(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[8]
B22C 7/02 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년01월20일
(11) 등록번호 10-0543546
(24) 등록일자 2006년01월09일

(21) 출원번호 10-2000-7014816
(22) 출원일자 2000년12월26일
번역문 제출일자 2000년12월26일
(86) 국제출원번호 PCT/JP1999/003370
국제출원일자 1999년06월24일

(65) 공개번호 10-2001-0053213
(43) 공개일자 2001년06월25일
(87) 국제공개번호 WO 2000/01502
국제공개일자 2000년01월13일

(81) 지정국

국내특허 : 중국, 대한민국, 미국,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 리히텐슈타인, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

(30) 우선권주장 10-202891 1998년07월03일 일본(JP)

(73) 특허권자
니폰추조 가부시키가이샤
일본국 가나가와켄 가와사키시 가와사키쿠 시라이시쵸 2반 1고

(72) 발명자
후지타히데아키
일본국가나가와켄가와사키시가와사키쿠시라이시쵸2반1고니폰추조가부시키가이샤나이

가와바타가츠히로
일본국가나가와켄가와사키시가와사키쿠시라이시쵸2반1고니폰추조가부시키가이샤나이

니시야마히로키
일본국가나가와켄가와사키시가와사키쿠시라이시쵸2반1고니폰추조가부시키가이샤나이

시무라가츠지
일본국가나가와켄가와사키시가와사키쿠시라이시쵸2반1고니폰추조가부시키가이샤나이

(74) 대리인
리엔목특허법인

심사관 : 김종혁

(54) 소실모형 주조법 및 섬유보강 도포주형

요약

(a) 미리 섬유 보강재를 혼입시킨 도포주형을 소실모형에 도포하고, 건조 고화 또는 자경 후 건조하는 공정; (b) 상기 건조시킨 모형을 주형재에 매입하여 주형을 작성하는 공정; (c) 상기 주형 내에 있는 소실모형을 연소시켜 소실하는 공정; 및 (d) 상기 연소로 형성된 공간 내에 용융 금속을 주입하여 주조하는 공정을 구비하는 소실모형 주조법.

대표도

도 1

명세서

기술분야

이 발명은 용융 금속의 주조에 있어서의 사형(砂型) 주형 내벽, 금형주형 내벽 또는 소실모형에 도포하는 도형 및 연소하는 소실모형에서 주조물로의 탄소 흡수를 경감하는 소실모형 주조방법, 특히 소실모형의 효율적인 연소에 의하여 주조물로의 탄소 흡수를 경감하는 주조방법에 관한 것이다.

배경기술

일반적으로 용탕을 주형인 사형에 주입하면 용융 금속이 사형의 골재 사이에 들어가 물리적인 결합, 화학적인 결합을 일으킨다. 또, 금속 주조에서는 용탕과 금형벽이 융착하여 주조물이 주형으로부터 분리할 수 없게 되어, 강제적으로 분리하면 현저하게 구조물의 상품적인 가치를 손상한다. 이러한 현상을 방지하기 위해서 사형의 내벽 또는 금형의 내면에 미세한 내화물 골재, 점결(粘結)제로서 작용하는 첨가재 및 용매로 이루어지는 도포 주형을 층 형상으로 도포하여 주형과 주조물의 결합 또는 융착을 방지한다.

도포 주형의 층은 주조를 시작하면 용탕의 방사열로 가열되고 층 표면은 급격히 가열되어 그 온도 차이에 의하여 응력이 발생하며 그 응력에 의하여 도포 주형의 층에 균열이 발생한다. 따라서, 도포 주형의 층과 사형벽 또는 금형벽의 접착이 약하면 도포 주형의 층이 주형벽으로부터 박리·낙하된다.

그 결과, 도포 주형으로서의 기능을 발휘할 수 없고 일반적으로 주물 표면에 베이닝(모래의 베이킹) 결함이라고 불리는 주조 결함 및 그 박리 도포주형 층이 용탕으로 말려듦에 따른 주물 내부의 도포주형 맞물림 결함이 발생한다.

이 결함을 손질하기 위해서는 상당한 공정수가 필요하고 또한 이런 결함은 완전히 보수되지 않아 품질적으로도 문제가 된다. 그리고, 도포주형 층은 두꺼울 수록 그 결함 방지 효과는 기대되지만, 이 층의 박리·낙하 경향은 두꺼운 층이 발생 응력이 커지므로 현저하게 된다.

소실모형 주조법의 도포 주형은 그 주조법의 특수성 때문에 주형에 직접 도포할 수 없어 모형 쪽에 도포한다. 이 때문에 도포 주형 층과 주형벽의 접착력이 지극히 약하고 도포주형 층의 박리·낙하가 발생하기 쉬워서 베이닝 결함, 도포주형 맞물림 결함이 자주 발생한다.

이 대책으로서, 소실모형 주조법에 있어서는 모형에 도포 후, 도포 주형을 건조 고화하기 전에 곧바로 도포주형 층의 표면에 주형재와 동일한 재료의 골재 미립자를 산포하고, 골재 미립자의 부착력을 이용하는 방법, 골재 미립자와 주형 중에 포함되는 도포주형 중의 점결제와의 부착력을 이용하는 방법, 또는 건조 고화시킨 도포주형 위에 접착재를 도포하여 그 상태로 조형을 실시해서 도포주형 층과 주형벽을 접착시키는 것 등 여러 방법이 채택되고 있다.

한편에 일반적인 주조법에 있어서는, 용융 금속의 열을 이용하고 저융점에서 유리화하는 물질을 도포주형 층과 주형벽 사이에 도포해서 도포주형 층의 박리를 방지하는 방법이 일본 특허공개공보 소58-81540호에 개시되어 있다. 그렇지만 이 기술은 모형 쪽에 도포주형 층을 형성하는 소실모형 주조법에는 이용이 불가능하다. 또, 저융점에서 유리화하는 물질과 도포주형을 두 번 도포하는 것은 많은 공정을 필요로 하기 때문에 현실성이 결여된다.

또한, 종래의 도포주형 층의 박리·낙하 방지에 대한 기술에서는 도포 주형은 통상적으로 취약한 것으로 하고 도포주형 층을 강력히 주형벽에 점착하는 것을 목적으로 하고 있으므로 도포주형 층 자체의 강도로 용탕으로부터의 가열 응력을 이겨내는 것을 고려하지 않고 있다. 또, 고화된 도포주형 층을 소량의 점결제와 도포주형 층의 요철로서 주형벽에 고정시키려고 하고 있다.

또한 소실모형 주조법은 유기물 발포체인 발포 폴리스티렌(EPS), 또는 분해 능력을 개선한 발포 폴리메타・크릴산에스텔(EPMMA)로 목적으로 하는 형상의 모형을 제작하고, 그 발포체 모형을 물유리, 후란 수지 등의 점결제를 첨가한 주물사(鑄物砂)(자경성 모래)나 점결제를 첨가하지 않은 주물사나 숏(미세한 철 입자)(이하, 鑄型材 라고 함) 속에 매입시켜 모형을 제거하지 않고 그대로 용탕을 주입하고 그 열로 모형을 분해・치환시켜서 목적으로 하는 형상의 주물 제품을 얻는 주조법이다.

소실모형 주조법은 주물 제품의 공동을 형성하는 코어가 불필요하고, 또 그 조립도 필요 없게 되어 능률성이 뛰어난 주조법이다. 이 주조법은 수 g부터 수 톤까지의 제품을 주조할 수 있어서 주조품의 중량과 크기 면에서 제한이 없다는 이점을 갖추고 있다.

한편, 레플리주조 cS법(예를 들어 JAcT NEWS 제332호, 4판 주형 조형법)은 정밀 주조의 밀랍 모형 대신에 소실모형 주조용의 발포체 모형 위에 정밀 주조용 반죽(슬러리)을 겹으로 칠하여 고화 건조시킨다. 이어서 그 슬러리를 도포한 모형 전체를 대략 1000℃의 소성로 속에 넣어 슬러리를 소성함과 동시에 발포체 모형을 연소 소실시켜 내부가 공동이 된 얇은 세라믹 쉘을 제작하고 이것을 다시 주물사 또는 숏 속에 매입하여 주형을 형성해서 주조하는 주조법이다.

이 레플리주조 cS법의 특징은, 주형 주입 전 단계에서 발포체 모형을 연소 소실시켜 버리기 때문에 발포체 모형의 분해에 의한 탄소분의 제품으로의 침입을 방지할 수 있는 점이다. 이 레플리주조 cS법은 탄소 성분이 엄격히 제한되고 있는 저탄소 스테인리스강도 문제없이 주조 가능하다고 한다. 하지만, 이 방법은 기본적으로 정밀 주조법으로서 정밀한 소형물은 주조할 수 있으나, 얇은 세라믹 쉘의 강도라는 관점에서 비교적으로 대형의 주조품에는 적용이 되지 않는다.

또한, 일반적인 소실모형 주조법은 중량, 크기 면에서는 제한이 없다는 이점이 있지만, 주입되는 용해 금속, 예를 들어 용강 열로 직접적으로 발포체 모형을 연소 소실시키기 때문에 연소 소실하는 과정에서 발생하는 분해 가스에서 탄소 기타 가스 성분의 용강으로의 침입, 즉 용강 쪽에서 보면 흡수는 피할 수 없다.

이 때문에 완성한 주조품에는 원래의 용강에 대해서 0.05~0.45wt%의 불안정한 탄소분의 상승이 일어난다. 따라서 용강의 탄소분이 원래 많고 이 발포체 모형의 분해에 의한 탄소 성분의 침입이 문제가 되지 않는 주철(일반적으로 c=2.5~3.5wt%)에 많이 사용된다. 그렇지만 용강의 탄소량이 적고 유기 발포체 모형의 분해에서 탄소량이 증가하고 이 때문에 조직의 불균일, 경도의 산포가 문제가 되는 주강에는 적용되지 않는다.

이러한 주강으로서는, 예를 들어 탄소강 주강품(JIS G 5101), 용접구조용 주강품(JIS G 5102), 구조용 고장력 탄소강 및 저합금강 주강품(JIS G 5111), 스테인리스강 주강품(JIS G 5121), 내열강 주강품(JIS G 5122), 고망간강 주강품(JIS G 5131), 고온고압용 주강품(JISG 5151), 저온고압용 주강품(JIS G 5152) 등이 있다.

또, 일반적인 소실모형 주조법은 발포체 모형의 구성 원소인 탄소 이외의 수소, 산소 및 질소 성분의 용탕으로의 흡수와 응고 시 가스 배출에 의한 가스 블로 결함이 자주 발생한다.

이 탄소 침입 및 가스 블로 결함의 발생을 방지, 경감하기 위해서 제품 체적과 표면적과의 비율(가스 발생량과 가스 배출 면적의 비율)과 사용하는 모형인 발포 스티렌/메타크릴산 에스테르의 중합 비율과의 관계를 논술한 일본 특허공개공보 평10-76347호 등의 연구가 개시되고 있지만 아직은 완전한 해결이 되어 있지 않다. 이러한 방법은 기본적으로 용탕의 열로 직접적으로 발포체 모형을 분해 소실시키려고 하고 있기 때문이다.

종래의 레플리주조 cS법은 강도를 갖는 발포체 모형을 연소 소실시킴과 동시에 2~3㎜ 두께의 세라믹 쉘을 소성하고 그것을 다시 주물사 또는 숏 속에 매입해서 주형을 형성하므로 그 얇은 2~3㎜짜리 취약한 쉘의 운반, 매입을 해야 하기 때문에 파손의 우려가 있고 또한 소성로에 들어갈 만한 크기이어야 해서 대형물은 주조할 수 없다. 상술한 문헌에 보듯이 100㎏ 정도까지이다.

용탕으로의 탄소, 수소, 산소 및 질소의 흡수를 해결하려고 해서 주형 주입 전에 발포체 모형을 연소 소실시키면 좋지만, 통상적인 도포주형제를 도포한 소실모형을 주형 주입 전 단계에서 탕구(湯口)에서 공기, 산소를 공급하여 연소 소실시켜 버리면, 용탕과 주형 골재의 반응을 방지하여 주물 제품의 품질을 보장하기 위한 도포주형 층은 주형재 쪽에는 전혀 고정되어 있지 않기 때문에 지지를 잃어 연소시 열 응력에 의하여 쉽게 파손, 낙하해서 주형 공간 내에 퇴적한다.

또, 비점결제 주물사를 이용하는 소실모형 주조법에 있어서는, 주형 공간은 파괴되어 제품 형상을 유지할 수 없다. 이러한 상태인 주형에 용탕을 주입시켜 주조 제품을 얻으려고 해도 만족할 만한 제품을 얻을 수 없다.

따라서, 이 발명의 목적은, 도포 주형에서 형성되는 층 강도를 높이고 모형 연소시 및 주조시에 있어서의 가열에 의해서 주형벽부터 용이하게 박리되지 않는 도포 주형을 제공하는 데 있다. 또한, 이 발명의 목적은, 연소하는 소실모형부터 주조물로의 탄소, 수소, 산소 및 질소의 흡수를 경감할 수 있는 소실모형 주조 방법을 제공함에 있다. 또한, 이 발명의 목적은, 주형 내에 매입된 소실모형의 효율적인 연소에 의해서 주조물로의 탄소, 수소, 산소 및 질소의 흡수를 경감하는 주조 방법을 제공하는 것이다.

발명의 상세한 설명

발명자들은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위해서 예의 연구를 거듭했다. 그 결과 시판되고 있는 소실모형 주조용 도포 주형제에 유리 섬유 등의 섬유보강재를 혼입시킨 섬유보강 도포주형을 사용하면 건조 상태에서 강고한 도포주형제 층을 소실모형 외면에 형성시킬 수 있고, 이 섬유보강 도포주형을 도포한 모형을 가스 버너 등으로 가열하여 그 소실모형을 연소 소실시키고 그 후 방치하여 상온까지 온도를 내리거나 또한 두세 번 가열·냉각을 되풀이해도 열 응력에 의해서 파괴되지 않고 그 형상을 충분히 유지할 수 있음을 알아냈다.

또한, 주형에 매입된 소실모형을 연소할 경우에, 산소의 공급구와 교반용 공기의 공급구를 개구부와 주입구에 따로 설치하고, 산소를 주형 탕구에서 연통한 개구부로부터 공급하여 교반용 공기를 주입구에서 주형 안으로 불어넣듯이 공급함으로써 소실모형 구석구석까지 완전히 연소시킬 수 있음을 알아냈다.

또한, 하류 쪽의 통기구 출구에 있어서 착화함으로써 주형 내에 매입된 소실모형을 연소시킬 경우에 폭발 현상을 발생시키는 일이 없이 안전하게 착화할 수 있음을 알아냈다.

또한, 도포주형 층에 섬유를 혼입시키면 도포주형 층 자체의 강도를 올릴 수 있고, 모형의 연소시 및 주조시 용탕으로부터의 가열에 의한 열 응력을 받아도 강도와 변형 능력이 지극히 커지게 되어, 주형 내면벽으로부터의 도포주형 층의 박리·낙하를 방지할 수 있음을 알아냈다.

이 발명은 상술한 지견에 근거하여 이루어진 것이다.

본 발명은 일 형태는 다음 공정을 갖춘 소실모형 주조법이다.

(a) 미리, 금속 섬유, 천연 석면, 유리 섬유, 실리카 섬유, 탄소 섬유, 알루미나 섬유, 실리콘카바이트 섬유 중의 1종 또는 2종 이상의 혼합 섬유이며 길이가 6~30㎜인 섬유 보강재를 혼입시킨 도포주형을 소실모형에 도포하여 건조 고화 또는 자경(自硬) 후 건조하는 공정;

(b) 상기 건조시킨 모형을 주형재 안에 매입하여 주형을 작성하는 공정;

(c) 상기 주형 안에 있는 소실모형을 연소하는 공정; 및

(d) 상기 연소로 형성된 공간 내에 용융 주철 또는 용융 주강을 주입하여 주조하는 공정.

본 발명에 있어서는, 도포 주형에 섬유보강재를 혼입해 두었으므로 용융 금속을 주입하기 전 단계에서 소실모형을 연소시켜도 도포주형 자체가 강고한 쉘을 형성하고 있으므로 파손되지 않고 양호한 주물을 주조할 수 있다.

삭제

금속 섬유, 천연 석면, 유리 섬유, 실리카 섬유, 탄소 섬유, 알루미나 섬유, 실리콘카바이트 섬유는 모형을 연소했을 때 건조한 도포주형제에 강도를 부여하며 형상을 유지하고 그 후의 주조에 있어서도 파손될 우려가 없다. 그리고, 연소 후 섬유를 고정하는 도포주형제 중의 점결제는 약화되어 있고, 그러므로 보강섬유는 긴 편이 강도를 얻을 수 있으나, 주조 작업상 및 혼련 작업상 6㎜ 이상인 것이 바람직하며 통상적으로 30㎜ 이하가 적당하다. 본 발명의 소실모형 주조법에 있어서는 상기한 바와 같이 무기질 섬유가 바람직하다. 유기질 섬유는 모형의 연소 시에 연소되어 존재하지 않으므로 도포주형제 층의 강도가 저하되어 도포주형제 층이 파괴되어 바람직하지 않다.

위에서 제시한 것 이외에 주형재 속에 소실모형을 매입한 채 용탕을 주입하는 형태로서 일반적으로 널리 실시되고 있는 소실모형 주조법에 있어서는, 보강섬유는 주조에 있어서 용탕이 주형에 채워질 동안만 기능하면 된다. 도포주형 층의 열 전도율이 낮다는 것을 고려하면 특별한 내열성이 필요하지 않고 비닐론 섬유, 프로필렌 섬유, 아라미드 섬유, 폴리에틸렌 섬유 등의 유기물이라도 사용이 가능하다.

본 발명의 다른 형태는 상기 소실모형이 폴리스티렌(EPS) 또는 분해 능력을 개선한 폴리메타크릴산 에스테르(EPMMA)로 이루어지는 모형임을 특징으로 하는 소실모형 주조법이다.
상기 폴리스티렌(EPS) 또는 분해 능력을 개선한 폴리메타크릴산 에스테르(EPMMA)는 발포성 수지로서, 용이하게 연소할 뿐만 아니라 시중에서 통상적으로 판매되고 있는 것이므로 모형으로서 적절하다.

삭제

삭제

발명의 또 다른 형태는, 상기 주형이 사형 주형 또는 쇳 주형임을 특징으로 하는 소실모형 주조법이다.

통상적인 사형 주형 및 쇳 주형에 본 발명은 적용된다.

발명의 또 다른 형태는, 상기 소실모형의 연소가 주형 탕구에서 연통한 개구부 및 보조 연소용 배관부에서 공기 및 산소를 공급하면서 모형에 점화하는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법이다.

소실모형을 충분히 연소시켜 탄소분을 잔류시키지 않기 위해서는 모형 내에 보조 연소용 배관을 설치하여 공기 또는 산소를 공급하는 것이 바람직하다.

삭제

본 발명은 소실모형을 이용해서 주조하는 어느 용융 금속에도 적용되지만, 용융 금속에 탄소를 부여하지 않는다는 점에서 탄소량이 규격 등에 의해서 규정되어 있는 주철・주강에 대해서 특히 적절하게 적용할 수 있다.

본 발명의 또 다른 형태는, 다음 공정을 갖춘 소실모형 주조법이다.

(a) 미리 섬유보강재를 혼입시킨 도포 주형모형에 도포하여 건조 고화 또는 자경 후 건조하는 공정;

(b) 상기 건조시킨 모형을 주형재 속에 매입하여 주형을 작성하는 공정;

(c) 상기 주형 내에 있는 소실모형을 산소 및 교반용 공기를 공급하여 연소시키며 소실하는 공정; 및

(d) 상기 연소로 형성된 공간 내에 용융 주철 또는 용융 주강을 주입하여 주조하는 공정.

본 발명의 또 다른 형태는, 산소의 공급구와 교반용 공기의 공급구를 따로 설치하고, 산소를 주형 탕구에서 연통한 개구부로부터 공급하여, 교반용 공기를 주입구에서 주형 내로 불어넣듯이 공급하면서 모형에 점화하여 상기 소실모형의 연소를 실시하는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법이다.

산소의 공급구와 교반용 공기의 공급구를 따로 설치하고, 산소를 주형 탕구에서 연통한 개구부로부터 공급하여, 교반용 공기를 주입구에서 주형 내에 불어넣듯이 공급함으로써 모형 구석구석까지 완전히 연소시킬 수 있다.

본 발명의 또 다른 형태는, 상기 교반용 공기의 공급 때, 주형벽과 모형 연소 면에 의해서 형성되는 공간 내에 공급되는 산소 함유 기체를 상기 공간 내에 있어서 충분히 교반하여 상기 공간 내에 있어서의 열 발생을 균일하게 만드는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법이다.

본 발명의 또 다른 형태는, 또한 상기 공간 내에 있어서 연소에 의해서 발생한 배기 가스를 신속하게 상기 공간 내에서 배출하도록 상기 교반용 공기를 공급하는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법이다.

본 발명의 또 다른 형태는, 상기 소실모형에 통기구를 설치하고 상기 통기구에서 산소 또는 산소와 공기의 혼합 기체를 공급하여 상기 통기구 출구 근방에 있어서 상기 소실모형의 하류 범위에서의 미연소 가스 및 그 주위에 있는 공기와의 혼합 기체를 안정적으로 연소하도록 착화하는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법이다.

본 발명의 또 다른 형태는, 상기 소실모형에 통기구를 설치하고, 상기 통기구에서 산소 또는 산소와 공기의 혼합 기체를 공급하여, 상기 산소 또는 산소와 공기의 상기 혼합 기체의 흐름에 대해서 하류 쪽 통기구 출구에 있어서 착화하는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법이다.

하류 쪽 통기구 출구에 있어서 착화함으로써 주형 내에 매입된 모형을 연소시킬 때에 폭발 현상을 발생시키는 일 없이 안전하게 착화할 수 있다.

본 발명의 다른 유형의 일 형태는, 내화물 골재, 무기질 또는 유기질의 첨가재 및 용매를 주성분으로 하는 도포주형에 길이 6～30㎜의 무기질 또는 유기질 섬유보강재를 5중량% 이하를 배합하여 보강한 것을 특징으로 하는 섬유보강 도포주형이다.

주형벽에 도포한 도포주형에 상기 길이의 섬유보강재가 혼입되어 있으면, 가열되어도 일정 강도가 있어 열 응력이 발생해도 변형 능력은 크게 되고, 또는 설령 균열이 발생해도 도포주형 층은 주형벽에서 용이하게 박리되지 않으므로 주조 결함을 일으키는 일은 감소된다.

본 발명의 다른 형태는, 상기 섬유보강재가 금속 섬유, 천연 석면, 유리 섬유, 실리카 섬유, 탄소 섬유, 알루미나 섬유, 실리콘카바이트 섬유, 비닐론 섬유, 폴리프로필렌 섬유, 아라미드 섬유, 폴리에틸렌 섬유 중 어느 1종 또는 2종 이상의 혼합물인 것을 특징으로 하는 섬유보강 도포주형이다.

상기 섬유는 용이하게 입수할 수 있고, 또한 어느 섬유도 도포주형 층을 강화할 수 있어서 주조 결함을 방지할 수 있다.

상기한 바와 같이, 소실모형 주조법의 도포주형은 그 주조법의 특징 때문에 직접적으로 주형에 도포주형을 도포할 수 없고 모형 쪽에 도포한다. 그러므로, 도포주형 층의 가열 응력에 대해서 주형벽과의 접착력이 지극히 약하고, 이 도포주형 층의 박리, 낙하가 발생하기 쉬워서 베이닝 결함, 도포주형 맞물림 결함이 다발한다. 그래서 섬유보강 도포주형은 특히 그 효과를 발휘한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 실시한 탄소흡수 시험용 시험편의 주조에 있어서의 도포주형의 도포 상황, 보조 연소배관, 통기구 및 전기식 발화장치의 배치를 보여주는 도면이다.

도 2는 탄소흡수 시험용 시험편을 주물사 중에 조형하고 주형 주입 전 단계에서 모형을 연소 소실하는 상황을 보여주는 도면이다.

도 3은 연소 소실 후의 주형 주입 상황을 보여주는 도면이다.

도 4는 주조한 탄소흡수 시험용 시험편에 있어서의 탄소 성분의 분석 위치를 보여주는 도면이다.

도 5는 EPS제 모형을 사용한 주조에 있어서의 주물의 탄소 분포를 표 1로서 보여주는 도면이다.

도 6은 EPMMA제 모형을 사용한 주조에 있어서의 주물 중의 탄소 분포를 표 2로서 보여주는 도면이다.

도 7은 이 발명의 연소 방법을 설명하는 도면이다.

도 8은 착화 후 세차게 연소하는 상황의 약간 후반을 보여주는 도면이다.

도 9는 연소 후 섬유 보강 도포주형으로 유지된 주형 공동 내를 보여주는 도면이다.

도 10a 내지 도 10c는 이 발명의 착화법 원리를 설명하는 도면이다.

도 11a 내지 도 11c는 이 발명의 착화법의 자세한 내용을 도시한 도면이다.

도 12는 소실모형 주조법의 개요를 보여주는 도면이다.

도 13a와 도 13b는 도 12의 Z부의 자세한 내용을 보여주는 도면이며, 소실모형용 모형의 표면에 종래의 도포주형과 본 발명 도포주형을 도포하여 주조한 경우에 있어서의 종래 도포주형과 본 발명 도포주형의 거동을 보여주는 도면이다.

도 14a와 도 14b는 종래에 대한 본 발명 도포주형의 효과를 보여주는 도면이다.

도 15는 섬유보강 도포주형 층의 강도 측정방법을 보여주는 도면이다.

도 16은 시판하는 도포주형제에 각 재질의 섬유를 혼입시킨 경우의 길이와 강도와의 관계를 보여주는 도면이다.

실시예

본 발명은 기본적으로 다음의 공정을 갖추는 소실모형 주조법이다.

(a) 미리 섬유 보강재를 혼입시킨 도포주형을 소실모형에 도포하여 건조 고화 또는 자경 후 건조하는 공정;

(b) 상기 건조시킨 모형을 주형재 등에 매입하여 주형을 작성하는 공정;

(c) 상기 주형 내에 있는 소실모형을 연소시키는 공정; 및

(d) 상기 연소로 형성된 공간 내에 용융 금속을 주입하여 주조하는 공정.

본 발명에 있어서는 도포주형에 섬유 보강재를 혼입해 두었기 때문에 용융 금속을 주입하는 전 단계에서 소실모형을 연소시켜도 강고한 쉘을 형성하고 있으므로 파손되지 않고 양호한 주물을 주조할 수 있다.

상기 섬유 보강재로서는 금속 섬유, 천연 석면, 유리 섬유, 실리카 95wt%의 실리카 섬유, 실리카 99.8wt%의 석영 섬유 등의 실리카 섬유, 탄소 섬유, 순도 70~99.5wt%의 알루미나 섬유, 실리콘카바이트 섬유 중 1종 또 2종 이상의 혼합 섬유가 바람직하고, 또한 그 길이가 6~30㎜가 바람직하다. 사용하는 섬유의 길이는 기본적으로 도포주형제 중 점결제의 섬유 및 골재로의 부착력에 의하여 결정되고 있지만, 한 번 가열된 점결제의 부착력은 약하여 가급적으로 길게 만들면 좋지만, 6㎜ 미만으로는 도포주형의 유지력이 없고, 30㎜를 넘으면 취급이 불편하다. 상기와 같이 무기질 섬유가 바람직하다. 섬유 보강 도포주형의 가열 후 강도는 그 섬유 자체의 내열도에 의해서도 영향을 받고 있고, 열 사이에서 더 안정적인 섬유를 사용한 것이 강도를 가장 나타낸다. 상기한 무기질의 섬유는 어느 것도 내열성을 갖추며 어느 것도 본 발명의 소실모형 주조법에 사용된다. 유기질 섬유는 모형의 연소 시에 연소하여 잔존하지 않으므로 도포주형제 층의 강도가 저하하여 도포주형제 층이 파괴되기 때문에 바람직하지 않다.

도포주형으로서는 통상적으로 시판되고 있는 도포주형제라면 사용이 가능하지만, 상기 섬유와의 친화성 면에서 야마시로 코트 S-98F(상품명) 등이 바람직하다.

소실모형으로서는 용이하게 연소하는 재질이면 좋고 발포성이 아니어도 좋으나 발포성 수지로 이루어지는 모형이면 용이하게 연소되므로 모형으로서 적절하다. 이러한 발포성 수지로서는 폴리스티렌(EPS) 또는 분해 능력을 개선한 폴리메타크릴산 에스테르(EPMMA) 등이 있다. 상기한 발포성 수지는 통상적으로 시판되고 있어서 본 발명에 관련된 모형재로서 적절하다.

사형으로서는 사형 주형 또한 쇼 주형 등 통상적으로 사용되고 있는 주형이면 좋다. 소실모형을 완전히 연소시키기 위해서는, 모형 내에, 예를 들어서 주형 탕구에서 통하는 개구부 및 내부에 보조 연소용 배관부로부터 공기 또는 산소를 공급하면서 모형 쪽에 설치한 발화 장치에 의하여 점화한다. 소실 모형을 충분히 연소시켜 탄소분을 잔류시키지 않기 위해서는 보조 연소용 배관을 설치하여 공기 또는 산소를 공급하는 것이 바람직하다.

또한 이 발명의 소실모형 주조법은 다음 공정을 갖추고 있다.

(a) 미리 섬유 보강재를 혼입시킨 도포주형을 소실모형에 도포하여 건조 고화 또는 자경후 건조하는 공정;

(b) 상기 건조시킨 모형을 주형재 중에 매입하여 주형을 작성하는 공정;

(c) 상기 주형 내에 있는 소실모형을 산소 및 교반용 공기를 공급하여 연소시켜 소실하는 공정; 및

(d) 상기 연소로 형성된 공간 내에 용융 금속을 주입하여 주조하는 공정.

또한, 이 발명의 소실모형 주조법에 있어서, 산소의 공급구와 교반용 공기의 공급구를 따로 설치하여 산소를 주형 탕구에서 연통한 개구부에서 공급하고 교반용 공기를 주입구에서 주형 내에 불어넣도록 공급하면서 모형에 점화해서 상기 소실모형의 연소를 실시한다.

또한, 이 발명의 소실모형 주조법에 있어서, 상기 교반용 공기의 공급에 있어서 주형벽과 모형 연소 면에 의해서 형성되는 공간 내에 공급되는 산소 함유 기체를 상기 공간 내에 있어서 충분히 교반하여 상기 공간 내에 있어서의 열 발생을 균일하게 한다.

또, 이 발명의 소실모형 주조법에 있어서, 또한 상기 공간 내에 있어서 연소에 의해서 발생한 배기 가스를 신속하게 상기 공간 내에서 배출하도록 상기 교반용 공기를 공급한다.

또한, 모형의 효율적인 연소에 대해서 다음에 상세히 설명한다.

주형 내에 매입된 모형의 연소 상태를, 열(연소 온도), 가연물 및 산소의 연소라는 3요소를 근거로 하여 고찰하면 다음과 같다.

제1 조건인 연소 온도에 대해서, 발명자의 연구에 의하면, 주형 내에서 발포성 수지가 연소하는 시점에서 온도가 가장 낮다고 생각되는 가장 바깥 부분의 도포주형에 있어서의 최고 온도는 1000℃ 가량, 최저 온도라도 550℃이며, 그것보다 안쪽 부분에서는 더 고온이라고 추정된다. 따라서 충분히 발포성 수지 등의 유기물을 연소할 수 있는 온도에 도달한 것을 확인할 수 있다.

제2 조건인 가연물은, 가연물인 발포성 수지를 연소시키고 있는 것으로부터 판단하여 충분히 존재한다. 제3 조건인 산소에 대해서, 산소가 공급된 만큼 가연물인 모형이 연소하므로 연소 시간, 즉 산소의 공급 시간에는 제한이 없어 산소의 절대치는 충분히 존재하고 있다.

상술한 사항에서 자명하지만 주형 전체로서 본다면 기본적으로 연소의 3요소는 만족되고 있어서 모형의 완전 연소가 이루어져야 할 것이다.

그렇지만 현실로서는 불완전한 연소가 발생하여 그을음 및 타르 형상의 응축물이 남을 수 있다. 즉, 예를 들어 대형의 복잡한 구조로 된 제품의 경우에는, 구석 부분, 凹부 등 형상적으로 산소 함유 기체의 기류 도달이 어려운 부분에서는 충분한 산소가 얻어지지 않아 연소가 악화되는 일이 있다. 그 결과, 연소 소실 후 형성되는 주형 공동 내의 위쪽 주형면의 구석 부분을 중심으로 그을음, 아래쪽 주형 면의 구석 부분을 중심으로 모형의 그을음과 타르 형상의 응축물 및 아래쪽 주형 면 전체에 타르 형상의 응축물이 퇴적할 수 있다.

상술했듯이 그을음 및 타르 형상의 응축물이 남는 원인은, 이들 현상이 주형벽과 모형 연소 면에서 형성된 공간 내에서의 기체 형상의 산소와 기체 형상의 가연물 분포가 불균일하게 되고, 그 결과 공간 내 열의 분포도 불균일하게 되어 연소도 불균일하게 되기 때문이라고 생각된다.

따라서, 우선 산소, 가스 형상의 가연물 분포의 균일화를 도모하여 그 공간 내에서의 열 발생을 균일하게 만드는 것이 중요하다. 다음에 이렇게 발생한 균일한 열에 의해서 가연물인 모형 연소 면에 균일한 열을 공급하면서 동시에 산소도 균일하게 공급하는 것이 중요하다. 또한 연소에 의해 발생한 배기 가스를 부분적으로 체류시키는 일 없이 신속하게 그 공간 밖으로 배출하는 것이 중요하다. 따라서 상술한 상황을 성립시키면서 모형 연소 면을 착화 면에서 순차적으로 확대해서 연소시킴으로써 그을음 및 타르 형상의 응축물을 잔류시키지 않을 수 있다.

또한, 연소의 최종 시점에 있어서는 열 저하에 의해서 가연물의 증발도 저하하여 연소 조건도 악화되어 있으므로, 특히 산소량을 늘려야 하며 이 조건을 성립시킬 필요가 있다. 즉, 순차적으로 공기량을 감소시키며 산소량을 늘림으로써 교반용 공기에 의한 연소부로부터의 탈열을 적게 하며 산소를 많이 공급함으로써 구석 부분, 凹부 등 연소 조건이 좋지 않은 부분도 완전히 연소시킬 수 있다.

구체적으로는, 산소의 공급구와 공기의 공급구를 따로 분산해서 설치하고, 산소는 개구부에서 공급하며 교반용 공기는 주형으로의 용탕을 주입할 경우에 주형 내 공기를 신속하게 배출하기 위해서 설치된 주입구로부터 공급한다. 교반을 주목적으로 한 유속이 높은 대량 공기를 주입구로부터 역 방향으로 주형 내에 불어넣음으로써 연소에 의해서 형성된 주형벽과 모형 연소 면에 의해서 형성되는 공간내 열, 가연물, 산소를 균일하게 만들 수 있다.

동시에, 불어넣게 되는 다량의 교반용 공기에 의하여, 연소에 의해 발생한 배기 가스를 신속하게 주형 밖으로 배출하여 공간 내에 존재하는 산소 농도를 전체적으로 올릴 수 있다. 그 결과 위쪽 주형 면 쪽의 연소 면에서 빗방울 형상으로 낙하하는 응축물도 완전히 연소할 수 있다.

교반용 공기는, 그 탈열 효과에 의해 주형 내의 배기 가스 온도를 저하함과 동시에 불에 노출된 섬유 보강 도포주형벽에 가해지는 열 응력을 저하시킬 작용이 있고 그만큼 도포주형제 층의 박리, 낙하, 변형이 생기는 확률이 감소하게 된다.

연소의 최종 시점에 있어서는 순차적으로 교반용 공기를 감소시켜 주형 내 공간을 고농도 산소로 채움으로써 모형의 구석 구석까지 완전히 연소시킬 수 있고 연소 소실 후 주형 내를 충분히 양호한 상태로 만들 수 있다.

이 발명의 연소 방법에 의하면, 연소 후에 구석 부분, 凹부에 그을음이나 응축물이 남는 일이 없고 동시에 아래쪽 주형 면에 낙하하여 퇴적하는 타르 형상의 응축물도 없어진다. 그 결과, 연소가 불완전하게 된다고 생각되는 부분에 연소 촉진을 위하여 사전에 산소를 공급하고 있는 순산소 공급용 배관도 필요 없게 되고 작업의 번잡함도 경감할 수 있다.

또한, 이 발명의 소실모형 주조법에 있어서, 상기 소실모형에 통기구를 설치하고 상기 통기구에서 산소 또는 산소와 공기의 혼합 기체를 공급하여 상기 통기구 출구 부근에 있어서의 상기 소실모형의 하류 범위에 있어서의 미연소 가스 및 그 주위의 공기와의 혼합 기체를 안정적으로 연소하도록 착화한다.

또한, 이 발명의 소실모형 주조법에 있어서, 상기 소실모형에 통기구를 설치하고 상기 통기구에서 산소 또는 산소와 공기와의 혼합 기체를 공급하여 상기 산소 또는 산소와 공기와의 상기 혼합 기체의 흐름에 대해서 하류 쪽 통기구 출구에서 착화한다.

이하, 모형을 연소시킬 경우 하류 쪽 통기구 출구에서 착화하는 착화법에 대해서 설명한다.

산소 또는 산소와 공기와의 혼합 기체를 모형 내에 도입하는 통기구의 입구 쪽, 즉 기류의 흐름에 관하여 상류 쪽에 있어서 착화하면, 특히 대형 모형의 경우에 착화 직후에 산소 또는 산호와 공기의 혼합 기체의 입구 쪽과 반대쪽의 출구 쪽 부분에 있어서 폭발 현상을 일으켜 큰 소리의 발생, 주변물의 파괴나 비산 등을 발생할 수 있다. 상술한 폭발 현상은 하류 범위의 미연 가스와 그 주위의 공기와의 혼합 기체 부분의 연소가 불안정하기 때문에 발생한다.

따라서, 하류 범위의 연소를 안정시키면 해결할 수 있다고 생각된다. 이 때문에 일반적으로는 하류 범위에 안정적인 연소를 부여하는 애프터버너를 부착시키는 일이 생각되는데, 이 방법은 버너의 장치 및 그 착화 타이밍 등이 번잡하게 되어 충분한 해결법이 될 수 없다.

도 10a 내지 도 10c는 이 발명의 착화법 원리를 설명하는 도면이다.

도 10a는 착화시의 상황을 보여주는 도면이다. 소실모형(201) 중앙부에 통기구(202)를 설치하고, 한쪽 끝에서 산소 또는 산소와 공기의 혼합 기체(204)를 흘린다. 그 후 통기구의 출구부(216), 즉 산소 또는 산소와 공기의 혼합 기체(204)의 흐름에 관하여 하류 쪽에 착화용 버너(217)에 의해서 착화한다.

도 10b는 착화 직후의 상황을 보여주는 도면이다.

도 10b에 도시하듯이 통기구 출구 쪽에 착화하면 하류 범위(214)에 있어서는, 착화에 의한 열과 모형의 가연물과 공기 중의 산소(213)와의 연소의 3요소가 구성되어 화염(219)을 발생하며 안정적으로 연소한다. 이 상태는 애프터버너를 설치한 상태와 같게 되어 폭발 현상은 발생하지 않고 안정적이며 안전하게 연소한다. 이 안정적인 연소는 전체의 연소가 거의 완료되고 일부 잘 피어오른 숯불 형상의 연소가 남는 상태에 이르기까지 계속된다.

착화부에 착화되어 발생한 화염은 바로 통기구 내를 하류 쪽으로 번지지만, 그 상류 쪽 선단 부분(218)은 산소 또는 산소와 공기의 혼합 기체(204)에 의한 산소, 착화부에서 번진 열, 통기구 주위 가연물이라는 연소의 3요소가 충분히 만족되고 있기 때문에 강렬하게 연소되고 도관제 개구부(203)까지 바로 불이 번지며 거기서 정지한다.

이 때, 중류 범위(210)의 한 번 연소한 부분(220)에서는 산소가 부족하여 통기구의 옆 방향, 즉 벽면 방향으로는 연소는 번지지 않는다.

도 10c는 착화 후 전체적인 안정 연소 상황에 들어갈 상황을 도시한 도면이다. 도 10c에 도시한 바와 같이, 화염이 상류 범위(208)의 최상류 쪽으로 연소(延燒)함과 동시에 상류 범위가 세차게 연소한다. 동시에 중류 범위(210)에서는 산소 부족 때문에 연소가 불안정하게 된다. 착화 후 약 1～2분 이내에서는 통기구의 소공간 내에서 소폭발(221)을 발생하여 "퐁퐁" 소리를 낸다. 하지만 모형 내의 통기구 내 소공간에서의 소폭발이어서 불안전하지 않다.

상류 범위(208)를 중심으로 한 연소의 중심(222)은 그 후 순차적으로 하류 쪽의 중류 범위(210)로 이동한다. 이 시점에서는 상류 범위에서 소비되는 산소도 적어지고 중류 범위에서의 산소도 충분한 양이 되어 폭발은 발생하지 않는다. 이 시점에서도 하류 범위(214)의 화염(219)은 대기 중의 산소(213)의 안정적인 공급에 의해서 안정적으로 연소를 계속하여 애프터버너로서의 작용을 지속하고 있다. 이러한 연소 과정을 통해서 최종적으로 중류 범위의 약간 하류 쪽에서 연소는 완료된다. 이는 최하류 쪽 통기구 출구 주변의 모형 면(223, 가연물)이 대기 중의 산소 때문에 조금씩 상류측으로 연소하기 때문이다.

상술한 바와 같이 본 발명의 착화법에 의하면 주형 내에 매입된 모형을 연소할 때 안전하게 착화할 수 있다.

도포주형은 통상적으로 내화물인 골재, 점결제로 이루어지는 첨가재 및 용제로 구성되고 있다. 골재는 실리카, 알루미나, 지르콘 등 각종 내화물 입자로 이루어진다. 점결제로서 작용하는 첨가재는 점토, 벤토나이트, 실리카졸 등 무기재와 페놀 수지, 로진 수지, 리그닌 등 유기재이고, 용매로서는 물, 메탄올 등이 있다.

도포주형을 사형 또는 금형의 주형 내면에 도포하여 건조 후 주조를 실시한다. 하지만 소실모형 주형의 경우에는 모형의 표면에 도포주형을 도포한다. 고온의 용탕이 주형 내에 침입하면 가열되어 도포주형 층에 균열이 발생하지만, 균열로 둘러싸이고 지지하는 물건이 없어진 상태의 도포주형 층과, 아직도 박리, 분리가 되어 있지 않은 도포주형 층 사이를 섬유 형상 물질이 연결함으로써 박리, 분리된 도포주형 층이 분리, 낙하하는 것을 지지하여 방지한다.

그 때문에 섬유의 길이가 중요하다. 6㎜ 미만으로는 균열된 도포주형 층을 지지하기에 충분하지 않으며, 30㎜를 넘으면 섬유의 종류에 따라서는 섬유가 얽히기 쉬워져 도포주형에 균일하게 혼합하지 않아서 도포 시에 작업성이 좋지 않기 때문에 6～30㎜의 범위가 바람직하다. 섬유의 직경은 경험상 혼합 등의 취급에 대한 편리성에서 3～50㎛의 범위가 바람직하다. 배합량은 도포주형 1㎏ 당 1～50g 정도가 바람직하고 섬유의 종류에 따라서는 1～10g이 바람직하다.

섬유 보강재로서는 금속 섬유, 천연 석면, 유리 섬유, 실리카 섬유, 탄소 섬유, 알루미나・실리카 섬유, 실리콘카바이드 섬유, 비닐론 섬유, 폴리프로필렌 섬유, 아라미드 섬유, 폴리에틸렌 섬유 중 어느 것도 사용이 가능하다. 이들 섬유를 1종 또는 2종 이상의 혼합물로서도 사용이 가능하다. 이들 무기, 유기의 섬유 보강재는 일반적으로 종래부터 있던 소실모형 주조법에 적용할 수 있고 무기질의 섬유 보강재는 본 발명의 소실모형 주조법에 적용할 수 있다.

일반적으로 실시되고 있는 용탕의 주입 전에 발포제 모형을 제거하지 않고 그대로 용융 금속을 주입하는 형의 소실모형 주조법에 있어서는, 섬유 보강재는 주조에 있어서 용융 금속이 주형에 채워지는 동안만 기능하면 좋다. 도포주형 층의 낮은 열 전도율을 고려하면 특별한 내열성은 불필요하고 무기계 섬유에 더하여 비닐론 섬유, 프로필렌 섬유, 아라미드 섬유, 폴리에틸렌 섬유 등 유기물로 사용이 가능하다.

소실모형 주조법에 있어서는 모형에 도포주형을 도포하기 때문에 도포주형 층의 가열 응력에 대해서 주형벽과의 접착력이 지극히 약하여 이 도포주형 층의 박리・낙하가 발생하기 쉽고 베이닝 결함, 도포주형 맞물림 결함이 다발한다. 그래서, 섬유보강 도포주형은 특히 그 효과를 발휘한다.

도 12는 종래의 소실모형 주조법에 있어서의 주조의 개요를 보여준다. 용기(312)에 수용된 용탕(301)은 탕구(308)에서 용융금속 통로를 통해서 도포주형이 도포된 발포성 수지의 모형 내에 침입한다. 모형은 금속 틀(311)로 둘러싸인 사형(303)으로 주위가 포위되어 있다.

도 13a 및 도 13b는 주조를 시작한 후에 있어서의 도 12의 Z부에 대한 상세한 도포주형 층의 상황을 모식적으로 보여준 도면이다. 도 13a는 종래의 도포주형을 도포한 경우, 도 13b는 본 발명의 도포주형 도포의 경우이다. 발포체 모형의 표면에 도포주형을 도포, 건조하여 주형 내에 조형하고 용탕을 주입하면 바로 발포체 모형은 그 열로 인하여 연소, 소실하고 종래의 도포주형 층(302)과 보강섬유함유 도포주형 층(305)은 용탕의 열에 직접 노출되어 그 열에 의하여 도포주형 층에 응력이 발생하여 균열이 발생한다.

종래의 도포주형 층은 어느 부분이 균열에 둘러싸이면 그 시점에서는 이미 발포성 수지부는 소실해 버렸기 때문에 아직 건전한 도포주형 층(302a)으로부터 분리되어 박리·낙하한다(302b). 이 박리·낙하한 부분에 용탕이 침입하면 베이닝 결함을 형성한다.

한편, 본 발명의 보강섬유함유의 도포주형 층(305)은, 균열에 둘러싸인 도포주형 층(305a)이 형성되어도 보강섬유의 가교효과(306)에 의해서 아직 건전한 보강섬유함유의 도포주형 층(305b)에 의해서 지지되어 박리·낙하하는 일은 없다.

본 발명은 소실모형을 이용해서 주조하는 철 계통 및 비철 계통의 용융 금속 중 어느 것에도 적용이 되지만, 용융 금속에 탄소를 부여하지 않는다는 점에서 적어도 탄소량 범위가 규격 등에 의해서 규정된 각종 주철·주강, 예를 들어서 JIS, ASTM, DIN 등의 규격에 규정된 주철·주강에 바람직하게 적용된다.

구체적으로는 탄소강 주강품(JIS G 5101), 용접 구조용 주강품(JIS G 5102), 구조용 고장력 탄소강 및 저합금강 주강품(JIS G 5111), 스테인리스강 주강품(JIS G 5121), 내열강 주강품(JIS G 5122), 고망간강 주강품(JIS G 5131), 고온고압용 주강품(JIS G 5151), 저온고압용 주강품(JIS G 5152) 등에 바람직하게 적용된다.

또한 JIS 핸드북(1998년도 판)에서 규정하는 각종 주철(JIS G 5501, 5502, 5503, 5504, 5510, 5511, 5526, 5527, 5528, 5702, 5703, 5704)에도 적용된다. 상기한 것은 어디까지나 예시로서 탄소량에 규정이 있는 모든 주조용 주철·주강에 적용된다.

이상 설명한 바와 같이, 본 발명은 소실모형 주조법에 있어서 섬유보강 도포주형을 사용하면 건조 상태의 섬유보강 도포주형제 층이 강고해져 일반적인 소실모형 주조법과 같이 중량, 크기에 제한이 없이 운반, 모래 주입이 가능하다.

또한, 용강 주입 전 단계의 주형 중에서 도포주형제 층이 부착되고 있는 발포체 모형을 연소 소실시켜 탄소 성분을 제거해도 도포주형제 층은 연소 소실 시 및 그 후의 냉각 및 용융 금속 주입 시의 열 응력도 충분히 이겨낼 수 있기 때문에 소실 모형 주조법과 같은 대형 주형 공간이 확보된다. 그래서, 소실모형 주조법의 단점인 탄소의 흡수 문제도 동시에 해결된다.

즉, 일반의 중량 제한이 없는 소실모형 주조용 모형에 있어서 섬유보강 도포주형제를 도포·건조하고, 크기 면의 제약, 취급상의 제약이 없는 보통 소실모형 주조법에 의해서 조형하여 용강 주입의 전 단계에서 발포체 모형을 연소 소실시키면 발포체 모형에 포함되어 있는 탄소, 수소, 질소, 산소를 주형 내부에서 배제할 수 있다. 이렇게 하면 건조한 강고한 도포주형제 층의 쉘로 둘러싸인 주형 공간이 형성되고 그 후 용강 금속을 주입하면 유기물인 발포체 모형으로부터의 불안정한 탄소, 수소, 질소, 산소 등의 흡수가 발생하지 않기 때문에 건전한 주조물을 얻을 수 있다.

실시예1

도포주형으로서, 60㎛ 이하의 골재 미립자 50~90%와, 무기 또는 유기 점결제로 이루어지는 시판되는 도포주형제를 사용했다. 섬유로서는 섬유 경 13㎛, 섬유 길이 13㎜인 유기의 단섬유를 100가닥 가량 묶어 내알칼리성 코팅을 하고 폭 1㎜ 정도, 두께 0.05㎜ 가량의 띠 형상으로 한 것을 보강재로 하여 이것을 도포주형 1㎏ 당 10g을 첨가, 혼입시켜 본 실험용 도포주형제로 한다.

상기한 바와 같이 혼입하는 섬유는 어느 정도의 강성을 갖는 섬유가 교반 시에 얽힘이 발생하지 않고 도포주형 중에 분산과 혼련이 잘 된다. 즉, 탄소 섬유, 알루미나실리카 섬유, 실리카 섬유 등 유연성이 있는 섬유보다 실리콘카바이트 섬유, 내알칼리 유리 섬유 등 강성이 있는 섬유가 얽힘이 발생하지 않는다.

도 1은 탄소흡수 시험용 시험편을 주조한 경우의 실시예를 보여준다. 모서리 100㎜, 길이 710㎜의 각주에 모서리 326㎜에 두께 40㎜의 판자를 부착한 탄소흡수 시험용 시험편을 주조한 경우의 실시예로서, 도포주형제의 도포, 보조연소 배관, 통기구 및 전기식 발화 장치를 보여준 것이다. 모형 재질은 EPS, EPMMA 2가지에 대해서 실시했다.

각주의 상단에 지름 200㎜, 높이 200㎜인 용융금속 압탕(押湯)(1)을 부착하고 하단의 개구부(2)에서 용융금속 압탕(1) 상면까지 25㎜Φ의 관통된 통기구(3)를 뚫은 소실모형(4)에 보강섬유 함유 도포주형제를 브러쉬로 도포하여 50℃에서 8시간 건조하여 도포주형제 층(5)을 설치했다. 이때 도포주형제 층(5)은 건조 상태에서 두께 1～5㎜이었다. 건조 후 하단에 전기식 발화 장치(6)를 부착하고 또 각각의 판자 형상의 구석 1군데에 보조 연소용 송곳 구멍(7)을 뚫으며 그것에 10㎜Φ 가량의 강관과 비닐 파이프로 된 보조 연소용 배관(8)을 부착했다.

그리고 공기, 산소를 공급하면서 연소 소실을 하기 위해서 압탕부에 시판되는 연소식 압탕 슬리브를 사용하는 것은 압탕 슬리브가 연소하기 때문에 좋지 않다. 본 실시예에서 보여주듯이 압탕부도 발포체 모형으로 제작하는 것이 좋다.

모형의 준비 완료 후, 도 2에 도시한 바와 같이, 사형 모래(9) 중에 매입 주형을 조형했다. 이 경우 공기, 산소를 공급하는 탕구(10), 개구부(2), 통기구(3)가 착화 전 단계에서 통하는 것이 필요하고 조형 사정상 일부에 마개를 두는 것은 좋지 않다.

조형 후 개구부(2)에 통하는 탕구(10) 및 보조 연소용 배관(8)에 산소, 공기를 공급하기 위한 배관(11) 및 탱크(12)를 연결하여 각각 6.0㎏f/㎠의 압축 공기와 150㎏f/㎠의 압축 산소 통으로부터의 공기를 배관하고, 그 공기(13, 15) 및 산소(14, 16)의 유량을 조정하면서 전기식 발화 장치(6)에 통전하여 개구부(2)부터 모형(4)에 착화했다.

착화 후 그 연소 상황을 보면서 적시 조정용 밸브(17, 18, 19, 20)를 사용하고 공기(13, 15) 및 산소(14, 16) 양을 조정하여 모형(4)을 연소했다. 그 후 화염 및 연기(21)가 없어지고 완전히 연소 소실이 완료된 것을 확인했다. 그리고 모형의 연소 소실 시간은 EPS제 모형이 대략 17분, EPMMA 모형이 10분 가량이었다.

도 3에 도시한 바와 같이 공기, 산소의 배관(11, 17, 18, 13, 14와 8, 12, 19, 20, 15, 16)을 제거하여 탕구(10)에 c=0.22wt%의 용강(22)으로 채워진 용기(23)의 노즐부(24)를 맞추고 스토퍼(25)를 열어 도포주형제 층(5)으로 유지된 주형 공동부(26)에 용강(22)을 주입하며 용융금속 주입을 실시했다.

그리고, 비교를 위한 동형 모형은 보통 소실모형 주조법, 즉 용융금속 주입 전에 연소되는 일 없이 하단의 40㎜φ의 개구부에서 각각 동일한 용강을 주조했다. 동일한 용강으로 동형의 EPS제 모형과 EPMMA제 모형을 사용해서 주조하고, 비교를 위해서 통상적인 소실모형 주조법으로도 주조했다. 합계 EPS제 2개, EPMMA제 두 개, 도합 4개를 주조했다.

도 4는 탄소흡수 시험용 시험편의 각 위치(A～D, 1～4)에서 시료를 잘라내어 탄소량을 측정한 위치를 보여준다. 도 5로서 나타내는 표 1은 EPS제 모형에 의한 결과, 도 6으로서 제시하는 표 2는 EPMMA제 모형에 의한 결과를 나타낸다.

표 1의 EPS제 모형의 탄소분석 결과를 보면 다음과 같다. 종래의 방법으로서는 시험편 중앙부(A, b, c, D) 및 단부(1, 2, 3, 4) 모두 상부로 감에 따라서 탄소 분석치는 증대하고, 특히 단부(1)에서는 0.42wt%로서 원 성분에 대해서 0.20wt% 정도 늘었다. 또, 분산치를 주목하면 중앙부 0.30wt%, 단부 0.17wt%이다.

이러한 탄소 성분의 분산치가 종래의 소실모형 주조법에 의한 주강품의 제조를 어렵게 만들고 있다. 한편, 본 발명에 의한 값은 종래 방법과 같은 명확한 상하 위치에 의한 탄소 성분의 변화는 확인되지 않는다. 분산치를 주목하면 중앙부 0.01wt%, 단부 0.01wt%로서 측정 오차 정도의 차이일 뿐이다.

표 2에 나타내는 EPMMA 모형의 탄소분석 결과를 보면 이하와 같다. 종래 방법에서는 시험편 중앙부(A, b, c, D) 및 단부(1, 2, 3, 4) 모두 상부로 감에 따라서 탄소 분석치는 증대하고 그 분산치는 중앙부 0.04wt%, 단부 0.02wt%이다.

분해 성능을 보다 개선시킨 EPMMA제 모형에서도 용강 중으로의 탄소 침입이 발생하고 있음이 확인된다. 본 발명에 의한 값은 EPS제 모형의 결과와 마찬가지로 상하 위치에 의한 탄소 성분의 변화는 확인되지 않는다. 분산치를 주목하면 중앙부 0.01wt%, 단부 0.00wt%로서 EPS의 결과와 마찬가지로 측정오차 정도의 차이일 뿐이다.

이상에서 용융 금속의 주입 이전에 소실모형을 연소 소실하여 제거했기 때문에 소실모형의 재질 차이에도 불구하고, 본 발명에 의한 소실모형 주조법은 종래의 최대 결점인 탄소분의 흡수 문제를 해결할 수 있다. 그리고, 본 실시예에 나타낸 용융 금속 주입 중량 250㎏ 정도의 것에서는 도포주형제에 혼입하는 섬유는 유리 섬유 정도의 내열성이 있으면 충분하다.

실시예2

도 7은 이 발명의 연소 방법을 설명하는 도면이다.

도 7에 있어서, 섬유보강 도포주형을 도포한 모형이 주형 내에 조형된 상태, 산소 및 교반용 공기의 배관 상태, 산소 및 교반용 공기의 공급 상황 및 착화가 도시되어 있다.

목적 형상의 EPS제 모형(폭 900×길이 900×두께 400)(117)을 제작하고 그 후 개구부(102)를 설치하는 예정 위치에 맞춘 통기구(103)를 설치했다. 이 모형에 섬유 지름 14㎛, 500가닥/yarn, 사이징 부착률 1.2wt%인 실리콘카바이트 섬유를 길이 6㎜로 절단한 것(상품명; 니칼론 촙 NcF-06)을 소실 모형용 도포주형제(상품명; S-98F)에 1vol% 교반 혼입한 섬유 보강재(118)를 제작하여 도포했다. 도포한 후 8시간 가량 건조로에서 건조시켜 조형용 모형으로 했다.

모형에 내경 50㎜의 도관제 개구부(102), 탕도(湯道)(101) 및 교반용 공기(119, 120)를 공급하는 주입구(121, 122)를 설치하면서 주형 틀(123) 내의 주물 모래(124) 안으로 매입하여 주형을 조형했다. 이 때, 교반용 공기가 흐르도록 통기구(103)와 교반용 주입구(121, 122)의 도관부까지의 사이를 지름 10㎜의 송곳 구멍(125)을 뚫어서 연결했다. 이렇게 해서 주형 상면에 탕도(101), 주입구(121, 122) 및 개방 압탕구 상면과 그 통기구 출구(126)가 노출하도록 조형하여 주형을 준비했다.

이것에 내경 100㎜의 파이프(127, 128, 129)를 박아 점토(130, 131, 132)로 밀봉하고, 산소(133) 및 교반용 공기(119, 120)를 공급할 수 있도록 배관을 했다. 이들 배관은 밸브(134, 135, 136) 및 유량계(미도시)를 통해서 산소 통 및 공업용 공기 배관에 연결되어 있다.

이같이 준비한 주형에 있어서, 탕도(101)을 통해서 500L/분의 산소(133)와 교반용 주입구(121, 122)를 통해서 900L/분의 교반용 공기(119, 120)를 흘리면서 이들 산소 및 공기의 출구인 압탕측의 통기구 출구(126)에서 착화용 버너(137)로 착화했다. 그리고, 착화 후의 연소는 착화된 압탕 쪽에서 순차적으로 진행되는 것이 아니라 바로 개구부(102)에 도달하여 그 부분을 최초의 주 연소부로서 연소를 시작한다.

주입구(121, 122)의 도관 방향을 아래쪽으로 45°방향으로 하고 아래 주형 면 쪽에 많은 교반용 공기(119, 120)가 닿도록 하고 있는 것은, 일반적으로 주물의 주조 자세는 주형 공동(空洞)의 아래 주형 면에 복잡한 면을 설정하는 편이 주조상 유리하기 때문에, 아래 주형 면 쪽에 연소 상태가 좋지 않은 구석 부분, 凹부가 많이 발생하여 아래 주형 면 쪽의 연소 조건이 나빠지므로 그것을 보완하기 위한 것이다.

그리고, 이들 교반용 공기의 수평면에서의 분출 방향은 주형벽과 모형의 연소 면에 형성되는 공간 내를 기류가 전체로서 회전하도록 소용돌이치듯이 배치하고 있다. 이같이 전체로서 기류를 회전시킴으로써 연소가 더 원활하게 진행된다.

도 8은 착화 후 세차게 연소하는 상황에서 약간 후반을 나타내는 도면이다. 도 8에 나타내는 바와 같이, 주형벽(138)과 모형 연소 면(139)에 형성되는 공간(140) 내는 교반용 공기와 산소가 난류(141)가 되어 혼합한 교반용 기류에 의해서 열, 가연물, 산소가 균일하게 교반되기 때문에 연소가 신속하게 진행된다. 이같은 연소 상태에서는 모형의 상면 쪽 연소면(142)에서의 응축물이 낙하하는 일도 없고, 따라서 그 응축물이 주형 공동부의 하면 쪽에 퇴적하는 일도 없이 연소한다.

연소 후반에서는 순차적으로 주형벽(138)과 모형의 연소 면(139)에서 형성되는 공간(140) 내부는 넓어지고 난류에 의하여 개구부에서 공급되는 순산소와 충분히 혼합된 산소부화 교반용 공기(143)는 자유로이 움직이며 구석구석까지 도달할 수 있다. 따라서, 산소는 복잡한 형상부의 구석구석까지 두루 번져 그 결과 구석구석까지 연소 소실된다.

최종 시점에 있어서는, 교반용 공기를 100L/분까지 감소하고 개방 압탕 면(145)에 뚜껑(146)을 덮어, 주형 내의 산소 농도를 상승시키며 개체마다 분단되어 연소하고 있는 타르 형상의 응축물을 완전히 연소시켰다.

도 9는 연소 후 섬유보강 도포주형으로 유지된 주형 공동 내부를 보여주는 도면이다. 도 9에서 나타내는 바와 같이, 연소는 완전히 행해지고 섬유보강 도포주형(118)에 의해서 유지된 그을음 및 낙하 퇴적하는 타르 형상의 응축물이 없는 주형 공동(144)이 얻어진다.

실시예3

도 11a 내지 도 11c는 이 발명의 자세한 착화법을 보여주는 도면이다.

도 11a에 도시하듯이 폭 500×길이 1700×두께 250인 긴 장방형의 PMMA제 모형(224)의 아래쪽으로부터 50㎜에서 80㎜ 부분에 30×30㎜의 사각형 통기구(225)를 열고, 그 일단에 내경 50㎜의 통기구를 연 외경 200㎜×높이 200㎜의 압탕(226)을 설치하여 모형으로 삼았다. 이 모형에 실리콘카바이트 섬유를 1vol% 혼입시킨 섬유보강 도포주형(227)을 도포하여 조형용 모형으로 했다. 이 모형의 한쪽 끝에 φ30㎜인 도관제의 개구부(228)를 설치하고 주형 틀(229) 내의 주물사(230) 속에 매입하여 연소 전 주형을 완성시켰다. 그리고, 이때에 주형 내 모형의 연소 상황을 주형 모래가 모형의 연소 열로 가열되어 연기를 뿜어내는 것을 이용해서 관찰하기 때문에 주형 상면 쪽의 모래 두께를 50㎜ 가량으로 얇게 했다.

이상의 주형에 개구부(228)에 연결되는 도관(232)에 φ10㎜의 파이프(233)를 설치하고, 그 주변을 점토 실(234)로 밀봉하고 대략 100L/분인 산소(235)를 흘리면서 하류 쪽의 압탕(226)에서 착화용 버너(217)로 착화했다.

착화 후의 화염(219)은 바로 사각형 통기구 내부를 거슬러 올라가, 상류 쪽 개구(228)에 불이 번졌다. 이같이 중류 범위에서 가로 방향, 즉 통기구 내의 벽 방향에 연소가 번지지 않고 도관제 개구부까지 바로 번지는 것은 연소하고 있는 통기구의 내면부 상류 쪽의 선단(218)은 연소의 3요소인 열, 가연물, 산소가 충분히 채워져 있고 그 부분에서 연소가 가장 세찬 것 및 한 번 연소한 중류 범위에서는 상류 범위의 연소에 의하여 미연소 가스와 배기 가스가 혼합한 기체로서 산소가 부족하여 연소가 억제되고 있기 때문이라고 생각된다. 최상류부에 불이 번지면 그 이상은 도관제 개구(228)이고, 가연성이 없어져 번짐이 정지한다.

도 11b는 최상류부의 개구부까지 번진 후의 상황을 제시하는 도면이다. 최상류부에 번지면 상류 범위(208) 부분을 중심으로 세차게 연소하고 연소의 중심(222)을 형성한다. 이 상황은 연기(236)의 발생으로 인하여 주형 외부에서 관찰된다. 그 직후에 중류 범위(210)의 모형 내에서 두세 번의 작은 폭발(221)이 발생한다. 그리고, 이 시점에서는 최하류부의 대기 중에 개방되어 있는 부분은, 미연소 가스인 가연물과 연소 배기 가스에 의한 열과 해당 부분의 연소 열 및 대기 중의 산소(213)가 충분히 공급되어 안정적으로 화염(219)을 형성하며 연소되고 있다. 이때 통기구 출구부 주변의 모형 면(223)은 내부 쪽(상류 쪽)으로 연소하지만, 그 속도는 상류 쪽의 연소 중심(222)이 하류 쪽으로 진출하는 속도보다 늦다.

도 11c는 최상류부의 연소가 시작되고 나서의 종반 상황을 보여주는 도면이다. 전체로서의 연소 중심의 이동을 보면 산소가 가장 많은 상류 범위에서 순차적으로 하류 범위로 이동한다. 이것은 연기 발생부의 하류 쪽으로의 이동(237)을 관찰함으로써 판단된다.

연소의 종반에서는, 중류 범위의 약간 하류 쪽에 쏠린 아래쪽 주형 면 쪽이 최종적으로 연소하여 전체의 연소가 종료된다. 이 상황은 이 시점에서는 미연소 가스의 양도 저하하며 하류 범위의 화염의 세력도 저하하고, 그 후 잘 피어오른 숯불 상태가 되기 때문에 압탕부에서 최종 연소부(238)와 그 부분으로 형성되는 최종 연소부의 화염(239)을 봄으로써 관찰된다.

마찬가지 모형의 연소를 상류 쪽으로부터의 착화로 행하면, 미연소 가스, 즉 가연 가스가 다량으로 발생하고 최하류 쪽의 통기구의 출구인 압탕 개방부에서 공기 중의 산소와 혼합하여 큰 폭발 현상을 발생할 수 있다.

이상과 같이, 주형 내 모형에 산소 또는 산소와 공기의 혼합 기체를 공급하면서 모형을 연소 소실시키는 과정에서 그 하류 쪽, 즉 대기 중으로의 산소 또는 산소와 공기의 혼합 기체의 출구부에서 착화함으로써 큰 폭발 현상을 발생시킬 일 없이 안전하게 착화할 수 있다.

실시예4

지름이 60㎛ 이하의 알루미나골재 미립자를 50~90중량%, 무기질 및 유기질 첨가재 및 용매로서 물로 이루어지는 도포주형에 알루미나 섬유로서 지름이 30㎛, 섬유 길이 13㎜인 섬유 보강재를 도포주형 1㎏ 당 11g을 첨가하여 혼합시킨 도포주형을 작성했다.

이 섬유 보강재 함유 도포주형을 소실모형인 EPS제 모형에 통상적인 브러쉬를 사용해서 도포하여 건조했다. 그 후 통상적인 소실모형 주조법에 의해서 용탕을 주입하여 주물을 얻었다.

도 14a와 도 14b는 종래와 본 발명에서 얻어지는 주조 결함의 개요도로서, 도 14a는 종래의 주형법에 있어서의 베이닝 결함(309), 도포주형 맞물림 결함(310)을 나타내고 도 14b는 결함이 없는 건전한 주물을 나타낸다.

이같이 섬유보강 도포주형을 사용한 소실모형 주조법에서는, 섬유 보강재에 의하여 외력이나 열 응력으로 인하여 발생한 균열에 따라서는 도포주형 층이 박리・낙하하지 않게 되어 베이닝 결함, 도포주형 맞물림 결함이 없는 표면성상 및 내부 품질이 좋은 주물 제품이 얻어졌다.

실시예5

본 발명의 소실모형 주조법 및 일반적인 소실모형 주조법에 있어서, 전자는 소실모형의 연소 소실 시의 열, 후자는 주탕(注湯)시 용탕의 복사열을 받음으로써 도포주형 층은 가열을 받는다. 그 상황을 상정한 실험의 일례로서, 60초 간 가열된 섬유보강 도포주형제와, 거기서 사용되는 섬유 보강재의 길이와 굽힘 강도의 관계에 대해서 제시했다. 이 경우는 유기계 섬유는 가열 시에 연소 소실을 하기 때문에 무기계의 것에 대해서 행했다.

시판되는 도포주형제(상품명 야마시로 코트 S-98F)에 탄소 섬유, 실리콘카바이트 섬유, 실리카 섬유, 내알칼리유리 섬유, 알루미나・실리카 섬유를 제각기의 길이로 절단하고 각각 원래 도포주형제에 대해서 1체적% 첨가, 혼련하여 섬유보강 도포주형을 제작했다. 이 섬유보강 도포주형(403)을 도 15에 나타내는 凹형 강제의 쇠기구(401)의 중공부(402)에 EPS 블록을 짜 맞춘 상태인 물건 위에 도포했다. 그 후 55℃에서 8시간 건조 고화시켜 시료를 작성했다.

다음에 본 시료를 가스 버너로 60초간 가열하고 EPS부를 연소 소실시킴과 동시에 섬유보강 도포주형(403)을 가열했다. 가열된 섬유보강 도포주형의 온도는 광온도계에 의해서 측정하면 900℃ 가량에서 1000℃의 범위였다.

60초간의 가열 후 약 60분간 방치・냉각하고 상온으로 돌아갔을 때 도 15 중에 도시하는 섬유보강 도포주형(403) 층을 가압기(404)로 누르며 그때의 최고 하중을 시료의 굽힘 강도(g/1시료)로 했다. 측정은 1측정점 당 10번 하며 그 평균을 측정치로 했다.

도 16에 나타내는 그래프는 그 측정 결과를 보여주는 것이다.

이 측정 결과에 따르면 섬유보강 도포주형의 굽힘 강도는 각 섬유에 따라 다르지만, 전체적으로 내알칼리유리 섬유를 제외하고 대략 1.5～3㎜ 길이에서 증가가 시작하고 6～10㎜ 사이에서 급격히 증가하며 그 후는 완만해져 일부 것은 강도가 저하되는 것도 있다. 내알칼리유리 섬유의 굽힘 강도는 10㎜까지의 증가는 완만하고 12～25㎜에 걸쳐 갑자기 증대하며 30㎜ 및 도시하지 않은 50㎜에 걸쳐서는 증대함이 완만해진다. 이 측정 결과가 보여주듯이 섬유 보강재로서 균열된 도포주형 층을 지지하는 데 6～30㎜의 범위가 최적인 섬유 길이임이 확인된다.

이와 같이 한 번 가열된 섬유보강 도포주형 층의 굽힘 강도가 6～30㎜인 섬유 길이로 충분히 성사된다는 것, 상술한 바와 같이 섬유보강 도포주형 제작 시 섬유의 얽힘 등 섬유 첨가 시 혼련의 용이함 및 도포 시 작업성의 관점에서 최종적으로 6～30㎜의 범위가 최적인 섬유 길이임이 결론지어진다. 또한 측정 결과가 나타내는 바와 같이 굽힘 강도에 끼치는 영향은 길이 뿐만 아니라 그 섬유 자체의 열적인 안정성에도 영향을 받는다는 것이 확인된다. 즉, 탄소 섬유를 제외하고는 내알칼리유리 섬유<실리카 섬유<알루미나・실리카 섬유<실리콘카바이트 섬유의 순서로 대기 중의 물리적인 열적 안정성은 커지고 그 순위로 섬유보강 도포주형의 최대 굽힘 강도가 커진다.

탄소 섬유는, 본 결과에서는 실리카 섬유와 알루니마・실리카 섬유 사이에 있지만 주형벽에 밀착시키는 것 등 분위기 조건을 변경하면 강도가 대단히 커지는 등 다른 거동을 나타낸다.

본 발명에 다음과 같이 효과가 있다.

⑴ 종래의 소실모형 주조법에 의한 주철・주강품의 탄소 흡수를 배제할 수 있다.

⑵ 수 톤에 이르는 대형 주조품도 주조할 수 있어서 주조품의 크기에 제한이 없어진다.

⑶ 탄소량의 규정이 있는 주철・주강품이 소실모형 주조법에 의하여 제조 가능하다.

⑷ 저탄소 스테인리스강 주강품을 포함한 고급 주조품도 소실모형 주조법에 의해서 주조할 수 있다.

⑸ 주조품의 크기 제한이 없고 레플리주조 cS법과 같은 정밀 주조품의 제조가 가능하다.

⑹ 유기물 발포체 모형이 함유하는 수소의 용융금속으로의 침입을 방지할 수 있다.

⑺ 종래의 소실모형법의 결함인 산소 가스, 탄산가스, 질소 가스의 흡수에 의해서 발생하는 주조품의 가스 블로 문제도 해결된다.

⑻ 모형 재질은, 기본적으로 연소 소실하는 물건이라면 발포의 유무 또는 재질의 종류도 문제시되지 않는다.

또한, 다음 효과도 있다.

⑼ 주형 내에 매입된 모형을 연소시킬 경우에 구석 부분, 凹부까지 모형을 충분히 연소 소실시킬 수 있다.

⑽ 주형 공동의 아래쪽 면 쪽에 타르 형상 모형의 응축물이 퇴적하는 것을 방지할 수 있다.

⑾ 사전에 연소가 우려되는 부분에, 부분적으로 연소를 촉진하기 위한 산소를 공급하고 있는 산소공급용 배관을 설치하지 않고 간편하게 조형할 수 있다.

또 다음 효과가 얻어진다.

⑿ 주형 내에 매입된 모형을 연소시킬 경우에 폭발 현상을 발생시킬 일 없이 착화할 수 있다.

또 다음 효과가 얻어진다.

⒀ 도포주형 층이 박리・낙하함에 따른 각종 주조 방법에 있어서의 주물 표면의 베이닝 결함을 방지할 수 있다.

⒁ 주조 방법에 상관없이 박리된 도포주형 층이 용탕에 섞임으로써 주물 내부의 도포주형 맞물림 결함을 방지할 수 있다.

⒂ 젖은 상태의 도포주형이 건조할 경우 수축에 따라 발생하는 균열로 인한 도포주형 박리를 방지할 수 있다.

(16) 운반, 조형 중 외력에 의한 도포주형 층의 파괴, 박리를 방지할 수 있다.

(17) 도포주형을 두껍게 도포할 수 있어서 모래 도포가 불필요하다.

(18) 도포주형 층을 파괴시킬 일이 없이 모형을 뺄 수 있으며 일반 주조법도 할 수 있다.

(19) 한 번의 도포로 도포주형을 두껍게 도포할 수 있어서 공정 수를 삭감할 수 있다.

(20) 금형 주조법에 있어서 그 두께를 자유로이 조정할 수 있어서 열 전도의 조정을 쉽게 할 수 있다.

(21) 원심 주조법에 있어서도 원심력에 의한 도포주형 층의 박리를 방지할 수 있다.

(22) 특히 소실모형 주조법에 있어서 본 발명의 도포주형을 사용하면 주조 결함을 격감할 수 있는 효과가 있다.

(23) 본 발명의 일 형태에 제시하는 것 이외의 일반적인 소실모형 주조법에 있어서는 비닐론 섬유, 폴리프로필렌 섬유, 아미라드 섬유, 폴리에틸렌 섬유 등 유기 섬유도 도포주형제 보강재로서 사용이 가능하다.

(24) 종래의 소실모형 주조법에 사용하면 도포주형 층의 박리에 의해서 발생하는 베이닝 결함을 대폭적으로 개선할 수 있다.

(25) 일반적으로 주물의 표면 개선을 위하여 발포체 모형의 발포 입자 간의 간극 및 발포체 모형과 발포체 모형의 연결부의 간극을 유기물의 수지로 메우는 것이 실시되고 있으나 그 방법은 분해 발생 가스를 증대시키므로 제한이 있다. 본 발명에 의하면 소실모형 주조법에 있어서는 주탕 전에 연소 소실되어 있어서 그 사용량에 제한이 없다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

미리, 금속 섬유, 천연 석면, 유리 섬유, 실리카 섬유, 탄소 섬유, 알루미나 섬유, 실리콘카바이트 섬유 중의 1종 또는 2종 이상의 혼합 섬유이며 길이가 6~30㎜인 섬유 보강재를 혼입시킨 도포주형을 소실모형에 도포하여 건조 고화 또는 자경 후 건조하는 공정;

상기 건조시킨 모형을 주형재 중에 매입하여 주형을 작성하는 공정;

상기 주형 내에 있는 소실모형을 연소시켜 소실하는 공정; 및

상기 연소로 형성된 공간 내에 용융 주철 또는 용융 주강을 주입하여 주조하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 소실모형이, 발포체인 발포 폴리스티렌(EPS) 또는 분해 능력을 개선한 발포 폴리메타크릴산 에스테르(EPMMA)로 이루어지는 모형인 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법.

청구항 4.

삭제

청구항 5.

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 주형이, 사형 주형 또는 쇼 주형인 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법.

청구항 6.

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 소실모형의 연소가, 주형 탕구에서 연통한 개구부 및 보조 연소용 배관부에서 공기 및 산소를 공급하면서 모형에 점화하는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법.

청구항 7.

삭제

청구항 8.

미리 섬유 보강재를 혼입시킨 도포주형을 소실모형에 도포하여 건조 고화 또는 자경 후 건조하는 공정;

상기 건조시킨 모형을 주형재 중에 매입하여 주형을 작성하는 공정;

상기 주형 내에 있는 소실모형을 산소 및 교반용 공기를 공급하며 연소시켜 소실하는 공정; 및

상기 연소로 형성된 공간 내에 용융 주철 또는 용융 주강을 주입하여 주조하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법.

청구항 9.

제8항에 있어서,

산소의 공급구와 교반용 공기의 공급구를 따로 설치하고, 산소를 주형 탕구에서 연통한 개구부에서 공급하며 교반용 공기를 주입구에서 주형 내에 불어넣듯이 공급하면서 모형에 점화하여 상기 소실모형의 연소를 실시하는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법.

청구항 10.

제8항에 있어서,

상기 교반용 공기의 공급에 있어서, 주형벽과 모형 연소 면에 의해 형성되는 공간 내에 공급되는 산소 함유 기체를, 상기 공간 내에서 충분히 교반하여 상기 공간 내에 있어서의 열 발생을 균일하게 만드는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법.

청구항 11.

제10항에 있어서,

상기 공간 내에 있어서 연소에 의하여 발생한 배기 가스를 신속하게 상기 공간 내에서 배출하도록 상기 교반용 공기를 공급하는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법.

청구항 12.

제8항 내지 11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 소실모형에 통기구를 설치하고, 상기 통기구에서 산소 또는 산소와 공기의 혼합 기체를 공급하며, 상기 통기구 출구 부근에 있어서 상기 소실모형의 하류 범위에서의 미연소 가스 및 그 주위의 공기의 혼합 기체를 안정적으로 연소하도록 착화하는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법.

청구항 13.

제8항 내지 11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 소실모형에 통기구를 설치하고, 상기 통기구에서 산소 또는 산소와 공기의 혼합 기체를 공급하며, 상기 산소 또는 산소와 공기의 상기 혼합 기체의 흐름에 관하여 하류 쪽 통기구 출구에서 착화하는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법.

청구항 14.

내화물 골재, 무기질 또는 유기질의 첨가재 및 용매를 주성분으로 하는 도포주형에 길이 6~30㎜의 무기질 또는 유기질의 섬유 보강재를 5중량% 이하를 배합하여 보강하는 것을 특징으로 하는 섬유보강 도포주형.

청구항 15.

제14항에 있어서,

상기 섬유 보강재가, 금속 섬유, 천연 석면, 유리 섬유, 실리카 섬유, 탄소 섬유, 알루니마 섬유, 실리콘카바이트 섬유, 비닐론 섬유, 폴리프로필렌 섬유, 아라미드 섬유, 폴리에틸렌 섬유 중 어느 1종 또는 2종 이상의 혼합물인 것을 특징으로 하는 섬유보강 도포주형.

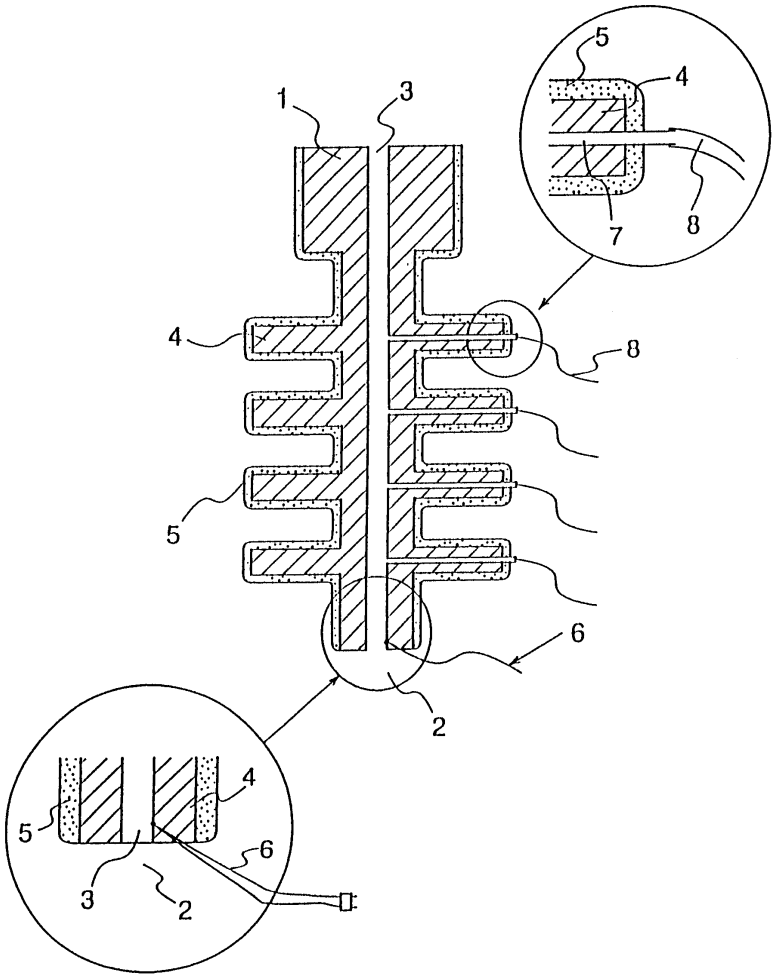
청구항 16.

제5항에 있어서,

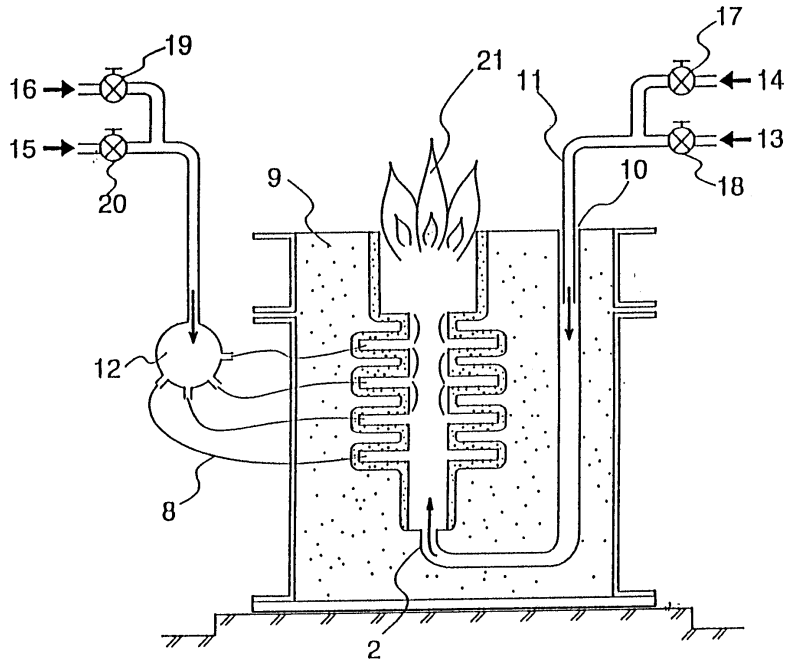
상기 소실모형의 연소가, 주형 탕구에서 연통한 개구부 및 보조 연소용 배관부에서 공기 및 산소를 공급하면서 모형에 점화하는 것을 특징으로 하는 소실모형 주조법.

도면

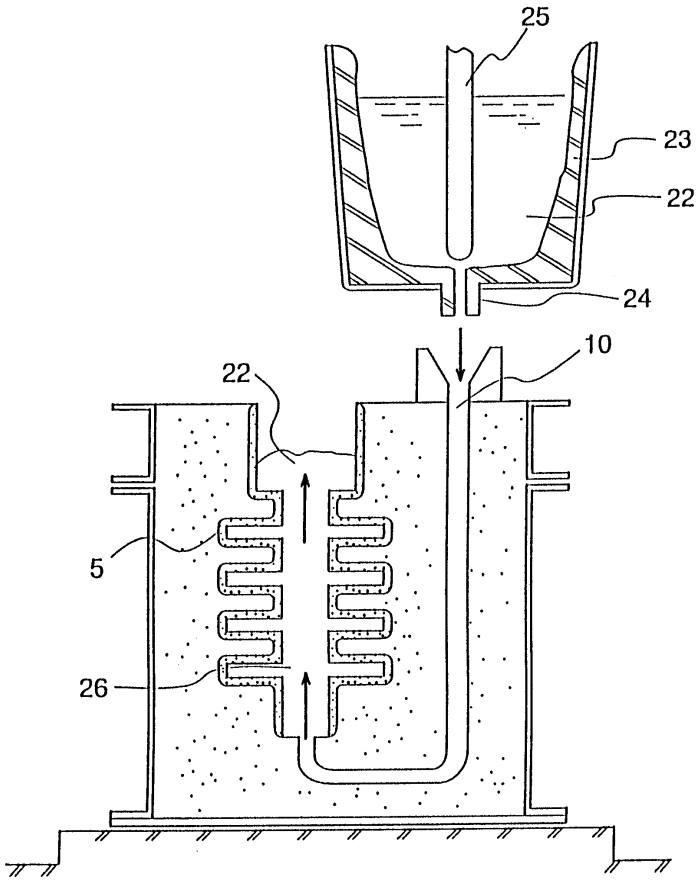
도면1



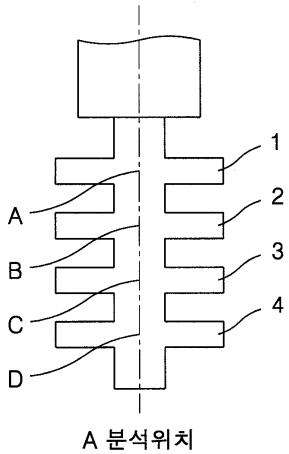
도면2



도면3



도면4



도면5

표 1 EPS 모형에서의 결과 단위 : wt %

	분석위치	종래법	본발명법
중앙부	A	0.25	0.23
	B	0.24	0.22
	C	0.24	0.22
	D	0.22	0.22
	분산치	0.03	0.01
단 부	1	0.42	0.23
	2	0.34	0.23
	3	0.28	0.22
	4	0.25	0.23
	분산치	0.17	0.01

주기 : ①원래 용강의 탄소량은 0.22%
②분산치는 최대치-최소치

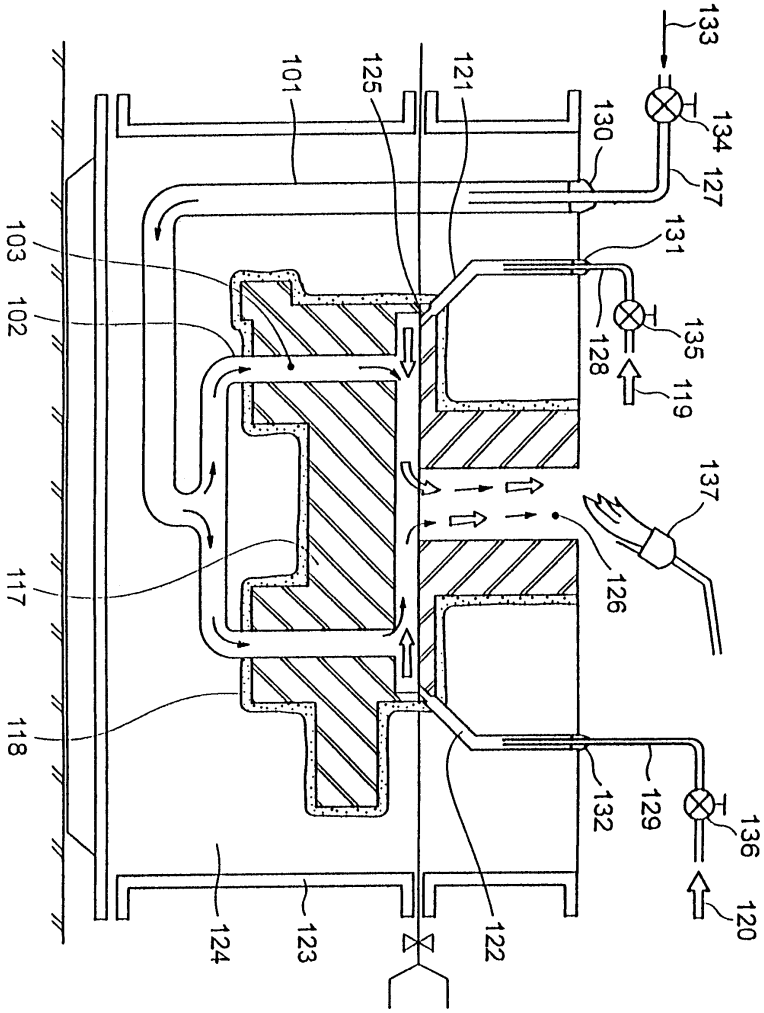
도면6

표 2 EPMMA 모형에서의 결과 단위 : wt %

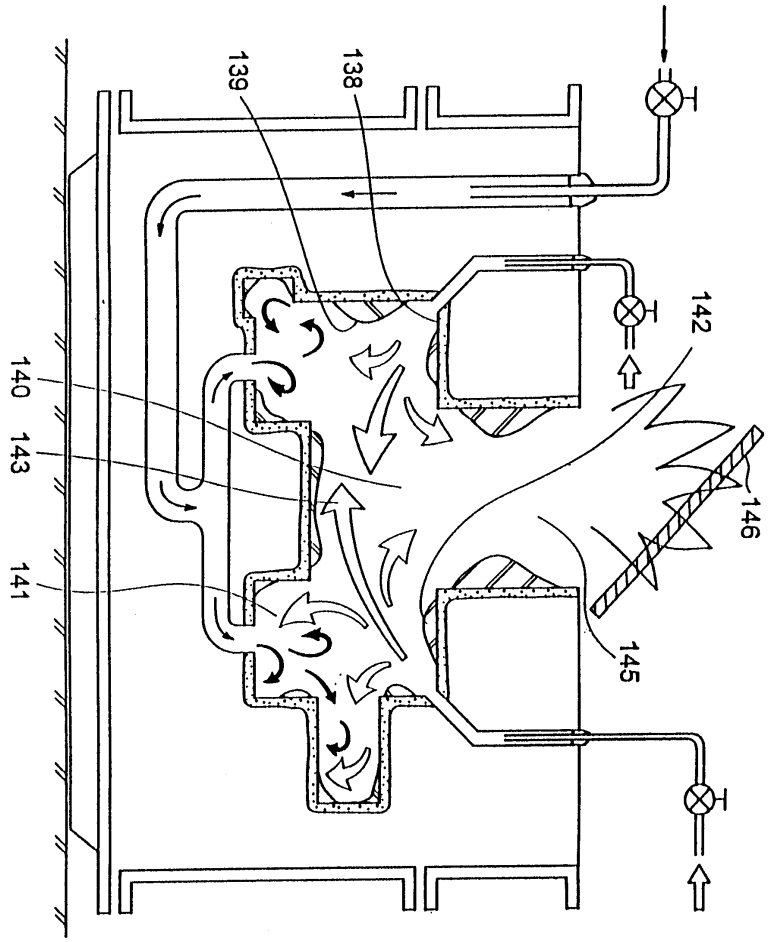
	분석위치	종래법	본발명법
중앙부	A	0.25	0.20
	B	0.24	0.20
	C	0.21	0.21
	D	0.21	0.20
	분산치	0.04	0.01
단 부	1	0.25	0.22
	2	0.23	0.22
	3	0.23	0.22
	4	0.23	0.22
	분산치	0.02	0.00

주기 : ①원래 용강의 탄소량은 0.22%
②분산치는 최대치-최소치

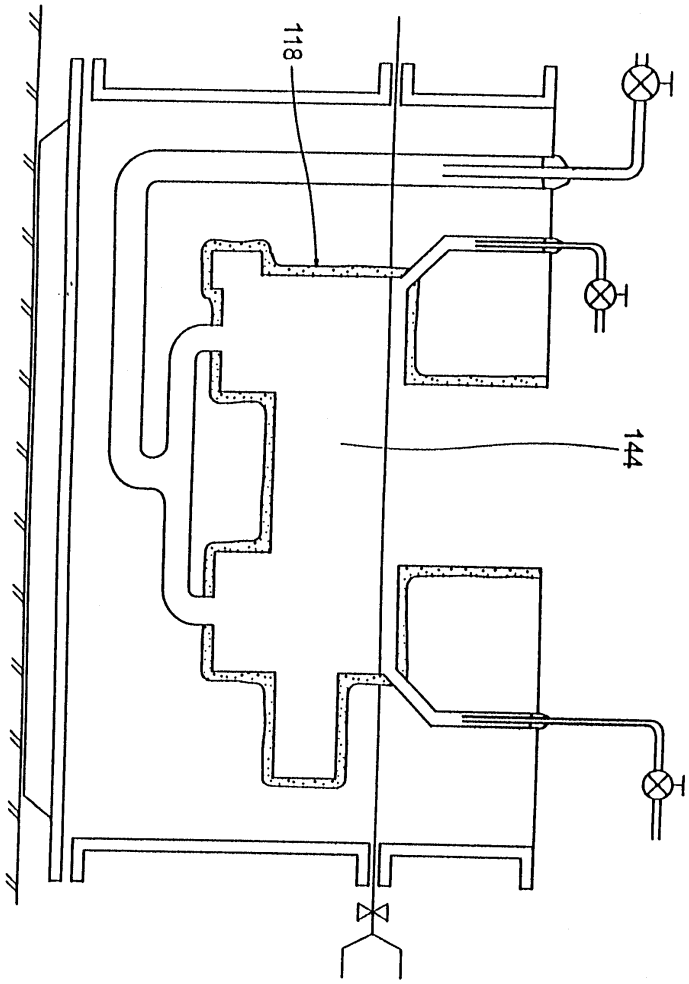
도면7


133
134
127
130
101
125
121
131
103
102
128
135
119
137
126
117
118
132
129
136
120
124
123
122

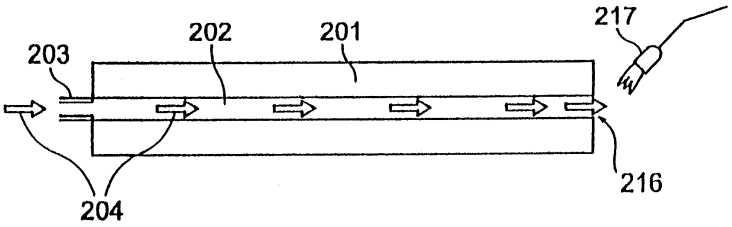
도면8



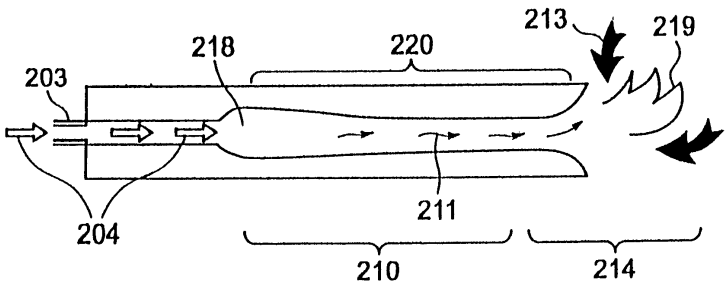
도면9



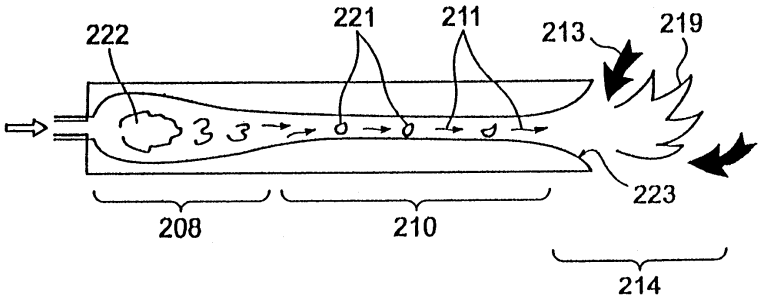
도면10a



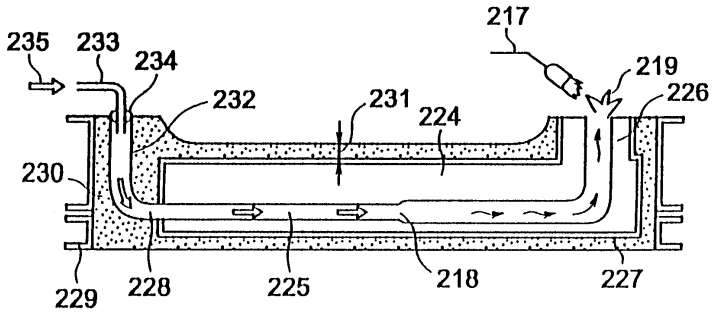
도면10b



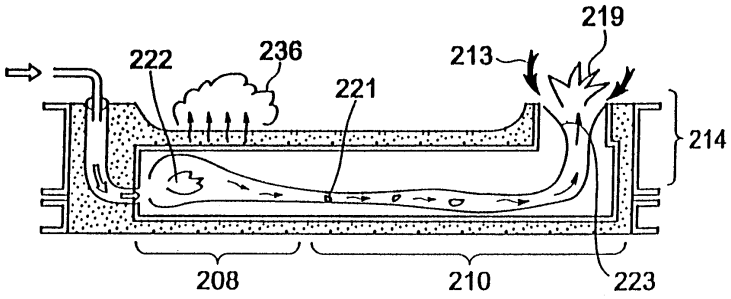
도면10c



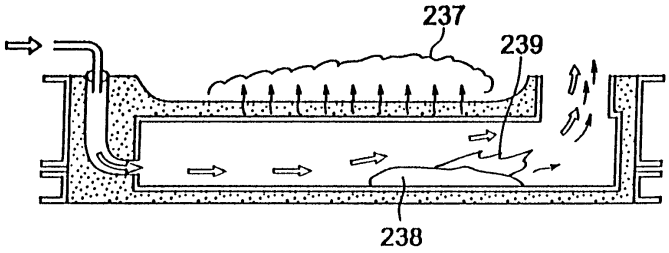
도면11a



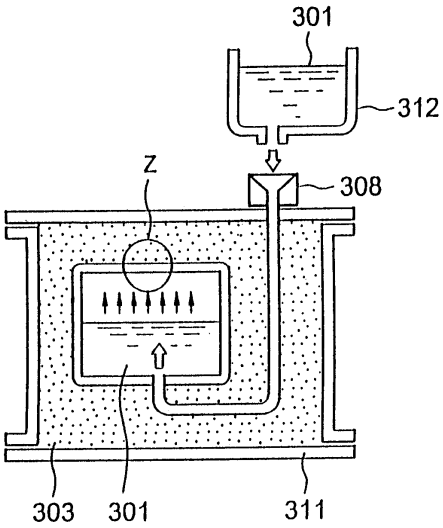
도면11b



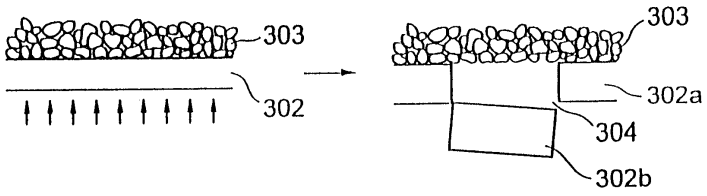
도면11c



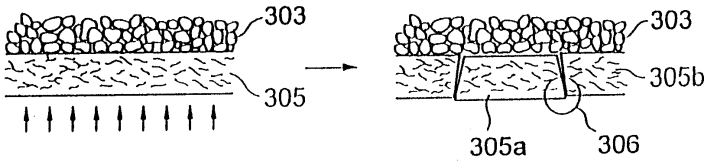
도면12



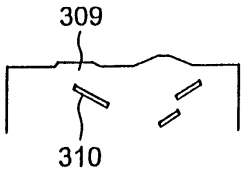
도면13a



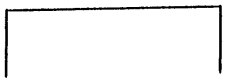
도면13b



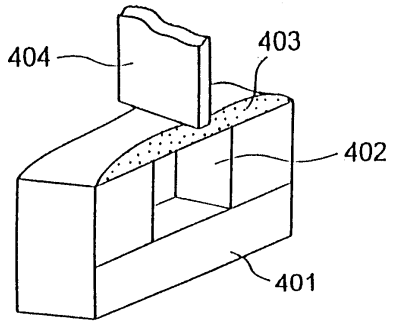
도면14a



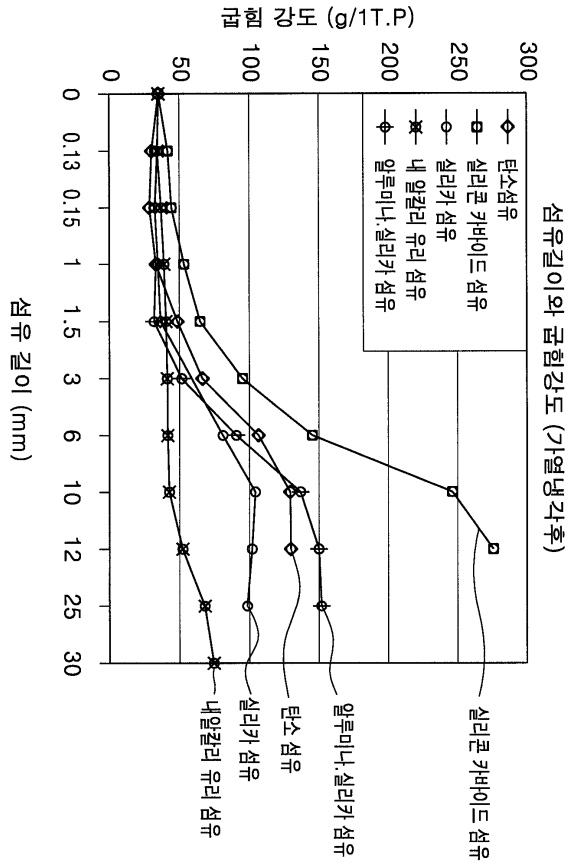
도면14b



도면15


404
403
402
401

도면16


굽힘 강도 (g/1T.P)
0
50
100
150
200
250
300
섬유 길이 (mm)
0
0.13
0.15
1
1.5
3
6
10
12
25
30
탄소섬유
실리콘 카바이드 섬유
실리카 섬유
내 알칼리 유리 섬유
알루미나,실리카 섬유
섬유길이와 굽힘강도 (가열냉각후)
내알칼리 유리 섬유
실리카 섬유
탄소 섬유
알루미나,실리카 섬유
실리콘 카바이드 섬유