



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0129402  
(43) 공개일자 2024년08월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B64D 47/00 (2006.01) B01D 61/14 (2006.01)  
B01D 61/58 (2006.01) B01D 67/00 (2006.01)  
B64C 27/00 (2023.01)

(52) CPC특허분류

B64D 47/00 (2013.01)  
B01D 61/147 (2022.08)

(21) 출원번호 10-2023-0022184

(22) 출원일자 2023년02월20일

심사청구일자 2023년02월20일

(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)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티

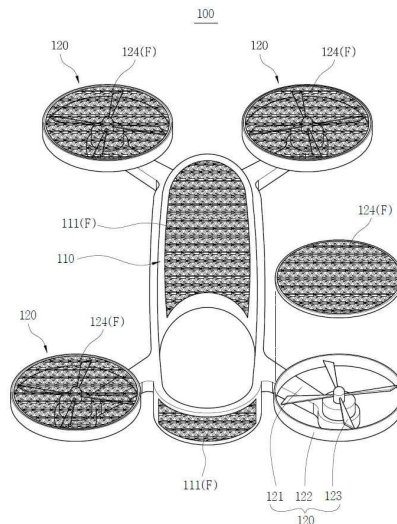
(57) 요약

본 발명의 일측면에 따르면 사람이나 물류를 수송할 수 있는 탑승공간을 제공하는 기체; 및 상기 기체를 부양시키기 위한 양력을 제공하도록 설치되는 적어도 1개 이상의 로터부;를 포함하는 도심 항공 모빌리티로서,

상기 기체 또는 로터부의 외부공기와 접촉하는 적어도 어느 한 곳에 대기 중 미세먼지를 흡착시켜 정화하는 공기정화 마이크로필터를 형성하되,

상기 공기정화 마이크로필터는 3차원 격자구조를 갖도록 3d프린팅으로 기체 외면에 형성되어 접촉하는 공기 중의 미세먼지를 흡착시켜 정화하는 기체커버로 제작되는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티가 제공될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**B01D 61/149** (2022.08)

**B01D 61/58** (2022.08)

**B01D 67/0088** (2022.08)

**B64C 27/006** (2013.01)

(72) 발명자

**김도혁**

경상남도 창원시

**박서림**

경상남도 창원시 의창구 사림로99번길 21, 203호  
(사림동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                            |
|-------------|----------------------------|
| 과제고유번호      | 1711132282                 |
| 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                      |
| 연구기간        | 2019.09.01 ~ 2026.02.28    |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                          |
|-------------|------------------------------------------|
| 과제고유번호      | 1345341781                               |
| 과제번호        | 2021RIS-003                              |
| 부처명         | 교육부                                      |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단                                   |
| 연구사업명       | 지자체-대학 협력기반 지역혁신사업                       |
| 연구과제명       | 친환경 미래자동차 제조 혁신기술 개발 및 미래모빌리티 제조플랫폼 기반구축 |
| 기 여 율       | 1/2                                      |
| 과제수행기관명     | 울산대학교                                    |
| 연구기간        | 2021.11.01 ~ 2025.02.28                  |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

사람이나 물류를 수송할 수 있는 탑승공간을 제공하는 기체; 및 상기 기체를 부양시키기 위한 양력을 제공하도록 설치되는 적어도 1개 이상의 로터부;를 포함하는 도심 항공 모빌리티로서,

상기 기체 또는 로터부의 외부공기와 접촉하는 적어도 어느 한 곳에 대기 중 미세먼지를 흡착시켜 정화하는 공기정화 마이크로필터를 형성하되,

상기 공기정화 마이크로필터는 3차원 격자구조를 갖도록 3d프린팅으로 기체 외면에 형성되어 접촉하는 공기 중의 미세먼지를 흡착시켜 정화하는 기체커버로 제작되는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기체커버는, 3차원 격자구조를 갖는 공기정화 마이크로필터를 기체 외형에 맞춰 3d 프린팅으로 베이스 플레이트를 형성하고, 상기 베이스 플레이트의 상부로 돌출되는 날개 형상의 포집 블레이드를 형성하되, 상기 포집 블레이드는 공기와 접촉하는 방향으로 기울어진 전방경사를 갖도록 형성하고, 상기 베이스 플레이트의 외주연을 고정브라켓이 가압시켜 기체 외면에 결합되도록 하는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 포집 블레이드는 미세입자 및 초미세입자를 흡착하기 위한 제1필터링영역과 조대입자가 통과되도록 하는 제2필터링영역이 포집 블레이드의 동일 평면상에 구획되도록 제조하는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1필터링영역은 미세입자 필터 및 초미세입자 필터의 2중구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 5

사람이나 물류를 수송할 수 있는 탑승공간을 제공하는 기체; 및 상기 기체를 부양시키기 위한 양력을 제공하도록 설치되는 적어도 1개 이상의 로터부;를 포함하는 도심 항공 모빌리티로서,

상기 기체 또는 로터부의 외부공기와 접촉하는 적어도 어느 한 곳에 대기 중의 미세먼지를 흡착시켜 정화하는 공기정화 마이크로필터를 형성하되,

상기 공기정화 마이크로필터는 3차원 격자구조를 갖도록 3d프린팅 제작되어, 로터부의 프로펠러 전단에 설치되어 강제 유입되는 공기 중의 미세먼지를 흡착시켜 정화하는 로터부 그릴로 제작되는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 로터부 그릴은 원판형상으로 제조하되, 미세입자 및 초미세입자를 흡착하기 위한 제1필터링영역과 조대입자가 통과되도록 하는 제2필터링영역이 원판의 동일 평면상에 구획되도록 제조하는 것을 특징으로 하는 공기정

화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1필터링영역은 미세입자 필터 및 초미세입자 필터의 2중구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공기정화 마이크로필터는 격자부재들로 연결된 단위 셀을 주기적으로 배열시켜 제작되고, 상기 공기정화 마이크로필터를 통과하는 유체에 포함된 입자 중 제1 입자크기 이하의 미세입자는 상기 격자부재들에 점착되어 상기 필터에 의해 선택적으로 포집되는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 입자크기는 10um 인 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제1 입자크기 보다 크고 기 설정된 제2 입자크기 보다 작은 입자는 상기 격자부재들 사이의 공간으로 통과하는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 11

제8항에 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 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 12

제8항에 있어서,

상기 3차원 격자구조는, 상기 유체가 통과하는 흐름축 방향으로 바라본 필터의 단면 형상이 상기 3차원 격자구조를 기 설정된 방향으로 회전시켜 일정한 격자패턴을 갖도록 제작되는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 13

제8항에 있어서,

상기 3차원 격자구조의 회전은 상기 유체가 통과하는 흐름축 방향을 중심으로 바라볼 때 필터의 단면에 수직한 방향으로 형성된 격자 패턴들이 서로 일치하는 상태까지 수행되는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 14

제8항에 있어서,

상기 3차원 격자구조의 회전은 상기 유체가 통과하는 흐름축 방향을 중심으로 바라볼 때 상기 격자부재들 사이의 공간이 가장 큰 상태까지 수행되는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 15

제8항에 있어서,

상기 미세입자가 상기 격자부재에 접촉되는데 필요한 에너지는 입자의 크기 및 유동 속도에 따라 달라지는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 16

제8항에 있어서,

상기 3차원 격자구조의 표면은 금속재료로 코팅되는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

#### 청구항 17

제8항에 있어서,

상기 필터에 포집된 미세입자는 세척 후 재사용이 가능한 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 사람이나 물류를 이동하는 도심 항공 모빌리티에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 공기와 접하는 기체의 일부를 미세먼지 또는 초미세먼지를 포집할 수 있는 3차원 격자구조의 공기정화 마이크로필터로 형성하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 일반적으로 도심 항공 모빌리티(UAM: Urban Air Mobility)는 지상과 항공을 연결하는 3차원 도심 항공 교통체계로서, 도심 상공에서 사람이나 화물을 운송할 수 있는 차세대 교통체계이다.

[0003] 최근 배터리, 모터 기술의 발전과 충돌 회피, 자율비행 등 첨단 기술의 등장으로 미래의 새로운 운송수단으로 도심 항공 모빌리티(UAM: Urban Air Mobility)에 대한 많은 연구가 이뤄지고 있다.

[0004] 한편, 도시의 대기는 미세먼지로 인한 오염도가 심각한 실정이고, 대기중의 미세먼지 및 초미세먼지를 저감시키기 위한 다양한 노력이 이루어지고 있다.

[0005] 가정이나 사무실 등의 실내에서는 공기청정기를 사용한 공기정화가 이루어지고 있고, 공기청정기에 사용되는 에어필터의 경우, 등급에 따라 0.3 $\mu$ m의 입자에 대해 85~99.99% 이상의 포집성능을 가지고 있고, 이를 보통 헤파필터라고 한다.

[0006] 이러한 공기 정화용 헤파필터의 경우, 수명 향상을 위해 큰 먼지를 제거하기 위한 프리필터, 복합필터 등으로 조대입자를 걸러줌으로써, 내부 필터의 수명을 늘려주도록 하고 있다.

[0007] 이와 같은 헤파필터는 수 $\mu$ m 이하의 얇은 섬유들로 열기설기 엮여 있으며, 이는 비주기적이고, 컨트롤할 수 없는 구조로 제작하는 부분에서 불량품이 나올 수 있다.

[0008] 또한, 공기 중 미세먼지 등을 제거하고 나면 일정 수준에서 필터의 포집 성능이 하향되고, 필터에 의한 압력강하 등으로 인하여 에너지 효율이 떨어지게 된다.

[0009] 따라서, 기존 헤파필터의 경우 250Pa의 압력강하를 가지도록 초기 설계가 되어 있으며, 510Pa에서 필터를 교체해주도록 되어 있다.

[0010] 현재까지 개발되어진 헤파필터의 경우, 초미세입자(PM2.5), 미세입자(PM10) 뿐만 아니라 조대입자(10 $\mu$ m 이상)의 입자까지 모두 포집하여, 외부에서 사용할 경우 수명이 급격히 짧아지며, 재사용하기 어려운 문제점이 있었다.

[0011] 따라서, 초미세입자와 미세입자만을 선택적으로 포집할 수 있는 필터와 재사용이 가능한 필터에 관한 기술의 개발이 요구됨과 아울러, 공기청정기를 사용할 수 없는 실외 대기를 정화할 수 있는 공기정화시설이 요구되고 있다.

[0012] 하지만, 종래에는 대기중의 미세먼지를 획기적으로 저감할 수 있는 방법이 제안되어 있지 않고, 특히 도심 항공

모빌리티와 같은 항공 이동수단을 이용해서 대기를 정화시키는 방법에 대해서는 알려져 있지 않다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제20-2016-0004253호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0014] 본 발명의 목적은 종래 도심 항공 모빌리티의 비행시 기체와 접촉하는 대기중의 초미세입자와 미세입자만을 선택적으로 포집할 수 있는 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 구비하는 도심 항공 모빌리티를 제공함에 있다.

### 과제의 해결 수단

[0015] 상기의 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일측면에 따르면, 사람이나 물류를 수송할 수 있는 탑승공간을 제공하는 기체; 및 상기 기체를 부양시키기 위한 양력을 제공하도록 설치되는 적어도 1개 이상의 로터부;를 포함하는 도심 항공 모빌리티로서,

[0016] 상기 기체 또는 로터부의 외부공기와 접촉하는 적어도 어느 한 곳에 대기 중 미세먼지를 흡착시켜 정화하는 공기정화 마이크로필터를 형성하되,

[0017] 상기 공기정화 마이크로필터는 3차원 격자구조를 갖도록 3d프린팅으로 기체 외면에 형성되어 접촉하는 공기 중의 미세먼지를 흡착시켜 정화하는 기체커버로 제작되는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티가 제공될 수 있다.

[0018] 여기서, 상기 기체커버는, 3차원 격자구조를 갖는 공기정화 마이크로필터를 기체 외형에 맞춰 3d 프린팅으로 베이스 플레이트를 형성하고, 상기 베이스 플레이트의 상부로 돌출되는 날개 형상의 포집 블레이드를 형성하되, 상기 포집 블레이드는 공기와 접촉하는 방향으로 기울어진 전방경사를 갖도록 형성하고, 상기 베이스 플레이트의 외주연을 고정브라켓이 가압시켜 기체 외면에 결합되도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 이때, 상기 포집 블레이드는 미세입자 및 초미세입자를 흡착하기 위한 제1필터링영역과 조대입자가 통과되도록 하는 제2필터링영역이 포집 블레이드의 동일 평면상에 구획되도록 제조하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 이때, 상기 제1필터링영역은 미세입자 필터 및 초미세입자 필터의 2중구조로 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0021] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 사람이나 물류를 수송할 수 있는 탑승공간을 제공하는 기체; 및 상기 기체를 부양시키기 위한 양력을 제공하도록 설치되는 적어도 1개 이상의 로터부;를 포함하는 도심 항공 모빌리티로서,

[0022] 상기 기체 또는 로터부의 외부공기와 접촉하는 적어도 어느 한 곳에 대기 중의 미세먼지를 흡착시켜 정화하는 공기정화 마이크로필터를 형성하되,

[0023] 상기 공기정화 마이크로필터는 3차원 격자구조를 갖도록 3d프린팅 제작되어 로터부의 프로펠러 전단에 설치되어 강제 유입되는 공기 중의 미세먼지를 흡착시켜 정화하는 로터부 그릴로 제작되는 것을 특징으로 하는 공기정화 기능을 갖는 도심 항공 모빌리티가 제공될 수 있다.

[0024] 여기서, 상기 로터부 그릴은 원판형상으로 제조하되, 미세입자 및 초미세입자를 흡착하기 위한 제1필터링영역과 조대입자가 통과되도록 하는 제2필터링영역이 원판의 동일 평면상에 구획되도록 제조하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 이때, 상기 제1필터링영역은 미세입자 필터 및 초미세입자 필터의 2중구조로 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0026] 그리고, 상기 공기정화 마이크로필터는 격자부재들로 연결된 단위 셀을 주기적으로 배열시켜 제작되고, 상기 공기정화 마이크로필터를 통과하는 유체에 포함된 입자 중 제1 입자크기 이하의 미세입자는 상기 격자부재들에 접촉되어 상기 필터에 의해 선택적으로 포집되는 것을 특징으로 한다.

[0027] 또한, 상기 격자부재 사이의 공간 크기는 적어도 700um 인 것을 특징으로 한다.

- [0028] 또한, 상기 제1 입자크기 보다 크고 기 설정된 제2 입자크기 보다 작은 입자는 상기 격자부재들 사이의 공간으로 통과하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 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 한다.
- [0030] 또한, 상기 3차원 격자구조는, 상기 유체가 통과하는 흐름축 방향으로 바라본 필터의 단면 형상이 상기 3차원 격자구조를 기 설정된 방향으로 회전시켜 일정한 격자패턴을 갖도록 제작되는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 또한, 상기 3차원 격자구조의 회전은 상기 유체가 통과하는 흐름축 방향을 중심으로 바라볼 때 필터의 단면에 수직한 방향으로 형성된 격자 패턴들이 서로 일치하는 상태까지 수행되는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 또한, 상기 3차원 격자구조의 회전은 상기 유체가 통과하는 흐름축 방향을 중심으로 바라볼 때 상기 격자부재들 사이의 공간이 가장 큰 상태까지 수행되는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 또한, 상기 미세입자가 상기 격자부재에 접촉되는데 필요한 에너지는 입자의 크기 및 유동 속도에 따라 달라지는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 또한, 상기 3차원 격자구조의 표면은 금속재료로 코팅되는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 또한, 상기 필터에 포집된 미세입자는 세척 후 재사용이 가능한 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

- [0036] 본 발명에 따르면, 도심의 하늘 길을 운행하는 도심 항공 모빌리티에 공기정화 수단을 구비하여, 사람이나 물류를 싣고 비행을 할 때 비행 경로 상의 미세먼지를 흡착시켜 정화되도록 함으로써, 도심의 오염물질을 적극적으로 제거하는 효과를 갖는다.
- [0037] 또한, 본 발명은 초미세입자와 미세입자만을 선택적으로 포집할 수 있는 필터로서, 마이크로 사이즈(50~200 $\mu$ m)의 3차원 격자구조를 갖는 공기정화 마이크로필터를 이용해 기체의 외형을 형성하여 대기중에 포함된 미세입자와 초미세입자만을 표면에 점착시키고 초대입자는 격자구조를 통과시켜 공기정화 대상을 미세먼지와 초미세먼지로 제한하여 선별적 공기정화가 가능한 효과를 갖는다.
- [0038] 또한, 본 발명은 일정 크기 이하의 미세입자만 선택적으로 포집하여 압력 강하가 작아지는 것이 방지되므로 종래의 필터 보다 성능이 우수하고 수명이 길어지는 효과가 있다.
- [0039] 또한, 본 발명은 다양한 단위 셀을 사용하여 주기적인 3차원 격자구조를 형성시킬 수 있으므로 필터의 설계가 제어될 수 있고, 미세 격자구조를 가지고 있어 매우 가벼우며, 비강도가 높고 외부 충격을 유연하게 흡수할 수 있어 도심 항공 모빌리티에 적용하였을 때, 기체의 강도를 보강시키는 효과를 갖는다.
- [0040] 또한, 본 발명은 필터에 점착된 미세먼지를 세척액 등을 이용하여 세척이 가능하므로 재사용이 가능한 효과를 갖는다.

### 도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 도심 항공 모빌리티를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 도심 항공 모빌리티의 기체커버를 공기정화 마이크로필터로 제조한 예시도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 도심 항공 모빌리티의 로터부 그릴을 공기정화 마이크로필터로 제조한 예시도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조의 단위 셀을 나타낸 도면이다.
- 도 6은 도 5에 도시된 단위 셀을 주기적으로 배열하여 3차원 격자구조가 형성된 상태를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 실제 제작된 다양한 크기의 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 회전시켜 특정 방향에서 바라본 상태를 나타낸 도면이다.
- 도 9a는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조가 제1 회전된 상태에서 필터로 제작되어 유체의 흐름축 상

에 놓인 도면이며, 도 9b는 도 9a에 도시된 A-A' 라인을 따라 절단된 단면도이다.

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.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터의 압력강하를 나타낸 그래프이다.

도 12는 3차원 격자구조가 캐빈 구조인 경우의 필터 단면을 나타낸 도면이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 통과하는 유체의 유선을 나타낸 도면이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 유체가 통과할 때 격자부재들이 받는 압력 크기를 색깔 별로 가시화하여 나타낸 도면이다.

도 15a는 미세입자 포집 전 본 발명의 일 실시예에 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 확대한 도면이고, 도 15b 내지 도 15d는 미세입자 포집 후 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 확대한 도면이다.

도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터에 의해 포집된 미세입자의 양을 나타낸 그래프이다.

도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조가 금속재료로 코팅되지 않은 경우와 코팅된 경우를 비교한 압축강도 비교 그래프이다.

도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 다양한 단위 셀의 형상을 나타낸 도면이다.

도 19는 본 발명의 다른 실시예에 따른 도심 항공 모빌리티를 나타낸 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 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.
- [0043] 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.
- [0044] 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.
- [0045] 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.
- [0046] 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 조합한 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.
- [0047] 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.

- [0048] 이하, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0049] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 도심 항공 모빌리티를 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명에 따른 도심 항공 모빌리티의 기체커버를 공기정화 마이크로필터로 제조한 예시도이며, 도 3은 본 발명에 따른 도심 항공 모빌리티의 로터부 그릴을 공기정화 마이크로필터로 제조한 예시도이다.
- [0050] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 도심 항공 모빌리티(100)는 크게 기체(110), 로터부(120), 공기정화 마이크로필터(F)로 구성된다.
- [0051] 상기 기체(110)는 사람이나 물류를 수송할 수 있는 탑승공간을 제공한다. 이러한 기체(110)는 일반적인 항공기인 헬리콥터나 비행기의 외형 또는 승용차의 외형과 유사한 형태로 제작될 수 있다.
- [0052] 상기 기체(110)에는 적어도 1개 이상의 로터부(120)를 형성할 수 있다.
- [0053] 상기 로터부(120)는 기체(110)를 부양시키기 위한 양력을 제공하도록 설치된다.
- [0054] 이때, 상기 로터부(120)는 기체(110)의 사방으로 로터암(121)이 분기 형성되고, 상기 로터암(121) 단부에 회전 동력을 제공하는 휠베이스(122)가 형성된다.
- [0055] 이때, 상기 휠베이스(122)는 원형 테두리 내측 중심에 프로펠러(123)이 설치되고, 상기 프로펠러(123)는 로터암(121)으로 연결된 동력전달수단이 결합되어 회전력을 제공받을 수 있다. 물론, 상기 휠베이스(122) 자체에 회전 동력을 제공하는 모터가 설치되도록 할 수도 있다.
- [0056] 그리고, 이물질의 침투를 방지하여 프로펠러를 보호하는 로터부 그릴(124)이 형성될 수 있다.
- [0057] 이때, 로터부 그릴(124)은 휠베이스(122)의 상단이나 하단 혹은 상하단 모두에 착탈 가능하게 결합된다.
- [0058] 본 발명은 상기 기체(110) 또는 로터부(120)의 외부공기와 접촉하는 적어도 어느 한 곳에 대기 중 미세먼지를 흡착시켜 정화하는 공기정화 마이크로필터(F)를 형성한다.
- [0059] 이때, 상기 공기정화 마이크로필터(F)는 3d 프린팅 방식을 이용해 3차원 격자구조를 갖는 필터를 제조하는 것으로, 공기정화 마이크로필터(F)를 기체(110)의 외형으로 형성하는 기체커버(111)로 제작할 수 있다.
- [0060] 도 2는 본 발명에 따른 도심 항공 모빌리티의 기체커버를 공기정화 마이크로필터로 제조한 예시도이다.
- [0061] 상기 기체커버(111)의 구체적인 실시형태에 대해 도 2를 참조하여 설명한다.
- [0062] 도 2에서 보는 바와 같은 본 발명의 기체커버(111)는, 기체 외형에 맞춰 3d 프린팅으로 베이스 플레이트(112)를 형성한다. 이때 상기 베이스 플레이트(112)는 기체(110)의 외형상에 따라 평면이나 곡면 등 형태가 달라질 수 있다.
- [0063] 그리고, 상기 베이스 플레이트(112)의 상부로 돌출되는 날개 형상의 포집 블레이드(113)를 형성한다.
- [0064] 이때, 상기 포집 블레이드(113)는 공기와 접촉하는 방향으로 기울어진 전방경사를 갖도록 형성할 수 있다.
- [0065] 예컨대, 상기 베이스 플레이트(112)와 포집 블레이드(113)는 전방경사에 따른 예각의 공간을 형성하게 되며, 상기 예각의 공간으로 공기가 밀집되어 필터를 통과하게 된다.
- [0066] 이와 같은 예각형태는 공기의 밀집도를 높여서 보다 많은 양의 공기를 정화할 수 있도록 한다.
- [0067] 이때, 상기 베이스 플레이트(112)의 외주연을 고정브라켓(117)이 가압시켜 기체(110) 외면에 결합되도록 할 수 있다.
- [0068] 상기 고정브라켓(117)은 내측 테두리가 베이스 플레이트(112)의 외면 둘레를 접촉하여 가압하고, 외측 테두리는 기체(110) 외면에 접촉하여 나사 체결되도록 한다.
- [0069] 이와 같은 고정브라켓(117)은 기체커버(111)를 탈착 가능하게 기체에 설치하는 역할을 한다.
- [0070] 상기한 포집 블레이드(113)는 미세입자 및 초미세입자를 흡착하기 위한 제1필터링영역(115)과 조대입자가 통과

되도록 하는 제2필터링영역(116)이 포집 블레이드의 동일 평면상에 구획되도록 제조할 수 있다.

- [0071] 이때, 상기 제1필터링영역(115)과 제2필터링영역(116)은 체크무늬 형태로 교번 형성되도록 할 수 있다.
- [0072] 그리고, 도 2의 상세도에서 보는 바와 같이 상기 제1필터링영역(115)은 미세입자 필터(115a) 및 초미세입자 필터(115b)의 2중구조로 형성될 수 있다.
- [0073] 이때, 상기 미세입자 필터(115a) 및 초미세입자 필터(115b)는 3d 프린팅 방식에 의해 상호 분리되지 않고 연속된 1개의 몸체로 제조되도록 할 수 있다.
- [0074] 이와 같은 기체커버(111)는 3d 프린팅 방식으로 제작되어 부품형태로 보관 취급할 수 있고, 설치 및 교체, 세척작업이 편리하게 이루어지도록 할 수 있다.
- [0075] 물론, 상기 기체커버(111)는 3d 프린터를 이용해서 기체(110)의 외표면에 직접 3d 프린팅하여 외형을 제작할 수 있다.
- [0076] 예컨대, 상기 공기정화 마이크로필터(F)는 3차원 격자 필터로서 3d프린터를 이용해서 입체구조로 성형 제작될 수 있다. 이와 같은 3d프린터로는 공기정화 마이크로필터(F)를 기체의 외형과 동일한 형상으로 성형 제작하는 것이 가능하다.
- [0077] 이때, 3d프린터를 이용해서 기체(110)의 외형 전체를 공기정화 마이크로필터(F)로 적층하거나 일부부분을 적층하는 방식으로 공기정화 마이크로필터(F)를 형성할 수 있다.
- [0078] 이때, 비행중 대기와의 접촉이 많은 부위에 집중적으로 공기정화 마이크로필터(F)가 형성되도록 할 수 있다. 예컨대, 기체(110)의 전면부 특히 범퍼 등의 면적이 넓은 부위를 공기정화 마이크로필터(F)로 형성할 수 있다.
- [0079] 도 3은 본 발명에 따른 도심 항공 모빌리티의 로터부 그릴을 공기정화 마이크로필터로 제조한 예시도이다.
- [0080] 도 3을 참조하여 로터부 그릴의 실시 형태에 대해서 자세히 설명한다. 도 3에서 보는 바와 같이 로터부 그릴(124)을 공기정화 마이크로필터(F)로 형성할 수 있다.
- [0081] 상기 로터부 그릴(124)은 3차원 격자구조를 갖도록 3d프린팅 제작되는데, 로터부(120)의 프로펠러(123) 전단에 설치되어 강제 유입되는 공기 중의 미세먼지를 흡착시켜 정화되도록 한다.
- [0082] 상기 로터부 그릴(124)은 원판형상으로 제조하되, 미세입자 및 초미세입자를 흡착하기 위한 제1필터링영역(125)과 조대입자가 통과되도록 하는 제2필터링영역(126)이 원판의 동일 평면상에 구획되도록 제조할 수 있다.
- [0083] 이때, 상기 제1필터링영역(125)과 제2필터링영역(126)은 격자구조 형태로 교번 형성되도록 할 수 있다.
- [0084] 또한, 도 3의 확대도에서 보는 바와 같이 상기 제1필터링영역(125)은 미세입자 필터(125a) 및 초미세입자 필터(125a)의 2중구조로 형성되도록 할 수 있다.
- [0085] 이때, 상기 미세입자 필터(125a) 및 초미세입자 필터(125a)는 3d 프린팅 방식에 의해 상호 분리되지 않고 연속된 1개의 몸체로 제조되도록 할 수 있다.
- [0086] 이와 같은 로터부 그릴(124)은 3d 프린팅 방식으로 제작되어 부품형태로 보관 취급할 수 있고, 설치 및 교체, 세척작업이 편리하게 이루어지도록 할 수 있다.
- [0087] 한편, 상기 공기정화 마이크로필터(F)는 로터부(120)의 프로펠러(123)를 이용해서 형성할 수 있다.
- [0088] 예컨대, 공기정화 마이크로필터(F) 자체를 프로펠러(123) 형상으로 성형 제작하거나, 상기 공기정화 마이크로필터(F)를 프로펠러(123)의 외표면에 3d 프린팅하여 코팅방식으로 프로펠러의 외형을 형성할 수도 있다.
- [0089] 위에서 설명한 바와 같은 상기 공기정화 마이크로필터(F)는 격자부재들로 연결된 단위 셀을 주기적으로 배열시켜 제작되고, 상기 공기정화 마이크로필터(F)를 통과하는 유체에 포함된 입자 중 제1 입자크기 이하의 미세입자는 상기 격자부재들에 점착되어 상기 필터에 의해 선택적으로 포집되도록 한다.
- [0090] 본 발명에 따른 3차원 격자구조 공기정화 마이크로필터(F)는 가벼우면서도 충격 흡수 효과가 있고, 내구성 및 강도가 뛰어나기 때문에 그 자체로 형상이 유지될 수 있을 뿐만 아니라 외부의 충격으로부터 기체를 보호하는 역할을 하게 된다.
- [0091] 이하, 본 발명에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터에 대해 설명하기로 한다.
- [0092] 미세입자를 제거하기 위한 종래의 필터 구조는 수  $\mu\text{m}$  이하의 얇은 섬유들이 비주기적으로 열기설기 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.

[0093] 본 출원인은 상술한 문제를 해결하기 위해 종래의 미세입자 포집용 필터 구조와 전혀 다른 구조를 채택하여 본 발명에 이르게 되었다. 본 발명에서 미세입자 포집용 필터 구조는 단위 셀이 주기적으로 배열된 3차원 격자구조를 가지며, 이러한 3차원 격자구조는 필터 설계자가 원하는 패턴 및 사양으로 제조될 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 공기정화 마이크로필터(F)는 3차원 격자구조의 형상으로 인해 필터로 사용하기에 적합한 다양한 기계적 성질을 갖는다. 본 출원인은 본 발명에 따른 필터의 성능을 직접 실험하여 종래 필터 구조에서는 발견될 수 없는 효능을 발견하였다.

[0094] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터의 구조 및 성능을 설명한다.

[0095] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 나타낸 도면이다.

[0096] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터(F)는 유체의 이동 경로 상에 놓여 유체에 포함된 미세입자를 포집한다. 여기서 유체는 액체 및 기체를 모두 포함하나 본 명세서에서 유체는 공기인 것으로 설명한다.

[0097] 도 4에는 유체의 이동 경로가 화살표로 도시되어 있다. 공기정화 마이크로필터(F)를 기준으로 미세입자(P)가 포함된 공기가 좌측에서 우측 방향으로 이동하다가 공기정화 마이크로필터(F)에 미세입자가 접촉되면서 공기정화 마이크로필터(F)를 통과한 공기는 미세입자(P)가 제거된다. 종래의 필터와 본 발명의 공기정화 마이크로필터(F)를 같은 크기로 제작하는 경우, 본 발명의 공기정화 마이크로필터(F)는 종래의 필터 보다 미세먼지를 포집할 수 있는 표면적이 더 크게 형성된다.

[0098] 한편, 미세입자가 공기정화 마이크로필터(F)를 통과하며 제거되는 과정은 격자구조의 형상과 관련되므로 후술하기로 한다.

[0099] 도 5은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조의 단위 셀을 나타낸 도면이고, 도 6는 도 5에 도시된 단위 셀을 주기적으로 배열하여 3차원 격자구조가 형성된 상태를 나타낸 도면이며, 도 7는 본 발명의 일 실시예에 따라 실제 제작된 다양한 크기의 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 나타낸 도면이다.

[0100] 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.

[0101] 본 발명의 다른 실시예에서 단위 셀은 3차원 격자구조를 형성할 수 있는 다양한 단위 셀이 선택될 수 있다. 도 18에는 단위 셀의 일부 예시로서, BCC, FCCz, FBCCz, FBCCXYZ, BCCz, FCC가 도시되어 있다. 다만, 단위 셀의 종류는 이에 한정되지 않으며, 켈빈(Kelvin), 삼육각형(Kagome), 팔면체(Octahedron), 십이면체(Dodecahedron) 등 공지된 모든 격자구조가 선택될 수 있다.

[0102] 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.

[0103] 도 6에는 도 5에 도시된 단위 셀이 연결되어 3차원 격자구조를 가진 구조체가 도시되어 있다. 상술한 바와 같이, 도 6에 도시된 일 실시예에 따른 3차원 격자구조는 도 5에 도시된 옥텟-트러스(Octet-Truss)의 단위 셀을 가진다.

[0104] 본 발명의 일 실시예에서 격자구조는 3D 프린팅용 소프트웨어를 사용하여 3D 프린터로 제작될 수 있다. 3D 프린팅 방식 중 빔에너지를 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.

[0105] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조의 재료는, 아크릴레이트 모노머(acrylate monomer)를 베이스

로 하여 3%의 포토이니시에이터(photoinitiator, Diphenyl(2,4,6-trimethylbenzoyl)phosphine oxide))을 기반하는 하층 광경화성 고분자 수지가 사용되었다. 다만, 본 발명의 3차원 격자구조의 재료는 3D 프린팅을 통해 제작될 수 있는 모든 소재가 활용될 수 있다.

[0106] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르면 제작된 구조에 PVD, CVD 공정(예, Sputtering, atomic layer deposition 등)을 통해서 표면에 금속재료를 증착하여 재료를 코팅할 수 있다.

[0107] 차량의 로터부 그릴은 내구성, 내부식성, 세척 용이성 또는 광택 등과 같은 다양한 요인을 고려하여 그 재료가 선택될 수 있다. 즉, 차량의 로터부 그릴은 플라스틱에서 금속에 이르기까지 다양한 재료로 선택될 수 있다. 본 발명에 따른 3차원 격자구조는 상술한 로터부 그릴의 종류에 따라 3D 프린터로 제작가능한 재료가 사용될 수 있다.

[0108] 본 발명의 일 실시예에서 3차원 격자구조를 구성하고 있는 격자부재의 직경(두께)는 50 ~ 200 $\mu$ m의 크기를 가지고 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에서 격자부재들 사이의 공간은 500 $\mu$ 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 $\mu$ m의 크기를 가지는 것이 좋다.

[0109] 도 7는 본 발명의 일 실시예에 따라 실제 제작된 다양한 크기의 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 나타낸 도면이다.

[0110] 도 7에 도시된 공기정화 마이크로필터(F)는 가로 및 세로의 길이가 각각 30mm이고, 높이가 10 ~ 40mm로 서로 다르게 하여 제작되었다.

[0111] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 회전시켜 특정 방향에서 바라본 상태를 나타낸 도면이다.

[0112] 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.

[0113] 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.

[0114] 본 발명의 일 실시예에 따른 공기정화 마이크로필터(F)는 도 8에서 설명한 원리에 기반하여 필터 단면이 형성되도록 제작된다. 이는 필터 단면의 격자 패턴 형상에 따라 필터의 성능이 달라질 수 있기 때문이다.

[0115] 본 발명의 일 실시예에 따른 공기정화 마이크로필터(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 등)로 가공한다. 이때, 특정 방향(유체의 흐름 방향)에서 바라본 필터의 단면 형상은 단면에 수직한 방향(도 9a 내지 도 10b에 도시된 x축 방향 참조)으로 형성된 격자 패턴이 서로 일치되어 격자부재(L)들 사이의 공간(S)이 일정하게 형성될 수 있다. 물론 상술한 바와 같이 공기정화 마이크로필터(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.

[0116] 한편, 이러한 필터의 제작 과정은 전술한 바와 같이, 차량에 장착하고자 하는 로터부 그릴의 형상에 따라 가공될 수 있다. 가공과정은 수작업으로 수행되거나 가공머신을 통해 기계적 방법으로 수행될 수 있다.

[0117] 도 9a에는 3차원 격자구조가 제1 회전된 상태로 구성된 공기정화 마이크로필터(F)가 도시되어 있고, 도 9b에는 도 9a에 도시된 필터의 단면이 도시되어 있다. 유체는 공기정화 마이크로필터(F)를 중심으로 흐름측(X) 방향으로 흐른다.

[0118] 도 10a에는 3차원 격자구조가 제2 회전된 상태로 구성된 공기정화 마이크로필터(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 표면적을 가지고 있다. 그러나, 도 9b와 도 10b를 비교하면, 3차원 격자구조가 제2 회전된 상태에서 필터 단면에서 격자공간(S)이 더 크게 형성된다.

[0119] 일반적으로 필터의 성능 중 하나로 압력강하가 고려된다. 압력강하는 필터 전후 압력 차이를 의미하며, 포집 효율이 같을 때 압력강하가 작을수록 필터 성능이 좋다.

- [0120] 반면, 상술한 바와 같이, 3차원 격자구조가 제1 회전된 상태와 제2 회전된 상태에서의 표면적은 동일하므로 미세입자 포집효율은 동일하다.
- [0121] 도 11는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터의 압력강하를 나타낸 그래프이고, 도 12은 3차원 격자구조가 캐빈 구조인 경우의 필터 단면을 나타낸 도면이다.
- [0122] 도 11에는 3차원 격자구조가 옥텟-트러스 구조인 경우와 캐빈 구조인 경우의 압력강하를 비교한 그래프가 도시되었다. 이때, 옥텟-트러스 구조인 경우의 필터 단면 형상은 도 9b와 도 10b가 참조될 수 있으며, 캐빈 구조인 경우의 필터 단면 형상은 도 12이 참조될 수 있다.
- [0123] 도 11를 참조하면, 일반적으로 유량의 흐름이 커짐에 따라 압력강하가 커진다. 이때, 제1 회전된 상태의 옥텟-트러스 구조에서는 캐빈 구조 보다 압력강하가 크게 나타났다. 그러나, 제2 회전된 상태의 옥텟-트러스 구조에서는 캐빈 구조에서의 압력강하와 비슷하게 나타났다. 따라서, 같은 옥텟-트러스 구조를 가지는 경우라도 회전 상태에 따라 압력강하가 달라짐을 알 수 있다.
- [0124] 한편, 옥텟-트러스 구조는 캐빈 구조 보다 격자부재에 의한 표면적이 더 크다. 따라서, 전체적으로 같은 크기의 필터를 제작하였을 때 캐빈 구조 보다 옥텟-트러스 구조가 포집효율이 더 좋다.
- [0125] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 통과하는 유체의 유선을 나타낸 도면이다.
- [0126] 도 13에는 유체가 공기정화 마이크로필터(F)를 일 방향(도 13의 좌측에서 우측 방향)으로 흐를 때 유선 분포가 도시되어 있다. 종래의 필터(예를 들어 헤파 필터)에 의하면 필터의 복잡한 구성에 의해 필터를 통과한 후 유선의 분포가 균일하지 못하나, 본 발명의 공기정화 마이크로필터(F)는 주기적인 구조를 가지므로 필터를 통과한 후 유선의 분포가 대략 균일하게 형성될 수 있다.
- [0127] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 유체가 통과할 때 격자부재들이 받는 압력 크기를 색깔 별로 가시화하여 나타낸 도면이다.
- [0128] 도 14를 참조하면, 필터의 전방 측(유체가 흘러 들어오는 측)에서 격자부재가 받는 압력은 크게 작용하고, 필터의 후방 측(유체가 흘러 나가는 측)에서 격자부재가 받는 압력은 작게 작용한다. 도 14에서 빨간색은 압력이 크게 작용함을 의미하고, 파란색은 압력이 작게 작용함을 의미한다.
- [0129] 도 15a는 미세입자 포집 전 본 발명의 일 실시예에 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 확대한 도면이고, 도 15b 내지 도 15d는 미세입자 포집 후 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터를 확대한 도면이다.
- [0130] 미세입자가 본 발명의 공기정화 마이크로필터(F)와 충돌하게 되면 대전에 의한 정전기로 인해 격자부재(L)에 점착된다. 이때, 점착력의 크기는 미세입자의 크기와 속도에 따라 달라진다. 즉, 속도가 빠르고 입자가 클수록 격자부재(L)에 점착되지 못하고 튕겨 나가게 된다. 이론적으로 입자가 격자부재(L)에 튕겨져 나가기 위한 에너지는 아래 <수학식>에 의해 연산될 수 있다. 그러나, 실제 실험환경에서는 2 ~ 15 $\mu$ m 크기를 갖는 미세입자는 격자부재(L)에 충돌하기만 하면 점착되는 것을 확인할 수 있다.
- [0131] < 수학식 >
- $$KE_b = \frac{d_p A (1 - e^2)}{2xe^2}$$
- [0132]
- [0133] 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.
- [0134] 본 발명의 일 실시예에서 미세입자 중 기 설정된 제1 입자크기 이하의 크기를 갖는 미세입자는 격자부재(L)에 충돌하면 점착된다. 본 발명의 일 실시예에서 제1 입자크기는 10 $\mu$ m 크기를 갖는다. 한편, 제1 입자크기 보다 크고 기 설정된 제2 입자크기 보다 작은 크기를 갖는 입자는 격자부재(L)에 충돌하여도 점착되지 못하고 격자공간(S)을 통과할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서 제2 입자크기는 500 $\mu$ m로 설정될 수 있다. 그러나, 제1 입자크기 및 제2 입자크기는 공기정화 마이크로필터(F) 설계자의 의도에 따라 다양하게 설정될 수 있다.
- [0135] 도 15a에는 미세입자가 점착되기 전 3차원 격자구조를 확대한 상태가 도시되어 있다. 이후, 유체가 공기정화 마이크로필터(F)를 통과할 때 미세입자가 격자부재(L)에 충돌하면 도 15b 내지 도 15d와 같이 제1 입자크기 이하

의 크기를 갖는 미세입자는 격자부재(L)에 점착된다.

[0136] 도 16는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터에 의해 포집된 미세입자의 양을 나타낸 그래프이다.

[0137] 도 16에 도시된 바와 같이, 본 발명의 공기정화 마이크로필터(F)를 이용한 미세입자 포집 실험을 수행하여 아래 <표1>과 같은 결과가 도출되었다.

표 1

| 시료명              | 옥텟-트러스   |          |          |          |          |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| No.              | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        |
| 미세먼지 투입<br>량(g)  | 0.10073  | 0.10077  | 0.09928  | 0.09954  | 0.10092  |
| 실험 전 무게<br>평균(g) | 28.98074 | 23.64857 | 26.29834 | 29.72107 | 27.27938 |
| 실험 후 무게<br>평균(g) | 28.98832 | 23.65856 | 26.31602 | 29.73490 | 27.30066 |
| 미세먼지 포집<br>량(g)  | 0.00758  | 0.00999  | 0.01768  | 0.01383  | 0.02128  |
| 평균 포집량<br>(mg)   | 14.07    |          |          |          |          |

[0139] 상기 <표1>를 참조하면, 미세입자 포집 실험은 5번이 수행되었고 각 실험에서 미세먼지 투입량은 대략 일정하게 유지되었다. 그 결과 평균적으로 미세입자의 포집량은 14.07mg이다.

[0140] 종래의 필터 구조에서는 입자 크기가 커도 필터에 포집되므로 포집효율은 좋으나, 필터의 압력강하가 낮아져 필터 성능이 떨어지면 교체해야 하는 문제가 있다.

[0141] 반면, 본 발명의 공기정화 마이크로필터(F)는 공기에 포함된 입자 중 일정 크기 이하의 미세입자만 선택적으로 포집한다. 이후, 공기정화 마이크로필터(F)에 점착된 미세입자는 물 등의 세척액에 의해 씻겨 나갈 수 있으므로, 공기정화 마이크로필터(F)를 재사용하는 것이 가능하다.

[0142] 또한, 본 발명의 공기정화 마이크로필터(F)는 종래의 필터(헤파 필터)에 비해 포집효율이 80% 정도로서 우수한 포집효율을 나타낸다. 본 발명의 공기정화 마이크로필터(F)는 주기적인 3차원 격자구조를 가지고 있어 격자공간이 일정하게 배열되므로 종래의 필터 구조보다 압력강하 측면에서 우수하다.

[0143] 본 발명의 공기정화 마이크로필터(F)는 무게가 스티로폼에 비해 매우 가볍고(예를 들어, 스티로폼 무게의 100분의 1 정도)에 불과하여 매우 가볍고, 주기적인 3차원 격자구조로 인해 비강도가 높으며, 외부 충격을 유연하게 흡수할 수 있으므로 차량 연비 상승 및 차량 사고 시 안전에 기여할 수 있다.

[0144] 도 17는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 격자구조의 표면이 금속재료로 코팅되지 않은 경우와 코팅된 경우를 비교한 압축강도 비교 그래프이다.

[0145] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면 3차원 격자구조는 금속재료로 코팅될 수 있다. 3차원 격자구조가 금속재료로 코팅되면 코팅되지 않았을 때보다 기계적 강도가 향상된다.

[0146] 도 17의 (a)는 3차원 격자구조가 옥텟-트러스(octet-truss) 구조로 제작될 때, 구조의 표면이 코팅되지 않은 경우와 구조의 표면이 알루미늄 재료로 코팅된 경우에 압축강도를 비교한 그래프이다. 도 17의 (a)에 도시된 바와 같이, 3차원 격자구조의 표면이 알루미늄 재료로 코팅된 경우가 코팅되지 않은 경우보다 변형에 따른 압축강도가 우수함을 알 수 있다.

[0147] 도 17의 (b)는 3차원 격자구조가 큐빅(cubic) 구조 및 옥텟-트러스(octet-truss) 구조로 제작될 때, 각 구조에 있어 표면이 코팅되지 않은 경우와 구조의 표면이 알루미늄 재료로 코팅된 경우에 압축강도를 비교한 그래프이다. 도 17의 (b)에 도시된 바와 같이, 3차원 격자구조의 표면이 알루미늄 재료로 코팅된 경우가 코팅되지 않은 경우보다 압축강도가 우수함을 알 수 있다. 또한, 큐빅(cubic) 구조에서 표면이 코팅된 경우의 압축강도 증가율보다 옥텟-트러스(octet-truss) 구조에서 표면이 코팅된 경우의 압축강도 증가율이 더 큼을 알 수 있다. 옥텟-트러스(octet-truss) 구조에서 표면이 코팅된 경우 코팅되지 않은 경우보다 약 60% 이상의 압축강도 증가율이 확인되었다.

- [0148] 본 발명에 따르면, 단위셀, 3차원 격자구조의 패턴, 격자부재의 재질 등을 변경함으로써 로터부 그릴(124)의 기계적 성능(강도, 변형률, 탄성 거동 등) 또는 필터 성능을 다양하게 변화시킬 수 있다.
- [0149] 한편, 본 발명은 로터부 그릴 자체를 3차원 격자구조를 가진 필터로 제작하는 것이므로, 로터부 그릴의 형상에 대해서는 제한이 없다. 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 필터는 설계자의 의도에 따라 다양한 형상으로 가공될 수 있으므로 차량에 적용하고자 하는 다양한 형태의 로터부 그릴을 본 발명에 따른 필터로 구성할 수 있다.
- [0150] 또한, 실시예에 따라 본 발명에 따른 로터부 그릴 전체를 필터로 제작하거나, 로터부 그릴 일부를 필터로 제작할 수도 있다.
- [0151] 도 19는 본 발명의 다른 실시예에 따른 도심 항공 모빌리티를 나타낸 도면이다. 도 19를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 도심 항공 모빌리티(100)는 기체(110)를 부양시키기 위해 양력을 제공하도록 된 적어도 1개 이상의 로터부(120)를 형성할 수 있다.
- [0152] 상기 로터부(120)는 기체(110)를 중심으로 방사상으로 연결된 로터암(121)을 형성하고, 상기 로터암(121)은 원형의 휠베이스(122)로 연결되도록 할 수 있다. 또한, 상기 로터암(121)의 분기점과 휠베이스(122)와의 연결지점에는 프로펠러(123)들이 형성되어 양력이 제공되도록 할 수 있다.
- [0153] 이때, 상기 휠베이스(122)에는 원판형태의 공기정화 마이크로필터(F)가 결합되어 대기 중 미세먼지를 흡착시켜 정화되도록 할 수 있다.
- [0154] 상기 기체(110)는 사람이나 물류를 수송할 수 있는 탑승공간을 제공하는 것으로서 이러한 기체(110)는 일반적인 항공기인 헬리콥터나 비행기의 외형과 유사한 형태로 제작될 수 있다.
- [0155] 그리고, 상기 로터부(120)는 기체(110)의 사방으로 로터암(121)이 다단 분기되는 형태로 이루어질 수 있는데, 분기되는 지점과 로터암(121)과 원형의 휠베이스(122)가 만나는 지점에 프로펠러(123)가 설치되도록 하고, 상기 각 프로펠러(123)는 로터암(121)의 관 내부로 연결된 동력전달수단에 의해 회전력을 제공받을 수 있다.
- [0156] 물론, 각각의 프로펠러(123)들은 개별 모터에 의해 회전동력을 제공받도록 할 수도 있다.
- [0157] 상기 공기정화 마이크로필터(F)는 도 1 내지 도 18에서 설명한 바와 같은 구조로 제작될 수 있다.
- [0158] 이와 같은 상기 공기정화 마이크로필터(F)는 3d 프린팅 방식을 이용해 3차원 격자구조를 갖는 필터를 제조될 수 있다.
- [0159] 상기 공기정화 마이크로필터(F)는 격자부재들로 연결된 단위 셀을 주기적으로 배열시켜 제작되고, 상기 공기정화 마이크로필터(F)를 통과하는 유체에 포함된 입자 중 제1 입자크기 이하의 미세입자는 상기 격자부재들에 접촉되어 상기 필터에 의해 선택적으로 포집되도록 한다.
- [0160] 본 발명에 따른 3차원 격자구조 공기정화 마이크로필터(F)는 가벼우면서도 충격 흡수 효과가 있고, 내구성 및 강도가 뛰어나기 때문에 그 자체로 형상이 유지될 수 있을 뿐만 아니라 외부의 충격으로부터 기체를 보호하는 역할을 하게 된다.
- [0161] 이하, 본 발명에 따른 3차원 격자구조를 가진 공기정화 마이크로필터에 대해 설명하기로 한다.
- [0162] 미세입자를 제거하기 위한 종래의 필터 구조는 수  $\mu\text{m}$  이하의 얇은 섬유들이 비주기적으로 열기설기 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.
- [0163] 본 출원인은 상술한 문제를 해결하기 위해 종래의 미세입자 포집용 필터 구조와 전혀 다른 구조를 채택하여 본 발명에 이르르게 되었다. 본 발명에서 미세입자 포집용 필터 구조는 단위 셀이 주기적으로 배열된 3차원 격자구조를 가지며, 이러한 3차원 격자구조는 필터 설계자가 원하는 패턴 및 사양으로 제조될 수 있다.
- [0164] 본 발명에 따른 도심 항공 모빌리티의 형상은 도 1 또는 도 19에서 도시된 형태로만 한정되는 것은 아니며, 이와 같은 구동원리를 갖는 다양한 형태의 도심 항공 모빌리티가 제안될 수 있다.
- [0165] 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.

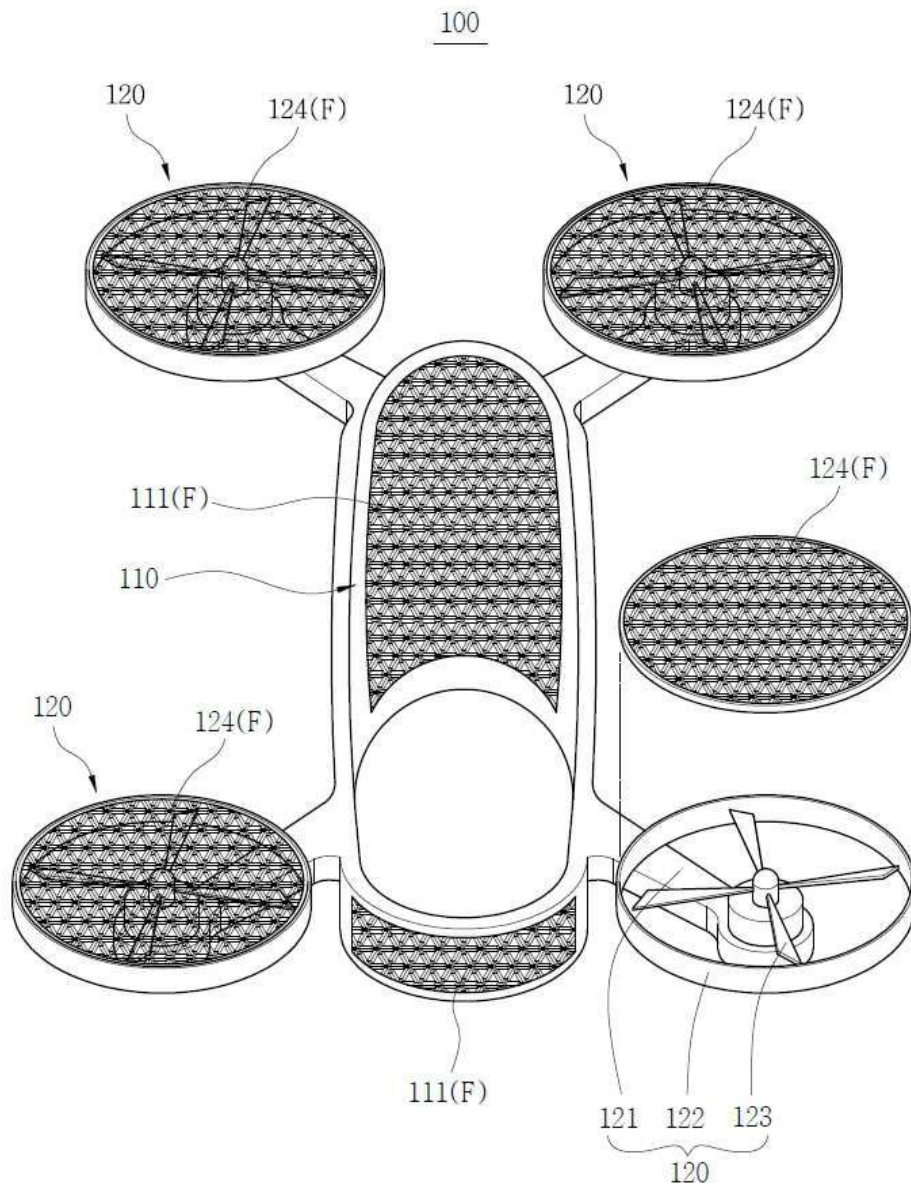
[0166] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

### 부호의 설명

[0167] 100: 도심 항공 모빌리티 110: 기체  
 111: 기체커버 112: 베이스 플레이트  
 113: 포집 블레이드 115: 제1필터링영역  
 115a: 미세입자 필터 115b: 초미세입자 필터  
 116: 제2필터링영역 117: 고정브라켓  
 120: 로터부 121: 로터암  
 122: 휠베이스 123: 프로펠러  
 124: 로터부 그릴 125: 제1필터링영역  
 125a: 미세입자 필터 125b: 초미세입자 필터  
 126: 제2필터링영역 127: 프레임틀  
 F: 공기정화 마이크로필터

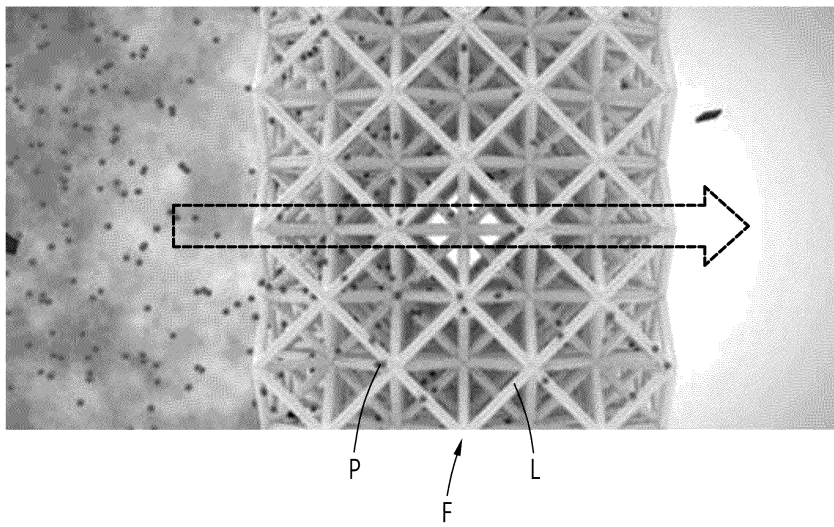
도면

도면1

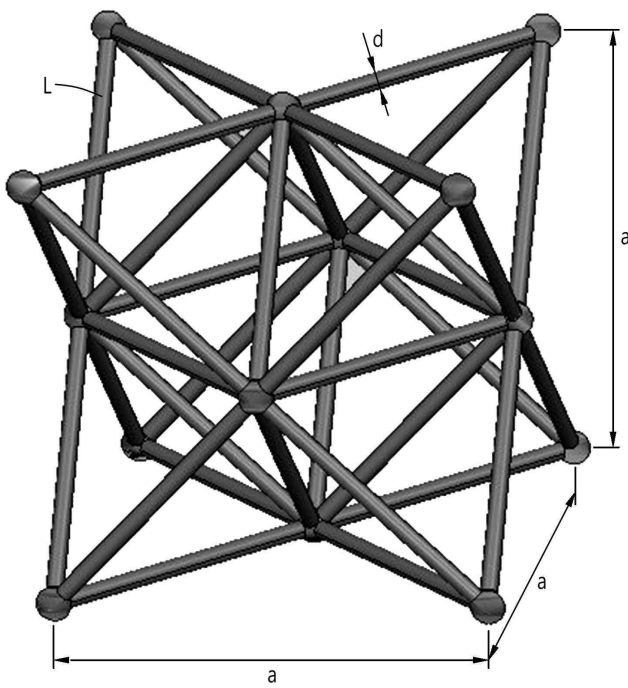




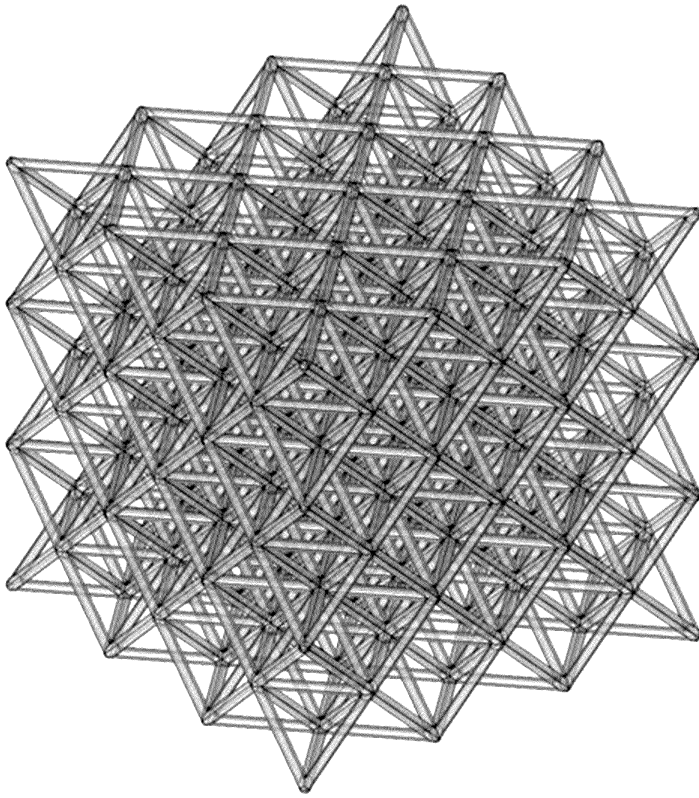
도면4



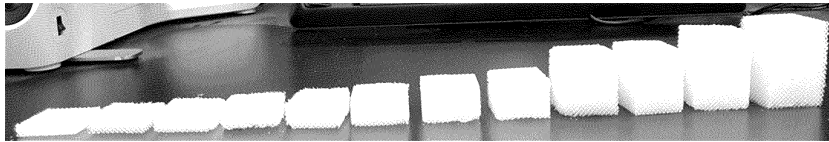
도면5



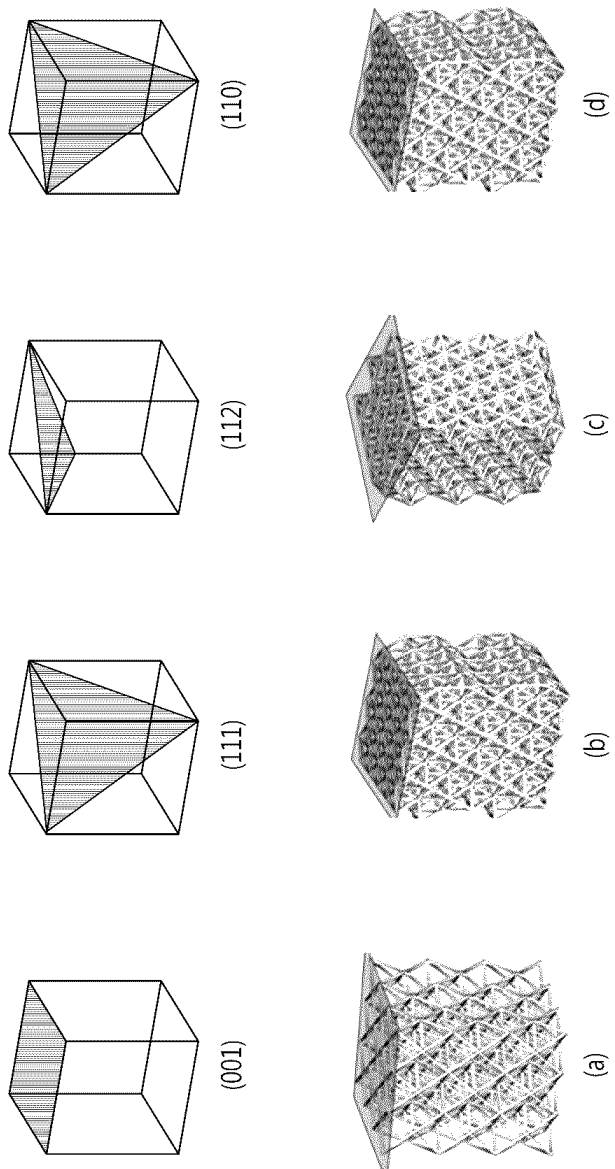
도면6



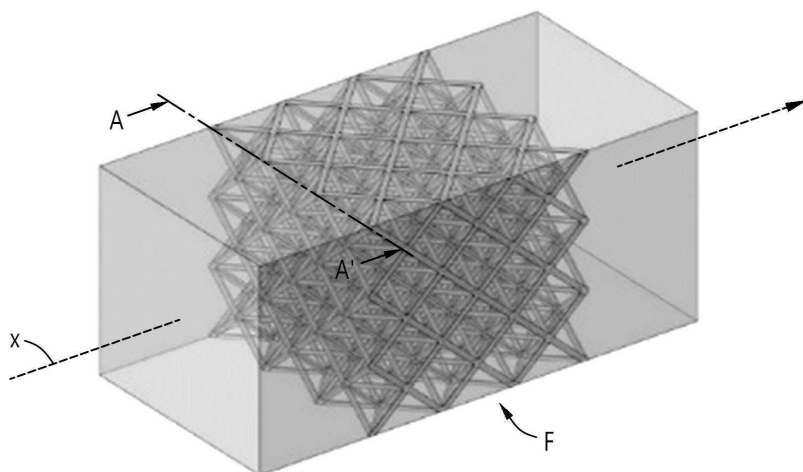
도면7



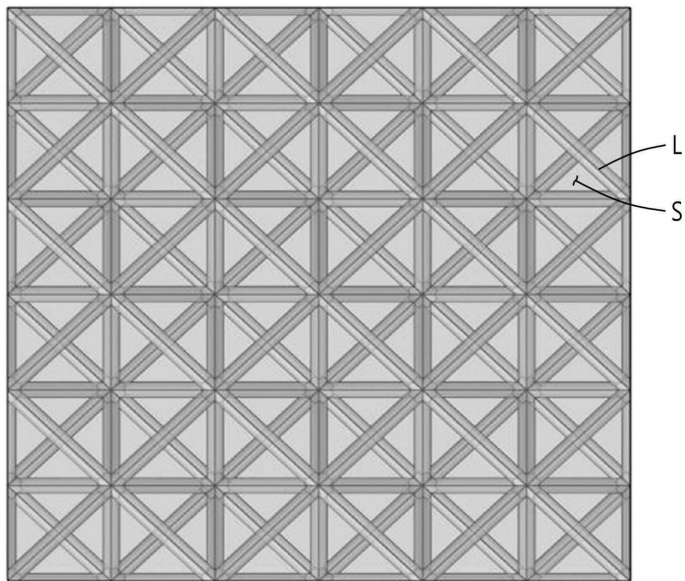
도면8



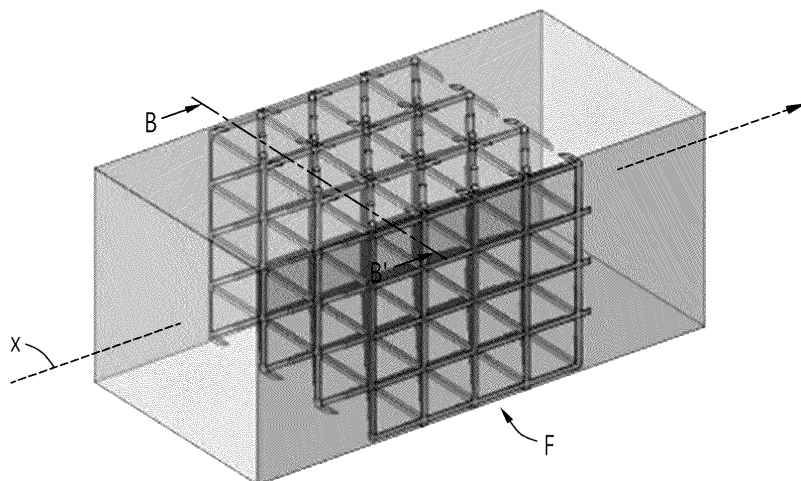
도면9a



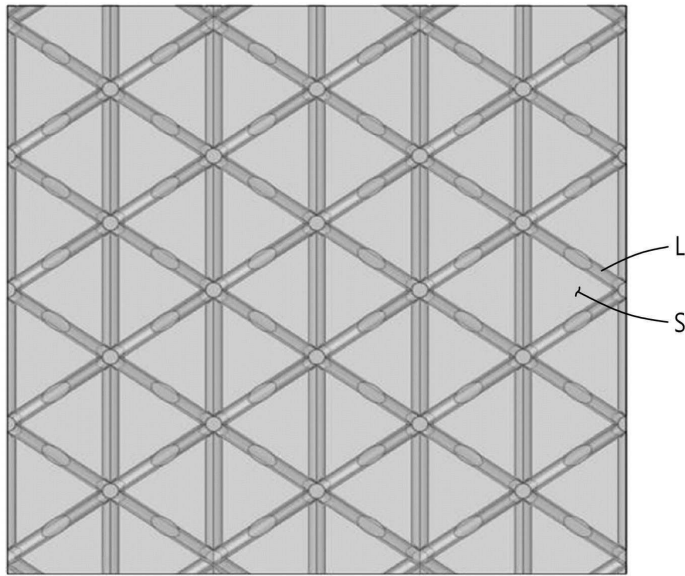
도면9b



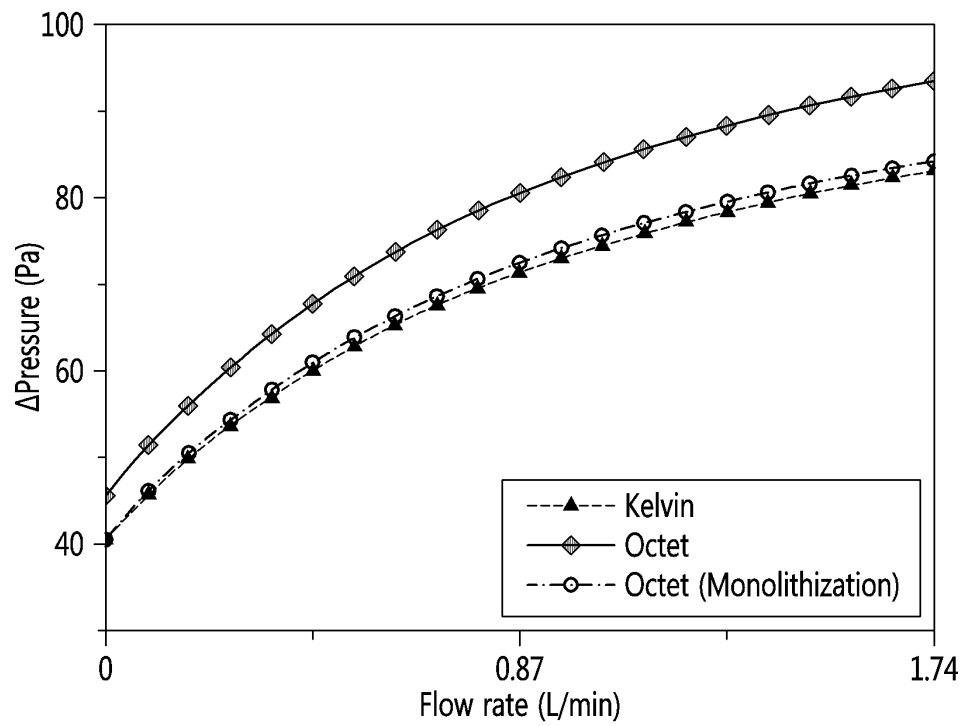
도면10a



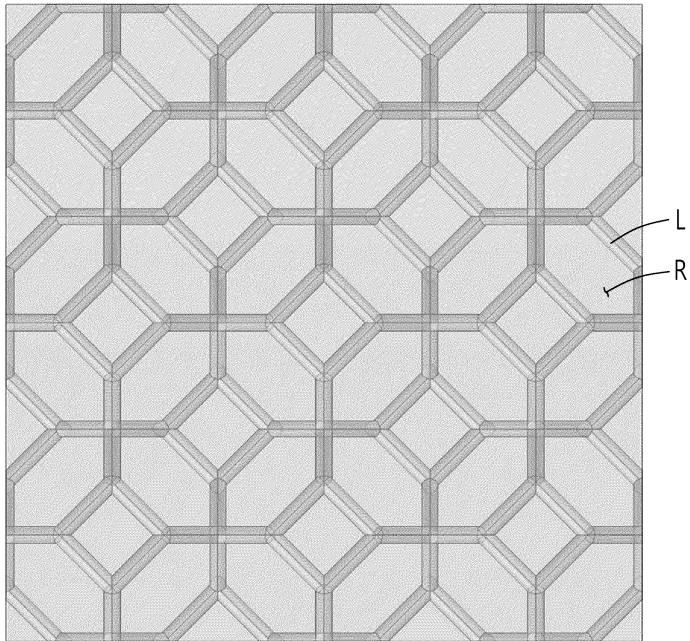
도면10b



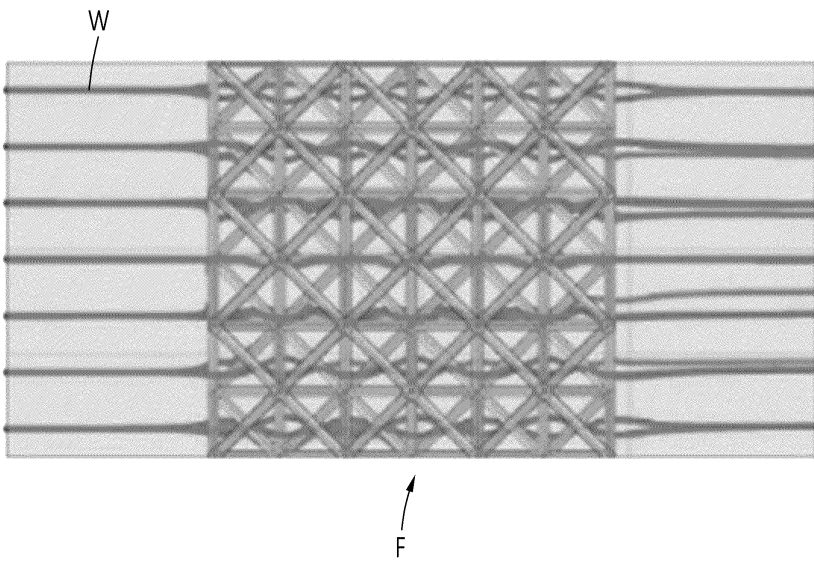
도면11



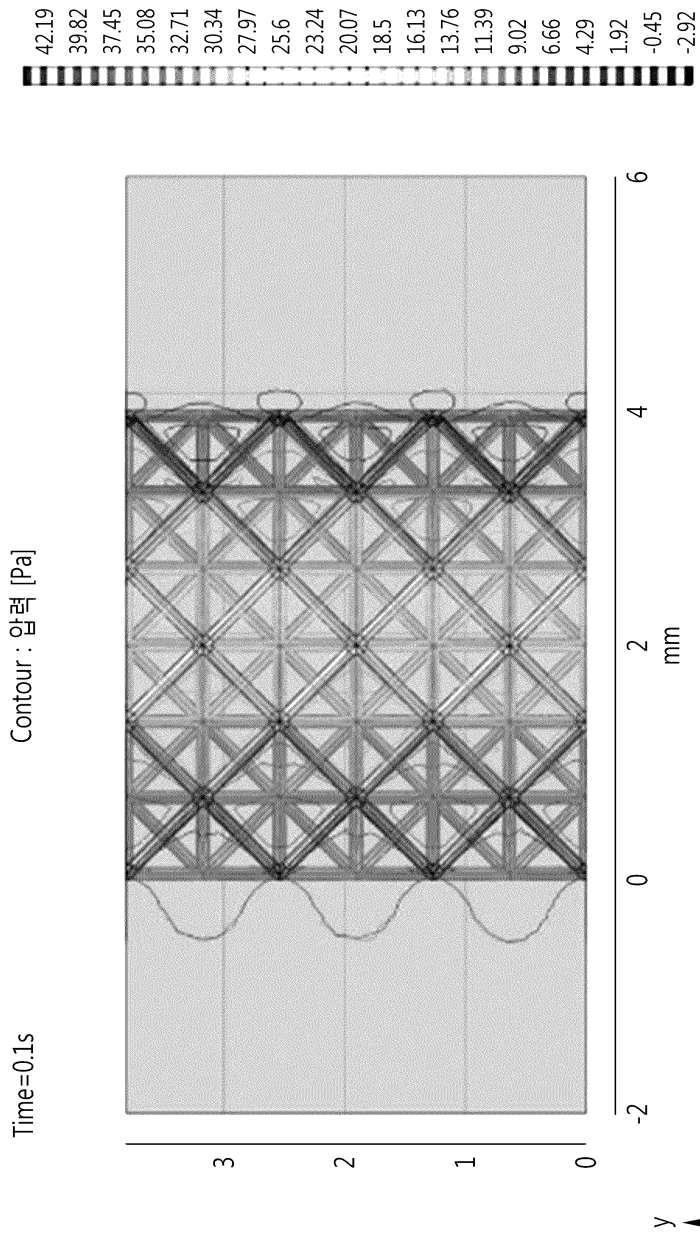
도면12



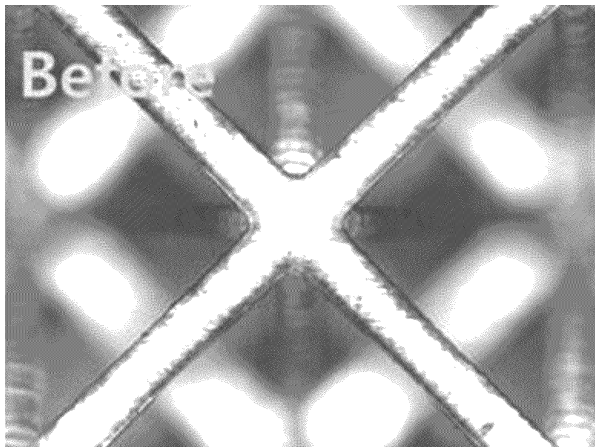
도면13



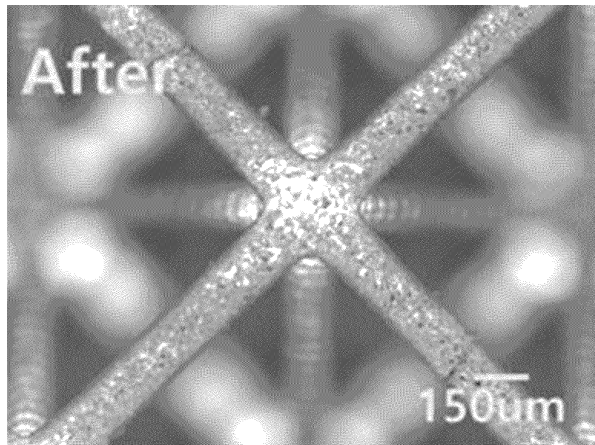
도면14



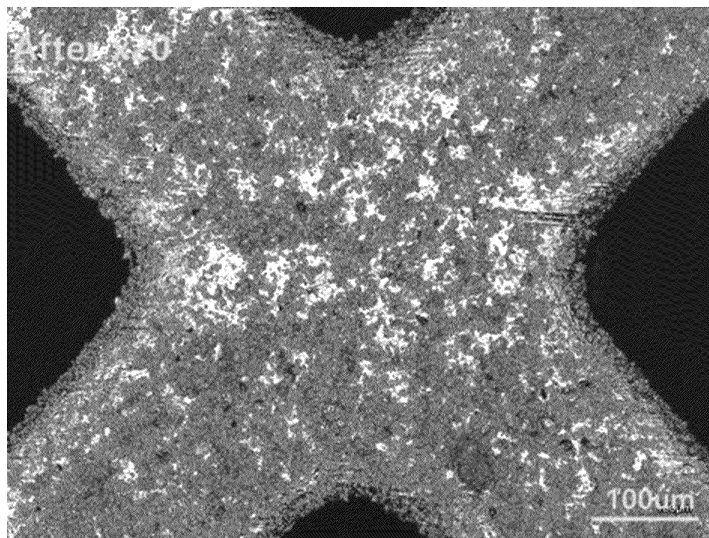
도면15a



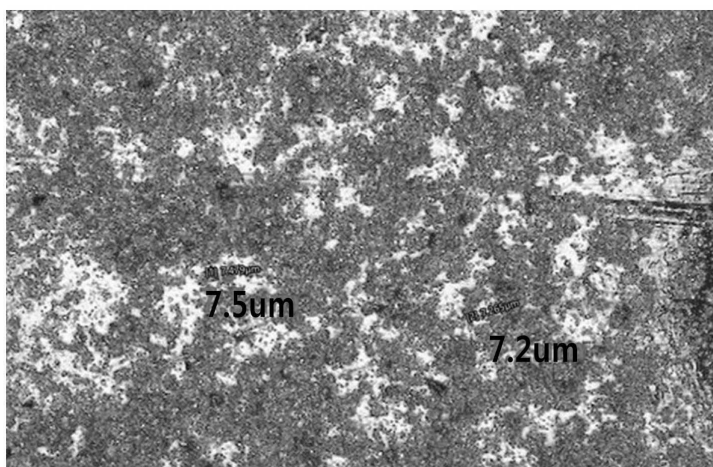
도면15b



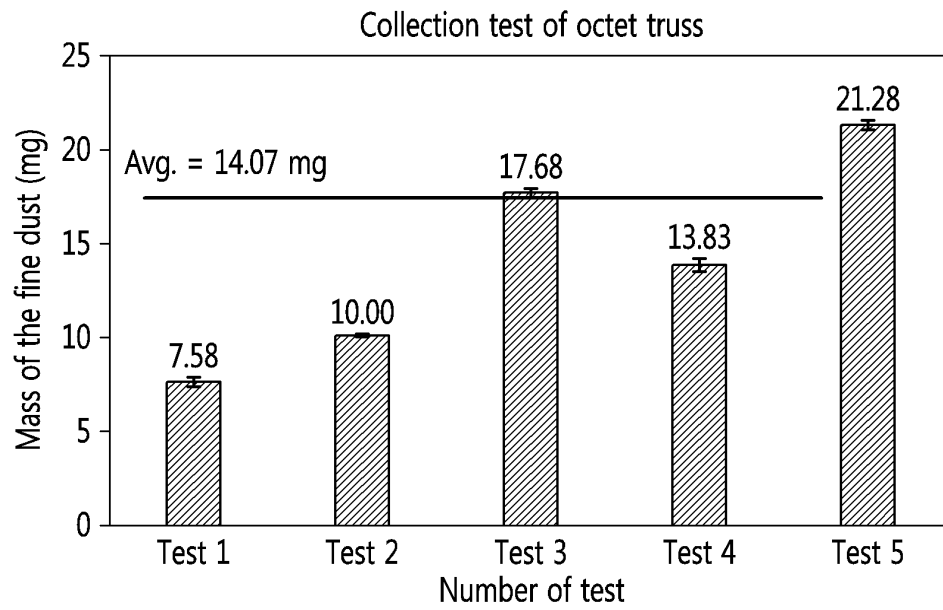
도면15c



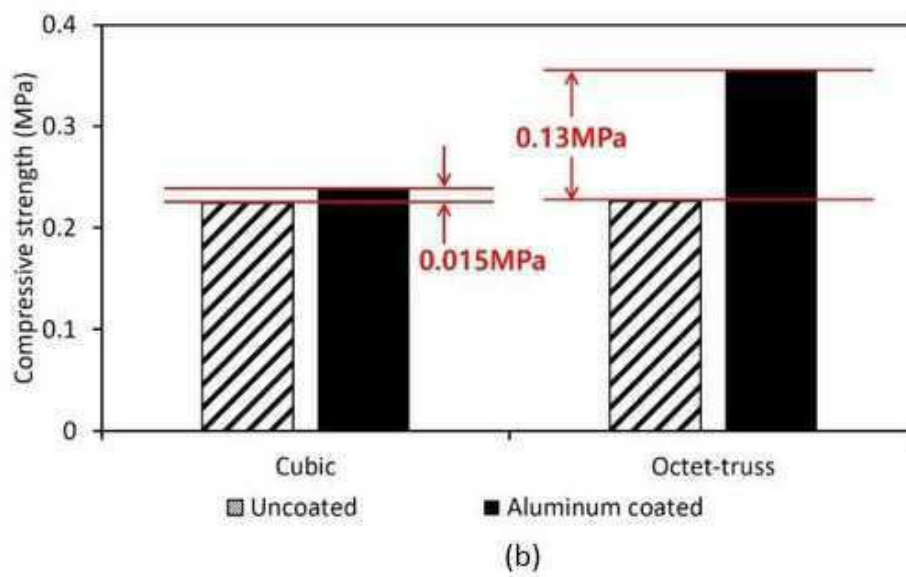
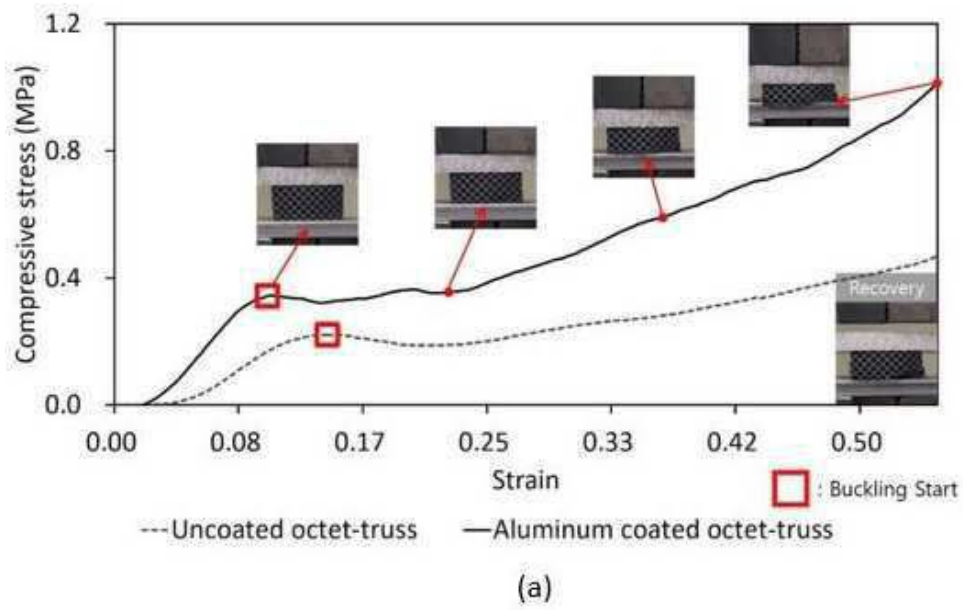
도면15d



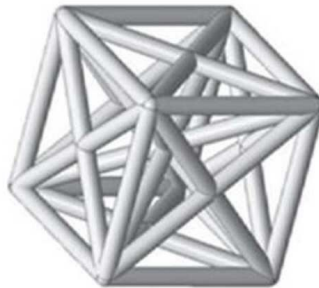
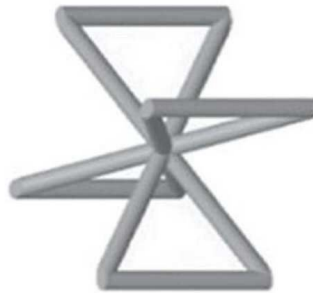
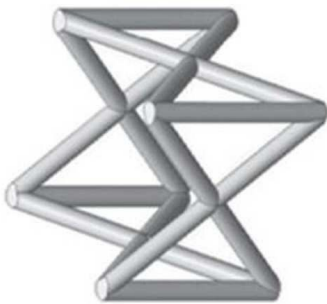
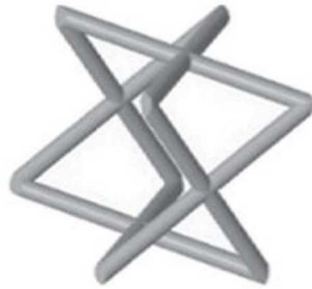
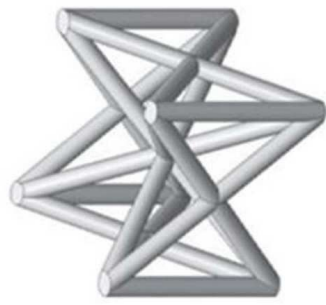
도면16



도면17



도면18



도면19

