



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월15일
(11) 등록번호 10-2421003
(24) 등록일자 2022년07월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B29C 64/40 (2017.01) B29C 64/112 (2017.01)
B29C 64/209 (2017.01) B29C 64/393 (2017.01)
B33Y 10/00 (2015.01) B33Y 30/00 (2015.01)
B33Y 40/00 (2020.01) B33Y 50/02 (2015.01)
B33Y 70/00 (2020.01) B33Y 99/00 (2015.01)

(52) CPC특허분류

B29C 64/40 (2017.08)
B29C 64/112 (2017.08)

(21) 출원번호 10-2020-0164578

(22) 출원일자 2020년11월30일

심사청구일자 2020년11월30일

(65) 공개번호 10-2022-0075939

(43) 공개일자 2022년06월08일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020190141171 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

(주)링크솔루션

경기도 시흥시 마유로 376, 3층, 302호 (정왕동, 서부경기문화창조허브)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

윤형선

경기도 성남시 분당구 미금일로 136, 507동 204호 (구미동, 까치마을건영빌라)

노영훈

서울특별시 성동구 왕십리로 16, 101동 1702호 (성수동1가, 트리마체)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 8 항

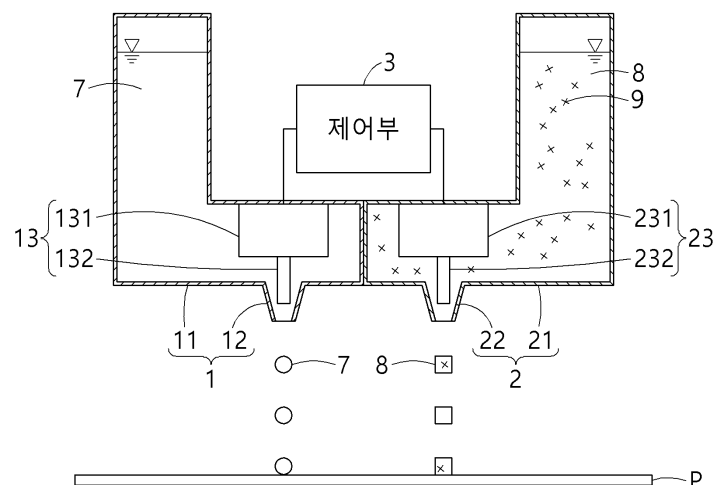
심사관 : 이태우

(54) 발명의 명칭 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치 및 방법

(57) 요약

일 실시 예에 따른 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치는, 지지체 조성물을 수용하는 지지체 하우징과, 상기 지지체 하우징의 하측에 마련된 지지체 노즐과, 상기 지지체 노즐을 통해 플랫폼으로 토출되는 상기 지지체 조성물의 유량을 조절하는 지지체 디스펜서를 포함하는 지지체 토출 파트; 및 구조체를 수용하는 구조체 하우징과, 상기 구조체 하우징의 하측에 마련된 구조체 노즐과, 상기 구조체 노즐을 통해 상기 플랫폼으로 토출되는 상기 구조체의 유량을 조절하는 구조체 디스펜서를 포함하는 구조체 토출 파트; 및 상기 구조체 디스펜서 및 지지체 디스펜서를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 지지체 조성물에는 상기 구조체를 경화시키기 위한 경화제가 함유되어 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B29C 64/209 (2017.08)

B29C 64/393 (2021.08)

B33Y 10/00 (2013.01)

B33Y 30/00 (2013.01)

B33Y 40/00 (2013.01)

B33Y 50/02 (2013.01)

B33Y 70/00 (2013.01)

B33Y 99/00 (2013.01)

(72) 발명자

김영민

서울특별시 강서구 강서로 266, 132동 701호 (화곡
동, 우장산아이파크이편한세상아파트)

양경직

경기도 수원시 팔달구 장다리로306번길 45, 309호
(인계동, 수정아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

지지체 조성물을 토출하는 지지체 노즐과, 구조체를 토출하는 구조체 노즐을 포함하고 있는 3D 프린팅 장치에 있어서,

상기 지지체 조성물을 수용하는 지지체 하우징과, 상기 지지체 하우징의 하측에 마련된 상기 지지체 노즐과, 상기 지지체 노즐을 통해 플랫폼으로 토출되는 상기 지지체 조성물의 유량을 조절하는 지지체 디스펜서를 포함하고, 제 1 축 방향 및 상기 제 1 축 방향에 교차하는 제 2 축 방향으로 이동 가능하게 마련되는 지지체 토출 파트;

구조체를 수용하는 구조체 하우징과, 상기 구조체 하우징의 하측에 마련된 구조체 노즐과, 상기 구조체 노즐을 통해 상기 플랫폼으로 토출되는 상기 구조체의 유량을 조절하고, 상기 제 1 축 방향 및 상기 제 2 축 방향으로 이동 가능하게 마련되는 구조체 디스펜서를 포함하는 구조체 토출 파트; 및

상기 구조체 디스펜서 및 지지체 디스펜서를 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 지지체 디스펜서로부터 토출되는 상기 지지체 조성물에는 상기 구조체를 경화시키기 위한 경화제가 함유되어 있고,

상기 지지체 하우징 및 구조체 하우징은, 서로 연통되지 않은 상태로 분리되어 있고,

상기 지지체 조성물이 토출되는 방향과, 상기 구조체가 토출되는 방향은 서로 나란하고,

상기 지지체 조성물 및 구조체가 서로 접촉된 상태에서, 상기 경화제는 상기 지지체 조성물로부터 상기 구조체로 확산되고,

상기 지지체 조성물은 빙햄 플라스틱(Bingham plastic)을 포함하는, 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 지지체 조성물이 상기 구조체를 수용할 수 있는 수용 공간을 갖도록 상기 지지체 디스펜서를 제어하여 상기 지지체 조성물을 상기 플랫폼으로 토출시키는, 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 구조체 디스펜서를 제어하여 상기 구조체를 상기 수용 공간 내로 토출시키는, 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 지지체 조성물은 셀룰로오스, 나노셀룰로오스, 카르복시메틸 셀룰로오스, 녹말 및 잔탄 겔 중 적어도 하나를 포함하는, 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치.

청구항 5

구조체를 토출하는 구조체 노즐을 포함하는 구조체 토출 파트와, 지지체 조성물을 토출하는 지지체 노즐을 포함하는 지지체 토출 파트를 포함하는 3D 프린팅 장치를 이용하여 3D 프린팅 하는 방법에 있어서,

경화제를 함유한 상기 지지체 조성물이 수용 공간을 갖도록 상기 지지체 토출 파트를 통해 상기 지지체 조성물을 플랫폼에 토출시키는 단계;

상기 수용 공간 내로 구조체를 토출시키는 단계; 및

상기 플랫폼 상에 토출된 상기 지지체 조성물 및 구조체가 상기 경화제가 포함된 수용액에 담기는 단계를 포함하고,

상기 지지체 토출 파트 및 구조체 토출 파트는, 제 1 축 방향 및 상기 제 1 축 방향에 교차하는 제 2 축 방향으로 이동 가능하고,

상기 지지체 조성물 및 상기 구조체가 서로 접촉된 상태에서, 상기 경화제는 상기 지지체 조성물로부터 상기 구조체로 확산되어 상기 구조체를 경화시키고,

상기 지지체 조성물이 토출되는 방향과, 상기 구조체가 토출되는 방향은 서로 나란하고,

상기 지지체 조성물은 빙햄 플라스틱(Bingham plastic)을 포함하는, 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 구조체를 상기 지지체 조성물로 토출시키는 단계 이후에 수행되고, 상기 플랫폼에 토출된 지지체 조성물의 상단에 지지체 조성물을 토출시켜 상기 수용 공간을 확장하는 단계를 더 포함하는, 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 수용 공간을 확장하는 단계 이후에 수행되고, 확장된 상기 수용 공간 내로 상기 구조체를 추가로 토출시키는 단계를 더 포함하는, 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 구조체가 상기 지지체 조성물에 의해 완전히 둘러싸일 수 있도록, 상기 지지체 조성물을 추가로 토출하여 상기 수용 공간 내에 마련된 상기 구조체를 커버하는 단계를 더 포함하는, 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치 및 방법에 관한 것입니다.

배경 기술

[0002] 3D 프린팅은 주조, 절삭 등의 전통적 제조 공법과는 다르게 재료를 적층하여 구조물을 제작하는 방식으로 높은 정밀도 및 구조적 자유도를 가지며 다양한 형상을 구현할 수 있어 개인 맞춤형 생산 시대를 여는 식품, 의료, 바이오 신사업 분야에서 정밀 가공 기술로 급부상하고 있다. 특히 이들 분야에서의 3D 프린팅은 기존 무기/유기 소재를 이용한 3D 프린팅이 아닌, 다양한 생체고분자(젤라틴, 콜라겐, 젤란검, 잔탄검, 셀룰로오스, 알지네이트, 키토산 등) 용액을 통한 하이드로겔로 소재 특유의 생체적합성, 생분해성, 기계적 특성을 활용하여 인공 조직 및 장기, 의료용 임플란트, 약물전달시스템, 미래식품 개발을 위한 응용 연구에 활용되고 있다. 하지만 대부분의 프린팅에 사용되는 순수 생체고분자 바이오 잉크는 유체역학적으로 수도플라스틱(pseudoplastic) 성질을 나타내기 때문에 정교한 구조체 출력을 위해 별도의 지지체 조성물이 반드시 필요하며, 연질소재로 형태 유지력이 부족하고, 이온이나 온도에 의해 경화를 유도하기 때문에 경화 속도가 느린 한계점을 가지고 있다. 따라서 현재 널리 쓰이는 3D 프린팅 방식인 사출(extrusion)이나 제팅(jetting)방식에 적용하기 어려우며 출력 가능한 모형도 극히 제한적이다.

[0003] 생체고분자의 형태유지력 한계를 극복하기 위해 출력과 동시에 경화가 진행되도록 조절하거나 형태 유지력이 강한 재료를 도입하는 방법이 사용되고 있다. 먼저, 메타크릴산화 젤라틴(GelMA)과 같은 생체고분자에 광가교결합기를 부착하여 경화 속도를 올리는 방법이 있다. 이 방식의 경우, 순간적인 경화를 통해 다양한 형상 제작이 가능한 장점이 있지만, 스테레오리소그래피(stereolithography) 프린터와 같은 별도의 광가교결합용 3D 프린팅 장비가 필요하다. 또한, 광가교결합에 사용되는 아크릴기(acryl group), 광개시제(photoinitiator) 등의 화합물 고유의 세포독성으로 인해 생명공학적인, 의학적 응용에 한계가 있다. 또 다른 방법으로는, 수도플라스틱 성질을 지니는 생체고분자에 병행 플라스틱 성질을 지니는 첨가제를 섞어주어 생체고분자가 형태유지력을 갖게 하는 방식이다. 비교적 다양한 형태의 출력이 가능하고, 광가교결합과 같이 세포독성 물질을 사용하지 않는다는 장점이 있다. 하지만, 첨가물로 인해 구조체를 형성하는 조성물인 생체고분자 잉크 고유의 물리화학적 성질이 변하거나 생체 및 세포 적합성을 만족하지 못하게 되는 단점이 있다.

[0004] 전술한 문제점들로 인해, 3D 프린팅에서 수도플라스틱 성질을 지닌 바이오 잉크를 화학적 변형이나 다른 물질의 추가 도입 없이 고유의 재료적 성질을 유지한 채 자유형상 구현이 가능한 것을 특징으로 하는 새로운 형태의 3D 바이오 프린팅 기술이 요구되는 실정이다.

[0005] 전술한 배경기술은 발명자가 본원의 개시 내용을 도출하는 과정에서 보유하거나 습득한 것으로서, 반드시 본 출원 전에 일반 공중에 공개된 공지기술이라고 할 수는 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 일 실시 예에 따른 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치는, 지지체 조성물을 수용하는 지지체 하우징과, 상기 지지체 하우징의 하측에 마련된 지지체 노즐과, 상기 지지체 노즐을 통해 플랫폼으로 토출되는 상기 지지체 조성물의 유량을 조절하는 지지체 디스펜서를 포함하는 지지체 토출 파트; 구조체를 수용하는 구조체 하우징과, 상기 구조체 하우징의 하측에 마련된 구조체 노즐과, 상기 구조체 노즐을 통해 상기 플랫폼으로 토출되는 상기 구조체의 유량을 조절하는 구조체 디스펜서를 포함하는 구조체 토출 파트; 및 상기 구조체 디스펜서 및 지지체 디스펜서를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 지지체 조성물에는 상기 구조체를 경화시키기 위한 경화제가 함유되어 있을 수 있다.

[0008] 상기 지지체 조성물 및 구조체가 서로 접촉된 상태에서, 상기 경화제는 상기 지지체 조성물로부터 상기 구조체로 확산될 수 있다.

- [0009] 상기 제어부는, 상기 지지체 조성물이 상기 구조체를 수용할 수 있는 수용 공간을 갖도록 상기 지지체 디스펜서를 제어하여 상기 지지체 조성물을 상기 플랫폼으로 토출시킬 수 있다.
- [0010] 상기 제어부는, 상기 구조체 디스펜서를 제어하여 상기 구조체를 상기 수용 공간 내로 토출시킬 수 있다.
- [0011] 상기 지지체 조성물은 빙햄 플라스틱(Bingham plastic)일 수 있다.
- [0012] 일 실시 예에 따른 경화제를 함유한 지지체를 이용한 3D 프린팅 방법은, 경화제를 함유한 지지체 조성물이 수용 공간을 갖도록 상기 지지체 조성물을 플랫폼에 토출시키는 단계; 및 상기 수용 공간 내로 구조체를 토출시키는 단계를 포함하고, 상기 지지체 조성물 및 구조체가 서로 접촉된 상태에서, 상기 경화제는 상기 지지체 조성물로부터 상기 구조체로 확산되어 상기 구조체를 경화시킬 수 있다.
- [0013] 상기 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 방법은, 상기 구조체를 상기 지지체 조성물로 토출시키는 단계 이후에 수행되고, 상기 플랫폼에 토출된 지지체 조성물의 상단에 지지체 조성물을 토출시켜 상기 수용 공간을 확장하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 방법은, 상기 수용 공간을 확장하는 단계 이후에 수행되고, 확장된 상기 수용 공간 내로 상기 구조체를 추가로 토출시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 방법은, 상기 구조체가 상기 지지체 조성물에 의해 완전히 둘러싸일 수 있도록, 상기 지지체 조성물을 추가로 토출하여 상기 수용 공간 내에 마련된 상기 구조체를 커버하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 방법은, 상기 플랫폼 상에 토출된 상기 지지체 조성물 및 구조체가 상기 경화제가 포함된 수용액에 담기는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 일 실시 예에 따른 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치 및 방법은, 경화제를 함유하고 있는 지지체 조성물을 이용하여 출력된 구조체가 무너짐 없이 정밀하고 매우 복잡한 구조를 가질 수 있게 할 수 있다.
- [0018] 또한, 일 실시 예에 따른 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치 및 방법은, 지지체 조성물에 함유되는 경화제의 함량을 자유롭게 조절하여 출력력이 가능하기 때문에, 경화속도 조절을 통한 박리현상 방지와 구조체의 고유 물성 유지를 가능하게 할 수 있다.
- [0019] 또한, 일 실시 예에 따른 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치 및 방법은, 구조체의 추가적인 변형이나 공정(예를 들어, 광가교결합기 부착 등) 없이 구조체를 그 자체로 사용하여, 프린팅 후에도, 구조체는 고유의 성질을 보존할 수 있어서, 다양한 성질의 구조체가 사용될 수 있으므로 소재의 범용성이 높다. 또한, 구조체의 추가적인 변형이나 공정이 요구되지 않으므로, 소재 비용면에서 단가 절감이 가능하며 추가 공정 비용이 소요되지 않는다.
- [0020] 또한, 일 실시 예에 따른 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치 및 방법은, 기존에 상용화되어 있는 용융 적층 모델링(Fused Deposition Modeling) 방식, 다중 제팅(Multi-jet) 방식 또는 사출(Extrusion) 방식 등에 모두 적용 가능하므로, 접근성이 높다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 일 실시 예에 따른 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 방법을 개략적으로 나타내는 순서도이다.
- 도 2는 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 3은 도 1의 단계 S110의 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 4는 도 1의 단계 S120의 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 5는 도 1의 단계 S130의 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 6은 도 1의 단계 S140의 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 7는 도 1의 단계 S150의 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 8은 도 1의 단계 S160의 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 9 및 도 10은 구조체로부터 지지체 조성물이 분리되는 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 11은 완성된 지지체 조성물을 개략적으로 도시하는 도면이다.

도 12는 오버행(overhang) 실험을 위해 각도가 조절된 구조체 제작을 위한 CAD 모식도와, 3D 프린팅을 통해 오버행 각도를 조절하여 제조하였을 때 나노지지체 소재와 알지네이트 구조체 조성물을 동시에 사용하여 제조한 출력물과 나노셀룰로오스 소재만을 사용하여 제조한 출력물을 비교한 도면이다.

도 13은 박리현상 실험을 위해 두께를 조절(0.5, 1.0, 1.5, 그리고 2.0 mm)하여 제조되는 블록 모양의 CAD 디자인 모식도 및 염화칼슘(CaCl₂) 농도와 알지네이트 구조체 두께가 조절된 블록 모양 출력물의 박리현상 비교한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 실시 예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구현되는 형태는 개시된 특정 실시 예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시 예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0023] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0024] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0025] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0026] 어느 하나의 실시 예에 포함된 구성 요소와, 공동적인 기능을 포함하는 구성 요소는, 다른 실시 예에서 동일한 명칭을 사용하여 설명하기로 한다. 반대되는 기재가 없는 이상, 어느 하나의 실시 예에 기재한 설명은 다른 실시 예에도 적용될 수 있으며, 중복되는 범위에서 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0027] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0028] 이하, 실시 예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0029] 도 1은 일 실시 예에 따른 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 방법을 개략적으로 나타내는 순서도이다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 일 실시 예에 따른 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 방법은, 경화제를 함유한 지지체 조성물이 수용 공간을 갖도록 지지체 조성물을 플랫폼에 토출시키는 단계(S110)와, 수용 공간 내로 구조체를 토출시키는 단계(S120)와, 플랫폼에 토출된 지지체 조성물의 상단에 지지체 조성물을 토출시켜 수용 공간을 확장하는 단계(S130)와, 확장된 수용 공간 내로 구조체를 추가로 토출시키는 단계(S140)와, 지지체 조성물을 추가로 토출하여 수용 공간 내에 마련된 구조체를 커버하는 단계(S150)와, 플랫폼 상에 토출된 지지체 조성물 및 구조체를 경화제가 포함된 수용액에 집어 넣는 단계(S160)를 포함할 수 있다.
- [0031] 각각의 단계들에 대해서 이하 도 3 내지 도 9를 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다. 각각의 단계들에 대한

구체적인 설명에 앞서서 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치를 먼저 설명하기로 한다.

- [0032] 도 2는 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 장치(이하, 3D 프린팅 장치라고 함)는 플랫폼(P)에 구조체(7)를 토출하기 위한 구조체 토출 파트(1)와, 플랫폼(P)에 지지체 조성물(8)을 토출하기 위한 지지체 토출 파트(2)와, 구조체 토출 파트 및 지지체 토출 파트 각각을 제어하기 위한 제어부(3)를 포함할 수 있다. 지지체 토출 파트(2)에 수용된 지지체 조성물(8)은 경화제(9)를 함유하고 있다. 지지체 조성물(8)이 지지체 토출 파트(2)로부터 토출되는 과정에서, 경화제(9)는 지지체 조성물(8)과 함께 토출될 수 있다. 도면에서, 구조체(7)를 동그라미, 지지체 조성물(8)을 네모, 경화제(9)를 엑스로 표시하였으나, 이는 설명의 편의를 위해 과장되게 표현한 것임을 밝혀 둔다.
- [0034] 구조체 토출 파트(1)는 구조체(7)를 수용하는 구조체 하우징(11)과, 구조체 하우징(11)의 하측에 마련된 구조체 노즐(12)과, 구조체 노즐(12)을 통해 플랫폼(P)으로 토출되는 구조체(7)의 유량을 조절하기 위한 구조체 디스펜서(13)를 포함할 수 있다. 구조체 디스펜서(13)는 다양한 형태를 가질 수 있다. 예를 들어, 구조체 디스펜서(13)는 제 1액추에이터(131)와, 제 1액추에이터(131)에 의해 구동되어 구조체 노즐(12)의 개구 면적을 조절하는 제 1 로드(132)를 포함할 수 있다. 구조체 디스펜서(13)는 이러한 형태에 제한되지 않음을 밝혀 둔다. 예를 들어, 구조체 디스펜서(13)는 공압을 인가하여 밀어내는 실린지 타입, 또는 스크류방식으로 재료를 밀어내는 타입일 수 있다. 다른 예로, 구조체 디스펜서(13)는 전류를 인가하여 물리적으로 짜내는 피에조일렉트릭 프린트 헤드나 순간 열을 가해 기화하는 힘을 이용하는 열 타입의 프린트 헤드를 포함할 수 있다.
- [0035] 구조체(7)는 예를 들어 겔화 천연 고분자인 콜라겐(collagen), 알지네이트(alginate), 키토산(chitosan), 히알루론산(hyaluronic acid), 푸코이단(fucoidan), 아가로스(agarose), 실크(silk), 셀룰로오스(cellulose) 및 그 유도체들과, 합성 고분자인 폴리이미드(polyimide), 폴리아믹스 산, (polyamix acid), 폴리카프로락톤(polycaprolactone), 폴리에테르이미드(polyetherimide), 폴리락틱 산(polylactic acid), 나일론(nylon), 폴리아라미드(polyaramid), 폴리비닐알콜(polyvinyl alcohol), 폴리페닐렌테레프탈아미드(polyphenyleneterephthalamide), 폴리아닐린(polyaniline), 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile), 폴리에틸렌옥사이드(polyethylene oxide), 폴리스티렌(polystyrene), 폴리에틸렌글라이콜(polyethylene glycol), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리메틸메타크릴레이트(polymethylmethacrylate), 폴리락산과 폴리글리콜 산 공중합체(PLGA), 폴리[폴리[에틸렌옥사이드]테레프탈레이트-co-부틸렌테레프탈레이트(PEOT/PBT), 폴리포스포에스터(polyphosphoester; PPE), 폴리포스파젠(PPA), 폴리안하이드라이드(polyanhydride; PA), 폴리오르쏘에스터(polyorthoester; POE), 폴리(프로필렌푸마레이트)-디아크릴레이트(polypropylene fumarate-diacrylate; PPF-DA) 및 폴리에틸렌글라이콜 디아크릴레이트(polyethyleneglycol-diacrylate; PEG-DA)로 이루어진 그룹 중에서 선택된 1종 또는 상기 재료들의 조합 일 수 있다. 하지만 본 예시로 재료가 제한되는 것은 아니다. 또한 상기 겔화 고분자는 천연 고분자를 화학적 변형한 것을 사용할 수 있다.
- [0036] 지지체 토출 파트(2)는 지지체 조성물(8)을 수용하는 지지체 하우징(21)과, 지지체 하우징(21)의 하측에 마련된 지지체 노즐(22)과, 지지체 노즐(22)을 통해 플랫폼(P)으로 토출되는 지지체 조성물(8)의 유량을 조절하기 위한 지지체 디스펜서(23)를 포함할 수 있다. 지지체 디스펜서(23)는 다양한 형태를 가질 수 있다. 예를 들어, 지지체 디스펜서(23)는 제 2 액추에이터(231)와, 제 2 액추에이터(231)에 의해 구동되어 지지체 노즐(22)의 개구 면적을 조절하는 제 2 로드(232)를 포함할 수 있다. 지지체 디스펜서(23)는 이러한 형태에 제한되지 않음을 밝혀 둔다.
- [0037] 지지체 조성물(8)은 빙햄 플라스틱 성질을 지니는 재료로, 예를 들어 셀룰로오스 및 그 유도체(나노셀룰로오스, 카르복시메틸 셀룰로오스 등), 녹말(starch), 잔탄 검(xantan gum) 등 그룹 중에서 선택된 1종 및 그 조합으로 마련 될 수 있다. 하지만 본 예시로 재료가 제한되는 것은 아니다. 또한 상기 빙햄 플라스틱 재료를 화학적 변형한 것을 사용할 수 있다.
- [0038] 경화제(9)는 예를 들어, 염화 칼슘(CaCl_2), 삼인산나트륨(sodium triphosphate; TPP), 피틴산(phytic acid), 인산화칼슘(calcium phosphate) 등의 이온 경화성 경화제와, 암모늄과황산암모늄(ammonium persulfate; APS)/테트라메틸에틸렌디아민(tetramethylethylenediamine; TEMED), igacure 류 등 자유라디칼 반응 촉매제, pH의 변화를 줄 수 있는 산 및 염기류 등 선택된 1종 또는 그 조합으로 사용 될 수 있다. 하지만 본 예시로 제한되는 것은 아니다.
- [0039] 구조체 토출 파트(1) 및 지지체 토출 파트(2)는 2자유도 이상으로 이동 가능한 무빙 파트(미도시)에 장착될 수

있다. 무빙 파트는 구조체 토출 파트(1) 및 지지체 토출 파트(2)를 평면 상에서 x축 및 y축 방향을 따라 이동시킬 수 있으며, 플랫폼(P) 상에 원하는 위치에 구조체(7) 및/또는 지지체 조성물(8)이 토출될 수 있도록 보조할 수 있다. 구조체 토출 파트(1) 및 지지체 토출 파트(2)는 각각 별도의 무빙 파트에 장착될 수도 있고, 일체로 하나의 무빙 파트에 장착될 수도 있다. 예를 들어, 무빙 파트는 적어도 2개 이상의 리니어 액츄에이터가 포함된 장치일 수 있다.

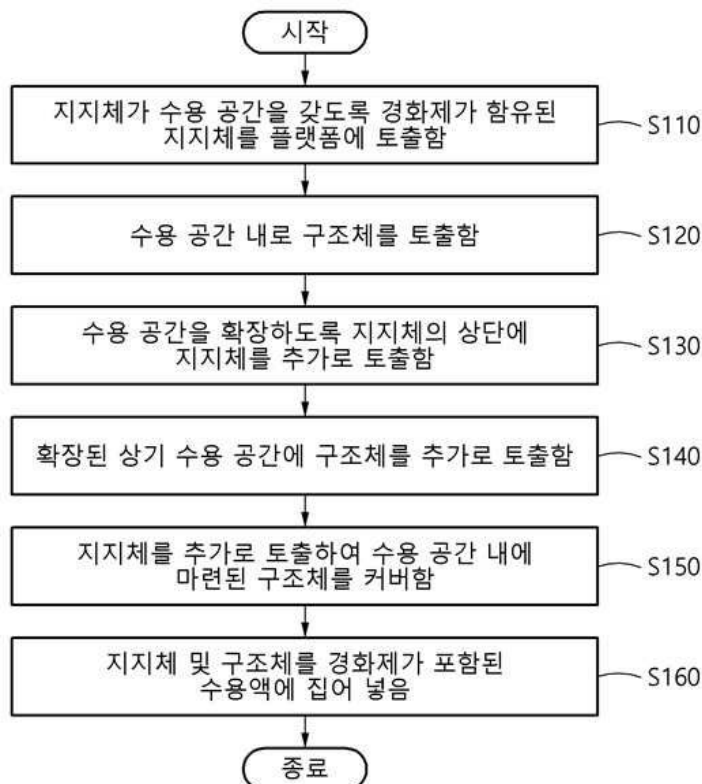
- [0040] 제어부(3)는 구조체 디스펜서(13) 및 지지체 디스펜서(23)를 제어하여, 플랫폼(P)에 토출되는 구조체(7) 및 지지체 조성물(8)을 제어할 수 있다. 사용자는 입력부(미도시)를 통해 제어부(3)를 조작할 수 있다.
- [0041] 도 3 내지 도 8은 각각의 단계들에서 지지체 조성물 및 구조체의 모습을 개략적으로 도시한 도면들이다. 도 3 내지 도 8을 참조하여, 경화제를 함유한 지지체 조성물을 이용한 3D 프린팅 방법에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0042] 도 3은 도 1의 단계 S110의 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0043] 도 3을 참조하면, 단계(S110)에서, 제어부는 지지체 토출 파트를 제어하여, 경화제(9)를 함유한 지지체 조성물(8)이 수용 공간(S)을 갖도록 지지체 조성물(8)을 플랫폼(P)에 토출되도록 제어할 수 있다. 지지체 토출 파트로부터 토출된 지지체 조성물(8)은 먼저 바닥 레이어를 구성하고, 바닥 레이어 상에 서로 이격된 2개의 기둥부를 구성할 수 있다. 바닥 레이어와 2개의 기둥부는 내측에 수용 공간(S)을 형성할 수 있다.
- [0044] 도 4는 도 1의 단계 S120의 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0045] 도 4를 참조하면, 단계(S120)에서, 제어부는 구조체 토출 파트를 제어하여, 구조체(7)가 수용 공간(S) 내로 토출되도록 제어할 수 있다. 구조체 토출 파트로부터 토출된 구조체(7)는 수용 공간(S) 내에 채워질 수 있다. 구조체(7)의 바깥면은 지지체 조성물(8)에 접촉된 상태일 수 있다. 지지체 조성물(8) 및 구조체(7)가 서로 접촉된 상태에서, 지지체 조성물(8)에 함유되어 있던 경화제(9)는, 지지체 조성물(8)로부터 구조체(7)로 확산될 수 있다(화살표 참조). 경화제(9)는 구조체(7)로 확산되어 구조체(7)를 경화시킬 수 있다. 예를 들어, 경화제(9)는 구조체(7)의 표면이 이온성 경화되도록 보조할 수 있다.
- [0046] 도 5는 도 1의 단계 S130의 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0047] 도 5를 참조하면, 단계(S130)에서, 제어부는 지지체 토출 파트를 제어하여, 플랫폼(P)에 토출되어 있던 지지체 조성물(8)의 상단에 지지체 조성물(8)을 추가로 토출시켜 수용 공간(S)을 확장할 수 있다.
- [0048] 도 6은 도 1의 단계 S140의 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0049] 도 6을 참조하면, 제어부는 구조체 토출 파트를 제어하여, 확장된 수용 공간(S) 내로 구조체(7)를 추가로 토출시킬 수 있다. 마찬가지로, 단계(S140)에서 토출된 구조체(7)는 단계(S130)에서 토출된 지지체 조성물(8)에 접촉된 상태일 수 있고, 지지체 조성물(8)로부터 확산되는 경화제(9)에 의해 경화가 진행될 수 있다.
- [0050] 도 7는 도 1의 단계 S150의 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0051] 도 7을 참조하면, 제어부는 지지체 토출 파트를 제어하여, 지지체 조성물을 추가로 토출하여 수용 공간 내에 마련된 구조체(7)의 상부를 커버할 수 있다. 구조체(7)는 지지체 조성물(8)에 의해 완전히 둘러싸일 수 있고, 전체적으로 경화제(9)에 의해 경화가 진행될 수 있다.
- [0052] 도 8은 도 1의 단계 S160의 모습을 개략적으로 나타내는 도면이고, 도 9 및 도 10은 구조체로부터 지지체 조성물이 분리되는 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0053] 도 8 내지 도 10을 참조하면, 구조체(7) 및 지지체 조성물(8)은 경화제(9)가 포함된 수용액을 수용하고 있는 용기(4)에 담길 수 있다. 수용액에 포함된 경화제(9)는 구조체(7) 내부로 침투하여 구조체(7)를 완전히 경화시킬 수 있다. 수용액에서 지지체 조성물(8)은 구조체(7)로부터 분리될 수 있다.
- [0054] 도 11은 완성된 구조체를 개략적으로 도시하는 도면이다.
- [0055] 도 11을 참조하면, 완성된 구조체(7)는 도면에 도시된 형상 이외에 다양한 형상으로 제작될 수 있다. 완성물의 형태는 지지체 토출 파트 및 구조체 토출 파트의 동작에 의해 다양하게 현출될 수 있다. 예를 들어, 완성물은 고리 형상을 가질 수도 있다.
- [0056] 도 12는 오버행(overhang) 실험을 위해 각도가 조절된 구조체 제작을 위한 CAD 모식도와, 3D 프린팅을 통해 오버행 각도를 조절하여 제조하였을 때 지지체와 알지네이트 구조체 조성물을 동시에 사용하여 제조한 출력물과

지지체만을 사용하여 제조한 출력물을 비교한 도면이다.

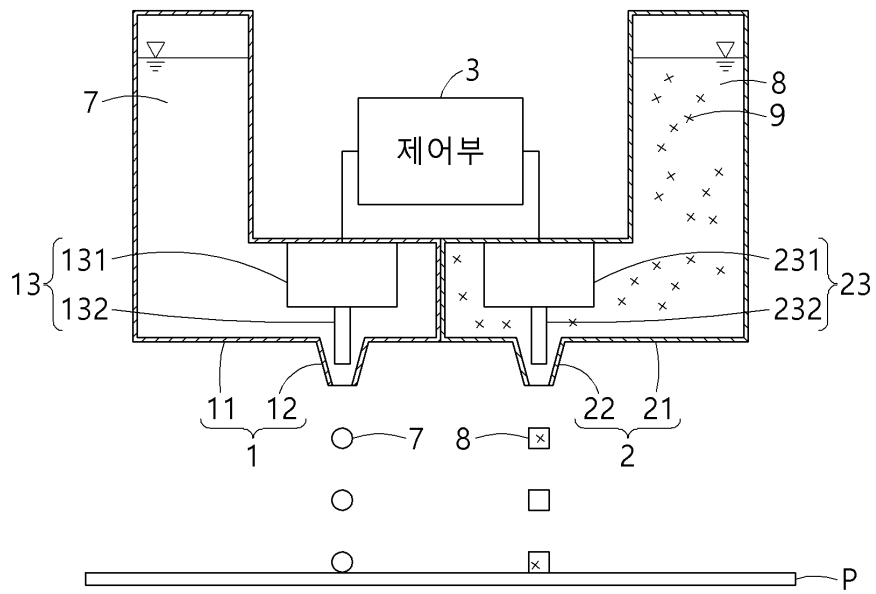
- [0057] 도 12를 참조하면, 지지체와 알지네이트 구조체 조성물을 동시에 사용할 경우, 오버행 출력이 원활하게 수행됨을 확인할 수 있다.
- [0058] 도 13은 박리현상 실험을 위해 두께를 조절(0.5, 1.0, 1.5, 그리고 2.0 mm)하여 제조되는 블록 모양의 CAD 디자인 모식도 및 염화칼슘(CaCl_2) 농도와 알지네이트 구조체 두께가 조절된 블록 모양 출력물의 박리현상 비교한 도면이다.
- [0059] 도 13을 참조하면, 박리현상을 방지하기 위해 염화칼슘의 농도가 적절히 조절되어야 함을 확인할 수 있다.
- [0060] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0061] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

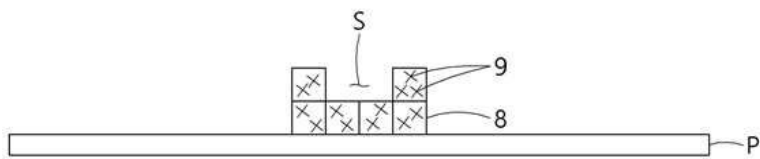
도면1



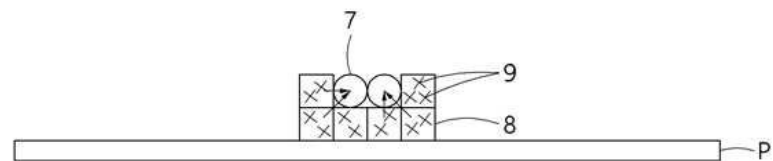
도면2



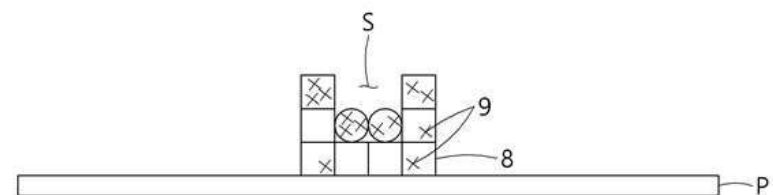
도면3



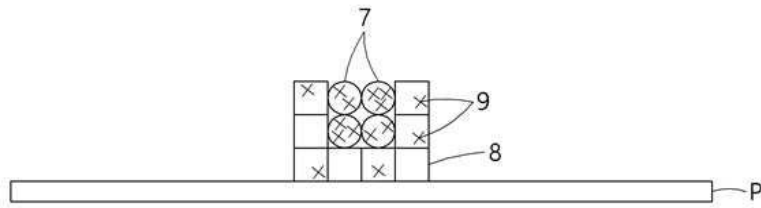
도면4



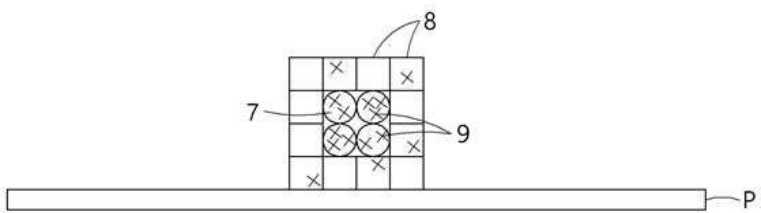
도면5



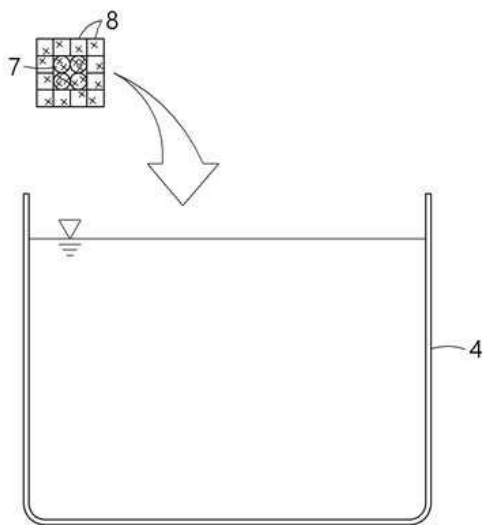
도면6



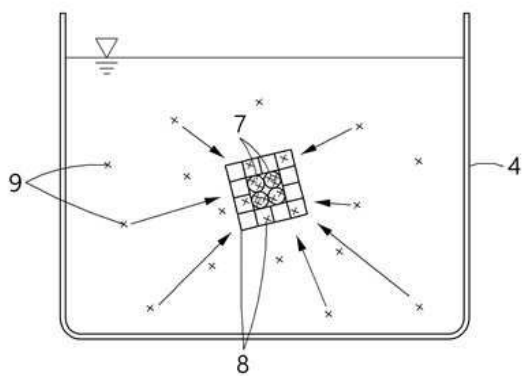
도면7



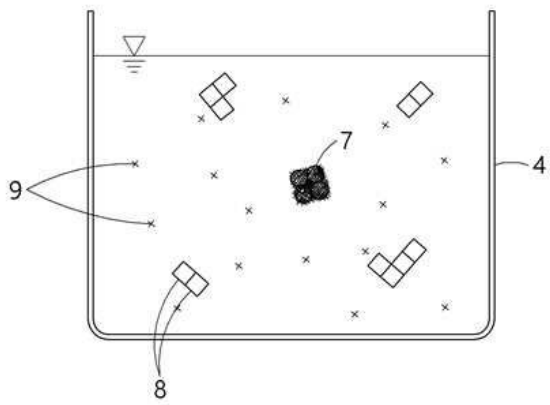
도면8



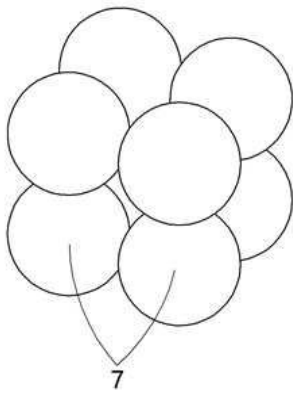
도면9



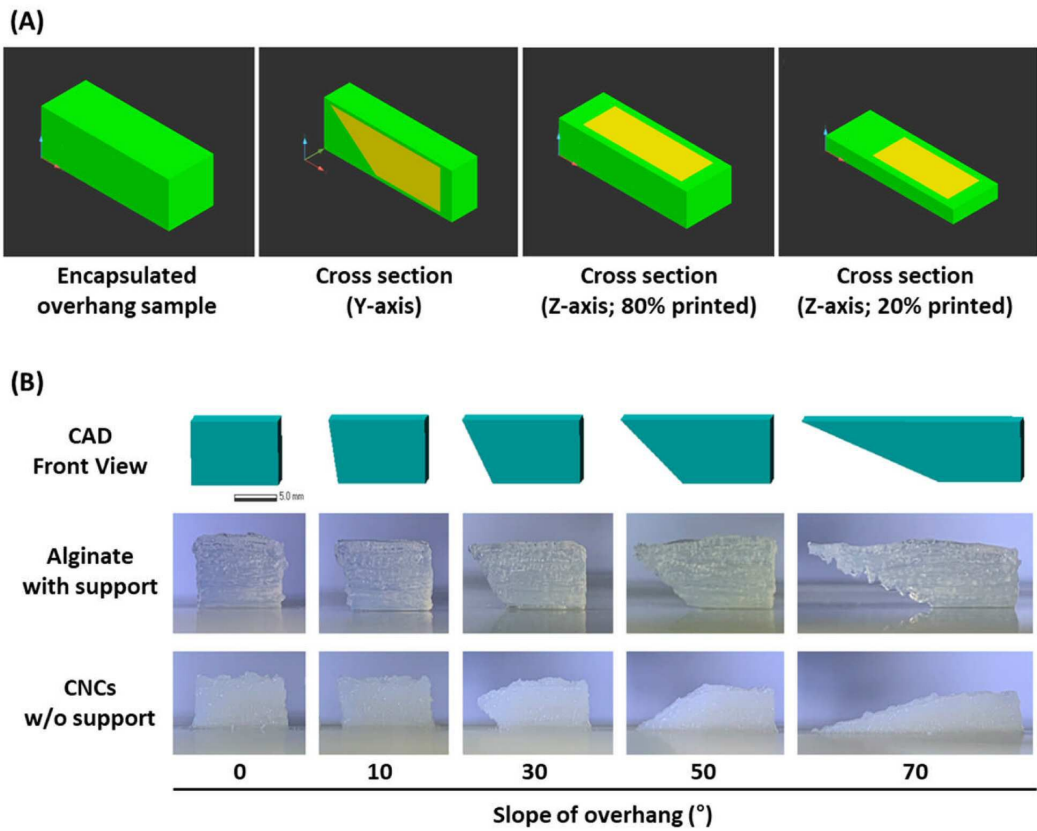
도면10



도면11



도면12



도면13

