(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0130764
(43) 공개일자 2020년11월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B28B 1/00 (2006.01) *B22C 9/10* (2006.01)
B33Y 10/00 (2015.01) *B33Y 70/00* (2020.01)
B33Y 80/00 (2015.01) *C04B 35/632* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B28B 1/001 (2013.01)
B22C 9/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0049785
(22) 출원일자 2019년04월29일
심사청구일자 2019년04월29일

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
정연길
경상남도 창원시 성산구 동산로 115, 118동 606호(상남동, 대동아파트)
이재현
서울특별시 강동구 고덕로62길 76, 5동 303호 (명일동, 우성아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인현문

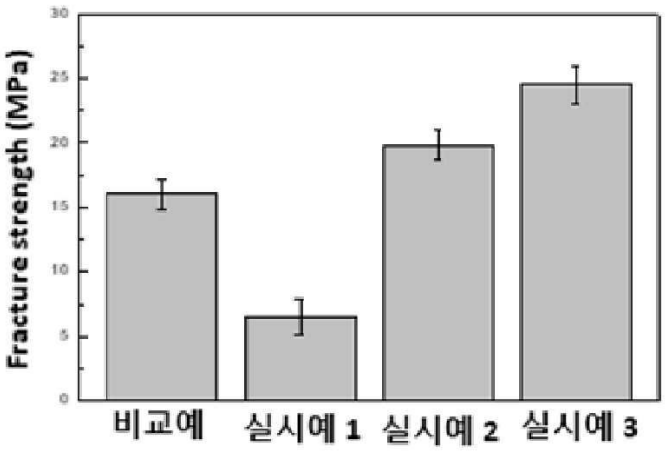
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **압출형 3D 프린터 적용을 위한 세라믹 코어의 재료 및 제조 공정**

(57) 요 약

본 발명은 압출형 3D 프린터에 적용하기 위해 세라믹 코어의 재료 및 공정 개발에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 요구 조건에 변화 가능한 세라믹 코어를 제작하기 위해 새로운 재료 및 공정을 개발하는 것으로 세라믹 코어의 물성과 형상을 다변화할 수 있는 압출형 3D 프린터를 위한 세라믹 코어의 재료 및 제조공정에 관한 것이다.

대 표 도 - 도6



(52) CPC특허분류
C04B 35/632 (2013.01)
(72) 발명자
김은희
경상남도 창원시 성산구 상남로 37, 1009호 (상남동)
이혜주
경상북도 구미시 옥계2공단로 282, 102동 202호(구포동, 금성사전원타운)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2019-0007
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 에너지기술개발사업
연구과제명 3D 프린팅 기반 4 ㎜ 유로를 갖는 450 ㎜급 임펠러 제작용 세라믹 중자 제작 및 실용화 기술 개발
기 여 율 1/3
과제수행기관명 (주)진성정밀금속
연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711076645
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공학분야(S/ERC) 후속지원
연구과제명 메카트로닉스 융합 부품 소재 연구센터
기 여 율 1/3
과제수행기관명 창원대학교 산학협력단
연구기간 2018.09.01 ~ 2019.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 20194030202450
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 에너지인력양성(전력기금)(R&D)
연구과제명 가스터빈 고온부품 고효율화 융복합 연구 및 인력양성 고급트랙
기 여 율 1/3
과제수행기관명 창원대학교 산학협력단
연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

(S-1) 세라믹 출발 분말과 광중합 전구체를 혼합하는 단계;

(S-2) 혼합물로부터 성형체를 형성하는 단계;

(S-3) 제작된 성형체를 건조시키는 단계; 및

(S-4) 건조된 성형체를 UV에 조사하는 단계를 포함하는,

세라믹 코어의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 광중합 전구체는 폴리에테르 아크릴레이트계, 에폭시 아크릴레이트계, 우레탄 아크릴레이트계 및 스피란 아크릴레이트 아크릴레이트계로 이루어진 군부터 선택된 어느 하나 이상인,

세라믹 코어의 제조 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 광중합 전구체는 아크릴레이트 다관능기를 포함하는 것을 특징으로 하는,

세라믹 코어의 제조 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 (S-1) 단계는 용매에서 혼합되는 것인,

세라믹 코어의 제조 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 (S-1) 단계는 광 개시제와 같이 혼합하는 것인,

세라믹 코어 제조방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 광 개시제는 케톤계인,

세라믹 코어의 제조 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 (S-1) 단계에서 광 개시제는 0.1 내지 2.0 mol%로 혼합하는 것인,

세라믹 코어의 제조 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 (S-3) 단계는 70 내지 100 ℃에서 30 분 내지 3 시간 동안 수행하는 것인,

세라믹 코어 제조방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 (S-4) 단계는 1분 내지 1 시간 동안 수행되는 것인,

세라믹 코어의 제조 방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제9항의 제조방법에 따라 제조된 세라믹 코어.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 압출형 3D 프린터에 적용하기 위해 세라믹 코어의 재료 및 공정 개발에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 현재 세라믹 코어를 제작하는 규격화된 3D 프린터 대신 압출형 3D 프린터에 적용하여 요구 조건에 변화 가능한 세라믹 코어를 제작하기 위해 새로운 재료 및 공정을 개발하는 것으로 세라믹 코어의 물성과 형상을 다변화할 수 있는 압출형 3D 프린터를 위한 세라믹 코어의 재료 및 제조 공정에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 주조에 의한 중공형 기계부품(주물품)의 제작에 있어서는 외형을 형성하는 세라믹 주형과 함께 내부 공간을 마련하는 세라믹 중자가 함께 사용되고 있으며, 이 중 세라믹 중자는 기계부품의 정밀성과 목적성을 확보하기 위한 중요 부분이다. 임펠러, 블레이드, 베인 등 다양한 기계부품의 제조에 이용되는 정밀 주조용 중자는 일련의 사출성형 공정으로 제작하나, 이러한 성형 방법은 생산성이 낮고, 제조단가도 높은 단점이 있다.

[0004] 최근에는 3D 프린팅 기술의 발달로 인해, 별도의 금형 제작 단계 없이 정밀하고 복잡한 부품을 적은 비용과 시간으로 용이하게 제조할 수 있게 되었다. 이에 따라, 3D 프린팅 기술에 대한 많은 연구와 개발이 이루어지고 있으며, 특히 고품질의 성형물을 제조할 수 있도록 조성물을 개선하고자 하는 시도가 이루어지고 있다. 하지만, 이전에 사용된 혹은 개발된 물질을 사용하는 3D 프린팅 기술은 사용되는 분말의 종류 및 크기, 바인더의 종류가 프린터에 따라 규격화되어 있어서 세라믹 코어의 특성 및 형상을 자유자재로 변화시킬 수 없는 단점을 가지고 있다. 또한, 기존의 3D 프린팅 기술로 제조된 세라믹 코어는 소성강도가 발현되지 않는 문제가 있으며, 소성강도 발현을 위해서는 장시간의 열처리 공정이 추가되어야 한다. 본원의 이전 발명에서는 3D 프린팅 기술로 제작

된 세라믹 코어에 무기 바인더를 적용시켜 장시간의 열처리 공정의 도입 없이 소성강도를 발현할 수 있는 새로운 공정을 개발하였다. 하지만, 이 또한 기존에 개발된 3D 프린터를 이용하는 것으로 각각의 3D 프린터에 적합한 출발분말 및 바인더를 사용하는 단점을 가지고 있다.

[0005] 이에 출발분말과 바인더가 제한적이지 않으면서 압출형 3D 프린터로 제작 가능한 세라믹 코어를 제조할 수 있는 코어 재료 및 공정의 개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 이전에 세라믹 코어 제작을 위해 개발된 범용적인 3D 프린터는 사용되는 분말의 종류 및 크기, 바인더의 종류가 프린터에 따라 규격화되어 있어서 요구 조건에 적합한 물성 및 형상을 구현하는데 제한적이다. 이에 본 발명에서는 기존의 3D 프린터에 일반적으로 사용되는 바인더로 사용되던 고분자 수지 대신 광중합 전구체를 적용하여 기기에 의존적이지 않은 세라믹 코어를 제작하기 위한 공정을 개발하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 광중합 전구체인 아크릴레이트를 이용하여 성형체를 형성하는 3D 프린터용 세라믹 코어 제조방법을 제공한다.

[0010] 구체적으로, 본 발명의 세라믹 코어의 제조방법은 하기 단계들을 포함할 수 있다:

[0011] (S-1) 세라믹 출발 분말과 광중합 전구체를 혼합하는 단계;

[0012] (S-2) 혼합물로부터 성형체를 형성하는 단계;

[0013] (S-3) 제작된 성형체를 건조시키는 단계; 및

[0014] (S-4) 건조된 성형체를 UV에 조사하는 단계.

[0015] 본 발명의 일 실시양태에 따르면, 상기 광중합 전구체는 아크릴레이트계를 포함하는 것일 수 있다. 구체적으로, 상기 광중합 전구체는 폴리에테르 아크릴레이트계, 에폭시 아크릴레이트계, 우레탄 아크릴레이트계 및 스피란 아크릴레이트계로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상일 수 있다.

[0016] 또한 본 발명의 일 실시양태에 따르면, 상기 (S-1) 단계는 용매에서 혼합되는 것일 수 있다.

[0017] 또한 본 발명의 일 실시양태에 따르면, 상기 (S-1) 단계는 광 개시제와 같이 혼합하는 것일 수 있다.

[0018] 또한 본 발명의 일 실시양태에 따르면, 상기 광 개시제는 케톤계일 수 있다.

[0019] 또한 본 발명의 일 실시양태에 따르면, 상기 (S-1) 단계에서 광 개시제는 0.1 내지 2.0 mol%로 혼합하는 것일 수 있다.

[0020] 또한 본 발명의 일 실시양태에 따르면, 상기 (S-3) 단계는 70 내지 120 ℃에30 분 내지 3 시간 동안 수행할 수 있다.

[0021] 또한 본 발명의 일 실시양태에 따르면, 상기 (S-4) 단계는 1분 내지 1 시간 동안 수행될 수 있다.

[0022] 또한, 본 발명은 본 발명의 세라믹 코어 제조방법에 따라 제조된 세라믹 코어를 제공한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명은 기존의 3D 프린터로 세라믹 코어 제작시 사용하던 높은 점성의 고분자 수지 대신 액상의 광중합 전구체를 사용하여 출발 분말과의 혼화성을 증대시킬 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명은 고분자 수지의 긴 사슬간의 꼬임에 의한 강도가 아닌 분자간의 가교에 의한 강도 발현으로 성형체의 강도를 증진시킬 수 있다.

[0026] 따라서, 기존의 3D 프린터별 규격화된 출발 분말 및 바인더가 아닌 자유롭게 조성비 및 바인더의 종류를 변화시킬 수 있는 압출형 3D 프린터로 세라믹 제품의 제작이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은, 개발된 세라믹 코어용 3D 프린터에 사용되는 출발분말의 형상, 크기 및 바인더의 종류를 나타낸 것이다.

도 2는, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 코어의 제조 공정을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 3은, 본 발명의 구현예에 따른 세라믹 코어 출발 분말의 형상 및 크기를 나타낸 것이다.

도 4는, 본 발명의 구현예에 적용된 광중합 전구체의 분자구조를 나타낸 것이다.

도 5는, 본 발명의 구현예에 적용된 관능기에 따른 개시제의 함량을 나타낸 것이다.

도 6은, 제조공정을 제작된 코어 시험편에 대한 강도특성을 측정한 결과 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 구성요소 등이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 구성요소 등이 존재하지 않거나 부가될 수 없음을 의미하는 것은 아니다.

[0030] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0031] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 구현예를 상세히 설명한다.

[0032] 도 1은 개발된 세라믹 코어용 3D 프린터에 사용되는 출발 분말의 형상, 크기 및 바인더의 종류를 나타낸 것으로, 분말을 차례대로 적층시키며 성형체를 제작하는 Binder Jet and Powder Bed (BJPB) 방법과 출발 분말에 코팅되어 있는 유기 바인더를 CO_2 레이저로 조사하여 국부적으로 녹여 성형체를 형성하는 접착제로서 역할을 하게 하는 Selective Laser Sintering (SLS) 두 가지 3D 프린터이다. BJPB type에서 사용된 출발 분말은 평균입도 190 ㎛ 다각형상의 실리카와 바인더로 열경화성 퓨란 수지로 코어가 제작된다. 또한, SLS type은 출발 분말로는 70 ㎛ 구형 뮬라이트와 페놀수지가 사용된다. 위 두 가지의 3D 프린터처럼 규격화된 분말과 바인더를 탈피하여 본 발명은 재료를 자유자재료 변화시킬 수 있는 압출형 3D 프린터용 세라믹 코어 제조공정을 개발하고자 한다.

[0033] 본 발명은 광중합 전구체인 아크릴레이트를 이용하여 성형체를 형성하는 압출형 3D 프린터용 세라믹 코어 제조 방법을 하기 위해 다음과 같은 단계를 포함한다:

[0034] (S-1) 세라믹 출발 분말과 광중합 전구체를 혼합하는 단계;

[0035] (S-2) 혼합물로부터 성형체를 형성하는 단계;

[0036] (S-3) 제작된 성형체를 건조시키는 단계; 및

[0037] (S-4) 건조된 성형체를 UV에 조사하는 단계.

[0038] 상기 (S-1) 단계에서, 상기 세라믹 출발 분말은 다양한 크기의 실리카, 알루미나, 뮬라이트 및 지르콘 플라워 등 세라믹 분말을 세라믹 코어의 형상 및 특성에 적합하게 하나 또는 그 이상의 혼합물로 사용 가능하다.

[0039] 또한, 상기 광중합 전구체는 고상과 액상 둘 다 가능하나 출발 분말과의 혼화성을 향상시키기 위해 용매에 용해

시켜 사용할 수 있다. 따라서, 이 용매를 건조시키기 위해 상기 (S-3) 단계가 필요하다.

[0040] 상기 광중합 전구체로 사용되는 단량체에는 일반적으로 아크릴레이트계가 사용되며, 분자 구조의 비닐기 즉 관능기의 수가 증가할수록 가교밀도가 증대하여 높은 성형강도를 발현시킨다.

[0041] 이때 사용되는 관능기의 수는 대부분 1 내지 4 관능기까지가 적당하며, 4 관능기를 초과하여 적용 시 너무 빠른 중합에 의해 단량체의 이동의 제한되어 오히려 낮은 중합도를 유도할 수 있다.

[0042] 상기 광중합 전구체는 폴리에테르 아크릴레이트계, 에폭시 아크릴레이트계, 우레탄 아크릴레이트계 및 스피란 아크릴레이트 아크릴레이트계로 이루어진 군부터 선택된 어느 하나 이상일 수 있다.

[0043] 이하, 도 2 및 도 3을 참고하여 세라믹 코어의 새로운 제조 공정을 구체적으로 설명하고자 한다.

[0044] [비교예 1]

[0045] 도 3의 9.5 ㎛의 구형의 실리카를 사용하여 일반적인 선형성 고분자인 폴리 비닐알콜(polyvinyl alcohol, PVA)와 혼합하여 성형체를 제작한 뒤 80 ℃에서 1 시간 정도 건조 과정을 거쳤다.

[0046] [실시예 1, 2, 3]

[0047] 도 4는 본 발명의 구현예에 적용된 광중합 전구체의 분자구조를 나타낸 것으로 1관능기의 Isobrnyl acrylate (IBOA)와 3관능기인 pentaerythritol triacrylate (PETA)이다. 2관능기는 IBOA와 PETA를 몰비로 1:1로 혼합하여 제조하였다.

[0048] 비교예 1과 같이 9.5㎛의 실리카계 출발분말에 관능기 수가 다른 단량체 Isobrnyl acrylate (IBOA), pentaerythritol triacrylate (PETA), 그리고 개시제 1-hydroxy cyclohexyl phenyl ketone (HCPK)를 혼합하여 압축 시험편을 제작한 후 광중합 반응을 위하여 365 nm 파장대의 자외선을 일정시간 조사하였다. 1 관능기로 실험한 것을 실시예 1로, 1 관능기과 3 관능기를 혼합한 것을 실시예 2로, 3 관능기를 실시예 3으로 지정하였다.

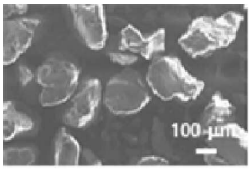
[0049] 도 5는 적용된 관능기에 따른 개시제의 함량을 나타낸 것으로 관능기의 수가 증가할수록 보다 적은 개시제로도 높은 중합도를 보였다. 따라서, 1 관능기는 1.6 mol%, 2 관능기는 0.2 mol%, 3 관능기는 0.1 mol%의 함량으로 실험을 진행하였다.

[0050] 도 6은 단량체의 종류에 따라 제조된 시험편의 성형강도 결과이다. 관능기 수가 증가함에 따라 중합도 및 가교밀도의 증대로 성형강도는 향상되었다. 특히, 2 관능기와 3 관능기의 경우 고분자 사슬의 꼬임에 의해 강도가 발현되는 PVA로 제조된 시험편보다 높은 성형 강도 값을 나타내었다.

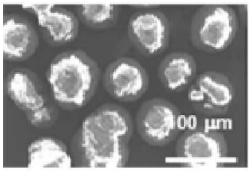
[0051] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위, 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

도면1

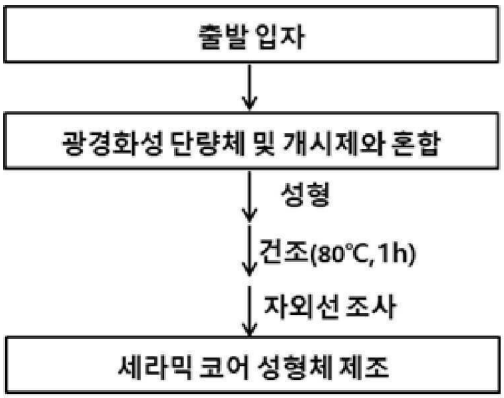


Binder Jet and Powder Bed (BJPB) type	
Chemistry	Quartz (SiO_2)
Particle Size	190 ㎛
Binder	Furan resin

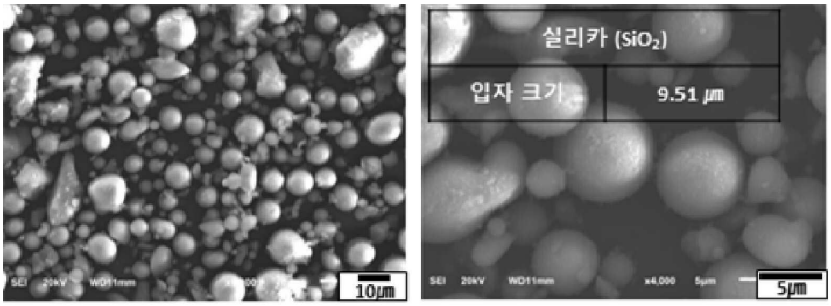


Selective Laser Sintering (SLS) type	
Chemistry	Mullite($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)
Particle Size	70 ㎛
Binder	Phenol resin

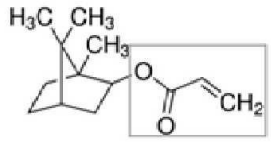
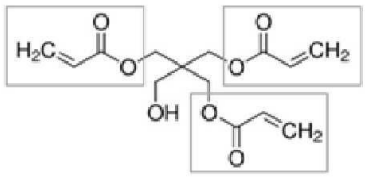
도면2



도면3



도면4

관능기수	시료명	분자구조
1관능기	IBOA	
3관능기	PETA	

도면5

개시제 (mol%)	1관능기	1관능기 + 3관능기	3관능기
0.1	7%	70%	100%
0.2	35%	100%	100%
0.4	36%	100%	100%
0.8	75%	100%	100%
1.6	90%	100%	100%

도면6

