



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년11월06일
(11) 등록번호 10-0925596
(24) 등록일자 2009년10월30일

(51) Int. Cl.

C21C 5/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2002-0082252

(22) 출원일자 2002년12월23일

심사청구일자 2007년12월21일

(65) 공개번호 10-2004-0055840

(43) 공개일자 2004년06월30일

(56) 선행기술조사문헌

JP07041833 A*

JP05148524 A

JP61217520 A

JP59020419 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 포스코

경북 포항시 남구 괴동동 1번지

(72) 발명자

이덕용

전라남도동광양시금호동700번지광양제철소내

서왕열

전라남도동광양시금호동700번지광양제철소내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 씨엔에스·로고스

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 이내영

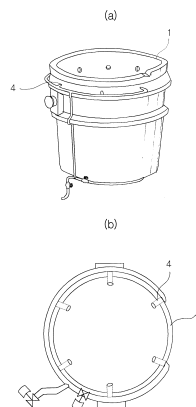
(54) 극저탄소강 제조를 위한 용강의 정련방법

(57) 요약

극저탄소강 제조를 위한 용강의 정련방법이 제공된다.

본 발명은, 전로로부터 용강의 출강전후 또는 출강중 알루미늄을 함유하는 슬래그 조제재를 용강에 투입하고, 이어, 용강이 수강된 래들에서 투입된 슬래그 조제재를 이용하여 용강슬래그를 개질하면서 용강을 정련하는 용강 정련공정에 있어서, 상기 용강슬래그와 용강 계면층 직하부에 대응하는 래들상부에 포러스플러그를 설치하고, 상기 포러스 플러그를 통하여 용강 톤당 0.03~0.2 Nm³/hr의 불활성가스를 취입하면서 용강슬래그를 개질시키는 것을 특징으로 하는 극저탄소강을 위한 용강의 정련방법에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

이계영

전라남도동광양시금호동700번지광양제철소내

이덕호

전라남도동광양시금호동700번지광양제철소내

특허청구의 범위

청구항 1

전로로부터 용강의 출강전후 또는 출강중 알루미늄을 함유하는 슬래그 조제제를 용강에 투입하고, 이어, 용강이 수강된 래들에서 투입된 슬래그 조제제를 이용하여 용강슬래그를 개질하면서 용강을 정련하는 용강 정련공정에 있어서,

상기 용강슬래그와 용강 계면층 직하부에 대응하는 래들상부에 포러스 플러그를 설치하고, 상기 포러스 플러그를 통하여 용강 톤당 0.03~0.2 Nm³/hr의 불활성가스를 취입하면서 용강슬래그를 개질시키는 것을 특징으로 하는 극저탄소강 제조를 위한 용강의 정련방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 포러스플러그는 래들 원주면을 따라 같은 간격을 유지하며 4~6개 설치되어 있음을 특징으로 하는 극저탄소강 제조를 위한 용강의 정련방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 포러스 플러그는 상기 용강슬래그와 용강 계면층으로부터 30~100mm 직하부에 설치되어 있음을 특징으로 하는 극저탄소강 제조를 위한 용강의 정련방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <7> 본 발명은 탄소농도 150ppm이하의 극저탄소강을 정련하는 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 가스취입 포러스 플러그를 용강상부의 슬래그에 근접한 영역에 위치시켜 버블링함으로써 용강의 교반은 적게하면서 슬래그의 교반은 강하게 유도하여 래들슬래그를 효과적으로 형성할 수 있는 극저탄소강 제조를 위한 용강의 정련방법에 관한 것이다.
- <8> 일반적으로 탄소강의 가공성은 강중의 탄소(C) 농도에 크게 영향을 받는데, 탄소농도가 낮을수록 제품의 이방성(r-value) 지수가 증가되고 품질이 향상된다. 가공소재로 사용되는 극저탄소강의 경우에는 150ppm이하, 대부분의 경우에는 40ppm이하로 탄소농도를 제어하고 있다. 따라서 극저탄소강은 재질이 연하고 가공성이 양호하다는 특성에 힘입어 냉연 박강판으로 제조되고 있으며, 자동차 외판과 같이 제품의 표면부에 사용되는 경우가 많아 표면성상이 우수해야 한다.
- <9> 극저탄소강은 전로 또는 전기로와 같은 1차 정련로에서 용강을 제조하고 이 용강을 레이드(Ladle)이라는 저장 용기에 출탕하여 후속되는 주조공정에 적합하도록 정련처리하고 있다(래들에서의 처리를 2차정련이라고 함). 1차정련로에서 출탕되는 용강은 150ppm이상의 탄소를 함유하고 있다. 이는 전로법의 경우, 주원료가 용선으로서 용선의 제조에 사용되는 용광로내에서 철광석을 환원하기 위해 사용되고 있는 코크스가 용강에 혼입되기 때문이며, 또한 전기로법의 경우에는 고철중에 탄소가 함유되어 있는데 이들이 정련중에 일정치 이하로 제거되지 않았기 때문이다.
- <10> 제철, 제강 공정에서 탄소([C])의 제거과정을 보면, 아래 반응식 (1)과 같이 강중 산소([O])와 반응하여, 일산화탄소(CO) 가스상태로 제거되며, 이 반응에서 탄소는 산소농도가 낮을수록 낮아짐을 알 수 있다.
- <11> (반응식 1)
- <12> $[C] + [O] \rightarrow CO(gas)$

- <13> 그런데 강중 산소농도는 접촉하고 있는 슬래그중 산화철(FeO) 농도가 증가함에 따라 증가되지만, 일정한 온도에 대해서는 포화상태가 존재하게 되는데 통상의 제강 온도인 $1600\sim 1680^{\circ}\text{C}$ 정도에서는 $0.2\sim 0.3$ 중량%정도인 것으로 알려져 있다. 이점을 고려하여 반응식(1)의 특성을 고찰해 볼 때, 전로 또는 전기로등 1차 정련로에서는 탄소농도를 150ppm이하로 유지하기는 이론적으로 불가능하다.
- <14> 따라서 150ppm이하의 탄소농도를 유지하는 극저탄소강을 제조하는 경우에는 1차정련로에서 래들로 출탕된 용강을 반드시 감압정련하여야 한다. 감압정련공정에서는 용강을 대기압이하의 감압상태에 노출시키게 되는데, 이때 발생하는 CO 가스의 분압도 따라서 낮아지기 때문에 반응식(1)에서 예상할 수 있는 바와 같이 동일 산소([O])농도하에서도 강중 탄소농도가 낮아지게 된다. 그러나 여기에서 고려해야할 점은 비록 감압조건이라 하더라도 용강중 산소농도가 높을수록 탄소농도는 낮아지며, 어느 한계이하의 탄소농도 확보를 위해서는 필요한 산소농도의 최소치가 요구된다는 것이다. 그리고 탈탄후에 존재하는 산소는 주조시 핀홀(Pin hole)과 같은 결함을 일으키고 응고층의 성장을 불안정하게 하기 때문에, 연속주조전에 알루미늄으로 탈산하게 된다.
- <15> 한편, 주조된 알루미늄 킬드 극저탄소강은 강괴 또는 주변 표층부에 비금속 개재물이 다량 존재하므로 그 표층부를 제거해야 되는데, 이 때문에 실수율이 크게 감소된다. 연속주조 작업에 있어서도 사용되는 내화물제 노즐의 내벽에 비금속 개재물이 부착, 성장하여 노즐 내면을 축소시키므로 더이상 주조가 곤란하게 되는 문제를 안고 있다. 따라서 주조 이전단계에서 강중 비금속 개재물의 양을 가급적 적은 수준까지 저감하는 것이 중요하다.
- <16> 상술한 바와 같이, 극저탄소강의 제조시 전로 또는 전기로등 1차 정련로에서는 탄소농도를 일정치이하로 유지한 후, 래이드에 출탕된 용강에 대하여 감압정련을 실시하는 공정을 거치게 된다. 공업적으로 사용되고 감압장치로는 환류식 탈가스장치(RH), 분류식 탈가스장치(DH), 진공탈가스장치(VD), 진공탈탄장치(VOD), 진공탱크 탈가스장치(VTD)등이 있다. 이중 가장 대표적인 장치가 RH이다. RH에서의 감압정련공정은 래이드의 용강을 RH의 정련로에 흡상하여 환류시키면서 탈탄하여 탄소농도를 원하는 수준(예컨데, 40 ppm이하)으로 제어한후 잔류산소를 제거하는 탈산 공정으로 이어진다. RH에서 탈산전 탈탄 반응에 소요되는 시간은 약 10-15 분 내외이기 때문에 RH 총처리시간을 20-25분으로 간주하더라도 탈산에 의해 발생하는 강중 개재물의 제거를 위한 시간은 15분 미만 이 된다. 이것은 일반 저탄소 알루미늄탈산강에 비하여 극저탄소 알루미늄 탈산강의 개재물 제거는 신속하게 달성되어야 함을 의미하고 있다.
- <17> 용강중 비금속 개재물의 양을 효과적으로 저감하기 위한 노력은 매우 오래전부터 철강생산업체의 중대 과제중의 하나로 되어 왔다. 현재, 탈산 방법, 래들내 용강의 교반방식, 분체취입, 슬래그개질등의 각종 방법이 개발되어 실용화되고 있다.
- <18> 알루미늄 킬드강에 대해서는 산화물계 비금속 개재물의 흡수능력이 큰 슬래그로써 용강을 처리하는 방식이 효과적인 것으로 알려져 있다. 비금속 개재물의 흡수능력이 큰 슬래그에 대해서는 많은 보고와 특허등이 발표되어 있는데, 어느 경우를 보더라도 환원성 분위기의 유지가 가능하도록 산화도가 낮아야 하는 것으로 알려져 있다. 그런데 슬래그의 산화도는 산화철(FeO , Fe_2O_3 등), 산화망간(MnO 등)과 같은 저급 산화물의 양이 많을수록 높아 지므로 산화물계 개재물의 저감을 위해서는 용강과 접촉하고 있는 슬래그중에 포함되어 있는 이들 저급산화물의 농도를 가능한 감소시켜야만 한다.
- <19> 이러한 목적으로 가장 널리 사용되고 있는 방법은 알루미늄등을 함유하고 있는 슬래그 탈산제를 투입하여 저급 산화물을 저감시키기는 방법으로써 현재 수종의 특허가 출원 또는 등록되어 있다(예: 대한민국특허 등록번호 56122호, 60757호 및 출원번호 92-10826호, 일본특개소59-70710호등).
- <20> 상기 특허들을 보면 용강중 비금속 개재물을 줄이고 청정도를 향상시킬 목적으로, 금속 알루미늄을 함유하고 있는 물질을 투입하여 래이드 슬래그중 T.Fe+MnO 농도를 1.5-3 중량 % 이하가 되도록 조절하고 있다. 이때, 투입된 물질이 슬래그와 빠르게 반응할 수 있도록 하기 위하여, 래들 바닥부에 삽입된 내화물제 다공질 플러그(Porus plug) 또는 도 1과 같이 용강 저부에 침지된 랜스를 통하여 아르곤이나 질소가스를 용강중에 취입하여 용강과 슬래그를 교반하는 소위 "버블링(Bubbling)"을 실시하고 있다. 가스의 취입속도는 용강톤당 $0.1 \sim 0.6 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ 정도이다.
- <21> 그러나 이러한 방법에는 다음과 같은 문제가 있다.

- <22> 첫째, 슬래그중 T.Fe+MnO가 지나치게 낮으면, 슬래그가 강중 산소와의 반응이 활발하여 반응식(1)에서 보인 탈탄반응에 참여하는 강중 산소([O]) 농도를 낮추게 되고, 이에 따라, 감압처리시 탈탄효율이 떨어져 일정 농도이하의 탄소수준을 달성하기가 곤란해지기 때문에 탄소농도 150 ppm이하의 극저탄소강 제조가 곤란하다.
- <23> 둘째, 버블링시 용강이 지나치게 교반되기 때문에 슬래그중 T.Fe+MnO 농도를 낮추기 위해 투입된 물질이 용강중 산소와 반응하여 위에서 설명한 문제를 일으키거나 투입된 알루미늄의 효율을 떨어뜨린다.
- <24> 셋째, 버블링작업에서는 용강중에 투입된 가스가 용강 상부에 있는 슬래그층을 통과할 때, 슬래그 및 슬래그 조제재를 혼합하도록 희망하고 있지만 슬래그는 용강과 물리적 성질이 대단히 상이하기 때문에 비록 가스가 슬래그층을 통과하더라도 기대했던 것만큼 빠르게 슬래그 조제재를 섞어주지를 못한다. 그러므로 슬래그 조제에 소요되는 시간은 투입되는 가스유량에 따라 달라지는데 0.6 Nm³/hr의 유량으로도 10~15분 정도의 시간이 필요하다.
- <25> 넷째, 용강하부에서 버블링을 하는 관계로 용강온도가 급격히 저하되어 2차 정련시 온도급락에 의한 승온실시가 많다는 점이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <26> 따라서 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 래들내 용강의 감압처리시 탈탄효율을 떨어뜨리지 않으며, 슬래그중 T.Fe+MnO 농도를 낮추기 위해 투입된 알루미늄의 효율을 증가시키며, 또한 강중 비금속개재물의 양을 줄여 청정도가 높은 제품을 생산할 수 있으며, 그리고 용강내 온도하락을 방지하여 2차 정련시 승온을 방지할 수 있는 극저탄소강을 위한 용강의 정련방법을 제공함을 그 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <27> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은,
- <28> 전로로부터 용강의 출강전후 또는 출강중 알루미늄을 함유하는 슬래그 조제재를 용강에 투입하고, 이어, 용강이 수강된 래들에서 투입된 슬래그 조제재를 이용하여 용강슬래그를 개질하면서 용강을 정련하는 용강 정련공정에 있어서,
- <29> 상기 용강슬래그와 용강 계면층 직하부에 대응하는 래들상부에 포러스 플러그를 설치하고, 상기 포러스 플러그를 통하여 용강 톤당 0.03~0.2 Nm³/hr의 불활성가스를 취입하면서 용강슬래그를 개질시키는 것을 특징으로 하는 극저탄소강을 위한 용강의 정련방법에 관한 것이다.
- <30> 이하, 본 발명을 설명한다.
- <31> 먼저, 제강공정에서 가스 버블링 조작의 이용현황을 살펴본다.
- <32> 버블링은 강중에 취입된 기체의 팽창에너지 및 운동에너지를 이용하여 용강을 교반하는 방법이다. 취입된 기체가 팽창하는 이유는 기체가 부상할 때, 철정압이 감소하게 되므로 자연히 부피가 증가하는 것과 기체가 강중에 취입된 직후에 온도가 증가하기 때문이다. 또한 용강에 취입된 기체는 질량과 속도를 갖고 있으므로 이 운동에너지 역시 용강을 교반하는데에 이용된다.
- <33> 지금까지 버블링 조작에 대한 이론적, 실험실 및 현장적 연구가 대단히 널리 이루어져 왔는데, 이들을 종합하면 통상의 제강 작업에서는 취입된 기체가 부상할 때, 철정압의 감소로 인하여 팽창할 때 얻어지는 에너지가 전체의 80%이상을 차지하는 것으로 알려져 있다. 따라서 이 에너지를 효과적으로 이용하기 위하여 가스 취입구를 래들 바닥 연좌에 설치하거나, 상취랜스를 사용하고 있다. 예를 들어 현대 제철법에서 대량 생산용 래들에서 용강의 깊이는 2,000 ~3,500mm 인데 비하여 랜스 선단은 바닥으로부터 300 ~500mm 내외로 유지하고 있다.그러나 이러한 방법은 용강의 교반에는 대단히 효과적이지만, 상대적으로 용강 상부에 존재하는 슬래그를 교반하는데에는 효과적이지 못하다.
- <34> 용강정련을 위한 용강 감압처리시, 탈탄효율을 떨어뜨리지 않으면서 슬래그중 「(T.Fe + MnO)」 농도를 낮추기 위해서는 슬래그와의 반응을 위해 투입된 알루미늄이 용강과는 반응하지 않고 슬래그와만 반응하도록 유지해야 한다. 만일 투입된 알루미늄이 용강과 반응하게 되고, 이에따라, 강중 산소가 낮아져서 반응식 (1)에 의한 탈탄 반응 효율이 저하되어 상대적으로 슬래그중 FeO, MnO를 낮추는데 사용되는 양은 줄어들기 때문이다.

- <35> 따라서 본 발명자들은 상술한 문제점을 해결하고자 연구와 실험을 거듭하였으며, 그 결과 종래 용강교반을 위하여 용강 하부로부터 버블링하는 방법과는 반대로, 버블링을 위한 포러스 플러그를 용강슬래그가 형성된 영역 직 하부에 해당하는 래들상부에 설치하여 슬래그와 가까운 곳에서 버블링하면 용강의 교반은 적고 슬래그 교반이 강하게 이루어질 수 있다는 점을 발견하고 본 발명을 마련한 것이다.
- <36> 즉, 본 발명은 극저탄소강의 정련 공정에 있어서, 전로에서 1차로 정련된 용강을 래들에 출강한 뒤에 실시하는 2차정련의 효과를 높이기 위하여 래들 슬래그를 개질할때, 알루미늄을 함유하는 슬래그 조제재를 투입하여 슬래그화를 촉진함과 아울러, 용강슬래그와 보다 인접한 부근에서의 버블링에 의해 용강에 비해 슬래그의 교반을 강화시켜 효과적으로 슬래그를 개질할 수 있는 정련방법에 관한 것이다.
- <37> 이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.
- <38> 본 발명에서는 알루미늄을 함유하는 슬래그 조제재는 전로로부터 용강의 출강전후 또는 출강중 용강에 투입하고, 이어, 용강이 수강된 래들에서 투입된 슬래그 조제재를 이용하여 용강슬래그를 개질하면서 용강을 정련함에 있어서, 상기 용강슬래그와 용강계면층 직하부에 대응하는 래들상부에 도 2와 같은 포러스플러그(4a)를 설치하고, 이를 통하여 아르곤과 질소와 같은 불활성가스를 취입한다.
- <39> 이와같이, 슬래그 조제재 투입후 용강슬래그와 용강 계면층 직하부에 설치된 포러스플러그로 불활성가스를 취입하여 가스버블링하면, 슬래그 조제재에 포함된 알루미늄이 용강중 산소([O]) 및 슬래그중 (T.Fe+MnO)와 반응하여 Al_2O_3 를 형성하고 이에 따라 슬래그중 (T.Fe+MnO), 강중 용해 산소([O])함량을 줄일 수 있다.
- <40> 도 3a는 본 발명의 래들내 슬래그 개질작업 모식도이며, 도 3b는 본 발명의 래들내 슬래그 개질작업 상세도이다. 도 3(a~b)에 나타난 바와 같이, 포러스 플러그(4)가 용강슬래그(1a)와 용강의 계면 직하부의 래들(1)상에 설치되어 있으며, 이를 통한 버블링으로 슬래그 개질반응이 효과적으로 진행됨을 제시하고 있다.
- <41> 상기와 같이 용강슬래그(1a)와 용강 계면층 직하부에 대응하는 래들(1)상부에 형성된 포러스플러그(4)는 그 원주면을 따라 같은 간격을 유지하며 3개 이상 설치하는 것이 바람직하며, 보다 바람직하게는 4~6개 설치하는 것이다.
- <42> 또한 본 발명의 포러스 플러그(4)는 상기 용강슬래그(1a)와 용강 계면층으로부터 30~100mm 직하부에 설치하는 것이 바람직하다.
- <43> 또한 본 발명에서는 상기와 같이 설치된 포러스 플러그(4)를 이용하여 불활성가스를 취입할때, 그 불활성가스를 용강 톤당 0.03~0.2 Nm^3/hr 범위로 취입함이 바람직하다. 만일 그 취입량이 너무 적으면, 슬래그중 (T.Fe+MnO) 또는 용강중 용해 산소([O])함량의 감소속도가 매우 느려서 소망하는 효과를 얻을 수 없다. 또한 그 취입량이 너무 많으면, 용강중 [O] 농도가 감소되는 속도가 현저하게 증가되는데, 이는 슬래그 조제재에 포함된 Al이 본래 목적했던 바대로 슬래그중 T.Fe+MnO 농도를 낮추는 데에 이용되기보다는 용강중 [O]와 반응하는 양이 늘어난다는 의미이므로 그 Al의 이용 효율이 감소되고, 이에따라 탈탄 반응 효율이 떨어질 수 있다. 뿐만 아니라, 이와 같이 유량이 높은 경우에는 가스가 슬래그층을 탈출하여 대기중으로 방출될 때 생기는 스플래시에 의해 슬래그가 튀어오르므로 작업성도 좋지 않다.
- <44> 한편, 상술한 본 발명의 정련방법을 사용하여 용강을 정련하는 경우, 래들 슬래그 조성 제어 목표로는, 진공 처리장치에서 감압탈탄하기전에는 T.Fe+MnO의 함량(이하, FM값이라고 한다)을 6~24중량%, 산화칼슘/산화 알루미늄의 중량 %의 비, (즉, $\%CaO/\%Al_2O_3$ 의 값으로 이하에서는 CA비라 한다)가 1.2 ~ 2.9 가 되도록 조절하는 것으로 하며, 탈탄완료다음 이어진 탈탄후에는 FM 값을 1.5~18 중량%, CA비 1.1 ~ 2.5가 되도록 조절하는 것이 바람직하다.
- <45> 상기와 같은 방법을 이용하면, 용강의 감압처리시 탈탄효율을 떨어뜨리지 않으면서, 슬래그중 T.Fe+MnO 농도를

낮추기 위해 투입된 알루미늄의 효율을 증가시키고, 강중 비금속 개재물의 양을 줄여 청정도가 높은 강 제품을 생산할 수 있다.

<46> 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 상세히 설명한다.

<47> (실시예 1)

표 1

성분	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	T.Fe	MnO	MgO	기타
중량%	38.1	9.6.6	2.54	18.56	4.32	8.67	-

<49> 표 1과 같은 용강슬래그를 갖는 용강을 래들내에서 알루미늄을 함유하는 슬래그 조제제를 투입하여 슬래그를 개질하면서 정련하였다. 이때, 슬래그개질을 위한 불활성가스 취입방법을 하기 표 2와 같이 달리하였으며, 슬래그 조제제의 Al이 슬래그중 (T.Fe+MnO) 또는 용강중 용해 산소([O])와 반응한 양을 하기 관계식을 이용하여 계산하여 그 결과를 또한 표 2에 나타내었다.

<50> [관계식 1]

<51> 슬래그중 (T.Fe+MnO)와 반응한 Al 량

<52> = 조제제 투입전 슬래그량 x {(%T.Fe) x 54/168+(%MnO)x54/213}/100

<53> - 조제제 투입후 슬래그량 x {(%T.Fe) x 54/168+(%MnO)x54/213}/100

<54> (단, 조제제 투입후 슬래그량 = 조제제 투입후 슬래그량 + 투입 조제제양)

<55> [관계식 2]

<56> 용강중 용해산소([O])와 반응한 Al 량

<57> = 용강무게 x 조제제 투입전,후 강중산소 농도 변화 x 54/48

표 2

구 분	포러스플러그 위치	(T.Fe+MnO)와 반응한 Al(g)	[O]와 반응한 Al(g)	대기와 반응 Al(g)	비고
포러스 플러그	0	400	2	33	본발명
	30	432	2	34	본발명
	60	573	5	22	본발명
	90	567	9	24	본발명
	120	511	14	49	본발명
Top B/B	1000	509	15	66	종래방법
	2000	501	27	71	종래방법
	3000	482	34	87	종래방법
Bottom B/B	4900 mm(바닥)	477	35	88	종래방법

<59> 표 2에 나타난 바와 같이, 본 발명의 경우, 용강슬래그와 용강과의 계면으로부터의 취입깊이가 낮아짐에 따라 슬래그중(T.Fe+MnO) 및 용강중 용해산소([O])와반응한 Al량이 증가됨을 알 수 있으며, 대기와 반응하는 Al량은 감소되는 것을 확인할 수 있다. 특히, 이러한 효과는 그 취입깊이가 300 mm이내에서 현저하였다.

<60> 즉, 용강의 회전 속도는 느리고 슬래그층의 요동이 크게 되어 슬래그 조제제와 함께 투입된 Al이 용강중 [O]와 반응하는 양이 줄어들고, 본래 목적했던 바대로 슬래그중 T.Fe+MnO 농도를 낮추게 되므로 투입된 알루미늄의 효율을 증가되는 것을 알 수 있다.

<61> 이에 대하여, 용강 깊숙히에서 버블링하는 Top B/B와 Bottom B/B와 같은 종래법의 경우, 용강중 용해산소([O])와 반응한 Al량 및 대기와 반응하는 Al량이 증가함을 알 수 있다.

<62> 한편, 본 실험에서 사용한 슬래그 조제재(1.5kg)중 Al량은 0.6kg이었으며, 따라서 표 2에서 계산된 Al량을 합하면 투입된 양과 같아야 한다. 그러나 이들이 실제로 서로 같지 않은데, 이는 버블링 기간중 대기중의 산소가 흡수되어 용강 및 슬래그의 산화가 일어났고 이것이 다시 알루미늄과 반응하였기 때문이다. 투입된 알루미늄이 본래 목적인 슬래그중 (T.Fe+MnO)를 감소시키는데 사용되려면 이와 같은 대기중 산소와의 반응도 줄여야 할 것이다.

<63> (실시예 2)

<64> 고주파 대기유도 용해로를 이용하여 용강 80 kg을 용해한후, 1600℃로 유지하면서, 용강중 산소농도가 800 ~ 1,500 ppm 이 되도록 알루미늄으로 용강을 탈산하고, 전로슬래그 2.5 kg을 투입하였다. 전로슬래그가 완전히 용융된뒤 슬래그 조제재 1.5kg을 투입하고, 용강슬래그와 용강계면층 하단부 60mm지점의 래들상에 포리스 플러그를 설치하고 하기 표 3과 같은 유량의 Ar가스를 취입하면서 슬래그중 (T.Fe+MnO), 강중 용해 산소([O])가 시간에 따라 변화되는 거동을 조사하여, 그 결과를 또한 표 3에 나타내었다.

<65> 본 실험에서 슬래그 조제재와 함께 투입된 알루미늄이 슬래그중 (T.Fe+MnO) 또는 강중 용해산소([O])와 반응하여 그들의 농도를 낮추는 반응속도는 아래 관계식 3으로 표시된다.

<66> [관계식 3]

<67> $[C] = [C]_0 \exp(-kt)$ 또는 $\ln([C]/[C]_0) = -kt$

<68> 상기 관계식에서, 여기서, $[C]_0$ 는 조제재 투입직후의 슬래그중 (T.Fe+MnO) 또는 강중 용해산소([O])의 농도, t 는 반응 시간, $[C]$ 는 시간 t 에서의 슬래그중 (T.Fe+MnO) 또는 강중 용해 산소([O]), 그리고 k 는 반응속도정수이다. 이 반응속도정수 k 가 클수록 그 반응이 빠르게 진행되는 것을 의미하고, 그만큼 처리시간이 단축된다.

표 3

가스유량 (liter/hr)	환산가스유량 (Nm ³ /hr-ton)	(T.Fe+MnO) 감소 속도 상수(/min)	[O] 감소 속도 상수(/min)	비고
0.8	0.01	0.08	0.13	비교예
1.6	0.02	0.11	0.16	비교예
2.4	0.03	0.19	0.18	발명예
4	0.05	0.22	0.21	발명예
8	0.1	0.24	0.21	발명예
12	0.15	0.21	0.22	발명예
16	0.2	0.25	0.24	발명예
20	0.25	0.28	0.31	비교예
24	0.3	0.31	0.34	비교예

<70> 표 3에 나타난 바와 같이, 가스 유량이 0.03 Nm³/hr미만이 되면, 슬래그중 (T.Fe+MnO) 또는 강중 용해 산소([O]) 감소속도가 매우 느리기 때문에 본 발명에서 얻고자 하는 효과를 기대할 수 없었다.

<71> 또한 가스유량이 0.2 Nm³/hr를 초과하면, 용강중 [O]농도가 감소되는 속도가 현저하게 증가하는 것을 볼 수 있다. 이것은 슬래그 조제제중 포함된 Al이 본래 목적하는 바대로 슬래그중 T.Fe+MnO 농도를 낮춤에 이용되기보다는 용강중 [O]와 반응하는 양이 늘어난다는 의미하는 것으로, Al의 이용효율이 감소되고 탈탄반응 효율이 떨어지게 된다. 뿐만 아니라, 이와 같이 유량이 높은 경우에는 가스가 슬래그층을 탈출하여 대기중으로 방출될 때 생기는 스플래시에 의해 슬래그가 튀어오르므로 작업성도 좋지 않다.

<72> 그러나 가스 유량이 0.03~0.2 Nm³/hr로 제어된 본 발명예의 경우, 소망하는 효과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

<73> (실시예 3)

<74> 본 발명을 이용하여 용강을 정련하는 경우를, 용강 저부에 랜스를 침적하여 불활성가스를 버블링하는 종래공정과 대비하여 2차 정련시의 용강온도 저하정도를 측정하여 표 4에 나타내었다.

표 4

강종구분	개질작업	개질후 출발온도	정련 도착온도	△℃	비고
극저탄	기존 랜스작업	1615	1598	-17	기존작업
극저탄	슬라그계면층 하단에서 포러스플러그 작업	1617	1605	-12	본발명

<76> 표 4와 같이, 본 발명방법으로 슬라그 개질 작업을 할 경우, 종래법 대비 용강 온도하락이 -5℃정도 작았으며, 이로 인한 2차정련에서의 승온율이 25%에서 15%로 감소할 것으로 기대된다.

발명의 효과

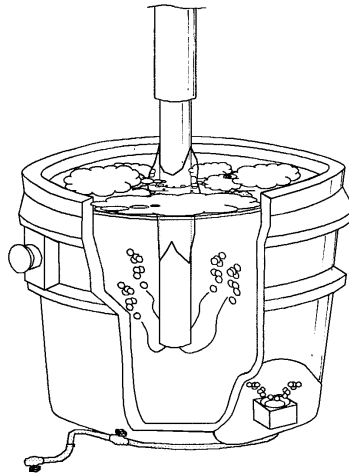
<77> 상술한 바와 같이, 본 발명은, 래들내 용강의 감압처리시 탈탄효율을 떨어뜨리지 않으며, 슬래그중 T.Fe+MnO 농도를 낮추기 위해 투입된 알루미늄의 효율을 증가시키며, 또한 강중 비금속개재물의 양을 줄여 청정도가 높은 제품을 생산할 수 있으며, 그리고 용강내 온도하락을 방지하여 2차 정련시 승온을 방지할 수 있는 극저탄소강용 용강의 정련에 유용한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

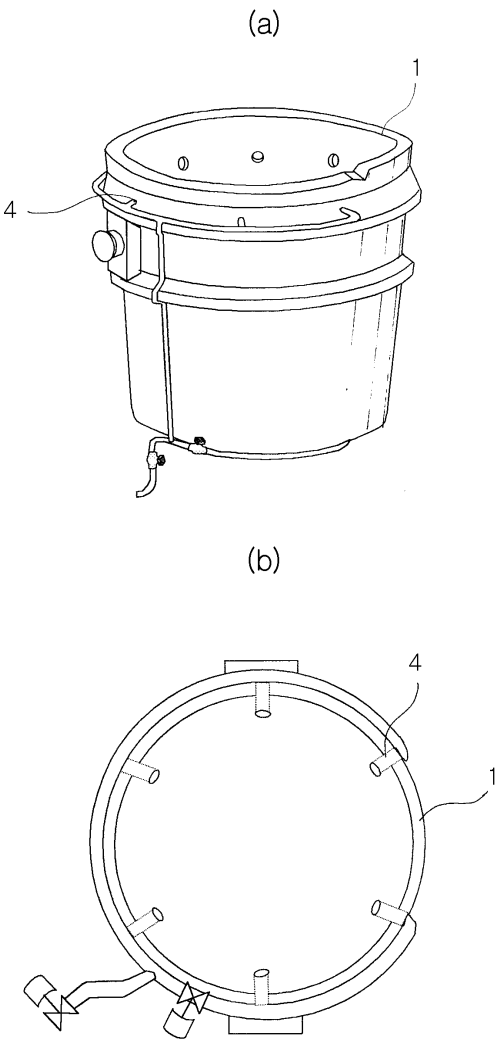
- <1> 도 1은 종래의 슬라그 개질작업을 나타내는 부분 사시도
- <2> 도 2는 본 발명의 슬라그 개질을 위한 래들구성도로서,
- <3> 도 2(a)는 설치 상태도,
- <4> 도 2(b)는 평면도
- <5> 도 3a는 본 발명의 래들내 슬라그 개질작업 모식도
- <6> 도 3b는 본 발명의 래들내 슬라그 개질작업 상세도

도면

도면1



도면2



도면3

