

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2024-0003538
(43) 공개일자 2024년01월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F01N 3/28 (2006.01) B33Y 80/00 (2015.01)

F01N 13/08 (2010.01) F01N 3/20 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F01N 3/2803 (2013.01)

B33Y 80/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0081233

(22) 출원일자 2022년07월01일

심사청구일자 2022년07월01일

(71) 출원인

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, 53호관
312-1호 (퇴촌동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 12 항

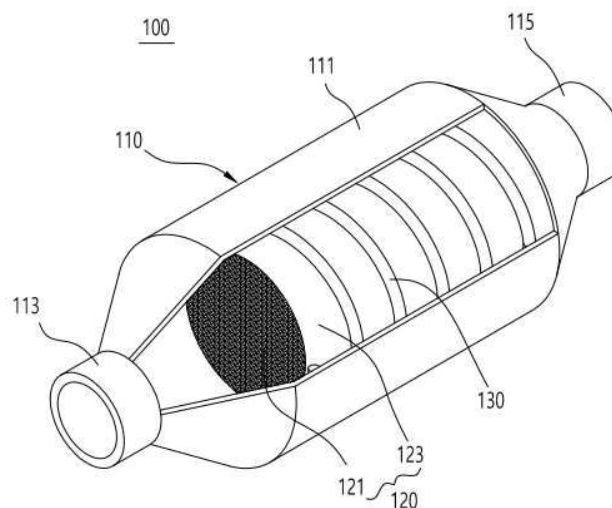
(54) 발명의 명칭 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치

(57) 요약

본 발명의 일측면에 따르면, 엔진으로부터 배출되는 배기가스 중의 유해물질이 분해 처리되도록 배기관상에 설치되는 매연저감장치에 있어서,

배기가스가 유입되는 케이스; 상기 분해케이스의 배기가스 유로 상에 설치되는 3차원 격자구조로 이루어진 촉매담체; 및 상기 촉매담체의 외연을 감싸도록 설치되는 유도가열장치;를 포함하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치가 제공될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F01N 13/08 (2013.01)

F01N 3/2013 (2013.01)

F01N 2240/16 (2013.01)

(72) 발명자

정광호

부산광역시 부산진구 당감로 79, 11동 401호(부암동, 화승삼성아파트)

김도혁

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

박서립

경상남도 창원시 의창구 사림로99번길 21, 203호 (사림동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415180725
과제번호	20214000000480
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	지역에너지 클러스터 인재양성
연구과제명	청정가스복합화력발전 핵심요소기술 및 국산화 전문인재양성
기 여 율	1/1
과제수행기관명	창원대학교 산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2025.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

엔진으로부터 배출되는 배기가스 중의 유해물질이 분해 처리되도록 배기관상에 설치되는 매연저감장치에 있어서,

배기가스가 유입되는 케이스;

상기 분해케이스의 배기가스 유로 상에 설치되는 3차원 격자구조로 이루어진 촉매담체; 및

상기 촉매담체의 외연을 감싸도록 설치되는 유도가열장치;를 포함하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 3차원 격자구조는 옥텟트리스(octet truss)구조인 것을 특징으로 하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 촉매담체의 3차원 마이크로래티스 구조체 표면에 백금을 포함하는 촉매 및 산화알루미늄을 포함하는 금속 담체를 코팅시켜 산화반응을 유도하는 것을 특징으로 하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 유도가열장치가 케이스 외면을 감싸도록 설치되는 것을 특징으로 하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 촉매담체의 3차원 격자구조를 입자의 크기를 단계별로 달리하는 3차원 격자구조를 다단 형성하되, 단계별 3차원 격자구조들을 3d프린팅방식에 의해 단일체로 제작하는 것을 특징으로 하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 촉매담체는 격자부재들로 연결된 단위 셀을 주기적으로 배열시켜 제작된 3차원 격자구조를 가진 미세입자 포집용 필터를 포함하고,

상기 필터를 통과하는 유체에 포함된 입자 중 제1 입자크기 이하의 미세입자는 상기 격자부재들에 접촉되어 상기 필터에 의해 선택적으로 포집되는 것을 특징으로 하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 입자크기는 10um 인 것을 특징으로 하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 격자부재의 두께는 50 ~ 200um 인 것을 특징으로 하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 격자부재 사이의 공간 크기는 적어도 500um 인 것을 특징으로 하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 제1 입자크기 보다 크고 기 설정된 제2 입자크기 보다 작은 입자는 상기 격자부재들 사이의 공간으로 통과하는 것을 특징으로 하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치.

청구항 11

제6항에 있어서,

상기 단위 셀은 켈빈, 큐빅, 옥텟 트러스, BCC, FCCz, FBCCz, FBCCXYZ, BCCz, FCC, Kagome, Octahedron, Dodecahedron의 격자구조 중 적어도 어느 하나의 단위 셀인 것을 특징으로 하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치.

청구항 12

제6항에 있어서,

상기 필터에 포집된 미세입자는 세척 후 재사용이 가능한 것을 특징으로 하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 매연저감장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 매연저감장치라 함은 일반적으로 촉매가 코팅되어 미연탄화수소(THC)와 일산화탄소(CO)를 산화시켜주는 디젤산화촉매(DOC: Diesel Oxidation Catalyst)와 입자상물질(PM: Particulate Matter)의 포집과 산화를 위한 촉매가 코팅된 필터인 디젤가스 후처리 장치(DPF: Diesel Particulate Filter)로 구성된다.

[0003] 이와 같은 매연저감장치는 디젤엔진의 배출가스 내에 포함되어 있는 입자상 물질을 필터를 통하여 포집한 후 적절한 방식에 의해 재생하는 것으로, 통상적으로 매연저감율이 90% 이상이면 우수한 성능을 가진 것으로 평가된다.

[0004] 매연저감장치 기술은 경유자동차 시장이 선도적인 역할을 하고 있고, 비상 발전기용 매연저감장치 시장도 점점 확대되고 있는 추세이나 디젤엔진 비상발전기용 매연저감장치에 대한 기술개발은 제대로 이루어지지 못하는 실정이다.

[0005] 이는 경유자동차에 비해 비상발전기 배출가스 규제가 사실상 부재하기 때문으로, 현재 비상발전기 매연저감장치는 설치업체의 자의적 판단에 따라 제작 및 설치하고 있어 다양한 문제점이 노출되고 있다.

[0006] 예컨대, 비상발전기의 운전 특성상(기능점검용 무부하운전) 재생온도까지 도달하기 어렵기 때문에 재생이 제대로 이루어지지 않거나, 촉매가 제대로 코팅되지 않아 배출가스 저감 성능이 떨어지는 문제가 발생되고, 매연저감장치에 사용되는 촉매로 백금류(Pt)가 사용되기 때문에 제품가격이 높게 책정되는 문제가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-0778550호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 마이크로 래티스를 기하학 적으로 구성한 옥텟트러스(Octet-truss) 구조의 촉매담체에 촉매(백금, 팔라듐 등) 및, 금속 담체(산화알루미늄, 산화세슘)를 코팅하여 산화반응을 유도하고, 마이크로래티스의 복잡한 3차원 형상을 이용하여, 표면적을 증가시켜 입자상물질(PM)이 포집되도록 하는 매연저감장치를 제공함에 있다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 3차원 격자구조를 통해서 중량을 극적으로 줄이는 한편, 구조적 무결성을 유지하는데 있다.

[0010] 본 발명의 다른 목적은 3차원 격자구조의 단위 셀 소재와 형상, 크기, 배열 등의 인자들을 가변 시키는 설계를 통해 기계적 특성 및 열적 특성이 제어되도록 하는데 있다.

[0011] 본 발명의 또 다른 목적은 매연저감장치는 유도가열장치를 사용해 배기가스의 온도를 올리고, 3차원 격자구조를 활용하여 극적으로 구조체의 온도를 높이므로 효율적으로 매연 즉, 입자상물질(PM: Particulate Matters)을 저감시키는데 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일측면에 따르면, 엔진으로부터 배출되는 배기가스 중의 유해물질이 분해 처리되도록 배기관상에 설치되는 매연저감장치에 있어서,

[0013] 배기가스가 유입되는 케이스;

[0014] 상기 분해케이스의 배기가스 유로 상에 설치되는 3차원 격자구조로 이루어진 촉매담체; 및

[0015] 상기 촉매담체의 외연을 감싸도록 설치되는 유도가열장치;를 포함하는 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치가 제공될 수 있다.

[0016] 여기서, 상기 3차원 격자구조는 옥텟트러스(octet truss)구조인 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 촉매담체의 3차원 마이크로래티스 표면에 백금을 포함하는 촉매 및 산화알루미늄을 포함하는 금속담체를 코팅시켜 산화반응을 유도하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 그리고, 상기 유도가열장치가 케이스 외면을 감싸도록 설치되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 촉매담체의 3차원 격자구조를 입자의 크기를 단계별로 달리하는 3차원 격자구조를 다단 형성하되, 단계별 3차원 격자구조들을 3d프린팅방식에 의해 단일체로 제작하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명은 마이크로 래티스를 기하학 적으로 구성한 옥텟트러스(Octet-truss) 구조의 촉매담체에 촉매(백금, 팔라듐 등) 및, 금속 담체(산화알루미늄, 산화세슘)를 코팅하여 산화반응을 유도하고, 마이크로래티스의 복잡한 3차원 형상을 이용하여, 표면적을 증가시켜 입자상물질(PM)이 포집되도록 함으로써, 매연저감률이 향상되는 효과를 갖는다.

[0021] 또한, 본 발명은 3차원 격자구조를 통해서 중량을 극적으로 줄이는 한편, 구조적 무결성을 유지하는 효과를 갖는다.

[0022] 또한, 본 발명의 3차원 격자구조는 특정 형상의 단위 셀이 규칙적으로 배열되어 인위적인 다공성 구조를 형성하는 것으로서, 단위 셀의 소재와 형상, 크기, 배열 등의 인자들을 가변 시키는 설계를 통해 기계적 특성 및 열적

특성을 제어할 수 있는 효과를 갖는다.

[0023] 또한, 본 발명의 매연저감장치는 유도가열장치를 사용해 배기가스의 온도를 올리고 3차원 격자구조를 활용하여 극적으로 구조체의 온도를 높이므로 효율적으로 매연 즉, 입자상물질(PM: Particulate Matters)을 저감시킬 수 있는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명에 따른 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치를 개념적으로 도시한 사시도.
 도 2는 본 발명에 따른 촉매담체 구조를 도시한 사시도.
 도 3은 본 발명에 따른 촉매담체 구조를 도시한 정면도.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 미세입자 포집 필터를 나타낸 도면.
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조의 단위 셀을 나타낸 도면.
 도 6은 도 4에 도시된 단위 셀을 주기적으로 배열하여 3차원 격자구조가 형성된 상태를 나타낸 도면.
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 실제 제작된 다양한 크기의 3차원 격자구조를 가진 미세입자 포집 필터를 나타낸 도면.
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 회전시켜 특정 방향에서 바라본 상태를 나타낸 도면.
 도 9a는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조가 제1 회전된 상태에서 필터로 제작되어 유체의 흐름측 상에 놓인 도면이며, 도 9b는 도 9a에 도시된 A-A' 라인을 따라 절단된 단면도.
 도 10a는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조가 제2 회전된 상태에서 필터로 제작되어 유체의 흐름측 상에 놓인 도면이며, 도 10b는 도 10a에 도시된 B-B' 라인을 따라 절단된 단면도.
 도 11은 본 발명에 따른 3차원 격자구조와 기존의 촉매담체로 사용되는 모노리스 구조체의 열유동 해석결과를 비교한 그래프.
 도 12는 본 발명에 따른 3차원 격자구조를 이용한 촉매변환 해석 비교 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0026] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0027] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0028] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0029] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조

합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0030] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0031] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0032] 도 1은 본 발명에 따른 3차원 격자구조를 이용한 매연저감장치를 개념적으로 도시한 사시도이고, 도 2는 본 발명에 따른 촉매담체 구조를 도시한 사시도이며, 도 3은 본 발명에 따른 촉매담체 구조를 도시한 정면도이다.
- [0033] 동 도면에서 보는 바와 같은 본 발명은 엔진으로부터 배출되는 배기가스 중의 유해물질이 분해 처리되도록 배기관상에 설치되는 매연저감장치(100)를 제공한다.
- [0034] 본 발명의 매연저감장치(100)는 배기가스가 유입되는 케이스(110), 상기 분해케이스(110)의 배기가스 유로 상에 설치되는 3차원 격자구조로 이루어진 촉매담체(120); 및 상기 촉매담체(120)의 외연을 감싸도록 설치되는 유도가열장치(130);를 포함한다.
- [0035] 여기서, 상기 케이스(110)는 촉매담체(120)가 내장되도록 내부 수용공간이 형성되는 케이스본체(111)를 형성하고, 상기 케이스본체(111)의 일측으로 엔진측과 연결되어 배기가스가 유입되는 입구(113)를 형성하며, 상기 케이스본체(111)의 타측으로는 분해 처리된 배기가스 토출되는 출구(115)를 형성한다. 이때, 상기 출구(115)는 소음기(미도시)와 연결될 수 있다.
- [0036] 이때, 상기 케이스(110)는 원통형의 넓은 수용공간을 제공하는 관체로 제작되며, 입구(113) 및 출구(115) 측은 점차 관경이 좁아지는 콘형상으로 제작될 수 있다.
- [0037] 또한, 상기 케이스본체(111)는 좌우 반체로 제작되어 중간부가 연결되도록 조립할 수 있다. 이처럼 케이스본체(111)를 분리가능한 구조로 제작할 경우, 내부의 촉매담체(120) 및 유도가열장치(130)의 유지보수가 편리해지는 이점을 갖게 된다.
- [0038] 또한, 상기 케이스본체(111)는 촉매담체(120)의 형태에 따라 원통형 또는 사각통형 등으로 제작될 수 있다. 예컨대, 상기 촉매담체(120)는 사각형 블록 또는 원통형 블록으로 제작될 수 있고, 이를 수용하는 케이스본체(111)의 형상도 달라지게 된다.
- [0039] 그리고, 상기 촉매담체(120)는 3차원 격자구조(121)와, 상기 3차원 격자구조(121)의 외형을 감싸는 통로를 형성하는 하우징(123)으로 구성된다.
- [0040] 이때, 상기 3차원 격자구조(121)는 도 4내지 도 10에서 보는 바와 같은 옥텟트러스(octet truss)구조를 형성할 수 있다.
- [0041] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 미세입자 포집 필터를 나타낸 도면이다.
- [0042] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 미세입자 포집 필터(F)는 유체의 이동 경로 상에 놓여 유체에 포함된 미세입자를 포집한다. 여기서 유체는 액체 및 기체를 모두 포함하나 본 명세서에서 유체는 공기인 것으로 설명한다. 도 4에는 유체의 이동 경로가 화살표로 도시되어 있다. 포집 필터(F)를 기준으로 미세입자(P)가 포함된 공기가 좌측에서 우측 방향으로 이동하다가 포집 필터(F)에 미세입자가 접촉되면서 포집 필터(F)를 통과한 공기는 미세입자(P)가 제거된다. 종래의 필터와 본 발명의 포집 필터(F)를 같은 크기로 제작하는 경우, 본 발명의 포집 필터(F)는 종래의 필터 보다 미세먼지를 포집할 수 있는 표면적이 더 크게 형성된다.
- [0043] 한편, 미세입자가 포집 필터(F)를 통과하며 제거되는 과정은 격자구조의 형상과 관련되므로 후술하기로 한다.
- [0044] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조의 단위 셀을 나타낸 도면이고, 도 6은 도 4에 도시된 단위 셀을 주기적으로 배열하여 3차원 격자구조가 형성된 상태를 나타낸 도면이며, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 실제 제작된 다양한 크기의 3차원 격자구조를 가진 미세입자 포집 필터를 나타낸 도면이다.

- [0045] 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조의 단위 셀은 옥텟-트러스(Octet-Truss)의 그물망 구조이다. 옥텟-트러스 구조는 격자부재(L)가 공간적으로 연결된 정팔면체 및 정사면체를 번갈아 배열함으로써 형성된 구조이다. 본 발명의 일 실시예에서 옥텟-트러스 구조가 단위 셀로 선택된 이유는 내구성, 안정성, 압력강하 등을 고려하였기 때문이다.
- [0046] 본 발명의 다른 실시예에서 단위 셀은 3차원 격자구조를 형성할 수 있는 다양한 단위 셀이 선택될 수 있다. 단위 셀의 종류는 특정형태에 한정되지 않으며, 켈빈(Kelvin), 삼육각형(Kagome), 팔면체(Octahedron), 십이면체(Dodecahedron) 등 공지된 모든 격자구조가 선택될 수 있다.
- [0047] 도 5에 도시된 바와 같이, 단위 셀은 그 가로, 세로 및 높이가 동일한 길이(a)를 가지고 있으며 단위 셀을 구성하는 격자부재(L)는 일정한 두께(d)를 가지고 있다. 본 발명의 일 실시예에서 단위 셀은 가로, 세로 및 높이의 길이가 2.5mm이고, 격자부재(L)의 두께(d)가 0.15mm로 제작되었다. 다만, 단위 셀의 크기는 사용조건 및 설계자의 의도에 따라 다양한 길이 및 두께로 제작될 수 있다.
- [0048] 본 발명의 일 실시예에서 격자구조는 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.
- [0049] 본 발명의 일 실시예에서 3차원 격자구조를 구성하고 있는 격자부재의 직경(두께)는 50 ~ 200 μ m의 크기를 가지고 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에서 격자부재들 사이의 공간은 500 μ m의 크기를 가지고 있다. 물론, 상술한 바와 같이 격자부재의 두께 및 격자부재들 사이의 공간은 다양하게 설정될 수 있으나 압력강하와, 조대입자가 격자부재들 사이의 공간을 통과하기 위해서는 최소 500 μ m의 크기를 가지는 것이 좋다.
- [0050] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 실제 제작된 다양한 크기의 3차원 격자구조를 가진 미세입자 포집 필터를 나타낸 도면이다.
- [0051] 도 7에 도시된 포집 필터(F)는 가로 및 세로의 길이가 각각 30mm이고, 높이가 10 ~ 40mm로 서로 다르게 하여 제작되었다.
- [0052] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 회전시켜 특정 방향에서 바라본 상태를 나타낸 도면이다.
- [0053] 3차원 격자구조는 바라보는 방향에 따라 서로 다른 격자패턴이 형성된다. 도 8의 (a) 내지 (d)에 아래 도시된 도면들은 3차원 격자구조를 다양한 방향으로 회전시켜가며 특정 방향에서 바라본 상태가 도시되어 있고, 위에 도시된 도면들은 각 격자구조의 회전된 방향이 밀러 지수로 표현되었다.
- [0054] 도 9a는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조가 제1 회전된 상태에서 필터로 제작되어 유체의 흐름측 상에 놓인 도면이고, 도 9b는 도 9a에 도시된 A-A' 라인을 따라 절단된 단면도이고, 도 10a는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조가 제2 회전된 상태에서 필터로 제작되어 유체의 흐름측 상에 놓인 도면이며, 도 10b는 도 10a에 도시된 B-B' 라인을 따라 절단된 단면도이다.
- [0055] 본 발명의 일 실시예에 따른 포집 필터(F)는 도 8에서 설명한 원리에 기반하여 필터 단면이 형성되도록 제작된다. 이는 필터 단면의 격자 패턴 형상에 따라 필터의 성능이 달라질 수 있기 때문이다.
- [0056] 본 발명의 일 실시예에 따른 포집 필터(F)의 제작 과정을 살펴본다. 우선 옥텟-트러스 구조를 3D 프린팅 기술을 이용하여 제작한 후, 그 상태에서 기 설정된 방향으로 회전시켜 사용 목적에 맞는 필터의 크기(가로, 세로, 높이)로 가공한다. 이때, 특정 방향(유체의 흐름 방향)에서 바라본 필터의 단면 형상은 격자 패턴이 일치되어 격자부재(L)들 사이의 공간(S)이 일정하게 형성될 수 있다. 물론 상술한 바와 같이 포집 필터(F)를 구성하는 3차원 격자구조의 회전 상태에는 제한이 없으므로, 본 발명의 다른 실시예에서 특정 방향에서 바라본 필터의 단면 형상은 다양한 격자 패턴을 가질 수 있다.
- [0057] 도 9a에는 3차원 격자구조가 제1 회전된 상태로 구성된 포집 필터(F)가 도시되어 있고, 도 9b에는 도 9a에 도시된 필터의 단면이 도시되어 있다. 유체는 포집 필터(F)를 중심으로 흐름측(X) 방향으로 흐른다.
- [0058] 도 10a에는 3차원 격자구조가 제2 회전된 상태로 구성된 포집 필터(F)가 도시되어 있다. 여기서, 필터의 전체 크기 및 유체의 흐름 방향은 도 9a 및 도 9b에서 설명한 바와 같다. 도 9a와 도 10a에 도시된 필터는 동일한 표

면적을 가지고 있다. 그러나, 도 9b와 도 10b를 비교하면, 3차원 격자구조가 제2 회전된 상태에서의 필터 단면에서 격자공간(S)이 더 크게 형성된다.

- [0059] 일반적으로 필터의 성능 중 하나로 압력강하가 고려된다. 압력강하는 필터 전후 압력 차이를 의미하며, 압력강하가 작을수록 필터 성능이 좋다. 유체가 포집 필터(F)를 통과할 때 격자공간(S)이 크면 유체의 이동이 쉬우므로 압력강하가 작다. 상술한 바와 같이, 3차원 격자구조가 제2 회전된 상태로 구성되면 제1 회전된 상태보다 격자공간(S)이 더 크게 형성되므로 압력강하가 작다. 즉, 제2 회전된 3차원 격자구조는 모노리식 구조로서, 필터의 단면 형상이 단순해진다.
- [0060] 반면, 상술한 바와 같이, 3차원 격자구조가 제1 회전된 상태와 제2 회전된 상태에서의 표면적은 동일하므로 미세입자 포집효율은 동일하게 나타난다.
- [0061] 본 발명의 포집 필터(F)는 공기에 포함된 입자 중 일정 크기 이하의 미세입자만 선택적으로 포집한다. 이후, 포집 필터(F)에 점착된 미세입자는 물 등의 세척액에 의해 씻겨 나갈 수 있으므로, 포집 필터(F)를 재사용하는 것이 가능하다.
- [0062] 또한, 본 발명의 포집 필터(F)는 종래의 필터(헤파 필터)에 비해 포집효율이 80% 정도로서 우수한 포집효율을 나타낸다. 본 발명의 포집 필터(F)는 주기적인 3차원 격자구조를 가지고 있어 격자공간이 일정하게 배열되므로 종래의 필터 구조보다 압력강하 측면에서 우수하다.
- [0063] 본 발명의 포집 필터(F)는 무게가 스티로폼의 100분의 1에 불과하여 매우 가볍고, 주기적인 3차원 격자구조로 인해 비강도가 높고 외부 충격을 유연하게 흡수할 수 있으므로 다양한 산업분야에서 활용될 수 있다.
- [0064] 상기와 같이 옥텟트러스 구조를 갖는 3차원 격자구조(121)는 표면적이 넓기 때문에 종래보다 훨씬 많은 양의 배기가스를 흡착시켜 촉매 환원되도록 할 수 있다.
- [0065] 이때, 상기 3차원 격자구조(121)는 원통형 또는 사각통형 블록으로 제작될 수 있고, 상기 3차원 격자구조(121)의 외표면을 감싸도록 하우징(123)이 형성되는데, 상기 하우징(123)은 배기가스의 유입과 배출 방향이 개구된 통 형상으로 이루어져서 배기가스가 이동하는 이동로를 제공한다.
- [0066] 그리고, 상기 촉매담체(120) 즉, 3차원 격자구조(121) 표면에는 백금을 포함하는 촉매 및 산화알루미늄을 포함하는 금속담체를 코팅시켜 산화반응을 유도하게 된다.
- [0067] 이때, 상기 촉매담체(120)의 외연을 감싸도록 유도가열장치(130)가 설치된다.
- [0068] 이때, 상기 유도가열장치(130)는 가열하고자 하는 부하 속에 유도작용으로 전류를 흘려, 부하가 갖는 저항으로 가열하는 장치를 이른다
- [0069] 유도 가열(誘導 加熱, induction heating(IH))이란 전자기 유도를 이용하여 금속물체를 가열시키는 방법으로, 코일에 전류가 공급되면 가열하고자 하는 금속에 와전류(渦電流, eddy currents)가 발생하고, 금속의 저항에 의해 발생된 줄열(Joule heating)이 온도를 높게 된다. 유도가열기의 구조는 한두 개의 전자석의 조합과 같이 감긴 코일로 구성되어 있으며, 이러한 코일로 고주파의 교류전류가 흐르게 된다. 자기이력손실 또한 금속의 온도를 높이는 원인 중 하나로 작용된다.
- [0070] 이와 같은 본 발명의 유도가열장치(130)는 촉매담체(120)의 외표면을 코일 형태로 감싸도록 설치되거나, 케이스(110) 외면을 감싸도록 설치될 수 있다.
- [0071] 그리고, 상기 촉매담체(120)는 3차원 격자구조(121)의 입자 크기를 단계별로 달리하여 다단 형성되도록 할 수 있다.
- [0072] 이때, 다단 형성되는 3차원 격자구조(121)들을 3d프린팅방식에 의해 단일체로 제작할 수 있다.
- [0073] 도 1내지 도 10에서 보는 바와 같은 본 발명은 마이크로 래티스를 기하학 적으로 구성한 옥텟트러스(Octet-truss) 구조의 촉매담체에 촉매(백금, 팔라듐 등) 및, 금속 담체(산화알루미늄, 산화세슘)를 코팅하여 산화반응을 유도하고, 마이크로래티스의 복잡한 3차원 형상을 이용하여, 표면적을 증가시켜 입자상물질(PM)이 포집되도록 함으로써, 매연저감률이 향상된다.
- [0074] 또한, 3차원 격자구조를 통해서 중량을 극적으로 줄이는 한편, 구조적 무결성을 유지할 수 있고, 특정 형상의 단위 셀이 규칙적으로 배열되어 인위적인 다공성 구조를 형성하는 것으로서, 단위 셀의 소재와 형상, 크기, 배열 등의 인자들을 가변 시키는 설계를 통해 기계적 특성 및 열적 특성을 제어할 수 있게 된다.

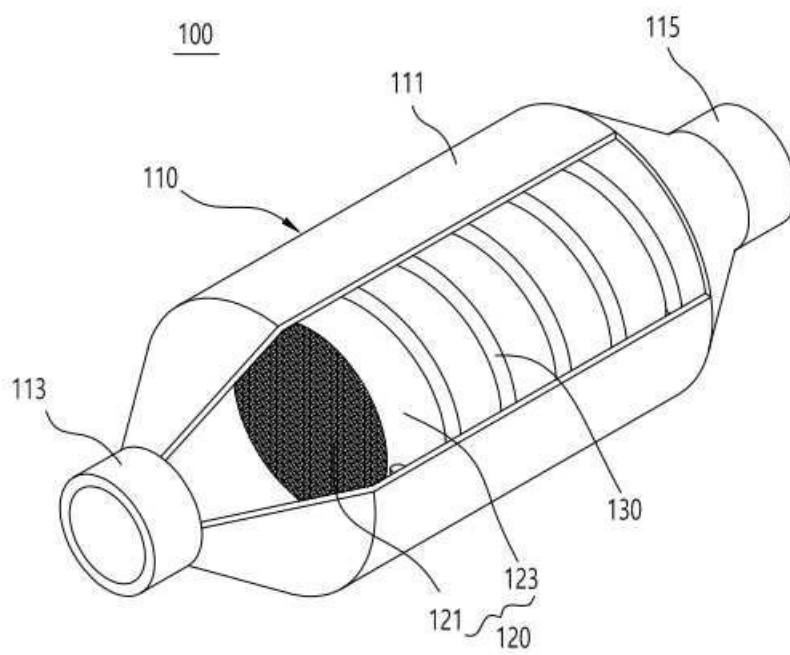
- [0075] 또한, 유도가열장치를 사용해 배기가스의 온도를 올리고 3차원 격자구조를 활용하여 극적으로 구조체의 온도를 높이므로 효율적으로 매연 즉, 입자상물질(PM: Particulate Matters)을 저감시킬 수 있게 된다.
- [0076] 특히, 본 발명에 따른 3차원 격자구조(121)는 낮은 부피밀도와 표면적으로 인해 빠른 열 반응과 촉매 변환 효율을 높일 수 있게 된다.
- [0077] 도 11은 본 발명에 따른 3차원 격자구조와 기존의 촉매담체로 사용되는 모노리스 구조체의 열유동 해석결과를 비교한 그래프이다.
- [0078] 도 11을 참조하면, 일반적인 단일체 구조인 모노리스 구조체에 비해 3차원 격자구조가 최대 6배 이상 빠른 열전달 효율을 나타내는 것을 볼 수 있다.
- [0079] 도 12는 본 발명에 따른 3차원 격자구조를 이용한 촉매변환 해석 비교 그래프이다.
- [0080] 도 12를 참조하면, 일반적인 단일체 구조인 모노리스 구조체에 비해 3차원 격자구조에 따른 촉매변환 효율이 133% 상승한 것을 볼 수 있다.
- [0081] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0082] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

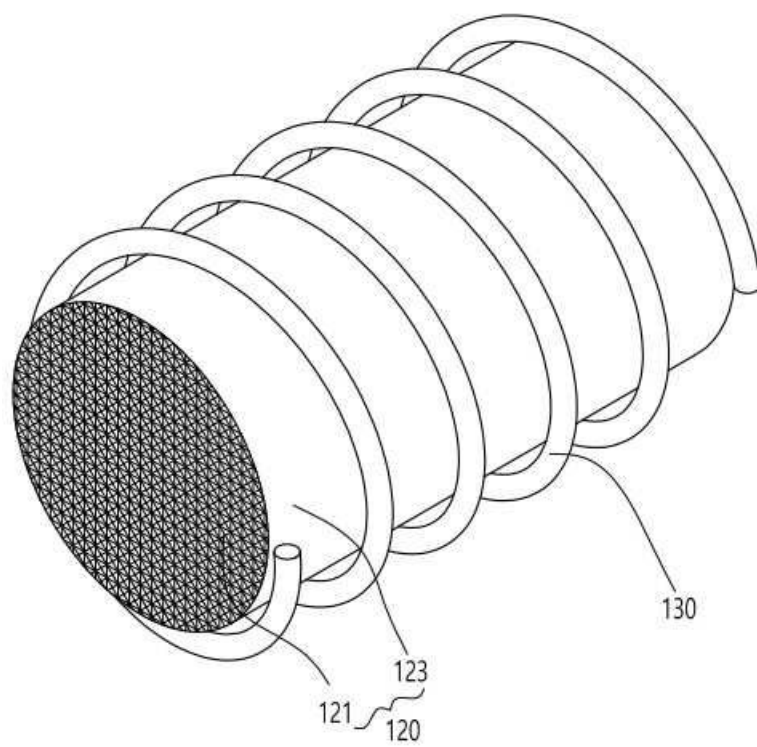
- [0083] 100: 매연저감장치 110: 케이스
111: 케이스본체 113: 입구
115: 출구 120: 촉매담체
121: 3차원 격자구조 123: 하우징
130: 유도가열장치

도면

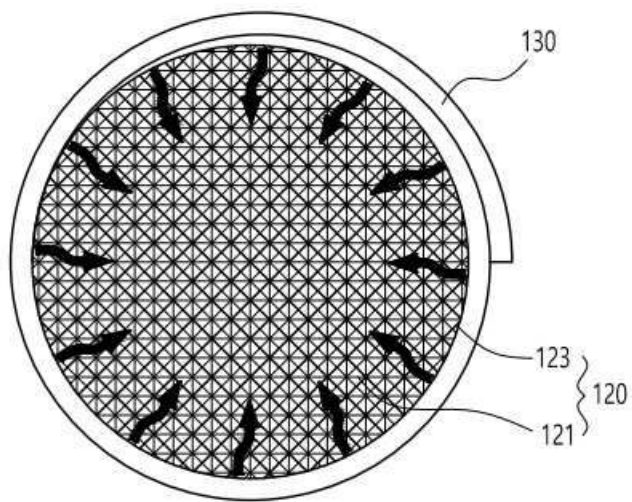
도면1



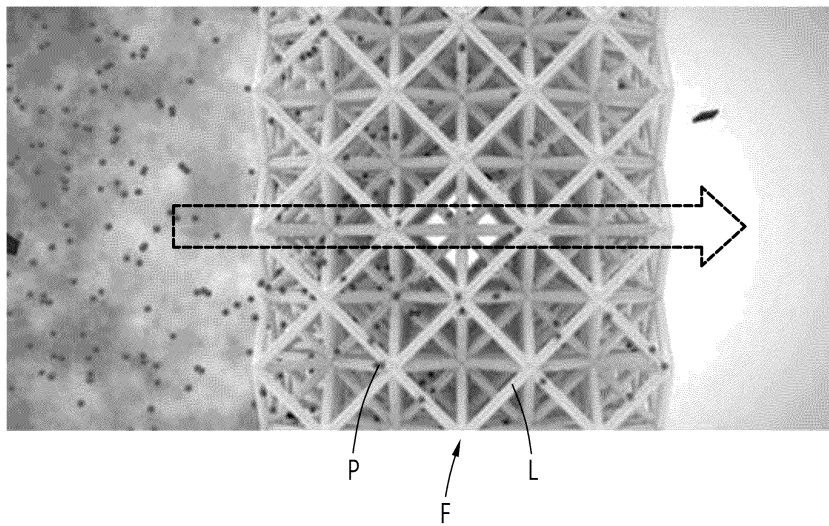
도면2



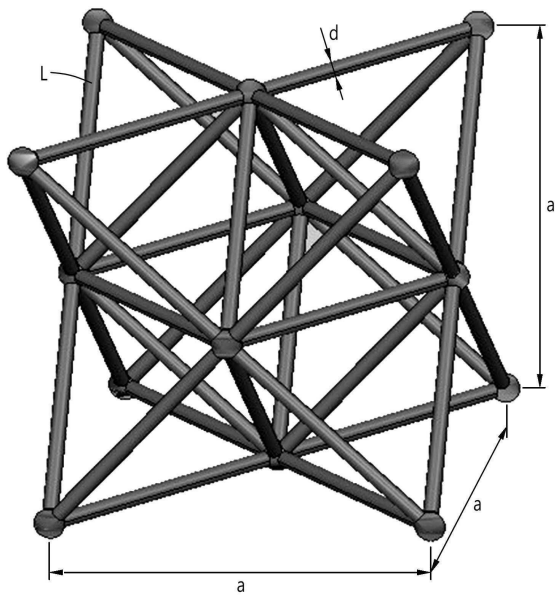
도면3



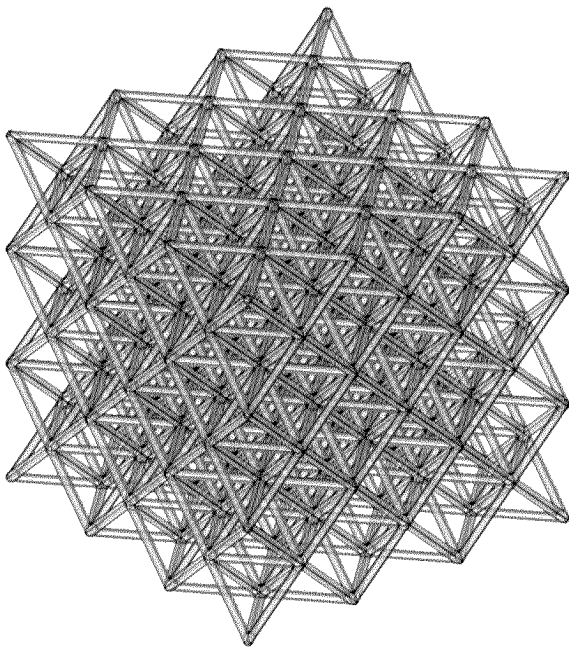
도면4



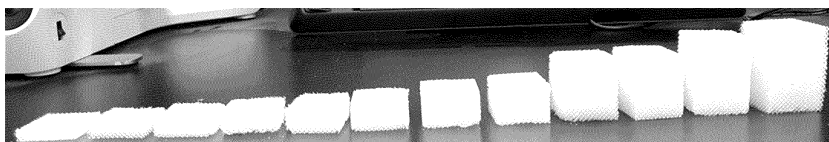
도면5



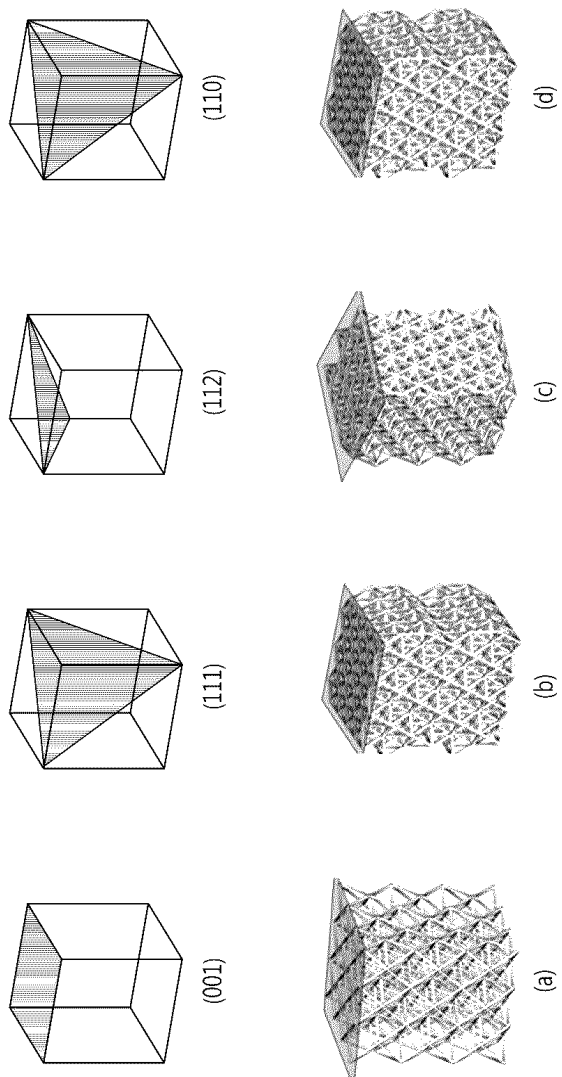
도면6



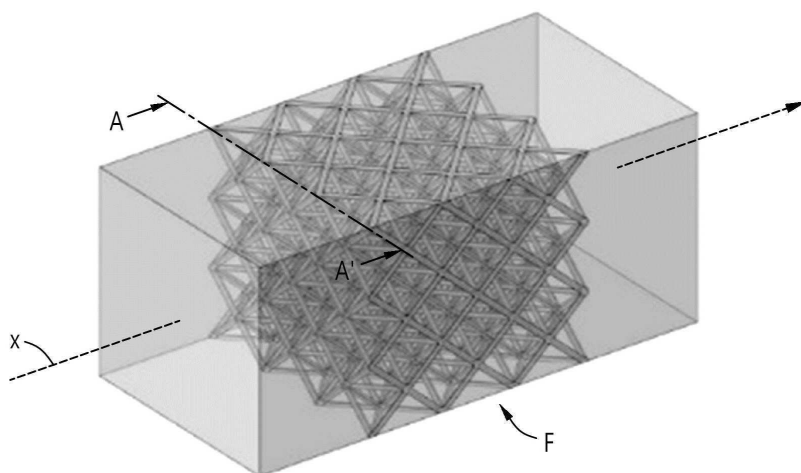
도면7



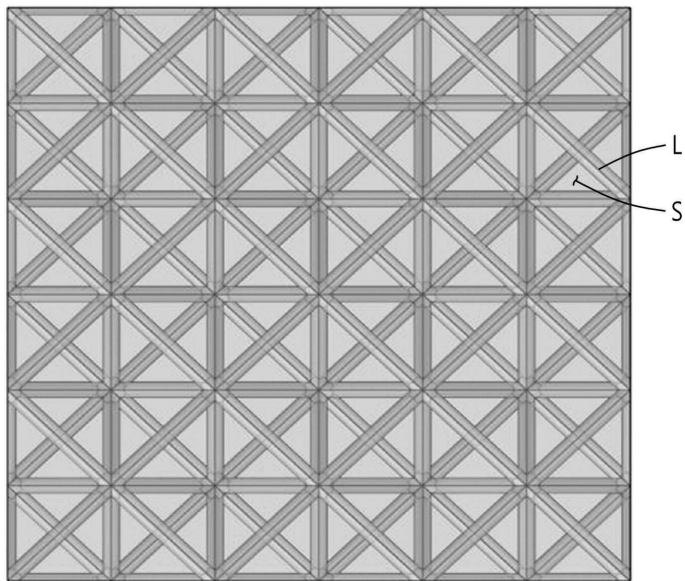
도면8



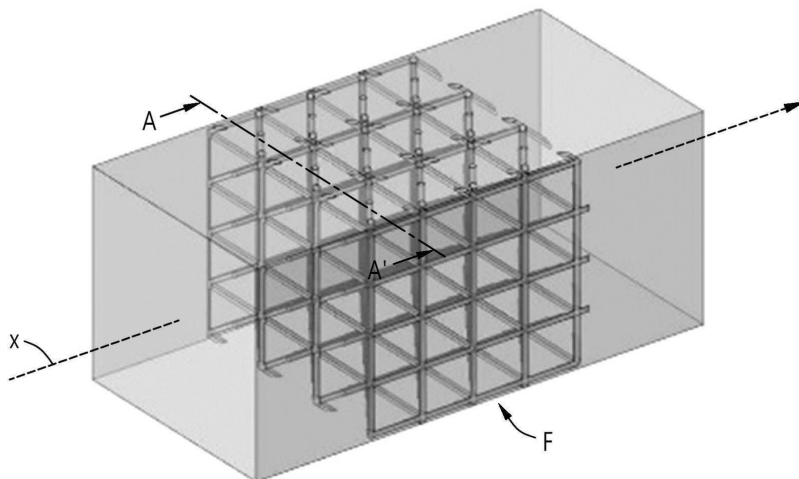
도면9a



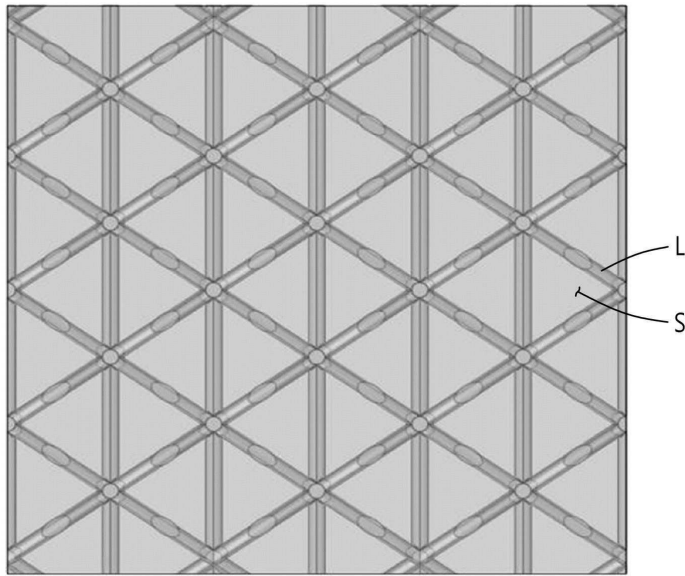
도면9b



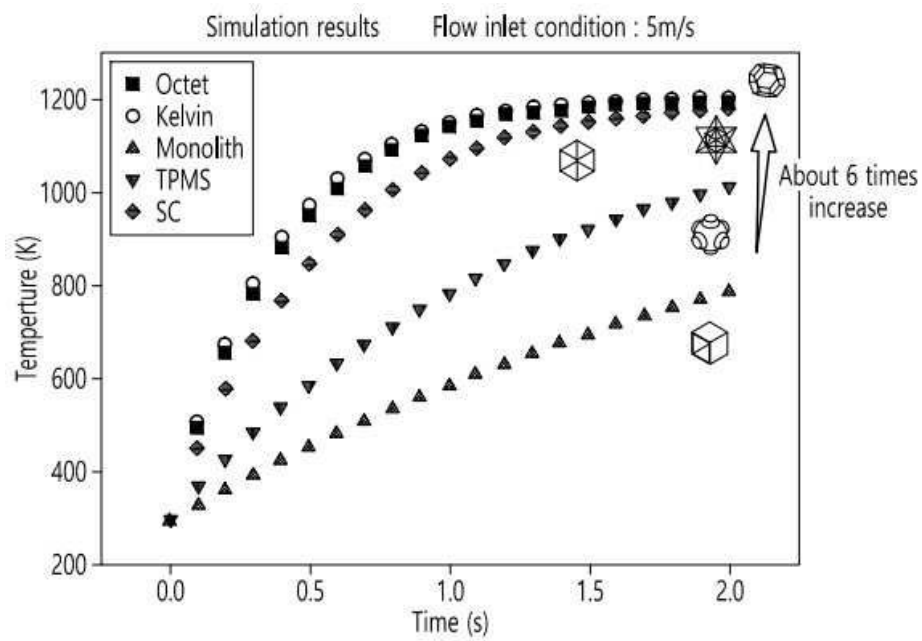
도면10a



도면10b



도면11



도면12

