



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0054554
(43) 공개일자 2017년05월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/02 (2006.01) C21D 1/63 (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01) C21D 9/40 (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01) C22C 38/04 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01) C22C 38/12 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C22C 38/02 (2013.01)
C21D 1/63 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7012146(분할)
(22) 출원일자(국제) 2012년11월28일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2014-7016945
원출원일자(국제) 2012년11월28일
심사청구일자 2014년06월20일
(85) 번역문제출일자 2017년05월02일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/066877
(87) 국제공개번호 WO 2013/082171
국제공개일자 2013년06월06일
(30) 우선권주장
61/629,757 2011년11월28일 미국(US)

- (71) 출원인
아르셀러미탈 인베스티가시온 와이 데살롤로 에스
엘
스페인 에스-48910 세스타오 비즈카야 씨엘/차
발리 6
- (72) 발명자
전 현조
미국 46385 인디애나주 발파레이소 하워 드라이브
80
포토레 나라얀 에스
미국 46321 인디애나주 먼스터 월넛 드라이브
9627
폰스테인 니나 미차일로브나
미국 60611 일리노이주 시카고 이스트 델라웨어
플레이스200 아파트먼트 4씨
- (74) 대리인
특허법인코리아나

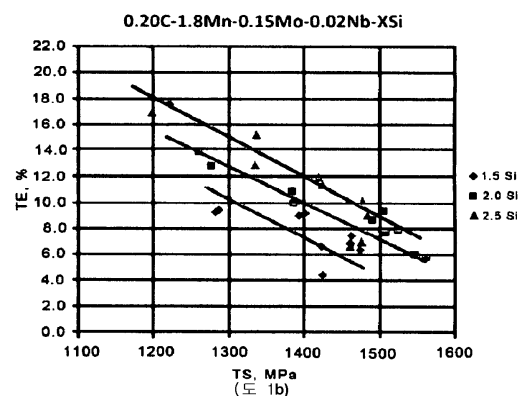
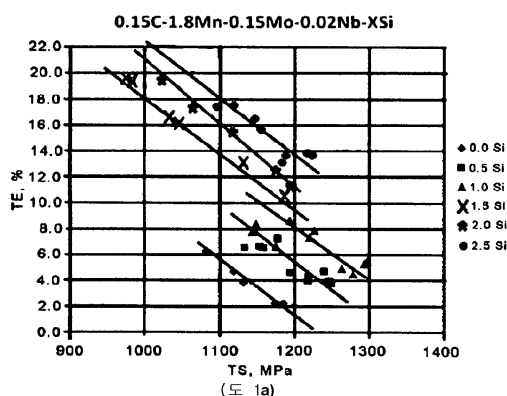
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 연성이 향상된 높은 규소 베어링 이중상 강들

(57) 요약

이중상 강 (마르텐사이트 + 페라이트) 은 적어도 980 MPa 의 인장 강도 및 적어도 15% 의 총 연신을 가진다. 이중상 강은 적어도 18% 의 총 연신을 가질 수도 있다. 이중상 강은 또한 적어도 1180 MPa 의 인장 강도를 가질 수도 있다. 이중상 강은 0.5 ~ 3.5 중량% Si, 보다 바람직하게는 1.5 ~ 2.5 중량% Si 를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

C21D 8/0263 (2013.01)

C21D 9/40 (2013.01)

C22C 38/001 (2013.01)

C22C 38/04 (2013.01)

C22C 38/06 (2013.01)

C22C 38/12 (2013.01)

C21D 2211/005 (2013.01)

C21D 2211/008 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

이중상 강 시트를 제조하는 방법으로서,

상기 이중상 강 시트는 페라이트 및 템퍼링된 마르텐사이트의 미세조직을 가지고, 적어도 980 MPa 의 인장 강도 및 적어도 15% 의 총 연신을 가지고, 적어도 15% 의 홀 팽창률(HER, Hole Expansion Ratio)을 가지고,

상기 방법은,

페라이트 및 마르텐사이트의 미세조직을 가지고 하기의 조성을 포함하는 이중상 열간 압연된 강 시트를 제공하는 단계;

0.1 ~ 0.3 중량% C;

1.5 ~ 2.5 중량% Si;

1.75 ~ 2.5 중량% Mn;

나머지는 Fe 및 불가피한 불순물;

상기 열간 압연된 강 시트를 750 ~ 875℃ 의 온도에서 소둔하는 단계;

상기 열간 압연된 강 시트를 400 ~ 420℃ 의 온도까지 물 담금질(water quenching)하는 단계; 및

상기 열간 압연된 강 시트 내의 마르텐사이트를 템퍼링된 마르텐사이트로 변환하기 위해 상기 강 시트를 400 ~ 420℃ 의 온도에서 시효 처리하는 단계;

를 포함하고,

상기 시효 처리하는 단계를 통해서, 상기 열간 압연된 강 시트에 상기 적어도 15%의 홀 팽창률을 제공하는 것을 특징으로 하는, 이중상 강 시트를 제조하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 이중상 열간 압연된 강 시트를 제공하는 단계는, 1.8 ~ 2.2 중량% Mn 을 포함하는 조성을 가지는 이중상 열간 압연된 강 시트를 제공하는 것을 포함하는, 이중상 강 시트를 제조하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 이중상 열간 압연된 강 시트를 제공하는 단계는, 0.05 ~ 1.0 중량% Al; Nb, Ti 및 V 로 구성된 그룹으로부터 선택된 1 개 이상의 원소들을 총 0.005 ~ 0.1 중량%; 0 ~ 0.3 중량% Mo 을 더 포함하는 조성을 가지는 이중상 열간 압연된 강 시트를 제공하는 것을 포함하는, 이중상 강 시트를 제조하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 이중상 강 시트는 적어도 1180 MPa 의 인장 강도를 가지는, 이중상 강 시트를 제조하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 이중상 강 시트는 적어도 18% 의 총 연신을 가지는, 이중상 강 시트를 제조하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 이중상 강 시트는 적어도 20% 의 홀 팽창률을 가지는, 이중상 강 시트를 제조하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 이중상 강 시트는 적어도 25% 의 홀 팽창률을 가지는, 이중상 강 시트를 제조하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 35 U.S.C. 119(e) 에 의하여 2011년 11월 28일자로 출원한 미국가특허출원 61/629,757 의 이점을 주장한다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 이중상 (DP) 강들에 관한 것이다. 보다 자세하게는, 본 발명은 0.5 ~ 3.5 중량% 범위의 높은 규소 함량을 가진 DP 강에 관한 것이다. 가장 자세하게는, 본 발명은 수냉 (water quenching) 연속 소둔을 통하여 연성이 향상된 높은 Si 베어링 DP 강들에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 자동차 적용들에서 고강도 강들의 사용이 증가함에 따라서, 성형성 (formability) 을 해치지 않으면서 강도가 증가된 강들에 대한 요구가 증가하고 있다. 이중상 (DP) 강들이 통상적으로 선택되는데, 이는 이중상 강들이 강도 및 연성에 있어서 양호한 밸런스를 제공하기 때문이다. 새로 개발된 강들에서 마르텐사이트 체적 분획물이 계속 증가함에 따라, 강도를 보다 더 증가시키고, 연성은 제한된 인자가 된다. 규소는 DP 강들에서 강도-연성 곡선을 우상향으로 이동시키는 것으로 밝혀졌기 때문에, 이 규소는 유리한 합금 원소이다. 하지만, 규소는 아연 코팅들과의 접착 문제를 발생시킬 수 있는 산화물을 형성하므로, 필요한 기계적 특성들을 얻으면서 규소 함량을 최소화하려는 압박이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) WO 2004/079022 A1

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그리하여, 당업계에서는 약 980 MPa 이상의 극한 인장 강도 및 약 15% 이상의 총 연신 (total elongation) 을 가진 DP 강들에 대한 필요가 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 이중상 강 (마르텐사이트 + 페라이트) 이다. 이중상 강은 적어도 980 MPa 의 인장 강도 및 적어도 15% 의 총 연신을 가진다. 이중상 강은 적어도 18% 의 총 연신을 가질 수도 있다. 이중상 강은 또한 적어도 1180 MPa 의 인장 강도를 가질 수도 있다.

[0007] 이중상 강은 0.5 ~ 3.5 중량% Si, 보다 바람직하게는 1.5 ~ 2.5 중량% Si 를 포함할 수 있다. 이중상 강은 0.1 ~ 0.3 중량% C, 보다 바람직하게는 0.14 ~ 0.21 중량% C, 가장 바람직하게는 0.19 중량% 미만의 C, 예를 들어 약 0.15 중량% C 를 더 포함할 수 있다. 이중상 강은 1 ~ 3 중량% Mn, 보다 바람직하게는 1.75 ~ 2.5 중량% Mn, 가장 바람직하게는 약 1.8 ~ 2.2 중량% Mn 을 더 포함할 수 있다.

[0008] 이중상 강은 0.05 ~ 1 중량% Al, Nb, Ti 및 V 로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 총 0.005 ~ 0.1 중량% 1 개

이상의 원소들 및 0 ~ 0.3 중량% Mo 를 더 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009]

도 1a 및 도 1b 는 1.5 ~ 2.5 중량% 에서 변하는 규소에 대하여 0.15C - 1.8Mn - 0.15Mo - 0.02Nb - XSi 및 0.20C - 1.8Mn - 0.15Mo - 0.02Nb - XSi 에 대한 TE 대 TS 를 도시한다.

도 2a 및 도 2b 는 2 개의 Si 레벨 (도 2a 는 1.5% Si 에서 그리고 도 2b 는 2.5% Si 에서) 에서 약 1300 MPa 의 유사한 TS 를 가진 0.2% C 강들로부터의 SEM 현미경 사진이다.

도 3a 및 도 3b 는 강들의 미세조직들이 포착될 수 있는 580℃ 및 620℃ 각각의 CT 에서 고온 밴드들의 SEM 현미경 사진이다.

도 4a 및 도 4b 는 720℃ 의 가스 제트 냉각 (GJC) 온도 및 400℃ 의 시효 (OA) 온도로 소둔 온도 (AT) 에 따라서 인장 특성 강도 (TS 및 YS 둘 다) 및 TE 각각을 도시한다.

도 5a ~ 도 5d 는 소둔된 샘플들의 미세조직을 보여주고, 도 5a = 750℃, 도 5b = 775℃, 도 5c = 800℃, 및 도 5d = 825℃ 에서 소둔된 샘플들의 SEM 현미경 사진이다.

도 6a ~ 도 6e 는 표 4a 의 샘플들에 대하여 인장 특성 대 소둔 온도를 도시한다.

도 6f 는 표 4a 의 샘플들에 대하여 TE 대 TS 를 도시한다.

도 7a ~ 도 7e 는 표 4b 의 샘플들에 대하여 인장 특성 대 소둔 온도를 도시한다.

도 7f 는 표 4b 의 샘플들에 대하여 TE 대 TS 를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010]

본 발명은 이중상 (DP) 미세조직 (페라이트 + 마르텐사이트) 강들의 군이다. 강들은 오스테나이트를 보유하지 않도록 경미하다. 본원의 강들은 높은 인장과 성형성의 유일한 조합을 한다. 본 발명의 인장 특성들은 다수의 강 제품들에 대하여 바람직하게 제공된다. 하나의 이러한 제품은 18% 이상의 총 연신 (TE)과 980 MPa 이상의 극한 인장 강도 (UTS) 를 가진다. 다른 제품은 1180 MPa 이상의 UTS 및 15% 이상의 TE 를 가질 것이다.

[0011]

광범위하게, 합금은 C : 0.1 ~ 0.3; Mn : 1 ~ 3, Si : 0.5 ~ 3.5; Al : 0.05 ~ 1, 선택적으로 Mo : 0 ~ 0.3, Nb, Ti, V : 총 0.005 ~ 0.1, 잔부는 철 및 S, P, N 등의 불가피한 잔류물들을 포함하는 조성 (중량%) 을 가진다. 보다 바람직하게는, 탄소는 0.14 ~ 0.21 중량% 범위이고, 그리고 양호한 용접성을 위해서는 0.19 중량% 미만인 것이 바람직하다. 가장 바람직하게는, 탄소는 합금의 약 0.15 중량% 이다. 망간 함량은 보다 바람직하게는 1.75 ~ 2.5 중량%, 가장 바람직하게는 약 1.8 ~ 2.2 중량% 이다. 규소 함량은 보다 바람직하게는 1.5 ~ 2.5 중량% 이다.

[0012]

실시예들

[0013]

WQ-CAL (수냉 연속 소둔 라인) 은 유일한 수냉 용량으로 인해 희박한 (lean) 화학 베이스의 마르텐사이트 및 DP 등급들을 생성하는데 사용된다. 그리하여, 본 발명자들은 WQ-CAL 을 통하여 DP 미세조직에 초점을 맞추었다. DP 강들에서, 페라이트 및 마르텐사이트는 주로 연성 및 강도를 각각 지배한다. 그리하여, 높은 강도 및 연성을 동시에 얻기 위해서는 페라이트 및 마르텐사이트 둘 다의 보강이 필요하다. Si 의 첨가는 페라이트의 강도를 효과적으로 증가시키고 그리고 동일한 강도 레벨을 생성하는데 사용될 마르텐사이트의 낮은 분획물을 향상시킨다. 그 결과, DP 강들에서의 연성이 향상된다. 그리하여, 높은 Si 베어링 DP 강은 메인 야금 개념으로 선택되었다.

[0014]

높은 Si 베어링 DP 강들의 야금 효과를 분석하기 위해서, 진공 유도 용융에 의해 다양한 양의 Si 의 실험 열 (laboratory heats) 이 생성되었다. 조사된 강들의 화학적 조성은 표 1 에 열거되어 있다. 처음 6 개의 강들은 Si 함량이 0 ~ 2.5 중량% 인 0.15C - 1.8Mn - 0.15Mo - 0.02 Nb 에 기초한다. 다른 것은 1.5 ~ 2.5 중량% 의 Si 와 0.2 % C 를 가진다. 이러한 강들이 0.15 중량% Mo 를 포함하지만, WQ-CAL 을 통하여 DP 미세조직을 생성하기 위해서 Mo 첨가는 필요하지 않음을 알아야 한다. 따라서, Mo 는 본 발명의 합금 군에서 선택적인 원소이다.

표 1

ID	C	Mn	Si	Nb	Mo	Al	P	S	N
15C0Si	0.15	1.77	0.01	0.019	0.15	0.037	0.008	0.005	0.0055
15C5Si	0.14	1.75	0.5	0.019	0.15	0.05	0.009	0.005	0.0055
15C10Si	0.15	1.77	0.98	0.019	0.15	0.049	0.009	0.004	0.0055
15C15Si	0.14	1.8	1.56	0.017	0.15	0.071	0.008	0.005	0.005
15C20Si	0.15	1.86	2.02	0.018	0.16	0.067	0.009	0.005	0.0053
15C25Si	0.14	1.86	2.5	0.018	0.16	0.075	0.008	0.005	0.0053
20C15Si	0.2	1.8	1.56	0.017	0.15	0.064	0.009	0.005	0.0061
20C20Si	0.21	1.85	1.99	0.018	0.16	0.068	0.008	0.005	0.0055
20C25Si	0.21	1.85	2.51	0.018	0.16	0.064	0.008	0.005	0.0056

[0015]

[0016]

목적 FT 870℃ 및 CT 580℃ 로 열간 압연 후에, 고온 밴드들의 양측들을 기계 연마하여, 약 50% 의 압하율 (reduction) 로 냉간 압연하기 전에 탈탄 층들 (decarburized layers) 을 제거하였다. 전체 경질 재료들은 150 초 동안 750 ~ 875℃ 의 고온 염 포트 (salt pot) 에서 소둔되었고, 물 탱크로 신속 전달된 후, 150 초 동안 400/420℃ 에서 템퍼링 처리를 하였다. 강들의 홀 팽창 및 굽힘성을 향상시키기 위해서 높은 시효 (overaging) 온도가 선택되었다. 각각의 조건에 대해서 2 개의 JIS-T 인장 시험들이 실시되었다. 도 1a 및 도 1b 에서는 1.5 ~ 2.5 중량% 에서 변하는 규소에 대하여 0.15C - 1.8Mn - 0.15Mo - 0.02Nb - XSi 및 0.20C - 1.8Mn - 0.15Mo - 0.02Nb - XSi 에 대한 TE 대 TS 를 도시한다. 도 1a 및 도 1b 에서는 인장 강도 및 총 연신 사이의 밸런스에 대한 Si 첨가의 영향을 도시한다. Si 함량 증가는 0.15% C 및 0.20% C 강들 둘 다에서 동일한 인장 응력 레벨에서 연성을 명백하게 향상시킨다. 도 2a 및 도 2b 는 2 개의 Si 레벨에서 약 1300 MPa 의 유사한 TS 를 가진 0.2% C 강들로부터 SEM 현미경 사진이다. 도 2a 는 1.5 중량% Si 에서 그리고 도 2b 는 2.5 중량% Si 에서 도시한다. 도 2a 및 도 2b 에서는, Si 가 더 높아짐에 따라 유사한 인장 강도 (약 1300 MPa 의 TS) 에서 페라이트 분획물이 더 많아짐을 확인해준다. 추가로, XRD 결과들에서는 Si 를 첨가함으로써 TRIP 영향이 없는 소둔된 강들에서 보유 오스테나이트가 없는 것으로 밝혀졌다.

[0017]

2.5% Si 베어링 강의 소둔 특성들

[0018]

Si 가 2.5 중량% 인 0.2% C 강에서 유용한 인장 특성을 얻기 때문에, 도 1 에 도시된 바와 같이, 0.2 중량% C 및 2.5 중량% Si 강 of 첨가의 분석이 실시되었다.

[0019]

열간/냉간 압연

[0020]

580℃ 및 620℃ 의 상이한 권취 온도 (CT) 및 870℃ 의 동일한 목적 마무리 온도 (FT) 의 2 개의 열간 압연 스케줄들은 0.2 중량% C 및 2.5 중량% Si 강을 사용하여 실시되었다. 생성된 고온 밴드들의 인장 특성들은 표 2 에 요약되어 있다. 더 높은 CT 는 더 높은 YS, 더 낮은 TS 및 더 양호한 연성을 발생시킨다. 더 낮은 CT 는 더 낮은 YS, 더 높은 TS 및 더 낮은 TE 를 유발하는 베이나이트 (베이나이트계 페라이트) 형성을 향상시킨다. 하지만, 메인 미세조직은 CT 둘 다에서 페라이트 및 펄라이트로 구성된다. 도 3a 및 도 3b 는 강들의 미세조직들이 포착될 수 있는 580℃ 및 620℃ 각각의 CT 에서 고온 밴드들의 SEM 현미경 사진이다. CT 둘 다 GA DP T980 보다 낮은 강도를 갖기 때문에 냉간 밀 (mill) 하중에 대한 주요한 문제가 없다. 추가로, WQ-CAL 을 가진 DP 미세조직을 생성하기 위해서는 Mo 첨가가 필요하지 않다. Mo 없는 조성은 CT 의 모든 범위에서 고온 밴드 강도를 연화시킬 수 있다. 기계적 연마를 하여 탈탄 층들을 제거한 후에, 고온 밴드들은 실험 냉간 밀에서 약 50% 로 냉간 압연되었다.

표 2

등급	CT, °C	YS, Mpa	TS, Mpa	UE, %	TE, %	YPE, %
0.2C-1.8Mn-2.5Si-0.15Mo-0.02Nb	580	451	860	9.9	17.7	0
	620	661	818	14.7	22.3	3.3

[0021]

[0022] *소둔

[0023] 염 포트들을 사용하여, CT 620℃ 로 고온 밴드들로부터 제조된 전체 경질 강들에서 소둔 시물레이션을 실시하였다. 전체 경질 재료들은 150 초 동안 775 ~ 825℃ 다양한 온도들에서 소둔된 후, 50 초 동안 720℃ 에서 처리되어 가스 제트 냉각을 시물레이팅한 후, 신속 수냉되었다. 수냉된 샘플들은 그 후에 150 초 동안 400℃ 에서 시효되었다. 홀 팽창 및 굽힘성을 개선하기 위해서 400℃ 의 고온 OAT 가 선택되었다. 도 4a 및 도 4b 는 720℃ 의 가스 제트 냉각 (GJC) 온도 및 400℃ 의 시효 (OA) 온도에 대해 소둔 온도 (AT) 에 따라서 인장 특성 강도 (TS 및 YS 둘 다) 및 TE 각각을 도시한다. YS 및 TS 둘 다는 TE 를 희생하고 AT 와 함께 증가한다. GJC 720℃ 및 OAT 400℃ 에 대해 800℃ 의 소둔 온도는 약 950 MPa 의 YS, 약 1250 MPa 의 TS, 및 약 16% 의 TE 를 가진 강을 제조할 수 있다. 이러한 조성은 980 ~ 1270 MPa 의 변하는 TS 레벨에서 다수의 등급들의 강을 제조할 수 있다: 1) YS = 800 MPa, TS = 1080 MPa 및 TE = 20%; 그리고 2) YS = 1040 MPa, TS = 1310 MPa 및 TE = 15% (표 3 참조). 도 5a ~ 도 5d 는 소둔된 샘플들의 미세조직을 보여주고, 도 5a = 750℃, 도 5b = 775℃, 도 5c = 800℃, 및 도 5d = 825℃ 에서 소둔된 샘플들의 SEM 현미경 사진이다. AT 750℃ 에서 소둔된 샘플은 높은 TE 및 YPE 를 유발하는 전체 재결정된 페라이트 매트릭스에 용해되지 않은 세멘타이트를 여전히 포함한다. AT 775℃ 에서 시작하여, 페라이트 및 템퍼링된 마르텐사이트의 이중상 미세조직을 생성한다. AT 800℃ 에서 처리된 샘플은 약 40% 의 마르텐사이트 분획물을 포함하고 그리고 약 1180 MPa 의 TS 를 나타내며; 또한 약 40% 마르텐사이트를 포함하는 더 낮은 Si 함량의 980 의 TS 를 가진 현재 산업용 DP 강과 유사하다. 825℃ 및 그 보다 높은 AT 에서 처리된 높은 Si DP 강들에서 더 높은 TS 및 TE 의 잠재적인 조합을 예상할 수 있다. 800℃ 에서 소둔된 샘플들에서 홀 팽창 (HE) 및 90° 자유 V 굽힘 시험들이 실시되었다. 홀 팽창 및 굽힘성에서는 평균 22% (3% 의 std.dev. 및 4 개의 시험들에 기초함) 및 1.1 r/t 각각을 나타내었다.

표 3

AT, °C	게이지, mm	YS, MPa	TS, MPa	UE, %	TE, %	YPE, %
725	1.5	698	814	15.3	25	4.6
725	1.5	712	819	14.9	24	5
750	1.5	664	797	15.8	26.5	4.2
750	1.5	650	790	15.1	27.2	2.7
775	1.5	808	1074	13	20.3	0
775	1.5	803	1091	12.5	20.1	0.3
800	1.5	952	1242	9.7	16.5	2.4
800	1.5	959	1250	9	15.8	0
825	1.5	1038	1307	8.3	14.8	0
825	1.5	1034	1314	8.4	15.1	0

[0024]

[0025] 표 4a 에서는 Si 가 1.5 ~ 2.5 중량% 변하는 기본적인 포물라 0.15C - 1.8Mn - Si - 0.02Nb - 0.15Mo 를 가진 본 발명의 합금들의 인장 특성들을 나타낸다. 냉간 압연된 합금 시트들은 750 ~ 900℃ 의 변하는 온도에서 소둔되었고 200℃ 에서 시효 처리되었다.

[0026] 표 4b 에서는 Si 가 1.5 ~ 2.5 중량% 변하는 기본적인 포물라 0.15C - 1.8Mn - Si - 0.02Nb - 0.15Mo 를 가진 본 발명의 합금들의 인장 특성들을 나타낸다. 냉간 압연된 합금 시트들은 750 ~ 900℃ 의 변하는 온도에서 소둔되었고 420℃ 에서 시효 처리되었다.

[0027] 도 6a ~ 도 6e 는 표 4a 의 샘플들에 대하여 인장 특성 대 소둔 온도를 도시한다. 도 6f 는 표 4a 의 샘플들에 대하여 TE 대 TS 를 도시한다.

[0028] 도 7a ~ 도 7e 는 표 4b 의 샘플들에 대하여 인장 특성 대 소둔 온도를 도시한다. 도 7f 는 표 4b 의 샘플들에 대하여 TE 대 TS 를 도시한다.

[0029] 볼 수 있는 바와 같이, 200℃ 및 420℃ 시효 온도 둘 다에 대하여 소둔 온도를 증가시키기에 따라 강도 (TS 및 YS 둘 다) 는 증가한다. 또한, 200℃ 및 420℃ 시효 온도 둘 다에 대하여 소둔 온도를 증가시키기에 따라 연신 (TE 및 UE 둘 다) 은 감소한다. 다른 한편으로는, 홀 팽창 (HE) 은 소둔 온도에 의해 어떠한 포착가능한 방식으로 영향을 받지 않는 것으로 보이지만, OA 온도에서의 증가는 평균 HE 를 다소 상승시키는 것으로 보인다. 마지막으로, 상이한 OA 온도들은 TE 대 TS 의 선도에 어떠한 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

[0030] 본원에 기재된 개시는 본 발명을 전체적으로 그리고 완전히 개시하기 위한 목적으로 기재된 상세한 실시형태들의 형태로 되어 있고 그리고 이러한 상세부는 첨부된 청구범위에 개시 및 기재된 바와 같이 본원의 실제 범위를 제한하는 것으로 해석되지 않는다.

[0031] [표 4a]

시리얼	SI	AT, C	OAT, C	개이지	YS0.2	TS	UE	TE
301469	1.5	750	200	1.45	522	1032	11.7	16.9
301470	1.5	750	200	1.47	524	1021	11.6	17.2
300843	1.5	775	200	1.50	643	1184	8.8	13.7
300844	1.5	775	200	1.52	630	1166	8.9	13.5
300487	1.5	800	200	1.46	688	1197	7.7	11.8
300488	1.5	800	200	1.46	675	1195	7.9	13.8
300505	1.5	825	200	1.51	765	1271	7.7	12.4
300506	1.5	825	200	1.47	781	1269	7.1	12.0
300493	1.5	850	200	1.48	927	1333	5.7	9.9
300494	1.5	850	200	1.44	970	1319	5.2	8.6
300511	1.5	875	200	1.50	1066	1387	4.7	8.9
300512	1.5	875	200	1.50	1075	1373	4.6	9.0
301471	2	750	200	1.54	532	1056	13.1	19.5
301472	2	750	200	1.56	543	1062	12.6	19.2
300845	2	775	200	1.53	606	1173	10.3	16.1
300846	2	775	200	1.57	595	1148	10.3	15.9
300489	2	800	200	1.40	623	1180	9.2	13.2
300490	2	800	200	1.37	629	1186	9.6	14.7
300507	2	825	200	1.41	703	1268	8.4	13.2
300508	2	825	200	1.42	695	1265	8.7	13.2
300495	2	850	200	1.40	748	1257	6.4	10.7
300496	2	850	200	1.40	779	1272	7.4	12.0
300513	2	875	200	1.37	978	1366	5.7	9.0
300514	2	875	200	1.41	956	1335	4.9	8.4
301473	2.5	750	200	1.67	476	809	14.1	21.8
301474	2.5	750	200	1.45	481	807	12.6	19.9
300491	2.5	800	200	1.41	605	1168	10.2	15.3
300492	2.5	800	200	1.46	624	1184	10.6	16.6
300509	2.5	825	200	1.44	657	1237	9.2	14.3
300510	2.5	825	200	1.45	652	1235	9.9	15.8
300497	2.5	850	200	1.40	690	1245	9.3	15.0
300498	2.5	850	200	1.42	684	1233	8.9	14.6
300515	2.5	875	200	1.47	796	1285	7.6	12.8
300516	2.5	875	200	1.46	812	1305	6.2	9.6
300847	2.5	900	200	1.45	860	1347	7.2	12.3
300848	2.5	900	200	1.42	858	1347	6.9	11.6

[0032]

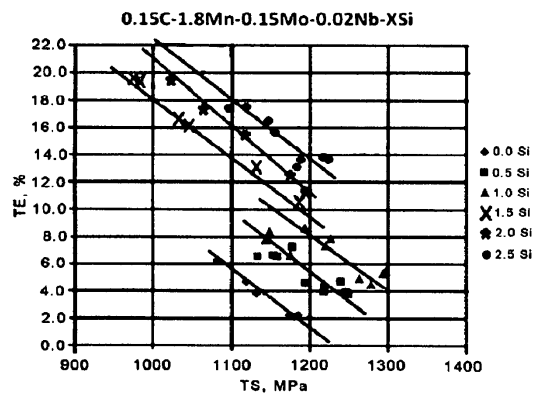
[0033] [표 4b]

시리얼	Si	AT, C	OAT, C	게이지	YS0.2	TS	UE	TE
301451	1.5	750	420	1.57	780	976	11.0	19.7
301452	1.5	750	420	1.55	778	980	10.4	19.6
301453	1.5	775	420	1.42	868	1045	8.9	16.2
301454	1.5	775	420	1.44	834	1033	9.1	16.7
301455	1.5	800	420	1.44	989	1133	5.2	13.1
301456	1.5	800	420	1.42	1007	1135	5.2	13.2
301031	1.5	825	420	1.46	1060	1155	5.4	12.2
301032	1.5	825	420	1.46	1060	1146	5.5	12.1
301457	2	775	420	1.52	855	1065	9.8	17.3
301458	2	775	420	1.52	855	1068	10.3	19.4
301459	2	800	420	1.56	954	1120	8.7	17.2
301460	2	800	420	1.55	954	1118	8.7	15.6
301461	2	825	420	1.53	1043	1175	5.2	14.5
301462	2	825	420	1.54	1062	1184	5.2	16.4
301033	2	850	420	1.40	1111	1186	5.7	10.4
301034	2	850	420	1.37	1112	1194	5.8	11.1
301463	2.5	800	420	1.53	906	1118	9.6	17.6
301464	2.5	800	420	1.55	896	1097	9.7	17.5
301465	2.5	825	420	1.67	991	1154	8.3	15.7
301466	2.5	825	420	1.66	983	1147	8.8	16.6
301467	2.5	850	420	1.55	1071	1189	7.9	13.8
301468	2.5	850	420	1.54	1064	1183	7.8	13.1
301035	2.5	875	420	1.41	1120	1217	5.8	13.9
301036	2.5	875	420	1.46	1132	1225	6.0	13.7

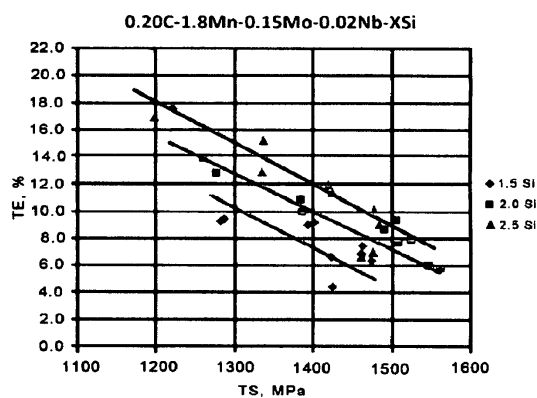
[0034]

도면

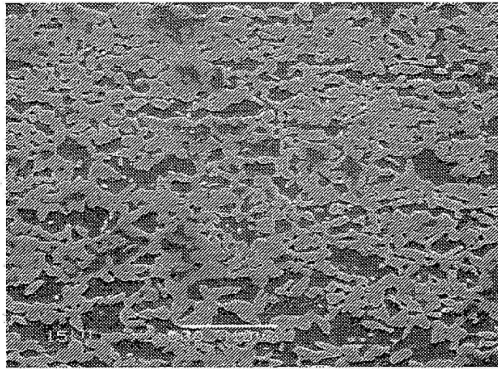
도면1a



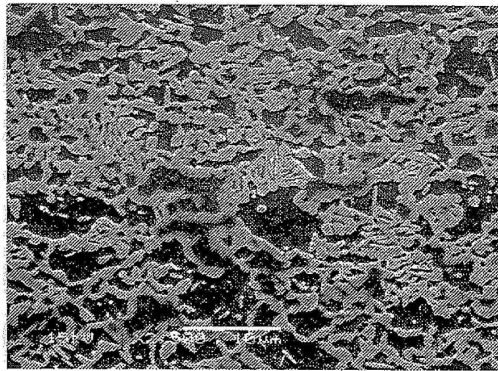
도면1b



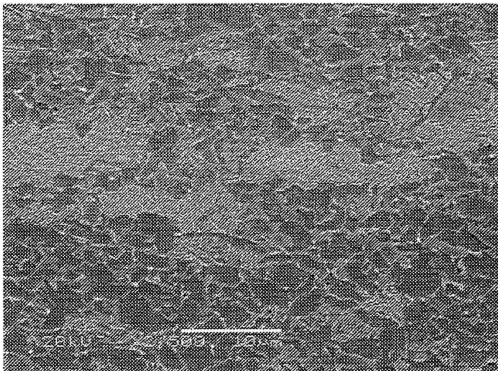
도면2a



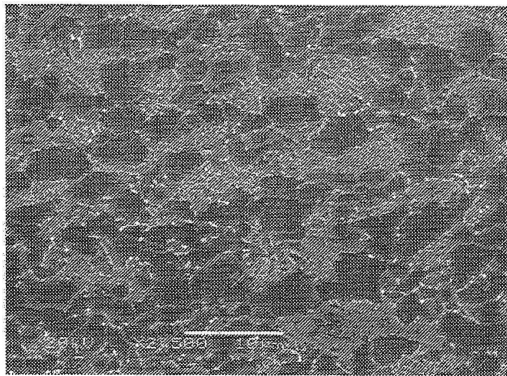
도면2b



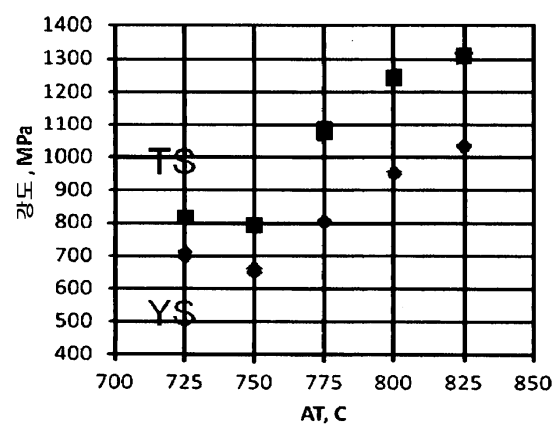
도면3a



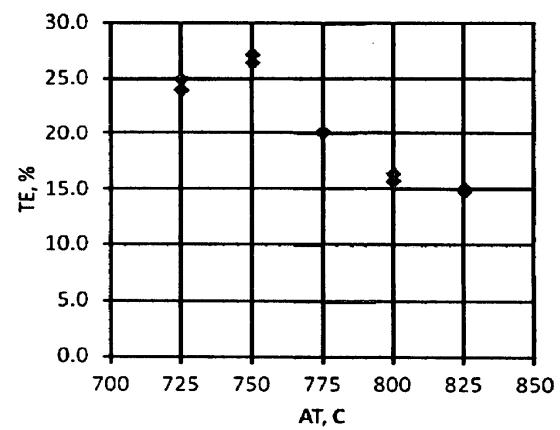
도면3b



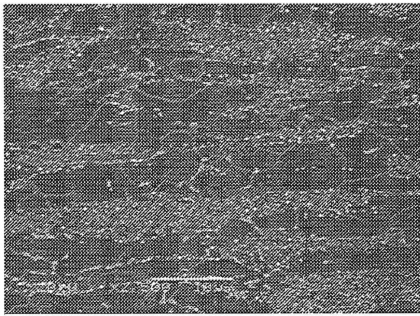
도면4a



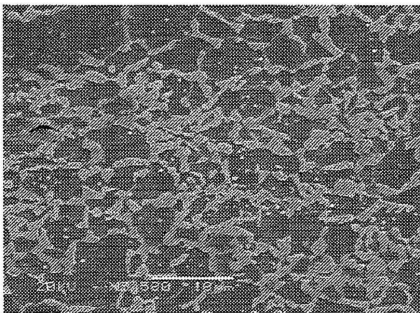
도면4b



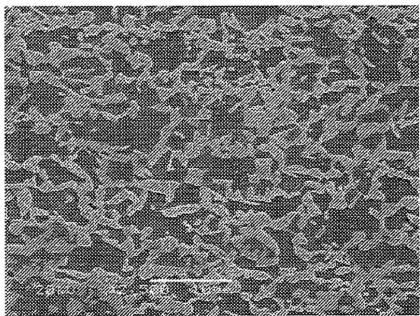
도면5a



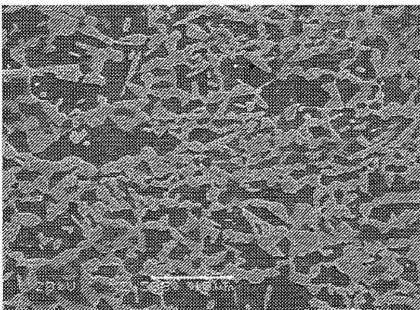
도면5b



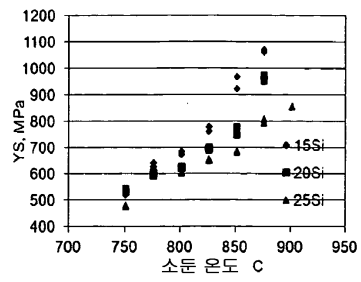
도면5c



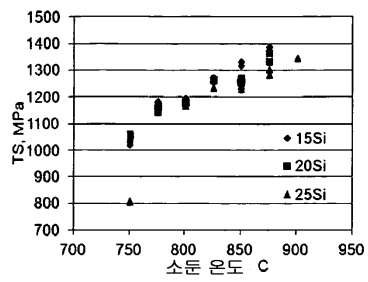
도면5d



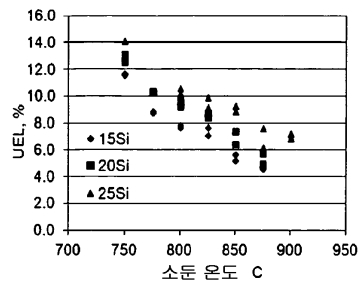
도면6a



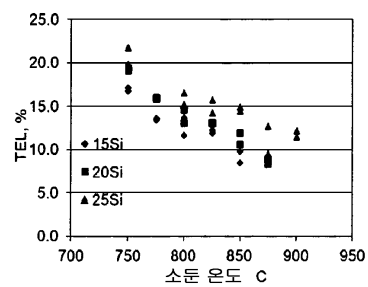
도면6b



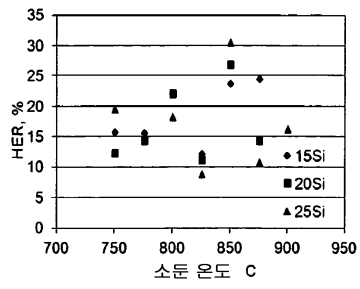
도면6c



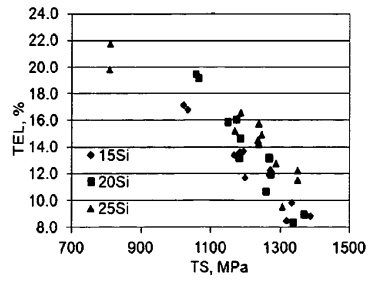
도면6d



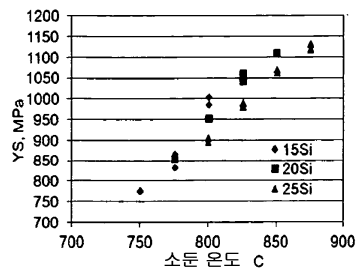
도면6e



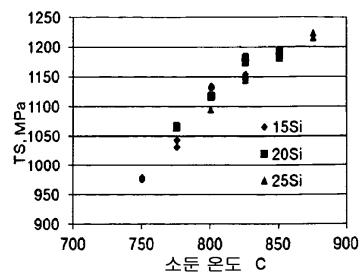
도면6f



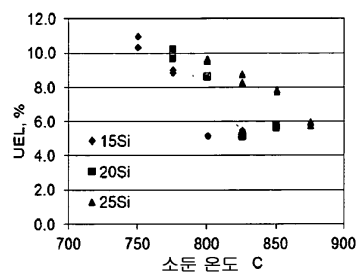
도면7a



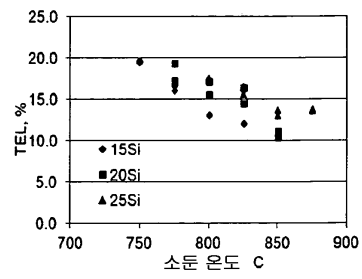
도면7b



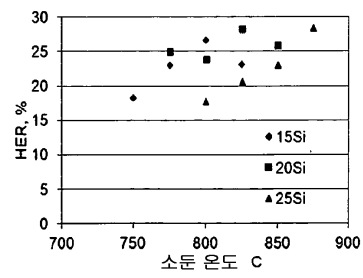
도면7c



도면7d



도면7e



도면7f

