(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0053259
(43) 공개일자 2011년05월19일

(51) Int. Cl.
B22C 1/18 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7007468
(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년08월25일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2011년03월31일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2009/006153
(87) 국제공개번호 WO 2010/025861
국제공개일자 2010년03월11일
(30) 우선권주장
08015735.7 2008년09월05일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
미넬코 게엠베하
독일, 45128 에센, 프리드리히스트라세 47
(72) 발명자
게를라흐, 랄프-요아힘
독일, 크레펠트 47803, 인라데르 스트라세 724
(74) 대리인
박경재

전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 약 0.25 중량% 내지 약 0.9 중량% 범위의 물 함량을 갖는 물유리로 코팅되고/코팅되거나 물유리와 혼합된 코어 또는 주물사

(57) 요 약

본 발명은, 용융 금속의 주조를 위한 코어 및 주조 주형을 제조하기 위해 사용될 수 있는 코어 또는 주물사에 관한 것으로, 이는 접착제 층과, 접착제 층 위에 놓인 물유리 층으로 코팅된 기본 주형 재료를 포함하고, 물유리 함량은 코어 및 주물사 전체 중량에 대해 약 0.25 중량% 내지 약 0.9 중량%의 범위이다.

특허청구의 범위

청구항 1

용융 금속의 주조를 위한 코어(core) 및 주조 주형(casting mould)을 제조하기 위해 사용될 수 있는 코어 또는 주물사(doundry sand)에 있어서,

접착제 층과 상기 접착제 층 위에 놓인 물유리(waterglass) 층으로 코팅된 기본 주형 재료(moulding material)를 포함하고, 물 함량은 상기 코어와 주물사 전체 중량에 대해 약 0.25 중량% 내지 약 0.9 중량% 범위인, 코어 또는 주물사.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 물유리는 유동 개선제, 주조 표면을 위한 개선제, 건조제, 및 분리제로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 다른 첨가제를 더 포함하는, 코어 또는 주물사.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 기본 주형 재료는 석영사(quartz sand), 크롬광사(chrome ore sand), 지르콘사(zircon sand), 거의 구형 주물사 및 감람석사(olivine sand) 같은 미네랄 및 합성사로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 코어 또는 주물사.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서, 기본 주형 재료는 약 0.08 ㎜ 내지 약 0.5 ㎜의 평균 입자 크기를 갖는, 코어 또는 주물사.

청구항 5

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 기재된 코어 또는 주물사를 제조하는 방법에 있어서,

a) 기본 주형 재료를 제공하는 단계와,

b) 첨가제를 추가하고, 다음으로 물유리를 추가하는 단계와,

c) 물 함량이 코어 및 주물사의 전체 중량에 대해 약 0.25 중량% 내지 약 0.9 중량%의 범위 이내가 되도록 상기 코어 또는 주물사를 건조하는 단계를

포함하는, 코어 또는 주물사 제조 방법.

청구항 6

제 5항에 있어서, 얻어진 혼합물은 각 추가 단계 이후 균질화되는, 코어 또는 주물사 제조 방법.

청구항 7

제 5항 또는 제 6항에 있어서, 단계 c)는 혼합시 마찰 에너지를 도입하거나, 바람직하게는 고온 공기, 복사 가열, 가열 재킷에 의한 추가 열에 의해, 또는 진공이나 부압(negative pressure)을 가하여 이행되는, 코어 또는 주물사 제조 방법.

청구항 8

제 5항 내지 제 7항 중 어느 한 항에 있어서, 단계 c)는 160℃ 이하의 주변 온도의 온도에서 질량에 따라 5분 내지 3시간의 시간 동안 이행되는, 코어 또는 주물사 제조 방법.

청구항 9

제 5항 내지 제 8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 코어 또는 주물사는 단계 c)에 따라 필터링되는, 코어 또는 주물사 제조 방법.

청구항 10

제 5항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 기재된 방법에 의해 얻어진 용융 금속의 주조를 위한 주조 주형의 주형 부분을 위한 코어 또는 주물사.

청구항 11

용융 금속의 주조를 위한 주조 주형의 주형 부분을 제조하기 위한 방법에 있어서,

a) 제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 따라 코어 또는 주물사를 제공하는 단계와,

b) 상기 주형 부분을 재현하는 공동에 코어 또는 주물사를 붓는 단계와,

c) 상기 b) 단계 전, 동안 및/또는 후에 적어도 하나의 경화제와 상기 코어 또는 주물사를 접촉시키고, 상기 주형 부분을 응고시키는 단계를

포함하는, 주형 부분 제조 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서, 단계 c)는 수증기와 접촉하게 하여 이행되는, 주형 부분 제조 방법.

청구항 13

제 11항 또는 제 12항에 있어서, 단계 b)와 단계 c)는 동시에 이행되는, 주형 부분 제조 방법.

청구항 14

제 11항 내지 제 13항 중 어느 한 항에 있어서, 단계 b) 내지 c) 중 적어도 하나의 단계 동안, 상기 주형 부분을 나타내는 공동은 약 20℃ 내지 약 160℃, 특히, 60 내지 120℃ 범위의 온도로 가열되는, 주형 부분 제조 방법.

청구항 15

제 14항에 있어서, 상기 주형 부분을 재현하는 공동은 단계 b) 내지 c)의 모든 단계 동안 가열되는, 주형 부분 제조 방법.

청구항 16

제 11항 내지 제 15항 중 어느 한 항에 기재된 방법에 의해 얻어진, 용융 금속을 주조하기 위한, 주조 주형의 주형 부분.

청구항 17

용융 금속의 주조를 위한 주조 주형의 주형 부분을 제조하기 위해, 제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 기재된 코어 또는 주물사를 사용하는 방법.

청구항 18

용융 금속의 주조를 위한 주조 주형의 주형 부분을 제조하는데 적합한 코어 툴에 있어서,

코어 또는 주물사를 도입하기 위한 적어도 하나의 연결부와, 선택적으로 수증기 형태의 경화제를 도입하기 위한 적어도 하나의 연결부를 구비하거나, 상기 코어 또는 주물사를 도입하고 경화제를 도입하는데 적합한 적어도 하나의 연결부를 구비하는 적어도 하나의 주조 주형을

포함하는, 코어 툴.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 용융 금속의 주조를 위한 코어 또는 주조 주형의 제조를 위한 코어 또는 주물사에 관한 것으로, 코어 또는 주형은 물유리를 함유하는 기본 주형 재료(예를 들어, 석영사, 크롬광사, 지르콘사, 감람석사, 합성사)를 포함하고, 코어 또는 주물사는 코어 또는 주물사의 전체 중량에 대해 약 0.25 중량% 내지 약 0.9 중량% 범위의

물 함량을 갖는다. 또한, 본 발명은 이러한 유형의 코어 또는 주물사를 제조하기 위한 방법 및 코어 또는 주물사로 코어 또는 주조 주형을 제조하는 방법 및 그 사용 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 코어 또는 다른 주조 주형을 제조하기 위한 코어 또는 주물사는 공지되어 있다. 일반적으로, 코어 또는 다른 주조 주형은 코어 또는 주물사로 충전될 주조 주형을 제조하는 코어 툴 같은 툴에 의해 최초에 원하는 형상으로 형성되며, 그후, 코어 또는 주물사가 압밀(compact) 및 경화된다. 툴을 개방한 후, 원하는 주형 부분, 예를 들어, 주조 코어가 제거될 수 있다. 이 주조 코어를 사용하여, 알루미늄 라이트(aluminum light) 용융 금속을 포함하는 용융 금속이 원하는 형상으로 주조될 수 있다. 용융 금속이 응고된 후, 주조 코어 또는 주조 주형은 예를 들어, 요동에 의해 제거될 수 있다. 요동으로 인해, 이전에 저장된, 안정한 주조 코어/주형은 분해된다.

[0003] 코어 또는 주물사를 제조하기 위한 공지된 방법은 그 발명자의 이름을 따라서 "크로닝 방법(Croning method)"이라고도 지칭된다. 여기서, 미세-입자형 석영 사가 기본 주형 재료로 사용되며, 주물사의 모든 입자는 열가소성 페놀 수지 층으로 코팅되어 있다. 페놀 수지는 상온의 비경화 상태에서 가열 이전에 고체이다. 코어 또는 주물사가 이제 주조 주형을 제조하는 툴, 예를 들어, 코어 툴 같은 주형 부분을 형성하기 위한 공동에 도입되고, 250℃ 내지 300℃로 가열되면, 바인더 필름이 용융되고, 중축합으로 인해 바인더 브리지가 형성되며, 이는 중축합 반응이 완료되면 고체가 되고, 듀로플라스틱(duroplastic) 특성을 갖는다. 최종 코어 또는 최종 주형은 툴로부터 제거될 수 있다.

[0004] 다른 잘 정립된 코어/주형 제조 방법(예를 들어, 콜드 박스, 핫 박스, 푸란 수지, 물유리 CO_2 방법)에 비해 크로닝 방법에 따라 사용되는 코어 또는 주물사의 장점은 기존의 특정 방법과 달리, 경화 반응이 혼합 이후 즉시 시작되지 않고 열이 재도입될 때(250℃ 내지 300℃)에만 시작된다는 것이다. 기혼합 코어 또는 주물사의 보관 수명은 정확히 보관한다면 사실상 무한정이다. 처리시, 코어 또는 주물사는 바람직한 유동성, 바람직한 제현 정확성, 높은 수준의 치수 정확도, 매우 예리한 에지들 및 높은 표면 품질을 나타낸다. 그러나, 크로닝 방법의 단점은 코어 또는 주물사로부터 코어 또는 주형 부분의 제조를 위해 선택된 툴 온도가 특히 높아야만 하며, 이는 높은 에너지 요구를 초래한다는 점이다. 크로닝 방법을 사용하여 제조된 코어 또는 주형 부분을 사용하는 약 700℃ 내지 1700℃에서 용융된 금속을 사용한 후속 주조시에, 페놀 수지가 연소되어 건강 및 환경에 유해한 배출물(예를 들어, 모노 및 폴리 순환성 방향물질)을 방출한다. 또한, 주조 이후 사용된 코어 또는 주형 부분의 폐기는 환경 문제를 유발하며, 그 이유는, 높은 레벨의 재정적 경비(특수 폐기 비용)을 동반하여 폐기되어야만 하기 때문이다. 가능한 열 재생도 극도로 높은 비용 및 환경에 대한 영향과 결부되어 있다.

[0005] 환경 문제를 피하기 위해, 무기물에 의한 기본 주형 재료, 예를 들어, 물유리계 바인더를 사용하는 것도 공지되어 있다. 여기서, 기본 주형 재료는 물유리의 수성 용액과 혼합되고, 그후, 직접적으로 주형 툴에 부어 넣어진다. 코어 또는 주물사를 응고시켜 주형 부분을 형성하기 위해, 탈수(물리적 경화)에 의해 코어 또는 주물사를 응고시키도록 열이 도입될 수 있다.

[0006] 다른 방법에서, 코어 또는 주물사는 화학적으로 주형 부분을 경화시키기 위해 CO_2가 공급된다.

[0007] 따라서, 주조 주형을 위한 주형 부분을 제조하기 위한 방법이 예를 들어, DE 103 21 106호로부터 알려져 있으며, 여기서는, 물유리로부터 제조된 무기 바인더 및 무석영 주물사에 기초하여 제조된 코어 또는 주물사가 사용된다. 여기서, 물유리 바인더와 기본 주형 재료의 혼합물이 혼합되고, 이는 주형 툴 내로 직접적으로 부어진다.

[0008] 또한, DE 196 32 293호로부터 주물 기술을 위한 코어 블랭크의 제조를 위한 방법이 알려져 있으며, 여기서, 무기 내화 주물사 및 물유리 베이스를 갖는 무기 결합제의 혼합물이 코어 박스 내로 부어지고, 그후, 코어를 응고시키기 위해 물이 탈수되거나 CO_2가 공급된다.

[0009] 이들 방법에서 사용 가능한 물유리에 기초한 결합제 시스템은 DE 199 51 622호에 설명되어 있다. 이는 하이그로스코픽 베이스(hygroscopic base)를 추가적으로 포함하는 수성 알칼리 실리케이트 용액으로 구성된다. 사용되는 알칼리 실리케이트 용액의 고체 함량은 20 내지 40%인 것으로 설명되어 있다.

[0010] 또한, EP 0 917 499호로부터, 주물 기술을 위한 코어 블랭크를 제조하기 위한 방법이 알려져 있으며, 여기서는 무기 내화 주물사와 물유리 베이스를 구비한 무기 결합제의 혼합물이 코어 블랭크의 형성시 특정 조건 하에서 사용된다. 또한, EP 0 197 499호에는 코어 블랭크로부터의 구 코어로부터의 잔류 재료로 구성되는 재생 코어 주

물사를 제조하는 방법이 개시되어 있다. 이는 이 주물사가 적어도 1회 주조 처리를 통과한다는 것, 즉, 코어가 주조, 코어형성 및 그후 입자로 분리된다는 것을 의미한다.

[0011] 따라서, 수성 알칼리 실리케이트 용액이 기본 주형 재료와 혼합되어 있고, 그후, 그 함습 혼합물이 주형 툴 내로 직접적으로 도입되는 것은 무기 결합제를 사용하는 모든 종래의 방법들에 공통적인 것이다. 이들 방법들의 단점은 기본 주형 재료와 수성 알칼리 실리케이트 용액의 혼합 이후 얻어진 혼합물이 보관 동안 불안정하고, 폐쇄된 주형 재료 용기 같은 특정 조건 하에서만 보관될 수 있다는 것이다. 또한, 기본 주형 재료와 수성 알칼리 실리케이트 용액으로 이루어진 코어 또는 주물사는 단지 특정 조건 하에서만 부어질 수 있으며, 그래서, 코어 또는 주물사가 주형 툴의 모든 공동을 충전하는 것을 보증하기 위해서는 부압을 인가하거나 주형 툴을 요동시키는 것 같은 추가 조치가 취해져야만 한다는 것이 단점이다. EP 0 917 499호에 개시된 코어 재생 주물사도 재생 코어 주물사가 코어 블랭크를 제조하기 위해 직접적으로 사용될 수 없기 때문에 코어 블랭크 제조시 바람직한 특성과 연계된 보관 안정성을 획득하기에는 불안정하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 따라서, 본 발명의 기초를 형성하는 목적은, 종래의 코어 또는 주물사의 단점을 극복하는 코어 또는 주물사를 제공하는 것이며, 특히, 보관시 안정하고, 사용과 연계된 환경적 또는 건강적 위험 없이 주형 부분의 제조를 위해 어떠한 추가 단계도 필요로 하지 않고 직접적으로 사용될 수 있는 코어 또는 주물사를 제공하는 것이다. 또한, 코어 또는 주물사는 주형 툴 내로 부어넣기에 간단하고 신뢰성이 있어야 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 이 목적을 달성하기 위해, 용융 재료의 주조를 위한 코어 또는 주조 주형을 위한 코어 또는 주물사는 물유리와 혼합된 또는 물유리로 코팅된 기본 주형 재료를 포함하고 코어 또는 주물사의 전체 중량에 대해 약 0.25 중량% 내지 약 0.9 중량%의 범위의 물 함량을 갖는 기본 주형 재료를 포함한다. 물 함량은 범위(들)의 상한 및 하한값을 포함하는 것으로 이해된다. 또한, 본 발명에 따른 코어 또는 주물사의 제조 방법이 제공되며, 본 발명에 따른 코어 또는 주물사를 사용하여 용융 금속의 주조를 위한 코어 및 주조 주형을 제조하는 방법이 제공된다.

[0014] 본 발명에 따라 사용된 물유리는 10^2 Pa*s 이상, 더욱 바람직하게는 $10^{2.5}$ Pa*s 이상, 특히, 10^3 Pa*s 이상의 동적 점성을 갖는다. 10^2 Pa*s 이상의 동적 점성을 갖는 물유리는 고체이다. 이는 본 발명에 따른 코어 또는 주물사가 특히 고체 물유리로 코팅되거나 그와 혼합된다는 것을 의미한다.

[0015] 또한, 본 발명에 따른 코어 또는 주물사는 코어 및 주물사의 전체 중량에 비해 약 0.25 중량% 내지 약 0.9 중량%의 범위의 물 함량을 가지며, 바람직하게는 약 0.3 중량% 이상 내지 약 0.9 중량%의 범위, 특히, 코어 및 주물사의 전체 중량에 비해 약 0.3 중량% 이상 내지 약 0.9 중량% 범위의 물 함량을 갖는다. 코어 및 주물사의 물 함량이 코어 및 주물사의 전체 중량에 대해 약 0.25 중량% 미만인 경우, 직접적으로 사용될 수 있는 코어 및 주물사가 얻어지지 않으며, 특히, 코어 및 주조 주형을 제조하기 위해 후술된 본 발명에 따른 방법에서 사용될 수 있는 코어 및 주물사가 얻어지지 않는다. 물 함량이 약 0.9 중량%를 초과하면, 저장이 안정적인 코어 또는 주물사가 얻어지지 않는다. 물 함량은 VDG 데이터 시트 "Testing of Clay-Bound Moulding Materials-Determination of the Water Content (32쪽, 4.1장, 1997년 4월)에 따라 결정된다.

[0016] 본 발명의 내용에서 사용된 바와 같이, "코팅된"이라는 용어는, 기본 주형 재료의 개별 입자가 실질적으로 균등하게 물유리 코팅으로 덮여져 있음을 의미한다. 그러나, 이 용어는 기본 주형 재료의 모든 개별 입자가 개별적으로 물유리 코팅으로 덮여져야만 하는 것을 의미하는 것으로 이해되지 않아야 하며, 입자가 단지 부분적으로 덮여지거나, 또한, 다수의 입자가 하나의 물유리 코팅으로 함께 덮여지는 실시예도 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0017] 본 발명의 내용에서 사용된 "혼합된"이라는 용어는, 물유리가 기본 주형 재료와 조밀하게 섞여(균질화)있음을 의미한다.

[0018] 본 발명에 따른 코어 및 주물사는 건조하며 부어질 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0019] 주입성(pourability)은, 예를 들어, Karg Indusrietechnik 회사에 의해 공급되는 것 같은 측정 퍼늘 또는 특수 주입 시험 장비를 사용하여 결정되며, 미리 결정된 질량 또는 미리 결정된 부피의 붓는 시간이 비교 표시기에

의해 측정되고, 초 단위로 특정된다.

[0020] 예를 들어, 본 발명에 따른 코어 및 주물사는 약 20℃의 주변 온도에서, 상단부의 광폭 에지가 90㎜의 내경을 갖고, 총 퍼늘 높이가 95 ㎜이며, 32 ㎜의 길이와 15 ㎜의 유출유동 튜브의 내경을 갖는 측정 퍼늘 내에 350g의 샘플 양을 사용하여 측정되었을 때 바람직하게는 약 4s 이상의 주입성, 더욱 바람직하게는 약 3.5s 이상의 주입성을 갖는다.

[0021] 바람직하게는, 기본 주형 재료가 코팅 또는 혼합되는 물유리는 접착제, 유동 개선제, 주조 표면을 위한 개선제 및 분리제로 이루어진 그룹으로부터 선택된 추가 첨가제를 포함한다. 첨가제는 바람직하게는 수산화나트륨, 비정질 SiO_2, 흑연, 실리콘 오일 유제, 스테아레이트, 여러 오일, 텐사이드(tenside), 알루미늄 산화물, 철 산화물, 활석, 붕소 질화물, 마그네슘 산화물 및 여러 금속 산화물로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.

[0022] 바람직하게는 접착제는, 수산화나트륨, 하이그로스코픽 베이스 및/또는 텐사이드로부터 선택된다. 비정질 SiO_2, 흑연, 실리콘 오일, 실리콘 오일 유제, 스테아레이트, 여러 오일, 텐사이드로 이루어진 그룹으로부터 선택된 첨가제는 유동 개선제로 사용되는 것이 바람직하다. 비정질 SiO_2, 흑연, 알루미늄 산화물, 철 산화물, 활석, 붕소 질화물, 마그네슘 산화물 및 여러 금속 산화물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 첨가제는 바람직하게는 주조 표면의 개선제로 사용된다. 실리콘 오일, 실리콘 오일 유제, 알루미늄 산화물, 철 산화물, 활석 및 붕소 질화물로부터 선택된 첨가제는 바람직하게는 분리제로 사용된다. 건조한, 비정질 SiO_2는 바람직하게 건조제 및/또는 주입 보조제(pouring aid)로 사용된다.

[0023] 내화 재료 또는 합성사, 특히, 석영사(quartz sand), 지르콘사(zircon sand), 크롬광사(chrome ore sand), 거의 구형 주물사, 감람석사(olivine sand) 및 그 혼합물은 기본 주형 재료로 바람직하게 사용된다. 기본 주형 재료는 바람직하게는 약 0.08 ㎜ 내지 0.6 ㎜, 특히, 0.08 ㎜ 내지 0.5 ㎜의 평균 입자 크기를 갖는다.

[0024] 또한, 주입 보조제, 건조제, 유동 개선제, 주조 표면을 위한 개선제 및/또는 분리제 같은 추가 보조 재료가 본 발명에 따른 코팅된 코어 또는 주물사에 추가될 수 있다. 추가 보조 재료는 바람직하게는 비정질 SiO_2, 알루미늄 산화물, 철 산화물, 활석, 흑연 및 붕소 질화물로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 추가 보조 재료의 특성은 물유리 코팅에 대한 보조 재료의 추가에 관하여 상술된 바와 같다.

[0025] 바람직하게는, 코어 또는 주물사의 전체 중량에 대해 4 중량% 이하, 특히, 3 중량% 이하의 첨가제 총량(물유리 제외)이 추가된다. 특히, 본 발명에 따른 주물사는 바람직하게는 어떠한 유기 첨가제 또는 추가 재료도 포함하지 않는다.

[0026] 본 발명에 따른 코어 또는 주물사는 바람직하게는 이하의 단계들을 포함하는 방법에 의해 제조되는 것이 바람직하다: a) 본 발명에 따른 기본 주형 재료가 제공된다. b) 물유리의 수성 용액 및/또는 건조한 물유리 분말이 추가된다. c) 코어 또는 주물사가 혼합, 건조 및 입자 격리된다.

[0027] 바람직하게는, 이를 위해, a) 단계에서, 혼합물은 먼저 기본 주형 재료로 충전되고, 이는 바인더 성분 및 선택적 첨가제와의 코어 또는 주물사의 균질화를 보증한다. 패들 베인 혼합기, 진동 혼합기, 인텐시브 혼합기, 와류 혼합기 또는 수직 팬밀이 혼합기로 사용되는 것이 바람직하다.

[0028] 단계 b)에서, 물유리의 수성 용액 및/또는 건조/고체 물유리와 선택적인 추가 첨가제가 그후 혼합될 수 있다. 수성 용액이 사용되는 경우, 10^2 Pa*s 이하의 동적 점성을 갖는 것이 바람직하다. 따라서, 용어 "수성 용액"은 흐를 수 있는, 고농도 및 페이스트형 물유리를 포함한다. 건조/고체 물유리가 추가되는 경우, 바람직하게는 10^2 Pa*s를 초과한 동적 점성을 갖는다. 또한, 물유리의 수성 용액 및 건조/고체 물유리의 혼합물 및/또는 다양한 물유리의 혼합물을 추가하는 것이 가능하다. 바람직하게, 사용되는 물유리는 $xSiO_2 \cdot yM_2O \cdot nH_2O$의 일반 조성을 갖는 알칼리 실리케이트 용액이고, M은 Li^+, K^+ 또는 Na^+로부터 선택되고, x:y는 바람직하게는 약 1:1 내지 4:1이며, 특히, 약 2:1 내지 3.5:1이다 (x:y 비율은 또한, 물유리의 모듈, 즉, SiO_2:M_2O에서와 같다). 또한, 전체 용액에 관하여 약 60 중량% 이하의 고체 함량을 갖는 알칼리 실리케이트의 수성 용액이 바람직하게 사용된다.

[0029] 바람직하게, 기본 주형 재료의 중량에 대해 약 0.5 내지 약 8 중량%의 물유리가 추가되는 것이 바람직하다. 또한, 기본 주형 재료의 중량에 대해 약 0.5 중량% 이하, 바람직하게는 약 0.1 내지 약 0.2 중량%의 양의 첨가제가 바람직하게 추가될 수 있다. 바람직하게, 첨가제는 특히 약 10 내지 약 50%의 수산화나트륨의 수성

용액이고, 특히 바람직하게 30% 수산화나트륨이다. 특히 바람직하게는, 첨가제는 물유리의 수성 용액을 추가하기 전에 단계 b)에서 기본 주형 재료에 추가된다.

[0030] 바람직하게는, 물유리의 수성 용액은 접착제의 추가에 후속하여 추가된다. 이러한 접착제와 물유리의 수성 용액의 추가 순서에 의해, 본 발명에 다른 코어 및 주물사에서 적어도 두 개의 층을 포함하는 층 구조가 달성되며, 여기서, 제 1 내부 층은 접착제에 의해 형성되고, 제 2 층은 물유리에 의해 형성된다. 또한, 추가 층을 적용하는 것도 가능하다. 추가 층은 접착제 층 아래에, 접착제 층과 물유리 층 사이 및/또는 물유리 층의 위에 적용될 수 있다. 제조의 골격 내에서, 이러한 층 구조는 혼합 처리 동안 층 형성 재료를 추가하는 순서에 의해 제어될 수 있다. 상술한 첨가제 및/또는 보조 재료는 예를 들어, 층 형성 재료로 사용될 수 있다. 별개의 접착제 층 및 물유리 층을 그 상부에 형성하는 것은 코어 및 주물사의 더욱 안정한 코팅을 초래하고, 이는 무엇보다도 제조 처리 동안, 특히, 사용되는 패들 베인 혼합기, 진동 혼합기, 인텐시브 혼합기, 와류 혼합기 또는 수직 팬밀에 기인한 기계적 응력을 더 잘 견딜 수 있게 한다.

[0031] 유동 개선제 또는 주조 표면을 위한 개선제가 그후 바람직하게는 기본 주형 재료의 중량에 대해 약 3 중량% 이하의 양으로 바람직하게 추가된다. 특히 바람직하게는, 비정질 SiO_2의 수성 현탁액이 먼저, 바람직하게는 기본 주형 재료의 중량에 대해 약 3 중량% 이하, 특히, 약 0.6 내지 약 0.1 중량% 이하의 양으로 추가되고, 그후, 바람직하게는 비정질 SiO_2 및 흑연의 수성 현탁액이 바람직하게는 기본 주형 재료의 중량에 대해 약 3 중량% 이하, 특히, 약 0.6 내지 약 0.1 중량% 이하의 양으로 추가된다. 수성 현탁액은 바람직하게는 약 10 내지 약 80%, 특히, 약 30 내지 약 60%이다. 마지막으로, 바람직하게는, 단계 b)에서, 유동 개선제 및/또는 분리제가 기본 주형 재료의 중량에 관하여, 약 1 중량% 이하, 특히, 약 0.8 중량% 이하의 양으로, 특히 바람직하게는 실리콘 오일 및/또는 실리콘 오일 유제가 추가된다.

[0032] 또한, 혼합물이 단지 기본 주형 재료와 물유리로 구성되도록 모든 첨가제의 추가를 제거하는 것도 가능하다.

[0033] 특히 바람직한 일 실시예에서, 단계 b)는, 접착제, 바람직하게는 수산화나트륨가 최초 추가되고, 그후, 결합제, 즉, 선택적 물유리의 수성 용액이 추가되고, 그후, 유동 개선제 및/또는 주조 표면을 위한 개선제, 특히 바람직하게는 비정질 SiO_2의 수성 현탁액이 추가되고, 그후, SiO_2 및 흑연이 추가되고, 후속하여 유동 개선제 및/또는 분리제, 특히, 실리콘 오일 또는 실리콘 오일 유제가 추가됨으로써 이행된다. 특히 바람직하게는 각각의 개별 성분의 추가 후, 혼합기에 의해 혼합물이 균질화된다. 대안 실시예에서, 성분들 전부의 추가 후, 혼합물은 혼합기에 의해 균질화된다.

[0034] 다른 특히 바람직한 실시예에서, 단계 b)에서, 이미 건조/고체 또는 수성 혼합물인 물유리와 건조/고체 물유리가 혼합될 수 있으며, 이로 인해, 건조/고체 물유리 추가의 경우, 혼합물을 건조시킬 필요가 없다. 이 실시예에서, 생성물의 혼합은 가능한 가장 균등한 혼합물을 제공한다.

[0035] 단계 c)에서, 그후 코어 또는 주물사가 건조된다. 혼합기에 의해 혼합물에 도입된 마찰 에너지가 건조를 위해 사용된다. 이를 위해, 160 회전/분의 회전 속도를 갖는 패들 베인 혼합기를 사용하는 것이 특히 바람직하며, 혼합은 바람직하게는 1시간 동안 이루어진다. 일정하게 와류 형성하면서 가열함으로써, 물은 혼합물로부터 제거된다. 본 발명에 따라서, 기본 주형 재료가 혼합 및 탈수에 의해 코팅 및 혼합되는 물유리의 물 함량은 약 0.25 중량% 내지 약 0.9 중량%의 범위의 함량으로 설정된다. 이 방식으로, 물유리의 고체 코팅을 구비한 코어 또는 주물사가 얻어진다. 본 발명에 따라 얻어진 기본 주형 재료는 따라서 물유리로 코팅되고, 동시에, 역시 보관에 안정한 부을 수 있는 코어 또는 주물사가 얻어진다.

[0036] 기본 주형 재료의 물유리 코팅의 물 함량이 유지되는 것이 보장된다면 건조는 임의의 장치로 이행될 수 있다. 바람직하게는, 외부 가열, 뜨거운 공기, 복사 가열, 진공, 부압 또는 가열 재킷이 이를 위해 사용될 수 있다.

[0037] 혼합 후, 주입 보조제, 건조제, 유동 개선제, 주조 표면을 위한 개선제, 분리제 같은 추가 보조 재료가 코어 또는 주물사에 추가될 수 있다. 바람직하게는 기본 주형 재료의 중량에 대해 약 2 중량% 이하의 양의 각각의 보조 재료가 존재한다.

[0038] 바람직하게, 단계 c) 전에, 접착제, 유동 개선제, 주조 표면을 위한 개선제 및 분리제로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 추가 첨가제가 기본 주형 재료에 추가로 추가될 수 있다. 또한, 단계 c) 후에, 주입 보조제, 건조제, 유동 개선제, 주조 표면을 위한 개선제, 분리제로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 추가 보조 재료가 코어 또는 주물사에 추가되는 것이 바람직하다.

[0039] 바람직하게는, 이 방식으로 얻어진 코어 또는 주물사는 응집체(agglomerate)를 분리하기 위해 여과될 수 있다.

[0040] 이 방식으로 얻어진 본 발명에 따른 코어 또는 주물사는 코어 또는 주형 부분을 형성하기 위해 직접적으로 사용될 수 있다. 그러나, 본 발명에 다른 코어 또는 주물사는 산적 상태로 또는 패키징되어 보관될 수 있고, 그 일관성에 기인하여 실질적으로 제한 없이 보관될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 코어 또는 주물사는 주형 부분을 제조하는 방법과는 별개로 제조될 수 있으며, 보관, 패키징 또는 수송될 수 있고, 이는 작업이 현저히 용이해지고, 코어 및 주형 부분의 제조자 및 주조소에서 시간이 절약된다는 것을 의미한다.

[0041] 특히 바람직하게, 본 발명에 따른 코어 및 주물사는 어떠한 유기 첨가제 또는 추가 재료도 포함하지 않고, 따라서, 추후 사용시 환경에 유해한 어떠한 물질도 생성되지 않는다.

[0042] 본 발명에 따른 코어 또는 주물사는 추후 용융된 재료의 주조를 위한 코어 또는 코어 블랭크나 주조 주형의 제조를 위한 방법에 유리하게 사용될 수 있다. 이를 위해, 코어의 제조를 위해, a) 본 발명에 따른 코어 또는 주물사가 제공되고, b) 코어 툴 또는 툴이 본 발명에 따른 코어 또는 주물사로 충전된다. 충전은 예를 들어, 캐리어 매체, 예를 들어, 압축 공기, 고온 공기 또는 수증기와 함께 붓기, 취입 및/또는 주입에 의해 이행될 수 있다. 이는 상업적으로 가용한 코어 슈터에 의해, 또는, 또한 흡입 전달 및 후속 취입에 의해 수행될 수 있다. 바람직하게는 코어 또는 주물사는 그후 코어 툴 내에서 압밀된다.

[0043] 코어를 형성하도록 코어 또는 주물사를 경화 및 응고시키기 위해, c)에서, 코어 또는 주물사는 툴 내에서 적어도 하나의 경화제, 바람직하게는 물, 물을 포함하는 액체 및/또는 CO_2 같은 화학적 경화제와 접촉하게 된다. 바람직하게는 이를 위해 수증기가 사용된다. 이를 위해, 수증기가 툴 내로 도입되는 것이 바람직하다. 수증기는 예를 들어, 주입 구멍을 통해 가스 공급 판에 의해 및/또는 주형 재료 내로의 툴 통기구로의 증기 연결을 통해 도입될 수 있다. 특히 바람직하게는, 수증기 공기 혼합물이 사용되며, 이는 바람직하게는 기본 주형 재료에 관하여 약 6 중량% 이하, 특히, 3 내지 4 중량%의 물의 양을 포함한다. 압력은 바람직하게는 약 10 bar, 특히, 약 0.5 bar 내지 약 1.5 bar이다.

[0044] 주조 주형 또는 코어나 코어 블랭크를 제조하기 위해서, 이에 따라, 본 발명에 따른 코어 또는 주물사는 코어 툴 또는 주형 툴 내로 바람직하게는 제트주입 또는 부어지고, 그후, 바람직하게 압밀된다. 압밀은 바람직하게는 요동 또는 가압에 의해 이행된다. 코어를 형성하도록 코어 또는 주물사를 경화 및 응고시키기 위해, 코어 또는 주물사는 툴 내에서 수성 용액 또는 물과 접촉하게 되는 것이 바람직하다. 바람직하게는, 수증기가 이를 위해 사용된다. 물, 특히 수증기와의 접촉은 바람직하게는 단계 b) 동안, 예를 들어, 충전시, 특히, 코어 또는 주물사의 주입시의 연결, 또는 주입 이후 추후에 별개의 단계 c)에서 이행될 수 있다.

[0045] 물과의 접촉에 의해, 본 발명에 따른 코어 또는 주물사의 물유리 코팅은 적용 및 연화된다. 물유리 코팅을 연화시킴으로써, 바인더 브리지가 코어 또는 주물사의 입자들 사이에 형성된다.

[0046] 다음에, 코어가 특히, 물이 제거됨으로써 또는 화학적 수단에 의해 응고되는 것이 바람직하다. 이는 코어를 통해 운반되는 고온 공기 또는 수증기/공기 혼합물 형태 같은, 코어 내로 도입되는 열 캐리어 매체 형태의 에너지에 의해 바람직하게 달성될 수 있다. 추가 실시예에서, 물은 툴에 적용되는 부압에 의해 제거될 수 있다. 물을 제거함으로써, 물유리는 응고되고, 안정한, 고체 주형 부분이 얻어진다. 따라서, 이는 어떠한 추가 화학 반응도 필요로 하지 않는 실질적 물리적인 공정이다.

[0047] 그러나, 대안 실시예에서, CO_2가 경화 수단으로 사용될 수 있고, 이에 따라, 응고는 실질적으로 화학적으로 이행된다. 추가 실시예에서, 양자의 방법 모두가 동시에 또는 순차적으로 응고를 위해 이행될 수도 있다. 주형 부분의 경화 또는 응고(건조) 후, 툴이 개방될 수 있고, 최종 주형 부분, 예를 들어, 코어가 제거될 수 있다.

[0048] 추가 실시예에서, 코어는 코어가 코어 툴로부터 제거되기에 충분한 강도를 가질 때까지만 코어 툴 내에서 사전응고, 예로서 사전 건조될 수 있다. 그후, 사전응고된 코어는 코어 툴 외부에서 추가로 응고될 수 있으며, 특히, 사전 건조된 코어는 예를 들어, 마이크로파, 오븐 또는 건조실 내에서 완전히 건조될 수 있다.

[0049] 바람직한 일 실시예에서, 코어 또는 주형 부분을 형성하기 위해, 툴은 단계 b) 내지 c) 내내 상온 또는 약 20℃로부터 약 200℃, 더욱 바람직하게는 약 70℃ 내지 약 160℃, 특히 약 70℃ 내지 약 120℃의 온도로 가열된다. 또한, 주형 부분을 이미 상술한 바와 같이 주형 부분을 재현하는 공동에 코어 또는 주물사를 붓는 시기에 연결에 의해 물과, 바람직하게는 수증기와 접촉시킬 수 있다. 따라서, 수증기 사용시 어떠한 액상 물도 툴 내에 형성되거나 툴 상에 응결되지 않는 것이 바람직하게 보장된다. 또한, 주입 직후에 코어 또는 주물사를 물과 접촉시킴으로써, 물은 예로서 상술한 온도로 툴을 가열하는 것에 의해 순차적으로 코어 또는 주물사로부터 제거된다. 또한, 물은 추가로 또는 대안적으로 고온 공기의 사용에 의해 및/또는 고온 캐리어 가스에 대한 노출

에 의해 및/또는 부압/진공 인가에 의해 추출될 수 있다. 물과의 접촉 기간은 예를 들어, 약 5분 내지 약 3시간일 수 있다.

[0050] 본 방법은 바람직하게는 단계 a) 내지 c)의 순서로 상술되었다. 그러나, 본 발명에 따라서, 단계들의 다른 순서도 가능하다.

[0051] 본 발명에 따른 코어 또는 본 발명에 따른 주조 주형은 바람직하게는 적어도 약 300 N/cm^2, 더욱 바람직하게는 적어도 약 400 N/cm^2, 특히 적어도 약 450 N/cm^2의 굴곡 강도를 갖는다. 코어의 굴곡 강도는 1999년 10월의 VDG 데이터 시트 P 72 "Binding agent test, testing of cold-curing, synthetic resin-bond moist moulding materials with hardener addition"에 따라 시험된다.

[0052] 본 발명에 따라 제조된 이러한 유형의 코어는 용융 금속의 주조를 위한 주조 주형의 제조에 사용될 수 있다.

발명의 효과

[0053] 본 발명에 따른 방법 및 본 발명에 따른 주물사의 이점은, 그 주입성에 기인하여, 본 발명에 따른 주물사는 상술한 크로닝 방법에 사용되는 코어 또는 주물사의 것들과 유사한 주입성을 갖고, 이에 따라, 어떠한 추가 단계도 없이 주형 또는 코어 툴 내에 신뢰성있게 도입될 수 있다는 것이다. 그러나, 크로닝 방법과는 대조적으로, 본 발명에 따른 방법은 주형 부분을 응고시키기 위해 순수한 물리적 단계들에 의해 이행될 수 있으며, 환경적으로 유해한 물질이 형성되지 않는다. 이는 액체 금속의 주조시, 어떠한 복잡한 추출 시스템도 주조소에 유지될 필요가 없으며, 작업자가 페놀 화합물 같은 건강에 위험한 가스에 노출되지 않기 때문에 유리하다. 사용된 무기 코어 또는 주물사의 재생 및 폐기는 어떠한 문제도 없이 가능하다. 본 발명에 따른 방법 동안, 크로닝 방법과 대조적으로, 응고를 위해 현저히 낮은 온도가 사용되며, 이는 에너지의 상당한 절약을 도출한다. 또한, 영구적 주형에 무기 결합 코어를 사용할 때, 영구적 주형 내의 주조 응축 생성물이 현저히 감소된다는 점이 유리한 것으로 판명되었다. 따라서, 주조 이후 영구적 주형을 세정하기 위해 더 적은 노력이 필요해지고, 그래서, 더 큰 영구적 주형 이용성이 달성되며, 이에 의해, 증가된 생산성이 달성될 수 있다. 본 발명에 따른 방법에서, 바람직한 재현 정확성 및 매우 예리한 에지를 갖는 주형 부분이 제조될 수 있다.

[0054] 또한, 본 발명은 코어 블랭크 또는 주조 주형의 제조를 위한 코어 툴 및 주형 툴에 관한 것이다. 코어 툴은 따라서, 주조 주형의 제조에 적합한 종래의 코어 툴을 구비하며, 예를 들어, 수증기 또는 화학적 경화제 같은 경화제를 도입하기에 적합한 적어도 하나의 연결부가 제공된다. 또한, 선택적으로 코어 툴 내에 개구가 형성될 수 있으며, 이에 의해, 순차적으로 수증기 또는 화학적 경화제 같은 경화제가 탈출할 수 있다. 특히, 코어 툴은 원하는 코어 블랭크 또는 주조 주형을 제조하기에 적합한 주형과, 코어 및 주물사를 도입 또는 주입하기 위한 적어도 하나의 연결부와, 수증기 또는 화학적 경화제 같은 경화제를 도입하기 위한 적어도 하나의 연결부를 포함한다. 그러나, 연결부는 또한 하나의 연결부, 즉, 코어 및 주물사와, 물 및/또는 화학적 경화 수단 같은 경화제 모두를 주입하는데 적합한 연결부로 함께 제공될 수도 있다. 연결부는 또한 가스공급 판일 수 있으며, 동시에, 주입 구멍 및/또는 툴 통기부로의 별개의 증기 연결부일 수 있다. 코어 툴은 바람직하게는 코어 블랭크 또는 주조 주형의 제조후 용이한 제거를 위해 2개 부분으로 형성된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0055] 본 발명은 이제 예에 의해 예시될 것이다.

[0056] 예 1:

[0057] 코어 또는 주물사의 제조:

[0058] 바인더 조성:

[0059] 기본 주형 재료: 석영사 H32

[0060] 1. 접착제: 0.1 중량% NaOH

[0061] 2. 바인더: 0.3 중량% 물유리(모듈 2.5; 4.8% 고체)

[0062] 3. 유동 개선제/ 0.8 중량% 비정질 SiO_2와 물(50%) 현탁액

[0063] 주조 표면용 개선제

[0064] 4. 주입 보조제 0.5 중량% 비정질 SiO_2

[0065] (명시된 양은 사용된 기본 주형 재료의 질량과 관련)

[0066] 혼합 응집체:

[0067] 혼합기 유형: 패들 베인 혼합기(padle vane mixer)

[0068] 회전 속도: 160 u/min

[0069] 혼합 시간: 1시간

[0070] 필요한 열 에너지는 전체적으로 생성된 마찰 에너지에 의해 도입된다. 대안적으로, 다른 응집체 혼합 또는 외부적 열원이나 부압의 사용에 의해 혼합 시간은 현저히 감소될 수 있다.

[0071] 응집체의 분리는 1 ㎜의 메시 폭을 갖는 필터를 사용하여 수행된다.

[0072] 여러 다른 코어 및 주물사와의 예 1에서 제조된 주물사의 주입성에 대한 비교 측정값이 표 1에 나타나 있다.

[0073] 비교 측정은 Karg Industrietechnilk 회사에 의해 제조된 주입 시험 장비로 수행되었다: 350g 주물사, 출구 직경 15㎜

표 1

[0074]

주물사	처리량	처리 시간
석영사 H32(바인더 없음)	350g	3.5s
크로닝(H32)	350g	3.3s
예 1에 기재된 물유리 코팅, 건조된 H32	350g	3.3s
콜드 박스(H32)	8.2g	5s 이후 중단
AWB 주물사(H32)	6.1g	5s 이후 중단
핫 박스(H32)	4.8g	5s 이후 중단
퓨란 수지	2.3g	5s 이후 중단

[0075] 표에서 알 수 있는 바와 같이, 예 1에 따라 제조된 코어 또는 주물사는 크로닝에 따라 제조된 것만큼 바람직한 주입성을 갖고, 다른 종래의 코어 주물사보다 우수하다.

[0076] 코어 제조:

[0077] 툴 파라미터:

[0078] 코어: 굴곡 바아(bending bar)(2)

[0079] (치수: 22.5㎜ × 22.5㎜ × 185㎜)

[0080] 툴 온도: 80℃

[0081] 주물사의 도입: 요동

[0082] 온도-수증기/공기 혼합물: >105℃

[0083] 수증기/공기 혼합물의 압력: 1bar

[0084] 증기/공기 혼합물 내의 물 양: 13mL

[0085] 기간: 30s

[0086] 고온 공기 건조:

[0087] 고온 공기 온도: 160℃

[0088] 가스공급 압력: 1bar

[0089] 기간: 30s

[0090] 평균 코어 중량: 137g

[0091] 예 2:

[0092] 물유리로 코팅된 본 발명에 따른 주형 재료와 재생 코어 주물사의 비교 시험

[0093] 시험을 위해, 예 1에 특정된 주형 재료 혼합물과 하기의 추가 주형 재료 혼합물이 사용되었다:

[0094] - 물유리 코팅된 주형 재료

[0095] H32 + 0.1% 첨가제 A + 5.0% 물유리 바인더{모듈(2.5)+0.8% 첨가제 C}

[0096] - 재생 코어 주물사(열적 및 기계적 응력을 받음)

[0097] H32 + 0.1% 첨가제 A + 5.0% 물유리 바인더(모듈 2.5)

[0098] 주입성

[0099] 90㎜의 상부 광폭 에지 상에서의 내경과, 95㎜의 전체 퍼늘(funnel) 높이 및 32㎜의 길이, 그리고, 15㎜의 유출 튜브의 내경을 갖는 측정 퍼늘 내에서 약 20℃의 주변 온도에서 350g 샘플 중량을 사용하여 주입성이 결정되었다.

[0100] 시험 결과

[0101] - 크로닝 주형 재료 주입 시간: 2.9s; 3.0s; 3.1s => 3.0s (100%)

[0102] - 물유리 코팅 주형 재료 주입 시간: 3.3s; 3.4s; 3.2s => 3.3s (90%)

[0103] - H32 신규 주물사 주입 시간: 3.6s; 3.5s; 3.5s => 3.5s (82%)

[0104] - 재생 코어 주물사 주입 시간: 3.7s; 3.5s; 3.6s => 3.6s (80%)

[0105] 시험으로부터 재생 코어 주물사의 주입성이 본 발명에 따른 코팅된 주형 재료의 것보다 크게 열악하다는 것이 명백하다.

[0106] 물 또는 습기 부분(주형 재료에 관함)

[0107] 노 온도: 105℃; 1997년 4월의 VDG 데이터 시트 P32 4.1장에 따른 일정한 중량 이하

[0108]

	공제중량	순수중량	총중량	출력중량	손실	손실
[0109]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[%]
[0110] 코팅된	20.4270	6.4748	26.9018	26.8778	0.024	0.37
[0111] 주물사	19.6693	6.5116	26.1809	26.1553	0.0256	0.39
[0112]	19.8674	6.3598	26.2272	26.2023	0.0249	0.39
[0113]					0.0248	0.38
[0114] 재생코어	22.219	5.2559	27.4749	27.466	0.0089	0.17
[0115] 주물사	23.7532	5.0026	28.7558	28.7467	0.0091	0.18
[0116]					0.0095	0.18

[0117] 제조 처리 후, 물유리 코팅된 주형 재료는 0.38%의 여전히 바람직한 물 함량 또는 습기 부분(주형 재료 중량에 관한)을 갖는다.

[0118] 재생 코어 주물사(열적 및 기계적 응력받음)는 단지 0.18%의 습기 함량을 갖는다.

[0119] 굴곡 강도:

[0120] 굴곡 강도를 결정하기 위해, 테스트 코어(테스트 바아)가 주형 재료 혼합물로부터 제조되고 굴곡 강도가 측정되었다.

[0121] 테스트 파라미터:

[0122] 툴 온도: 60℃

[0123] 가스공급 압력(수증기): 1.1bar

[0124] 가스공급 기간(수증기): 60s

[0125] 부압에 의한 건조

[0126] 결과는 본 발명에 따른 물유리 코팅 주형 재료가 481 N/cm^2의 평균 굴곡 강도를 갖는 반면, 재생 코어 주물사는 결속되지 않았으며, 어떠한 코어도 이로부터 제조되지 않았다.

[0127] 따라서, 재생 코어 주물사에서는 수증기 도입에 의한 코어의 제조가 불가능하며, 결속은 달성될 수 없다.