(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
C22C 38/12

(45) 공고일자 2002년10월25일
(11) 등록번호 10-0339052
(24) 등록일자 2002년05월21일

(21) 출원번호 10-1998-0706704
(22) 출원일자 1998년08월27일
번역문제출일자 1998년08월27일
(86) 국제출원번호 PCT/US1996/06074
(86) 국제출원일자 1996년05월01일
(81) 지정국 국내특허 : 아일랜드 오스트레일리아 바베이도스 불가리아 브라질 캐나다 중국 체코 에스토니아 그루지야 헝가리 아이슬란드 일본 북한 대한민국 스리랑카 AP ARIPO특허 : 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 케냐
EA 유라시아특허 : 아르메니아 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄
EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 핀랜드 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 오스트리아 스위스 독일 덴마크 스페인 핀랜드 영국

(65) 공개번호 특1999-0087298
(43) 공개일자 1999년12월27일
(87) 국제공개번호 WO 1997/32051
(87) 국제공개일자 1997년09월04일

(30) 우선권주장 08/607,893 1996년02월27일 미국(US)

(73) 특허권자 베들레헴 스틸 코포레이션
미국, 펜실바니아 18016-7699, 베들레헴, 에이쓰 애비뉴 1170
(72) 발명자 테일러 케이쓰 에이.
미국, 펜실바니아 18037, 코플레이, 이집트 로드 4811
스피어 존 지.
미국, 펜실바니아 18015, 베들레헴, 플레즌트 드라이브 1623
(74) 대리인 강석용, 강명구

심사관 : 소현영

(54) 눌러붙임경화가능한바나듐함유강

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 눌러붙임 경화성(bake hardenability property)을 개선시키는 저탄소강 스트립 제품 및 제조방법, 특히 조절된 양의 바나듐을 함유한 강스트립 제품에 관계한다.

배경기술

<2> 신형 자동차 디자인에서 고강도 강철 쉬이트 및 스트립의 중량을 감소시키고 움푹 들어가지 않게 하는 것은 특히 자동차 제조자에게 필요하다. 이러한 필요성 때문에 높은 변형능과 눌러붙임 경화성을 보이는 강철에 대한 수요는 증가하고 있다. 당해 분야에 공지된 바와 같이 눌러붙임 경화성은 대략 350 °F에서 20 내지 30분간 자동차 도장 베이킹(baking)처리동안 강철에서 나타나는 강화를 말한다. 도장 베이킹 또는 기타 적당한 처리동안, 눌러붙임 경화성 강이 강화되어서 최종제품에 필요한 내자국성(dent resistance)을 제공한다.

<3> 연성과 강성은 강철에서 상반된 속성이다. 양호한 변형능(프레스 변형능 또는 프레스 성형성과 같은)을 얻기 위해서 필요한 모양으로 변형되도록 강철은 연성이 있어야 한다. 그러나, 이러한 연성과 함께 자동차에서 발견되는 것과 같은 노출 패널에 사용될 때 강철은 움푹 들어가는 것에 저항하도록 충분한 강도를 유지하여야 한다.

<4> 공지기술은 강철합금성분의 조절과 강제품 제조공정의 조절을 통해 이러한 문제를 극복하려는 다양한 방법을 제안하였다. 눌러붙임 경화성은 이러한 방법에 기여하는 매력적인 속성인데, 그 이유는 변형후 경화가 일어나기 때문이다.

<5> 미국특허 제 5,133,815(Hashimoto)는 디프 드로잉용으로 냉간 압연 또는 열간 디핑된 아연철판을 발표한다. 눌러붙임 경화성은 강철판에서 용질인 탄소의 적절한 농도를 얻기위한 침탄 단계와 합금강성분의 조절에 의해 향상된다.

<6> 미국특허 제 4,391,653 호(Takechi)는 냉간 압연된 스트립의 질소함량 조절을 통해서 개선된 눌러붙임 경화성을 가지는 고강도 냉간 압연 스트립을 발표한다.

<7> 미국특허 제 4,496,400 호(Ivie)는 자동차 외부 쉬이트용으로 적당한 냉간압연강 쉬이트에 관계한다. 이 특허는 적절한 양의 알루미늄의 존재하에서 강철에 C 와 N을 고정시키는 역할을 하는 효과적인

니오븀 배합량과 니오븀의 기여를 효과적으로 전개시키는 어닐링 조건을 발표한다. 이러한 강의 연속어닐링은 눌러붙임 경화 효과를 얻기 위해서 상세한 가열 및 냉각 조절을 필요로 한다.

<8> 미국특허 제 4,750,952 호(Sato)는 개선된 눌러붙임 경화성을 가지는 냉간압연강 쉬이트를 발표한다. 이 특허에서 황과 질소의 양은 제한되며 티타늄의 첨가는 황과 질소의 양을 고려하여 특정범위로 제한한다. 이 특허는 "시간/에너지 집약적"어닐링을 필요로 한다(즉, 재결정온도 이상에서 300초 이상).

<9> 자동차 표면 패널용으로 열간 디핑된 강철과 같은 코팅강이 내부식성 때문에 선호된다. 그러나, 열간 디핑된 코팅에 특히 적합한 합금은 틈새가 없게하는 (IF) 조성을 종종 가진다. 이러한 종류의 합금에서 합금성분은 용액으로부터 모든 탄소를 제거하므로 눌러붙임 경화성을 방해한다.

<10> 따라서, 허용 가능한 변형능과 눌러붙임 경화성을 둘다 가지는 열간 디핑된 코팅제품의 제조를 허용하는 개선된 방법 및 합금 화학을 제공할 필요성이 있다. 게다가, 티타늄 또는 니오븀과 같은 합금성분을 활용하는 강철 조성물을 써서 정밀 조절 필요성에 비추어서 정확하고 극도로 낮은 합금성분 제한과 에너지 집약적 가공조건을 필요로 하지 않고 눌러붙임 경화에 적당한 합금화학을 제공할 필요성이 있다.

<11> 본 발명은 공지기술의 화학보다 용이하게 조절되며 덜 에너지 집약적이며 가공조건을 덜 필요로 하는 합금화학을 가지는 자동차 쉬이트와 같은 쉬이트용으로 적당한 개선된 열간 압연 또는 냉간 압연 및 어닐링된 저탄소강 제품을 제공한다.

발명의 상세한 설명

<12> 탁월한 눌러붙임 경화성(변형에 앞서 적절한 내시효성과 조합으로)을 가지며 자동차 제조에 사용되는 저탄소강 스트립 및 쉬이트를 제공하는 것이 본 발명의 제 1 목적이다.

<13> 본 발명의 또다른 목적은 최종 제품 품질을 얻기 위해서 더 낮은 어닐링 온도를 허용하는 합금화학에 의해 덜 에너지 집약적이며 개선된 편평도를 가지는 열간 압연 또는 냉간 압연 및 어닐링된 스트립 또는 쉬이트 제품 제조방법을 제공하는 것이다.

<14> 본 발명은 열간 압연 또는 냉간 압연 및 어닐링된 제품과 이의 제조방법에 관계한다. 특히, 강은 자동차 쉬이트 또는 플레이트로 사용하기 위해 열간 디프 코팅 또는 전기도금과 같은 기술에 의해 연속 또는 배치 어닐링 및 코팅된다.

<15> 본 발명은 유효량의 탄소, 망간, 알루미늄, 질소와 불순물, 나머지는 철로된 탄소강을 주조하는 단계에 의해서 공지기술의 열간 압연 또는 냉간 압연 및 어닐링된 제품 제조방법 보다 개량된 것으로서, 그후 주철은 열간 압연 및 냉각되고 게이지로 냉간 압연되고 선택된 온도 범위에서 어닐링됨을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면 강은 0.0005 내지 0.1%의 탄소, 0 내지 0.04%의 질소, 0 내지 0.5%의 티타늄, 0 내지 0.5%의 알루미늄, 0 내지 2.5%의 망간, 0.005 내지 0.6%의 바나듐, 나머지 철 및 불순물로 구성된다.

<16> 바나듐 첨가는 냉간 압연 및 어닐링된 제품의 눌러붙임 경화성을 향상시킨다. 게다가, 넓은 허용 가능한 중량%의 바나듐은 공차내에서 강을 더 쉽게 주조할 수 있게 하며 바나듐 함량 변화에 비교적 둔감한 최종 기계적 성질을 갖는 제품을 제공한다.

<17> 본 발명의 합금화학은 강제품이 도장베이킹처리를 받을 경우 개선된 눌러붙임 경화성에 기여한다. 눌러붙임 경화성은 정해진 범위내에서 바나듐의 사용에 의해 조절될 수 있다.

<18> 본 발명의 또다른 측면에서 열간 압연 또는 냉간 압연되고 어닐링된 제품과 같은 압연강 제품은 0.0005 내지 0.1중량% 탄소, 0 내지 0.04중량% 질소, 0 내지 0.5중량% 티타늄, 0 내지 0.5중량% 알루미늄, 0 내지 2.5중량% 망간, 0.005 내지 0.6중량% 바나듐, 나머지는 철 및 불순물로 구성된다. 특히, 강철은 0.0005 내지 0.01중량% 탄소, 0 내지 0.008중량% 질소, 0 내지 0.05중량% 티타늄, 0 내지 0.10중량%의 알루미늄, 0 내지 1.0중량% 망간, 0.01 내지 0.15%중량 바나듐, 나머지는 철 및 불순물로 구성된다. 본 발명의 냉간 압연 및 어닐링된 제품은 열간디핑 또는 전기도금과 같은 방식으로 코팅될 수 있다. 본 발명의 강제품은 바나듐 첨가 때문에 향상된 눌러붙임 경화성을 보이고 용융 및 주조동안 더욱 용이하게 조절되는 합금화학 및 개선된 모양을 갖는 강제품을 제공한다.

<19> 본 발명의 합금화학은 공지기술의 합금보다 낮은 용액 어닐링 온도를 허용하며 제조와 관련된 에너지 비용이 더 낮다.

<20> 본 발명의 또다른 측면에서, 이러한 형태의 강의 내시효성은 바나듐/탄소 비율을 조절함으로써 10배이상 증가된다.

도면의 간단한 설명

<21> 도 1 은 본 발명의 용액 어닐링온도와 눌러붙임 경화성(KSI) 간의 관계를 보여주는 그래프이다.

실시예

<22> 저탄소강은 유효량의 바나듐을 사용하여 개질되어서 코팅된 상태로 자동차 쉬이트용으로 특히 적합한 눌러붙임 경화가능한 열간 압연 또는 냉간 압연되고 어닐링된 제품을 제조할 수 있음이 발견되었다.

<23> 본 발명의 합금화학은 더 낮은 용액어닐링온도에서 바람직한 눌러붙임 경화성을 달성시키며 제품 제조동안 제조자에게 선호된다. 즉, 합금강 화학에서 지정된 양으로 바나듐을 사용함으로써 공차내에 강을 더욱 용이하게 주조할 수 있어서 허용 가능한 제품을 제조한다. 바나듐의 중량비는 공지기술의 합금성분보다 높으며 주조동안 더욱 용이하게 조절된다. 게다가, 본 발명의 합금화학은 최종 기계적 성질에서 변화가 크지 않다. 그 이유는 바나듐 함량의 변화는 기계적 성질을 크게 변경시키지 않기 때문이다.

<24> 구체예에서, 본 발명은 저탄소강 타입의 쉬이트 또는 스트립과 같은 눌러붙임 경화가능한 열간 압연 또는 냉간 압연되고 어닐링된 강제품을 포함한다. 압연강 제품은 0.0005 내지 0.1중량%의 탄소, 0 내지 0.04중량%의 질소, 0 내지 0.5중량%의 티타늄, 0 내지 0.5중량%의 알루미늄, 0 내지 2.5중량%의 망간, 0.005 내지 0.6중량%의 바나듐, 나머지 철 및 불순물로 조성된다. 특히, 탄소는 최대 0.01%이며 질소는 최대 0.008%이며 티타늄은 최대 0.05%이고 바나듐은 최대 0.15%이다.

<25> 이러한 타입의 강에 망간의 첨가는 종래적인 것이며, 망간은 강화요소로 작용하며 황과 결합하여 강의 적열취성을 방지한다.

<26> 본 발명의 열간 압연 또는 냉간 압연되고 어닐링된 쉬이트는 킬드강이므로 탈산소 효과를 위해 알루미늄이 포함된다. 알루미늄은 0.08%로 제한된다.

<27> 질소는 0.04%(400ppm)의 상한을 가진다. 특히, 질소는 0.008% 미만으로 제한된다.

<28> 본 발명의 저탄소강은 눌러붙임 경화 효과를 얻기 위해서 유한량의 탄소를 필요로 한다. 일반적으로 탄소의 하한은 0.0005%(5ppm)이며 상한은 0.005%이다.

<29> 이러한 타입의 저탄소강에서 규소와 인이 잔류 불순물 수준으로 있을지라도 더 높은 수준의 강도를 얻기 위해서 강제품의 다른 지정된 최종용도는 더 높은 첨가량을 필요로 할 수 있다. 따라서, 최종용도에 따라서 규소와 인은 각각 최대 1.0% 및 0.25%의 양으로 별도로 또는 조합으로 첨가될 수 있다. 다른 원소가 강화에 기여할 수 있지만 Mn, P 및 Si가 이러한 목적으로 저탄소강에 대체로 사용된다.

<30> 질화티타늄과 같은 질소화합물의 형성을 통해서 용질 질소를 제거하기 위해서 티타늄이 강에 첨가된다. 이것은 용질 탄소의 함량을 조절함으로써 눌러붙임 경화성을 간단히 조절할 수 있게 한다. 붕소, 지르코늄 또는 알루미늄이나 바나듐과 같은 강력한 질화물 형성원소가 적당한 양으로 용질 질소와 결합하기 위해서 티타늄을 대신할 수 있다.

<31> 황은 저탄소 쉬이트 강에 첨가되지 않지만 사용된 제강 및 레이들 처리방법에 종속되는 잔류량으로 존재한다. 최종제품에서 황은 황화티타늄(TiS)과 같은 다양한 화합물 형태로 존재한다. 질화티타늄 형성을 고려하고 일부 티타늄은 황과 반응하여 TiS를 형성한다는 것을 고려하며 선호되는 티타늄 함량은 3.4N 내지(3.4N+1.5S)이다. 여기서 N 과 S 는 질소와 황의 중량% 농도이다.

<32> 바나듐은 열간 압연 또는 냉간 압연되고 어닐링된 강제품의 눌러붙임 경화성을 조절하기 위해서 첨가되기도 한다. 바나듐 함량은 0.03 내지 0.12%, 특히 0.05 내지 0.10%이다.

<33> 바나듐 첨가는 눌러붙임 경화성 및 내시효성을 조절할 수 있으며, 이러한 조절은 당해 분야에서 여태까지 인식되지 않았다. 본 발명에 따른 합금화학에서 눌러붙임 경화성 증가는 바나듐 첨가로 이루어진다.

<34> 본 발명의 냉간 압연 및 어닐링된 강철은 이후에 코팅강으로 가공되고 최종용도를 위해 다양한 모양으로 프레스 변형된다. 특히, 코팅된 제품은 특히 자동차 쉬이트 또는 플레이트로 사용되며, 이 경우 코팅된 제품은 차량의 노출된 패널에서 눌러붙임 경화성과 내자국성을 위해서 도장 및 베이킹(baking)된다. 코팅은 아연과 같이 이러한 분야에서 전형적으로 사용되는 코팅이다.

<35> 본 발명의 또다른 측면에서 본 발명의 강철 화학은 이러한 종류의 재료를 냉간 압연 및 어닐링하는 공지 기술을 개선시킨다. 공지 기술의 방법에서 강철은 잉곳형태로 주조되거나 슬라브로 연속주조되고 코일형태로 열간 압연 및 냉각된다. 열간압연제품이 사용되거나 코일이 산세척되고 필요한 게이지로 수차례 냉간 압연된다. 이후에 냉간 압연강은 배치형 또는 연속형으로 어닐링되어서 재결정화된 강제품을 생성한다.

<36> 이들 방법은 전기도금 또는 열간 디프 코팅과 같은 기술에 의해 냉간 압연 및 어닐링된 제품을 코팅하는 것을 포함할 수 있다. 본 발명은 위에서 기술된 본 발명의 합금강 화학이 공지 기술의 합금화학보다 특히 연속어닐링동안 활용된 어닐링 온도를 낮출 수 있다는 점에서 공지 기술의 방법에 비해 개량된 것이다. 예컨대, 미국특허 제 4,496,400(Irie)에서 니오븀함유 눌러붙임 경화가능한 강철 박판은 최소 900℃(1652°F)에서 어닐링된다.

<37> 이에 반하여, 본 발명의 합금화학을 사용하면 약 1450°F(788℃)의 어닐링 온도에서 눌러붙임 경화선이 달성될 수 있다. 이러한 더 낮은 어닐링 온도는 제품 모양 및 편평도의 더 양호한 조절뿐만 아니라 어닐링동안 에너지절감 및 더 낮은 제품단가를 가져온다.

<38> 본 발명의 합금화학에서 바나듐의 사용은 바나듐이 티타늄 또는 니오븀과 같은 합금성분보다 강철 매트릭스에서 더욱 가용성이므로 용액 어닐링 온도를 낮출 수 있게 한다. 결과적으로 더 낮은 용액 어닐링 온도가 눌러붙임 경화성을 위해 용질 형태로 필요한 탄소의 양을 달성하는데 사용될 수 있다.

<39> 유효 어닐링 온도는 1450 내지 1650°F이다. 특히, 용액 어닐링 처리는 적절한 재결정화, 눌러붙임 경화성, 개선된 제품 모양/편평도 및 더 낮은 에너지 비용 달성을 위해 1500 내지 1550°F 범위에 있다.

<40> 주조, 열간 압연 및 냉각, 냉간 압연과 같은 가공단계는 이러한 종류의 저탄소강의 야금분야에 공지되므로 이에 대한 상세한 설명은 불필요하다.

<41> 이러한 종류의 저탄소강에서 바나듐 사용과 관련된 예기치 못한 결과를 설명하기 위해서 다음 실험이 수행되었다. 별도의 언급이 없는 한 모든 수치는 중량%이다.

<42> 3개의 500파운드 실험용 히트가 실험실 조건하에서 잉곳형태로 주조되고 0.75인치의 두께로 열간 압연되었다. 히트의 조성은 0.003% 탄소, 0.2% 망간, 0.004% 내지 0.007% 질소, 0.02 내지 0.04% 알루미늄, 0.02% 티타늄, 선택된 양의 바나듐, 나머지 철 및 불순물이다.

<43> 열간 압연된 잉곳은 2300°F로 가열되고 0.75인치에서 0.12인치로 더욱 압연된다. 열간 압연후

물분무 테이블을 모방하기 위해서 전통적인 코일 냉각온도에 도달될 때까지 압연된 잉곳이 폴리머 용액에서 퀜칭(quenching)된다. 이 순간에 열간 압연된 샘플은 주변온도까지 로에서 냉각된다.

<44> 냉간 압연 샘플은 이후에 산세척 되고 75% 냉간 축소를 위해서 0.12"에서 0.03"인치로 여러차례 냉간 압연된다.

<45> 냉간 압연된 재료는 이후에 30초간 1450 내지 1650°F의 온도에서 어닐링되며 공기냉각 및 템퍼 압연(약 1%의 냉간축소)이 이루어진다. 템퍼 압연된 강은 2% 인장 예비응력변형과 30분간 350°F에서 처리로 구성된 표준 눌러붙임 경화 시뮬레이션을 받는다. 눌러붙임 경화성 증가는 시효후 항복응력과 시효전 2%유동응력간의 차이를 나타낸다. 이 재료는 또는 10% 예비응력변형과 60분간 212°F에서 처리가 관련된 응력변형 시효 지수(SAI)테스트를 받아서 가공된 강의 실온 내시효성을 알아낸다.

<46> 표 1 은 실험을 위해 실제 조성을 중량%로 나타낸다.

[표 1]

강*	C	Mn	Al	N	Ti	V
0.02Ti	0.0018	0.20	0.024	0.0044	0.018	-
0.02Ti-0.05V	0.0021	0.19	0.038	0.0062	0.021	0.049
0.02Ti-0.10V	0.0028	0.19	0.040	0.0065	0.021	0.094

<48> * 나머지는 철과 잔류 불순물이다.

<49> 도 1에서 4개의 상이한 합금화학에 대해 눌러붙임 경화성 증가와 어닐링 온도간의 비교가 주어진다. 0.02티타늄을 보이는 3개의 곡선은 표 1 에 표시된 3개의 화학에 해당한다. 0.05 티타늄을 보이는 곡선은 열간 디핑에 적당하지만 눌러붙임 경화성을 보이지 않는 과안정화 저탄소강을 나타낸다.

<50> 도 1에서 명백히 알 수 있듯이 바나듐 첨가는 저탄소강에서 눌러붙임 경화성 조절에 사용될 수 있다. 그래프는 티타늄 함유 저탄소강에 예컨대 0.05%의 바나듐을 첨가하면 바나듐 첨가 없는 유사한 조성물에 비해서 1500 내지 1600°F의 어닐링 온도에서 눌러붙임 경화성이 향상됨을 보여준다. 또한 바나듐 첨가가 0.10%까지 증가될 때 훨씬 향상된 눌러붙임 경화성이 달성됨을 그래프는 보여준다. 마지막으로, 더 낮은 어닐링 온도, 특히 1500 내지 1550°F에서 향상된 눌러붙임 경화성이 저탄소 바나듐강에서 일어남을 그래프는 보여준다. 눌러붙임 경화성은 더 낮은 어닐링 온도에서 바나듐 비함유강의 1~2.5KSI에 비해서 2내지 5KSI의 범위까지 증가된다. 게다가, 변형 시효 지수에 대한 테스트 결과는 이들 강이 변형에 앞서 주변온도에서 충분한 내시효성을 보임을 나타낸다.

<51> 본 발명의 또다른 측면에서, 바나듐 함유강 조성에서 마나듐 대 탄소의 비율 조절은 내시효성에 있어서 예기치 못한 개선을 시킴이 발견되었다. 특히, 이러한 타입의 강에서 10이상의 탄소에 대한 바나듐의 비율은 내시효성을 달성시킨다. 10이상의 바나듐/탄소 비율을 유리하도록 바나듐과 탄소가 선택된다면 0.005 내지 0.6%의 바나듐은 향상된 내시효성을 가져온다. 특히, 바나듐 하한값은 0.02%이다. 바나듐 상한값은 허용 불능한 수준까지 눌러붙임 경화성을 감소시킴으로써 결정된다.

<52> 표 2 에는 9 개의 조성물에 대한 항복점 신장(YPE)측면에서 내시효성을 보여주는 비교 데이터가 제공된다. 9개의 조성물에 대한 화학은 아래에 제공된다.

<53> 가속된 시급테스트(212°F/1시간)후 관찰되는 항복점 신장(YPE)량을 측정함으로써 실온 시효에 대한 저항성이 결정된다. 시효후 YPE에 대한 증거가 없으면, 즉 YPE가 0.2%미만이라면 강은 비시효성이라고 말할 수 있다. 우리의 테스트 결과는 10이상의 V/C 비율(중량%로 표현된)로 1450-1550°F, 특히 1500-1550°F의 어닐링 온도에서 강이 충분한 내시효성을 가짐을 보여준다.

<54> 10이상의 V/C비율을 가지는 조성물에서 최소한의 항복점 신장이 얻어진다. 항복점 신장 테이블에서 나타낸 조성물은 위에서 기술된 조성물 한계 및 가공조건에 따라 눌러붙임 경화가능하다.

<55> 격자간 용질의 양은 시효양태에 영향을 비치는 중요한 변수이다. 일반적으로 탄소 또는 질소와 쉽게 결합하는 원소는 용질 탄소의 양을 감소시키는 경향이 있으므로 시효-경화성 또는 항복점 신장의 크기를 감소시킨다. 본 발명에서 강에서 탄소와 반응하여 탄소 바나듐을 형성시키는 바나듐이 용질탄소의 양을 조절하는데 사용되어 실온 시효에 대한 저항성을 유지하면서 적당한 정도의 눌러붙임 경화성을 제공한다. 바나듐이 탄소와 결합하는 정도는 바나듐과 탄소의 농도비 V/C로 표현된다. V/C농도비가 탄화바나듐의 용해도(또는 안정성)에 중요한 변수이므로 V/C비율에 따라 용질 탄소 수준을 조절한다. 즉, 탄화물 안정성은 개별적이라기 보다 V 와 C 둘 다에 의해 결정된다.

<56> 본 발명의 또다른 측면에서, 조성물은 눌러붙임 경화성을 보이는지 여부를 결정하기 위해서 모의 배치 또는 박스 어닐링 처리를 받는다.

<57> 박스어닐링은 하나이상의 쌓여진 코일위로 커버를 두고, 보호대기를 도입하고 가열하여서 전체코일에 지정된 범위의 온도를 달성시켜 완전한 재결정화를 시키는 것이다. 대체로, 온도는 1200 내지 1400°F이다. 코일형태의 강철이 큰 덩어리이므로 시간당 50°F정도로 가열 및 냉각속도가 비교적 느리다. 실험실에서 박스 어닐링을 모의하기 위해서 강철 샘플이 스텐레스강 캔에 밀봉되고 4%수소/96%질소로된 가

스 혼합물이 통과되고 시간당 50°F의 속도로 1300°F까지 가열되고 1300°F에서 15시간 유지시킨 후 시간당 50°F의 속도로 실온까지 냉각한다.

<58> 표 3 과 표 4 는 배치 어닐링후 눌러붙임 경화성을 보여준다. 표에서 알 수 있듯이 강은 눌러붙임 경화성을 보인다.

[표 2]

지정번호	조성(중량%)(나머지는 Fe과 잔류 불순물)									YPE(%)데이타* 어닐링 온도(°F)		
	C	Mn	P	S	Ti (or B)	Al	V	N	V/C	1450°	1500°	1550°
1	0.0053	0.20	0.015	0.008	0.022	0.031	0.051	0.0035	9.6	0	0.1	1.51
2	0.009	0.20	0.016	0.008	0.022	0.033	0.050	0.0042	5.5	4.28	4.12	5.54
3	0.020	0.21	0.014	0.008	0.021	0.048	0.047	0.0068	2.4	1.77	1.32	1.42
4	0.0044	0.20	0.014	0.008	0.023	0.024	0.022	0.0039	5	0	0	1.16
5	0.0094	0.20	0.016	0.007	0.024	0.045	0.076	0.0056	8.1		3.9	3.8
6	0.0034	0.21	0.016	0.008	0.021	0.018	0.14	0.0034	41.2	0	0	0
7	0.0030	0.20	0.016	0.009	0.022	0.040	0.19	0.0045	63.3	0	0	0
8	0.0024	0.20	0.053	0.009	0.022	0.034	0.050	0.0057	20.8	0	0	0
9	0.0034	2.20	0.015	0.011	0.018Ti 0.0002B	0.014	0.050	0.0051	14.7	0	0	0

<60> * 모든값은 템퍼 압연되고 212°F/hr 시효된다.

<61> 박스 어닐링에서 느린 냉각속도로 인해 탄화물 침전이 잘되며 변형시효가 문제가 되지 않는다. 그러나, 눌러붙임 경화성은 다소 예기치 못한 것이며 바나듐이 보고된 결과를 가져오는 탄화물 용해도 및 침전양태를 제공한다.

<62> 본 발명은 합금강 화학의 개선된 눌러붙임 경화성과 내시효성, 개선된 쉬이트 또는 스트립 모양 및 편평도, 주조동안 바나듐 첨가의 용이한 조절성 및 바나듐 함량 변화와 최종 기계적 성질간의 감소된 민감성은 이러한 강을 열간압연 또는 냉간 압연되고 어닐링된 상태나 코팅된 제품으로서 쉬이트 또는 스트립 제품에 사용하기에 이상적이 되게한다.

[표 3]

모의 배치 어닐링후 눌러붙임 경화성

지정 번호	강의 형태	템퍼 압연된(1%)	
		BHI(ksi 2% 예비변형)	SAI(ksi)
*	Ti-V	3.5	0
**	Ti-0.10V	2.4	0
6	Ti-0.15V	0.9	0
1	0.005C-Ti-V	0.6	0
8	Ti-V-P	1.5	0
***	0.7Mn-Ti-V	1.3	0
9	Ti-V-B	2.6	

<64> * 표 1 의 0.02Ti-0.005V에 해당하는 조성물

<65> ** 표 1 의 0.02Ti-0.10V에 해당하는 조성물.

<66> *** 0.0023C, 0.71 Mn, 0.015 P, 0.009 S, 0.021 Ti, 0.028 Al, 0.053 V, 0.004 N, 나머지 Fe 및 분순물.

[표 4]

배치어닐링된 Ti+V 제품(모든 테스트는 폭중심에서 행해짐)

지정번호	*후 눌러붙임 경화성, ksi	
	0% 예비변형	2% 예비변형
10	2.1	4.1
11	1.85	3.7

<68> 10 조성물 - H 0.0067 C, 0.14 Mn, 0.062 P, 0.026 Al, 0.0043 N, 0.020 Ti, 0.047 V, T 0.0054 C, 0.14 Mn, 0.062 P, 0.027 Al, 0.0038 N, 0.021 Ti, 0.047 V.

<69> 11 조성물 - H 0.0058 C, 0.12 Mn, 0.064 P, 0.028 Al, 0.0057 N, 0.025 Ti, 0.053 V, T 0.0055 C, 0.13 Mn, 0.066 P, 0.033 Al, 0.0044 N, 0.026 Ti, 0.051 V.

<70> * 눌러붙임 경화 KSI 값은 H 와 T 샘플의 평균이며 H 와 T 는 코일의 헤드와 테일을 나타낸다.

<71> 본 발명의 압연제품과 제조방법과 전통적인 무틈새형 강에 비한 개선으로 인하여 아연도금 등의 열간 디핑 코팅 공정에 본 강이 특히 적합하다.

<72> 본 발명의 합금강 조성물을 사용하는 냉간 압연 및 어닐링된 강제품은 특히 연소 어닐링 열간 디핑 코팅 라인에서 전통적인 방식으로 열간 디핑 코팅될 수 있다. 열간 디핑 코팅된다면 코팅된 강 제품은 종래의 방식으로 자동차 패널이 될 수 있다. 이러한 패널은 쉽게 형성되며 도장 및 베이킹되며, 도장된 패널은 양호한 내자국성을 보인다.

<73> 본 발명은 이와 같이 개선된 저탄소강 제품과 개선된 눌러붙임 경화성과 제조동안 더 낮은 에너지 소모를 위해 합금 성분으로서 바나듐을 사용하는 제조방법을 제공한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

탄소, 망간, 알루미늄, 질소, 나머지 철과 불순물을 함유한 저탄소강을 주조하고 열간 압연하는 단계로 구성된 압연강 제품 제조방법에 있어서,

a) 저탄소강이 0.0005 내지 0.06중량%의 탄소;

2.5중량% 이하의 망간;

0.5중량% 이하의 알루미늄;

질화물 형성원소로서 0.05중량%이하의 티타늄;

0.015중량%이하의 질소;

0.03 내지 0.6중량%의 바나듐, 나머지는 철과 불순물로 구성되게 하며;

b) 상기 강의 바나듐/탄소비율을 10이상으로 유지하고;

c) 열간 압연된 강을 냉간 압연하고 선택된 온도에서 코일형태로 배치어닐링 시키고 코일을 상온으로 서냉시키는 단계를 포함함을 특징으로 하는 압연강 제품 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 선택된 온도가 1200 내지 1400°F임을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 강에 0.05 내지 0.15중량%의 바나듐이 첨가됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 바나듐을 첨가시켜 눌러붙임 경화성을 3KSI이상 증가시킴을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 저탄소강이 0.0018 내지 0.0028중량% 탄소, 0.18-0.22중량% 망간, 0.24-0.040% 알루미늄, 0.0044 내지 0.0065 질소, 질화물 형성원소로서 0.018-0.022% 티타늄, 0.049-0.094% 바나듐, 나머지는 철과 불순물로 구성되게 함을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 강이 코팅됨을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 강이 용융-도금에 의해 코팅됨을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 강이 전기도금에 의해 코팅됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 강이 쉬이트 제품으로 형성되고 도장 베이킹 처리가 됨을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 저탄소강에 0.001 내지 0.01중량%의 탄소, 0.001 내지 0.005중량%의 질소, 0.03 내지 0.12중량%의 바나듐, 0.02 내지 0.08중량%의 알루미늄, 질화물 형성원소로서 질소함량의 3.4배 이상의 티타늄을 첨가함을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

바나듐 함유 저탄소강 제품 제조방법에 있어서,

a) 바나듐 함유 저탄소강 쉬이트가 눌러붙임 경화성을 보이도록 저탄소강이 0.0005 내지 0.06중량% 탄소, 2.5중량%이하의 망간, 0.5중량%이하의 알루미늄, 0.015중량%이하의 질소, 질화물 형성원소로서 0.05중량%이하의 티타늄, 0.03 내지 0.6중량%의 바나듐, 나머지는 철과 불순물로 구성되게 하며;

b) 내시효성을 향상시키기 위해서 상기 강에서 바나듐/탄소 비율을 10이상으로 유지시키는 단계를 포함하는 바나듐 함유 저탄소강 제품 제조방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 바나듐이 0.05 내지 0.20중량%의 함량이 되도록 강에 첨가됨을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 13

0.0005 내지 0.06중량%의 탄소;

2.5중량% 이하의 망간;

0.5중량% 이하의 알루미늄;

질화물 형성원소로서 0.05중량% 이하의 티타늄;

0.015중량% 이하의 질소;

0.03 내지 0.6중량%의 바나듐을 함유하며 나머지는 철과 불순물로 구성되며 탄소에 대한 바나듐의 비율이 10이상인 압연강 제품으로서 향상된 내시효성을 보임을 특징으로 하는 압연강 제품.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 탄소에 대한 바나듐의 비율이 10 내지 64임을 특징으로 하는 제품.

청구항 15

제 13 항에 있어서, 상기 바나듐이 0.05 내지 0.20중량%의 함량을 가짐을 특징으로 하는 제품.

청구항 16

제 13 항에 있어서, 상기 탄소함량이 0.0034중량%이하이고 바나듐 함량이 0.05 내지 0.6중량%임을 특징으로 하는 압연강 제품.

청구항 17

제 11 항에 있어서, 상기 탄소함량이 0.0034중량%이하이고 바나듐 함량이 0.05 내지 0.6중량%임을 특징으로 하는 압연강 제품.

청구항 18

(a) 바나듐 함유 저탄소강 제품이 눌러붙임 경화성을 보이도록 탄소 및 바나듐과 티타늄, 붕소 및 지르코늄에서 선택된 질화물 형성원소를 바나듐 함유 저탄소강 제품에 첨가하고, 상기 강이 0.0005 내지 0.06중량%탄소, 2.5중량% 이하의 망간, 0.5중량%이하의 알루미늄, 0.04중량%이하의 질소, 0.03 내지 0.6중량% 바나듐, 나머지 철 및 불순물로 구성되고;

(b) 내시효성 향상을 위해서 바나듐/탄소 비율을 10이상으로 유지시키고;

(c) 유리 질소가 강에서 제거되도록 반응을 시키기 위해서 상기 질화물 형성 원소를 0.5중량%이하의 양으로 첨가시킴으로써 상기 반응의 완료시 유한량의 탄소가 용액에 남아있게 하는 단계를 포함하며, 질화물 형성원소로서 티타늄이 선택된 경우 티타늄의 양은 관계식 $3.4N < Ti < 6(N+C)$을 만족시키게 함을 특징으로 하는 바나듐 함유 저탄소강 제품 제조방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 상기 질화물 형성원소가 붕소 또는 지르코늄에서 선택됨을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 20

제 18 항에 있어서, 상기 질화물 형성원소가 티타늄임을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 21

0.0005 내지 0.06중량% 탄소;

2.5중량% 이하의 망간;

0.5중량% 이하의 알루미늄;

0.04중량% 이하의 질소;

0.03 내지 0.6중량% 바나듐;

나머지 철과 불순물로 구성되며,

내시효성 향상을 위해서 바나듐/탄소 비율이 10이상이며;

유리 질소가 강에서 제거되도록 반응을 시키기 위해서 0.5중량%이하의 양으로 티타늄, 붕소 또는 지르코늄에서 선택된 질화물 형성원소를 포함함으로써 유한량의 탄소가 상기 반응의 종료시 용액에 남아 있는 압연강 제품으로서 질화물 형성 원소로서 티타늄이 선택되고 티타늄의 양이 관계식 $3.4N < Ti < 6(N+C)$을 만족시킴을 특징으로 하는 압연강 제품.

청구항 22

제 21 항에 있어서, 질화물 형성원소가 붕소 또는 지르코늄임을 특징으로 하는 압연강 제품.

청구항 23

제 21 항에 있어서, 질화물 형성원소가 티타늄임을 특징으로 하는 압연강 제품.

청구항 24

탄소, 망간, 알루미늄, 질소, 나머지 철과 불순물을 함유한 저탄소강을 주조하고 상기 강을 열간 압연시키는 단계를 포함하는 압연강 제품 제조방법에 있어서,

a) 저탄소강이 0.0005 내지 0.06중량% 탄소;

0.04중량% 이하의 질소;

0.5중량% 이하의 질화물 형성원소;

0.5중량% 이하의 알루미늄;

2.5중량% 이하의 망간;

0.03 내지 0.6중량% 바나듐;

나머지는 철과 불순물로 구성되게 하며;

상기 바나듐은 상기 강이 도장 베이킹 단계를 받을 때 강의 눌러붙임 경화성을 향상시키는 역할을 하며;

b) 열간 압연강을 냉간 압연시키고;

c) 코일형태로 냉간 압연강을 1200 내지 1400°F로 서서히 가열함으로서 냉간 압연강을 배치 어닐링시키고 상기 코일을 상온으로 서냉시키는 단계를 포함하는 압연강 제품 제조방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서, 상기 질화물 형성원소가 티타늄, 붕소 또는 지르코늄에서 선택됨을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서, 상기 질화물 형성원소로서 티타늄을 3.4N〈Ti〈6(N+C)를 만족시키는 양으로 첨가함을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 27

제 24 항에 있어서, 상기 바나듐이 0.05 내지 0.15중량%의 양으로 첨가됨을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 28

제 24 항에 있어서, 바나듐을 첨가시켜 눌러붙임 경화성을 3KSI 이상 증가시킴을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 29

제 24 항에 있어서, 저탄소강이 0.0018 내지 0.0028중량% 탄소, 0.18 내지 0.22중량% 망간, 0.024 내지 0.040중량% 알루미늄, 0.0044 내지 0.0065중량% 질소, 질화물 형성원소로서 0.018 내지 0.022중량% 티타늄, 0.049 내지 0.094중량% 바나듐, 나머지는 철과 불순물로 구성되게 함을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 30

제 24 항에 있어서, 상기 강이 코팅됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 31

제 30 항에 있어서, 상기 강이 용융 도금에 의해 코팅됨을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 32

제 30 항에 있어서, 상기 강이 전기도금에 의해 코팅됨을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 33

제 24 항에 있어서, 상기 강이 쉬이트 제품으로 형성되고 도장 베이킹 처리가 됨을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 34

제 24 항에 있어서, 탄소가 0.0005 내지 0.0028중량%, 바나듐이 0.03 내지 0.094중량%의 양으로 강에 첨가됨을 특징으로 하는 제조방법.

요약

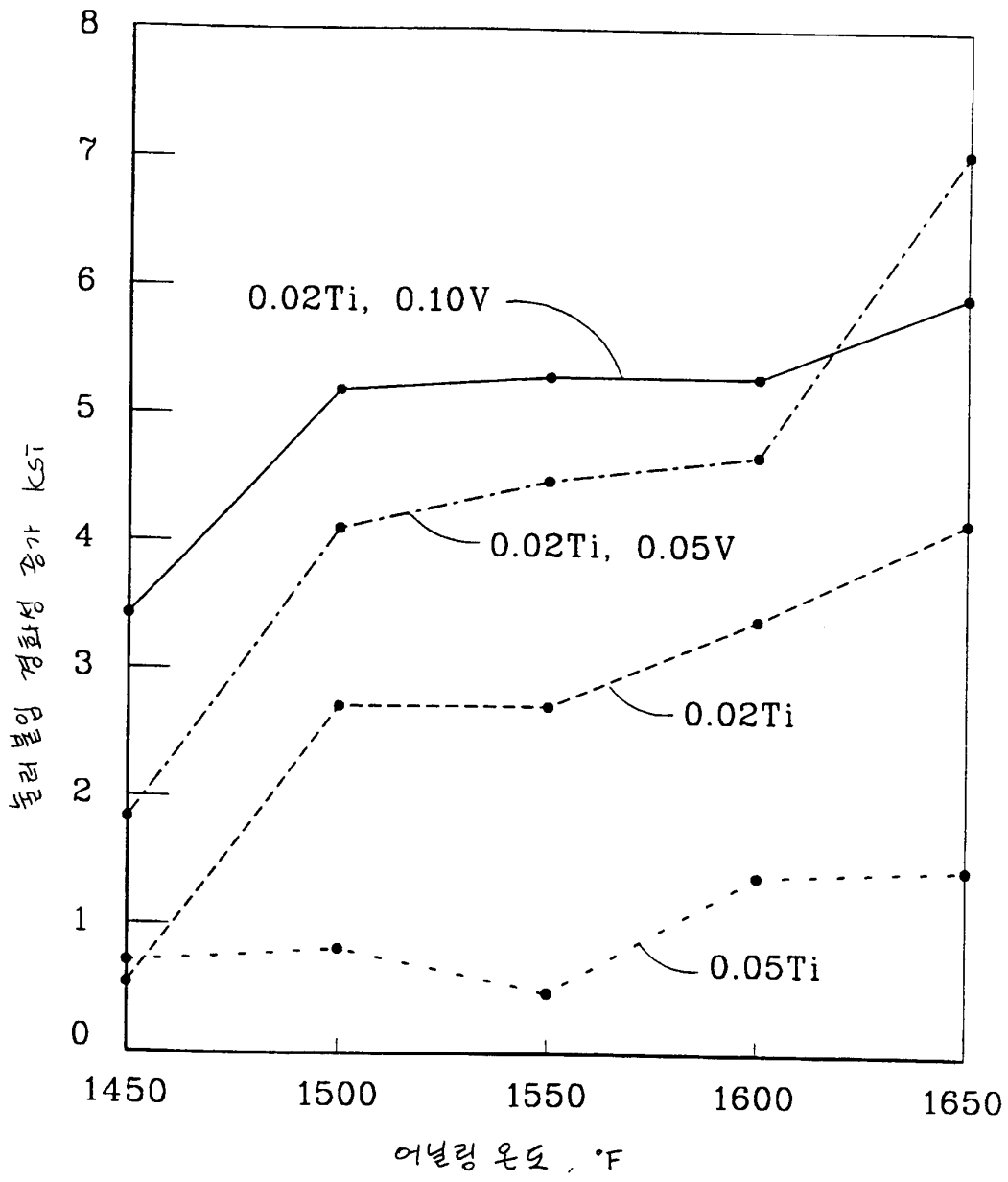
열간 압연 또는 냉간압연되고 어닐링된 쉬이트 또는 스트립과 같은 압연제품은 저탄소강에서 유효량의 바나듐을 포함하여서 자동차에 사용될 수 있는 개선된 눌러붙임 경화가능한 제품을 제조한다. 합금강 조성물에서 바나듐의 사용은 눌러붙임 경화성을 조절하고 제조단계에서 더 낮은 온도에서 용액 어닐링을 허용하며 필요한 한계내에서 더 용이하게 주조되며 최종 기계적 성질에서 덜 변화를 일으키는 조성범위를 지정한다. 10 이상의 값으로 탄소에 대한 바나듐의 비율을 유지시킴으로써 내시효성도 향상된다.

대표도

도1

도면

도면1


8
7
6
5
4
3
2
1
0
0.02Ti, 0.10V
0.02Ti, 0.05V
0.02Ti
0.05Ti
1450
1500
1550
1600
1650
어닐링 온도, °F
눌러붙임 경화성 증가 KSI