



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0051700
(43) 공개일자 2017년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H05K 7/20 (2006.01) B05D 1/06 (2006.01)
B05D 5/00 (2006.01) B22F 1/00 (2006.01)
B82Y 30/00 (2017.01)

(52) CPC특허분류

H05K 7/20509 (2013.01)
B05D 1/06 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0152111

(22) 출원일자 2015년10월30일
심사청구일자 2015년10월30일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

윤석구

서울특별시 강남구 삼성로69길 39-4 (대치동)

이종건

서울특별시 동대문구 무학로 200 604호 (제기동, 휴먼플러스오피스텔)

김도연

서울특별시 영등포구 당산로 214 424동 1302호 (당산동5가, 삼성래미안4차아파트)

(74) 대리인

홍동우

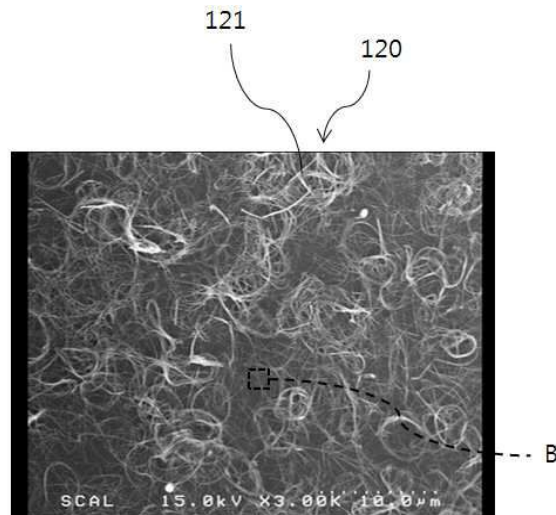
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 나노텍스처 방열판 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 열전도성 나노구조체를 이용한 코팅 방법으로 표면에 나노텍스처를 생성하여 방열 성능을 향상시킬 수 있는 나노텍스처 방열판 및 그 제조방법에 관한 것이다. 본 발명의 나노텍스처 방열판은, 골격을 이루는 베이스판과, 베이스판의 표면에 열전도성 나노구조체가 적층되어 형성된 나노텍스처층을 포함한다. 그리고 본 발명의 나노텍스처 방열판의 제조방법은, 골격을 이루는 베이스판을 준비하는 단계와, 베이스판의 표면에 열전도성 나노구조체를 코팅하여 열전도성 나노구조체로 이루어진 나노텍스처층을 형성하는 단계를 포함한다. 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판은 골격을 이루는 베이스판의 표면에 열전도성이 우수한 열전도성 나노구조체가 적층된 나노텍스처층이 마련됨으로써, 열을 방출할 수 있는 표면적이 극대화되어 방열 효율이 우수하다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B05D 5/00 (2013.01)

B22F 1/0003 (2013.01)

B22F 2301/255 (2013.01)

B82Y 30/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

골격을 이루는 베이스판; 및

상기 베이스판의 표면에 열전도성 나노구조체가 적층되어 형성된 나노텍스처층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 나노텍스처층을 구성하는 열전도성 나노구조체는 열전도성 나노와이어인 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 열전도성 나노와이어는 은-나노와이어인 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 나노텍스처층을 구성하는 열전도성 나노구조체는, 나노섬유 및 상기 나노섬유의 표면에 적층된 금속층을 구비하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 나노텍스처층을 구성하는 상기 열전도성 나노구조체는, 나노입자 및 상기 나노입자의 표면에 적층된 열전도성 입자층을 구비하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 열전도성 나노구조체를 구성하는 상기 열전도성 입자층은 탄소나노튜브와 전도성 나노와이어 중에서 선택되는 열전도성 입자로 이루어지는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판.

청구항 7

(a) 골격을 이루는 베이스판을 준비하는 단계; 및

(b) 상기 베이스판의 표면에 열전도성 나노구조체를 코팅하여 상기 열전도성 나노구조체로 이루어진 나노텍스처층을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 (b) 단계는 상기 열전도성 나노구조체로서 열전도성 나노와이어를 스프레이 코팅법, 스핀 코팅법, 딥 코팅법 중에서 선택된 코팅방법으로 상기 베이스판의 표면에 코팅하여 상기 나노텍스처층을 형성하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 (b) 단계는 스프레이 코팅법을 이용하는 것으로,

작동 가스를 초음속 상태로 분사하는 초음속 분사 노즐과, 상기 열전도성 나노와이어를 함유하는 혼합 용액이 저장되고 상기 초음속 분사 노즐에 연결되는 혼합 용액 공급기를 포함하는 코팅장치를 준비하는 단계와,

상기 초음속 분사 노즐을 통해 작동 가스를 분사함과 동시에 상기 혼합 용액 공급기에 저장된 상기 혼합 용액을 상기 초음속 분사 노즐에 공급하여 상기 혼합 용액을 상기 초음속 분사 노즐을 통해 상기 작동 가스와 함께 상기 베이스판으로 분사함으로써 상기 열전도성 나노와이어를 상기 베이스판에 증착 코팅하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 (b) 단계는, 상기 열전도성 나노와이어가 증착 코팅되는 상기 베이스판을 가열하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 (b) 단계는, 상기 베이스판에 증착 코팅되는 상기 열전도성 나노와이어에 레이저빔을 조사하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

상기 베이스판의 표면에 나노섬유를 전기 방사하고, 상기 베이스판에 전기 방사된 상기 나노섬유를 도금하여 상기 나노섬유가 금속층으로 도금된 구조로 상기 열전도성 나노구조체를 상기 베이스판의 표면에 코팅되도록 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 나노섬유를 전기 방사하는 단계는,

방사액을 고전압을 통해 섬유화시켜 토출시키는 전기 방사 노즐과, 상기 전기 방사 노즐에 고전압을 인가하는 고전압 발생기와, 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유가 정전기력에 의해 유도되도록 상기 전기 방사 노즐과의 사이 공간에 전기장을 형성하는 접지 전원과, 작동 가스를 분사하는 가스 분사 노즐을 포함하는 전기 방사 장치를 준비하는 단계와,

상기 베이스판을 상기 가스 분사 노즐과 이격되어 마주하도록 배치하는 단계와,

상기 가스 분사 노즐을 통해 작동 가스를 상기 베이스판을 향해 분사하면서 상기 전기 방사 노즐을 통해 작동 가스의 기류 중으로 방사액을 분사함으로써, 상기 전기 방사 노즐에서 토출되는 섬유를 작동 가스의 유동력으로 상기 베이스판에 적층하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 나노섬유를 전기 방사하는 단계에서, 상기 접지 전원을 상기 가스 분사 노즐에 연결하여 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유를 정전기력에 의해 상기 가스 분사 노즐 쪽으로 유도하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 15

제 7 항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

나노입자를 공급하는 나노입자 공급기와, 상기 나노입자 공급기에서 공급되는 나노입자를 작동 가스를 이용하여 분사할 수 있도록 상기 나노입자 공급기와 연결되는 나노입자 분사 노즐과, 열전도성 입자를 함유하는 코팅액을 공급하는 코팅액 공급기와, 상기 코팅액 공급기에서 공급되는 코팅액을 분사할 수 있도록 상기 코팅액 공급기와 연결되는 코팅액 분사 노즐과, 상기 코팅액 분사 노즐에 고전압을 인가하는 고전압 발생기와, 상기 코팅액 분사 노즐로부터 액적 형태로 토출되는 코팅액이 정전기력에 의해 유도되도록 상기 코팅액 분사 노즐과의 사이 공간에 전기장을 형성하는 접지 전원을 포함하는 표면 코팅장치를 준비하는 단계와,

상기 베이스판을 상기 나노입자 분사 노즐과 이격되어 마주하도록 배치하는 단계와,

상기 나노입자 공급기에서 공급되는 나노입자를 상기 나노입자 분사 노즐을 통해 상기 베이스판을 향해 분사하면서 상기 코팅액 공급기에서 공급되는 코팅액을 상기 코팅액 분사 노즐을 통해 상기 나노입자의 유동 흐름 중으로 분사함으로써, 상기 베이스판으로 분사되는 상기 나노입자의 표면에 상기 코팅액을 전기장에 의해 부착시켜 상기 나노입자가 상기 코팅액의 열전도성 입자로 덮인 구조의 상기 열전도성 나노구조체를 상기 베이스판의 표면에 코팅되도록 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 (b) 단계에서 상기 코팅액을 구성하는 열전도성 입자는 탄소나노튜브와 전도성 나노와이어 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 (b) 단계는, 상기 나노구조체가 코팅되는 상기 베이스판을 가열하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 (b) 단계는 상기 접지 전원을 상기 나노입자 분사 노즐에 연결하여 상기 코팅액 분사 노즐로부터 액적 형태로 토출되는 코팅액을 정전기력에 의해 상기 나노입자 분사 노즐 쪽으로 유도하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 (b) 단계는 상기 코팅액 분사 노즐을 상기 나노입자 분사 노즐에 의한 나노입자의 유동 흐름 둘레에 복수로 배치하고 상기 복수의 코팅액 분사 노즐에서 코팅액을 상기 나노입자의 유동 흐름 중으로 분사하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 (b) 단계에서 상기 표면 코팅장치는 상기 복수의 코팅액 분사 노즐을 지지할 수 있도록 상기 나노입자 분사 노즐에 의한 나노입자의 유동 흐름 외측에 배치되는 노즐 지지체 및 상기 코팅액 공급기와 상기 복수의 코팅액 분사 노즐을 유체 이동이 가능하게 연결하도록 상기 노즐 지지체의 내부에 마련되는 코팅액 분배 채널을 더 포함하고, 상기 코팅액 공급기로부터 공급되는 코팅액을 상기 코팅액 분배 채널을 통해 상기 복수의 코팅액 분사 노즐로 분배하면서 상기 복수의 코팅액 분사 노즐에서 코팅액을 분사하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 (b) 단계에서 상기 표면 코팅장치는 상기 접지 전원과 연결되도록 상기 나노입자 분사 노즐에 의한 나노입자의 유동 흐름 중에 배치되는 접지부재를 더 포함하고, 상기 복수의 코팅액 분사 노즐로부터 상기 접지부재를 향해 코팅액을 분사하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 방열판의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 방열판에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 열전도성 나노구조체를 이용한 코팅 방법으로 표면에 나노텍스처를 생성하여 방열 성능을 향상시킬 수 있는 나노텍스처 방열판 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 자동차, 전기/전자 분야 등에서 사용되고 있는 전자 기기는 경량화, 박형화, 소형화, 다기능화가 추구하고 있다. 이러한 전자소자가 고집적화 될수록 더욱 많은 열이 발생하는데, 이러한 발생열은 소자의 기능을 저하시킬 뿐만 아니라 주변 소자의 오작동, 기관 열화 등의 원인이 되고 있어 방열 기술에 대해 많은 관심과 연구가 이루어지고 있다.

[0003] 소자에서 발생하는 열을 방열하는 데에는 주로 방열판과 같은 금속의 히트 싱크가 이용된다. 종래의 방열판은 열전도율이 높은 금속으로 제조되며, 소자의 최대 발열 부분과 인접하는 곳에 설치되어 소자에서 발생하는 불필요한 열을 흡수하고, 그 열을 외부로 발산시킨다.

[0004] 이러한 종래의 방열판은 알루미늄, 구리 및 그 합금소재를 고온의 상태로 가열, 용융시킨 후, 일정한 형상을 갖는 금형을 이용하여 압출 성형하는 방법을 통해 제조되는 것이 일반적이다.

[0005] 그런데 방열판을 금형을 이용하여 압출 성형하는 방법으로 제조하는 것은 제조 공정이 까다롭고, 다양한 형태를 갖는 방열판을 제조하기 위해 그에 상응하는 별도의 금형을 구비해야 하기 때문에 가공비가 상승하는 문제점이 있다. 또한 전기절연성 및 산화방지 등 요구되는 물성을 확보하기 위해 아노다이징과 같은 별도의 공정을 거쳐야 하는데, 이 과정에서 다량의 산 또는 염기성 폐기물이 발생하여 추가적인 처리비용이 발생하는 문제점도 수반한다.

[0006] 더욱이, 종래의 알루미늄, 구리, 철, 아연, 은, 금 등의 금속 재료의 방열판은 단위 면적당 발생하는 열을 원하는 수준으로 낮추기 위해서는 복잡한 구조가 필요하다. 따라서 금속의 사용 양이 많아 결과적으로 전체 제품에 서 차지하는 무게 및 부피가 늘어나며 가격 또한 크게 상승하는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제1058156호 (2011. 08. 24)
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제0944373호 (2010. 02. 26)
(특허문헌 0003) 대한민국 공개특허공보 제2014-0041807호 (2014. 04. 04)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 것과 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 미세한 열전도성 나노구조체를 코팅하는 방식으로 표면에 나노텍스처 구조를 형성하여 표면적을 극대화함으로써 열을 방출할 수 있는 표면적을 넓혀 방열 효과를 극대화할 수 있는 나노텍스처 방열판 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상술한 바와 같은 목적을 해결하기 위하여 본 발명의 나노텍스처 방열판은, 골격을 이루는 베이스판과, 상기 베이스판의 표면에 열전도성 나노구조체가 적층되어 형성된 나노텍스처층을 포함한다.
- [0010] 상기 나노텍스처층을 구성하는 열전도성 나노구조체는 열전도성 나노와이어일 수 있다.
- [0011] 상기 열전도성 나노와이어는 은-나노와이어일 수 있다.
- [0012] 상기 나노텍스처층을 구성하는 열전도성 나노구조체는, 나노섬유 및 상기 나노섬유의 표면에 적층된 금속층을 구비할 수 있다.
- [0013] 상기 나노텍스처층을 구성하는 상기 열전도성 나노구조체는, 나노입자 및 상기 나노입자의 표면에 적층된 열전도성 입자층을 구비할 수 있다.
- [0014] 상기 열전도성 나노구조체를 구성하는 상기 열전도성 입자층은 탄소나노튜브와 전도성 나노와이어 중에서 선택되는 열전도성 입자로 이루어질 수 있다.
- [0015] 한편, 상술한 바와 같은 목적을 해결하기 위하여 본 발명의 나노텍스처 방열판의 제조방법은, (a) 골격을 이루는 베이스판을 준비하는 단계와, (b) 상기 베이스판의 표면에 열전도성 나노구조체를 코팅하여 상기 열전도성 나노구조체로 이루어진 나노텍스처층을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0016] 상기 (b) 단계에서 상기 열전도성 나노구조체로서 열전도성 나노와이어를 스프레이 코팅법, 스핀 코팅법, 딥 코팅법 중에서 선택된 코팅방법으로 상기 베이스판의 표면에 코팅하여 상기 나노텍스처층을 형성할 수 있다.
- [0017] 상기 (b) 단계는 스프레이 코팅법을 이용하는 것으로, 작동 가스를 초음속 상태로 분사하는 초음속 분사 노즐과, 상기 열전도성 나노와이어를 함유하는 혼합 용액이 저장되고 상기 초음속 분사 노즐에 연결되는 혼합 용액 공급기를 포함하는 코팅장치를 준비하는 단계와, 상기 초음속 분사 노즐을 통해 작동 가스를 분사함과 동시에 상기 혼합 용액 공급기에 저장된 상기 혼합 용액을 상기 초음속 분사 노즐에 공급하여 상기 혼합 용액을 상기 초음속 분사 노즐을 통해 상기 작동 가스와 함께 상기 베이스판으로 분사함으로써 상기 열전도성 나노와이어를 상기 베이스판에 증착 코팅하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 (b) 단계는, 상기 열전도성 나노와이어가 증착 코팅되는 상기 베이스판을 가열하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 (b) 단계는, 상기 베이스판에 증착 코팅되는 상기 열전도성 나노와이어에 레이저빔을 조사하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 (b) 단계는, 상기 베이스판의 표면에 나노섬유를 전기 방사하고, 상기 베이스판에 전기 방사된 상기 나노섬유를 도금하여 상기 나노섬유가 금속층으로 도금된 구조로 상기 열전도성 나노구조체를 상기 베이스판의 표면에 코팅되도록 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 나노섬유를 전기 방사하는 단계는, 방사액을 고전압을 통해 섬유화시켜 토출시키는 전기 방사 노즐과, 상기 전기 방사 노즐에 고전압을 인가하는 고전압 발생기와, 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유가 정전기력에 의해 유도되도록 상기 전기 방사 노즐과의 사이 공간에 전기장을 형성하는 접지 전원과, 작동 가스를 분사하는 가스 분사 노즐을 포함하는 전기 방사 장치를 준비하는 단계와, 상기 베이스판을 상기 가스 분사 노즐과 이격되어 마주하도록 배치하는 단계와, 상기 가스 분사 노즐을 통해 작동 가스를 상기 베이스판을 향해 분사하면서 상기 전기 방사 노즐을 통해 작동 가스의 기류 중으로 방사액을 분사함으로써, 상기 전기 방사 노즐에서 토출되는 섬유를 작동 가스의 유동력으로 상기 베이스판에 적층하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 나노섬유를 전기 방사하는 단계에서, 상기 접지 전원을 상기 가스 분사 노즐에 연결하여 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유를 정전기력에 의해 상기 가스 분사 노즐 쪽으로 유도할 수 있다.
- [0023] 상기 (b) 단계는, 나노입자를 공급하는 나노입자 공급기와, 상기 나노입자 공급기에서 공급되는 나노입자를 작동 가스를 이용하여 분사할 수 있도록 상기 나노입자 공급기와 연결되는 나노입자 분사 노즐과, 열전도성 입자를 함유하는 코팅액을 공급하는 코팅액 공급기와, 상기 코팅액 공급기에서 공급되는 코팅액을 분사할 수 있도록 상기 코팅액 공급기와 연결되는 코팅액 분사 노즐과, 상기 코팅액 분사 노즐에 고전압을 인가하는 고전압 발생기와, 상기 코팅액 분사 노즐로부터 액적 형태로 토출되는 코팅액이 정전기력에 의해 유도되도록 상기 코팅액 분사 노즐과의 사이 공간에 전기장을 형성하는 접지 전원을 포함하는 표면 코팅장치를 준비하는 단계와, 상기

베이스판을 상기 나노입자 분사 노즐과 이격되어 마주하도록 배치하는 단계와, 상기 나노입자 공급기에서 공급되는 나노입자를 상기 나노입자 분사 노즐을 통해 상기 베이스판을 향해 분사하면서 상기 코팅액 공급기에서 공급되는 코팅액을 상기 코팅액 분사 노즐을 통해 상기 나노입자의 유동 흐름 중으로 분사함으로써, 상기 베이스판으로 분사되는 상기 나노입자의 표면에 상기 코팅액을 전기장에 의해 부착시켜 상기 나노입자가 상기 코팅액의 열전도성 입자로 덮인 구조의 상기 열전도성 나노구조체를 상기 베이스판의 표면에 코팅되도록 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0024] 상기 (b) 단계에서 상기 코팅액을 구성하는 열전도성 입자는 탄소나노튜브와 전도성 나노와이어 중에서 선택될 수 있다.

[0025] 상기 (b) 단계는, 상기 나노구조체가 코팅되는 상기 베이스판을 가열하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0026] 상기 (b) 단계는 상기 접지 전원을 상기 나노입자 분사 노즐에 연결하여 상기 코팅액 분사 노즐로부터 액적 형태로 토출되는 코팅액을 정전기력에 의해 상기 나노입자 분사 노즐 쪽으로 유도할 수 있다.

[0027] 상기 (b) 단계는 상기 코팅액 분사 노즐을 상기 나노입자 분사 노즐에 의한 나노입자의 유동 흐름 둘레에 복수로 배치하고 상기 복수의 코팅액 분사 노즐에서 코팅액을 상기 나노입자의 유동 흐름 중으로 분사할 수 있다.

[0028] 상기 (b) 단계에서 상기 표면 코팅장치는 상기 복수의 코팅액 분사 노즐을 지지할 수 있도록 상기 나노입자 분사 노즐에 의한 나노입자의 유동 흐름 외측에 배치되는 노즐 지지체 및 상기 코팅액 공급기와 상기 복수의 코팅액 분사 노즐을 유체 이동이 가능하게 연결하도록 상기 노즐 지지체의 내부에 마련되는 코팅액 분배 채널을 더 포함하고, 상기 코팅액 공급기로부터 공급되는 코팅액을 상기 코팅액 분배 채널을 통해 상기 복수의 코팅액 분사 노즐로 분배하면서 상기 복수의 코팅액 분사 노즐에서 코팅액을 분사할 수 있다.

[0029] 상기 (b) 단계에서 상기 표면 코팅장치는 상기 접지 전원과 연결되도록 상기 나노입자 분사 노즐에 의한 나노입자의 유동 흐름 중에 배치되는 접지부재를 더 포함하고, 상기 복수의 코팅액 분사 노즐로부터 상기 접지부재를 향해 코팅액을 분사할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판은 골격을 이루는 베이스판의 표면에 열전도성이 우수한 열전도성 나노구조체가 적층된 나노텍스처층이 마련됨으로써, 열을 방출할 수 있는 표면적이 극대화된 구조를 갖는다. 따라서 방열 효율이 우수하다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 은-나노와이어를 열전도성 나노구조체로 이용하여 나노텍스처층을 형성한 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판의 일예를 일반적인 방열판과 비교하여 나타낸 것이다.

도 2는 도 1의 'A' 부분을 확대하여 나타낸 SEM 이미지이다.

도 3은 도 2의 'B' 부분을 확대하여 나타낸 SEM 이미지이다.

도 4는 도 1에 나타낸 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판과 일반적인 방열판의 방열 성능을 비교한 실험 결과를 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판을 제조하기 위한 코팅장치의 일예를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 6은 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판을 제조하기 위한 코팅장치의 다른 예 개략적으로 나타낸 것이다.

도 7은 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판을 제조하기 위한 전기 방사 장치를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 8은 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판을 제조하기 위한 도금장치를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 9는 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판을 제조하기 위한 표면 코팅장치를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 10은 도 9에 나타낸 표면 코팅장치에 의해 제조된 나노텍스처 방열판의 일부분을 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 11 및 도 12는 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판을 제조하기 위한 표면 코팅장치의 변형예를 설명하기 위한 정면도 및 측면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하에서는 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판 및 그 제조방법에 대하여 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0033] 도 1은 은-나노와이어를 열전도성 나노구조체로 이용하여 나노텍스처층을 형성한 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판의 일례를 일반적인 방열판과 비교하여 나타낸 것이고, 도 2는 도 1의 'A' 부분을 확대하여 나타낸 SEM 이미지이고, 도 3은 도 2의 'B' 부분을 확대하여 나타낸 SEM 이미지이다.
- [0034] 도 1 내지 도 3에 나타난 것과 같이, 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판(100)은 골격을 이루는 베이스판(110)과, 베이스판(110)의 표면에 형성된 나노텍스처층(120)을 포함한다. 이러한 나노텍스처 방열판(100)은 나노텍스처층(120)이 열교환 표면적을 극대화시킴으로써 종래의 방열판(10)에 비해 방열 효율이 우수하다.
- [0035] 베이스판(110)은 금속 등 열전도성이 우수한 소재로 이루어지는 것이 바람직하다. 나노텍스처층(122)은 열전도성 나노구조체(121)가 베이스판(110)에 적층되는 것에 의해 베이스판(110)의 표면을 덮도록 형성된다. 열전도성 나노구조체로는 은-나노와이어 등 열전도성이 우수한 열전도성 나노와이어(121)나, 나노섬유(401; 도 7 참조)의 표면에 금속층이 도금된 것이나, 나노입자(603; 도 10 참조)의 표면에 열전도성 입자층(605; 도 10 참조)이 코팅된 것 등 열전도성이 우수한 다양한 미세 구조체로 이루어질 수 있다. 열전도성 나노구조체를 구성하는 나노입자(603)로는 은, 알루미늄, 구리, 니켈 등이 이용될 수 있고, 열전도성 입자층(605)은 탄소나노튜브(CNT)나 전도성 나노와이어로 이루어질 수 있다.
- [0036] 이러한 다양한 열전도성 나노구조체를 베이스판(110)에 코팅하여 나노텍스처층을 형성하는 방법으로는 열전도성 나노구조체의 그 종류 등에 따라 스프레이 코팅법, 전기방사-도금법, 스핀 코팅법, 딥 코팅법 등 다양한 방법이 이용될 수 있다.
- [0037] 본 실시예에 의한 나노텍스처 방열판(100)은 은-나노와이어를 열전도성 나노구조체(121)로서 베이스판(110)에 코팅하여 나노텍스처층(120)을 형성한 것이다. 본 실시예에서 베이스판(110)으로는 구리 기판이 이용되었고, 은-나노와이어는 4 bar의 압력과 300도의 온도 조건에서 저온 스프레이 방법을 통해 베이스판(110)에 코팅한 것이다. 도 2 및 도 3을 보면, 베이스판(110)의 표면에 은-나노와이어로 이루어진 열전도성 나노구조체(121)가 웹 형상으로 적층되어 나노텍스처층(120)을 형성하고 있음을 확인할 수 있다.
- [0038] 도 4는 본 실시예에 따른 나노텍스처 방열판(100)과 일반적인 방열판(10)의 방열 성능을 비교한 실험 결과를 나타낸 그래프이다. 방열 성능 비교 실험에서 열원으로 전기발열장치를 이용하여, 열원에 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판(100)과 일반적인 방열판(10) 접촉시키고 시간에 따른 열원의 온도 변화를 측정하여 각각의 성능을 비교하였다. 공급되는 전력량에 따라 열원의 온도는 바뀌게 되는데, 약 95도 조건에서 실험 진행하였다. 코팅 조건에 따라 은-나노 와이어의 코팅된 구조가 바뀌기 때문에 방열 효율에 차이가 발생할 수 있다.
- [0039] 도 4의 결과 그래프를 보면, 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판(100)이 일반적인 방열판(10)에 비해 우수한 방열 효과를 나타냄을 확인할 수 있다.
- [0040] 이와 같이, 본 실시예에 따른 나노텍스처 방열판(100)은 골격을 이루는 베이스판(110)의 표면에 열전도성이 우수한 열전도성 나노구조체(121)가 적층된 나노텍스처층(120)이 마련됨으로써, 열을 방출할 수 있는 표면적이 극대화되어 종래의 방열판(10)에 비해 방열 효율이 우수하다.
- [0041] 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판은 스프레이 코팅법, 전기방사-도금법, 스핀 코팅법, 딥 코팅법 등 다양한 방법을 통해 제조될 수 있다.
- [0042] 일례로, 도 5 및 도 6은 저온 스프레이방식의 코팅장치를 이용하여 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판을 제조하는 방법을 나타낸 것이다.
- [0043] 도 5에 나타난 저온 스프레이방식의 코팅장치(200)는 초음속 분사 노즐(210)과, 히터(220)와, 혼합 용액 공급기(230)를 포함한다. 이러한 코팅장치(200)는 열전도성 나노구조체로서의 열전도성 나노와이어(201)와 유동성을 갖는 액체(202)가 혼합된 혼합 용액을 베이스판(110)에 고속으로 분사함으로써 베이스판(110)의 표면에 열전도성 나노와이어(201)가 적층되어 이루어진 나노텍스처층을 형성할 수 있다. 혼합 용액을 구성하는 액체(202)로는 에탄올과 같이 상온에서도 쉽게 휘발할 수 있는 휘발성 액체 등 유동성을 갖는 다양한 액체가 이용될 수 있다.
- [0044] 초음속 분사 노즐(210)은 베이스판(110)을 향해 작동 가스를 초음속 상태로 분사하는 것이다. 초음속 분사 노즐(210)은 작동 가스의 초음속 분사 과정에서 혼합 용액 공급기(230)로부터 혼합 용액을 공급받아 혼합 용액을 미

립자 액적(D) 상태로 분사한다. 초음속 분사 노즐(210)의 고속 분사를 위한 작동 가스로는 혼합 용액과의 화학 반응이 억제될 수 있는 공기, 수소, 질소, 헬륨 등 화학적으로 안정한 가스가 이용될 수 있다.

[0045] 히터(220)는 초음속 분사 노즐(210)에 공급되는 작동 가스를 가열한다. 히터(220)는 초음속 분사 노즐(210)의 유입부 전방에 장착되어 작동 가스가 초음속 분사 노즐(210)에 유입되는 과정에서 작동 가스를 일정한 온도(예컨대, 350℃)로 가열한다. 다른 예로, 히터는 작동 가스의 저장조를 직접 가열하는 구조로 설치될 수도 있다. 히터(220)를 통해 작동 가스를 가열함으로써, 이후 혼합 용액 공급기(230)의 혼합 용액을 작동 가스와 함께 분사하는 과정에서 혼합 용액을 미립자 액적(D) 상태로 용이하게 유도할 수 있고, 미립자 액적(D) 상태에서 액체(202)의 증발을 더욱 가속화시킬 수 있다.

[0046] 혼합 용액 공급기(230)는 은-나노와이어 등의 열전도성 나노와이어(201)와 휘발성 액체(202)가 혼합된 상태의 혼합 용액을 저장하고, 이를 초음속 분사 노즐(210)에 공급할 수 있도록 초음속 분사 노즐(210)과 연결된다. 혼합 용액 공급기(230)는 시린저 펌프와 같이 일정량의 혼합 용액을 초음속 분사 노즐(210)에 공급하는 방식으로 구성되거나, 단순히 혼합 용액을 저장하는 형태로 구성될 수 있다. 혼합 용액 공급기(230)는 혼합 용액을 압출하는 기능을 갖지 않더라도 초음속 분사 노즐(210)의 작동 가스 분사시 발생하는 압력 강하 현상에 의해 혼합 용액이 초음속 분사 노즐(210)로 유입될 수 있다. 혼합 용액이 초음속 분사 노즐(210)로 공급되는 유량은 수십 $\mu\text{l}/\text{min}$ ~ 수백 $\mu\text{l}/\text{min}$ 로 설정될 수 있으며, 그 공급 유량은 사용자의 필요에 따라 다양하게 조절될 수 있다.

[0047] 이러한 코팅장치(200)는 초음속 분사 노즐(210)이 작동 가스를 분사할 때 혼합 용액 공급기(230)로부터 혼합 용액이 초음속 분사 노즐(210)로 유입되어 작동 가스와 함께 초음속 상태로 분사된다. 이때, 혼합 용액은 작동 가스의 온도에 의해 가열됨과 동시에 초음속 상태로 가속되기 때문에, 초음속 분사 노즐(210)을 통해 분사되는 과정에서 미립자 액적(D) 상태로 분사된다. 즉, 혼합 용액은 열전도성 나노와이어(201)가 핵을 이루고 이를 액체(202)가 감싸는 형태의 미립자 액적(D) 상태로 초음속 분사 노즐(210)을 통해 분사된다.

[0048] 이러한 미립자 액적(D)은 분사되는 과정에서 초음속 분사 노즐(210)의 출구에서부터 베이스판(110)의 표면에 도달하는 동안 액체(202)가 증발하게 된다. 따라서, 베이스판(110)의 표면에는 액체(202)가 증발한 상태로 열전도성 나노와이어(201)가 증착 코팅된다. 특히, 작동 가스가 히터(220)에 의해 가열된 상태로 분사되므로, 미립자 액적(D)이 분사되는 동안에도 작동 가스의 온도에 의해 미립자 액적(D)이 가열되므로 액체(202)의 증발이 더욱 활발하게 일어나고, 이에 따라 베이스판(110)의 표면에는 더욱 순수한 상태의 열전도성 나노와이어(201)가 증착 코팅될 수 있다.

[0049] 따라서 종래의 진공 공정인 화학기상증착법을 이용하지 않고, 별도의 에칭과 전사 과정 등의 복잡한 제조 공정을 거치지 않는 단순한 스프레이 방식을 통해 열전도성 나노와이어(201)가 적층된 나노텍스처층(122)을 베이스판(110)의 표면에 증착 코팅할 수 있다. 또한 상대적으로 저온 상태에서 열전도성 나노와이어(201)를 증착 코팅할 수 있기 때문에, 열에 취약한 재료의 베이스판을 이용하여서도 나노텍스처층을 갖는 나노텍스처 방열판을 제조할 수 있다.

[0050] 도 6에 나타난 코팅장치(300)는 도 5에 나타난 코팅장치(200)와 비교하여 베이스판(110)을 가열하기 위한 가열기(310)와, 레이저 조사기(320)를 더 포함하는 것이다. 가열기(310)는 베이스판(110)과 접하여 초음속 분사 노즐(210)의 분사를 통해 열전도성 나노와이어(201)가 베이스판(110)의 표면에 적층되는 과정에서 베이스판(110)을 가열한다. 가열기(310)가 베이스판(110)을 가열함으로써 베이스판(110)의 표면으로 분사되는 혼합 용액의 액체(202)를 더욱 신속하게 증발시킬 수 있다. 열전도성 나노와이어(201)와 함께 액체(202)가 베이스판(110)의 표면에 도달하면 액막을 형성하고, 이러한 액막은 베이스판(110)에 도달한 열전도성 나노와이어(201)를 밀어내어 열전도성 나노와이어(201)를 서로 뭉치게 하는 등 코팅 품질을 저하시킬 수 있다. 가열기(310)를 이용하여 베이스판(110)을 가열하여 베이스판(110)에 도달한 액체(202)를 신속하게 증발시키면 그러한 문제를 줄일 수 있다. 가열기(310)는 도식된 것과 같이 베이스판(110)에 직접 접촉식으로 설치되는 것이나, 또는 비접촉식으로 설치되는 것 등 다양한 구조로 구비될 수 있다.

[0051] 레이저 조사기(320)는 베이스판(110)에 적층되는 열전도성 나노와이어(201)에 레이저 빔을 조사함으로써 열전도성 나노와이어(201)로 이루어지는 나노텍스처층(330)의 균일성을 향상시킨다. 즉, 전술한 스프레이 공정을 통해 열전도성 나노와이어(201)는 초음속 유동 내에서 불규칙한 형태로 베이스판(110)에 적층되거나 구겨진 형태로 적층될 수 있는데, 열전도성 나노와이어(201)에 레이저 빔을 조사하여 높은 에너지를 가하면 이러한 열전도성 나노와이어(201)의 불규칙한 형태와 구겨진 형상을 개선할 수 있다. 열전도성 나노와이어(201)는 열에너지를 받게 되면 팽윤과 같이 부피가 팽창하게 되므로, 열전도성 나노와이어(201)에 레이저 빔과 같은 높은 에너지를 가하면 평평하고 넓은 면적을 갖는 나노텍스처층(330)을 형성할 수 있다.

- [0052] 한편, 도 7 및 도 8은 전기방사-도금법으로 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판을 제조하는 방법을 나타낸 것이다.
- [0053] 전기방사-도금법은 나노섬유를 전기 방사하여 나노구조체를 마련한 후 이를 도금 처리함으로써, 나노섬유의 표면에 금속층이 코팅된 구조의 열전도성 나노구조체를 형성하는 방법이다. 이러한 전기방사-도금법에는 도 7에 나타낸 것과 같은 전기 방사 장치(400)와, 도 8에 나타낸 것과 같은 도금장치(500)가 이용될 수 있다.
- [0054] 도 7에 나타낸 전기 방사 장치(400)는 전기 방사 노즐(410)과, 고전압 발생기(420)와, 접지 전원(430)과, 가스 분사 노즐(440)을 포함한다.
- [0055] 전기 방사 노즐(410)은 폴리머 방사액을 고전압을 통해 토출하여 섬유화시키는 것으로, 방사액 공급기(450)로부터 폴리머 방사액을 공급받아 토출하는 방식으로 구성된다. 방사액 공급기(450)는 폴리머 방사액을 정량 공급하는 시린지 펌프(syringe pump)가 사용될 수 있다. 전기 방사 노즐(410)은 시린지 펌프로부터 폴리머 방사액을 공급받아 토출하는 콘젯 형태의 노즐이 사용될 수 있다.
- [0056] 폴리머 방사액은 일반적인 전기 방사 장치에 사용되는 용액 등이 사용될 수 있다. 예를 들면, PVA(Polyvinyl alcohol)와 물이 혼합된 용액이 사용될 수 있고, 나일론 등의 기계적 성질이 우수한 폴리머가 포름산(Formic Acid) 등의 강한 산성 용액과 함께 사용될 수 있다.
- [0057] 고전압 발생기(420)는 전기 방사 노즐(410)에 고전압을 인가하며, 이에 대응하여 전기 방사 노즐(410)과 이격되는 위치에는 별도의 접지 전원(430)이 구비된다. 접지 전원(430)은 전기 방사 노즐(410)과 이격되어 마주하도록 배치되는 별도의 접지판(435)에 연결되어 접지판(435)과 전기 방사 노즐(410) 사이 공간에 전기장을 형성할 수 있다. 이러한 전기장에 따라 전기 방사 노즐(410)로부터 토출되는 나노섬유(401)는 정전기력에 의해 전기 방사 노즐(410)로부터 접지판(435)을 향해 흘러가도록 유도된다.
- [0058] 즉, 도 7에 나타낸 것과 같이, 전기 방사 노즐(410)이 상부에 위치하고 전기 방사 노즐(410)의 연직 하부에 위치하는 접지판(435)에 접지 전원(430)이 연결되는 경우, 전기 방사 노즐(410)로부터 토출되는 나노섬유(401)는 고전압 발생기(420)로부터 고전압을 인가받아 전하를 띤 상태로 토출된다. 그리고 전기 방사 노즐(410)로부터 토출되는 나노섬유(401)는 전기 방사 노즐(410)과 접지판(435) 사이에 형성되는 전기장에 의해 하향 정전기력을 받으며 접지판(435)을 향해 흘러가도록 유도된다.
- [0059] 한편, 접지판(435)을 생략하고 접지 전원(430)을 가스 분사 노즐(440)에 연결하여 나노섬유(401)를 전기 방사할 수도 있다. 이 경우, 접지 전원(430)이 가스 분사 노즐(440)에 연결되어 가스 분사 노즐(440)과 전기 방사 노즐(410) 사이 공간에 전기장을 형성할 수 있다. 이러한 전기장에 따라 전기 방사 노즐(410)로부터 토출되는 나노섬유(401)는 정전기력에 의해 전기 방사 노즐(410)로부터 가스 분사 노즐(440)을 향해 흘러가도록 유도될 수 있다.
- [0060] 가스 분사 노즐(440)은 전기장의 정전기력 방향과 다른 방향으로 작동 가스를 분사하도록 구성된다. 가스 분사 노즐(440)은 작동 가스를 마하수 1(약 300m/s) 이상의 초음속 유동으로 분사할 수 있도록 구성될 수 있다. 가스 분사 노즐(440)은 이에 의해 분사되는 작동 가스의 기류(F1) 중으로 전기 방사 노즐(410)로부터 토출되는 나노섬유(401)가 유입될 수 있도록 배치된다.
- [0061] 따라서 전기 방사 노즐(410)로부터 토출되는 나노섬유(401)는 정전기력에 의해 유도되는 힘을 받음과 동시에 가스 분사 노즐(440)로부터 분사되는 작동 가스의 유동 흐름에 의한 힘을 함께 받게 된다. 이때, 작동 가스의 유동 흐름에 의한 힘이 정전기력에 의해 유도되는 힘보다 더 크게 작용한다.
- [0062] 전기 방사 노즐(410)로부터 토출되는 나노섬유(401)에 작용하는 전기장에 의한 정전기력 방향과 가스 분사 노즐(440)에 의한 작동 가스의 유동력 방향은 서로 소정의 각도를 이룬다. 도면에는 정전기력 방향과 작동 가스의 유동력 방향이 서로 직각을 이루는 것으로 나타냈으나, 전기 방사 노즐(410)의 정전기력 방향과 가스 분사 노즐(440)의 작동 가스 유동력 방향 사이의 각도는 접지 전원(430)의 구조나, 전기 방사 노즐(410)과 가스 분사 노즐(440) 간의 거리 등을 고려하여 적절하게 변경될 수 있다.
- [0063] 한편, 전기 방사 노즐(410)과 가스 분사 노즐(440)의 위치에 따라 수집되는 나노섬유(401)의 상태가 달라질 수 있다. 전기 방사 노즐(410)과 가스 분사 노즐(440)은 가스 분사 노즐(440)로부터 분사되는 작동 가스의 유동 흐름을 전기 방사 노즐(410)이 방해하는 저항 요소로 작용하지 않도록 상호 배치되는 것이 바람직하다. 이를 위해 전기 방사 노즐(410)은 가스 분사 노즐(440)로부터 분사되는 작동 가스의 유동 흐름(F1)으로부터 직각 방향으로 일정 거리(d) 만큼 이격되게 배치되는 것이 좋다.

- [0064] 이러한 구조의 전기 방사 장치(400)는 전기 방사 노즐(410)로부터 토출되는 나노섬유(401)가 정전기력에 의해 접지판(435)으로 유도되는 과정에서, 가스 분사 노즐(440)로부터 분사되어 정전기력 방향과 직각 방향으로 작용하는 가스의 유동력을 받게 된다. 이러한 가스 유동에 의해 나노섬유(401)가 전단 응력을 받게 되어 더욱 얇아지게 되며, 이에 따라 더욱 미세하고 균일한 직경(예를 들어, 100nm 이하 직경)의 나노섬유(401)를 형성할 수 있다.
- [0065] 이때, 나노섬유(401)에는 작동 가스의 유동력이 정전기력보다 더 크게 작용하므로, 나노섬유(401)는 정전기력에 의해 유도되는 과정에서 작동 가스 가스의 유동력에 의해 가스의 유동 방향을 따라 흘러가게 된다. 따라서 가스 분사 노즐(440)과 이격되어 마주하도록 베이스판(110)을 배치함으로써 베이스판(110) 상에 균일한 미세 직경의 나노섬유(401)를 균일한 두께로 수집할 수 있다. 베이스판(110) 상에 수집되는 나노섬유(401)는 웹 형태로 적층될 수 있다.
- [0066] 베이스판(110)에 나노섬유(401)를 적층한 후, 도 8에 나타난 것과 같은 도금장치(500)를 이용하여 이를 도금 처리함으로써 나노섬유(401)의 표면에 금속층이 코팅된 열전도성 나노구조체로 이루어진 나노텍스처층(122)을 형성할 수 있다. 도금장치(500)는 통상적인 구조의 것으로, 용기(510)에 담긴 도금액(520) 속에 나노섬유(401)가 수집된 베이스판(110)과 금속판(530)을 침지한 후, 이들에 도금 전원(540)을 연결함으로써 베이스판(110)에 수집된 나노섬유(401)를 금속판(530)의 금속 물질로 도금할 수 있다. 이때, 도금 시간은 베이스판(110) 상에 수집된 나노섬유(401)의 수집 밀도나, 베이스판(110)의 면적, 도금액의 종류나, 도금 전원의 전류 밀도 등에 따라 다양하게 설정될 수 있다.
- [0067] 한편, 도 9는 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판을 제조할 수 있는 또 다른 구조의 표면 코팅장치(600)를 나타낸 것이다.
- [0068] 도 9에 나타난 표면 코팅장치(600)는 저온 스프레이 코팅법과 정전기 스프레이 코팅법을 활용하는 것으로 도 10에 나타난 것과 같은 베이스판(110)의 표면에 나노텍스처층(602)이 형성된 나노텍스처 방열판(601)을 제조할 수 있다. 이러한 표면 코팅장치(600)는 저온 스프레이 방식을 이용하는 저온 스프레이 코팅유닛(610)과, 정전기 스프레이 방식을 이용하는 정전기 스프레이 코팅유닛(615)을 포함한다.
- [0069] 저온 스프레이 코팅유닛(610)은 나노입자 공급기(620)와, 나노입자 분사 노즐(630)과, 작동 가스 공급기(640)를 포함한다. 저온 스프레이 코팅유닛(610)은 나노입자(603)를 베이스판(110)을 향해 고속으로 분사함으로써 베이스판(110)의 표면에 나노입자(603)를 적층한다.
- [0070] 나노입자 공급기(620)는 나노입자 분사 노즐(630)과 연결되도록 설치된다. 나노입자 공급기(620)는 나노입자(603)를 저장하고 저장된 나노입자(603)를 나노입자 분사 노즐(630)에 공급한다. 나노입자(603)로는 은, 알루미늄, 구리, 니켈 등이 이용될 수 있다.
- [0071] 나노입자 분사 노즐(630)은 이와 이격되어 서로 마주하도록 배치되는 베이스판(110)을 향해 작동 가스를 고속으로 분사한다. 나노입자 분사 노즐(630)은 작동 가스 공급기(640)로부터 작동 가스를 공급받는다. 나노입자 분사 노즐(630)은 작동 가스의 고속 분사 과정에서 나노입자 공급기(620)로부터 나노입자(603)를 공급받아 이를 베이스판(110)을 향해 고속으로 분사한다. 작동 가스로는 나노입자(603)와의 화학 반응이 억제될 수 있는 공기, 수소, 질소, 헬륨 등 화학적으로 안정한 가스가 이용될 수 있다. 도면에 나타내지는 않았으나 나노입자 분사 노즐(630)에는 작동 가스를 가열하기 위한 히터가 설치될 수도 있다.
- [0072] 정전기 스프레이 코팅유닛(615)은 코팅액 공급기(650)와, 코팅액 분사 노즐(660)과, 고전압 발생기(670)와, 접지 전원(680)을 포함한다. 정전기 스프레이 코팅유닛(615)은 저온 스프레이 코팅유닛(610)에 의한 나노입자(603)의 유동 흐름(F2) 중으로 코팅액(604)을 분사함으로써, 나노입자(603)의 표면을 코팅액(604)으로 코팅한다.
- [0073] 코팅액 공급기(650)는 코팅액 분사 노즐(660)과 연결되도록 설치된다. 코팅액 공급기(650)는 코팅액(604)을 저장하고, 저장된 코팅액(604)을 코팅액 분사 노즐(660)에 공급한다. 코팅액(604)은 유동성을 갖는 액체에 열전도성 입자가 함유된 것이다. 열전도성 입자로는 은-나노와이어 같은 열전도성 나노와이어나 탄소나노튜브(CNT) 등 열전도성이 우수한 다양한 미세 입자가 이용될 수 있다.
- [0074] 코팅액 분사 노즐(660)은 코팅액 공급기(650)에서 공급되는 코팅액(604)을 저온 스프레이 코팅유닛(610)에 의한 나노입자(603)의 유동 흐름(F2) 중으로 분사한다. 코팅액 분사 노즐(660)은 고전압 발생기(670)와 접지 전원(680)에 의한 정전기력으로 코팅액(604)을 분사한다.

- [0075] 고전압 발생기(670)는 코팅액 분사 노즐(660)에 고전압을 인가하며, 이에 대응하여 코팅액 분사 노즐(660)과 이격된 위치에 별도의 접지 전원(680)이 구비된다. 접지 전원(680)은 저온 스프레이 코팅유닛(610)의 나노입자 분사 노즐(630)에 연결되어 나노입자 분사 노즐(630)과 코팅액 분사 노즐(660) 사이의 공간에 전기장을 형성한다. 이러한 전기장에 따라 코팅액 분사 노즐(660)로부터 토출되는 코팅액(604)이 정전기력에 의해 코팅액 분사 노즐(660)로부터 나노입자 분사 노즐(630)을 향해 흘러가도록 유도된다.
- [0076] 즉, 코팅액 분사 노즐(660)이 저온 스프레이 코팅유닛(610)에 의한 나노입자(603)의 유동 흐름(F2) 상측에 배치된 상태에서 코팅액 분사 노즐(660)로부터 토출되는 코팅액(604)은 고전압 발생기(670)로부터 고전압을 인가받아 전하를 띤 상태로 토출된다. 그리고 코팅액 분사 노즐(660)로부터 토출되는 코팅액(604)은 나노입자 분사 노즐(630)과 코팅액 분사 노즐(660) 사이에 형성되는 전기장에 의해 하향 정전기력을 받으며 나노입자 분사 노즐(630)을 향해 흘러가도록 유도된다. 이 과정에서 전하를 띤 코팅액(604)은 저온 스프레이 코팅유닛(610)에 의한 나노입자(603)의 유동 흐름(F2) 속으로 유입되어 유동하는 나노입자(603)의 표면에 부착되며, 저온 스프레이 코팅유닛(610)으로부터 분사되는 작동 가스의 유동력에 의해 나노입자(603)와 함께 베이스판(110) 쪽으로 흘러간다.
- [0077] 따라서 도 10에 나타난 것과 같이, 베이스판(110)에는 나노입자(603)가 코팅액(604)의 열전도성 입자로 이루어진 열전도성 입자층(605)으로 덮인 구조의 열전도성 나노구조체(606)가 적층된다. 그리고 이러한 열전도성 나노구조체(606)는 베이스판(110)의 표면을 덮는 나노텍스처층(602)을 형성함으로써 열전달 표면적이 극대화된 나노텍스처 방열판(601)이 만들어진다.
- [0078] 열전도성 나노구조체(606)가 적층되는 과정에서 베이스판(110)은 가열기(690)에 의해 가열될 수 있다. 가열기(690)는 베이스판(110)과 접하여 베이스판(110)을 가열함으로써 나노입자(603)와 함께 베이스판(110)에 도달한 코팅액(604) 중의 액체를 신속하게 증발시킬 수 있다. 나노입자(603)의 표면에 코팅되는 코팅액(604) 중의 액체는 나노입자(603)의 표면에서 액막을 형성하고, 이러한 액막은 나노입자(603)의 표면에 부착되는 코팅액(604) 중의 열전도성 입자를 밀어내어 열전도성 입자를 서로 뭉치게 하는 등 열전도성 입자층(605)의 코팅 품질을 저하시킬 수 있다. 가열기(690)를 이용하여 베이스판(110)을 가열하면 그 열로 베이스판(110)의 표면에 부착된 열전도성 나노구조체(606)로부터 액체를 신속하게 증발시킴으로써 열전도성 나노구조체(606)의 코팅 품질이 저하되는 문제를 줄일 수 있다. 가열기(690)는 도시된 것과 같이 베이스판(110)에 직접 접촉식으로 설치되는 것이나, 또는 비접촉식으로 설치되는 것 등 다양한 구조로 구비될 수 있다.
- [0079] 상술한 것과 같이, 도 9에 나타난 것과 같은 표면 코팅장치(600)는 저온 스프레이 코팅유닛(610)을 통해 나노입자(603)를 베이스판(110)을 향해 고속으로 분사하면서 정전기 스프레이 코팅유닛(615)을 통해 열전도성 입자를 함유하는 코팅액(604)을 저온 스프레이 코팅유닛(610)에 의한 나노입자(603)의 유동 흐름(F2) 중으로 분사할 수 있다. 따라서 나노입자(603)가 일정한 두께의 열전도성 입자층(605)으로 덮인 구조의 열전도성 나노구조체(606)를 형성함과 동시에, 이러한 열전도성 나노구조체(606)로 이루어진 균일한 두께의 나노텍스처층(602)을 베이스판(110)의 표면에 효율적으로 코팅할 수 있다.
- [0080] 코팅액 분사 노즐(660)로부터 토출되는 코팅액(604)에 작용하는 전기장에 의한 정전기력 방향과 나노입자 분사 노즐(630)에 의한 작동 가스의 유동력 방향은 서로 소정의 각도를 이룬다. 도면에는 정전기력 방향과 작동 가스의 유동력 방향이 서로 직각을 이루는 것으로 나타냈으나, 정전기 스프레이 코팅유닛(615)의 정전기력 방향과 저온 스프레이 코팅유닛(610)의 작동 가스 유동력 방향 사이의 각도는 접지 전원(680)의 구조나, 코팅액 분사 노즐(660)과 나노입자 분사 노즐(630) 간의 거리 등을 고려하여 적절하게 변경될 수 있다.
- [0081] 또한 도면에는 접지 전원(680)이 저온 스프레이 코팅유닛(610)의 나노입자 분사 노즐(630)에 연결되는 것으로 나타냈으나, 접지 전원(680)은 코팅액 분사 노즐(660)과의 사이 공간에 전기장을 형성할 수 있도록 다양한 다른 위치에 설치될 수 있다.
- [0082] 예컨대, 접지 전원(680)은 도 11 및 도 12에 나타난 것과 같이, 코팅액 분사 노즐(660)로부터 이격되도록 설치되는 별도의 접지부재(730)에 연결될 수 있다.
- [0083] 도 11 및 도 12는 본 발명에 따른 나노텍스처 방열판을 제조하기 위한 표면 코팅장치의 변형예를 설명하기 위한 정면도 및 측면도이다. 이러한 변형예에 따른 표면 코팅장치는 도 9에 나타난 표면 코팅장치(600)와 비교하여 정전기 스프레이 코팅유닛(615)의 일부 구성이 변경된 것이다. 즉, 정전기 스프레이 코팅유닛(615)은 코팅액 공급기(650)와, 고전압 발생기(670)와, 접지 전원(680) 이외에 복수의 코팅액 분사 노즐(660)을 구비하는 노즐 유닛(710)과, 접지 전원(680)과 연결되는 접지부재(730)를 포함한다.

- [0084] 노즐 유닛(710)은 복수의 코팅액 분사 노즐(660)과, 복수의 코팅액 분사 노즐(660)을 지지하는 노즐 지지체(711)를 구비한다. 복수의 코팅액 분사 노즐(660)은 저온 스프레이 코팅유닛(610)에서 분사되는 나노입자(603)의 유동 흐름(F2) 둘레에 상호 이격되어 배치된다. 구체적으로, 복수의 코팅액 분사 노즐(660)은 나노입자(603)의 유동 흐름(F2) 둘레에 일정한 각도 간격으로 이격되어 방사형으로 배치된다.
- [0085] 노즐 지지체(711)는 링 형상으로 이루어지며 저온 스프레이 코팅유닛(610)으로부터 분사되는 나노입자(603)가 그 중앙을 통과할 수 있도록 저온 스프레이 코팅유닛(610)의 나노입자 분사 노즐(630)과 나노입자 분사 노즐(630)과 마주하도록 배치되는 베이스판(110) 사이에 설치된다. 노즐 지지체(711)는 나노입자 분사 노즐(630)에서 분사되어 베이스판(110)을 향하는 나노입자(603)의 유동을 방해하지 않도록 나노입자(603)의 유동 흐름(F2) 외측에 배치된다. 노즐 지지체(711)는 복수의 코팅액 분사 노즐(660)과 결합되어 이들 코팅액 분사 노즐(660)을 지지한다. 고전압 발생기(670)는 노즐 지지체(711)를 통해 복수의 코팅액 분사 노즐(660)과 각각 전기적으로 연결된다. 복수의 코팅액 분사 노즐(660)은 각각 고전압 발생기(670)로부터 고전압을 인가 받음으로써 이들 각각의 코팅액 분사 노즐(660)에 공급되는 코팅액(604)은 전하를 띤 상태로 나노입자(603)의 유동 흐름(F2) 중으로 토출된다.
- [0086] 노즐 지지체(711)의 내부에는 코팅액 공급기(650)와 복수의 코팅액 분사 노즐(660)을 유체 이동이 가능하게 연결하는 코팅액 분배 채널(712)이 마련된다. 코팅액 분배 채널(712)은 코팅액 공급기(650)에 연결된 코팅액 공급관(720)과 연결되어 코팅액 공급기(650)로부터 공급되는 코팅액(604)을 복수의 코팅액 분사 노즐(660)로 각각 분배한다.
- [0087] 접지부재(730)는 접지 전원(680)과 연결되어 노즐 지지체(711)의 안쪽에 배치된다. 접지부재(730)는 복수의 코팅액 분사 노즐(660)로부터의 이격 거리가 모두 동일하도록 노즐 지지체(711)의 중앙에 배치되는 것이 좋다. 이러한 배치 구조를 통해 접지부재(730)와 각각의 코팅액 분사 노즐(660) 사이에 균일한 전기장이 형성될 수 있다.
- [0088] 이러한 표면 코팅장치를 이용하면, 저온 스프레이 코팅유닛(610)을 이용하여 나노입자(603)를 베이스판(110)을 향해 고속으로 분사하면서 복수의 코팅액 분사 노즐(660)을 통해 열전도성 입자를 함유하는 코팅액(604)을 정전기력으로 나노입자(603)의 유동 흐름(F2) 중으로 다방향에서 분사할 수 있다. 따라서 베이스판(110)을 향해 유동하는 나노입자(603)의 표면 전체에 코팅액(604)을 고르게 코팅할 수 있어 나노입자(603)가 일정한 두께의 열전도성 입자층(605)으로 덮인 구조의 열전도성 나노구조체(606)를 더욱 효과적으로 형성할 수 있다. 또한 균일한 두께의 열전도성 입자층(605)을 갖는 열전도성 나노구조체(606)로 이루어진 양질의 나노텍스처층(602)을 베이스판(110) 상에 더욱 효과적으로 형성할 수 있다.
- [0089] 본 실시예에 따른 표면 코팅장치에 있어서, 노즐 유닛(710)이나 접지부재(730)의 구체적인 구성은 다양하게 변경될 수 있다. 예컨대, 노즐 유닛(710)을 구성하는 코팅액 분사 노즐(660)의 설치 개수나 배치 간격, 노즐 지지체(711)의 구체적인 구조는 도시된 것으로 한정되지 않고 다양하게 변경될 수 있다.
- [0090] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

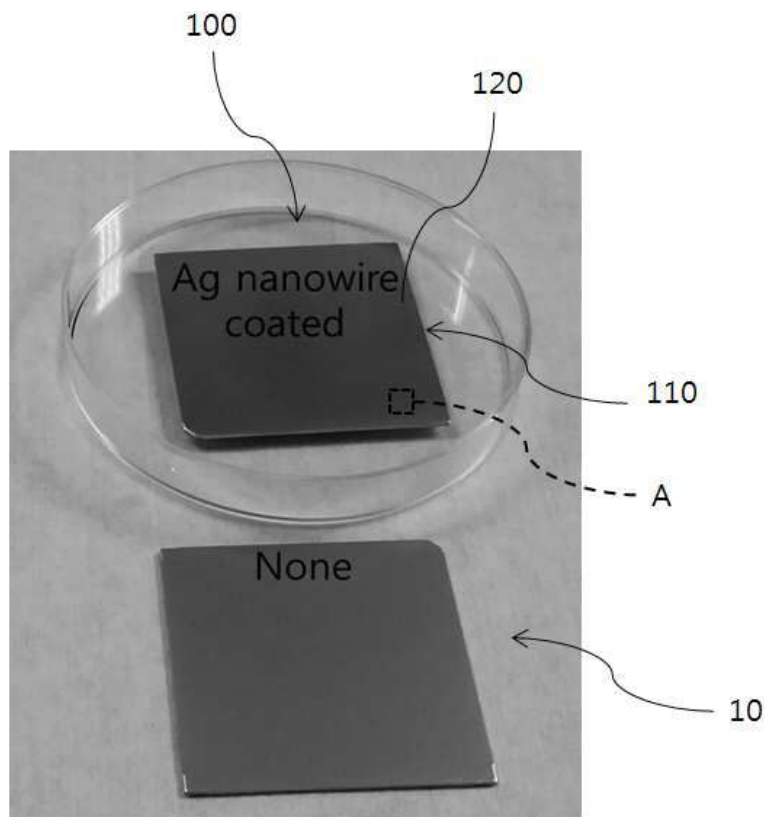
부호의 설명

- [0091] 100...나노텍스처 방열판 110...베이스판
120, 330, 602...나노텍스처층 121, 606...열전도성 나노구조체
200, 300...코팅장치 210...초음속 분사 노즐
220...히터 230...혼합 용액 공급기
310, 690...가열기 320...레이저 조사기
400...전기 방사 장치 410...전기 방사 노즐

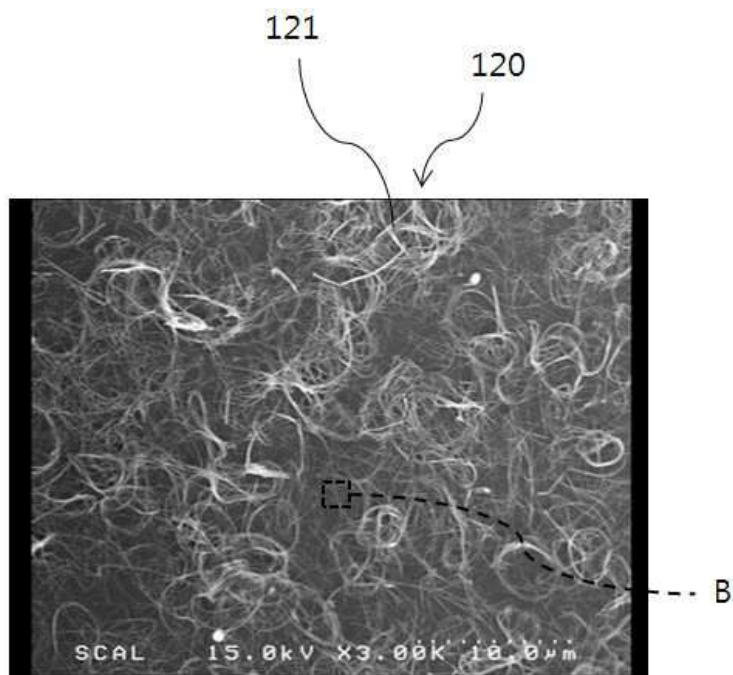
420, 670...고전압 발생기 430, 680...접지 전원
 435...접지판 440...가스 분사 노즐
 450...방사액 공급기 500...도금장치
 530...금속판 540...도금 전원
 600...표면 코팅장치 610...저온 스프레이 코팅유닛
 615...정전기 스프레이 코팅유닛 620...나노입자 공급기
 630...나노입자 분사 노즐 640...작동 가스 공급기
 650...코팅액 공급기 660...코팅액 분사 노즐
 710...노즐 유닛 711...노즐 지지체
 712...코팅액 분배 채널 720...코팅액 공급관
 730...접지부재

도면

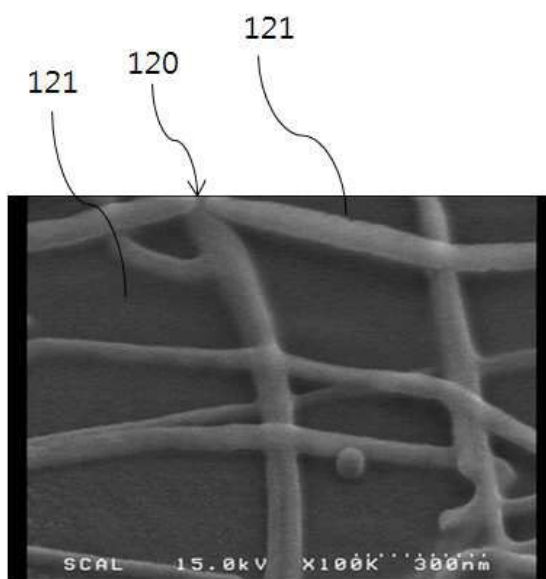
도면1



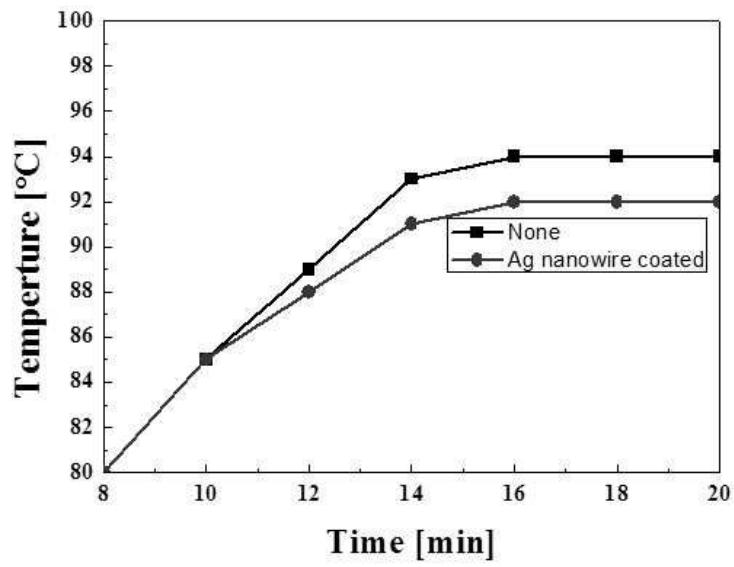
도면2



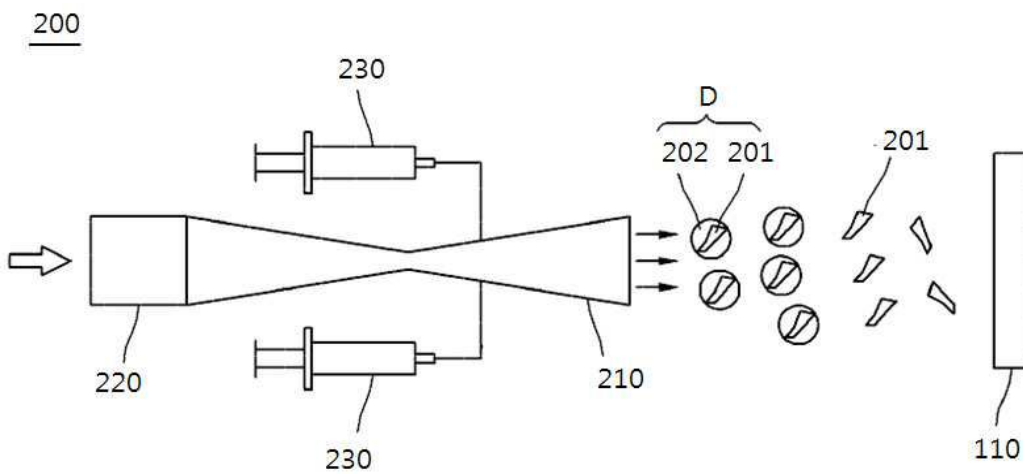
도면3



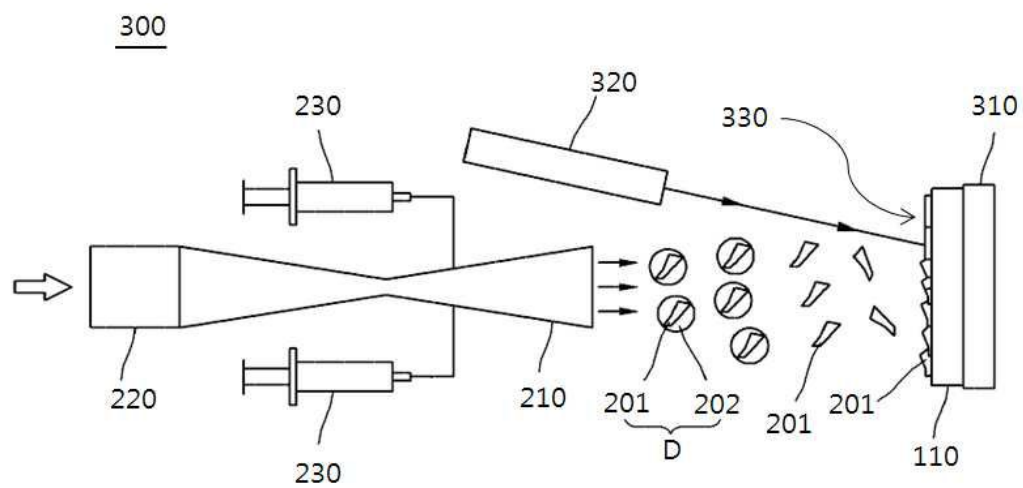
도면4



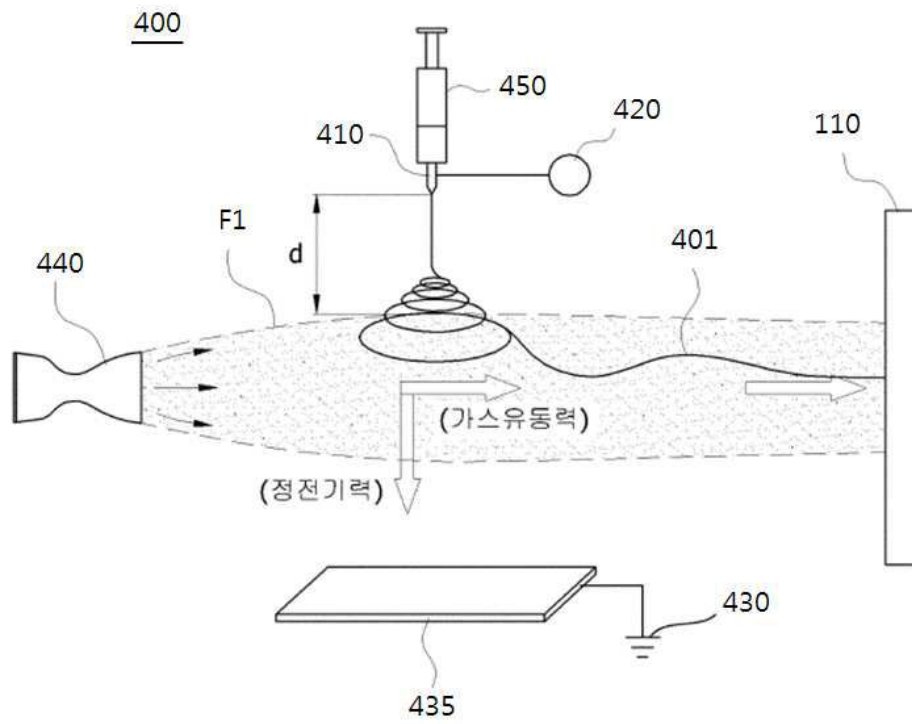
도면5



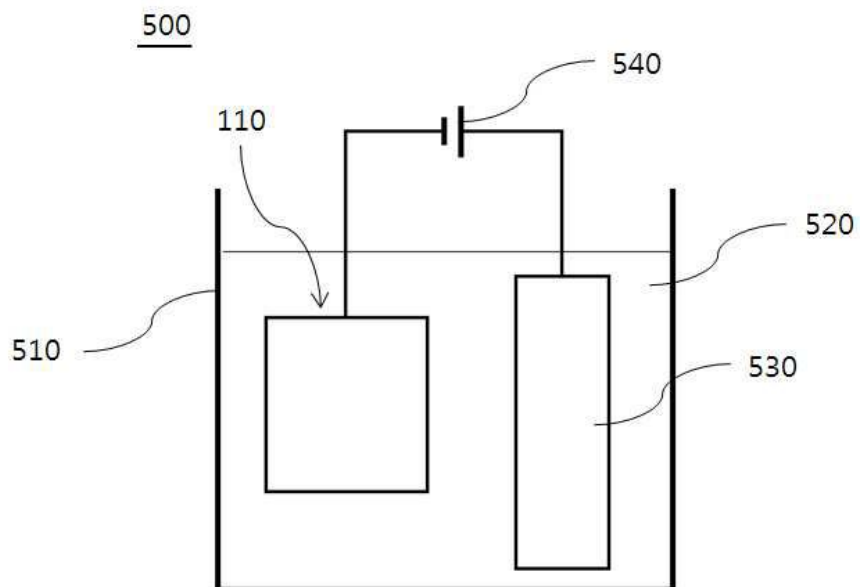
도면6



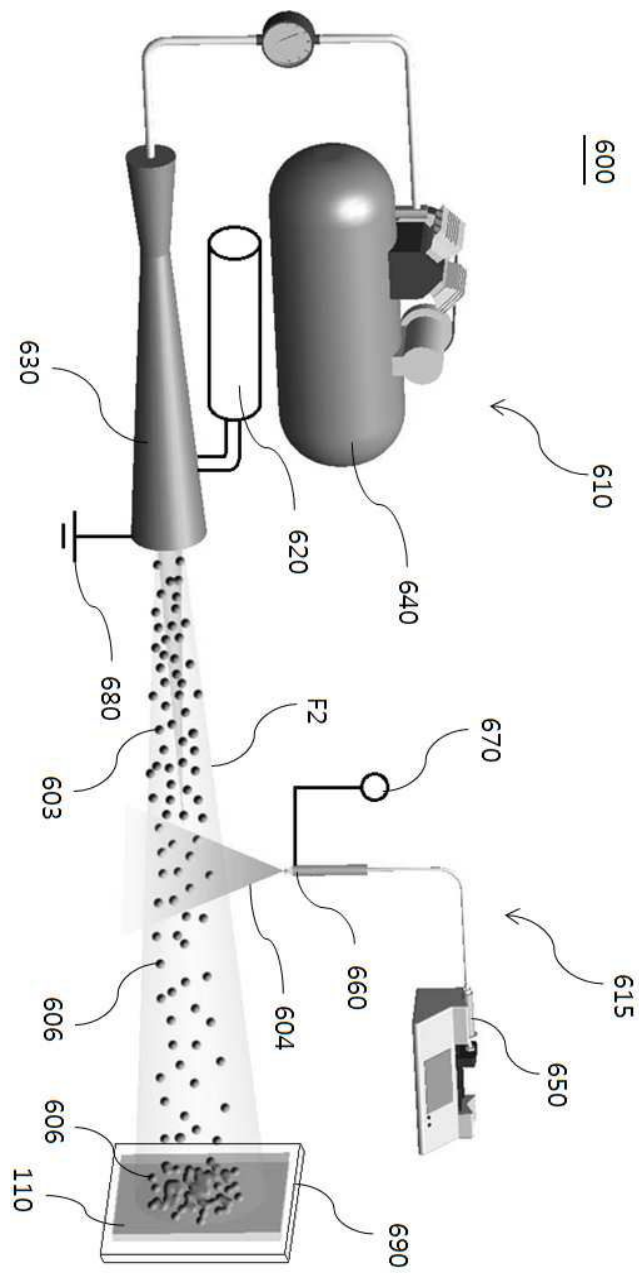
도면7



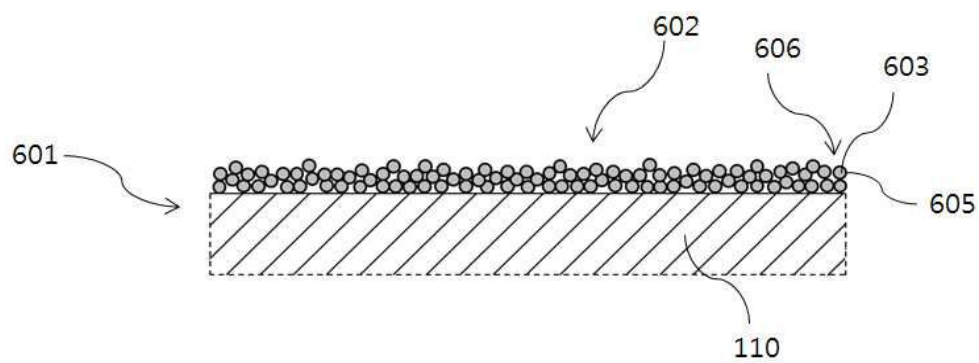
도면8



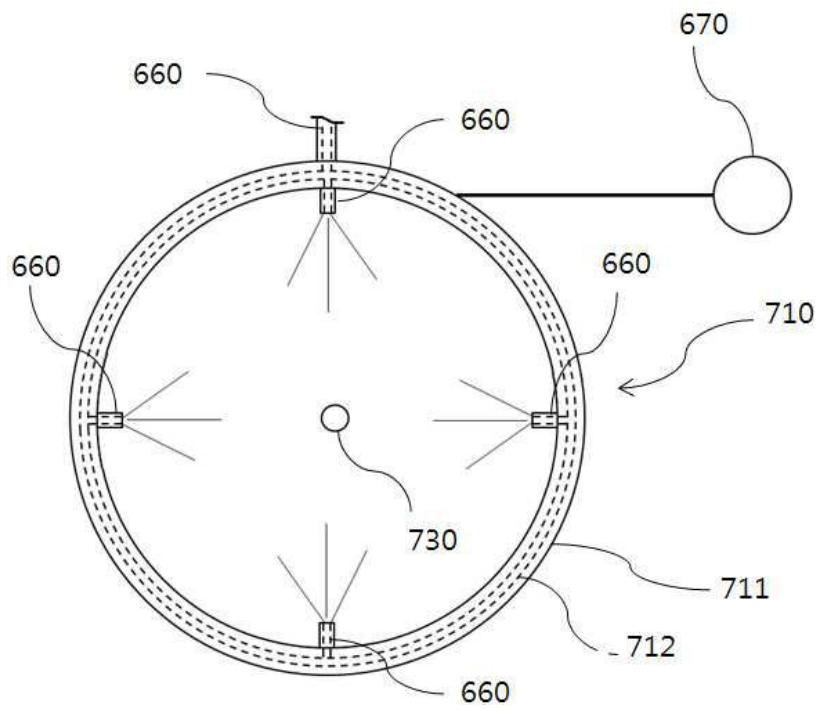
도면9



도면10



도면11



도면12

