

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 특허공보(B1)**

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> C21D 11/00 C21D 8/06	(45) 공고일자 1996년05월08일	(11) 공고번호 특1996-0006029	(24) 등록일자 1996년05월08일
(21) 출원번호 특1993-0023411	(65) 공개번호 특1995-0014335	(43) 공개일자 1995년06월15일	
(22) 출원일자 1993년11월05일			
(71) 출원인 포항종합제철주식회사    조말수 경상북도 포항시 괴동동 1번지			
(72) 발명자 정두찬 경상북도 포항시 동촌동 5번지 포항종합제철소내 최종훈 경상북도 포항시 동촌동 5번지 포항종합제철소내 김장갑 경상북도 포항시 동촌동 5번지 포항종합제철소내 정효안 경상북도 포항시 동촌동 5번지 포항종합제철소내			
(74) 대리인 전준항, 손원, 김종윤			

**심사관 : 박기학 (책자공보 제4451호)**

**(54) 스케일의 기계적 박리성이 우수한 고탄소강 선재의 제조방법**

**요약**

내용 없음.

**대표도**

**도1**

**명세서**

[발명의 명칭]

스케일의 기계적 박리성이 우수한 고탄소강 선재의 제조방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 통상적인 선재제조장치를 개략적으로 나타내는 개략도.

제2도는 선재코일이 놓여있는 제1도의 선재제조장치의 코일콘베아를 개략적으로 나타내는 개략도.

제3도는 본 발명 및 종래방법에 의해 제조된 고탄소강 선재의 표층부 스케일을 나타내는 광학 현미경 사진.

제4도는 본 발명 및 종래방법에 의해 제조된 고탄소강 선재를 6% 인장 변형시 탈락된 스케일 형상을 나타내는 사진.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1 : 압연소재  | 2 : 사상압연기    |
| 3 : 수냉장치  | 4 : 강제송풍냉각장치 |
| 5 : 권취기   | 6 : 코일콘베아    |
| 7 : 코일집속기 |              |

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 고탄소강 선재를 제조하는 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 고탄소강 소재를 열간압연 후 냉각시키는 과정에서 냉각속도를 적절히 제어함으로써, 스케일의 기계적 박리성이 우수한 고탄소강 선재를 제조하는 방법에 관한 것이다.

통상, 선재를 제조하기 위해서는, 제1도에도 나타난 바와같이, 우선, 빌렛을 가열로내에서 충분히 가열하여 주조조직을 완화시킨 다음, 열간압연하기에 알맞은 온도로 추출하여 조압연 및 중간조압연한 후, 압연 소재(1)를 사상압연기(2)에서 중간사상 압연 및 사상압연을 행하여 최종직경을 얻는다.

사상압연시의 압연속도가 매우 빠르기 때문에 압연시 가공발열에 의해서 압연소재(1)의 온도는 상당히 상승한다. 이렇게 온도가 높아진 소재를 수냉장치(3)를 통과시켜 750 내지 900℃의 온도까지 급격히 냉각시킨다. 여기까지는 압연소재가 직선의 형태로 유지되어 왔으나 레잉헤드(laying head)라고 하는 권취기(5)를 이용하여 원형의 코일형상으로 만들어 주며, 이때부터 선재 최종제품의 물성을 결정짓는 미세조직을 얻기위해 스텔모아(Stelmor)라고 하는 강제송풍 냉각장치(4)를 이용하여 소재의 냉각속도를 제어함으로써 원하는 미세조직 및 소재강도를 확보한다. 이때 레잉헤드 이후의 코일형상의 선재는 제2도에 나타난 바와같이, 코일콘베어(coil conveyer)(6)의 위를 지나게 되며, 강제 송풍 냉각장치(4)는 코일 콘베어(6)의 하부에 설치되어 있다. 변태가 완료된 코일은 코일집속기(7)를 이용해 코일을 쌓은 다음 포장 후 출하된다.

일반적으로, 고탄소강 선재의 경우 제품의 물성치로서 가장 중요한 항목은 높은 인장강도와 선선 가공할 때의 가공성을 확보하는 것인데, 이를 위해서는 레잉헤드 이후의 냉각시 냉각속도를 조절하는 제어냉각을 함으로써 미세하고 균일한 펄라이트조직을 얻는 것이 필수적이다. 그리고 선재공장에서 코일집속작업의 문제와 선재제품의 운송이나 취급시 표면의 굽힘 또는 마모, 단선등의 문제를 극소화하기 위해 선재코일의 권취형상을 가능한 한 원형으로 균일하게 조정하는 것이 중요한데 이를 위해 레잉헤드에서의 냉각개시온도를 약 830℃ 근방으로 유지되도록 수냉설비를 통해 소재온도를 제어한다. 널리 알려진 바와같이 레잉헤드에서의 소재온도가 증가하면 선재의 제품상태에서의 인장강도는 약간 상승하는데 이는 별 문제가 되지 않는다. 이렇게 레잉헤드에서의 냉각개시 온도를 조정할 다음 초당 15 내지 25℃의 냉각속도로써 소재를 냉각하면, 나중의 선선공정전의 조직 균질화처리인 납파텐팅(lead patenting) 공정을 생략할 수 있을 정도로 선선 가공성이 우수하고 또한 선선가공 후 원하는 인장강도를 확보할 수 있는 선재를 생산할 수 있다.

이와같이 제어냉각공정을 지나는 동안 선재의 표면에는 얇은 스케일이 생성되는데, 이 선재를 수요가들이 2차 가공하기에 앞서 반드시 스케일의 박리공정을 거치게 된다.

스케일 박리방법으로는 지금까지 주로 염산이나 황산을 사용해서 화학적으로 처리하는 산세법이 일반적이었다.

산세법에 의한 스케일 제거시에는 스케일의 두께가 얇을수록 유리하기 때문에 지금까지는 합금성분, 열간 압연후의 냉각속도등을 조정하는 방법을 이용해 얇은 스케일을 형성시키는 한편, 산성용액내에서 쉽게 용해 탈락되는 스케일을 형성시켜 왔다.

그러나, 이 산세법은 박리성이 우수한 반면에 산세설비의 설치나 가동을 위해 비용이 상당히 들 뿐 아니라 엄청난 공해방지시설이 필요하고 그 규제도 엄격해지고 있다.

따라서, 염산이나 황산을 사용하지 않고 기계적으로 스케일을 제거하기 위한 방법이 제안되고 있는데 이들 방법중 반복급힘법, 쇼트블라스트(shot blast)법 및 공기 블라스트(air blast)법등이 널리 이용되고 있다. 이들 기계적인 박리법은 산세법 만큼은 박리성이 우수하지 않지만, 공해가 적고 제조 및 운전원가 측면에서 유리하기 때문에 최근 선선업계에서는 기계적 박리 후에 약한 산세를 하는 복합적인 방법과 기계적 박리법만으로 스케일을 제거시키는 방법등을 채택하는 사례가 늘고 있다.

스케일이 완전히 탈락되지 않고 선재의 표면에 잔존하게 되면 나중의 선선공정의 전처리인 피막 처리시 균일한 표면조건을 확보할 수 없어서 선선시 표면결함이나 단선의 발생등 심각한 문제점의 원인이 될 수 있기 때문에 스케일의 박리성 향상은 매우 절실한 문제이다. 그런데 기계적 박리법은 산세법에 비해서 스케일의 잔존율이 높기 때문에 선재를 생산하는 과정에서부터 기계적 박리성이 우수한 스케일을 형성시키는 것이 요구되고 있다.

고탄소강 선재의 스케일의 기계적 박리성을 향상시키기 위한 종래의 방법으로는 일본공개특허 (소) 61-154702 및 (평) 2-213448호등을 들 수 있다.

상기 일본공개특허 (소) 61-154702호에는 선재를 열간압연할때, 가열로 및 압연도중에 생성되는 스케일을 각각 조압연직전 및 사상압연직전에 90kg/cm<sup>2</sup> 이상의 고압수에 의해서 스케일을 제거함으로써 평균표면조도를 1.5μm 이하로 조정하여 스케일의 기계적 박리성을 향상시킨 바가 있고, 일본공개특허 (평) 2-213448호의 경우는, 중량비로서, 탄소 0.4-0.9%, 실리콘 0.1-0.9%, 망간 0.3-1.0%, 니켈 0.05-0.15%를 함유한 고탄소강 선재에 크롬 또는 바나듐중 1중 또는 2중을 총량으로 0.05-0.30% 함유하고, 평균표면조도를 1.5 μm 이하로 조정하여 스케일의 밀착성 및 기계적 박리성을 개선시킨 바가 있다.

그러나, 상기 일본공개특허 (소) 61-154702호의 경우에는 90kg/cm<sup>2</sup> 이상의 고압수에 의해 스케일을 제거하기 위한 장치가 추가로 요구되어 제조비용이 증가하고 제조공정이 복잡하게 되는 문제점이 있고, 상기 일본공개특허 (평) 2-213448호의 경우에는 성분을 조절하므로 최종 제품의 기계적 성질이 변화될 우려가 있는 등의 문제점이 있다.

통상, 선재 제조시 750 내지 900℃의 냉각개시 온도와 초당 15 내지 25℃의 냉각속도로 제어 냉각하는 동안에 스케일 생성되고, 이 스케일의 대부분은 FeO T1 로 이루어지는데, FeO로 이루어지는 스케일은 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(Magnetite)에 비해서 산세 또는 기계적 박리시 제거시키기가 쉽다.

그러나, 570℃ 이하의 온도에서는 FeO 보다는 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>가 열역학적으로 안정하기 때문에 이 온도범위에서 오랜시간이 지나면 FeO는 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>로 변태한다. 특히 이 변태속도는 온도가 400℃ 부근일 경우 가장 빨라서 약 3분 정도 지나면 변태가 개시되는데, 이렇게 변태된 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>는 지철과 FeO의 경계면에서 석출하여 FeO에 배해서 지철과의 접착력이 훨씬 큰 마그네타이트심(Magnetite seam)이라는 스케일층을 형성하게 되므로, 스케일의 박리성을 증대시키기 위해서는 마그네타이트심이 형성되지 않도록 하는 것이 중요하다. 따라서 고탄소강 선재의 냉각시 상변태가 완료되는 550℃ 이하의 온도에서는 가능한한 급냉하는 것이 필요하다. 그

리고 고탄소강 선재의 경우 각종 합금성분을 중량비로 했을때 탄소 0.4-1.2%, 실리콘 0.2-0.3%, 망간 0.3-0.9% 그리고 잔부는 철 및 기타 불가피한 불순물로 조성되는데, 이러한 범위내의 성분변화에서는 이상에 언급한 스케일의 성장기구 및 속도론은 거의 차이가 없는 것으로 알려져 있다.

상기한 바와같이 선재제품의 미세조직 및 기계적 성질을 확보하기 위한 제어 냉각법으로 고탄소강 선재를 제조하는 경우에는 산세법으로 충분히 제거시킬 수 있을 정도의 얇은 스테일이 형성되어 문제가 없으나, 기계적으로 박리시키는 경우에는 FeO로 이루어진 스케일의 두께가 두꺼울수록 박리성이 우수하므로, 우수한 스케일 박리성을 얻기는 어렵다.

이에, 본 발명자들은 고탄소강 선재의 열간압연 후 냉각속도의 조정을 통해서 최종제품의 물성에는 영향을 미치지 않으면서 스케일의 조성 및 두께를 조절하여, 스케일의 기계적 박리성을 향상시키는 방법에 대해 깊이있게 연구한 결과, 다음과 같은 사실을 인식하게 되었다.

첫째, 레잉헤드온도가 너무 높으면 선재코일의 권취형상이 나빠져서 작업성에 악영향을 미칠뿐만 아니라, 선재의 코일내 인장강도 편차가 심화된다는 것인데, 그 이유는 코일 콘베야상을 지나는 코일의 횡방향으로의 소재밀도가 위치에 따라 다르므로, 냉각속도의 편차가 발생하고, 이것이 최종제품상태에서의 인장강도 편차의 요인이 되며, 이러한 냉각속도의 편차는 레잉헤드온도가 높을수록 심화되기 때문이다. 둘째, 고탄소강 선재의 냉각속도가 너무 낮으면 상변태 온도가 너무 높아져서 최종제품의 인장강도가 규격에 미달하게 될 뿐만 아니라, 미세조직중 펄라이트분율이 낮아지고 펄라이트의 층상간격이 넓어져서 신선가공성을 급격히 저하시키게 된다는 것이다. 셋째, 레잉헤드온도가 너무 높거나, 냉각속도가 너무 낮아서 FeO 층의 두께과 과잉으로 두꺼워지면, 스케일 생성시 형성되는 압축잔류 응력이 집적되어 지철과 스케일층 사이에 간극이 발생하게 되며, 이런 현상이 발생하면 마그네타이트심이 매우 용이하게 생성되기 때문에 박리성에는 치명적인 영향을 미치게 된다는 것이다.

본 발명은 상기한 연구결과에 근거하여 제안된 것으로써, 고탄소강 선재 제조시 열간압연후에 있어 적당한 레잉헤드온도가 엄격한 냉각속도 제어를 행하므로써 기계적 성질 및 미세조직을 우수하게 유지하면서 동시에 스케일의 기계적 박리성이 우수한 고탄소강 선재를 제조하고자 하는데, 그 목적이 있다.

이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명한다.

본 발명은 중량%로, C:0.4-1.2%, Si:0.2-0.3%, Mn:0.3-0.9%, 잔부는 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 함유하는 고탄소강을 열간압연하여 선재를 제조하는 방법에 있어서, 열간압연 이후의 냉각개시 온도를 850-900℃로 하고, 이 냉각개시온도로부터 평균냉각속도는 10-15℃/sec의 범위로 하여 680℃까지 제1단계 냉각을 행하고, 이후 680℃에서 200℃까지의 냉각속도는 680℃를 통과하는 순간의 냉각속도를 기준으로 하여 15-15℃/sec로 제2단계 냉각을 실시하는 스케일의 기계적 박리성이 우수한 고탄소강 선재를 제조하는 방법에 관한 것이다.

이하, 상기 성분 및 온도, 냉각속도 범위의 수치한정 이유에 대하여 설명한다.

탄소는 강의 강도를 증대시키는데 있어서 가장 효과적이며 중요한 원소이다. 탄소가 0.4% 이하로 첨가되면 송풍냉각에 의해 페라이트와 펄라이트로 이루어진 미세조직을 가진 상태에서 선재의 충분한 인장강도를 얻는 것이 불가능하다. 따라서 탄소함량은 0.4% 이상이 되도록 첨가해야 한다. 그리고 탄소가 1.2% 이상 첨가되면 선재압연 후 송풍냉각시 냉각속도를 아무리 증대시키더라도 오스테나이트의 입계에서 형성되는 두꺼운 초석 시멘타이트의 발생을 방지할 수가 없기 때문에 신선가공시 단선발생의 원인이 된다.

실리콘은 강의 탈산에 필요한 원소이기 때문에 함유량이 너무 적을 경우 탈산효과가 충분하지 않으므로 0.2% 이상 첨가해야 한다. 또한 실리콘은 파텐팅 열처리시 형성되는 펄라이트중의 페라이트층에 농축되어 고용강화를 일으키기 때문에 신선 가공에 따른 가공경화율을 높이는 효과가 있다. 그러나 0.3% 이상 첨가되면 선재 제조공정중 표면탈탄이 심하게 되고, 파텐팅시 펄라이트 변태가 지연되어 생산성을 현저히 저감시킨다.

망간은 강의 제조시에 탈산효과가 있을 뿐만 아니라 소재내의 황과 더불어 황화망간(MnS)을 형성시켜 황에 의한 적열취성현상을 방지하는 역할을 하기 때문에 0.3% 이상 첨가되어야 하며, 0.9% 이상으로 첨가될 경우 펄라이트의 변태속도를 현저히 저하시키기 때문에 압연후 송풍냉각시 또는 파텐팅 열처리시 베이나이트 또는 마르텐사이트등의 저온변태조직이 발생하게 되어 신선시 단선발생의 원인이 된다.

상기 냉각개시 온도를 850℃ 이하로 하는 경우, 원하는 두께의 FeO층을 확보하기 위해서는 냉각속도가 초당 10℃ 미만으로 감소되어야 하는데 이렇게 되면 고탄소강 선재의 필수적인 물성인 높은 인장강도와 우수한 신선가공성을 확보하는 것이 불가능해진다. 그리고 냉각개시온도가 900℃를 상회하면 앞서 언급한 바와같이 선재 코일의 권취형상이 불량해져서 작업성에 악영향을 미칠 뿐만 아니라, 선재의 코일내 인장강도편차를 심화시키게 되므로, 냉각개시 온도는 850 내지 900℃의 범위로 제한하는 것이 바람직하다.

상기 소재의 온도가 680℃ 근처를 경계로하여 냉각속도를 변화시킨 이유는 고탄소강 선재의 경우 연속냉각시 펄라이트변태의 개시온도가 680℃ 근처가 되기 때문이다. 680℃ 이상의 온도범위에서는 페라이트의 변태가 일어나는데 이는 고탄소가 선재의 경우에서 펄라이트에 비해 최종제품의 물성에 그다지 큰 영향을 미치지 않는다. 따라서 680℃ 이상의 온도변위에서는 FeO의 성장속도가 빠르기 때문에 초당 10 내지 15℃ 범위의 비교적 낮은 냉각속도를 유지하여 충분한 두께의 스케일층을 형성시킨 다음, 680℃ 이하의 온도에서 펄라이트 변태온도를 제어함으로써 원하는 두께의 스케일층과 적절한 기계적 성질을 얻을 수 있다. 한편 680℃ 이후 200℃까지의 냉각속도의 범위를 680℃를 통과하는 순간에 냉각속도로 규정한 이유는 다음과 같다. 고탄소강 선재가 연속냉각되는 도중에 펄라이트변태가 진행된다면 변태에 의한 변태잠열이 상당히 발생하게 되는데, 이 때문에 냉각도중 소재의 온도가 일시적으로 상승하게 되어 결과적으로 냉각지연현상이 발생한다. 따라서 이 영역에서는 송풍속도가 일정하더라도 변태속도가 빨라지는 640 내지 670℃의 온도범위에서의 온도상승효과에 의해서 전체적으로 냉각속도를 평균했을때 매우 낮은 값을 나타나게 된다. 따라서 펄라이트변태가 개시되는 온도인 680℃를 통과하는 순간의 냉각속도를 기준으로 하는 것이 실제적인 의미를 지니게 된다.

상기 680℃ 이상의 온도에서 냉각속도 범위를 초당 10 내지 15℃로 한 이유는 다음과 같다. 냉각속도가

초당 10℃ 이하가 되면, 소재온도가 펄라이트 변태가 개시되는 680℃ 근처에 도달했을 때 콘베아상의 횡방향의 소재밀도 편차에 의한 냉각속도의 편차가 심화되어 최종제품의 인장강도 편차가 제품규격을 벗어나게 된다. 또한 냉각속도가 너무 느리게 되면 소재가 고온영역에서 지체하는 시간이 길어져, FeO층이 과잉으로 두껍게 형성되어 스케일층 내부에 압축잔류 응력이 집중된다. 이렇게 하면 지철과 스케일층 사이에 간극이 발생하게 되고, 이후에 마그네타이트심이 매우 용이하게 생성되기 때문에 박리성에는 치명적인 영향을 미친다. 반면에 냉각속도가 15℃ 이상이 되어 너무 빠르면 FeO층이 충분한 두께로 형성되지 않기 때문에 기계적 박리시에 스케일이 분말형태로 선의 표면에 잔존하거나 아예 박리되지 않는 부분도 발생하는 문제점이 생긴다.

그리고 상기 680℃ 통과시 냉각속도가 초당 15 내지 25℃로 한 이유는 다음과 같다. 냉각속도가 초당 15℃ 이하가 되면 펄라이트의 변태온도가 높아져서 펄라이트 층상간격이 증대되기 때문에 선재제품의 인장강도가 규격범위 이하로 낮아질 뿐만 아니라 신선가공성에도 악영향을 미치게 되어 단선발생의 원인이 된다. 그리고 소재온도가 570℃ 이하의 범위에서 냉각속도가 느리면 박리성에 불리한 마그네타이트심이 발생할 가능성이 있다. 한편 냉각속도가 초당 25℃ 이상이 되면 선재 중심부에 존재할 수 있는 탄소 및 망간성분의 편석지점에서 펄라이트 변태가 지연됨으로써 베이나이트 또는 마르텐사이트 등의 저온변태 조직 발생의 원인이 된다. 이러한 저온 변태 조직은 연성이 현저히 떨어지기 때문에 신선가공시 단선을 유발하는 등 심각한 문제를 야기한다. 따라서 680℃ 이하의 온도에서는 냉각속도를 초당 15 내지 25℃의 범위로 제한하는 것이 필요하다.

이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다.

#### [실시예]

하기 표 1과 같이 조성되는 고탄소 경강선재를 연속주조에 의해서 가로 및 세로가 각각 160mm, 길이가 약 10m인 빌렛으로 제조하고, 1100℃ 이상의 온도에서 1시간 30분 동안 가열하여 주조조직을 제거한 후 29개의 압연단계로 이루어진 압연기로 연속압연을 하여 최종압연소재의 직경이 5.5mm가 되도록 열간압연을 하였다.

[표 1]

(단위 : 중량%)				
C	Si	Mn	P	S
0.72	0.21	0.45	0.012	0.005

이렇게 열간압연한 소재를 연속적으로 수냉설비를 통과시킴으로써, 하기표 2와 같이 레인헤드온도를 870℃로 조정하였다. 이후 스텔모아 강제 송풍 냉각장치의 송풍량을 조정하여, 소재온도가 680℃가 될때까지는 평균냉각속도(CR1)가 초당 12℃가 되도록 하였으며 그 이후 펄라이트 변태가 개시되는 680℃ 근처를 통과하는 시점에서 냉각속도(CR2)를 초당 18℃로 하였다. 냉각속도의 조절은 콘베아의 하부에 있는 송풍장치의 풍량을 변경하여 시행하였으며, 소재온도가 680℃를 통과하는 시점부터 200℃에 도달할때까지의 송풍량은 일정하게 유지하였다(발명재).

본 발명재와 비교하기 위하여 종래의 방법으로 선재를 제조하였는데(종래제), 5.5mm 직경으로 열간압연하는 과정까지는 본 발명의 경우와 동일하지만, 하기표 2에 나타난 바와같이, 종래방법의 레인헤드온도는 830℃이며, 펄라이트 변태가 개시되는 680℃까지의 평균냉각속도는 초당 22℃이고, 680℃를 통과하는 순간에는 초당 18℃의 냉각속도로 냉각하였다.

[표 2]

구 분	레인헤드온도(℃)	CR1(℃/sec)	CR2(℃/sec)
종래제	830	22	18
발명재	870	12	18

상기와 같이 제조된 선재 시편에 대하여 인장강도(TS), 선재코일내에서의 위치에 따른 인장강도의 표준편차( $\sigma$ ) 및 단면감소율(RA), 스케일두께, 스케일 중량비, 기계적 박리후의 스케일 잔존율등을 측정, 관찰하고, 그 결과를 하기표 3에 나타내었다.

한편, 종래제와 발명재의 선재표층부 스케일의 광학현미경 사진을 관찰하고 그 결과를 제3도에, 그리고 기계적 박리후 스케일 모양을 관찰하고 그 결과를 제4도에 나타내었다.

제3도 및 제4도에서 제4(a)도는 종래제를, 제4(b)도는 발명재를 나타낸다.

하기표 3에서 스케일의 중량비는 박리전의 단위길이당 선재의 무게중에서 표층부 스케일의 총무게가 차지하는 비율을 나타내며, 통상 스케일의 기계적 박리성 시험을 공칭변형을 8 내지 10%의 인장변형을 가한 후 잔존하는 스케일의 중량%로 하는 것이 일반적이지만, 본 실시예에서 사용된 소재의 경우 인장시 8 내지 10%의 변형 이전에 완전파단이 발생하는 경우가 있기 때문에 6%의 인장변형을 하에서 측정된 값이다. 그리고, 인장시험은 선재코일을 8등분하여 시험을 하고 그 평균값 및 표준편차를 계산하여 나타내었다.

[표 3]

시편 No.	스케일			인장시험		
	중량비 (g/kg)	두께 ( $\mu\text{m}$ )	박리율 (%)	인장강도 TS(kg/mm <sup>2</sup> )	편차 $\sigma$ (kg/mm <sup>2</sup> )	단면 감소율 RA(%)
종래재	1.6	4.0	69.0	102.9	1.5	44.4
발명재	4.7	11.5	96.9	103.5	1.6	45.5

상기 표 3에 나타난 바와같이, 인장변형을 가하는 동안 선재의 표면으로부터 기계적으로 박리된 스케일의 중량비(박리율)가 종래재에 비해서 본 발명재의 경우 훨씬 높게 나타남을 알 수 있다.

또한 이렇게 스케일의 기계적 박리성을 향상시킨 본 발명재의 경우, 소재의 인장시험시 인장강도 및 단면 감소율의 측정결과가 종래재에 비하여 약간 높은 값을 나타내고 있을 뿐만 아니라 인장강도의 코일내 표준 편차는 오히려 작은 값을 보이고 있음을 알 수 있다.

제3도에 나타난 바와같이, 본 발명재의 경우가 종래재의 경우에 비하여 스케일 두께가 더 두껍다는 것을 알 수 있으며, 이는 발명재가 비교재에 비하여 스케일의 기계적 박리성이 우수하다는 것을 의미한다.

제4도에 나타난 바와같이, 종래재의 경우 스케일이 분말형태(powder type)로 탈락된 반면에, 본 발명재의 경우는 파편형태(flaky type)를 보이는 것을 알 수 있다. 이렇게 탈락되는 스케일이 분말 형태가 아닌 파편형태의 양상을 보일수록 스케일의 기계적 박리성은 향상된다.

상기 결과를 종합해보면, 종래재에 비해 본 발명재의 경우가 선재의 기계적 성질에 해로운 영향을 미치지 않으면서, 스케일의 기계적 박리성을 현저히 개선시킴을 알 수 있다.

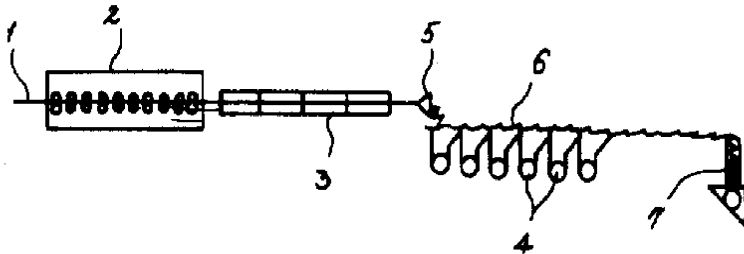
### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

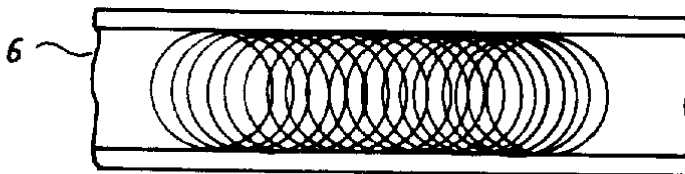
중량%로, C:0.4-1.2%, Si:0.2-0.3%, Mn:0.3-0.9%, 잔부는 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 함유하는 고탄소강을 열간압연하여 선재를 제조하는 방법에 있어서, 열간압연 이후의 냉각개시 온도를 850-900°C로 하고, 이 냉각개시온도로부터 평균냉각속도는 10-15°C/sec의 범위로 하여 680°C까지 제1단계 냉각을 행하고, 이후 680°C에서 200°C까지의 냉각속도는 680°C를 통과하는 순간의 냉각속도를 기준으로 하여 15-15°C/sec의 범위로 제2단계 냉각을 실시함을 특징으로 하는 스케일의 기계적 박리성이 우수한 고탄소강 선재의 제조 방법.

#### 도면

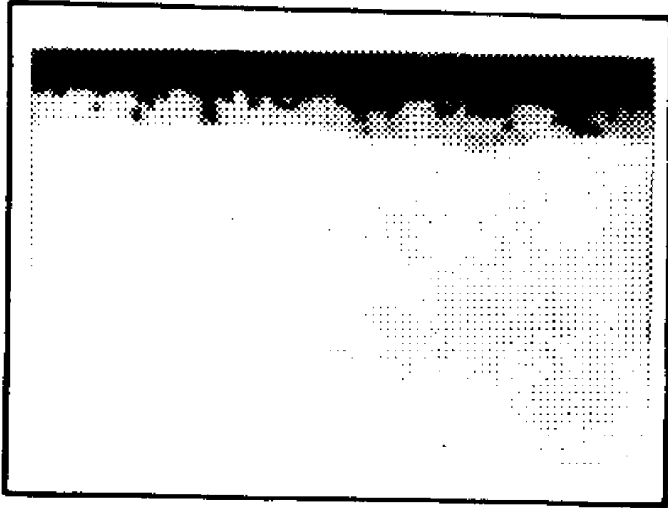
##### 도면1



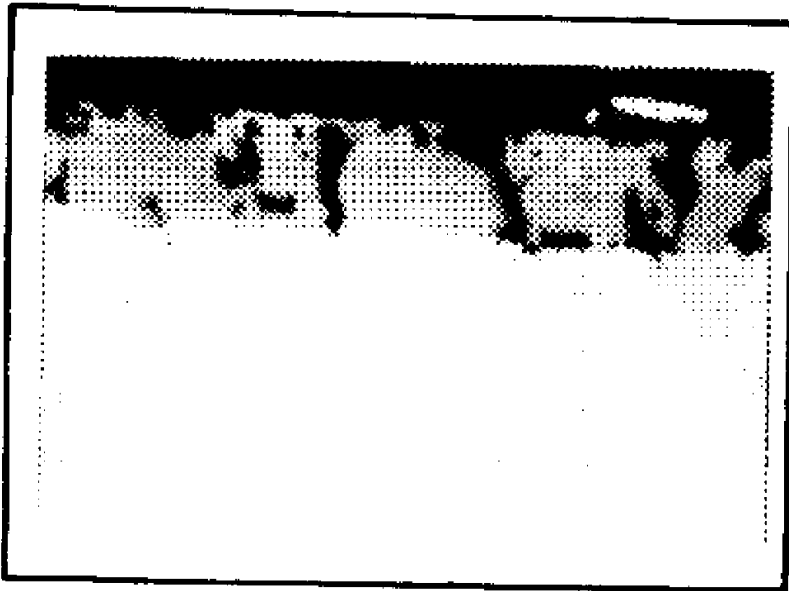
##### 도면2



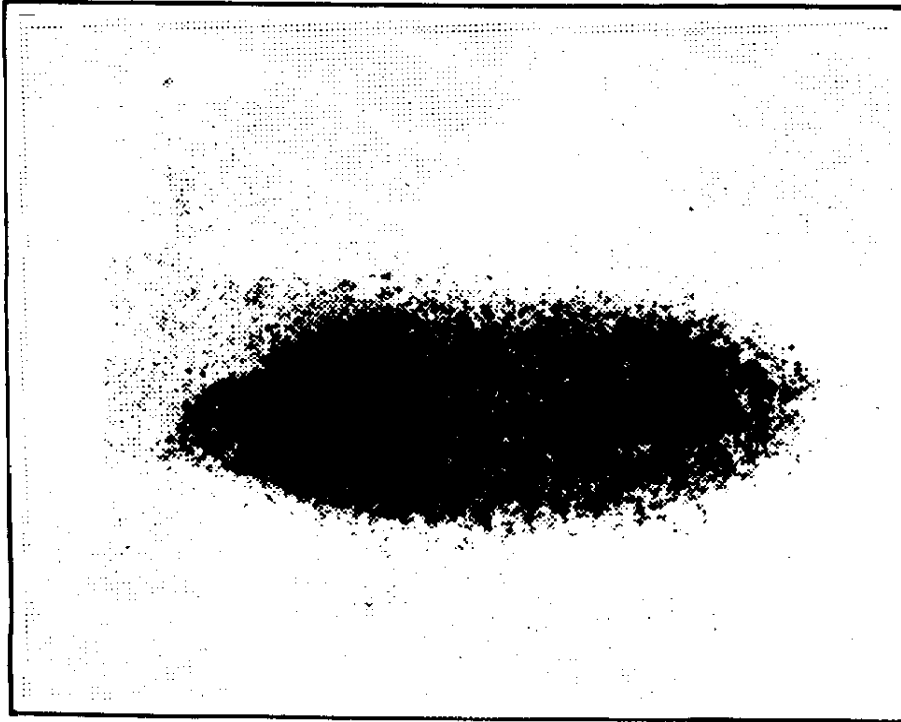
도면3a



도면3b



도면4a



도면4b

