



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0150529
(43) 공개일자 2016년12월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22C 9/02 (2006.01) B22C 1/16 (2006.01)
B22C 9/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B22C 9/02 (2013.01)
B22C 1/167 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0088660
(22) 출원일자 2015년06월22일
심사청구일자 2015년06월22일

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
정연길
경상남도 창원시 의창구 태복산로27번길 28, 102
호 (도계동, 경원빌라)
김은희
경상남도 창원시 성산구 상남로 37, 1009호 (상남
동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박지호, 문경혜

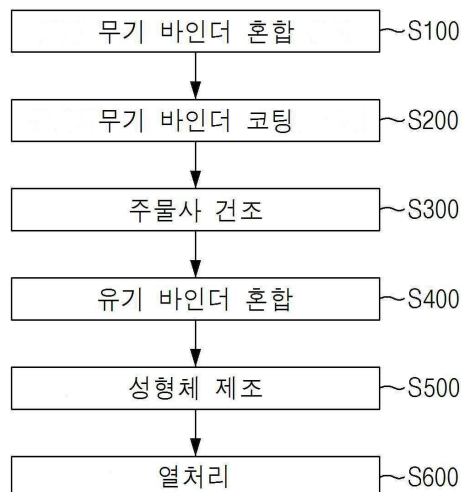
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 사형 주조용 주형 및 이의 건식 제조방법

(57) 요약

본 발명은 사형 주조용 주형 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 주물사 입자와 무기 바인더 전구체를 혼합하여 혼합용액을 제조하는 제 1 단계; 혼합용액을 건조시켜 무기 바인더 전구체가 코팅된 주물사 입자를 제조하는 제 2 단계; 코팅된 주물사 입자를 건조시키는 제 3 단계; 무기 바인더가 코팅된 주물사 입자와 유기 바인더를 혼합하는 제 4 단계; 주물사 입자와 유기 바인더의 혼합물을 건조시켜 성형체를 제조하는 제 5 단계; 및 성형체를 열처리하는 제 6 단계;를 포함하는 사형 주조용 주형 및 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B22C 9/12 (2013.01)

(72) 발명자

이재현

서울특별시 강동구 고덕로62길 76, 5동 303호 (명일동, 우성아파트)

조근호

경상남도 창원시 의창구 도계로50번길 6-46, 101동 603호 (도계동, 한마음코아아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711001922

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 미래창조과학부

연구사업명 선도연구센터지원사업

연구과제명 메카트로닉스 융합 부품 소재 연구센터

기 여 율 1/2

주관기관 창원대학교 산학협력단

연구기간 2011.09.07 ~ 2018.08.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20142020103400

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 산업통상자원부

연구사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 고 내식성 복잡형상 펌프 임펠러 제조를 위한 고온형 사형 몰드 및 중자 개발과 실용화 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 창원대학교 산학협력단

연구기간 2014.12.01 ~ 2017.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

주물사 입자와 무기 바인더 전구체를 혼합하여 혼합용액을 제조하는 제 1 단계;
혼합용액을 건조시켜 무기 바인더 전구체가 코팅된 주물사 입자를 제조하는 제 2 단계;
코팅된 주물사 입자를 건조시키는 제 3 단계;
무기 바인더가 코팅된 주물사 입자와 유기 바인더를 혼합하는 제 4 단계;
주물사 입자와 유기 바인더의 혼합물을 건조시켜 성형체를 제조하는 제 5 단계; 및
성형체를 열처리하는 제 6 단계;를 포함하는 건식 사형 주조용 주형 제조방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
주물사는 여러 입자 크기를 가지는 천연사 또는 인조사 중 어느 하나 또는 이들의 혼합으로 된 건식 사형 주조용 주형 제조방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
주물사에 높은 내열성을 가진 플라이트계 입자를 혼합하는 건식 사형 주조용 주형 제조방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
유기 바인더는 수용성 또는 지용성 고분자 중 선택되는 건식 사형 주조용 주형 제조방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
무기 바인더는 금속 알콕사이드 및 실리카 전구체의 혼합으로 된 건식 사형 주조용 주형 제조방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,
금속 알콕사이드는 MOR로 표현되고, M은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속이며, R은 수소 또는 알킬기인 건식 사형 주조용 주형 제조방법.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

금속은 Na, Mg, K, Ca, Li 및 Be으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합으로 이루어지는 건식 사형 주조용 주형 제조방법.

청구항 8

청구항 5에 있어서,

알킬기는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 이소프로필기, 헥실기 및 사이클로 헥실기로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합으로 이루어지는 건식 사형 주조용 주형 제조방법.

청구항 9

청구항 5에 있어서,

실리카 전구체는 실리케이트나 실록산으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합으로 이루어지는 건식 사형 주조용 주형 제조방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

유기 바인더의 건조는 100~200℃의 온도에서 이루어지는 건식 사형 주조용 주형 제조방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

무기 바인더의 건조는 80~120℃의 온도에서 이루어지는 건식 사형 주조용 주형 제조방법.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

열처리는 900~1000℃의 온도에서 이루어지는 건식 사형 주조용 주형 제조방법.

청구항 13

청구항 1 내지 청구항 12 중 어느 한 항의 제조방법에 의해 제조되는 사형 주조용 주형.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 사형 주조용 주형 및 이의 건식 제조방법에 관한 것으로서, 복잡한 형상 및 얇은 벽을 갖는 주조품을 주조하기 위한 사형 주조용 주형 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 기존의 사형 주조는 레진이라 불리는 유기 바인더로 혼합물을 금형틀에 부어 주형을 제작한 후 용탕 금속으로 주조하는 것으로, 이러한 사형 주조용 주형의 공정은 간단하고 상대적으로 낮은 생산비용을 가져

주조산업에 널리 이용되고 있다.

- [0003] 그런데, 이러한 기존의 사형 주조는, 고온의 용탕 금속으로 인한 유기 바인더의 분해로 주조 시 주형이 붕괴될 뿐 아니라 블로우 홀의 발생으로 제조된 주조품에 결함이 생기게 되고, 고온에서의 열처리 불가하며, 낮은 치수 안정성 및 환경 오염 문제가 있고, 주조 시 주형의 형상 유지를 위해서는 주형의 두께가 증대되어야 한다.
- [0004] 특히, 사형 주조 공법에 의한 주조품은 5mm의 두께 한계가 있으며, 용탕의 유동성 불량으로 인해 주조품에 수축 결함이 생기게 된다.
- [0005] 그러므로, 얇은 벽(박육)의 주조품을 생산하기 위해서는 정밀 주조 공법이 이용되고 있지만, 주형의 제조 시 8~10회의 코팅 공정과, 그에 따른 후속 공정 즉 각 코팅 마다의 건조 공정이 적용되어야 함으로써 길고 복잡한 제조공정에 따라 생산성이 낮고, 제조원가가 상승되며, 주조품의 크기 제한 및 폐주물사로 인한 환경 오염 문제 등의 해결과제가 있다.
- [0006] 따라서, 공정 단순화와 성능향상을 통한 가격 경쟁력 강화를 도모하기 위해 새로운 주형의 제조 공정에 대한 개발이 필요하다.
- [0007] 이상 설명한 바와 같은 사형 주조용 주형 및 그 제조방법에 대한 기술은 아래의 선행기술문헌에 자세히 기재되어 있으므로 이에 대한 자세한 설명은 생략한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 제10-0942924호
(특허문헌 0002) 한국 등록특허 제10-0001554호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 따라서, 본 발명은 전술한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 사형 주조 공법에 무기 바인더 전환 공정을 부여하여 고온의 열처리에 따른 용탕의 유동성을 증대시켜 복잡한 형상의 얇은 벽 주조가 가능하고 높은 치수 안정성을 가지는 사형 주조용 주형 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0010] 또, 본 발명의 다른 목적으로는, 무기 바인더의 첨가에 따른 소성 강도를 증대시킬 수 있는 사형 주조용 주형 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상술한 목적은, 주물사 입자와 무기 바인더 전구체를 혼합하여 혼합용액을 제조하는 제 1 단계; 혼합용액을 건조시켜 무기 바인더 전구체가 코팅된 주물사 입자를 제조하는 제 2 단계; 코팅된 주물사 입자를 건조시키는 제 3 단계; 무기 바인더가 코팅된 주물사 입자와 유기 바인더를 혼합하는 제 4 단계; 주물사 입자와 유기 바인더의 혼합물을 건조시켜 성형체를 제조하는 제 5 단계; 및 성형체를 열처리하는 제 6 단계;를 포함하는 건식 사형 주조용 주형 제조방법에 의해 달성된다.
- [0012] 그리고, 주물사는 여러 입자 크기를 가지는 천연사 또는 인조사 중 어느 하나 또는 이들의 혼합으로 될 수 있고, 이러한 주물사에는 높은 내열성을 가진 플라이트게 입자가 혼합될 수도 있다.
- [0013] 또한, 유기 바인더는 수용성 또는 지용성 고분자 중 선택될 수 있고, 무기 바인더는 금속 알콕사이드 및 실리카 전구체의 혼합으로 될 수 있다.
- [0014] 이러한 무기 바인더의 금속 알콕사이드는 MOR로 표현되고, M은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속이며, R은 수소 또는 알킬기일 수 있으며, 금속은 Na, Mg, K, Ca, Li 및 Be으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합으로 이루어질 수 있고, 알킬기는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 이소프로필기, 헥실기 및 사이클로 헥실기로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합으로 이루어질 수 있다.
- [0015] 그리고, 실리카 전구체는 실리카이트나 실록산으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합으로

이루어질 수 있다.

[0016] 한편, 상기와 같은 유기 바인더의 건조는 100~200℃의 온도에서 이루어질 수 있고, 무기 바인더의 건조는 80~120℃의 온도에서 이루어질 수 있으며, 열처리하는 900~1000℃의 온도에서 이루어질 수 있다.

[0017] 이상과 같은 사형 주조용 주형의 제조방법으로 사형 주조용 주형을 제조할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 사형 주조용 주형 및 그 제조방법에 따르면, 주물사에 무기 바인더를 적용하여 사형 주조용 주형을 제조함으로써 주형의 강도를 향상시키고, 생산비를 절감시킬 수 있으며, 복잡한 형상 및 얇은 벽을 갖는 주조품을 제조할 수 있는 효과가 있다.

[0019] 그리고, 본 발명에서와 같이 제조된 사형 주조용 주형은 고강도, 치수 안정성, 고효율 등의 특성이 향상되는 효과가 있다.

[0020] 또, 본 발명에 따르면, 복잡한 형상을 갖는 주조품을 제작할 수 있으므로 다양한 산업기기의 부품을 제조할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명에 따른 건식공정에 의한 사형 주조용 주형의 공정도이다.

도 2는 본 발명에 따른 사형 주조용 주형에 사용된 주물사의 크기 및 형상이다.

도 3은 본 발명의 비교예1에 대한 파괴강도의 결과 그래프이다.

도 4는 본 발명의 시험예1에서 실시예1에 대해 파괴강도를 측정한 결과를 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명의 실시예1에 따른 주형 시편의 파괴 단면을 주사현미경으로 본 형상을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0023] 본 발명에서 사용되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있으므로, 이러한 용어들에 대한 정의는 본 발명의 기술적 사항에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야 할 것이다.

[0024] 아울러, 본 발명의 실시예는 본 발명의 권리범위를 한정하는 것이 아니라 본 발명의 청구범위에 제시된 구성요소의 예시적인 사항에 불과하며, 본 발명의 명세서 전반에 걸친 기술사상에 포함되고 청구범위의 구성요소에서 균등물로서 치환 가능한 구성요소를 포함하는 실시예는 본 발명의 권리범위에 포함될 수 있다.

[0025] 그리고, 아래 실시예에서의 선택적인 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로서, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0026] 본 발명에 따른 사형 주조용 주형은 도 1에 도시된 바와 같이, 주물사 입자와 무기 바인더 전구체를 혼합하여 혼합용액을 제조하는 제 1 단계(S100)와, 혼합용액을 건조시켜 무기 바인더 전구체가 코팅된 주물사 입자를 제조하는 제 2 단계(S200)와, 코팅된 주물사 입자를 건조시키는 제 3 단계(S300)와, 무기 바인더가 코팅된 주물사 입자와 유기 바인더를 혼합하는 제 4 단계(S400)와, 주물사 입자와 유기 바인더의 혼합물을 건조시켜 성형체를 제조하는 제 5 단계(S500)와, 성형체를 열처리하는 제 6 단계(S600)를 포함하는 건식공정에 의해 제조될 수도 있다.

[0027] 본 발명에 따른 건식공정에 의해 제조되는 사형 주조용 주형은, 주물사를 먼저 무기 바인더로 코팅한 후, 유기 바인더로 성형체를 제조함으로써, 유기 바인더의 기화에 의한 무기 바인더의 손실이 감소되므로 주형에 소성강도와 치수 안정성을 부여할 수 있게 된다.

[0028] 즉, 습식공정에 의한 사형 주조용 주형은, 주물사와 유기 바인더로 성형체를 제조한 후 무기 바인더에 함침하는 공정으로, 열처리 시 주물사의 표면에 코팅된 유기 바인더의 연소에 의해 유기 바인더 위에 코팅된 무기 바인더의 손실이 발생하여 유리화 효율이 감소할 수 있는데, 본 실시예에서는 이러한 무기 바인더의 손실을 감소시키

기 위해 주물사를 먼저 무기 바인더로 코팅한 후, 유기 바인더를 혼합하여 성형체를 제조하는 건식공정으로, 유기 바인더의 기화에 의한 무기 바인더의 손실을 감소시킬 수 있게 된다. 따라서, 소형의 주조품은 습식공정으로 제조하고, 대형 주조품은 건식공정으로 제조하는 것이 효과적일 수 있다.

[0029] 그리고, 상기와 같은 주물사 입자(출발 입자)는 입자의 크기가 다른 실리카계 주물사로서 도 2에서와 같이, 여러 입자 크기를 가지는 천연사 또는 인조사 중 어느 하나가 단독으로 사용될 수 있고, 또는 이들을 혼합하여 사용할 수 있다.

[0030] 게다가, 상기와 같은 주물사 입자에 높은 내열성을 가진 플라이트계 입자를 혼합하여 사용할 수도 있다. 이와 같이 주물사에 혼합되는 플라이트계 입자는 주물사에 비해서는 그 기계적 강도가 월등히 우수하고, 정밀 주조용 주형 공정에 비해서는 생산비가 저렴하고 높은 경쟁력을 가진다.

[0031] 한편, 소성강도 부여 및 치수 안정성을 발현하기 위해 사용된 무기 바인더는 무기 알칼리 금속 혼합물로서, 금속 알콕사이드 및 실리카 전구체로 합성되며, 하기와 같은 가수분해 반응 및 축합 반응을 통해 세라믹 코어 출발 입자 표면에 코팅되어진다.

[0032] (1) 가수분해 및 축합 반응

[0033] [반응식 1]

[0034] $MOR + H_2O \rightarrow ROH + MOH$

[0035] [반응식 2]

[0036] $nSi(OR)_4 + 4nH_2O \rightarrow nSiO_2 + 4nROH$

[0037] 상기 반응에서 MOR, ROH, MOH, $Si(OR)_4$ 및 SiO_2 는 각각 금속 알콕사이드, 알콜, 수산화금속, 알킬 실리케이트 및 실리카로 명명된다. 금속 알콕사이드와 알킬 실리케이트는 물에 의해 수산화 금속, 실리카, 알콜로 가수분해되며, 특히 알킬 실리케이트는 가수분해 반응과 동시에 가수반응을 통해 생성된 실란올($SiOH$) 분자끼리 반응하는 축합 반응 즉, 졸-겔 반응으로 실리카를 생성시킨다.

[0038] 생성된 실리카와 수산화 금속은 높은 온도($900^\circ C$ 이상)의 열처리 과정을 통해 금속 규산염의 유리질로 세라믹 코어 입자 표면에 생성되며, 세라믹 코어의 소성강도는 하기와 같은 유리화 과정에서 생성되는 유리질에 의해 발현된다.

[0039] (2) 유리화반응

[0040] $SiO_2 + 2MOH \rightarrow SiO_2 \cdot M_2O + H_2O$

[0041] 이러한 무기 바인더와 주물사가 혼합된 주형 출발 입자는 1~60분 정도 혼합되는 것이 바람직하다.

[0042] 그리고, 금속 알콕사이드는 MOR로 표현되고, M은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속이며, R은 수소 또는 알킬기인 것이 바람직하며, 이러한 금속은 Na, Mg, K, Ca, Li 및 Be으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합으로 이루어질 수 있고, 알킬기는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 이소프로필기, 헥실기 및 사이클로 헥실기로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합으로 이루어질 수 있다.

[0043] 특히, 상기와 같이 무기 바인더를 이루는 금속 알콕사이드의 함량은 용제 즉 무기 바인더의 100 중량부를 기준으로 하여, 1~60 중량부가 함유된 것으로, 금속 알콕사이드의 함량이 상기한 범위의 하한값을 미달하는 경우는 네트워크 변형제(network modifier)로서의 역할이 감소되어 실리카의 유리상 전환 온도를 높게 되며, 상기한 범위의 상한값을 초과하는 경우에는 실리카 망상구조의 생성을 저해할 뿐만 아니라 백화 현상으로 인해 주형의 기계적 강도가 충분히 발현되지 않기 때문에 바람직하지 못하다.

[0044] 그리고, 실리카 전구체는 실리케이트 및 실록산 계열로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합으로 이루어질 수 있다.

[0045] 이러한 실리카 전구체의 함량은 용제 즉 무기 바인더의 100 중량부를 기준으로 하여, 1~60 중량부가 함유되는 것이 바람직하다. 이와 같은 실리카 전구체의 함량이 상기한 범위의 하한값을 미달하는 경우는 실리카에 의한 유리화 반응이 거의 일어나지 않게 되며, 상기한 범위의 상한값을 초과하는 경우에는 실리카의 유리상 전환 온도를 높여 주형의 기계적 강도를 저해하기 때문에 바람직하지 못하다.

- [0046] 다음으로, 무기바인더와 혼합된 주물사(출발 분말)는 필터링 후 건조시켜 각각 바인더를 코팅시킨다.
- [0047] 이때, 무기 바인더의 건조는 80~120℃에서 0.5~3시간 동안 방치하는 것으로 이루어지고, 이러한 건조는 가수 분해 반응 중에 생성된 알코올을 건조하는 공정을 포함한다.
- [0048] 여기서, 무기 바인더의 건조 온도가 상기한 범위의 하한값을 미달하는 경우는 알코올이 충분히 휘발되지 않아 건조하는 시간이 필요 이상으로 길어지는 단점이 있고, 상기한 범위의 상한값을 초과하는 경우에는 금속 알콕사이드 및 실리카 전구체가 기화되거나 분해되어 유리화 반응 효율이 감소되기 때문에 바람직하지 못하다.
- [0049] 그리고, 성형체를 제조하기 위해 첨가하는 유기 바인더는 수용성 또는 지용성의 긴 사슬의 고분자 형태로 이루어진 군에서 선택할 수 있으며, 유기 바인더의 분자량 및 함량은 주형의 강도를 증대시키기 위해 주물사(출발 분말)의 종류에 따라 달리하여 사용하는 것이 바람직하다.
- [0050] 특히, 유기 바인더의 함량이 최적의 함량보다 많거나 적을 경우, 주물사(출발 분말) 입자 간의 접촉면이 감소하여 입자 사이의 유리질 생성에 악영향을 미치게 된다. 그리고, 입자 간의 접촉은 유기 바인더인 고분자 사슬들의 엉킴으로 이루어지는 것으로 분자량에 따라 접촉면은 달라진다.
- [0051] 이러한 유기 바인더의 건조 온도는 100~200℃ 사이에서 방치하여 이루어지고, 이러한 건조 온도가 상기한 범위의 하한값을 미달하는 경우는 건조 시간이 필요 이상으로 길어지는 단점이 있고, 상기한 범위의 상한값을 초과하는 경우에는 유리화 반응 효율이 감소되어 바람직하지 못하다.
- [0052] 그리고, 상기와 같이 건조된 성형체는 열처리되는 바, 이러한 열처리 과정은 주물사(출발 분말) 입자 표면에 유리질 금속 실리케이트를 생성시키기 위한 과정이며, 주형의 강도는 유리화 반응을 통한 유리질에 의해 발현된다. 여기서, 유리질은 금속 실리케이트로 금속 알콕사이드 및 실리카 전구체의 반응을 통해 얻어진 수득물이다.
- [0053] 이러한 성형체의 열처리 온도는 900~1000℃ 온도에서 이루어지고, 이러한 열처리 온도가 상기한 범위의 하한값을 미달하는 경우는 유리질 금속 실리케이트의 유리질로의 전환율이 감소되는 단점이 있고, 상기한 범위의 상한값을 초과하는 경우에는 유리질 금속 실리케이트의 기화 및 분해가 촉진되어 유리화 효율이 감소되기 때문에 바람직하지 못하다.
- [0054] 상기 유리질 금속 실리케이트의 금속은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속으로 사용이 가능하며, 예를 들어 Na, Mg, K, Ca, Li 및 Be으로 이루어진 군에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되거나 국한되는 것은 아니다.
- [0055] 이하, 본 발명의 실시예를 통해 보다 상세히 설명하기로 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 요지에 따라 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되지 않는다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명한 것이다.
- [0056] **실시예 1**
- [0057] 하기 표 1에 나타난 것과 같은 조성으로 주물사(출발 분말) 입자를 혼합하여, 표 2의 조성과 같이 금속 알콕사이드(소듐 메톡사이드)와 실리카 전구체(테트라에틸오쏘실리케이트)로 이루어진 무기 바인더와 혼합한 후, 100℃에서 1시간 동안 건조하여 무기 바인더가 코팅된 주형 분말 입자를 제조한 후, 유기 바인더(PVA)와 혼합하여 세라믹 코어 성형체를 제조한다. 이 성형체를 1000℃에서 1시간 동안 열처리 하여 사형 주조용 주형의 시험편을 제작한다(건식공정).

[0058] [표 1] 사형 주조 주물사(출발 분말)의 종류, 유기 바인더 분자량 및 함량에 따른 조성표(건식공정)

Run number	Starting Particles	PVA (Mw)	PVA (wt%)
Run 7-1-1	인조사 5	31,000~50000	0.58
Run 7-1-2			2.34
Run 7-1-3			9.36
Run 7-2-1		31,000~98,000	0.58
Run 7-2-3			2.34
Run 7-2-3			9.36
Run 7-3-1		89,000~98000	0.58
Run 7-3-2			2.34
Run 7-3-3			9.36
Run 8-1-1	인조사 7	31,000~50000	0.58
Run 8-1-2			2.34
Run 8-1-3			9.36
Run 8-2-1		31,000~98,000	0.58
Run 8-2-2			2.34
Run 8-2-3			9.36
Run 8-3-1		89,000~98000	0.58
Run 8-3-2			2.34
Run 8-3-3			9.36
Run 9-1-1	Bead	31,000~50000	0.58
Run 9-1-2			2.34
Run 9-1-3			9.36
Run 9-2-1		31,000~98,000	0.58
Run 9-2-2			2.34
Run 9-2-3			9.36
Run 9-3-1		89,000~98000	0.58
Run 9-3-2			2.34
Run 9-3-3			9.36

[0059]

[0060] [표 2] 무기 바인더 조성비

테트라에틸오쏘실리케이트 (wt% (mol %))	소듐메톡사이드 (wt% (mol %))	이소부틸알콜 (wt% (mol %))
38(0.18)	56(1.5)	6(0.08)

[0061]

[0062] 비교예 1

[0063] 표 3의 조성으로 배합된 주물사와 레진계 유기 바인더로 이루어진 혼합물로 성형체를 형성하고, 1000℃에서 1시간 동안 열처리 하여 사형 주조용 주형의 시편을 제작한다.

[0064] [표 3] 기존 사형 주조 주형 제작을 위한 조성

Starting Particles	유기 바인더
인조사 5/인조사 7 = 50/50	레진계

[0065]

[0066] 시험예 1 : 파괴강도 측정시험과 주형 파단면의 미세구조

[0067] 실시예 1, 2 및 비교예 1에서 제조한 사형 주조용 주형의 시험편에 대해 파괴강도를 측정하여 도 3 내지 도 5에 나타내었다.

[0068] 파괴강도는 만능 시험기(Universal Testing Machine)를 이용하여 4-point bending mode, 0.5 mm/min의 속도로 상온에서 5회 측정된 값의 평균값을 나타낸 것이다.

[0069] 도 3을 참조하면, 비교예 1의 레진을 이용한 기존 사형 주조 주형 공정으로 제작된 주형 시험편으로, 무기 바인더에 침지 후 소성 강도는 1MPa로 측정되었다.

[0070] 한편, 도 4에서와 같이, 건식공정의 인조사 7호에 의해 제작된 주형 시험편의 경우는, 무기 바인더가 주물사 입자에 코팅됨에 따라 입자 표면에서의 높은 코팅 효율과 입자 계면에 잘 형성된 유리상에 의해(도 5 참조), 1000℃에서 1시간 동안의 열처리 후, 강도는 내열성 입자인 비드로 제작된 주형의 강도인 6.5MPa 정도로 향상됨을 알 수 있었다.

[0071] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상을 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.

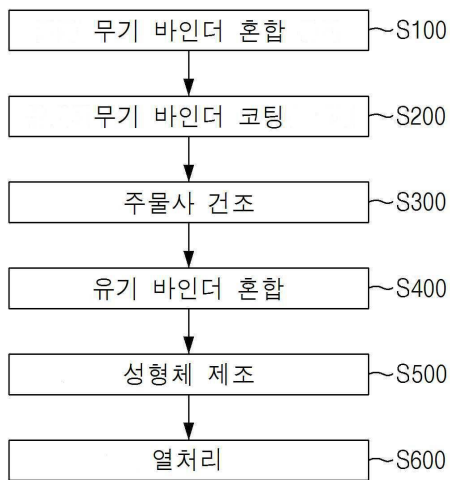
[0072] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 범주에 속하는 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 명확해질 것이다.

부호의 설명

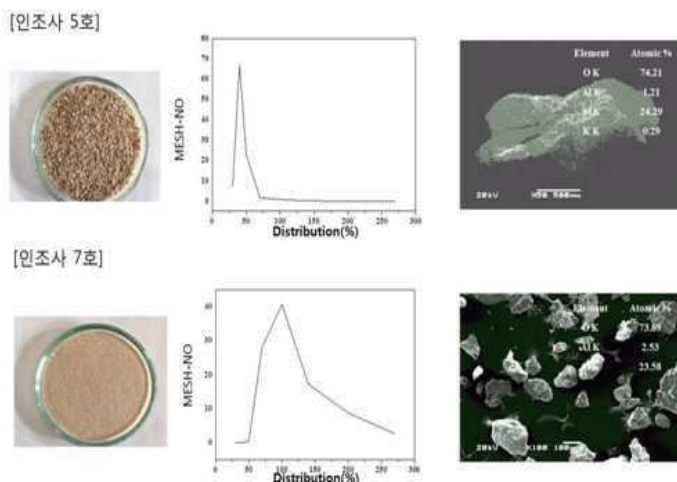
[0073] S100 : 제 1 단계 S200 : 제 2 단계
S300 : 제 3 단계 S400 : 제 4 단계
S500 : 제 5 단계 S600 : 제 6 단계

도면

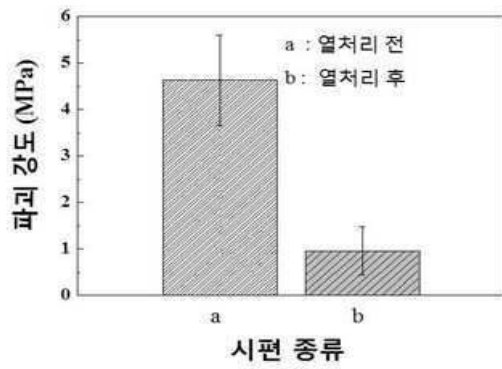
도면1



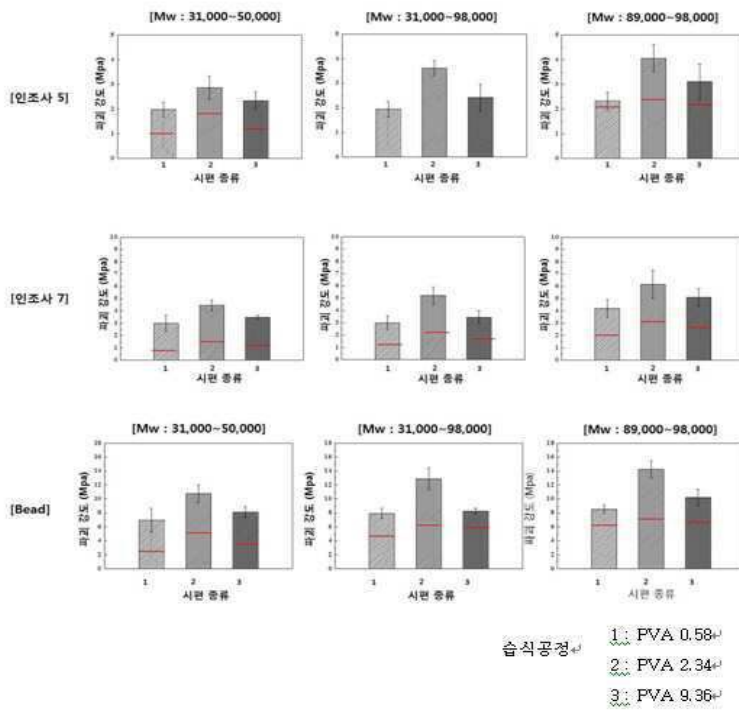
도면2



도면3



도면4



도면5

