

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
C21C 5/28

(45) 공고일자 1991년12월03일  
(11) 공고번호 특1991-0009867

(21) 출원번호	특1989-0002212	(65) 공개번호	특1989-0013197
(22) 출원일자	1989년02월24일	(43) 공개일자	1989년09월22일
(30) 우선권 주장	63-39719 1988년02월24일 일본(JP)		
(71) 출원인	가와사끼세이데쓰 가부시끼가이샤	야기 야스히로	
	일본국 효오고겐 고베시 주우오구 기따훈마찌도오리 1쵸메 1방 28고		
(72) 발명자	야마다 스미오		
	일본국 지바겐 지바시 가와사끼쵸 1 가와사끼세이데쓰 가부시끼가이샤		
	지바워क्स내		
	다다 지카시		
	일본국 지바겐 지바시 가와사끼쵸 1 가와사끼세이데쓰 가부시끼가이샤		
	지바워क्स내		
	다오까 게이조		
	일본국 지바겐 지바시 가와사끼쵸 1 가와사끼세이데쓰 가부시끼가이샤		
	지바워क्स내		
	바다 하지메		
	일본국 지바겐 지바시 가와사끼쵸 1 가와사끼세이데쓰 가부시끼가이샤		
	지바워क्स내		
(74) 대리인	이준구		

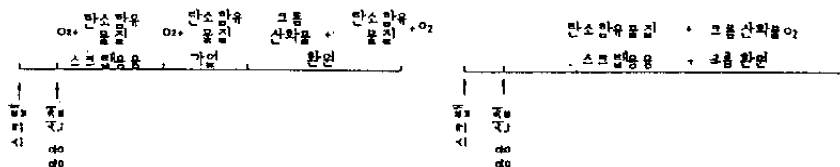
심사관 : 홍성철 (특자공보 제2584호)

(54) 함크롬 용철의 제조방법

요약

내용 없음.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

함크롬 용철의 제조방법

[도면의 간단한 설명]

제1a도와 제1b도는 각각 종래 기술과 본 발명의 환원공정양식을 도시한 차트.

제2도는 종래 기술과 본 발명에서 환원기간과 용철욕의 온도간의 관계를 도시한 그래프.

제3도는 스테리스 스크랩 용융단계중에 소모된 산소량과 온도 상승 계수간의 관계를 도시한 그래프.

제4도는 용철욕의 실제 Ni 농도대 산술적으로 도출된 Ni 농도비와 스테리스 스크랩 용융 단계중에 소모된 산소량간의 관계를 도시한 그래프.

제5도는 용융환원단계의 온도와 슬래그의 총 크롬양(T.Cr)간의 관계를 도시한 그래프.

제6도는 Cr 환원수율에 대한 용철의 C와 Cr 농도의 영향을 도시한 그래프.

제7도는 Cr 환원수율에 대한 송풍 조건의 영향을 도시한 그래프.

제8도는 코우크스의 장입속도와 용철의 C 농도간의 관계를 도시한 그래프.

제9도는 Cr 산화물 장입후의 교반기와 슬래그의 T.Cr 간의 관계를 도시한 그래프.

#### [발명의 상세한 설명]

본 발명은 스텐레스강 제조에 적합한 합크롬 용철의 제조에 관한 것으로서, 특히 스텐레스 스크랩, 크롬 광석 또는 크롬 함유 산화물과 같은 저렴한 물질로부터 합크롬 용철을 제조하는 방법에 관한 것이다.

스텐레스강의 제조를 위한 스텐레스 모용강(mother melt), 즉, 합크롬 용철은, 예를들어 상취 또는 상저취 전로를 이용하여 일반적으로 실시되는 종래 기술이다. 이러한 합크롬 용철의 제조에 있어서, 크롬원으로서 HCF<sub>2</sub>Cr과 같은 페로크롬 합금이 사용된다. 페로크롬 합금은 비교적 고가의 물질로서 합크롬 용철의 제조시에 단가 상승의 원인이 된다. 제조 단가면에서 스텐레스 스크랩, 크롬광석, 반 환원된 크롬광석 또는 펠릿 등과 같이 저렴한 크롬 산화물 함유 물질을 사용하는 것이 유리하다. 종래 기술에서는 용융환원 효율이 낮기 때문에 이러한 대체를 실현할 수 없었다.

합크롬 용철의 제조에 있어서, 다음 문제점이 미해결책으로 남아 있다.

우선, 스텐레스 스크랩이 크롬원으로 사용될때, 열흡수와 탄소농도의 저하가 야기되어 Cr 산화물의 환원 효율이 떨어진다. 둘째, 열흡수면에서 열평형이 형성되도록 탄소량과 산소량을 조절하더라도 Cr 산화물의 환원속도가 비교적 낮기 때문에 공정 기간이 연장되어 용철의 온도를 과도하게 높인다. 용철의 온도가 과도하게 높으면, 내화물의 용손이 가속화되는 경향이 있다.

따라서, 본 발명의 목적은 고가의 페로크롬 합금의 대체로서 크롬 함유 산화물과 스텐레스 스크랩을 이용하여 합크롬 용철을 제조할 수 있도록 하는데 있다.

전술한 목적과 그외 다른 목적을 성취하기 위해, 본 발명에 따른 합크롬 용철의 제조방법은 크게 두 가지 단계를 구성한다. 제1단계에서는 스텐레스 스크랩의 용융과 용철욕의 온도상승을 위하여 전로의 상부로부터 탄소 함유 물질과 슬래그 형성제를 장입하면서 상저취 주입을 실시한다. 제1단계에 있어서 실시되는 제2단계에서는 크롬의 환원을 위해 전로의 상부로 부터 크롬 산화물 및 탄소를 장입하면서 상저취 주입을 수행한다.

본 발명의 일 특징에 따른 합크롬 용철의 제조방법은 상저취 전로에 합크롬철 스크랩과 용융 선철을 장입하여 용철욕을 형성하는 단계와, 스크랩 용융 및 가열단계조작으로서, 전로의 상부로 부터 탄소 함유 물질, 및 슬래그 형성제를 장입하면서 산소의 상취를 실시하여 합크롬철 스크랩을 녹이고 용철욕의 온도를 정해진 온도까지 상승시키는 단계와, 스크랩 용융 및 가열단계조작에 이어지는 환원단계조작으로서, 전로의 상부로부터 탄소 함유 물질 및 크롬 산화물을 장입하면서 산소의 상취를 수행하여 크롬을 환원함으로써 합크롬 용철을 형성시키는 단계를 구성한다.

스크랩 용융 및 가열단계조작은 용철욕을 1500℃보다 높거나 또는 같도록 가열시키고, 및/또는 탄소농도 [C]와 크롬농도[Cr]간의 관계가 다음식을 만족하도록 하기 위해 수행될 수 있다.

$$[C] \geq 4.03 + 0.84 \times [Cr]$$

스크랩 용융 및 가열단계는 2개의 연속단계로 분리시킬 수 있다. 즉, 스크랩의 용융을 위하여 제2의 가열단계에 앞서서 수행되는 제1의 스크랩 용융단계와, 용철욕의 온도를 1500℃ 보다 높거나 같도록 상승시키고 탄소농도 [C]대 크롬농도[Cr]가 다음식을 만족하도록 제1의 스크랩 용융단계에 이어서 수행되는 제2의 가열단계로 나눌 수 있다.

$$[C] \geq 4.03 + 0.84 \times [Cr]$$

본 발명의 상기 공정은 용철욕의 감지하는 단계와 감지된 상태를 기초로 하여 제1스크랩 용융단계와 가열단계간의 전환을 위한 시기를 인식하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 용철욕의 상태 감지 단계는 용철욕의 온도변화를 감지하여 용철욕의 온도변화가 일정할때 상기 전환시기를 인식함으로써 수행할 수 있다. 이와는 달리 스텐레스강 스크랩은 니켈농도를 알고 있는 것을 선택할 수 있고, 상기 용철욕의 상태 감지 단계는 용철의 니켈 농도를 감지하여 감지된 니켈농도가 스텐레스강 스크랩의 알고 있는 니켈농도와 용융선철의 초기 니켈농도 및 전로에 장입된 스텐레스강 스크랩의 양을 기초로 하여 산술적으로 도출된 정해진 값에 도달할때 전환시기를 인식함으로써 수행할 수 있다.

또한, 환원단계는 용철욕을 교반시켜 환원을 촉진시키는 마무리 환원단계를 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명의 다른 일 특징에 따른 합크롬 용철의 환원방법은 상저취 전로에 합크롬철 스크랩과 용융선철을 장입하여 용철욕을 형성시키는 단계와, 전로의 상부로부터 탄소 함유 물질과 크롬 산화물을 장입하면서 상저취를 수행하여 크롬을 환원함으로써 합크롬 용철을 형성하는 단계를 포함하는 합크롬 용철의 환원방법에 있어서, 여기에서 상저취 공정이 다음 환원단계를 위한 준비로서 합크롬철 스크랩을 용융하고 용철욕의 상태를 감지하는 제1단계와, 환원공정을 위해 용철욕이 정해진 상태가 된 후 크롬의 환원을 수행하는 제2단계로 분리되어 있음을 특징으로 한다.

실험 결과를 예시하는 첨부도면을 참조하여 본 발명을 더욱 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 그러나, 이어지는 내용은 단지 본 발명의 설명과 이해를 위한 것이지만 본 발명을 한정하는 것은 아니다.

근본적으로 Cr 환원을 위한 환원공정은 2개의 서로 다른 단계를 통하여 수행된다. 제1단계에서는, 전로의 상부로부터 탄소 함유 물질 및 슬래그 형성제를 장입하면서 상저취 주입을 실시하여 스텐레스강 스크랩을 녹이고 용철욕의 온도를 상승시킨다. 제1단계에 이어 수행되는 제2단계에서는 전로의

상부로 부터 크롬 산화물과 탄소를 장입하면서 상저취 주입을 실시하여 크롬을 환원시킨다.

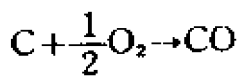
제2단계의 초기에 용철욕의 온도는 1500℃보다 높거나 같도록 조절한다. 환원초기에는 용철욕의 초기 농도가 다음식을 만족하도록 조절한다.

$$[C] \geq 4.03 + 0.084 \times [Cr]$$

제1a도에서 알 수 있는 바와같이, 본 발명에 따른 바람직한 공정은 전술한 2단계로 분리되어 있다. 제1단계를 개시하기 전에, 스텐레스 스크랩과 용융선철을 상저취 전로에 장입한다. 제1단계는 2개의 부가 단계로 다시 분리되어 있다. 여기에서 다른 하나의 부수단계 보다 먼저 수행되는 부수단계는 “스크랩 용융단계”라 칭하고, 다음에 실시되는 다른 하나의 부수단계는 “가열단계”라 칭한다. 스크랩 용융단계와 가열단계는 모두 전로의 상부에서 산소를 용철욕에 주입하고 전로의 하부에서 Ar 가스와 같은 불활성 가스를 주입하여 수행된다. 제1단계중에 코우크스와 같은 탄소 함유 물질과 슬래그 형성제가 전로의 상부를 통해 연속 장입된다. 상기 제1단계를 거치면서 스텐레스 스크랩이 용융되고, 용철욕의 C농도와 온도가 전술한 조건을 만족하는 상태에 도달한다.

제1단계의 공정은 스텐레스 스크랩이 용융되고 용철의 C농도가 전술한 식을 만족하게 되며 용철욕의 온도가 1500℃보다 높거나 같게된 후 종료된다. 제1단계에 이어서, Cr 산화물을 환원하기 위해 제2단계 공정이 수행된다. 이 공정에서는 상저취가 수행되어 가능한 제1단계에서 설정된 용철욕의 상태가 유지된다. 제2단계 공정중, Cr 산화물과 탄소 함유 물질이 전로의 상부를 통해 연속 장입된다.

제1a도에 예시된 본 발명의 바람직한 공정을 제1b도에 예시된 종래 공정과 비교할 수 있다. 제1b도에서 알 수 있듯이, 종래의 공정에서는 탄소 함유 물질과 Cr 산화물이 환원공정의 초기에 연속 장입된다. 이 공정에서 다음식에 따라 탄소와 산소간의 화학반응이 야기된다.



상기 화학 반응에 의해 발생한 열은 스텐레스 스크랩의 용융에 이용된다. 마찬가지로 이 열은 Cr 산화물의 분해를 위한 현열로서 소모된다. 따라서 스텐레스 스크랩의 용융을 위해 장시간이 요구된다. 더우기, 이 공정은 비가열기이기 때문에 용철욕의 온도상승속도가 비교적 낮다. 따라서, 용철욕의 온도가 환원조작을 실시하기에 충분한 온도까지 상승하는 데에는 장시간이 걸린다. 종래 공정에서 용철욕의 온도변화는 제2도의 점선으로 도시되어 있다. 이를 제2도의 실선으로 도시된 본 발명에서의 용철욕의 온도변화와 비교할 수 있다. 제2도에서 분명하듯이, Cr 산화물의 환원조작을 수행하기 위한 전체공정기간을 동일하게 설정할때, 본 발명의 바람직한 공정이 종래 공정에 비하여 환원을 위한 유효기간이 훨씬 더 길다.

당연히, 환원을 위한 유효기간이 짧을수록 환원량은 적을 것이다. 환원량이 적으면, 열흡수가 적게 되어 용철욕의 온도가 상승함으로써 내화물이 손상될 가능성이 높다.

본 발명의 바람직한 공정으로 되돌아와서 스크랩 용융단계의 종료는 온도상승계수 k를 감지하여 온도상승계수가 일정한 시기를 인식하므로써 인식하거나 추정할 수 있다. 이와는 달리, 스텐레스 스크랩으로서 Ni 농도를 알고 있는 Ni 함유 스텐레스 스크랩을 사용할 수 있다. 이 경우, 스크랩 용융단계의 종료는 용철의 Ni 농도변화를 감지하므로써 인식할 수 있다.

온도상승계수 k를 감지하여 스크랩 용융단계의 종료를 인식한 경우, 다음식으로부터 용철욕의 온도상승 계수를 도출할 수 있다. 여기에서 서브랜스를 사용하거나 전로를 기울여서  $x_1Nm^3$ 의 산소를 송풍한 후 용철욕의 온도를  $T_1(^{\circ}C)$ ,  $x_2Nm^3$ 의 산소를 송풍한 후 용철욕의 온도를  $T_2(^{\circ}C)$ 라고 가정한다.

$$k = \{t \times (W_{HM} + W_{SC})\} / (x_2 - x_1)$$

$W_{HM}$  : 용융선철의 중량(톤)

$W_{SC}$  : 스텐레스 스크랩의 중량(톤)

t :  $T_1$ 과  $T_2$ 간의 온도차( $T_2 - T_1$ )

상기로부터 산소 송풍량이  $x_2Nm^3$ 일때, 온도상승계수를 구할 수 있다. 같은 방법으로 85톤 용량의 상저취 전로에 대하여 단위 산소 송풍량과 단위 산소 송풍량에 대한 온도상승계수 k를 도출할 수 있다. 그 결과가 제3도에 도시되어 있다. 85톤 용량의 상저취 전로(용융선철 : 35~45톤, 스텐레스 스크랩 : 20~25톤)를 이용하여 실시한 실험에서, 단위 산소 송풍량이  $100Nm^3$ /톤에 달할때 온도상승계수가 안정되고 일정하다. 이는 스텐레스 스크랩이 용융되었음을 나타낸다. 잘알 수 있듯이, 전술한 공정을 통하여 스크랩 용융단계의 종료시기를 정확하게 추정할 수 있다.

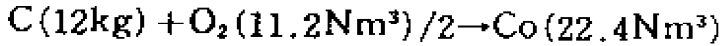
온도상승계수 k는 산소송풍속도에 대한 용철욕의 온도상승율이기 때문에 전로의 상부로부터 장입된 장입량에 따라 변동하는 경향이 있으나 거의 일정하다고 생각할 수 있다. 따라서, 온도상승계수가 상당히 변동될때, 이는 탄소와 산소의 반응에 의해 발생한 열이 스텐레스 스크랩의 용융에 소모되고 있음을 나타낸다.

여기에서 온도상승계수가 k의 물리적 의미를 더욱 분명하게 설명하면 다음과 같다.

탄소함유물질이  $18kg/Nm^3O_2$ 의 양으로 85톤의 상저취 전로에 공급되고 2차 연소율이 20%라고

가정하면, 산소 1Nm<sup>3</sup>당 온도상승은 다음식으로 부터 계산할 수 있다.

<입열>

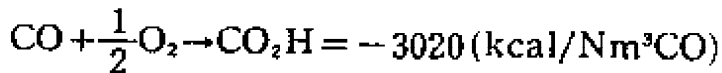


$$H = -2450(kcal/kgC)$$

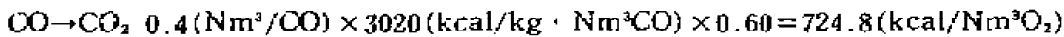
상기 반응식에 의한 반응에서 2차 연소를 20%로 가정하였으므로 산소 1Nm<sup>3</sup>에 대하여 1차연소에 사용된 산소량은 0.8Nm<sup>3</sup>이다 이로부터 다음식을 설정할 수 있다.



한편, 2차 연소율이 20%이므로 다음 반응에 소모된 산소량은 송풍산소 1Nm<sup>3</sup>에 대하여 0.4Nm<sup>3</sup>일 것이다.



여기에서 전술한 반응을 통해 발생된 열에 의한 가열효율이 60%이라면, 공급된 산소량에 대해 가열에 사용된 열값은 다음과 같이 나타낼 수 있다.



따라서, 총 입열은 2828.8kcal/Nm<sup>3</sup>O<sub>2</sub>가 된다.

<출열>

CO의 2차 연소율이 80%라면, 산소 1Nm<sup>3</sup>에 의해 생성되는 양은 1.6Nm<sup>3</sup>이다. 따라서, CO의 2차 연소에 소비되는 열량은 다음과 같다.

$$1.6 \times 489(kcal/Nm^3CO : CO \text{ 가스의 열용량}) = 782(kcal/Nm^3O_2)$$

산소 1Nm<sup>3</sup>에 의해 생성되는 CO<sub>2</sub>량이 0.4Nm<sup>3</sup>이므로 CO<sub>2</sub> 발생을 위해 소모된 열량은 다음식으로 부터 계산할 수 있다.

$$0.4 \times 838(kcal/Nm^3CO_2) = 335.2(kcal/Nm^3O_2)$$

산소와의 연소에 소비된 것 이외의 탄소 함유 물질은 현열과 용해열에 의한 열을 흡수하는 기능을 할 것이다. 탄소 함유 물질은 산소 1Nm<sup>3</sup>당 1.8kg의 양으로 공급되므로 탄소 함유 물질의 존재에 의하여 소비되는 열량은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\{1.8(kg/Nm^3O_2 \times 0.86(\text{코우크스의 C함량}(\%)) - 12 \times 0.8 / 11.2(O_2 \text{와 반응기는 C량})\} \times 342(kcal/kgC) = 236.3(kcal/Nm^3O_2)$$

슬래그의 염기도를 유지하기 위해서 슬래그 형성제가 장입된다. 슬래그 형성제는 현열로서 열을 소모한다.

본 실시예에서는 석회와 코우크스재가 슬래그 형성제로 사용된다. 슬래그 형성제에 의해 소모된 열량은 다음과 같이 도출할 수 있다.

$$\text{석회} : 0.225(kgCaO/Nm^3O_2) \times 352(kcal/kgCaO) = 79.2(kcal/Nm^3O_2)$$

$$\text{코우크스재} : 1.8(kcal/kg) \times 0.12(\text{코우크스의 재비율}(\%)) \times 400(kcal/kg \text{ 재}) = 86.4(kcal/Nm^3O_2)$$

소모된 Pr 분해열도 다음과 같이 유도할 수 있다.

$$12199(kcal/Nm^3Pr) \times 0.013(Nm^3Pr/Nm^3O_2) = 158.6(kcal/Nm^3O_2) \quad t(^{\circ}C) \times 0.21(kcal/kg^{\circ}C : \text{비열}) \times (HM+SC)(\text{톤}) \times 10^3(kcal/Nm^3O_2)$$

또한, 내화벽을 통한 복사에 의해서도 열량이 소모된다. 85톤 용량의 상자취 전로의 경우, 산소 1Nm<sup>3</sup>당 복사에 의한 열소모량은 376(kcal/Nm<sup>3</sup>O<sub>2</sub>)이다. 또한 스텐레스 스크랩을 용융시키는데에도 열이 소비된다. 스텐레스 스크랩을 용융시키는데 필요한 열량은 A(kcal/Nm<sup>3</sup>O<sub>2</sub>)이다. 따라서, 소모된 총 열량은 다음과 같다.

$$2054.1 + t(^{\circ}\text{C}) \times 210 \times (\text{HM} + \text{SC}) + A(\text{kcal}/\text{Nm}^3\text{O}_2)$$

$$\text{상기식으로 부터 } (2824.8 - 2054.1) / 210 - A' \quad (A/210) = t \times (\text{HM} + \text{SC})$$

따라서, k는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$k = t \times (\text{HM} + \text{SC}) = 3.67 - A' \quad (^{\circ}\text{C}/\text{O}_2\text{Nm}^3/\text{톤})$$

용융선철의 중량이 40톤이고, 스텔레스 스크랩의 중량이 23톤인 본 실험에서 도출된 데이터에서 스크랩 용융단계의 종료시에 온도상승계수 k는 약 3.5이었다.

Ni 농도를 알 수 있는 스크랩을 이용함으로써 용철의 Ni 농도변화를 기초로 하여 스크랩 용융단계의 말기를 추정하는 경우에, Ni 농도를 알고 있고 용철욕에 장입된 스크랩의 중량을 알고 있으므로 용철욕의 최종 Ni 농도는 스크랩의 알고 있는 Ni 농도와 Ni 함유 스크랩의 중량을 기초로 하여 산술적으로 유도할 수 있다. 따라서, 산술적으로 얻은 용철의 Ni 농도와 실제로 측정한 용철의 Ni 농도를 비교함으로써 스크랩 용융단계의 종료를 감지할 수 있다. 즉, 장입된 스크랩의 모두가 용융된 스크랩 용융공정의 종료시에 Ni 농도는 산술적으로 얻은 값과 같게 된다. 스크랩의 용융비의 증가에 따른 Ni 농도의 변화는 제4도에 도시되어 있다.

일반적으로 환원효율은 환원반응을 수행하는 온도상승에 따라 증가된다. 최적환원온도를 조사하기 위해 85톤 용량의 상저취 전로를 이용하여 여러가지 환원온도에서 실험을 실시하였다. 실험결과는 제5도에 도시되어 있다. 제5도에서 알 수 있는 바와같이, 1500℃ 이하의 온도에서 환원이 수행되면, 환원반응이 촉진될 수 없고 슬래그의 T.Cr이 환원될 수 없다. 따라서, Cr 환원의 수를면에서 환원을 수행하기 위한 온도는 1500℃보다 높거나 같아야 한다.

한편, 탄소가 용철에 포화되고 슬래그에도 탄소가 함유될때, 환원속도가 더 높아지는 것으로 나타났다. 이를 입증하기 위해 C량에 관련하여 출탕 Cr% 및 출탕 Fe%에 대해 조사하였다. 결과는 제6도에 도시되어 있다. 제6도에서 알 수 있는 바와같이, 출탕 Cr과 C의 균형이 설정되지 않고, 따라서 다음 식이 만족되지 않을때 Cr 환원수율이 낮게 유지된다.

$$[\%C] \geq 4.03 + 0.084 \times [\%Cr]$$

다음 4가지 경우에 대하여 조사하였다.

상기식이 만족되지 않는 경우, 상기식이 만족되는 경우, 환원온도가 1500℃보다 높거나 같은 경우, 환원 온도가 1500℃보다 낮은 경우, 결과는 제7도에 도시되어 있다. 제7도로부터 분명하듯이, 상기 식이 만족되고 환원온도가 1500℃보다 높거나 같을때, 특히 높은 Cr 환원수율이 성취될 수 있다.

Cr 환원공정의 최적화를 위해서는 용철욕의 상태가 최적조건을 만족하도록, 즉 C농도가 전술한 식을 만족하고 용철욕의 온도가 1500℃보다 높거나 같도록 조절하는 것이 바람직하다. 따라서, 본 발명의 바람직한 공정에서는 스크랩 용융단계와 Cr 환원이 수행되는 제2단계 사이에 가열단계가 부여된다.

가열단계에서 전술한 식을 만족시키기 위한 탄소 함유 물질, 예를들어 코우크스의 장입량이 결정되어야 한다. 스크랩 용융단계의 종료시에 C량의 변화를 조사하기 위해 스크랩 용융과정 중 코우크스의 장입속도를 변화시켰다. 코우크스의 장입속도에 관련된 용철의 C%의 변화는 제8도에 도시되어 있다. 제8도는 23톤의 스텔레스 스크랩과 41톤의 용융선철을 담고 있는 85톤 용량의 상저취 전로에 의해 스크랩 용융공정이 수행되고 100Nm<sup>3</sup>/톤의 산소송풍후, 용철에 대한 %C분석의 결과를 도시한 것이다. 제8도에서 알 수 있는 바와같이, 스크랩 용융과정 중, 코우크스의 장입속도가 1.8kg/Nm<sup>3</sup>O<sub>2</sub>로 조절될때, 85톤 용량의 상저취 전로에서 전술한 식이 만족될 수 있다. 그러나 스텔레스 스크랩의 장입량, 용융선철의 양, 및 스크랩의 Cr%를 고려하여 탄소 함유 물질로서 코우크스의 장입량을 결정할 필요가 있다. 더우기, Cr 환원과정중, 전술한 식을 만족하는 용철욕의 상태를 유지하기 위해 코우크스 장입량을 조절할 필요가 있음을 주지하여야 한다.

#### [실시예 1]

스크랩 슈트를 이용하여 22.9톤의 스텔레스강 스크랩을 전로에 장입하였다. 스텔레스 스크랩을 장입한 후, 탈인용선을 41.3톤 장입하였다. 용선을 장입한 후 즉시 전로를 수직으로 하여 송풍을 실시하였다. 스텔레스강 스크랩의 조성과 그 양은 다음 표 1과 같다.

[표 1]

C	Si	P	S	Cr	Ni	중량 (톤)	총중량 (톤)
SUS304 중스크랩 0.07	0.45	0.040	0.010	18.15	8.50	6.4	22.9
SUS304 경스크랩 0.07	0.45	0.040	0.010	18.15	8.50	16.5	

한편, 탈인 용선의 조성은 표 2와 같다.

[표 2]

온도 ℃	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
1170	4.41	tr	0.03	0.010	0.024	---	---

5500Nm<sup>3</sup>의 산소를 송풍한 후, 용철욕에 서브랜스를 삽입하여 그 온도를 측정하였다. 스크랩 용융공정에서 용철욕의 온도를 측정하기 전에 280kg의 석회를 장입하여 스크랩에 포함된 Si에 대한 염기로 보정하였다. 5500Nm<sup>3</sup>의 산소송풍시, 다음 조건으로부터 온도상승계수 k를 얻을 수 있었다.

용융선철의 온도 : 1170℃

측정된 용철온도 : 1525℃

용융선철의 양 : 41.3톤

스크랩의 양 : 22.9톤

$$k = [(1525 - 1170) / 5500] \times (41.3 + 22.9) = 4.14$$

6200Nm<sup>3</sup>의 산소를 송풍한 후, 용철온도를 다시 측정하였다. 측정된 용철 온도는 1565℃이었다. 이로부터 다음과 같이 온도상승계수 k를 유도한다.

$$k = [(1565 - 1525) / (6200 - 5500)] \times (41.4 + 22.9) = 3.67$$

제3도를 고려하면, 이때에 스크랩이 용융되었음을 판단할 수 있다.

본 실험에서 Cr 환원공정을 수행하기 위한 목표온도는 1575℃로 설정하였다. 따라서, 가열단계에서 10℃의 온도상승이 요구되었다. 5℃의 용철온도상승에 대하여 요구되는 송풍산소량은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$[(1575 - 1565) / 3.67] \times (41.3 + 22.9) = 175 \text{Nm}^3 \text{O}_2$$

따라서, 가열단계에서 180Nm<sup>3</sup>의 산소를 송풍한 후, 제2의 Cr 환원단계로 공정을 전환시킨다.

스크랩 용융단계와 가열단계를 통하여 탄소함유물질, 즉 코우크스는 1.8kg/Nm<sup>3</sup>O<sub>2</sub>의 비율로 장입하였다. 공정의 초기로부터 Cr 환원공정의 개시까지 공정시간은 28.6분이었다.

여기에서 스크랩의 %Cr과 스크랩의 장입 중량 및 용철욕의 %Cr은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$[(6.4 + 16.5) \times 0.1815 / (22.9 + 41.4)] \times 100 = 6.47\%$$

이로부터 %C는 4.57보다 크거나 같아야 함을 알 수 있다. 6200Nm<sup>3</sup>의 산소 송풍후, 서브랜스를 이용하여 측정한 데이터의 분석으로부터 도출한 %C는 다음식을 만족하는 4.60이었다.

$$[\%C] \geq 4.03 + 0.084 \times [\%Cr]$$

환원공정에서 용철욕 온도를 일정하게 유지하고 또 열평형을 유지하기 위해 2.4kg/Nm<sup>3</sup>O<sub>2</sub>의 반환원된 크롬 펠릿과 1.3kg/Nm<sup>3</sup>O<sub>2</sub>의 탄소 함유 물질을 장입하였다. 반환원된 크롬 펠릿의 조성은 다음 표 3과 같다.

[표 3]

(중량%)										
T.Cr	SolCr	T.Fe	SolFe	환원율	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P	S
31.18	19.68	22.23	20.06	69.89	4.72	17.28	0.45	10.29	0.024	0.128

전술한 반환원된 크롬펠릿을 장입한 후, 그리고, 1800Nm<sup>3</sup>의 산소를 송풍한 후, 공정을 마무리 환원 단계로 전환한다. 마무리 환원단계에서 산소송풍속도를 낮추어 60Nm<sup>3</sup>/분으로 상취를 실시하고 60Nm<sup>3</sup>/분으로 저취를 실시하였다. 마무리 환원단계가 10분 경과한 후, 최종 용철을 출탕시켰다. 전체공정 시간은 69.95분이었다.

마무리 환원공정으로 들어가기 직전에 서브랜스를 이용하여 용철욕의 온도를 측정하였다. 측정된 온도는 1570℃이었다. 이는 용철욕의 온도가 거의 일정하게 유지되었음을 의미한다.

용철욕의 온도와 출탕된 용철의 조성은 다음 표 4에 나타내었다.

[표 4]

온도 ℃	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
1554	6.06	---	0.39	0.032	0.009	15.58	2.73

한편, 출탕시 슬래그의 조성은 다음 표 5와 같다.

[표 5]

T.Fe	T.C	SiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	T.Cr
0.7	2.31	14.7	0.1	0.01	0.569	23.71	37.5	16.34	0.6

전로에 장입한 장입물은 다음 표 6과 같다.

[표 6]

선철	스크랩	Cr 펠릿	코우크스	석회	돌로마이트	O <sub>2</sub>	Pr	N <sub>2</sub>
41.3t	22.9t	23.35t	29.02t	5.74t	2.28t	19575	245	1764

전술한 실험에서 Cr 환원수율은 95.21%이었고, 용철생산수율은 92.72%, 그리고 Ni 환원수율은 100%이었다.

[실시예 2]

마무리 환원단계를 수행하는 경우와 수행하지 않는 경우에 항크롬 용철의 생산효율을 조사하기 위해 다른 실험을 실시하였다. 또한, 비교 데이터를 얻기 위해 최종 환원공정이 있는 경우와 마무리 환원공정이 없는 경우의 종래 공정을 실시하였다. 결과는 다음 표 7에 제시되어 있다. 부수적으로 교반 시간(마무리 환원)과 슬래그의 T.Cr 간의 관계를 제9도에 나타내었다.

[표 7]

	실시예 1	실시예 2	비교예 1	비교예 2
선철(톤)	41.3	40.7	38.7	39.7
스크랩/	23.4	22.9	23.0	23.0
Cr 펠릿/	26.78	21.95	25.84	24.54
코우크스/	29.74	27.42	26.19	26.60
산소(Nm <sup>3</sup> )	21120	19440	21707	21087
석회/	6.25	5.39	6.46	5.99
돌로마이트/	2.34	2.31	2.15	2.14
출탕 C(%)	5.46	5.57	5.54	5.21
출탕 Cr(%)	16.43	15.26	14.90	14.77
출탕 온도(℃)	1557	1562	1565	1576
Cr 수율(%)	93.5	96.0	80.4	84.2
철생산 수율(%)	92.3	93.5	88.9	90.5
출탕량/	73.2	70.6	67.4	68.8
송풍시간(분)	72	69	74	78
마무리 환원(분)	--	10	--	10
스크랩 용융 단계(분)	26.9	26.9	--	--
환원단계(분)	45.1	32.1	--	--

상기 표 7에서 실시예 1은 마무리 환원을 실시하지 않은 본 발명의 바람직한 공정으로부터 얻은 결과이고, 실시예 2는 마무리 환원을 실시한 본 발명의 바람직한 공정으로부터 얻은 결과이며, 비교예 1은 마무리 환원공정을 실시하지 않은 종래의 공정에 따른 비교예이고, 비교예 2는 마무리 환원공정을 실시한 종래 공정에 따른 비교예이다.

지금까지 알 수 있는 바와같이, 본 발명은 전로를 이용하여 만족할만한 높은 수율로 항크롬 용철을 생산할 수 있다. 더우기 본 발명에 따르면, 전로의 내화벽 손상을 극소화할 수 있다.

본 발명의 이해를 돕기 위하여 본 발명의 바람직한 몇가지 구현예를 참조하여 본 발명을 기술하였으

나, 본 발명의 요지를 벗어나지 않고서도 여러가지 방법으로 본 발명을 구현할 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구범위의 요지를 벗어나지 않고 구현할 수 있는 모든 구현예와 본 명세서에서 제시한 구현예의 개량을 모두 포함한다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

상저취 전로에 함크롬철 스크랩과 용융선철을 장입하여 용철욕을 형성하는 단계와, 스크랩 용융 및 가열단계조작으로서 상기 전로의 상부로 탄소 함유 물질로 슬래그 형성제를 장입하면서 산소의 상취를 수행하여 상기 함크롬철 스크랩을 용융시키고 상기 용철욕을 정해진 온도까지 가열시키는 단계와, 상기 스크랩 용융단계 및 가열단계조작에 이어지는 환원단계조작으로서, 상기 전로의 상부로 탄소 함유 물질과 크롬 산화물을 장입하면서 산소의 상취를 수행하여 크롬을 환원시키므로써 함크롬 용철을 형성시키는 단계를 포함함을 특징으로 하는 함크롬 용철의 제조방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 스크랩 용융 및 가열단계조작이 수행되어 상기 용철욕이 1500℃보다 높거나 같은 온도로 가열됨을 특징으로 하는 함크롬 용철의 제조방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 스크랩 용융 및 가열단계조작이 탄소농도[C]와 크롬농도[Cr]간의 관계가 다음식을 만족하도록 수행됨을 특징으로 하는 함크롬 용철의 제조방법.

$$[C] \geq 4.03 + 0.84 \times [Cr]$$

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 스크랩 용융 및 가열단계조작이 탄소농도[C]와 크롬농도[Cr]간의 관계가 다음식을 만족하도록 수행됨을 특징으로 하는 함크롬 용철의 제조방법.

$$[C] \geq 4.03 + 0.84 \times [Cr]$$

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 스크랩 용융 및 가열단계가 두개의 연속단계, 즉 스크랩을 용융시키기 위해 제2가열단계에 앞서서 수행되는 제1스크랩 용융단계와 용철욕의 온도를 1500℃보다 높거나 같도록 상승시키고 탄소농도[C]대 크롬농도[Cr]가 다음식을 만족하도록 조절하기 위해 상기 제1스크랩 용융단계에 이어 수행되는 제2가열단계로 분리되어 있음을 특징으로 하는 함크롬 용철의 제조방법.

$$[C] \geq 4.03 + 0.84 \times [Cr]$$

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 용철욕의 상태를 감지하고, 감지된 상태를 근거로 하여 상기 제1스크랩 용융단계와 상기 가열단계간의 전환시기를 인식하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 함크롬 용철의 제조방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 용철욕의 온도변동을 감지하여 용철욕의 온도 변동율이 일정할때에 상기 전환시기를 인식하므로써 상기 용철욕의 상태 감지 단계가 수행됨을 특징으로 하는 함크롬 용철의 제조방법.

#### 청구항 8

제6항에 있어서, 상기 함크롬철 스크랩은 Ni 농도를 알고 있는 것으로 선택하고, 상기 용철욕의 Ni 농도를 감지하여 감지된 Ni 농도가 상기 함크롬철 스크랩의 알고 있는 Ni 농도와 용융선철의 초기 Ni 농도 및 전로에 장입된 함크롬철 스크랩의 양을 기초로 하여 산술적으로 도출된 정해진 값에 도달할 때에 상기 전환시기를 인식하므로써 상기 용철욕의 상태 감지 단계가 수행됨을 특징으로 하는 함크롬 용철의 제조 방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 환원단계가 용철욕을 교반시켜 환원을 촉진시키기 위한 마무리 환원단계를 포함하고 있음을 특징으로 하는 함크롬 용철의 제조방법.

#### 청구항 10

상저취 전로에 함크롬철 스크랩과 용융선철을 장입하여 용철욕을 형성하는 단계와, 상기 전로의 상부를 통해 탄소 함유 물질과 크롬 산화물을 장입하면서 상저취를 수행하여 크롬을 환원시키므로써 함크롬 용철을 형성하는 단계를 포함하는 함크롬 용철의 환원방법에 있어서, 상기 상저취 공정이 후속의 환원단계를 위한 준비로서 상기 함크롬철 스크랩을 용융하고 상기 용철욕의 상태를 조절하는 제1단계와 크롬을 환원하기 위한 환원공정으로서 상기 용철욕이 정해진 상태가 된 후에 수행되는 제2단계로 분리되어 있음을 특징으로 하는 함크롬 용철의 환원방법.

#### 청구항 11



제10항에 있어서, 상기 정해진 상태가 1500℃보다 높거나 같은 용철욕의 용철온도를 포함하고 있음을 특징으로 하는 항크롬 용철의 환원방법.

## 청구항 12

제11항에 있어서, 상기 정해진 상태가 다음식을 만족하는 상기 용철욕의 탄소농도 대 크롬농도를 포함하고 있음을 특징으로 하는 항크롬 용철의 환원방법.

$$[C] \geq 4.03 + 0.84 \times [Cr]$$

## 청구항 13

제11항에 있어서, 상기 제1단계가 두개의 연속단계, 즉 상기 스크랩을 용융시키기 위해 제2가열단계에 앞서서 수행되는 제1스크랩 용융단계와 상기 용철욕의 온도를 1500℃보다 높거나 같은 온도로 상승시키고 탄소농도[C]대 크롬농도[Cr]가 다음식을 만족하도록 조절하기 위해 상기 제1스크랩 용융단계에 이어서 수행되는 제2가열단계로 분리되어 있음을 특징으로 하는 함크롬 용철의 환원방법.

$$[C] \geq 4.03 + 0.84 \times [Cr]$$

## 청구항 14

제13항에 있어서, 용철욕의 상태를 감지하여 감지된 상태를 기초로 상기 제1스크랩 용융단계와 상기 가열단계간의 전환시기를 인식하는 단계를 더 포함하고 있음을 특징으로 하는 함크롬 용철의 환원방법.

## 청구항 15

제14항에 있어서, 용철욕의 온도변동을 감지하여 상기 용철욕의 온도 변동율이 일정할때에 상기 전환 시기를 인식하므로써 상기 용철욕의 상태감지단계가 수행됨을 특징으로 하는 함크롬 용철의 환원 방법.

## 청구항 16

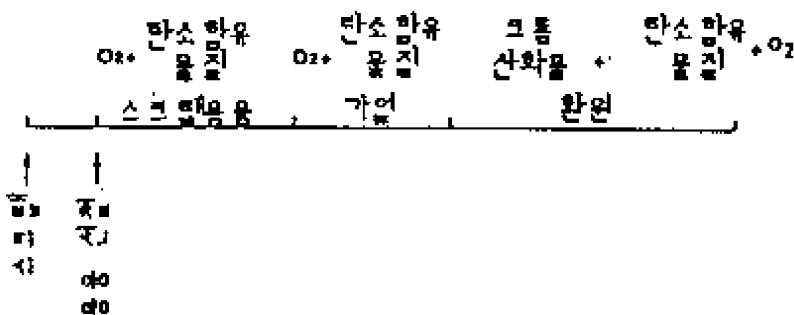
제 14항에 있어서, 상기 함크롬철 스크랩은 Ni 농도를 알고 있는 것으로 선택하고, 상기 용철의 Ni 농도를 감지하여 감지된 Ni 농도가 상기 함크롬철 스크랩의 알고 있는 Ni 농도와 상기 용융선철의 초기 Ni 농도 및 전로에 장입된 함크롬철 스크랩의 양을 기초로 하여 산술적으로 도출된 정해진 값에 도달할때 상기 전환시기를 인식하므로써 상기 용철욕의 상태 감지단계가 수행됨을 특징으로 하는 함크롬 용철의 환원방법.

## 청구항 17

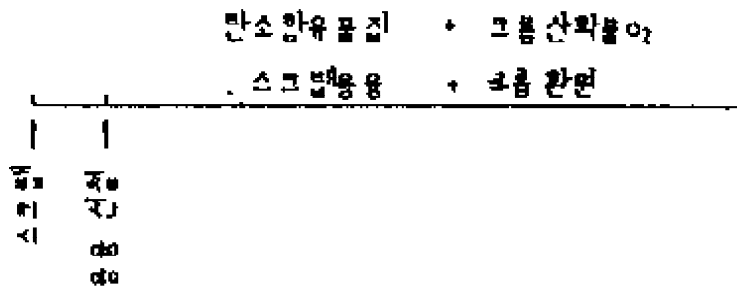
제10항에 있어서, 상기 제2단계가 용철욕을 교반하여 환원을 촉진시키는 마무리 환원단계를 포함하고 있음을 특징으로 하는 항크롬 용철의 환원방법.

도면

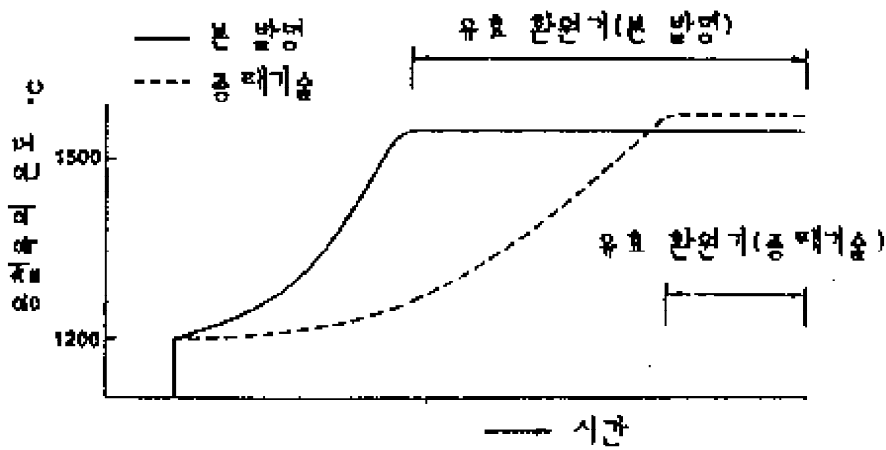
도면 1-a



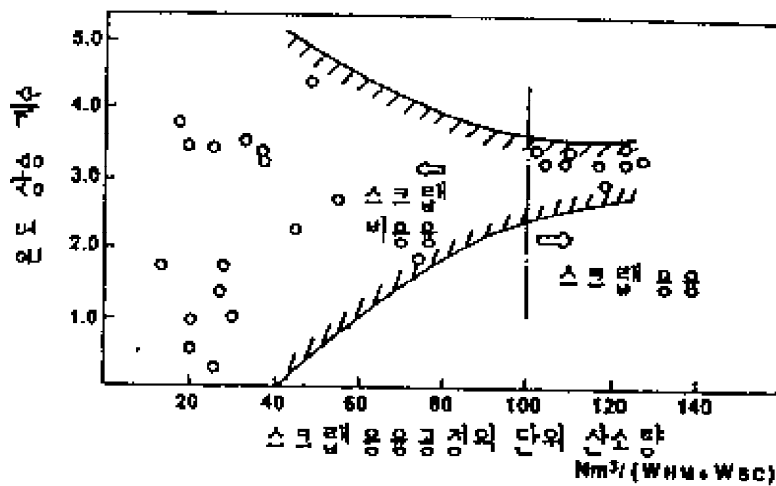
도면1-b



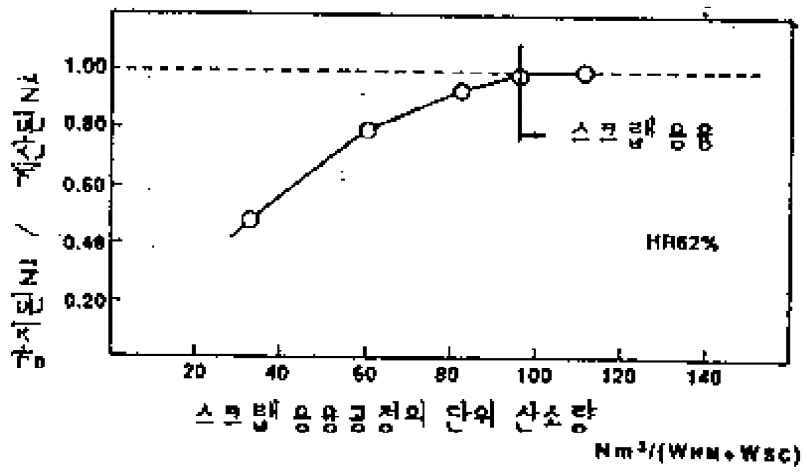
도면2



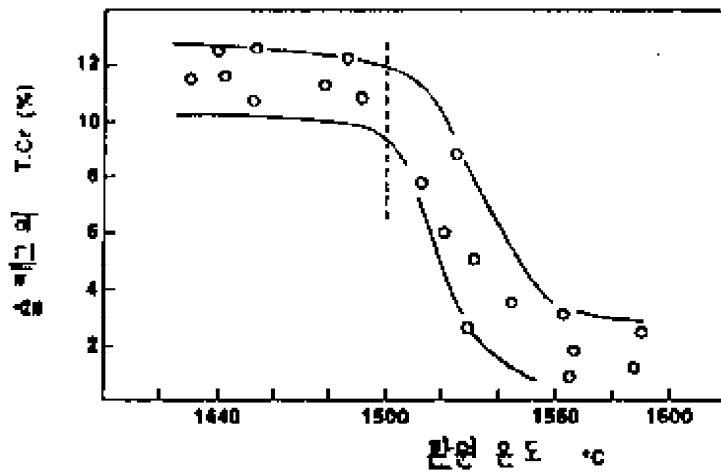
도면3



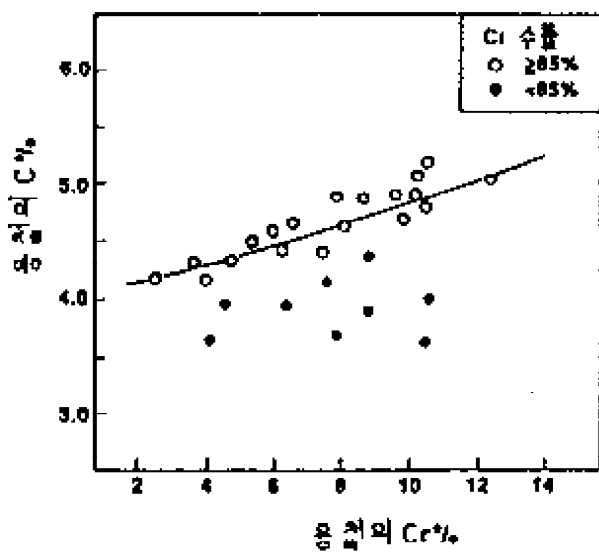
도면4



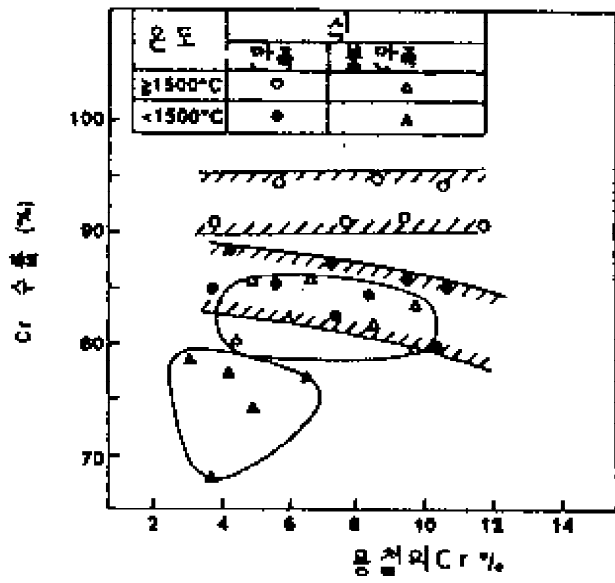
도면5



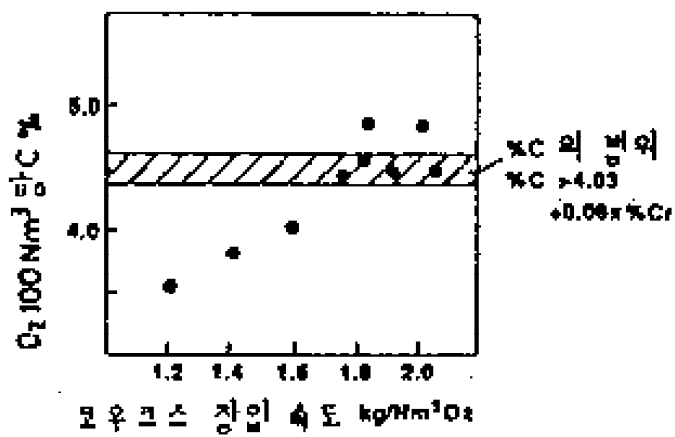
도면6



도면7



도면8



도면9

