



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0070117
(43) 공개일자 2023년05월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 40/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C04B 40/0641 (2013.01)
B33Y 80/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0156102

(22) 출원일자 2021년11월12일

심사청구일자 2021년11월12일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

원광대학교산학협력단

전라북도 익산시 익산대로 460 (신동)

(72) 발명자

정원석

대전광역시 유성구 죽동로 321 (예미지아파트)
103동 2302호

최세진

전라북도 익산시 선화로1길 57-33, 202동 1804호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김태완, 박진호, 이재명

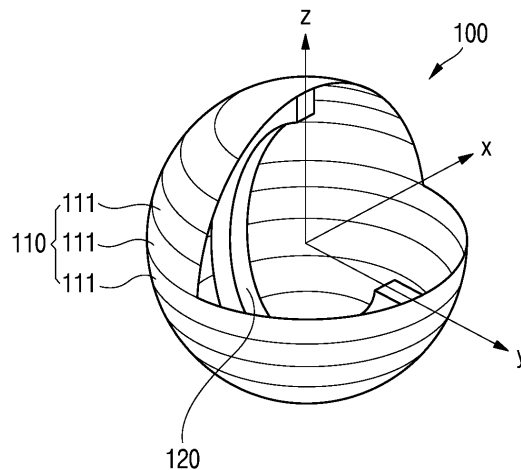
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐

(57) 요약

본 발명은 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐에 관한 것으로서, 몸체부 및 보강부를 포함한다. 몸체부는 복수의 레이어가 적층되어 형성된다. 보강부는 상기 몸체부의 중심을 관통하고 상기 레이어가 적층되는 방향과 교차하는 방향으로 배치되는 가상의 수평축을 중심으로 대칭으로 형성되고, 상기 몸체부의 내면에 접촉하도록 배치된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C04B 40/0675 (2013.01)

(72) 발명자

김성훈

전라북도 익산시 무왕로25길 12, 701동 901호 (부송동, 부송동제일아파트)

고혜민

전라북도 익산시 고봉로34길 5-2, 105동 701호

성호

대전광역시 유성구 문화원로6번길 11, 101

임태욱

세종특별자치시 달빛로 211, 1021동 501호 (아름동, 범지기마을10단지)

호걸

대전광역시 유성구 대학로155번길 56, 301호

이영준

대전광역시 서구 관저로 84, 817동 1001호

김민아

충청남도 아산시 온천대로1333번길 7, 103동 1101호 (방축동, 동아나래1차아파트)

김상유

대전광역시 서구 청사로 65, 119동 509호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711135178
과제번호	2020R1A4A3079595
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기초연구실 개척형
연구과제명	생체모방 자가회복형 나노소재 건설기술 융복합 연구실
기 여 율	1/1
과제수행기관명	원광대학교 산학협력단
연구기간	2021.06.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 레이어가 적층되어 형성된 몸체부; 및

상기 몸체부의 중심을 관통하며 상기 레이어가 적층되는 방향과 교차하는 방향으로 배치되는 가상의 수평축을 중심으로 대칭으로 형성되고, 상기 몸체부의 내면에 접촉하도록 배치되는 보강부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 몸체부는 3D 프린팅 방법으로 상기 레이어가 적층되면서 형성되는 것을 특징으로 하는 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 보강부는 링 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 보강부는 상기 몸체부의 상측 또는 하측에서 상기 몸체부의 중앙부로 갈수록 단면적이 넓어지게 형성되는 것을 특징으로 하는 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 보강부는 상기 몸체부의 내면에서 상기 몸체부의 중심 방향으로 갈수록 좁아지게 형성되는 단면을 가지는 것을 특징으로 하는 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 보강부는 제1보강부와 제2보강부를 포함하고,

상기 제1보강부는 상기 몸체부의 중심과 상기 제1보강부의 중심이 일치하도록 배치되고,

상기 제2보강부는 상기 제1보강부를 중심으로 양측에 대칭되게 다수 개가 배치되는 것을 특징으로 하는 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 등방성 파괴강도가 요구되는 분야에서 사용되는 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 콘크리트와 같은 건물 구조용 재료를 자가 치유하기 위한 기술로 캡슐 내부에 치유액을 함유하고 있는 캡슐이 제조되고 있다. 캡슐의 치유 전략은 외력에 의해 캡슐에 크랙이 발생되어 캡슐 내에 존재하는 치유액이 방출되

어 치유 효과를 발휘하게 된다.

[0003] 치유액을 함유하고 있는 캡슐은 캡슐 내부에 있는 치유액이 바깥으로 유출되어야하는 목적을 가지고 있어, 적정 파괴강도가 요구된다. 또한, 모든 방향에서 파단이 일어나도록, 캡슐의 방향별 파괴강도의 표준편차는 작은 값이 요구된다.

[0004] 이러한 캡슐은 3D 프린터 제작 방법 중 하나인 FDM(Fusion Deposition Modeling) 기술을 이용하여 제작되고 있다. 하지만, FDM 기술로 제작된 캡슐, FDM 방식의 제조 공정 특성상, 레이어를 적층하는 형태를 가짐에 따라, 외력에 대해 적층방향에 따라 파괴되는 강도가 상이해지는, 이방성 파괴강도를 가지는 문제점이 있다.

[0005] 또한, 레이어가 적층되는 방향으로 가해지는 하중에 대해서는 파단이 발생하지 않고 버클링만 발생하여 캡슐 내부에 있는 치유액이 유출되지 않는 문제점이 있어, 모든 방향에 대해 등방성 파괴 강도를 요구하는 캡슐에 있어 큰 문제를 야기할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제 10-1677175호(2016.11.11 등록, 발명의 명칭 : 기지상보다 수축율이 큰 코팅층을 갖는 삼층구조 등방성 핵연료 입자를 포함하는 완전 세라믹 캡슐형 핵연료 조성물, 소재 및 그 제조방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 레이어가 적층되어 형성되는 몸체부와 몸체부의 내부에 배치되는 보강부를 포함하여, 재현성과 반복성이 높고 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일실시예는 복수의 레이어가 적층되어 형성된 몸체부; 및 상기 몸체부의 중심을 관통하며 상기 레이어가 적층되는 방향과 교차하는 방향으로 배치되는 가상의 수평축을 중심으로 대칭으로 형성되고, 상기 몸체부의 내면에 접촉하도록 배치되는 보강부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐을 제공한다.

[0009] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 몸체부는 3D 프린팅 방법으로 상기 레이어가 적층되면서 형성될 수 있다.

[0010] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 보강부는 링 형상으로 형성될 수 있다.

[0011] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 보강부는 상기 몸체부의 상측 또는 하측에서 상기 몸체부의 중앙부로 갈수록 단면적이 넓어지게 형성될 수 있다.

[0012] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 보강부는 상기 몸체부의 내면에서 상기 몸체부의 중심 방향으로 갈수록 좁아지게 형성되는 단면을 가질 수 있다.

[0013] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 보강부는 제1보강부와 제2보강부를 포함하고, 상기 제1보강부는 상기 몸체부의 중심과 상기 제1보강부의 중심이 일치하도록 배치되고, 상기 제2보강부는 상기 제1보강부를 중심으로 양측에 대칭되게 다수 개가 배치될 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐에 따르면, 보강부가 몸체부의 내면에 접촉하도록 배치됨으로써, 적층방향과 교차되는 방향으로 가해지는 하중에 대해 캡슐이 파괴되지 않도록 보강하여 등방성 파괴강도를 갖는 효과를 얻을 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐에 따르면, FDM 방식을 이용한 3D 프린팅 방법으로 레이어

가 적층되면서 형성됨으로써, 재현성과 반복성이 높은 캡슐을 제작할 수 있고 다양한 재료의 폴리머를 이용하여 캡슐을 제작할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐에 따르면, 보강부가 몸체부의 중심 방향으로 갈수록 좁아 지게 형성되는 단면을 가짐으로써, 몸체부의 내부에 더 많은 치유액이 함유될 수 있는 있는 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐을 도시한 도면이고,
 도 2는 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 적층된 레이어의 방향별 파단 위치를 도시한 도면이고,
 도 3은 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 캡슐의 압축 하중에 따른 파괴 강도 및 특성을 분석한 그래프이고,
 도 4는 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 보강부의 제1변형례를 Z축으로 절단한 단면도이고,
 도 5는 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 보강부의 제2변형례를 Z축으로 절단한 단면도이고,
 도 6은 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 보강부의 제3변형례를 Z축으로 절단한 단면도이고,
 도 7은 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 하중 방향별 파괴강도를 허용응력 대비로 분석한 그래프이고,
 도 8은 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 하중 방향별 압축 시험을 통한 파괴강도를 분석한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 본 발명에 따른 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐을 도시한 도면이고, 도 2는 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 적층된 레이어의 방향별 파단 위치를 도시한 도면이고, 도 3은 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 캡슐의 압축 하중에 따른 파괴 강도 및 특성을 분석한 그래프이고, 도 4는 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 보강부의 일변형례를 도시한 도면이고, 도 5는 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 보강부의 다른 변형례를 도시한 도면이고, 도 6은 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 보강부의 제1보강부와 제2보강부를 도시한 도면이고, 도 7은 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 하중 방향별 파괴강도를 허용응력 대비로 분석한 그래프이고, 도 8은 도 1의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐의 하중 방향별 압축 시험을 통한 파괴강도를 분석한 그래프이다.

[0020] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐(100)은, 몸체부(110) 및 보강부(120)를 포함한다.

[0021] 몸체부(110)는 복수의 레이어(111)가 적층되어 형성된다. 이때 몸체부(110)는 구형 박막 형상으로 FDM(Fusion Deposition Modeling) 방식을 이용한 3D 프린팅 방법을 이용하여 레이어(111)가 적층되면서 형성될 수 있다.

[0022] 이와 같이, 캡슐(100)의 몸체부(110)는 FDM 방식을 이용한 3D 프린팅 방법으로 레이어(111)가 적층되면서 형성됨으로써, 재현성과 반복성이 높은 캡슐을 제작할 수 있고 다양한 재료의 폴리머를 이용하여 캡슐을 제작할 수 있다.

[0023] 보강부(120)는 몸체부(110)의 중심을 관통하며 레이어(111)가 적층되는 방향(Z축 방향)과 교차하는 방향으로 배치되는 가상의 수평축(X축)을 중심으로 대칭으로 형성되고, 몸체부(110)의 내면에 접촉하도록 배치된다. 그리고 보강부(120)는 링 형상으로 형성될 수 있다.

[0024] 한편, 몸체부(110)는 레이어(111)가 적층되는 형태를 가짐으로써, 외력과 적층방향(Z축 방향)에 따라 파괴되는 강도가 상이한 이방성 파괴강도를 가질 수 있다. 도 2의 (a)를 참조하면, 적층방향(Z축 방향)으로 하중을 가했을 경우 레이어(111)와 레이어(111) 사이에서 파괴가 발생하지 않는 반면, 도 2의 (b)를 참조하면, 적층방향(Z축 방향)의 수직한 방향(X축 방향)으로 하중을 가했을 경우 레이어(111)와 레이어(111) 사이에서 파괴가 발생할

수 있다.

- [0025] 이때, 보강부(120)가 X축을 중심으로 대칭으로 형성되고, 몸체부(110)의 내면에 접촉하도록 배치되어 캡슐(100)의 X축 방향에서 파괴강도를 높일 수 있다. 즉, 보강부(120)가 캡슐(100)에 X축 방향으로 가해지는 하중에 대해서, 캡슐(100)이 파괴되지 않도록 보강하여 등방성 파괴강도를 갖게 한다.
- [0026] 또한, 도 3의 (a)를 참조하면, 보강부(120)가 없이 몸체부(110)로만 형성된 캡슐의 경우, Z축으로 압축했을 때 파단이 일어나지 않고 버클링(Buckling)만 2번 일어남을 확인할 수 있다.
- [0027] 여기서, 캡슐은 내부에 치유액을 포함하고 있는 캡슐로, 캡슐 내부에 있는 치유액이 바깥으로 유출되어야 캡슐이 목적에 맞게 이용될 수 있다. 하지만 도 3의 (a)와 같이 보강부(120)가 없이 몸체부(110)로만 형성된 캡슐의 경우, 파단이 일어나지 않고 버클링만 일어날 수 있어, 캡슐 내부에 있는 치유액이 바깥으로 유출되어야 하는 캡슐의 목적에 맞지 않다.
- [0028] 반면, 도 3의 (b)를 참조하면, 보강부(120)가 몸체부(110)의 내면에 배치된 캡슐(100)의 경우, 모든 방향에서 파단이 일어남을 확인할 수 있다. 따라서, 보강부(120)는 캡슐(100)이 모든 방향에서 파단이 일어날 수 있게 하여, 캡슐 내부에 있는 치유액이 바깥으로 유출될 수 있게 할 수 있다.
- [0029] 한편, 도 4를 참조하면, 보강부(121)는 몸체부(110)의 상측 또는 하측에서 몸체부(110)의 중앙부로 갈수록 단면적이 넓어지게 형성될 수 있다. 구체적으로, 몸체부(110)의 상측과 하측에서 보강부(121)는 동일한 단면적(121a)을 가질 수 있고, 몸체부(110)의 중앙에서 보강부(121)는 최대 단면적(121b)을 가질 수 있다.
- [0030] 몸체부(110)는 구형 박막 형상으로 적층됨으로 몸체부(110)의 중앙부에서 파괴강도가 가장 낮을 수 있다. 이때, 보강부(121)가 몸체부(110)의 상측 또는 하측에서 몸체부(110)의 중앙부로 갈수록 단면적이 넓어지게 형성되어, 몸체부(110)의 중앙부에서의 파괴강도를 높여줄 수 있다.
- [0031] 또한, 도 5를 참조하면, 보강부(122)는 몸체부(110)의 내면에서 몸체부(110)의 중심 방향으로 갈수록 좁아지게 형성되는 단면을 가질 수 있다.
- [0032] 구체적으로, 구형 박막 형태인 몸체부(110)의 상측에서 보강부(122)는 몸체부(110)의 내면에서 몸체부(110)의 중심 방향으로 갈수록 좁아지게 형성되는 역삼각형 형태의 단면적(122a)을 가질 수 있다. 그리고 보강부(122)는 몸체부(110)의 원주방향을 따라 링 형상을 형성되어 몸체부(110)의 하측에서는 역삼각형 형태의 단면적(122a)과 같은 크기의 삼각형 형태의 단면적(122b)을 가질 수 있다.
- [0033] 보강부(122)는 몸체부(110)의 내부에 배치되기 때문에 몸체부(110)의 내부 부피에 영향을 줄 수 있다. 이때, 보강부(122)가 몸체부(110)의 중심 방향으로 갈수록 좁아지게 형성되는 단면을 가짐으로써, 몸체부(110)의 내부 부피를 크게 할 수 있다. 이로 인해, 몸체부(110)의 내부에 함유되는 치유액 또한, 더 많은 양이 함유될 수 있다.
- [0034] 그리고, 도 6을 참조하면, 보강부는(123) 제1보강부(124)와 제2보강부(125)를 포함할 수 있다. 제1보강부(124)는 몸체부(110)의 중심과 제1보강부(124)의 중심이 일치하도록 배치될 수 있고, 제2보강부(125)는 제1보강부(124)를 중심으로 양측에 대칭되게 다수 개가 배치될 수 있다.
- [0035] 제1보강부(124)는 몸체부(110)의 중심과 제1보강부(124)의 중심이 일치하도록 배치되어 캡슐(100)의 X축 방향에서 파괴강도를 높일 수 있으나, 제1보강부(124)의 제1보강부(124)와 몸체부(110)가 접촉하지 않는 제1보강부(124)의 주변에서는 제1보강부(124)에 의해 보강되지 않을 수도 있다.
- [0036] 이때, 제2보강부(125)는 제1보강부(124)를 중심으로 양측에 대칭되게 다수 개가 배치되어, 제1보강부(124)의 주변을 보강하여 캡슐(100)이 파괴되지 않도록 할 수 있다. 따라서, 제1보강부(124)와 제2보강부(125)를 포함함으로써, 더 효과적으로 캡슐(100)이 등방성 파괴강도를 갖게할 수 있다.
- [0037] 도 7을 참조하면, 보강부(120)를 포함하지 않는 캡슐과 보강부(120)를 포함하는 캡슐의 하중 방향별 파괴강도를 허용응력 대비로 분석한 그래프로, 100N의 하중을 X, Y, Z축 방향으로 각각 압축하였을 때, X, Y, Z축 방향별 파괴강도를 허용응력 대비로 표현한 값의 표준편차가 보강부(120)를 포함하지 않는 캡슐의 경우(Type 1), 0.164, 보강부(120)를 포함하는 캡슐의 경우(Type 2), 0.043의 값을 보이고 있다. 즉, 낮은 표준편차 값을 가지는 보강부(120)를 포함하는 캡슐이 더 우수한 등방성 파괴 강도 특성을 보이는 것을 확인할 수 있다.
- [0038] 도 8을 참조하면, 보강부(120)를 포함하지 않는 캡슐과 보강부(120)를 포함하는 캡슐의 하중 방향별 압축 시험을 통한 파괴강도를 분석한 그래프로, 보강부(120)를 포함하지 않는 캡슐의 경우(Type 1), 76.03 ± 21.25 N에서

X, Y축 방향으로 압축에서만 파단이 일어나고, 보강부(120)를 포함하는 캡슐의 경우(Type 2), $123.3 \pm 30.28\text{N}$, $221.3 \pm 19.66\text{N}$, $525 \pm 35\text{N}$ 에서 x, y, z축의 모든 방향으로 파단이 완벽하게 일어난다.

[0039] 그리고, 강도의 X, Y, Z축 방향별 표준편차는 보강부(120)를 포함하지 않는 캡슐의 경우(Type 1)에는 2697 N, 보강부(120)를 포함하는 캡슐의 경우(Type 2)에는 183N으로, 보강부(120)를 포함하는 캡슐이 보강부(120)를 포함하지 않는 캡슐에 대비하여 등방성이 약 14배 우수함을 확인할 수 있다.

[0040] 상술한 바와 같이 구성된 본 발명의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐은, 보강부가 몸체부의 내면에 접촉하도록 배치됨으로써, 적층방향과 교차되는 방향으로 가해지는 하중에 대해 캡슐이 파괴되지 않도록 보강하여 등방성 파괴강도를 갖게 한다.

[0041] 또한, 상술한 바와 같이 구성된 본 발명의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐은, FDM 방식을 이용한 3D 프린팅 방법으로 레이어가 적층되면서 형성됨으로써, 재현성과 반복성이 높은 캡슐을 제작할 수 있고 다양한 재료의 폴리머를 이용하여 캡슐을 제작할 수 있다.

[0042] 또한, 상술한 바와 같이 구성된 본 발명의 등방성 파괴강도를 갖는 적층형 캡슐은, 보강부가 몸체부의 중심 방향으로 갈수록 좁아지게 형성되는 단면을 가짐으로써, 몸체부의 내부에 더 많은 치유액이 함유될 수 있다.

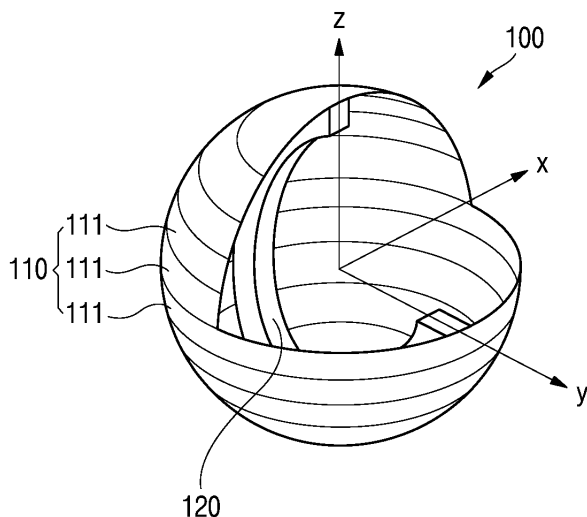
[0043] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예 및 변형예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

부호의 설명

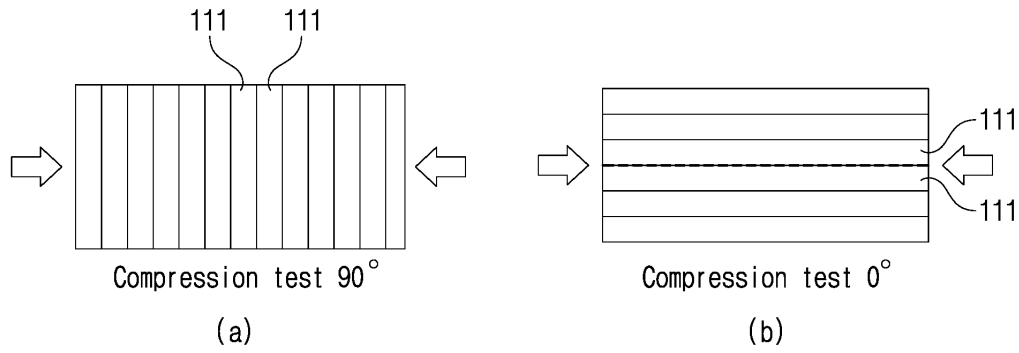
- [0044] 100 : 캡슐
110 : 몸체부
120 : 보강부

도면

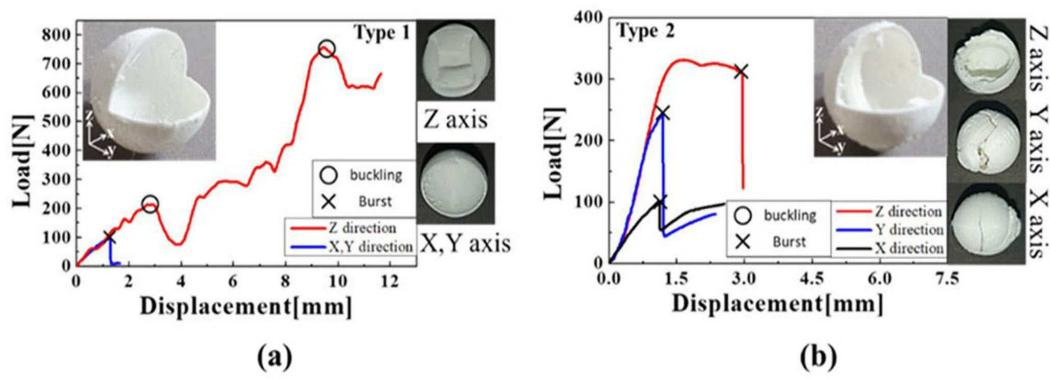
도면1



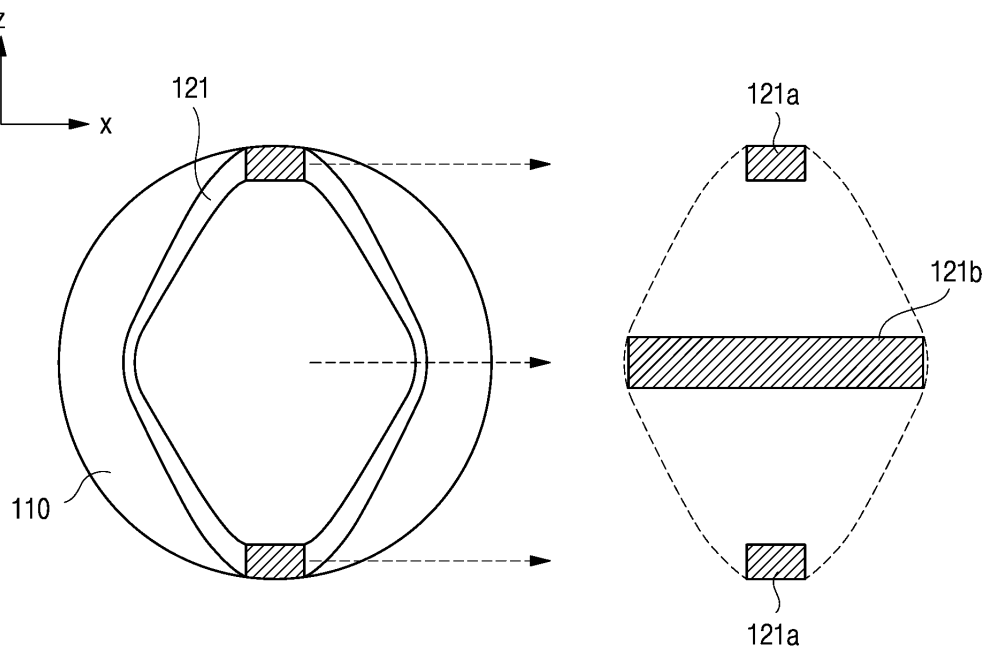
도면2



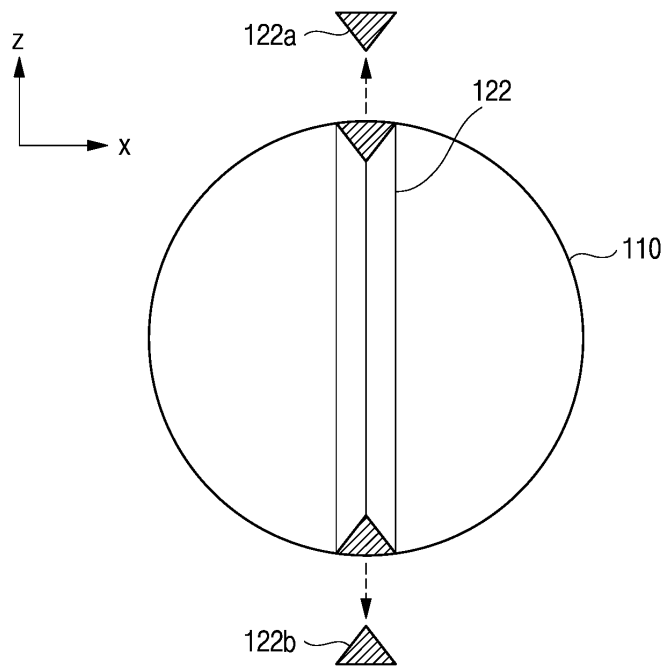
도면3



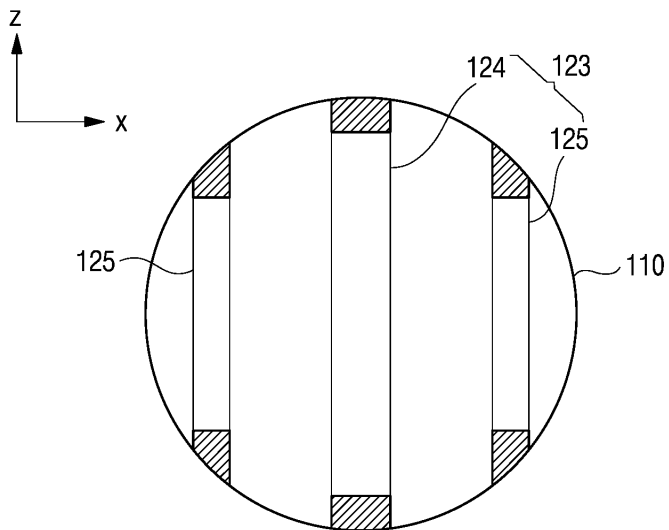
도면4



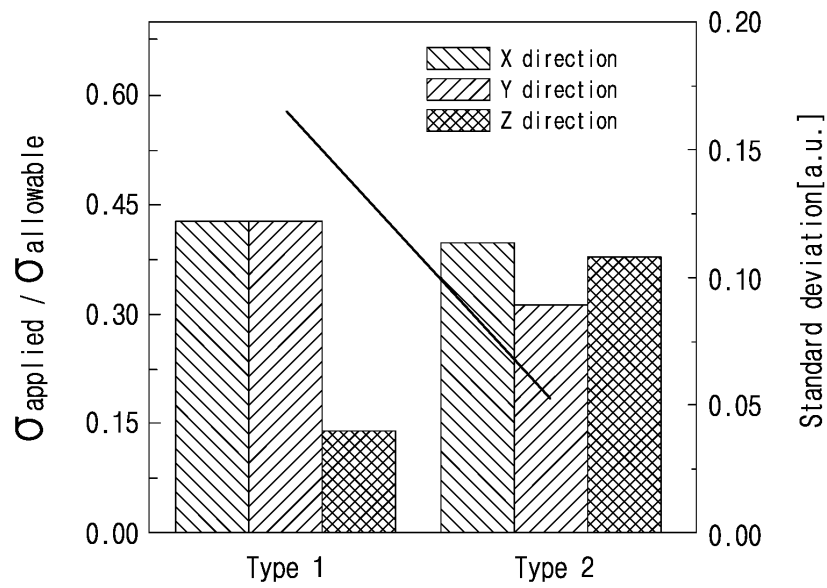
도면5



도면6



도면7



도면8

