(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0013014
(43) 공개일자 2020년02월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22C 9/02 (2006.01) *B22C 1/18* (2006.01)
B22C 3/00 (2006.01) *B22C 9/10* (2006.01)
B22C 9/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B22C 9/02 (2013.01)
B22C 1/186 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0009657(분할)
(22) 출원일자 2020년01월28일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2017-0095520
원출원일자 2017년07월27일
심사청구일자 2017년07월27일

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
정연길
경상남도 창원시 성산구 동산로 115, 118동 606호(상남동, 대동아파트)
김은희
경상남도 창원시 성산구 상남로 37, 1009호 (상남동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인현문

전체 청구항 수 : 총 5 항

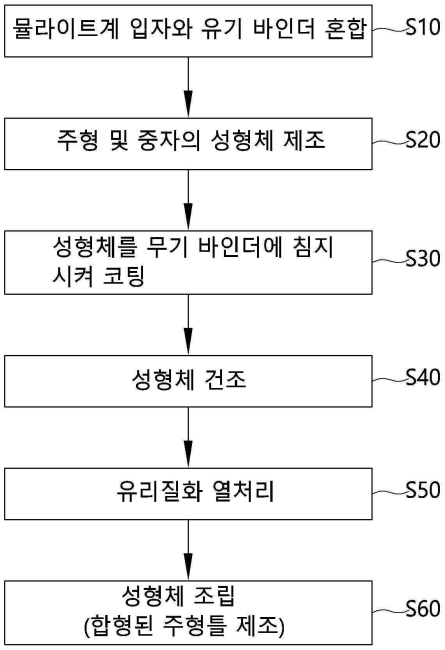
(54) 발명의 명칭 **무기바인더를 이용하는 사형 주조용 주형 및 중자의 제조방법과 이를 이용하는 주조품 제조방법**

(57) 요 약

본 발명에 따른 사형 주조용 주형 및 중자의 제조방법은, 뮬라이트계 입자와 유기바인더를 혼합하는 혼합단계; 상기 혼합물을 몰드에 주입하여 주형 및 중자의 성형체를 제조하는 성형단계; 상기 성형체를 무기바인더에 침지시켜 코팅하는 코팅단계; 상기 무기바인더가 겔화되도록 상기 성형체를 건조시키는 건조단계; 상기 겔화된 무기

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



바인더가 유리질이 되도록 상기 성형체를 열처리하는 열처리단계; 및 열처리된 상기 성형체를 조립하여 합형된 주형틀을 제조하는 합형단계; 를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에서와 같이 제조된 사형 주조용 주형 및 중자는 고강도, 치수 안정성, 고효율 등의 특성이 향상되는 효과가 있다. 또한, 무기 바인더를 적용하여 사형 주조용 주형 및 중자를 제조함으로써 주형 및 중자의 강도를 향상시키고, 생산비를 절감시킬 수 있으며, 복잡한 형상 및 얇은 벽을 갖는 주조품을 제조할 수 있는 효과가 있다. 그리고 본 발명에 따르면, 다양한 기계 부품의 주조에 기술적 적용이 가능하며, 기존 응용제품의 특성향상을 꾀할 수 있다.

(52) CPC특허분류
B22C 3/00 (2013.01)
B22C 9/10 (2013.01)
B22C 9/18 (2013.01)

(72) 발명자
이재현
서울특별시 강동구 고덕로62길 76, 5동 303호 (명일동, 우성아파트)
조근호
경상남도 창원시 의창구 도계로50번길 6-46, 101동 603호 (도계동, 한마음코아아파트)
최현희
부산광역시 사하구 감천로139번가길 44-4(감천동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2011-0030058
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 -
연구사업명 선도연구센터지원사업
연구과제명 메카트로닉스 융합 부품 소재 연구센터
기 여 율 1/2
주관기관 창원대학교 산학협력단
연구기간 2015.09.01 ~ 2018.08.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 20142020103400
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 -
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 2016.10.01 ~ 2017.09.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

뮬라이트계 입자를 유기바인더와 혼합하는 혼합단계;

상기 혼합물을 몰드에 주입하여 주형 및 중자의 성형체를 제조하고, 70-100℃에서 1시간-24시간 동안 건조하는 성형단계;

상기 성형체를 무기바인더에 침지시켜 코팅하는 코팅단계;

상기 무기바인더가 겔화되도록 상기 성형체를 건조시키는 건조단계;

상기 겔화된 무기바인더가 유리질이 되도록 상기 성형체를 열처리하는 열처리단계; 및

열처리된 상기 성형체를 조립하여 합형된 주형틀을 제작하는 합형단계; 를 포함하고,

상기 열처리는 상기 무기바인더가 유리질로 전환되는 온도범위에서 이루어지며,

상기 무기바인더는 금속 알콕사이드와 실리카 전구체를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 사형 주조용 주형 및 중자의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 금속 알콕사이드는 NaOMe(소듐 메톡사이드)이고 상기 실리카 전구체는 TEOS(테트라에틸오쏘실리케이트)인 것을 특징으로 하는 사형 주조용 주형 및 중자의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 열처리단계는 950~1100℃에서 이루어지는 것을 특징으로 하는 사형 주조용 주형 및 주형의 제조방법.

청구항 4

제1항의 사형 주조용 주형 및 중자의 제조방법에 의해서 제조되는 합형된 주형틀에 용탕금속을 주입하는 단계;

상기 주형틀을 탈사하여 주조품을 얻는 단계; 및

상기 주조품을 후가공하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 주조품 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 주조품이 임펠라, 블레이드, 또는 베인인 것을 특징으로 하는 주조품 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 사형 주조용 주형 및 중자의 제조방법에 관한 것으로서, 특히 임펠라, 블레이드, 베인 등 복잡한 형상의 기계부품을 정밀 주조하는 데에 적합하도록 무기바인더가 적용되는 사형 주조용 주형 및 중자의 제조방법에 관한 것이다.

[0002] 또한 본 발명은 상기 사형 주조용 주형 및 중자를 이용하여 주조품을 제조하는 방법에 관한 것이기도 하다.

배 경 기 술

[0003] 기존의 사형 주조는 레진이라 불리는 유기바인더와 모래의 혼합물을 금형틀에 충진시켜 주형 및 중자를 제작한 후 용탕 금속을 부어 주조하는 것으로, 제조공정이 간단하고 공정비용이 저렴하여 주조산업에 널리 이용되고 있다.

[0004] 그러나 이러한 기존의 사형 주조는, 고온의 용탕 금속으로 인한 유기 바인더의 분해로 주조 시 주형이 붕괴될 뿐 아니라 블로우 홀의 발생으로 제조된 주조품에 결함이 생기고, 고온에서의 열처리 불가하며, 낮은 치수 안정성 및 환경오염 문제가 있을 뿐 아니라, 주조 시 주형의 형상 유지를 위해서는 주형의 두께가 증대되어야 한다. 특히, 사형 주조 공법에 의한 주조품은 5㎜의 두께 한계가 있으며, 용탕의 유동성 불량으로 인해 주조품에 수축 결함이 생기게 된다.

[0005] 따라서, 임펠러, 블레이드, 베인 등 다양한 기계부품의 제조는 정밀 주조용 주형 및 중자를 사용하여 제작하고 있다. 정밀 주조에 사용되고 있는 중자는 일련의 사출 성형 공정으로 제작되어 금형 제작비용 및 시간이 많이 소요되고, 금형의 경우 소모품으로 수명에도 한계가 있다. 또한 정밀 주조에 사용되는 주형은 8~10회의 코팅 공정과, 그에 따른 후속 공정 즉 각 코팅마다의 건조 공정이 적용되어야 함으로써 길고 복합한 제조공정으로 생산성이 낮고, 높은 제조 단가, 주조품의 크기 제한 및 부품 간 편차가 심하며, 패턴 구현 시 복잡 형태의 패턴 제작에 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 공정 단순화와 성능향상을 통한 가격 경쟁력 강화를 도모하기 위해 기존의 사형 주조 공정에 무기 바인더를 첨가한 새로운 공정으로 주형 및 중자를 제작함으로써, 고온 용탕금속에 의한 주형 및 중자의 형상 붕괴 등 상술한 종래의 문제점을 해결할 수 있는 사형 주조용 주형 및 중자의 제조방법을 제공하는 데 있다.

[0007] 또한 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이러한 사형 주조용 주형 및 중자를 이용하는 주조품 제조방법을 제공하는 데 있다.

[0008]

과제의 해결 수단

[0009] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 사형 주조용 주형 및 중자의 제조방법은,

[0010] 뮬라이트계 입자와 유기바인더를 혼합하는 혼합단계;

[0011] 상기 혼합물을 목형 및 금형틀에 주입하여 주형 및 중자의 성형체를 제조하는 성형단계;

[0012] 상기 성형체를 무기바인더에 침지시켜 코팅하는 코팅단계;

[0013] 상기 무기바인더가 겔화되도록 상기 성형체를 건조시키는 건조단계;

[0014] 상기 겔화된 무기바인더가 유리질이 되도록 상기 성형체를 열처리하는 열처리단계; 및

[0015] 열처리된 상기 성형체를 조립하여 합형된 주형틀을 제작하는 합형단계; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 상기 열처리는 겔화된 무기바인더가 유리질로 전환되는 온도범위에서 이루어지는 것이 바람직하다. 이 열처리 동안 유기바인더는 분해되어 제거된다.

[0017] 상기 무기바인더는 금속 알콕사이드와 실리카 전구체를 포함하여 이루어질 수 있으며, 상기 금속 알콕사이드로는 NaOMe(소듐 메톡사이드)이고 상기 실리카 전구체로는 TEOS(테트라에틸 오쏘실리케이트)가 선택될 수 있다. 이 때, 상기 열처리단계는 950~1100℃에서 이루어지는 것이 바람직하다.

[0018] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 주조품 제조방법은,

[0019] 위의 사형 주조용 주형 및 중자의 제조방법에 의해서 제조되는 합형된 주형틀에 용탕금속을 주입하는 단계;

[0020] 상기 주형틀을 탈사하여 주조품을 얻는 단계; 및

[0021] 상기 주조품을 후가공하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기 주조품으로는 임펠라, 블레이드, 또는 베인 등을 들 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에서와 같이 제조된 사형 주조용 주형 및 중자는 고강도, 치수 안정성, 고효율 등의 특성이 향상되는 효과가 있다. 또한, 무기 바인더를 적용하여 사형 주조용 주형 및 중자를 제조함으로써 주형 및 중자의 강도를 향상시키고, 생산비를 절감시킬 수 있으며, 복잡한 형상 및 얇은 벽을 갖는 주조품을 제조할 수 있는 효과가 있다. 그리고 본 발명에 따르면, 다양한 기계 부품의 주조에 기술적 적용이 가능하며, 기존 응용제품의 특성향상을 꾀할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명에 따른 사형 주조용 주형 및 중자의 제조방법을 설명하기 위한 도면;

도 2는 본 발명에 따른 주조품 제조방법을 설명하기 위한 도면;

도 3은 주형 및 중자 성형체를 제조하기 위한 금형틀;

도 4는 임펠라 주조품의 가공 전 상부 및 파단면의 형상을 보여주는 사진;

도 5 및 도 6은 임펠라 주조품의 내마모성 및 내식성을 측정한 결과표;

도 7은 기존의 사형 주조공정으로 제작된 주형과 본 발명에 따라 제작된 주형을 비교하여 보여주는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하에서, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 아래의 실시예는 본 발명의 내용을 이해하기 위해 제시된 것일 뿐이며 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상 내에서 많은 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명의 권리범위가 이러한 실시예에 한정되는 것으로 해석돼서는 안 된다.

[0026] 도 1은 본 발명에 따른 사형 주조용 주형 및 중자의 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0027] 먼저, 뮬라이트계 입자와 유기바인더를 혼합한다(S10).

[0028] 다음에, 뮬라이트계 입자와 유기바인더가 혼합된 혼합물을 목형이나 금형틀과 같은 몰드에 주입하여 주형 및 중자의 성형체를 제조한다(S20). 이후, 유기바인더가 흘러내리지 않도록 건조하는 과정이 수반될 수 있다.

[0029] 다음에, 이렇게 제조된 성형체를 무기바인더에 침지시켜 코팅하는 과정을 거친다(S30). 이 때 무기바인더는 성형체의 표면뿐만 아니라 성형체를 이루는 입자들 사이의 공극으로도 침투하여 코팅이 이루어진다.

[0030] 다음에, 코팅 과정을 거친 성형체를 건조시킨다(S40). 이렇게 건조시키는 이유는 액상인 무기 바인더를 겔화시키기 위해서이다.

[0031] 다음에, 성형체에 코팅된 무기바인더가 유리질이 되도록 성형체를 열처리한다(S50). 무기바인더가 유리질이 됨으로써 성형체를 이루는 입자들이 서로 강력하게 달라붙어 견고한 성형체가 이루어진다.

[0032] 무기바인더로는 금속 알콕사이드와 실리카 전구체가 포함된 것이 선택될 수 있다. 열처리 과정에서 유기바인더는 제거되어야 바람직하므로, 금속 알콕사이드로서 NaOMe(소듐 메톡사이드), 실리카 전구체로서 TEOS(테트라에틸 오쏘실리케이트)를 사용하는 경우 레진계 유기바인더는 제거되고 무기바인더는 유리질이 되도록 열처리는 950~1100℃에서 50분~80분 동안 이루어지는 것이 바람직하다.

[0033] 마지막으로, 열처리된 주형과 중자의 성형체를 조립하여 합형된 주형틀을 얻는다(S60). 주형이 여러 조각으로 이루어지는 경우 주형의 조립이 수반될 것이다.

[0034] 이와 같이 본 발명에 따른 사형 주조용 주형 및 중자 제조방법은, 주물사와 유기 바인더의 혼합물로 제작되는 종래의 사형 주조의 제조공정에 무기 바인더를 첨가하는 공정이 수반되는 것이다.

[0035] 무기바인더는 유기바인더에 비하여 열에 강하므로 고온의 용탕을 부어 주조하는 과정에서 요구되는 주형 및 중자의 형상유지 강도가 뛰어나 주형 및 중자가 붕괴되는 등과 같은 종래의 사형 주조 문제점이 보완된다.

[0036] 게다가, 출발 분말로 사용된 뮬라이트계 입자는 주물사에 비해서는 그 기계적 강도가 월등히 우수하고, 정밀 주조용 주형 공정에서 사용되는 출발 분말들에 비해서는 가격이 저렴하여 높은 경쟁력을 가진다.

[0037] 높은 소성강도 및 치수 안정성을 발현하기 위해 사용된 무기 바인더는 무기 알칼리 금속 혼합물로서, 금속 알콕

사이드 및 실리카 전구체가 사용되며, 가수분해 반응 및 축합 반응을 통해 주형 및 중자 출발 입자 표면에 코팅되고 약 1000℃의 열처리에 의해 유리질로 전환되어 주형 및 중자에 높은 강도를 부여한다.

[0038] 도 2는 본 발명에 따른 주조품 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0039] 먼저, 도 1의 S60단계에서 얻어진 합형된 주형틀에 용탕을 주입한다(S70).

[0040] 다음에, 주형틀을 탈사하여 주조품을 얻는다(S80).

[0041] 이어서, 주조품을 후가공 처리한다(S90).

[0042] 임펠라, 블레이드, 베인 등과 같이 복잡한 형상의 기계 부품을 주조할 때 본 발명의 매우 효과적이다.

[0043] [실시예1]

[0044] 하기 표 1에 나타낸 것과 같은 조성으로 사형 주조의 출발 분말입자를 유기 바인더와 혼합하여 도 3의 금형틀로 주형 및 중자 성형체를 제조하여 70~100℃에서 1시간~24시간 동안 건조한 후, 금속 알콕사이드(NaOMe, 소듐 메톡사이드)와 실리카 전구체(TEOS, 테트라에틸 오쏘실리케이트)로 이루어진 무기 바인더에 침지한다.

[0045] 이후, 침지가 이루어진 성형체를 밖으로 끄집어내어 70~100℃에서 1시간~24시간 동안 건조한 후, 무기 바인더로 코팅된 성형체를 950~1100℃에서 50분~80분 동안 열처리 하여 임펠러 형성을 위한 주형 및 중자를 제작한다. 이때의 열처리는 무기바인더가 유리질로 전환되는 온도범위에서 이루어지는 것이 바람직하다.

[0046] 제작된 주형 및 중자에 표 2의 조성비를 가진 용융금속을 부어 넣어 이후에 주형 및 중자를 탈사함으로써 임펠라 주조품을 얻는다. 도 4는 임펠라 주조품의 상부 및 파단면의 형상으로 가공 전임에도 불구하고 높은 표면 조도를 보인다.

[0047] 실시예 1에 의해 제조된 임펠라의 내마모성 및 내식성을 측정하여 도 5 및 도 6에 나타내었다. 내마모성은 ASTM G75를 따르는 것으로 슬러리 (AFS 50/70 TEST SAND 150 g, 물 100 ml)로 48 rpm, 2h 동안 실험하였다. 내부식성은 황산 236 ml과 물 400 ml를 혼합하여 30분간 반응 시킨 후 중량을 측정한 것으로 높은 내마모성과 내식성을 가진 임펠라 주조품이 제작된 것을 알 수 있다.

[0048]

표 1

[0049]

조성	무기 바인더 (g)		출발분말 (g)	조건
함량	TEOS (38)	NaOMe (56)	뮬라이트계 (100)	건조 공정 (80 ℃, 24hr) 열처리 (1000℃, 1hr)

표 2

[0050]

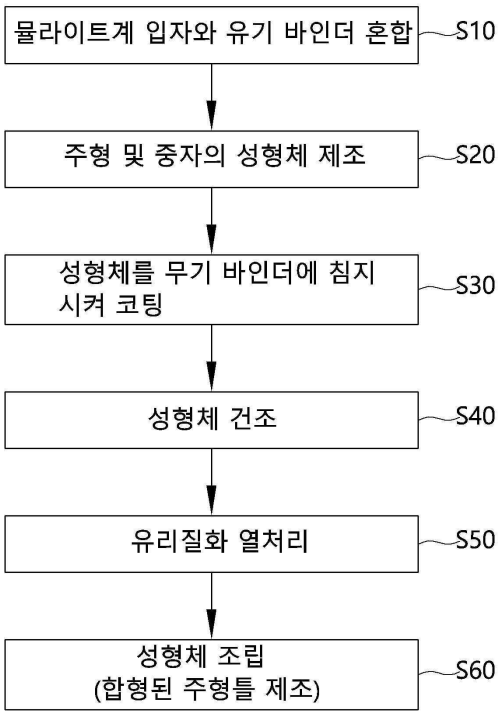
Element	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Al
(%)	2.82	0.62	0.79	0.01	0.014	0.15	26.5	0.01	0.05	0.02	0.03

[0051] [비교예 1] 기존의 사형 주조 공정인 주물사와 레진계 유기 바인더로 이루어진 혼합물로 제작된 주형 및 중자를 이용하여 임펠라 주조품을 제작했다. 도 7에서, 기존의 사형 주조공정으로 제작된 주형품에서는 본 발명에서 제작된 주형 및 중자와 달리 주조 시 주형이 붕괴되어 용탕이 흘러나온 것을 볼 수 있다(참조부호 A).

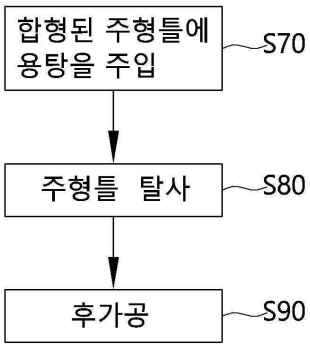
[0052] 본 발명에서와 같이 제조된 사형 주조용 주형 및 중자는 고강도, 치수 안정성, 고효율 등의 특성이 향상되는 효과가 있다. 또한, 무기 바인더를 적용하여 사형 주조용 주형 및 중자를 제조함으로써 주형 및 중자의 강도를 향상시키고, 생산비를 절감시킬 수 있으며, 복잡한 형상 및 얇은 벽을 갖는 주조품을 제조할 수 있는 효과가 있다. 그리고 본 발명에 따르면, 다양한 기계 부품의 주조에 기술적 적용이 가능하며, 기존 응용제품의 특성향상을 꾀할 수 있다.

도면

도면1



도면2



도면3



<250 ㎜ 임펠라 주형 금형>

<250 ㎜ 임펠라 중자 금형>

도면4



<제작된 임펠라 상부 형상> <제작된 임펠라 단면 형상>

도면5

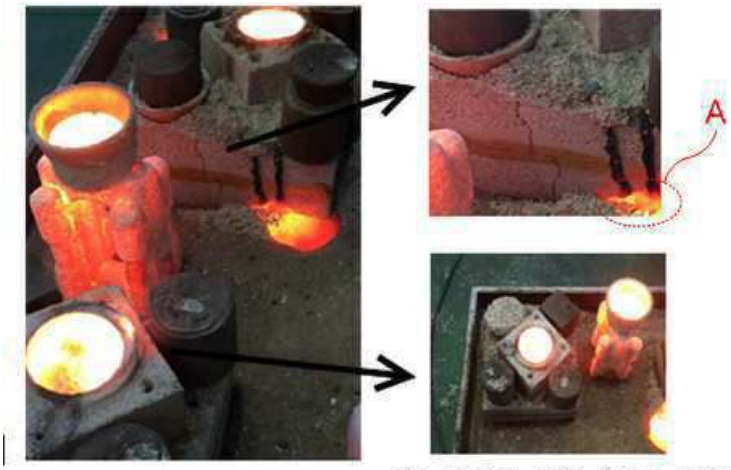
Test No.	1차	2차	3차	내마모성
#1	99.94 %	99.98 %	99.97 %	99.89 %
#2	99.76 %	99.81 %	99.86 %	99.44 %
#3	99.98 %	99.96 %	99.99 %	99.93 %
#4	99.75 %	99.83 %	99.88 %	99.46 %
#5	99.96 %	99.98 %	99.97 %	99.92 %

도면6

Test No.	Test 전(g)	Test 후(g)	내식성(%)
#1	11.9	9.45	79.5%
#2	11.8	9.64	81.2%
#3	11.9	5.51	79.8%

도면7

<기존의 사형주조용 주형>



<본 발명에 의해 제작된 주형>