

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁵

C21D 6/00

C21D 7/00

C21D 9/00

(45) 공고일자 1993년 10월 16일

(11) 공고번호 93-010320

(21) 출원번호	특1990-0016133	(65) 공개번호	특1991-0008155
(22) 출원일자	1990년 10월 11일	(43) 공개일자	1991년 05월 30일
(30) 우선권 주장	P 3934037.6-24 1989년 10월 12일 독일(DE)		
(71) 출원인	티센 스타알 악티엔게젤샤프트 판 펜로오이, 베커 독일연방공화국 뒤스부르크 카이저-빌헬름-스트라세 100(우편번호 : 4100)		

(72) 발명자	루츠 홀렌베르크 독일연방공화국 베젤 로르베에르베크 13 (우편번호 : 4230) 케스트미트 랑 독일연방공화국 오베르하우젠 11 뤼츠오브스트라세 96 (우편번호 : 4200) 볼프강 뤼센보른 독일연방공화국 딘슬라켄 기젤라스트라세 3b (우편번호 4220)
(74) 대리인	박장원

심사관 : 박기학 (책자공보 제3447호)

(54) 열처리강의 냉간성형성 개선방법

요약

내용 없음.

명세서

[발명의 명칭]

열처리강의 냉간성형성 개선방법

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 특허청구의 범위 제1항 내지 제4항에 기재된 조성을 갖는 열처리강(heat-treatable steels)의 냉간 성형성(cold formability) 개선방법에 관한 것이다.

이하, 모든 화학조성은 달리 언급되지 않는한 중량 퍼센트이다.

탄소 0.3-0.54% 또는 0.55-1.3%에 망간 약 0.5%-0.9%와 실리콘 0.4%까지 함유되고 황과 인의 최대 함량이 0.045%로 이루어진 열처리강은 판재, 스트립, 와이어 또는 형재 등의 형태로 열간압연된 후 벤딩(bending), 폴딩(folding), 교정가공(levelling), 코일링(coiling), 펀칭(punching), 딥드로잉(deep drawing) 및 냉간압출(cold extrusion) 등과 같은 냉간가공에 의해 냉간압연이나 냉간인발(cold drawing)이 행해지게 된다.

일반적으로 상기 열처리강으로 제조되어 마무리 성형 공정을 거친 부품들은 경화(hardening) 및 템퍼링(tempering)과 같은 열처리 공정을 거침에 의해 소정의 강도와 경도값을 나타내게 된다.

이러한 열처리강을 열간압연하여 제조된 초기 제품들은 높은 탄소함량에 기인하여 퍼얼라이트-페라이트구조(C가 0.8% 이하인 경우) 또는 층상(lamellar shape)의 퍼얼라이트로 이루어진 퍼얼라이트 미세구조(C가 0.8% 이상인 경우)를 나타낸다.

이와 같은 열간압연 제품들은 높은 인장 강도와 낮은 총 연신율을 나타내는 점에서 특징이 있다.

냉간가공성의 측면에서 볼 때 바람직하지 못한 인장 강도와 연성의 개선을 위하여 예로부터 690-720℃의 온도범위에서 가벼운 어닐링을 행하는 몇몇 시도가 있었다. "냉간성형성"이란 예비가열을 가하지 않은 상태에서 벤딩, 딥드로잉, 스트래치 포밍(stretch forming) 또는 냉간압출 등의 가공을 했을 때 변화된 형태가 지속적으로 유지되는 재료의 특성을 말한다. 통상적으로 낮은 강도와 높은 총 연신율하에서 개선된 냉간성형성이 얻어진다.

여러시간에 걸친 가벼운 어닐링을 통하여 총상의 퍼얼라이트계 세멘타이트는 구상(球狀)으로 전환되어 인장 강도의 감소와 총 연신율의 증가를 가져오게 된다.

퍼얼라이트계 세멘타이트의 구상화는 후속되는 냉간성형 공정의 작업성 개선을 위하여 필요로 하는 예비상태로 간주되고 있다. 또한, 냉간성형성의 개선을 위해서는 구상화된 세멘타이트가 가능한 한 조대한(coarse) 형태로 존재하여야 함이 중요한데, 이는 세멘타이트 입자가 조대해질수록 냉간성형성이 양호하기 때문이다.

그리고, 냉간성형성의 개선을 위해서는 730℃와 760℃ 사이의 두개의 상영역(오스테나이트+퍼얼라이트)중에서 열간 및 냉간압연된 초기 제품을 가열하였다가 서서히 냉각시키는 것이 바람직한 것으로 알려지고 있다(참조 : Metal Progress 64, 1953, No.7, 페이지 79-82). 이와 같은 가벼운 어닐링 공정에서 미세하게 구상화된 세멘타이트는 석출경화를 일으켜 냉간성형성을 악화시키는 결과를 초래한다.

독일특허 제37 21 641호에의 명세서에는 비합금강 또는 0.3-0.9%의 탄소가 함유된 저합금강을 열간 압연하여 스트립을 제조하는 방법이 나타나 있는데, 이에 따르면 스트립 밀(mill)의 런-아웃(run-out) 테이블로부터 권회코일로 성형되는 과정에서 오스테나이트-퍼얼라이트 변태가 일어나서 강도가 감소된 조대한 총상 퍼얼라이트가 얻어지는 것으로 밝히고 있다.

이러한 프로세스에 의해서 인장 강도의 값은 500-780N/mm²으로 감소됨에 반해 냉간성형성은 아주 미소한 영향만을 받을 뿐이다.

본 발명은 탄소의 함량 범위가 0.3-0.54이거나 0.55-1.3%인 열처리강의 냉간성형성을 개선하여 초기제품에 대해 극심한 냉간가공이 가해지는 부품의 제작이 가능하도록 한 냉간성형성 개선 방법을 제공하는데 목적을 두고 있다.

이러한 본 발명의 목적은 본 발명의 특허청구의 범위 제1항에 기재된 기술적 특징에 의해서 달성된다.

독일특허 제37 21 641호의 명세서에는 본 발명 방법의 적용에 적합한 조성의 열처리강이 나타나 있다. 또한, 본 발명 방법에 적합한 강으로는 특허청구의 범위 제2항중 나타나 있는 성분원소 한가지 또는 그 이상이 각각의 최대치 이하로 함유된 조성을 들 수 있다.

흑연화 어닐링 및 냉간성형 공정후 열처리강은 850℃ 또는 그 이상의 온도에서 최소한 10분간 유지시킴에 의해 오스테나이트로 되고, 후속공정으로 권칭과 템퍼링이 행해진다.

본 발명의 방법은 특허청구의 범위에 기재된 조성으로 이루어진 퍼얼라이트-페라이트 및 퍼얼라이트 강들이 총상 퍼얼라이트계 세멘타이트를 흑연으로 변태가능하도록 해준다는 사실을 이용하고 있다. 이러한 변태의 장점은 흑연입자가 세멘타이트 입자에 비해 상당히 크기 때문에 석출경화의 발생이 배제된다는 점이다. 이에따라 강도가 급격하게 감소되고 냉간성형성이 0.06% 가량의 탄소를 함유한 공지의 연성(mild) 냉간압연강의 수준으로 개선된다.

흑연형성과 관련하여 망간의 함량에 따라 이종의 효과가 얻어지게 된다. 한편으로는 망간이 첨가됨으로써 Ac1온도를 저하시키는 한편 세멘타이트를 안정화시키게 되는데, 이때 망간의 함량은 최대 0.4%로 제한되어야 한다.

만일, 망간의 함량이 과다하게 되면 흑연의 형성이 억제된다. 다른 한편으로는 MnS의 형성과 관련하여 강중에 함유되는 최소량이 0.05%가 되도록 하는 것이 중요한데, 이는 MnS가 흑연 형성의 핵으로 작용하기 때문이다. Mn : S의 비는 최소한 10이상으로 유지되어야만이 강중에서 완전한 MnS의 형성이 이루어진다.

강중에 함유된 알루미늄 성분은 흑연의 핵생성에 중요한 역할을 한다. 상술한 바의 MnS는 물론 Al₂O₃ 및 AlN 역시도 흑연 핵생성의 장소(site)로 이용될 수 있다. Al₂O₃ 입자는 강의 응고시에 쉽게 형성되며, 응고시에 형성된 Al₂O₃는 강에 대한 고온상태에서의 기계적가공이 수행되는 경우에도 거의 영향을 받지 않은 채 남아있게 된다. AlN 입자는 흑연 형성 이전의 압연온도로부터의 냉각중에 또는 620-680℃ 범위에서의 어닐링 도중에 형성되어 흑연 입자의 핵으로 작용함으로써 세멘타이트-흑연 변태를 촉진시키는 역할을 한다. 산소와 질소의 완전한 고정(fixation)에 기인하여 본 발명은 알루미늄 함유량의 하한치는 0.02%로, 그리고 상한치는 0.15%로 설정하고 있다. 알루미늄의 함량이 상기 상한치 이상으로 되는 때에는 부분적으로 조대한 알루미늄 산화물과 알루미늄 질화물이 형성된다. 이러한 조대한 입자들은 흑연 편석의 핵으로 작용하여 탄소가 핵으로 진행되는 확산경로를 증대시킴에 따라 흑연 형성의 지연을 초래하게 된다. 이에 따라 알루미늄 함량의 상한치는 0.15%로 유지되어야 한다.

흑연화에 있어서는 실리콘을 비롯한 망간과 알루미늄이 가장 중요한 역할을 한다. 실리콘의 강력한 흑연화 효과는 Ac1온도의 상승과 세멘타이트의 안정성 저하라는 두가지 요인에 기인한다. Ac1온도의 상승은 흑연 핵을 향하는 탄소의 확산을 가속화하고, 세멘타이트의 안정성 감소는 흑연으로의 변태가 급속하게 일어나는 것을 도모하게 된다. 실리콘 함량의 하한치는 0.15%이며, 실리콘이 함량을 증대시키는 것은 용해된 실리콘 원자를 통한 고용체 경화에 의해 제한이 가해진다. 본 발명자들이 실험한 바에 의하면, Si의 함량이 1% 증가됨에 따라 항복점이 약 60N/mm²증가된다. 따라서 실리콘 함량의 상한치는 1.5%로 고정된다.

본 발명에 의한 어닐링 조건과 관련하여 흑연화의 속도는 강중에 포함된 탄소의 함량에 의존한다. 탄소의 함량이 0.32-0.54%의 범위내인 경우 흑연으로의 변태는 탄소의 함량이 상기 범위 이상인 때에 비해 보다 서서히 진행된다.

이와 같은 현상은 탄소의 함량이 낮게 되면 이에 따라 세멘타이트 입자의 양도 줄어들게 되어 결과

적으로 탄소원자가 흑연 핵으로 향하는 확산 경로가 상당히 길어지게 되기 때문이다.

따라서, 본 발명의 특허청구의 범위 제1항에 기재된 조성에 대한 620-680℃에서의 흑연화 어닐링은 최소한 15시간 동안 수행되어야 하며, 특허청구의 범위 제3항에 기재된 바의 탄소함량이 0.55-1.3%인 조성에 대한 620-680℃에서의 어닐링은 최소한 8시간 동안 수행된다.

특허청구의 범위 제1항에 따르면, 탄소가 중량비로 0.55-1.3% 포함된 강의 실리콘 함량의 최대 한계가 존재하는데, 이는 그 한계내에서 강도의 증가를 의미하는 고용체 경화가 유지되기 때문이다. 한편, 망간함량의 상한치 설정에 의해 흑연의 형성이 보다 신속하게 이루어질 수 있게 된다. 동일한 조성의 강에 있어서 탄소의 함량이 0.55% 이상일 때가 그 이하일 때에 비해 흑연의 형성속도가 빠르다. 특허청구의 범위 제1항에 기재되고 특허청구의 범위 제2항에 주어진 추가적인 합금 성분을 갖는 강조성은 냉간성형성과 경화(hardening)에 이온 템퍼링 거동의 면에서 우수한 성질을 나타낸다.

강력한 탄화물 형성체인 크롬은 세멘타이트를 안정화시킴에 따라 흑연화의 구동력을 상당히 감소시킨다. 이러한 이유 때문에 크롬의 함량은 가능한 한 낮게 유지시켜야 하는 바, 그 값은 불순물에 상응하는 0.05% 이하가 바람직하다.

망간의 경우에서와 마찬가지로 니켈 역시 Acl온도를 저하시키는데 탄소 활동도의 감소에 미치는 효과면에 있어서는 망간에 비해 훨씬 약하다.

이러한 사실에도 불구하고 니켈은 흑연화를 촉진시킨다. 니켈에 의한 효과는 주로 흑연형성의 핵생성 속도가 증가됨에 기인한다. 니켈이외에 몰리브덴이 간접적인 흑연화 촉진 원소로 작용하는데, 그 효과는 퍼얼라이트 변태의 억제에 근거를 두고 있다. 몰리브덴이 함유된 강에 대해 압연에 이어서 냉각을 수행하는 동안에는 베이나이트나 마르텐사이트의 형성이 증가된다.

베이나이트-마르텐사이트 구조의 흑연화는 퍼얼라이트 미세구조에 대한 흑연화에 비해 한층 빨리 발생한다.

합금 원소인 니켈과 몰리브덴 이외에 보론과 바나듐은 경화능(hardenability)을 증가시키는 반면에 티타늄과 지르코늄은 질소의 고정 또는 황화물 형성의 조절을 위한 목적으로 사용된다. 이상에서 설명한 바의 강조성에 부가하여 강의 흑연화를 위해서는 일정한 온도/시간의 싸이클이 준수되어야 한다.

본 발명자들은 흑연으로의 최대 변태 속도는 620-680℃의 온도범위에서 얻어짐을 발견하였다. 열간 압연과 냉간압연이 수행된 제품의 경우 620-680℃에서 흑연화에 소요되는 최소의 시간은 탄소의 함량이 0.32-0.54인 때에는 15시간이고, 탄소의 함량이 0.55-1.3%인 때에는 8시간이다. 흑연 면적 비율(graphite area fraction)에 대한 안내 값(guide value)은 탄소함량이 약 0.45%인 강의 경우에는 1.0-1.5%이고, 탄소함량이 0.75%인 경우에는 2.0-2.5% 사이이다. 이러한 값은 자동 이미지 분석기를 이용한 정량적인 측정을 통해서 얻어진다.

비교가능한 냉간성형성을 갖는 열간압연 및 냉간압연된 연강(mild steel)과는 대조적으로 상기한 바의 조성을 갖는 흑연화된 고탄소강은 냉간성형후에 경화처리 및 템퍼링 등의 열처리가 가능하다.

오스테나이트 온도인 850℃와 그 이상의 온도에서 최소한 10분간 유지시킴에 의해 흑연이 용해됨에 따라 우수한 경화능을 갖는 강을 얻을 수 있게 된다.

따라서 후속되는 강의 열처리는 오스테나이트 온도인 850℃ 또는 그 이상의 온도에서 최소한 10분간 유지시키게 된다.

흑연화가 가능한 강은 경화처리후에 보다 높은 온도에서 템퍼링이 행해지는 경우에는 재차 흑연이 형성되는 경향을 띠게 된다. 이러한 경향은 실리콘 함량이 0.45%일 때가 0.7% 이상일 때보다 강하게 나타난다. 저실리콘 함유 강의 경우 흑연이 재차 형성(reformation)될 염려가 배제된 가운데 강도와 인성의 저하가 수반되는 템퍼링을 최대 550℃의 온도에서 수행할 수 있다.

상기 템퍼링 온도의 최대치는 실리콘 함량이 7%를 상회하는 강의 경우에는 600℃로 상승된다.

이하, 본 발명에 대하여 실시예를 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 아래의 표기는 여러 강조성의 분석 결과를 나타낸 것이다. 스트립, 와이어 및 형강(sectional steel) 등과 같이 열간압연 및 냉간압연 제품들은 A 내지 Q로 분류된 강을 표 2에 기재된 상태로 어닐링하여 실험실 규모로 제작하였다. 여러 실험용 강들의 경우 경화능은 서로 상이한 오스테나이트 조건(표 3)하에서 측정되었다.

강 C, D, F, G, H, J, M, O 및 Q는 본 발명의 시편 조성이다. 강 A와 B는 크롬과 마그네슘의 함량이 초과되고 알루미늄 함량이 부족하기 때문에 본 발명의 범위를 벗어난 시편이다. 이와 유사하게 강 E, L, N, P(망간함량이 초과되고 부분적으로 알루미늄 함량이 부족하여) 또는 강 I 및 K(Si 함량이 초과하여)는 본 발명의 범위를 벗어난 시편이다.

표 2를 통해 본 발명의 강시편이 종래의 방법으로 제조되어 일례로 흑연이 없이 구성화된 세멘타이트 조직을 갖는 강에 비해 대체로 낮은 항복점과 낮은 인장강도 및 높은 연신율을 나타내고 있음을 알 수 있다.

표 2의 마지막 열은 흑연 면적 비율에 대한 안내값을 나타내고 있다. 강 I와 K는 본 발명의 범위밖의 시편이긴 하나 이들 두 강은 어닐링 후에 높은 흑연면적 비율을 갖는다.

이와 같은 특성은 상기 두 강 모두 실리콘 함량이 높다(각각 1.72% 및 1.65%)는 사실과 연관되어 있다.

실리콘에 의한 고용체 경화에 의해 강도와 총연신율의 값이 감소되어 이들 강은 종래의 구상화된 세멘타이트 조직의 강에 비해 미소한 장점만을 나타낸다.

강 D(냉간압연된 스트립)이나 Q(와이어 로드) 모두 본 발명의 범위를 벗어난 시편이다. 이러한 제품의 경우에 있어서 620-680℃ 온도범위에서의 어닐링은 각각 5시간 및 11시간에 불과한 매우 짧은 시간동안 행해졌다.

흑연화의 경향이 강한 강조성을 취함에 따라 부분적인 흑연화가 발생하긴 하였으나 완전한 흑연화가 이루어지기에는 어닐링 시간이 너무 짧았다. 이러한 이유로 해서 냉간 성형성은 극히 제한된 범위에서만 달성되었다.

경화능에 대한 측정이 행해진 강 J 및 M은 800-900℃의 온도범위에서 3 내지 20분간 유지시키는 오스테나이트화 처리가 수행되었다. 표 3의 결과를 통해서 오스테나이트의 최저온도인 850℃에서 최저 10분간 유지시킴에 의해 양호한 경화능 값인 약 795HV 30이라는 최대 권칭 경도를 나타내고 있음을 알 수 있다.

낮은 온도와 짧은 시간동안에 오스테나이트화된 시편들은 흑연입자의 불완전한 용해에 의해서 낮은 권칭 경도를 지니며, 이에따라 만족스럽지 못한 경화능을 나타낸다.

[표 1]

		화 학 조 성																
분명명	강	탄소함유량 (가이드값) %	재료*	C	Mn	Si	P	S	N	Al	Cr	Ni	Mo	V	Ti	Zr	Cu	B
	A	0.35	WB, KB	0.38	0.86	0.16	0.012	0.012	0.0065	0.008	0.19	-	-	-	-	-	-	-
	B	0.35	WD	0.35	0.62	0.25	0.010	0.007	0.0048	0.006	0.070	-	-	-	-	-	-	-
*	C	0.35	WB, KB	0.36	0.28	0.45	0.018	0.008	0.0042	0.035	0.010	-	-	-	0.015	-	0.015	0.0035
*	D	0.45	WB, KB	0.44	0.22	0.69	0.016	0.009	0.0036	0.0042	0.015	-	-	0.04	-	-	-	-
	E	0.45	WB, KB	0.46	0.71	0.25	0.007	0.010	0.0028	0.035	0.04	-	-	-	-	-	-	-
*	F	0.45	WB, F	0.47	0.18	0.71	0.12	0.14	0.0062	0.036	0.010	-	0.15	-	-	-	-	-
*	G	0.60	WB, KB	0.58	0.29	0.65	0.010	0.007	0.0028	0.035	0.015	-	-	-	-	-	-	-
*	H	0.60	F	0.60	0.22	0.56	0.014	0.004	0.0050	0.065	0.020	0.35	-	-	-	0.04	0.020	-
	I	0.60	WB, KB	0.59	0.24	1.72	0.018	0.008	0.0061	0.020	0.015	-	-	-	-	-	-	-
*	J	0.75	WD	0.75	0.16	0.43	0.009	0.003	0.0060	0.082	0.012	-	-	-	0.020	-	-	-
	K	0.75	KB	0.75	0.23	1.65	0.012	0.009	0.0049	0.045	0.008	-	-	-	-	-	-	-
	L	0.75	WD	0.76	0.57	0.22	0.016	0.012	0.0052	0.015	0.030	-	-	-	-	-	-	-
*	M	0.75	WB, KB	0.73	0.21	0.42	0.014	0.010	0.0042	0.048	0.01	-	-	-	-	-	-	-
	N	0.75	F	0.76	0.63	0.25	0.017	0.010	0.0035	0.006	0.020	-	-	-	-	-	-	-
*	O	0.85	WB, KB	0.85	0.22	0.72	0.019	0.006	0.0072	0.035	0.012	-	-	-	-	-	-	-
	P	0.85	WB	0.84	0.49	0.28	0.012	0.014	0.0046	0.004	0.015	-	-	-	-	-	-	-
*	Q	0.85	WD	0.86	0.30	0.68	0.010	0.015	0.0038	0.078	0.023	-	-	-	-	-	-	-

주 : * WB=열간압연 스트립

KB=냉간압연 스트립

WD=와이어 로드, 냉간-인발 와이어

F=형강

[표 2]

흑연화 어닐링후 표 1의 강에 대한 기계적 성질

본발명	강	합 유 량 (가이드값) %	재 료	620-680℃에서 유지시간(h)	ReL N/mm ²	Rm N/mm ²	A5 %	흑연면적비율
	A	0.35	WB	25	323	480	2.95	—
	A	0.35	KB	20	290	451	30.2	—
	B	0.35	WD	20	311	465	31.4	—
	* C	0.35	WB	25	235	404	34.2	0.7
	* C	0.35	KB	25	225	386	35.6	0.8
	* D	0.45	WB	22	242	379	31.2	1.2
	* D	0.45	KB	16	221	373	35.2	1.4
	D	0.45	KB	5	320	464	26.8	0.3
	E	0.45	KB	16	350	483	25.2	—
	* F	0.45	WD	30	246	382	36.2	1.2
	* F	0.45	F	24	248	393	34.3	1.1
	* G	0.60	WB	25	235	368	32.6	1.7
	* G	0.60	KB	25	228	370	33.0	1.8
	* H	0.60	F	18	243	362	32.2	1.6
	I	0.60	WB	15	282	495	26.3	2.0
	I	0.60	KB	15	294	507	28.2	2.0
	* J	0.75	WD	20	180	352	36.6	2.1
	K	0.75	KB	15	265	435	28.4	2.3
	L	0.75	WD	16	440	556	26.8	—
	* M	0.75	KB	3	325	478	25.6	0.8
	* M	0.75	WB	20	184	351	36.6	2.2
	* M	0.75	KB	10	178	359	32.4	2.4
	N	0.75	F	20	457	619	24.8	—
	* O	0.85	KB	20	192	365	34.2	2.8
	* O	0.85	WB	16	203	358	33.6	2.9
	P	0.85	WB	16	475	641	22.3	—
	* Q	0.85	WD	18	205	368	35.2	2.7
	* Q	0.85	WD	4	382	545	24.6	0.6

주 : * WB=열간압연 스트립

KB=냉간압연 스트립

WD=와이어 로드, 냉간-인발 와이어

F=형강

[표 3]

흑연화 가능한 강의 급랭 정도에 대한 오오스테나이트화 조건의 영향

강	흑연면적비율 %	온 도 ℃	유지시간 분	급랭 정도 HV 30
I	2.1	800	20	410
I	2.1	850	3	685
I*	2.1	850	10	795
I*	2.1	900	10	790
M	2.4	800	20	400
M	2.4	850	3	670
M*	2.4	850	10	795
M*	2.4	900	10	795

* 본 발명에 따름

(57) 청구의 범위**청구항 1**

다음의 조성(중량%)

C	0.32-0.54%
Mn	0.05-0.40%
Si	0.41-1.5%
Al	0.02-0.15%
Cr	최대 0.05%
S	최대 0.05%
P	최대 0.03%
N	최대 0.02%

잔여철 및 철제조상 불가피한 불순물을 갖는 강에 대해 템퍼링이 수반되는 최종적인 냉간성형 및 소입 경화 공정의 이전에 620-680℃의 온도에서 15시간 이상 유지시키는 어닐링을 수행하여 흑연화가 이루어지도록 함을 특징으로 하는 열간압연 또는 냉간압연된 열처리강의 냉간성형성 개선방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 강조성은 또한 다음의 원소(중량%)

Ni	1%까지
Mo	0.05%까지
V	0.10%까지
Ti	0.04%까지
Zr	0.15%까지
B	0.01%까지

중에서 적어도 어느 한가지를 함유한 것을 특징으로 하는 열간압연 또는 냉간압연된 열처리강의 냉간성형성 개선방법.

청구항 3

다음의 조성(중량%)

C	0.55-1.34%
Mn	0.20-0.30%
Si	0.41-0.90%
Al	0.02-0.15%
Cr	최대 0.05%
S	최대 0.010%
P	최대 0.03%
N	최대 0.02%

잔여철 및 철제조상 불가피한 불순물을 갖는 강에 대해 템퍼링이 수반되는 최종적인 냉간성형 및 소입 경화 공정의 이전에 620-680℃의 온도에서 8시간 이상 유지시키는 어닐링을 수행하여 흑연화가 이루어지도록 함을 특징으로 하는 열간압연 또는 냉간압연된 열처리강의 냉간성형성 개선방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 강조성은 또한 다음의 원소(중량%)

Ni	1%까지
Mo	0.5%까지
V	0.10%까지
Ti	0.04%까지
Zr	0.15%까지
B	0.01%까지

중에서 적어도 어느 한가지를 함유한 것을 특징으로 하는 열간압연 또는 냉간압연된 열처리강의 냉간성형성 개선방법.