(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년05월31일
(11) 등록번호 10-2403607
(24) 등록일자 2022년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 64/10 (2017.01) *B01D 39/16* (2006.01)
B29C 64/241 (2017.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
B33Y 30/00 (2015.01) *B33Y 40/20* (2020.01)
B33Y 80/00 (2015.01)
(52) CPC특허분류
B29C 64/10 (2021.08)
B01D 39/16 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0072730
(22) 출원일자 2021년06월04일
심사청구일자 2021년06월04일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020170014483 A*
US20200179836 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
창원대학교 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, 생활관 7동 429호(퇴촌동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김연권

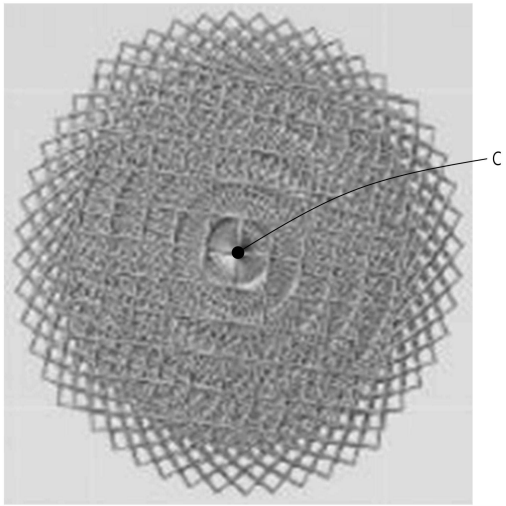
전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 이태우

(54) 발명의 명칭 **격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체 및 이의 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은 단위 레이어를 회전시켜 적층된 구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체에 관한 것으로, 단위 셀 격자 구조를 가지는 제1 레이어; 및 상기 제1 레이어와 동일한 형상을 갖되, 상기 제1 레이어의 중심을 기준으로 평면 회전된 상태로 상기 제1 레이어와 동일한 적층축을 따라 순차적으로 적층되는 제n 레이어(n≥2);를 포함하되, 이웃하는 레이어 간 회전 각도는 θ° 인 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B29C 64/241 (2017.08)
B33Y 10/00 (2013.01)
B33Y 30/00 (2013.01)
B33Y 40/20 (2020.01)
B33Y 80/00 (2013.01)
B01D 2239/10 (2013.01)

(72) 발명자
김도혁
경상남도 창원시 의창구 용지로261번길 9-19, 1층 뒷방(용호동)

박서림
경상남도 창원시 진해구 웅천동로106번길 20, 102동 1203호(남문동, 하우스디)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711125957
과제번호	2016-0-00318-006
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	지역지능화혁신인재양성 (Grand ICT연구센터)
연구과제명	IoT 및 지능정보 기반 동남권 제조 IT 기술 혁신 및 인재양성
기 여 율	1/1
과제수행기관명	부산대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

단위 셀 격자 구조를 가지는 제1 레이어; 및

상기 제1 레이어와 동일한 형상을 갖되, 상기 제1 레이어의 중심을 기준으로 평면 회전된 상태로 상기 제1 레이어와 동일한 적층축을 따라 순차적으로 적층되는 제n 레이어(n≥2);를 포함하되,

이웃하는 레이어 간 회전 각도는 Θ° 인 것을 특징으로 하고,

상기 적층축 방향을 유체의 흐름 방향으로 배치할 때 상기 제1 내지 제n 레이어의 격자부재에 의해 격자패턴이 형성되고,

상기 유체가 통과하는 흐름축 방향으로 바라본 단면 형상에서 압력강하를 고려하여 격자부재 사이의 공간 크기가 설정되고,

미세입자가 포함된 유체가 적층된 레이어를 통과할 때 미세입자 중 제1 입자크기 이하의 크기를 갖는 미세입자는 상기 레이어의 격자부재에 점착되고,

상기 미세입자가 상기 격자부재에 점착되는 점착력의 크기는 상기 미세입자의 크기와 속도에 따라 달라지고, 상기 미세입자 중 기 설정된 에너지를 갖는 입자는 상기 격자부재에 튕겨져 나갈 수 있는 것을 특징으로 하는,

격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 단위 셀 격자 구조는 메쉬(mesh) 구조인 것을 특징으로 하는 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 단위 셀 격자 구조의 형태는 사각형인 것을 특징으로 하는 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 순차적으로 적층된 각 레이어는 동일 방향으로 회전된 상태인 것을 특징으로 하는 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 레이어의 적층축을 중심으로 바라봤을 때 격자 패턴이 일정하게 형성되는 것을 특징으로 하는 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체.

청구항 6

단위 셀 격자 구조를 가지는 제1 레이어를 형성하는 단계; 및

상기 제1 레이어와 동일한 형상을 갖는 제n 레이어(n≥2)를 형성하여 적층하되, 상기 제1 레이어의 중심으로 기준으로 평면 회전시킨 상태로 상기 제1 레이어와 동일한 적층축을 따라 순차적으로 적층하는 단계;를 포함하되,

이웃하는 레이어 간 회전 각도는 Θ° 인 것을 특징으로 하고,

상기 적층축 방향을 유체의 흐름 방향으로 배치할 때 상기 제1 내지 제n 레이어의 격자부재에 의해 격자패턴이 형성되고,

상기 유체가 통과하는 흐름축 방향으로 바라본 단면 형상에서 압력강하를 고려하여 격자부재 사이의 공간 크기가 설정되고,

미세입자가 포함된 유체가 적층된 레이어를 통과할 때 미세입자 중 제1 입자크기 이하의 크기를 갖는 미세입자는 상기 레이어의 격자부재에 점착되고,

상기 미세입자가 상기 격자부재에 점착되는 점착력의 크기는 상기 미세입자의 크기와 속도에 따라 달라지고, 상기 미세입자 중 기 설정된 에너지를 갖는 입자는 상기 격자부재에 튕겨져 나갈 수 있는 것을 특징으로 하는,

격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 제조 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 레이어의 형성 및 적층은 3D 프린터에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 제조 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 레이어의 적층은 상기 레이어의 적층축을 중심으로 바라봤을 때 일정한 격자패턴이 형성될 때까지 수행되는 것을 특징으로 하는 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 제조 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 레이어가 적층된 구조체의 형상을 가공하는 단계;를 더 포함하는 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체 및 이의 제조 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 단위 레이어를 회전시켜 적층된 구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체 및 이의 제조 방법에 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] 본 발명의 과제는 상술한 종래 격자구조를 대신할 수 있는 격자를 제안하고, 제작하는 방법, 설계방법 등에 대한 발명을 제시하고, 해당 구조의 기계적 물성에 대한 결과와 실시예 중 하나로, 격자구조 보다 필터 성능을 향상시킬 수 있고, 종래의 격자구조를 가진 구조체 보다 기계적 성질이 우수한 새로운 형태의 발명을 제시하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0004] 상기의 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체는, 단위 셀 격자 구조를 가지는 제1 레이어; 및 상기 제1 레이어와 동일한 형상을 갖되, 상기 제1 레이어의 중심을 기준으로 평면 회전된 상태로 상기 제1 레이어와 동일한 적층축을 따라 순차적으로 적층되는 제n 레이어(n≥2);를 포함한다.

[0005] 여기서, 이웃하는 레이어 간 회전 각도는 Θ° 인 것을 특징으로 한다.

[0006] 바람직하게는, 상기 단위 셀 격자 구조는 메쉬(mesh) 구조인 것을 특징으로 한다.

[0007] 또한, 바람직하게는, 상기 단위 셀 격자 구조의 형태는 사각형인 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 바람직하게는, 상기 순차적으로 적층된 각 레이어는 동일 방향으로 회전된 상태인 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 바람직하게는, 상기 레이어의 적층축을 중심으로 바라봤을 때 격자 패턴이 일정하게 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기의 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 제조 방법은, 단위 셀 격자 구조를 가지는 제1 레이어를 형성하는 단계; 및 상기 제1 레이어와 동일한 형상을 갖는 제n 레이어(n≥2)를 형성하여 적층하되, 상기 제1 레이어의 중심으로 기준으로 평면 회전시킨 상태로 상기 제1 레이어와 동일한 적층축을 따라 순차적으로 적층하는 단계;를 포함한다.

[0011] 여기서, 이웃하는 레이어 간 회전 각도는 Θ° 인 것을 특징으로 한다.

[0012] 바람직하게는, 상기 레이어의 형성 및 적층은 3D 프린터에 의해 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 바람직하게는, 상기 레이어의 적층은 상기 레이어의 적층축을 중심으로 바라봤을 때 일정한 격자패턴이 형성될 때까지 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 바람직하게는, 상기 레이어가 적층된 구조체의 형상을 가공하는 단계;를 더 포함한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따르면, 다양한 단위 셀을 사용하여 주기적인 격자구조를 자유롭게 형성시킬 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명에 따르면, 단위 레이어가 추가될 때마다 일정한 각도로 회전시켜 적층시킴으로써 유체의 통과 시 미세입자가 격자부재의 표면에 더 잘 포집될 수 있도록 유도하는 효과가 있다.

[0017] 본 발명에 따르면, 일정 크기 이하의 미세입자만 선택적으로 포집하여 압력 강하가 작아지는 것이 방지되므로 종래의 필터 보다 성능이 우수하고 수명이 길어지는 효과가 있다.

[0018] 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.

[0019] 또한, 본 발명에 따르면, 필터에 점착된 미세먼지를 세척액 등을 이용하여 세척이 가능하므로 재사용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체를 위에서 바라본 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체를 옆에서 바라본 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이어를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이어의 회전 상태를 나타낸 도면이다.

도 5는 도 4의 각 레이어가 적층된 상태를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이어가 다양한 각도로 회전되어 적층된 상태를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 압축강도를 나타낸 그래프이다.

도 8은 실제 제작된 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체를 확대하여 나타낸 도면이다.

도 9는 필터로 사용된 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 미세입자 포집 전후 상태를 나타낸 도면이다.

도 10은 필터로 사용된 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 필터 성능을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하 첨부된 도면을 참조하여, 바람직한 실시예에 따른 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체 및 이의 제조 방법에 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.

[0022] 미세입자를 제거하기 위한 종래의 필터 구조는 수 ㎛ 이하의 얇은 섬유들이 비주기적으로 얼기설기 엮여 있는 구조이다. 이는 필터 설계자가 원하는 필터 구조가 형성되도록 제어할 수 없음을 의미하며, 종래의 필터 구조 중 포집 성능이 떨어지는 부분이 존재할 경우 불량품이 양산될 수도 있다.

[0023] 본 출원인은 상술한 문제를 해결하기 위해 종래의 미세입자 포집용 필터 구조와 전혀 다른 구조를 채택하여 본 발명에 이르게 되었다. 본 출원인이 고안한 구조체는 단위 셀 격자구조를 가지는 다수의 레이어가 회전된 상태로 적층된 구조체로서 설계자가 원하는 패턴 및 사양으로 제조될 수 있다. 한편, 본 발명에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체는 형상 자체로 인해 다양한 기계적 성질을 가지고 있으므로 필터 이외에도 다양한 산업 분야에 적용될 수 있다.

[0024] 우선, 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체를 설명한 후 이러한 구조체가 응용될 수 있는 예를 설명한다.

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체를 위에서 바라본 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체를 옆에서 바라본 도면이다.

[0026] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체는 동일 중심축(C)에 다수의 레이어(layer)가 순차적으로 적층되어 있는 구조이다. 여기서, 중심축(C)은 적층 방향의 축이기도 하므로, 본 명세서에서 중심축(C)과 적층축은 동일한 의미이다. 한편, 각 레이어는 일정한 방향으로 회전되어 적층된다. 구체적인 적층 방법에 대해서는 후술하기로 한다.

[0027] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이어를 나타낸 도면이다.

[0028] 도 3에 도시된 바와 같이, 헬리컬 적층 구조체를 구성하고 있는 각 레이어는 단위 셀 격자 구조로 구성되어 있다. 본 발명의 일 실시예에서 단위 셀 격자 구조는 사각형의 메쉬(mesh) 구조이다. 도 3에는 8 x 8의 총 64개의 단위 셀이 형성되어 있다. 본 발명의 일 실시예에서 각 단위 셀의 가로 및 세로의 길이는 3.75㎜이고, 두께는 0.2㎜이다. 다만, 메쉬 구조에서 단위 셀의 형태, 수 및 단위 셀을 구성하는 각 길이 및 두께의 값은 다양하게 형성될 수 있다.

[0029] 본 발명의 일 실시예에서 레이어의 전체적인 형태는 사각형이며, 가로 및 세로의 길이는 30㎜이다. 다만, 레이어의 전체 형태 및 레이어의 두께는 설계자의 의도에 따라 다양하게 설계될 수 있다.

[0030] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이어의 회전 상태를 나타낸 도면이며, 도 5는 도 4의 각 레이어가 적층된 상태를 나타낸 도면이다.

[0031] 도 4 및 도 5를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 적층 방법을 설명한다.

[0032] 도 4의 (a)에는 제1 레이어가 도시되어 있다. 제1 레이어는 기준라인(L) 상으로 회전되지 않은 상태이다. 도 4의 (b)에는 제2 레이어가 도시되어 있다. 제2 레이어는 기준라인(L)에 대해 중심축(C)을 기준으로 Θ° 만큼 평면 회전되어 있다. 도 4의 (c)에는 제3 레이어가 도시되어 있다. 제3 레이어는 기준라인(L)에 대해 중심축(C)을 기준으로 2Θ° 만큼 평면 회전되어 있다. 도 4에 도시된 바와 같이 이웃하는 레이어 간 회전 각도 차이는 Θ° 이다.

[0033] 도 4에는 도시되어 있지 않으나 제4 레이어부터 이전 레이어와 Θ° 만큼 차이 나도록 평면 회전된 레이어가 더 형성될 수 있다. 즉, 이를 일반화하면 제1 레이어와 회전된 상태의 제n 레이어(n≥2)가 더 형성될 수 있는 것이다.

[0034] 한편, 본 발명의 일 실시예에서 제2 레이어부터 각 레이어는 동일 방향으로 회전되어 있다. 도 4에는 제2 레이어부터 각 레이어가 반시계 방향으로 회전되어 있으나, 시계 방향으로 회전될 수도 있다.

[0035] 제2 레이어부터는 제1 레이어와 동일한 중심축(C)을 따라 제1 레이어에 순서대로 적층된다. 각 레이어의 적층 방향은 제1 레이어의 상향 또는 하향을 불문한다. 각 레이어가 적층될 때마다 적층된 구조체를 위에서 바라보면 다양한 격자패턴이 형성된다. 도 5에는 3개의 레이어가 적층되어 있으나, 레이어의 개수가 증가될수록 격자패턴은 다양하게 나타난다. 그러나, 레이어가 적층되다가 미리 설정된 개수의 레이어가 적층되면 격자패턴은 일정하게 형성된다. 일례로, 사각형 메쉬 구조의 경우 격자패턴이 반복되기 위한 레이어의 수(n)는 (360° / 회전각(Θ°)) / 2n = 상수가 되는 최소값이다.

[0036] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이어가 다양한 각도로 회전되어 적층된 상태를 나타낸 도면이다.

[0037] 한편, 상술한 방법으로 각 레이어가 회전된 상태로 적층된 구조체를 위에서 바라보면 다양한 격자패턴이 형성된다. 이때, 격자패턴은 이웃하는 레이어 간 회전 각도 차이(Θ°)에 따라 차이가 있다.

[0038] 도 6의 (a) 내지 (f)에는 각 레이어가 다양한 각도(Θ°)로 회전된 상태에서 적층된 구조체를 위에서 바라본 평면도와 사시도가 도시되어 있다.

[0039] 도 6의 (a)는 각 레이어의 회전 각도(Θ°)가 0° 경우의 구조체 모습이고, 도 6의 (b)는 각 레이어의 회전 각도(Θ°)가 7° 경우의 구조체 모습이고, 도 6의 (c)는 각 레이어의 회전 각도(Θ°)가 15° 경우의 구조체 모습이고, 도 6의 (d)는 각 레이어의 회전 각도(Θ°)가 5° 경우의 구조체 모습이고, 도 6의 (e)는 각 레이어의 회전 각도(Θ°)가 10° 경우의 구조체 모습이며, 도 6의 (f)는 각 레이어의 회전 각도(Θ°)가 20° 경우의 구조체 모습이다.

[0040] 도 6의 (a)와 같이 각 레이어가 회전되지 않고 그대로 적층된 상태의 구조를 모놀리스(monoliths) 구조라 한다. 도 6에 도시된 바와 같이, 각 레이어의 회전 각도(Θ°)에 따라 격자패턴 속 격자 공간이 다양하게 형성된다.

[0041] 본 발명의 일 실시예에 따른 단위 셀 격자 구조를 가진 레이어 및 적층은 3D 프린팅용 소프트웨어를 사용하여 3D 프린터로 제작되었다. 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.

[0042] 제조공정을 살펴보면, 회전각도 0° 인 제1 레이어를 일정높이(구조체 트러스의 두께와 동일하거나 상이할 수 있음)까지 적층하고, 적층이 완료되면 중심축을 기준으로 Θ° 회전시킨 후 제2 레이어를 적층한다. 이와 같은 공정을 반복하여 헬리컬 구조체를 제작한다.

[0043] 한편, 상술한 방법에 따라 제조된 헬리컬 적층 구조체는 사용목적에 맞게 전체적인 형상이 가공된다.

[0044] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 압축강도를 나타낸 그래프이다.

[0045] 도 7을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 기계적 성질 중 압축강도를 살펴본다.

[0046] 도 7에는 모놀리스 구조체와 헬리컬 적층 구조체의 압축강도가 비교된 그래프가 도시되었다. 도 7에 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.

[0047] 상기 압축강도 이외에 본 발명에 따른 헬리컬 적층 구조체는 무게가 스티로폼의 100분의 1에 불과하여 매우 가볍고, 비강도가 높으며, 외부 충격을 유연하게 흡수할 수 있으므로 다양한 산업분야에서 활용될 수 있다.

[0048] 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 구조

체는 미세입자 중 일정 크기 이하의 미세입자만 선택적으로 포집한다.

[0049] 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.

[0051] < 수학식 >

[0052]
$$KE_b = \frac{d_p A(1-e^2)}{2xe^2}$$

[0053] 여기서, x는 분리거리이고, A는 Hamaker 상수이고, e는 반발계수이다.

[0055] 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(F) 설계자의 의도에 따라 다양하게 설정될 수 있다.

[0056] 한편, 일반적으로 필터의 성능 중 하나로 압력강하가 고려된다. 압력강하는 필터 전후 압력 차이를 의미하며, 압력강하가 작을수록 필터 성능이 좋다. 유체가 헬리컬 적층 구조를 통과할 때 격자부재 사이의 공간이 크면 유체의 이동이 쉬으므로 압력강하가 작다. 종래의 필터는 헬리컬 적층 구조체 보다 유체가 통과하는 공간이 작으므로 압력강하 측면에서 헬리컬 적층 구조체는 종래의 필터 보다 성능이 우수하다.

[0057] 도 8은 실제 제작된 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체를 확대하여 나타낸 도면이고, 도 9는 필터로 사용된 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 미세입자 포집 전후 상태를 나타낸 도면이며, 도 10은 필터로 사용된 격자구조를 가지는 헬리컬 적층 구조체의 필터 성능을 나타낸 그래프이다.

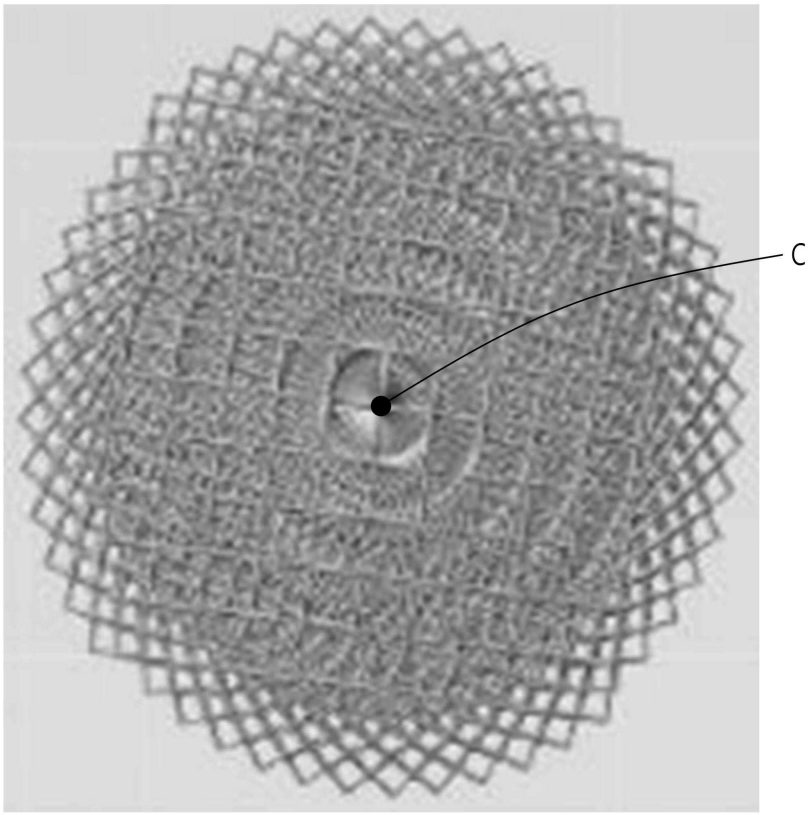
[0058] 도 9의 (a)에는 미세입자가 점착되기 전 헬리컬 적층 구조체를 확대한 상태가 도시되어 있다. 이후, 유체가 헬리컬 적층 구조체를 통과할 때 미세입자가 격자부재에 충돌하면 도 9의 (b)에 도시된 바와 같이 미세입자가 격자부재에 점착된다. 본 발명의 일 실시예에서 격자부재에 점착되는 미세입자는 제1 입자크기 이하의 크기를 갖는다.

[0059] 도 10에는 본 발명에 따른 헬리컬 적층 구조체를 갖는 필터와 헤파필터의 미세먼지 포집 정도를 비교한 그래프가 도시되어 있다. 여기서 실험에 사용된 미세먼지 투입량은 0.1g $\pm$ 0.0005g이다. 미세먼지 포집 실험은 2번 수행되었으며, 헬리컬 적층 구조체를 이용하여 미세먼지 포집 실험을 수행한 결과 Test 1과 Test 2에서 각각 0.01797g 및 0.02127g의 미세먼지가 포집되었다. 이는 헤파필터의 미세먼지 포집 성능과 거의 유사하다.

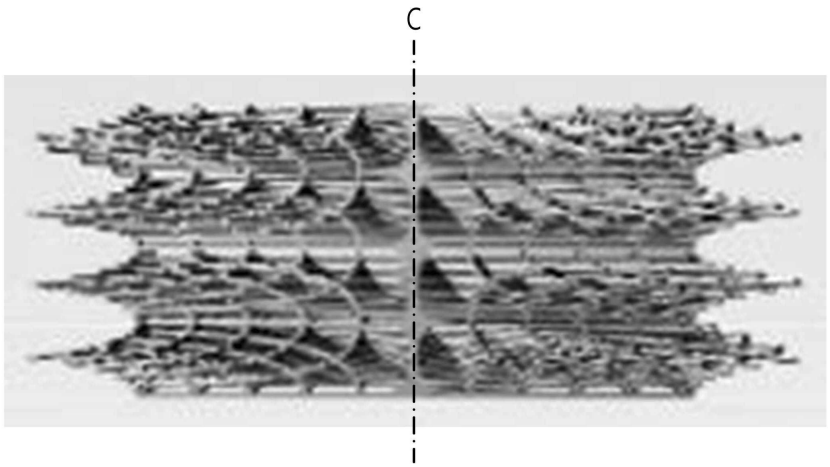
[0060] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

도면

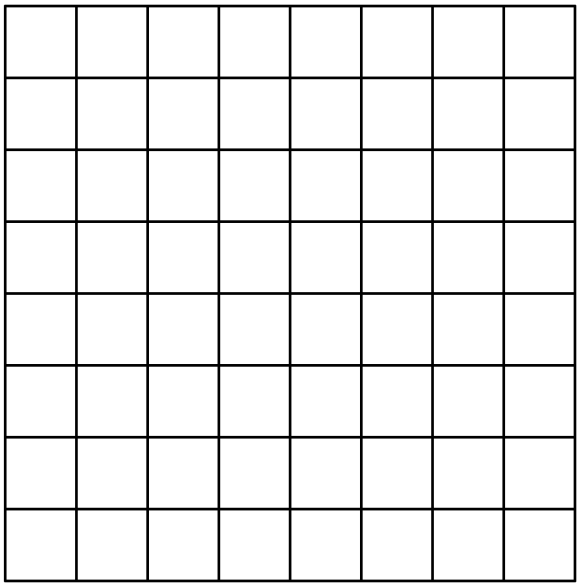
도면1



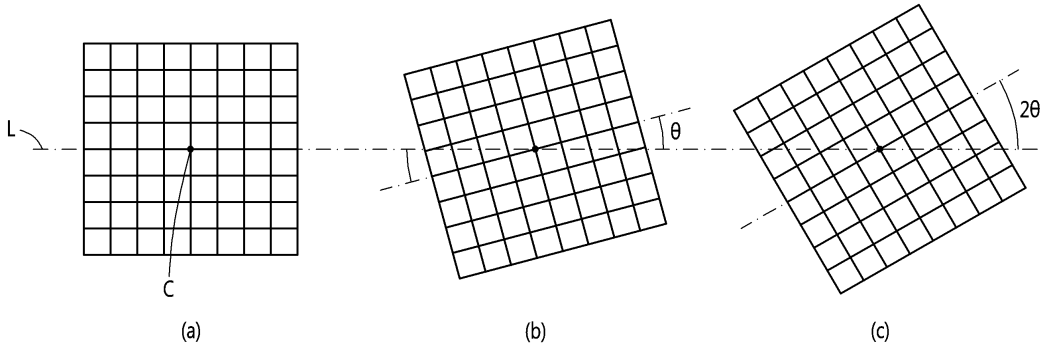
도면2



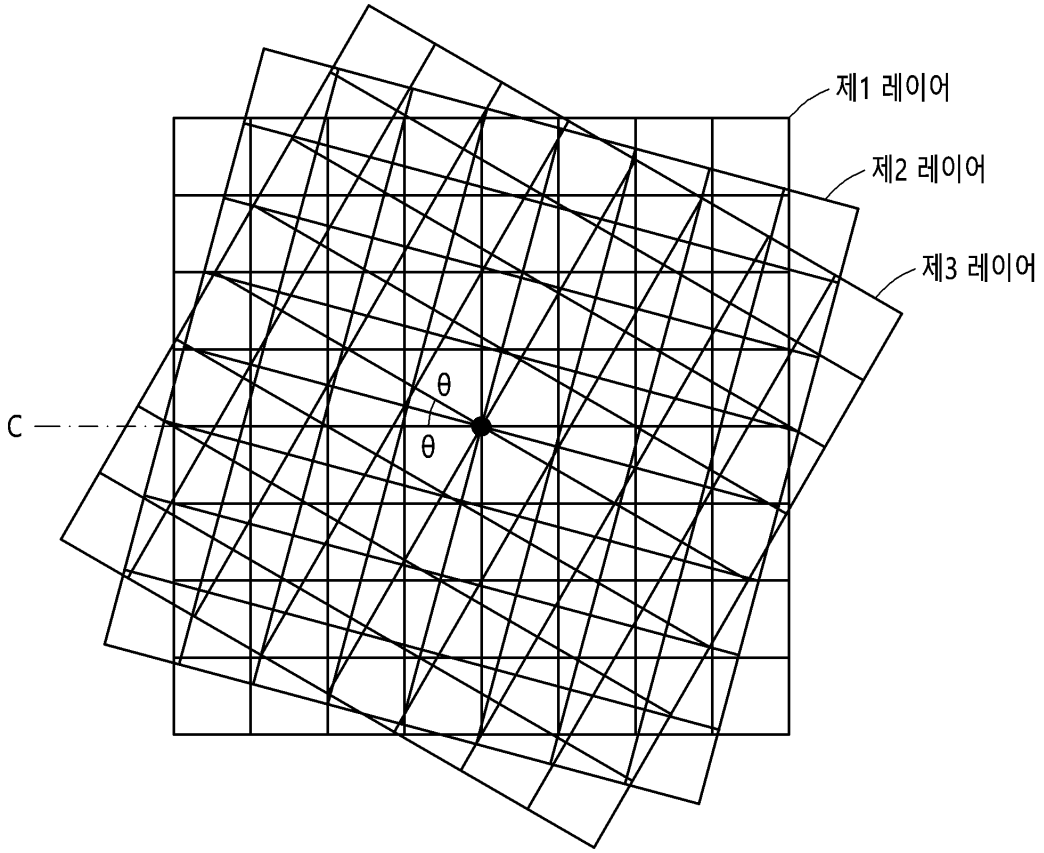
도면3



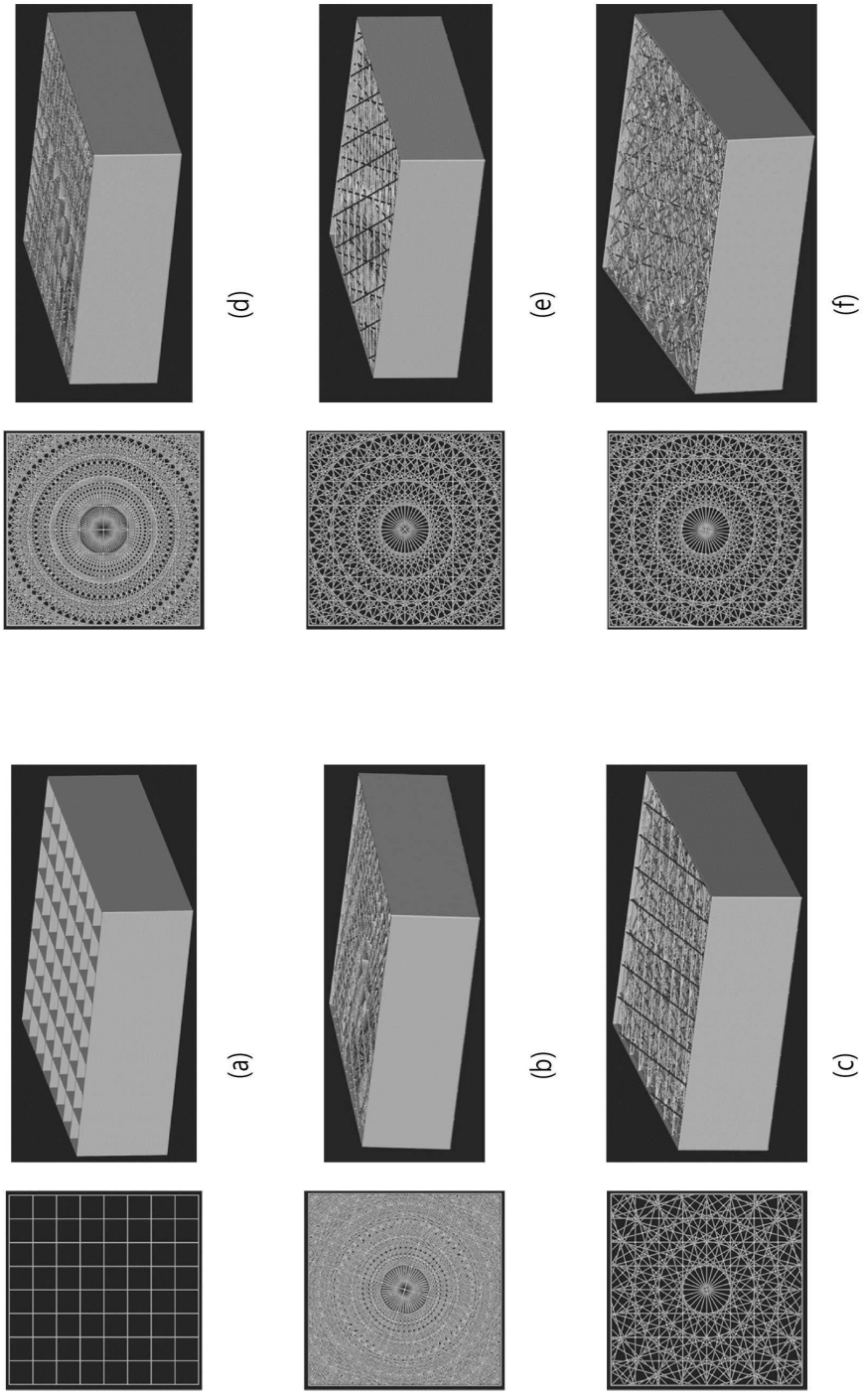
도면4



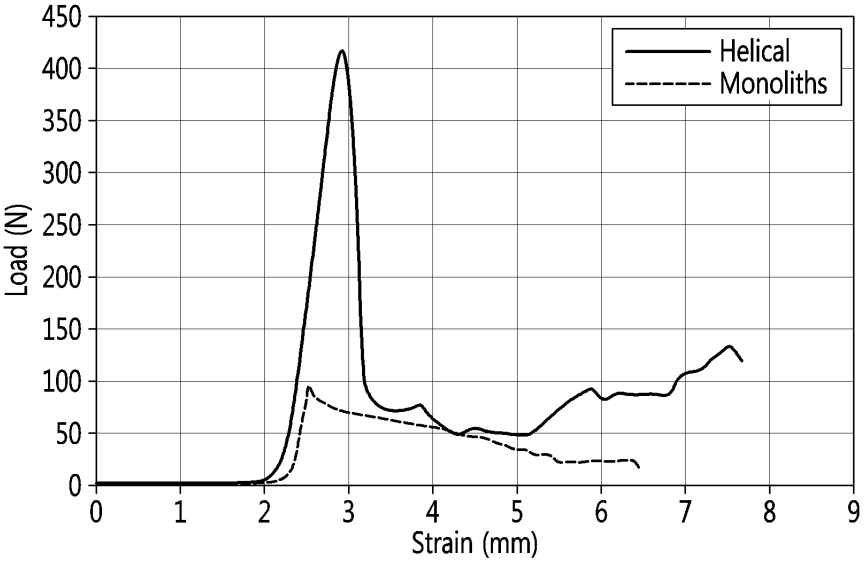
도면5



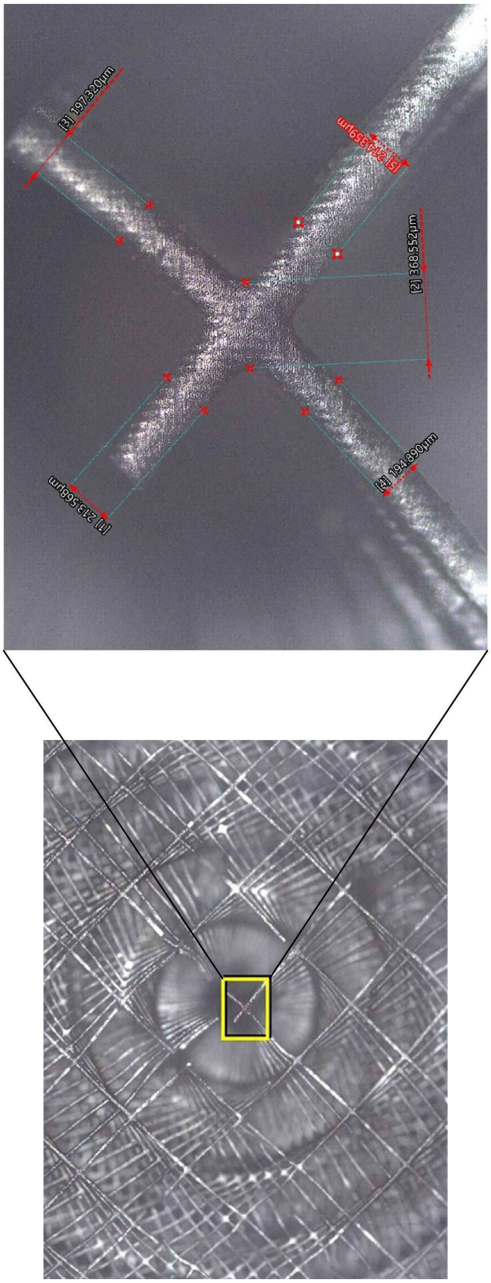
도면6



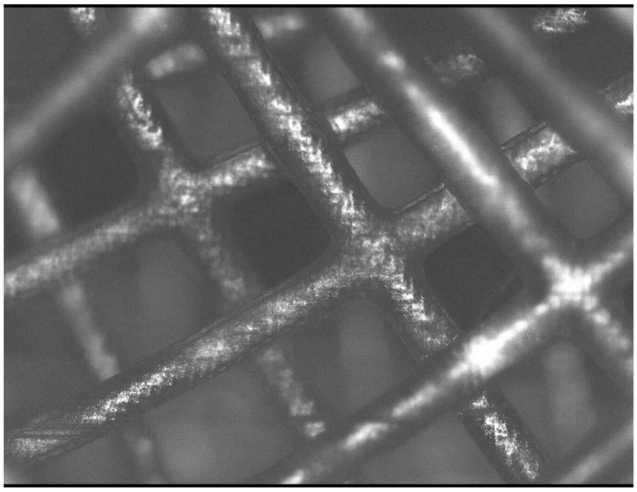
도면7


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

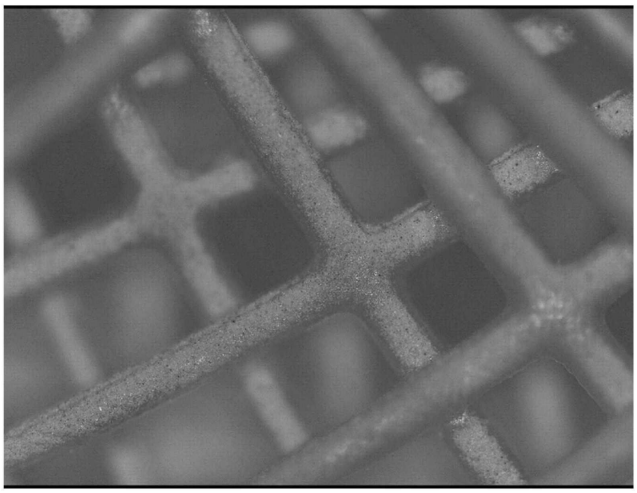
도면8



도면9

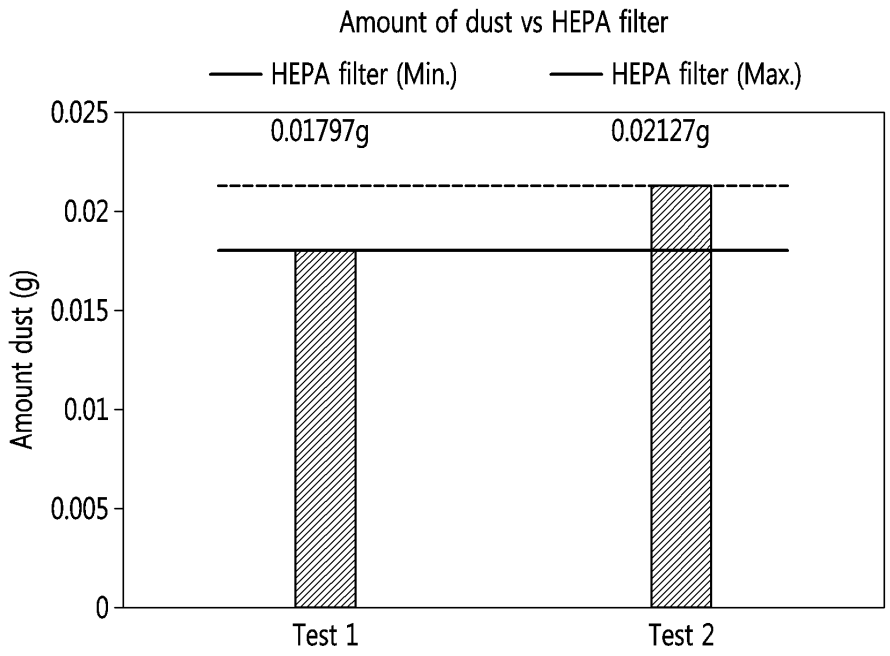


(a)



(b)

도면10


Amount of dust vs HEPA filter
HEPA filter (Min.)
HEPA filter (Max.)
0.01797g
0.02127g
0.025
0.02
0.015
0.01
0.005
0
Amount dust (g)
Test 1
Test 2