



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0133709
(43) 공개일자 2021년11월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 19/00 (2018.01) B01J 19/08 (2015.01)
B01J 2/02 (2015.01) B22F 9/24 (2006.01)
H01B 1/02 (2006.01) B82Y 40/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
B01J 19/0093 (2013.01)
B01J 19/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0052665
(22) 출원일자 2020년04월29일
심사청구일자 2020년04월29일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
서태석
경기도 수원시 영통구 청명북로 33 청명마을삼성아파트 433동 1901호
이상호
서울특별시 송파구 양재대로 1218 올림픽선수기자촌아파트 218동 308호
유태경
서울특별시 마포구 독막로42길 2 마포자이 107동 1202호
(74) 대리인
특허법인지원

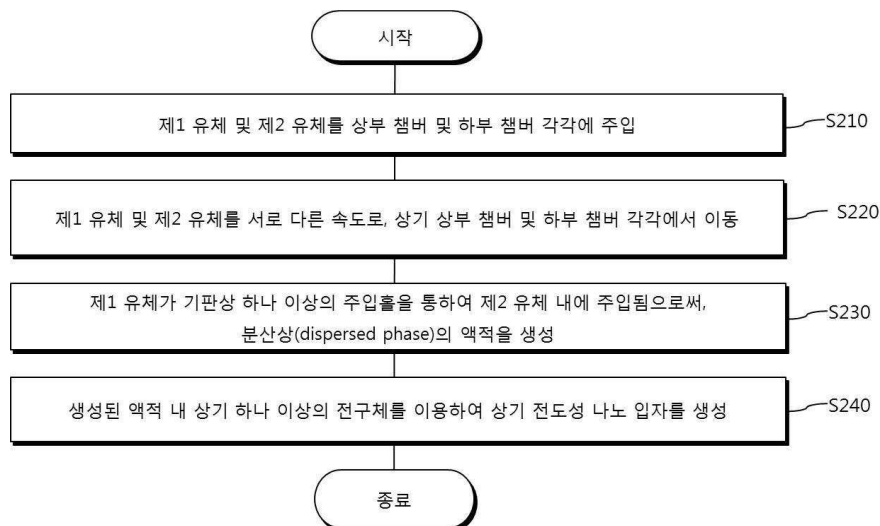
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 전도성 나노 입자를 생성하는 방법 및 장치

(57) 요약

본 개시는 전도성 나노 입자를 생성하는 장치 및 방법에 관한 것이다. 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치는 하나 이상의 전구체를 포함하는 제1 유체가 이동하는 영역을 제공하는 상부 챔버; 상기 제1 유체와 다른 연속상(continuous phase)의 제2 유체가 이동하는 영역을 제공하고, 상기 제1 유체가 상기 제2 유체 내에서 주입됨으로써 형성되는 분산상(dispersed phase)의 액적(droplet)으로부터 상기 전도성 나노 입자가 생성되는 하부 챔버; 및 상기 상부 챔버 및 상기 하부 챔버 내 적어도 일부 영역 사이에서, 상기 액적을 형성하도록, 상기 제1 유체를 상기 제2 유체로 주입하기 위한 하나 이상의 주입 홀이 형성되는 기관; 을 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B01J 2/02 (2013.01)
B22F 9/24 (2013.01)
H01B 1/02 (2013.01)
B01J 2219/00139 (2013.01)
B22F 2301/255 (2013.01)
B22F 2301/30 (2013.01)
B82Y 40/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711091142
과제번호	2014R1A5A1009799
부처명	미래창조과학부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	선도연구센터지원사업
연구과제명	결정 기능화 공정기술 센터
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2014.05.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

전도성 나노 입자를 생성하는 장치에 있어서,

하나 이상의 전구체를 포함하는 제1 유체가 이동하는 영역을 제공하는 상부 챔버;

상기 제1 유체와 다른 연속상(continuous phase)의 제2 유체가 이동하는 영역을 제공하고, 상기 제1 유체가 상기 제2 유체 내에서 주입됨으로써 형성되는 분산상(dispersed phase)의 액적(droplet)으로부터 상기 전도성 나노 입자가 생성되는 하부 챔버; 및

상기 상부 챔버 및 상기 하부 챔버 내 적어도 일부 영역 사이에서, 상기 액적을 형성하도록, 상기 제1 유체를 상기 제2 유체로 주입하기 위한 하나 이상의 주입 홀이 형성되는 기판; 을 포함하는, 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 전구체는 적어도 하나 이상의 생체 분자(Biomolecule) 또는 제1 금속을 포함하는 제1 금속 화합물 및 상기 제1 금속과 다른 전도성을 나타내는 제2 금속을 포함하는 제2 금속 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 유체는 상기 제1 금속 화합물이 이온화된 제1 타입의 수용액 및 상기 제2 금속 화합물이 이온화된 제2 타입의 수용액을 포함하며, 상기 제2 유체는 친유성 유체를 포함하는 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 장치는

상기 액적에 포함된 하나 이상의 전구체내 금속 이온들을 환원시키기 위한 광을 발생시키는 광원; 을 더 포함하고,

상기 전도성 나노 입자는 상기 액적 내에서, 상기 액적 내에 포함된 상기 전구체의 금속 이온들을 환원시킴으로써 생성되는 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 전도성 나노 입자는 미리 설정된 비율로 상기 제1 금속 및 상기 제2 금속을 포함하고, 상기 미리 설정된 비율에 따라 서로 다른 전도성을 나타내는 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 금속 및 상기 제2 금속의 미리 설정된 비율은, 상기 상부 챔버로 주입되는 상기 제1 타입의 수용액에 포함된 상기 제1 금속 화합물의 농도 및 상기 상부 챔버로 주입되는 상기 제2 타입의 수용액에 포함된 상기 제2 금속 화합물의 농도의 비율에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 상부 챔버는, 상기 기관의 상부에서 상기 기관에 접합되는 제1 하우징 내, 상기 기관 방향으로 개방된 내측 영역을 포함하고,

상기 하부 챔버는, 상기 기관의 하부에서 상기 기관에 접합되는 제2 하우징 내, 상기 기관 방향으로 개방되는 적어도 하나의 내측 영역을 포함하는, 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 상부 챔버는 상기 제1 유체가 주입되는 제1 유체 주입구 및 상기 제1 유체가 배출되는 제1 유체 배출구를 포함하고,

상기 하부 챔버는 상기 제2 유체가 주입되는 제2 유체 주입구, 상기 제2 유체가 배출되는 제2 유체 배출구 및 상기 액적 및 상기 제2 유체의 적어도 일부가 배출되는 액적 배출구를 포함하는 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 하부 챔버는 상기 상부 챔버 영역에 대응되는 영역에 위치하고, 상기 주입 홀을 통하여 상기 제1 유체가 상기 제2 유체로 주입됨으로써 상기 액적이 형성되는 액적 챔버, 상기 발생된 광이 조사됨으로써 상기 액적 내에서 상기 전도성 나노 입자가 생성되는 합성 챔버, 상기 액적 챔버 및 상기 합성 챔버 사이에서 상기 액적이 이동하는 제1 이동 채널 및 상기 생성된 전도성 나노 입자를 포함하는 액적이 상기 액적 배출구 까지 이동하는 제2 이동 채널을 포함하는 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 주입 홀은

상기 기관 상에 소정의 포토리소그래피 공정을 수행함으로써 하나 이상의 단위 격자 패턴을 포함하는 제1 패턴을 형성하고,

상기 형성된 제1 패턴에 기초하여 상기 단위 격자 별로 미리 설정된 깊이를 가지는 제2 패턴을 형성하며,

상기 단위 격자 별로 형성되는, 상기 제2 패턴의 적어도 일부를 식각함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 제2 패턴은

상기 단위 격자를 밑면으로 하고, 상기 밑면을 기준으로 상기 하부 챔버 방향으로 갈수록 폭이 좁아지는 다면체 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 주입 홀은

상기 미리 설정된 깊이의 다면체 구조가 형성되는 제1 주입 영역; 및

상기 단위 격자의 중심점을 기준으로 상기 제2 패턴의 적어도 일부를 식각함으로써 형성되고, 일측이 상기 제1 주입 영역과 연결되며, 타측이 상기 하부 챔버와 연결되는 제2 주입 영역; 을 포함하는 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 주입 영역 내 상기 밑면의 일변의 길이는 10um 내지 1000um이고, 상기 제2 주입 영역의 직경은 10nm 내지 1um이며, 상기 제2 주입 영역의 길이는 1um 내지 100um인 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 14

제3항에 있어서,

상기 전도성 나노 입자의 크기는, 상기 전도성 나노 입자 내 금속들의 밴드 갭에 기초하여 결정되고, 상기 액적은 5nm 내지 500um 크기의 적어도 하나의 전도성 나노 입자를 포함하며, 상기 액적 및 상기 전도성 나노 입자의 부피비는 10:1 내지 1000:1인 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 15

제2항에 있어서,

상기 제1 금속 화합물은 H₂AuCl₄(염화금산)이고, 상기 제2 금속 화합물은 SnCl₂(염화제일주석)이며, 상기 제1 금속은 금(Au)이고, 상기 제2 금속은 주석(Sn)인 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 16

전도성 나노 입자를 생성하는 장치가 전도성 나노 입자를 생성하는 방법에 있어서,

하나 이상의 전구체를 포함하는 제1 유체 및 상기 제1 유체와 다른 연속상(continuous phase)의 제2 유체를, 상기 제1 유체가 상기 제2 유체로 주입되기 위한 하나 이상의 주입 홀이 형성되는 기관의 상부에 위치하는 상부 챔버 및 상기 기관의 하부에 위치하는 하부 챔버 각각에 주입하는 단계;

상기 제1 유체 및 상기 제2 유체를 서로 다른 속도로 상기 상부 챔버 및 상기 하부 챔버 각각에서 이동시키는 단계;

상기 제1 유체를, 실린지 펌프에 의한 압력 구배, 상기 상부 챔버 및 상기 하부 챔버 사이에 형성되는 전기장(Electric field) 또는 전자기 펄스 중 적어도 하나에 의해 상기 주입 홀을 통하여 주입시키는 단계;

상기 주입 홀을 통하여 상기 제2 유체로 주입되는 상기 제1 유체의 주입 방향 및 상기 하부 챔버에서 이동하는 상기 제2 유체의 이동 방향의 방향 차이 및 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 속도 차이에 기초하여 상기 분산상(dispersed phase)의 액적(droplet)을 생성하는 단계; 및

상기 생성된 액적 내 상기 하나 이상의 전구체를 이용하여 상기 전도성 나노 입자를 생성하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 전구체는 적어도 하나 이상의 생체 분자(Biomolecule) 또는 제1 금속을 포함하는 제1 금속 화합물 및 상기 제1 금속과 다른 전도성을 나타내는 제2 금속을 포함하는 제2 금속 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 제1 유체는 상기 제1 금속 화합물이 이온화된 제1 타입의 수용액 및 상기 제2 금속 화합물이 이온화된 제2 타입의 수용액을 포함하며, 상기 제2 유체는 친유성 유체를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 19

제16항에 있어서, 상기 전도성 나노 입자를 생성하는 단계는

상기 액적에 포함된 하나 이상의 전구체내 금속 이온들을 환원시키기 위한 광을 발생시키는 단계; 및

상기 발생된 광을 이용하여, 상기 액적 내에서, 상기 액적 내에 포함된 상기 전구체의 금속 이온들을 환원시킴으로써 상기 전도성 나노 입자를 생성하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 전도성 나노 입자는 미리 설정된 비율로 상기 제1 금속 및 상기 제2 금속을 포함하고, 상기 미리 설정된 비율에 따라 서로 다른 전도성을 나타내는 것을 특징으로 하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 나노 입자를 생성하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 전도성 나노 입자를 생성하는 방법 및 상기 방법을 수행하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 미세 액적 기술은 상대적으로 간단한 준비 과정, 액적의 균일성, 액적 크기 및 부피의 조절 가능성, 높은 생산성 등으로 인해 최근 들어 크게 각광 받고 있는 기술 분야이다. 미세 액적은 특히, 세포 생물학, DNA 또는 핵산 분석 등 다양한 분야에 반응기로써 사용될 수 있다.

[0003] 나노 입자 기술은 물질의 특성을 나노미터 수준에서 규명하고, 제어하는 기술로 원자, 분자 수준에서 물리적 혹은 화학적 처리를 통하여 소정의 구조 및 기능을 부여하는 기술이다. 나노 입자들은 기존의 벌크 스케일의 물질과는 다른 빛, 전기 및 자기 등의 독특한 물성을 나타내기 때문에, 광학, 촉매, 센서, 조직 공학, 진단 시료 등의 다양한 응용 분야에서 사용될 것으로 기대되고 있다.

[0004] 최근, 마이크로 스케일의 액적(micro-droplet)을 이용한 입자 생성 기술들이 연구되고 있고, 마이크로 액적은 나노리터 수준의 부피를 가지고, 각각을 하나의 미세 반응기로 사용할 수 있기 때문에, 이를 이용하면 벌크 스케일의 불규칙한 입자 합성조건과는 다른 균일한 입자 합성 조건을 제공할 수 있어, 마이크로 액적을 이용한 금속 입자 합성 연구 역시 활발하게 진행 중에 있다.

[0005] 그러나, 마이크로 액적은 여전히 반응기(reactor)부피 대비 목표로 하는 입자의 부피비가 작기 때문에, 마이크로 액적을 이용하여 초미세 나노 입자를 생성하는 기술에는 여전히 정확성 및 균일성에 대한 한계가 있었다. 또한, 일반적인 마이크로 플루이딕 기술은 반응기 부피에 대한 나노입자의 부피가 커 초미세 나노 입자 합성에 한계가 있었다.

[0006] 또한, 기존의 일반적인 플라스크 스케일에서의 교반형 난류 유동조건에서는 원자 또는 분자의 3차원 배열 과정의 조작이 용이하지 않고, 반응기 내의 반응조건을 마이크로 스케일에서는 균일하게 유지하는 것이 불가능하기 때문에, 현실적으로 동일한 나노입자 제조 및 실험 재현성에 한계가 있었다. 따라서, 동일한 반응 조건에 기초하여 균일한 나노 입자를 생성하기 위한 기술개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국출원특허 제2007-0023137호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 일 실시 예에 따르면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치 및 방법이 제공될 수 있다.

[0009] 또한, 일 실시 예에 의하면, 서로 다른 전도성을 나타내는 금속을 이용하여 전도성 나노 입자를 생성하는 방법 및 장치가 제공될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시의 일 실시 예에 따라, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치는 하나 이상의 전구체를 포함하는 제1 유체가 이동하는 영역을 제공하는 상부 챔버; 상기 제1 유체와 다른 연속상

(continuous phase)의 제2 유체가 이동하는 영역을 제공하고, 상기 제1 유체가 상기 제2 유체 내에서 주입됨으로써 형성되는 분산상(dispersed phase)의 액적(droplet)으로부터 상기 전도성 나노 입자가 생성되는 하부 챔버; 및 상기 상부 챔버 및 상기 하부 챔버 내 적어도 일부 영역 사이에서, 상기 액적을 형성하도록, 상기 제1 유체를 상기 제2 유체로 주입하기 위한 하나 이상의 주입 홀이 형성되는 기관; 을 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 개시의 또 다른 실시 예에 따라, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치가 전도성 나노 입자를 생성하는 방법은 하나 이상의 전구체를 포함하는 제1 유체 및 상기 제1 유체와 다른 연속상(continuous phase)의 제2 유체를, 상기 제1 유체가 상기 제2 유체로 주입되기 위한 하나 이상의 주입 홀이 형성되는 기관의 상부에 위치하는 상부 챔버 및 상기 기관의 하부에 위치하는 하부 챔버 각각에 주입하는 단계; 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체를 서로 다른 속도로 상기 상부 챔버 및 상기 하부 챔버 각각에서 이동시키는 단계; 상기 제1 유체를, 실린지 펌프에 의한 압력 구배, 상기 상부 챔버 및 상기 하부 챔버 사이에 형성되는 전기장(Electric field) 또는 전자기 펄스 중 적어도 하나에 의해 상기 주입 홀을 통하여 주입시키는 단계; 상기 주입 홀을 통하여 상기 제2 유체로 주입되는 상기 제1 유체의 주입 방향 및 상기 하부 챔버에서 이동하는 상기 제2 유체의 이동 방향의 방향 차이 및 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 속도 차이에 기초하여 분산상(dispersed phase)의 액적(droplet)을 생성하는 단계; 및 상기 생성된 액적 내 상기 하나 이상의 전구체를 이용하여 상기 전도성 나노 입자를 생성하는 단계; 를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0012] 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치는 서로 다른 전도성을 나타내는 금속을 이용하여 전도성 나노 입자를 생성할 수 있다.

[0013] 또한, 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치는 균일한 반응 조건을 제공하는 액적을 이용하여 전도성 나노 입자를 효과적으로 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치가 전도성 나노 입자를 생성하는 과정을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 3은 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치가 전도성 나노 입자를 생성하기 위한 액적을 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치 내 하나 이상의 주입 홀을 포함하는 기관의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하기 위한 장치가 전도성 나노 입자를 생성하기 위하여 이용하는 금속의 특성을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치가 전구체를 환원시킴으로써 전도성 나노 입자를 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치가 전도성 나노 입자를 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 일 실시 예에 따른 서로 다른 전도성을 나타내는 나노 입자를 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치의 블록도이다.

도 11은 또 다른 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 개시에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0016] 본 개시에서 사용되는 용어는 본 개시에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있

다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 개시에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 개시의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

- [0017] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0018] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 개시의 실시예에 대하여 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 개시는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 개시를 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0019] 도 1은 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치가 전도성 나노 입자를 생성하는 과정을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0020] 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 하우징(120), 기관(140) 및 제2 하우징(150)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 하나 이상의 전구체를 포함하는 제1 유체를, 상기 제1 유체와 다른 연속상(continuous phase)의 제2 유체 내로 주입함으로써 형성되는 분산상의 액적(droplet)을 이용하여 전도성 나노 입자를 생성할 수 있다.
- [0021] 예를 들어, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 하우징(120) 내 기관 방향으로 개방되는 내측 영역을 제공하는 상부 챔버(121)에 제1 유체를 주입 시키고, 제2 하우징(150) 내 기관 방향으로 개방되는 내측 영역을 제공하는 하부 챔버(152)에 제2 유체를 주입 시킬 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 유체 및 제2 유체의 이동 속도 차이에 기초하여 복수의 액적들을 생성하고, 상기 생성된 복수의 액적들을 이용하여 전도성 나노 입자들(172, 174, 176, 178)을 생성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 생성하는 복수의 액적들은 5nm-500um의 크기로 생성될 수 있고, 상기 액적 및 상기 전도성 나노 입자의 부피비는 10:1 내지 1000:1로 마련될 수 있다.
- [0022] 제1 하우징(120)은 하나 이상의 전구체를 포함하는 제1 유체가 이동하는 영역을 제공할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제1 하우징(120)은 제1 유체가 이동하는 영역인 상부 챔버(121)를 포함할 수 있고, 제1 유체는 상부 챔버 내에서 이동할 수 있다. 또한, 제1 하우징(120)은 기관(140)의 상부에서 기관(140)이 접합됨으로써, 기관(140) 및 제1 하우징(120)이 형성하는 영역을 전도성 나노 입자를 생성하는 장치의 외부 공간으로부터 차폐할 수 있다.
- [0023] 일 실시 예에 의하면, 제1 유체는 하나 이상의 전구체를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 하나 이상의 전구체는 적어도 하나 이상의 생체 분자들(biomolecule) 또는 제1 금속을 포함하는 제1 금속 화합물 및 상기 제1 금속과 다른 전도성을 나타내는 제2 금속을 포함하는 제2 금속 화합물을 포함할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 제1 유체는, 제1 금속 화합물이 이온화된 제1 타입의 수용액 및 상기 제2 금속 화합물이 이온화된 제2 타입의 수용액을 포함할 수 있다.
- [0024] 기관(140)은 제1 하우징(120) 및 제2 하우징(150) 내 적어도 일부 영역 사이에서, 상기 제1 유체가 상기 제2 유체 내로 주입됨으로써 분산상(dispersed phase)의 액적들을 형성하도록 하기 위한 하나 이상의 주입 홀(injection hole)을 포함할 수 있다. 예를 들어 기관(140)은 실리콘 웨이퍼(silicon wafer)형태로 생성될 수 있고, 소정의 포토리소그래피 공정 및 식각(etching) 공정을 통하여 생성된 하나 이상의 주입 홀을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 기관(140)에 형성된 하나 이상의 주입 홀들은 주입 어레이(injection array, 142)를 형성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 주입 어레이는 제1 하우징(120)내 상부 챔버(121)의 위치에 대응되는, 기관(140) 내 위치에 형성될 수 있다.
- [0025] 제2 하우징(150)은 제1 유체와 다른 연속상(continuous phase)의 제2 유체가 이동하는 영역을 제공할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제2 하우징(150)은 기관(140)의 하부에서 기관(140)과 접합됨으로써, 기관(140) 및 제2 하우징(150)이 형성하는 영역을 액적을 생성하는 장치의 외부 공간으로부터 차폐할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제2 하우징(150)은 적어도 하나의 하부 챔버를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 하부 챔버는 제1 유체와 다른 연속상(continuous phase)의 제2 유체가 이동하는 영역을 제공하고, 상기 제1 유체가 상기 제2 유체

내에서 주입됨으로써 형성되는 분산상(dispersed phase)의 액적(droplet)으로부터 상기 전도성 나노 입자가 생성될 수 있다.

[0026] 또한, 일 실시 예에 의하면, 하부 챔버는 액적들이 생성되는 영역인 액적 챔버(152) 및 상기 액적들에 광이 조사됨으로써 상기 액적 내 전도성 나노 입자들이 형성되도록 하는 합성 챔버(154)를 더 포함할 수도 있다.

[0027] 액적 챔버(152)는 기관의 하부에서 기관에 접합되는 제2 하우징 내, 상기 기관 방향으로 개방되는 적어도 하나의 내측 영역을 포함하고, 외부로부터 제2 유체를 주입 받고, 주입된 제2 유체가 이동하기 위한 영역을 제공할 수 있다. 또한, 액적 챔버(152)는 기관 상에 형성된 하나 이상의 주입 홀을 통하여, 주입된 제1 유체가 연속상의 제2 유체 내에서 분산상의 액적들이 생성하는 영역을 제공할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 액적 챔버(152)는 기관 상 주입 어레이에 대응되는, 제2 하우징 내 위치에 형성될 수 있다.

[0028] 합성 챔버(154)는 액적 챔버(152)에서 생성된 액적들을 이용하여, 상기 액적들 내 전도성 나노 입자들이 생성되는 반응이 일어나도록 하는 반응 영역을 제공할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 합성 챔버(154)는, 액적들이 이동하는 통로인 제1 이동 채널을 통하여 액적 챔버(152)와 연결될 수 있고, 제1 이동 채널을 통하여, 액적 챔버(152)로부터 생성된 액적들(162)을 획득할 수 있다.

[0029] 일 실시 예에 의하면, 합성 챔버(154)의 하부면은 제2 하우징(150)내 하부에 위치하는 광원(153)으로부터 발생된 광이 하부 챔버(154)내 액적들에 조사되도록 하기 위하여 투명하게 형성될 수 있다. 합성 챔버(154)내의 액적들은 하나 이상의 이온화된 전구체를 포함하고, 액적들 내 포함된 이온화된 전구체들은 광원(154)으로부터 발생된 광에 기초하여 환원됨으로써, 전도성 나노 입자들을 형성할 수 있다. 따라서 광원으로부터 조사된 광을 환원광으로 함으로써, 이온화된 전구체들이 환원되면, 합성 챔버(154)내 액적(164)들은 하나 이상의 전도성 나노 입자들을 포함할 수 있다.

[0030] 일 실시 예에 의하면, 합성 챔버(154) 하부에 위치하는 광원은 액적에 포함된 하나 이상의 전구체 내 금속 이온들을 환원시키기 위한 복수의 광원을 포함할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 광원은 10nm-400nm 파장을 가지는 자외선광을 발생시키는 하나 이상의 광원을 포함할 수 있다.

[0031] 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 미리 설정된 비율의 제1 금속 및 제2 금속을 이용하여 전도성 나노 입자를 생성할 수 있다. 예를 들어, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 금속을 포함하는 제1 금속 화합물이 이온화된 제1 타입의 수용액 및 제2 금속을 포함하는 제2 금속 화합물이 이온화된 제2 타입의 수용액의 농도를 조절함으로써 전도성 나노 입자에 포함되는 제1 금속 입자(166) 및 제2 금속 입자(168)의 비율을 제어할 수 있다.

[0032] 예를 들어, 제1 금속 및 제2 금속은 전도성이 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 제1 금속은 제2 금속 보다 더 높은 전도성을 나타낼 수 있다. 따라서, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 금속 및 제2 금속의 비율을 다르게 설정함으로써, 서로 다른 전도성을 나타내는 전도성 나노 입자를 생성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제1 금속 입자 금 입자(166), 제2 금속 입자는 주석 입자(168)일 수 있다. 본 개시에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 유체 내 제1 타입의 수용액 및 제2 타입의 수용액의 농도를 조절함으로써, 4가지 레벨의 전도성을 나타내는 나노 입자들(172, 174, 176, 178)을 생성할 수도 있다.

[0033] 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제2 타입의 수용액의 농도 대비, 제1 타입의 수용액의 농도를 증가 시킴으로써, 하나의 액적 내 포함된 각 전도성 나노 입자들의 구성 중, 제1 금속 입자(예컨대 금)의 비율이 더 증가되도록 할 수 있다. 예를 들어, 금 입자가 더 많이 포함된 전도성 나노 입자(178)는 상대적으로 금 입자가 적게 포함된 전도성 나노 입자(172, 174, 176)보다 높은 전도성을 나타낼 수 있다.

[0034] 본 개시에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치는 제1 유체가 연속상(continuous phase)의 제2 유체 내로 주입됨으로써 분산상(dispersed phase)의 액적(droplet)을 형성하도록 하기 위한 하나 이상의 주입 홀을 포함하는 기관을 이용하여, Top-Down(예컨대 상부 챔버에서 하부 챔버 방향으로 제1 유체를 제2 유체로 주입)방식으로 복수의 액적들을 효과적으로 생성할 수 있다. 보다 상세하게는, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치는 실린지 펌프에 의한 압력 구배, 상부 챔버 및 하부 챔버 사이에 형성되는 전기장(electric field) 또는 전자기 펄스 중 적어도 하나에 의해 제1 유체를 주입 홀을 통하여 주입시킬 수 있다. 또한, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치는, 주입 홀을 통하여 제2 유체로 주입되는 제1 유체의 주입 방향 및 하부 챔버에서 이동하는 제2 유체의 이동 방향의 방향 차이 및 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 속도 차이에 기초하여, 제2 유체 내에서 분산상의 액적들이 생성되도록 할 수 있다.

[0035] 또한, 본 개시에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치는, 제1 유체에 포함된 제1 타입의 수용액 및 제2 타입

의 수용액의 농도 비를 조절함으로써, 대량으로 생성된 복수의 액적 내 이온화된 전구체들 중, 이온화된 제1 금속 및 이온화된 제2 금속의 비를 조절할 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치는, 제1 타입의 수용액 및 제2 타입의 수용액의 농도 조절 비에 대응되는 제1 금속 및 제2 금속의 비에 따른 전도성 나노 입자를 생성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제1 금속 및 제2 금속은 서로 다른 전도성(Conductivity)을 나타내므로, 본 개시에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 금속 및 제2 금속 비를 미리 설정된 비율로 조절함으로써, 서로 다른 전도성을 나타내는 나노 입자들을 효과적으로 생성할 수 있다.

[0036] 도 2는 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0037] S210에서, 전도성 나노 입자를 생성하는 (1000)는 제1 유체 및 제2 유체를 상부 챔버 및 하부 챔버 각각에 주입할 수 있다. 예를 들어, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치 (1000)는 하나 이상의 전구체를 포함하는 제1 유체 및 상기 제1 유체와 다른 연속상(continuous phase)의 제2 유체를, 상기 제1 유체가 상기 제2 유체로 주입되기 위한 하나 이상의 주입 홀이 형성되는 기관의 상부에 위치하는 상부 챔버 및 상기 기관의 하부에 위치하는 하부 챔버 각각에 주입할 수 있다.

[0038] 일 실시 예에 의하면, 제1 유체는 친수성 유체를 포함하고, 상기 제2 유체는 친유성 유체를 포함할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 제1 유체는 이온화된 제1 금속 화합물을 포함하는 제1 타입의 수용액 및 이온화된 제2 금속 화합물을 포함하는 제2 타입의 수용액을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제1 유체에 포함되는 하나 이상의 전구체는 은, 금, 주석 또는 티타늄 중 적어도 2 이상의 금속을 포함하는 화합물을 포함할 수 있다.

[0039] S220에서, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 유체 및 제2 유체를 서로 다른 속도로, 상기 상부 챔버 및 하부 챔버 각각에서 이동시킬 수 있다. 예를 들어, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 상부 챔버에 연결되는 제1 유체 주입구, 상부 챔버에 연결되는 제1 유체 배출구, 하부 챔버에 연결되는 제2 유체 주입구 및 하부 챔버에 연결되는 제2 유체 배출구 중 적어도 하나에 연결되는 실린지 펌프를 제어함으로써, 상부 챔버 및 하부 챔버 각각에서 이동하는 제1 유체 및 제2 유체의 이동 속도를 제어할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제2 유체의 이동 속도는 제1 유체의 이동 속도보다 빠를 수 있다.

[0040] 또한, 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 상기 제1 유체를, 실린지 펌프에 의한 압력 구배, 상부 챔버 및 하부 챔버 사이에 형성되는 전기장(electric field) 또는 전자기 펄스 중 적어도 하나에 의해 주입 홀을 통하여 주입시킬 수 있다. S230에서, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 유체가 기관상 하나 이상의 주입홀을 통하여 제2 유체 내에 주입됨으로써, 분산상(dispersed)의 액적을 생성할 수 있다. 보다 상세하게는, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 상기 주입 홀을 통하여 상기 제2 유체로 주입되는 상기 제1 유체의 주입 방향 및 상기 하부 챔버에서 이동하는 상기 제2 유체의 이동 방향의 방향 차이 및 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 속도 차이에 기초하여, 연속상의 제2 유체 내에서, 분산상의 액적들이 생성되도록 할 수 있다.

[0041] 즉, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 상기 제1 유체를, 실린지 펌프에 의한 압력 구배, 전자기장 또는 전자기 펄스 중 적어도 하나에 의해 주입 홀을 통하여 주입시킨 후, 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 이동 속도 차이, 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 이동 방향의 차이에 기초하여 발생하는 전단력(shear force)에 기초하여, 제1 유체의 세그먼트들이 제2 유체 내에서 분리되도록 함으로써, 분산상의 액적들을 생성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전단력은 제1 유체 및 상기 제2 유체의 속도차이, 상기 제2 주입 영역의 길이, 상기 제2 주입 영역의 직경, 상기 제1 유체의 점도 중 적어도 하나에 따라 달라질 수 있다.

[0042] S240에서, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치는 생성된 액적 내 하나 이상의 전구체를 이용하여 전도성 나노 입자를 생성할 수 있다. 예를 들어, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제2 하우징 내 액적 챔버에서 생성된 액적들을 합성 챔버로 이동시키고, 합성 챔버로 이동된 액적에 자외선(UV)광을 조사할 수 있다. 합성 챔버로 이동한 액적들은 하나 이상의 이온화된 전구체들을 포함하는 수용액을 포함하고, 이온화된 전구체들은 자외선 광에 의하여 환원됨으로써, 전도성 나노 입자를 형성할 수 있다.

[0043] 도 3은 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치가 전도성 나노 입자를 생성하기 위한 액적(droplet)을 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0044] 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 하우징(320), 기관(330) 및 제2 하우징(340)을 포함할 수 있다. 그러나, 상술한 구성에 한정되는 것은 아니고, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 그 보다 적은 구성 요소에 의해 구현될 수도 있고, 더 많은 구성을 포함할 수도 있다.

[0045] 전도성 나노 입자를 생성하는 장치 (1000)는 하나 이상의 전구체를 포함하는 제1 유체 및 상기 제1 유체와 다른

제2 유체를 획득하고, 획득된 제1 유체 및 제2 유체의 속도 차이에 기초하여 액적(droplet)을 생성할 수 있다. 보다 상세하게는, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 주입 및 배출을 제어하기 위한 하나 이상의 실린지 펌프를 포함할 수 있고, 상기 실린지 펌프에 의하여 제어되는 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 속도 차이에 기초하여 액적을 생성할 수도 있다.

[0046] 본 개시에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 유체가 연속상(continuous phase)의 제2 유체 내로 주입됨으로써 분산상(dispersed phase)의 액적(droplet)을 형성하도록 하기 위한 하나 이상의 주입 홀을 포함하는 기관을 이용하여, Top-Down(예컨대 상부 챔버에서 하부 챔버 방향으로 제1 유체를 제2 유체로 주입) 방식으로 복수의 액적들을 대량 생성한다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 대량으로 생성한 액적들은, 액적 당 균일한 농도의 전구체를 포함함으로써, 빠른 속도로 균일한 크기의 나노 입자를 합성하기 위한 반응기(reactor)로 사용될 수 있다.

[0047] 일 실시 예에 의하면, 제1 하우징(120)은 제1 유체가 이동하는 영역인 상부 챔버를 포함할 수 있고, 제1 유체는 상기 상부 챔버 내에서 이동할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 제1 하우징(120)은 기관(130)의 상부에서 기관(130)과 접합됨으로써, 기관(130) 및 제1 하우징(120)이 형성하는 영역을 액적을 생성하는 장치(1000)의 외부 공간으로부터 차폐할 수 있다. 도 4를 참조하여 후술하는 바와 같이, 제1 하우징(120)은 외부로부터 제1 금속을 포함하는 제1 금속 화합물 및 상기 제1 금속과 다른 전도성을 나타내는 제2 금속을 포함하는 제2 금속 화합물을 포함하는 전구체들이 이온화된 제1 유체를 주입 받을 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전구체는 은, 금, 주석 또는 티타늄 중 적어도 2이상의 금속을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 전도성을 띄는 기타 금속을 더 포함할 수 있다.

[0048] 기관(330)은 상부 챔버(320) 및 상기 하부 챔버 내 적어도 일부 영역 사이에서, 상기 제1 유체가 상기 제2 유체 내에서 주입됨으로써 분산상(dispersed phase)의 액적(droplet)을 형성하도록, 상기 제1 유체를 상기 제2 유체로 주입하기 위한 하나 이상의 주입 홀을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 각각의 주입 홀은 미리 설정된 깊이의 다면체 구조의 제1 주입 영역 및 기 설정된 채널 길이 및 직경을 포함하는 제2 주입 영역을 포함할 수 있다.

[0049] 일 실시 예에 의하면, 기관(330)은 기관의 양 측면에서 이동하는 제1 유체 및 제2 유체의 이동 속도의 차이에 기초하여, 제1 유체가 제2 유체로 주입되기 위한 경로를 제공할 수 있다. 예를 들어, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 기관(330)상에 형성된 복수의 주입홀 각각과 하부 챔버에서 이동하는 제2 유체가 이루는 T-junction을 이용하여 복수의 액적 스트림을 생성할 수 있다.

[0050] 보다 상세하게는, 압력 구배, 상부 챔버(320) 및 하부 챔버(340)사이에 형성되는 전기장 또는 전자기 펄스 중 적어도 하나에 의해, 기관(330)에 형성된 주입 홀을 통하여 제1 유체가 연속상의 제2 유체로 주입되고, 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 이동 방향의 차이 및 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 이동 속도의 차이에 기초하여 전단력(shear force)이 발생하게 된다. 발생된 전단력은 상기 제1 유체의 분산상의 세그먼트가 완전히 분리될 때까지 분산상(dispersed phase)의 헤드 부분을 연장시킴으로써, 연속상(continuous phase)의 제2 유체 내 완전한 분산상의 액적들을 생성할 수 있다. 기관(330)의 구성 및 구조는 후술하는 도 4 내지 도 5를 참조하여 더 구체적으로 설명하기로 한다.

[0051] 제2 하우징(340)은 제1 유체와 다른 연속상(continuous phase)의 제2 유체가 이동하는 영역을 제공할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제2 하우징(340)은 기관(330)의 하부에서 기관(330)과 접합됨으로써, 기관(330) 및 제2 하우징(340)이 형성하는 영역을 액적을 생성하는 장치의 외부 공간으로부터 차폐할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제2 하우징(340)은 제2 유체가 이동하는 제2 하우징(340)내 일부 영역인 하부 챔버를 더 포함할 수 있다. 하부 챔버는 기관의 하부에서 기관에 접합되는 제2 하우징 내, 상기 기관 방향으로 개방되는 적어도 하나의 내측영역을 포함하고, 제2 유체는 상기 하부 챔버가 제공하는 내측 영역에서 이동할 수 있다.

[0052] 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 기관(330)의 상부에 접합되는 제1 하우징(320)으로부터 상기 기관(330)의 하부에 접합되는 제2 하우징(340)내에서, 이동하는 제2 유체로, 상기 제1 유체가 주입(injection)되도록 함으로써 분산상의 액적(342)을 생성할 수 있다. 또한, 상기 액적(342)은 기관(330)에 형성된 하나 이상의 주입 홀(332)들을 통하여 기관(330)내 일부 영역에서 동시 다발적으로 생성될 수 있고, 상기 액적들은 액적들이 제2 유체 상에서 소정의 간격에 따라 연속적으로 위치하는 액적 스트림(344)을 형성할 수 있다.

[0053] 도 3을 참조하면, 기관(330)에 형성된 주입 홀 및 상기 주입 홀을 통하여 친유성 유체인 제2 유체(354)로, 친수

성 유체인 제1 유체(352)가 주입되는 과정이 단면도로 도시된다. 일 실시 예에 의하면, 주입 홀의 단면은 피라미드 형태의 다면체 구조로 형성되는 제1 주입 영역의 단면 및 소정의 길이 및 직경을 가지는 원기둥 형태로 형성되는 제2 주입 영역의 단면을 포함할 수 있다. 연속상의 제2 유체로 주입된 제1 유체(352)들은 분산상의 액적 스트림을 형성하고, 액적 스트림은 제2 유체의 이동 방향으로, 제2 유체와 함께 이동할 수 있다.

[0054] 도 4는 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0055] 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치 (1000)는 제1 하우징(410), 기관(430) 및 제2 하우징(450)을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제1 하우징(410)은 제1 하우징의 적어도 일부 영역에 형성되는 상부 챔버(411)를 포함할 수 있다. 상부 챔버(411)는 상기 제1 하우징의 적어도 일부 영역에 위치하고, 상기 제1 하우징이 기관(430)의 상부에 접합 시, 상기 기관 방향으로 개방된 내측 영역을 형성하며, 상기 내측 영역은 외부 공간과 차폐될 수 있다. 따라서, 도 4에는 도시되지 않았으나, 상기 상부 챔버(411)의 상단부는 제1 하우징(410)과 동일한 재질로 덮일 수 있고, 상부 챔버(411)는 제1 하우징(410) 내, 기관 방향으로만 일부 개방될 수 있다.

[0056] 일 실시 예에 의하면, 제1 하우징(410)은 상부 챔버(411)로 공급되는 제1 유체 주입구(412), 상기 제1 유체가 배출되는 제1 유체 배출구(414)가 체결되는 체결부를 포함할 수 있다. 그러나 또 다른 실시 예에 의하면, 제1 하우징(410)은 하부 챔버(452, 454)로 공급되는 제2 유체 주입구(416) 및 제2 유체 배출구(418)를 체결하기 위한 체결부 및 액적이 배출되는 액적 배출구(420)를 결합하기 위한 체결부를 더 포함할 수도 있다.

[0057] 일 실시 예에 의하면, 상부 챔버(411)는 제1 유체 주입구 및 제1 유체가 배출되는 제1 유체 배출구를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 유체 주입구(412) 및 제1 유체 배출구(414)는 체결부를 통하여 제1 하우징(410) 및 상기 제1 하우징(410)내에 형성된 상부 챔버에 결합될 수 있다. 상부 챔버(411)는 제1 유체 주입구(412)를 통하여 하나 이상의 전구체를 포함하는 제1 유체를 주입 받고, 제1 유체 배출구를 통하여 상기 제1 유체를 배출할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제1 유체 주입구(412) 및 제1 유체 배출구(414)에는 적어도 하나의 실린지 펌프가 결합될 수 있고, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 실린지 펌프를 제어함으로써 제1 유체의 이동 속도를 제어할 수 있다. 그러나 또 다른 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 상부 챔버 및 하부 챔버 사이에서 형성되는 전기장 또는 전자기 펄스에 의하여 제1 유체의 이동 속도를 조절할 수도 있다.

[0058] 기관(430)은 제1 하우징(410) 및 제2 하우징(450) 사이에 위치하고, 제1 하우징(410)내에서 이동하는 제1 유체가, 제2 하우징(450)내에서 이동하는 제2 유체로 주입됨으로써 분산상의 액적을 형성하도록, 하나 이상의 주입 홀(injection hole, 230)을 포함할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 기관(430)은 하부 챔버로 연결되는 제2 유체 주입구(416), 제2 유체 배출구(418) 및 액적 배출구(420)가 체결되는 체결홀(434, 436, 438)을 더 포함할 수도 있다.

[0059] 일 실시 예에 의하면, 기관(430)에 형성된 하나 이상의 주입 홀들은 미리 설정된 패턴에 따라 배열됨으로써 주입 어레이(injection array)를 형성할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 상기 하나 이상의 주입 홀들은, 상기 제1 하우징(410)내 상부 챔버(411)가 형성된 영역에 대응되는 위치에서, 상기 기관(430)내에 형성될 수 있다. 주입 어레이에 포함된 하나 이상의 주입 홀들은, 제1 유체 및 제2 유체의 이동 속도 차이에 기초하여, 상기 제1 유체가 제2 유체로 주입될 수 있도록, 상기 제1 유체가 이동하는 이동 경로를 제공할 수 있다.

[0060] 일 실시 예에 의하면, 제2 하우징(450)은 제2 하우징의 적어도 일부 영역에 형성되는 하부 챔버들(452, 454)을 포함할 수 있다. 하부 챔버는 액적들이 형성되는 액적 챔버(452) 및 액적 챔버들에 광이 조사됨으로써, 각 액적 내 이온화된 금속 이온들이 환원됨으로써 금속 입자가 생성되는 합성 챔버(454)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 액적 챔버는 제1 하우징(410)에서 상부 챔버(411)가 형성된 위치에 대응되는, 제2 하우징(450) 내 일부 영역에 형성될 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 액적 챔버는 상부 챔버 영역에 대응되는 영역에 위치할 수도 있지만, 또 다른 실시 예에 의하면, 액적 챔버의 적어도 일부 영역의 위치만이 상부 챔버의 적어도 일부 영역의 위치에 대응될 수도 있다.

[0061] 일 실시 예에 의하면, 하부 챔버는 제1 유체와 다른 연속상(continuous phase)의 제2 유체가 이동하는 영역을 제공할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 하부 챔버는 제2 하우징의 적어도 일부 영역에 위치하고, 상기 제2 하우징이 기관(430)의 하부에 접합 시, 상기 기관 방향으로 개방된 내측 영역을 형성하며, 상기 내측 영역은 외부 공간과 차폐될 수 있다. 즉, 제2 유체는 상기 외부 공간과 차폐되는 내측 영역에서 이동될 수 있다.

[0062] 도 4에는 도시되지 않았지만, 하부 챔버 중 액적 챔버의 하단부 제2 하우징(450)과 동일한 재질로 덮일 수 있고, 하부 챔버의 상단부는 제2 하우징(450)내, 기관 방향으로만 일부 개방될 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의

하면, 합성 챔버의 하단부는 광원으로부터 빛을 획득하기 위해 투명한 재질로 형성될 수 있고, 합성 챔버의 상단부는 제2 하우징(450)내, 기관방향으로만 일부 개방될 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 제2 하우징(450)은 제2 유체 주입구(416)가 체결되기 위한 체결부(462), 제2 유체 배출구(418)가 체결되기 위한 체결부(464) 및 액적 배출구(420)가 결합되기 위한, 체결부(466)를 더 포함할 수도 있다.

[0063] 일 실시 예에 의하면, 하부 챔버는 체결부(462)를 통하여 체결되는 제2 유체 주입구(416), 체결부(464)를 통하여 체결되는 제2 유체 배출구(418) 및 체결부(466)를 통하여 체결되는 액적 배출구(420)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제2 유체 주입구(416), 제2 유체 배출구(418) 및 액적 배출구(420)에는 적어도 하나의 실린지 펌프가 결합될 수 있고, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치 (1000)는 실린지 펌프를 제어함으로써, 제2 유체의 이동 속도 및 액적 배출 속도 중 적어도 하나를 제어할 수 있다.

[0064] 예를 들어, 제1 유체 주입구(412) 및 상기 제1 유체 배출구(414)는 상기 제1 유체의 주입 및 배출을 위한 적어도 하나의 제1 펌프가 연결되고, 상기 제2 유체 주입구(416) 및 상기 제2 유체 배출구(418)에는 상기 제2 유체의 주입 및 배출을 위한 적어도 하나의 제2 펌프가 연결되며, 상기 제1 펌프 및 상기 제2 펌프에 의해 발생하는 압력 구배에 기초하여 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 속도가 제어될 수 있다.

[0065] 또한, 일 실시 예에 의하면, 제2 하우징(450) 내 하부 챔버는, 상부 챔버 영역에 대응되는 영역에 위치하고, 주입 홀을 통하여 제1 유체가 제2 유체로 주입됨으로써 상기 액적이 형성되는 액적 챔버(452), 상기 액적 챔버에서 형성된 액적들 내 이온화된 금속들이 환원광에 의하여 환원되는 반응이 일어나는 합성 챔버(454), 상기 액적 챔버 및 합성 챔버 사이에서 액적들이 이동하는 제1 이동 채널(456) 및 환원광에 의해 환원된 하나 이상의 전도성 나노 입자들을 포함하는 액적들이 액적 배출구 까지 이동시키기 위한 제2 이동 채널(458)을 더 포함할 수도 있다.

[0066] 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(480)는, 상부 챔버(411)를 포함하는 제1 하우징(410), 하나 이상의 주입홀이 형성되는 기관(430) 및 하부 챔버를 포함하는 제2 기관(450)을 상하로 조립함으로써 생성될 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 (480)는 제1 하우징(410), 기관(430) 및 제2 하우징(450)을 상하로 접합시킴으로써, 제1 하우징 내 상부 챔버 및 제2 하우징 내 하부 챔버를 액적을 생성하는 장치의 외부와 차폐시킬 수 있다. 또한, 본 개시에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치 (480)는 제1 하우징(410), 기관(430) 및 제2 하우징(450)을 상하로 접합시킴으로써, 제1 하우징(410) 내 상부 챔버에서 이동하는 제1 유체가, 상측에서 하측 방향으로, 하나 이상의 주입 홀을 통하여 이동하도록 제어하고, 상기 주입 홀을 통하여 이동된 제1 유체가 제2 하우징 내 하부 챔버의 제2 유체로 주입되도록 함으로써 다량의 액적들이 효과적으로 생성되도록 할 수 있다.

[0067] 또한, 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 하부 챔버 내 다량으로 생성된 액적들에 환원광을 조사함으로써, 액적 내 이온화된 금속 입자를 환원시킴으로써, 액적 배출구에서 배출된 액적들이, 균일한 농도이 전도성 나노 입자들을 포함하도록 할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 상부 챔버(411)에서 이동하는 제1 유체는 친수성 유체이고, 친수성 유체는 이온화된 H₂AuCl₄(염화금산) 및 이온화된 SnCl₂(염화제일주석) 수용액을 포함할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 하부 챔버(452, 454)에서 이동하는 제2 유체는 친유성 유체이고, 친유성 유체는 미네랄 오일(mineral oil)을 포함할 수 있다.

[0068] 도 5는 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치 내 하나 이상의 주입 홀을 포함하는 기관의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0069] 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 하우징 및 제2 하우징 사이에, 하나 이상의 주입 홀(injection hole)을 포함하는 기관(530)을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 기관(530)은 상기 제1 하우징 내 상부 챔버의 위치와 대응되는 위치에 하나 이상의 주입 홀들이 미리 설정된 패턴에 따라 배치되는 주입 어레이(injection array)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 액적을 생성하는 장치(1000)내의 기관(530)은 소정의 포토리소그래피 공정을 통하여, 하나 이상의 단위 격자(546)가 배열되는 제1 패턴(544)을 포함할 수 있다. 또한, 소정의 식각(etching) 공정을 통하여 기관(530)내 형성된 제1 패턴 내 단위 격자(546)별로 제2 패턴이 형성될 수 있으며, 주입 홀은 상기 제2 패턴 내 적어도 일부를 식각함으로써 형성될 수 있다.

[0070] 일 실시 예에 의하면, 제1 패턴 내 단위 격자 별로 형성되는 제2 패턴은, 단위 격자를 밀면으로 하고, 밀면을 기준으로 상기 하부 챔버 방향으로 갈수록 폭이 좁아지는 다면체 구조로 형성될 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제1 패턴 내 단위 격자 별로 형성되는 제2 패턴은, 하부 챔버 방향으로 갈수록 폭이 좁아지는 피라미드 형태의 다면체 구조일 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 주입 홀은 미리 설정된 깊이의 다면체 구조가 형성되는 제

1 주입 영역(548) 및 단위 격자의 중심점을 기준으로 제2 패턴의 적어도 일부를 식각함으로써 형성되며, 일측이 제1 주입 영역과 연결되고, 타측이 하부 챔버와 연결되는 제2 주입 영역(554)을 포함할 수 있다.

[0071] 일 실시 예에 의하면, 제1 주입 영역(548) 내 상기 다면체 구조의 밑면의 일변의 길이(557)는 10um 내지 1000um 일 수 있다. 또한, 상기 제2 주입 영역(554)의 직경(558)은 10nm 내지 100um이고, 상기 제2 주입 영역의 길이(556)는 1um 내지 100um로 형성될 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니고, 제1 유체 및 제2 유체의 점도, 제1 유체 및 제2 유체 각각의 이동 속도, 액적에 포함된 전구체의 농도, 생성되는 액적의 크기에 따라 주입 홀의 높이 및 직경은 달라질 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 상기 높이 및 직경을 가지는 하나 이상의 주입 홀이 형성된 기판을 이용하여 생성한 액적은 10nm 내지 500nm일 수 있다.

[0072] 이하에서는, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)내 기판에 대한 포토리소그래피 공정 과정을 구체적으로 설명하기로 한다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)내의 기판에는, 상술한 바와 같이, 패턴 형성 장치에 의해, 하나 이상의 주입 홀을 포함하는 제2 패턴이 형성될 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 패턴 형성 장치는 포토리소그래피 장치 또는 소정의 식각 공정을 수행하는 반도체 소자를 제조하는 제조 장치를 포함할 수 있다.

[0073] 일 실시 예에 의하면, 패턴 형성 장치는, 준비된 기판 표면에 존재할 수 있는 유기물, 이온, 금속 불순물의 오염을 막기 위해, 준비된 기판에 대한 화학적 세척 과정을 수행할 수도 있다. 패턴 형성 장치는 기판을 세척 후, 기판에 포토레지스트 및 질화규소막을 코팅할 수 있다. 예를 들어, 패턴 형성 장치는 기판에 질화 규소막(Si3N4)을 코팅한 후, 코팅된 질화 규소막위에 포토레지스트를 도포할 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니며, 기판을 생성하는 장치는 질화규소막 외에, SiO2, Si3N4, PolySi를 코팅할 수도 있다.

[0074] 포토레지스트는 빛에 민감한 감광제로써, 포지티브 포토레지스트 또는 네가티브 포토레지스트를 포함할 수 있다. 패턴 형성 장치(미도시)는, 질화규소막 및 포토레지스트가 코팅된 기판에 포토리소그래피 공정을 수행함으로써 제1 패턴을 형성할 수 있다. 예를 들어, 패턴 형성 장치(미도시)는 소정의 패턴이 형성된 마스크를, 기판상에 정렬 시키고, 정렬된 마스크를 고정시킨 상태에서 UV에 마스크 및 기판을 노광시킴으로써 제1 패턴을 형성할 수 있다.

[0075] 일 실시 예에 의하면, 패턴 형성 장치는, 정렬된 마스크 및 기판에 자외선 UV(Ultraviolet)를 노광 시킨 후, 현상액 및 세척액을 이용하여 감광된 포토레지스트 일부를 제거함으로써 develop과정을 수행한다. 또한, 패턴 형성 장치는 develop과정을 수행한 후, 포토레지스트가 기판 상에 잘 고정되게 하기 위해 hard bake과정을 더 수행할 수 있다. 패턴 형성 장치는, hard bake후, 건식 또는 습식 식각 공정을 통해, 포토레지스트로 보호되지 않았던 질화 규소막을 선택적으로 더 제거함으로써, 포토레지스트 및 질화규소막으로 코팅된 기판상 일부의 영역에 제1 패턴을 형성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제1 패턴은 마이크로 스케일의 패턴을 포함할 수 있다.

[0076] 패턴 형성 장치는 습식 식각을 통해 제2 패턴을 형성할 수 있다. 예를 들어, 패턴 형성 장치는 제1 패턴이 형성된 상태에서, 기판상에 비등방성 습식 식각(Anisotropic wet etching) 공정을 수행함으로써 제1 패턴 내 단위 격자 별 미리 설정된 깊이를 가지는 제2 패턴을 형성시킬 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 패턴 형성 장치가 제1 패턴 내 생성한 제2 패턴은 다면체 구조로써, 음각 형태의 피라미드 구조의 패턴일 수 있다. 보다 상세하게는, 제2 패턴은 제1 패턴상, 단위 격자를 밑면으로 하고, 상기 밑면을 기준으로 하부 챔버 방향으로 갈수록 폭이 좁아지는 피라미드 구조의 패턴일 수 있다.

[0077] 패턴 형성 장치는, 음각 형태의 피라미드 구조의 패턴을 생성한 후, 질화규소막을 제거할 수 있다. 예를 들어, 패턴 형성 장치는 제1 패턴상, 연속적인 피라미드 구조의 제2 패턴을 형성시킨 후, 포토레지스트가 제거된 기판상, 질화 규소막을 제거할 수 있다. 패턴 형성 장치가 질화 규소막을 제거하면, 기판상에는, 상기 제1 패턴에 기초하여 생성된 피라미드 구조의 제2 패턴이 나타날 수 있다. 본 개시에 따른 제2 패턴은, 제1 패턴 내 단위 격자 별로 형성된 제1 주입 영역들의 집합을 포함할 수 있다.

[0078] 패턴 형성 장치는 제2 패턴 중 적어도 일부를 식각할 수 있다. 패턴 형성 장치는 제2 패턴 중 적어도 일부를 식각함으로써 기판 상에 하나 이상의 주입홀을 형성할 수 있다. 예를 들어, 패턴 형성 장치는 습식 식각을 통하여 기판상 제1 패턴 내, 단위 격자를 밑면으로 하고, 하부 챔버 방향으로 갈수록 폭이 좁아지는 피라미드 구조의 제2 패턴을 형성한 후, 형성된 제2 패턴의 중심부를 FIB(Focused Ion Beam) 식각을 수행함으로써 홀을 형성할 수 있다.

[0079] 보다 상세하게는, 패턴 형성 장치는 습식 식각을 통하여 기판 상에 기 설정된 깊이로 형성되는 피라미드 구조의 제1 주입 영역을 형성한 후, 제1 주입 영역 상 적어도 일부에 FIB 식각(etching) 공정을 수행함으로써, 소정의

직경 및 길이를 가지는 제2 주입 영역을 형성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 패턴 형성 장치는, 제1 패턴 내 단위 격자 별로 형성되어 있는 제2 패턴에, FIB 식각 공정을 수행함으로써, 단위 격자 별로 미리 생성된 제1 주입 영역들에 제2 주입 영역들을 더 생성할 수 있다.

[0080] 본 개시에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치 (1000)는, 상술한 패턴 형성 장치가 생성한 하나 이상의 주입 홀을 포함하는 기판을 이용하여, 다량의 액적들을 생성할 수 있다. 예를 들어, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 압력 구배, 전자기장 또는 전자기 펄스 중 적어도 하나에 의해 제1 유체를 기판 상에 형성된 주입 홀을 통하여, 제2 유체로 이동시킬 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 이동 방향의 차이, 상기 제1 유체 및 제2 유체의 속도 차이에 기초하여 발생하는 전단력(shear force)에 따라, 제2 유체 내 분산상의 액적이 생성되도록 할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 상기 전단력(shear force)는 제1 유체 및 상기 제2 유체의 속도차이, 상기 제2 주입 영역의 길이, 상기 제2 주입 영역의 직경, 상기 제1 유체의 점도 중 적어도 하나에 따라 달라질 수 있다.

수학식 1

$$\Delta P = \frac{128\mu V l}{\pi d^4}$$

[0081] 여기서, ΔP 는 제1 유체 및 제2 유체의 이동 속도 차이에 기초하여 발생하는 전단력(shear force)에 기초하여, 제2 주입 영역 내 채널 끝 부분에서, 제1 유체의 분산상의 세그먼트부분에 적용되는 압력 차이이고, μ 는 제1 유체의 점도(viscosity)이며, V는 제2 주입 영역 내 채널에서 이동하는 제1 유체의 이동 속도, l은 제2 주입 영역의 길이, d는 제2 주입 영역의 직경을 나타낸다.

[0083] 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치 (1000)는 미리 설정된 제1 유체의 점도, 제2 주입 영역 내 채널의 길이, 제2 주입 영역의 직경, 상기 제1 유체 및 제2 유체의 이동 속도를 제어함으로써, 분산상의 액적 생성 과정을 제어할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 상기 수학식 1에 따른 압력 차이는 약 10^{-7} 내지 10^{-9} Pa일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0084] 도 6은 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하기 위한 장치가 전도성 나노 입자를 생성하기 위하여 이용하는 금속의 특성을 설명하기 위한 도면이다.

[0085] 도 6을 참조하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 나노 입자를 생성하기 위해 이용하는 금속 재료 (610)별 저항성(Resistivity, 620), 전도성(Conductivity, 630), 생체 적합성(Biocompatibility, 640) 및 가격(Price, 650)이 도시된다. 일 실시 예에 의하면 생체 적합성이란 다양한 상황에서, 생체가 적절한 반응을 보일 수 있도록 하는 재료의 능력을 나타낼 수 있다.

[0086] 은(611)의 경우, 생체 적합성(640)이 낮고, 금(612), 주석(616) 및 티타늄(618)의 경우 생체 적합성이 우수할 수 있다. 또한, 주석(616), 은(611) 및 몰리브데넘(614)의 경우 가격(650)이 저렴한 장점이 있고, 금(612) 및 티타늄(618)은 가격이 비싼 단점이 있다.

[0087] 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 은(611), 금(612), 몰리브데넘(614), 주석(616), 티타늄(618) 중 적어도 하나를 포함하는 금속 화합물을 이용하여 전도성 나노 입자를 생성할 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니며, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치는 서로 다른 전도성을 나타내는 다른 금속 입자를 이용하여 전도성 나노 입자를 생성할 수도 있다.

[0088] 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 도 6에 도시된 금속들 중 2이상의 금속을 선택하고, 선택된 2이상의 금속들을 이용하여 전도성 나노 입자를 생성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 선택하는 장치(1000)는 선택된 두 금속 입자의 전도성 차이가 미리 설정된 임계치 이상인 경우인지 여부를 결정하고, 전도성 차이가 미리 설정된 임계치 이상인 두 금속 입자만을 이용하여 전도성 나노 입자를 생성할 수도 있다.

[0089] 또 다른 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 선택된 두 금속 입자의 전도성 차이가 제1 임계치 이상이고, 선택된 두 금속 입자 각각의 생체 적합성이 제2 임계치 이상이며, 단위 액적에 포함된 금

속 입자의 가격이 제3 임계치 이하인, 두 금속 입자만을 이용하여 전도성 나노 입자를 생성할 수 있다.

- [0090] 도 7은 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치가 전구체를 환원시킴으로써 전도성 나노 입자를 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0091] 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 하나 이상의 전구체를 포함하는 제1 유체를, 기관에 형성된 하나 이상의 주입 홀을 통하여 연속상의 제2 유체 내로 주입함으로써, 복수의 액적들을 생성할 수 있다. 따라서, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 생성한 복수의 액적들은 각각 미리 설정된 농도의 이온화된 전구체를 포함할 수 있다.
- [0092] Case(720)를 참조하면, 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 생성한 액적(722)은 금 입자를 포함하는 금속 화합물이 이온화된 수용액을 포함할 수 있고, 따라서 액적(722)내에는 소정의 농도의 이온화된 금 입자가 포함될 수 있다. Case(740)을 참조하면, 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 생성한 액적(742)내에는 금 입자를 포함하는 금속 화합물이 이온화된 수용액 및 주석 입자를 포함하는 금속 화합물이 이온화된 수용액이 포함될 수 있다. 따라서, 일 실시 예에 따른 액적(724)내에는 소정의 농도의 이온화된 금 입자 및 주석 입자가 포함될 수 있다.
- [0093] 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 이온화된 금 입자를 포함하는 액적(722)에 자외선 광을 조사함으로써, 액적 내 이온화된 금 입자를 환원시킴으로써, 금 입자(724)를 생성할 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 액적에 소정의 시간 동안 환원광을 조사함으로써, 상기 액적 내에서 이온화된 금 입자를 핵으로 하는 핵성장(nucleation growth)을 통하여 나노 크기의 전도성 나노 입자(726)를 생성할 수 있다.
- [0094] 또 다른 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 이온화된 금 입자 및 주석 입자를 포함하는 액적(724)에 자외선 광을 조사함으로써, 액적 내 이온화된 금 입자 및 주석 입자를 환원시킬 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 액적(742)을 환원시킴으로써 금 입자 및 주석 입자(746)를 획득할 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 환원된 금 입자 및 주석 입자(746)를 핵으로 하는 핵 성장을 통하여 나노 크기의 전도성 나노 입자(748)를 생성할 수 있다.
- [0095] 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 전도성 나노 입자 내 금속 비를 조절함으로써 전도성 나노 입자의 전도성을 조절할 수 있다. 예를 들어, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 나노입자의 타겟 전도성을 결정하고, 결정된 타겟 전도성에 따른 전도성 나노 입자 내 제1 금속 및 제2 금속의 금속 비를 결정할 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 금속 및 제2 금속의 금속 비에 기초하여, 제1 유체 내, 제1 금속을 포함하는 제1 타입의 수용액 및 제2 금속을 포함하는 제2 타입의 수용액의 농도 비를 결정할 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 결정된 농도 비에 기초하여, 제1 타입의 수용액 및 제2 타입의 수용액을 포함하는 제1 유체를 상부 챔버에 주입하고, 상기 상부 챔버로부터 하부 챔버로 상기 제1 유체를 이동시킴으로써 복수의 액적을 생성하며, 생성된 액적을 환원시킴으로써, 상기 액적 내 타겟 전도성을 나타내는 전도성 나노 입자가 생성되도록 할 수 있다.
- [0096] 도 8은 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치가 전도성 나노 입자를 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0097] 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 하우징(810), 기관(820) 및 제2 하우징(830)을 포함할 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제2 금속을 포함하는 제2 타입의 수용액의 농도에 대한 제1 금속을 포함하는 제1 타입의 수용액의 농도의 비를 제1 농도비(예컨대, 4:3)로 결정하고, 결정된 제1 수용액 농도비에 따른 제1 유체를 제1 하우징(810) 내 상부 챔버에 주입할 수 있다. 또한, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 유체를 제1 하우징(810)내 상부 챔버에 주입함과 함께 친유성 유체인 제2 유체를 제2 하우징(820)내 하부 챔버에 주입할 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 적어도 하나의 실린지 펌프를 이용하여, 상부 챔버 및 하부 챔버 각각에서 이동하는 제1 유체 및 제2 유체의 이동 속도를 다르게 제어할 수 있다.
- [0098] 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 압력 구배, 전자기장 또는 전자기 펄스 중 적어도 하나에 기초하여 발생하는 구동력에 기초하여 제1 유체를 하나 이상의 주입 홀을 통하여 제2 유체로 주입시킬 수 있다. 또한, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 상기 제2 유체로 이동하는 제1 유체의 주입 방향 및 상기 제2 유체의 이동 방향의 방향 차이와, 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 속도 차이에 기초하여 발생하는 전단력에 기초하여, 다량의 액적들(834)을 생성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 생성한 액적들은 제2 하우징(830)내 액적 챔버에서 생성될 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 액적 챔버에서 생성

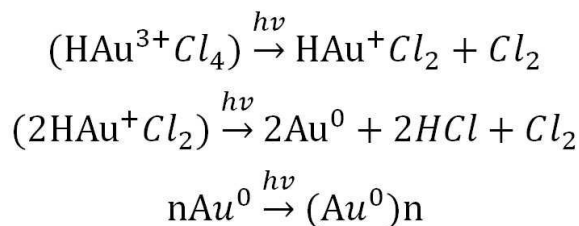
된 액적들은, 각 액적 내 제2 타입의 수용액의 농도에 대한 제1 타입의 수용액의 농도의 비가 제1 농도비(예컨대 4:3)인 액적들을 포함할 수 있다. 따라서, 일 실시 예에 의하면, 액적 챔버에서 생성된 액적(834)내 이온화된 금 입자 및 이온화된 주석 입자의 비는 4:3으로 마련될 수 있다.

[0099] 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 미리 설정된 제1 농도비 및 상기 제1 농도비와 유사한 농도비의 수용액을 포함하는 복수의 액적들을 합성 챔버로 이동시킬 수 있다. 예를 들어, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제2 유체 주입구 및 제2 유체 배출구에 연결된 적어도 하나의 실린지 펌프를 이용하여 제2 유체를 이동시킴으로써, 제2 유체 내 생성된 복수의 액적들을 함께 합성 챔버로 이동시킬 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 합성 챔버로 이동된 액적들에 광을 조사할 수 있다. 예를 들어, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 합성 챔버로 이동한 액적들에 자외선(UV)광을 조사함으로써, 금속 입자들을 환원시킬 수 있다.

[0100] 예를 들어, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 제1 임계 시간 동안 자외선 광을 액적(834)에 조사할 경우, 액적(834)에 포함된 이온화된 금 입자 및 주석 입자 중, 4개의 금 입자 및 3개의 주석 입자가 환원될 수 있고, 그 결과 액적(836)내에는 남아있는 이온화된 금 입자 및 이온화된 주석 입자의 비가 4:3로 마련될 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 제2 임계 시간 동안 자외선 광을 액적(836)에 더 조사할 경우, 액적(836)에 포함된 더 많은 금 입자 및 이온화된 주석 입자들이 환원될 수 있다. 그 결과, 액적(838)내에는 환원된 금 입자 및 이온화된 주석 입자의 비가 4:3으로 마련될 수 있다.

[0101] 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 기 설정된 비율의 환원 금속 입자를 이용하여 생성된 전도성 나노 입자들을 포함하는 액적(838)들을 제2 유체와 함께 제2 이동 채널로 이동시킬 수 있다. 제2 이동 채널로 이동된 액적(838)들은 액적 배출구를 통하여 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)외부로 배출될 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 합성 챔버에서 수행하는, 자외선 광에 의한 photo reduction 반응은 하기의 수학적식과 같이 정의될 수 있다.

수학적식 2



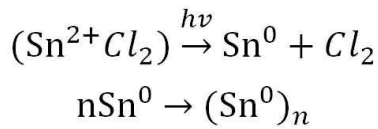
[0102]

[0103] 상기 수학적식 2를 참조하면, 제1 금속 화합물이 이온화된 제1 타입의 수용액으로부터 제1 금속이 환원되는 과정이 도시된다. 편의상, 1개 액적 내 포함된 제1 타입의 수용액의 환원 과정을 상기 수학적식 2를 참조하여 설명하기로 한다.

[0104] 예를 들어, 제1 금속 화합물이 염화금산(HAuCl_4)인 경우, 염화금산은 이온화됨으로써 액적 내에서 HAu^{3+} 및 Cl_4 로 존재할 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 임계 시간 동안 액적에 자외선을 조사함으로써, Cl_2 를 생성하고, 이로 인하여 생성된 전자 2개는 금이온과 결합하여 금을 환원시킬 수 있다.

[0105] 또한, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제2 임계 시간 동안, 액적에 자외선을 더 조사함으로써 액적 내에 2HCl 을 생성하고, 이로부터 생성된 2개 전자를 이용하여 이온화된 금을 환원시킴으로써 금 입자를 생성할 수 있다. 하기 수학적식 3을 참조하여, 제2 금속 화합물이 이온화된 제2 타입의 수용액으로부터 제2 금속이 환원되는 과정이 도시된다.

수학식 3



[0106]

[0107]

편의상, 1개 액적 내 포함된 제2 타입의 수용액의 환원 과정을 상기 수학식 3을 참조하여 설명하기로 한다. 예를 들어, 제2 금속 화합물이 염화제일주석(SnCl_2)인 경우, 염화제일주석은 이온화됨으로써 액적 내에서 Sn^{2+} 및 Cl_2 상태로 존재할 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 임계 시간 동안 액적에 자외선을 조사함으로써, Cl_2 를 생성하고, 이로 인하여 생성된 전자 2개는 주석이온과 결합하여 주석을 환원시킬 수 있다. 상술한 수학식 2 및 3과정에 따라, 전도성 나노 입자를 생성하는 전자 장치(1000)는 단위 액적 내 하나 이상의 금속 이온들을 이온화시킴으로써 나노 입자를 생성할 수 있다.

[0108]

일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 생성하는 액적 및 상기 액적으로부터 생성되는 전도성 나노 입자의 부피비는 10:1로 마련될 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 생성하는 복수의 액적들은 각각 크기가 5nm의 전도성 나노 입자들을 균일한 농도로 포함할 수 있다.

[0109]

일 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 생성하는 나노 입자의 크기는 전도성 나노 입자 내 금속들의 밴드갭에 기초하여 결정될 수 있다. 보다 상세하게는, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 생성하는 나노 입자의 크기는 하기의 수학식 4에 기초하여 결정될 수 있다.

수학식 4

$$\delta = 4E_f/3n$$

[0110]

[0111]

여기에서, δ 는 쿠보 갭(kubo gap) 에너지이고, E_f 는 벌크 금속의 페르미 준위이며, n 은 결정수(nuclearity)이다. 일 실시 예에 의하면, Room temperature 상수 $Kt=25$ meV보다 쿠보 갭 에너지가 클수록, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 생성하는 입자의 크기는 작아질 수 있다. 본 개시에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 25meV를 기준으로 전도성 나노 입자 내 쿠보 갭 에너지를 조절함으로써, 전도성 나노 입자의 크기를 조절할 수 있다.

[0112]

도 9는 일 실시 예에 따른 서로 다른 전도성을 나타내는 나노 입자를 설명하기 위한 도면이다.

[0113]

일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 유체 내 제1 타입의 수용액 및 제2 타입의 수용액의 농도 비를 조절함으로써, 단위 액적 내 제1 금속 및 제2 금속의 금속 비를 조절할 수 있다. 또한, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 제1 유체 내 제1 타입의 수용액 및 제2 타입의 수용액의 농도 비를 조절함으로써, 단위 액적 내 제1 금속 및 제2 금속의 금속 비를 조절할 수도 있다.

[0114]

또 다른 실시 예에 의하면, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 상부 챔버로 주입되는 제1 타입의 수용액에 포함된 제1 금속 화합물의 농도 및 상기 상부 챔버로 주입되는 상기 제2 타입의 수용액에 포함된 제2 금속 화합물의 농도 비를 조절함으로써, 전도성 나노 입자 내 제1 금속 및 제2 금속의 비를 조절할 수도 있다.

[0115]

예를 들어, 제1 금속 및 제2 금속은 서로 다른 전도성을 나타낼 수 있고, 전도성 나노 입자 내 제1 금속 및 제2 금속의 비를 다르게 조절함으로써, 전도성 나노 입자 내 전도성 역시 서로 달라질 수 있다. 일 실시 예에 따라, 제1 금속이 금(Au)이고, 제2 금속이 주석(Sn)인 경우를 가정하여 설명하기로 한다. 금의 경우 주석 보다 전도성이 높기 때문에, 전도성 나노 입자 내 주석 대비 금의 비율이 높을 경우, 전도성 나노 입자의 전도성은 증가될 수 있다.

[0116]

예를 들어, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 주석을 포함하는 제2 타입의 수용액 대비 금을 포함하는

제1 타입의 수용액의 농도를 제1 수용액 농도비, 제2 수용액 농도비, 제3 수용액 농도비 및 제4 수용액 농도비로 결정할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 제1 수용액 농도비로부터 제4 수용액 농도비로 갈수록, 제1 타입의 수용액 농도비는 증가할 수 있다.

[0117] 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 상술한 수용액 농도비에 따른 수용액들을 포함하는 제1 유체를 상부 챔버로 주입시키고, 상부 챔버 내 제1 유체를 하나 이상의 주입 홀을 통하여, 제2 유체 내로 주입함으로써 다량의 액적들을 생성할 수 있다. 일 실시 예에 따라, 제1 유체 내 제1 타입의 수용액 및 제2 타입의 수용액이 균일하게 섞여 있는 상태를 가정하면, 제1 유체 내, 제2 타입의 수용액 대비 제1 타입의 수용액 농도는, 단위 액적 내 제2 타입의 수용액 대비 제1 타입의 수용액 농도에 대응될 수 있다. 따라서, 상술한 단위 액적에 환원광을 조사함으로써, 상기 단위 액적 내에서 생성되는 전도성 나노 입자들이 입자 구성비 역시 단위 액적 제2 타입의 수용액 대비 제1 타입의 수용액 농도 및 제1 유체 내 제1 타입의 수용액 및 제2 타입의 수용액 농도 비에 대응될 수 있다.

[0118] 즉, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 제1 수용액 농도비에 따른 제1 유체를 이용하여 생성한 제1 전도성 나노 입자(942), 제2 수용액 농도비에 따른 제1 유체를 이용하여 생성한 제2 전도성 나노 입자(944), 제3 수용액 농도비에 따른 제1 유체를 이용하여 생성한 제3 전도성 나노 입자(946) 및 제4 수용액 농도비에 따른 제1 유체를 이용하여 생성한 제4 전도성 나노 입자(948)는 서로 다른 전도성을 나타낼 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 제4 전도성 나노 입자(948)는 제4 수용액 농도비에 따른 제1 유체를 이용하여 생성된 것이므로, 가장 많은 금 입자를 포함함으로써 가장 높은 전도성을 나타낼 수 있다.

[0119] 도 10은 일 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치의 블록도이다.

[0120] 도 11은 또 다른 실시 예에 따른 전도성 나노 입자를 생성하는 장치의 블록도이다.

[0121] 일 실시 예에 의하면, 액적을 생성하는 장치(1000)는 상부 챔버(910), 기관(920) 및 하부 챔버(930)를 포함할 수 있다. 그러나, 도시된 구성 요소가 모두 필수구성요소인 것은 아니고, 도시된 구성 요소보다 많은 구성 요소에 의해 액적을 생성하는 장치(1000)가 구현될 수도 있고, 그보다 적은 구성 요소에 의해서도 액적을 생성하는 장치(1000)는 구현될 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 액적을 생성하는 장치(1000)는 실린지 펌프(1040), 액적 수집부(1050), 센서부(1060), 광원(1062), 프로세서(1070), 네트워크 인터페이스(1080), 메모리(1090) 및 출력부(1092)를 더 포함할 수도 있다.

[0122] 상부 챔버(1010)는 하나 이상의 전구체를 포함하는 제1 유체가 이동하는 영역을 제공할 수 있다. 상부 챔버(910)는 도 4의 상부 챔버(411)에 대응될 수 있으므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다. 기관(920)은 상부 챔버 및 상기 하부 챔버 내 적어도 일부 영역 사이에서, 상기 제1 유체가 상기 제2 유체 내에서 주입됨으로써 분산상(dispersed phase)의 상기 액적(droplet)을 형성하도록, 상기 제1 유체를 상기 제2 유체로 주입하기 위한 하나 이상의 주입 홀을 포함할 수 있다. 기관(920)은 도 4의 기관(430)에 대응될 수 있으므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다. 하부 챔버(930)는 제1 유체와 다른 연속상(continuous phase)의 제2 유체가 이동하는 영역을 제공할 수 있다. 하부 챔버(930)는 도 4의 액적 챔버(452) 내지 합성 챔버(454)에 대응될 수 있으므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0123] 실린지 펌프(1040)는 제1 유체 주입구, 제1 유체 배출구, 제2 유체 주입구, 제2 유체 배출구 및 액적 배출구 중 적어도 하나에 연결됨으로써, 제1 유체 및 제2 유체 사이에 압력 구배를 형성할 수 있다. 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 압력 구배에 기초하여, 제1 유체가 기관상의 하나 이상의 주입 홀을 통하여 제2 유체 내로 주입되게 함으로써 분산상의 액적들을 생성할 수 있다.

[0124] 액적 수집부(1050)는 하부 챔버에서 생성된 액적들을 수집할 수 있다. 예를 들어, 액적 수집부는 제2 이동 채널(458) 및 하부 챔버 내 액적 배출구(420) 사이에 위치할 수 있다. 액적 수집부(1050)는 액적 배출구로 배출되기 전 액적을 생성하는 장치(1000)에서 생성된 액적들을 보관할 수 있다.

[0125] 센서부(1060)는 지자기 센서(Magnetic sensor), 가속도 센서(Acceleration sensor), 온/습도 센서, 적외선 센서, 자이로스코프 센서, 위치 센서(예컨대, GPS), 기압 센서, 근접 센서, 모션 센서(미도시), 접촉 강도 센서(미도시), 촉감(tactile) 출력 생성기 및 RGB 센서(illuminance sensor) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 센서부(1060) 내 온도 센서는 액적을 생성하는 장치 내 상부 챔버 및 하부 챔버에서 이동하는 제1 유체 및 제2 유체의 온도를 센싱할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 센서부(1060)는 열을 생성하기 위한 발열 모듈을 더 포함할 수도 있고, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)는 온도 센서에서 센싱된 측정 값에 기초하여, 발열 모듈을 제어함으로써, 상부 챔버 및 하부 챔버 내 온도를 제어할 수 있다.

상술한 각 센서들의 기능은 그 명칭으로부터 당업자가 직관적으로 추론할 수 있으므로, 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

- [0126] 광원부(1062)는 액적에 포함된 하나 이상의 전구체내 금속 이온들을 환원시키기 위한 광을 발생시키는 적어도 하나의 광원을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 광원부는 자외선 광을 발생시키는 적어도 하나의 광원을 포함할 수 있다.
- [0127] 프로세서(1070)는 통상적으로 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)의 전반적인 동작을 제어한다. 예를 들어, 프로세서(1070)는, 메모리(1090)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 실린지 펌프(1040), 센서부(1060), 네트워크 인터페이스(1080), 메모리(1090) 및 출력부(1092)의 동작을 제어할 수 있다. 또한, 프로세서(1070)는 메모리(1090)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 도 1 내지 도 10에 기재된 액적을 생성하는 장치(1000)의 일부 기능을 수행할 수 있다.
- [0128] 예를 들어, 프로세서(1070)는 액적 수집부에서 수집된 액적 내 전구체의 농도를 측정하고, 측정된 전구체의 농도를 출력부(1092)의 디스플레이를 통하여 출력할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1070)는 온도 센서를 통하여 측정된 센싱 값에 기초하여, 상부 챔버 및 상부 챔버 내 온도를 제어할 수 있다. 또한, 프로세서(1070)는 실린지 펌프를 제어함으로써, 상부 챔버 및 하부 챔버 각각에서 이동하는 제1 유체 및 제2 유체의 이동 속도를 제어함으로써, 액적 생성 속도를 제어할 수도 있다.
- [0129] 네트워크 인터페이스(1080)는 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)가 다른 전자 장치(미도시), 외부 디바이스 및 서버 장치와 통신을 하게 하는 하나 이상의 구성요소를 포함할 수 있다. 다른 전자 장치(미도시)는 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)와 통신 가능한 컴퓨팅 장치이거나 센싱 장치일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 네트워크 인터페이스(1080)는, 무선 통신 인터페이스, 유선 통신 인터페이스, 이동 통신부를 포함할 수 있다.
- [0130] 무선 통신 인터페이스는 근거리 통신부(short-range wireless communication unit)(1510)는, 블루투스 통신부, BLE(Bluetooth Low Energy) 통신부, 근거리 무선 통신부(Near Field Communication unit), WLAN(와이파이) 통신부, 지그비(Zigbee) 통신부, 적외선(IrDA, infrared Data Association) 통신부, WFD(Wi-Fi Direct) 통신부, UWB(ultra wideband) 통신부, Ant+ 통신부 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0131] 유선 통신 인터페이스는 USB(universal serial bus), HDMI(high definition multimedia interface), RS 232(recommended standard 232), 전력선 통신, 또는 POTS(plain old telephone service) 등 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0132] 이동 통신부는, 이동 통신망 상에서 기지국, 외부의 단말, 서버 중 적어도 하나와 무선 신호를 송수신한다. 여기에서, 무선 신호는, 음성 호 신호, 화상 통화 호 신호 또는 문자/멀티미디어 메시지 송수신에 따른 다양한 형태의 데이터를 포함할 수 있다.
- [0133] 메모리(1090)는 프로세서(1070)의 처리 및 제어를 위한 명령들(Instructions)을 저장할 수 있고, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치(1000)로 입력되거나, 전도성 나노 입자를 생성하는 장치와 통신 가능한 외부 디바이스로 입력되거나 출력되는 데이터를 저장할 수 있다. 또한, 메모리(1090)에 저장된 응용 프로그램을 위한 명령어는, 모바일 응용 프로그램, 하나 이상의 클라이언트 측 장치를 통해 실행 가능한 응용 프로그램을 위한 명령어들을 포함할 수 있다.
- [0134] 메모리(1090)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(RAM, Random Access Memory) SRAM(Static Random Access Memory), 롬(ROM, Read-Only Memory), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [0135] 메모리(1090)에 저장된 프로그램들은 그 기능에 따라 복수 개의 모듈들로 분류할 수 있는데, 예를 들어, UI 모듈, 터치 스크린 모듈, 알림 모듈 등으로 분류될 수 있다. 하지만, 이에 한정되는 것은 아니고, 더 많은 모듈을 포함할 수 도 있다. 예를 들어, 일 실시 예에 따른 메모리(1090)는 UI 모듈, 터치 스크린 모듈 및 알림 모듈외에, 외부 디바이스 운영 체제 시스템 모듈, 애플리케이션 모듈, 설정 모듈을 더 포함할 수도 있다.
- [0136] 출력부(1092)는 출력부(1092)는, 오디오 신호 또는 비디오 신호 또는 진동 신호를 출력할 수 있으며, 출력부(1092)는 디스플레이부, 음향 출력부 및 진동 모터를 포함할 수 있다. 디스플레이부는 프로세서(1070)가 분석한

액적 분석 결과, 액적을 생성하는 장치에서 생성되는 액적 내 전구체의 농도, 시간당 생성되는 액적 부피에 관한 그래프들을 출력할 수 있다. 음향 출력부는 네트워크 인터페이스(1080)로부터 수신되거나 메모리(1090)에 저장된 오디오 데이터를 출력한다. 또한, 음향 출력부는 액적을 생성하는 장치 (1000)에서 수행되는 기능(예를 들어, 호신호 수신음, 메시지 수신음, 알람음)과 관련된 음향 신호를 출력한다.

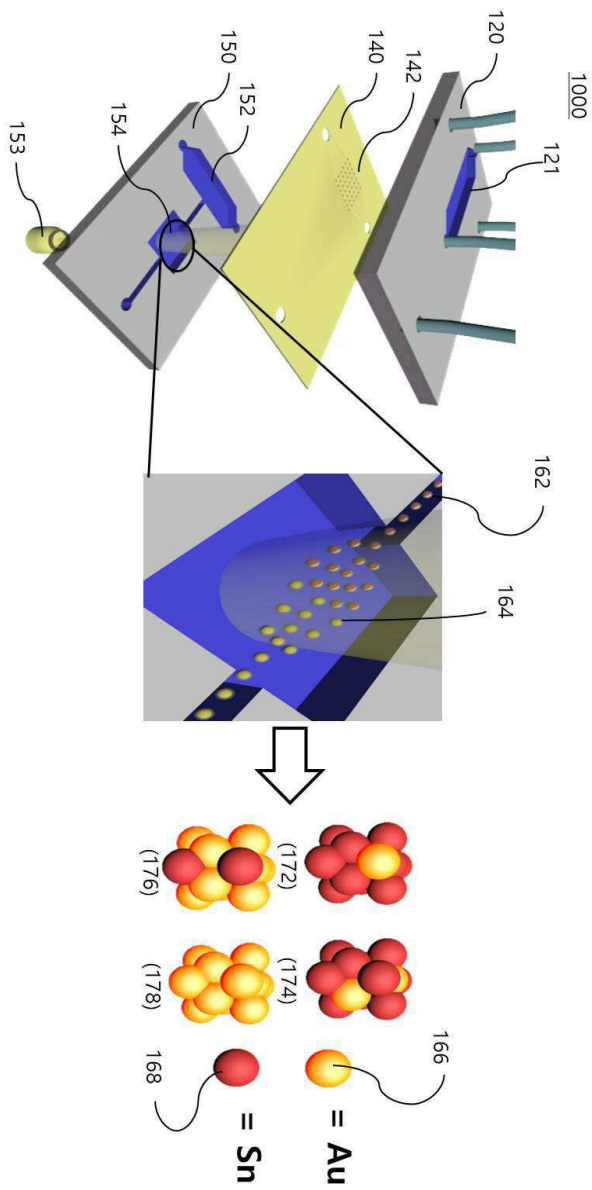
[0137] 일 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 개시를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

[0138] 또한, 상기 일 실시 예에 다른 방법을 수행하도록 하는 프로그램이 저장된 기록매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 장치가 제공될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

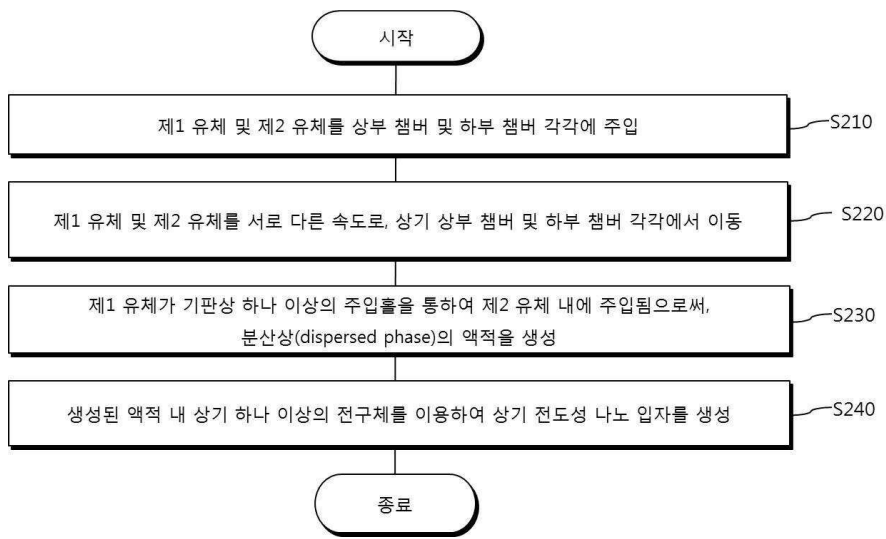
[0139] 이상에서 본 개시의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 개시의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 개시의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 개시의 권리범위에 속한다.

도면

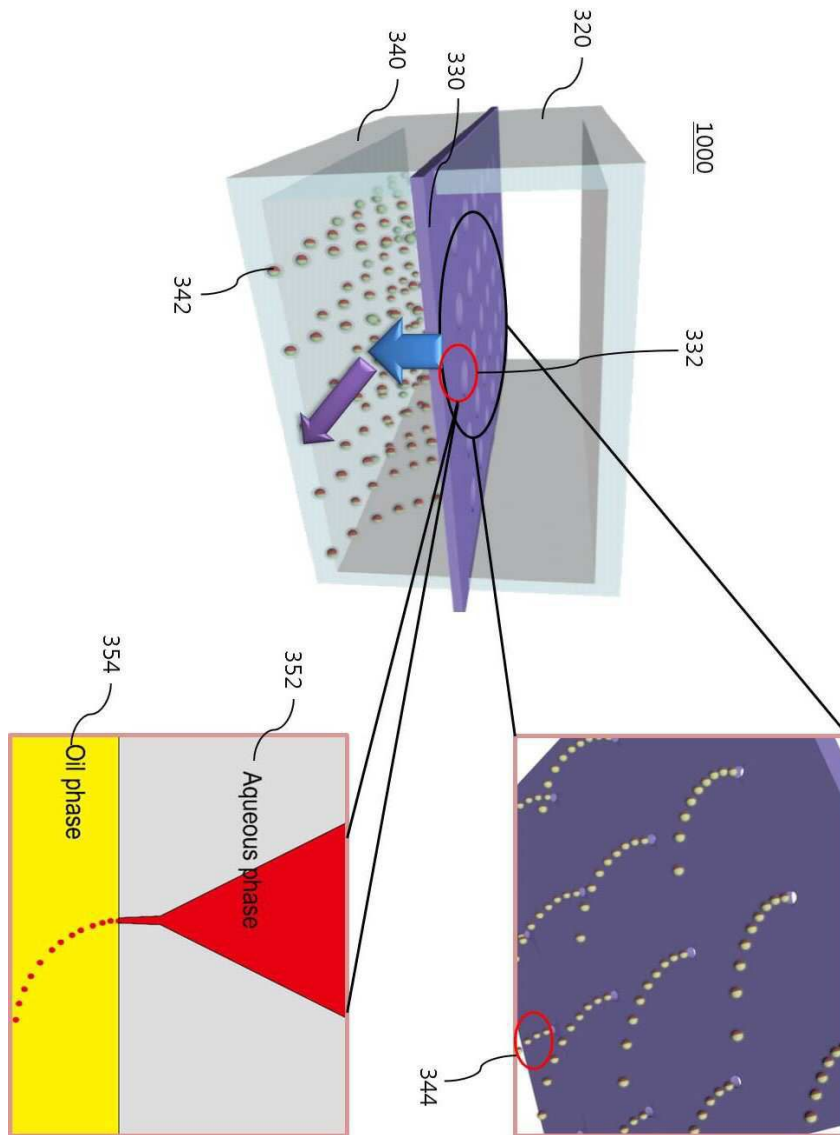
도면1



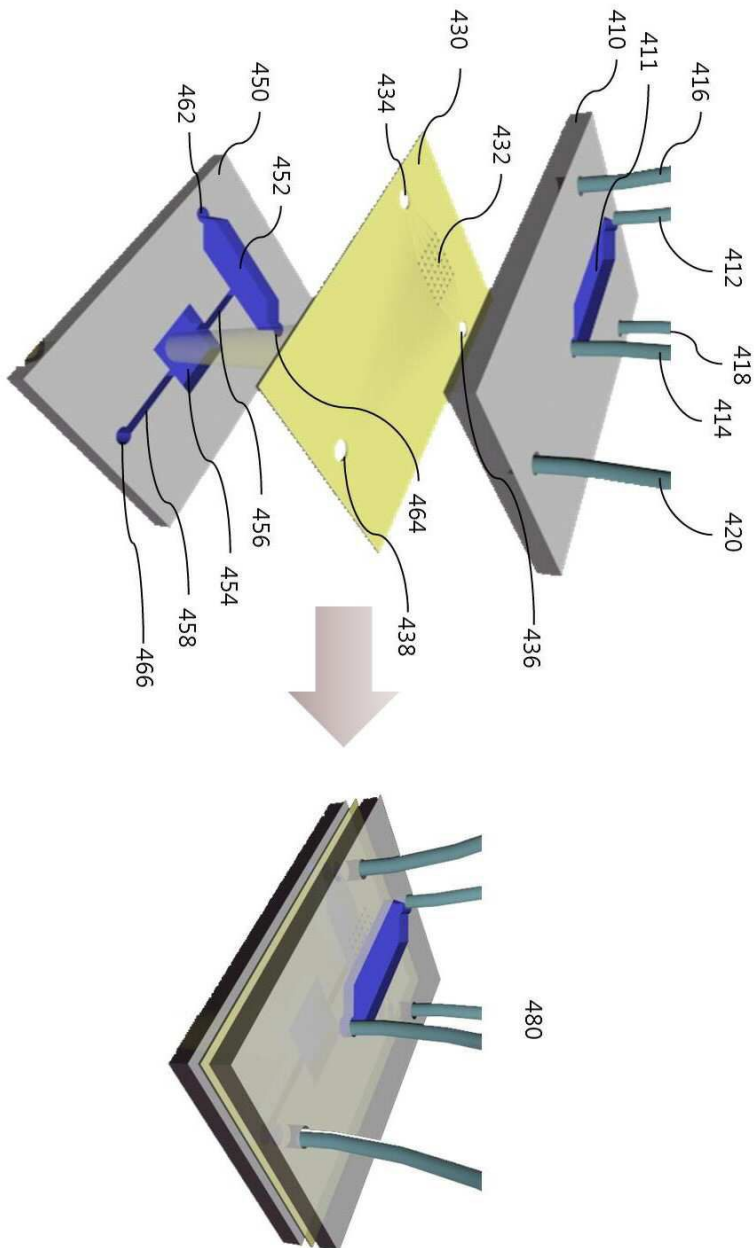
도면2



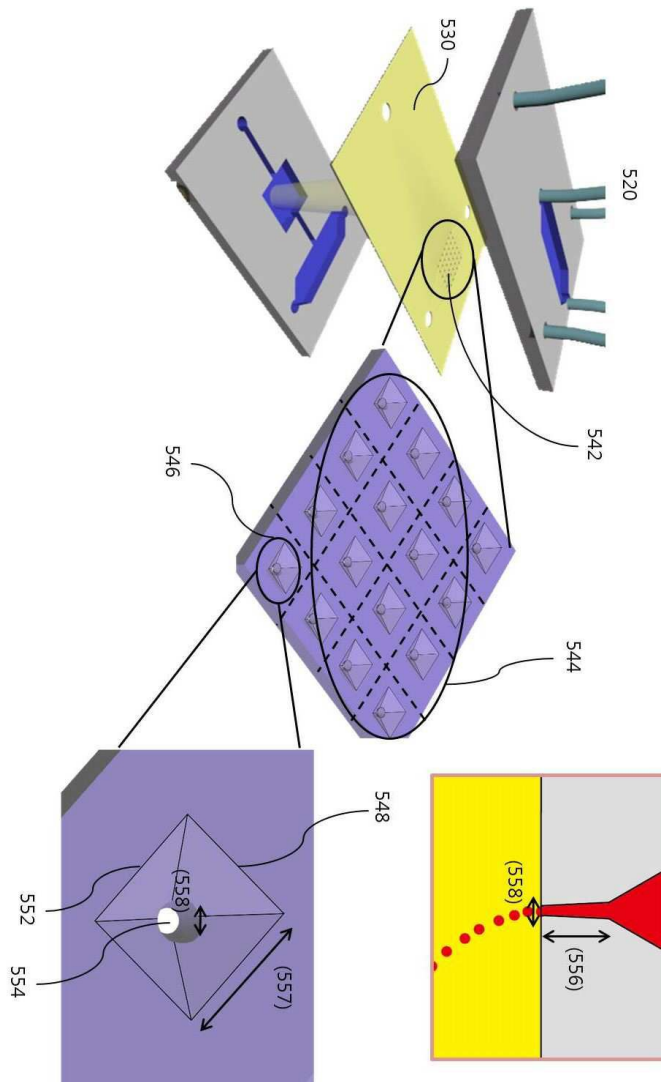
도면3



도면4



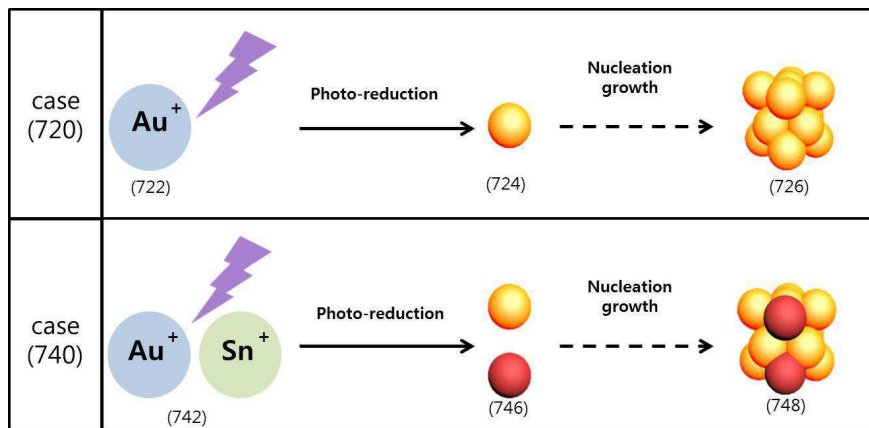
도면5



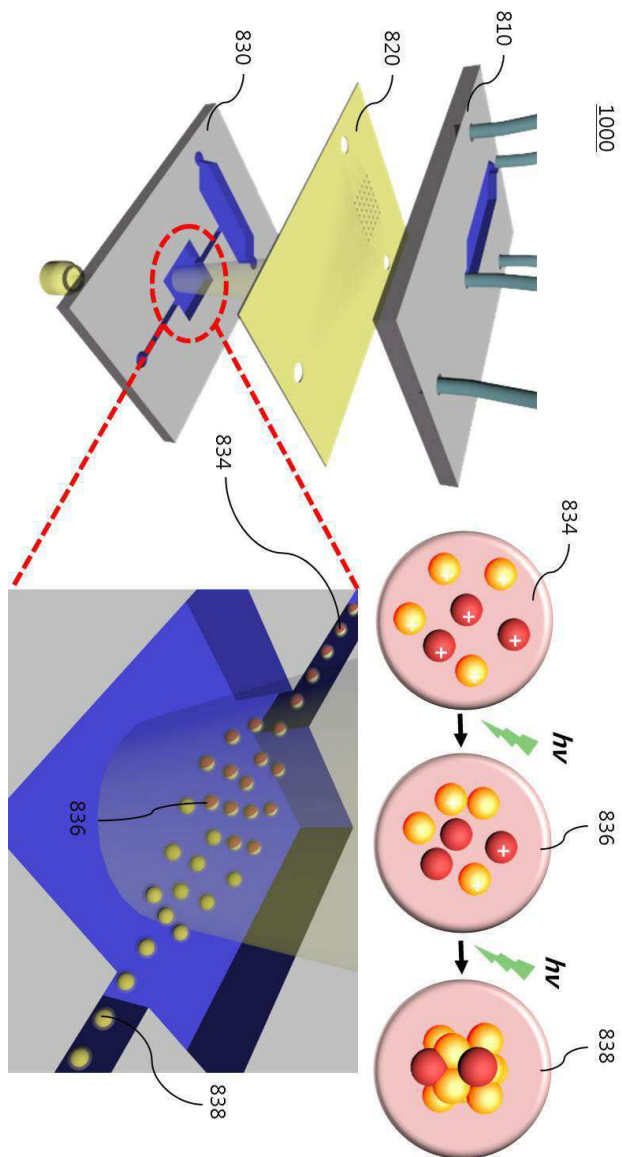
도면6

Material (610)	Resistivity (620)	Conductivity (630)	Biocompatibility (640)	Price (650)
Silver (611)	$1.59 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$	$6.30 \times 10^7 S/m$	Poor	Cheap
Gold (Au) (612)	$2.44 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$	$4.52 \times 10^7 S/m$	Excellent	Expensive
Molybdenum (614)	$5.23 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$	$1.91 \times 10^7 S/m$	Good	Cheap
Tin (Sn) (616)	$1.15 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$	$8.70 \times 10^6 S/m$	Excellent	Very cheap
Titanium(618)	$5.56 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$	$1.80 \times 10^6 S/m$	Excellent	Very expensiv

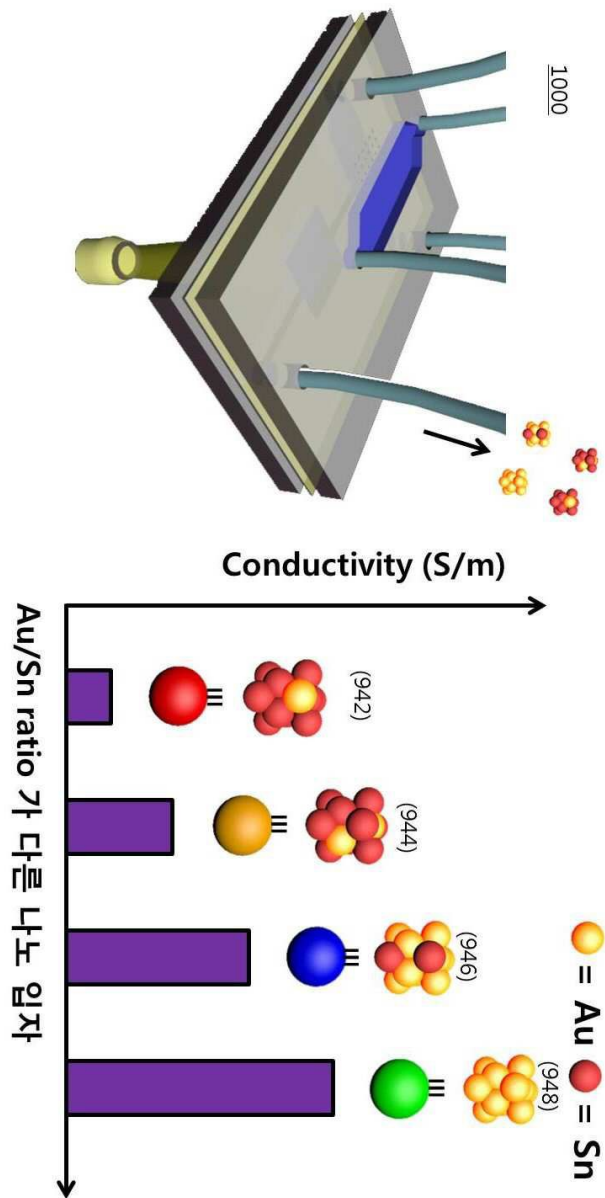
도면7



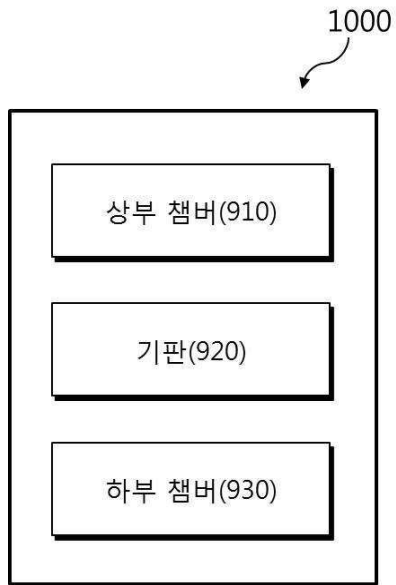
도면8



도면9



도면10



도면11

