(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0104729
(43) 공개일자 2025년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 46/00 (2022.01) *B01D 39/20* (2006.01)
H01F 7/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 46/0034 (2013.01)
B01D 39/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0197416
(22) 출원일자 2023년12월29일
심사청구일자 2023년12월29일

(71) 출원인
국립창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
조영태
경상남도 창원시 성산구 원이대로 449, 104동 1003호(반림동, 노블파크아파트)
김석
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 53호관 312-1호 (퇴촌동)
박서림
경상남도 창원시 의창구 사림로99번길 21, 203호 (사림동)
(74) 대리인
김연권

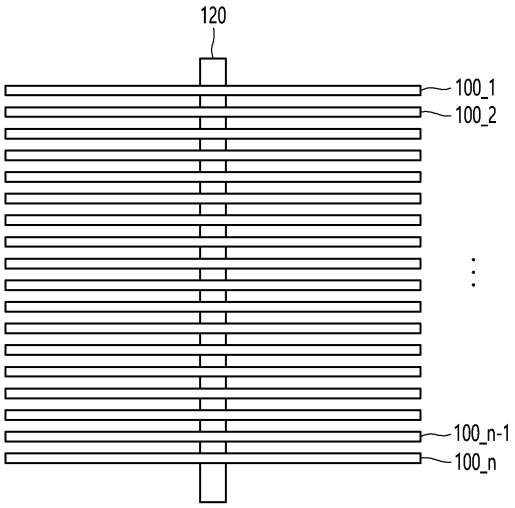
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **가변형 헬리컬 적층 구조체**

(57) 요 약

본 발명은 단위 셀 격자 구조를 가진 복수의 레이어가 회전축부재에 회전가능하게 결합되어 다양한 패턴을 갖도록 각각의 레이어를 미리 설정된 임의의 각도로 회전시킬 수 있는 가변형 헬리컬 적층 구조체에 관한 것으로, 회전중심부; 및 단위 셀 격자 구조를 가지며, 상기 회전중심부의 길이 방향으로 적층 배열되며, 상기 회전중심부와 회전가능하게 결합되는 복수의 레이어;를 포함하고, 상기 레이어 각각은 상기 회전중심부를 중심으로 미리 설정된 각도로 회전될 수 있는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01F 7/14 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415188607
과제번호 P0023729
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술진흥원
연구사업명 중견기업-지역 혁신 얼라이언스 지원사업
연구과제명 우주항공/소형원전/방위산업 특화 적층제조기술 혁신 얼라이언스 구축
기 여 율 1/2
과제수행기관명 창원대학교산학협력단
연구기간 2023.04.01 ~ 2027.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711156840
과제번호 2019R1A5A8083201
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 지역혁신 선도연구센터
연구과제명 극한환경 스마트 기계 부품 설계/제조 혁신 센터
기 여 율 1/2
과제수행기관명 창원대학교 산학협력단
연구기간 2019.09.01 ~ 2026.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

회전중심부; 및

단위 셀 격자 구조를 가지며, 상기 회전중심부의 길이 방향으로 적층 배열되며, 상기 회전중심부에 결합되는 복수의 레이어;를 포함하고,

상기 레이어 각각은 상기 회전중심부를 중심으로 미리 설정된 각도로 회전될 수 있는 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 회전중심부는,

외주면이 상기 단위 셀과 연결되고, 내주면에는 제1 기어치를 갖는 링 형상의 제1 기어부;

상기 제1 기어부의 중심에 배치되고, 외주면에 제2 기어치를 갖는 제2 기어부; 및

상기 제1 기어부 및 제2 기어부와 기어결합되는 제3 기어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제2 기어부의 중심에는 각 레이어를 관통하도록 형성되고, 상기 제2 기어부와 고정된 샤프트가 형성되는 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 레이어 중 이웃하는 레이어에서 각 회전중심부의 제1 기어부의 기어치 개수, 제2 기어부의 기어치 개수 또는 제3 기어부의 기어치 개수는 서로 다르게 설정되는 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 회전중심부는 상기 단위 셀의 내부공간에 형성되고, 상기 회전중심부와 상기 단위 셀은 보조부재로 서로 연결되는 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 회전중심부는,

상기 단위 셀과 연결되며, 내주면에 제1 자성체가 고정 배치된 링부; 및

상기 링부의 내측에 위치하고, 외주면에 상기 제1 자성체와 자력이 작용할 수 있는 제2 자성체가 고정 배치된 샤프트;를 포함하고,

상기 제1 자성체 및 제2 자성체는 전자석인 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제1 자성체 및 제2 자성체는 각각 복수개로 구성되어, 상기 링부의 중심을 기준으로 원주 방향으로 배치되는 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제1 자성체와 제2 자성체는 서로 마주보는 자세로 배치되되, 접촉가능한 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제1 자성체와 상기 제2 자성체의 서로 마주보는 면은 동일한 곡률로 형성되는 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 제1 자성체와 제2 자성체 간 작용하는 마찰력보다 상기 제1 자성체와 제2 자성체간 작용하는 자력이 더 큰 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 11

제 6 항에 있어서,

상기 제1 자성체와 제2 자성체에 전기가 인가되면, 상기 링부의 중심을 기준으로 전기가 인가된 제1 자성체와 제2 자성체가 동일한 방사상 라인 상에 배치될 때까지 상기 링부가 회전하는 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 회전중심부는 단위 셀의 내부 공간 중심에 형성되거나, 단위 셀의 모서리에 형성되거나, 단위 셀을 이루는 변의 중심에 형성되는 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 레이어가 일정 각도로 회전 적층될 때, 동일한 격자패턴을 가진 레이어가 적층될 때까지의 레이어 층수가 많을수록 적층 방향을 기준에서 바라볼 때 복잡한 격자 패턴이 나타나는 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 회전중심부는 각 레이어의 중심에 형성되는 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 회전중심부는 각 레이어의 중심으로부터 일정 거리 이격된 위치에 형성되는 것을 특징으로 하는 가변형 헬리컬 적층 구조체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 단위 셀 격자 구조를 가진 복수의 레이어가 회전중심부에 회전가능하게 결합되어 다양한 패턴을 갖도록 각각의 레이어를 미리 설정된 임의의 각도로 회전시킬 수 있는 가변형 헬리컬 적층 구조체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기존에 개발되어 있는 마이크로래티스는 하나의 단위 셀을 가지고 있는 구조로 상기 단위 셀은 BBC, BCCz, FCC, FCCz, PFCC, F2BCC, FBCCz(FCC+BCC+z), FBCCXYZ(FCC+BCC+XYZ), 옥텟-트러스(Otect-truss), 켈빈(kelvin), 큐빅(cubic), 육방(hexagonal), 옥텟(Otect), 삼육각형(kagome), 팔면체(octahedron), 십이면체(dodecahedron) 및 TPMS(triply periodic minimal surface) 등 격자부재가 공간적으로 연결된 격자구조 중 적어도 어느 하나의 단위 셀을 포함하는 구조로 이루어져 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 다만, 상술한 종래의 마이크로래티스 격자구조체는 해당 구조가 미리 설계된 형태로만 제작되고, 제작된 후에는 그 형태가 고정될 수밖에 없다.

[0004] 본 발명의 과제는 상술한 종래 격자구조를 대신할 수 있고, 격자 구조체의 사용 용도에 따라 다양한 격자패턴을 갖는 헬리컬 구조체를 제작할 수 있는 새로운 형태의 발명을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체는, 회전중심부; 및 단위 셀 격자 구조를 가지며, 상기 회전중심부의 길이 방향으로 적층 배열되며, 상기 회전중심부와 회전가능하게 결합되는 복수의 레이어;를 포함하고, 상기 레이어 각각은 상기 회전중심부를 중심으로 미리 설정된 각도로 회전될 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 회전중심부는, 외주면이 상기 단위 셀과 연결되고, 내주면에는 제1 기어치를 갖는 링 형상의 제1 기어부; 상기 제1 기어부의 중심에 배치되고, 외주면에 제2 기어치를 갖는 제2 기어부; 및 상기 제1 기어부 및 제2 기어부와 기어결합되는 제3 기어부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제2 기어부의 중심에는 각 레이어를 관통하도록 형성되고, 상기 제2 기어부와 고정된 샤프트가 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 레이어 중 이웃하는 레이어에서 각 회전중심부의 제1 기어부의 기어치 개수, 제2 기어부의 기어치 개수 또는 제3 기어부의 기어치 개수는 서로 다르게 설정되는 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 회전중심부는 상기 단위 셀의 내부공간에 형성되고, 상기 회전중심부와 상기 단위 셀은 보조부재로 서로 연결되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 회전중심부는, 상기 단위 셀과 연결되며, 내주면에 제1 자성체가 고정 배치된 링부; 및 상기 링부의 내측에 위치하고, 외주면에 상기 제1 자성체와 자력이 작용할 수 있는 제2 자성체가 고정 배치된 샤프트;를 포함하고, 상기 제1 자성체 및 제2 자성체는 전자석인 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 자성체 및 제2 자성체는 각각 복수개로 구성되어, 상기 링부의 중심을 기준으로 원주 방향으로 배치되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 자성체와 제2 자성체는 서로 마주보는 자세로 배치되되, 접촉가능한 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 자성체와 상기 제2 자성체의 서로 마주보는 면은 동일한 곡률로 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 자성체와 제2 자성체 간 작용하는 마찰력보다 상기 제1 자성체와 제2 자성체간 작용하는 자력이 더 큰 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 자성체와 제2 자성체에 전기가 인가되면, 상기 링부의 중심을 기준으로 전기가 인가된 제1 자성체와 제2 자성체가 동일한 방사상 라인 상에 배치될 때까지 상기 링부가 회전하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 회전중심부는 단위 셀의 내부 공간 중심에 형성되거나, 단위 셀의 모서리에 형성되거나, 단위 셀을 이루는 변의 중심에 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 레이어가 일정 각도로 회전 적층될 때, 동일한 격자패턴을 가진 레이어가 적층될 때까지의 레이어 층수가 많을수록 적층 방향을 기준에서 바라볼 때 복잡한 격자 패턴이 나타나는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 회전중심부는 각 레이어의 중심에 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 회전중심부는 각 레이어의 중심으로부터 일정 거리 이격된 위치에 형성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따르면, 다양한 단위 셀 격자구조를 가진 다수의 레이어를 회전중심부를 중심으로 회전시킴으로써 다양한 격자패턴을 가진 구조체를 형성시킬 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명에 따르면, 유성기어 또는 전자석 방식에 의해 각 레이어를 원하는 각도로 회전시키는 것이 가능하다.

[0022] 또한, 본 발명에 따르면, 기존의 마이크로래티스 구조체와 비교하여 동일 부피에서 표면적이 넓고 레이어의 회전각도에 따라 다양한 형상을 가질 수 있는 장점이 있다.

[0023] 또한, 본 발명에 따르면, 필터로 사용하는 경우에, 일정 크기 이하의 미세입자만 선택적으로 포집하여 압력 강하가 작아지는 것이 방지되므로 종래의 필터 보다 성능이 우수하고 수명이 길어지는 효과가 있다.

[0024] 또한, 본 발명에 따르면, 미세 격자구조를 가지고 있어 매우 가벼우며, 비강도가 높고 외부 충격을 유연하게 흡수할 수 있어 비행기의 내부소재, 열 및 진동 감쇠와 같은 충격 흡수장비, 배터리 전극 및 촉매제, 자동차 및 항공 공항 분야에서 구조의 보강 등 다양한 산업 분야에 활용될 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명에 따르면, 필터로 사용되는 경우에, 점착된 미세먼지를 세척액 등을 이용하여 세척이 가능하므로 재사용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체를 옆에서 바라본 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체를 위에서 바라본 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 레이어의 다양한 형태를 나타낸 도면이다.

도 4는 도 2에 도시된 X부분을 확대한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이어의 회전 메커니즘을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 회전중심부가 레이어에 형성된 변형예를 나타낸 도면이다.

도 6는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 레이어의 회전 메커니즘을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 다양한 단위 셀 형상에서 회전중심부가 위치할 수 있는 위치를 나타낸 도면이다.

도 8은 특정한 단위 셀 형상에서 회전중심부의 다양한 형성 위치를 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명에 따른 각 레이어의 회전된 상태를 나타낸 도면이다.

도 10은 도 9에 예시된 각 레이어가 적층된 상태를 나타낸 도면이다.

도 11 내지 도 14는 본 발명에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체에서 각 레이어를 일정 각도로 회전시킨 상태를 나타낸 도면이다.

도 15는 본 발명에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조에서 회전축부재가 레이어의 중심과 일정거리 이격된 위치에

형성된 상태를 나타낸 도면이다.

도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 압축강도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하 첨부된 도면을 참조하여, 바람직한 실시예에 따른 본 발명의 일 실시예에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서, 동일한 구성에 대해서는 동일부호를 사용하며, 반복되는 설명, 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 발명의 실시형태는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.

[0028] 도 1은 본 발명에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체를 옆에서 바라본 도면이고, 도 2는 본 발명에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체를 위에서 바라본 도면이며, 도 3은 본 발명에 따른 레이어의 다양한 형태를 나타낸 도면이다.

[0029] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체는 다수의 레이어(layer, 100)와, 레이어(100)의 적층 방향으로 연결된 회전중심부(120)를 포함한다.

[0030] 다수의 레이어(100)는 순차적으로 적층 배열되는 구조를 갖는다. 구체적으로, 도 1에 도시된 바와 같이 제1 레이어(100_1)부터 제n 레이어(100_n)는 적층 배열되고, 각 레이어(100)에는 적층 방향(회전축부재의 길이방향)으로 샤프트(201)가 연결된다. 여기서, 도 1에 도시된 바와 같이, 샤프트(201)에 연결된 각 레이어(100)는 서로 일정거리 이격되어 형성될 수 있다. 또는 실시예에 따라 각 레이어(100)는 서로 접촉되도록 형성될 수 있다.

[0031] 레이어(110)는 단위 셀 격자 구조로 구성되어 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에서 단위 셀 격자 구조는 내부공간(S)을 갖는 사각형의 메쉬(mesh) 구조를 가질 수 있다.

[0032] 한편, 레이어(100)는 다양한 단위 셀 격자구조를 가질 수 있다. 도 3의 (a)에 도시된 레이어(100)는 Cubic Monolith 구조(도 2에 도시된 구조와 동일한 구조)를 가지고 있으며, 도 3의 (b)에 도시된 레이어(100)는 Hexagonal Monolith 구조를 가지고 있으며, 도 3의 (c)에 도시된 레이어(100)는 Triangle Monolith 구조를 가지고 있으며, 도 3의 (d)에 도시된 레이어(100)는 Reentrant Monolith 구조를 가지고 있다.

[0033] 물론, 본 발명에 따른 레이어(100)의 단위 셀 격자구조는 상술한 형태에 한정되는 것이 아니다. 레이어(100)의 단위 셀의 형태 또는 수, 레이어(100)의 전체 형태, 두께 등은 본 발명에 따른 구조체의 사용목적 또는 설계자의 의도에 따라 다양하게 형성될 수 있다.

[0034] 한편, 실시예에 따라 각 레이어(100)는 서로 동일한 단위 셀 격자구조를 가지거나, 어느 레이어(100)들은 동일한 단위 셀 격자구조를 가지고 다른 레이어(100)들은 다른 단위 셀 격자구조를 가지거나, 모든 레이어(100)들이 서로 다른 단위 셀 격자구조를 가질 수 있다.

[0035] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이어의 회전 메커니즘을 설명하기 위한 도면이다.

[0036] 상술한 바와 같이, 각 레이어(100)는 회전중심부(120)를 기준으로 각 레이어(100)의 적층 방향(또는 샤프트의 길이 방향)으로 서로 일정 거리 이격되어 배치될 수 있다. 그리고, 회전중심부(120)에 연결된 레이어(100)는 회전중심부(120)를 중심으로 각각 회전이 가능하다. 이하, 도 4를 참조하여, 각 레이어(100)가 회전하는 메커니즘을 설명한다. 한편, 도 4는 레이어(100)를 위에서 바라본 도면이다.

[0037] 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 메커니즘은 유성기어 방식이 사용될 수 있다.

[0038] 도 2에 도시된 바와 같이, 각 레이어(100)에는 회전중심부(120)가 형성될 수 있다. 회전중심부(120)는 각 레이어(100)의 어느 위치에 형성되어도 무방하나, 도 2 및 도 4에 도시된 일 실시예에서는 레이어(100)의 격자부재(101)가 만나는 위치에 형성되는 것으로 설명한다.

[0039] 도 4에 도시된 바와 같이, 회전중심부(120)는, 제1 기어부(210), 제2 기어부(220) 및 제3 기어부(230)를 포함할 수 있다.

[0040] 제1 기어부(210)는 환형으로 형성된 링부(212)를 포함할 수 있다. 제1 기어부(210)는 링 기어일 수 있다. 제1 기어부(210)의 내부는 회전공간(P)이 형성될 수 있다. 기어부(210)는 격자부재(101)가 교차하는 지점에 형성될 수 있다. 제1 기어부(210)의 링부(212), 또는 제1 기어부(210)의 외주면은 격자부재(101)와 연결될 수 있다. 제1 기어부(210)의 내주면에는 제1 기어부(210)의 중심축(C1)을 바라보되, 원주방향을 따라 제1 기어치(G1)가 형

성될 수 있다. 제1 기어치(G1)는 사다리꼴, 사각형, 삼각형 등 다양한 형상을 가질 수 있다. 그리고, 제1 기어치(G1)의 개수에는 제한이 없다.

[0041] 제1 기어부(210)의 회전공간(P)의 중심에는 제2 기어부(220)가 배치될 수 있다. 제2 기어부(220)는 대략 원형 형상을 가질 수 있다. 제2 기어부(220)의 외주면에는 제2 기어부(220)의 중심축(C2)을 기준으로, 원주방향을 따라 제2 기어치(G2)가 형성될 수 있다. 제2 기어치(G2)는 사다리꼴, 사각형, 삼각형 등 다양한 형상을 가질 수 있다. 그리고, 제2 기어치(G2)의 개수에는 제한이 없다.

[0042] 제2 기어부(220)의 중심에는 샤프트(201)가 형성될 수 있다. 샤프트(201)와 제2 기어부(220)는 서로 고정될 수 있다. 따라서, 샤프트(201)가 회전하면 제2 기어부(220)도 같이 회전할 수 있다. 한편, 본 발명의 일 실시예에서 제1 기어부(210)와 제2 기어부(220)는 동일한 중심축(C1)을 가질 수 있다.

[0043] 상기 회전공간(P)에서 제1 기어부(210)와 제2 기어부(220) 사이에는, 제1 기어부(210) 및 제2 기어부(220)와 치합되도록 제3 기어부(230)가 배치될 수 있다. 제3 기어부(230)는 대략 원형 형상을 가질 수 있다. 제3기어부(230)의 외주면에는 제3 기어부(220)의 중심을 기준으로, 원주방향을 따라 제3 기어치(G3)가 형성될 수 있다. 제3 기어치(G3)는 제1 기어치(G1) 및 제2 기어치(G2)와 치합될 수 있다. 제3 기어치(G3)는 사다리꼴, 사각형, 삼각형 등 다양한 형상을 가질 수 있다. 그리고, 제3 기어치(G3)의 개수에는 제한이 없다.

[0044] 한편, 도 4에는 상기 회전공간(P)에서 제3 기어부(230)가 1개 형성된 것으로 도시되어 있으나, 제3 기어부(230)의 개수에는 제한이 없다. 제3 기어부(230)가 복수로 형성된 경우에도 각 제3 기어부의 기어치는 제1 기어부(210) 및 제2 기어부(220)와 치합될 수 있다.

[0045] 상술한 구성에 따른 레이어(100)의 회전 메커니즘을 살펴보면, 샤프트(201)가 회전하면, 이와 함께 제2 기어부(220)가 그 중심축(C1)을 중심으로 일 방향(예를 들어, 도 4에 도시된 시계 방향)으로 회전할 수 있다. 그러면 제2 기어부(220)와 치합된 제3 기어부(230)는 그 중심축(C2)을 중심으로 타 방향(예를 들어, 도 4에 도시된 반시계 방향)으로 회전할 수 있다. 그러면 제3 기어부(230)와 치합된 제1 기어부(230)는 중심축(C1)을 중심으로 일 방향(예를 들어, 도 4에 도시된 시계 방향)으로 회전할 수 있다. 입력축인 상기 샤프트(201)는 수동 또는 자동으로 회전될 수 있다.

[0046] 한편, 본 발명의 일 실시예에서는, 각 레이어(100)의 회전중심부(120)마다 상술한 제1 기어부(210), 제2 기어부(220) 및 제3 기어부(230)가 형성될 수 있다. 그리고, 각 레이어(100)에 형성된 제1 기어치(G1), 제2 기어치(G2) 및 제3 기어치(G3)의 각 개수를 변경함으로써 샤프트(201)를 중심으로 각 레이어(100)가 회전하는 정도가 서로 다르게 설정할 수 있다.

[0047] 상술한 유성 기어 방식을 이용한 회전 메커니즘은 각 레이어마다 서로 동일하거나 다르게 적용될 수 있다.

[0048] 도 5는 본 발명의 회전중심부가 레이어에 형성된 변형예를 나타낸 도면이다.

[0049] 도 2 및 도 4에서 설명한 회전중심부(120)는 격자부재(101)가 서로 만나는 지점에 형성되었다. 그러나, 도 5에 도시된 바와 같이, 회전중심부(120)가 격자부재(101) 사이의 내부공간(S)에 형성되는 경우에는, 회전중심부(120)(더욱 자세하게는 제1 기어부(210)의 외주면)과 연결될 수 있도록 보조부재(107)가 형성될 수 있다. 보조부재(107)는 각 격자부재(101)에서 연장되도록 형성될 수 있다. 도 5에는 복수의 보조부재(107)가 십자 형태로 회전중심부(120)와 연결되어 있으나, 보조부재(107)의 형성 개수 및 각 격자부재(101)와 연결되는 위치 등에는 제한이 없다.

[0050] 도 6는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 레이어의 회전 메커니즘을 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 본 발명의 다른 실시예에 따른 회전 메커니즘은 전자석 방식이 사용될 수 있다.

[0052] 도 6에는 본 발명의 다른 실시예에 따른 회전중심부(120)가 도시되어 있으며, 이러한 회전중심부(120)는 각 레이어(100)에 적용될 수 있다. 따라서, 레이어(100)에 형성되는 회전중심부(120)의 위치 등은 상술한 내용이 참조될 수 있다.

[0053] 본 발명의 다른 실시예에 따른 회전중심부(120)는 링부(212)를 포함할 수 있다. 링부(212)는 도 3 내지 도 5에 도시된 레이어(100)의 격자부재(101) 또는 보조부재(107)와 연결될 수 있다. 링부(212)의 내주면에는 링부(212)의 중심축(C1)을 바라보되, 원주방향을 따라 배치된 복수 개의 제1 자성체(M1)가 형성될 수 있다. 제1 자성체(M1)는 자성을 가진 구성으로, 전자석으로 구성될 수 있다. 따라서, 각각의 제1 자성체(M1)에 선택적으로 전기를 인가하면 해당 제1 자성체(M1)에 자력이 발생할 수 있다. 상기 제1 자성체(M1)는 상기 링부(212)에 고정될

수 있다.

[0054] 제1 자성체(M1)는 상기 링부(212)의 내주면 둘레를 따라 서로 이웃하도록 배치될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서 상기 제1 자성체(M1)는 상기 링부(212)의 내주면 둘레 전체에 배치되도록 상기 링부(212)를 바라보는 면의 폭(제1-1 폭)이 그 반대면의 폭(제1-2 폭)보다 크도록 형성될 수 있다. 이때, 제1 자성체(M1)의 상기 링부(212)를 바라보는 면과 그 반대면의 곡률은 동일하게 형성될 수 있다. 다만, 상기 링부(212)의 내주면에 형성되는 제1 자성체(M1)의 개수, 형성 위치 또는 형상에 대해서는 제한이 없다. 이웃하는 제1 자성체(M1) 간에는 일정 간격이 형성됨으로써 각각의 제1 자성체(M1)가 구분될 수 있다.

[0055] 상기 링부(212)의 내측 중심 부분에는 샤프트(201)가 배치될 수 있다. 샤프트(201)의 중심축(C1)은 링부(212)의 중심축(C1)과 일치할 수 있다. 샤프트(212)의 외주면에는 상기 중심축(C1)을 기준으로 원주 방향을 따라 배치된 복수 개의 제2 자성체(M2)가 형성될 수 있다. 제2 자성체(M2)는 자성을 가진 구성으로, 전자석으로 구성될 수 있다. 따라서, 각각의 제2 자성체(M2)에 선택적으로 전기를 인가하면 해당 제1 자성체(M1)에 자력이 발생할 수 있다. 상기 제2 자성체(M2)는 상기 샤프트(201)에 고정될 수 있다.

[0056] 본 발명의 일 실시예에서 제2 자성체(M2)는 샤프트(201)의 외주면 둘레 전체에 배치되도록 상기 샤프트(201)를 바라보는 면의 폭(제2-1 폭)이 그 반대면의 폭(제2-2 폭)보다 작도록 형성될 수 있다. 이때, 상기 샤프트(201)를 바라보는 면과 그 반대면의 곡률은 동일하게 형성될 수 있다. 다만, 상기 샤프트(201)의 외주면에 형성되는 제2 자성체(M2)의 개수, 형성 위치 또는 형상에 대해서는 제한이 없다. 이웃하는 제2 자성체(M2) 간에는 일정 간격이 형성됨으로써 각각의 제2 자성체(M1)가 구분될 수 있다.

[0057] 제1 자성체(M1)와 제2 자성체(M2)는 동일한 개수로 형성될 수 있다. 각각의 제1 자성체(M1)와 각각의 제2 자성체(M2)가 서로 마주보는 자세를 가질 수 있다. 이때, 상술한 제1 자성체(M1)의 제1-2 폭과 제2 자성체(M2)의 제2-2 폭은 동일한 크기 및 곡률을 가질 수 있다.

[0058] 제1 자성체(M1)와 제2 자성체(M2)는 서로 접촉될 수 있다. 제1 자성체(M1)와 제2 자성체(M2)가 서로 접촉하는 라인(B)이 도 6에 도시되어 있다. 제1 자성체(M1)와 제2 자성체(M2)가 서로 접촉함으로써 서로에 대해 상대 회전을 할 때 마찰력이 작용할 수 있다.

[0059] 제1 자성체(M1)와 제2 자성체(M2)는 회전 상태에 따라 중심축(C1)을 기준으로 방사 방향으로의 동일한 라인(방사상 라인으로 예를 들어, 도 6에 도시된 제1 내지 제3 라인) 상에 배치될 수 있다. 여기서, 방사상 라인은, 서로 완전히 마주보는 어느 제1 및 제2 자성체(M1, M2)의 중심을 통과하는 가상의 라인을 의미할 수 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 제1 라인(L1) 상에 제1 자성체(M1)와 제2 자성체(M2)가 배치될 수 있고, 이와 원주방향으로 이격된 위치에 형성되는 제2 라인(L2) 또는 제3 라인(L3) 상에 제1 자성체(M1)와 제2 자성체(M2)가 배치될 수 있다. 이때, 제1 라인(L1)과 제2 라인(L2) 사이의 각도는 X° 일 수 있고, 제1 라인(L1)과 제3 라인(L3) 사이의 각도는 2X° 일 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서, 이웃하는 방사상 라인 사이의 각도는 X° 일 수 있다.

[0060] 상술한 구성에 따른 레이어(100)의 회전 메커니즘을 살펴본다. 여기서, 상술한 바와 같이 링부(212)는 레이어(100)와 연결되어 일체로 회전할 수 있으므로 링부(212)를 중심으로 설명한다. 제1 및 제2 자성체(M1, M2)에 전기가 인가되지 않은 상태에서는 제1 및 제2 자성체(M1, M2) 사이에 자력이 작용되지 않을 수 있다. 이 상태에서, 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이, 제1 라인(L1) 상에 배치된 제1 자성체(M1)에 전기를 인가하고, 제1 라인(L1)과 이웃하는 제2 라인(L2) 상에 배치된 제2 자성체(M1)에 전기를 인가하면, 제1 자성체(M1)와 제2 자성체(M2)는 인력에 의해 서로 가까워진다. 그러면, 샤프트(201) 또는 링부(211)는 중심축(C1)을 기준으로 서로 가까워지는 방향으로 회전할 수 있다. 예를 들어, 샤프트(201)가 고정되어 있는 경우라고 가정하면, 링부(212)는 제2 라인(L2) 상에 위치한 제2 자성체(M2)가 제1 라인(L1)과 일치할 때까지 회전할 수 있다. 이때, 링부(212)가 제1 라인(L1)에 위치하게 되면 전기가 인가된 제1 자성체(M1)와 제2 자성체(M2)는 서로 마주보는 자세를 취하게 되면서 더 이상 회전하지 않게 된다. 이 경우 결과적으로 링부(212) 및 레이어(100)는 X° 만큼 회전하게 된다.

[0061] 또한, 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 자성체(M1, M2)에 전기가 인가되지 않은 상태에서, 제1 라인(L1) 상에 위치한 제1 자성체(M2)와 제3 라인(L3) 상에 배치된 제2 자성체(M2)에 전기가 인가되면, 링부(211) 및 이와 연결된 레이어(100)는 중심축(C1)을 기준으로 회전하게 되고, 상술한 원리에 따라 결과적으로 링부(212) 및 레이어(100)는 2X° 만큼 회전하게 된다.

[0062] 한편, 상술한 바와 같이, 제1 자성체(M1)와 제2 자성체(M2)는 서로 접촉될 수 있다. 따라서, 제1 자성체(M1)와 제2 자성체(M2)의 접촉 라인(B)에서 회전에 의한 마찰력이 작용할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 전기가 인가된 제1 자성체(M1)와 제2 자성체(M2)간 인력이 상기 마찰력보다 크도록 설정될 수 있다.

[0063] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상술한 전자석 방식에 따른 회전 메커니즘에 따라 서로 다른 방사상 라인에 있는 제1 및 제2 자성체(M1, M2)에 전기를 인가함으로써 레이어(100)의 회전 각도가 조절될 수 있다.

[0064] 한편, 상술한 전자석을 이용한 회전 메커니즘은 각 레이어마다 서로 동일하거나 다르게 적용될 수 있다.

[0065] 또한, 이웃하는 레이어(100)가 서로 접촉된 경우라면, 상기 유성 기어 방식 또는 전자석을 이용한 회전 메커니즘에서는 각 레이어(100)를 구동하기 위한 힘은 이웃하는 레이어(100)간 접촉 마찰력보다 클 수 있다.

[0066] 도 7은 다양한 단위 셀 형상에서 회전중심부가 위치할 수 있는 위치를 나타낸 도면이다.

[0067] 도 7에는 레이어(100)의 단위 셀이 삼각형인 경우(도 7의 (a)), 사각형인 경우(도 7의 (b)) 및 육각형인 경우(도 7의 (c))가 도시되어 있고, 각 단위 셀 형상에서 회전중심부(120)의 위치가 도시되어 있다. 회전중심부(120)는 각 단위 셀에서 무게 중심에 위치할 수 있다. 이때, 회전중심부(120)는 격자부재(101)의 내부공간(S)에 위치하므로 보조부재가 사용될 수 있다.

[0068] 한편, 도 7에 도시된 각각의 레이어(100)가 적층된 경우에, 상술한 회전 메커니즘을 통해 샤프트를 중심으로 회전할 때, 적층 방향을 기준으로 특정 레이어와 같은 격자 형태가 나올 때까지 적층되는 레이어의 층수는 단위 셀의 형태 및 회전각도에 따라 다르다. 이때, 삼각형의 단위 셀을 가진 레이어는 120 x n 도까지 회전해야 하고, 사각형의 단위 셀을 가진 레이어는 90 x n 도까지 회전해야 하며, 육각형의 단위 셀을 가진 레이어는 60 x n 도까지 회전해야 한다. 구체적으로, 각 레이어의 회전 각도에 따른 동일한 격자 패턴이 나올 수 있는 레이어 층수는 아래와 [표 1]과 같다.

표 1

[0070]

단위 셀 모양	회전 각도						
	5°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
삼각형	24	12	6	4	3	12	2
사각형	18	9	9	3	9	9	3
육각형	12	6	3	2	3	6	1

[0072] 도 8은 특정한 단위 셀 형상에서 회전중심부의 다양한 형성 위치를 나타낸 도면이다.

[0073] 도 8에는, 특정한 단위 셀(예를 들어, 육각형 단위 셀)을 가진 레이어(100)에서 회전중심부(120)가 단위 셀 중앙(center)에 형성된 경우(도 8의 (a))와, 단위 셀 모서리(Edge)에 형성된 경우(도 8의 (b))와, 단위 셀을 이루는 변의 중심(center of side)에 형성된 경우가 도시되어 있다.

[0074] 여기서, 도 8에 도시된 각각의 레이어(100)가 적층된 경우에, 상술한 회전 메커니즘을 통해 샤프트를 중심으로 회전할 때, 적층 방향을 기준으로 특정 레이어와 같은 격자 형태가 나올 때까지 적층되는 레이어의 층수는, 각 회전중심부(120)의 위치 및 회전각도에 따라 다르다. 이때, 회전중심부(120)가 단위 셀의 중앙(center)에 위치하는 경우 동일한 격자패턴이 나타나기 위해서는 60 x n 도까지 회전해야 하고, 회전중심부(120)가 단위 셀의 모서리(edge)에 위치하는 경우 동일한 격자패턴이 나타나기 위해서는 120 x n 도까지 회전해야 하며, 회전중심부(120)가 단위 셀의 변의 중심에 위치하는 경우 180 x n 도까지 회전해야 한다. 구체적으로, 각 레이어의 회전 각도에 따른 동일한 격자 패턴이 나올 수 있는 레이어 층수는 아래와 [표 2]과 같다.

표 2

[0076]

회전축 위치	회전 각도						
	5°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
중앙	12	6	3	2	3	6	1
모서리	24	12	6	4	3	12	2
변의 중심	36	18	9	6	9	18	3

[0078] 정리하면, 도 7은 회전중심부가 단위 셀 중심에 형성되되 단위 셀의 형태가 다른 경우 동일한 격자패턴이 형성되는 레이어 층수를 나타내고, 도 8은 동일한 형상의 단위 셀에서 회전중심부의 위치가 다른 경우 동일한 격자패턴이 형성되는 레이어 층수를 나타낸다.

[0079] 한편, 동일한 격자패턴이 나올 때까지 회전해야 하는 층수가 클수록 구조체를 적층 방향에서 바라봤을 때 복잡한 형상이 나타난다. 이렇게 복잡한 형상이 나타날 수록, 미세먼지 포집 능력이 우수해지고, 압력강하가 높아지며, 기계적 강도가 우수해진다. 이와 관련된 내용은 후술하기로 한다.

[0080] 도 9는 본 발명에 따른 각 레이어의 회전된 상태를 나타낸 도면이며, 도 10은 도 9에 예시된 각 레이어가 적층된 상태를 나타낸 도면이다.

[0081] 이하, 도 9 및 도 10을 참조하여, 본 발명에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체의 회전 상태를 설명한다.

[0082] 한편, 도 9 및 도 10에는 회전중심부(120)가 형성될 수 있는 각 레이어(100)의 중심 위치(C)가 도시되어 있다.

[0083] 도 9는 본 발명의 따른 각 레이어(100)를 회전시키는 방법을 나타낸다. 본 발명에 따른 각 레이어(100)가 회전중심부(120)에 연결되면, 각 레이어(100)는 샤프트를 중심으로 상술한 회전 메커니즘에 따라 회전이 가능하다. 다만, 설명의 편의를 위해, 도 9에는 각 레이어(100)가 적층된 상태가 아닌 개별 상태가 도시되어 있다.

[0084] 도 9의 (a)에는 제1 레이어(100_1)가 도시되어 있다. 제1 레이어(100_1)는 기준라인(L) 상으로 회전되지 않은 상태이다. 도 9의 (b)에는 제2 레이어(100_2)가 도시되어 있다. 제2 레이어(100_2)는 기준라인(L)에 대해 중심축(C)을 기준으로 Θ° 만큼 평면 회전되어 있다. 도 9의 (c)에는 제3 레이어(100_3)가 도시되어 있다. 제3 레이어(100_3)는 기준라인(L)에 대해 중심축(C)을 기준으로 2Θ° 만큼 평면 회전되어 있다. 도 9에 도시된 바와 같이, 회전중심부(120)의 길이방향으로 이웃하는 레이어(100) 간 회전 각도 차이는 Θ° 이다.

[0085] 도 9 및 도 10에는 3개의 레이어만이 회전된 상태가 도시되어 있으나, 제4 레이어부터 이전 레이어와 Θ° 만큼 차이 나도록 평면 회전된 레이어가 더 형성될 수 있다.

[0086] 정리하면, 본 발명의 일 실시예에서 사용자는 각 레이어(100)가 회전중심부(120)에 연결된 상태에서 샤프트를 중심으로 제1 레이어를 일정 각도(Θ°) 회전시키고, 제2 레이어를 제1 레이어가 회전된 각도의 x배 만큼 회전시키며, 제3 레이어를 제1 레이어가 회전된 각도의 2x배 만큼 회전시키며, 이러한 과정을 제n 레이어까지 반복한다. 이때, 각 레이어의 회전방향은 동일할 수 있다. 도 10에는 도 9를 참조하여 설명한 각 레이어가 적층된 상태를 나타낸다.

[0087] 물론, 상술한 바와 같이, 사용자는 각 레이어의 회전각도 또는 회전 방향을 다양하게 설정할 수 있다.

[0088] 각 레이어(100)가 미리 설정된 각도로 회전된 적층 구조체를 위에서 바라보면 다양한 격자패턴이 형성된다. 도 10에는 3개의 레이어가 적층되어 있으나, 레이어(100)의 개수가 증가될수록 격자패턴은 다양하게 나타난다. 그러나, 사용자가 각 레이어(100)를 일정 각도로 회전하다가, 미리 설정된 개수의 레이어(100)에 이르러서 구조체를 위에서 바라보면, 격자패턴이 일정하게 형성될 수 있다.

[0089] 도 11 내지 도 14는 본 발명에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체에서 각 레이어를 일정 각도로 회전시킨 상태를 나타낸 도면이다.

[0090] 도 11 내지 도 14에 도시된 레이어는 단위 셀 격자구조가 사각형의 메쉬 구조가 사용되었다. 도 11 내지 도 14에서 (a)는 구조체의 상면도이고, (b)는 구조체의 사시도로서 적층방향(회전축부재의 길이방향)을 따라 각 레이어가 회전된 상태를 확인할 수 있다.

[0091] 도 11에는 본 발명에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체에서 각 레이어의 회전각도가 0° 인 경우(회전되지 않은 경우)가 도시되어 있다. 이를 모놀리스(monoliths) 구조라 한다. 이 구조에서 격자 패턴은 구조체의 위(또는 아래)에서 바라봤을 때 일정한 격자패턴을 갖는다.

[0092] 도 12에는 본 발명에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체에서 각 레이어가 순차적으로 45° 회전된 상태가 도시되어 있고, 도 13에는 본 발명에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체에서 각 레이어가 순차적으로 30° 회전된 상태가 도시되어 있으며, 도 14에는 본 발명에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체에서 각 레이어가 순차적으로 15° 회전된 상태가 도시되어 있다.

[0093] 도 11 내지 도 14 및 상기 표 1 및 표 2를 참조하면, 각 레이어(100)의 회전 각도에 따라 다양한 격자 패턴이 형성되며, 동일한 격자 패턴이 형성되는 레이어의 적층 수에 따라 구조의 밀도가 달라진다. 여기서, 격자 패턴은 격자 공간의 크기를 포함하여 의미할 수 있다. 상기 격자 공간은 레이어(100)의 적층 방향으로 바라보았을 때의 격자 패턴에 의해 형성되는 공간을 의미할 수 있다.

[0094] 한편, 각 레이어(100)의 회전각도 또는 적층수를 조절함으로써 구조의 밀도를 높이고, 복잡한 격자패턴이 형성되게 함으로써, 물질(예를 들어, 미세먼지)을 포집하는 성능이나, 압력강하, 기계적 강도가 우수해질 수 있다. 이에 관해서는 후술하기로 한다.

[0095] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 단위 셀 격자 구조를 가진 레이어는 3D 프린팅용 소프트웨어를 사용하여 3D 프린터로 제작될 수 있다. 3D 프린팅 방식 중 빛에너지를 이용하여 폴리머를 경화시키는 광경화 방식으로는 PuSL(projection micro-stereolithography], DLP(digital light processing), SLA(Stereo Lithography Apparatus), SLS(Selective laser sintering), SPPW(Self-propagating photopolymer waveguide) 등이 있고, 소재를 출력하는 방식인 FDM(Fused deposition modeling, 또는 FFF, Fused filament fabrication), Binder jetting 등이 있다. 제작 방법에 따라 단위 셀의 크기 및 격자부재의 두께는 다양한 크기로 조절될 수 있다.

[0096] 도 15는 본 발명에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조에서 회전중심부(120)가 레이어(100)의 중심(C)과 일정거리 이격된 위치에 형성된 상태를 나타낸 도면이다.

[0097] 상술한 바와 같이, 회전중심부(120)는 각 레이어(100) 상에서 다양한 위치에 형성될 수 있다. 도 15에는 각 레이어(100)의 일측 모서리 부근(레이어의 중심 위치(C)에서 일정 거리 이격된 위치)에 회전중심부(120)가 형성되어 있으며, 이러한 상태의 레이어(100)들이 회전중심부(120)를 중심으로 적층된 상태가 도시되어 있다. 도 15의 (a) 및 (b)는 본 발명에 따른 구조체를 위에서 바라본 도면으로, 도 15의 (a)와 같이 모놀리스 구조를 갖도록 각 레이어(100)가 회전되지 않은 상태에서, 도 15의 (b)와 같이 적층 방향을 따라 회전중심부(120)를 중심으로 각 레이어(100)를 일정각도로 회전시키면 레이어(100)간 간섭에 의해 구조체를 위에서 바라봤을 때 다양한 격자 패턴이 형성된다.

[0098] 한편, 상술한 방법에 따라 각 레이어(100)를 회전중심부(120)를 중심으로 회전시킨 가변형 헬리컬 적층 구조체는 사용목적에 맞게 전체적인 형상이 가공될 수 있다.

[0099] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 압축강도를 나타낸 그래프이다.

[0100] 도 16을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 기계적 성질 중 압축강도를 살펴본다.

[0101] 도 16에는 모놀리스 구조체와 헬리컬 적층 구조체의 압축강도가 비교된 그래프가 도시되었다. 도 12에 도시된 바와 같이, 동일한 변형률를 기준으로 구조체가 견딜 수 있는 축방향으로의 하중 크기를 살펴보면 헬리컬 적층 구조체가 모놀리스 구조체 보다 더 우수함을 알 수 있다.

[0102] 상기 압축강도 이외에 본 발명에 따른 헬리컬 적층 구조체는 레이어(100)의 적층수를 적게함으로써 낮은 밀도를 가질 수 있고, 비강도가 높으며, 외부 충격을 유연하게 흡수할 수 있으므로 다양한 산업분야에서 활용될 수 있다.

[0103] 한편, 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 헬리컬 적층 구조체는 미세먼지를 포집하는 필터로도 사용이 가능하다. 이때, 격자패턴이 형성된 면을 유체의 흐름 방향으로 배치한다. 그러면 유체 속에 포함된 미세먼지가 헬리컬 적층 구조체를 통과하면서 격자패턴을 구성하는 격자부재에 점착된다. 본 발명에 따른 헬리컬 적층 구조체는 미세입자 중 일정 크기 이하의 미세입자만 선택적으로 포집할 수 있다.

[0104] 미세입자가 본 발명의 헬리컬 적층 구조체와 충돌하게 되면 대전에 의한 정전기로 인해 격자부재에 점착된다. 이때, 점착력의 크기는 미세입자의 크기와 속도에 따라 달라진다. 즉, 속도가 빠르고 입자가 클수록 격자부재에 점착되지 못하고 튕겨 나가게 된다. 이론적으로 입자가 격자부재에 튕겨져 나가기 위한 에너지는 아래 수학식에 의해 연산될 수 있다. 그러나, 실제 실험환경에서는 2 ~ 15㎛ 크기를 갖는 미세입자는 격자부재에 충돌하기만 하면 점착되는 것을 확인할 수 있다.

[0106] < 수학식 >

[0107] $$KE_b = \frac{d_p A(1-e^2)}{2xe^2}$$

[0108] 여기서, KEb는 미세입자가 튕겨져 나올 때 튕김이 발생하는데 필요한 운동에너지(kinetic energy)로 하나의 문자열이고, dp는 입자(particle)의 직경이고, x는 분리거리이고, A는 Hamaker 상수이며, e는 반발계수이다.

[0109] 본 발명의 일 실시예에서 미세입자 중 기 설정된 제1 입자크기 이하의 크기를 갖는 미세입자는 격자부재에 충돌하면 점착된다. 본 발명의 일 실시예에서 제1 입자크기는 10㎛ 크기를 갖는다. 한편, 제1 입자크기 보다 크고 기 설정된 제2 입자크기 보다 작은 크기를 갖는 입자는 격자부재에 충돌하여도 점착되지 못하고 격자공간을 통과할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서 제2 입자크기는 500㎛로 설정될 수 있다. 그러나, 제1 입자크기 및 제2 입자크기는 포집 필터 설계자의 의도에 따라 다양하게 설정될 수 있다.

[0110] 한편, 일반적으로 필터의 성능 중 하나로 압력강하가 고려된다. 압력강하는 필터 전후 압력 차이를 의미하며, 압력강하가 작을수록 필터 성능이 좋다. 유체가 헬리컬 적층 구조를 그 적층 방향으로 통과할 때 격자부재 사이의 공간이 크면 유체의 이동이 쉬으므로 압력강하가 작다. 종래의 필터는 헬리컬 적층 구조체 보다 유체가 통과하는 공간이 작으므로 압력강하 측면에서 본 발명에 따른 헬리컬 적층 구조체는 종래의 필터 보다 성능이 우수하다.

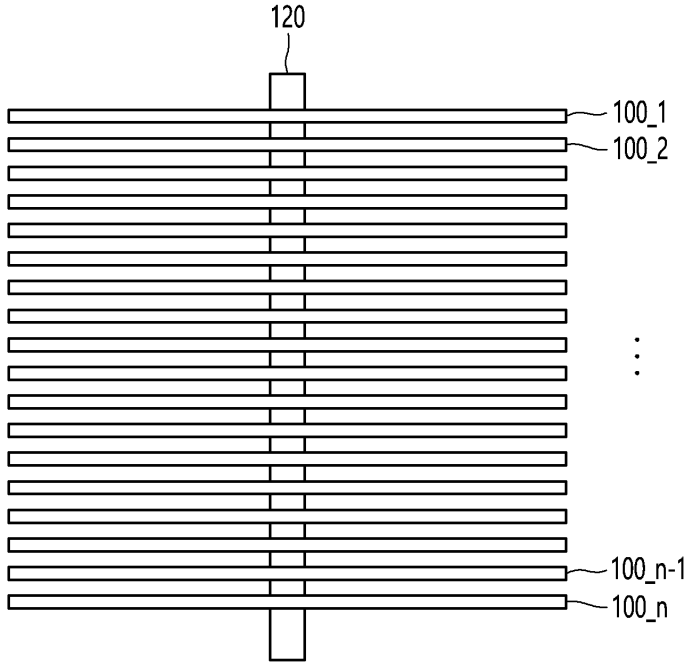
[0111] 한편, 본 발명에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체를 필터로 사용하는 경우, 포집 필터에 점착된 미세입자는 물 등의 세척액에 의해 씻겨 나갈 수 있으므로, 포집 필터를 재사용하는 것이 가능하다.

[0112] 본 발명에 따른 가변형 헬리컬 적층 구조체는, 필터의 성능, 기계적 강도 등을 고려하여 다양한 용도로 사용이 가능하다. 또한, 종래의 3D 입체 구조체가 특정 용도(예를 들어 필터 등)로 사용 중인 경우라도 사용 환경이 변하는 경우 다시 새로 제작해야 하는 문제가 있었으나, 본 발명에 따르면, 가변형 헬리컬 적층 구조체가 특정 용도로 사용 중인 경우에도 사용 환경이 변화는 경우 각 레이어 중 적어도 어느 하나 이상의 레이어의 회전각을 변화시키거나, 단위 셀 격자 구조가 다른 레이어 또는 연결부의 위치가 다른 레이어를 교체하여 장착함으로써 사용 환경 변화에 탄력적으로 대응이 가능하다.

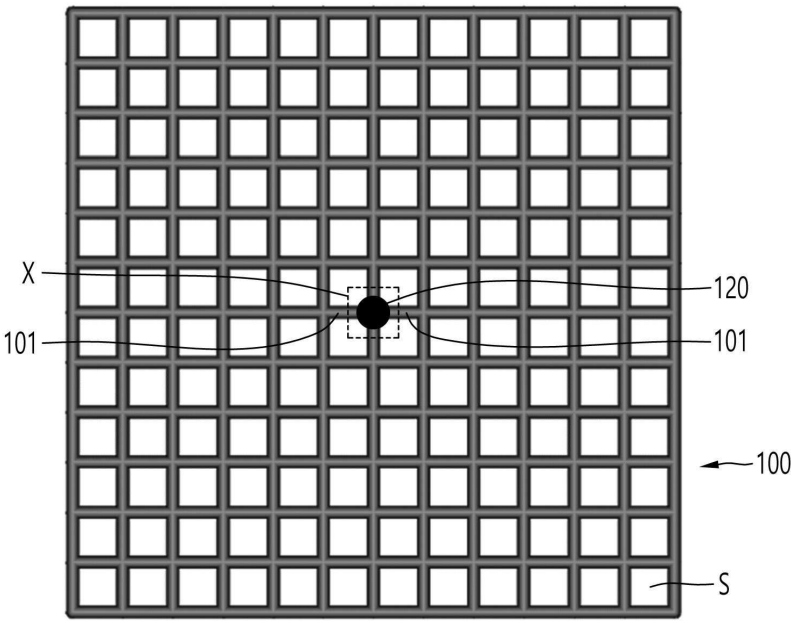
[0113] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

도면

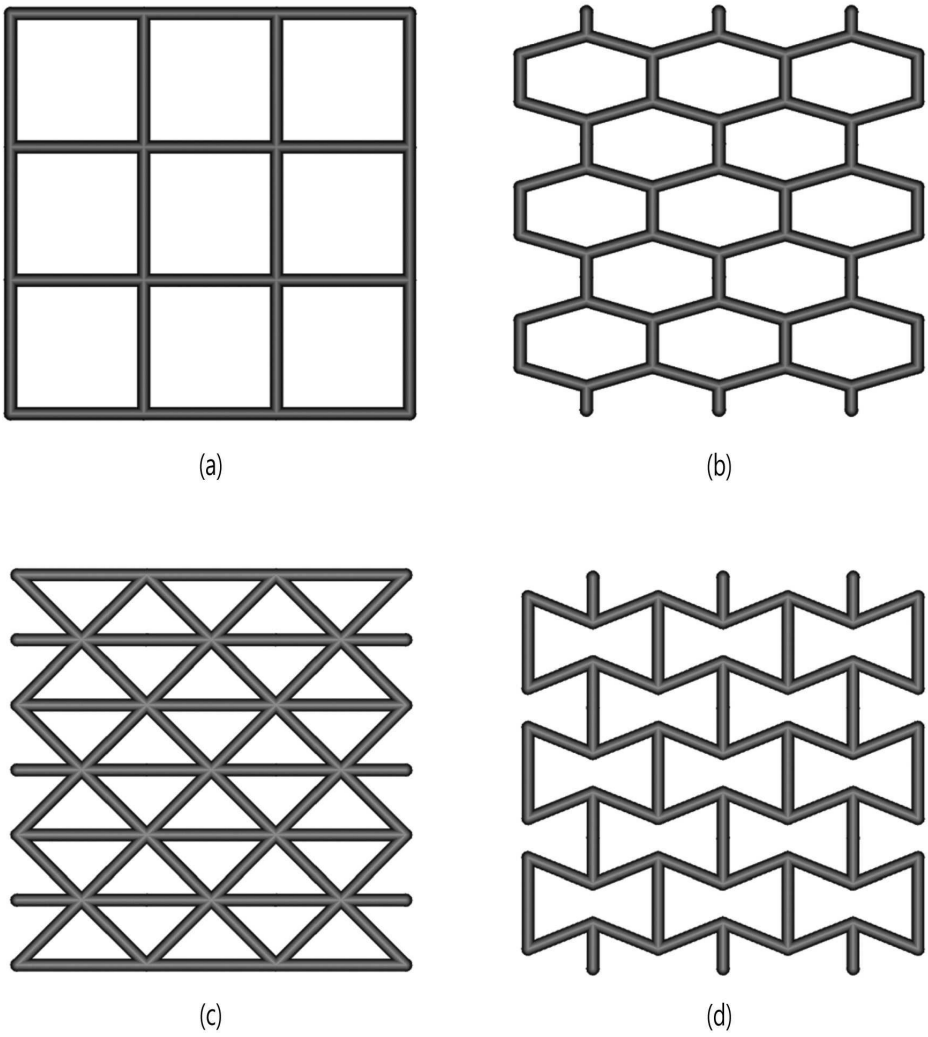
도면1



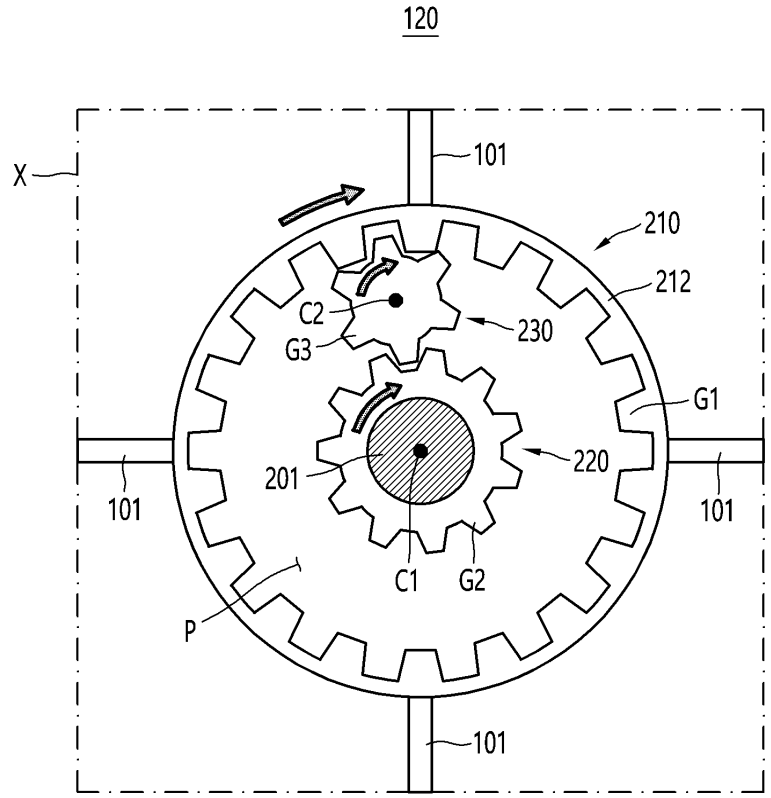
도면2



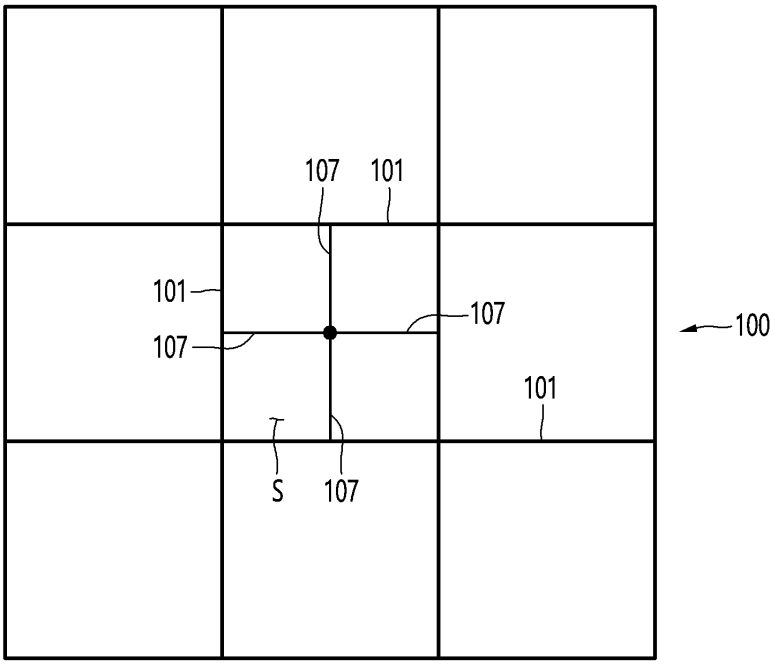
도면3



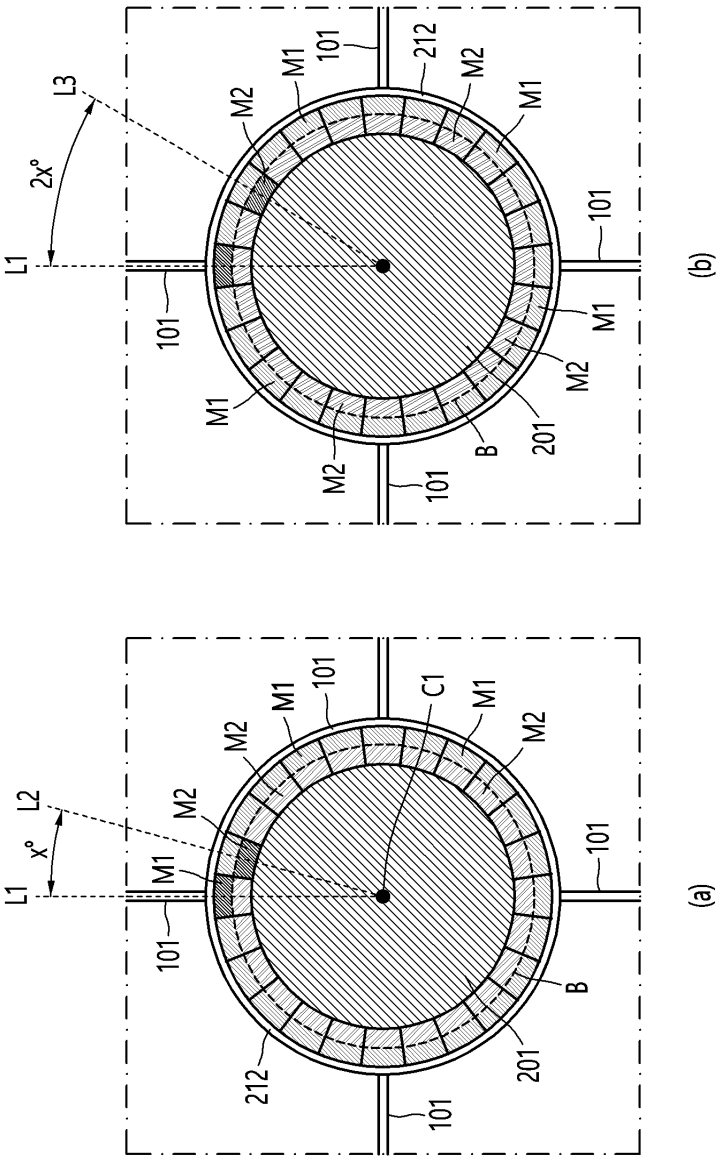
도면4


120
X
101
210
212
C2
230
G3
G1
220
201
101
101
C1
G2
P
101

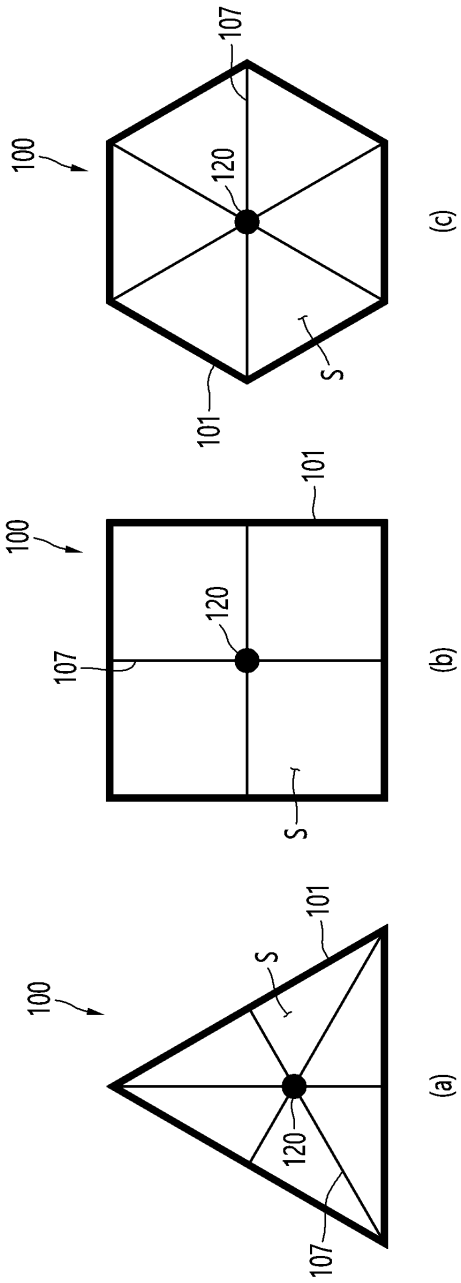
도면5


107
101
101
107
107
100
101
S
107

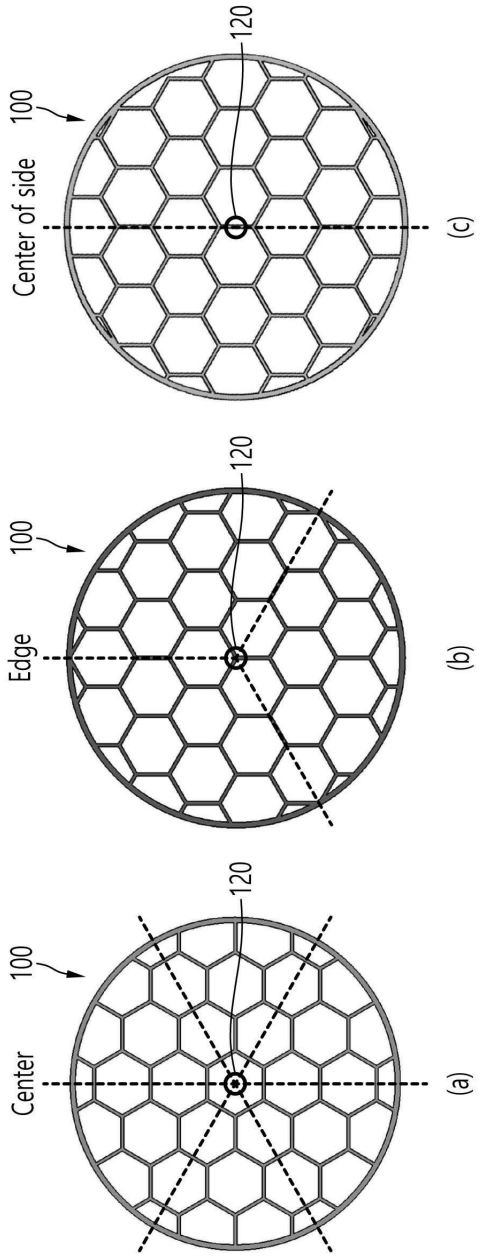
도면6



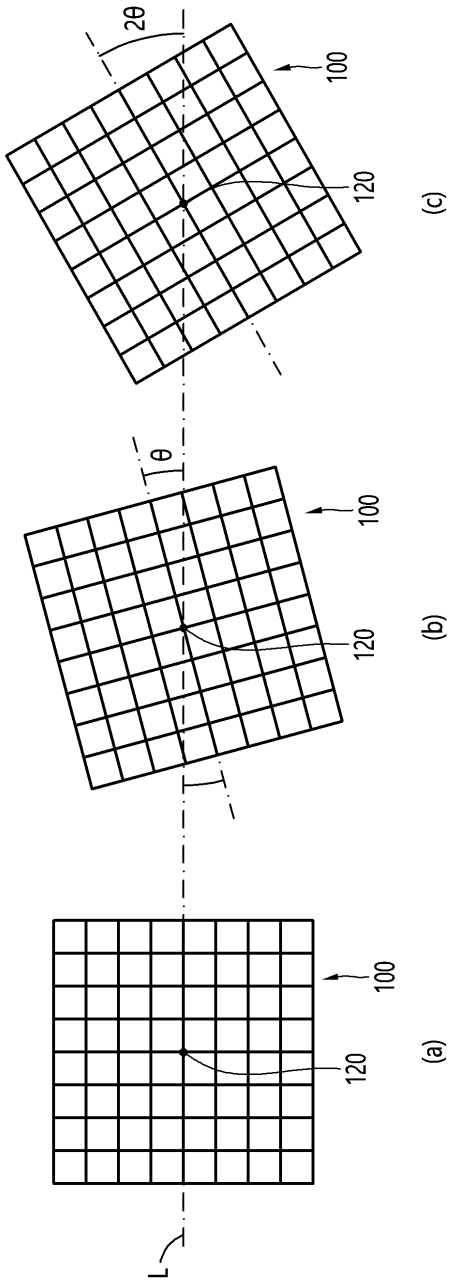
도면7



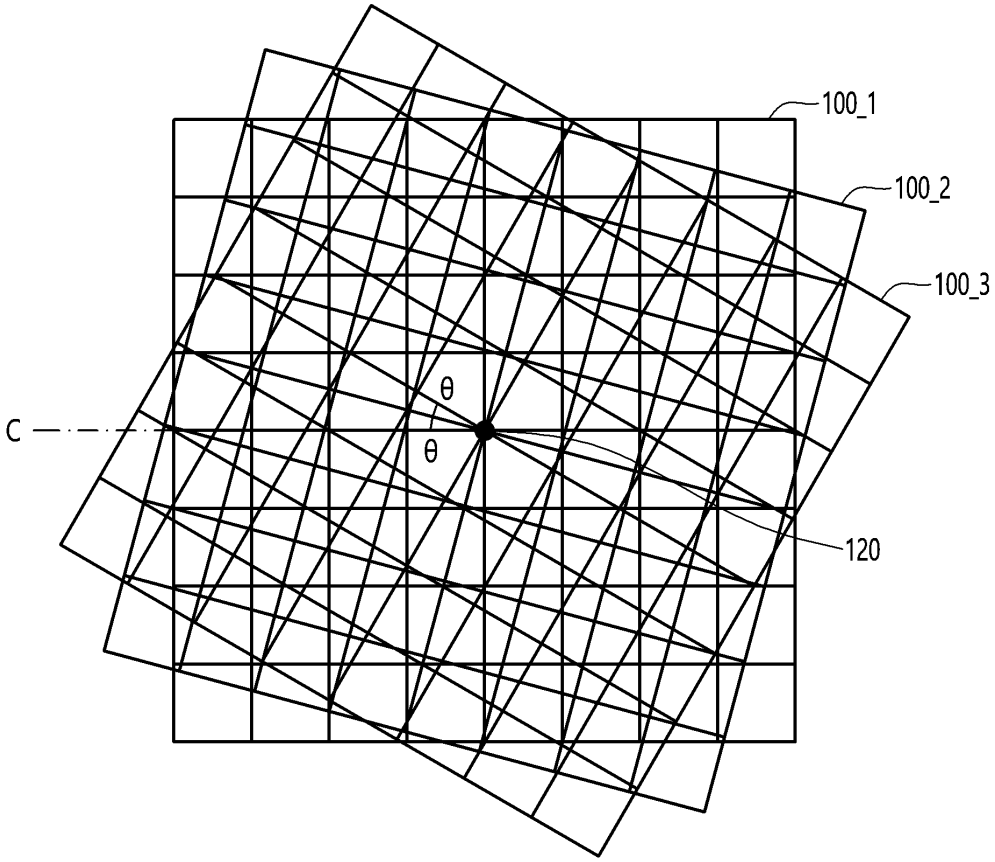
도면8



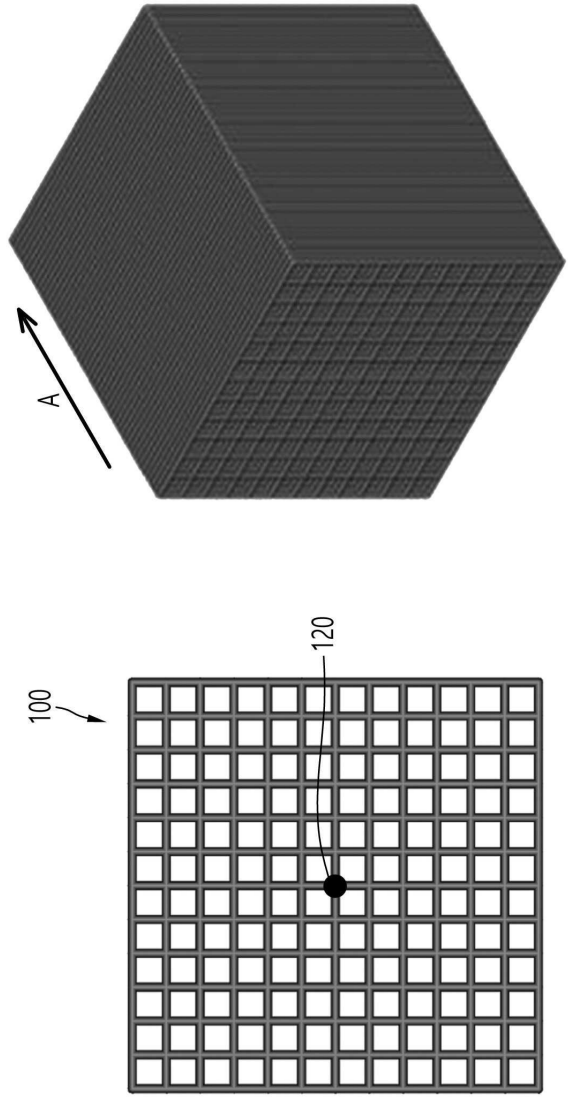
도면9



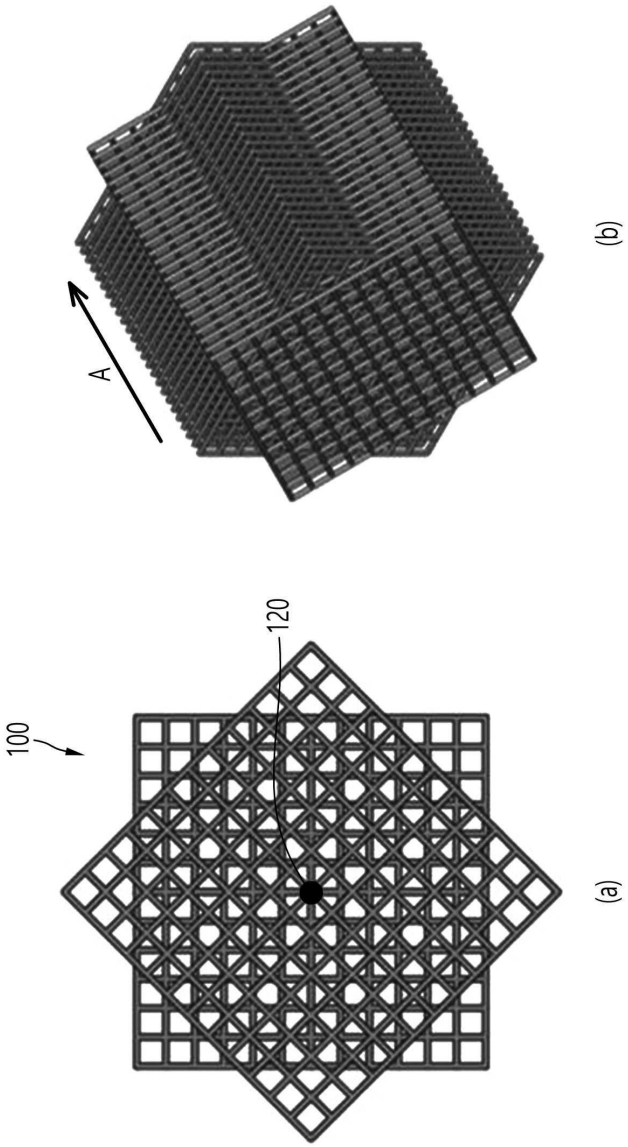
도면10



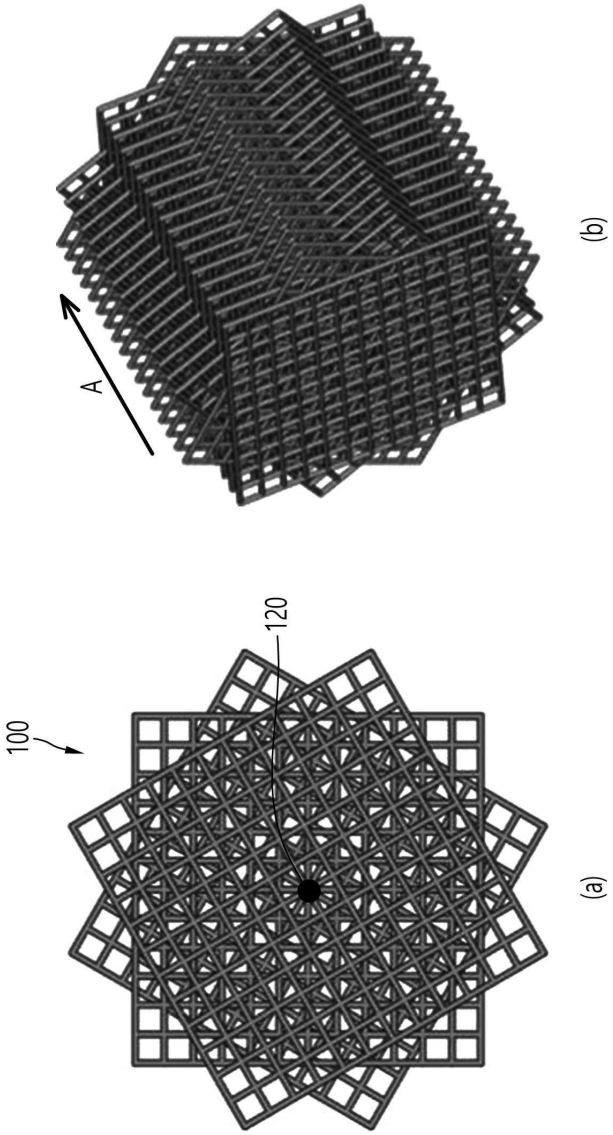
도면11



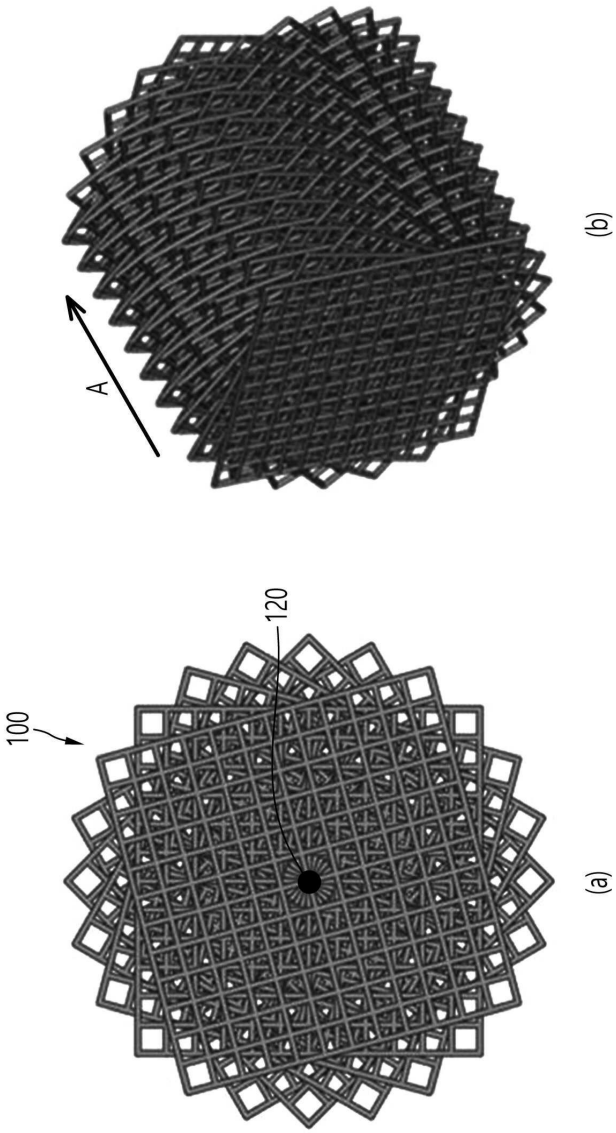
도면12



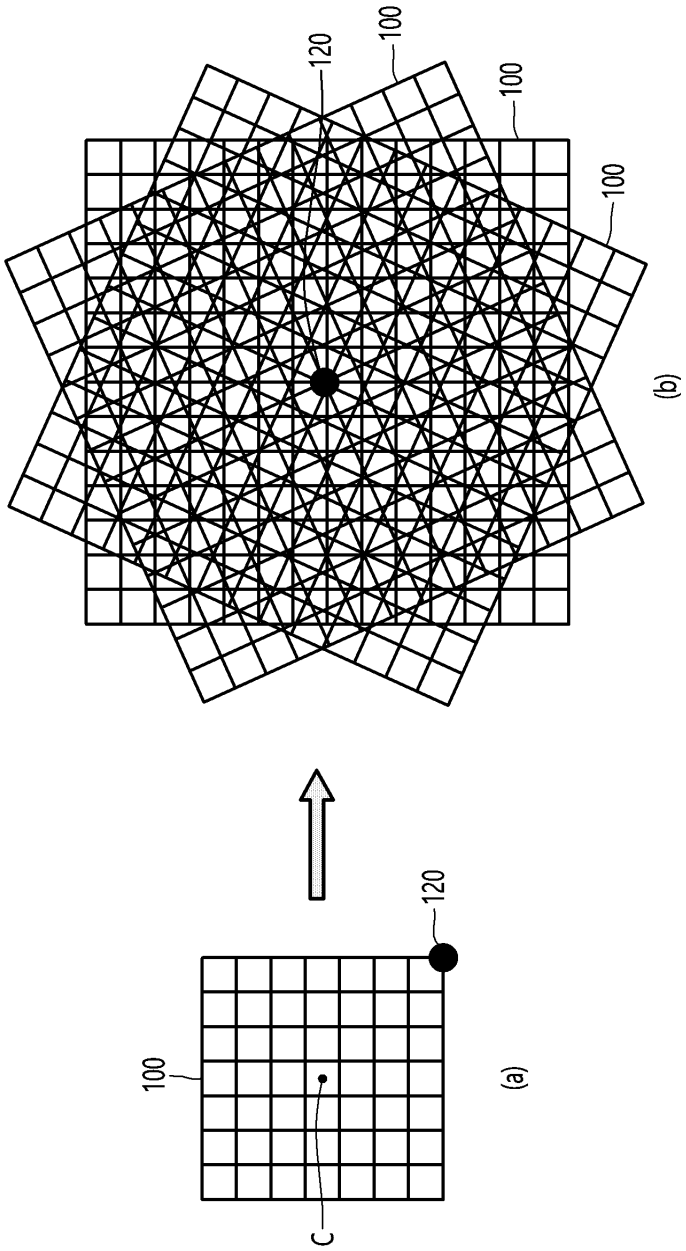
도면13



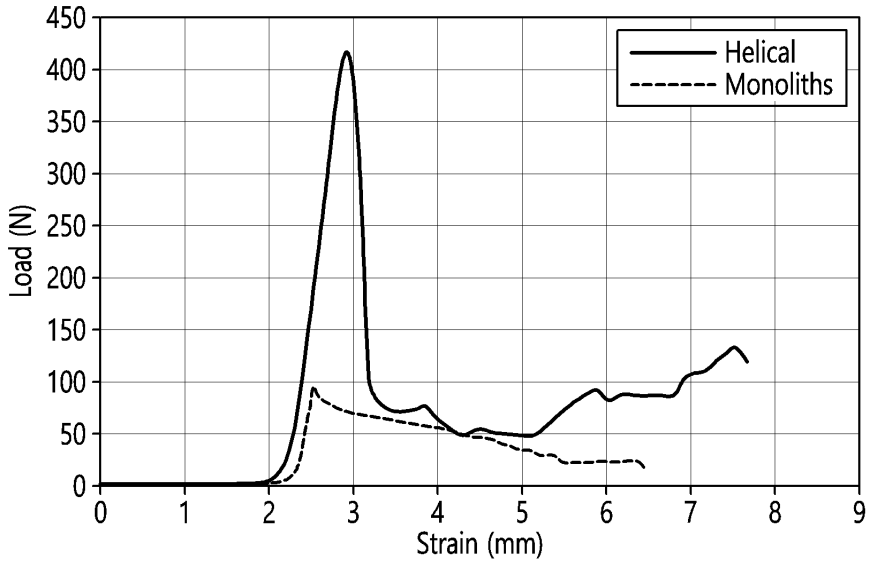
도면14



도면15



도면16


Helical
Monoliths
Load (N)
Strain (mm)
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9