(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[5]
C21D 9/52

(45) 공고일자 1990년09월17일
(11) 공고번호 90-006692

(21) 출원번호	특1985-0003474	(65) 공개번호	특1986-0003357
(22) 출원일자	1985년05월21일	(43) 공개일자	1986년05월23일
(30) 우선권주장	59-219449 1984년10월19일 일본(JP)		
(71) 출원인 가와사끼 세이데쓰 가부시끼가이샤 야기구니히로
일본국, 효고껜, 고오베시, 쥬오꾸, 기다혼다찌도오리 1쬬오메 1-28

(72) 발명자 모리다 마사히꼬
일본국, 찌바, 찌바시, 가와사끼쬬오, 1. 가와사끼세이데쓰 가부시끼가이샤 기술연구소내
하시모도 오사무
일본국, 찌바, 찌바시, 가와사끼쬬오, 1. 가와사끼세이데쓰 가부시끼가이샤 기술연구소내
(74) 대리인 김명신

심사관 : 홍성철 (책자공보 제2023호)

(54) 열간압연 강판의 냉각 제어방법과 그 장치

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

열간압연 강판의 냉각 제어방법과 그 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명에 따른 열간압연 강판의 냉각 제어방법의 요지를 나타내는 플로우챠트이다.

제2도는 변태시작에서부터 완료까지의 평균 변태율과 냉각후의 열간압연 강판의 인장강도 사이의 관계를나타낸 그라프이다.

제3도는 종래의 냉각조건의 제어인자인 코일링 온도의 냉각후의 열간압연 강판의 인장강도 사이의 관계를 나타낸 그라프이다.

제4도는 본 발명에 따른 열간압연 강판의 냉각 제어방법의 한예에 적용되는 냉각라인의 윤곽을 나타내는블럭도이다.

제5도는 본 발명의 방법의 실시예에 사용되는 γ/α 변태부분을 검출하는 종래장치의 전형적인 예를 나타내는 블럭도이다.

제6도는 여러 냉각조건과 여러 냉각조건하에서 냉각될때 얻어진 여러 인장강도를 나타내는 챠트이다.

제7도는 제6도의 냉각조건하에서 생산된 열간압연 강철 스트럽에 관한 것으로서, 종래의 방법과 본 발명에 따른 방법 사이에서의 인장강도의 변화값을 나타내는 챠트이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 마무리 압연기, 12 : 열간압연 강판

14 : 물붓는 장치 16 : 물공급장치

18 : 밸브 제어기 20 : 물흐름율 조절밸브

22,57 : 연산장치 24 : 속도계

26 : 코일러(coiler) 52 : 교류여자 코일

53 : 여자코일 $54_1$54 : 자속

55_1,55_2 : 검출코일 $56_1$56 : 검출코일

A1-A8 : 변태부분 검출기 B1, B2, B3 : 온도계

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 열간압연 강판을 열간압연 시킨후 냉각 제어하는 방법과 그 장치에 관한 것이다.

강철의 제조가격을 감소시키기 위한 여러형의 열간압연 강판 생산방법이 개발되어 있고, 상기 방법중에는 합금성분이 작은 강철물질의 사용에 의해 열간압연된 상태에서와 같이 강도가 좋은 강철을 생산하는 조치로써 열간압연후 냉각 제어하여 변태구조를 강화시키는 기술, 강철을 강하고 질기게 하기 위한 조치로써 제어된 압연으로 결정 미립자를 제련시키는 기술, 변태 구조를 강화시키는 기술과 결정 미립자를 제련시키는 기술이 병합된 기술 등이 있다.

그리고 냉각을 제어하는 방법과 냉각조건에 관한 여러가지의 기술도 제안되어져 있지만 종래 기술중 대부분의 경우 냉각될 물질인 열간압연 강판의 표면 온도가 냉각 조건의 제어지표로 사용되는 것이 보통이다.

이러한 종래의 방법이 사용될 경우 야기되는 문제점은 하기와 같다.

(1) 실질적인 장치에서, 방사고온계를 사용하여 강판의 온도를 측정하지만, 방사 고온계를 사용할 경우정확성의 결여, 측정환경에 쉽게 영향을 받는 것, 강판에 잔존하는 냉각수나 물의 증기에 의해 측정 에러가쉽게 발생한다는 것 등의 결함이 있다. 그러므로 온도 측정이 냉각지역에서 행해질 수 없기 때문에 온도 측정위치가 제한되는 결함이 있고, 단순히 표면온도가 검출되기 때문에 얻어진 정보가 정확하지 않다는 결함등이 있다. 상기한 방법을 채택할 경우에 냉각조건을 제어하는데 있어서 정확성의 한계가 있다.

(2) 공지된 것과 같이 강철이 감마상(gamma(γ)phase)에서 알파(alpha(α))상으로 변태될때 변태 잠재열에 기인하는 열이 발생한다. 이러한 것에서 비열이 강판의 변태과정에 따라 상당히 변화되고, 그리고 또강판이 동일한 냉각조건하에서 냉각될 경우에도 과잉냉각, 미달냉각 등과 같은 현상이 변태 특성의 미세한차이에 마라 쉽게 발생된다. 변태 특성이 냉각조건의 차이에 의해 그리고 또 상류 공정에서의 열응력변형 회수(thermal strain history)에 의해 변화된다는 것은 공지되어 있다. 일반적으로 상기의 변화는 항상 발생한다.

결과적으로 종래기술과 같은 제어지표로 온도를 사용하는 냉각조건하에서 냉각제어하는 방법을 사용하여상기의 문제점을 해결할 수 없다.

상기의 문제점을 제거하기 위한 가장 효율적인 수단은 강판의 변태거동을 직접 온라인으로 검출하여 그정보에 근거한 제어방법을 채택하는 것이다.

상기 방법에 관한 제안은 일본 특개소 제50-104754호와 일본 특공소 제56-24017호 등이다.

그러나 상기 제안의 각각은 변태특성의 변화가 냉각지역에 있는 한 위치(변태가 발생하는 위치)에서 발생할때 상기 변태가 항상 선정된 위치에서 일어날 수 있도록 냉각조건을 제어하는데 목표를 둔 방법이다.

그러므로 상기의 방법은 종래와 같이 온도를 제어지표로 사용하는 방법에 적용될때만 약간 개선 되어진다.

이러한 것은 변태거동을 검출하는 장치에서의 결함 때문이다.

예로서 일본 특개소 제50-104754호에 기술된 검출장치로 γ→α 변태발생의 유무만을 검출할 수 있다.

일본 특공소 제56-24017호에서는 변태동안 열반환 현상을 온도계로 검출하는 간접적인 장치가 채택되고있으므로 강철의 변태거동이 만족스럽게 파악할 수 없고, 냉각조건의 정확한 제어가 개선될 수 없으며 물질의 균등성에 문제점이 있게 된다.

본 출원인은 γ/α 변태율을 제어요소로 사용하여 평탄성이 우수하고 강도가 좋은 강철을 생산하는 방법을제안했다.

상기 제안된 방법에서의 특징은 0.005-0.5중량%의 C, 0.05-2.0중량%의 Si와 0.3-3.0중량%의 Mn을함유하고 있는 강철을 열간압연시킨 후 냉각시키는데 있어서, 냉각개시부터 냉각완료까지 γ/α 변태율이 평균 1-20%/s내의 범위로 되도록한 가속냉각이 냉각의 완료 즉 γ→α 변태된 강철의 부분이 60-100%에 도달할때까지 적용되고, 냉각완료 이후에 공기냉각이 적용된다는 것이다

그러나 이러한 방법에 있어서, 냉각시키는 동안 변태율을 본 발명에서 행할 수 있는 것과 같이 정확하게 제어할 수 없다.

본 발명은 상기한 결함을 제거한 것으로서 본 발명의 목적은 증래의 기술로는 성취시키기 어려웠던 물질의 정확한 제어기능을 보유하고 있고, 특히 물질의 균등성을 얻을 수 있으며, 냉각처리로 재질이 다양한 강판을 만를 수 있도록 하는 열간압연 강판의 냉각을 제어하는 방법과 그 장치를 제공하는 것이다.

열간압연 강판을 열간압연 시킨후 냉각 제어하는 방법인 본 발명의 요지가 제1도에 도시되어 있다.

제1도의 방법에는 궁극적으로 열간압연 강판으로부터 기대되는 기계적 특성을 얻기 위해 요구되는 변태율의 목표값을 설정하는 단계, 변태부분 검출기로 냉각제어 구간내의 열간압연 강판의 γ/α 변

태율을 검출하는 단계, 냉각개시부터 경과된 시간을 측정하는 단계, 냉각단계에서 강판의 γ→α 변태된 부분의 변태율과 경과된 시간을 계산하는 단계, 그리고 냉각단단계중 변태율이 목표값과 일치하도록 냉각조건을 제어하는단계가 포함되어 있다.

본 발명의 한 방법에서 γ/α 변태율을 Y(%), 냉각 개시부터 경과된 시간을 t(sec), 강판의 화학성분에의해 정해지는 정수를 K 및 a, 변태율에 의존하는 값을 n이라고 할때, 상기의 n의 값은 하기식에 의해 얻어지고 뒤이어 변태완료 시간으로 간주되는시간(t)은 상기의 얻어진 값(n)을 사용하여 상기식(1)과 변태의 실제적인 완료로 간주되는 γ→α로 변태된 부분으로부터 계산되며 변태율은 계산된 경과시간(t)을 사용함에 의해 계산되어진다.

본 발명의 다른 방법에서 변태율은 "변태 개시부터 완료까지 요구되는 시간" 또는 "20%의 변태에서부터80%의 변태까지 요구되는 시간" 등과 같은 그러한 γ→α 변태의 과정동안 요구되는 시간으로 교체 되어진다.

이러한 것에 의해 계산이 용이하게 되고 변태율이 제어 요소일때와 같은 효과가 얻어지게 된다.

본 발명의 또 다른 방법은 강판이 열간압연 되는 과정중에 만족스런 제어가 행해질 수 있도록 열간압연강판을 취급하는 동안 냉각조건이 제어를 수행하는 것이다.

본 발명의 또 다른 방법은 만족스런 제어가 연속적으로 열간압연되는 강판의 상단끝으로부터 수행될 수있도록 냉각조건의 제어가 연속적으로 열간압연되는 강판의 냉각조건의 설정에 영향을 미치게 하는 것이다.

본 발명의 또 다른 방법은 냉각조건의 제어가 쉽고 신뢰할 수 있을 정도로 수행되게 하기 위해 냉각이 제어되는 부분에서의 냉각수의 흐름율이나 냉각시간이 변태율의 측정된값과 목표값 사이의 편차에 비례하여변화하도록 하는 것이다.

상술한 것과 같은 것들을 수행하기 위한 본 발명의 시스템은 열간압연 강판으로부터 궁극적으로 예상할수 있는 기계적 특성을 얻기 위해 요구되는 변태율의 목표값을 설정하는 장치, 냉각이 제어되는 부분에서의열간압연 강판의 γ/α 변태율을 검출하는 변태부분 검출기, 냉각개시부터 경과된 시간을 측정하는 장치,γ/α 변태율과 경과된 시간으로부터 냉각단계에서의 강판의 변태율을 계산하는 장치, 그리고 냉각단계에서의 변태율이 목표값과 일치하도륵 냉각조건을 제어하는 장치 등을 포함하고 있다.

본 발명의 한 형태는 변태부분 검출기가 열간압연 강판의 어느 한쪽에 설치되어 있고 교류자속을 발생시키는 여자코일, 여자코일과 같은쪽에 설치되어 있고 여자코일과 다른 위치에 배치되어 있으며 여자코일에의해 상호 유도되는 두개 이상의 검출코일, 그리고 각각의 검출코일내의 쇄교되는 자속양의 차이에 기인하는 검출신호의 차이로부터 열간압연 강판의 변태부분을 계산하는 연상장치 등을 포함한다.

이러한 것에 의해 본 발명에 따른 제어를 위해 요구되는 변태부분은 신뢰할 수 있을 정도로 검출된다.

본 발명의 냉각동안 강판의 γ/α 변태율과 냉각후의 열간압연 강판의 기계적 특성 사이의 밀접한 관계에근거를 둔 것으로서, 일본 특허출원 제58-064147호에 기술된 본 출원인에 의해 제안된 것과 같은 γ/α 변태율 검출기가 사용되고 있다.

상기 일본 특허출헌 제58-064147호에 대응하는 것을 미합중국 특허출원 제658,606호, 카나다 특허출원제465,120호, 유럽 특허출원 제84112092.6호 및 한국 특허출원 제84-6253호 등이 있다.

[표1]

강철	C	Si	Mn	P	S	Al	Ceq
A	0.01	0.15	0.62	0.013	0.011	0.025	0.178
B	0.12	0.01	0.87	0.015	0.007	0.031	0.265
C	0.16	0.06	1.12	0.014	0.008	0.013	0.353
D	0.20	0.21	1.33	0.015	0.007	0.033	0.443

표 1은 강철(A-D)의 성분을 나타내고, "Ceq"의 값은 하기식으로부터 얻어지는 수치이다.

$$Ceq = C + Mn/6 + Si/10$$

표 1의 강철(A-D)은 850℃의 마무리 온도에서 마무리 압연기에 의해 마무리 압연되었고, 그후 냉각조건하에서 냉각되었다.

상기에서 변태율은 강철(A)의 경우에는 6~70%/sec로 변화했고, 강철(B)의 경우에는 3.5~25%/sec로 변화했으며, 강철(C) 의 경우에는 2.8~100%/sec로 변화했고, 강철(D) 의 경우에는 2.4~8%/sec로 변화했다.

그리고 생산된 압연강판(12)의 두께는 3.2㎜였다.

제2도에는 냉각동안 변태부분 검출기(A1-A8)에 의해 측정된 변태개시부터 완료시까지의 평균 변태율과 냉각후의 열간압연 강판(12)의 인장강도 사이의 관계에 대한 결과가 도시되어 있다.

제3도에는 종래의 냉각조건의 제어인자인 코일링(coiling)온도와 냉각후의 인장강도 사이의 관계에 대한결과가 나타나 있다.

제2도와 제3도를 비교해볼때 인장강도에 대한 상관도는 종래의 코일링 온도를 제어인자로 사용하는

경우 보다 본 발명에 따라 변태율을 제어 인자로 사용하는 경우에 더 크게 된다는 것을 알 수 있다.

상기의 결과에 근거하여 본 발명의 출원인은 강철의 기계적 특성과 직접 상관관계를 가진 변태거동의 변태율을 제어인자로 한 냉각 제어방법이 냉각율, 코일링온도 등과 같은 온도측정에 의존하는 냉각제어 방법보다 더 잘 정확하게 재질을 제어할 수 있다는 것을 알았다.

그리고 또 본 발명은 일본 특허출된 제58-64147호에 제안되어 있는 "강철의 변태양과 평탄성의 온라인검출장치"를 사용하여 냉각중의 변태율을 측정하는 장치를 형성시키므로서 본 발명을 완성시키는 것이다.

따라서 온라인에서 정량적으로 측정한 냉각지역에서의 변태정보를 사용하여 열간압연 시킨후 냉각조전을제어하므로서 냉각조건의 제어 정확성을 향상시킬 수가 있었다.

이결과 종래의 방법에서 성취하기 어려웠던 정확한 재질의 제어를 할 수가 있었다.

특히 재질의 균일성을 착보할 수 있는 동시에 냉각으로 인한 재질의 제작 분류를 정확하게 행할 수 있었다.

본 발명을 코일링 온도의 제어를 통해 냉각제어하는 종래의 방법과 비교해 올때 본 발명에 따르면 재질을 아주 정확하게 제어할 수 있고, 또 후술하는 것과 같은 잇점을 얻을 수 있다.

(1) 군일성에 손상을 가하지 않고 화학적. 성분이 같은 강철을 사용하여 좋은 강도를 얻을 수 있다.

(2) 종래의 방법으로 균일하게 만들기 어려웠던 C당량이 높은 강철로 균일성이 우수한 열간압연 강철 스트립을 생산할 수 있다.

(3) 강도가 다양한 여러형의 열간압연 강판을 매우 정확하게 생산할 수 있다.

이하 본 발명을 첨부 도면에 근거하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

먼저 본 발명에 따른 방법을 수행하는 제조과정을 기술하기로 한다.

제4도에서, "10"온 열간압연 과정의 마무리 압연기를 나타내고, "12"는 열간압연 강판, "14"는 분무, 분사, 파이프 라미나 플로우(pipe laminar flow) 또는 슬릿 라이나 플로우 등과 같은 형으로 열간압연 강판(12)을 냉각시키기 위해 열간압연 강판(12)에다 냉각수를 붓는 물붓는 장치이다.

냉각수는 물공급장치(16)로부터 공급되고, 밸브제어기(18)에 의해 조절되는 물흐름율 조절밸브(20)에 의해 흐름이 조절되며 그리고 물붓는 장치(14)를 통해 열간압연 강판(12)으로 부어진다. 변태부분 검출기(A1-A8)는 그것을 지나가는 열간압연 강판(12)의 γ/α 변태부분을 검출하여 연산장치(22)에다 측정신호를 보낸다.

밸브 제어기(18)는 연산장치(22)에 연결되어서 연산장치(22)로부터 나오는 제어신호에 의해 작동된다.

이러한 것에 의해 물흐름율 조절밸브(20)의 개방전도가 조절된다.

"24"는 열간압연 강판(12)의 런아우트(nm out) 테이블상의 운송속도를 측정하는 속도계이고, "B1"은 마무리 압연의 온도를 측정하는 온도계이여, "B2"는 런아우트 테이를상의 열간압연 강판(12)의 중간온도를측정하는 온도계이고, "B3"는 코일링 온도를 측정하는 온도계이며, "26"은 코일러(coiler)이다.

변태부분 검출기(A1-A8)는 냉각중의 열간압연 강판(12)의 γ/α 면태율을 온라인으로 신속하고 정략적으로 측정할 수 있는 것이면 어떤 것이든지 가능하지만 본 발명에서는 일본 측허출된 제58-64147호에 제안되어 있는 "강철의 변태양과 평탄성의 온라인 검출장치"를 사용한다.

제5도에 전형적인 예가 도시되어 있는 이와같은 "변태량 온라인 검출장치"를 사용한다 ·

제5도에 전형적인 예가 도시되어 있는 이와같은 변태량 온라인 검출장치 즉 변태부분 검출기(A1-A8)는 측정될 물질인 열간압연 강판(12)의 어느 한쪽에 설치되어 있고 교류 여자장치(52)에 의해 교류자속을발생시키는 여자코일(53), 여자코일(53)과 같은쪽에서 여자코일(53)의 위치와 거리(L1)(L2)로 떨어진 위치에 배치되어 있으며 여자코일(53)에 의해 상호 유도되는 두개 이상의 검출코일(55_1)(55_2) 그리고 각 검출코일(55_1)(55_2)내의 쇄교자속양의 차이에 기인하여 생기는 검출신호의 차이로부터 열간압연 강판(12)의 변태부분을 계산하는 연산장치(57)를 포함하고 있다.

제5도에서, "54_1"는 여자코일(53)에서 발생되는 자속으로서 이것은 검출코일(55_1)과 쇄교된다.

"54_2"는 검출코일(55_2)과 쇄교하는 자속이다.

열간압연 강판(12)이 변태되지 않은 상태 즉 단지 γ상만 존재할때 강판은 상자성 상태이다.

그래서 검출코일(55_1)(55_2)과 쇄교하는 자속(54_1)(54_2)은 여자코일(53)로부터 거리(L1)(L2)에 대응하여일정한 강도를 가진다.

그러므로 거리(L1)(L2)의 비율에 따라 유도되는 전압이 각각 생성된다.

이러한 것을 이하 초기상태라고 한다.

γ→α 변태가 열간압연 강판(12)에서 생기고 강자성의 α상이 석출될때, α상은 자화되고, 열간압연 강판(12)의 자장 밀도에 변동이 생겨서 자속(54_1)(54_2)의 강도가 초기상태로부터 분리된다.

이러한 것은 검출코일(55_1)(55_2)로부터 나오는 유도된 전압의 변화에 따라 검출된다 .

상기 검출코일(55_1)(55_2)의 검출신호(56_1)(56_2)는 연산장치(57)로 전달된다.

이러한 것에 의해 검출코일(55)(55)의 측정된 신호에서의 크기는 서로 비교된다.

그러므로 열간압연 강판(12)의 변태부분은 연산장치(57)에 의해 측정된다.

제어방법의 한예에 있어서, 열간압연 강판(12)을 열간압연시킨 후 냉각제어하는 방법을 나타내는 제1도에서 볼 수 있는 것과 같이 열간압연 강판(12)로부터 궁극적으로 기대되는 기계적 특성을 얻기 위해 요구되는 변태율의 목표값이 먼저 결정되고. 냉각이 제어되는 열간압연 강판(12)에서의 γ/α 변태부분이 변태부분검출기(A1-A8)에 의해 검출되며, 냉각 개시부터 경과된 시간이 냉각단계에서의 열간압연 강판(12)의 변태율을 결정하기 위해 검출되고, 냉각조건이 냉각단계에서의 변태율이 목표값과 일치될 수 있게 제어된다.

상기한 변태율의 목표값을 정할때. 런아우트 테이블상의 열간압연 강판(12)의 운송속도로부터 전술한 변태율의 목표값을 달성하기 위한 변태개시의 목표점과 변태종료 목표점을 정하고 이 구간을 제어 냉각구간으로 하여 연산장치에 입력하여 둔다.

변태율을 설정할 경우에는 후술하는 바와같이 사전에 강철의 종류에 대해 변태율과 기계적 특성 사이의관계를 파악한 후 그것에 근거하여 행하는 것이 바람직하다.

변태율의 검출은 하기와 같이 행해진다.

먼저 냉각은 변태율의 목표값에 따른 냉각흐름율, 냉각시간 및 냉각패턴으로 시작된다.

뒤이어 열간압연 강판(12)의 γ/α 변태부분이 변태부분 검출기(A1-A8)에 의해 측정되고, 변태율은 γ/α 변태부분과 그때 강판(12)의 운동속도로부터 얻어진 냉각개시부터 경과된 시간으로부터 계산한다.

변태율을 계산하는데 있어서, 냉각이 제어되는 부분에서의 변태부분 검출기의 수가 많으면 많을수록 측정값이 더 정확하게 얻어진다.

그러나 냉각이 제어되는 부분의 적어도 한점에서 측정된 값이 얻어지면 변태개시부터 완료시까지의 평균변태율을 예측할 수 있다.

즉 본 발명에 따라 런아우트 테이블상에서의 변태과정에 있어서, γ/α 변태부분이 Y(%)이고, 냉각개시부터 경과된 시간이 t(sec)일때 그들 사이의 관계는 상기식(1)으로부터 얻어진다.

결과적으로 변태부분 검출기(A1-A8)에 의한 Y의 측정값과 운송속도로부터 계산된 경과시간(t)을 식(1)에 대입시켜 "n"을 구하면 변태완료를 나타내는 값(Y)(즉 Y=99.9%)의 시간에 경과 시간(t)은 상기의"n"에 의해 계산된다.

이때 변태개시부터 완료까지의 핑균 변태율이 계산될 수 있다.

상기의 계산은 연산장치(22)에 의해 실행된다.

그러므로 평균변태율은 변태부분 검출기(A1-A8)로부터 나오는 측정신호와 운송속도계(24)로부터 나오는 신호로부터 정해진다.

냉각단계에서의 변태율이 변태율의 목표값에 근접하도록 냉각조건을 제어하는 것에 대해 기술하기로 한다.

상기와 같이 정해진 면태율의 측정값은 초기에 정해진 목표값과 비교된다.

변태율의 측정된 값이 목표값보다 작을때 냉각제어 부분내에서의 냉각수 흐름율이나 냉각시간은 변태율을 증가시키기 위해 편차값에 비례하여 물흐름율 조절밸브(20)와 밸브제어기(18)를 통해 증가된다.

그리고 변태율의 측정된 값이 목표값보다 클때 냉각수 흐름율이나 냉각시간은 변태율을 각소시키기 위해 편차값에 비례하여 물흐름율 조절밸브(20)과 밸브 제어기(18)를 통해 감소된다

냉각 제어부분에서의 냉각조건을 변태율이 목표값에 가깝게 되도록 수정할 수 있다.

냉각조건의 수정은 열간압연 강판(12)의 스레드(thread)동안 행해질 수 있고 또 뒤이어 오는 열간압연강판(12)의 냉각조건의 설정에 반영될 수 있다.

부가적으로 본 명세서에서 사용되는 변태율의 의미는 넓은 뜻의 의미이다.

즉 변태율은 “변태개시부터 완료까지 요구되는 시간”또는 “γ/α 변태율이 20%에서부터 80%까지 진행되는 동안 요구되는 시간” 등과 같은 변태과정 동안 요구되는 시간에 의해 대치될 수 있다.

본 발명에 따라 생성된 열간압연 강철 스트립 재질의 제어효과와 종래의 방법에 따른 것과의 비교에 관한것을 기술하기로 한다.

표 (1)에 도시된 강철(A-D)이 850℃의 마무리 압연온도하에서 3.2㎜의 두께로 마무리 압연되어 본 발명의 방법 즉 변태율을 제어지표로 사용하는 방법에 따른 냉각제어에 의해 그리고 코일링 온도를 제어지표로 사용하는 종래의 방법에 따른 냉각제어에 의해 냉각된 후 감겨진다.

제6도는 목표인장강도, 목표냉각조건, 실제의 냉각조건 그리고 냉각이 상기와 같은 냉각 조건하에서 행해질때 얻어진 인장특성 등을 나타내는 챠트이다.

냉각제어 목표의 각 조건에 대해 제6도에 도시된 3레벨에서의 각 강철의 독표인장 강도를 얻기 위해서, 본 발명의 경우에는 제2도에 도시된 바와같은 빈태율과 인장강도 사이의 관계로부터 요구되는

변대율의 목표값이 정해지고, 종래방법의 경우에는 제3도에 도시된 것과 같은 코일링 온도와 인장강도 사이의 관계로부터 요구되는 코일링 온도의 목표값이 정해진다.

인장특성은 상기한 것과 같이 제조된 열간압연 강철 스트립의 압연 길이방향으로 20등분한 위치에서 시험되었다.

상기의 시험에는 JIS(Japan Industrial Standard) 5의 인장견본이 사용되었다.

인장 특성시험의 결과가 제7도에 도시되어 있다.

제7도에서 횡좌표는 코일내 20점에서의 인장강도의 평균값(TS_{av})을 나타내고, 종좌드는 코일내 20점에서의 인장강도의 최대값(TS_{max})에서부러 코일내 20점에서의 인장강도의 최소값(TS_{min})을 뺌에 의해 얻어진값을 나타낸다.

제7도로부터 분명한 것과 같이 종래방법에 따른 제조예의 화학성분이 동일한 강철에 있어서 재질에서의 인장강도의 변화값이 목표 인장강도의 증가와 함께 증가되는 경향이 있다.

서로 다른 강철을 비교해볼때 강철내의 C당량이 높으면 높을수록 인장강도의 변화값이 증가하는 경향이있다.

그러나 본 발명에 따른 방법에 의해 생산된 것에 있어서는 어떤 경우에도 인장강도의 번화값이 작았고 또열간압연 강철 스트립의 군일성이 양호했다는 것이 발견되었다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

열간압연 강판(12)으로부터 궁극적으로 기대되는 기계적 특성을 얻기 위하 요구되는 변태율의 목포값을 설정하고, 냉각 제어 구간내의 열간압연 강판(12)의 γ/α 변태율을 적어도 하나의 변태부분 검출기(A1,A2,…)로 검출하며, 냉각개시부터 경과된 시간을 속도계(24)로 측정하고, 냉각단계에서 열간압연 강판(12)의 γ→α 변태된 부분의 변태율과 경과된 시간을 연산장치(22)로 계산하며, 그리고 냉각단계중 변태율이 목표값과 일치하도록 냉각조건을 밸브제어기(18)로 제어하는 것으로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 염간압연 강판(12)을 열간압연시킨 후 냉각 제어하는 방법

청구항 2

제1항에 있어서, γ/α 변태율을 Y(%), 냉각개시부터 경과된 시간을 t(sec), 열간압연 강판(I2)의 화학성분에 의해 정해지는 정수를 K 및 a, 변태율에 의존하는 값을 n이라고 할때, $Y=\exp[-\{(K-t)/^{n}]\times 100$으로부터 변태율에 의존하는 값(n)을 구하고, 뒤이어 변태완료 시간으로 간주되는 시간(t)을 상기의 얻어진 값(n)을 사용하여 상기의 식과 변태의 실제적인. 완료로 간주되는 γ→α 변태부분으로부터 계산하여, 계산된 경과시간(t)을 사용하여 변태율을 계산하는 것을 특징으로 하는 냉각 제어방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 변태율이 변태의 과정동안 요구되는 시간에 의해 대치되는 것을 특징으로 하는 냉각 제어방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 변태의 과정 동안 요구되는 시간이 변태개시부터 완료까지 요구되는 시간인 것을특징으로 하는 냉각 제어방법.

청구항 5

제3항에 있어서, 변태의 과정동안 요구되는 시간이 γ→α 변태의 과정 동안 γ/α의 변태율이 20%에서부터 80%까지 되는 동안 요구되는 시간인 것을 특징으로 하는 냉각 제어방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 냉각조건 제어가 열간압연 강판(12)의 스레드 동안 행해지는 것을 특징으로 하는냉각 제어방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 냉각 조건제어가 뒤이어 열간압연되는 강판의 냉각조건의 설정에 영향을 미치는 것을 특징으로 하는 냉각 제어방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 냉각조건 제어가 변태율의 측정된 값과 목표값 사이의 편차에 비례하여 냉각이 제어되는 부분내에서의 냉각수 흐름율이나 냉각시간이 변화하는 것에 의해 행해지는 것을 특징으로 하는 냉각제어방법.

청구항 9

열간압연 강판(12)으로부터 궁극적으로 예상할 수 있는 기계적 특성을 얻기 위해 요구되는 변태율의 목포값을 설정하는 장치, 냉각이 제어되는 부분에서의 열간압연 강판의 γ/α 변태율을 검출하는 적어도 하나의 변태부분 검출기(A1,A2.…), 냉각개시부터 경과된 시간을 측정하는 장치인 속도계(2

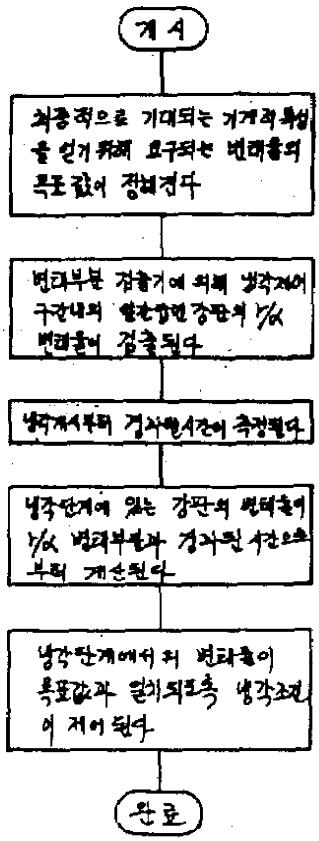
4), γ / α 변태율과 경과된 시간으로부터 냉각단계에서의 강판의 변태율을 계산하는 장치인 연산장치(22), 그리고 냉각단계에서의 변태율이 목표값과 일치하도록 냉각조건을 제어하는 장치인 밸브제어기(23)로 구성된 것을 특징으로 하는 열간압연 강판(12)을 열간압연 시킨후 냉각 제어하는 냉각 제어장치.

청구항 10

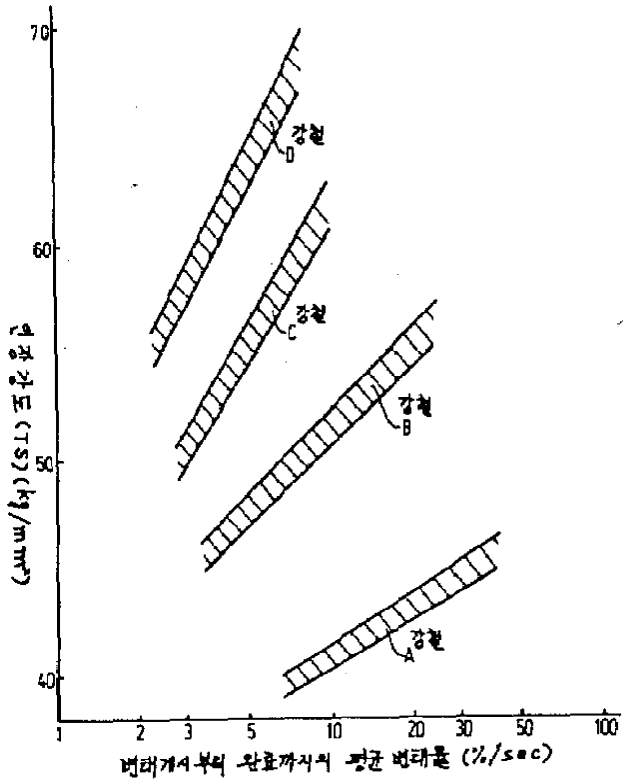
제9항에 있어서, 변태부분 검출기(A1,A2,…)가 열간압연 강판(12)의 어느 한쪽에 설치되어 있고교류 자속을 발생시키는 여자코일(53), 여자코일과 같은 쪽에 설치되어서 여자코일과 다른 위치에 배치되어있으며 여자코일에 의해 상호유도되는 두개 이상의 검출코일(55_1)(55_2), 그리고 각각의 검출코일내의 쇄교되는 자속양의 차이에 기인하는 검출신호의 차이로부터 열간압연 강판(12)의 변태부분을 계산하는 연산장치(57)를 포함하는 것을 특징으로 하는 냉각 제어장치.

도면

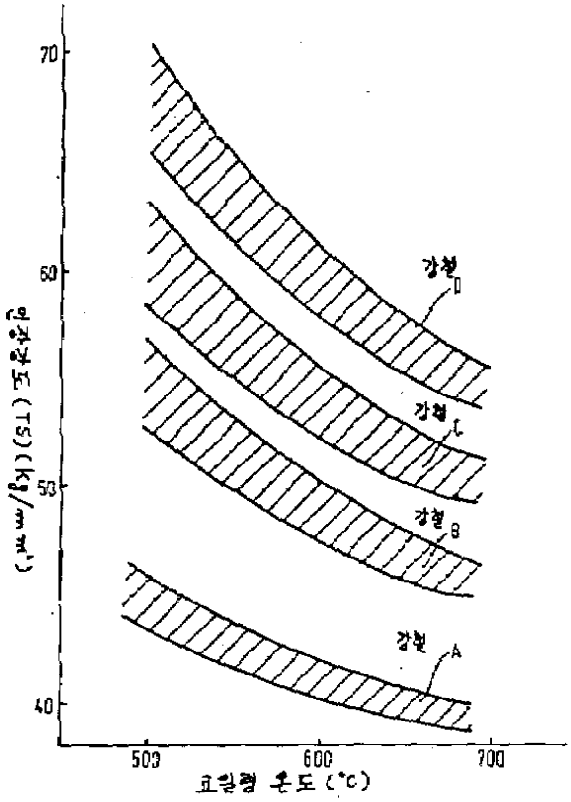
도면1



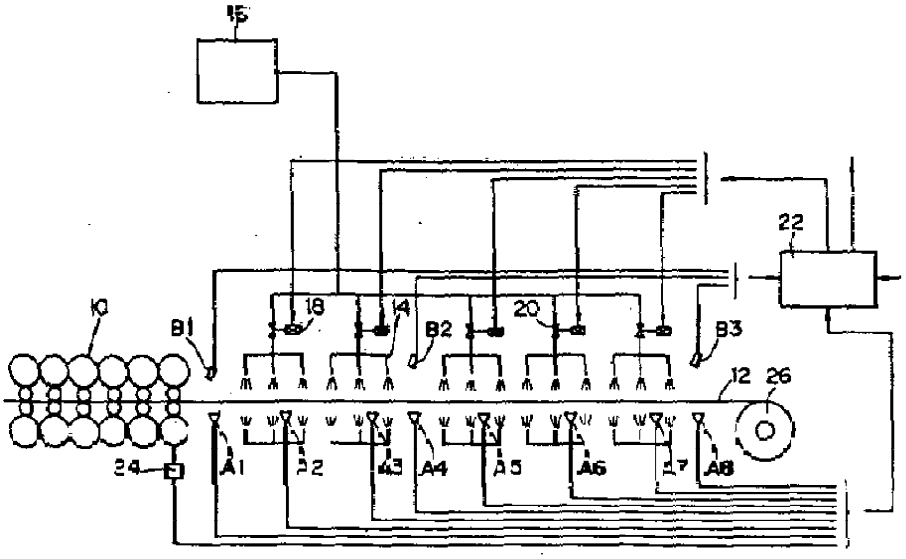
도면2


70
60
50
40
강철 D
강철 C
강철 B
강철 A
1
2
3
5
10
20
30
50
100
변태개시부터 완료까지의 평균 변태률 (%/sec)

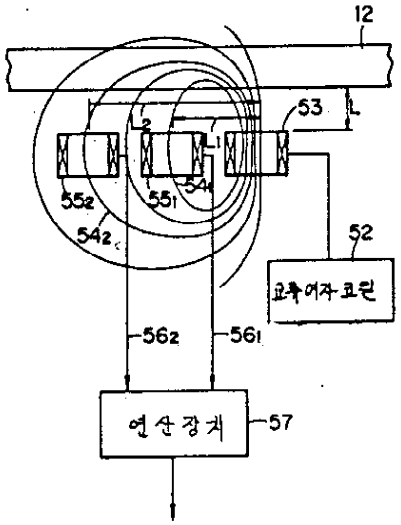
도면3


70
60
50
40
강철 D
강철 C
강철 B
강철 A
500
600
700
코일링 온도 (°C)

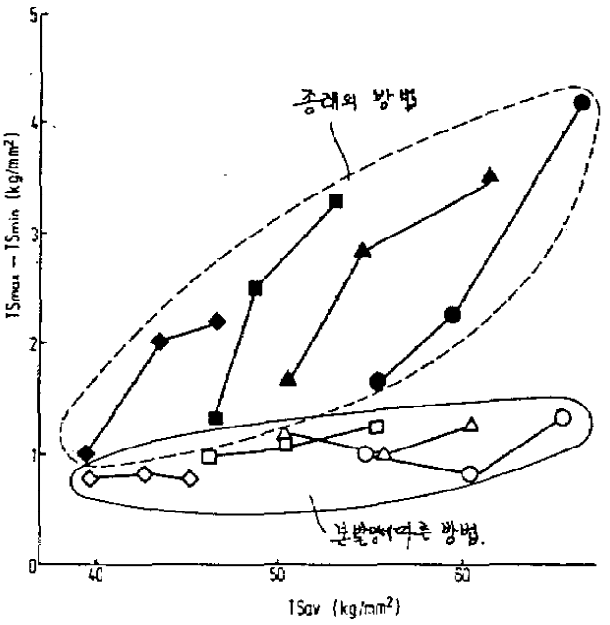
도면4


15
22
10
B1
18
14
B2
20
B3
12
26
24
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
A8

도면5


12
53
L
L2
L1
552
551
544
542
52
고속여자코일
562
561
연산장치
57

도면6

	강종	NO	목표 TS (kg/mm²)	변태속도(℃/sec) 목표	변태속도(℃/sec) 실제결과	고온링온도(℃) 목표	고온링온도(℃) 실제결과	인장강도 YS (kg/mm²)	인장강도 TS (kg/mm²)	인장강도 El (%)
본 발명의 방법	A	1	40	7.0	6.1-7.7	—	650-680	29.2	39.8	45
		2	43	18.0	16-20	—	510-550	35.3	42.8	42
		3	45	30.0	27-34	—	480-520	37.2	45.1	38
	B	4	46	3.6	3.2-4.0	—	650-700	34.6	46.1	40
		5	50	8.0	7.2-8.8	—	550-580	38.2	50.3	37
		6	55	20.0	17-22	—	480-500	41.5	55.3	35
	C	7	50	2.9	2.8-3.0	—	660-700	36.5	50.0	38
		8	55	5.0	4.8-5.6	—	550-580	39.7	55.2	35
		9	60	8.5	7.5-9.0	—	480-520	43.3	60.2	31
	D	10	55	2.3	2.2-2.4	—	670-700	39.9	54.7	37
		11	60	3.6	3.4-3.8	—	570-610	43.7	60.2	30
		12	65	5.7	5.3-6.1	—	500-540	47.0	65.3	25
종래의 방법	A	13	40	—	5.0-7.5	650	≦±10℃	28.3	39.5	44
		14	43	—	13-25	540	〃	35.8	43.6	40
		15	45	—	20-40	480	〃	38.3	44.7	37
	B	16	46	—	3.3-4.5	680	〃	34.9	46.3	39
		17	50	—	5.1-9.8	580	〃	37.3	48.7	37
		18	55	—	12-25	490	〃	42.1	54.0	32
	C	19	50	—	2.8-3.3	690	〃	36.2	50.6	37
		20	55	—	3.5-5.0	580	〃	39.1	54.4	35
		21	60	—	6.0-9.2	510	〃	44.2	61.3	29
	D	22	55	—	2.2-2.9	680	〃	39.8	55.4	34
		23	60	—	2.8-3.5	600	〃	43.0	59.2	31
		24	65	—	4.5-7.4	530	〃	48.3	66.3	24

도면7