



등록특허 10-2597223



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년11월03일
(11) 등록번호 10-2597223
(24) 등록일자 2023년10월30일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 3/105 (2006.01) *B22F 7/04* (2006.01)
B33Y 10/00 (2015.01) *B33Y 40/00* (2020.01)
B33Y 70/00 (2020.01) *B33Y 80/00* (2015.01)
C22C 47/02 (2006.01) *C22C 47/06* (2006.01)
C22C 47/20 (2006.01) *C22C 49/14* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B22F 10/00 (2023.08)
B22F 10/10 (2023.08)
- (21) 출원번호 10-2018-7017121
- (22) 출원일자(국제) 2016년11월16일
 심사청구일자 2021년10월29일
- (85) 번역문제출일자 2018년06월15일
- (65) 공개번호 10-2018-0097550
- (43) 공개일자 2018년08월31일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2016/062356
- (87) 국제공개번호 WO 2017/087572
 국제공개일자 2017년05월26일
- (30) 우선권주장
 62/256,436 2015년11월17일 미국(US)

- (56) 선행기술조사문헌
 JP08192468 A*
 US20150231825 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 15 항

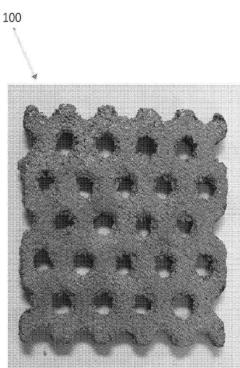
심사관 : 고혜일

(54) 발명의 명칭 적층 제조된 금속 매트릭스 복합재를 생산하기 위한 장치 및 공정, 및 이의 제작 물품

(57) 요 약

금속에서, 및 금속 섬유 하이브리드 또는 복합재에서 물체를 생산하기 위한 복합재 기반 적층 제조(CBAM)의 적용을 위한 방법, 제품, 장치, 및 제작 물품. 밀링 및 주조와 같은 통상적인 방법보다 더욱 복잡한 기하학적 구조를 생성시키는 능력, 개선된 물질 성질, 보다 높은 생산률, 및 복잡한 고정물, 복잡한 틀 경로 및 틀 변경의 제거,

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1

및 주조를 위한, 패턴 및 툴을 위한 필요성을 포함하는 방법이 여러 장점을 갖는다. 본 방법은 3D 모델을 슬라이싱하고, 모델을 기초로 하여 각 층에 대해 기재 물질 시트 상에 유체를 선택적으로 프린팅하고, 유체가 프린팅된 구역에서 접착되는 분말 금속을 기재 상에 플러딩하고, 코팅된 시트의 스택을 클램핑하고 정렬하고, 적층된 시트를 가열하여 분말 금속을 용융시키고 기재의 층들을 융합시키고, 과량의 분말 및 융합되지 않은 기재를 제거함으로써 수행된다.

(52) CPC특허분류

B22F 7/04 (2013.01)
B33Y 10/50 (2018.01)
B33Y 40/20 (2023.05)
B33Y 70/121 (2018.01)
B33Y 80/00 (2013.01)
C22C 47/025 (2020.05)
C22C 47/062 (2020.05)
C22C 47/20 (2013.01)
C22C 49/14 (2013.01)

(72) 발명자

크리스트 버클리

미국 일리노이주 60091 월메트 1216 콜게이트 스트리트

고어 유진

미국 일리노이주 60016 데스 플레인즈 251 웨스트 밀러즈 로드

명세서

청구범위

청구항 1

3D 금속 물체 생산용 시스템으로서,

기재 물질의 복수의 시트(sheet) 상에 유체로 3D 금속 물체의 층들의 파일(file) 중의 개별 층을 프린팅하도록 구성된 잉크젯 프린터로서, 각 시트는 특정 층에서의 상기 3D 금속 물체의 형상을 나타내는, 상기 잉크젯 프린터;

분말 금속과 플럭스(flux)의 분말 금속 혼합물을 함유하는 트로프(trough)로서, 상기 트로프는 상기 기재 물질의 각 시트 상에 상기 분말 금속 혼합물의 적어도 일부분을 플러딩(flood)하여 복수의 분말 시트를 생산하도록 구성되고, 상기 분말 금속 혼합물은 프린팅된 형상으로서 각 분말 시트 상에 상기 유체에 대해서 선택적으로 부착되는, 상기 트로프;

적어도 하나의 상기 분말 시트로서, 상기 분말 금속이 프린팅된 형상으로서 상기 기재 물질의 각 시트 상의 상기 유체에 선택적으로 부착되는, 상기 분말 시트;

각 분말 시트가 먼저 상기 잉크젯 프린터에 의해 프린팅되고 후속하여 상기 분말 금속과 플럭스로 플러딩된 후에 각 분말 시트로부터 과잉의 분말을 제거하기 위한 제거 디바이스;

과잉의 분말 제거 후에, 상기 분말 시트를 정합 정렬 방식으로(in registered alignment) 적층시켜, 상기 분말 시트의 스택을 형성하도록 구성된 고정물(fixture)로서, 상기 분말 시트의 스택 내 각 시트는 상기 층들의 파일 내 층에 대응하는, 상기 고정물; 및

상기 분말 금속 혼합물을 용융시키고 층들을 융합시켜 상기 3D 금속 물체를 생성하기 위하여 상기 분말 시트의 스택을 가열하고 압축시키도록 구성된 가열 및 압축 디바이스를 포함하되,

상기 가열 및 압축 디바이스는 환원성 대기, 진공, 또는 불활성 대기를 사용하는, 3D 금속 물체 생산용 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 3D 금속 물체로부터 미용합 물질(unfused material)을 제거하도록 구성된 제거 디바이스를 더 포함하는, 3D 금속 물체 생산용 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 분말 금속은 펌납 분말인, 3D 금속 물체 생산용 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 분말 금속은 알루미늄, 철, 강철(steel), 구리, 황동, 티탄, 주석 또는 아연인, 3D 금속 물체 생산용 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제거 디바이스는 진동기, 에어 젯 또는 진공인, 3D 금속 물체 생산용 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 플럭스는 분말인, 3D 금속 물체 생산용 시스템.

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 분말 금속은 알루미늄 또는 티탄이고, 상기 가열 및 압축 디바이스는 불활성 대기를 사용하는, 3D 금속 물체 생산용 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 가열 및 압축 디바이스는 상기 금속의 융점까지 온도를 상승시키는, 3D 금속 물체 생산용 시스템.

청구항 11

제3항에 있어서, 상기 제거 디바이스는, 미용합 기재 물질을, 연마 물질을 사용한 에어-블라스팅(air-blasting)에 의해 또는 화학적 제거에 의해 제거하는, 3D 금속 물체 생산용 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 유체는 증발방지제(anti-evaporant)를 포함하는, 3D 금속 물체 생산용 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 증발방지제는 알코올인, 3D 금속 물체 생산용 시스템.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 증발방지제는 글리콜 및 피롤리돈으로 이루어진 군으로부터 선택된, 3D 금속 물체 생산용 시스템.

청구항 15

3D 물체를 생산하는 방법으로서,

기재 물질의 복수의 시트를 제조하는 단계로서, 각 시트는,

상기 3D 물체의 층들의 파일을 층별로 판독함으로써, 3D 물체의 층을 나타내고, 각 층은 형상을 갖는, 상기 복수의 시트를 제조하는 단계;

(a) 각 층에 대해서, 상기 기재 물질의 시트 상에 선택적으로 유체를 프린팅하는 단계로서, 상기 프린팅은 해당 층의 형상을 나타내는, 상기 프린팅하는 단계;

(b) 선택적으로 프린팅된 유체에 접착되는 분말 금속을 상기 시트 상에 플러딩하는 단계; 및

(c) 상기 시트로부터 과잉의 분말을 제거하는 단계;

상기 3D 물체의 모든 층이 프린팅되고 분말화될 때까지 단계 (a) 내지 (c)를 반복하는 단계를 포함하되,

상기 분말 금속을 용융시키고 상기 층들을 상기 3D 물체에 융합시키기 위해 적층 정합 방식으로 상기 복수의 시트를 가열하고 압축시키는 단계를 더 포함하고,

상기 복수의 시트를 가열하고 압축시키는 단계에서, 환원성 대기, 진공, 또는 불활성 대기를 사용하는, 3D 물체를 생산하는 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 3D 물체로부터 미용합 물질을 제거하는 단계를 더 포함하는, 3D 물체를 생산하는 방법.

청구항 18

제15항에 있어서, 레지스트레이션 홀(registration hole)이 정합 방식으로 상기 시트들을 적층시키기 위하여 사용되는, 3D 물체를 생산하는 방법.

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2015년 11월 17일자 출원된 미국 가출원 제62/256,436호의 이익을 주장한다. 본 출원은 참고로 하기 출원들(이의 도면을 포함함)을 포함한다: 출원 번호 US 61/528,537호; PCT/US 12/52946호; US 13/582,939호; EP20120828967호; US 61/769,724호; PCT/US14/18806호; US 14/835,685호; US 14/835,690호; US 14/835,697호; US 14/703,372호; US 62/243,590호; US 61/773,810호; US 14/199,603호; US 61/914,613호; 및 US 14/566,661호.

본 발명의 기술 분야

[0003] 본 발명은 일반적으로, 3차원 제작에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 발명의 명칭이 "Methods and Apparatus for Three-Dimensional Composites"인 국제공개번호 WO 2014/134224 A2호(출원번호 PCT/US14/18806호에 해당함)(뿐만 아니라 출원번호 US 61/528,537호; PCT/US12/52946호; US 13/582,939호; EP20120828967호; US 61/769,724호; US 14/835,685호; US 14/835,690호; US 14/835,697호; US 14/703,372호; US 62/243,590호)에는 일반적으로 기재(substrate), 통상적으로, 섬유 기재 및 폴리머를 사용하여 3차원 물체를 생산하는 "복합재 기반 적층 제조(Composite Based Additive Manufacturing)" 또는 "CBAM"로 불리는 3차원 물체를 생산하기 위한 "층상(layered)" 방법 및 장치가 기술되어 있다. 본 발명은 국제공개번호 WO 2014/134224 A2호를 참조로 하고, 금속과 함께 상기 국제공개문에 기술된 기술의 이용을 기술한다.

발명의 내용

[0005] 국제공개번호 WO 2014/134224 A2호에 기술된 CBAM 방법은 3차원 물체를 생산하기 위해 3D 프린팅과 함께 사용될 수 있는 소정 범위의 물질을 확장한다. 최근까지, 이러한 기술에 대한 연구는 다른 것들 중에서 탄소 섬유, 폴리머 기반 물질 및 천연 섬유, 및 결합제로서 다양한 폴리머를 포함하는, 다양한 기재를 사용하는 것에 집중되어 왔다. 본 출원에는 금속에서, 및 금속 섬유 하이브리드 또는 복합재에서 물체를 생산하기 위한 CBAM 방법 및 장치의 적용이 기술된다. 본 출원에는 또한, 이의 제작 물품이 기술된다.

[0006] 이러한 방법은, 밀링(milling) 및 주조(casting)와 같은 통상적인 방법보다 더욱 복잡한 기하학적 구조를 생산하는 능력; 통상적인 금속에 비해 개선된 물질 성질; 더 높은 생산률; 복잡한 고정물(fixturing), 복잡한 툴 경로(tool path) 및 툴 변경(tool change)의 제거; 및 주조의 경우, 패턴 및 툴에 대한 필요성을 포함하는 여러 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 본 출원에 기술된 방법에 의해 제조된 금속 피스(metal piece)이다.

도 2는 본 발명의 교시에 따라 3D 금속 물체를 생산하기 위한 단계들을 예시한 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 예시적인 실행예에서, 액체를 선택적으로 침착(deposit)시키기 위해(여기에는 분말이 침착됨) 사용되는 장치를 도시한 것이다.

도 4는 본 발명의 예시적인 실행예에서, 프로세서의 상위 수준 블록 다이어그램이다.

도 5는 압축 디바이스에서 하나의 타일이 다른 타일 위에 존재하는, 다수의 기재 타일들(총들)이 그 안에 배치된 후의 압축 디바이스를 도시한 것이다. 타일은 압축 디바이스의 레지스트레이션 핀(registration pin)을 각각, 각 타일의 레지스트레이션 홀(registration hole)내로 삽입함으로써 정렬된다.

도 6은 고리 원환체(ring torus)의 모든 "슬라이스(slice)"를 갖는 기재층이 그 안에 삽입된 압축 디바이스를 도시한 것이다. 압축 디바이스에서의 스프링은 기재층들을 함께 가압한다.

도 7은 3D 물체를 제작하기 위한 장치의 여러 부품들을 제어하는 프로세서를 나타낸 블록 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008]

본 기술의 성과

[0009]

도 1은 본 출원에 기술된 방법에 의해 제조된 금속 피스(100)이다. 이러한 금속 피스를 제조하는 방법은 하기에서 상세히 기술된다.

[0010]

본 기술의 설명

[0011]

도 2는 본 발명의 교시에 따라 3D 금속 물체를 생산하는 단계들을 예시한 흐름도이다:

[0012]

1. (국제공개번호 WO 2014/134224 A2호, 문단 0055; 또한 미국출원번호 US 61/528,537호 및 US 61/769,724호 참조)에 기술된 바와 같이 Netfabb와 같은 슬라이서 프로그램(slicer program)을 이용함으로써 층들로 슬라이싱되는(단계 104) CAD 모델(단계 102)를 생성시킨다. 각 슬라이스는 또한, 레지스트레이션 홀을 포함하며, 이는 완성된 물체 내에 각 프린팅된 기재층을 정확하게 배치하기 위해 사용될 것이다(국제공개번호 WO 2014/134224 A2호, 문단 00121).

[0013]

2. 예를 들어, 비트맵 파일(bitmap file)일 수 있는 슬라이서의 출력물은 잉크젯 프린터로 송부된다(단계 106). 각 층에 대하여, 프린터는 기재 물질의 시트 상에 유체를 선택적으로 프린팅한다(단계 108)(국제공개번호 WO 2014/134224 A2호, 문단 00113). 유체는 액체 형태의 결합제 자체일 수 있거나; 이는 분말화된 결합제가 접착되는 액체일 수 있다. 기재는 유리섬유, 고온 유리 섬유, 봉소 섬유, 또는 탄소 섬유를 포함할 수 있다.

[0014]

3. 분말화된 결합제가 사용되는 경우에, 이는 프린팅된 기재 상에 플러딩된다(flooded)(국제공개번호 WO 2014/134224 A2호, 문단 0059). 분말은 프린팅된 구역에 접착한다. 과량의 분말은 공기의 스트림, 진공, 진동, 또는 다른 기계적 수단 중 어느 하나에 의해 제거된다.

[0015]

4. 코팅된 기재 시트는 각 층의 레지스트레이션 홀을 이용하여 프레스 또는 클램프에 적층되어(단계 110)(국제공개번호 WO 2014/134224 A2호, 문단 00124), 스택 내의 각 시트의 프린팅된 부분들을 정렬한다(국제공개번호 WO 2014/134224 A2호, 문단 00106).

[0016]

5. 이후에, 어셈블링된 시트는 가열되고, 가능하게 오븐에서 압축되어, 결합 물질을 용융시키고 기재 층들을 융합시켜 3D 물체를 형성시킨다(단계 112)(국제공개번호 WO 2014/134224 A2호, 문단 00149).

[0017]

6. 이후에 3D 물체 둘레의 미용합(unfused) 기재가 대개 연마 블라스팅 물질(abrasive blasting material) 또는 화학적 수단에 의해 제거된다(단계 114)(국제공개번호 WO 2014/134224 A2호, 문단 0081).

[0018]

본 기술과 함께 금속을 사용할 때의 문제점

[0019]

금속이 이러한 기술과 함께 사용될 수 있다는 것이 발견되었다. 일 예에서, 사용되는 기재는 Hollingsworth 및 Vose로부터 입수 가능한 것과 같은 부직포 탄소 섬유 베일이다. 금속 코팅된 베일이 또한 사용될 수 있다. 베일 또는 기재는 예를 들어, 주로 탈이온수, 피롤리돈 및 알코올의 용액을 함께 HP45 열 잉크젯 헤드를 이용하여 잉크젯 프린터 상에서 전술한 바와 같이 프린팅된다. 그러한 용액은 글리콜 및 피롤리돈을 포함한 증발방지제(anti-evaporant)를 가질 수 있다. 이러한 유체는 물체의 일부일 수 있는 기재의 구역 상에서 프린팅되며, 즉, 프린팅된 구역은 물체에 대한 층 형상에 상응한다. 이는 이전 적용에서 기술된 바와 같이 각 층에 대해 수행된다. 각 층은 금속 분말, 예를 들어, 땜납 분말로 플러딩된다. 과량의 분말은 기계적, 진공, 진동 또는 압축 공기, 또는 이러한 방법의 조합에 의해 제거된다. 이는 땜납 분말을 선택적으로 침착된 채로 남겨진다. 이러한 부류의 공정에서 금속 분말을 사용하는 것과 관련한 하나의 문제는, 이의 융점까지 가열될 때, 분말의 입자들이 함께 잘 융합되지 않도록 분말이 산화된다는 것이다. 이러한 문제에 대한 다수의 해법이 존재하는데, 하나의 이러한 해법은 환원제로서 작용하는 로진과 같은 분말 플럭스(powder flux)와 금속 분말을 혼합시키는 것이다. 금

속 분말에 대한 통상적인 플러스의 비율은 약 50/50이다. 다른 방법은 환원성, 진공 및/또는 불활성 대기 오븐에서 분말들을 용융시키는 것이다. 이러한 방식으로, 다른 금속 또는 합금, 예를 들어, 다른 것들 중에서 알루미늄, 강철(steel), 스테인레스강, 구리, 황동, 및 티탄이 사용될 수 있다. 또한, 액체 플러스는 잉크젯 프린팅과 같은 선택적 침착 방법을 통해, 프린팅 유체로서 또는 프린팅 유체와 조합하여 사용될 수 있다.

[0020] 일례로서, 금속 분말은 기체 상에 침착되기 전에 분말 플러스와 혼합될 수 있다. 이후에, 물체의 모든 층들이 이전 적용에서 기술된 바와 같이 정합 방식으로(in register) 프린팅되고 적층된다. 이러한 것은 이전 적용에 기술된 바와 같이 압축되고 가열된다. 가열 온도는 분말의 융점까지 상승된다. 층들은 함께 융합되고, 빌딩 블록(build block)을 생성시킨다. 빌딩 블록이 압축 지그(compression jig)로부터 제거된 후에, 빌딩 블록은 연마 블라스팅되며, 분말이 접촉되지 않은 구역, 즉, 금속으로 코팅되지 않은 물체의 일부는 연마 블라스팅되지 않으며, 코팅되지 않은 탄소 섬유는 깨지기 매우 쉽다. 잔류하는 것은 CAD 모델에 의해 표현된 부품의 3차원 탄소 섬유 금속 복합재이다.

[0021] 도 3은 본 발명의 예시적인 실행예에서, (분말이 접착되는) 액체를 선택적으로 침착시키기 위해 사용되는 장치를 도시한 것이다. 레지스트레이션 가이드 핀(registration guide pin)(501)은 기재층(503)을 적절하게 정렬시키기 위해 기재층(503)을 통해 삽입된다. 솔레노이드 밸브, 또는 잉크젯 헤드 또는 헤드들(505)은 액체를 액체 저장소(507)로부터 노즐(509)을 통해 기재층(503) 상으로 선택적으로 분배하기 위해 사용된다. 노즐(509)은 기재층(503)에 대해 평행하고 해당 기재층 위의 2D 평면(510)에서 래스터화되며, 이에 따라, 액체는 기재층(503)의 요망되는 x, y 좌표에서 선택적으로 침착되고, 기재층(503)의 다른 구역에서 침착되지 않는다. 이러한 래스터링(rastering)을 달성하기 위하여, 스텝퍼 모터(stepper motor)(511)는 x축에 대해 평행한 방향으로 두 개의 레일(미도시됨)을 따라 지지 부재(미도시됨)를 이동시키는 두 개의 벨트(미도시됨)를 작동시킨다. 제2 스텝퍼 모터(미도시됨) 및 제3 벨트(미도시됨)는 지지 부재 상에 탑재되고, y 축에 대해 평행한 방향으로 노즐 지지체(미도시됨)를 이동시키기 위해 사용된다. 노즐(509)은 노즐 지지체에 부착된다. 함께, 두 개의 스텝퍼 모터는 노즐(509)을 기재층 위의 요망되는 x, y 좌표로 이동시킬 수 있다. 페이지 와이드 헤드(page wide head)가 또한 사용될 수 있다. 마이크로프로세서(513)는 스텝퍼 모터 및 솔레노이드 밸브 또는 잉크젯 헤드를 제어하며, 이에 의해 액체가 기재층(503) 상에 분배되는 때 그리고 분배되는 곳을 제어한다. 대안적으로, 라인 형태 패턴(line-by-line pattern)으로 래스터링하기보다는, 스텝퍼 모터는 특정 x, y 좌표에서 액체를 침착시키기 위하여 2D 평면에서 다른 2D 패턴으로 노즐 또는 노즐들(509)을 이동시킬 수 있다. 도 2는 기재의 다수 층을 가열하고 가압시키기 위한 또는 과도한 기재를 제거하기 위한 장치를 도시한 것은 아니다. 일부 실행예에서, 기재층은 그러한 스텝(step)이 일어나기 전에 상이한 위치로 이동된다.

[0022] 도 4는 본 발명의 예시적인 실행예에서, 프로세서의 상위 수준 블록 다이어그램이다. STL 파일 포맷에서 요망되는 3D 물체의 CAD 모델은 원격 프로세서(601)를 이용하여 생성된다. 이러한 프로세서(601)는 기계-특이적 빌딩 파일을 생성시키기 위해 소프트웨어(예를 들어, Netfabb.RTM. Studio software)를 사용한다. 기계-특이적 빌딩 파일은 제2 프로세서(603)로 내보내어진다. 특정 실행예에 따라, 이러한 제2 프로세서는 (1) 액체를 선택적으로 침착시키는 잉크젯 헤드 또는 다른 디바이스, (2) 기재 상에 분말을 살포하고 이후에 과량의 분말을 제거하는 진동 트로프(vibrating trough)(및/또는 압축 공기)의 움직임(movement)을 포함하는, 작업을 제어한다. 대안적으로, 본 발명은 프로세서의 다른 배열로 실행될 수 있다. 예를 들어, 하나 초과의 원격 프로세서 및 하나 초과의 온보드(onboard) 프로세서가 사용될 수 있으며, 임의의 상기 임무는 이러한 상이한 프로세서들 중 하나 이상에 의해 취급될 수 있다.

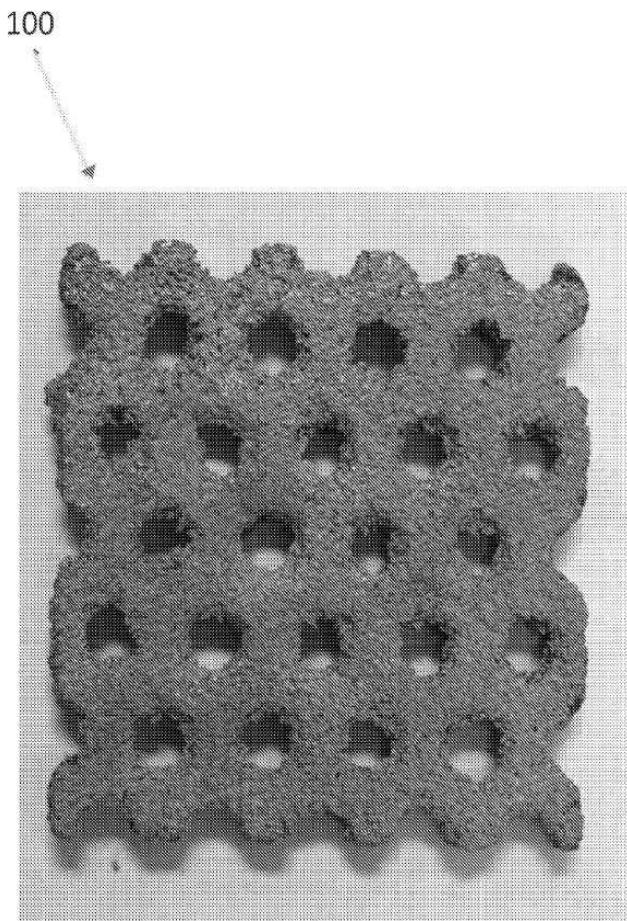
[0023] 도 5는 다수의 기재층(예를 들어, 801)이 하나의 층이 다른 층 위에 순서대로 존재하는, 그 안에 배치된 후의 압축 디바이스(803)를 도시한 것이다.

[0024] 도 6은 압축 디바이스(903)에서 압축되는 기재층을 도시한 것이다. 압축 디바이스에서 스크류(905, 907, 909, 911), 플레이트(913, 915), 및 스프링(917)은 압력을 가하기 위해 사용된다.

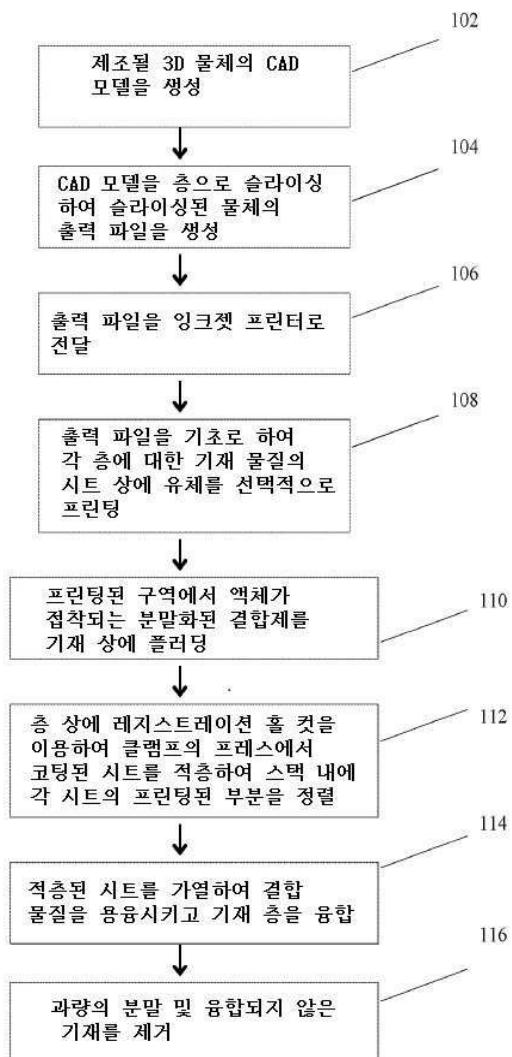
[0025] 도 7은 본 발명에서 사용될 수 있는 일부 하드웨어의 상위 수준 블록 다이어그램이다. 하나 이상의 프로세서(1301)는 어플리케이터(1303), 가열 소자(1305), 구동기(1307), 인공 압력원(1309), 및 액체의 용기(1311)에서의 교반기를 제어한다. 어플리케이터(1303)는 분말을 기재층의 포지티브 영역(positive region)에 침착시키지만, 기재층의 네가티브 영역에는 침착되지 않는다. 가열 소자(1305)는 분말을, 흐르고 이후에 경화되는 물질로 변형시킨다. 얻어진 경화된 물질은 기재층을 침투시키는 공간적 패턴에 배치된다. 인공 압력원(1309)은 프레스, 클램프, 스프링, 탄성 부재, 또는 기재층을 압축시키기 위한 다른 디바이스를 포함할 수 있다. 교반기는 과도한 기재를 제거하기 위해 사용되는 액체를 교반하기 위해 사용될 수 있다.

도면

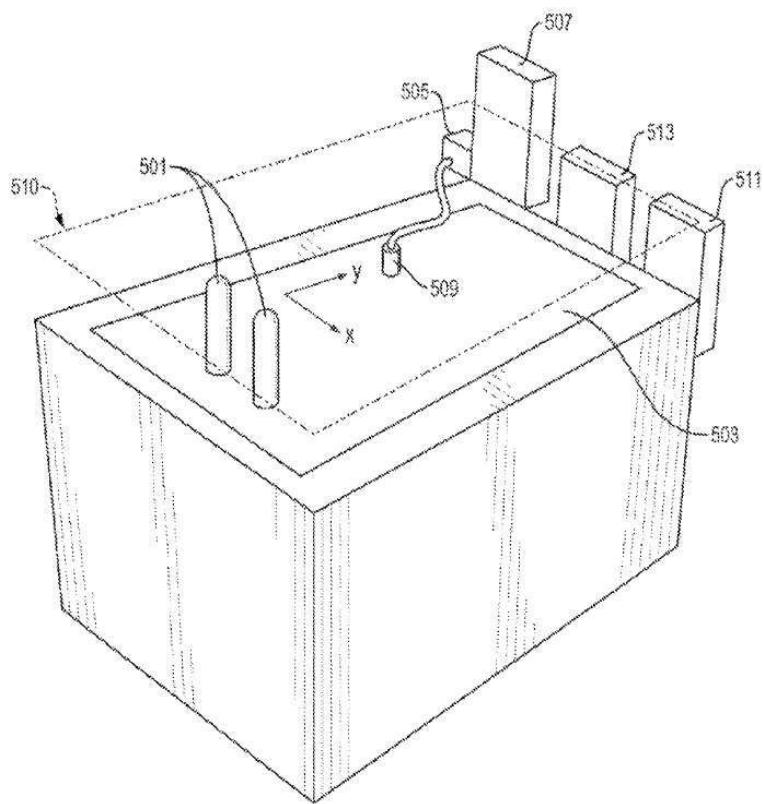
도면1



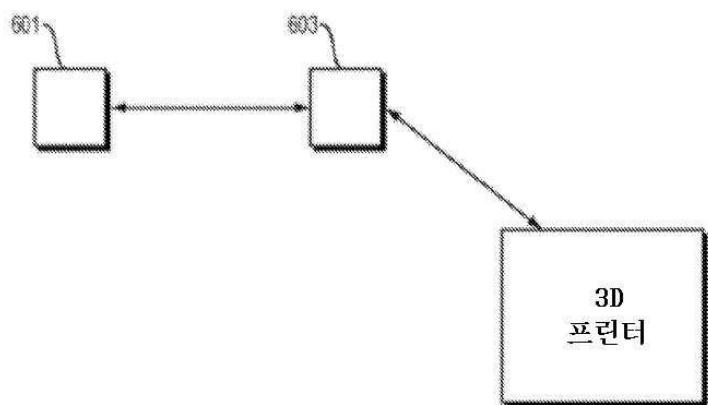
도면2



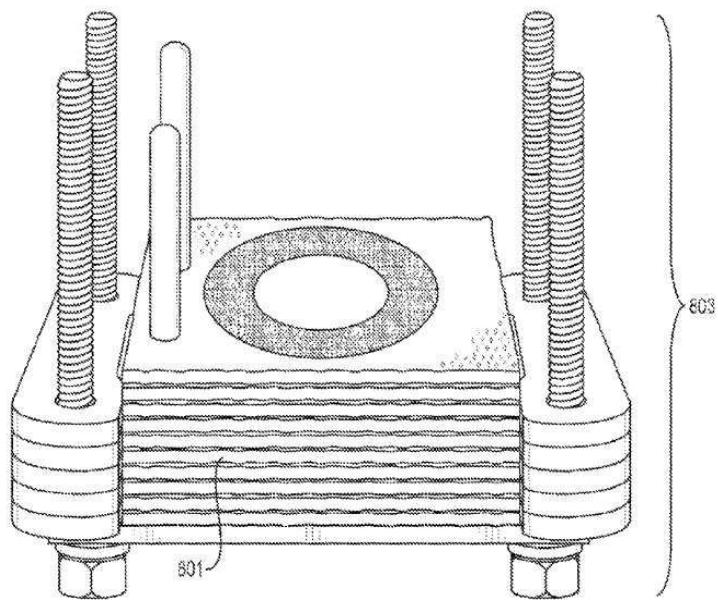
도면3



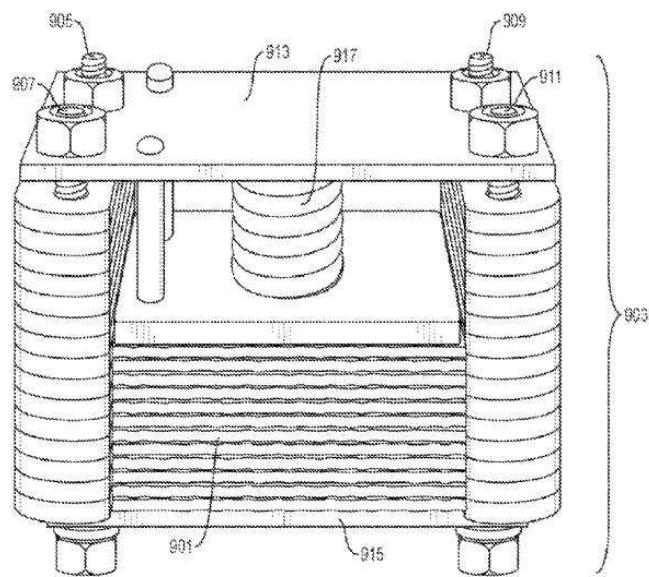
도면4



도면5



도면6



도면7

