

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
C21D 9/56

(45) 공고일자 1999년09월 15일

(11) 등록번호 10-0221789

(24) 등록일자 1999년06월29일

(21) 출원번호	10-1997-0701147	(65) 공개번호	특 1997-0705648
(22) 출원일자	1997년02월22일	(43) 공개일자	1997년10월09일
번역문제출일자	1997년02월22일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP 95/02111	(87) 국제공개번호	WO 97/00975
(86) 국제출원일자	1995년10월13일	(87) 국제공개일자	1997년01월09일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 국내특허 : 아일랜드 브라질 중국 일본 대한민국		
(30) 우선권 주장	158172/1995 1995년06월23일 일본(JP) 189732/1995 1995년07월04일 일본(JP)		
(73) 특허권자	신닛뽀세이테쯔 카부시카이샤 아사무라 타카시 일본국 도쿄도 치요다구 오오테마치 2쵸메 6-3		
(72) 발명자	오노다 마사미 일본 피바 299-12 훗쯔시 신도미 20-1 신니뽀 세이데스 가부시기가이샤 테크 니컬 디벨롭먼트 뷰로내 히로타 요시아끼 일본 피바 299-12 훗쯔시 신도미 20-1 신니뽀 세이데스 가부시기가이샤 테크 니컬 디벨롭먼트 뷰로내 사이토 요시오 일본 효고 671-11 히메지 시티 히로하타-구 후지쵸 1 신니뽀 세이데스 가부 시기가이샤 히로하타 워크스 내 후쿠야마 마사루 일본 효고 671-11 히메지 시티 히로하타-구 후지쵸 1 신니뽀 세이데스 가부 시기가이샤 히로하타 워크스 내 우시오다 고오사쿠 일본 피바 299-12 훗쯔시 신도미 20-1 신니뽀 세이데스 가부시기가이샤 테크 니컬 디벨롭먼트 뷰로내 이따미 아쓰시 일본 피바 299-11 기미쓰 시티 기미쓰 1 신니뽀 세이데스 가부시기가이샤 기 미쓰 워크스 내 미나토 겐 일본 피바 299-11 기미쓰 시티 기미쓰 1 신니뽀 세이데스 가부시기가이샤 기 미쓰 워크스 내 데주카 마코토 일본 피바 299-11 기미쓰 시티 기미쓰 1 신니뽀 세이데스 가부시기가이샤 기 미쓰 워크스 내		
(74) 대리인	박장원		

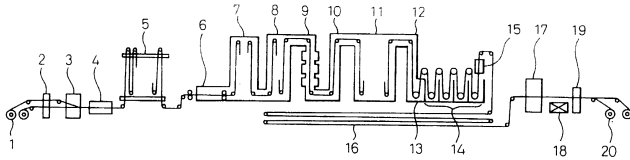
심사관 : 박기환

(54) 냉연 강판의 연속 소둔 방법 및 설비

요약

가열 및 균열 대역에서의 Joule 가열을 위한 가열 수단과 냉각 대역에서 기액 혼합물을 이용한 냉각 수단에 의해 냉연 강 스트립을 연속적으로 소둔한다. 또한, 소정 온도에서 강 스트립을 가열 및 유지시키는 상기 균열 대역의 임의 부분에서 단기간 동안 강 스트립을 급속히 가열시키기 위한 가열 수단이 연속 소둔 설비에 구비되어 있음으로 해서, 가열을 조절할 수 있고 소둔 변수 (AP)가-33 이상이 된다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

냉연 강판의 연속 소둔 방법 및 설비

[발명의 상세한 설명]

[기술 분야]

본 발명은 냉연 강판의 연속 소둔 방법 및 설비, 특히 냉연 강판의 가공성을 개선시키고, 소부 경화성(BH: baking hardenability)을 부여함으로써 고기능 강판을 생산하고 생산성을 증진시킬 수 있는 연속 소둔 방법 및 설비에 관한 것이다.

[배경 기술]

연속 소둔 장비에서의 고온 소둔 기술은 냉연 강판의 드로잉성(deepdrawing) 및 팽창성과 같은 가공성을 개선시키기 위한 기본적인 기술로 알려져 있다.

그 주요한 이유는 냉연강 스트립이나 냉연 강판이 섬유구조를 가지므로, 저조한 가공성을 나타내기 때문이다. 따라서, 가공성을 개선시키기 위한 목적으로, 강판이 회수하여 재결정 및 입자 성장이 일어나도록 강판을 소둔할 것이 요구되고 있다. 코일 소둔과 비교할 때, 연속적으로 운반된 강판이 균일하게 가공되어 균질한 품질을 갖고, 가공시간 단축으로 인해 공정일수를 대폭적으로 단축시킬 수 있다는 면에서 연속 소둔이 특히 우수하다.

일반적으로, 강판의 연속소둔 설비는 입구부로부터, 순차적으로 가열 대역, 균열(均熱) 대역, 제1냉각 대역, 과시효 대역 및 제2냉각 대역을 갖는다. 강판은 연속적으로 소둔 처리될 각 대역에 제공된 노상 롤을 통해 운반된다. 이러한 기술의 기본적인 취지는 소둔 중에 강판이 처하게 될 열 이력(熱 履歷)에 있다. 기본적인 열 패턴을 다음에 설명한다. 냉연 강판을 재결정 온도 이상의 온도로 가열하여, 소정시간 유지한 다음, 예정된 온도로 냉각시키고, 임의로 소정 시간 동안 소정의 온도 범위에서 과시효 처리한 다음 2차 냉각시킨다. 드로잉용 강판 또는 고장력 강판과 같은 품질 조건에 해당하는 열 패턴이 채택된다. 이러한 열 패턴을 실현하기 위해서는 적당한 가열방법과 적당한 냉각방법을 선택해야 한다. 특히, Ti 및/또는 Nb를 함유하는 극저 탄소강에 소부 경화성을 부여하기 위해, 강을 고온에서 소둔하여 TiC와 NbC의 일부를 재용해시켜 고용 탄소를 남기는 것으로 된 방법이 잘 알려져 있다. 이러한 경우, 냉연 강 스트립을 풀어 재결정 소둔될 연속 소둔 설비에 도입시킨다. 소둔 패턴을 기본적으로 가열, 균열 및 냉각으로 구성된다. 가공성을 증진시키고 소부 경화성을 부여하기 위해, 가열과 균열 온도 높인다.

일반적으로 가열 대역과 대역에서는 직화식 비산화 가열, 방사형 튜브에 의한 복사 가열, 간접 전기 가열 등을 가열 방법으로서 이용한다. 어느 방법에서도, 열은 강 이외의 발열체를 이용하여 발생되며, 열은 강 판에 전달된다. 그 결과, 강판 자체가 열을 발생시키는 경우에 비교할 때 열 효율이 불가피하게 낮아서 불충분한 가열 능력으로 인해 신속한 가열을 수행할 수 없고, 예컨대 불가피하게 높은 주변 온도로 인해 내화재가 농후하게 되어, 가열 대역의 노(爐)의 용량이 커지며, 그 결과 온도 조절이 어려워지고 소둔 조건의 변경에 많은 시간이 소요된다는 문제점이 생긴다.

일본 공개특허공보 제60-26817호 (일본 공개특허공보 제56-116830)와 일본공개특허공보 제60-26818호 (일본 공개특허공보 제56-116831호)에는 롤을 통한 직접 저항열에 의해 강판을 가열함으로써 강판 자체가 발열체가 되어 고온을 낼 수 있게 하는 방법이 설명되어 있다. 마찬가지로, 일본 특허출원 제4-60923호에는 분위기 가열로 중에서 노상 롤 사이에 통전 가열 장치 설치하는 것이 개시되어 있다. 일본 공개특허공보 제1-142032호 1-187789호에는 고리-형태의 변압기를 관통하는 금속 스트립 통로의 전후에 통전 롤을 설치하여, 양 통전 롤을 도전성 부재로 접속시켜 금속 스트립, 통전 롤 및 도전성 부재에 의해 폐회로를 구성하여, 환상 변압기에 외부 전원으로 부터 교류 전류를 통전시킴으로써 Joule 열로 금속 스트립을 가열시키는 방법이 기재되어 있다.

또한, 일본 공개특허공보 제2-166234호에는 강판을 600 내지 700℃의 저온 영역과 800 내지 900℃의 고온 영역으로 분류하여, 저온 영역에서는 직화에 의해 강판을 환원 가열시키고 저온 영역에서는 강판을 유도 가열시키는 한편 유도 가열은 저온 영역에서 나오는 강판의 온도를 측정함으로써 조절하고 고온 영역에서의 가열을 조절하여 강이 소망하는 온도가 되도록 하는 것을 개시하고 있다.

또한, 일본 공개특허공보 제61-204319호에는 연속 소둔 라인의 균열 대역에서 강을 균열 온도보다 200 내지 300℃ 높은 온도로 급속 가열시킨 다음 강을 급냉시키는 것으로 된, 연속 소둔에 의해 Ti-함유 냉연 강판을 생산하는, 냉연 강판의 연속 소둔 제조방법이 개시되어 있다. 그러나, 대상이 되는 강은 Ti-함유 강으로 제한되어 있고, 급속 가열은 균열 대역에서의 유도 가열로 한정되어 있다. 더욱이, 이 특허공보는 단지 온도 증가가 200 내지 300℃인 것으로 설명하고 있을 뿐, 가열속도, 유지 시간 및 냉각 속도와 같은 투입 에너지의 상세한 조건이나, 또는 소부 경화성을 부여하는 목적 등에 관해서는 개시하지 않고 있다.

상술한 바와 같이, 냉연 강판을 고온에서 소둔시켜 가공성을 개선시키고 그의 소부 경화성을 부여하면,

이렇게 처리된 강판은 열 버클링 및 판 파단 및 표면결함 등에 따른 표면 품질 저하와 같은 열화를 일으키게 된다. 또한, 여러 종류와 등급의 강판을 생산하는데 따라 소둔 온도를 변화시킬 필요가 있음으로 해서 생산성 감소 및 에너지 비용이 증가한다는 등의 문제점도 있다. 한편, 상술한 바와 같은 특허공보의 가열 방법에서는, 전기 가열이 종래의 소둔로와 완전히 분리되고 종래의 연속 소둔로와 연결되어 있다. 따라서, 두가지 가열 공정을 별도로 이용함으로써, 가열 온도 범위가 넓어지고, 전기 에너지 경비가 높아지며, 설비 비용도 늘어난다는 문제가 있다.

한편, 일반적으로 냉각 대역에서는 가스 제트 냉각, 롤 접촉 냉각, 기액(氣液) 냉각 등이 이용되고 있다. 이러한 냉각법들 중, 가스 제트 냉각은 무산화성이고, 균일한 냉각을 수행할 수 있으며, 0.4mm 까지의 두께를 갖는 강판을 냉각시키는데 충분한 냉각 능력을 갖고 있다. 그러나, 가스 제트 냉각은 강판의 두께가 0.4mm를 초과하면 냉각 능력이 불충분해진다. 롤 접촉 냉각은 가스 제트 냉각에 비해 높은 냉각 용량을 갖고는 있지만, 보다 높은 냉각 용량이 요구될 경우, 균일한 냉각을 달성할 수 없다는 문제와 함께 역시 냉각 용량이 부족하다는 문제점을 갖는다. 일본 특허공보 61-10020호에 설명된 바와 같은, 상기 냉각법에 비해, 기액 냉각법은 비록 그에 따라 강판 표면이 약간 산화되기는 하지만 용량, 균일성 및 냉각조절 능력면에서는 매우 우수하다.

일본 특허공보 제59-577호에는 기액 냉각법의 장점을 이용하고, 강판에 고온 가스를 직접 분출함으로써 직접 화염 가열시키는 것과 기액 냉각을 병용하는 것으로 이루어지는, 냉연 강판을 단기간 동안 연속 소둔시키는 방법이 개시되어 있다. 그러나, 고온부에서의 가열 속도는 직접 화염 가열시 가장 높아야 고작 50℃/초에 불과하다. 이 방법은 또한, 가열 온도 및 소둔 조건 변화시 가열 속도에서의 후속 작용에 문제점이 있으며, 따라서, 이 방법이 기액 냉각의 장점을 완전히 누리는 방법이라고 결론지을 수 없다.

상기한 바와 같이, 여러 특허공보의 가열 방법에 있어서는, 단기간에 신속한 가열 및 냉각을 달성하기 위한 기액 혼합물을 이용한 냉각 단계와 함께 강판에 인가된 전류에 의해 발생하는 Joule 열을 이용하는 가열 단계로 이루어진 연속 소둔 방법에 대해서는 아무런 설명이 없다.

[발명의 요약]

최근, 여러 종류의 강판을 소량으로 연속 소둔시킬 필요가 증가하고 있다. 따라서, 본 발명의 주요 목적은 대규모 연속 소둔 설비를 피하는 동시에 광범위한 소둔 조건에 직접 부응할 수 있는 연속 소둔 방법, 즉, 쉽게 조절가능한 연속 소둔 방법과 그를 위한 설비를 제공하는 데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 가열 및 균열의 어떤 단계에서도 단기간 동안 신속한 추가 가열을 위한 최적 소둔 변수로 설정되어 있어, 성형성과 소부 경화성 부여를 위한 고온 소둔을 쉽게 수행할 수 있게 하고, 생산 라인을 통해 판을 무-스케줄할 수 있으며, 소둔 시간과 소둔 라인을 극도로 단축시킬 수 있는 연속 소둔 설비를 제공하는 것이다.

본 발명에서는 정의되는 가열 단계는 가열 단계와 균열 두가지를 모두 포함한다.

본 발명에 따른 연속 소둔 방법의 여러 측면을 다음 (1)-(6)에 설명하였다.

(1) 균열 단계를 포함하는 가열 단계와 냉각 단계로 이루어진 강판의 연속소둔 방법으로서, 상기 방법은 상기 가열 단계에서의 Joule 열에 의한 가열 단계와, 상기 냉각 단계에서의 기액 혼합물을 이용한 냉각 단계로 이루어진다.

(2) (1)에 따른 강판의 연속 소둔 방법으로서, Joule 열에 의한 가열로 이루어지는 가열 단계가 직접 저항 가열 (direct resistance heating)에 의해 수행된다.

(3) (1)에 따른 강판의 연속 소둔 방법으로서, 5-300초 동안 유지되는 직접 저항 가열 단계에서 40-1000℃/초의 가열 속도로 500 내지 900℃로 강 스트립을 가열한 다음, 기액 혼합물을 이용하여 냉각 단계에서 10-300℃/초의 속도로 냉각시킨다.

(4) (1)에 따른 강판의 연속 소둔 방법으로서, 직접 저항 가열 단계에서 40℃/초 이상의 가열 속도로 적어도 600℃부터 700-900℃로 강판을 가열시킨다.

(5) (1)에 따른 강판의 연속 소둔 방법으로서, 직접 저항 가열 단계에서 강판을 400℃로 가열한 다음, 비산화성 또는 환원성 분위기의 또 다른 가열 단계에서 700 내지 900℃로 가열시킨다.

(6) (1)에 따른 강판의 연속 소둔 방법으로서, 소정 온도에서 강 스트립을 가열하는 상기 균열 대역의 임의 부분에서 단기간 동안 강 스트립을 신속하게 가열하여, 소둔 변수 (AP: annealing parameter)가 -33 이상 이 되도록 가열을 조절한다.

또한, 본 발명에 따른 연속 소둔 설비는 다음의 (7)-(12)에 설명된 바와 같다.

(7) 강 스트립의 입구로부터 순차적으로 가열 대역, 균열 대역 및 냉각 대역으로 이루어져 있는 냉연 강 스트립용 연속 소둔 설비로서, 상기 연속 소둔 설비는 균열 대역을 포함하는 전체 가열 대역에서 Joule 열을 이용한 가열 수단과 냉각 대역에서 기액 혼합물을 이용한 냉각 수단을 포함한다.

(8) (7)에 따른 냉연 강판용 연속 소둔 설비로서, 전체 가열 대역 중의 Joule 열을 이용한 가열 수단은 상기 직접 저항에 의한 가열 수단을 포함한다.

(9) (7)에 따른 냉연 강판용 연속 소둔 설비로서, 소정 온도에서 강 스트립을 가열하는 상기 균열 대역의 임의 부분에서 단기간 동안 강 스트립을 신속하게 가열하기 위한 가열 수단이 제공되어 있어, 가열이 조절되고 소둔 변수 (AP)가 적어도 -33이 된다.

(10) (7)에 따른 냉연 강판용 연속 소둔 설비로서, 상기 직접 저항에 의한 가열 수단은 강판이 통과하여 유도 전류를 발생시킴으로써 강판을 가열시키는, 고리형 변압기를 통해 교류를 통과시킴으로써 강판을 가열시키는 수단이다.

(11) (7)-(10)에 따른 냉연 강판용 연속 소둔 설비로서, 상기 설비는 연속적으로 가열 대역, 균열 대역,

제1냉각 대역, 과시효 대역 및 제2냉각 대역으로 이루어진다.

(12) (6) 및 (9)에 따른 냉연 강판용 연속 소둔 설비로서, 상기 균열 대역의 임의 부분에서 강 스트립을 급속히 가열시키기 위한 가열 수단은 직접 저항 가열수단 또는 유도 가열 수단으로 이루어져 있다.

본 발명은 강판 자체에 전류를 통과시켜, 강판 자체의 Joule 열에 의해 강판을 가열하는 직접 저항 가열 방법을 이용한다. 비록, Joule 열을 이용하는 가열 방법에서 직접 저항 가열과 유도 가열이 주로 사용되고는 있지만, 본 발명에서는 직접 저항 가열이 주로 설명된다. 강판 자체는 직접 저항 가열에 있어서 발열체가 되기 때문에, 주변 온도를 올려줄 필요가 없으며, 가열 효율이 우수하다. 또한, 직접저항 가열에 있어서, 가열 용량은 전류 강도를 조절함으로써 쉽게 조절할 수 있으며 40 A/mm 이상의 전류를 통과시킬 경우, 1000℃/초 이상의 가열 속도로, 700 내지 900℃로, 초고속 가열시키는 것이 가능하다.

본 발명에서 특징적인 소둔 변수 (AP)는 투입 열 에너지에 의해 확산되는 Fe원자의 확산 거리, 즉 입계 이동 거리에 관계된 비차원적 변수이다. AP가 클수록, 소둔의 효과도 더 커진다. 따라서, 냉연에 의해 도입된 응력 (소둔에 의한)을 해제하고, 강판에 성형성을 부여하는데 있어서 연화 소둔은 유의적이다. 성형성은 다음 식으로 표시될 수 있는 변수 AP로서 표현된다.

$$AP = \ln\left\{\int (1/T(t)) \exp(-Q/RT(t)) dt\right\}$$

(식 중, Q는 Fe의 자기 확산을 위한 활성화 에너지 (60kcal/mol)이고, R은 가스 상수이며 T는 절대 온도이다.)

다음, 본 발명에서는, 강판 표면에 주성분으로서 질소 가스를 함유하는 노가스와 물로 이루어진 두가지 유체를 불어서 강판을 냉각시킨다. 냉각 시스템은 균일하고 극히 높은 냉각속도를 나타내며 가스 대 물의 비율과 물의 절대량을 조정함으로써 냉각 종점 온도를 조절할 수 있으며 냉각 능력이 크다는 장점을 갖는다. 예컨대, 두께가 0.7mm인 강판을 50 내지 200℃/초의 속도로 냉각시킬 수 있으며 강판의 종점 온도를 250 내지 550℃의 강판 온도 범위에서 $\pm 10^\circ\text{C}$ 의 정확도로 조절할 수 있다. 기액 혼합물을 이용하여 냉각함에 있어서, 강판과 증기가 반응하여 강판 표면에 산화 박막을 형성한다. 이 산화막은 수십 마이크로미터 정도의 두께를 가지므로, 간단한 피클링 조작에 의해 쉽게 제거할 수 있다.

직접 저항 가열과 기액 혼합물을 이용한 냉각은 상기와 같은 장점을 가지며 각각 충분한 효과를 나타낸다. 직접 저항 가열과 기액 혼합물 이용한 냉각은 본 발명에서 조합적으로 수행되며, 이에 따라, 후술되는 특이적인 효과를 얻을 수 있다.

(1) 연속 소둔 설비를 더 적은 규모로 만드는 것이 가능하다.

직접 저항 가열 및 기액 혼합물을 이용한 냉각 시스템에 있어서, 노 내의 가열 대역에 있어서의 강판의 길이는 종래의 래디언트 튜브 가열 및 가스 제트 냉각시스템에 서의 길이의 1/8 정도이며, 마찬가지로, 제1냉각 대역에서의 그의 길이는 1/4가 된다. 따라서, 설비를 훨씬 작게 만드는 것이 가능하다. 또한, 가열 속도가 10 내지 20℃/초로 느릴 경우, 세멘타이트로부터 용해되는 고용 탄소가 가열 단계에서의 재결정 입자 성장을 지연시킨다. 따라서, 균열은 적어도 20초간 수행해야 한다. 서서히 가열하는 경우와 반대로, 세멘타이트로부터 탄소의 재고용 속도를 초과하는 속도로 급속히 가열을 수행할 경우, 재결정을 짧은 균열 시간 동안 끝낼 수 있을 뿐 아니라, 가열 및 균열 과정 중에 용해된 소량의 탄소를 급속 냉각 후 단기간 과시효 시킴으로써 석출시킬 수 있다. 그 결과, 가공성이 우수한 강재를 단기간 과시효 시킴으로써 석출시킬 수 있다. 상술한 바와 같이, 직접 저항 가열과 기액 혼합물을 이용한 냉각을 조합함으로써 가열 대역과 단축시킬 수 있을 뿐 아니라 균열 대역과 과시효 대역도 단축시킬 수 있다. 결과적으로, 저렴한 설비비용으로 극히 작은 연소 소둔 설비를 실현시킬 수 있다.

(2) 강판 온도의 조절능력이 향상되며, 어떠한 열 패턴도 자유로이 실현할 수 있다.

직접 저항 가열은 본래 가열 조절능력에 있어 극히 우수한 가열 방법이다. 강판을 실온으로부터 재결정 온도 이상으로 가열시키고 강판을 약 600℃에서 균열온도까지 부분적으로 가열시킬 경우, 소정의 전류값만을 조절함에 의해서 자유롭게 정확하게 가열 속도와 가열 온도를 조절할 수 있다. 그러나, 가열 단독에 있어서 열 조절 능력이 우수하다고 해도, 전체적인 연속 소둔시 요구되는 모든 열 패턴에 가열 방식이 대처할 수는 없다. 냉각과 조합된, 우수한 열 조절 능력을 갖는 가열에 의해서만, 우수한 정확도로 자유롭게 선택된 열 패턴을 실현시킬 수 있다. 상기와 같이, 기액 혼합물을 이용한 냉각은 냉각속도와 종점 온도 조절을 쉽게 해주기 때문에, 직접 저항 가열과 기액 혼합물을 이용한 냉각을 조합함으로써 자유로이 선택된 소둔 열 패턴을 실현시킬 수 있고, 강 스트립을 다품종 소량 생산하는데 따른 요구사항에도 대응가능하게 된다.

(3) 생산 능력이 향상된다.

직접 저항 가열과 기액 혼합물을 이용한 냉각은 모두 열 조절 능력과 열 응답성 두가지 모두에 있어 극히 우수한 방법이므로, 이 방법들은 통과될 강판의 크기가 소둔 온도와 같은 조건 변화에 즉시 대처할 수 있다. 예컨대, 래디언트 튜브 가열 및 가스 제트 냉각형 연속 소둔 설비에 있어서는, 판 두께나 소둔 온도가 변경될 경우, 생산 능력의 감소를 무릅쓰고 소정의 소둔 조건이 얻어질 때까지, 조절용 코일을 정상 또는 저하된 속도로 통과시켜야 할 필요가 있다. 그러나, 직접 가열 저항 및 기액 혼합물을 이용한 냉각을 조합할 경우 생산성 감소 문제를 해소할 수 있으며 생산 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 설비를 소규모화할 수 있기 때문에 노상 틀에 의해 야기되는 부적절한 통과를 줄일 수 있고, 강판을 생산 라인에 고속으로 통과시키는 것이 가능해진다. 따라서, 생산성을 가일층 향상시키는 것도 기대할 수 있다.

(4) 강판의 품질이 향상된다.

직접 저항 가열과 기액 혼합물을 이용한 냉각을 조합함으로써 강판을 신속히 가열 및 냉각시킬 수 있거나 고온으로 가열하여 신속히 냉각시킬 수 있다. 따라서, 다음의 결과를 얻을 수 있다. (1)에 설명된 바와 같은 가공용 강판용 짧은 열 순환 기간을 실현할 수 있다; 소부 경화성(BH)이 개선된다; 고장장력 강판의 결정의 미세화를 달성할 수 있으며; 확대성이 향상된다.

전술한 바와 같이, 직접 저항 가열과 기액 혼합물을 이용한 냉각을 조합함으로써 가열 효과와 냉각 효과의 단순한 합을 초과하는 효과가 얻어진다. 또한, 설비를 소규모화할 수 있기 때문에, 노 내의 분위기 조절이 쉬워진다. 예컨대, 기액 혼합물을 이용한 냉각시, 후술되는 이유에 의해 냉각 대역에서 발생하는 증기가 가열대역과 균열 대역으로 들어가는 것을 쉽게 방지할 수 있다. 가열 대역의 용적과 균열 대역의 용적을 작게 할 수 있기 때문에, 주변 대역의 대기압 조절이 쉬워지고, 따라서, 균열 대역과 냉각 대역 사이의 압력차이를 안정하게 확보할 수 있다. 그 결과, 상술한 가열과 냉각 조합은 강판 상의 산화막을 조절하고, 가열 대역과 균열 대역에 있어서 내화재의 열화를 방지하는데 효과적이다.

직접 저항 가열과 기액 혼합물을 이용한 냉각을 포함하는 연속 소둔 방법에 있어서의 전형적인 열 패턴은 다음과 같다; 직접 저항 가열 단계에서 700 내지 900℃로 강판을 가열하여 5초 이상 유지한 다음 기액 혼합물을 이용한 냉각 단계에서 10 내지 300℃/초의 속도로 냉각시킨다. 예컨대, 압연 구조 및 입자 성장을 위한 재결정을 위해서는 가공용 연질 강판의 균열 온도를 700 내지 900℃로 할 것이 필요하다. 또한, 직접 가열 저항을 가열 수단으로 이용할 경우, 강판은 세멘타이트로 부터의 탄소 고용 속도를 초과하는 속도로 가열할 수 있다. 그 결과, 고용 탄소에 의한 재결정 속도의 감소를 방지할 수 있으며, 약 5초 정도의 단기간 균열로도 강판에 우수한 가공성을 부여할 수 있다. 기액 혼합물을 이용한 냉각 속도의 상한치는 후술하는 이유로 300℃/초로 한정된다. 비시효성이나 강도 향상을 위해 첨가되는 합금 원소의 양은, 냉각 속도를 증가시킴에 따라 대개 감소시킬 수 있지만, 그 효과는 300℃초의 냉각속도에서 만족된다. 또한, 냉각 속도가 300℃/초를 초과할 경우 냉각에 의해 강판의 형상이 불량해지는 경향이 있다. 한편, 냉각 속도의 하한치는 결과적인 과도한 냉각 시간이 설비를 길고 크게 만들고, 강판 상의 산화막 두께가 증가하기 때문에, 10℃/초로 한정된다. 기액 혼합물을 이용한 냉각 시 주입상태를 안정하게 유지하기 위해서는 대개 50 내지 200℃/초 범위의 냉각 속도가 바람직하다.

탄소가 세멘타이트로부터 페라이트로 재고용되는 것을 방지할 목적으로, 전술한 바와 같이, 가열 대역 일부에 직접 저항 가열이 채택될 경우, 가열 속도를 40℃/초 이상으로 할 필요가 있는데, 이 속도는 탄소가 페라이트에서의 탄소 고용 제한 농도가 높아지는 온도인 600℃부터 세멘타이트로부터의 탄소 고용 속도를 초과하는 속도이다. 상기한 열 패턴은 기존의 가열 대역의 후반부에서 직접 저항 가열 수단을 제공하며, 강판을 기존의 가열 대역에서 600℃로 가열한 다음 전류 인가에 의해 700 내지 900℃로 강판을 신속히 가열함으로써 실현시킬 수 있다. 이 때 중요한 것은 강판을 적어도 600℃부터 급속히 가열하는 것이다. 직접 저항 가열은 가열 대역의 후반부, 즉, 가열 대역의 일부 또는 균열 대역의 일부의 어느쪽일 수 있다.

직접 저항 가열이 가열 대역 일부에서 채택될 경우, 가열 대역의 전반부에서도 가열이 제공될 수 있다. 이 경우 재질 특성에는 아무런 영향이 없지만, 통과된 강판의 크기와 소둔 조건 변경이 우수한 열 응답을 나타내는 직접 저항 가열의 장점을 이용함으로써 즉시 대처할 수 있기 때문에 생산성 증대 효과를 기대할 수 있다. 직접 저항 가열 수단이 가열 대역의 후반부에 제공되는 경우 유사한 효과가 기대될 수 있지만, 후술하는 바와 같이 강판 온도가 낮은 대역에서 직접 저항 가열 수단을 이용하는 것이 유리하다. 기존 내 구성을 요구하지 않는 저렴한 설비를 이용할 수 있으며, 덧붙여, 기존의 노 설비와 별도로 가열 대역의 전방에 가열 수단을 제공할 수도 있다. 따라서, 기존의 노를 개조할 필요가 없고, 더 저렴한 비용으로 설비를 장만할 수 있다.

본 발명을 첨부된 도면을 참고로 더욱 상세히 설명한다.

제1도는 권취기 1, 입축 전단기 2, 용접기 3, 세정기 4, 입축 루퍼 5 및 직접 저항 가열 장치를 포함하는 가열 대역 6을 나타내는 전면도이다. 균열 대역 7과 느린 냉각 대역 8에 전기 히터와 같은 가열 장치와 가스 제트와 같은 냉각 장치가 제공되어 있다. 느린 냉각 대역 8은 몇가지 경우 제공되지 않을 수도 있다. 여기에서는 제1 냉각 대역 9에 기액 냉각 장치가 장착되어 있으므로, 건조 대역 10이 제공된다. 이어서 건조 대역 10에 있어서, 과시효 대역 11, 제2 냉각 대역 12, 냉각조 13 및 후처리조 14가 제공되어 있다. 후처리조 14는 대개 총 4개의 조, 즉, 피클링조, 제1 세정조, 전해조 및 제2 세정조로 이루어진다. 후처리조 14에 이어 드라이어 15, 루퍼 16이 출구부에, 조질 압연기 17, 검사정정부 18, 전단기 19가 출구부에 그리고 권취기 20이 제공된다.

제2도는 본 발명에 따른 연속 소둔 설비의 가열 대역, 균열 대역 및 제1 냉각 대역을 구체적으로 도시한 도면이다. 냉연 단계를 통해 코일된 강판 21이 연속적으로 운반되어 가열 대역 6에 실어진다. 가열 대역 6에서, 고리형 변압기 24 사용에 의해 강판 21에서 유도 전류를 발생하는 직접 저항 가열 장치가 배치된다. 도체 멤버에 연결된 통전 롤 22, 23을 통해 강판 21에 전류를 통과시켜, 강판 21을 Joule 열에 의해 가열한다. 급속 가열된 가판 21은 계속 균열 대역 7에서 유지된다. 본 구체예에서, 가열 대역 6은 수평로이며, 균열 대역 7은 수직로이다. 수평로와 수직로는 설비 용량에 따라 선택할 수 있다. 즉, 설비가 고도로 생산성이 높은 것일 경우에는, 수직 설비가 필수적인데 그렇지 않을 경우 생산 라인 길이가 길어질 것이기 때문이다. 그러나, 설비가 덜 생산적인 것일 경우, 수평로에서의 작업이 용이해진다. 다음, 강판 21을 제1 냉각 대역 9에 도입하는데 여기서는 강판이 기액 냉각 장치 27에 의해 신속히 냉각된다. 이어서, 강판 21을 임의로 재가열 및 과시효성시켜, 그 위에 형성된 산화막을 제거한다.

제3도는 수평 전류 인가 가열 장치의 개략도이다. 통전 롤 22, 23은 가열될 강판 21의 하부 표면 상에 배치되어 있고, 가압 롤 28, 29는 도체 롤 22, 23에 반대되게 상부 표면에 배치되어 있다. 가압 롤 28, 29는 예컨대 각 실린더 30, 31로 구성된 가압 수단을 가지며, 가압 롤 28, 29와 반대면의 통전 롤 22, 23은 강판 21을 지지한다. 또한, 고리형 변압기 24는 저온부 상의 통전 롤 22와 고온부 상의 통전 롤 23 사이, 강판 21의 외주 부근에 배치된다. 통전 롤 22, 23은 강판 21보다 전기저항이 훨씬 낮은 구리와 같은 전도성 부재 32에 연결되어, 폐쇄회로가 강판 21, 통전 롤 22, 23 및 전도성 부재 32에 의해 형성된다. 외부 전원 33으로부터 고리형 변압기 24에 교류가 인가되어 유도 전류가 폐쇄 회로 내에서 제2 코일로서 발생함으로써, 강판 21은 유도 전류를 통해 발생한 Joule 열에 의해 가열된다. 가열 속도와 가열 온도는 교류에 의해 조절될 수 있으며 교류의 세기는 비저항, 판두께, 판 너비, 판 속도 등, 가열될 재료의 여러 조건하에서 산출된다. 직접-저항 가열 시스템에는 변압기 형태의 직접 저항 가열 시스템과 직접 외부 전원 인가 시스템이 있다. 큰 세기의 전류가 강판을 통해 통과할 수 있으므로, 전자의 시스템이 바람직하다.

제4도는 냉각 대역의 개략적인 다이어그램이다. 복수개의 기액 냉각실 32이 제1 냉각 대역 9의 다운패스 36을 따라 배치되어 있고, 기액 냉각 챔버 34 각각에는 그 바로 아래에 변류기가 설치되어 있다. 강판 21

은 저면과 배면에서 대칭적으로 냉각되고, 강판 21의 고온부에서의 적하수에 기인한 비균일 냉각이 방지되므로, 제1 냉각 대역에서는 수직 다운패스가 가장 효과적이다.

제5도에 도시된 바와 같이, 기액 분사 노즐 헤더 39와 액체 분사 노즐 헤더 38로 이루어진 복수개의 기액 혼합 노즐 유닛 37이 강판 21의 양쪽에 강판 통과 방향을 따라 수직으로 배열되어 있다. 기액 혼합 노즐 유닛 37은 원자화된 상태를 안정하게 유지하기 위해 분사 바로 직전에 가스와 액체를 혼합한다. 기액 혼합물의 냉각 속도는 m^3 당 분 당 물의 양으로 표시되며 액체 분사 노즐 헤더 38로 이어지는 액체 튜브 40에 제공된 액체 유량 제어 밸브 41을 조정함으로써 달성되는 액체량 밀도에 의해 조절가능하다. 종점 온도는 액체 유량 제어 밸브 41을 켜거나 끄으로써 결정되는 노즐 유닛의 수에 의해 조절된다.

제6도는 연속 소둔 설비의 한가지 구체예를 나타낸 도면으로서, 제6a도에 도시된 바와 같이 직접 저항 가열 장치 6'은 방사형 튜브를 갖는 가열 대역 6의 전방에 제공되어 있고 제6b도는 소둔 열 사이클을 도시하고 있다. 직접 저항 가열 장치 6'이 제공되기 때문에, 소둔 온도 및 통과하는 강판의 크기 변화는 직접 저항 가열 장치 단독의 전류를 조절하는 것만으로도 이에 대처할 수 있다. 따라서, 무-스케줄 소둔이 가능해지며, 생산성도 증대될 수 있다.

제7도는 연속 소둔 장치의 한 구체예를 나타낸 도면으로서, 제7a도에 도시된 바와 같이 직접 저항 가열 장치 6'은 균열 대역 7과 제1 냉각 대역 9 사이에 제공되어 있고, 제7b도는 소둔 열 사이클을 도시하고 있다. 직접 저항 가열 장치 6'이 균열 대역 7과 기액 냉각 장치 사이에 제공되기 때문에, 소둔 온도 및 통과되는 강판의 크기 변경에도 직접 저항 가열 장치 6'이 가열 대역 6의 전방에 제공되는 경우에서보다 더 쉽게 대처할 수 있을 뿐 아니라, 강판이 기존의 방사형 튜브의 가열 용량을 초과하는 고온으로 가열될 수 있음으로 해서, 소부 경화성 부여와 가공성 증가와 같은 새로운 품질 향상도 가능해진다.

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 연속 소둔 설비의 한가지 구체예를 나타낸 도면이다.

제2도는 연속 소둔 설비의 전면도이다.

제3도는 직접 저항 가열 장치의 상세도이다.

제4도는 기액 저항 가열 장치의 개략도이다.

제5도는 기액 냉각 장치를 나타내는 상세도이다.

제6a도는 본 발명의 연속 소둔 설비의 한가지 구체예를 나타내는 도면이고,

제6b도는 연속 소둔 열 사이클의 한가지 구체예를 나타낸다.

제7a도는 본 발명의 연속 소둔 설비의 한가지 구체예를 나타내는 도면이고,

제7b도는 실시예에서 이용된 소둔 열 사이클을 나타낸다.

제8a, b 및 c도는 본 발명에 따른 소둔 변수(AP)와 r-값, E1 값, 또는 YP 및 TS 사이의 관계를 나타내는 그래프이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|------------------|------------------|
| 1 : 권취기 | 2 : 입측 전단기 |
| 3 : 용접기 | 4 : 세정기 |
| 5 : 입측 루퍼 | 6 : 가열 대역 |
| 7 : 균열 대역 | 8 : 냉각 대역 |
| 9 : 냉각 대역 | 10 : 건조 대역 |
| 11 : 과시효 대역 | 12 : 제2 냉각 대역 |
| 13 : 냉각조 | 14 : 후처리조 |
| 15 : 드라이어 | 16 : 출측 루퍼 |
| 17 : 조질 압연기 | 18 : 검사정정부 |
| 19 : 출측 전단기 | 20 : 권취기 |
| 21 : 강판 | 22 : 통전 롤 |
| 23 : 통전 롤 | 24 : 고리형 변압기 |
| 25 : 통전 롤 | 26 : 통전 롤 |
| 27 : 기액 냉각 장치 | 28 : 가압 롤 |
| 29 : 가압 롤 | 30 : 실린더 |
| 31 : 실린더 | 32 : 전도성 부재 |
| 33 : 외부 전원 | 34 : 기액 냉각 챔버 |
| 35 : 액절 장치 | 36 : 다운 패스 |
| 37 : 기액 혼합 노즐 유닛 | 38 : 액체 분사 노즐 헤더 |

39 : 기액 분사 노즐 헤더

40 : 액관

41 : 액체 유량 제어 밸브

[최상의 바람직한 구체에]

본 발명에 따른 가장 바람직한 구체에 다음 실시예를 참고로 설명한다.

[실시예]

[실시예 1]

두께 0.7mm의 세가지 강판, 즉 (1) 저탄소 A1-킬드 강판(가공용 강판), (2) Ti-SULC 강판(가공용 강판) 및 (3) 고장력 강판을 비교예의 경우 래디에이트 튜브 가열(RT 가열) 및 가스 제트 냉각(GJC)에 의해 소둔시키고, 실시예의 경우에는 직접 저항 가열 및 기액 혼합물을 이용하여 냉각시킴으로써 소둔시킨 다음 그 결과를 비교하였다. 실시예에 따른 설비는 비교예의 설비를 부분적으로 변화시킴으로써 쉽게 실현할 수 있었다. 이렇게 얻어진 결과를 다음 표 1에 나타내었다.

[표 1a]

강판	가열/냉각 시스템	강의 종류	소둔 조건					
			가열속도 (℃/초)	균열온도 (℃)	가열시간 (초)	냉각속도 (℃/초)	과시표시간 (초)	소둔시간 (초)
(1)	(비교예) RT가열/GJC	저C-A1 킬드	15	750	60	40	180	302
	(실시예) 직접 저항 가열/기액냉각		300	750	10	200	90	110
(2)	(비교예) RT가열/GJC	Ti-SULC	15	830	30	40	-	103
	(실시예) 직접 저항 가열/기액냉각		15	700℃ 가열 30초간 균열 860℃로 급속가열		200	-	100
(3)	(비교예) RT가열/GJC	Si:1.0 Mn:1.5 C:0.1	15	770	<1	40	-	-
	(실시예) 직접 저항 가열/기액냉각	Si:1.0 Mn:1.0 C:0.1	330	770	<1	200	-	-

[표 1b]

강판	가열/냉각 시스템	강의 종류	재료 특성					
			강도 (N/mm ²)	신장도 (%)	r-값 (-)	n-값 (-)	BH (N/mm ²)	확대능력 (-)
(1)	(비교예) RT가열/GJC	저C-A1 킬드	-	45	-	0.20	-	-
	(실시예) 직접 저항 가열/기액냉각		-	50	-	0.25	-	-
(2)	(비교예) RT가열/GJC	Ti-SULC	-	-	2.0	-	0	-
	(실시예) 직접 저항 가열/기액냉각		-	-	2.0	-	40	-
(3)	(비교예) RT가열/GJC	Si:1.0 Mn:1.5 C:0.1	690	-	-	-	-	1.2
	(실시예) 직접 저항 가열/기액냉각	Si:1.0 Mn:1.0 C:0.1	690	-	-	-	-	1.6

각주. (1) 가공용 강판
(2) 가공용 강판
(3) 고장력 강판

저탄소 A1-킬드 강판을 소둔하는데 있어서, 실시예에 있어서는, 단기간의 열사이클, 즉 소둔 시간이 비교예에 비해 1/3로 단축되었을 뿐 아니라, 신장도와 n-값도 개선되었다. 이러한 결과는 C의 용해는 급속 가열 및 급속 냉각을 통해 억제되고, 소량으로 용해된 C의 석출이 가속되었기 때문인 것으로 평가된다.

Ti-/SULC 강판을 소둔하는데 있어서, 실시예에 있어서는, 강판을 먼저 직접 저항 가열 장치에 의해 860℃의 고온으로 즉시 가열시키는 소둔 열 사이클에 처하게 한 다음 이어서 급속 냉각시켰다. 그 결과, 소부경화성이 부여되는 한편 r-값은 비교예에서는 RT 가열과 GJC 시스템이 이용된 비교예의 경우만큼 높게 유지되었다. 소둔 사이클은 강판이 아주 잠시동안 고온에서 처리되는 때조차 용해된다는 현상을 이용한다.

또한, 고장력 강판을 소둔하는데 있어서, 실시예에 있어서는, Mn의 합금 함량이 1.5%에서 1.0%로 감소되는 경우에 조차, 급속 가열과 급속 냉각을 통한 소둔에 의해 동일한 강도가 실현될 수 있었고, 확대 능력도 개선되었다. 그 이유는 급속가열에 의해 C의 고용을 억제하여, 고C 농도의 오오스테나이트 2상 대역으로부터 급냉함으로써, 결정이 미세화하기 때문이다.

[실시예 2]

소둔 중 750℃의 가열온도 및 냉각 종점 온도 400℃로의 냉각 조건 하에서 0.7mm두께의 강판을 소둔하고 가열 온도를 750℃에서 800℃로 변화시키고, 소정의 소둔 조건에 도달하는데 필요한 시간을 (1) RT 가열/GJC 시스템, (2) RT 가열/기액 냉각 시스템, (3) 직접 저항 가열/GJC 시스템, 및 (4) 직접 저항 가열/기액 냉각 시스템을 이용하여 비교하였다. 또한, 냉각 종점 온도에 도달하는데 필요한 시간은 가열 온도에 의존하였으므로, 가열 온도가 소정 온도에 도달한 후에, 냉각을 조정하였으며, 소정의 냉각 종점 온도에 도달하는데 걸리는 시간을 냉각 종점 온도에 도달하는데 필요한 시간으로 정의하였다. 이렇게 얻어진 결과를 표 2에 나타내었다.

[표 2]

가열/냉각 시스템	가열온도 도달 소요시간 (초)	냉각말기온도 도달 소요시간 (초)	소둔온도 도달 소요시간 (초)
(1) RT 가열/GJC	1320	120	1320
(2) RT 가열/기액 냉각	1320	10	1320
(3) 직접 저항 가열/GJC	5	120	120
(4) 직접 저항 가열/ 기액 냉각	5	20	10

표 2로부터, RT 가열은 극히 저조한 열 응답을 나타내고, GJC는 저조한 열응답을 나타내며, 직접 저항 가열과 기액 혼합물에 의한 냉각이 매우 우수한 열 응답을 나타냄을 알 수 있다. 소정의 소둔 열 사이클에 도달하는데 필요한 시간이 저조한 열 응답을 나타내는 시스템에 의해 측정되기 때문에, 우수한 열 응답을 나타내는 가열 기술과 우수한 열 응답을 나타내는 냉각 기술의 조합, 다시말해, 직접 저항 가열과 기액 혼합물에 의한 냉각의 조합을 선택하는 것이 소둔 조건 변화에 따라 즉시 응답하는데 가장 적합하다.

[실시예 3]

표 1, (2)에 나타난 냉연 Ti-/SULC 강판을 제7b도에 나타난 열 사이클에 적용하였다: a (가열 속도): 10℃/초, b : 700℃ × 40초, c : 100℃/초, 및 d : 5℃/초의 속도로 675℃로 냉각, 공기 냉각, 이어서 강 스트립을 스킨-패스 압연시켜 0.8%의 압하율을 갖도록 하여 샘플로서 이용하였다. 이러한 경우의 장비에 있어서는, 샘플을 균열 대역의 임의 부분, 예컨대, 직접 저항 가열 장치 또는 유도 가열 장치에 의해 그의 최종 부분에서 단기간 동안 추가로 급속 가열하였다.

제7b도는 본 발명에서 실시한 열 패턴의 한가지 구체예를 보여주는 그래프이다. 제2도에 도시된 바와 같이, 기호 a는 냉연 강 스트립이 풀려 연속 소둔로에서 가열되는 단계를 나타낸다. 열 패턴은 1 내지 200℃/초의 가열 속도와 표적 온도 500 내지 900℃가 포함된다. 기호 b는 균열 단계를 나타내며, 균열 온도와 유지 시간은 각각 500 내지 900℃ 및 0 내지 300초이다. 기호 c는 직접 가열 저항 등에 의한 단기간의 급속 온도 증가를 나타내며 이러한 온도 증가는 본 발명의 특징적인 측면이다. 가열 속도는 50 내지 1,000℃/초이고, 강 스트립은 750 내지 910℃로 가열된다. 기호 d는 단기간의 급속 가열 직후의 냉각 단계를 나타낸다. 기호 e는 설비에 과시효 대역이 포함되고, 급속히 가열 및 냉각된 강 스트립이 250 내지 450℃의 과시효 온도에서 유지된 다음 실온으로 냉각되는, 단계를 나타낸다.

제8도는 AP와 E1, 또는 YP 및 TS의 관계를 나타낸 것으로서 각각 제8a도, 제8b도, 제8c도에 도시되어 있다.

제3도로부터 드로잉 지수인 평균 r-값과 팽창 지수인 신장도 EL(%), 항복 강도 YP와 인장 강도 TS가 가열을 조절함으로써 드로잉 강판에 대한 소망되는 값 이상으로 만들어져 소둔 변수 (A)-33이상으로 됨을 알 수 있다. 즉, AP가 -33 이상이 되면, 상기한 값들은 다음과 같이 된다 : 평균 r-값 : 1.5 이상, EL(%) : 2% 이상, YP : 180 N/mm² 이상, 및 TS : 320 N/mm² 이상. 이렇게 얻어진 결과들은 표 1에 나타난 Ti-함유 극저 탄소강에 한정되어 있으며, Nb-함유 극저 탄소강판, Ti-Nb 복합재 함유 극저 탄소강판 및 저탄소 Al-킬드 강판의 경우에도 이와 유사한 결과가 얻어진다. 동일한 AP 값을 갖는 강판은 소둔 열 사이클과 관계없이 동일한 인장 특성을 나타내는 것으로 확인되었다.

이 경우 균열 대역 통과사이에 직접 저항 가열이나 유도 가열을 제공함으로써 0.5 내지 15초 동안 부분 가열을 실시할 수 있다. 또한, 다음과 같은 이유로 본 발명에서 직접 저항 가열장치 또는 유도 가열장치가 사용된다. 연속 소둔로 사이에서 냉연강판에 대한 가열 시스템은 직화형의 비산화 가열시스템, 래디언트 튜브 가열 시스템을 예로 들 수 있다. 이러한 시스템은 각각 열 전달에 의한 가열 시스템이기 때문에, 단위 시간당 가열 능력이 그다지 높지 않다. 총 열량을 확보하기 위해서는 장기간 가열할 것이 요구되고, 가열 대역이 길어질 필요가 있다. 상술한 시스템과 대조적으로, 본 발명에서는 강 스트립이 입구부와 출구부에 제공되어 있는 도체 롤을 따라 통과하는 동안 직접 저항 가열에 의해 가열된다. 강 스트립, 도체 물질을 안내하는 롤에 전류가 인가되어, 전류는 롤 사이에 위치한 강 스트립을 통과함으로써 강 스트립 자체가 그의 전기 저항에 의해 단기간 동안 급속히 가열된다.

더욱이, 고주파 전원으로부터의 강 스트립 주위를 감싸고 있는 가열 코일로 유도 가열이 인가되어, 가열 코일에 의해 형성된 자기장에 의해 유도 전류가 흐르게 됨으로써, 강 스트립은 Joule 손실에 의해 급속히 가열될 수 있다. 강 스트립은 직접 저항 가열 장치 또는 유도 가열 장치에 의해 추가로 가열된다. 소둔

변수 (AP) 는 따라서 쉽게 조절될 수 있으며, 이와 동시에 길이 방향의 강 스트립의 꼭대기의 열화 부분 역시 부분적으로 가열되어 보상됨으로 해서, 길이 방향에서의 균일한 특성이 얻어질 수 있다.

[산업상 이용가능성]

본 발명에 따른 직접 저항 가열과 기액 혼합물을 이용한 냉각을 포함하는 연속 소둔 방법 및 설비는 그 설비를 극히 소규모화 할 수 있어 강판 온도의 조절능력이 개선되고, 자유로이 선택된 열 패턴을 실현할 수 있으며, 생산 용량이 증대되고 품질이 개선된다는 효과를 낸다. 또한, 열 buckling과 강판 균열을 일으키지 않고 롤을 통해 통과할 수 있으며 본 발명에 따른 설비를 이용함으로써 표면 결함 없는 우수한 품질의 강판을 얻을 수 있고, 이러한 강판의 생산성이 증가되고, 강판 생산 라인에서의 자유로운 스케줄이 가능함으로 해서 생산 비용이 절감된다. 뿐만 아니라, 본 발명에 의해 AP 값을 -33 이상으로 조절함으로써 가공성과 소부 경화성이 우수한 냉연 강판을 생산하는 산업적으로 극히 우수한 효과가 달성된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

균열 단계를 포함하는 가열 단계와 냉각 단계로 이루어지는 강판의 연속 소둔 방법으로서, 상기 가열 단계는 Joule 열에 의한 가열 단계를 포함하고 상기 냉각 단계는 기액 혼합물을 이용한 냉각 단계를 포함하는 것으로, 상기 가열 단계에서 Joule열은 직접 저항 가열 및 유도 가열 수단에 의해 이루어지고, 및 상기 냉각 단계에서는 물과 주 성분으로써 질소 가스를 함유하는 노 가스를 구성하는 두 유체로 하는 기액 혼합물을 분사함으로써 실행되는 것을 특징으로 하는 강판의 연속 소둔 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 5-300초 동안 유지되는 직접 저항 가열 단계에서 40-1000℃/초의 가열 속도로 500 내지 900℃로 강 스트립을 가열한 다음 기액 혼합물을 이용한 냉각 단계에서 강판을 10 내지 300℃/초의 속도로 냉각시키는 것을 특징으로 하는 강판의 연속 소둔 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 강판을 직접 저항 가열 단계에서 400℃로 가열 한 후 비산화 또는 환원 분위기의 또 다른 가열 단계에서 700 내지 900℃로 가열하는 것을 특징으로 하는 강판의 연속 소둔 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 가열이 제어되고 소둔 변수 (AP)가 -33 이상이 되도록, 미리 결정된 온도에서 강 스트립을 가열하는 상기 균열 대역의 일부에서 단 기간에 빠르게 강 스트립을 가열하는 것을 특징으로 하는 강판의 연속 소둔 방법.

청구항 5

강 스트립의 입구로부터 가열 대역, 균열 대역 및 냉각 대역이 순차적으로 연속 배치되어 있는 냉연 강판용 연속 소둔 설비로서, 상기 연속 소둔 설비는 균열 대역을 포함하는 전체 가열 대역에서 Joule 가열을 위한 수단과 냉각 단계에서 기액 혼합물을 이용하는 냉각 수단으로 이루어지고, 상기 균열 대역의 가열 수단은 미리 결정된 온도로 짧은 시간동안에 빠르게 강 스트립을 가열하기 위해 제공되었고, 및 냉각 수단은 냉각 속도 및 최종 온도를 제어하기 위해 복 수개의 기액 혼합 노즐 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 냉연 강판용 연속 소둔 설비.

청구항 6

제5항에 있어서, 전체 가열대역에서의 Joule 가열을 위한 상기 가열 수단이 직접저항에 의한 가열 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 냉연 강판용 연속 소둔 설비.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 균열 대역의 임의 부분에서 단 기간 강 스트립을 급속히 가열시키기 위해 제공되는 가열 수단이 강판을 미리 결정된 온도로 가열시킴으로써, 가열을 조절하여 소둔 변수 (AP)를 -33 이상으로 하는 것을 특징으로 하는 냉연 강판용 연속 소둔 설비.

청구항 8

제5항에 있어서, 직접 저항에 의한 가열 수단이 강판이 통과하는 고리형 변압기를 통해 교류를 통과시킴으로써 그 안에서 유도 전류를 발생시켜 강판이 가열되도록 함으로써 강판을 가열시키기 위한 수단인 것을 특징으로 하는 냉연 강판용 연속 소둔 설비.

청구항 9

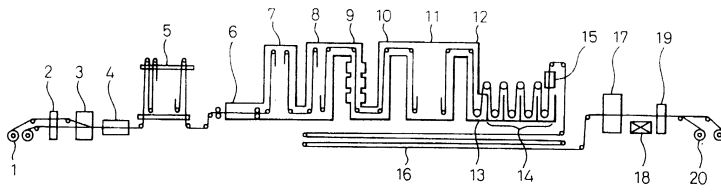
제5항 내지 8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 설비가 순차적으로 가열 대역, 균열 대역, 제1냉각 대역 및 과시효 대역 및 제2냉각 대역으로 이루어진 것을 특징으로 하는 냉연 강판용 연속 소둔 설비.

청구항 10

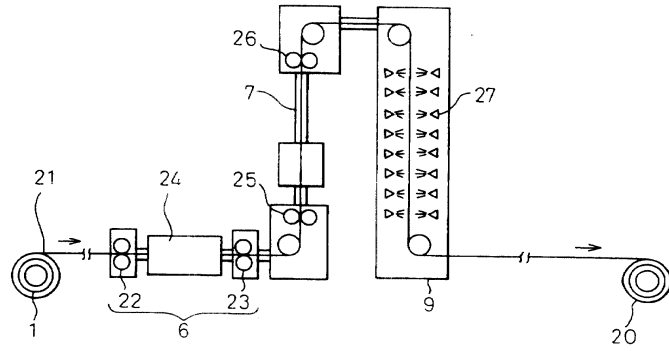
제4항 및 7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 균열 대역의 임의 부분에서 단 기간 동안 강 스트립을 급속히 가열시키기 위한 가열 수단이 직접 저항 가열 수단 또는 유도 가열 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 냉연 강판용 연속 소둔 설비.

도면

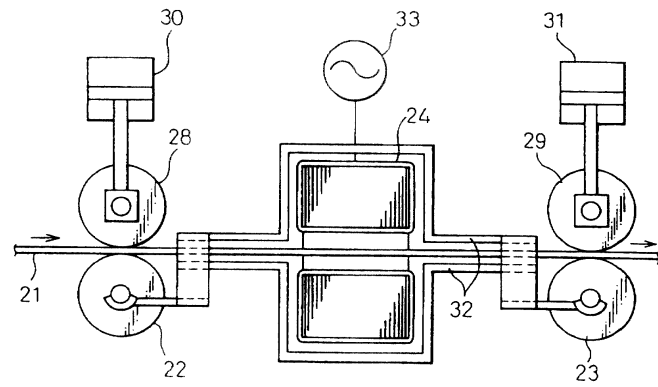
도면1



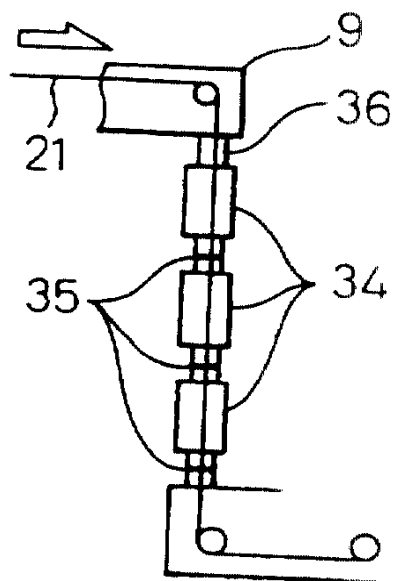
도면2



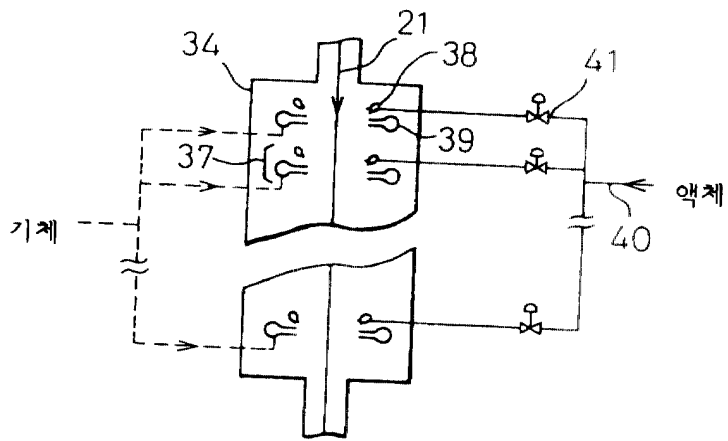
도면3



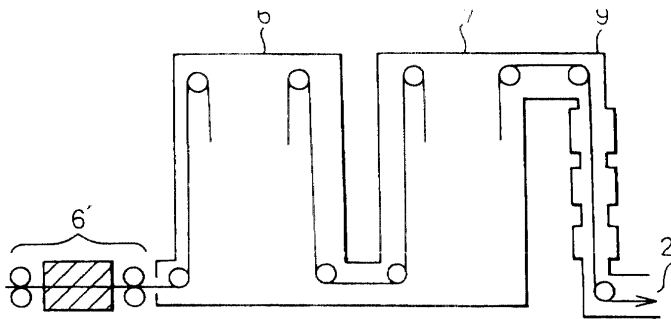
도면4



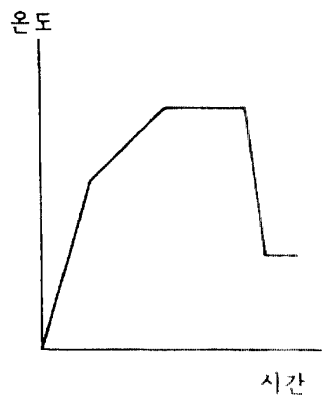
도면5



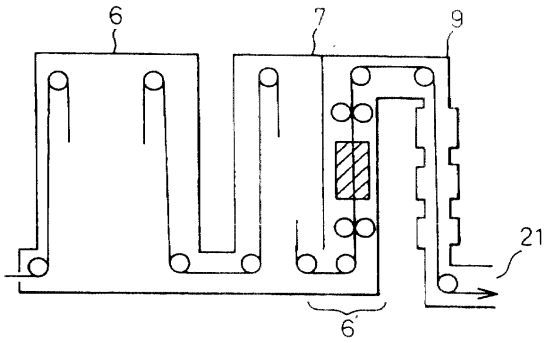
도면6a



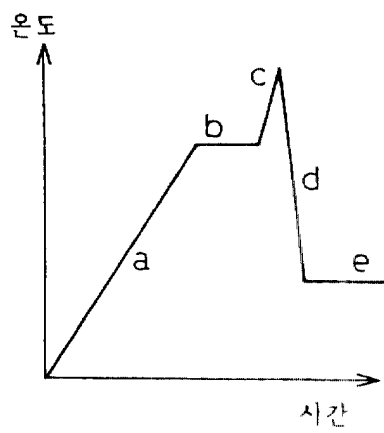
도면6b



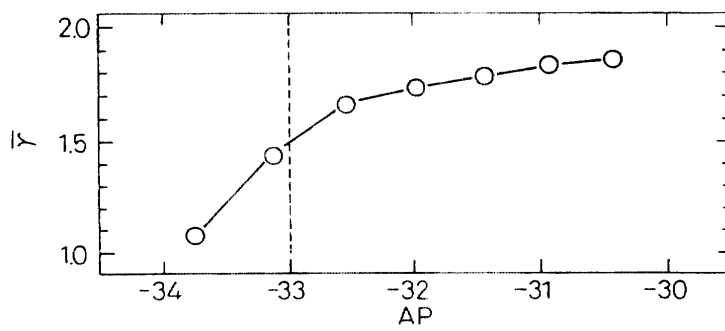
도면7a



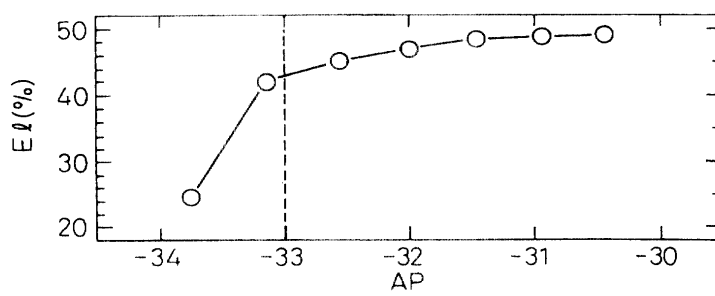
도면7b



도면8a



도면8b



도면 8c

