.%)	Ti(wt.%)	La(wt.%)	Y(wt.%)
실시예1	21	0.5	1	-	-	-
실시예2	21	0.5	4			
실시예3	21	0.5	0.3			
비교예1	21	0.5	-	-	-	-
비교예2	21	0.5	-	1	-	-
비교예3	21	0.5	-	-	0.06	-
비교예4	21	0.5	-	-	-	0.05

[60]

[61] [실시예 1]

[62] 본 발명의 실시예 1에서는 진공유도용해 방법을 이용하여, 상기 표 1과 같은 조성의 합금을 만들었으며, 제조한 합금을 1200°C에서 24시간 이상 균질화 처리를 하고 급랭한 이후에 절삭하여 두께 2mm의 스테인리스강판을 제조하였다.

[63]

[64] [실시예 2]

[65] 실시예 1과 동일한 방법으로 제조하였으며, Cr과 Mn의 함량을 실시예 1과 동일하게 유지하되, Nb를 4중량% 첨가하였다.

[66]

[67] [실시예 3]

[68] 실시예 1과 동일한 방법으로 제조하였으며, Cr과 Mn의 함량을 동일하게 유지하되, Nb를 0.3중량% 첨가하였다.

[69]

[70] [비교예 1]

[71] 실시예 1과 동일한 방법으로 제조하였으며, Nb를 첨가한 것과 비교하기 위하여, Cr과 Mn의 함량을 동일하게 유지하되, Nb를 첨가하지 않은 상태로 스테인리스강판을 제조하였다.

[72]

[73] [비교예 2]

[74] 비교예 2의 실시예 1과 동일한 공정을 통해 방법으로 제조하였으며, Nb를 첨가한 것과 상호 비교하기 위하여, Cr과 Mn의 함량을 동일하게 유지하고, Nb 대신 Ti을 1중량% 첨가하여 스테인리스강판을 제조하였다.

[75]

[76] [비교예 3]

[77] 실시예 1과 동일한 방법으로 제조하였으며, Nb를 첨가한 것과 상호 비교하기 위하여, Cr과 Mn의 함량을 동일하게 유지하고 희토류 원소인 La을 0.06중량% 첨가하였다.

[78]

[79] [비교예 4]

[80] 실시예 1과 동일한 방법으로 제조하였으며, Nb를 첨가한 것과 상호 비교하기 위하여, Cr과 Mn의 함량을 동일하게 유지하고, 희토류 원소인 Y을 0.05중량% 첨가하였다.

[81]

[82] 내산화성 평가

[83] 이상과 같이 제조한 스테인리스강 시편의 내산화성 평가는 SOFC 연료전지의 작동환경과 유사한 800°C 공기분위기에서 산화시키면서 무게변화를 측정하는 방식으로 수행하였으며, 그 결과는 도 1과 같았다.

[84] 도 1에서 확인되는 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따라 페라이트계 스테인리스강에 Nb를 0.3 ~ 4중량% 첨가한 경우, Nb를 첨가하지 않은 비교예 1과 비교했을 때 내산화성이 크게 개선되었음을 알 수 있다.

[85] 또한, 실시예 1과 비교했을 때 Nb 대신 Ti을 1중량% 첨가한 비교예 2의 경우에는 본 발명의 실시예에 비해서는 내산화성이 떨어진다.

[86] 그리고, 본 발명의 실시예는 스테인리스강에 희토류 원소인 La를 첨가하는 비교예 3과, Y을 첨가한 비교예 4와 동등한 내산화성을 나타냄을 알 수 있다.

[87]

[88] 고온 전기전도성 평가

[89] 또한, 제조한 시편의 고온 전기전도성을 평가하기 위하여 상기한 조성의 시편을 각각 연료전지의 작동환경과 유사한 800°C 공기 중에서 100시간 동안 산화시킨 후, two-probe galvanodynamic polarization 방법을 사용하여, 샘플 면적 1cm<sup>2</sup>, 스캔속도는 10mV의 조건으로 합금의 접촉저항을 측정하였으며, 그 결과는 도 2와 같았다.

[90] 도 2는 본 발명의 실시예와 비교예의 전기전도성을 비교하기 위하여 면접촉저항성(area specific resistance: ASR)을 측정하여 비교한 것으로서, 페라이트계 스테인리스강에 Nb를 1중량% 만큼 첨가한 경우 Nb를 첨가하지 않은 비교예 1과 비교했을 때 전기전도성이 현저히 증가했으며, Nb를 첨가한 실시예 1의 경우 La과 Y을 첨가한 비교예 3 및 비교예 4와 유사한 전기전도성을

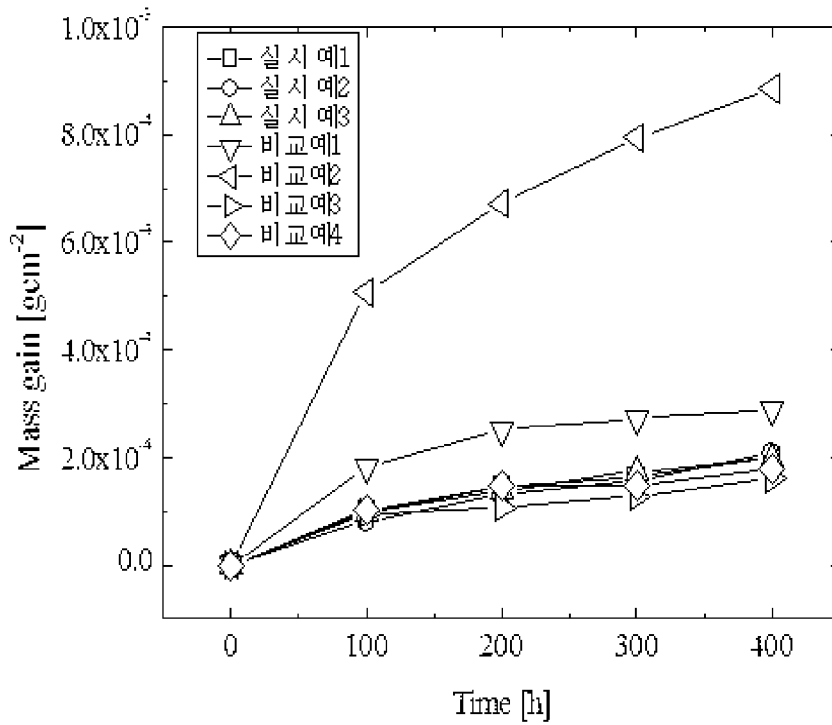
나타내었다.

- [91] 이에 비해, Nb 대신 Ti을 첨가한 비교예 2의 경우 전기전도성이 오히려 현저히 감소하였다. Nb를 4중량% 첨가한 실시예 2와, 0.3중량% 만큼 첨가한 실시예 3의 경우 비교예 1과 유사한 전기전도성을 나타내었다.
- [92]
- [93] 고온 Cr 휘발 속도 평가
- [94] 제조한 시편의 고온 Cr 휘발 속도를 평가하기 위하여 위의 시편을 800°C 공기 중에서 24시간 동안 산화시키고 여기서 발생하는 Cr 기체를 채집하여 Cr 휘발량을 측정하였으며, 상온 상대습도 98%의 wet air를 실험에 사용하였으며, 그 결과는 도 3과 같았다.
- [95] 도 3의 실시예와 비교예의 Cr 휘발 속도를 비교해 보면, 페라이트계 스테인리스강에 Nb를 첨가한 경우 Nb를 첨가하지 않은 비교예 1과 비교했을 때 Cr 휘발 속도가 감소하였다.
- [96] 또한, Nb를 첨가한 실시예 1, 실시예 2, 실시예 3의 경우 La과 Y을 첨가한 비교예 3과 비교예 4보다 낮은 Cr 휘발 속도를 나타내었다.
- [97] 그리고 1중량%의 Nb를 첨가한 실시예 1은 Nb 대신 Ti을 첨가한 비교예 2와 유사한 Cr 휘발속도를 나타내었다.
- [98] 이상과 같은 평가결과에서 확인되는 바와 같이, 본 발명에 따라 페라이트계 스테인리스강에 0.3 ~ 4중량%의 Nb을 첨가한 경우, 내산화성이 향상되고 Cr 휘발 속도가 감소하였다.
- [99] 특히 1중량%의 Nb를 첨가한 경우, 기존에 사용되던 0.06중량%의 La 혹은 0.05중량%의 Y을 첨가했을 때와 유사한 내산화성, 전기전도성을 나타내었을 뿐 아니라, 고온에서 Cr 휘발속도는 La 또는 Y를 첨가한 것에 비해 낮아졌다.
- [100] 한편, Nb 대신 Ti을 1중량%까지 첨가하는 경우 Cr 휘발속도는 유사하나 전기전도성 및 내산화성이 악화되었다.

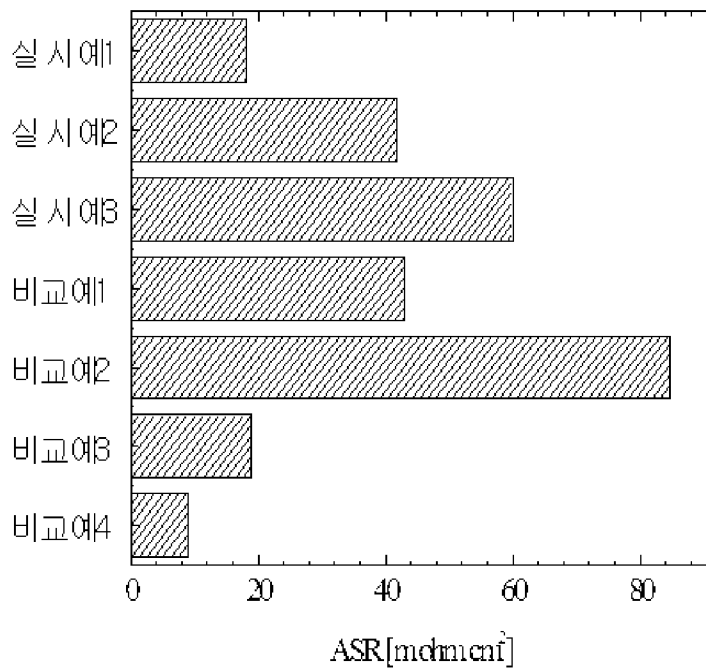
## 청구범위

- [청구항 1] Cr: 20중량% 초과 ~ 35중량%,  
Mn: 1중량% 이하,  
Nb: 0.3중량% ~ 5중량%를 함유하고,  
나머지 Fe와 불가피한 불순물로 이루어진 연료전지용 페라이트계 스테인리스강.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,  
상기 Nb은 0.8중량% 초과 ~ 1.5중량%를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지용 페라이트계 스테인리스강.
- [청구항 3] 제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,  
추가로  
C: 0.03중량% 이하,  
N: 0.03중량% 이하,  
Mo: 5.0중량% 이하,  
Cu: 3.0중량% 이하,  
Ti, V 또는 Zr 중에서 선택된 1종 이상을 0.5중량% 이하,  
희토류 원소 또는 Cr보다 산소 친화도가 높은 Si, Ti, Al, Mg 및 Ca  
중에서 선택된 1종 이상: 0.1중량% 이하로 함유하는 것을  
특징으로 하는 연료전지용 페라이트계 스테인리스강.
- [청구항 4] 제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 강으로 제조된 고체산화물 연료전지용 연결재.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

