



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년07월04일
(11) 등록번호 10-2830144
(24) 등록일자 2025년07월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29D 35/12 (2010.01) A43B 13/04 (2022.01)
A43B 13/12 (2006.01) A43B 13/14 (2006.01)
A43B 13/18 (2006.01) B29C 64/106 (2017.01)
B29C 64/336 (2017.01) B29D 35/14 (2010.01)
B29D 99/00 (2010.01) B33Y 10/00 (2015.01)
B33Y 80/00 (2015.01)
- (52) CPC특허분류
B29D 35/122 (2013.01)
A43B 13/04 (2022.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7017454
- (22) 출원일자(국제) 2019년11월20일
심사청구일자 2022년10월18일
- (85) 번역문제출일자 2021년06월07일
- (65) 공개번호 10-2021-0093282
- (43) 공개일자 2021년07월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2019/081886
- (87) 국제공개번호 WO 2020/104505
국제공개일자 2020년05월28일
- (30) 우선권주장
18207209.0 2018년11월20일
유럽특허청(EPO)(EP)
- (56) 선행기술조사문헌
CN105034361 A*
EP03213909 A1*
KR1020170005452 A*
EP3213909 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
시퀀스 홀딩 에이피에스
덴마크, 브레드브로 6261, 인더스트리베지 5, 에
코 에스코 에이/에스 씨/오
- (72) 발명자
미첼, 조
덴마크, 브레드브로 6261, 인더스트리브제 5, 에
코 에스코 에이에스 내
칼루치, 패트리치
덴마크, 브레드브로 6261, 인더스트리브제 5, 에
코 에스코 에이에스 내
- (74) 대리인
특허법인(유한) 대아

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 조준배

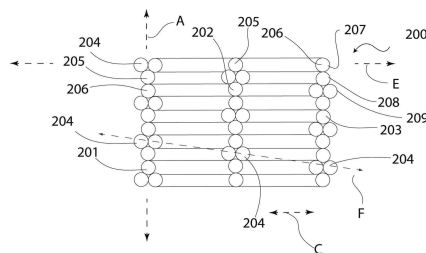
(54) 발명의 명칭 3D 인쇄 구조물

(57) 요약

탄성 재료의 3D 인쇄 구조물로서, 상기 3D 인쇄 구조물은: 제1 축을 따라 연장되는 복수의 층을 갖는 적어도 제1 벽을 포함하고, 상기 제1 벽은 적어도 1차 구조층과 제1 플렉서블층 및 제2 플렉서블층을 포함하며, 상기 1차 구조층은 제1 강성을 가지고 상기 제1 플렉서블층 및/또는 제2 플렉서블층은 제2 강성을 가지며, 상기 제1 강성이

(뒷면에 계속)

대표도 - 도8



상기 제2 강정보다 크다.

(52) CPC특허분류

A43B 13/125 (2013.01)

A43B 13/14 (2013.01)

A43B 13/181 (2013.01)

B29C 64/106 (2021.08)

B29C 64/336 (2017.08)

B29D 35/142 (2013.01)

B29D 99/0089 (2013.01)

B33Y 10/00 (2013.01)

B33Y 80/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

탄성 재료의 3D 인쇄 구조물로서, 상기 3D 인쇄 구조물은:

- 제1 축의 방향으로 벽에 힘이 인가될 때 변형되도록 구성되고 인가된 힘이 해제될 때 원래의 형태로 복귀하도록 구성된 적어도 제1 벽을 포함하고, 상기 적어도 제1 벽은 상기 제1 축을 따라 연장되는 복수의 층을 가지며, 상기 제1 벽은 적어도 1차 구조층과 제1 플렉서블층 및 제2 플렉서블층을 포함하며,

- 상기 1차 구조층은 제1 강성을 가지고 상기 제1 플렉서블층 및 상기 제2 플렉서블층은 제2 강성을 가지며, 상기 제1 강성이 상기 제2 강성보다 크며,

상기 제1 벽에 압축력이 인가될 때, 상기 제1 플렉서블층 또는 상기 제2 플렉서블층은 상기 제1 축으로부터 멀어지게 편향되는, 3D 인쇄 구조물.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 1차 구조층은 제1 축을 따라 상기 제1 플렉서블층 및 제2 플렉서블층과 접하는, 3D 인쇄 구조물.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 강성 및/또는 상기 제2 강성은 종방향에 대한 것인, 3D 인쇄 구조물.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 강성 및/또는 상기 제2 강성은 횡방향에 대한 것인, 3D 인쇄 구조물.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 강성 및/또는 상기 제2 강성은 회전 방향에 대한 것인, 3D 인쇄 구조물.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 1차 구조층은 상기 제1 플렉서블층 및/또는 상기 제2 플렉서블층의 폭보다 더 큰 폭을 갖는, 3D 인쇄 구조물.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 벽은 적어도 2차 구조층 및/또는 적어도 제3 플렉서블층을 포함하는, 3D 인쇄 구조물.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 벽은 적어도 하나의 구조층 및 적어도 하나의 플렉서블층의 제1 축의 방향을 따라 반복하는 층 구조를 갖는, 3D 인쇄 구조물.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 1차 및 2차 구조층은 적어도 상기 제1 플렉서블층에 의해 분리된, 3D 인쇄 구조물.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 1차 구조층의 높이는 상기 제1 플렉서블층 및/또는 상기 제2 플렉서블층의 높이와 유사한, 3D 인쇄 구조물.

청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 1차 구조층은 2 이상의 플렉서블층에 의해 종방향으로 분리된, 3D 인쇄 구조물.

청구항 12

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 제1 벽은 제1 단부, 제2 단부 및 상기 제1 단부에서 상기 제2 단부까지의 제1 길이를 가지며, 상기 1차 구조층은 상기 제1 단부로부터 상기 제1 길이의 적어도 20%의 거리에 위치하고/하거나 상기 제2 단부로부터 적어도 20%의 거리에 위치하는, 3D 인쇄 구조물.

청구항 13

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 제1 축은 상기 1차 구조층, 상기 제1 플렉서블층 또는 제2 플렉서블층의 중심축과 교차하는, 3D 인쇄 구조물.

청구항 14

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 탄성 재료는 실리콘 재료 또는 실리콘 재료의 혼합물인, 3D 인쇄 구조물.

청구항 15

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 1차 구조층이 제1 재료 조성물로 제조되고/되거나 상기 제1 플렉서블층 및 상기 제1 플렉서블층이 제2 재료 조성물로 제조되며, 상기 제1 재료 조성물은 상기 제2 재료 조성물과 상이한, 3D 인쇄 구조물.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 탄성 재료의 3D 인쇄 구조물로서, 상기 3D 인쇄 구조물은: 제1 축을 따라 연장되는 복수의 층을 갖는 적어도 제 1 벽을 포함하고, 상기 제1 벽은 적어도 1차 구조층과 제1 플렉서블층 및 제2 플렉서블층을 포함한다.

배경 기술

[0002] 3D 인쇄 구조물들의 일반적인 이슈는 이러한 종류의 구조물들이 종종 상대적으로 단단한 재료로 구성되는 것이며, 이는 3D 인쇄 구조물이 인쇄에 사용되는 재료의 조성물에 기인하여 상대적으로 유연하지 않을 수 있다는 것을 의미한다.

[0003] CN 105034361은 상이한 두께와 상이한 모양의 셀들을 포함하는 허니컴 코어를 개시하는데, 얻어진 허니컴 유닛의 벽 두께의 적어도 일부가 허니컴 유닛의 중심을 따르는 방향으로 허니컴 유닛의 양단을 향하여 점진적으로 증가하여, 허니컴 클램프가 추가될 수 있다. 허니컴 코어, 그리고 코어와 패넬의 접촉 영역은 비선형 곡면 구조

의 요구 사항을 충족하도록 평면 또는 곡면 구조일 수 있으며, 허니컴 코어는 우수한 굽힘 및 압축 저항을 갖는다.

[0004] EP 3 213 909는 복수의 간격층과 복수의 트리거층에 의해 형성된 샌드위치 코어를 둘러싸는 샌드위치 스킨들을 포함하여, 고속 내충격 구조를 위한 내충격 샌드위치 구조 아키텍처를 개시하며, 이들 층들은 코어에 교대로 적층된다.

[0005] 이러한 유형들의 재료들은 항공 우주 산업에서 보강을 제공하는데 널리 사용되며, 이러한 재료들은 외력의 인가 동안 그들의 모양을 유지하도록 의도된다.

[0006] 그러나, 압축성과 유연성을 갖는 구조물을 얻는 것을 시도하기 위해, 재료의 구조적 온전함을 여전히 유지하면서 원하는 유연성을 가진 재료를 구성하려는 많은 시도들이 이루어져 왔다. 인쇄에 사용되는 재료의 유연성과 중량에 기인하여, 여러 상이한 그리고 매우 특정한 영역들 내에 제어된 유연성과 반력(counterforce)을 얻을 수 있는 층 구조를 생성하는 것이 어려울 수 있다. 3D 인쇄 구조물에 상이한 유연성 또는 반력을 가질 필요가 있는 여러 영역들이 있을 때 추가의 어려움이 발생할 수 있다.

[0007] 이러한 플렉서블층들은 종종 PU 발포체와 같은 발포체와 같은 물질을 사용하여 만들어졌으며, 발포체는 시트용 쿠션, 신발용 미드솔, 수하물용 패딩 등과 같이 특정한 유연성을 여전히 유지하면서도 특정 형태를 유지할 수 있다. 이러한 종류의 플렉서블층들의 한가지 이슈는 재료의 구조적 강도가 증가할 때 층들의 유연성이 감소하고, 이것이 또한 재료의 중량을 증가시킨다는 것이다. 또한, 이러한 종류의 재료의 형성은 종종 대형 몰드에서 이루어지며, 특수 윤곽 형성과 같은 재료의 임의의 개별화는 종종 재료를 잘라내고 제조 후 발포체를 조각하는 것을 필요로 하고, 그것이 각각의 사용자에게 개인적 개별화를 위한 실행 가능한 옵션이 되기에는 개별화된 몰드의 비용이 너무 크다.

[0008] 따라서, 플렉서블 구조물들의 개별화를 위한 개선된 구조물들이 필요하다.

발명의 내용

[0009] 본 설명에 따르면, 단성 재료의 3D 인쇄 구조물이 제공되는데, 상기 3D 인쇄 구조물은: 제1 축의 방향으로 벽에 힘이 인가될 때 변형되도록 구성되고 인가된 힘이 해제될 때 원래의 형태로 복귀하도록 구성된 적어도 제1 벽을 포함하고, 상기 벽은 상기 제1 축을 따라 연장되는 복수의 층을 가지며, 상기 제1 벽은 적어도 1차 구조층과 제1 플렉서블층 및 제2 플렉서블층을 포함하며, 상기 1차 구조층은 제1 강성을 가지고 상기 제1 플렉서블층 및/또는 제2 플렉서블층은 제2 강성을 가지며, 상기 제1 강성이 상기 제2 강성보다 크다.

[0010] 본 설명의 맥락 내에서, 용어 강성은 유연성의 비율로 이해될 수 있으며, 측정은 층의 스티프니스, 수율, 경도로 이루어질 수 있다(즉, 더 단단한 층이 더 부드러운 층보다 높은 강성 비율을 가지는 때로 이해됨). 특정 층의 강성은 층이 특정 방향으로 구부러지는 역량, 경향 또는 능력으로 이해되어야 한다. 강성의 대안적인 표현은 예를 들면 층들의 유연성이 될 수 있고, 여기서 1차 구조층(또는 임의의 후속 구조층)은 제1 유연성을 가질 수 있고, 제1 및/또는 제2 플렉서블층(또는 임의의 후속 플렉서블층)은 제2 유연성을 가질 수 있으며, 제1 유연성은 제2 유연성보다 낮을 수 있다. 강성은 인가된 힘에 반응하여 층이 변형에 저항하는 정도의 정량화로 볼 수 있다. 용어 유연성은 강성과 상보적인 개념일 수 있으며, 즉, 층은 보다 유연할수록 강성이 떨어진다.

[0011] 본 개시 내용의 이해 내에서 용어 "층"은 3차원적 구조물의 2차원적 평면으로 이해될 수 있다. 층은 2차원적 평면과 교차하는 하나 이상의 벽을 포함할 수 있다. 본 개시 내용의 이해 내에서 "벽"은 3차원적 구조물의 2차원 평면으로 이해될 수 있으며, 2차원적 평면은 벽에 평행할 수 있고 3차원적 구조물의 복수의 층과 교차할 수 있다. 본 개시 내용의 이해 내에서 벽의 제1 층은 벽의 제3 층에 접할 수 있는 벽의 제2 층에 접할 수 있다. 따라서, 벽은 서로의 상부에 적층되거나 서로의 아래에 적층된 2 이상의 층들을 갖는 구조물로 볼 수 있다.

[0012] 용어 "구조층(structural layer)"은 벽 구조물에서 다른 층들과 구별하도록 의도되며, 용어 "플렉서블층"은 구조층을 벽 구조물에서 다른 층들, 즉 플렉서블층들과 구별하기 위해, 구조층으로 보이지 않는 층들의 네이밍을 위해 의도된다. 벽 구조물에서 구조층 및 적어도 하나의 플렉서블층의 존재는 구조층 및/또는 플렉서블층들로 정의된 2개의 층과는 다른 특성들을 갖는, 벽 구조에서 다른 유형의 층들을 배제하는 것은 아니다.

[0013] 1차 구조층, 2차 구조층, 3차 구조층 또는 임의의 다른 구조층은 제1 강성을 가질 수 있다. 모든 구조층들은 제1 강성을 가질 수 있으며, 제1 강성은 제2 강성보다 높다. 제1 플렉서블층, 제2 플렉서블층, 제3 플렉서블층 및/또는 임의의 다른 후속 플렉서블층은 제2 유연성을 가질 수 있고, 여기서 제2 유연성은 제1 유연성보다 낮을 수 있다.

- [0014] 일 실시예에 있어서, 하나의 벽 및/또는 더 많은 벽들의 모든 구조층들은 동일한 유연성을 가질 수 있다. 일 실시예에 있어서, 하나의 벽 및/또는 더 많은 벽들의 모든 플렉서블층들은 동일한 유연성을 가질 수 있다.
- [0015] 제1 벽의 제공이 탄성 재료로 제공되는 것은, 제1 축의 방향으로 벽에 힘이 인가될 때, 벽이 힘을 흡수할 수 있어, 벽이 무너지는 것을 야기하는 것을 의미한다. 상기 힘은 압축력으로 보일 수 있으며, 미리 결정된 수준까지의 힘은 제1 벽이 제1 축으로부터 변형되지 않고 제1 벽이 압축되도록 할 수 있다. 즉, 벽은 힘의 특정한 양까지는 그 모양을 유지할 수 있다. 그러나, 힘의 미리 결정된 임계값이 초과할 때, 즉 임계값보다 높은 힘이 벽에 인가되는 경우, 상기 벽은 모양이 변형되어, 벽의 하나 이상의 층이 제1 축의 방향과 상이한 방향으로, 예를 들어 제1 축에 직교하는 것으로 보일 수 있는 방향으로 바뀔 수 있다. 따라서, 벽은 구부러지거나 제1 축으로부터 튀어나온 것과 같이 보일 수 있고, 제1 벽에 인가된 힘은 탄성 재료의 탄성에 기인하여 벽 구조물에 흡수되어, 상기 힘이 제1 벽으로부터 해제/제거될 때, 제1 벽은 원래 모양으로 복귀할 것이다. 즉, 탄성 재료는 탄력적인 벽 구조물을 제공할 것이고, 벽이 압축된 후 그 원래 형태로 복귀할 것이다. 따라서, 제1 벽 또는 임의의 후속 벽은 탄력적인 것으로 보일 수 있다. 벽은 압축되지 않은 상태, 압축된 상태, 그리고 벽에 압축력이 인가되었지만 벽이 완전히 압축된 상태에 도달하지 않은 벽의 상태로 볼 수 있는 중간 상태를 갖는 것으로 보일 수 있다.
- [0016] 상기 벽은 벽의 상단 부분으로 보일 수 있는 제1 단부 및 벽의 바닥 부분으로 보일 수 있는 제2 단부를 가질 수 있으며, 상기 벽에는 제1 단부와 제2 단부 사이에 복수의 층이 구비된다. 상기 벽에 어떠한 압축력도 가해지지 않은 때, 상기 벽은 제1 길이를 가질 수 있는데, 여기서 제1 길이는 실질적으로 벽의 각각의 층의 높이의 합이다. 압축력이 제1 축에 평행한 방향으로 벽에 인가될 때 상기 벽은 제2 높이를 가질 수 있는데, 여기서 제2 높이는 각각의 층의 높이의 합보다 낮다.
- [0017] 이는 3D 인쇄 구조물의 벽이 다른 영역보다 높은 강성을 갖는 제1 축의 방향의 영역들을 가질 수 있으며, 제1 축을 따라 다른 위치들에 위치될 수 있음을 의미한다. 더 높은 강성은 1차 구조층 또는 제1 벽의 임의의 다른 구조층이 구조층에 비해 감소된 강성을 갖는 플렉서블층보다 변형될 가능성이 작도록 하는 것을 가능하게 한다. 따라서 이는 (제1 축의 방향으로) 압축력이 벽에 인가될 때, 압축력이 미리 정해진 힘보다 높은 경우, 층들에 인가된 압축력은 벽을 압축할 것이고, 벽은 압축력에 굴복하는 경향을 가질 것이며, 벽은 압축력에 기인하여 버클링(buckling)되거나 휘어지는 것이 가능하게 되는 것을 의미한다. 서로 다른 층의 강성의 차이에 기인하여, 상기 압축력은 증가된 강성을 갖는 층에 앞서 더 낮은 강성을 갖는 층이 항복하도록 할 것이고, 이는 벽의 휘어짐 및/또는 버클링이 미리 정해진 영역에서 발생할 것이고, 층들이 증가된 강성을 갖기 이전에 더 낮은 강성을 갖는 층들은 제1 축으로부터 편향될 것이라는 것을 의미한다.
- [0018] 층들의 강성 및 개수는 3D 인쇄 구조물의 요구 사항에 따라 조정될 수 있으며, 플렉서블 층의 개수는 제1 벽이 항복하는 것을 가능하게 하기 위해 필요한 힘의 더 낮은 요구를 갖는 벽의 경우 증가될 수 있는 한편, 압축력에 대한 저항을 개선하기 위해 증가된 수의 구조층이 적용될 수 있다. 따라서, 플렉서블층 대 구조층의 비의 변화에 의해, 제1 벽의 강성을 변경시키는 것이 가능하다.
- [0019] 본 개시의 예시적인 일 실시예에 있어서, 상기 3D 인쇄 구조물은 3D 인쇄된 플렉서블 구조물일 수 있다. 상기 3D 인쇄 구조물은 충격 흡수로 보일 수 있는 구조물일 수 있는데, 3D 인쇄 구조물은 3D 인쇄 구조물에 인가된 힘을 흡수하도록 구성된다. 충격 흡수는 3D 인쇄 구조물이 3D 인쇄 구조물에 인가된 힘의 에너지를 흡수하는 형태로 제공될 수 있는데, 3D 인쇄 구조물은 에너지를 흡수하기 위해 탄성적으로 변형될 수 있다. 상기 힘이 해제되면 탄성 변형이 반전될 때 에너지가 방출될 수 있다.
- [0020] 3D 프린터 구조 및 3D 인쇄 구조물의 벽들은 영구적인 모양으로 이해될 수 있는 원래의 모양과, 임시 모양으로 볼 수 있는 변형된 모양을 가질 수 있는데, 변형된 모양은 3D 인쇄 구조물 및/또는 3D 인쇄 구조물의 부분들에 기계적 에너지 또는 외부 힘과 같은 외부 자극에 의해 생성된 모양과 같이 보여질 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 3D 인쇄 구조물은 인체에 의해 생성된 힘을 흡수하도록 되어 있는 3D 인쇄 구조물일 수 있다. 3D 인쇄 구조물은 인체의 일부와 다른 개체, 즉, 신발 sole(sole) 어셈블리의 일부, 시트 상의 좌석 공간, 배낭과 사용자의 신체 사이의 패드, 매트리스와 같은 단단한 구조물 및 인체에서 다른 개체로 전달된 에너지를 흡수하고 분배하는데 사용될 수 있는 유사 구조물 사이의 완충 구조물로서 사용될 수 있다.
- [0022] 본 발명의 이해 내에서, 용어 "탄성 재료"는 탄성 재료가 소성 변형없이 신장 또는 압축될 수 있음을 의미하는 용어로 이해되어야 한다. 즉, 여기서 응력-변형 곡선의 탄성 영역은 응력 변형 곡선의 소성 영역보다 크다. 즉, 재료의 영률은 60 GPa 미만, 바람직하게는 40 GPa 미만, 20 GPa 미만 또는 10 GPa 미만일 수 있다.
- [0023] 용어 "탄성 재료"는 적어도 50% 신장률, 또는 구체적으로 100% 초과 신장률, 또는 구체적으로 200% 초과

신장률, 또는 구체적으로 300% 초과인 신장률을 갖는 재료를 의미할 수 있다. 용어 퍼센트 신장률(신장률 %)은 재료가 파손될 때까지 소성적으로 및 탄성적으로 변형되는 양을 캡처하는 측정이다. 퍼센트 신장률은 재료의 연성을 측정하고 정량화하는 한가지 방법이다. 퍼센트 신장률과 재료의 연성을 결정하기 위해 재료의 최종 길이는 원래의 길이와 비교된다.

- [0024] 층들의 제공을 위해 사용되는 탄성 재료는 30에서 80 사이의 쇼어(Shore) A 경도를 갖는 재료일 수 있다. 그러나, 재료가 서로 분리될 수 있는 층상 재료의 여러 벽으로 만들어질 수 있음에 따라, 3D 구조물은 탄성 재료보다 조합된 낮은 쇼어 A 경도를 가질 수 있다. 따라서, 구조물의 경도는 벽체 구조물의 경도와 벽들 사이의 간격의 조합일 수 있다. 또한, 벽들의 항복성에 기인하여, 벽은 탄성 재료의 경도보다 낮은 비율로 편향되거나 또는 휘어질 수 있다. 따라서, 개별 층들은 압축력의 방향으로 안정적일 수 있는데, 상기 층들은 그들이 받는 힘에서 개별적으로 최소로 압축된다.
- [0025] 구조층, 제1 플렉서블층 및 제2 플렉서블층의 순서는 제1 축의 방향으로 볼 때, 1차 구조층에 이어 제1 및 제2 플렉서블층이 뒤따를 수 있다. 상기 순서는 또한 또는 대안적으로 제1 플렉서블층에 이어 1차 구조층이 뒤따르고, 차례로 제2 플렉서블층이 뒤따를 수 있다. 상기 순서는 또한 또는 대안적으로 제1 플렉서블층, 이어서 제2 플렉서블층, 이어서 1차 구조층이 뒤따를 수 있다.
- [0026] 이는 종방향 축에 평행한 방향으로 힘이 인가될 때, 1차 구조층이 종방향 축으로부터 편향되기 전에 제1 및/또는 제2 플렉서블층이 종방향 축으로부터 편향될 것이라는 것을 의미한다.
- [0027] 전체 길이를 따라 동일한 층들의 구조를 갖는 벽은 종방향으로 벽에 압축력이 인가될 때 다소 예측 가능한 붕괴력을 가질 수 있지만, 벽이 어떻게 붕괴되는지 예측하는 것은 거의 불가능할 수 있는데, 붕괴는 힘의 방향이 될 수 있음에 따라, 힘이 종방향 축과 완전히 평행하지 않을 때, 벽이 어떻게 붕괴되거나 구부러질 수 있는지에 큰 영향을 미친다. 또한, 다른 이슈는 벽이 무너질 때, 압축력에 대한 반력의 대부분 또는 전부를 잃을 수 있어, 벽이 접히고/접히거나 완전히 무너질 수 있음에 따라, 벽이 무너지자마자 반대되는 힘의 대부분을 잃을 수 있다.
- [0028] 그러나, 예를 들어 종방향 축을 따라 반복되는 구조의, 구조층들과 플렉서블층들의 구조를 적용함으로써, 플렉서블층이 힘에 대한 감소된 스티프니스 및/또는 저항을 가질 수 있고, 이에 따라 벽이 구조층들을 갖는 영역에서 편향되기 전에, 벽이 플렉서블층들을 갖는 영역들에서 아마도 편향될 것이기 때문에, 어느 위치에서 제1 벽이 압축력에 굴복할지를 예측하는 것이 가능하다. 따라서, 예측 가능한 방식으로, 벽이 압축력에 대해 붕괴/편향되도록 하는 것이 가능할 수 있으며, 이는 벽이 특정 힘으로 붕괴되도록 구성하는 것을 더 쉽게 만들어준다. 또한, 이는 벽이 제어된 방식으로 붕괴 또는 편향되는 것을 가능하게 하여, 플렉서블 부분이 구조 부분들 사이에서 편향되거나 붕괴되는 경우에도, 압축력에 대한 반력이 벽의 구조 부분들에 의해 유지될 수 있다.
- [0029] 상기 제1 벽은 더 큰 구조물의 일부일 수 있으며, 상기 벽의 각각의 층은 더 큰 3D 구조물의 층에 대응할 수 있고, 더 큰 3D 구조물은 복수의 층을 가질 수 있다. 제1 벽은 제2 벽, 제3 벽, 또는 후속 벽들을 갖는 구조물의 일부일 수 있다. 상기 제1 벽은 구조물의 일부일 수 있는데, 상기 제1 벽은 셀룰러 구조물의 일부이며, 상기 제1 벽은 (위에서 볼 때) 원형, 환형, 삼각형, 육각형 또는 임의의 적절한 다각형 단면 셀과 같은 단면 셀의 일부이고, 상기 제1 벽 및/또는 복수의 벽은 셀의 부피를 정의한다.
- [0030] 상기 구조층은 플렉서블층들에 비해 증가된 강성을 갖는 벽을 생성하는 임의의 종류의 구조물일 수 있다. 상기 구조층은 제1 축 방향으로 복수의 층을 포함할 수 있는데, 층들은 서로의 상부에 적층되어, 증가된 강성을 갖는 벽의 일부를 생성할 수 있다. 상기 구조층은 제1 층의 높이와 유사하거나 동일한 제1 축 방향의 높이를 가질 수 있다. 그러나, 대안적으로 상기 구조층은 플렉서블층의 높이보다 더 큰 높이를 가질 수 있다.
- [0031] 본 개시 내용의 맥락에서 용어 벽은 벽의 일부를 개시할 때, 용어 벽 부분으로 대체될 수 있다.
- [0032] 따라서, 벽들 및 구조층들은 에너지를 저장하고 후속하여 이를 방출하여 충격을 흡수하거나 접촉 표면들(벽의 제1 단부 및 제2 단부) 사이의 힘을 유지하는 데 사용될 수 있는 기계적 디바이스로 활용될 수 있다.
- [0033] 하나 이상의 실시예에 있어서, 1차 구조층 및/또는 제1 및/또는 제2 플렉서블층은 경계를 통해 다른 층에 부착될 수 있는데, 2개 층들 사이의 경계는 1차 구조층 및/또는 플렉서블층의 강성보다 작은 강성을 가질 수 있다. 이는 제1 벽이 제1 축으로부터 편향될 때, (단면도로 보여질 때) 2개 층들의 편향이 경계를 가로질러 피벗할 수 있다는 것을 의미한다. 이는 층들이 미리 정해진 영역에서 편향될 수 있음을 의미하는데, 이는 제1 벽의 편향이 예측 및/또는 예상될 수 있으며, 이는 층들의 강성 또는 층들 사이의 경계의 강성을 조정함으로써 편향을 제어

하는데 도움을 줄 수 있다는 것을 의미한다.

- [0034] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 구조층은 제1 표면 및 제2 표면을 가질 수 있다. 상기 구조층의 제1 표면 및/또는 제2 표면은, 제1 벽이 압축되지 않은 상태에 있을 때, 제1 축과 교차하는 층의 일부로 보여질 수 있다. 구조벽의 제1 표면 및/또는 제2 표면은 제1 벽의 선행 또는 후속 층과 마주보는 층의 일부로 보여질 수 있다. 따라서, 제1 표면 및/또는 제2 표면은 (단면도에서 보여질 때) 제1 축에 실질적으로 직교하는 접선 축을 가질 수 있다. 제1 표면 및/또는 제2 표면은 벽의 다른 층과 접하는 층의 일부로 보여질 수 있다.
- [0035] 제1 벽의 압축되지 않은 상태는 벽이 선형 방식으로 구축될 때 제1 축이 제1 벽의 모든 층 및/또는 벽의 적어도 복수의 층과 교차하는 위치에 있을 수 있으며, 벽의 각각의 층은 제1 축을 따라 서로의 상부에 적층된다. 제1 벽의 중간 상태는 예를 들어, 제1 축이 제1 벽의 모든 층들 및/또는 적어도 복수의 층들과 교차하는 위치에 있고, 압축력은 예를 들어, 벽의 하나 이상의 층이 제1 축으로부터 편향되도록 하기에는 너무 낮을 수 있다. 제1 벽의 압축된 상태는 제1 벽의 적어도 하나의 층이 제1 축으로부터 편향되는 위치에 있을 수 있다.
- [0036] 하나의 예시적인 실시예에 있어서, 상기 1차 구조층은 제1 축을 따라 제1 플렉서블층 및 제2 플렉서블층과 접할 수 있다. 이는 제1 벽의 1차 구조층이 1차 구조층의 제1 면 상에 제1 플렉서블층을 가질 수 있고, 1차 구조층의 반대편 제2 면 상에 제2 플렉서블층을 가질 수 있음을 의미한다. 따라서, 상기 제1 축은 제1 축의 길이를 따라 플렉서블층, 구조층 및 플렉서블층과 이 순서대로 교차할 수 있다. 이는 1차 구조층이 플렉서블층들, 즉 상부와 하부의 플렉서블층들에 의해 둘러싸이도록 하여, 제1 벽에 힘이 인가될 때 구조층의 변형에 앞서 플렉서블층들이 변형되는 것을 가능하게 한다.
- [0037] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 플렉서블층은 1차 표면 및 2차 표면을 가질 수 있다. 제1 벽이 압축되지 않은 상태에 있을 때, 플렉서블층의 1차 표면 및/또는 2차 표면은 제1 축과 교차하는 층의 일부로 보여질 수 있다. 플렉서블벽의 1차 표면 및/또는 2차 표면은 제1 벽의 선행하는 또는 후속하는 층과 마주보는 층의 일부로 보여질 수 있다. 따라서, 1차 표면 및/또는 2차 표면은 (단면도에서 보여질 때) 제1 축에 실질적으로 직교하는 접선 축을 가질 수 있다. 제1 표면 및/또는 제2 표면은 벽의 다른 층과 접하는 층의 일부로 보여질 수 있다.
- [0038] 상기 제1 벽의 층들은, 벽 구조물이 형성되었을 때 벽의 2개 층 사이의 경계가 구별될 수 없을 수 있는 위치에서 융합, 본딩, 혼합, 일체화 및/또는 병합될 수 있다. 그러나, 제1 벽 또는 임의의 후속 벽의 3D 인쇄 동안, 벽은 층 별로 형성되는데, 하나의 층은 선행하는 층(이미 형성되고 및 위치하는 층)의 상부에 위치하며, 선행하는 층의 제1 표면은 후속 층(선행하는 층 상부에 위치하는 층)의 제2 표면에 접한다. 2개 층의 포지셔닝은 경화 전에 일어날 수 있어, 제1 및 제2 표면들이 교차하고, 서로 불분명해질 수 있다. 대안적으로, 상기 제1 표면은 영구적인 방식으로 제2 표면에 본딩 또는 접촉될 수 있는데, 2개의 층들 사이의 경계는 제1 벽 또는 임의의 후속 벽의 현미경 단면도로 보여질 수 있다.
- [0039] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 강성은 종방향에 대한 것일 수 있다. 종방향은 제1 벽의 제1 축에 평행한 방향일 수 있다. 제1 벽 또는 임의의 후속 벽의 층들의 강성은 종방향으로 층의 유연성을 나타내는 강성으로 볼 수 있다. 즉, 여기서 강성은 층이 종방향으로 이동하는 경향이 어느 정도인지를 나타낸다. 높은 강성은, 낮은 강성을 갖는 층에 비해, 층을 종방향으로 배치하기 위해 층이 증가된 힘을 필요로 할 수 있다는 것을 의미할 것이며, 그 반대의 경우도 마찬가지이다.
- [0040] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 강성은 횡방향에 대한 것일 수 있다. 횡방향은 제1 벽의 제1 축을 가로지르는 방향일 수 있다. 제1 벽 또는 임의의 후속 벽의 층들의 강성은 횡방향으로 층의 유연성을 나타내는 강성으로 볼 수 있다. 즉, 여기서 강성은 층이 횡방향으로 이동하는 경향이 어느 정도인지를 나타낸다. 높은 강성은, 낮은 강성을 갖는 층에 비해, 층을 횡방향으로 배치하기 위해 층이 증가된 힘을 필요로 할 수 있다는 것을 의미할 것이며, 그 반대의 경우도 마찬가지이다.
- [0041] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 강성은 회전 방향에 대한 것일 수 있다. 회전 방향은 제1 벽의 층의 종방향 축을 따라 회전하는 방향일 수 있는데, 제1 벽의 층의 종방향 축은 제1 벽의 제1 축에 대해 실질적으로 직교(직각)할 수 있다. 따라서, 제1 벽 또는 임의의 후속 벽의 층들의 강성은 회전 방향으로의 층의 유연성을 나타내는 강성으로 볼 수 있다. 따라서, 구조물의 벽에 압축력이 인가될 때, 하나 이상의 층이 벽의 제1 축으로부터 멀어지게 편향될 수 있는데, 여기서 하나의 층은 다른 층에 본딩될 수 있으며, 이는 압축력이 한 층 또는 두 층 모두에 인가되는 토크를 유발할 것이라는 것을 의미한다. 층의 강성은 회전 방향으로의 것이 될 수 있으며, 이는 예를 들어 2개 층 사이의 연결, 단일층의 회전 유연성을 나타낼 수 있다. 회전 방향으로의 유연성은 인가된 힘에 대응하여 층의 비틀림 운동에 대한 저항, 즉 인가된 힘에 대응하여 층이 회전 운동에 저항하는 정도로 볼 수

있다. 회전 강성 및/또는 스티프니스는 또한 비틀림 강성, 스티프니스 및/또는 유연성으로 볼 수 있다.

- [0042] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 구조층은 플렉서블층의 두께보다 더 큰 (중 방향 축에 대해 횡방향의) 폭을 가질 수 있다.
- [0043] 상기 구조층은 플렉서블층의 두께의 110%, 120%, 130% 또는 150%를 초과하는 (중 방향 축에 대해 횡방향의) 폭을 갖는다. 상기 구조층은 플렉서블층의 폭의 약 2배인 폭을 가질 수 있다.
- [0044] 상기 구조층은 횡방향으로 서로 접하는 2개 이상의 플렉서블 재료층으로서 형성될 수 있다. 이는 2개의 층이 벽 구조물의 단일 층에 위치할 수 있고, 각각의 층이 구조물의 선행하는 및/또는 후속하는 층 뿐만 아니라 횡방향으로 옆에 있는 층에 본딩될 수 있다는 것을 의미한다. 따라서, 1차 구조층 또는 임의의 후속 층은 2개 이상의 재료층으로 구성될 수 있는데, 각각의 층은 벽 구조물의 플렉서블층과 비슷하다. 구조층을 형성하기 위해 2 이상의 재료층의 제공은, 2 이상의 층이 서로 본딩될 때, 재료가 증가된 폭을 가질 수 있을 뿐만 아니라 종방향으로 인접한 층들에 본딩될 수 있음에 따라, 벽의 층의 강성을 증가시킬 것이다. 2개의 인접한 층들은 플렉서블층의 높이와 비슷하거나 동일한 (종방향으로의) 높이를 가질 수 있는데, 인접한 층의 도입은 구조층의 높이를 변경하지 않는다. 따라서, 상기 구조층은 플렉서블층과 유사하거나 동일한 높이를 가질 수 있다.
- [0045] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 제1 벽은 적어도 2차 구조층 및/또는 적어도 제3 플렉서블층을 가질 수 있다. 상기 2차 구조층은 1차 구조층 및/또는 플렉서블층의 연속으로, 3D 인쇄 구조물의 벽에 추가로 제공될 수 있는데, 추가의 구조층은 벽의 높이를 증가시키기 위해 및/또는 벽의 강성을 증가시키기 위해 구비된다. 제3 플렉서블층은 1차 구조층, 2차 구조층, 제1 플렉서블층 및/또는 제2 플렉서블층의 연속으로 3D 인쇄 구조물의 벽에 추가로 구비될 수 있는데, 추가의 플렉서블층은 벽의 높이를 증가시키기 위해 및/또는 벽의 강성을 감소시키기 위해 구비될 수 있다. 제1 축의 방향을 따라 벽의 미리 정의된 길이를 제공하기 위해 제1 벽 또는 임의의 후속 벽에는 복수의 구조층 및/또는 플렉서블층이 구비될 수 있다.
- [0046] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 구조층 및 상기 플렉서블층들의 순서는 제1 축을 따라 반복될 수 있다. 이는 구조층과 제1 및 제2 플렉서블층의 순서가 벽의 길이를 따라(제1 축을 따라) 재현될 수 있다는 것을 의미하는데, 1차 구조층과 2차 구조층은 하나 이상의 플렉서블층에 의해 분리될 수 있고, 일 예로, 2개의 구조층들은 2개의 플렉서블층에 의해 분리된다. 따라서, 벽의 길이는 구조층이 각각의 면 상에(종방향 길이를 따라 상부 및 하부에) 하나 또는 2개의 플렉서블층과 접할 수 있는 구조를 가질 수 있으며, 이 순서는 벽의 길이를 따라 반복될 수 있다.
- [0047] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 제1 벽은 적어도 하나의 1차 구조층 및 적어도 하나의 플렉서블층의 종방향 축을 따라 반복되는 층 구조를 가질 수 있다.
- [0048] 이는 플렉서블층들이 2개의 구조층 사이에 있는 영역에서, 제1 벽에 인가되는 압축력으로부터 지연되도록 구성될 수 있어, 벽이 그것의 제1 단부로부터 제2 단부까지 높이가 감소될 수 있다는 것을 의미한다.
- [0049] 하나 이상의 실시예에 있어서, 1차 및 2차 구조층은 적어도 제1 플렉서블층에 의해 분리될 수 있다. 적어도 하나의 플렉서블층으로 1차 및 2차 구조층을 분리함으로써, 종방향 축을 따라 제1 벽의 변형을 제어하는 것이 가능한데, 상기 구조층보다 낮은 강성을 갖는 플렉서블층이 구조층들의 변형보다 먼저 변형될 것이다. 따라서, 제1 벽이 어떻게 변형되는지에 대하여 보다 정확하게 예측하는 것이 가능하며, 따라서 구조층 및/또는 제1 벽을 둘러싼 임의의 벽들의 강성을 조정하여, 자체적으로 전체 벽의 예측가능하고 제어가능한 집단 강성을 갖는 제1 벽을 제공하는 것이 가능하다.
- [0050] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 구조층의 높이는 플렉서블층의 높이와 실질적으로 유사할 수 있다. 플렉서블층과 유사한 높이로 구조층을 제공함으로써, 하나 이상의 실시예에 있어서 구조층의 높이가 플렉서블층과 동일한 경우, 구조층을 플렉서블층으로 교환하는 것이 가능할 수 있고, 그 반대도 마찬가지이며, 벽을 구축하는 동안, 하나의 구조층을 플렉서블층으로 교환하는 것에 기인하여 벽의 전체 높이를 재조정할 필요가 없거나, 그 반대의 경우도 마찬가지이다. 따라서, 제조/인쇄될 벽의 제1 축의 방향으로의 길이(높이 또는 전체 높이)의 길이는 층들의 총 개수 밖에서 정의될 수 있는데, 특정 층들의 특정 개수는 벽의 길이에 영향을 미치지 않으며, 특정 유형의 층은 벽의 전체 길이의 특정 수정 및 계산없이 교환될 수 있다. 이는 또한 구조벽의 도입이 제품의 후속하는 층들에 영향을 미치지 않으면서, 3D 인쇄될 제품의 층의 임의의 위치에서 선택적으로 수행될 수 있으며, 벽의 후속하는 층에서 구조층을 보상할 필요가 없다는 것을 의미한다.
- [0051] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 1차 구조층은 2 이상의 플렉서블층에 의해 종방향으로 분리될 수 있다. 2 이상의 플렉서블층으로 1차 구조층을 분리함으로써, 이는 1차 구조층 다음에 종방향(제1 축의 방향)으로 적어도

2개의 플렉서블층이 뒤따른다는 것을 의미한다. 이는 적어도 2개의 플렉서블층이 더 유연한(덜 단단한) 것으로 보일 수 있는 (중방향으로의) 영역이 있는 벽을 제공하여, 벽이 더 쉬운 방식으로 이 영역에서 붕괴되는 것이 가능하게 한다는 것을 의미한다. 따라서, 제1 축의 방향으로 서로 접하는 2개의 플렉서블층의 제공은, 또한 2개의 층들 사이의 본딩의 유연성이 구조층과 플렉서블층 사이보다 작다는 것을 의미할 수 있으며, 이는, 제1 축의 방향으로 벽에 압축력이 인가될 때, 하나의 플렉서블층이 다른 플렉서블층으로부터 더 쉽게 편향될 수 있다는 것을 의미할 수 있다.

[0052] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 제1 플렉서블층은 1차 구조층에 접할 수 있다. 제1 플렉서블층에 접하는 1차 구조층을 가짐으로써, 제1 축의 방향으로, 벽의 유연성이 제1 축의 방향으로 증가될 수 있다. 상기 플렉서블층은 구조층보다 더 낮은 강성을 가질 것이어서, 결합된 2개층의 총 강성은 예를 들어 서로 인접한 2개의 구조층을 갖는 것보다 더 낮을 것이다. 따라서, 3D 인쇄에 사용되는 재료의 조성물을 변경하지 않으면서, 플렉서블 벽을 제공함으로써 벽의 유연성을 증대시킬 수 있는 것이 가능하다.

[0053] 하나 이상의 예시적인 실시예에 있어서, 상기 제1 벽, 제2 벽, 제3 벽 또는 임의의 후속 벽은 제1 높이, 제1 단부 및 제2 단부를 가질 수 있는데, 1차 구조층은 제1 단부로부터 제1 길이의 적어도 20% 거리에 및/또는 제2 단부로부터 적어도 20%의 거리에 위치한다. 제1 높이는 제1 단부로부터 제1 축을 따라 제2 단부까지의 거리일 수 있다. 따라서, 일 예로 제1 벽이 10mm의 높이를 갖는 경우, 1차 구조층은 제1 벽의 높이의 2 내지 8 mm 사이의 영역에 위치할 수 있다. 이는 상기 벽이 벽의 중앙 영역에 위치하는 구조층을 가질 수 있다는 것을 의미한다. 따라서, 제1 벽의 중앙 영역은 제1 및 제2 플렉서블층 뿐만 아니라 구조층을 모두 가질 수 있다. 따라서, 벽에 힘이 인가될 때, 제1 벽의 변형을 제어하는 것이 가능할 수 있다. 제2 예로, 상기 제1 벽의 중앙 영역은 2개 이상의 구조층을 가질 수 있는데, 구조층들은 하나 이상의 플렉서블층에 의해 분리될 수 있다.

[0054] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 제1 축은 구조층 및/또는 플렉서블층의 중심축과 교차할 수 있다. 이는 구조층 및 플렉서블층이 선형 방식으로 구비되는 방식으로 제1 벽이 구비될 수 있다는 것을 의미하는데, 각각의 층은 직접 방식으로 서로의 상부에 적층되어, 제1 축에 평행한 방향으로 제1 벽에 인가되는 임의의 압축력이 제1 축과 교차하는 중심 축을 갖는 벽의 모든 층들을 통해 전달된다. 층들의 중심 축은 층의 길이를 따르는 중방향 축으로 보일 수 있고 층의 단면 평면에 수직인 것으로 보일 수 있다.

[0055] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 탄성 재료는 실리콘 재료 또는 실리콘 재료의 혼합물일 수 있다. 3D 인쇄는 하나의 층을 다른 층의 상부에 추가하고, 벽이 원하는 높이를 가질 때까지 계속함으로써 수행될 수 있다. 3D 인쇄는 유리하게는 액체 형태의 고분자를 사용하여 수행될 수 있는데, 이는 올바른 위치에 포지셔닝되었을 때 경화된다. 따라서, 3D 인쇄 구조물은 경화시 중합성 재료로 제조될 수 있다. 이것의 일 예는 액체 실리콘 고분자이고, 이는 그 상부에 위치하는 층과 동일한 방향으로 추가되어, 벽은 서로의 상부에 추가된 다수의 개별 고분자 라인이 될 수 있는데, 상기 라인들은, 서로의 상부에 3D 인쇄될 때, 서로 평행하다. 상기 재료는 유리하게 탄성이 있어, 압력의 인가 동안 재료의 변형이 가역적이며, 재료는, 탄성적으로 변형될 때, 소성적으로 변형되지 않으며, 즉 소성 변형이 발생하기 전에 응력/변형 관계의 높은 비율을 갖는다.

[0056] 일 실시예에 있어서, 고분자의 경도는 경화되었을 때 20 내지 90 쇼어 A, 바람직하게는 30 내지 85 쇼어 A, 보다 바람직하게는 35 내지 80 쇼어 A, 더욱 바람직하게는 약 40 내지 60 쇼어 A 일 수 있다. 고분자의 일 예는 실리콘인데, 하나의 유형은 약 50 쇼어 A 경도를 갖는, 3D 인쇄용으로 설계된 다우 코닝사의 LC3335 액체 실리콘 고무일 수 있다. 3D 인쇄에 적합한 다른 유형들의 고분자 및 실리콘 또한 활용될 수 있으며, 특정 유형의 실리콘 또는 고분자가 본 발명에 필수적인 것은 아니지만, 3D 인쇄의 능력, 경도 및 탄성은 중요한 인자로 볼 수 있다.

[0057] 3D 인쇄 방법 사용은 퓨전 증착 모델링(Fusion Deposition Modelling)으로, 이는 고정 믹서를 통해 2종의 정의된 유체를 밀어 넣고, 후속하여, 정밀한 적용에 따라, 노즐의 밖으로 압출된다. 사용될 수 있는 하나의 인쇄 장치는 독일 RapRap GmbH의 3D 프린터 X400 PRO 3D 프린터이다. 다른 유형의 프린터들이 사용될 수 있다.

[0058] 일 실시예에 있어서, 각각의 층의 두께는 0.1 내지 1.6 mm, 보다 바람직하게는 0.2 내지 1.2 mm, 보다 바람직하게는 0.3 내지 1.0 mm, 또는 보다 바람직하게는 0.4 내지 0.9 mm일 수 있다. 층들의 두께는 3D 인쇄된 라인들의 두께 및/또는 다수의 3D 인쇄된 라인들의 다중도(multiplicity)에 의해 제어될 수 있다. 증가된 두께가 증가된 저항 및/또는 증가된 강성을 제공할 것임에 따라, 라인들의 두께는 벽들의 저항을 제어할 수 있다.

[0059] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 구조층은 제1 재료 조성물로부터 제조될 수 있고/있거나 상기 플렉서블층은 제2 재료 조성물로부터 제조될 수 있고, 제1 재료 조성물은 제2 재료 조성물과 상이하다. 따라서, 3D 인쇄 구조

물은 적어도 2개의 상이한 재료 조성물로 만들어질 수 있으며, 재료 조성물은 압축력이 인가될 때 층들의 거동과 압축성에 영향을 미칠 수 있다.

- [0060] 3D 인쇄 구조물의 형태는 서로 다른 개수의 층들로 벽들을 제공함으로써 조정될 수 있는데, 감소된 높이를 갖도록 의도된 3D 인쇄 구조물의 일부분에는 낮은 개수의 층들을 갖는 벽이 구비될 수 있으며, 증가된 높이를 갖도록 의도된 3D 인쇄 구조물의 일부분에는 서로의 상부에 위치하는 증가된 양의 층들이 구비될 수 있다.
- [0061] 3D 인쇄 구조물이 신발용 미드솔(midsole)일 수 있는 예에 있어서, 더 낮은 높이를 갖도록 의도된 영역들은 예를 들어 앞발 영역이 될 수 있는데, 더 높은 영역들이 예를 들어 3D 인쇄 구조물의 안쪽 부분 상의 아치 영역 및 예를 들어 뒤꿈치 영역이 될 수 있다. 따라서, 3D 인쇄 구조물은 특정 사용자의 발의 형태에 따라 완전히 형성되도록 활용될 수 있으며, 미드솔이 사용되는 신발은 상대적으로 일반적인 형태로 형성될 수 있으며, 어퍼솔(uppersole)과 아웃솔(outsole)은 서로 결합될 수 있고, 아웃솔의 내부 표면은 상대적으로 평평할 수 있고 높이의 의미에서 발의 형태로 형성되지 않을 수 있다. 따라서, 아웃솔의 내부 표면, 즉 아웃솔의 발을 향하는 표면 또는 신발의 발을 향하는 표면은, 중간 부분이 구비된다면, 상대적으로 평평할 수 있으며, 3D 인쇄된 미드솔의 아래 부분을 위한 수용 표면으로 제공될 수 있다. 따라서, 아웃솔의 발을 향하는 표면은 중방향 및 횡방향으로, 발의 모양으로 제공될 수 있지만, 높이 방향으로, 즉 발의 중방향 및/또는 횡방향에 수직인 방향으로 어떤 특징적인 발 모양도 갖지 않을 수 있다. 따라서, 사용자에게 (신발의 중방향 축을 따라) 정확한 사이즈를 갖는 신발에는 발을 향하는 표면 상에, 특히 높이 방향으로 사용자의 발의 윤곽으로 사용자를 위해 특별히 형성된 3D 인쇄된 미드솔이 구비될 수 있고, 걸음걸이, 발로부터 전달되는 힘, 뿐만 아니라 보행, 러닝 또는 정지 포지셔닝 동안의 발의 윤곽 분석의 형태로, 각각의 특정 사용자에 대해 특별히 선택된 영역에서 강화되거나 부드럽게 될 수 있다.
- [0062] 따라서, 본 발명은 또한 상기 개시에 따른 3D 인쇄 구조물로 만들어진 3D 인쇄된 미드솔을 갖는 신발에 관한 것일 수 있다.
- [0063] 3D 인쇄 구조물의 저항을 제어하는 다른 방식은 어떻게 하나의 벽이 제2 벽에 연결되는지, 뿐만 아니라 벽의 형태이다. 하나의 벽이 특정 각도로 다른 벽에 연결된다면, 즉 벽들의 평면이 특정 각도로 교차하는 경우, 벽들이 서로를 향해 각을 이루고 있으며 서로에게 구조적 저항을 제공함에 따라, 특히 하나의 벽이 그 전체 높이를 따라 제2 벽에 연결된 경우, 제2 벽은 증가된 저항을 제1 벽에 제공할 수 있으며 그 반대의 경우도 마찬가지이다.
- [0064] 3D 인쇄 구조물에는 복수의 벽이 구비될 수 있는데, 상기 복수의 벽은 벽들에 실질적으로 평행한 중심 축을 가지며 벽에서 중심 축까지의 반경을 갖는 복수의 셀을 정의한다.
- [0065] 벽들에 압력이 인가되고, 벽에 인가된 힘이 일정 한도를 초과할 때, 벽이 변형될 것이고 벽의 바닥 끝단(제2 단부)이 아웃솔의 발을 향하는 표면에 의해 신발 내부에서 제한됨에 따라, 제1 단부는 제2 단부를 향하는 방향으로 이동하고, 이를 위해 벽은 제1 단부가 하부 방향으로 이동하는 것을 가능하게 하기 위해 버클링, 확장 또는 다른 방식으로 변형될 것이다. 벽이 변형될 것임에 따라, 벽의 변형이 적어도 하나의 방향, 즉 셀의 중심 축을 향하는 방향으로 제한되지 않는 것이 유리할 수 있다. 따라서, 변형된 벽은 셀 내부로 자유롭게 변형될 수 있어서, 벽과 셀 사이의 반경은 적어도 하나의 영역에서 감소된다. 연결된 벽과 연결의 각도가 벽의 저항을 증가 또는 감소시킬 수 있음에 따라, 셀의 형태, 예를 들어, 상부에서 또는 측면에서 보이는 셀의 모양이 또한 벽의 변형에 영향을 미칠 수 있다.
- [0066] 단일 셀이 원형 벽에 의해 제공될 수 있으며, 이는 여러 층에서 원통형 벽을 제공하며, 벽의 외측 표면은 제2 벽에 연결될 수 있다. 따라서, 셀 구조물은 벽들을 통해 다른 원통형 셀들에 연결된 복수의 원통형 셀일 수 있다. 상기 원형 벽은 제1 벽, 제2 벽 및/또는 제3 벽을 포함할 수 있는데, 제1 벽, 제2 벽 및/또는 제3 벽은 원형 벽을 따라 상이한 위치에 있는 원형 벽의 영역들일 수 있다. 따라서, 제1 벽은 예를 들어 0-60도 각도에 위치할 수 있고, 제2 벽은 61-120도에 위치할 수 있으며, 제3 벽은 121-180도에 위치할 수 있다. 대안적으로, 제1 벽은 예를 들어, 0-120도 각도에 위치할 수 있고, 제2 벽은 121-240도에 위치할 수 있으며, 제3 벽은 240-360도에 위치할 수 있다. 원형 벽은 360도 회전을 가질 수 있는데, 상기 회전은 원형 벽의 중심 축을 중심으로 하며, 상기 중심 축은 원형 벽의 중심을 통해 연장된다.
- [0067] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 제1 층은 제1 축 방향으로 제2 층에 접할 수 있다. 이는 제1 층이 제2 층의 상부에 위치할 수 있거나 제1 층이 제2 층 아래에 위치할 수 있음을 의미한다. 서로의 상부에 층들을 위치시킴으로써, 제1 층 및 제2 층은 3D 인쇄 구조물의 일부를 제공하는데, 이는 서로의 상부에 위치할 수 있는 다중의 층들의 구조물로 구축될 수 있다. 따라서 3D 구조물의 벽 부분들은 3D 인쇄 구조물을 생성할 수 있는데, 벽 구

구조물의 하나의 층은 동일한 벽 구조물의 다른 층과 상이한 강성을 가질 수 있고/있거나 벽 부분의 하나의 층이 동일한 층에 있는 상이한 벽 부분의 층과 상이한 강성을 가질 수 있다.

- [0068] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 제2 층의 제2 벽 부분은 2차 구조층 또는 제3 플렉서블층을 포함할 수 있다. 제2 벽 부분에 2차 구조층 또는 제3 플렉서블층이 구비됨으로써, 제1 벽 부분의 3D 인쇄 구조물이 제2 벽 부분만큼 많은 층들을 가질 수 있고, 제1 벽 부분과 유사한 강성 또는 제1 벽 부분보다 낮은 강성을 각각 가질 수 있다. 즉, 제1 벽 부분과 제2 벽 부분이 동일한 개수의 층들을 가지고, 양 벽 부분들이 구조층과 플렉서블층을 갖는 경우, 이들의 결합된 강성은 실질적으로 유사하다. 그러나, 제1 벽 부분과 제2 벽 부분이 동일한 양의 플렉서블층 및 구조층을 갖지 않을 때에는, 더 적은 구조층을 갖는 벽 부분의 강성은 더 많은 개수의 구조층을 갖는 벽 부분보다 낮다. 따라서, 구조층들 및 플렉서블층들의 개수를 조정함으로써 벽 부분들의 강성을 제어하는 것이 가능하다.
- [0069] 하나 이상의 실시예에 있어서, 제1 플렉서블층은 2차 구조층 또는 제3 플렉서블층에 접할 수 있다. 이는 2차 구조층 또는 제3 플렉서블층이 제2 벽 부분에 특정 구조물을 제공할 수 있음을 의미하며, 2차 구조층은 제2 플렉서블층과 접함으로써 제2 벽 부분의 결합된 강성을 증가시킬 수 있거나, 제3 플렉서블층은 제2 벽 부분의 강성이 제1 벽 부분의 대응하는 층들보다 더 낮도록 해줄 수 있다.
- [0070] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 3D 인쇄 구조물은 제3 벽을 포함할 수 있다. 상기 제3 벽은 증가된 가변성을 갖는 3D 인쇄 구조물을 제공할 수 있는데, 상기 제3 벽은 제1 벽 및/또는 제2 벽과 유사한 층으로 구축될 수 있지만, 상기 제3 부분은 대응하는 층들의 제1 및/또는 제2 벽과 상이한 제1 축의 방향으로의 층 구조를 가질 수 있다. 대안적으로, 상기 제3 벽은 3D 인쇄 구조물의 구성에 필요하다면, 제1 벽 및/또는 제2 벽과 유사한 구조를 가질 수 있다.
- [0071] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 제1 층은 제3 벽 부분을 추가로 포함할 수 있는데, 상기 제3 벽 부분은 제1 층에 제2 플렉서블층 또는 2차 구조층을 포함한다. 상기 제3 벽 부분은 3D 인쇄 구조물에 추가의 층을 제공할 수 있는데, 상기 제3 벽 부분은 동일한 층의 제1 벽 부분 및/또는 제2 벽 부분과 유사한 강성을 가질 수 있거나, 제1 벽 부분 및/또는 제2 벽 부분과 다른 강성, 즉 더 높거나 더 낮은 강성을 가질 수 있다.
- [0072] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 제2 층은 제3 벽 부분을 포함하는데, 상기 제3 벽 부분은 제2 층에 구조층 또는 플렉서블층을 포함한다. 상기 제3 벽 부분은 제1 벽 부분 및/또는 제2 벽 부분과 동일한 수의 층들을 가질 수 있어, 제1, 제2 및 제3 벽 부분의 높이가 동일할 수 있다.
- [0073] 하나 이상의 실시예에 있어서, 제1 벽이 제2 벽에 접할 수 있고/있거나 제3 벽이 제2 축을 따르는 방향으로 제2 벽에 접할 수 있다. 이는 벽들이 특정 방향으로 확장될 수 있다는 것을 의미한다. 제2 축은 또한 원형 방향의 일부일 수 있는데, 상기 제1 벽, 제2 벽 및 제3 벽은 환형 또는 다각형 방식으로 연결될 수 있어, 셀과 같은 닫힌 구조의 부분들을 생성할 수 있다. 따라서, 제1, 제2 및/또는 제3 벽들은 환형 방식으로 또는 환형 방식의 부분들로 서로 접할 수 있는데, 상기 벽들은 환형 구조의 일부를 형성한다.
- [0074] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 제2 플렉서블층은 제1 구조층에 접할 수 있다. 상기 제2 플렉서블층은 제2 축을 따르는 방향으로 제1 구조층에 접할 수 있는데, 상기 제2 플렉서블층은 제2 축의 방향을 따라 보여질 때 제1 구조층의 측면에 위치한다.
- [0075] 상기는 3D 인쇄 구조물의 제1 층이 제2 층과 상이한 구조를 가지고 있다는 것을 개시한다. 3D 인쇄 구조물의 벽들은 제1 축을 따라 연장될 수 있는 한편, 제2 벽은 제1 벽의 측면에, 즉 제1 축으로부터 직각인 방향으로, 위치될 수 있다. 본 개시의 의미 내에서 상기 제2 층은 상기 제1 층에 직교할 수 있다. 따라서, 3D 인쇄 구조물은 적어도 2개의 방향으로 다양한 구조를 갖는 다수의 층을 가질 수 있는데, 상기 제1 벽 부분 및 제2 벽 부분, 또는 임의의 후속 벽 부분의 구조는, 3D 인쇄 구조물의 상이한 부분에서 반복될 수 있다. 이는 특정 강성을 갖는 3D 구조물을 제공하도록 복수의 벽 및/또는 복수의 층을 제공하기 위해, 상기 제1 벽 부분 및 제2 벽 부분의 구조가 제1 축의 방향 및/또는 제2 축의 방향으로 반복될 수 있음을 의미할 수 있으며, 이는 3D 구조물의 하나 이상의 벽 또는 벽 부분에서 구조층들 및 플렉서블층들의 조합이 될 수 있다.
- [0076] 일 실시예에 있어서, 적어도 제1 층 및 제2 층을 갖는 탄성 재료의 3D 인쇄 구조물이 제공될 수 있는데, 상기 3D 인쇄 구조물은 적어도 1차 구조층 및 적어도 제1 플렉서블층을 포함하는 적어도 제1 벽, 및 적어도 2차 구조층 및 적어도 제2 플렉서블층을 포함하는 적어도 제2 벽을 포함하고, 상기 3D 인쇄 구조물은 제3 축을 포함하고, 상기 제3 축은 제1 및 제2 층과 교차하고 상기 제3 축은 1차 구조층과 2차 구조층과 교차하며, 상기 1차 구조층은 제1 강성을 가지고 상기 제1 플렉서블층은 제2 강성을 가지며, 상기 제1 강성은 상기 제2 강성보

다 크다.

- [0077] 상기의 3D 인쇄 구조물의 제공에 의하면, 제3 축이 3D 인쇄 구조물의 양 층들과 교차하고, 1차 및 2차 구조적 구조물은 제3 축이 제1 및 제2 층에 특정 각도로 제공되는 것을 의미하며, 제1 및 제2 층은 서로에 대해 실질적으로 평행하다. 이는 또한 특정 각도의 제3 축이 제1 층을 통해 제2 층으로 연장될 수 있고, 후속 층에 제2 층까지 계속될 수 있음을 의미할 수 있다. 또한, 3D 인쇄 구조물의 상이한 벽들 내의 구조층들의 존재에 의하면, 제1 및 제2 벽이 실질적으로 평행한 제1 축을 가질 수 있다. 이는 또한 제3 축이 3D 인쇄 구조물의 벽들에 특정 각도로 있음을 의미한다. 즉, 제3 축은 제1 벽에 평행한 제1 축과 제1 층에 평행한 제2 축 사이의 각도를 갖는 것으로 보일 수 있다. 즉, 제1 축이 90도인 각도를 가지며 제2 축이 0도인 각도를 갖는다면, 제3 축이 3D 인쇄 구조물의 적어도 2개의 층 및 3D 인쇄 구조물의 적어도 2개의 벽들과 교차하는 것을 가능하게 하면서 제3 축이 0도보다 높지만 90도보다 낮을 수 있는 각도를 갖는다.
- [0078] 층들에서 제3 축의 교차점은 제1 층 및 제2 층이 서로 상이하고, 1차 구조층 및 2차 구조층이 서로 분리되는 것을 의미할 수 있는데, 즉 상기 축은 제1 및 제2 구조물의 층들 및/또는 동일 위치들에서 벽들의 구조층들과 교차하지 않을 수 있다. 따라서, 3D 구조물들의 층들 및 구조층들은 제3 축의 상이한 위치들에서 제3 축과 교차할 수 있는데, 즉, 3D 구조물들의 층들의 교차점들이 제3 축을 따라 상이한 위치들에 있고, 벽들의 구조층들도 유사하다.
- [0079] 제3 축을 따라 구조층들을 위치시킴으로써, 3D 인쇄 구조물의 상이한 층들에서 구조층들 및/또는 플렉서블층들 간의 상호 작용을 얻는 것이 가능할 수 있으며, 플렉서블층들에 비해 구조층들의 증가된 강성은 서로 다른 벽에서 두 층 사이에 탄력성/스프링 효과를 생성하여 3D 인쇄 구조물의 상이한 벽들이 벽들 사이에 탄력적인 기계적 상호 작용을 갖는 것을 가능하게 할 수 있어, 구조층들에 의해 제공되는 3D 인쇄 구조물의 강성이 제3 축을 따라 3D 인쇄 구조물 전체에서 뒤따를 수 있다.
- [0080] 하나 이상의 실시예에 있어서, 3D 인쇄 구조물이 제3 층을 포함할 수 있고 선택적으로 적어도 3차 구조층 및 적어도 제3 플렉서블층을 포함하는 적어도 제3 벽을 추가로 포함하는 경우, 제3 축은 제3 층 및 3차 구조층과 교차한다. 따라서, 3D 인쇄 구조물에는 3차 구조층 뿐만 아니라 3D 인쇄 구조물의 적어도 제3 층을 갖는 추가의 벽이 구비될 수 있으며, 상기 제3 축은 제3 층 뿐만 아니라 제3 구조층과 교차한다. 따라서, 제1 벽과 제2 벽 사이 뿐만 아니라 제3 벽 사이의 탄성 관계를 제공하기 위해, 제3 벽은 제1 및 제2 벽에 대한 추가의 연결을 제공할 수 있다. 제3 축이 3차 구조층과 교차함에 따라, 벽들에서 구조층들을 둘러쌀 수 있는 플렉서블층과 비교하여, 3개의 구조층들의 증가된 강성은 3D 인쇄 구조물의 여러 층과 여러 벽을 통해 제3 축에 뒤따를 수 있다.
- [0081] 하나 이상의 실시예에 있어서, 제1 벽, 제2 벽 및/또는 제3 벽은 각각 1차 제1 축, 2차 제1 축 및 3차 제1 축을 포함할 수 있다. 제1, 제2 및/또는 제3 벽은 각각 제1 축을 포함할 수 있는데, 벽에서 플렉서블층 및 구조층의 구조는 제1 축을 따를 수 있다. 하나의 벽으로부터 다른 벽으로 구조가 상이할 수 있거나, 각 벽에 대해 유사할 수 있는데, 예를 들어 하나의 벽에서 다른 벽으로 위치가 쉬프트될 수 있다. 즉, 구조층은 제1 벽의 제1 층, 제2 벽의 제2 층, 그리고 제3 벽의 제3 층에 있는 그런 식이다.
- [0082] 하나 이상의 실시예에 있어서, 1차 구조층 및 2차 구조층은 3D 인쇄 구조물에서 상이한 층에 위치할 수 있다. 3D 인쇄 구조물의 상이한 층들에 1차 구조층과 2차 구조층을 구비함으로써 하나의 벽에서 다른 벽으로 대각선 방식으로 벽의 강성을 쉬프트하는 것이 가능할 수 있는데, 즉, 제2 벽의 증가된 강성이 제1 벽의 구조층보다 낮거나 높은 층에 제공된다.
- [0083] 하나 이상의 실시예에 있어서, 3차 구조층은 3D 인쇄 구조물의 1차 및/또는 2차 구조층과는 상이한 3D 인쇄 구조물의 층에 위치할 수 있다. 따라서, 3차 구조층은 1차 및 2차 구조층과 다른 층에 있을 수 있다. 즉, 1차 층이 제1 층에 있고, 2차 층이 제2 층에 있다면, 3차 구조층은 제1 및/또는 제2 층과 다른 층에 있을 수 있다. 따라서, 구조층은 하나의 벽에서 다른 벽으로 높이로 쉬프트될 수 있으며, 구조층의 강성이 제3 축을 따라 이동되는 것을 가능하게 한다.
- [0084] 하나 이상의 실시예에 있어서, 제1 벽은 제2 벽에 접할 수 있고/있거나 제3 벽은 제2 벽에 접할 수 있다. 서로 접하는 제1 및 제2 벽을 가짐으로써, 그리고 선택적으로 제2 벽에 접하는 제3 벽을 가짐으로써, 하나의 벽에서 다른 벽으로 강성을 직접 이동시키는 것이 가능할 수 있다. 따라서, 하나의 벽의 구조층의 강성은, 벽의 강성이 인접하는 벽의 구조층에 의해 영향을 받을 다른 벽으로 직접 전달될 수 있다. 또한, 벽이 서로 인접한 벽들을 가짐으로써, 그리고 구조층들과 교차하는 제3 축을 가짐으로써, 하나의 벽에서 다른 벽으로 강성이 이동할 수 있고, 3D 인쇄 구조물의 벽들 사이에서 이동하는 협동 효과를 생성할 수 있다.

[0085] 하나 이상의 실시예에 있어서, 제1 벽 및 제2 벽 및 선택적으로 제3 벽은 미리 정해진 셀 부피를 정의하는 단힌 셀의 일부를 형성할 수 있다. 따라서, 위에서 본 단힌 셀은 벽들이 셀에 대한 경계를 정의하는 뷰(view)를 가질 수 있으며, 단힌 셀을 생성하는 복수의 벽의 부분들일 수 있다. 단힌 셀은 예를 들어 6개의 벽을 가질 수 있는데, 이들은 예를 들어 6각형 모양과 같은 환형 방식으로 연결되며, 제1 벽이 제2 벽에 접하고 제3 벽이 제2 벽에 접하고, 제4 벽이 제3 벽에 접하는 등의 방식이다. 셀의 단힌부는 예를 들어 제6 벽이 제1 벽의 반대편에 상에서 제1 벽과 접하는 위치가 될 수 있다. 각 벽에 구조층을 가짐으로써, 그리고 층들이 제3 축에 의해 교차될 수 있음으로써, 구조층들은 하나의 벽을 그 인접하는 벽과 비교할 때 상부 방향으로 또는 하부 방향으로 이동할 수 있다. 따라서 단힌 셀의 벽들의 강성은 하나의 벽에서 다른 벽으로 변경될 수 있다. 단힌 셀은 임의의 적절한 형태를 가질 수 있다.

[0086] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 제3 축은 헬리컬 축 및/또는 스파이럴 축일 수 있다. 헬리컬 및/또는 스파이럴 축의 형태로 제3 축을 구비함으로써, 상기 축은 코일형 경로를 따를 수 있는데, 상기 코일형 경로는 예를 들어 단힌 셀의 벽들(즉, 주변벽들)을 따를 수 있다. 예를 들어 헬리컬 경로에 제3 축을 구비하고, 제3 축이 벽의 구조층과 교차함으로써, 벽들의 구조층들은 또한 헬리컬 경로를 따를 수 있다. 따라서 이는 벽들의 강성이 헬리컬 방식으로 형성될 수 있어, 단힌 셀이 예를 들어 단힌 셀의 주변을 따라 코일형 스프링을 모사하는 강성 프로파일을 가질 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 이는 단힌 셀의 벽들이 코일형 스프링과 유사한 방식으로 실시될 수 있으며, 제1 축의 방향으로 인가된 힘이 구조층들을 통해 하나의 벽에서 다른 벽으로 전달되며, 헬리컬 축의 경로를 따를 때 상기 힘이 측면 방향(제2 축)으로 뿐만 아니라 상부 방향 및/또는 하부 방향으로 모두 전달되는 것을 의미한다. 따라서, 벽들 및 구조층들은 에너지를 저장하고 후속하여 이를 방출하여 충격을 흡수하거나 접촉 표면들 사이의 힘을 유지하는 데 사용될 수 있는 기계적 디바이스로 활용될 수 있다.

[0087] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 1차 구조층은 제1 층의 일부이고 상기 2차 구조층은 제2 층의 일부일 수 있다. 선택적으로, 상기 3차 구조층은 제3 층의 일부일 수 있다. 이는 벽들의 구조물을 제공하는데, 벽들의 구조층들이 이전 벽에 비해 하나의 층만큼 오프셋될 수 있다. 이는 또한 층에 구조층이 위치하는 경우, 구조층이 층의 필수적인 부분이거나, 특정 위치의 층이 대응하는 구조층을 포함하거나 구성할 수 있다는 것을 의미할 수 있다.

[0088] 하나 이상의 실시예에 있어서, 1차 구조층에서 제3 축의 교차점은 제1 층의 교차점과 동일 위치에 있을 수 있고, 2차 구조층에서 제3 축의 교차점은 제2 층의 교차점과 동일 위치에 있을 수 있다. 선택적으로, 3차 구조층에서 제3 축의 교차점은 제3 층의 교차점과 동일 위치에 있을 수 있다. 따라서, 제3 축은 동일 위치의 층 및 구조층과 교차할 것이고, 따라서 하나의 층과 하나의 구조층에 있는 교차점은 3차원 공간의 적어도 하나의 지점으로 보일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0089] 이하는 도면을 참조하여 예시적인 실시예들에 대한 설명이다.

도 1a 및 도 1b는 본 설명에 따른 3D 인쇄된 벽의 제1 및 제2 실시예의 단면도를 나타낸 것이다.

도 2a, 도 2b 및 도 2c는 3D 인쇄된 벽의 단면도를 나타내는데, 압축력이 인가될 때 벽이 어떻게 반응할 수 있는지 나타낸 것이다.

도 3은 3D 인쇄된 벽의 일 예의 사시도를 나타낸 것이다.

도 4는 3D 인쇄된 벽의 추가 실시예의 단면도를 나타낸 것이다.

도 5는 3D 인쇄된 벽의 3개 부분의 현미경도를 나타낸 것이다.

도 6a, 도 6b 및 도 6c는 3D 인쇄 구조물의 3개의 분리된 층들을 나타낸 것이다.

도 7a 및 도 7b는 서로 다른 단계에서의 층 구조물의 사시도를 나타낸 것이다.

도 8은 3D 인쇄 구조물의 일부의 단면도를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0090] 도 1은 개략적인 단면도로 보여진 3D 인쇄 구조물(1)의 제1 예시적인 실시예를 도시하는데, 제1 축(A)을 따라 연장되는 복수의 층을 갖는 제1 벽(2)을 갖는다. 제1 벽(2)은 1차 구조층(3), 제1 플렉서블층(4) 및 제2 플렉서블층(5)을 포함한다. 이 예시적인 실시예에서, 제1 벽(2)은 2차 구조층(6), 3차 구조층(7) 및 4차 구조층(8)을

포함하는데, 2차 구조층(6)과 3차 구조층(7), 뿐만 아니라 3차 구조층(7)과 4차 구조층(8) 각각은 2개의 플렉서블층(9, 10, 11, 12)에 의해 각각 분리된다. 즉, 여기서 1차 구조층(3) 및 제1 플렉서블층(3) 및 제2 플렉서블층(4)의 구조는 벽(2)의 종방향(A)으로 벽(2)의 길이를 따라 반복된다.

[0091] 1차 구조벽(3)과 제1 플렉서블층(4) 및 제2 플렉서블층(5), 뿐만 아니라 후속 벽들은 높이(H)와 폭(W)을 갖는 플렉서블 재료의 압출된 라인을 사용하여 3D 인쇄되며, 3D 인쇄 구조물에서 재료의 하나의 층은 높이(H)가 될 수 있고, 3D 인쇄 구조물에서 요구되는 바와 같이 연속적인 방식으로 적용될 수 있다.

[0092] 이 실시예에서, 이 벽(2)의 구조층(6)은 압출된 플렉서블 재료의 2개의 개별 라인(12, 13)으로 제공되는데, 2개의 개별 라인(13, 13')은 결합 측면에서 서로 결합되며, 결합 측면(14)은 재료의 2개의 라인(13, 13') 사이에 영구적인 본딩을 제공한다. 또한, 구조층(6)은 적어도 하나의 플렉서블벽(5, 9)에 결합될 수 있는데, 플렉서블벽의 상부벽(15) 또는 하부벽(16)이 구조층(6)의 상부벽 또는 하부벽에 결합되어 2개의 층 사이에 영구적인 본딩을 생성할 수 있다. 층들 사이의 본딩은 본 단면도에 표현된 2D 평면에 실질적으로 수직인 축 B를 따라 층(6, 5, 9)의 전체 길이를 따라 연장될 수 있다. 플렉서블층들(9, 10)은 또한 층(9, 10)의 전체 길이를 따라 본딩될 수 있다. 이 실시예에서 볼 수 있는 바와 같이, 구조층(6)은 플렉서블층(5, 9)의 폭(W)의 약 2 배인 폭(2W)을 갖는다. 구조층(6)의 폭은 상기 층이 플렉서블층(5, 9)보다 더 높은 강성을 갖도록 하여, 제1 축(A)의 방향으로 벽(2)에 압축력이 인가될 때, 구조층(6)이 플렉서블층보다 더 긴 시간 동안 변형에 저항할 것이다. 도 1a에 표시된 모든 구조층 및 플렉서블층에 대해 동일한 고려들이 이루어질 수 있다.

[0093] 유사하게, 도 1b는 벽(20)의 또 다른 예시적인 실시예를 도시하는데, 벽은 1차 구조층(21), 2차 구조층(22), 뿐만 아니라 제1 축(A)의 방향으로 1차 구조층(21)을 2차 구조층(22)로부터 분리하는 6개의 플렉서블층(23, 24, 25, 26, 27, 28)을 포함한다. 2차 구조층(22) 아래에 2 이상의 플렉서블층들이 구비된다. 이 실시예에서, 도 1a에 도시된 실시예를 고려하면 플렉서블층의 개수가 증가되는데, 이는 2개의 벽들이 유연한 라인과 유사한 재료 및 유사한 치수로 유사한 높이(H)와 폭(W)을 갖는 플렉서블 재료의 라인들과 유사한 재료 및 유사한 치수의, 유사한 방식으로 제조된다고 가정하면, 벽(20)의 집단 강성이 도 1a에 도시된 벽(2)보다 더 작다는 것을 의미한다. 유연성의 증가는 벽이 도 1a의 벽(2)보다 축 A를 따라 단위 길이당 많은 플렉서블층을 가지고 있다는 사실에 기인한다. 따라서, 축 A의 방향으로 압축력이 제공될 때, 구조층들(21, 22)은 변형에 저항할 것이고, 플렉서블층들(23, 24, 25, 26, 27) 중 어느 하나가 구조층들(21, 22)보다 먼저 변형될 수 있다.

[0094] 도 2a는 3개의 플렉서블층(34, 35, 36)의 제1 세트 및 플렉서블층(37, 38, 39)의 제2 세트에 의해 서로로부터 분리된 3개의 구조층(31, 32, 33)을 갖는 벽(30)을 도시한 것이다. 상기 벽(30)이 그것의 압축되지 않은 상태에 있을 때, 제1 축(A)은 각 층의 중앙 부분과 교차하여, 상기 벽(30)은 실질적으로 곧은 모양을 갖는다.

[0095] 축 A의 방향으로 압축력의 증가는 층들(34, 35, 36, 37, 38, 39)의 플렉서블 재료의 변형을 가져올 것이며, 재료의 유연성에 기인하여 벽(30)의 모양이 변화되는 것을 야기할 것이며, 그리고 압축력의 증가에 따라, 벽이 제1 축(A)으로부터 멀어지게 구부러지는 방식으로 벽(30)은 결국 변형될 것이다. 벽의 제1 단부(40)와 벽의 제2 단부(41)가 제 위치에 고정되어 있다고 가정하면, 벽의 변형은 벽(30)의 중앙 부분(42)에서 발생할 가능성이 가장 높는데, 벽(30)의 중앙 부분(42)은 제1 축(A)으로부터 멀어지게 편향될 것이다. 서로 다른 강성을 갖는 층들로 구성된 벽의 경우, 플렉서블층들(34, 35, 36, 37, 38, 39)과 같이 더 낮은 강성을 갖는 벽의 부분들이 변형되는 첫 번째 영역들이 되고, 따라서 플렉서블층(34, 35, 36, 37, 38, 39)의 영역에서 축 A로부터 벽의 편향을 유발할 가능성이 높으며, 구조층들(31, 32, 33)은 특정 지점까지 변형에 저항할 것이다. 변형의 일 예는 도 2b에서 볼 수 있는데, 2개의 플렉서블층(35, 38)이 횡방향(C)으로 편향되고, 양 층 모두 동일한 방향(c1)으로 편향되어, 도 2b에서 볼 수 있는 바와 같이, 벽의 길이가 초기 길이(X)에서 압축된 길이(Y)로 감소하는 것을 유발한다.

[0096] 도 2c에는, 압축력이 벽(30)에 인가되어야 하는 동일한 상황이 도시되어 있는데, 플렉서블층(35)이 방향(c1)으로 편향되고 플렉서블층이 방향(c2)으로 편향된다. 방향들(c1 및 c2)은 단지 예시들로 도시되어 있으며, 플렉서블층들은 동일한 방향, 반대 방향 또는 다른 방향으로 편향될 수 있다. 플렉서블층의 개수가 단지 2개일 때 유사한 편향이 발생할 수 있는데, 플렉서블층은 축 C에 의해 도시된 방향으로 제1 축(A)로부터 멀어지는 방향으로 편향될 수 있다.

[0097] 도 3은 3D 인쇄 구조물(1)의 다른 실시예를 도시하는데, 벽(50)을 갖는 개략적인 단면도를 가지고, 개략적으로 보면, 상기 벽은 적어도 1차 구조층(51), 그리고 제1 플렉서블층(52) 및 제2 플렉서블층(53)을 포함한다. 상기 벽은 2차 구조층(54)과 4개의 추가의 플렉서블층들(55, 56, 57, 58)을 추가로 포함한다. 벽(50)의 층들 각각은 종방향 축(D)을 가지며, 이는 각각의 층의 길이를 따라 층의 중심을 따라 연장된다.

- [0098] 도 3에 도시된 3D 인쇄 구조물은 층들(51-58)의 종방향 축(D)이 축(A)의 방향으로 벽(50)의 길이를 따라 실질적으로 중심에 놓이도록, 즉, 축(D)이 층들 각각의 종방향 축(D)과 교차하도록 형성된다. 이는 축(A) 방향으로 벽(50)에 압축력이 인가될 때, 힘이 각각의 층의 중심으로 이동하고, 벽(50)의 높이(도 2a에 도시된 바와 같이 X)를, 도 2b 및 도 2c에 도시된 것과 유사하게, 플렉서블층이 변형되기 시작하고 종방향 축(A)으로부터 멀어지기 전에 미리 정해진 크기의 압축력까지 유지하는 데 도움을 줄 수 있다는 것을 의미한다.
- [0099] 도 4는, 도 2a-2c에 도시된 것과 유사한, 3개의 구조층(61, 62, 63) 및 6개의 플렉서블층(64, 65, 66, 67, 68, 69)을 갖는 벽(60)의 개략적인 단면도를 나타낸 것이다. 이 예시적인 실시예에서, 플렉서블층들(65 및 68)의 종방향 축(D)은 벽(60)의 종방향 축으로부터 멀어지는 방향(c1 및 c2)로 오프셋되어 있는데, 종방향 축의 이 오프셋은, 벽(60)의 종방향 축(A)의 방향으로 압축력이 인가될 때, 가해질 때를 보장한다. 플렉서블층들(65 및 68)이 방향들(c1 및 c2)로 편향되도록 미리 배치되거나 편향되도록 하여, 벽(60)이 이러한 방향들로 구부러질 수 있게 한다. 층들의 종방향 축의 오프셋은 반드시 반대 방향으로 되어야 할 필요는 없으며, 동일한 방향으로 될 수 있다. 오프셋은 또한 벽의 특정한 변형을 강제하도록 대각선 방향(방향(A) 및 방향(c1 또는 c2)의 산물(곱))으로 압축력을 변환하기 위해 하나 이상의 구조층에 도입될 수 있다.
- [0100] 도 5는 3D 인쇄 구조물의 절단 단면의 현미경도를 나타내며, 각각 제1 단부(71) 및 제2 단부(72)를 갖는 벽들(70, 80, 81)의 3가지 예를 나타내는데, 각각의 벽(70, 80, 81)은 복수의 플렉서블층(73) 및 복수의 구조층(74)을 가지며, 구조층들(74)은 플렉서블층들에 의해 분리된다. 이 도면에서 볼 수 있는 바와 같이, 재료층들은 서로 결합되어, 제1 단부(71)로부터 제2 단부(72)까지 다소 균일한 구조물을 생성하며, 각각의 층(73, 74)은 서로 융합된다. 여기서 구조층이 플렉서블층들의 폭(W)보다 더 큰 폭(2W)을 갖는 것은 명백하며, 이는 플렉서블층(73)의 강성보다 더 높은 구조층들(74)의 강성을 증대시킨다.
- [0101] 도 6a - 6c는 3D 인쇄 구조물의 분리된 층들을 나타내는데, 도 6a는 제1 층(90)을 나타내고, 도 6b는 제2 층(91)을 나타내고, 도 6c는 제3 층(92)을 나타낸다. 3D 인쇄를 통해 3D 인쇄 구조물이 구축될 때, 제1 층(90)은 베이스층으로 보일 수 있고, 제2 층(91)은 제1 층(90)의 상부에 위치할 수 있고, 제3 층(92)은 제2 층(91)의 상부에 위치할 수 있다. 3D 인쇄 구조물에 제4 층이 추가된다면, 제4 층은 예를 들어 제1 층과 동일한 구조를 가질 수 있다.
- [0102] 도 6a-6c에서 볼 수 있는 바와 같이, 각각의 층은 층(90, 91, 92)의 우측(95)에서 좌측(96)으로 지그재그 패턴을 따르는 연속적인 라인(94)을 갖는다. 구조는 라인이 복수의 육각형(97)을 생성하는 방식으로 형성될 수 있는데, 각각의 육각형은 6개의 벽(98)을 갖는다. 하나의 육각형에 인접한 육각형들 중 2개(97a, 97b)는 육각형들(97a 및 97b)을 분리하는 2개의 벽(98a, 98a')이 있는 방식으로 인쇄되는 한편, 인접한 육각형들 중 4개(97c)(이들 중 단지 2개만 참조 번호가 있음)는 첫번째 육각형(97)과 분리된 단일 벽을 가지고 있다. 따라서, 단일 층의 2개의 벽은, 2개의 벽(98a, 98a')와 같이, 구조층을 생성하고, 서로 본딩되어 단일 벽보다 더 높은 강성을 갖는다. 따라서 단일 벽(98b, 98c, 98e, 98f)로만 분리된 육각형들은 플렉서블벽을 생성한다.
- [0103] 그런 다음, 다음 층, 즉, 제2 층(91)이, 도 6b에 도시된 바와 같이, 층(91)의 구조가 제1 층(90)에 대해 60도 회전되는 방식으로 생성되는데, 이는 육각형의 2개의 벽 상에 존재했던 2개의 벽은, 이제 플렉서블벽(도 6a의 98b, 98e)의 상부에 놓이게 되므로, 제2 층(91)의 구조층은 이제 벽의 종방향(도 1의 축 A)으로 플렉서블층과 접한다.
- [0104] 그런 다음, 다음 층, 즉, 제3 층(92)이, 도 6c에 도시된 바와 같이, 층(92)의 구조가 제2 층(90)에 대해 60도 회전(α)(제1 층(90)에 대하여 120도 회전)하는 방식으로 생성되는데, 이는 육각형의 2개의 벽에 존재했던 2개의 벽(98a, 98a')이 이제 플렉서블벽(도 6a의 98c-98e)의 상부에 놓여 있다는 것을 의미하여, 제2 층(91)의 구조층은 이제 벽의 종방향(도 1의 축 A)으로 플렉서블층에 접한다.
- [0105] 따라서, 서로의 상부에 층들을 추가하고 층들을 어느 정도 회전시킴으로써, 육각형 셀을 구축하는 것이 가능한데, 육각형 모양의 벽들이 예를 들어 도 1a에 도시된 바와 같은 구조를 가지며, 벽은 축 A의 방향으로 1차 구조층, 제1 및 제2 플렉서블층을 갖는다. 축 A는 도 6a-6c에 도시된 2차원 평면에 수직인 축으로 보여질 수 있는데, 벽의 종방향 축은 도면의 평면으로부터 독자를 향해 위로 올라간다.
- [0106] 도 7a 및 도 7b는 도 6a-6c에 개시된 프로세스의 사시도를 나타낸 것으로, 가장 왼쪽의 구조는 3D 인쇄 구조물의 제1 층(100)을 나타내는데, 이중벽(101)은 제1 각도를 가지며, 2개의 인접한 단일 벽들(103)을 갖는다. 왼쪽에서 2번째 구조에서, 제2 층(102)이 제1 층(101)의 상부에 위치하였는데, 이중벽(101)은 이제 층의 구조를 60도 회전하여 단일벽(103)과 접하고, 단일벽(103)은 이제 제1 층의 이중벽 상부에 위치한다. 왼쪽에서 3번째 구

조는 제3 층(104)이 제2 층(102)의 상부에 위치하는 것을 나타내는데, 이중벽은 이제 제2 층(102)의 단일 벽(103)의 상부에 위치하고, 제3 층의 단일벽(103)은 제2 층의 이중층(101) 상부에 위치하였다. 왼쪽에서 4번째 구조는 이제 제1 층과 다소 동일한 구조를 갖는 제4 층(105)이 어떻게 제3 층의 상부에 위치하는지 나타내어, 이중벽(101)은 단일벽(103)의 상부에 위치하고, 제4 층의 단일 벽(103)은 제3 층의 이중벽(101)의 상부에 위치한다.

[0107] 각각의 높이에서 이중벽을 회전시켜 도 1에 도시된 바와 같은 방식으로 서로의 상부에 층들을 제공함으로써, 도 1 내지 도 5에 도시된 바와 같은 벽을 구축하는 것이 가능하게 되는데, 플렉서블층(단일벽)이 구조층(이중벽)을 따른다. 회전은 상이한 방식으로 수행될 수 있는데, 각각의 층에 상이한 회전 및 구조로 제공될 수 있어, 원하는 벽의 구조가 얻어질 수 있다. 또한, 셀들이 상이한 모양을 가질 때, 층들의 회전은 상이하게 수행될 수 있으며, 즉, 특정 구조를 얻기 위해, 삼각형 모양의 셀에 대하여 회전은 약 120도의 곱(product)이 될 수 있고, 직사각형 모양의 경우 회전은 예를 들어 90도의 곱이 될 수 있다. 셀의 모양이 원형이라면, 특정 구조를 얻기 위해 임의의 각도를 회전에 활용할 수 있다. 따라서, 층들의 회전은 3D 인쇄 구조물의 벽 구조 또는 셀들의 모양을 고려하여 조정될 수 있다.

[0108] 도 8은 셀(200)의 구조의 개략적인 단면도를 나타낸 것으로, C 방향으로 서로 부착된 3개의 인접한 벽(201, 202, 203)을 나타낸다. 축 A의 방향으로 반복되는 패턴으로, 각각의 벽은 구조층(204)을 가지며, 그 뒤에 2개의 플렉서블층(205, 206)이 따른다. 다른 실시예에 있어서, 벽들 및 인접한 벽들의 특정 패턴, 구조를 얻기 위해 이전 실시예들에서 나타낸 임의의 벽이 활용될 수 있다. 일 실시예에 있어서, 인접한 벽들의 패턴은 임의의 적합한 패턴일 수 있는데, 예를 들면 도 1a에 도시된 구조층 및 플렉서블층의 패턴이 하나의 벽에 제공될 수 있으며, 인접한 벽은 예를 들어 도 1b, 도 1c 또는 도 4에 도시된 패턴을 가질 수 있다. 따라서, 벽들의 특정 패턴에 대한 요구 사항이 없으며, 이 패턴은 특정 적용을 위해 조정될 수 있는데, 하나의 벽은 제1 강성을 가지며, 제1 벽보다 높거나 낮을 수 있는 다른 유연성을 갖는 다른 벽이 뒤따른다.

[0109] 축 C의 방향으로 도 8의 3D 인쇄 구조물을 볼 때, 구조물의 각각의 재료층이 제2 축 E를 가지면서, 적어도 하나의 구조층(204)과 제1 플렉서블층(205) 및 제2 플렉서블층(206)을 갖는 것을 볼 수 있다. 따라서, 3D 인쇄 구조물은 하나의 층에서 벽의 층을 정의할 수 있으며, 벽들 중 하나는 더 높은 강성을 갖는 구조층을 가질 수 있는 한편 2개의 인접한 벽들은, 또는 구조벽의 각각의 측면 상에, 플렉서블벽을 가질 수 있다.

[0110] 또한, 도 8의 구조를 볼 때, 구조벽의 구조가 도 8에 도시된 바와 같이, 축 F를 따라, 대각선 패턴을 갖는 것으로 보여질 수 있다는 것을 볼 수 있다. C 방향으로 이동할 때, 구조층이 플렉서블층(205)으로 대체되고, 측면으로, 즉 인접한 벽(202)에 있는 다음 구조층(204)이 제1 벽(201)의 제1 구조층(204)보다 1층 더 낮은 것이 보여질 수 있다. 제3 벽(203)의 구조층(204)이 제2 벽(202)의 이전 구조층(204)보다 1층 낮은 것이 동일하게 언급될 수 있다. 따라서, 3차원으로 볼 때, 구조층(204)은 헬리컬 축을 따르는데, 인접한 벽은 선행하는 벽보다 1층 낮은 구조층을 갖는다.

[0111] 이 실시예에 있어서, 구조층(204)은 축 A의 방향으로 플렉서블층에 접하고, 또한 축 E의 방향으로 플렉서블층에 접할 수 있다. 따라서, 3D 인쇄 구조물(200)의 제1 층(207)의 구조층(204)은 3D 인쇄 구조물(200)의 제2 층(208)의 구조층(204)에 접하는 플렉서블층(205)을 갖는다. 또한, 제2 벽(202)에는 제1 층(208)의 구조층(204)에 접하는 플렉서블층(205)이 구비될 수 있다. 또한, 제3 벽(203)에는 축 E의 방향으로 제1 층(208)의 플렉서블층(205)과 접하는 플렉서블층(205)이 추가로 구비될 수 있다.

[0112] 제3 층(209)은 선행하는 층(208)의 플렉서블층(205) 또는 구조층(204)에 인접하면서, 축 A의 방향으로 플렉서블층(205) 또는 구조층(204)이 추가로 구비될 수 있다.

[0113] 도 8에 도시된 실시예의 벽들은 제3 축 F를 갖는 것으로 보일 수 있으며, 제3 축은 (도 7a 및 7b에서 헬리컬 방식으로 보여진 바와 같이) 셀들의 벽들을 따르는 것으로 보일 수 있다. 따라서, 헬리컬 축 F는 각각의 벽에서, 축 F가 구조층(204)과 교차하는 위치에서 대각선 아래 방향으로 연장될 수 있다. 도 8에 도시된 뷰는 측면에서 2차원으로 보여질 때 왜곡된다. 헬리컬 축은 3차원 공간에서 곡선으로 보일 수 있고 모양이 코일 스프링과 유사하거나 스퀘어형 계단의 핸드 레일과 유사할 수 있으며, 상기 헬리컬 축은 예를 들어 원통형 나선의 모양으로 "스크류" 모션으로 아래 방향으로 이동한다.

[0114] 본 개시에 따르면, 3D 인쇄 구조물의 1개, 2개 또는 3개의 벽의 예시적인 실시예들은 결합 가능한 것으로 이해되어야 한다. 즉, 하나의 벽을 도시하는 도면에 있어서, 동일한 벽은 본 설명에 따라 제2, 제3 또는 임의의 후속 벽 또는 벽의 부분으로 활용될 수 있다. 당업자들은 3D 인쇄 구조물의 본 설명에 기초하여 일 실시예의 개시

를 다른 실시예와 결합하는 데 어떠한 문제도 갖지 않을 것이다.

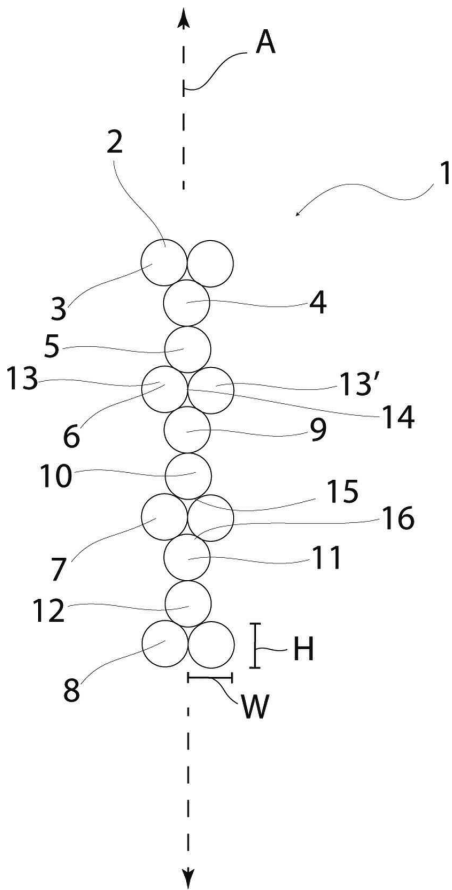
[0115] "제1", "제2", "제3" 및 "제4", "1차", "2차", "3차" 등의 용어의 사용은 특정 순서를 의미하는 것은 아니며, 개별 요소들을 식별하기 위해 포함된다. 또한 "제1", "제2", "제3" 및 "제4", "1차", "2차", "3차" 등의 용어의 사용은 순서나 중요성을 나타내는 것이 아니며, "제1", "제2", "제3" 및 "제4", "1차", "2차", "3차" 등 용어는 오히려 하나의 요소를 다른 요소와 구별하기 위해 사용된다. "제1", "제2", "제3" 및 "제4", "1차", "2차", "3차" 등의 단어들은 여기 및 다른 곳에서 라벨링의 목적으로만 사용되며 구체적인 공간 또는 시간 순서를 나타내도록 의도된 것은 아니다.

[0116] 또한 제1 요소의 라벨링이 제2 요소의 존재를 의미하는 것은 아니며 그 반대의 경우도 마찬가지이다.

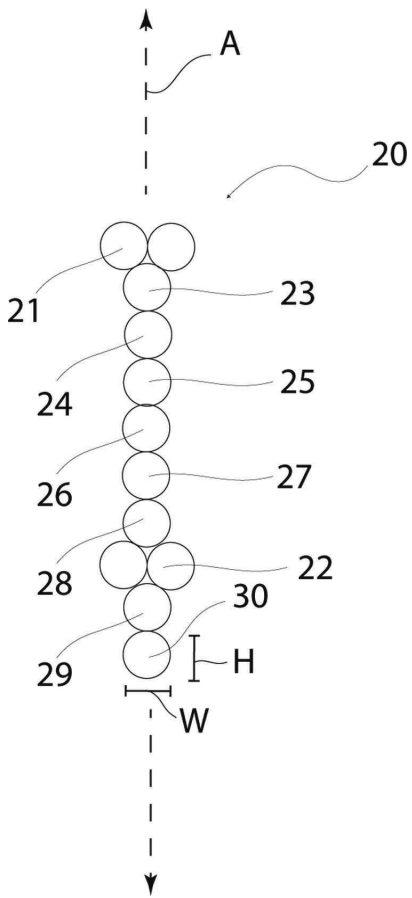
[0117] 특징들이 도시되고 설명되었지만, 이들은 청구된 발명을 제한하고자 의도된 것이 아니라는 것을 이해될 것이며, 청구된 발명의 사상과 범주를 벗어나지 않으면서 다양한 변경들 및 수정들이 이루어질 수 있음이 당업자들에게 명백할 것이다. 따라서 명세서 및 도면들은 제한적인 의미라기 보다는 예시로 간주되어야 한다. 청구된 발명은 모든 대안들, 수정들 및 균등물들을 커버하도록 의도된다.

도면

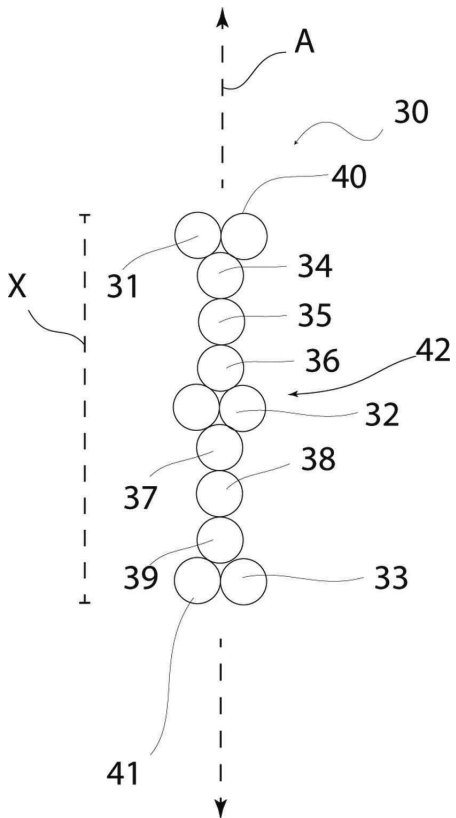
도면1a



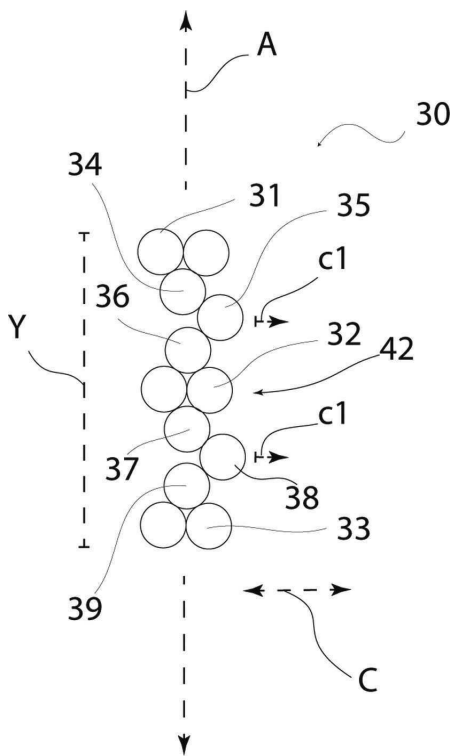
도면1b



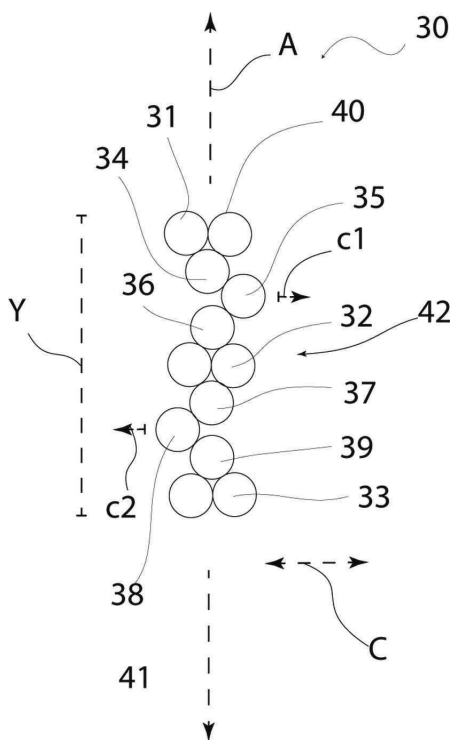
도면2a



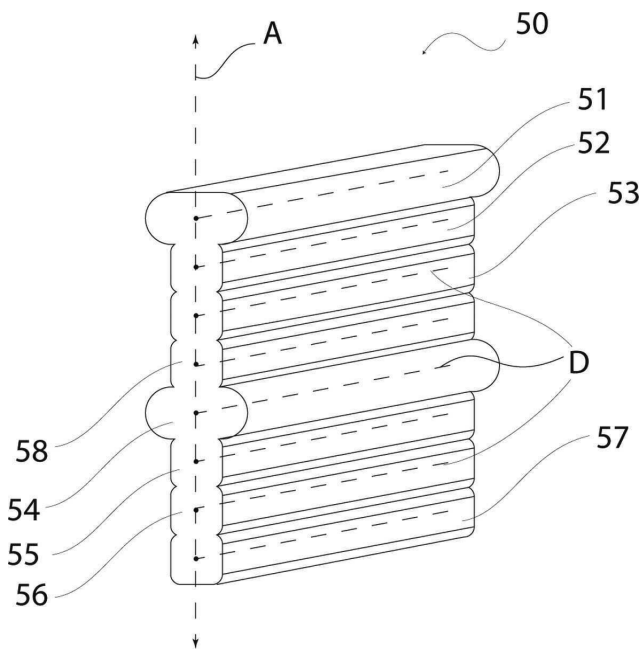
도면2b



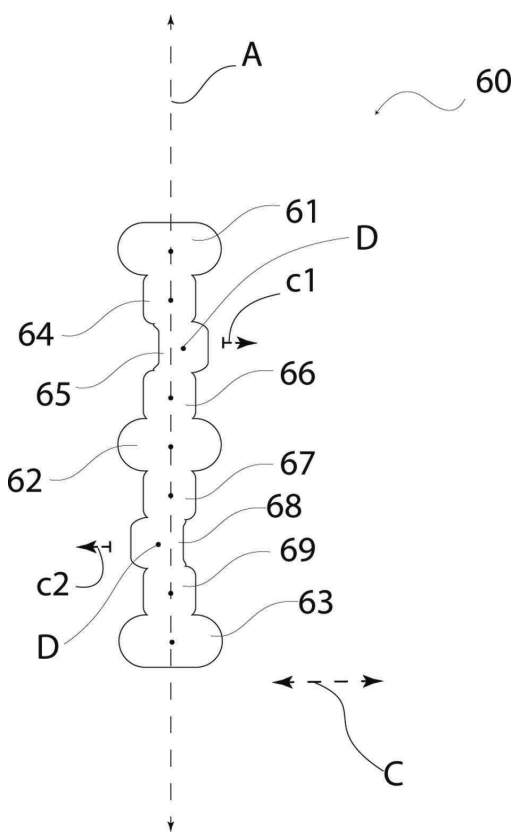
도면2c



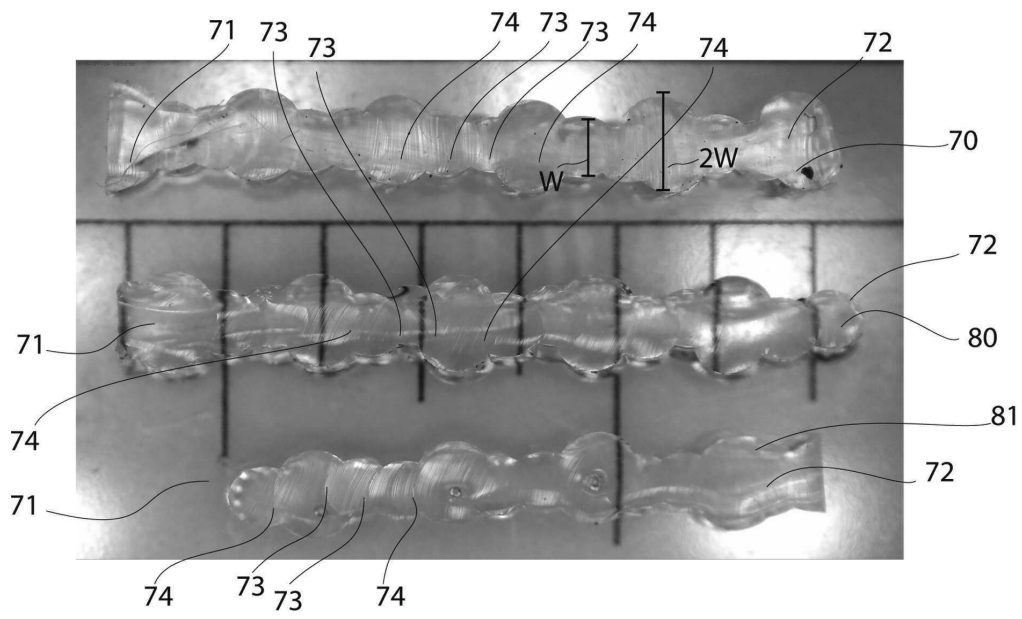
도면3



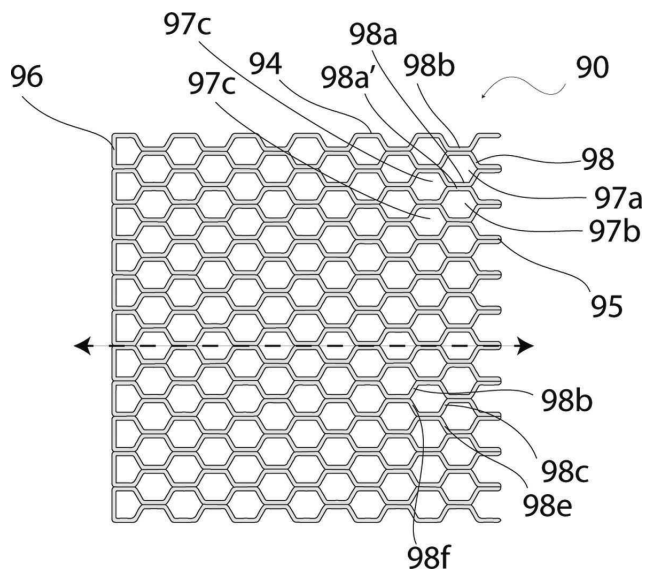
도면4



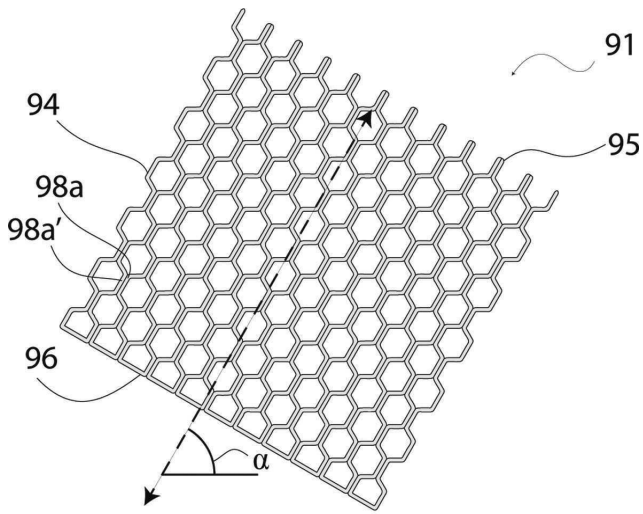
도면5



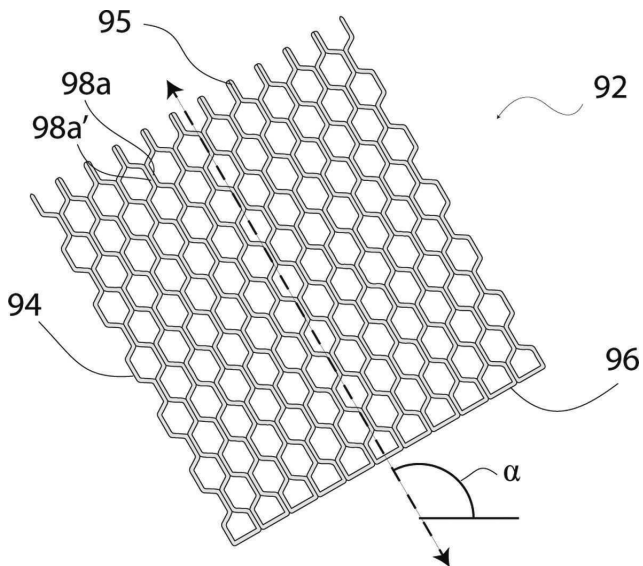
도면6a



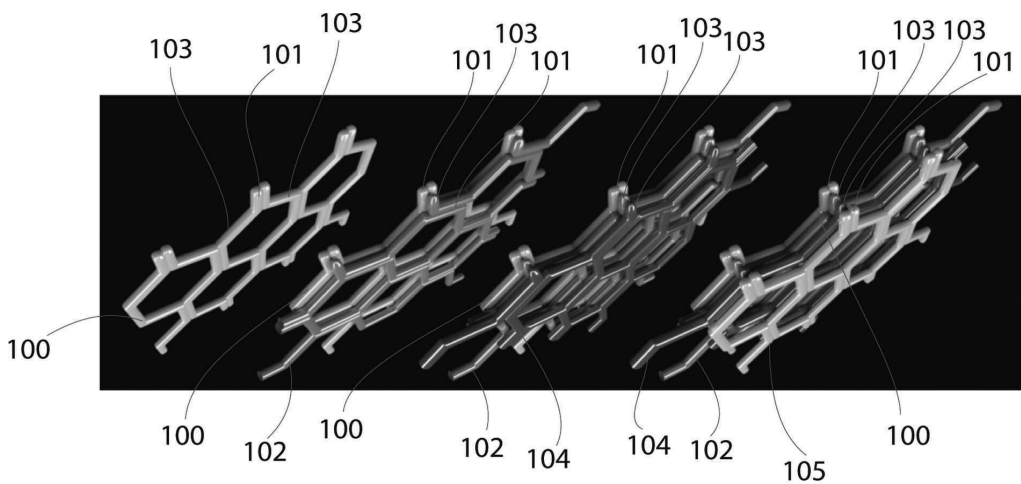
도면6b



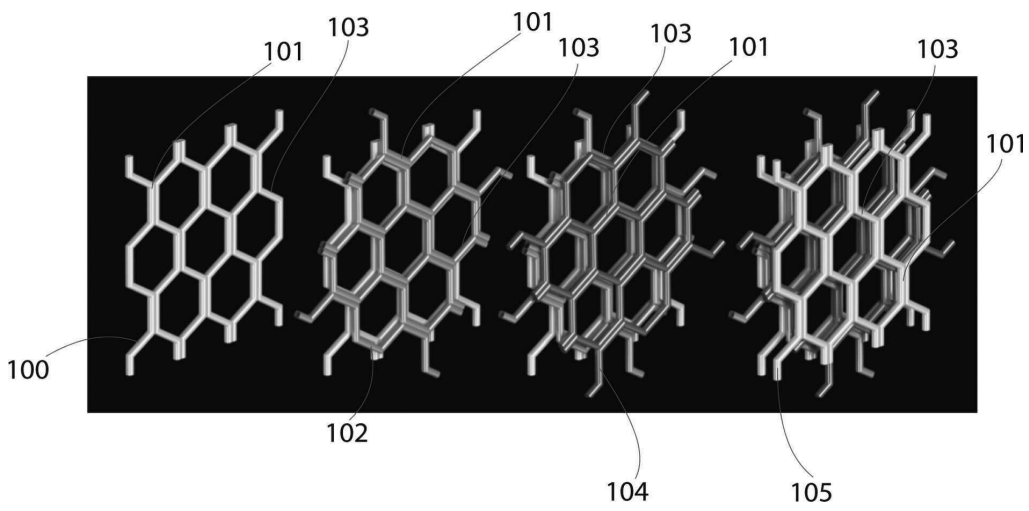
도면6c



도면7a



도면7b



도면8

