

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

(51) Int. Cl. <sup>7</sup> C22C 38/18 C22C 38/22	(45) 공고일자 2000년05월 15일 (11) 등록번호 10-0256367 (24) 등록일자 2000년02월22일
(21) 출원번호 10-1995-0048671 (22) 출원일자 1995년 12월 12일	(65) 공개번호 특 1997-0043229 (43) 공개일자 1997년 07월 26일

(73) 특허권자	포항종합제철주식회사 이구택 경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지재단법인포항산업과학연구원 신현준
(72) 발명자	백응률 경상북도 포항시 남구 효자동 산 32번지 재단법인 산업과학기술연구소 내 김낙준 경상북도 포항시 남구 효자동 산 32번지 재단법인 산업과학기술연구소 내 안상호 경상북도 포항시 남구 효자동 산 32번지 재단법인 산업과학기술연구소 내 손원, 전준항
(74) 대리인	

**심사관 : 박기학**

**(54) 규힘 내마모성을 향상시키기 위한 고크롬탄화물계 육성용접합금의 제조방법**

**요약**

본 발명은 준설기기, 파쇄롤 등 내마모성을 필요로 하는 분야에 사용되는 고크롬탄화물계 육성용접합금 및 그 제조방법에 관한 것으로, 고크롬탄화물계 육성용접합금의 조성 및 이의 열처리 조건을 적절히 제어함에 의해 미세조직을 제어함으로써, 규힘 내마모성을 향상시키기 위한 고크롬탄화물계 육성용접합금을 제조하는 방법을 제공하고자 하는데, 그 목적이 있다.

상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 중량%로, C:2.0-6.5%, Cr:15-35%, Mn:0.1-5%, Si:0.1-2%, 단독 또는 복합의 Nb, Mo, W 및 Ni:0.15%, 나머지:Fe 및 기타 불가피하게 함유되는 불순물로 조성되는 육성용접합금 및 이를 모재에 육성용접한 후 900-1100℃의 온도범위에서 1-10시간 동안 열처리 하는 것을 포함하여 이루어지는 규힘 내마모성이 우수한 고크롬탄화물계 육성용접합금의 제조방법에 관한 것을 그 요지로 한다.

**명세서**

[발명의 명칭]

규힘 내마모성을 향상시키기 위한 고크롬탄화물계 육성용접합금의 제조방법

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 준설기기, 파쇄롤 등 내마모성을 필요로 하는 분야에 사용되는 고크롬탄화물계 육성용접합금의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 규힘 내마모성을 향상시키기 위한 고크롬탄화물계 육성용접합금의 제조방법에 관한 것이다.

고크롬 철계 합금은 합금이 함유하고 있는 탄소와 크롬원소가 응고 도중에 상호 결합하여 경도값이 Hv 1,100-1,700으로 매우 높은 고경질의 크롬탄화물[(Cr, Fe)<sub>7</sub>C<sub>3</sub>]을 석출시킴으로서 내마모성이 특히 우수한 합금이다. 이 고크롬 철계 합금들은 주조품 및 육성용접품 등 여러 제품 형태로 산업기기 전반에 사용되고 있다. 특히 토사 및 광물과의 마찰로 인한 극심한 마모 발생부위, 즉 준설기기, 시멘트 공장의 파쇄롤, 제철소의 원료 및 소결광의 스크린, 호퍼(Hopper), 화력 발전소의 원료탄장입부, 레이콘기 내부 등의 수명 연장을 위해 사용된다.

크롬 탄화물을 가지는 고크롬 철계 합금은 내마모성을 필요로 하는 분야에서 매우 중요하게 사용되는 재료이다. 이들 고크롬 철계 합금들은 주물이나 육성용접에 의해서 제조되어 무엇보다도 타 재료들에 비해서 값이 싸면서도 내마모성이 우수하다는 장점을 지니고 있다.

고크롬 철계합금은 크롬 탄화물을 둘러싸고 있는 기지조직 혹은 크롬 탄화물의 종류에 따라 분류된다. 즉 크롬탄화물을 둘러싸고 있는 기지조직이 오스테나이트, 마르텐사이트, 퍼얼라이트상 이냐에 따라 오스테나이트형, 마르텐사이트형, 퍼얼라이트형 고크롬 내마모합금으로 분류되며, 그리고 기지조직이 무엇인가는 상관없이 기지조직에 의해 둘러싸여 있는 탄화물 중에 일차탄화물이 존재하면 과공정 고크롬 내마모합금, 일차탄화물이 없이 공정탄화물만 존재하면 아공정 고크롬 내마모합금으로 분류된다.

오스테나이트 고크롬 철계합금은 최초로 1928년 미국특허 1,671,384에서 2%C+8%Mn+29.5Cr+Fe(나머지)합금이 발표된 이후 현재까지 탄소함량을 5%까지 증가시켜 크롬탄화물량을 증대시키고, 경도값을 조

금더 증가시켜 내마모성을 개선시켜왔다. 그리고 마르텐사이트계 고크롬 철계합금은 최초의 1917년 미국 특허 1, 245, 552에서부터 HC250인 2.25-2.85%C+0.5-1.25%Mn+0.25-1.0%Si+24-30%Cr+Fe(나머지)합금을 열처리함으로써 낮은 응력하에서의 굽힘 내마모성이 우수한 재료로 알려져 왔다. 그후 현재까지 탄소 5%, 크롬 35%까지 함유하면서 기지 조직은 오스테나이트 혹은 마르텐사이트이면서 이들 기지조직이 일차 크롬계 탄화물을 둘러싸고 있는 합금까지 상용되고 있다.

이들 고크롬계 내마모합금은 사용조건 및 제조방법에 따라서 각기 다른 합금계를 사용하여 왔다. 즉 그간 많은 연구가 수행되어온 주조품의 경우 아정공 고크롬 내마모합금만을 주로 제조하여 사용한다. 이는 탄화물의 양이 30% 근처일 때가 제일 우수한 굽힘 내마모성을 나타내고 그 이상의 탄화물 양을 가지게 되는 과공석 고크롬계 탄화물의 경우 탄화물의 양이 증가될수록 내마모성은 오히려 떨어진다는 연구결과(K. H. Zum Gahr and D. V. Doane, Metallurgical Transactions A Volume 11A, April 1980 p613-620)와 과공석 고크롬계 합금의 경우 주조시 크랙이 발생하는 단점 때문이다. 주조품으로 제조되는 아공정 고크롬 내마모합금의 경우 충격이 극심한 곳에서는 오스테나이트형 기지조직을 가지는 합금을 사용하고, 충격이 적고 보다 높은 내마모성을 요구하는 곳에는 열처리를 한 마르텐사이트형 기지조직을 가지는 합금이 사용된다.

한편 조대한 일차탄화물을 가지면서 탄화물의 양이 30% 이상을 함유하는 과공석 고크롬탄화물계 합금의 경우는 육성용접방법에 의해서만이 제조되어 사용되고 있다. 과공석 고크롬계 합금은 주조시 쉽게 크랙이 발생하거나 충격인성이 열악하여 사용시 파손될 위험으로 인해 주조품으로 제조하기가 적합하지 않기 때문이다. 육성용접방법에 의해서만이 제조되어 사용되고 있는 과공석 고크롬계 합금은 현재까지 충격인성이 우수한 연강의 모재위에 용접에 의해 두께 수mm에서 수cm까지 코팅층으로 형성시켜 사용한다. 이때 과공석 고크롬탄화물계 합금의 코팅층이 연강의 모재와 결합되어 있으므로 파손될 위험은 없다.

그러나 육성용접한 고크롬탄화물계 합금의 경우 이제까지는 연강 혹은 합금의 모재위에 육성용접만을 한 상태 그대로 사용되고 있기 때문에 굽힘 내마모성에 있어서 어느정도 한계가 있다.

이에, 본 발명자는 상기한 바와 같은 종래 육성용접을 실시한 고크롬탄화물계 합금의 굽힘 내마모성을 개선하기 위하여 연구와 실험을 행하고, 그 결과에 근거하여 본 발명을 제안하게된 것으로, 본 발명은 고크롬탄화물계 육성용접합금의 조성 및 이의 열처리조건을 적절히 제어함에 의해 미세조직을 제어함으로써 굽힘 내마모성을 향상시키기 위한 고크롬탄화물계 육성용접합금을 제조하는 방법을 제공하고자 하는데, 그 목적이 있다.

이하, 본 발명에 대하여 설명한다.

본 발명은 굽힘 내마모성이 우수한 고크롬탄화물계 육성용접합금을 제조하는 방법에 있어서, 중량%로 C:2.0-6.5%, Cr:15-35%, Mn:0.1-5%, Si:0.1-2%, 단독 또는 복합의 Nb, Mo, W 및 Ni:0-15%, 나머지:Fe 및 기타 불가피하게 함유되는 불순물로 조성되는 육성용접재를 모재에 육성용접한 후 900-1100℃의 온도범위에서 1-10시간 동안 열처리하는 것을 포함하여 이루어지는 굽힘 내마모성이 우수한 고크롬탄화물계 육성용접합금의 제조방법에 관한 것이다.

이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명한다.

상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는 우선 육성용접재를 상기와 같은 합금성분계로 조성되도록 함이 바람직하네, 그 이유는 다음과 같다.

C는 철을 강화시켜주는 원소로서 재료의 경도를 증가시킨다. 본 발명재에서는 크롬과 결합하여 고경질의 일차크롬계 탄화물을 형성하고, 나머지는 오스테나이트 조직중에 고용된다. 따라서 본 발명재에 있어서의 탄소첨가 함량은 내마모성에 절대적으로 기여하는 크롬계탄화물을 형성할 수 있는 2.0% 이상이어야하며, 6.5% 이상 첨가되었을 경우에는 본 발명재의 취성이 열악해지면서 오히려 내마모성을 저해하게 되므로 첨가량의 하한치는 2.0%, 상한치는 6.5%로 한정함이 바람직하다.

Cr은 본 발명재에 있어서 필수적인 원소이다. 탄소 및 철과의 결합으로 값이 싸면서도 내마모성이 우수한 경질의 탄화물을 형성하고, 내산화성을 향상시킨다. 열처리 도중 다수의 크롬계 탄화물을 형성하기 위해서는 15%이상 첨가되어야하며, 35%이상은 내마모성 개선효과가 뚜렷하지 않으며 동시에 경제성이 없으므로 첨가량의 하한치는 15%, 상한치는 35%로 한정함이 바람직하다.

Mn은 본 발명재에서 실리콘과의 첨가 비율에 따라서 공정반응에 큰 영향을 미친다. 그리고 응고시 용강 중의 용존 산소를 제거해주는 역할을 하므로서 0.1% 이하 첨가시는 그 기능이 미약하며, 6% 이상 첨가시는 오스테나이트상의 경도를 저하시켜 결국 내마모성을 저해하는 단점을 야기하므로 첨가량의 하한치는 0.1%, 상한치는 6%로 한정함이 바람직하다.

Si는 본 발명재에 있어서 용강 중의 산소를 탈산시키는 기능을 가지고 있다. 0.1% 이하 첨가시는 그 기능이 미약하며, 2% 이상 첨가시는 본 발명재는 취성 및 내마모성을 저해하는 퍼얼라이트상을 유발시킴으로 첨가량의 하한치는 0.1%, 상한치는 2%로 한정함이 바람직하다.

Nb, Mo, 및 W는 탄소와 결합하여 탄화물을 형성하고, Ni는 인성과 내열성을 부여한다. 그러나 이들원소는 고가이어서 첨가량에 따른 가격인상 정도에 비해서 그 첨가효과가 뚜렷하지 않다. 따라서 반드시 첨가해야만 하는 것은 아니며 첨가하면 그 효과가 다소 있으므로 첨가량의 하한치는 0% 이며 상한치는 첨가량에 따른 가격인상 정도에 비해서 그 첨가효과가 뚜렷하지 않게 되는 15%로 한정함이 바람직하다.

한편, 본 발명에서는 상기와 같은 범위로 강을 조성한 후에는 이를 모재에 육성한 후 900-1100℃의 온도 범위에서 1-10시간 동안 열처리하여 탄화물 주위를 둘러싸고 있는 기지조직 내부에 고용되어 있는 크롬 및 탄소를 서로 결합시켜 이차 탄화물을 석출시키고, 공냉하여 기지조직의 전부 또는 일부를 마르텐사이트상으로 변태시켜 굽힘 내마모성을 향상시킴이 바람직하네, 그 이유는 다음과 같다.

육성용접공정은 아크열에 의해서 모재일부를 녹임과 동시에 고크롬탄화물계 합금성분으로된 용접 전극재가 녹아 모재위에 용착된다. 이때 용착된 용융 금속은 모재 및 주위 대기 공기 중으로 열이 방출되면서

매우 빨리 급냉( $10^3$ °C/초의 냉각속도)되므로, 일부 크롬 및 탄소함금이 충분히 석출되지 못하고 기지(오스테나이트 혹은 페라이트상) 중에 과포화 고용된다. 용접 직후의 기지조직에 과포화된 크롬 및 탄소원소는 육성용접재를 고온에서 장시간 유지시키면 상호 결합하여 안정상인 크롬계 탄화물로 석출된다. 그리고 과포화된 크롬 및 탄소 성분이 크롬계 탄화물로 석출되고 난 기지조직은 마르텐사이트 변태 시작점 온도가 상온 이상으로 상승되고 그 결과 냉각 도중에 기지조직 일부 혹은 전부가 마르텐사이트상으로 변태된다.

따라서 육성용접 직후 탄화물을 둘러싸고 있는 기지조직이 열처리 공정을 거침으로서 내마모성 향상에 기여할 수 있는 미세한 이차탄화물이 석출된 고경도 마르텐사이트상으로 변태된다. 이때 열처리 도중에 이차 탄화물이 석출될려면 900-1,100°C의 온도범위에서 1-10시간 유지시켜 충분한 열적조건이 제공되어야 한다. 900°C 이하의 온도에서는 이차 탄화물이 석출하는데에 너무 장시간 소요되고, 10시간 이상의 유지시간은 더 이상의 이차 탄화물 석출효과가 뚜렷하지 않으며 동시에 비경제적이다. 그리고 1100°C 이상의 온도는 육성층의 표면에서 탈탄반응이 심하여 표면 경도가 저하되어 오히려 내마모성을 저하시킬 위험이 있고 이를 방지하기 위해서는 불활성 분위기에서 열처리를 해야하므로 비경제적이다. 따라서 열처리 공정은 900-1,100°C의 온도범위에서 1-10시간동안 유지시켜 고경도 크롬탄화물형 이차탄화물을 충분히 석출시킨 후 상온 까지 공냉시키면서 기지조직을 고경도 마르텐사이트상으로 변태시키는 것이 바람직하다.

이하, 실시예를 통하여 본 발명에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.

#### [실시예]

두께 9mm인 연강(SS41강종)의 모재위에 하기 표 1과 같이 조성되는 비교재(1, 2) 및 발명재(1-7)의 육성용접재(외경 3.2mm인 플렉스코어드와이어)를 30볼트, 400암페어 용접 조건으로 용접비드폭이 50mm, 하나의 육성층 두께는 5mm가 되도록 이층으로 육성용접하였다.

이와 같이 육성용접한 비교재(1, 2) 및 발명재(1-6)을 1000°C에서 4시간 동안 유지한 후 공냉하였으며, 비교재(3)은 발명재(6)을 890°C에서 1시간 동안 유지한 후 공냉하는 조건으로 열처리 한후, 열처리전후의 경도 및 마모량 변화를 측정하고 그 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

이때, 각 시료의 경도값은 비커스 경도기를 이용하여 측정했다. 그리고 마모량 측정은 저응력 건식 굽힘 마모 시험기(Dry Sand Rubber Abrasive Test:ASTM Standard G65-85)에서 하중:20kg, 마모거리:4300m, 회전속도:200RPM, 사용모래직경:0.15-0.3mm인 동일 조건에서 시험했을 때의 마모량으로 나타내었다.

[표 1]

	C	Cr	Si	Mn	Nb	Fe	Cr/C
비교재 1	3.5	8.1	0.6	1.9	-	나머지	2.3
비교재 2	4.4	13.1	0.7	1.9	-	나머지	3.0
발명재 1	3.0	28.2	0.9	2.4	-	나머지	9.4
발명재 2	3.3	18.3	0.7	2.0	-	나머지	5.5
발명재 3	3.4	30.2	0.8	2.0	-	나머지	8.9
발명재 4	3.5	21.9	0.7	2.1	-	나머지	6.3
발명재 5	4.1	34.5	0.4	0.3	-	나머지	8.4
발명재 6	5.1	29.2	0.4	0.2	-	나머지	5.7
발명재 7	4.0	21.5	0.7	1.8	7	나머지	5.4

[표 2]

	육성용접재 경도값(Hv)	육성용접재 마모량(g)	열처리 후의 경도값(Hv)	열처리 후의 마모량(g)
비교재 1	608	0.46	602	0.5
비교재 2	679	0.27	658	0.28
비교재 3	697	0.17	540	0.28
발명재 1	528	0.28	708	0.25
발명재 2	508	0.35	758	0.31
발명재 3	554	0.25	687	0.21
발명재 4	529	0.21	761	0.20
발명재 5	657	0.21	741	0.15
발명재 6	697	0.17	864	0.19
발명재 7	710	0.15	790	0.14

상기 표 2에서 알 수 있는 바와 같이, 합금조성이 본 발명의 범위를 만족하지 못하는 비교재(1-3)의 경우 열처리를 함으로서 경도값은 오히려 저하했고 마모량도 증가하여 열처리가 내마모성을 저해하는 결과를 가져왔다. 그러나 본 발명의 범위를 만족하는 발명재(1-6)은 모두 열처리를 함으로서 경도값이 급격히 증가했으며 동시에 마모량도 줄어드는 결과를 보였다. 그리고, Nb를 첨가한 발명재(7)의 경우 또한 우수한 경도값 및 마모특성을 나타내었다. 따라서 열처리 공정이 고크롬탄화물계 육성용접재의 경도 상승 및 내마모 개선효과가 뛰어나는 것을 알 수 있다.

상술한 바와 같이, 본 발명은 합금성분을 제어하여 육성용접합금을 제조하고 이를 적정조건으로 고온 열처리를 해 줌으로서 굽힘 내마모성이 우수한 육성용접제품을 제조할 수 있는 효과가 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

굽힘 내마모성이 우수한 고크롬탄화물계 육성용접합금을 제조하는 방법에 있어서, 중량%로, C:2.0-6.5%, Cr:15-35%, Mn:0.1-6%, Si:0.1-2%, 나머지:Fe 및 기타 불가피하게 함유되는 불순물로 조성되는 육성용접재를 모재에 육성용접한 후, 900-1100℃의 온도범위에서 1-10시간 동안 열처리하는 것을 포함하여 이루어지는 굽힘 내마모성이 우수한 고크롬탄화물계 육성용접합금의 제조방법.

#### 청구항 2

굽힘 내마모성이 우수한 고크롬탄화물계 육성용접합금을 제조하는 방법에 있어서, 중량%로, C:2.0-6.5%, Cr:15-35%, Mn:0.1-6%, Si:0.1-2%, 단독 또는 복합의 Nb, Mo, W 및 Ni:15% 이하, 나머지:Fe 및 기타 불가피하게 함유되는 불순물로 조성되는 육성용접재를 모재에 육성용접한 후, 900-1100℃의 온도에서 1-10시간 동안 열처리 하는 것을 포함하여 이루어지는 굽힘 내마모성이 우수한 고크롬탄화물계 육성용접합금의 제조방법.