



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월03일
 (11) 등록번호 10-1885474
 (24) 등록일자 2018년07월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B29C 67/00 (2017.01) B29B 11/08 (2006.01)
 B33Y 30/00 (2015.01) B33Y 40/00 (2015.01)

(52) CPC특허분류
 B29C 64/106 (2017.08)
 B29B 11/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0063605
 (22) 출원일자 2017년05월23일
 심사청구일자 2017년05월23일

(30) 우선권주장
 1020170054519 2017년04월27일 대한민국(KR)

(56) 선행기술조사문헌
 CN104116578 A*
 US20150158244 A1*
 JP2008098280 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 숭실대학교산학협력단
 서울특별시 동작구 상도로 369 (상도동)

(72) 발명자
 김주용
 서울특별시 양천구 목동중앙북로 38, 107동 1203호(목동, 롯데캐슬위너아파트)

최민기
 인천광역시 남동구 구월로 192, 1403동 401호(구월동, 힐스테이트롯데캐슬골드1단지아파트)

리타이손
 서울특별시 동작구 상도로61길 40, 정우빌딩 4층
 진영고시텔

(74) 대리인
 송인호, 최관락

전체 청구항 수 : 총 3 항

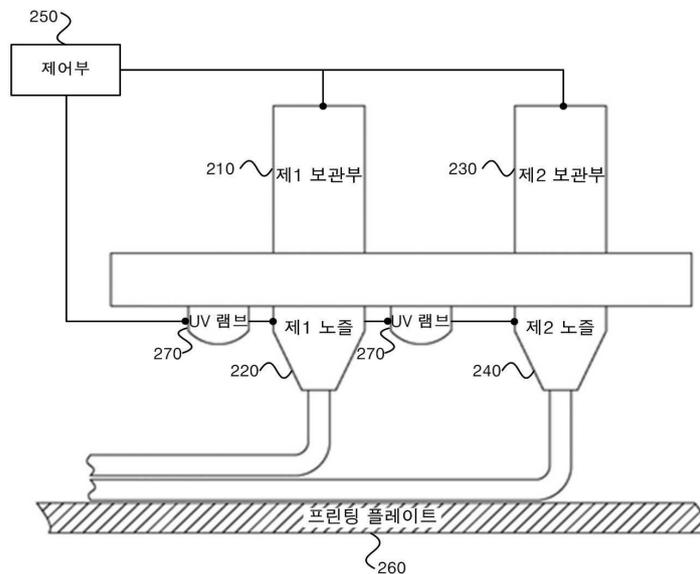
심사관 : 이상호

(54) 발명의 명칭 **듀얼 노즐을 사용하는 4D 프린팅 장치**

(57) 요약

4D 프린팅 장치가 개시된다. 개시된 4D 프린팅 장치는, 3D 프린팅 방식 A을 기초로 제1 재료를 출력하는 제1 노즐; 및 3D 프린팅 방식 B를 기초로 제2 재료를 출력하는 제2 노즐;을 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B29C 64/386 (2017.08)

B33Y 30/00 (2013.01)

B33Y 40/00 (2013.01)

B29K 2995/0005 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

폴리젯 방식인 3D 프린팅 방식 A을 기초로 제1 재료를 출력하는 제1 노즐;

상기 제1 노즐과 연결되며, 상기 제1 재료를 보관하는 제1 보관부;

상기 제1 노즐과 인접하여 위치하며, 상기 제1 노즐에서 출력되는 상기 제1 재료를 경화시키기 위한 UV 램프;

FDM 방식인 3D 프린팅 방식 B를 기초로 제2 재료를 출력하는 제2 노즐;

상기 제2 노즐과 연결되며, 상기 제2 재료를 보관하는 제2 보관부;

상기 제2 보관부 또는 상기 제2 노즐에 설치되어 상기 제2 재료의 용융 온도를 맞추기 위한 히터;

상기 제1 노즐로의 상기 제1 재료의 공급 속도, 상기 제2 노즐로의 상기 제2 재료의 공급 속도, 상기 제1 노즐의 동작, 상기 제2 노즐의 동작 및 상기 UV 램프의 동작을 제어하는 제어부; 및

상기 제1 노즐에서 출력된 제1 재료 및 상기 제2 노즐에서 출력된 제2 재료를 안착시키는 프린팅 플레이트;를 더 포함하되,

상기 제1 재료는 전도성 페이스트를 포함하는 광경화 재료이고, 상기 제2 재료는 형상 기억 폴리머(SMP)와, 기능화된 탄소 나노 튜브(CNT)와, 고 흡수성 수지(SAP)가 혼합되고 임계 환경 조건을 가지는 필라멘트이되, 상기 제2 재료의 유리 전이 온도는 상기 제1 재료의 유리 전이 온도 보다 55° C 이상 차이가 나는 것을 특징으로 하는 4D 프린팅 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 재료 및 상기 제2 재료 중 어느 하나의 재료가 매트릭스를 형성하고, 상기 제1 재료 및 상기 제2 재료 중 나머지 하나의 재료가 필러를 형성하는 것을 특징으로 하는 4D 프린팅 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

서로 다른 3D 프린팅 방식을 통해 다수의 재료 각각을 출력하는 복수의 3D 프린팅부; 및

상기 복수의 3D 프린팅부의 동작을 제어하는 제어부;를 포함하되,

상기 서로 다른 3D 프린팅 방식 중 하나는 폴리젯 방식인 3D 프린팅 방식 A이되, 제1 재료를 출력하는 제1 노즐; 상기 제1 노즐과 연결되며, 상기 제1 재료를 보관하는 제1 보관부; 및 상기 제1 노즐과 인접하여 위치하

며, 상기 제1 노즐에서 출력되는 상기 제1 재료를 경화시키기 위한 UV 램프;를 포함하고,

상기 서로 다른 3D 프린팅 방식 중 다른 하나는 FDM 방식인 3D 프린팅 방식 B 이되, 제2 재료를 출력하는 제2 노즐; 상기 제2 노즐과 연결되며, 상기 제2 재료를 보관하는 제2 보관부; 및 상기 제2 보관부 또는 상기 제2 노즐에 설치되어 상기 제2 재료의 용융 온도를 맞추기 위한 히터;를 포함하며,

상기 제1 재료는 전도성 페이스트를 포함하는 광경화 재료이고, 상기 제2 재료는 형상 기억 폴리머(SMP)와, 기능화된 탄소 나노 튜브(CNT)와, 고 흡수성 수지(SAP)가 혼합되고 임계 환경 조건을 가지는 필라멘트이되, 상기 제2 재료의 유리 전이 온도는 상기 제1 재료의 유리 전이 온도 보다 55° C 이상 차이가 나는 것을 특징으로 하는 4D 프린팅 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 우수한 성능의 스마트 소재를 하나의 공정을 통해 제조하고, 이를 이용하여 3차원 객체를 출력할 수 있는 4D 프린팅 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 4D 프린팅은 미리 설계된 시간이나 임의의 임계 환경 조건(일례로, 온도, 습도, 진동, 전기 등)이 충족되면 스스로 모양을 변경하여 새로운 모양으로 바뀌는 스마트 소재를 이용하여 3D 프린팅 기술을 통해 3차원 인쇄물(객체)를 제조하는 기술을 의미한다.

[0003] 도 1은 종래의 4D 프린팅을 이용한 인쇄물의 일례를 도시한 도면이다. 도 1을 참조하면, 임계 환경 조건하에서, 4D 프린팅을 이용한 인쇄물은 시간이 경과함에 따라 형상이 변화한다.

[0004] 4D 프린팅은 2013년 테드(TED: Technology Entertainment Design) 강연에서 미국 MIT 자가 조립 연구소의 스카일러 티비츠(Skylar Tibbitts)에 의해 소개되었다. 4D 프린팅은 자동차, 스마트 의류, 항공, 방위 산업, 의료 등 다양한 분야에 활용될 수 있다.

[0005] 4D 프린팅은 FDM(Fused Deposition Modeling) 방식, DLP(Digital Light Processing) 방식, SLS(Selective Laser Sintering) 방식, 폴리젯(polyjet) 방식 등의 3D 프린팅 장치를 통해 인쇄물을 제작한다.

[0006] 이 때, FDM 방식의 3D 프린팅 장치는 4D 프린팅에 따른 인쇄물의 제작 시, 노즐의 직경에 따른 인쇄 분해능이 작아 세부 묘사가 필요한 인쇄물을 출력하는 것이 어렵고 후가공이 필요한 단점이 있다. 그리고, DLP 방식은 FDM 방식과 비교할 때, 인쇄 분해능이 높으나 광경화 재료만을 사용할 수 있고, 장치가 고가인 단점이 있다. 또한, SLS 방식은 인쇄 분해능이 매우 크지만, 사용 가능한 재료가 상대적으로 적고, 장치의 가격 및 유지 비용이 높은 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상기한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명에서는 우수한 성능의 스마트 소재를 하나의 공정을 통해 제조하고, 이를 이용하여 3차원 객체를 출력할 수 있는 4D 프린팅 장치를 제안하고자 한다.

[0008] 본 발명의 다른 목적들은 하기의 실시예를 통해 당업자에 의해 도출될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 3D 프린팅 방식 A을 기초로 제1 재료를 출력하는 제1 노즐; 및 3D 프린팅 방식 B를 기초로 제2 재료를 출력하는 제2 노즐;을 포함하는 것을 특징으로 하는 4D 프린팅 장치가 제공된다.

[0010] 상기 제1 재료의 유리 전이 온도와 상기 제2 재료의 유리 전이 온도는 서로 상이할 수 있다.

[0011] 상기 3D 프린팅 방식 A은 폴리젯 방식이고, 상기 3D 프린팅 방식 B는 FDM(Fused Deposition Modeling) 방식일

수 있다.

- [0012] 상기 제1 재료는 전도성 페이스트를 포함하는 광경화 재료이고, 상기 제2 재료는 형상 기억 폴리머(SMP)와, 기능화된 탄소 나노 튜브(CNT)와, 고 흡수성 수지(SAP)를 혼합하여 사출한 필라멘트일 수 있다.
- [0013] 상기 제1 재료 및 상기 제2 재료 중 어느 하나의 재료가 매트릭스를 형성하고, 상기 제1 재료 및 상기 제2 재료 중 나머지 하나의 재료가 필러를 형성할 수 있다.
- [0014] 상기 4D 프린팅 장치는, 상기 제1 노즐과 연결되며, 상기 제1 재료를 보관하는 제1 보관부; 상기 제1 노즐과 인접하여 위치하며, 상기 제1 노즐에서 출력되는 상기 제1 재료를 경화시키기 위한 UV 램프; 상기 제2 노즐과 연결되며, 상기 제2 재료를 보관하는 제2 보관부; 상기 제1 노즐로의 상기 제1 재료의 공급 속도, 상기 제2 노즐로의 상기 제2 재료의 공급 속도, 상기 제1 노즐의 동작, 상기 제2 노즐의 동작 및 상기 UV 램프의 동작을 제어하는 제어부; 및 상기 제1 노즐에서 출력된 제1 재료 및 상기 제2 노즐에서 출력된 제2 재료를 안착시키는 프린팅 플레이트;를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 다수의 재료 각각을 출력하는 다수의 노즐; 및 상기 다수의 노즐의 동작을 제어하는 제어부;를 포함하되, 상기 다수의 노즐 각각은 서로 다른 3D 프린팅 방식을 통해 상기 다수의 재료를 출력하고, 상기 다수의 재료의 유리 전이 온도는 서로 상이한 것을 특징으로 하는 4D 프린팅 장치가 제공된다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 따른 4D 프린팅 장치는 우수한 성능의 스마트 소재를 하나의 공정을 통해 제조하고, 이를 이용하여 3차원 객체를 출력할 수 있는 장점이 있다.
- [0017] 또한, 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 종래의 4D 프린팅을 이용한 인쇄물의 일례를 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 4D 프린팅 장치의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라서, 제1 노즐에 의한 제1 재료와 제2 노즐에 의한 제2 재료가 결합된 인쇄물(스마트 복합 재료)를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0020] "제1", "제2" 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다. "및/또는"이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0021] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 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.
- [0022] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

- [0023] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 4D 프린팅 장치의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.
- [0024] 도 2을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 4D 프린팅 장치(200)는, 제1 보관부(210), 제1 노즐(220), 제2 보관부(230), 제2 노즐(240), 제어부(250) 및 프린팅 플레이트(260)를 포함할 수 있다. 이하, 각 구성 요소 별로 그 기능을 상세하게 설명한다.
- [0025] 제1 보관부(210)은 제1 재료를 보관한다. 그리고, 제1 노즐(220)은 제1 보관부(220)와 연결되며, 제1 보관부(210)에 보관되어 있는 제1 재료를 출력한다. 즉, 제1 보관부(210) 및 제1 노즐(220)은 3D 프린팅 방식 A에 따라 제1 재료를 출력하는 하나의 3D 프린팅 장치 A를 구성할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 3D 프린팅 방식 A은 폴리젯(polyjet) 방식일 수 있다. 이 경우, 4D 프린팅 장치(200)는 제1 노즐(220)에서 출력되는 제1 재료를 경화시키기 위한 UV 램프(270)를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 즉, 폴리젯 방식은 빛으로 원료를 굳혀 입체 모형을 만드는 광경화 적층 방식으로서, UV 램프(270)에 반응해 액체에서 고체로 변화하는 특수한 플라스틱 수지를 활용해 재료를 적층한다. 따라서, 제1 노즐(220)과 인접하여 적어도 하나의 UV 램프(270)가 위치할 수 있다.
- [0028] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 3D 프린팅 방식 A가 폴리젯 방식인 경우, 제1 재료는 전도성 페이스트를 포함하는 광경화 재료일 수 있다.
- [0029] 제2 보관부(230)은 제2 재료를 보관하며, 제2 노즐(240)은 제2 보관부(230)와 연결되며, 제2 보관부(230)에 보관되어 있는 제2 재료를 출력한다. 즉, 제2 보관부(230) 및 제2 노즐(240)은 3D 프린팅 방식 B에 따라 제2 재료를 출력하는 또 하나의 3D 프린팅 장치를 구성할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 3D 프린팅 방식 B은 FDM(Fused Deposition Modeling) 방식일 수 있다. 이 경우, 제2 보관부(230) 또는 제2 노즐(240)은 제2 재료의 용융 온도를 맞추기 위한 히터를 포함할 수 있다.
- [0031] 즉, FDM 방식은 가는 선 형태의 고체(필라멘트)를 사용하며, 열에 녹는 플라스틱을 노즐에 가한 열로 녹여 사출한 후 공기 중에서 다시 고체로 굳히는 원리를 사용한다. 따라서, 제2 보관부(230) 또는 제2 노즐(240)에 열을 가하기 위한 히터가 포함된다.
- [0032] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 3D 프린팅 방식 B가 FDM인 경우, 제2 재료는 형상 기억 폴리머(SMP)와, 기능화된 탄소 나노 튜브(CNT)와, 고 흡수성 수지(SAP)를 혼합하여 사출한 필라멘트일 수 있다. 이 경우, 형상 기억 폴리머(SMP)에 의해 온도에 따른 형태 변화가 일어나고, 고 흡수성 수지(SAP)에 의해 습도에 따른 형태 변화가 일어날 수 있다.
- [0033] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 재료의 유리 전이 온도(Tg)와 제2 재료의 유리 전이 온도는 서로 상이할 수 있다. 특히 제1 재료의 유리 전이 온도와 제2 재료의 유리 전이 온도의 차이는 큰 것이 바람직하다. 이는 아래에서 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0034] 제어부(250)는 제1 보관부(210), 제1 노즐(220), 제2 보관부(230), 제2 노즐(240) 및 UV 램프(270)의 동작을 제어한다. 즉, 제어부(260)는 제1 노즐(220)로의 제1 재료의 공급 속도(즉, 제1 보관부(210)이 동작), 제2 노즐(240)로의 제2 재료의 공급 속도(즉, 제2 보관부(230)이 동작), 제1 노즐(220)의 동작, 제2 노즐(240)의 동작 및 UV 램프(270)의 동작을 제어한다. 그리고, 프린팅 플레이트(250)는 제1 노즐(220)에서 출력된 제1 재료와 제2 노즐(240)에서 출력된 제2 재료를 안착시키며, 안착된 제1 재료 및 제2 재료가 최종적인 인쇄물(객체)가 된다..
- [0035] 일례로서, 제1 보관부(210), 제1 노즐(220)에 따른 3D 프린팅 방식 A가 폴리젯 방식이고, 제2 보관부(230), 제2 노즐(230)에 따른 3D 프린팅 방식 B가 FDM 방식인 경우에 있어서, 제1 재료에 포함된 전도성 재료와 제2 재료에 포함된 탄소 나노 튜브(CNT)에 의하여 발열이 일어나고, 형상 기억 폴리머(SMP)의 임계 온도가 넘어가게 되면 제1 재료 및 제2 재료로 구성된 인쇄물(객체)의 형태 변화가 일어난다.
- [0036] 도 3에서는 제1 노즐(220)에 의한 제1 재료와 제2 노즐(240)에 의한 제2 재료가 결합된 인쇄물(스마트 복합 재료)를 도시하고 있다. 이 때, 제1 재료 및 제2 재료 중 어느 하나의 재료가 스마트 복합 재료의 매트릭스(310)를 구성하고, 제1 재료 및 제2 재료 중 나머지 하나의 재료가 스마트 복합 재료의 필러(320)를 구성할 수 있다.
- [0037] 이 때, 제어부(250)의 제어 하에, 제1 노즐(220)에 의한 제1 재료의 출력과 제2 노즐(240)에 의한 제2 재료의 출력은 시간의 흐름에 따라 순차적으로 수행되거나 또는 동시에 수행될 수 있다. 도 3의 일례에서, 제1 재료가

필러(320)를 형성하고, 제2 재료가 매트릭스(310)를 구성하는 경우, 제2 노즐(240)이 먼저 제2 재료를 출력한 후 제1 노즐(220)이 제1 재료를 나중에 출력할 수 있다. 또한, 제1 재료가 매트릭스(310)를 형성하고, 제2 재료가 필러(320)를 구성하는 경우, 제1 노즐(220)이 먼저 제1 재료를 출력한 후 제2 노즐(240)이 제2 재료를 나중에 출력할 수 있다.

[0038] 정리하면, 본 발명은 서로 다른 2개의 3D 프린팅 방식을 통해 서로 다른 재료를 출력하는 듀얼 노즐을 포함하는 4D 프린팅 장치(200)이다. 특히, 앞서 언급한 바와 같이, 제1 재료의 유리 전이 온도와 제2 재료의 유리 전이 온도의 차이는 큰 것이 바람직하다. 일례로, 제2 재료(일례로, DM8530)의 유리 전이 온도가 제1 재료(일례로, TangoBlack+)의 유리 전이 온도 보다 55° C 이상 차이가 나는 것이 바람직하다. 이는 제1 재료 및 제2 재료로 구성되는 스마트 복합 재료의 형상 기억 소자의 성능을 높이기 위함이다.

[0039] 보다 상세하게, 종래의 하나의 3D 프린팅 방식만을 사용하는 4D 프린팅 장치의 경우, 하나 이상의 노즐을 이용하여 스마트 재료를 출력한다. 이 때, 하나의 3D 프린팅 방식에서 사용되는 재료의 유리 전이 온도는 한정되어 있으며, 유사한 유리 전이 온도를 가지는 재료를 이용한 스마트 재료의 경우 형상 기억의 성능이 좋지 못한 단점이 있다.

[0040] 그러나, 본 발명에 따른 4D 프린팅 장치(200)는 유리 전이 온도의 차이가 큰 재료 각각을 사용하는 2개의 서로 다른 3D 프린팅 방식을 사용하되, 하나의 공정에서 2가지 재료들을 서로 다른 노즐을 통해 출력하여 스마트 복합 재료를 생성한다. 따라서, 본 발명에 따른 4D 프린팅 장치(200)에서 출력되는 스마트 복합 재료 즉, 출력된 인쇄물은 형상 기억의 성능이 우수한 장점이 있다.

[0041] 한편, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 본 발명의 4D 프린팅 장치는 3 이상의 3D 프린팅 방식을 이용할 수 있다.

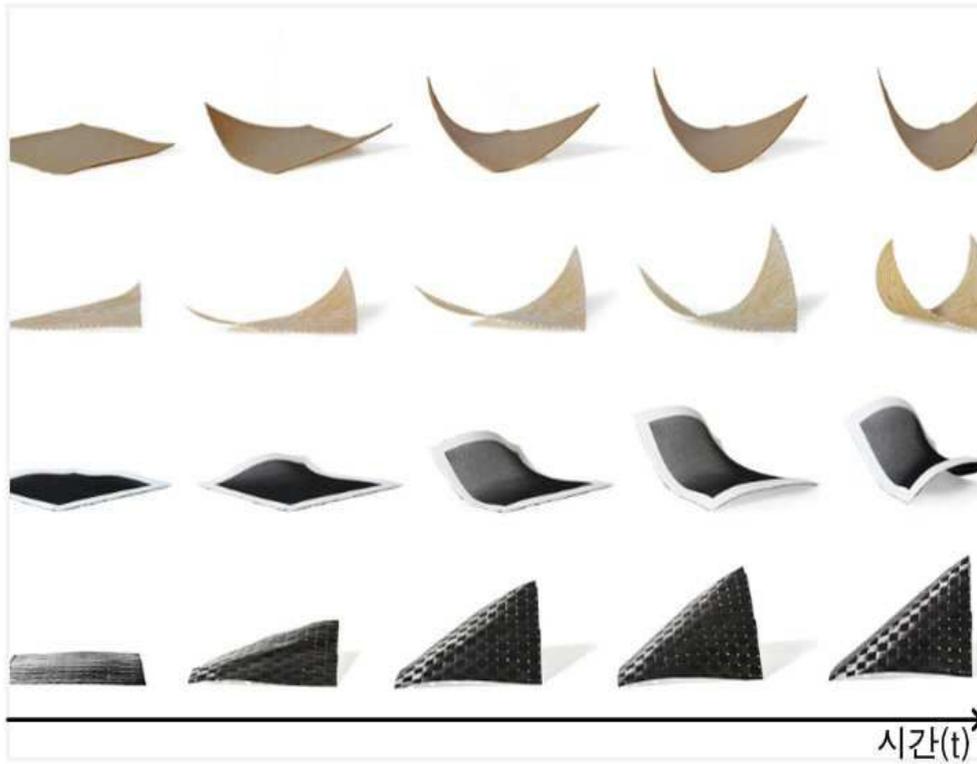
[0042] 즉, 본 발명의 다른 실시예에 따른 4D 프린팅 장치는 3 이상의 재료를 각각 보관하는 3 이상의 보관부와, 3 이상의 보관부와 각각 대응되며 3 이상의 재료 각각을 출력하는 3 이상의 노즐을 포함할 수 있다.

[0043] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따른 4D 프린팅 장치의 구성은 앞서 설명한 4D 프린팅 장치(200)의 구성과 유사하므로, 보다 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0044] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위 뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

도면1



도면2

