



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년09월03일
 (11) 등록번호 10-0856314
 (24) 등록일자 2008년08월27일

(51) Int. Cl.

C22C 38/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0134128
 (22) 출원일자 2006년12월26일
 심사청구일자 2006년12월26일
 (65) 공개번호 10-2008-0060056
 (43) 공개일자 2008년07월01일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1019950026569 A

(73) 특허권자

주식회사 포스코

경북 포항시 남구 괴동동 1번지

(72) 발명자

김성규

전남 광양시 금호동 700번지 광양제철소내

진광근

전남 광양시 금호동 700번지 광양제철소내

(74) 대리인

특허법인 씨엔에스·로고스

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 김수성

(54) 버링성이 우수한 고망간 고강도 강판

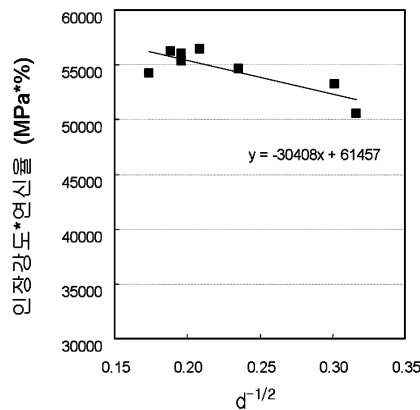
(57) 요약

자동차의 구조부재, 범퍼 보강재 및 충격 흡수재 등의 용도로 사용되고, 버링성이 우수한 고망간 고강도 강판에 관한 것이다.

이 강판은 중량%로, C: 0.2~1.0%, Mn: 10~25%, Al: 0.3~3.0%, S: 0.05% 이하(0%는 제외), P: 0.05% 이하(0%는 제외)를 포함하여 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되고 오스테나이트의 결정입도가 18~33 μ m 을 만족한다.

본 발명에 따르면, 강도와 더불어 연신율이 우수하고, 구멍확장성이 우수하여 부품 성형이 용이한 고강도 강판을 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

중량%로, C: 0.2~1.0%, Mn: 10~25%, Al: 0.3~3.0%, S: 0.05% 이하(0%는 제외), P: 0.05% 이하(0%는 제외)를 포함하여 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되고 오스테나이트의 결정입도가 18~33 μ m 을 만족하는 버링성이 우수한 고망간 고강도 강판.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 결정입도는 열처리조직으로서 오스테나이트 단상의 결정립 크기임을 특징으로 하는 버링성이 우수한 고망간 고강도 강판.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <4> 본 발명은 자동차의 구조부재, 범퍼 보강재 및 충격 흡수재 등의 용도로 사용되는 버링성이 우수한 고망간 고강도 강판에 관한 것이다. 보다 상세하게는 C, Mn, Al을 첨가하고 미세조직을 제어함으로써 우수한 강도와 연신율 및 구멍확장성을 가지는 고망간 고강도 강판에 관한 것이다.
- <5> 범퍼 보강재 혹은 도어내의 충격 흡수재는 차량의 충돌시 승객안전과 직접 관계되는 부품으로 인장강도 780MPa 이상의 초고강도 열연강판이 주로 사용되고 있다. 또한, 높은 인장강도와 더불어 높은 연신율을 가져야 하며 플랜지부 또는 부품 연결부의 성형성을 위해 우수한 구멍확장성이 요구된다.
- <6> 한편 점차 심각해지고 있는 환경 오염 규제에 대응하기 위해 연비를 증가시키고자 보다 높은 강도 부품의 고강도 강 사용 비율이 증가하고 있는데, 최근에는 780MPa 이상의 고강도 강의 상업화에 대한 연구가 증가하고 있다.
- <7> 자동차용 고강도 강은 대표적으로 복합조직(Multi-Phase Steel)강, 이상조직(DP; Dual Phase)강, 변태유기소성(TRIP; Transformation Induced Plasticity)강 및 쌍정유기소성(TWIP; Twin Induced Plasticity)강이 있다.
- <8> 일반적으로 판재의 제조공정은 제조된 주편의 편석된 성분을 재고용하는 재가열, 최종 두께로 압연하는 열간 압연, 열간 압연된 판재를 상온으로 냉각/권취하는 냉각과정으로 구분되는데, 가열로에서 나온 주편을 오스테나이트 구간에서 압연하고, 냉각과정에서 냉각종료온도를 Ms온도보다 낮게 하여 오스테나이트를 마르텐사이트로 변태시키는 경우 이 강을 이상조직강이라고 한다.
- <9> 상기 이상조직강은 전체 조직 중에서 마르텐사이트의 비율이 증가할수록 강도가 증가하고 페라이트 비율이 증가할수록 연성이 증가하는데, 강도 상승을 위하여 마르텐사이트 비율이 너무 커지면 상대적으로 페라이트 비율이 감소하여 오히려 연성이 저하된다. 그리고 저온에서 마르텐사이트를 형성하기 위해서 냉각속도를 크게 하여야 하는 단점을 가지고 있다.
- <10> 한편, 상기 방법과 같이 압연 과정에서 오스테나이트를 형성한 후 냉각과정에서 냉각 속도와 냉각종료온도 등을 제어하여 상온에서 페라이트, 마르텐사이트와 일부 베이나이트 및 마르텐사이트/오스테나이트 혼합상을 형성함으로써, 상기 변태조직강의 강도와 연성을 동시에 높게한 강이 복합조직(Multi-phase)강이다.
- <11> 복합조직 강 의 경우 마르텐사이트 변태에 의한 저항복비 특성을 가지는 것이 아니므로 상대적으로 합금원소 첨가량이 적어 용접성이 우수한 반면 항복강도가 높아 성형성에 다소 불리하나 높은 항복강도를 가져 많은 분야에 응용되고 있다.
- <12> 또한, 압연 과정에서 오스테나이트 또는 오스테나이트와 페라이트 이상을 형성한 후 냉각과정에서 냉각 속도와 냉각종료온도 등을 제어하여 베이나이트 변태온도 구간에서 열처리한 경우 베이나이트 변태와 함께 농화된 오스테나이트가 상온에서 준안정하여 잔류하면 변태유기 소성강을 제조할 수 있다. 변태유기소성강은 현재까지 상용화된 강 중에서 가장 우수한 강도와 연신율 발란스(강도×연신율)를 가진다.

- <13> 상용화 단계에 있는 강을 고려하면 쌍정유기소성강이 가장 우수한 강도·연신을 발란스를 가진다. 쌍정유기소성강은 망간과 탄소, 알루미늄 등의 성분을 조절하여 안정한 오스테나이트 단상을 얻고 변형 중 전위와 함께 쌍정을 변형기구로 함으로써 우수한 가공경화특성으로 넥킹을 억제시키고 연신율을 증가시킨 강이다.
- <14> 그런데 마르텐사이트를 이용하여 가공경화하는 경우 연질 기지상과 경질 마르텐사이트상의 경계가 변형 또는 가공시 공공을 형성하기에 적당하여 강도 대비 연신율은 우수하나 구멍확장성이 열위하다.
- <15> 변태유기소성강 역시 변형시 발생하는 변형유기 마르텐사이트와 연질 기지상의 경계에서 공공을 형성하여 낮은 버링성을 가진다. 쌍정유기소성강은 같은 강도의 초고강도강(이상조직강, 변태유기소성강 등)과 비교하여 동등 또는 유사한 수준의 구멍확장성을 가지는데 이는 쌍정에 의한 높은 가공경화율과 관련된다고 믿어진다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <16> 본 발명은 상기한 종래의 문제점을 개선하기 위한 것으로, C, Mn, Al의 함량을 제어하고 미세조직을 제어함에 의해 연신율 50% 이상, TS×E1 밸런스 50,000MPa×% 이상인 동시에 구멍확장성 40% 이상을 가지는 고망간 고강도 강판을 제공하는데, 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- <17> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 중량%로, C: 0.2~1.0%, Mn: 10~25%, Al: 0.3~3.0%, S: 0.05% 이하, P: 0.05% 이하를 포함하여 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되고 결정입도가 18 μ m 이상을 만족하는 버링성이 우수한 고망간 고강도 강판에 관한 것이다.
- <18> 이하, 본 발명을 상세하게 설명한다.
- <19> 본 발명자들은 우수한 강도 및 연신율과 함께 구멍확장성이 우수한 초고강도강을 개발하고자 하였다. 우수한 연신율을 얻기 위해 C 및 Mn을 다량 첨가하여 안정한 오스테나이트 조직을 만들고, 변형시 쌍정을 형성하여 넥킹을 억제하였다. 또한, Al을 첨가하여 쌍정의 분율을 제어함으로써 국부연신율을 증가시켰으며, 그 결과 알루미늄을 첨가하지 않은 강과 비교하여 15% 정도의 구멍확장성을 올려 약 30%의 구멍확장성을 확보할 수 있었다.
- <20> 그러나, 자동차 부품에 적용하기 위해서는 더욱 높은 구멍확장성이 요구되며 높을수록 바람직하나 최소 40% 정도의 구멍확장성이 필요하다고 여겨진다. 따라서, 본 발명에서는 C, Mn 및 Al의 양을 제어하고, 열처리를 통해 결정입도를 조대화함에 의해 강도 및 연신율과 함께 높은 구멍확장성을 확보할 수 있다는 연구결과를 기초로 하여 본 발명을 제안하게 되었다.
- <21> 이하, 본 발명의 강성분의 조성범위를 설명한다.
- <22> 탄소(C)의 함량은 0.2~1.0%가 바람직하다.
- <23> 상기 C는 철강재료에서 가장 중요한 성분으로 강도는 물론 인성, 내식성 등의 모든 물리적, 화학적 특성과 밀접한 관계를 가지며, 강의 특성에 가장 큰 영향을 미치는 성분이다. 상기 C의 함량이 0.2% 미만인 경우에는 오스테나이트의 안정도가 감소하고, 제2상의 분율이 감소하여 강도가 감소할 수 있는 반면, 1.0%를 초과하여 첨가하는 경우에는 용접성 저하 및 제 2상 분율의 급격한 증가로 인한 가공성의 격감하는 등의 문제가 발생할 수 있다. 따라서, 상기 C의 함량은 0.2~1.0%로 제한하는 것이 바람직하다.
- <24> 망간(Mn)의 함량은 10~25%가 바람직하다.
- <25> 상기 Mn은 경화능을 크게 하여 강도를 증가시키는 원소로 오스테나이트 안정화 원소이다. 안정한 오스테나이트 조직을 얻기 위하여 10% 이상의 망간이 함유되어야 하며, 25%를 초과하는 경우에는 제강공정에서의 부하가 심하게 증가하고, 용접성이 저하되며, 개재물이 형성될 수 있다. 따라서 상기 Mn의 함량은 10~25%로 제한하는 것이 바람직하다.
- <26> 알루미늄(Al)의 함량은 0.3~3.0%가 바람직하다.
- <27> 상기 알루미늄은 페라이트 안정화 원소로서 강도 향상에 기여하며, 탈산제로 첨가되는 경우가 일반적이다. 한편, 알루미늄은 적층결함에너지를 크게하여 쌍정이 변형중에 지속적으로 발생하게 한다. 그 함량이 0.3% 미만인 경우 적층결함에너지 증가효과가 적고 3.0%를 초과하는 경우에는 제강, 연주공정상에 노즐막힘 현상 또는 개재물의 혼입이 증가할 수 있다. 따라서 상기 Al의 함량은 0.3~3.0%로 제한하는 것이 바람직하다.

- <28> 황(S)의 함량은 0.05% 이하가 바람직하다.
- <29> 상기 S의 함량이 0.05%를 초과하면 열연판에 조대한 MnS가 생성되어 가공성과 인성을 저하시킬 수 있으므로 가능한 적게 첨가하는 것이 바람직하다.
- <30> 인(P)의 함량은 0.05% 이하가 바람직하다.
- <31> 상기 P의 함량이 0.05%를 초과하면 열연판에 조대한 MnS가 생성되어 가공성과 인성을 저하시킬 수 있으므로 가능한 적게 첨가하는 것이 바람직하다.
- <32>
- <33> 본 발명은 상기한 성분 이외에 나머지는 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성된다.
- <34> 본 발명의 강판은 우수한 버링성 확보를 위하여 결정립도 18 μ m 이상을 만족하는 것이다.
- <35> 오스테나이트 단상조직을 가지는 고망간강의 재질은 오스테나이트의 안정도와 적층결합에너지와 함께 결정입도에 의해 결정된다. 오스테나이트 안정도는 망간과 니켈, 탄소 함량이 커짐에 따라 증가하여 재질이 우수해지며, 적층결합에너지는 알루미늄의 양이 증가하면 커져 변형 전반에 걸쳐 쌍정이 발생가능하며 연신율이 증가한다.
- <36> 고망간형 초고강도강의 결정입도는 구멍확장성과 밀접한 관계를 가진다. 일반적으로 열간압연, 냉간압연 공정을 통해 제조된 판재의 결정입도는 통상 평균 8 μ m 정도이며, 열간압연온도나 소둔온도를 변경하면 다소 증가되나, 평균 10 μ m 이상의 결정입을 가지는 강을 제조하기가 어렵다.
- <37> 본 발명에서는 결정립도 18 μ m 이상을 확보하는 것으로서, 이를 위하여 다양한 방법들이 적용되어질 수 있으며 예컨대 열처리 등을 통하여 결정립도를 제어할 수 있다. 결정립제어는 활성화에너지를 고려한 고온 유지온도, 시간에 관련되므로, 열처리 후 냉각은 노냉, 공냉 등으로 가능하며 1 $^{\circ}$ C/sec 이상으로 하는 경우 조직제어가 가능할 수 있다.
- <38> 또한, 상기 결정입도는 열처리 조직으로서 오스테나이트 단상의 결정립 크기일 수 있다.
- <39> 이하, 본 발명을 실시예를 통하여 구체적으로 설명한다.
- <40> [실시예]
- <41> 하기 표 1과 같은 성분 조성을 갖는 잉곳을 1200 $^{\circ}$ C에서 1시간 가열하여 900 $^{\circ}$ C에서 마무리 열간 압연한 다음 680 $^{\circ}$ C로 수냉하였다. 수냉 후 하기 표 2와 같은 열처리 온도로 제조된 시편을 이용하여 강도와 연신율, 구멍확장성을 측정하였다. 그 결과를 하기 표 2 및 3에 나타내었다.
- <42> 열처리 온도에 대한 열처리 시간은 재결정에 필요한 활성화에너지와 아래의 식을 이용하여 구할 수 있으며, 통상 고망간강의 경우 276210cal/mole 임을 고려하여, 본 발명에서 실시한 1100 $^{\circ}$ C, 2분과 동일한 열처리 정도의 열처리 시간을 구하면 도 3과 같다. 또한, 열처리 후 냉각은 노냉 또는 공냉으로 실시하였다.
- <43> 결정립 성장속도는 아래 식에 따라 계산되면, d는 열처리 후 결정입도, d₀는 열처리 전 결정입도, n, K는 열처리시 결정립성장률에 대한 재료상수이고, Q는 활성화 에너지, R은 물리적 상수(가수상수)이고, T는 온도이다.
- <44> $d^n - d_0^n = K t \exp(-Q/RT)$

표 1

<45>	C	Mn	Al	S	P
	0.6 중량%	18 중량%	1.5 중량%	0.05중량% 이하	0.05중량% 이하

표 2

<46>	구분	열처리조건		항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	총연신율 (%)	총연신율과 균일연신율의차이(%)	균일연신율 (%)
		온도	시간					
	비교예1	800	2	434.78	824.56	61.24	3.70	57.54
	비교예2	900	2	411.01	819.92	64.87	6.69	58.17

발명예3	1000	2	376.47	790.16	69.06	7.32	61.74
발명예4	1100	2	343.43	753.72	73.36	7.50	65.86
발명예5	1200	2	323.00	728.87	74.39	7.56	66.84
발명예6	1100	1	351.66	771.71	73.1	6.52	66.62
발명예7	1100	3	344.43	755.59	74.4	11.39	62.97

표 3

<47>

구분	신장플랜지특성 (%)	YR (%)	TS×E1 (MPa×%)	AGS(d) (μm)	$d^{-1/2} / \sqrt{\mu m}$
비교예1	27.60	52.73	50496	10.0	0.316
비교예2	35.50	50.13	53186	11.0	0.302
발명예3	42.60	47.64	54568	<u>18.0</u>	0.236
발명예4	45.80	45.56	55289	<u>26.0</u>	0.196
발명예5	47.6	44.31	54221	<u>33.0</u>	0.174
발명예6	43.00	45.57	56443	<u>23.0</u>	0.209
발명예7	47.10	45.58	56186	<u>28.0</u>	0.189

<48>

상기 표 2 및 3에서 나타난 바와 같이, 본 발명의 열처리 조건을 만족하는 발명예(1~7)의 경우 오스테나이트 평균 결정입도(AGS)를 18μm 이상 확보함으로써 신장플랜지 특성이 42.6% 이상으로 우수한 버링성을 확보하였다. 구멍확장성은 총연신율과 균일연신율의 차이가 커지면 증가하므로 결정입도를 크게하여 이 값을 크게하는 것이 바람직하다. 또한, TS×E1 밸런스 50,000 MPa×% 이상, 연신율 50% 이상으로 우수한 기계적 특성을 나타내었다.

<49>

그러나, 본 발명의 열처리 조건을 만족하지 않는 비교예(1,2)의 경우에는 오스테나이트 평균 결정입도(AGS) 10~11μm를 나타내었고 이에 따라 신장플랜지특성도 열위하게 나타났다.

발명의 효과

<50>

상술한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 강도와 더불어 연신율이 우수하고, 구멍확장성이 우수하여 부품 성형이 용이한 고강도 강판을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1>

도 1은 본 발명에 따라 제조된 소재의 결정입도와 인장강도*연신율의 관계를 나타내는 그래프이다.

<2>

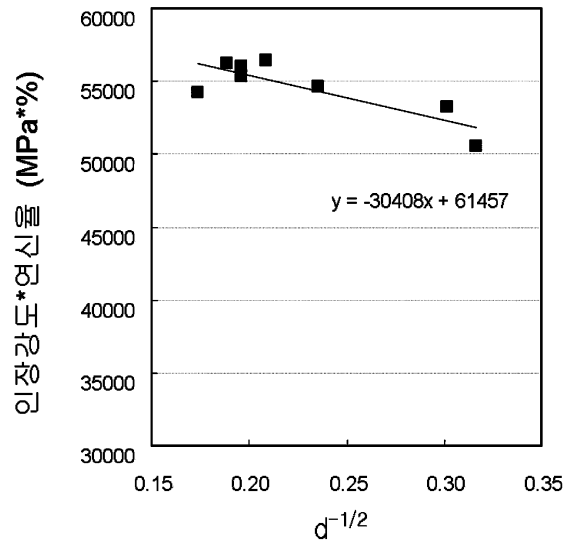
도 2는 본 발명에 따라 제조된 소재의 결정입도와 구멍확장성의 관계를 나타내는 그래프이다.

<3>

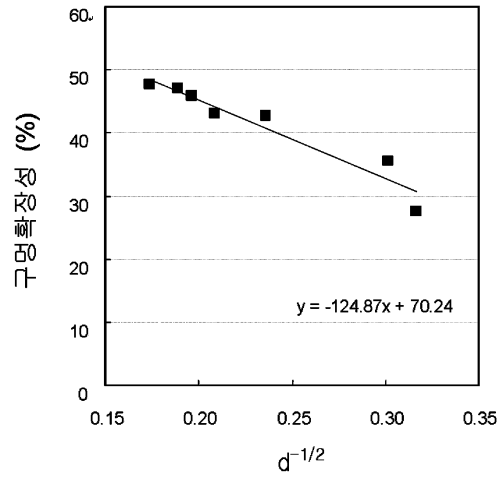
도 3은 1100℃ 2분 기준, 동일한 효과를 얻기 위한 각 온도별 열처리 시간을 나타내는 그래프이다.

도면

도면1



도면2



도면3

