

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 (43) 공개일자	10-2012-0084361 2012년07월30일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) B22C 9/12 (2006.01) B22C 3/00 (2006.01) B22C 1/12 (2006.01) B22C 1/22 (2006.01) (21) 출원번호 10-2011-0005683 (22) 출원일자 2011년01월20일 심사청구일자 2011년01월20일	(71) 출원인 창원대학교 산학협력단 경상남도 창원시 의창구 사림동 9 창원대학교 주식회사 성일에스아이엠 부산광역시 강서구 녹산산단289로 45 (송정동) (72) 발명자 정연길 경상남도 창원시 성산구 동산로 115, 118동 606호 (상남동, 대동아파트) 김은희 경상남도 창원시 성산구 창이대로 737, 동성아파트 111동 1901호 (사과동) (뒷면에 계속) (74) 대리인 김대현		

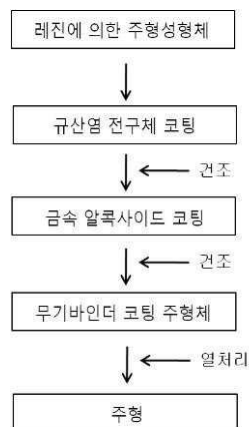
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **이중 코팅공정을 통한 주형 및 주형의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 이중 코팅공정을 통한 주형 및 주형의 제조방법에 관한 것으로, 이중 코팅공정을 통한 주형의 제조방법은, 레진에 의해 성형된 주형에 규산염 전구체를 코팅하여 제 1층을 형성하는 제 1단계와, 금속 알콕사이드를 코팅하여 제 2층을 형성하는 제 2단계 및 상기의 코팅된 주형을 열처리시키는 3단계를 포함하여 구성될 수 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

이우람

강원도 태백시 태백로 1037, 1동 201호 (황지동,
한마음 연립)

우타관

부산광역시 사하구 하신변영로 233, 가락타운 207
동 701호 (하단동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2009T100200025

부처명 지식경제부

연구사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 E/F급 가스터빈 연소기 버너 어셈블리 적용 열차폐 코팅기술 개발

주관기관 창원대학교 산학협력단

연구기간 2009.06.01 ~ 2012.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

레진에 의해 성형 된 주형에 규산염 전구체를 코팅하여 제 1층을 형성하는 제 1단계 그리고, 금속알콕사이드를 코팅하여 제 2층을 형성하는 제 2단계를 포함하여 구성되는 이중 코팅공정을 통한 주형의 제조방법.

청구항 2

레진에 의해 성형된 주형에 금속 알콕사이드를 코팅하여 제 1층을 형성하는 제 1단계 그리고, 규산염 전구체를 코팅하여 제 2층으로 형성하는 제 2단계를 포함하여 구성되는 방법으로 제조되는 이중 코팅공정을 통한 주형의 제조방법.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 규산염 전구체 또는 금속 알콕사이드를 코팅하여 층을 형성할 때, 상기 규산염 전구체 또는 금속 알콕사이드의 용액에 상기 주형을 1분 내지 1시간 동안 침지하는 것을 특징으로 하는 이중 코팅공정을 통한 주형의 제조방법.

청구항 4

제1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 제 1단계에는, 상기 제 1층의 코팅 후 건조시키는 단계를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 이중 코팅공정을 통한 주형의 제조방법.

청구항 5

제1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 제 2단계에는, 상기 제 2층의 코팅 후 건조시키는 단계를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 이중 코팅공정을 통한 주형의 제조방법.

청구항 6

제1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 규산염 전구체는, 단분자 규산염 전구체 및 고분자 실록산 전구체 중 어느 하나 이상을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 이중 코팅공정을 통한 주형의 제조방법.

청구항 7

제1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 금속 알콕사이드는, 다음의 화학식으로 구성되는 것을 특징으로 하는 이중 코팅공정을 통한 주형의 제조방법.

M-O-R(M: 알칼리 금속, R: 수소, 알킬기)

청구항 8

제 4항에 있어서,

상기 건조단계는,

80 ℃이상에서 0.5 시간 이상 건조시키는 것을 특징으로 하는 이중 코팅공정을 통한 주형의 제조방법.

청구항 9

제 5항에 있어서,

상기 건조단계는,

80 ℃이상에서 0.5 시간 이상 건조시키는 것을 특징으로 하는 이중 코팅공정을 통한 주형의 제조방법.

청구항 10

제1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 1층 및 2층이 코팅된 성형체를 열처리하는 제 3단계를 더 포함하여 구성되는 이중 코팅공정을 통한 주형의 제조방법.

청구항 11

제 4항에 있어서,

상기 건조단계 이전에,

가수분해반응을 위해 성형체를 대기중에 방치하는 방법 또는 물을 혼합시키는 방법 중 어느 하나의 방법이 더 추가되는 것을 특징으로 하는 이중 코팅공정을 통한 주형의 제조방법.

청구항 12

제 5항에 있어서,

상기 건조단계 이전에,

가수분해반응을 위해 성형체를 대기중에 방치하는 방법 또는 물을 혼합시키는 방법 중 어느 하나의 방법이 더 추가되는 것을 특징으로 하는 이중 코팅공정을 통한 주형의 제조방법.

청구항 13

제1항 또는 제 2항의 방법으로 제조되는 이중 코팅공정을 통한 주형.

명 세 서

기술 분야

[0001] 본 발명은 이중 코팅공정을 통한 주형 및 주형의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 기존의 주형제작공정을 개선 시킴으로써 보다 효율적으로 주형을 제작할 수 있는 이중 코팅공정을 통한 주형 및 주형의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재의 주형품은 낮은 열처리 온도 (900이상), 높은 기계적 특성 및 열적 안정성, 우수한 붕괴성 및 치수 안정성, 그리고 비교적 짧은 공정시간을 가지는 컨버트 몰드 프로세스 (convert mold process)에 의해 제조되고 있으며, 이는 자동차 및 항공산업 등에서 부품의 주조를 위한 내화물 주형을 제작하는데 사용되고 있다. 상기 컨버트 몰드 프로세스는 다음의 여섯 개의 주 공정으로 나뉜다.

[0003] (1) 유기 바인더 (레진)가 코팅된 출발물질(분말)의 제조

- [0004] (2) 상기 (1)의 출발물질을 200 ℃에서 열처리를 통해 출발물질로 성형
- [0005] (3) 무기 바인더가 포함된 전구체 혼합물 (수용액)에 침지
- [0006] (4) 상기 (3)의 몰드 1차 건조
- [0007] (5) 상기 (4)의 몰드 2차 건조
- [0008] (6) 상기 (5)의 몰드 1000 ℃에서 열처리
- [0009] 컨버트 몰드 프로세스는 상기의 공정 동안 가수분해반응과 치환반응을 한다.
- [0010] (1) 가수분해 반응
- [0011] $\text{NaOR} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ROH} + \text{NaOH}$
- [0012] $n\text{Si}(\text{OR})_4 + 4n\text{H}_2\text{O} \rightarrow n\text{SiO}_2 + 4n\text{ROH}$
- [0013] 상기 반응에서 NaOR , ROH , NaOH , $\text{Si}(\text{OR})_4$ 와 SiO_2 는 각각 소듐 알콕사이드, 알콜, 수산화 소듐, 알킬 실리케이트, 규산염으로 명명하며, 사용된 소듐 알콕사이드는 알칼리 금속 알콕사이드 중 하나로 선택된 것이다. 소듐 알콕사이드와 알킬 실리케이트는 물에 의해 수산화 소듐, 규산염, 알콜로 가수분해되며, 특히 알킬 실리케이트는 가수분해 반응과 동시에 가수반응을 통해 생성된 실란올 (SiOH) 분자끼리 반응하는 축합반응 즉, 졸-겔 반응으로 규산염을 생성시킨다.
- [0014] (2) 치환 반응
- [0015] $2\text{NaOH} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- [0016] 소듐 실리케이트는 약 1000 의 온도에서 수산화 소듐과 규산염의 반응으로 합성된다. 상기 반응에서 사용된 수산화 소듐은 유리상을 쉽게 생성시키기 위한 네트워크 개질제 (network modifier)로 사용된 것이다. 또한, 상기 반응 동안 규사 및 알루미늄으로 이루어진 출발모재 (비드: bead) 표면에 코팅된 유기 바인더는 모두 연소 (burn out) 된다. 이러한 과정을 통해 유기 바인더는 무기 바인더로 치환되어 높은 온도 (1500 ~ 1600)의 용융 구조물에 견딜 수 있는 주형물이 제조된다.
- [0017] 그러나, 상기한 바와 같은 종래 기술에서는 다음과 같은 문제점이 있었다.
- [0018] 유기 바인더인 레진에 의해 성형된 주형을 금속 알콕사이드 및 실리카 전구체가 미리 혼합된 무기 바인더에 침지하게 됨으로써 재료들의 혼합이 원활하게 이루어지지 않은 경우, 무기 바인더가 주형의 일측에 편중되는 현상이 나타나게 되어 주형 제조 시 불량발생과 혼합된 무기 바인더의 유리화 전환 효율성이 낮아지게 되는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0019] 따라서, 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 그 목적은 레진에 의해 성형된 주형에 무기 바인더 전구체 (precursor)가 골고루 도포되어 양품의 무기 바인더가 코팅된 주형을 제조할 수 있는 이중코팅공정을 통한 주형 및 주형의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0020] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따르면, 본 발명인 이중코팅공정을 통한 주형의 제조방법은, 레진에 의해 성형된 주형에 규산염 전구체를 코팅하여 제 1층을 형성하는 제 1단계와, 금속 알콕사이드를 코팅하여 제 2층을 형성하는 제 2단계 및 상기의 코팅된 주형을 열처리시키는 3단계를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0021] 그리고, 본 발명인 이중코팅공정을 통한 주형의 제조방법의 다른 실시 예는, 레진에 의해 성형된 주형에 금속 알콕사이드를 코팅하여 제 1층을 형성하는 제 1단계와, 규산염 전구체를 코팅하여 제 2층을 형성하는 제 2단계 및 상기의 코팅된 주형을 열처리시키는 3단계를 포함하여 구성될 수 있다.

- [0022] 상기 1, 2 단계는 1분 이상 1시간 이내의 침지시간을 가지는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0023] 상기 1단계는 80 내지 200℃ 이상에서 0.5 시간 이상 건조과정을 포함하여 구성하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0024] 상기 2단계는 80 내지 200℃ 이상에서 0.5 시간 이상 건조과정을 포함하여 구성하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0025] 상기 규산염 전구체는, 단분자 규산염 전구체 및 고분자 실록산 전구체 중 어느 하나 이상을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0026] 상기 규산염 전구체는, 폴리다이메틸 실록산 (PDMS) 또는 테트라에톡시실란 (TEOS) 중 어느 하나 이상으로 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0027] 상기 금속 알콕사이드는, 다음의 화학식으로 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0028] M-O-R (M: 알칼리 금속, R: 수소, 알킬기)
- [0029] 상기 1, 2단계의 건조과정 이전에, 가수분해 반응을 위해 성형체를 대기중에 방치하는 방법 또는 물을 혼합시키는 방법 중 어느 하나의 방법이 더 추가되어 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명에 의한 이중코팅 공정을 통한 주형 및 주형의 제조방법에서는 다음과 같은 효과가 있다.
- [0031] 금속 알콕사이드와 실리카 전구체를 각각 다른 층으로 코팅시킴으로써 금속염과 실리카가 주형 표면에 골고루 도포될 수 있도록 하여 기존의 주형제작 방법에 의한 주형품에 비해 주형제작 시 불량발생의 감소 및 전구체의 높은 유리화 전환효율을 가진 양품의 주형품이 만들어지는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명에 의한 주형의 제조공정의 제 1 실시 예를 보인 순서도.
- 도 2는 본 발명에 의한 주형의 제조공정의 제 2 실시 예를 보인 순서도.
- 도 3은 도 1의 제 1 실시 예에 따라 제조된 제조 예 1,2에 의한 주형성형품의 실제 사진 및 주형품 파괴단면의 주사전자현미경에 의한 형상을 나타낸 도면.
- 도 4은 도 2의 제 2 실시 예에 따라 제조된 제조 예 3,4에 의한 주형성형품의 실제 사진 및 주형품 파괴단면의 주사전자현미경에 의한 형상을 나타낸 도면.
- 도 5은 도 3 및 도 4의 제조 예 1 내지 4의 열처리 후의 파괴강도를 보인 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

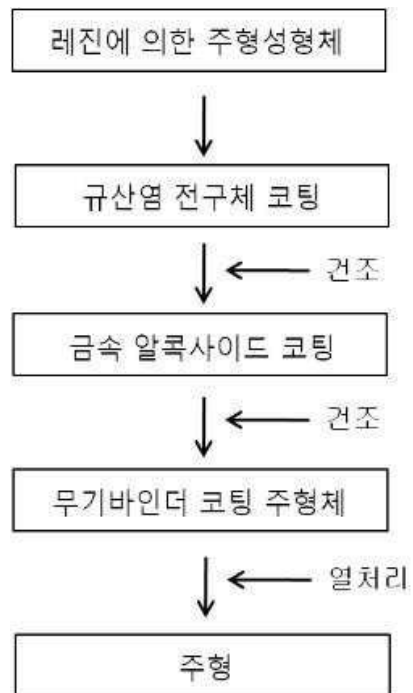
- [0033] 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들의 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0034] 이하, 본 발명에 따른 내화물 주형재료, 주형 및 주형의 제조방법에 대하여 자세히 설명한다.
- [0035] 본 발명에 의한 내화물 주형을 제조하는 방법은 다양한 실시 예가 있으나, 본 출원에서는 대표적인 실시 예를 설명하며, 여러 가지 제조공정의 실시 예는 상기의 과제 해결 수단에서 열거한 공정에 의거하여 제조할 수 있다.
- [0036] 상기 내화물 주형을 제조하기 위해서는 주형재료가 필요한데, 주형재료의 제조방법으로 제 1 실시 예는, 도 1에 도시된 바와 같이, 레진에 의해 성형된 주형에 규산염 전구체를 코팅하여 제 1층을 형성하는 제 1단계와, 상기 주형에 금속 알콕사이드를 코팅하여 제 2층을 형성하는 제 2 단계를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0037] 그리고, 상기 주형재료의 제조방법으로 제 2 실시 예는, 도 2에 도시된 바와 같이, 레진에 의해 성형된 주형에 금속 알콕사이드를 코팅하여 제 1층을 형성하는 제 1단계와, 상기 주형에 규산염 전구체를 코팅하여 제 2층을 형성하는 제 2 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

- [0038] 먼저, 본 발명에 의한 내화물 주형의 주형재료를 제조하기 위해서는 모재가 필요하다. 상기 모재는 여러 가지 재질로 구성될 수 있으며, 예를 들면, 규사 (SiO_2) 또는 산화알루미늄 (Al_2O_3)의 비드로 구성될 수 있다. 물론, 규사와 산화알루미늄이 일정 비율로 혼합된 조성의 비드로 구성될 수도 있다. 상기 비드들은 레진에 의해 작업자가 원하는 주형으로 성형될 수 있다.
- [0039] 상기 기술된 규산염 전구체는 테트라메톡시실란, 테트라에톡시실란, 테트라 프로폭시실란, 테트라 부톡시실란, 테트라이소프로폭시실란, 메톡시트리에톡시실란, 디메톡시디에톡시실란, 에톡시트리메톡시실란, 메틸트리메톡시실란, 메틸트리에톡시실란, 에틸트리에톡시실란, 디메틸디메톡시실란, 디메틸디에톡시실란, 디에틸디에톡시실란, 테트라메톡시메틸실란, 테트라메톡시에틸실란, 테트라에톡시메틸실란 등이 사용되며, 본 발명에서 새롭게 사용된 고분자 형태의 폴리실록산 화합물로 디오가노디클로로실란, 디메틸디클로로실란, 에틸메틸디클로로실란, 디에틸디클로로실란, 디-n-프로필디클로로실란, 디-i-프로필디클로로실란, 헥실메틸디클로로실란, 디-n-부틸디클로로실란, 디-i-부틸디클로로실란, 디-t-부틸디클로로실란 및 n-부틸메틸디클로로실란으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 직쇄 하이드록시 말단 블록화 폴리오가노실록산 중 어느 하나 또는 이들의 조합이다. 또한 말단기는 하이드록시, 알킬, 비닐, 하이드로젠 등 하나를 포함하며, 이 중에서 요구물성 및 특성에 적합한 화합물을 선택하여 사용할 수 있으며, 그 함유량으로 1-40 중량%의 범위를 사용한다.
- [0040] 특히, 본 발명에서의 규산염 전구체는 기존의 규산염 전구체를 단독으로 사용하거나 또는 고분자형태의 폴리실록산과 특정 중량비로 혼합하여 사용할 수 있다. 또한 특히, 상기의 폴리실록산 형태의 규산염 전구체는 점도 및 사슬길이 등의 분자구조가 다른 전구체를 혼합하여 사용할 수 있다.
- [0041] 상기 규산염 전구체를 용해하는 용제로는 알콜용제가 일반적이며, 예를 들면 메틸알콜, 에틸알콜, 프로필알콜, 이소프로필알콜, 부틸알콜, 이소부틸알콜, 헥실알콜, 사이클로헥실알콜 등을 함유량 1-10 중량%로 한다.
- [0042] 상기 금속 알콕사이드는 일반식 MOR로 표현되며 M은 알칼리 금속을, R은 수소 또는 알킬기를 나타내며, 구체적으로는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 이소프로필기, 헥실기, 사이클로 헥실기 중 하나를 선택하며 1-60 중량 %를 사용한다.
- [0043] 상기 금속 알콕사이드를 용해하는 용제로는 알콜용제가 일반적이며, 예를 들면 메틸알콜, 에틸알콜, 프로필알콜, 이소프로필알콜, 부틸알콜, 이소부틸알콜, 헥실알콜, 사이클로헥실알콜 등을 함유량 1-10 중량%로 한다.
- [0044] 레진에 의해 성형된 주형에 규산염 전구체 (실시 예 1에 의거) 또는 금속 알콕사이드 (실시 예 2에 의거)를 코팅하여 주형을 제조한다. 즉, 상기 주형을 규산염 전구체 또는 금속 알콕사이드의 무기 바인더 용액에 1분 내지 1시간 정도 침지시킨다.
- [0045] 그리고, 상기 코팅된 주형에 규산염 전구체 (실시 예 1에 의거) 또는 금속 알콕사이드 (실시 예 2에 의거)를 건조시키는 건조단계가 진행된다. 상기 건조단계는 성형체를 80이상의 건조기에서 0.5시간 이상 방치하는 것으로 이루어진다. 상기 건조단계는 상기 규산염 전구체에 혼합된 알콜을 건조시키는 공정을 포함한다.
- [0046] 다음으로, 상기 건조된 주형에 금속 알콕사이드 (실시 예 1에 의거) 또는 규산염 전구체 (실시 예 2에 의거)를 코팅하여 성형체를 제조한다. 여기서도, 상기 주형을 규산염 전구체 또는 금속 알콕사이드의 무기 바인더용액에 1분 내지 1시간 정도 침지시킨다.
- [0047] 그리고, 상기 성형체에 코팅된 금속 알콕사이드를 건조시키는 건조단계가 진행된다. 상기 건조단계는 상술한 바와 같이 성형체를 80 이상의 건조기에서 0.5 시간 이상 방치하는 것으로 이루어진다. 상기 건조단계는 상기 금속 알콕사이드에 혼합된 알콜을 건조시키는 공정을 포함한다.
- [0048] 상술한 과정에 의해 주형이 제조되며, 주형을 제조하는 바람직한 방법은 도 1, 2에 도시된 바와 같이, 상기 바인더에 의해 코팅된 주형을 열처리하는 제 3단계를 포함하여 구성될 수 있다. 상기 열처리 공정은 900℃ 이상에서 0.5시간 이상 동안 방치하는 것에 의해 이루어질 수 있다.
- [0049] 또한, 상기 건조 및 열처리 전에, 무기바인더가 되기 위한 충분한 가수분해반응을 위해서는 성형품을 대기중에 방치하는 방법, 물을 혼합시키는 방법 등의 방법을 사용할 수 있다.
- [0050] 물론 본 발명에는 상기 성형체를 열처리하는 공정으로 바인더의 가수분해 반응과 함께 전구체에 혼합된 알콜 또는 가수분해반응 중에 생성된 알콜을 건조시키는 공정이 포함된다.
- [0051] 여기서, 가수분해 반응을 위한 공정과정이 별도로 필요치 않아 공정 시간이 단축된다.

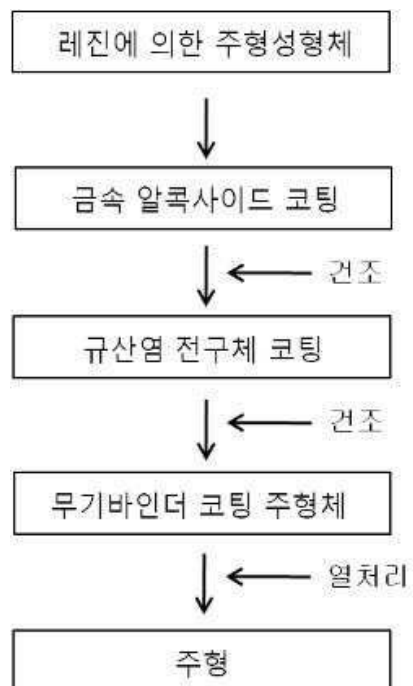
- [0052] 한편, 상술한 건조 공정 시 발생하는 졸-겔반응은 다음과 같다.
- [0053] $\text{NaOMe} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MeOH} + \text{NaOH}$
- [0054] $n\text{Si}(\text{OEt})_4 + 4n\text{H}_2\text{O} \rightarrow (n+1)\text{SiO}_2 + 4n\text{EtOH}$
- [0055] 그리고, 상기 성형체를 열처리하는 것은 상술한 바와 같이 900℃이상에서 진행되는 것이 바람직하다. 이때 다음과 같은 유리화 반응에 의해 고강도의 주형 성형품이 제작된다.
- [0056] $2\text{NaOH} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- [0057] 또한 상기 공정에서 사용된 폴리실록산 형태의 규산염 전구체는 기존의 컨버트 몰드 프로세스의 반응 메카니즘인 가수분해 및 축합반응을 일으키지 않아도 전구체 자체가 규산염으로 형성되어 열처리 후 금속 실리케이트로의 높은 전환율로 고강도의 주형품을 제작할 수 있다.
- [0058] 도 3은 본 발명의 실시 예 1에 의해 제작된 주형의 열처리 전 (도 3에서 1) 및 열처리 후 (도 3에서 2)의 파단면을 전자주사현미경으로 관찰한 것이다. 도 3(a)는 규산염 전구체로 TEOS를, 도 3(b)는 PDMS를 코팅한 다음, 금속 알콕사이드인 소듐 메톡사이드 (NaOMe)를 코팅한 것이다. 건조공정 시 졸-겔 반응을 하는 TEOS는 출발모재 입자들의 표면이나 계면에 소듐 실리케이트의 유리상이 보이나 졸-겔 반응이 없는 PDMS의 경우 유리상이 관찰되지 않는다. 이는 무기 바인더의 유리화 효율과 직접적인 관계가 있는 주형의 파괴강도에 영향을 미친다.
- [0059] 도 4는 본 발명의 실시 예 2에 의해 제작된 주형의 열처리 전 (도 4에서 1) 및 열처리 후 (도 4에서 2)의 파단면을 전자주사현미경으로 관찰한 것이다. 도 4(a)와 (b)는 먼저 NaOMe로 코팅한 다음, 각각 TEOS와 PDMS로 코팅한 것이다. 도 4는 도 3과 달리 규산염 실리케이트의 종류와 상관없이 입자들의 표면이나 계면에서 유리상이 형성되어 있음이 관찰되었다.
- [0060] 도 5는 기존의 주형 제조 방법과 본 발명의 실시 예 2에 의거한 제조 방법에 의한 주형의 파괴단면을 주사전자현미경으로 비교한 도면으로 실리카 전구체와 금속 알콕사이드의 혼합물에 출발모재를 침지 한 것보다 금속 알콕사이드와 실리카 전구체를 각각 다른 층으로 코팅시킨 공정에서 보다 균일한 유리상과 높은 유리화 전환효율이 관찰되었다.
- [0061] 도 6은 기존의 주형 제조방법과 본 발명의 제 1, 2 실시 예의 주형 제조방법에 의해 제작된 주형의 파괴강도를 보인 그래프이다. 전자주사현미경에서 나타난 것과 같이, 실시 예 2 (type F와 G)에 의한 주형의 강도가 실시 예 1 (type D)에 의한 강도보다 높다. 그리고, 실시 예 1에 의거한 type E는 졸-겔 반응하지 않는 실록산 계열의 PDMS가 제 1층으로 사용됨에 따라 강도유지에 필요한 적절한 유리화가 진행되지 않아 주형제작 후 붕괴되었다. 또한, 기존의 제조방법에 따른 주형 (type A, B와 C) 보다 실시 예 2 (type F)의 제작방법에 의한 주형의 강도가 높게 나타났으며, 이는 주형표면에 균일하게 형성된 유리상에 의해 결과이다. 또한, 실시 예 2 (type F)에 제작된 주형은 기존의 주형에 비해 짧은 침지시간에도 높은 파괴강도를 가지며, 실시 예 2로 제작된 주형들은 기존의 제조방법보다 강도편차가 상대적으로 적음으로 높은 신뢰성과 안정성을 가지고 있음을 알 수 있다.

도면

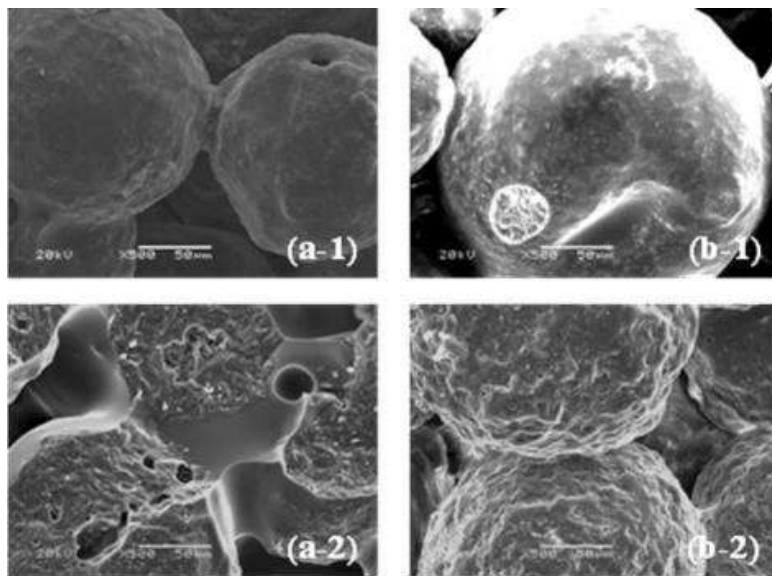
도면1



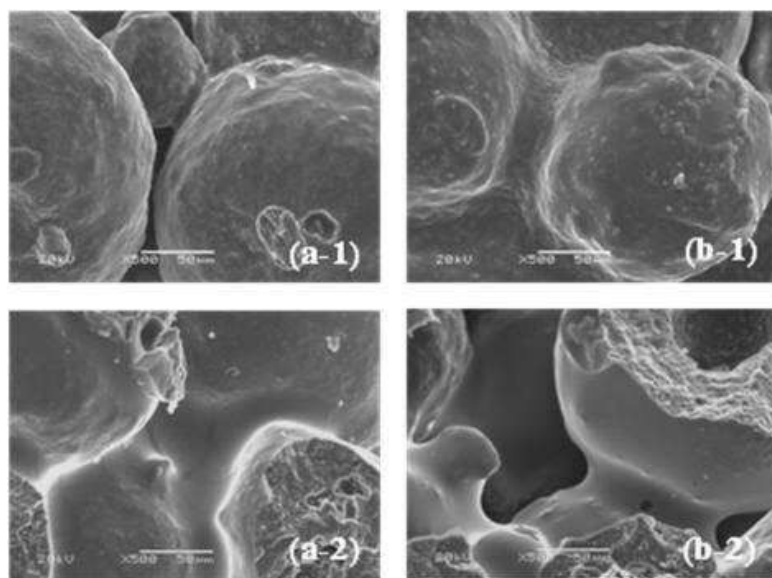
도면2



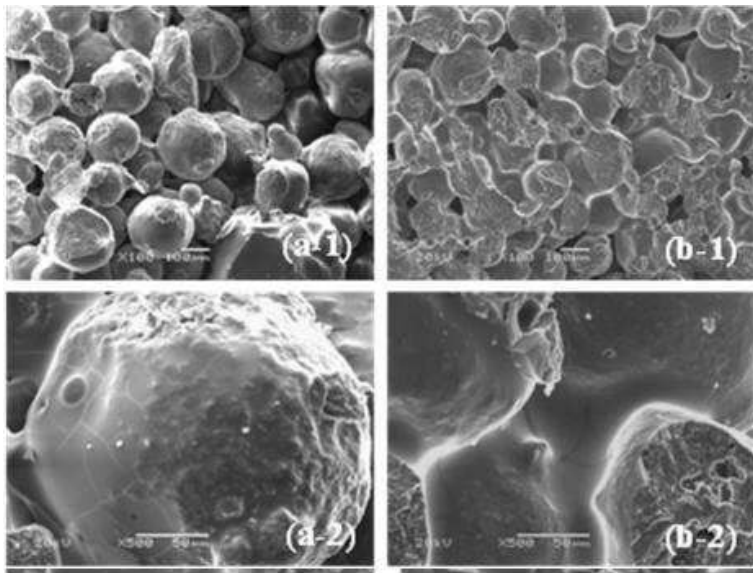
도면3



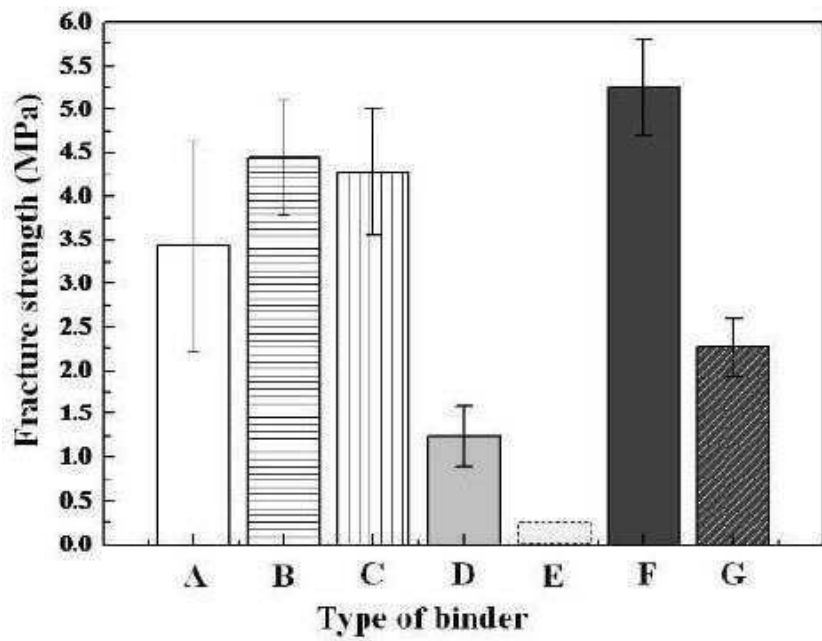
도면4



도면5



도면6



A : TEOS + NaOMe (침지시간 4 분)

B : TEOS + NaOMe (침지시간 30 분)

C : TEOS + NaOMe (침지시간 60 분)

D : TEOS NaOMe (실시예 1, 침지시간 4 분)

E : PDMS NaOMe (Collapse, 실시예 1, 침지시간 4 분)

F : NaOMe TEOS (실시예 2, 침지시간 4 분)