

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. C22C 38/18 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년03월16일 10-0561605 2006년03월09일
---------------------------------------	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2000-0055852	(65) 공개번호	10-2001-0030473
(22) 출원일자	2000년09월22일	(43) 공개일자	2001년04월16일

(30) 우선권주장 99-309781 1999년09월24일 일본(JP)

(73) 특허권자 카가쿠기쥬쓰쵸 킨조쿠자이료 기쥬쓰켄큐쇼쵸가 대표하는 일본국
일본국 이바라키켄 쓰쿠바시 센켄 1쵸메 2반 1고

(72) 발명자 키무라카주히로
일본국 이바라키켄 쓰쿠바시 센켄 1쵸메 2반 1고 카가쿠기쥬쓰쵸 킨조쿠자이
료기쥬쓰켄큐쇼쵸나이

(74) 대리인 하상구
하영욱

심사관 : 김수성

(54) 고크롬 함유 페라이트계 내열강

요약

본 발명은 페라이트상에서 기초하고 13 중량% 이상의 크롬을 함유하며, 650℃를 초과하는 고온에서 우수한 장시간 크리프 강도를 가질 뿐만 아니라, 향상된 내산화성을 가지며, 금속간화합물의 침전물을 함유하는 고크롬 함유 페라이트계 내열강에 관한 것이다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 실시예 1~9 및 비교예 1~3에 따른 테스트 표본의 650℃에서의 응력-파단시간 곡선;

도 2는 실시예 10~16에 따른 테스트 표본의 650℃에서의 응력-파단시간 곡선;

도 3은 실시예 1 및 2에 따른 테스트 표본의 650℃, 70MPa에서 수행된 크리프 테스트의 결과로서 얻어진 크리프 속도-시간 곡선;

- 도 4는 실시예 2에 따른 어닐링 직후의 테스트 표본의 조직을 나타내는 투과전자현미경에 의해 얻어진 현미경 사진;
- 도 5는 실시예 2에 따른, 크리프 테스트를 수행하고 100시간 후의 테스트 표본의 조직을 나타내는 투과전자현미경에 의해 얻어진 현미경 사진;
- 도 6은 실시예 2에 따른, 크리프 테스트를 수행하고 1,000시간 후의 테스트 표본의 조직을 나타내는 투과전자현미경에 의해 얻어진 현미경 사진;
- 도 7은 실시예 2~9에 따른 테스트 표본의 650℃, 100MPa에서 수행된 크리프 테스트의 결과로서 얻어진 크리프 속도-시간 곡선;
- 도 8은 실시예 10~12에 따른 테스트 표본의 650℃, 70MPa에서 수행된 크리프 테스트의 결과로서 얻어진 크리프 속도-시간 곡선을 나타내는 그래프;
- 도 9는 실시예 12에 따른 어닐링 직후의 테스트 표본의 조직을 나타내는 투과전자현미경으로 얻어진 현미경 사진;
- 도 10은 실시예 12에 따른, 크리프 테스트를 수행하고 100시간 후의 테스트 표본의 조직을 나타내는 투과전자현미경에 의해 얻어진 현미경 사진;
- 도 11은 650℃, 70MPa에서 크리프 테스트를 하여, 100시간 후에 멈춘 테스트 표본에서 얻어진 전해 추출 잔사의 X선 회절패턴;
- 도 12는 실시예 12~16에 따른 테스트 표본의 650℃, 100MPa에서 수행된 크리프 테스트의 결과로서 얻어진 크리프 속도-시간 곡선;
- 도 13은 실시예 1~3 및 8에 따른 테스트 표본의 700℃, 70MPa에서 수행된 크리프 테스트의 결과로서 얻어진 크리프 속도-시간 곡선;
- 도 14는 실시예 10~12, 및 14에 따른 테스트 표본의 700℃, 70MPa에서 수행된 크리프 테스트의 결과로서 얻어진 크리프 속도-시간 곡선을 나타낸다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 고크롬 함유 페라이트계 내열강에 관한 것이다. 더욱 상세하게, 본 출원의 발명은 650℃를 초과하는 고온에서 우수한 장시간 크리프 강도를 가지고 있을 뿐만 아니라, 향상된 내산화성을 가지고 있는 고크롬 페라이트계 내열강에 관한 것이다.

종래에, 페라이트계 내열강의 크리프 강도는 페라이트 조직을 더 높은 크리프 강도를 갖는 템퍼드 마르텐사이트 조직 (tempered martensitic texture)으로 전환함으로써 향상되어 왔다.

그러나, 템퍼드 마르텐사이트 조직은 고온에서 불안정한데, 그 이유는 조직이 변화하여 불균일해지기 때문이다. 이것은 크리프 강도를 저하시킨다. 또한, 마르텐사이트에 존재하는 전위(dislocation)에 의해 장시간의 크리프 변형을 촉진시킨다. 그리하여, 상기 조직은 용접시 가해진 열에 의해 영향을 받아 변화되어 용접 부분의 크리프 강도를 저하시킨다.

Cr(크롬)은 강의 내산화성을 향상시키는데 유효한 원소로서 알려져 있지만, 12 중량% 이상의 고농도로 크롬을 포함하면 크리프 강도 및 인성을 저하시키는 δ- 페라이트상이 생성된다. 따라서, δ- 페라이트상의 생성을 억제하기 위해 Ni, Cu, Co 등의 오스테나이트 안정화제(austenite stabilizing agent)를 지금까지 알려진 페라이트 내열강에 첨가해 왔다.

그러나, Ni 또는 Cu의 첨가는 오스테나이트 및 페라이트의 변태(變態)온도를 저하시킨다. 고온 강도의 장시간 안정성을 얻기 위해, 표준화 후 템퍼링온도를 더 높게 설정하는 것이 유리하지만, Ni 또는 Cu의 첨가로 인해 템퍼링온도가 더 낮아지는데, 이는 상기 첨가로 인해 오스테나이트 및 페라이트의 변태온도를 저하시키기 때문이다. 따라서, 12 중량% 농도를 초과하는 양의 Cr을 첨가하는 것은 실질적으로 실행하기 어렵다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 출원의 발명은 상기 사정에 비추어서 이루어졌고, 그 목적은 650°C를 초과하는 고온에서 우수한 장시간 크리프 강도와 향상된 내산화성을 갖는 고크롬 페라이트계 내열강을 제공하는데 있다.

상술한 바와 같이, 템퍼드 마르텐사이트 조직에 기초한 종래의 페라이트계 내열강은 불안정한 조직 때문에 장시간 650°C를 초과하는 고온에 놓아지면 입자 경계 근방에서 불균일하게 조직이 변화하여 크리프 강도가 급격하게 저하한다.

따라서, 본 발명자들은 고온에서의 조직 안정성을 이루기 위한 수단을 광범위하게 연구하였다. 그 결과, 페라이트상에 기초한 조직을 얻어 거기에서 레ιβ스상(Laves phase), μ 상, σ 상 또는 Ni_3X (여기서 X는 Al 또는 Ti)로 표시되는 화합물의 금속간화합물을 석출함으로써, 고온에서 크게 향상된 장시간의 크리프 강도를 갖는 페라이트 내열강을 얻을 수 있다는 것을 발견하였다. 본 발명은 상기 발견을 기초로 하여 달성되었다.

더 상세하게, 본 출원의 발명의 제1실시형태에 따르면, 13 중량% 이상의 크롬을 함유하고 페라이트상에 기초하며 금속간화합물의 석출물을 함유하는 고크롬 함유 페라이트계 내열강을 제공한다.

또한, 본 출원의 발명의 제2실시형태에 따르면, 상기 금속간화합물이 레ιβ스상, μ 상, σ 상 또는 Ni_3X (여기서 X는 Al 또는 Ti)로 표시되는 화합물로 이루어지는 군에서 선택되는 1종 이상의 석출물인 고크롬 함유 페라이트계 내열강을 제공한다.

발명의 구성 및 작용

상술한 바와 같이, 본 출원의 발명에 따른 고크롬 페라이트계 내열강은 13 중량% 이상의 크롬을 함유하며 페라이트상에 기초하며, 동시에 금속간화합물의 석출물을 함유한다. 금속간화합물로서는, 레ιβ스상(Fe_2W , Fe_2Mo), μ 상, σ 상, 또는 Ni_3X (X는 Al 또는 Ti)로 표시되는 화합물로 이루어지는 군에서 선택되는 1종 이상의 상을 특히 예시할 수 있다. 상기 금속간화합물은 페라이트상을 석출강화시킨다. 또한, 고크롬 페라이트계 내열강을 구성하는 기초 상은 페라이트이며 고온에서 불안정한 템퍼드 마르텐사이트가 아니기 때문에, 본 출원의 발명에 따른 고크롬 페라이트계 내열강은 장시간 우수한 크리프 강도를 실현한다. 용접후 열처리를 수행함으로써 모재와 동등한 페라이트계 매트릭스상이 얻어지기 때문에, 그 강도는 용접 부분에서 온도의 영향에 의해 손상되지 않고 유지될 수 있다.

본 출원의 발명에 따른 고크롬 페라이트계 내열강에 있어서, 기초의 페라이트상은 70 체적% 이상을 차지하는 것이 바람직하다.

또한, 본 출원의 발명에 따른 고크롬 페라이트계 내열강은 Cr을 13 중량% 이상의 다량으로 함유하기 때문에, 종래의 페라이트계 내열강에 비해 산화 및 수증기 산화에 대해 우수한 내성을 나타낸다. 다량의 Cr의 포함이 인성을 저하시킬 수 있더라도, 본 출원의 발명에 따른 고크롬 페라이트계 내열강의 인성은, 상기 금속간화합물이 일정한 아결정립(subgrain)을 형성하여 기초의 페라이트상에서 거친 결정으로의 성장을 억제하는 때문에, 양호하게 유지된다.

본 발명에 따르면, 실질적인 실시형태로서, 고크롬 페라이트계 내열강은 0.5 중량% 이상의 Mo와 1.0 중량% 이상의 W를 함유하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 페라이트계 강은 1.0 중량% 이상의 Co를 함유하는 것이 또한 바람직하다.

또한, 바람직한 실시형태로서, 고크롬 함유 페라이트계 내열강은 하기 화학 조성(중량%)을 가지며; 불가피한 불순물을 함유하여도 좋다.

Cr 13 ~ 30

Mo 0.5 ~ 8.0

W 1.0 ~ 8.0

Co 1.0 ~ 10.0

C 0.50 이하

N 0.20 이하

B 0.01 이하

Nb 0.01 ~ 2.0

Fe 나머지

삭제

본 출원은 상술한 바와 같이, 또한 고크롬 함유 페라이트계 내열강을 제조하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 용융 원료로부터 유도되는 대형 강(bulky steel)을 열간가공하는 단계 및 상기 열간가공된 강을 어닐링하는 단계로 구성될 수 있다.

바람직한 실시형태로서, 상기 어닐링 단계는 1000℃ 이상의 온도에서의 가열 공정 및 노(furnace)에서의 냉각 공정으로 구성된다.

구체적인 실시예를 참조하여 본 발명을 더 상세하게 설명한다.

실시예 1~16 및 비교예 1~3:

표 1에서 나타낸 화학 조성을 갖는 각각의 테스트 표본을 준비하였다. 각 테스트 표본은, 우선, 진공 고주파 용융로에서 중량 10kg의 잉곳(ingot)을 제작하고, 상기 잉곳을 약 13mm 직경의 원통형 막대로 열간단조하고, 1,200℃에서 30분간 유지하고 노(furnace)에서 냉각하여 어닐링함으로써 준비되었다. 상기 테스트 표본은 경도의 측정과 투과전자현미경에 의한 관측 뿐만 아니라, 600℃, 650℃, 및 700℃에서 크리프 테스트를 실시하였다.

[표 1]

	입금 번호	원소 조성 (중량 %)									
		C	Cr	Mo	W	V	Nb	Cu	Co	N	B
실시에 1	1501	0.10	15.0	0.5	1.8	0.20	0.05	-	-	0.07	0.003
실시에 2	1502	0.10	15.0	1.0	3.0	0.20	0.05	-	-	0.07	0.003
실시에 3	1503	0.10	15.0	1.0	3.0	0.40	0.10	-	-	0.09	0.003
실시에 4	1504	0.10	15.0	1.0	6.0	0.20	0.05	-	-	0.07	0.003
실시에 5	1505	0.10	15.0	1.0	6.0	0.40	0.10	-	-	0.08	0.003
실시에 6	1506	0.10	15.0	1.0	3.0	0.20	0.06	-	3.0	0.08	0.003
실시에 7	1507	0.10	15.0	1.0	3.0	0.40	0.10	-	3.0	0.08	0.003
실시에 8	1509	0.10	15.0	1.0	6.0	0.40	0.10	-	3.0	0.08	0.003
실시에 9	1508	0.10	15.0	1.0	6.0	0.20	0.05	-	3.0	0.07	0.003
실시에 10	2001	0.10	20.0	0.5	1.8	0.20	0.05	-	-	0.07	0.003
실시에 11	2002	0.10	20.0	1.0	3.0	0.20	0.05	-	-	0.07	0.003
실시에 12	2003	0.10	20.0	1.0	3.0	0.20	0.05	-	5.0	0.07	0.003
실시에 13	2004	0.10	20.0	1.0	3.0	0.40	0.10	-	5.0	0.06	0.002
실시에 14	2005	0.10	20.0	1.0	6.0	0.20	0.05	-	5.0	0.07	0.003
실시에 15	2006	0.10	20.0	1.0	6.0	0.40	0.10	-	5.0	0.09	0.003
실시에 16	2007	0.10	20.0	1.0	9.0	0.40	0.10	-	5.0	0.07	0.002
비교예 1	ASME T91	0.10	9.0	1.0	-	0.20	0.05	-	-	0.05	-
비교예 2	ASME T92	0.10	9.0	0.5	1.8	0.20	0.05	-	-	0.06	0.003
비교예 3	ASME T122	0.10	11.0	0.5	2.0	0.20	0.05	1.0	-	0.05	0.003

실시에 1~16에서 얻은 각 테스트 표본의 어닐링 후의 조직은 카바이드를 함유한 페라이트라는 것을 발견하였지만, 카바이드의 석출 밀도는 낮았다. 각각 Co를 함유하는 실시에 6~9 및 실시에 12~16의 테스트 표본의 경우, 마르텐사이트가 5~6 체적%를 차지한다는 것을 발견하였다. 어닐링 후, 실시에 1~5 및 실시에 10~11의 테스트 표본은 160~180의 경도(Hv)를 나타내며, 실시에 6~9 및 실시에 12~16의 테스트 표본은 230~250의 고경도(Hv)를 나타냄을 발견하였다.

도 1 및 2는 650°C에서의 응력-파단시간 곡선을 나타낸다. 상기 곡선에 의하면, 실시에 1~9 및 실시에 10~16의 테스트 표본(페라이트 강)은, 비교예 1~3의 테스트 표본 및 종래의 형태인 SUS 304에 비해 장시간 크리프 강도에서의 더 높은 안정성을 나타낸다. 반면에, 비교예 1~3의 테스트 표본 및 SUS 304은 장시간의 크리프 강도가 상당히 저하된다.

도 3은 실시에 1 및 2에 따른 테스트 표본의 650°C, 70MPa에서 수행된 크리프 테스트의 결과로서 얻어진 크리프 속도-시간 곡선을 나타낸다.

실시에 1 및 2의 테스트 표본은 모두 15 중량%의 Cr을 함유하며, 실시에 2의 테스트 표본은 실시에 1에 비해 더 많은 양의 금속간화합물 원소 Mo 및 W를 함유한다. 실시에 2의 크리프 속도는 더 낮고, 크리프 파단시간이 실시에 1의 약 10배가 된다는 것을 알 수 있다. 그리하여, 실시에 2의 테스트 표본의 크리프 강도는 실시에 1의 테스트 표본의 크리프 강도 보다 높다는 것을 알 수 있다.

도 4~도 6은 각각 실시에 2에 따른 테스트 표본의 어닐링 직후, 크리프 테스트를 수행하고 100시간 후, 및 크리프 테스트를 수행하고 1000시간 후에 얻어진 조직을 나타낸다.

상기 도면들은 균일한 조직을 나타내며, 도면에서 관찰된 검은 점은 금속간화합물을 나타낸다. 크리프 테스트 중에 다량의 금속간화합물이 석출되는 것을 알 수 있다.

상기 결과로부터, 크리프 강도는 페라이트상을 강화하는 금속간화합물의 석출에 의해 향상되며, 금속간화합물의 석출 강화는 Mo 및 W의 첨가량을 증가시킴으로써 더욱 촉진된다.

도 7은 실시에 2~9에 따른 테스트 표본의 650°C, 100MPa에서 수행된 크리프 테스트의 결과로서 얻어진 크리프 속도-시간 곡선을 나타낸다.

실시에 2~9의 테스트 표본은 각각 15 중량%의 Cr을 함유하며, 실시예 4~5 및 실시예 8~9의 테스트 표본은 실시예 2~3 및 실시예 6~7의 테스트 표본에 비해 더 많은 양의 금속간화합물 원소 W를 함유한다. 실시예 6~9의 테스트 표본은 각각 3 중량%의 Co를 함유한다.

더 많은 양의 금속간화합물 원소 W에 기초하여, 실시예 4 및 5의 테스트 표본의 크리프 강도는 실시예 2 및 3의 테스트 표본의 크리프 강도 보다 더 높은 것을 알 수 있다.

부가적으로, 원소 Co에 기초하여, 실시예 6 및 7의 테스트 표본의 크리프 강도는 실시예 2 및 3의 테스트 표본의 크리프 강도 보다 더 높으며, 실시예 8 및 9의 테스트 표본의 크리프 강도는 실시예 4 및 5의 테스트 표본의 크리프 강도 보다 더 높은 것을 알 수 있다.

도 8은 실시예 10~12에 따른 테스트 표본의 650°C, 70MPa에서 수행된 크리프 테스트의 결과로서 얻어진 크리프 속도-시간 곡선을 나타낸다.

실시에 10~12에 따른 테스트 표본은 실시예 1~9에 따른 테스트 표본에 비해 더 많은 양의 Cr을 함유한다. 실시예 1 및 2의 경우와 유사하게, 실시예 10 및 11의 테스트 표본의 크리프 테스트 결과는, 금속간화합물로 인한 석출 강화가 Mo 및 W의 첨가량의 증가에 의해 증대되는 것을 나타낸다.

실시에 12에 따른 테스트 표본은 실시예 11의 테스트 표본에 Co를 첨가함으로써 얻어진다. 실시예 12의 결과를 실시예 11의 결과와 비교함으로써, 금속간화합물의 석출량이 Co의 첨가량에 의해 증가하고, 그에 따라 크리프 강도가 향상됨을 알 수 있다.

도 9 및 10은 각각 실시예 12의 테스트 표본의 조직을 나타내며, 각각은 어닐링 직후 및 크리프 테스트를 수행하고 100시간 후에 얻어진다.

도 9 및 10을 참조하여, 금속간화합물은 검은 점으로 나타내며, 금속간화합물이 다량 석출되는 것을 알 수 있다.

도 11은 650°C, 70MPa에서 크리프 테스트하여 1,000시간 후에 중단한 테스트 표본에서 얻어진 전해 추출 잔사의 X선 회절 패턴이다. 금속간화합물, 즉, 레이브상의 형성이 확인된다.

도 12는 실시예 12~16에 따른 테스트 표본의 650°C, 100MPa에서 수행된 크리프 테스트의 결과로서 얻어진 크리프 속도-시간 곡선을 나타낸다.

실시에 12 및 13을 비교함으로써, 원소 V 및 Nb의 과잉량에 의해 크리프 강도가 저하되는 것을 알 수 있다. 그러나, 실시예 13 및 15~16을 비교함으로써, 원소 W가 크리프 강도를 증가시킬 수 있음을 알 수 있다.

도 13은 실시예 1~3 및 8에 따른 테스트 표본의 700°C, 70MPa에서 수행된 크리프 테스트의 결과로서 얻은 크리프 속도-시간 곡선이다. 이로부터 테스트 표본의 크리프 강도가 실시예 1, 실시예 2, 실시예 3, 및 실시예 8의 순서로 증가함을 알 수 있다.

실시에 1~3 및 8의 테스트 표본은 모두 15 중량%의 Cr을 함유하며, 실시예 2의 테스트 표본은 실시예 1의 테스트 표본에 비해 더 많은 양의 금속간화합물 원소 Mo 및 W를 함유한다. 실시예 3의 테스트 표본은 실시예 2의 경우에 비해 더 많은 양의 금속간화합물 원소 W를 함유한다. 또한, 실시예 8의 테스트 표본은 실시예 3의 테스트 표본에, 석출된 금속간화합물의 양을 증가시키는 원소 Co를 첨가함으로써 얻어진다.

상기 사실로부터, 석출된 금속간화합물의 양은 실시예 1, 실시예 2, 실시예 3, 및 실시예 8의 순서로 증가하며, 상기 순서로 크리프 강도가 증가하게 된다는 것을 알 수 있다.

도 14는 실시예 10~12 및 14에 따른 테스트 표본의 700°C, 70MPa에서 수행되는 크리프 테스트의 결과로서 얻어진 크리프 속도-시간 곡선을 나타낸다. 이로부터 테스트 표본의 크리프 강도는 실시예 10, 실시예 11, 실시예 12, 및 실시예 14의 순서로 증가한다는 것을 알 수 있다.

실시에 10~12 및 14의 테스트 표본은 모두 20 중량%의 Cr을 함유하고, 실시예 11의 테스트 표본은 실시예 10의 테스트 표본에 비해 더 많은 양의 금속간화합물 원소 Mo 및 W를 함유한다. 실시예 12의 테스트 표본은 실시예 11의 테스트 표본에, 석출된 금속간화합물의 양을 증가시키는 원소 Co를 첨가함으로써 얻어진다. 실시예 14의 테스트 표본은 실시예 12의 테스트 표본에 비해 더 많은 양의 금속간화합물 원소 W를 함유한다.

상기 사실로부터, 석출된 금속간화합물의 양은 실시예 10, 실시예 11, 실시예 12, 및 실시예 14의 순서로 증가하며, 상기 순서로 크리프 강도가 증가하게 된다는 것을 알 수 있다.

발명의 효과

본 발명은 상기 실시형태 및 실시예에 의해 한정되지 않으며, 화학 조성, 금속간화합물의 형태, 및 제조 조건 등에 다양한 변형이 이루어질 수 있다.

상술한 바와 같이, 본 출원에 따른 발명은 650°C를 초과하는 고온에서 우수한 장시간 크리프 강도를 가질 뿐만 아니라 향상된 내산화성을 갖는 고크롬 페라이트계 내열강을 제공한다. 이러한 뛰어난 성질을 고려한다면, 본 발명의 고크롬 페라이트계 내열강은 보일러, 원자력 발전 설비, 화학공업 장치 등의 고온 고압하에 사용되는 장치의 재료로서 적합하며, 그 사용은 발전소의 에너지 효율의 향상, 화학공업 장치의 반응 효율의 향상을 초래할 것으로 여겨진다.

특정 실시예를 참조하여 본 발명을 상세하게 설명하였지만, 본 발명의 범위 및 사상 내에서 다양한 변형 및 수정이 가능하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

페라이트상에 기초하며, Cr 13~30중량%, Mo 0.5~8.0중량%, W 1.0~8.0중량%, Co 1.0~10.0중량%, C 0.50중량% 이하, N 0.20중량% 이하, B 0.01중량% 이하, Nb 0.01~2.0중량%, 나머지 Fe 및 불가피한 불순물로 이루어지며,

레이브스상, μ 상, σ 상, 또는 Ni_3X (X는 Al 또는 Ti)로 표시되는 화합물로 이루어지는 군에서 선택되는 1종 이상의 금속간화합물의 석출물을 갖는 것을 특징으로 하는 고크롬 함유 페라이트계 내열강.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 페라이트상을 70~100 체적% 함유하는 것을 특징으로 하는 고크롬 함유 페라이트계 내열강.

청구항 4.

삭제

청구항 5.

삭제

청구항 6.

삭제

청구항 7.

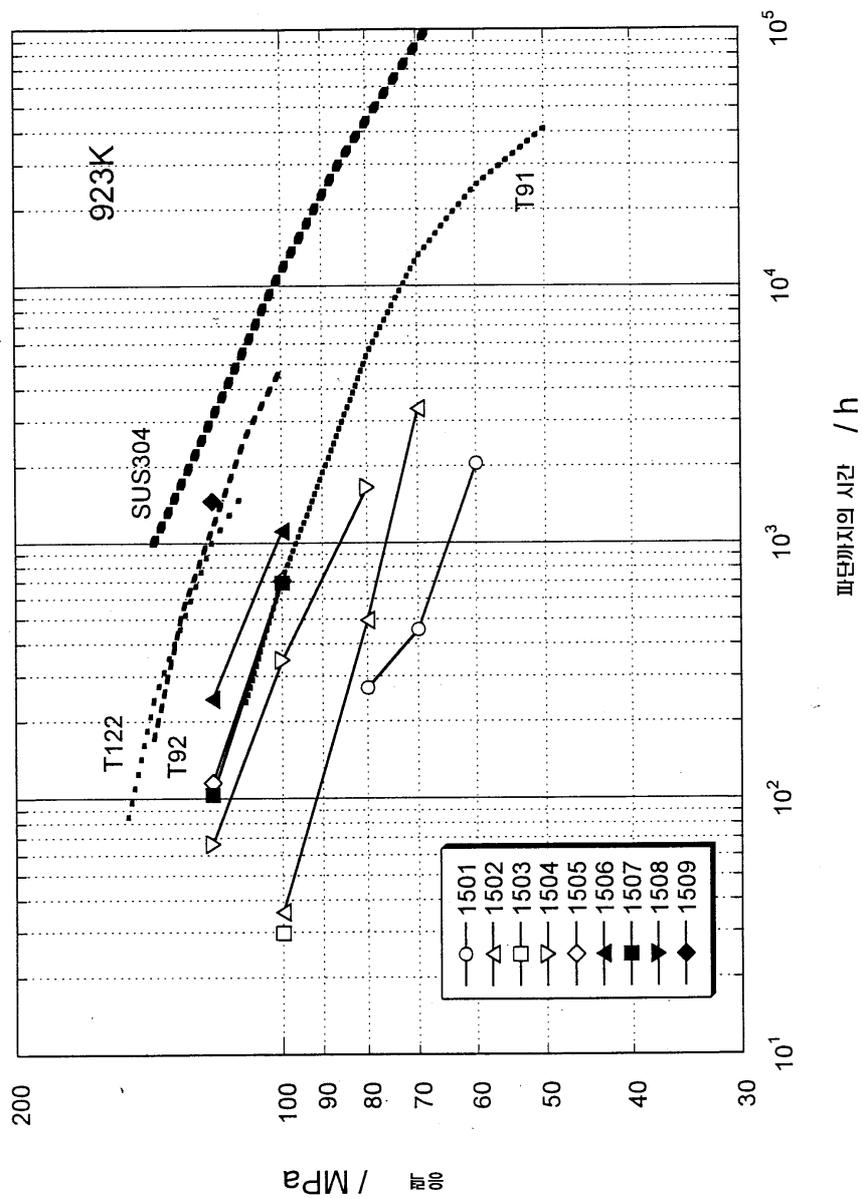
용융 원료로부터 유도되는 대형 강을 열간가공하는 단계 및 상기 열간가공된 강을 어닐링하는 단계를 포함하며,

상기 어닐링 단계는 1000℃ 이상의 온도에서의 가열공정 및 노(爐) 내에서의 냉각공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 제 1항 또는 제3항에 기재된 고크롬 함유 페라이트계 내열강의 제조방법.

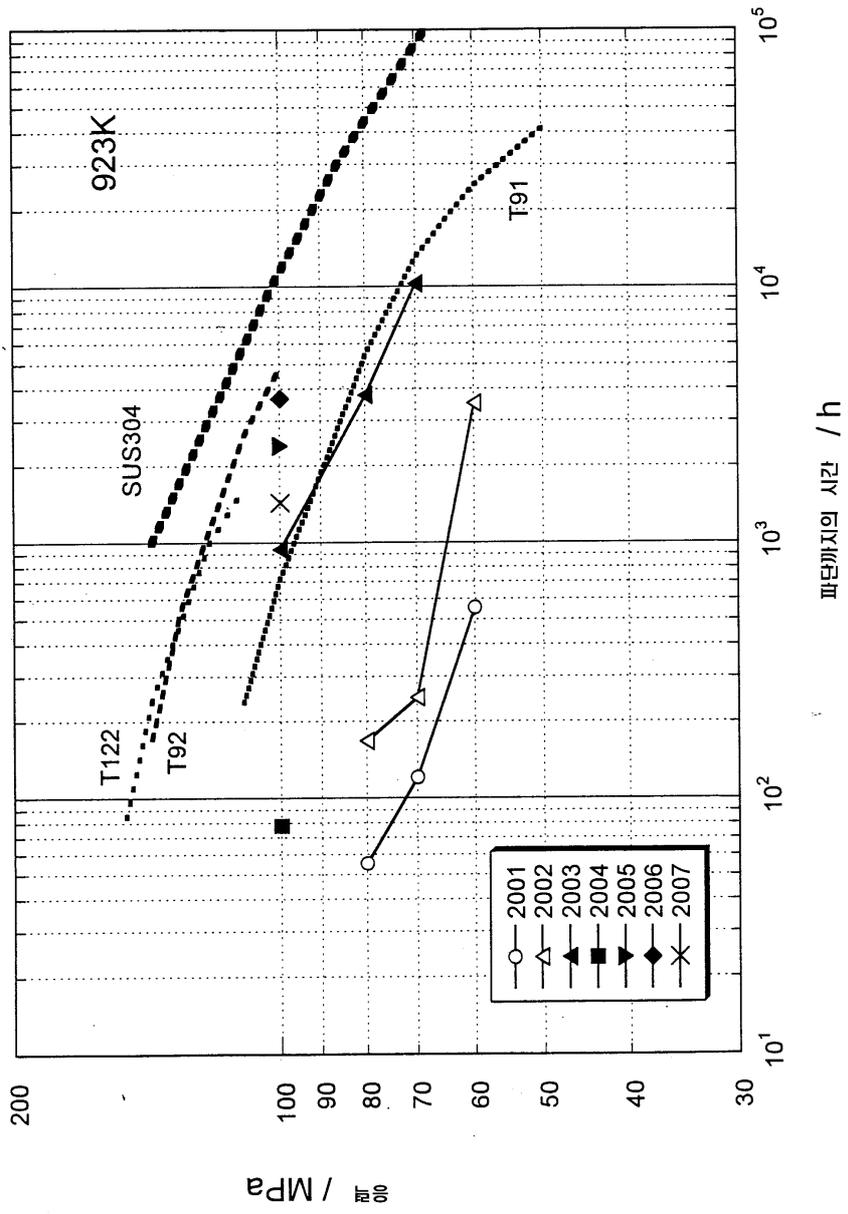
청구항 8.
삭제

도면

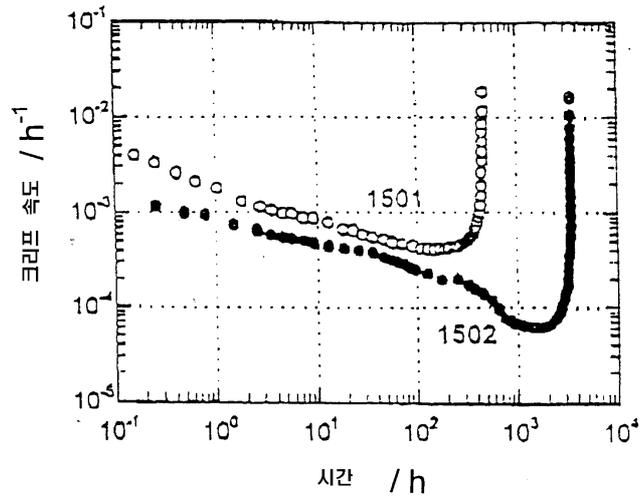
도면1



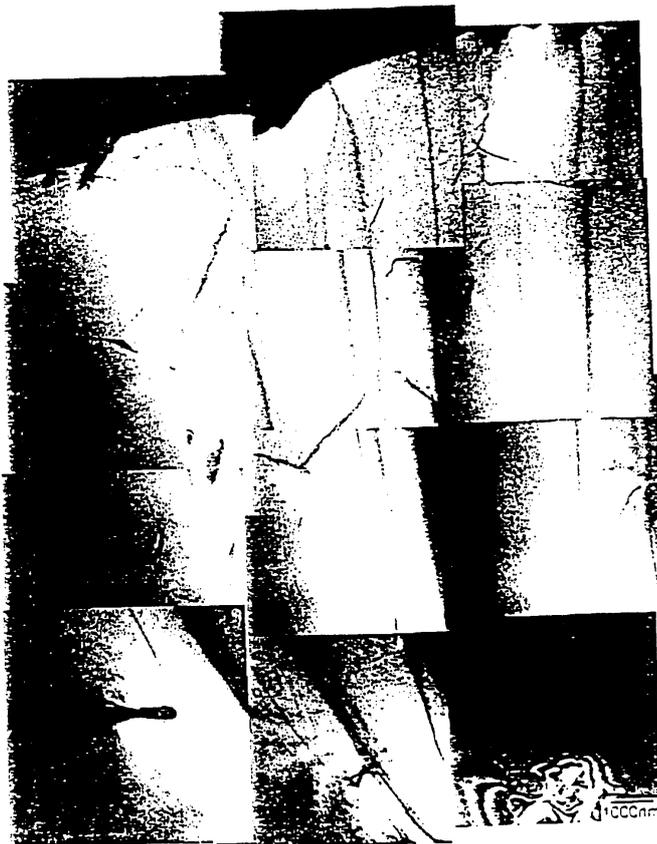
도면2



도면3



도면4



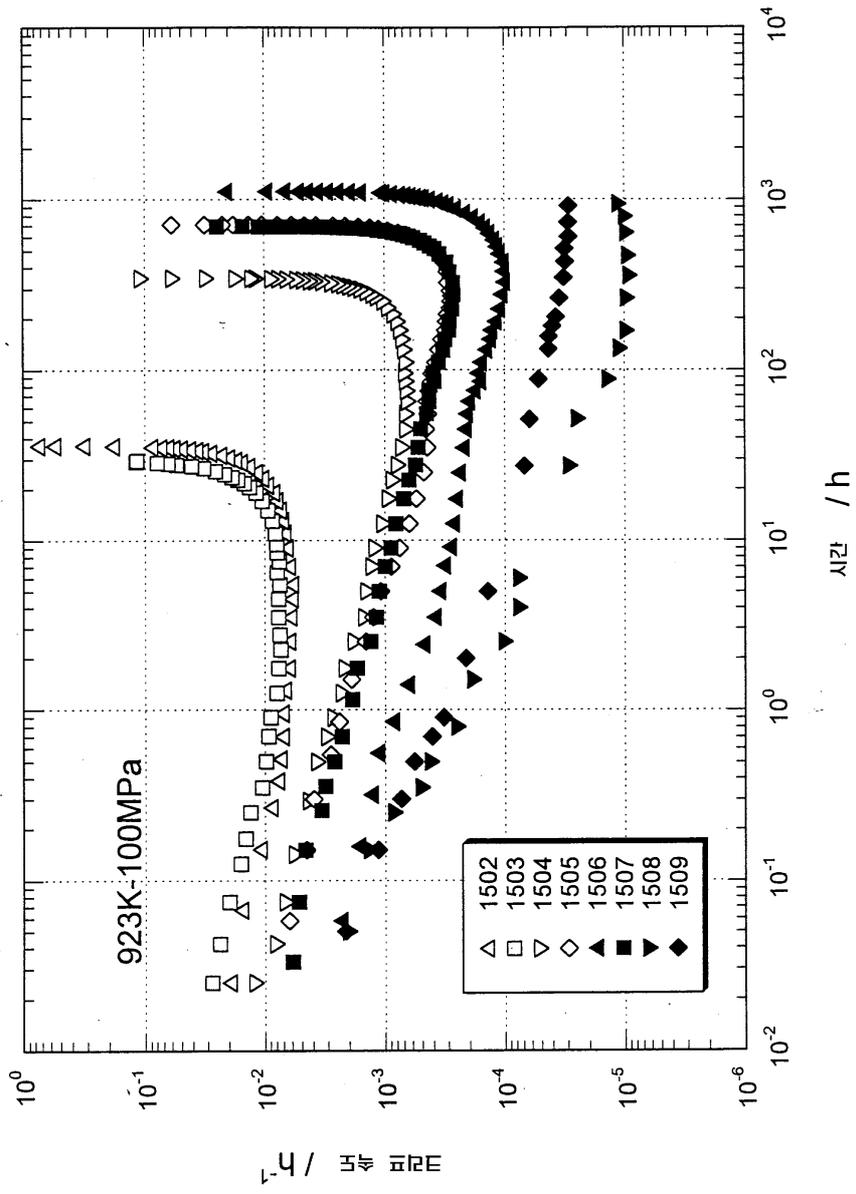
도면5



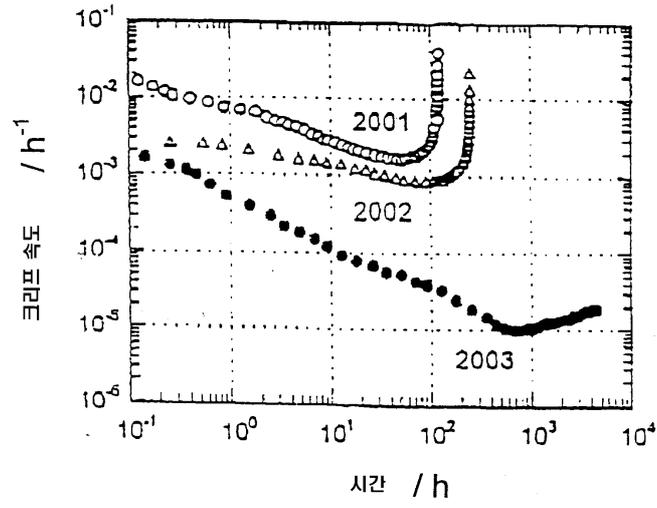
도면6



도면7



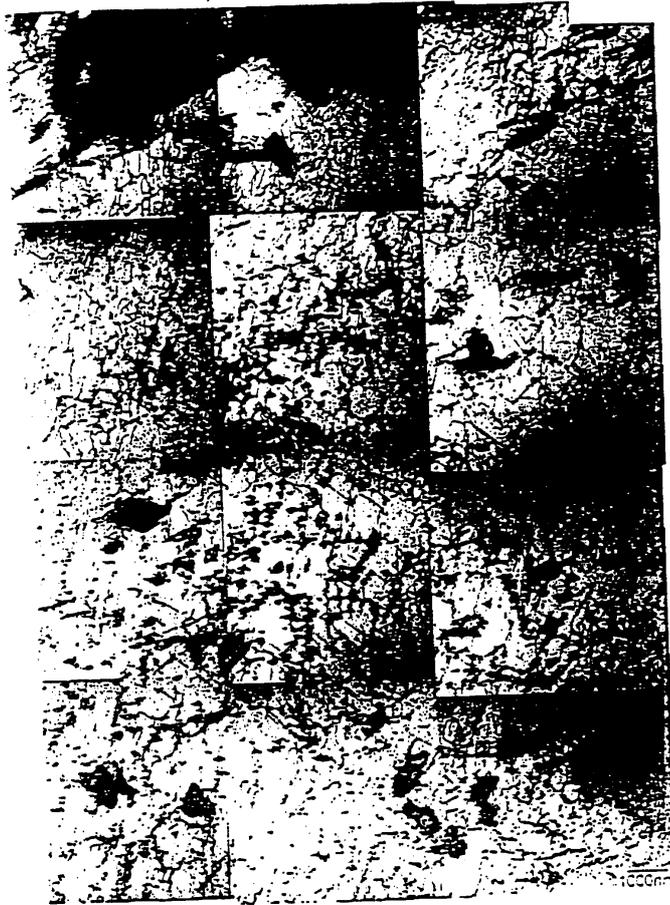
도면8



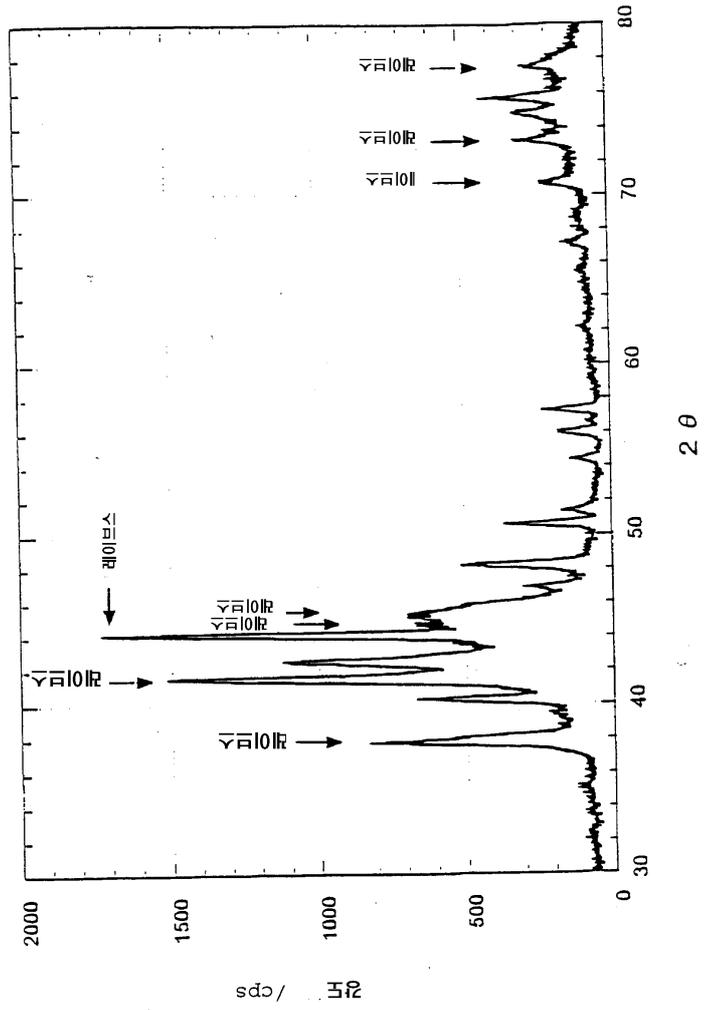
도면9



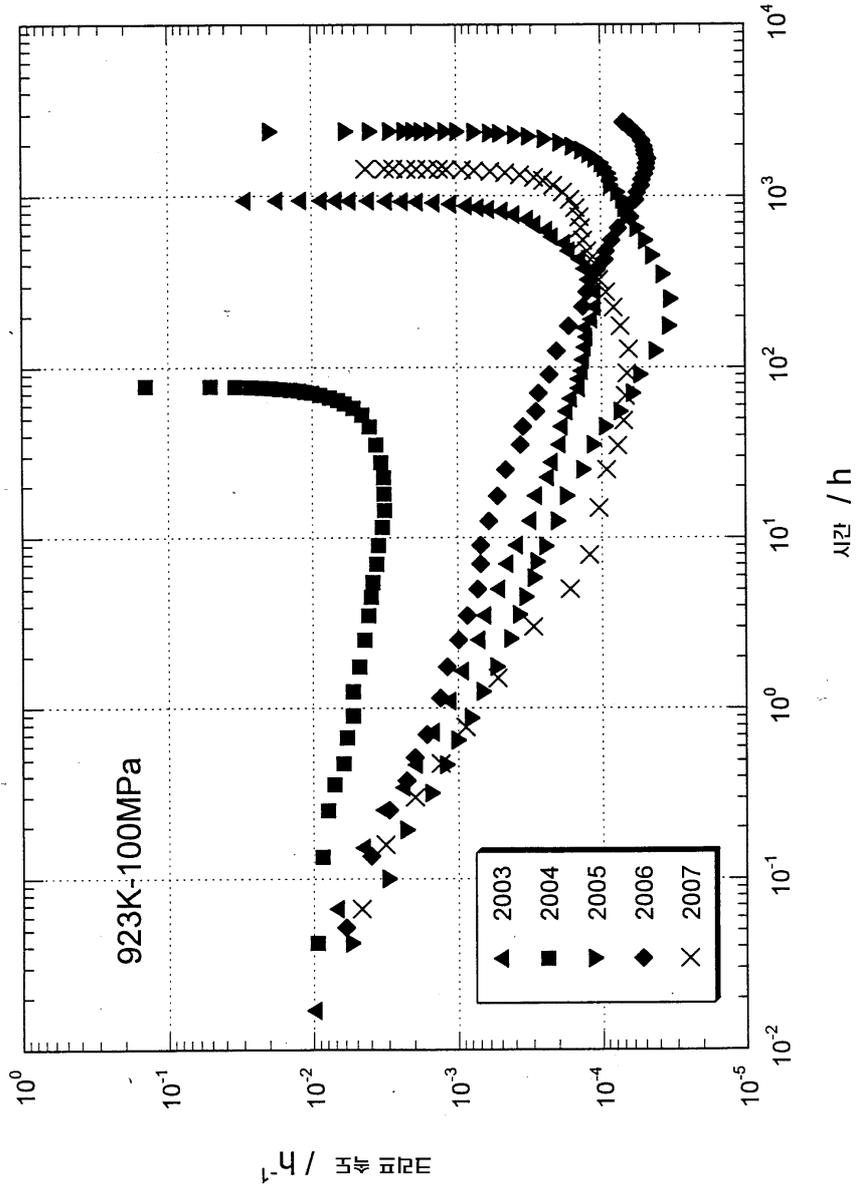
도면10



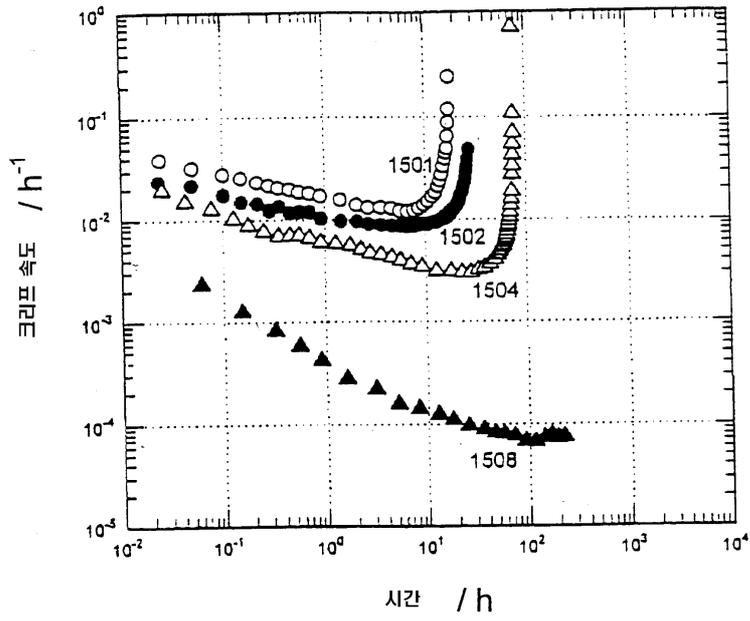
도면11



도면12



도면13



도면14

