



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년04월22일  
 (11) 등록번호 10-1614614  
 (24) 등록일자 2016년04월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 C22C 38/42 (2006.01) C21D 8/00 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2014-0143292  
 (22) 출원일자 2014년10월22일  
 심사청구일자 2014년10월22일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2004197197 A\*  
 JP2006328524 A  
 KR1020030094325 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 주식회사 포스코  
 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)  
 (72) 발명자  
 김상석  
 경상북도 포항시 북구 새천년대로 1235, 109동  
 2303호 (장성동, 두산위브더제니스아파트)  
 김지은  
 울산광역시 남구 변영로16번길 19-28, 301호 (야  
 음동, 보라아파트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인 신세기

전체 청구항 수 : 총 7 항

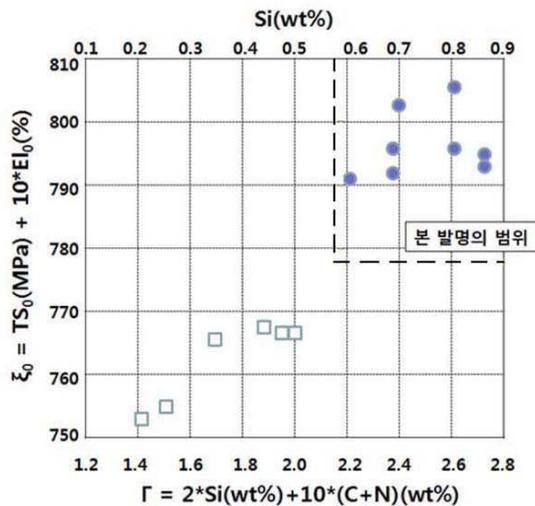
심사관 : 이상훈

(54) 발명의 명칭 **고강도, 고연성의 페라이트계 스테인리스 강판 및 그의 제조방법**

**(57) 요약**

본 발명에 의한 고강도, 고연성의 페라이트 스테인리스 강판은 중량 퍼센트(wt%)로, 탄소(C): 0.065~0.09, 질소(N): 0.035~0.06, 실리콘(Si): 0.6~1.0, 망간(Mn): 0.01~0.70, 인(P): 0.001~0.035, 황(S): 0.001~0.005크롬(Cr): 15.0~17.0, 니켈(Ni): 0.001~0.50, 구리(Cu):0.001~0.50, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하고,  $2*[Si]+10([C]+[N])$  값이 2.2 이상이고,  $[TS(MPa)]+10[EL(\%)]$  값이 780이상을 만족하며, 인장강도 520MPa 이상인 것을 특징으로 한다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**박미남**

경북 포항시 남구 지곡로 294, 213동 1004호 (지곡동, 효자그린아파트)

**정일찬**

경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)

**박수호**

경북 포항시 남구 대이로 100, 106동 903호 (대잠동, 이동현대홈타운)

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

wt%로, C: 0.065~0.09, N: 0.035~0.06, Si: 0.6~1.0, Mn: 0.01~0.70, P: 0.001~0.035, S: 0.001~0.005, Cr: 15.0~17.0, Ni: 0.001~0.50, Cu: 0.001~0.50, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하며,

$\Gamma = 2*[\text{Si}]+10([\text{C}]+[\text{N}])$  값이 2.2 이상이고,

열연소둔 후의 강판의 TD(Transverse Direction) 면의 미세조직이  $\Omega = [\text{미소둔 변형조직의 면적}] / [\text{미소둔 변형조직의 면적} + \text{회복 및 재결정조직의 면적}]$ 가 0.2~0.5이며,

상기 열연소둔 후의 강판의 TD(Transverse Direction) 면의 경도(Hv)가 두께 전 범위에서 160~190인 것을 특징으로 하는 강도 및 연성이 우수한 페라이트 스테인리스강.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

청구항 1에 있어서,

냉연소둔 후 압연방향에 대하여 인장강도 값이 520MPa 이상이고, 압연방향에 대하여  $\xi = [\text{TS(MPa)}]+10[\text{EL}(\%)]$ 의 값이 780 이상인 것을 특징으로 하는 강도 및 연성이 우수한 페라이트 스테인레스강.

**청구항 4**

청구항 1에 있어서,

냉연소둔 후 강판 표면에 형성된 Si-Oxide 부동태층에 포함된 Si의 최대 농도가 20 wt% 이상인 것을 특징으로 하는 강도 및 연성이 우수한 페라이트 스테인레스강.

**청구항 5**

청구항 1에 있어서,

$10*[A(\%)]+1000*[B(\text{wt}\%)]$  값이 6.5 이상인 것을 특징으로 하는 강도 및 연성이 우수한 페라이트 스테인레스강. (여기서, A: 1000 °C에서의 평형 오스테나이트 분율, B: 오스테나이트 내에 존재하는 평형 탄소농도)

**청구항 6**

wt%로, C: 0.065~0.09, N: 0.035~0.06, Si: 0.6~1.0, Mn: 0.01~0.70, P: 0.001~0.035, S: 0.001~0.005, Cr: 15.0~17.0, Ni: 0.001~0.50, Cu: 0.001~0.50, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하며,

$\Gamma = 2*[\text{Si}]+10([\text{C}]+[\text{N}])$  값이 2.2 이상이고,

$\xi = [\text{TS(MPa)}]+10[\text{EL}(\%)]$  값이 780 이상을 만족하며,

인장강도(TS)가 520MPa 이상인 것을 특징으로 하는 강도 및 연성이 우수한 페라이트 스테인리스강.

**청구항 7**

청구항 6에 있어서,

열연소둔 후의 강관의 TD(Transverse Direction) 면의 미세조직이  $\Omega = [\text{미소둔 변형조직의 면적}] / [\text{미소둔 변형조직의 면적} + \text{회복 및 재결정조직의 면적}]$ 가 0.2~0.5인 것을 특징으로 하는 강도 및 연성이 우수한 페라이트 스테인리스강.

**청구항 8**

wt%로, C: 0.065~0.09, N: 0.035~0.06, Si: 0.6~1.0, Mn: 0.01~0.70, P: 0.001~0.035, S: 0.001~0.005, Cr: 15.0~17.0, Ni: 0.001~0.50, Cu: 0.001~0.50, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고,

$2*[\text{Si}] + 10([\text{C}] + [\text{N}])$  값이 2.2 이상인 열연강관을 780~850℃의 온도범위에서 3~5시간 상소둔(Batch Annealing) 하여 아래  $\Omega$  값이 0.2~0.5를 만족하며,

냉연 소둔 후 스킨 패스(skin pass) 1회를 거친 강관의 인장강도(TS)가 520MPa 이상이고,  $\xi = [\text{TS(MPa)}] + 10[\text{EL}(\%)]$  값이 780 이상인 것을 특징으로 하는 강도 및 연성이 우수한 페라이트 스테인레스강의 제조방법.

( $\Omega = [\text{미소둔 변형조직의 면적}] / [\text{미소둔 변형조직의 면적} + \text{회복 및 재결정조직의 면적}]$ )

**청구항 9**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 고강도, 고연성의 페라이트계 스테인리스강관 및 그의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 자동차 및 일반 호스용 패스너(Fastener)에 사용할 수 있도록 고강도를 유지하면서 고연성을 갖춘 페라이트계 스테인리스 강관 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 페라이트계 스테인리스강은 오스테나이트계 스테인리스강 보다 가격이 저렴하고 열팽창률이 낮으며 표면광택, 성형성 및 내산화성이 양호하여 내열기구, 싱크대 상판, 외장재, 가전제품, 전자부품 등에 널리 사용되고 있다.

[0003] 자동차 또는 일반 호스 등에 사용되는 패스너(Fastener)는 플라스틱 호스 또는 파이프를 체결하는 부분이다. 따라서, 높은 강도를 필요로 하며, 벤딩시 크랙 발생이 없어야 하기 때문에 연성도 동시에 우수하여야 한다. 또한, 실내뿐만 아니라 자동차 등 실외 환경에 사용되어 내식성을 요구하기 때문에 스테인리스강이 소재로서 그 사용량이 증대되고 있는 상황이다.

[0004] 일반적으로 제조되는 410UF와 같은 유틸리티 페라이트(Utility Ferrite)의 경우 크롬(Cr)의 함유량이 12% 수준으로 내식성이 열위하며, 연신율도 낮아 패스너용으로는 사용할 수 없다. 따라서, 상대적으로 크롬(Cr)의 함유량이 높은 430계를 소재로 사용하려고 시도하고 있으나, 낮은 인장강도로 인하여 패스너로 사용하기에 강도가 낮은 문제점이 있다. 특히, 패스너로 사용하기 위해서는 인장강도(TS) 520 MPa 이상, 항복강도(YS) 205MPa 이상, 연신율(E1) 22% 이상을 만족하여야 하며, 또한 표면도 200 미만을 만족할 필요가 있다. 이를 위해서는 성분계 개발 및 제조공정의 최적화가 선행되어 하는 실정이다.

[0005] 430계로 대표되는 페라이트계 스테인리스강에서의 주요 품질 이유는 리징(Ridging) 개선, 오렌지필(Orange Peel) 개선, 성형시 면내 이상성 개선과 관련하여 선행 특허 기술들이 다수 존재하나, 자동차 및 일반 호스의 패스너 용도로 있도록 고강도, 고연성을 동시에 만족할 수 있는 성분계에 대한 검토와 최적화에 대하여 기술개

발이 시급한 실정이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 패스너에 사용할 수 있도록 기본 성분계의 함량 조절 및 탄소(C), 규소(Si) 및 질소(N)의 함량을 조절하고 열연 후 소둔에 의한 미세조직 제어로서 고강도, 고연성 구현이 가능한 페라이트계 스테인리스강관 및 그 제조방법을 제공하는 데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 위 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 고강도, 고연성의 페라이트 스테인리스강은 wt%로, C: 0.065~0.09, N: 0.035~0.06, Si: 0.6~1.0, Mn: 0.01~0.70, P: 0.001~0.035, S: 0.001~0.005, Cr: 15.0~17.0, Ni: 0.001~0.50, Cu: 0.001~0.50, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하며,  $\Gamma = 2*[\text{Si}]+10([\text{C}]+[\text{N}])$  값이 2.2 이상이고, 열연소둔 후의 강관의 TD(Transverse Direction) 면의 미세조직이  $\Omega = [\text{미소둔 변형조직의 면적}] / [\text{미소둔 변형조직의 면적} + \text{회복 및 재결정조직의 면적}]$ 가 0.2~0.5인 것을 특징으로 한다.

[0008] 상기 열연소둔 후의 강관의 TD(Transverse Direction) 면의 경도(Hv)가 두께 전 범위에서 160~190일 수 있다.

[0009] 냉연소둔 후 압연방향에 대하여 인장강도 값이 520MPa 이상이고, 압연방향에 대하여  $\xi = [\text{TS(MPa)}]+10[\text{EL}(\%)]$ 의 값이 780 이상일 수 있다.

[0010] 냉연소둔 후 강관 표면에 형성된 Si-Oxide 부동태층에 포함된 Si의 최대 농도가 20 wt% 이상일 수 있다.

[0011]  $10*[A(\%)]+1000*[B(\text{wt}\%)]$  값이 6.5 이상일 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 고강도, 고연성의 페라이트 스테인리스강의 제조방법은 wt%로, C: 0.065~0.09, N: 0.035~0.06, Si: 0.6~1.0, Mn: 0.01~0.70, P: 0.001~0.035, S: 0.001~0.005, Cr: 15.0~17.0, Ni: 0.001~0.50, Cu: 0.001~0.50, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고,  $2*[\text{Si}]+10([\text{C}]+[\text{N}])$  값이 2.2 이상인 열연강관을 780~850℃의 온도범위에서 3~5시간 상소둔(Batch Annealing)하여 아래  $\Omega$  값이 0.2~0.5를 만족하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 냉연 소둔 후 스킨 패스(skin pass) 1회를 거친 강관의 인장강도(TS)가 520MPa 이상이고,  $\xi = [\text{TS(MPa)}]+10[\text{EL}(\%)]$  값이 780 이상일 수 있다.

**발명의 효과**

[0014] 본 발명에 의한 고강도, 고연성의 페라이트계 스테인리스강 및 그의 제조방법에 따르면 성분계의 조정에 의해 520MPa 이상 수준의 인장강도를 유지하면서도 연신율을 향상되어 고강도, 고연성의 특성을 모두 양호하게 유지하고, 표면의 규소, 크롬 산화물의 부동태막에 의한 내식성이 향상된 페라이트계 스테인리스강을 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0015] 도1는 본 발명에 따른 페라이트계 스테인리스강의  $2*[\text{Si}]+10([\text{C}]+[\text{N}])$  값에 따른  $[\text{TS}_0(\text{MPa})]+10[\text{EL}_0(\%)]$  값을 나타낸 그래프이다.

도2는 열연소둔 후 TD(Transverse Direction)면의 소둔 미세조직이 {미소둔 변형조직 면적} / {미소둔 변형조직 면적 + 회복 및 재결정조직 면적} 비가 0.2 이상 0.5 이하를 만족하는 발명예와 비교예의 표면사진이다.

도3은 열연소둔 후 TD(Transverse Direction)면의 미세경도(Hv)에 대한 발명예와 비교예의 비교그래프이다.

도 4는 본 발명에 따른 스테인리스강관의 1000℃ 에서의 평형 오스테나이트 분율(A또는  $\gamma$  MAX)과 오스테나이트 내에 존재하는 평형 탄소농도(B)로 구성되는  $10*A + 1000*B$  수치를 나타낸 그래프이다.

도5는 일반 430(C 400ppm), C상향재(C 750ppm), C상향 및 Si첨가재에 대하여, BAF(Batch Annealing Furnace) 소둔온도에 따른 열연 제품의 TD(Transverse Direction)면의 평균 미세경도(Hv)를 나타낸 그래프이다.

도 6은 냉연제품의 표면을 GDS(Glow Discharge Spectroscopy)로 분석 시에 극표층의 원소분포를 나타낸 그래프이다.

도 7은 복합부식평가후의 부식발청 사진이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0016] 여기서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.
- [0017] 다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 고강도, 고연성의 페라이트계 스테인리스강에 대하여 설명하기로 한다.
- [0019] 본 발명에 따른 스테인리스 강은 중량 퍼센트(wt%)로, 탄소(C): 0.065~0.09, 질소(N): 0.035~0.06, 실리콘(Si): 0.6~1.0, 망간(Mn): 0.01~0.70, 인(P): 0.001~0.035, 황(S): 0.001~0.005크롬(Cr): 15.0~17.0, 니켈(Ni): 0.001~0.50, 구리(Cu):0.001~0.50, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하고,  $\Gamma = 2*[Si]+10([C]+[N])$  값이 2.2 이상이고, 열연소둔 후의 강관의 TD(Transverse Direction) 면의 미세조직이  $\Omega = [미소둔 변형조직의 면적] / [미소둔 변형조직의 면적 + 회복 및 재결정조직의 면적]$ 가 0.2~0.5인 것을 특징으로 한다.
- [0020] 이하, 성분계의 한정이유를 설명한다. 이하에서는 특별한 언급이 없으며 성분의 함량 범위는 중량퍼센트(wt%)이다.
- [0021] 탄소(C): 0.065~0.09%
- [0022] 탄소(C)는 상소둔(Batch Annealing) 과정에서  $(Cr,Fe)_{23}C_6$ ,  $(Cr,Fe)_7C_3$  탄화물로 석출되어 강도를 향상시킬 수 있는 성분이다. 다만, 강관 내에 과량이 첨가되는 경우에는 연신율을 저하 시켜 제품의 가공성을 현저히 저하시키기 때문에 상기 범위로 한정한다.
- [0023] 질소(N): 0.035~0.06%
- [0024] 질소(N)는 탄소와 동등하게 불순물원소로 존재하며 탄소와 함께 상소둔(Batch Annealing) 과정에서  $Cr_2N$  질화물로 석출되어 강도를 향상시킬 수 있는 성분이다. 다만, 강관 내에 과량이 첨가되는 경우에는 가공성을 저해시킬 뿐만 아니라 냉연제품의 스트레처 스트레인의 원인이 되기 때문에 상기 범위로 한정한다.
- [0025] 규소(Si): 0.6~1.0%
- [0026] 규소(Si)는 제강시 탈산제 역할로 첨가되는 원소로 페라이트 안정화원소이다. 통상적으로 스테인리스강 내에 다량 함유되면 재질의 경화를 일으켜서 연성을 저하시키기 때문에 0.4% 이하로 관리한다. 그러나 본 발명에서는 자동차 패스너의 소재로 사용되기 위해서는 규소를 최적으로 사용할 필요가 있다. 본 발명에서는 규소의 함량을 늘려 고용강화 효과로 인장강도 및 항복강도를 향상시켰으며, 과도하게 첨가되는 경우 연신율이 감소하므로 상기 범위로 한정한다.
- [0027] 망간(Mn): 0.01~0.70 %
- [0028] 망간(Mn)은 오스테나이트 안정화원소로서 로핑 및 리징을 억제하는 역할을 한다. 과도하게 함유되는 경우 용접

시 망간계 품이 발생하며 MnS 상 석출의 원인이 되어 연신율을 저하시키기 때문에 상기 범위로 한정한다.

- [0029] 인(P): 0.001~0.035%
- [0030] 인은 산세시 입계부식을 일으키거나 열간가공성을 저해시키기 때문에 그 함량을 상기 범위로 한정한다.
- [0031] 황(S): 0.001~0.005%
- [0032] 황(S)은 결정입계에 편석되어 열간가공성을 저해시키기 때문에 그 함량을 상기 범위로 한정한다.
- [0033] 크롬(Cr): 15.0~17.0%
- [0034] 크롬(Cr)은 강의 내식성을 향상시키기 위해 첨가하는 합금원소로 크롬의 입계함량은 12 wt%이다. 다만, 탄소 및 질소가 함유된 스테인리스강은 입계부식이 일어날 수 있으며, 입계부식 가능성 및 제조단가 증가를 고려하여 그 함량을 상기 범위로 한정한다.
- [0035] 니켈(Ni): 0.001~0.50%
- [0036] 니켈(Ni)은 구리, 망간과 함께 오스테나이트 안정화 원소로 오스테나이트 분율을 증가시켜 로핑 및 리징을 억제하는 효과가 있으며 미량 첨가로 내식성을 향상시키는 역할을 하나 과도하게 첨가하는 경우 가공성의 열화 및 제조단가 증가로 그 함량을 상기 범위로 한정한다.
- [0037] 구리(Cu): 0.01~0.50%
- [0038] 구리(Cu)는 니켈, 망간과 함께 오스테나이트 안정화 원소로 오스테나이트 분율을 증가시켜 로핑 및 리징을 억제하는 효과가 있으며 미량 첨가로 내식성을 향상시키는 역할을 하나 과도하게 첨가하는 경우 가공성의 열화 및 제조단가 증가로 그 함량을 상기 범위로 한정한다.
- [0039] 또한  $2*[Si]+10([C]+[N])$  값이 2.2 이상인 것이 바람직하다. 즉 규소의 함량 증가에 따른 모재의 고용강화 효과와 탄소 함량 증가에 따른 크롬 탄화물 석출강화 효과를 동시에 발현시킴으로써 냉연제품의 인장특성인 인장강도와 연성을 동시에 증가시킬 수 있다.
- [0040] 도1를 참조하면, Si, C, N의 함량을 조절하여 인장강도 520MPa 이상의 강도를 유지하면서도  $[TS_0(MPa)]+10[EL_0(\%)]$  값이 780을 만족하는 고강도, 고연성의 페라이트계 스테인리스 강관을 얻을 수 있다.
- [0041] 본 발명에서 상기 조성으로 제조된 슬라브를 열간 압연 후 소둔 후의 미세조직이 [미소둔 변형조직의 면적]/[미소둔 변형조직의 면적 + 회복 및 재결정조직의 면적]가 0.2~0.5인 것이 바람직하다. 본 발명에서 미소둔 변형조직이라 함은 열간압연에 의하여 형성된 변형 밴드(band) 조직으로 금속조직의 회복 현상 또는 재결정 현상이 발생되기 전의 상태를 의미한다. 미소둔 변형 조직은 열연제품의 두께층 평균 경도 값을 상승시켜 최종적으로는 냉연제품의 인장강도 향상을 도모시키는 역할을 한다. 미소둔 변형조직의 면적비가 0.2미만인 경우에는 충분한 인장강도 향상을 도모할 수 없으며, 미소둔 변형조직의 면적비가 0.5초과인 경우에는 연성이 낮아서 가공성을 확보할 수 없으므로 상기 범위로 한정한다.
- [0042] 상기 고강도, 고연성의 페라이트계 스테인리스 강관은  $10*[A(\%)]+1000*[B(wt\%)]$ 의 값이 6.5이상인 것이 바람직하다. 여기서 A와 B는 각각 A: 1000 ℃에서의 평형 오스테나이트 분율, B: 오스테나이트 내에 존재하는 평형 탄소농도이다. 본 발명에서는 오스테나이트 안정화 원소가 증가함에 따라 이에 대한 오스테나이트 상분율이 증가하고, 오스테나이트 내에 존재하는 평형 탄소농도도 증가함을 알 수 있었다. 이와 같이  $10*[A(\%)]+1000*[B(wt\%)]$ 의 값이 6.5이상인 경우에  $[TS(MPa)]+10[EL(\%)]$ 이 780 이상으로 나타나게 된다.
- [0043] 본 발명의 일 실시예에 따른 고강도, 고연성의 페라이트계 스테인리스 강관의 제조방법은 탄소(C): 0.065~0.09, 질소(N): 0.035~0.06, 실리콘(Si): 0.6~1.0, 망간(Mn): 0.01~0.70, 인(P): 0.001~0.035, 황(S): 0.001~0.005, 크롬(Cr): 15.0~17.0, 니켈(Ni): 0.001~0.50, 구리(Cu): 0.001~0.50, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하고,  $2*[Si]+10([C]+[N])$  값이 2.2 이상인 열연강관을 강관의 TD(Transverse Direction) 면의 미세조직이 [미소둔 변형조직의 면적]/[미소둔 변형조직의 면적 + 회복 및 재결정조직의 면적]가 0.2~0.5가 되도록 부분 소둔(Partial Annealing)하는 과정을 포함한다.
- [0044] 상기 부분 소둔은 열연제품의 전제 회복 소둔에 의한 재결정 조직이 100%를 차지하는 것에 대하여 변형 밴드(Band)가 잔존케 하는 것을 의미하는 것이다. 이 경우 미소둔 변형 밴드가 존재하게 되고 미소둔 변형band분율(Ω)이 0.2~0.5로 제어하여 열연소둔 제품의 TD(Transverse Direction)면의 미세경도(Hv)가 두께 전 범위에서 160 이상 190 미만을 구현할 수 있게 된다.

[0045] 상기 부분 소둔은 상기 부분 소둔(Partial Annealing)하는 과정은 780~850℃의 온도범위에서 상소둔으로 행하여 지는 것이 바람직하다. 상소둔온도는 소둔 온도는 일부 소둔된 재결정 조직과 미소둔 변형 밴드를 혼합하게 할 수 있는 온도로서 너무 높은 온도에서 소둔하는 경우에는 미소둔 변형 조직이 형성되기 어려워 인장강도 확보가 어려울 수 있으며, 낮은 온도에서 소둔하는 경우에는 재결정 조직의 확보가 어려워 연신율을 확보할 수 없으므로 상기 범위로 한정한다.

[0046] 이렇게 열연소둔된 강판은 통상적인 방법으로 냉간압연을 거쳐 최종 강판으로 제조될 수 있으며, 필요에 따라 다른 부가적인 공정이 추가될 수 있음은 자명하다.

[0047] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 고강도, 고연성의 페라이트계 스테인리스강판의 제조방법은 냉간압연 후의 강판을 재료온도 기준으로 냉간압연 후 재료온도 기준으로 800~900℃의 광휘소둔(BA, Bright Annealing)하는 공정을 더 포함할 수 있다. 광휘소둔을 거치는 경우 Cr-Oxide 부동태층 보다 극표층(~15nm)에 생성된 Si-Oxide 부동태층에 관찰되는 Si의 최대 농도(wt%)가 20 이상 관찰되고 이 경우 내부식성이 월등하게 향상될 수 있다.

[0048] 이하에서는 실시예를 들어 본 발명에 대하여 보다 자세히 설명한다.

[0049] 표1에 본발명에 따른 페라이트계 스테인리스강의 합금성분으로 변화시켜 발명예와 비교예로 강종을 나누어 표시하였다.

표 1

강종	합금성분(wt%)							비고
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	N	
A	0.065	0.60	0.3	16.5	0.1	0.1	0.035	본발명예
B	0.070	0.65	0.3	16.2	0.1	0.1	0.040	
C	0.080	0.70	0.3	16.2	0.1	0.1	0.040	
D	0.085	0.60	0.3	16.2	0.1	0.1	0.040	
E	0.075	0.60	0.3	16.2	0.1	0.1	0.050	
F	0.080	0.80	0.3	16.2	0.1	0.1	0.035	
G	0.070	0.80	0.3	16.2	0.1	0.1	0.045	
H	0.040	0.30	0.3	16.2	0.1	0.1	0.040	비교예
I	0.050	0.30	0.3	16.2	0.1	0.1	0.045	
J	0.070	0.30	0.3	16.2	0.1	0.1	0.040	
K	0.080	0.30	0.3	16.2	0.1	0.1	0.045	
L	0.030	0.60	0.3	16.2	0.1	0.1	0.040	
M	0.040	0.60	0.3	16.2	0.1	0.1	0.040	
N	0.065	0.60	0.3	13.2	0.1	0.1	0.035	
O	0.070	0.60	0.3	13.4	0.1	0.1	0.040	

[0051] 표1에 기재되어 있는 강종에 대하여 연주공정에서 생산된 슬라브를 가열로의 균열대 온도1,180℃에서 60분 재가열한 후 조압연기와 연속마무리 압연기에 의해 800℃ 이상의 완료온도로 압연하여 열연판을 제조하고 그 후 열연 상소둔(Batch annealing)에서 코일의 가장 안쪽의 내권부의 온도 기준으로 승온시에 상온에서 500℃까지는 0.1℃/s 이상으로 승온을 하고 780~850℃ 온도역까지는 가열시에는 0.01℃/s 이하로 승온을 한 후, 780~850℃ 온도 구간에서 시간을 달리하여 유지하였다. 그 후 500℃까지는 0.015℃/s 이하로 냉각을 행하고, 그 후 상온까지 0.03℃/s 이하로 냉각을 행하는 상소둔 열처리를 실시하였다.

[0052] 표 2에는 표 1의 합금성분을 가지는 성분계에 대하여,  $\Gamma = 2*Si(wt\%)+10*(C+N)(wt\%)$  로 정의되는 수치를 나타내었으며, 또한 열연 상소둔 조건을 변경하여 소둔을 행한 후의 열연 제품의 TD(Transverse Direction)면의 소둔 미세조직이  $\Omega = \{ \text{미소둔 변형조직 면적} \} / \{ \text{미소둔 변형조직 면적} + \text{회복 및 재결정조직 면적} \}$ 로 정의되는 수치를 나타내었다. 여기서 미소둔 변형조직이라 함은 열간압연에 의하여 형성된 변형 밴드(band) 조직으로 금속조직의 회복 현상 또는 재결정 현상이 발생되기 전의 상태를 의미한다.  $\xi$  는  $TS(MPa) + 10*EI(\%)$ 로 정의되는 수치를 나타내었다. 상기의 판면에 있어서 압연방향에 대하여 0° 방향으로  $\xi_0$ 값은 냉연제품의 인장시험시에 얻어진 인장강도(TS)와 연신율(EI)값을 이용하여 얻어진 값이다.

[0053] 표 2에서의 인장강도를 얻기 위한 인장시험은 인장시험은 판면에 있어서 압연방향에 대하여 0° 방향으로 JIS13의 B형 인장시험편을 채취하여, JIS Z 2241에 따라 인장 시험을 실시하였으며, 인장 시험시의 온도는 상온이며, 변형속도인 크로스헤드 스피드(crosshead speed)는 20mm/min 로 수행되었다.

표 2

강종	$\Gamma = 2*Si + 10*(C+N)$	BAF 열처리 온도(℃)	BAF 열처리 유지 시간(Hr)	$\Omega$ =미소둔 변형조직 면적분율	$\xi_0$ = TS(MPa) + 10*E1(%)	비고
A	2.20	840	4hr	0.21	790	본발명에
B	2.40	830	5hr	0.25	792	
C	2.60	820	5hr	0.25	805	
D	2.40	850	5hr	0.21	795	
E	2.40	780	3hr	0.4	802	
F	2.75	790	3hr	0.4	793	
G	2.75	790	5hr	0.35	792	
H	1.40	820	10hr	0.05	752	비교예
I	1.55	800	10hr	0.05	753	
J	1.70	830	7hr	0.25	766	
K	1.85	830	7hr	0.25	768	
L	1.90	780	10hr	0.04	767	
M	2.00	780	10hr	0.04	767	
N	2.20	780	4hr	0.21	791	
O	2.30	800	5hr	0.25	789	

[0055] A~G강종은 페라이트계 스테인레스강의 탄소(C), 질소(N), 실리콘(Si) 및  $\Gamma = 2Si + 10(C + N)$  을 조절하여 진공용해한 것으로 상기의 강을 슬라브를 가열로의 균열대 온도1,180℃에서 60분 재가열한 후 조압연기와 연속마무리 압연기에 의해 800℃ 이상의 완료온도로 압연하여 열연판을 제조하고 그 후 열연 상소둔(Batch Annealing)을 행하고 냉간압연 및 냉연소둔을 실시하였다.

[0056] 상기 A~G강종은  $\Gamma \geq 2.2$  를 만족함을 알 수 있다. 또한, A~G강종은  $0.2 \leq \Omega \leq 0.5$  를 만족함을 알 수 있다. 또한, A~G강종은  $\xi \geq 780$  를 만족함을 알 수 있다.

[0057] H강종 및 I강종은  $\Gamma$  수치가 1.4, 1.55 로 본 발명의  $\Gamma$  수치 범위를 벗어남을 알 수 있다. C함량 및 Si함량이 동시에 낮아, Cr-carbide 석출물에 의한 석출강화 효과가 낮으며, Si 함유량이 낮아 모재(matrix)의 고용강화 효과를 낮추어, 냉연제품의  $\xi$  수치가 본 발명의 범위를 벗어남을 확인하였다.

[0058] J강종 및 K강종은  $\Gamma$  수치가 1.7, 1.85 로 H강종 또는 I강종 보다는 상대적으로 높으나 본 발명의  $\Gamma$  수치 범위를 벗어남을 알 수 있다. J강종 및 K강종은 C함량이 높아 Cr-carbide 석출물에 의한 석출강화 효과는 충분히 있으나, Si 함유량이 낮아 모재(matrix)의 고용강화 효과를 낮추어, 냉연제품의  $\xi$  수치가 본 발명의 벗어남을 확인하였다.

[0059] L강종 및 M강종은  $\Gamma$  수치가 1.9, 2.0으로 H강종 또는 I강종 보다는 상대적으로 높으나 본 발명의  $\Gamma$  수치 범위를 벗어남을 알 수 있다. L강종 및 M강종은 Si 함유량이 높아 모재(matrix)의 고용강화 효과를 가져올 수 있으나, C함량이 낮아 Cr-carbide 석출물에 의한 석출강화 효과가 적어, 냉연제품의  $\xi$  수치가 본 발명의 벗어남을 확인하였다.

[0060] N강종 및 O강종은  $\Gamma$  수치가 2.2~2.3 로 본 발명의  $\Gamma$  수치는 만족하며, C함량 및 Si함량이 동시에 높아, Cr-carbide 석출물에 의한 석출강화 효과 및 Si에 고용효과로 냉연제품의  $\xi$  수치수치가 본 발명의 범위에 속하나, Cr 함량이 13% 수준으로 자동차 및 일반 패스너 용도로 요구되는 내식성을 만족하지 못하여 본 발명의 범위를 벗어남을 확인하였다.

[0061] 하기 표 3 에 상기 표 1의 합금성분을 가지는 성분계에 대하여, 냉연제품의 판면에 있어서 압연방향에 대하여 0°, 45°, 90° 방향의 3방향으로 JIS13의 B형 인장시험편을 채취하여, JIS Z 2241에 따라 인장 시험을 실시한 결과를 나타내었다. 인장 시험시의 온도는 상온으로 규정하며, 변형속도인 크로스헤드 스피드(crosshead speed)는

20mm/min 로 인장시험을 실시하였다. 각 방향별로 얻어진 인장강도(TS), E1(%)값을 이용하여  $\xi$  수치를  $\xi_0$ ,  $\xi_{45}$ ,  $\xi_{90}$  값으로 산출한 값을 나타내었다.

표 3

강종	인장강도(TS, MPa)			연신율(E1, %)			$\xi$			비교
	TS <sub>0</sub>	TS <sub>45</sub>	TS <sub>90</sub>	E1 <sub>0</sub>	E1 <sub>45</sub>	E1 <sub>90</sub>	$\xi_0$	$\xi_{45}$	$\xi_{90}$	
A	523	536	561	26.7	28.2	26.2	790	818	823	본발명예
B	530	537	563	26.2	27.3	26.0	792	810	823	
C	550	567	581	25.5	26.2	24.7	805	829	828	
D	535	540	574	26.0	26.8	25.1	795	808	825	
E	545	559	575	25.7	26.0	24.5	802	819	820	
F	563	571	585	23.0	23.7	22.2	793	808	807	
G	552	565	579	24.0	24.4	23.2	792	809	811	
H	472	470	477	28.0	27.5	27.9	752	745	756	비교예
I	478	475	483	27.5	27.2	27.7	753	747	760	
J	498	491	503	26.8	26.3	26.6	766	754	769	
K	502	498	505	26.6	26.1	26.5	768	759	770	
L	505	501	511	26.2	25.3	26.0	767	754	771	
M	507	504	514	26.0	25.8	26.2	767	762	776	

[0063] 상기 A-G강종은 판면에 있어서 압연방향에 대하여 0°, 45°, 90° 방향의 3방향 모두에서 TS<sub>0</sub>, TS<sub>45</sub>, TS<sub>90</sub> 값 모두 520MPa 이상이고,  $\xi_0$ ,  $\xi_{45}$ ,  $\xi_{90}$  값 모두 780 이상인 것을 나타낸다.

[0064] H-M강의 비교예는 판면에 있어서 압연방향에 대하여 0°, 45°, 90° 방향의 3방향 모두에서 TS<sub>0</sub>, TS<sub>45</sub>, TS<sub>90</sub> 값 모두 520MPa 미만이고,  $\xi_0$ ,  $\xi_{45}$ ,  $\xi_{90}$  값 모두 780 미만 값을 가지는 것을 알 수 있다.

[0065] 도1은 2\*[Si]+10([C]+[N]) 값에 따른 [TS<sub>0</sub>(MPa)]+10[EL<sub>0</sub>(%)] 값을 나타낸 그래프이다. 도1을 참조하면 본 발명에서 2\*[Si]+10([C]+[N]) 값의 2.2로 제어함으로써, Si함량 증가에 따른 모재의 고용강화 효과와 C함량 증가에 따른 Cr-Carbide 석출강화 효과를 동시에 발현시킴으로써, 냉연제품의 인장특성인 인장강도와 연성을 동시에 증가시키는  $\xi = TS_0(\text{MPa}) + 10 \cdot E1_0(\%)$  수치를 780 이상으로 구현할 수 있음을 알 수 있다.

[0066] 도2는 열연소둔 후 TD(Transverse Direction)면의 소둔 미세조직이 {미소둔 변형조직 면적} / {미소둔 변형조직 면적 + 회복 및 재결정조직 면적} 비가 0.2 이상 0.5 이하를 만족하는 발명예와 비교예의 표면사진이다. 도 2에서는 본 발명의 예로 발명예 E( $\Omega=0.4$ ), D( $\Omega=0.21$ )의 미세조직을 나타내었으며, 상대적으로 조직을 비교하기 위해 비교예L ( $\Omega=0.04$ )의 미세조직을 나타내었다.

[0067] 도3은 열연소둔 후 TD(Transverse Direction)면의 미세경도(Hv)에 대한 발명예 B와 비교예 I의 비교 그래프이다.

[0068] 도2 및 도3을 참조하면, 본 발명에서는 고강도를 구현 하고자 상자소둔로(Batch Annealing Furnace, BAF)에서 성분 에 따른 적정 소둔조건을 도출하여, 즉 열연제품의 완전한 소둔 회복 재결정 조직이 100%가 아니라, 변형 band를 잔존케하는 Partial Annealing 방법을 도입하여 미소둔 변형band분율( $\Omega$ )이 0.2-0.5로 제어하여 열연소둔 제품의 TD(Transverse Direction)면의 미세경도(Hv)가 두께 전 범위에서 160 이상 190 미만을 구현할 수 있음을 알 수 있다. 도 3에서의 본 발명의 예로 실시예 B를 나타내었으며, 비교예로 I의 예시를 나타내었다.

[0069] 도 4는 본 발명에 따른 스테인리스강관의 1000°C 에서의 평형 오스테나이트 분율(A또는  $\gamma$  MAX)과 오스테나이트 내에 존재하는 평형 탄소농도(B)로 구성되는 10\*A + 1000\*B 수치를 나타낸 그래프이다. 본 발명에 경우에는 6.5 이상을 나타내게 된다. 도 4에서의 본 발명의 예로 실시예 E를 나타내었으며, 비교예로 실시예 H를 나타내었다.

[0070] 도5는 일반 430(C 400ppm, 실시예 H), C상향재(C 800ppm, 실시예 K), C상향 및 Si첨가재(실시예 E)에 대하여, BAF(Batch Annealing Furnace) 소둔온도에 따른 열연 제품의 TD(Transverse Direction)면의 평균 미세경도(Hv)를 나타낸 그래프이다. C함량이 증가할수록, C함량 증가 및 Si복합 첨가에 따라 열연제품의 두께층 평균 경도

값이 기존 430계 대비하여 월등하게 상승됨을 확인할 수 있다. 이는 앞에서 기술한 바와 같이, Cr-carbide 석출물에 의한 석출강화 효과 및 Si에 고용효과로 설명될 수 있다.

[0071] 냉간압연 후의 광휘소둔에 의한 내식성 향상을 확인하기 위해 광휘소둔 후에 냉연제품의 표면을 GDS(Glow Discharge Spectroscopy)로 분석하고, 복합부식평가를 수행하였다. 복합부식평가는 3 사이클로 진행되었으며, 제1사이클은 염수분무로 35°C±1°C 에서 2시간 동안 진행되었으며, 제2사이클은 드라이 상태에서 60°C±1°C에서 30%이하의 습도에서 4시간 동안 진행되었으며, 제3사이클은 50°C±1°C에서 95% 이상의 습도에서 2시간 동안 진행하였다.

[0072] 도 6은 냉연제품의 표면을 GDS(Glow Discharge Spectroscopy)로 분석 시에 극표층의 원소분포를 나타낸 그래프이다. 도 7은 복합부식평가후의 부식발청 사진이다.

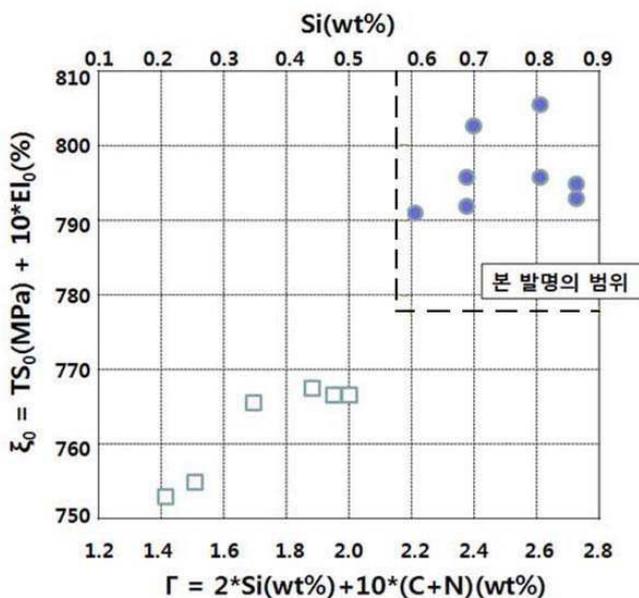
[0073] 도6 및 도7를 참조하면, 800°C 이상 900°C 이하의 BA(Bright Annealing) 열처리 공정을 경유하는 냉연제품의 표면을 GDS(Glow Discharge Spectroscopy)로 분석 시에, 기존 430계 대비하여 Si함량을 상향시킨 본 발명의 예에서는 Cr-Oxide 부동태층 보다 극표층(~15nm)에 생성된 Si-Oxide 부동태층에 관찰되는 Si의 최대 농도(wt%)가 20 이상이 관찰되었으며, 복합부식평가 후의 부식발청 사진 및 면적율을 관찰한 결과 기존 430계 대비 Si 함량이 Si함량이 상향된 본 발명의 냉연제품의 경우가 내부식성(녹발생 면적을 저하 효과)이 월등하게 상승됨을 확인할 수 있었다.

[0074] 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.

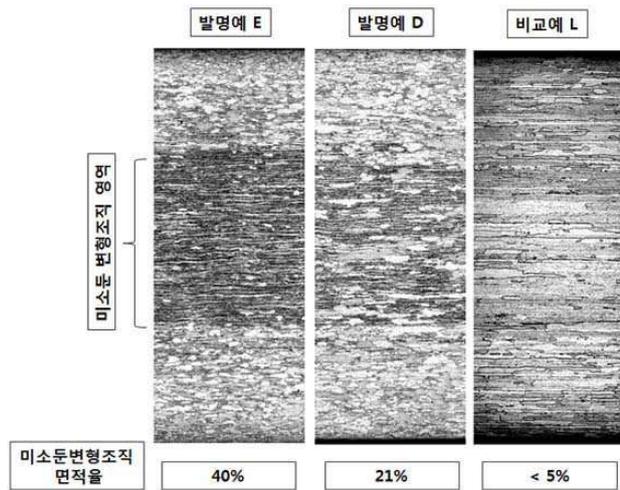
[0075] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변경된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

**도면**

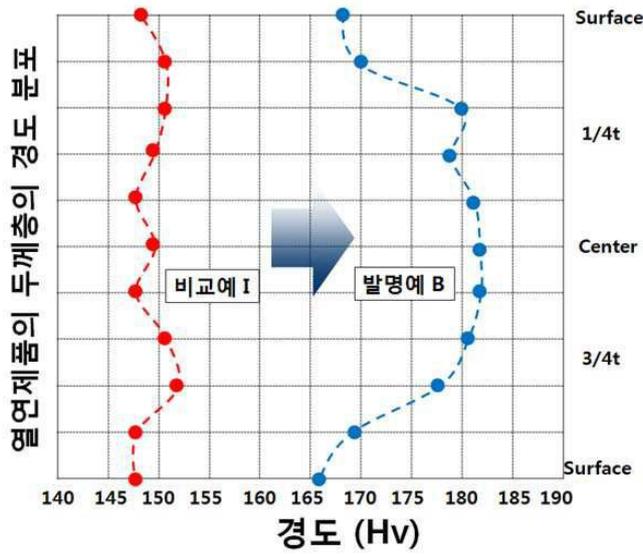
**도면1**



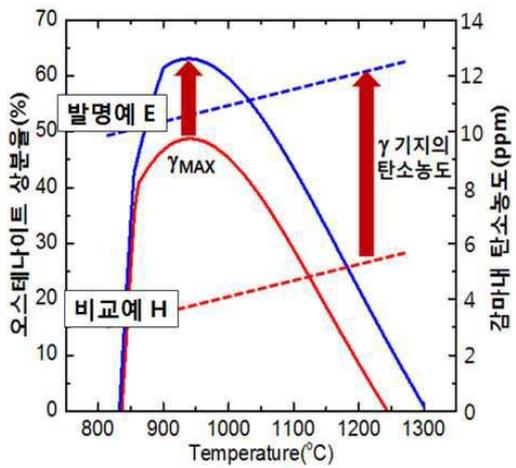
도면2



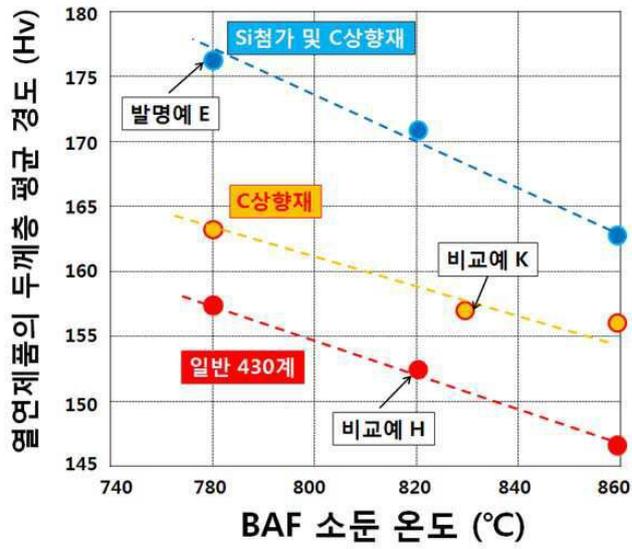
도면3



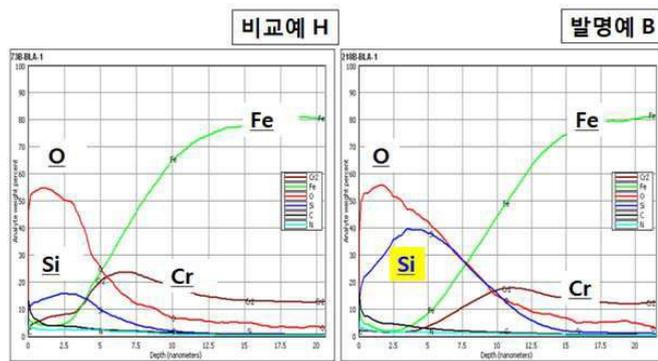
도면4



도면5



도면6



도면7

