

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2024-0120448
(43) 공개일자 2024년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 3/307 (2006.01) G01N 3/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 3/307 (2013.01)
G01N 3/12 (2020.05)
(21) 출원번호 10-2023-0013132
(22) 출원일자 2023년01월31일
심사청구일자 2023년01월31일

(71) 출원인
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교
산학협력관 201호(신당동)
(72) 발명자
김익현
대구광역시 수성구 수성로 71(상동, 수성동일하이
빌레이크시티아파트)
조신희
경기도 화성시 동탄공원로 21-12(능동, 푸른마을
포스코더샵2차)
(74) 대리인
특허법인지담

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 충격파 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법

(57) 요약

본 발명은 충격파 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 충격파관 장치, 상기 충격파관에 설치되어 상기 충격파관 내부의 압력을 감지 및/또는 측정하는 압력센서, 상기 충격파관에 설치되어 상기 충격파관에서 발생하는 진동 및/또는 충격을 감지 및/또는 측정하는 충격센서, 상기 압력센서

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



에서 감지 및/또는 측정된 압력데이터와, 상기 충격센서에서 감지 및/또는 측정된 충격데이터를 수집하는 데이터 프로세서, 및 상기 데이터 프로세서에서 수집한 데이터를 분석하는 데이터 분석장치를 이용한 FITO 소재의 견고성 테스트방법에 있어서, 상기 충격과관 장치는, 원형 또는 다각형상의 단면을 갖는 관으로 형성되며, 충격파의 영향을 측정할 수 있는 충격과관과, 상기 충격과관에 기체를 공급하여 압력을 가하는 가압부와, 상기 충격과관의 일부분이 분리 및 결합되도록 구동시키는 구동부를 포함하고, 상기 충격과관은, 상기 충격과관의 일측단에 배치되는 제1 관부와, 상기 구동부에 의해 설정된 파트로 분리되거나 결합되어 내부에 다이어프램 및 FITO 소재를 로딩하는 다이어프램 홀더와, 상기 다이어프램 홀더에 연결되고 상기 제1 관부보다 낮은 내부 압력을 갖는 제2 관부를 포함하고, (a) 다이어프램 홀더를 구동시켜 충격과관에 다이어프램, 및 불소와 주석이 도핑된 인듐 옥사이드(FITO, $F, Sn: In_2O_3$)를 로딩하는 단계; (b) 상기 충격과관 내부로 기체를 공급하는 단계; (c) 상기 제1 관부 내부의 압력을 상승시켜서 다이어프램을 파열시키는 단계; (d) 상기 다이어프램의 파열에 의해 발생된 충격파가 상기 FITO 소재로 입사하는 단계; (e) 상기 충격파의 속도를 측정하는 단계; 및 (f) 상기 충격파의 속도에 따른 FITO 소재의 입자크기를 측정하는 단계; 를 포함한다.

(52) CPC특허분류

G01N 2203/0042 (2013.01)
G01N 2203/0067 (2013.01)
G01N 2203/0232 (2013.01)
G01N 2203/0676 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711154344
과제번호	2022R1C1C1006414
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	극초음속 유동에서 발생하는 표면 산화/축매 재결합 현상 규명과 열전달 제어에 관한 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	계명대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

충격파관 장치, 상기 충격파관에 설치되어 상기 충격파관 내부의 압력을 감지 및/또는 측정하는 압력센서, 상기 충격파관에 설치되어 상기 충격파관에서 발생하는 진동 및/또는 충격을 감지 및/또는 측정하는 충격센서, 상기 압력센서에서 감지 및/또는 측정된 압력데이터와, 상기 충격센서에서 감지 및/또는 측정된 충격데이터를 수집하는 데이터 프로세서, 및 상기 데이터 프로세서에서 수집한 데이터를 분석하는 데이터 분석장치를 이용한 FITO 소재의 견고성 테스트방법에 있어서,

상기 충격파관 장치는,

원형 또는 다각형상의 단면을 갖는 관으로 형성되며, 충격파의 영향을 측정할 수 있는 충격파관과, 상기 충격파관에 기체를 공급하여 압력을 가하는 가압부와, 상기 충격파관의 일부분이 분리 및 결합되도록 구동시키는 구동부를 포함하고,

상기 충격파관은,

상기 충격파관의 일측단에 배치되는 제1 관부와, 상기 구동부에 의해 설정된 파트로 분리되거나 결합되어 내부에 다이어프램 및 FITO 소재를 로딩하는 다이어프램 홀더와, 상기 다이어프램 홀더에 연결되고 상기 제1 관부보다 낮은 내부 압력을 갖는 제2 관부를 포함하고,

(a) 다이어프램 홀더를 구동시켜 충격파관에 다이어프램, 및 불소와 주석이 도핑된 인듐 옥사이드(FITO, $F, Sn: In_2O_3$)를 로딩하는 단계;

(b) 상기 충격파관 내부로 기체를 공급하는 단계;

(c) 상기 제1 관부 내부의 압력을 상승시켜서 다이어프램을 파열시키는 단계;

(d) 상기 다이어프램의 파열에 의해 발생된 충격파가 상기 FITO 소재로 입사하는 단계;

(e) 상기 충격파의 속도를 측정하는 단계; 및

(f) 상기 충격파의 속도에 따른 FITO 소재의 입자크기를 측정하는 단계;

를 포함하는,

충격파 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 충격파의 속도는 1.5~2.5km/s인 것을 특징으로 하는,

충격파 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제2 관부에서의 추진압력은 400~4000Pa인 것을 특징으로 하는,

충격파 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 상기 FITO 소재는,
 인듐 틴 옥사이드(Sn:In₂O₃) 및 텅스텐 옥사이드(WO_x)를 준비하는 단계;
 상기 인듐 틴 옥사이드(Sn:In₂O₃) 및 텅스텐 옥사이드(WO_x)를 콜로이드 용액으로 제조하는 단계;
 상기 나노입자가 핵 생성 및 성장(nucleation-growth)하는 단계;
 상기 용액에 도핑 원소를 주입하여 나노입자를 합성하는 단계; 및
 상기 합성한 나노입자를 분리정제 후 극성용액 또는 무극성용액에 분산시키는 단계;
 를 포함하는 공정에 의해 제조되는 것을 특징으로 하는,
 충격과 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,
 상기 도핑 원소는,
 주석(Sn), 지르코늄(Zr), 세륨(Ce), 세슘(Cs), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo)으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 양이온을 포함하는 것을 특징으로 하는,
 충격과 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법.

청구항 6

청구항 4에 있어서,
 상기 도핑 원소는,
 플루오르(F), 염소(Cl), 브롬(Br), 원소 베이컨시(Vacancy)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 음이온을 포함하는 것을 특징으로 하는,
 충격과 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법.

청구항 7

청구항 4에 있어서,
 상기 도핑 원소는 15% 이하로 주입되는 것을 특징으로 하는,
 충격과 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법.

청구항 8

청구항 4에 있어서,
 상기 나노입자를 합성하는 단계는,
 상기 나노입자를 합성하여 중합체를 형성하기 전 극성 또는 무극성 용액에 나노입자를 분산하고, 이를 이후 합성되는 나노입자 잉크에 첨가하여 필름 복합체를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

충격과 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 합성된 나노입자가 지용성 용액에서 합성되는 경우에는 무극성 용액에 분산되는 것을 특징으로 하는,

충격과 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법.

청구항 10

청구항 4에 있어서,

상기 극성 용액에 분산시키는 단계에서 유기 리간드(ligand)가 스트립(strip)된 형태의 나노입자인 경우,

상기 나노입자가 물, 수용액, 알코올계 용액, 다이메틸폼아마이드(Dimethylformamide), 아세토나이트릴(Acetonitrile) 및 폴리머 중합체를 포함하는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 극성 용액에 분산되는 것을 특징으로 하는,

충격과 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법.

청구항 11

청구항 4에 있어서,

상기 극성 용액에 분산시키는 경우, 극성 용액에 분산시키기 전,

니트로소늄 테트라플루오르보산염(Nitrosonium Tetrafluoroborate), 트리에틸옥소늄 테트라플루오르보산염(Triethyloxonium Tetrafluoroborate)을 포함하는 미어바인염(Meerwein Salt), 또는 수산화나트륨(NaOH), 수산화칼륨(KOH)을 포함하는 염기성 수용액을 활용하여 나노입자를 표면처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

충격과 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 표면처리하는 단계에서,

상기 미어바인염 또는 염기성 수용액의 농도는 80~120mg/ml인 것을 특징으로 하는,

충격과 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 FITO 소재의 견고성 테스트 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 충격과 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법에 대한 기술이다.

배경 기술

[0001]

- [0003] 플라즈몬(plasmon)이란 금속 내의 자유전자가 집단적으로 진동하는 유사 입자를 말한다. 금속의 나노입자에서는 플라즈몬이 표면에 국부적으로 존재하기 때문에 표면 플라즈몬(surface plasmon)이라 부르기도 한다. 그 중에서도 금속 나노입자에서는 가시광선 내지 근적외선 대역 빛의 전기장과 플라즈몬이 짝지어지면서 광흡수가 일어나 선명한 색을 띠게 된다. 이 현상을 표면 플라즈몬 공명(surface plasmon resonance)이라 하며, 국소적으로 매우 증가된 전기장을 발생시킨다. 이것은 빛 에너지가 표면 플라즈몬에 변환되어 금속의 나노입자 표면에 축적되었음을 뜻하며, 빛의 회절 한계보다 작은 영역에서 광 제어가 가능함을 의미하기도 한다. 이러한 금속 나노입자와 빛의 상호작용이 최근 광기술 분야에서 주목받고 있다.
- [0004] 금속은 흔히 양전하를 띤 이온의 3차원 결정으로 간주되는데, 각각의 금속 원자로부터 자유로운 전자들은 이온화된 금속 표면의 주기적인 전도띠를 움직이게 된다. 이러한 전자들의 진동으로 발생한 플라즈몬은 금속의 광학적 성질에 중요한 역할을 한다. 예를 들어 플라즈마 진동수보다 작은 진동수의 빛은 그 전기장을 금속 표면의 전자들이 가리게 되므로 반사되며, 플라즈마 진동수보다 높은 진동수의 빛은 투과하게 된다.
- [0005] 한편, 극초음속 비행체를 개발하기 위해서는 실물 크기의 비행 실험이 요구되나, 개발 과정에서 실물 크기로 비행체를 제작하여 실험하려면 상당한 비용이 소요된다. 이에 따라, 기존에는 비행체 개발을 위하여 극초음속 영역의 공기역역학 현상을 포함한 고공환경을 모사할 수 있는 충동형 시험 장비가 사용되어 왔다.
- [0006] 소재의 특성을 평가하기 위하여 특성 평가 대상에 충격파를 인가하는 방법이 적용되고 있으며, 압력차를 이용하여 다이어프램을 파열시켜 충격파를 생성하는 충격파 관 장치가 개발되고 있으나, 종래의 풍격파 관 장치는 매우 큰 크기로 인해 설치 장소에 제약이 있어서 원활한 특성 실험을 기대할 수 없고, 제작 단가가 비싼 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제10-0935658호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 충격파 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법을 제공하는 것이다.
- [0010] 다만 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에서는, 충격파관 장치, 상기 충격파관에 설치되어 상기 충격파관 내부의 압력을 감지 및/또는 측정하는 압력센서, 상기 충격파관에 설치되어 상기 충격파관에서 발생하는 진동 및/또는 충격을 감지 및/또는 측정하는 충격센서, 상기 압력센서에서 감지 및/또는 측정된 압력 데이터와, 상기 충격센서에서 감지 및/또는 측정된 충격데이터를 수집하는 데이터 프로세서, 및 상기 데이터 프로세서에서 수집한 데이터를 분석하는 데이터 분석장치를 이용한 FITO 소재의 견고성 테스트방법에 있어서, 상기 충격파관 장치는, 원형 또는 다각형상의 단면을 갖는 관으로 형성되며, 충격파의 영향을 측정할 수 있는 충격파관과, 상기 충격파관에 기체를 공급하여 압력을 가하는 가압부와, 상기 충격파관의 일부분이 분리 및 결합되도록 구동시키는 구동부를 포함하고, 상기 충격파관은, 상기 충격파관의 일측단에 배치되는 제1 관부와, 상기 구동부에 의해 설정된 파트로 분리되거나 결합되어 내부에 다이어프램 및 FITO 소재를 로딩하는 다이어프램 홀더와, 상기 다이어프램 홀더에 연결되고 상기 제1 관부보다 낮은 내부 압력을 갖는 제2 관부를 포함하고, (a)

다이어프램 홀더를 구동시켜 충격파관에 다이어프램, 및 불소와 주석이 도핑된 인듐 옥사이드(FITO, $F, Sn: In_2O_3$)를 로딩하는 단계; (b) 상기 충격파관 내부로 기체를 공급하는 단계; (c) 상기 제1 관부 내부의 압력을 상승시켜서 다이어프램을 파열시키는 단계; (d) 상기 다이어프램의 파열에 의해 발생된 충격파가 상기 FITO 소재로 입사하는 단계; (e) 상기 충격파의 속도를 측정하는 단계; 및 (f) 상기 충격파의 속도에 따른 FITO 소재의 입자 크기를 측정하는 단계; 를 포함하는, 충격파 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법이 제공될 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 충격파의 속도는 1.5~2.5km/s일 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 제2 관부에서의 충전압력은 400~4000Pa일 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 FITO 소재는, 인듐 틴 옥사이드($Sn: In_2O_3$) 및 텅스텐 옥사이드(WO_x)를 준비하는 단계; 상기 인듐 틴 옥사이드($Sn: In_2O_3$) 및 텅스텐 옥사이드(WO_x)를 콜로이드 용액으로 제조하는 단계; 상기 나노입자가 핵 생성 및 성장(nucleation-growth)하는 단계; 상기 용액에 도핑 원소를 주입하여 나노입자를 합성하는 단계; 및 상기 합성한 나노입자를 분리정제 후 극성용액 또는 무극성용액에 분산시키는 단계; 를 포함하는 공정에 의해 제조될 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 도핑 원소는, 주석(Sn), 지르코늄(Zr), 세륨(Ce), 세슘(Cs), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo)으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 양이온을 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 도핑 원소는, 플루오르(F), 염소(Cl), 브롬(Br), 원소 베이컨시(Vacancy)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 음이온을 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 도핑 원소는 15% 이하로 주입될 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 나노입자를 합성하는 단계는, 상기 나노입자를 합성하여 중합체를 형성하기 전 극성 또는 무극성 용액에 나노입자를 분산하고, 이를 이후 합성되는 나노입자 잉크에 첨가하여 필름 복합체를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 합성된 나노입자가 지용성 용액에서 합성되는 경우에는 무극성 용액에 분산될 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 극성 용액에 분산시키는 단계에서 유기 리간드(ligand)가 스트립(strip)된 형태의 나노입자인 경우, 상기 나노입자가 물, 수용액, 알코올계 용액, 다이메틸폼아마이드(Dimethylformamide), 아세토나이트릴(Acetonitrile) 및 폴리머 중합체를 포함하는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 극성 용액에 분산될 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 극성 용액에 분산시키는 경우, 극성 용액에 분산시키기 전, 니트로소늄 테트라플루오르보산염(Nitrosonium Tetrafluoroborate), 트리에틸옥소늄 테트라플루오르보산염(Triethyloxonium Tetrafluoroborate)을 포함하는 미어바인염(Meerwein Salt), 또는 수산화나트륨(NaOH), 수산화칼륨(KOH)을 포함하는 염기성 수용액을 활용하여 나노입자를 표면처리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 표면처리하는 단계에서, 상기 미어바인염 또는 염기성 수용액의 농도는 80~120mg/ml일 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면, FITO 소재의 견고성 실험을 쉽고 빠르게 할 수 있다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따르면, FITO 소재는 1.5~2.5km/s의 충격파 속도에서도 견딜 수 있음을 알 수 있다.

[0027] 다만, 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 충격파관 장치의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트를 위한 시스템의 구성을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 충격파관의 구조를 나타내는 도면들이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 충격파 속도에 따른 XRD그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 충격파 속도에 따른 전자현미경 사진이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 충격파 속도에 따른 입자크기의 분포그래프이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 제조공정도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0031] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우 뿐만 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0032] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 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 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0034] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 충격파관 장치의 구성을 나타내는 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트를 위한 시스템의 구성을 예시적으로 나타내는 도면이고, 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 충격파관의 구조를 나타내는 도면들이다.
- [0036] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트를 위한 시스템은 충격파관 장치(100), 압력센서(210), 복수의 충격센서(220) 및 데이터 프로세서(230) 및 데이터 분석장치(250)를 포함할 수 있다.
- [0037] 구체적으로, 상기 충격파관 장치(100)는 원형 또는 다각형상의 단면을 갖는 관으로 형성되며, 충격파의 영향을 측정할 수 있는 충격파관(105), 상기 충격파관에 기체를 공급하여 압력을 가하는 가압부(500), 및 상기 충격파관(105)의 일부분이 분리 및 결합되도록 구동시키는 구동부(600)를 포함할 수 있다.
- [0038] 여기서, 상기 충격파관(105)은 미사일, 초음속 전투기와 같은 초고속 비행체의 비행에 따라 발생하는 충격파가 초고속 비행체의 외장에 가하는 영향을 측정할 수 있도록 일방향으로 길게 이어진 일자형으로 형성 및/또는 구성될 수 있다. 이를 위하여, 상기 충격파관(105)은 제1 관부(110), 다이어프램(diaphragm) 홀더(120) 및 제2 관부(130)를 포함할 수 있다.
- [0039] 상기 제1 관부(110)는 상기 충격파관(105)의 일측단에 배치되고, 상기 다이어프램 홀더(120)를 통해 상기 제2 관부(130)와 연결될 수 있다. 또한, 상기 제1 관부(110)는 일측 단부에 상기 가압부(500)가 연결되고, 고압의 기체(예컨대, 드라이버 가스)가 주입되어 내부가 대기압 보다 높은 압력(상기 다이어프램 홀더(120)의 다이어프램(115)을 파열시킬 수 있는 압력)으로 이루어질 수 있다.

- [0040] 상기 다이어프램 홀더(120)는 상기 제1 관부(110) 및 상기 제2 관부(130)를 연결하고, 상기 구동부(600)에 의해 설정된 파트로 분리되거나 결합되어 내부에 다이어프램(115) 및 실험대상인 FITO 소재(300)을 로딩(삽입 또는 설치)할 수 있다. 이를 위하여, 상기 다이어프램 홀더(120)는 상기 구동부(600)의 제어에 따라 유압 및/또는 공압을 이용하여 구동력을 발휘하는 동력공급부(122)를 포함할 수 있다.
- [0041] 여기서, 상기 다이어프램(115)은 상기 충격파관(105)의 내부 공간을 구획할 수 있으며, 상기 충격파관(105)에 비하여 강성이 낮은 재료로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 다이어프램(115)은 폴리에틸렌 재료로 형성될 수 있다. 또한, 상기 다이어프램(115)은 외력(외압)에 의해 파열될 경우, 상기 충격파관(105)의 타측 공간으로 진행되는 충격파를 발생시킬 수 있다. 예를 들면, 상기 가압부(500)로부터 공급되는 기체의 압축에 의해 상기 제1 관부(110)의 내부에 점점 고압이 생성되고, 상기 제1 관부(110)와 연결된 다이어프램(115)은 상기 제1 관부(110)의 내부 압력이 임계점을 넘어설 경우 파열될 수 있다.
- [0042] 이때, 상기 FITO 소재(300)은 상기 제2 관부(130)의 전단에 배치되고, 상기 다이어프램(115)의 파열로 인해 생성된 충격파가 입력되어 소재 특성이 실험될 수 있다.
- [0043] 상기 제2 관부(130)는 상기 다이어프램 홀더(120)에 연결되고, 상기 제1 관부(110)보다 길게 형성될 수 있다. 또한, 상기 제2 관부(130)는 상기 제1 관부(110) 보다 낮은 내부 압력(대기압)을 가질 수 있다. 이러한 상기 제2 관부(130)는 상기 충격파의 발생에 의한 충격을 일측에서 타측으로 전파할 수 있다.
- [0044] 상기와 같은, 상기 충격파관(105)은 상기 제1 관부(110)에 공급된 기체(가스)를 고압 압축하여 상기 다이어프램(115)을 파열시키면, 약 마하 2까지의 충격파를 발생시킬 수 있다. 이때, 상기 충격파관(105)은 보다 고압 제품인 상기 가압부(500)를 사용하거나, 기체(드라이버 가스)로 더 압축된 헬륨 가스를 사용하면 더 높은 마하값의 충격파를 발생시킬 수 있다.
- [0045] 상기 가압부(500)는 고압 레귤레이터로서, 고순도 기체(헬륨(약 99.99%))를 저장하는 기체 실린더(용기)(510) 및 상기 기체 실린더(510)로부터 공급되는 기체를 가압하여 상기 제1 관부(110)로 공급하는 컴프레서(520)를 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 가압부(500)는 약 12Mpa로 가압된 고순도 헬륨을 상기 제1 관부(110)에 드라이버 가스로 공급할 수 있다.
- [0046] 상기 구동부(600)는 상기 다이어프램 홀더(120)의 분리 및/또는 결합을 위하여, 상기 동력공급부(122)를 제어하여 상기 다이어프램 홀더(120)를 구동시킬 수 있다. 이러한 상기 구동부(600)는 상기 동력공급부(122)에 제어신호를 송신하는 컨트롤러를 포함할 수 있다.
- [0047] 상기 압력센서(210)는 상기 충격파관(105)에 설치되어 상기 제1 관부(110)에서 발생하는 압력을 감지 및/또는 측정할 수 있다. 여기서, 상기 압력센서(210)는 감지 및/또는 측정된 압력 데이터를 데이터 프로세서(230) 및/또는 데이터 분석장치(250)로 제공할 수 있다.
- [0048] 상기 충격센서(220)는 상기 충격파관(105)에 설치되어 상기 제2 관부(130)에서 발생하는 진동 또는 충격을 감지 및/또는 측정할 수 있다. 여기서, 상기 충격센서(220)는 상기 제2 관부(130)에서 충격이 전파되는 것을 정성적으로 파악하기 위해 복수개가 설정된 간격으로 이격되어 배치될 수 있다. 이러한 상기 충격센서(220)는 감지 및/또는 측정된 충격 데이터를 데이터 프로세서(230) 및/또는 데이터 분석장치(250)로 제공할 수 있다.
- [0049] 상기 데이터 프로세서(230)는 상기 충격파관(105)에서 얻은 데이터를 수집할 수 있다. 또한, 상기 데이터 프로세서(230)는 수집된 데이터를 상기 데이터 분석장치(250)에 제공할 수 있다.
- [0050] 상기 데이터 분석장치(250)는 상기 충격파관(105)에서 수집된 데이터를 분석하여 상기 FITO 소재(300)에 대한 소재 특성을 실험할 수 있다.
- [0052] 이하에서는, 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트방법을 설명한다.
- [0053] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트방법을 나타내는 순서도이다.
- [0054] 본 발명의 일 실시예에 따른 충격파 속도에 따른 FITO 소재의 견고성 테스트 방법은, 다이어프램 홀더를 구동시켜 충격파관에 다이어프램, 및 불소와 주석이 도핑된 인듐 옥사이드(FITO, $F, Sn: In_2O_3$)를 로딩하는 단계(S110), 상기 충격파관 내부로 기체를 공급하는 단계(S120), 상기 제1 관부 내부의 압력을 상승시켜서 다이어프램을 파열시키는 단계(S130), 상기 다이어프램의 파열에 의해 발생된 충격파가 상기 FITO 소재로 입사하는 단계(S140),

상기 충격파의 속도를 측정하는 단계(S150) 및 상기 충격파의 속도에 따라 FITO 소재에서의 물리적 크기 또는 형태 예를 들면, FITO 소재의 입자크기를 측정하는 단계(S160)를 포함할 수 있다.

- [0055] 단계 S110에서는, 충격파관의 다이어프램 홀더에 연결된 구동부를 이용하여 충격파관의 다이어프램 홀더 내부에 다이어프램 및 FITO 소재를 로딩(삽입 또는 설치)할 수 있다. 구체적으로, 상기 구동부는 상기 다이어프램 홀더의 동력공급부를 제어하고, 상기 동력공급부는 상기 구동부의 제어에 따라 유압 및/또는 공압을 이용하여 구동력을 발휘할 수 있다. 여기서, 상기 동력공급부는 구동력을 발휘하여 상기 다이어프램 홀더를 설정된 파트로 분리한 후 내부에 상기 다이어프램 및 상기 FITO 소재를 로딩하고, 다시 구동력을 발휘하여 상기 다이어프램 홀더를 결합시킬 수 있다.
- [0056] 단계 S120에서는, 제1 관부에 연결된 가압부를 이용하여 제1 관부에 고압의 기체를 공급할 수 있다.
- [0057] 단계 S130에서는, 기체 공급을 통해 제1 관부 내부의 압력을 상승시켜서 다이어프램을 파열시킬 수 있다. 이때, 다이어프램의 파열에 의해 충격파관에서는 충격파가 발생될 수 있다.
- [0058] 단계 S140에서는, 다이어프램의 후단에 배치된 FITO 소재를 향해 다이어프램의 파열로 발생된 충격파가 입사하게 될 수 있다.
- [0059] 단계 S150에서는, 충격파관에 설치된 압력센서 및/또는 충격센서를 이용하여 충격파관에서의 충격파의 속도를 측정한다.
- [0060] 단계 S160에서는, 상기 측정된 충격파의 속도 변화에 따른 FITO 소재의 입자크기를 측정함으로써 FITO 소재의 충격파 속도에 따른 견고성을 테스트할 수 있다.
- [0061] 본 발명의 실시예에 따르면, FITO 소재의 견고성 실험을 위한 장치를 소형화함으로써 FITO 소재의 견고성을 쉽고 빠르게 테스트할 수 있다.
- [0062] 한편, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 충격파 속도에 따른 XRD(X-ray diffraction) 그래프이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 충격파 속도에 따른 전자현미경 사진이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 충격파 속도에 따른 입자크기의 분포그래프이다.
- [0063] 이하에서는 도 6 내지 도 8을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 충격파 속도에 따른 내구성에 대하여 설명하기로 한다.
- [0064] 본 발명의 일 실시예에서는 상기 충격파관의 고압관과 저압관에서의 충전압력 조건을 달리하면서 실험하였는데, 다이어프램 홀더(120)를 기준으로 좌측 영역이 고압관 영역이고, 우측 영역이 저압관 영역이다. 즉, 제1 관부가 고압관 영역이고, 제2 관부가 저압관 영역이다. 제1 실험예에서는 고압관에서의 압력을 1.6MPa, 저압관에서의 압력을 1,000Pa로 하고, 충격파 속도를 1.64km/s로 실험하였다. 제1 실험예에서는 도 7a 및 도 8a에서와 같이 FITO 소재의 평균 입경은 13.65nm로 나타났다. 제2 실험예에서는 도 7b 및 도 8b에서와 같이 고압관에서의 압력을 2.1MPa, 저압관에서의 압력을 400Pa로 하고, 충격파 속도를 2.32km/s로 실험하였더니, 제2 실험예에서는 FITO 소재의 평균 입경이 12.83nm로 나타났다. 제3 실험예에서는 도 7c 및 도 8c에서와 같이 고압관에서의 압력을 2.1MPa, 저압관에서의 압력을 4,000Pa로 하고, 충격파 속도를 1.96km/s로 실험하였다. 제3 실험예에서는 FITO 소재의 평균 입경이 13.70nm로 나타났다. 상기 제1 내지 제3 실험예에서 알 수 있듯이, 충격파의 속도를 달리 하더라도 FITO 소재의 물리적 크기가 유의미하게 변하지 않는 것을 알 수 있다. 이를 통해 충격파의 속도를 1.64 km/s à 1.96 km/s à 2.32 km/s 와 같이 증가시켜도 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재는 견고하게 유지됨을 알 수 있었다. 이는 극초음속 영역에서도 FITO의 물리적 특성을 유지할 수 있음을 의미한다.
- [0066] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에서는 플라즈몬 나노입자 잉크를 이용하여 플라즈몬 나노입자 박막을 제조하므로, 이하에서는 플라즈몬 나노입자 잉크의 제조공정에 대해 설명하기로 한다.
- [0067] 한편, 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 FITO 소재의 제조공정도이다.
- [0068] 도 9를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에서는 인듐 틴 옥사이드(Sn:In2O3) 및 텅스텐 옥사이드(WOx)를 포함하는 나노크리스탈 재료를 준비(S210)하고, 상기 나노크리스탈 재료를 콜로이드 용액으로 제조(S220)하고, 상기 나노입자 합성 기법으로 핵 생성 및 성장(nucleation-growth)시키면서(S230), 상기 용액에 도핑 원소를 주입하여 나노입자를 합성(S240)하여 중합체를 형성한다. 이후, 상기 합성된 나노입자를 분리정제 후 극성 용액 또는 무극

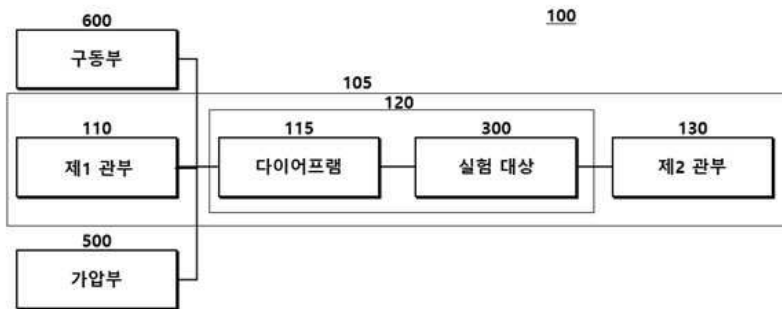
성 용액에 분산(S250)시킴으로써 플라즈몬 나노입자 잉크를 제조(S260)하게 된다.

- [0069] 플라즈몬 나노입자는 반도체형 도핑 나노크리스탈 재료를 활용한다. 예를 들면, 플라즈몬 나노입자 잉크의 주요한 나노입자 재료는 인듐 틴 옥사이드($\text{Sn:In}_2\text{O}_3$), 텅스텐 옥사이드(WO_x)이다. 다만, 몰리브덴 옥사이드(MoO_x), 아연 옥사이드(ZnO), 티타늄 옥사이드(TiO_2), 알루미늄 옥사이드(Al_2O_3), 바나듐 옥사이드($\text{V}_2\text{O}_3/\text{VO}_2$), 하프늄 옥사이드(HfO_2), 세륨 옥사이드(CeO_2), 황화 구리(CuS_x), 실리콘 나이트라이드(SiN), 티타늄 나이트라이드(TiN) 등의 적외선 흡광 나노재료도 포함될 수 있다.
- [0070] 본 발명의 일 실시예에서는 반도체형 플라즈몬 나노입자를 형성하기 위하여 양이온 및 음이온의 도핑 원소를 포함한다. 상기 양이온은 주석(Sn), 지르코늄(Zr), 세륨(Ce), 세슘(Cs), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo)으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 하나 이상이고, 상기 음이온은 주로 할로젠 음이온으로 플루오르(F), 염소(Cl), 브롬(Br), 원소 베이컨시(Vacancy)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 하나 이상이다.
- [0071] 본 발명의 일 실시예에서 도핑 원소의 함량은 15% 이하로 한정한다. 이는 인듐틴옥사이드는 n-type 도핑 주석(Sn) 원소를 15% 이하의 중량비($x = 0\sim 15\%$)로 구성하면 나노입자 결정 격자(lattice) 내에 자유전자를 발생시키고, 나머지($(100-x)\%$)는 인듐옥사이드(Indium Oxide) 결정체 성분으로 초음속 소재로써 견고하고 결정 상변이(phase transformation) 없이 활용할 수 있기 때문이다. 만약, 도핑 원소의 함량이 15%를 초과하면 재료는 합금(Alloy)으로 정의되며 자유전자를 형성하지 않는 상분리가 발생할 수 있고, 적외선 흡광 성능 저하를 가져올 수 있다. 즉, 자유전자 농도가 저감되어 LSPR Peak Shift가 장파장영역으로 Red Shift가 발생하여 성능저하가 발생할 수 있으므로 본 발명의 일 실시예에서의 도핑 원소의 함량은 15% 이하로 한정한다. 도핑 활성의 적절한 범위는 도핑 원소 5%로 아세트산주석(Tin Acetate)의 사용 농도로 진행한다.
- [0072] 도핑 원소의 주입에 의해 나노입자가 합성(S240)되면 상기 합성한 나노입자를 극성 용액 또는 무극성 용액에 분산(S250)시킨다.
- [0073] 만약, 나노입자를 올레인산(Oleic Acid), 올레일알코올(Oleyl Alcohol), 옥틸라민(Octylamine), 트리옥틸라민(Trioctylamine), 옥타데켄(Octadecene) 과 같은 지용성 용액에 합성하는 경우, 무극성 용액에 분산이 가능하다. 보다 구체적으로, 인듐 아세트산염(Indium Acetate)과 아세트산주석(Tin Acetate)를 올레인산(Oleic Acid)에 150℃ 온도로 중합을 하여 인듐 올레산염(Indium Oleate)으로 형성한다. 상기 인듐 올레산염을 올레일알코올(Oleyl Alcohol)에 290℃에서 주입을 한다. 이때 나노입자는 합성을 통해 성장을 하게 되고, 성장한 나노입자를 분리정제 후 헥산(Hexane) 또는 톨루엔(Toluene)과 같은 무극성 용액에 분산시킴으로써 나노입자 잉크를 제조한다.
- [0074] 또한, 상기 합성된 나노입자를 극성 용액에 분산시키는 경우에는 극성 용액에 분산시키기 전에 니트로소늄 테트라플루오르보산염(Nitrosonium Tetrafluoroborate), 트리에틸옥소늄 테트라플루오르보산염(Triethyloxonium Tetrafluoroborate)을 포함하는 미어바인염(Meerwein Salt), 또는 수산화나트륨(NaOH), 수산화칼륨(KOH)을 포함하는 염기성 수용액을 활용하여 나노입자를 표면처리한다. 상기 표면처리하는 단계에서 상기 미어바인염 또는 염기성 수용액의 농도는 80~120mg/ml가 바람직하다.
- [0075] 이때, 유기 리간드(ligand)가 스트립(strip)된 형태의 나노입자는 물, 수용액, 알코올계 용액, 다이메틸폼아마이드(Dimethylformamide), 아세토나이트릴(Acetonitrile), 폴리머 중합체와 같은 극성 용액에 분산이 가능하며 박막 필름 형성이 가능하다.
- [0076] 상기 제조공정에 의해 제조(S260)되는 상기 플라즈몬 나노입자는 구형, 큐브형, 다면체 또는 불균일형 중 어느 하나의 형태로 제조된다.
- [0077] 한편, 본 발명의 일 실시예에서는 상기의 나노입자 잉크를 이용하여 박막을 제조하는 방법을 제공하는데, 일례로 상기 나노입자 잉크를 소면적으로 스핀 코팅(spin coating) 또는 액체-기체 계면증착(liquid-air interface deposition)을 통해 나노입자 단일층을 형성할 수 있다. 나아가, 필름 매트릭스 위에 스프레이 코팅(spray coating) 또는 블레이드 코팅(blade coating)을 통해 나노입자 다층구조를 형성할 수도 있다. 뿐만 아니라, 상기 나노입자가 합성하여 중합체를 형성하기 전에 극성 또는 무극성 용액에 나노입자를 분산시키고 나노입자가 분산된 용액을 이후 합성되는 나노입자 잉크에 첨가하여 잉크(필름) 복합체를 형성할 수도 있다. 즉, 폴리머 중합체 반응 전 극성 용액 또는 무극성 용액에 나노입자를 분산하여 후속 중합 폴리머 필름에 첨가함으로써 필름 복합체를 형성할 수도 있다.
- [0078] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어 지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균

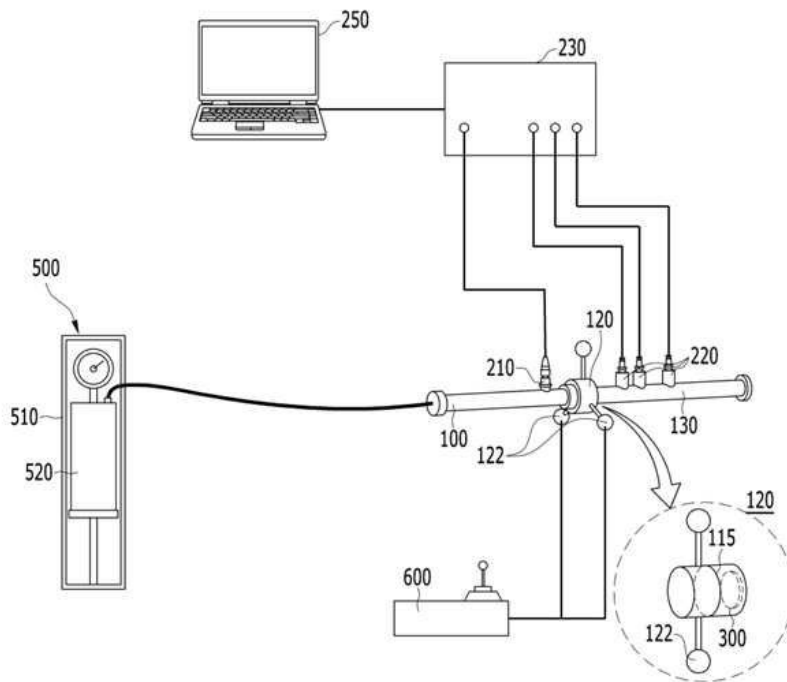
등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

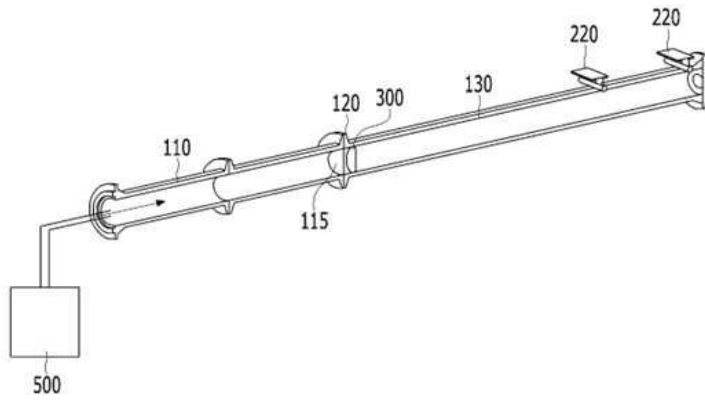
도면1



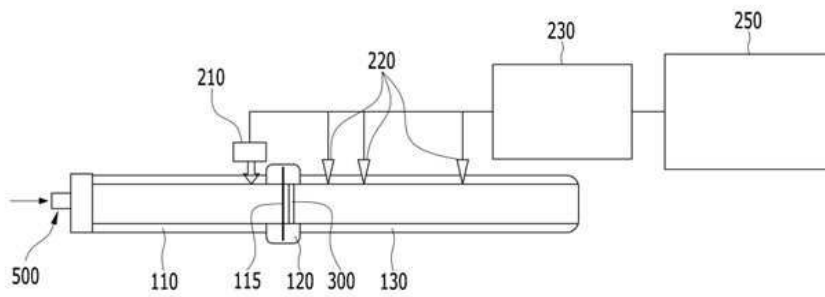
도면2



도면3



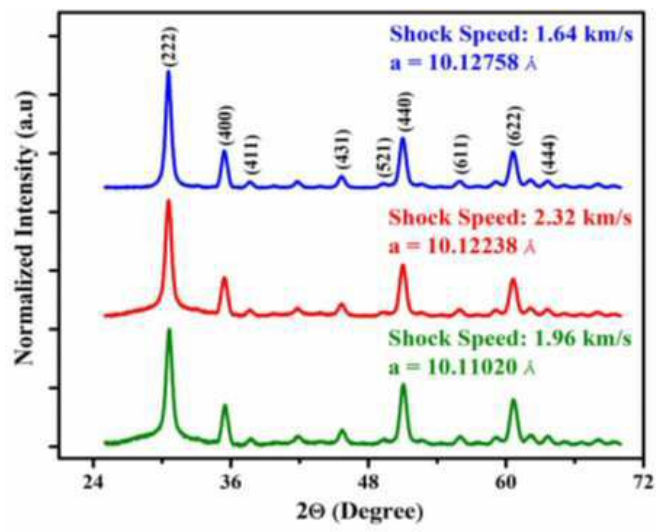
도면4



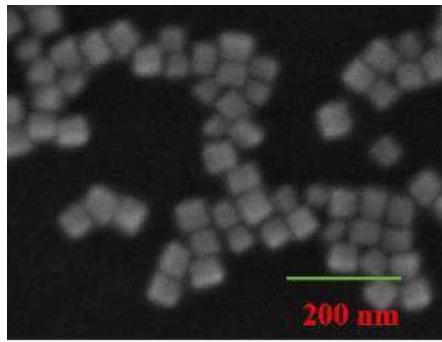
도면5



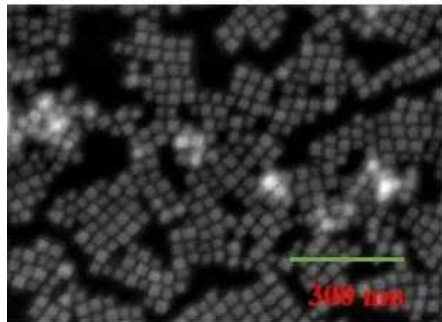
도면6



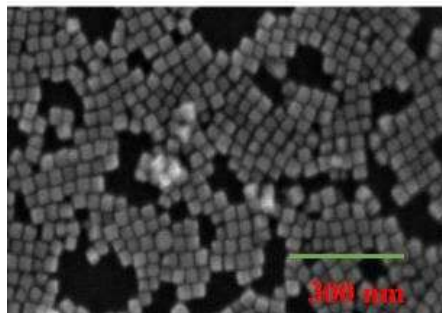
도면7



(a)

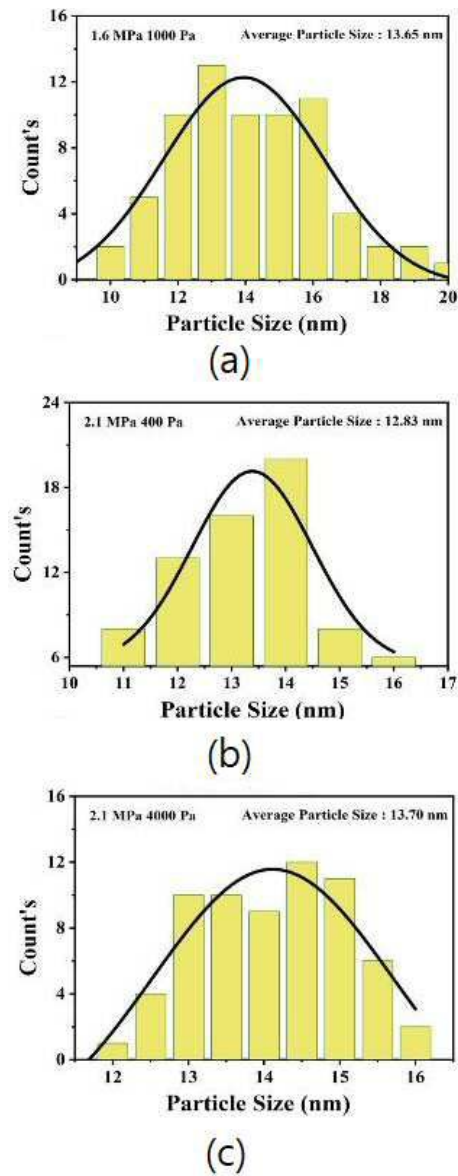


(b)



(c)

도면8



도면9

