



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0137964
(43) 공개일자 2017년12월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/15 (2006.01) G02F 1/155 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02F 1/1525 (2013.01)
G02F 1/155 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0069170
(22) 출원일자 2016년06월03일
심사청구일자 2016년06월03일

(71) 출원인
한양대학교 에리카산학협력단
경기도 안산시 상록구 한양대로 55
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
이선영
경기도 성남시 분당구 중앙공원로 20, 414동 140
1호 (서현동, 시범단지현대아파트)
안성훈
서울특별시 관악구 관악로 1, 서울대학교 301동
1205호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박상열, 최내윤

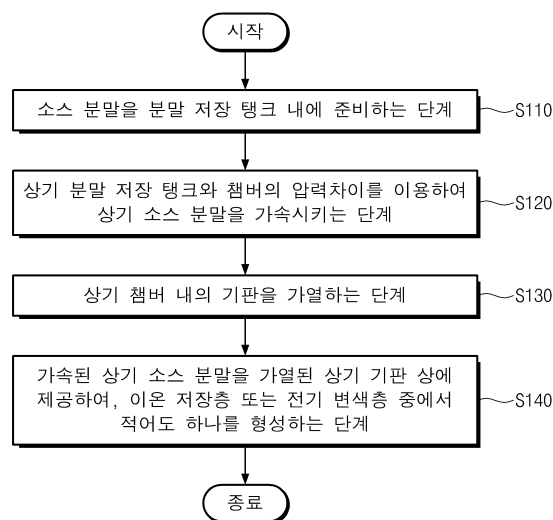
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 전기 변색층과 이온 저장층을 포함하는 전기 변색 소자 및 그 제조 방법

(57) 요약

전기 변색층과 이온 저장층을 포함하는 전기 변색 소자가 제공된다. 상기 전기 변색층과 이온 저장층을 포함하는 전기 변색 소자는, 제1 기판, 상기 제1 기판과 대향하는 제2 기판, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 제공되는 전해질, 상기 제1 기판과 상기 전해질 사이에 제공되는 제1 전극, 상기 제1 전극과 상기 전해질 사이에 제공되는 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함하는 이온 저장층, 상기 제2 기판과 상기 전해질 사이에 제공되는 제2 전극 및 상기 제2 전극과 상기 전해질 사이에 제공되는 전기 변색층을 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G02F 2001/1519 (2013.01)

(72) 발명자

추원식

서울특별시 관악구 관악로 1, 서울대학교 301동
1405호

천두만

부산광역시 해운대구 달맞이길 239-11, 달맞이우성
빌라트 106동 703호

김형섭

경기도 광명시 광복로4번길 18 (광명동)

최다현

경기도 안양시 동안구 동안로 11 709동 1302호 (호
계동, 무궁화코오롱아파트)

김광민

경기도 수원시 영통구 영통로 111, 306동 302호 망
포동 동수원엘지빌리지3차

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201500000002743

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 산업기술혁신사업 / 에너지기술개발사업 / 에너지기술개발사업

연구과제명 1m2급 대면적 스마트 윈도우를 위한 저가 제조 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한양대학교

연구기간 2015.10.01 ~ 2016.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

제1 기관;

상기 제1 기관과 대향하는 제2 기관;

상기 제1 기관과 상기 제2 기관 사이에 제공되는 전해질;

상기 제1 기관과 상기 전해질 사이에 제공되는 제1 전극;

상기 제1 전극과 상기 전해질 사이에 제공되는 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함하되, 니켈 산화물 및 티타늄 산화물의 입자가 입자 형태로 관찰되는 것을 포함하는 이온 저장층;

상기 제2 기관과 상기 전해질 사이에 제공되는 제2 전극; 및

상기 제2 전극과 상기 전해질 사이에 제공되는 전기 변색층을 포함하는 전기 변색 소자.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 전해질은, 비 PMMA 전해질(Non PMMA electrolyte)을 포함하는 전기 변색 소자.

청구항 3

제1 항에 있어서,

입사되는 광의 가시광선 영역을 포함하는 제1 광에 대한 열선 투과율이 22% 이하이고, 입사되는 광의 적외선 영역을 포함하는 제2 광에 대한 열선 투과율이 9% 이하인 것을 포함하는 전기 변색 소자.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 전기 변색층은, 텅스텐 산화물을 포함하는 전기 변색 소자.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 전기 변색층은, 상기 텅스텐 산화물의 입자가 관찰되는 것을 포함하는 전기 변색 소자.

청구항 6

소스 분말을 분말 저장 탱크 내에 준비하는 단계;

상기 분말 저장 탱크와 챔버의 압력 차이를 이용하여, 상기 소스 분말을 가속시키는 단계;

상기 챔버 내의 기관을 가열하는 단계; 및

가속된 상기 소스 분말을 가열된 상기 기관 상에 제공하여, 이온 저장층 또는 전기 변색층 중에서 적어도 하나

를 형성하는 단계를 포함하는 전기 변색 소자의 제조 방법.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 소스 분말은, 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함하는 제1 소스 분말을 포함하고,

상기 챔버 내의 기관을 가열하는 단계는, 상기 챔버 내의 제1 기관을 가열하는 것을 포함하고,

상기 분말 저장 탱크와 상기 챔버 사이의 압력 차이를 이용하여 가속된 상기 제1 소스 분말이 가열된 상기 제1 기관 상에 제공되어, 상기 이온 저장층이 형성되는 것을 포함하는 전기 변색 소자의 제조 방법.

청구항 8

제6 항에 있어서,

상기 소스 분말은, 텅스텐 산화물을 포함하는 제2 소스 분말을 포함하고,

상기 챔버 내의 기관을 가열하는 단계는, 상기 챔버 내의 제2 기관을 가열하는 것을 포함하고,

상기 분말 저장 탱크와 상기 챔버 사이의 압력 차이를 이용하여 가속된 상기 제2 소스 분말이 가열된 상기 제2 기관 상에 제공되어, 상기 전기 변색층이 형성되는 것을 포함하는 전기 변색 소자의 제조 방법.

청구항 9

제6 항에 있어서,

상기 소스 분말은, 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함하는 제1 소스 분말, 텅스텐 산화물을 포함하는 제2 소스 분말을 포함하고,

상기 챔버내의 기관을 가열하는 단계는, 상기 챔버 내의 제1 기관 및 제2 기관을 가열하는 것을 포함하고,

상기 분말 저장 탱크와 상기 챔버 사이의 압력 차이를 이용하여 가속된 상기 제1 소스 분말 및 상기 제2 소스 분말이 가열된 상기 제1 기관 및 상기 제2 기관 상에 각각 제공되어, 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층이 형성되되,

상기 제1 기관의 온도 및 상기 제2 기관의 온도가 서로 다른 것을 포함하는 전기 변색 소자의 제조 방법.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 제1 기관의 온도가 상기 제2 기관의 온도보다 더 높은 것을 포함하는 전기 변색 소자의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 전기 변색층과 이온 저장층을 포함하는 전기 변색 소자 및 그 제조 방법에 관련된 것으로, 보다 상세하게는, 입자 형태로 관찰되는 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함하는 이온 저장층과 전기 변색층을 포함하는 전기 변색 소자 및 그 제조 방법에 관련된 것이다.

배경 기술

- [0003] 어떤 재료에 전기를 흐르게 할 때 산화, 환원 반응에 의해 재료의 색이 변하는 현상을 전기 변색이라고 하며, 전기 변색 원리를 이용하여 외부로부터 전압을 가했을 때, 산화, 환원 반응에 의해 반응 물질이 움직이면서 색이 변해 화학적 변화를 일으키는 디스플레이를 전기 변색 소자라고 알려져 있다.
- [0004] 특히 전기 변색 소자를 이용한 기술 중 스마트 윈도우에 관한 시장이 각광받고 있는데, 2013년 BBC 조사에 따르면, 스마트 윈도우 시장은 연 성장률 21.6%로 매우 가파른 성장세를 보이고 있다. 하지만, 스마트 윈도우 분야의 특허 동향은, 미국이 약 79%, 유럽이 약 11%, 일본이 약 6%, 한국이 약 4% 정도로 거의 대부분의 특허가 미국에 집중되어 있어 국내에서도 스마트 윈도우 및 전기 변색 소자에 관련된 특허 보유의 필요성이 점점 더 대두되어 그에 따른 연구가 활발해 지고 있다.
- [0005] 예를 들어, 대한민국 특허 등록 공보 10-2008-0022324(출원번호 : 10-2006-0085616, 출원인 : 엘지화학)에 개시된 것과 같이, 전기 변색층 패턴과 이온 전도층 사이의 표면적이 크도록 배치하여, 응답속도 및 내구성이 증진된 전기 변색 소자를 개시하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 대한민국 특허 공개 공보 10-2008-0022324

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는, 고신뢰성의 전기 변색 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 데 있다.
- [0009] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 전기 변색 효율이 향상된 전기 변색 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 데 있다.
- [0010] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 공정 과정이 간단하고 공정 비용이 저렴한 전기 변색 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 데 있다.
- [0011] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 대면적 제작이 용이한 전기 변색 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 데 있다.
- [0012] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 이온 저장층 및 전기 변색층의 조성 조절이 용이한 전기 변색 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 데 있다.
- [0013] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 상술된 것에 제한되지 않는다.

과제의 해결 수단

- [0015] 상기 기술적 과제들을 해결하기 위해, 본 발명은 전기 변색 소자를 제공한다.
- [0016] 일 실시 예에 따르면, 상기 전기 변색 소자는, 제1 기판, 상기 제1 기판과 대향하는 제2 기판, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 제공되는 전해질, 상기 제1 기판과 상기 전해질 사이에 제공되는 제1 전극, 상기 제1 전극과 상기 전해질 사이에 제공되는 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함하되, 니켈 산화물 및 티타늄 산화물의 입자가 입자 형태로 관찰되는 것을 포함하는 이온 저장층, 상기 제2 기판과 상기 전해질 사이에 제공되는 제2 전극 및 상기 제2 전극과 상기 전해질 사이에 제공되는 전기 변색층을 포함할 수 있다.
- [0017] 일 실시 예에 따르면, 상기 전해질은, 비 PMMA 전해질(Non PMMA electrolyte)을 포함할 수 있다.

- [0018] 일 실시 예에 따르면, 상기 전기 변색 소자는, 입사되는 광의 가시광선 영역을 포함하는 제1 광에 대한 열선 투과율이 22% 이하이고, 입사되는 광의 적외선 영역을 포함하는 제2 광에 대한 열선 투과율이 9% 이하인 것을 포함할 수 있다.
- [0019] 일 실시 예에 따르면, 상기 전기 변색층은, 텅스텐 산화물을 포함할 수 있다.
- [0020] 일 실시 예에 따르면, 상기 전기 변색층은, 상기 텅스텐 산화물의 입자가 관찰되는 것을 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 기술적 과제들을 해결하기 위해, 본 발명은 전기 변색 소자의 제조 방법을 제공한다.
- [0022] 일 실시 예에 따르면, 상기 전기 변색 소자는, 소스 분말을 분말 저장 탱크 내에 준비하는 단계, 상기 분말 저장 탱크와 챔버의 압력 차이를 이용하여, 상기 소스 분말을 가속시키는 단계, 상기 챔버 내의 기판을 가열하는 단계 및 가속된 상기 소스 분말을 가열된 상기 기판 상에 제공하여, 이온 저장층 또는 전기 변색층 중에서 적어도 하나를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 일 실시 예에 따르면, 상기 소스 분말은, 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함하는 제1 소스 분말을 포함하고, 상기 챔버 내의 기판을 가열하는 단계는, 상기 챔버 내의 제1 기판을 가열하는 것을 포함하고, 상기 분말 저장 탱크와 상기 챔버 사이의 압력 차이를 이용하여 가속된 상기 제1 소스 분말이 가열된 상기 제1 기판 상에 제공되어, 상기 이온 저장층이 형성될 수 있다.
- [0024] 일 실시 예에 따르면, 상기 소스 분말은, 텅스텐 산화물을 포함하는 제2 소스 분말을 포함하고, 상기 챔버 내의 기판을 가열하는 단계는, 상기 챔버 내의 제2 기판을 가열하는 것을 포함하고, 상기 분말 저장 탱크와 상기 챔버 사이의 압력 차이를 이용하여 가속된 상기 제2 소스 분말이 가열된 상기 제2 기판 상에 제공되어, 상기 전기 변색층이 형성될 수 있다.
- [0025] 일 실시 예에 따르면, 상기 소스 분말은, 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함하는 제1 소스 분말, 텅스텐 산화물을 포함하는 제2 소스 분말을 포함하고, 상기 챔버내의 기판을 가열하는 단계는, 상기 챔버 내의 제1 기판 및 제2 기판을 가열하는 것을 포함하고, 상기 분말 저장 탱크와 상기 챔버 사이의 압력 차이를 이용하여 가속된 상기 제1 소스 분말 및 상기 제2 소스 분말이 가열된 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 상에 각각 제공되어, 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층이 형성되되, 상기 제1 기판의 온도 및 상기 제2 기판의 온도가 서로 다를 수 있다.
- [0026] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 기판의 온도가 상기 제2 기판의 온도보다 더 높을 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명의 실시 예에 따르면, 전기 변색층과 이온 저장층을 포함하는 전기 변색 소자는, 제1 기판, 상기 제1 기판과 대향하는 제2 기판, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 제공되는 전해질, 상기 제1 기판과 상기 전해질 사이에 제공되는 제1 전극, 상기 제1 전극과 상기 전해질 사이에 제공되는 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함하되, 니켈 산화물 및 티타늄 산화물의 입자가 입자 형태로 관찰되는 것을 포함하는 이온 저장층, 상기 제2 기판과 상기 전해질 사이에 제공되는 제2 전극 및 상기 제2 전극과 상기 전해질 사이에 제공되는 전기 변색층을 포함할 수 있다.
- [0029] 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함하는 소스 분말이 가열된 상기 기판 상에 제공되어, 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층이 형성될 수 있다. 이에 따라 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층의 특성이 향상될 수 있고, 공정 비용이 감소될 수 있으며, 상기 전기 변색 소자를 대면적으로 제조하기 용이하다. 또한, 상술된 바와 같이, 상기 이온 저장층이 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함할 수 있고, 이에 따라, 상기 이온 저장층의 특성이 향상될 수 있다. 따라서 고신뢰성 및 변색 효율이 향상된 전기 변색 소자가 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전기 변색 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전기 변색 소자의 제조 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 이온 저장층 및 전기 변색을 포함하는 전기 변색 소자를 설명하기 위한 도면

이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 이온 저장층의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전기 변색층의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시 예 및 비교 예에 따른 이온 저장층의 표면을 촬영한 SEM 사진이다.

도 7은 본 발명의 일 실시 예 및 비교 예에 따른 전기 변색 소자의 시간에 따른 전하량 변화를 나타내는 그래프이다.

도 8은 본 발명의 일 실시 예 및 비교 예에 따른 전기 변색 소자의 사이클릭 볼타메트리(cyclic voltammetry) 측정 결과를 나타내는 그래프이다.

도 9는 본 발명의 일 실시 예 및 비교 예에 따른 전기 변색 소자의 파장에 따른 투과도 변화를 나타내는 그래프이다.

도 10은 본 발명의 일 실시 예 및 비교 예들에 따라 제조된 전기 변색층의 표면을 설명하기 위한 SEM 사진이다.

도 11은 본 발명의 일 실시 예 및 비교 예들에 따라 제조된 전기 변색층의 임피던스를 측정한 결과를 설명하기 위한 그래프이다.

도 12는 본 발명의 일 실시 예 및 비교 예들에 따라 제조된 전기 변색 소자의 파장에 따른 투과도 변화를 설명하기 위한 그래프이다.

도 13은 본 발명의 일 실시 예 및 비교 예들에 따라 제조된 전기 변색 소자의 파장에 따른 투과도 변화를 설명하기 위한 그래프이다.

도 14는 본 발명의 일 실시 예 및 비교 예들에 따라 제조된 전기 변색 소자의 유리 기판의 온도에 따른 투과도 변화량을 나타내는 그래프이다.

도 15는 본 발명의 일 실시 예에 따라 제조된 전기 변색 소자에서 전류 인가 시간을 달리한 경우 파장에 따른 투과도 변화를 나타내는 그래프이다.

도 16은 본 발명의 일 실시 예에 따라 제조된 전기 변색 소자의 시간에 따른 투과도 변화를 나타내는 그래프이다.

도 17은 본 발명의 일 실시 예 및 비교 예에 따라 제조된 전기 변색 소자의 전해질에서 PMMA 유무에 대한 파장에 따른 투과도 변화를 나타내는 그래프이다.

도 18은 본 발명의 일 실시 예 및 비교 예에 따라 제조된 전기 변색 소자가 사용된 열차단 유리와 다른 유리들과의 파장에 따른 투과도 변화의 비교를 나타내는 그래프이다.

도 19는 본 발명의 일 실시 예 및 비교 예에 따라 제조된 전기 변색 소자의 파장에 따른 투과도 변화를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명할 것이다. 그러나 본 발명의 기술적 사상은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0033] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0034] 또한, 본 명세서의 다양한 실시 예들에서 제1, 제2, 제3 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 따라서, 어느 한 실시 예에 제 1 구성요소로 언급된 것이 다른 실시 예에서는 제 2 구성요소로 언급될 수도 있다. 여기에 설명되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시 예도 포함한다. 또한, 본 명세서에서 '및/또는'은 전후에 나열한 구성요소들 중 적어도 하

나를 포함하는 의미로 사용되었다.

- [0035] 또한, 본 명세서에서 사용된 비 PMMA 전해질(Non PMMA electrolyte) 라는 용어는, 전해질이 PMMA를 포함하지 않는다는 의미로 사용되었다.
- [0036] 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 또한, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 또한, 본 명세서에서 "연결"은 복수의 구성 요소를 간접적으로 연결하는 것, 및 직접적으로 연결하는 것을 모두 포함하는 의미로 사용된다.
- [0037] 또한, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.
- [0039] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 전기 변색 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0040] 도 1을 참조하면, 소스 분말이 분말 저장 탱크 내에 준비된다(S110). 상기 소스 분말은, 제1 소스 분말 및 제2 소스 분말을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 소스 분말은, 니켈(Ni), 티타늄(Ti) 및 산소(O)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 소스 분말은, 니켈 산화물 및 티타늄 산화물의 혼합 분말일 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 소스 분말은, 텅스텐(W) 및 산소(O)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 소스 분말은, 텅스텐 산화물 분말일 수 있다. 상기 제1 소스 분말 및 상기 제2 소스 분말은 각각 분말 저장 탱크내에 준비될 수 있다.
- [0041] 상기 분말 저장 탱크, 및 상기 분말 저장 탱크와 연결된 챔버 사이의 압력 차이를 이용하여, 상기 소스 분말이 가속될 수 있다(S120). 일 실시 예에 따르면, 상기 분말 저장 탱크 내의 상기 소스 분말은 분무될 수 있고, 분무된 상기 소스 분말이, 상기 분말 저장 탱크 및 상기 챔버 사이의 압력 차이에 의해, 초음속(supersonic)으로 가속되어, 상기 챔버 내로 분사될 수 있다.
- [0042] 상기 챔버 내의 기판은 가열될 수 있다(S130). 예를 들어, 상기 기판은, 핫 플레이트(hot plate) 등을 이용하여 가열될 수 있다. 상기 기판은, 제1 기판 및 제2 기판을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 챔버 내에 상기 제1 기판이 배치되는 경우, 가열된 상기 제1 기판으로, 상기 제1 소스 분말이 제공될 수 있고, 상기 챔버 내에 상기 제2 기판이 배치되는 경우 가열된 상기 제2 기판으로, 상기 제2 소스 분말이 제공될 수 있다.
- [0043] 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판은 투명한 기판(예를 들어, 유리 기판, 플라스틱 기판 등)일 수 있다. 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판은 투명하고 전도성을 가진 물질로 형성된 전극이 배치될 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판은 FTO Glass 일 수 있다. 또한, 상기 제1 기판 상에 제1 전극이 배치될 수 있고, 상기 제2 기판 상에 제2 전극이 배치될 수 있다. 이 경우, 상기 제1 전극 상으로 상기 제1 소스 분말이 제공되고, 상기 제2 전극 상으로 상기 제2 소스 분말이 제공될 수 있다.
- [0044] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 기판의 온도 및 상기 제2 기판의 온도는 다를 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 제1 기판의 온도가 상기 제2 기판의 온도보다 높을 수 있다.
- [0045] 가속된 상기 소스 분말은 상기 챔버 내의 가열된 상기 기판 상으로 제공되어, 이온 저장층 또는 전기 변색층 중에서 적어도 하나가 제조될 수 있다(S140). 일 실시 예에 따르면, 상기 분말 저장 탱크 내에 제1 소스 분말이 준비되는 경우, 상기 분말 저장 탱크와 상기 챔버 사이의 압력 차이에 의해 제1 소스 분말이 가속되고, 가속된 상기 제1 소스 분말이 가열된 상기 제1 기판상에 제공되어, 상기 이온 저장층이 상기 제1 기판 상에 형성될 수 있다. 상기 이온 저장층은, 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함할 수 있고, 니켈 산화물 및 티타늄 산화물은 입자 형태로 관찰될 수 있다.
- [0046] 또한, 상기 분말 저장 탱크 내에 제2 소스 분말이 준비되는 경우, 상기 분말 저장 탱크와 상기 챔버 사이의 압력 차이에 의해 제2 소스 분말이 가속되고, 가속된 상기 제2 소스 분말이 가열된 상기 제2 기판상에 제공되어, 상기 전기 변색층이 상기 제2 기판 상에 형성될 수 있다. 상기 전기 변색층은, 텅스텐 산화물을 포함할 수 있고, 상기 텅스텐 산화물은 입자 형태로 관찰될 수 있다.
- [0047] 상술된 본 발명의 실시 예와 달리, 다른 실시 예에 따르면, 상기 전기 변색층은 상술된 바와 같이 형성되고, 상기 이온 저장층은, 졸-겔(sol-gel)법, 스퍼터링(sputtering)법, 화학 기상 증착법, 물리 기상 증착법 등으로 형

성될 수 있다. 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 이온 저장층은, 상술된 바와 같이 형성되고, 상기 전기 변색층이, 졸-겔(sol-gel)법, 스퍼터링(sputtering)법, 화학 기상 증착법, 물리 기상 증착법 등으로 형성될 수 있다.

[0048] 가속된 상기 소스 분말은 상기 기관상에 제공될 때, 소스 분말이 파괴되어 소스 분말 파편이 형성되고, 상기 소스 분말 파편은 응집되어 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층이 형성될 수 있다.

[0049] 상술된 바와 같이, 상기 소스 분말이 가열된 상기 기관 상에 제공되어, 상기 소스 분말들로부터 용이하게 상기 소스 분말 파편들이 형성되고, 이에 따라, 상기 소스 분말 파편들이 응집되어 형성된 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층의 특성이 향상될 수 있다.

[0050] 하지만, 상기 가열 단계에서 기준 온도 이상으로 상기 기관이 가열될 경우, 상기 파편들이 미세하여 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층의 특성이 저하될 수 있고, 기준 온도 이하로 상기 기관이 가열될 경우, 상기 파편들이 용이하게 형성되지 않을 수 있다.

[0051] 일 실시 예에 따르면, 상기 전기 변색 소자는, 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층이 형성된 후, 상기 이온 저장층이 형성된 상기 제1 기관, 및 상기 전기 변색층이 형성된 상기 제2 기관을 서로 대향하도록 배치하고, 상기 제1 기관 및 상기 제2 기관 사이에 전해질을 주입하여 형성될 수 있다. 상기 전해질은 비 PMMA 전해질(Non PMMA electrolyte)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 전해질은 1M LiClO₄ (PC:EC) 일 수 있다.

[0052] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 전기 변색 소자는, 가열된 상기 기관 상에 상기 소스 분말이 제공되어 형성된 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층을 포함할 수 있다. 또한, 상기 이온 저장층은 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함할 수 있다. 이로 인해, 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층의 특성이 향상될 수 있다. 또한, 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층을 형성한 후 별도의 열처리를 수행하는 것과 비교하여, 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층의 제조 공정이 간소화될 수 있다.

[0053] 또한, 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 전기 변색 소자는, 상기 제1 소스 분말을 제조 할 때, 니켈 산화물 및 티타늄 산화물의 비율을 조절하여, 상기 이온 저장층의 조성이 용이하게 조절될 수 있다. 이에 따라, 전기 변색 효율이 향상된 전기 변색 소자 및 그 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0054] 만약, 상술된 본 발명의 실시 예와 달리, 이온 저장층과 전기 변색층이 졸-겔(sol-gel)법으로 형성되는 경우, 이온 저장층 및 전기 변색층이 형성된 후 별도의 열처리 공정이 더 수행될 수 있다. 따라서, 공정 시간이 길어지게 되고 공정 비용이 증가하며 대면적 공정에 적합하지 않는 문제점이 있다. 또한, 스퍼터링(sputtering)법으로 이온 저장층과 포함된 전기 변색층이 제조되는 경우, 고 진공 조건으로 인해 공정 비용이 증가될 수 있고, 이온 저장층 및 전기 변색층이 열적, 전기적 환경에 의해 변형될 가능성이 높고 대면적 공정에 적합하지 않는 문제점이 있다. 또한, 화학 기상 증착법(CVD)으로 이온 저장층과 전기 변색층이 제조되는 경우, 고온의 공정과정과 코팅할 수 있는 물질이 제한적이라는 문제점이 있다.

[0055] 하지만, 상술된 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 제1 소스 분말 및 상기 제2 소스 분말을 이용하여, 건식으로, 가열된 상기 제1 기관 및 가열된 상기 제2 기관 상에 니켈 산화물 및 티타늄 산화물이 포함된 이온 저장층과 텅스텐 산화물이 포함된 전기 변색층이 제조될 수 있다. 이에 따라, 공정과정이 용이하고, 변색 특성이 향상된 고신뢰성의 전기 변색 소자 및 그 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0057] 이하, 상술된 본 발명의 일 실시 예에 따른 전기 변색 소자의 제조 장치가 도 2를 참조하여 설명된다.

[0058] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전기 변색 소자의 제조 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0059] 도 2를 참조하면, 전기 변색 소자의 제조 장치는, 챔버(100), 스테이지(110, stage), 노즐(120), 카메라(130), 제어부(132), 챔버 압력 조절부(140), 펌프(142), 공기 압축부(210), 필터(220), 레귤레이터(230, regulator), 분말 저장 탱크(240), 및 분무 발생기(242)를 포함할 수 있다.

[0060] 상기 스테이지(110)는, 상기 챔버(100) 내에 배치될 수 있다. 상기 스테이지(110) 상에 기관(112)이 안착될 수 있다. 상기 스테이지(110)는, 지면에 평행한 제1 및 제2 방향, 그리고, 지면에 수직한 제3 방향으로 움직이도록 구성될 수 있다. 상기 기관(112)은 도 1을 참조하여 설명된 것과 같이, 제1 기관 및 제2 기관을 포함할 수 있다.

[0061] 상기 공기 압축부(210)는 공기를 압축하여 압축 공기를 제공할 수 있다. 상기 압축 공기는 상기 필터(220)를 통과하면서, 먼지, 기름 등이 제거될 수 있다. 상기 압축 공기는 상기 레귤레이터(230)를 통과하여, 상기 분말 저

장 탱크(240)에 제공될 수 있다.

- [0062] 상기 분말 저장 탱크(240) 내에 소스 분말(244)이 저장 될 수 있다. 상기 소스 분말(244)은, 도 1을 참조하여 설명된 것과 같이, 니켈, 티타늄 및 산소를 포함하는 제1 소스 분말과 텅스텐 및 산소를 포함하는 제2 소스 분말을 포함할 수 있다.
- [0063] 상기 분말 저장 탱크(240) 내에 상기 분무 발생기(242)가 배치될 수 있다. 상기 분무 발생기(242)에 의해, 상기 분말 저장 탱크(240) 내에 저장된 상기 소스 분말(244)이 분무될 수 있다. 분무된 상기 소스 분말(244)은, 상기 공기 압축부(210)로부터 제공된 상기 압축 공기에 의해 상기 챔버(100) 내의 상기 기관(112) 상으로 분사되되, 상기 분말 저장 탱크(240)와 상기 챔버(100) 사이의 압력에 의해 가속 분사될 수 있다.
- [0064] 상기 챔버 압력 조절부(140) 및 상기 펌프(142)는 상기 챔버(100) 내부를 저 진공 상태로 유지할 수 있다. 이에 따라, 상기 분말 저장 탱크(240)와 상기 챔버(100) 사이에 압력의 차이가 실질적(substantially)으로 일정하게 유지되고, 상기 압력의 차이에 의해, 분무된 상기 소스 분말(244)이 가속되어, 상기 노즐(120)을 통해, 상기 기관(112) 상으로 제공될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 챔버(100) 내부는 대기 분위기일 수 있다. 상기 챔버 압력 조절부(140)는 상기 제어부(132)에 의해 제어될 수 있다.
- [0065] 상기 제1 기관 상으로 분사된 상기 제1 소스 분말에 의해, 도 1을 참조하여 설명된 것과 같이, 니켈 산화물 및 티타늄 산화물이 포함된 이온 저장층이 제조될 수 있다. 또한, 상기 제2 기관 상으로 분사된 상기 제2 소스 분말에 의해, 도 1을 참조하여 설명된 것과 같이, 텅스텐 산화물이 포함된 전기 변색층이 제조될 수 있다.
- [0066] 상기 카메라(130)는 상기 기관(112) 상에 형성되는 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층을 촬영하여, 상기 제어부(132)로 전송할 수 있다. 사용자는 상기 제어부(132)를 통해, 상기 이온 저장층 및 상기 전기 변색층의 형성 과정을 관찰할 수 있다.
- [0068] 이하, 상술된 본 발명의 실시 예에 따른 이온 저장층 및 전기 변색층의 제조 방법, 이에 따라 제조된 이온 저장층 및 전기 변색층을 포함하는 전기 변색 소자가 도 3 내지 도 5를 참조하여 설명된다.
- [0069] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 이온 저장층 및 전기 변색을 포함하는 전기 변색 소자를 설명하기 위한 도면이고, 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 이온 저장층의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 전기 변색층의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0070] 도 3 내지 도 5를 참조하면, 전기 변색 소자는, 제1 기관(112a), 제2 기관(112b), 제1 전극(310), 제2 전극(320), 이온 저장층(330), 전기 변색층(340) 및 전해질(350)을 포함할 수 있다.
- [0071] 상기 제1 기관(112a) 및 상기 제2 기관(112b)은 서로 대향될 수 있다. 상기 제1 기관(112a) 및 상기 제2 기관(112b)은 투명한 기관(예를 들어, 유리)일 수 있다. 상기 제1 기관(112a) 및 상기 제2 기관(112b)은 서로 동일한 물질로 형성될 수 있다.
- [0072] 상기 제1 기관(112a) 및 상기 제2 기관(112b) 사이에, 상기 전해질(350)이 배치될 수 있다. 상기 전해질(350)은 리튬(LiClO₄), (PC:EC))을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 전해질(350)은 PMMA를 포함하지 않는, 비PMMA 전해질일 수 있다. 이로 인해, 상기 전기 변색 소자의 변색 효율이 향상될 수 있다.
- [0073] 상기 제1 기관(112a) 및 상기 전해질(350) 사이에 상기 제1 전극(310)이 배치될 수 있다. 상기 제2 기관(112b) 및 상기 전해질(350) 사이에 상기 제2 전극(320)이 배치될 수 있다. 상기 제1 전극(310) 및 상기 제2 전극(320)은 서로 대향될 수 있다. 상기 제1 전극(310) 및 상기 제2 전극(320)은 투명한 산화물 박막(TCO)일 수 있다. 상기 제1 전극(310) 및 상기 제2 전극(320)은 서로 동일한 물질로 형성될 수 있다.
- [0074] 상기 제1 전극(310) 및 상기 전해질(350) 사이에, 상기 이온 저장층(330)이 배치될 수 있다. 상기 이온 저장층(330)은, 도 1을 참조하여 설명된 방법으로 제조된 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 이온 저장층은, 도 4에 도시된 것과 같이, 가열된 상기 제1 기관(112a) 상에 니켈 산화물 및 티타늄 산화물을 포함하는 상기 제1 소스 분말을 제공하여 형성될 수 있다. 또한, 상기 이온 저장층(330)은, 도 2를 참조하여 설명된 제조 장치를 이용하여 제조될 수 있다. 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 상기 제1 소스 분말은 안티몬(antimony)이 도핑된 주석(Tin) 산화물을 포함할 수 있다.
- [0075] 상기 제2 전극(320) 및 상기 전해질(350) 사이에, 상기 전기 변색층(340)이 배치될 수 있다. 상기 전기 변색층(340)은, 도 1을 참조하여 설명된 방법으로 제조된 텅스텐 산화물을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 전

기 변색층은, 도 5에 도시된 것과 같이, 가열된 상기 제2 기판(112b) 상에 텅스텐 산화물을 포함하는 상기 제2 소스 분말을 제공하여 형성될 수 있다. 또한, 상기 전기 변색층(340)은, 도 2를 참조하여 설명된 제조 장치를 이용하여 제조될 수 있다.

- [0077] 이하, 상술된 본 발명의 실시 예에 따른 이온 저장층 및 전기 변색층의 제조 방법에 따라 제조된 이온 저장층 및 전기 변색층을 포함하는 전기 변색 소자의 특성 평가 결과 및 구체적인 실험 예가 설명된다.
- [0078] 도 6은 본 발명의 실시 예 및 비교 예에 따른 이온 저장층의 표면을 촬영한 SEM 사진이고, 도 7은 본 발명의 실시 예 및 비교 예에 따른 전기 변색 소자의 시간에 따른 전하량 변화를 나타내는 그래프이고, 도 8은 본 발명의 실시 예 및 비교 예에 따른 전기 변색 소자의 사이클릭 볼타메트리(cyclic voltammetry) 측정 결과를 나타내는 그래프이고, 도 9는 본 발명의 실시 예 및 비교 예에 따른 전기 변색 소자의 파장에 따른 투과도 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0079] 도 6을 참조하면, 유리 기판, NiO-TiO₂를 포함하는 소스 분말을 준비했다.
- [0080] 100 ~ 10000 $\mu\text{m/s}$ 의 스테이지 이동 속도로, 유리 기판과 노즐 사이의 거리를 3mm로 유지하고, 150℃로 가열된 유리 기판 상에 상기 소스 분말을 제공하여 본 발명의 실시 예 1에 따른 300 nm 두께의 이온 저장층을 제조하였다.
- [0081] 상술된 실시 예 1과 동일한 공정 조건으로, ATO를 포함하는 소스 분말을 유리 기판 상에 제공하여, 비교 예 1에 따른 350 ~ 400 nm 두께의 이온 저장층을 제조하였다.
- [0082] 도 6의 (a) 및 (b)에서 알 수 있듯이, NiO-TiO₂를 포함하는 실시 예 1에 따른 이온 저장층 표면 및 ATO를 포함하는 비교 예 1에 따른 이온 저장층 표면에서 소스 분말의 입자가 입자 형태로 관찰되는 것을 확인할 수 있다.
- [0083] 도 7내지 도 9를 참조하면, 유리 기판, WO₃를 포함하는 소스 분말을 준비했다. 140 ~ 20000 $\mu\text{m/s}$ 의 스테이지 이동 속도로, 유리 기판과 노즐 사이의 거리를 3mm로 유지하고, 80℃로 가열된 유리 기판 상에 상기 소스 분말을 제공하여 700 ~ 800 nm 두께의 전기 변색층을 제조하였다. WO₃ 전기 변색층을 갖는 유리 기판, 실시 예 1에 따라 NiO-TiO₂ 이온 저장층을 갖는 유리 기판, 및 PMMA가 포함된 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 이용하여, 실시 예 1에 따른 전기 변색 소자를 제조하였다.
- [0084] 상술된 실시 예 1과 동일한 공정 조건으로, WO₃ 전기 변색층을 갖는 유리 기판, 비교 예 1에 따라 ATO이온 저장층을 갖는 유리 기판, 및 PMMA가 포함된 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 이용하여, 비교 예 1에 따른 전기 변색 소자를 제조하였다.
- [0085] 상술된 실시 예와 동일한 공정 조건으로, WO₃ 전기 변색층을 갖는 유리 기판, 이온 저장층이 생략된 유리 기판, 및 PMMA가 포함된 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 이용하여, 비교 예 2에 따른 전기 변색 소자를 제조하였다.
- [0086] 도 7 및 도 8을 참조하면, 실시 예 1에 따라 NiO-TiO₂ 이온 저장층을 갖는 전기 변색 소자, 비교 예 1에 따라 ATO 이온 저장층을 갖는 전기 변색 소자, 비교 예 2에 따라 이온 저장층이 생략된 전기 변색 소자의 전하 변화량 및 전류에 따른 전압값을 측정하였다. 도 7에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시 예 1에 따라 NiO-TiO₂ 이온 저장층을 갖는 전기 변색 소자의 전하 변화량이, 비교 예 1 및 비교 예 2에 따른 ATO 이온 저장층을 갖는 전기 변색 소자 및 이온 저장층이 생략된 전기 변색 소자의 전하 변화량 보다 현저하게 큰 것을 확인할 수 있다.
- [0087] 도 9를 참조하면, 도 7 및 도 8을 참조하여 설명된 제조 방법으로 제조된 본 발명의 실시 예 1, 비교 예 1 및 비교 예 2에 따른 전기 변색 소자에 대해 각각 전압이 인가되지 않은 경우(bleaching)와 전압이 인가된 경우(coloring), 파장에 따른 투과도 변화를 측정하였다.
- [0088] 도 9의 (a)에서 알 수 있듯이, 비교 예 2에 따라 이온 저장층이 생략된 전기 변색 소자의 경우, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 11%까지 변화되는 것을 확인할 수 있다. 도 9의 (b)에서 알 수 있듯이, 비교 예 1에 따라 ATO 이온 저장층을 갖는 전기 변색 소자의 경우, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 29%까지 변화되는 것을 확인할 수 있다. 도 9의 (c)에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시 예 1에 따라 NiO-TiO₂

이온 저장층을 갖는 전기 변색 소자의 경우, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 45%까지 변화되는 것을 확인할 수 있다.

- [0089] 따라서, 본 발명의 실시 예 1과 같이, NiO-TiO₂ 이온 저장층을 갖는 전기 변색 소자를 제조하는 것이, 전기 변색 소자의 신뢰성을 향상시키고, 전기 변색 효율을 증가시키는 효율적인 방법임을 확인할 수 있다.
- [0090] 도 10은 본 발명의 실시 예 및 비교 예들에 따라 제조된 전기 변색층의 표면을 설명하기 위한 SEM 사진이고, 도 11은 본 발명의 실시 예 및 비교 예들에 따라 제조된 전기 변색층의 임피던스를 측정한 결과를 설명하기 위한 그래프이고, 도 12는 본 발명의 실시 예 및 비교 예들에 따라 제조된 전기 변색 소자의 파장에 따른 투과도 변화를 설명하기 위한 그래프이고, 도 13 역시 본 발명의 실시 예 및 비교 예들에 따라 제조된 전기 변색 소자의 파장에 따른 투과도 변화를 설명하기 위한 그래프이고, 도 14는 본 발명의 실시 예 및 비교 예들에 따라 제조된 전기 변색 소자의 유리 기판의 온도에 따른 투과도 변화량을 나타내는 그래프이다.
- [0091] 도 10을 참조하면, 유리 기판, WO₃를 포함하는 소스 분말을 준비했다. 140 ~ 20000 μm/s 의 스테이지 이동 속도로, 유리 기판과 노즐 사이의 거리를 3mm로 유지하고, 80℃로 가열된 유리 기판 상에 상기 소스 분말을 제공하여 본 발명의 실시 예 2에 따른 700 ~ 800 nm 두께의 전기 변색층을 제조하였다.
- [0092] 상술된 실시 예 2와 동일한 공정 조건으로, 100℃로 가열된 유리 기판 상에 상기 소스 분말을 제공하여 본 발명의 실시 예 3에 따른 700 ~ 800 nm 두께의 전기 변색층을 제조하였다.
- [0093] 상술된 실시 예 2와 동일한 공정 조건으로, 150℃로 가열된 유리 기판 상에 상기 소스 분말을 제공하여 본 발명의 실시 예 4에 따른 700 ~ 800 nm 두께의 전기 변색층을 제조하였다.
- [0094] 상술된 실시 예 2와 동일한 공정 조건으로, 200℃로 가열된 유리 기판 상에 상기 소스 분말을 제공하여 본 발명의 실시 예 5에 따른 700 ~ 800 nm 두께의 전기 변색층을 제조하였다.
- [0095] 상술된 실시 예 2와 동일한 공정 조건으로, 가열을 생략한 유리 기판 상에 상기 소스 분말을 제공하여 비교 예 3에 따른 700 ~ 800 nm 두께의 전기 변색층을 제조하였다.
- [0096] 도 10의 (a) 내지 (e)를 참조하면, 본 발명의 실시 예 2, 실시 예 3, 실시 예 4, 실시 예 5 및 비교 예 3에 따라 제조된 전기 변색층의 표면을 확인할 수 있다.
- [0097] 도 10의 (b), (c), (d) 및 (e)에서 알 수 있듯이, 상기 유리 기판을 본 발명의 실시 예 2, 실시 예 3, 실시 예 4 및 실시 예 5에 따라 80℃, 100℃, 150℃ 및 200℃에서 가열한 후 전기 변색층을 제조한 경우, 상기 WO₃를 포함하는 소스 분말이 균일하고 치밀하게 적층된 것을 확인할 수 있었다. 도 10의 (a)에서 알 수 있듯이, 상기 유리 기판을 비교 예 3에 따라 가열을 생략하고 전기 변색층을 제조한 경우, 상기 소스 분말이 균일하고 치밀하게 적층되지 않은 것을 확인할 수 있었다. 따라서, WO₃를 포함하는 소스 분말을 본 발명의 실시예 2, 실시 예 3, 실시 예 4 및 실시 예 5에 따라 가열된 유리기판 상에 제공하는 것이 비교 예 3에 따라 상기 유리 기판의 가열을 생략한 것 보다 상기 WO₃를 포함하는 소스 분말이 안정적으로 적층되어, 고신뢰성의 전기 변색층을 형성하는 효율적인 방법임을 확인할 수 있다.
- [0098] 도 11을 참조하면, 본 발명의 실시 예 2, 실시 예 5 및 비교 예 3에 따라 제조된 전기 변색층의 임피던스를 확인할 수 있다. 도 11에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시 예 2 및 5에 따라 80℃ 및 200℃의 온도로 상기 유리 기판을 가열한 경우, 비교 예 3에 따라 상기 유리 기판의 가열을 생략한 것보다 낮은 임피던스 값을 갖는 것을 확인할 수 있다.
- [0099] 도 12 내지 도 14를 참조하면, 본 발명의 실시 예 2내지 실시 예 5 및 비교예 3에 따라 도 10을 참조하여 설명된 방법으로 제조된 전기 변색층을 포함하는 전기 변색 소자가 준비된다. 본 발명의 실시 예 2 내지 실시 예 5 및 비교 예 3에 따른 전기 변색 소자들의 투과도 변화량을 측정하였다. 비교 예 3, 본 발명의 실시 예 2 및 실시 예 5에 따른 전기 변색 소자들의 투과도 변화량을 도 12의 (a) 내지 (c)에 각각 도시하였고, 본 발명의 실시 예 3 및 실시 예 4에 따른 전기 변색 소자들의 투과도 변화량을 도 13의 (a) 및 (b)에 각각 도시하였다. 본 발명의 실시 예 2 내지 실시 예 5 및 비교 예 3에 따른 전기 변색 소자들의 기판 온도에 따른 투과도 변화량을 도 14에 도시하였다.
- [0100] 도 12의 (a) 내지 (c)를 참조하면, 비교 예 3에 따라 상기 유리 기판의 가열을 생략한 경우, 본 발명의 실시 예 2에 따라 80℃의 온도로 상기 기판을 가열한 경우 및 실시 예 5에 따라 200℃의 온도로 상기 기판을 가열한

경우, 각각 전압이 인가되지 않은 경우(bleaching)와 전압이 인가된 경우(coloring), 파장에 따른 투과도 변화를 확인할 수 있다. 도 13의 (a) 및 (b)를 참조하면, 본 발명의 실시 예 3에 따라 100℃의 온도로 상기 기판을 가열한 경우 및 실시 예 5에 따라 150℃의 온도로 상기 기판을 가열한 경우, 각각 전압이 인가되지 않은 경우(bleaching)와 전압이 인가된 경우(coloring), 파장에 따른 투과도 변화를 확인할 수 있다.

- [0101] 도 12의 (a)에서 알 수 있듯이, 비교 예 3에 따라 상기 유리 기판의 가열을 생략한 경우, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 8%까지 변화되는 것을 확인할 수 있다. 도 12의 (b)에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시 예 2에 따라 80℃의 온도로 상기 기판을 가열한 경우, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 29%까지 변화되는 것을 확인할 수 있다. 도 12의 (c)에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시 예 5에 따라 200℃의 온도로 상기 기판을 가열한 경우, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 22%까지 변화되는 것을 확인할 수 있다.
- [0102] 도 13의 (a)에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시 예 5에 따라 100℃의 온도로 상기 기판을 가열한 경우, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 21%까지 변화되는 것을 확인할 수 있다. 도 13의 (b)에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시 예 5에 따라 150℃의 온도로 상기 기판을 가열한 경우, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 14%까지 변화되는 것을 확인할 수 있다.
- [0103] 도 14에서 알 수 있듯이, 비교 예 3 및 본 발명의 실시 예 2 내지 5에 따라 기판의 가열을 생략한 경우, 80℃, 100℃, 150℃ 및 200℃의 온도로 상기 기판을 가열한 경우 각각의 투과도 변화량이 약 8%, 약 29%, 약 22%, 약 21%, 약 14%인 것을 확인할 수 있다.
- [0104] 상술된 바와 같이, 실시 예 2 내지 5에 따라 가열된 기판 상에 WO_3 를 포함하는 소스 분말을 제공하여 전기 변색층을 형성하는 경우, 비교 예 3에 따라 가열이 생략된 유리 기판 상에 WO_3 를 포함하는 소스 분말을 제공하여 전기 변색층을 형성하는 것보다, 전기 변색 효율이 높은 것을 확인할 수 있다. 따라서, 소스 분말을 본 발명의 실시 예에 따라 가열된 상기 유리 기판 상에 제공하는 것이, 전기 변색 소자의 투과도 변화량을 향상시키는 효율적인 방법임을 확인할 수 있다.
- [0105] 도 15는 본 발명의 실시 예에 따라 제조된 전기 변색 소자에서 전류 인가 시간을 달리한 경우 파장에 따른 투과도 변화를 나타내는 그래프이고, 도 16은 본 발명의 실시 예에 따라 제조된 전기 변색 소자의 시간에 따른 투과도 변화를 나타내는 그래프이고, 도 17은 본 발명의 실시 예 및 비교 예에 따라 제조된 전기 변색 소자의 전해질에서 PMMA 유무에 대한 파장에 따른 투과도 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0106] 도 15 내지 도 17을 참조하면, 도 6을 참조하여 본 발명의 실시 예 1에 따라 제조된 $NiO-TiO_2$ 이온 저장층, WO_3 전기 변색층 및 비 PMMA 1M $LiClO_4$ (PC:EC) 전해질을 포함하는 본 발명의 실시 예 6에 따른 전기 변색 소자를 제조하였다.
- [0107] 비교 예 1에 따라 제조된 ATO 이온 저장층, 전기 변색층 및 비 PMMA 1M $LiClO_4$ (PC:EC) 전해질을 포함하는 본 발명의 실시 예 7에 따른 전기 변색 소자를 제조하였다.
- [0108] 비교 예 1에 따라 제조된 ATO 이온 저장층, WO_3 전기 변색층 및 PMMA를 포함하는 1M $LiClO_4$ (PC:EC) 전해질을 포함하는 비교 예 4에 따른 전기 변색 소자를 제조하였다.
- [0109] 도 15의 (a) 및 (b)를 참조하면, 본 발명의 실시 예 6에 따라 제조된 전기 변색 소자를 각각 50초, 60초의 시간 동안 전류를 인가하여 각각 전압이 전압이 인가되지 않은 경우(bleaching)와 전압이 인가된 경우(coloring), 파장에 따른 투과도 변화를 확인할 수 있다.
- [0110] 도 15의 (a)에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시 예 6에 따라 제조된 상기 전기 변색 소자에 50초의 시간 동안 전류를 인가한 경우, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 53%까지 변화되었다. 도 15의 (b)에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시 예 6에 따라 제조된 상기 전기 변색 소자에 60초의 시간 동안 전류를 인가한 경우, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 54%까지 변화되었다.
- [0111] 도 16을 참조하면, 본 발명의 실시 예 6에 따라 제조된 전기 변색 소자의 시간에 따른 투과도 변화를 확인할 수 있다. 도 16에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시 예 6에 따라 제조된 전기 변색 소자는 0 ~ 7000s의 시간 동안 균일한 투과도 변화량을 유지하는 것을 확인할 수 있다.
- [0112] 도 17의 (a) 및 (b)를 참조하면, 비교 예 4 및 본 발명의 실시 예 7에 따라 제조된 전기 변색 소자에서 각각 전

압이 전압이 인가되지 않은 경우(bleaching)와 전압이 인가된 경우(coloring), 파장에 따른 투과도 변화를 확인할 수 있다. 도 17의 (a)에서 알 수 있듯이, 비교 예 4에 따라 제조된 상기 전기 변색 소자는, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 29%까지 변화 되었다. 도 17의 (b)에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시 예 7에 따라 제조된 전기 변색 소자는, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 40%까지 변화 되었다.

[0113] 따라서, 본 발명의 실시 예 6에 따라, NiO-TiO₂ 이온 저장층, WO₃ 전기 변색층 및 비 PMMA 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 포함하는 전기 변색 소자가, 본 발명의 실시 예 7에 따라, ATO 이온 저장층, WO₃ 전기 변색층 및 비 PMMA 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 포함하는 전기 변색 소자보다, 투과도 변화량이 현저하게 높은 것을 확인할 수 있다. 다시 말하면, NiO-TiO₂ 이온 저장층을 이용하여 전기 변색 소자를 제조하는 것이 전기 변색 효율을 향상시키는 효율적인 방법임을 확인할 수 있다.

[0114] 또한, 비교 예 4에 따라, ATO 이온 저장층, WO₃ 전기 변색층 및 PMMA를 포함하는 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 포함하는 전기 변색 소자가, 본 발명의 실시 예 7에 따라, ATO 이온 저장층, WO₃ 전기 변색층 및 비 PMMA 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 포함하는 전기 변색 소자보다, 투과도 변화량이 현저하게 낮은 것을 확인할 수 있다. 다시 말하면, 비 PMMA 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 이용하여 전기 변색 소자를 제조하는 것이 전기 변색 효율을 향상시키는 효율적인 방법임을 확인할 수 있다.

[0115] 도 18은 본 발명의 실시 예 및 비교 예에 따라 제조된 전기 변색 소자가 사용된 열차단 유리와 다른 유리들과의 파장에 따른 투과도 변화의 비교를 나타내는 그래프이다.

[0116] 도 18을 참조하면, 도 6을 참조하여 본 발명의 실시 예 1에 따라 제조된 NiO-TiO₂ 이온 저장층, WO₃ 전기 변색층 및 비 PMMA 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 포함하는 실시 예 8에 따른 전기 변색 소자가 준비된다.

[0117] 비교 예 1에 따라 제조된 ATO 이온 저장층, WO₃ 전기 변색층, 및 비 PMMA 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 포함하는 비교 예 5에 따른 전기 변색 소자가 준비된다.

[0118] 비교 예 6에 따라, 신신 유리사에서 제조되어 시판되고 있으며, 유리 표면에 금속 또는 금속 산화물을 얇게 코팅한 Low-E glass가 준비된다. 비교 예 7에 따라, KCC사에서 제조되어 시판되고 있으며, 유리 표면에 금속 또는 금속 산화물을 얇게 코팅한 Low-E glass가 준비된다. 비교 예 8에 따라, 시판되고 있는 일반 유리가 준비된다.

[0119] 도 18의 (a) 및 (b)를 참조하면, 본 발명의 실시 예 8에 따른 전기 변색 소자 및 비교 예 5에 따른 전기 변색 소자에 전압이 인가되지 않은 경우(bleaching)와 전압이 인가된 경우(coloring), 비교 예 6에 따른 Low-E glass 및 비교 예 8에 따른 일반 유리의 파장에 따른 투과도 변화를 확인할 수 있다.

[0120] 도 18의 (a), (b) 및 <표 1>에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시 예 8에 따른 전기 변색 소자에 전압이 인가되지 않은 경우(bleaching)에는, 400 ~ 1100 nm 대역 구간에서 약 57.8% 투과도, 780 ~ 1200 nm 대역 구간에서 약 47.5% 투과도, 950 ~ 2500 nm 대역 구간에서 약 24.5% 투과도를 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0121] 본 발명의 실시 예 8에 따른 전기 변색 소자에 전압이 인가된 경우(coloring)에는, 400 ~ 1100 nm 대역 구간에서 약 21.3% 투과도, 780 ~ 1200 nm 대역 구간에서 약 8.7% 투과도, 950 ~ 2500 nm 대역 구간에서 약 4.8% 투과도를 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0122] 비교 예 5에 따른 전기 변색 소자에 전압이 인가되지 않은 경우(bleaching)에는, 400 ~ 1100 nm 대역 구간에서 약 62.0% 투과도, 780 ~ 1200 nm 대역 구간에서 약 50.6% 투과도, 950 ~ 2500 nm 대역 구간에서 약 24.7% 투과도를 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0123] 비교 예 5에 따른 전기 변색 소자에 전압이 인가된 경우(coloring)에는, 400 ~ 1100 nm 대역 구간에서 약 28.3% 투과도, 780 ~ 1200 nm 대역 구간에서 약 14.0% 투과도, 950 ~ 2500 nm 대역 구간에서 약 6.1% 투과도를 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0124] 비교 예 6에 따른 Low-E glass는, 400 ~ 1100 nm 대역 구간에서 약 75.4% 투과도, 780 ~ 1200 nm 대역 구간에서 약 65.8% 투과도, 950 ~ 2500 nm 대역 구간에서 약 51.9% 투과도를 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0125] 비교 예 7에 따른 Low-E glass 는, 780 ~ 1200 nm 대역 구간에서 약 24.6% 투과도를 갖는 것을 확인할 수

있다.

[0126] 비교 예 8에 따른 일반 유리는, 400 ~ 1100 nm 대역 구간에서 약 83.8% 투과도, 780 ~ 1200 nm 대역 구간에서 약 77.2% 투과도, 950 ~ 2500 nm 대역 구간에서 약 78.1% 투과도를 갖는 것을 확인할 수 있다.

표 1

Sample	변색 전/후	태양열선투과율(%)		
		400~1100 nm	780~1200 nm	950~2500nm
실시 예 8	변색 전	57.8	47.5	24.5
	변색 후	21.3	8.7	4.8
비교 예 5	변색 전	62.0	50.6	24.7
	변색 후	28.3	14.0	6.1
Low-E glass (신신유리)	-	75.4	65.8	51.9
Low-E glass (KCC)	-	-	24.6	-
일반 유리	-	83.8	77.2	78.1

[0130] 따라서, 본 발명의 실시 예 8에 따라, NiO-TiO₂ 이온 저장층, WO₃ 전기 변색층 및 비 PMMA 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 포함하는 전기 변색 소자가, 비교 예 5에 따라, ATO 이온 저장층, WO₃ 전기 변색층 및 비 PMMA 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 포함하는 전기 변색 소자, 비교 예 6에 따른 신신 유리 사에서 제조되어 시판되고 있으며, 유리 표면에 금속 또는 금속 산화물을 얇게 코팅한 Low-E glass, 비교 예 7에 따른 KCC 사에서 제조되어 시판되고 있으며, 유리 표면에 금속 또는 금속 산화물을 얇게 코팅한 Low-E glass, 비교 예 8에 따라 시판되고 있는 일반 유리 보다 낮은 투과율을 보인다는 것을 확인할 수 있다.

[0131] 도 19는 본 발명의 실시 예 및 비교 예에 따라 제조된 전기 변색 소자의 파장에 따른 투과도 변화를 나타내는 그래프이다.

[0132] 도 19를 참조하면, 비교 예 1에 따라 제조된 ATO 이온 저장층, 본 발명의 실시 예 2에 따라 제조된 WO₃ 전기 변색층 및 PMMA가 포함된 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 갖는 본 발명의 실시 예 9에 따른 전기 변색 소자가 준비된다. 비교 예 1에 따라 제조된 ATO 이온 저장층, WO₃ 전기 변색층 및 PMMA가 포함된 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 갖되, 가열되지 않은 기판 상에 WO₃ 소스 분말이 제공된 후 80℃의 온도로 상기 기판이 가열된 비교 예 9에 따른 전기 변색 소자가 준비된다.

[0133] 도 19의 (a) 및 (b)를 참조하면, 본 발명의 실시 예 9 및 비교 예 9에 따라 제조된 전기 변색 소자에 대해 각각 전압이 인가되지 않은 경우(bleaching)와 전압이 인가된 경우(coloring), 파장에 따른 투과도 변화를 확인할 수 있다. 도 19의 (a)에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시 예 9에 따라 전기 변색 소자를 제조한 경우, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 29%까지 변화되고, 도 19의 (b)에서 알 수 있듯이, 비교 예 9에 따라 전기 변색 소자를 제조한 경우, 800nm 파장 대역에서, 투과도의 변화량이 최대 19%까지 변화되었다.

[0134] 따라서, 본 발명의 실시 예 9에 따라 ATO 이온 저장층, WO₃ 전기 변색층 및 PMMA가 포함된 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 갖고, 80℃의 온도로 기판을 가열한 후 상기 기판 상에 WO₃ 소스 분말이 제공된 전기 변색 소자를 제조하는 것이, 비교 예 9에 따라 ATO 이온 저장층, WO₃ 전기 변색층 및 PMMA가 포함된 1M LiClO₄ (PC:EC) 전해질을 갖고, 기판 상에 WO₃ 소스 분말이 제공된 후 80℃의 온도로 상기 기판이 가열된 전기 변색 소자를 제조하는 것보다 전기 변색 소자의 전기 변색 효율을 향상시키는 효율적인 방법임을 확인할 수 있다.

[0136] 이상, 본 발명을 바람직한 실시 예를 사용하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위는 특정 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을

습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

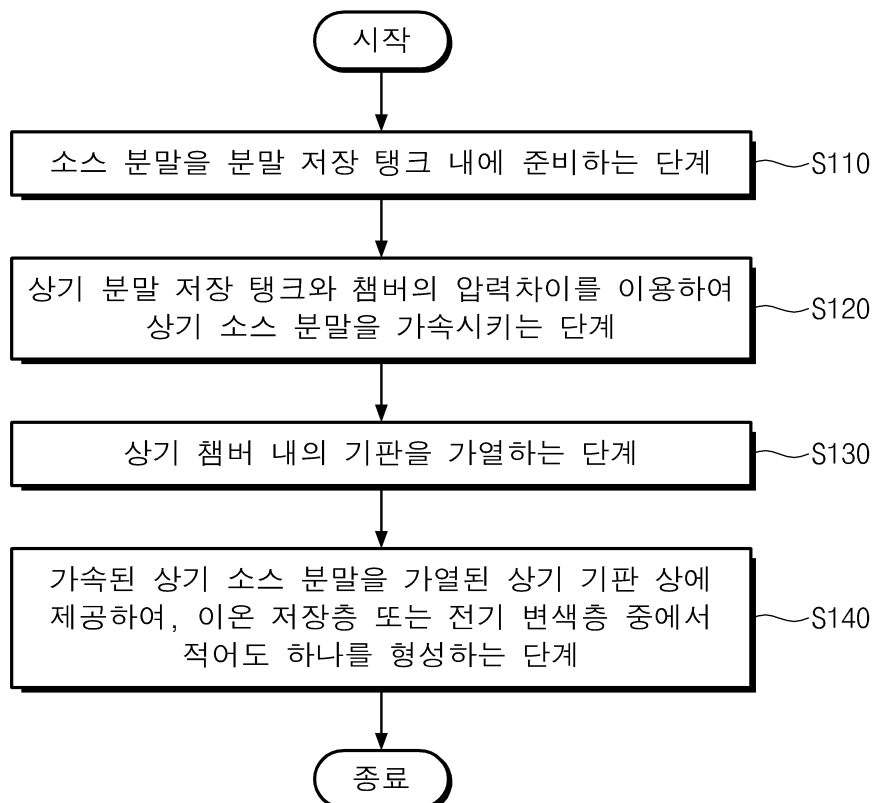
부호의 설명

[0138]

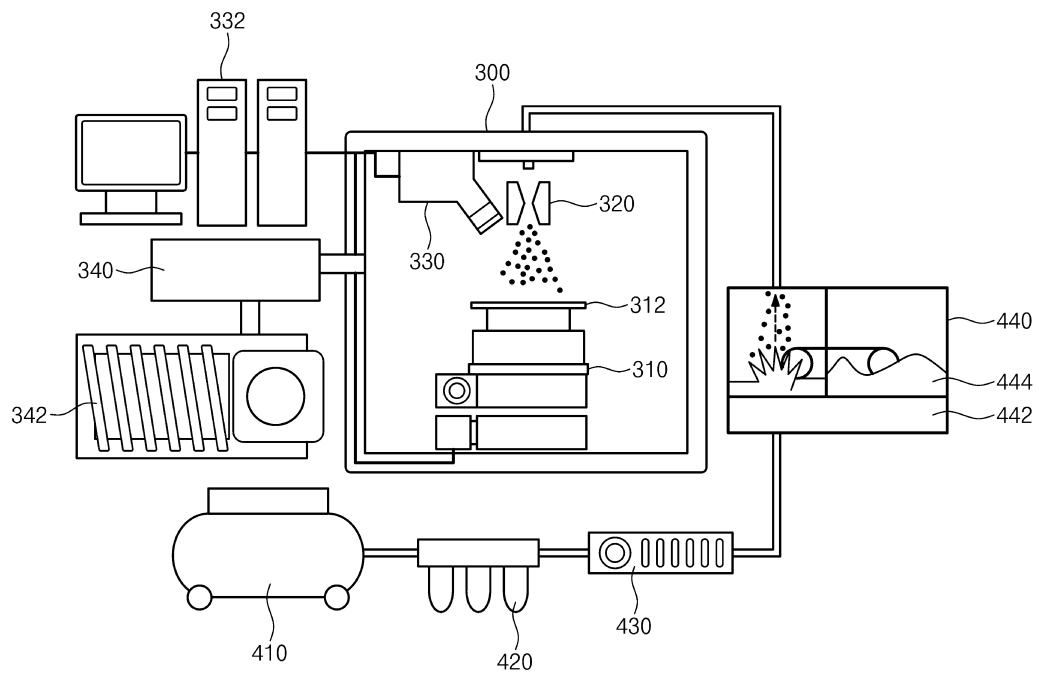
100: 챔버 110: 스테이지
112: 기관 112a: 제1 기관
112b: 제2 기관 120: 노즐
130: 제어부 140: 챔버 압력 조절부
142: 펌프 210: 공기 압축부
220: 필터 230: 레귤레이터
240: 분말 저장 탱크 242: 분무 발생기
244: 소스 분말 310, 320: 제1, 제2 전극
330: 이온 저장층 340: 전기 변색층
350: 전해질

도면

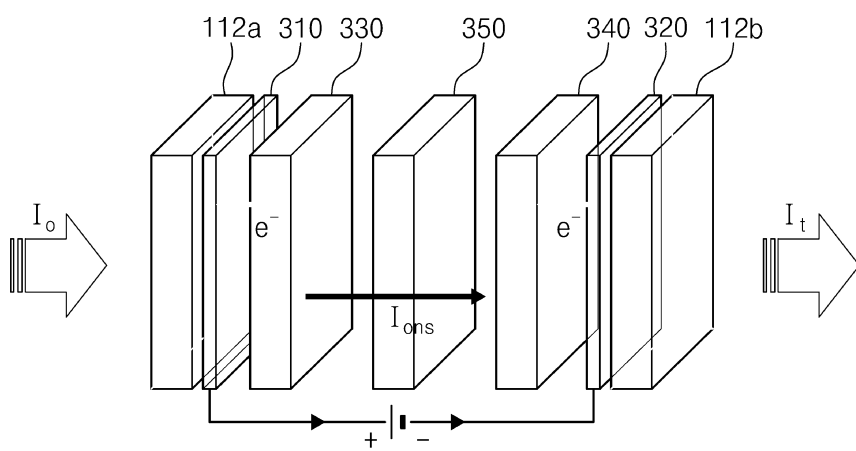
도면1



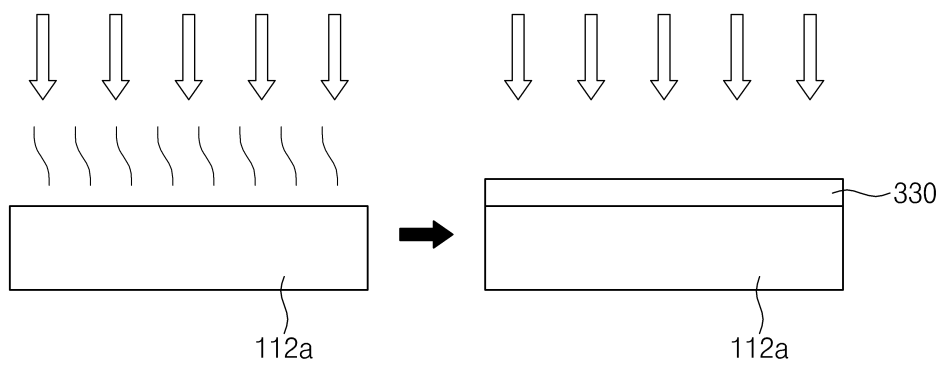
도면2



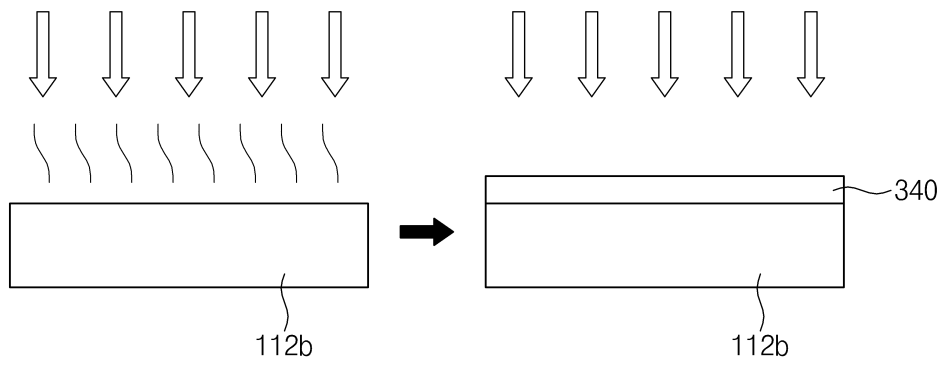
도면3



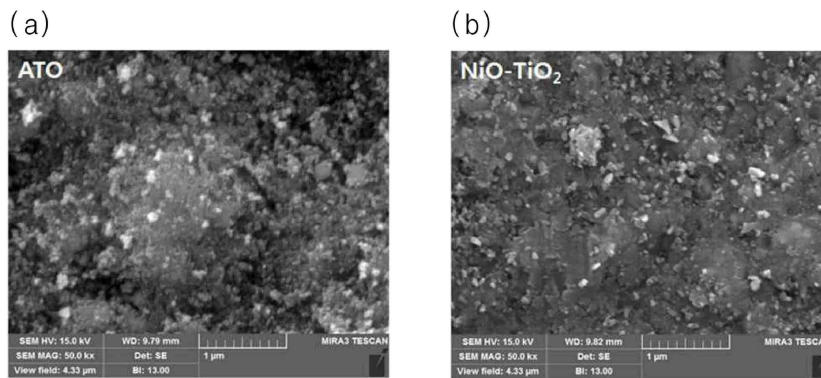
도면4



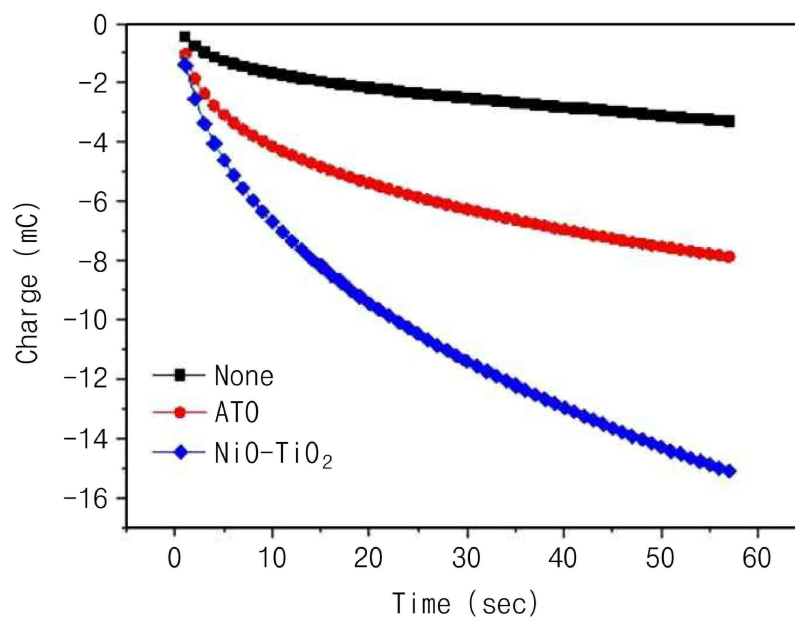
도면5



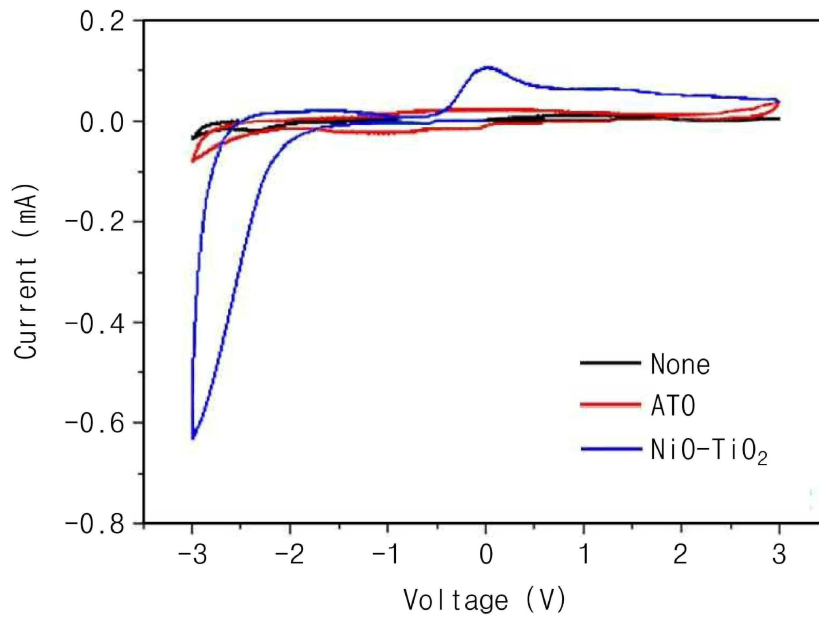
도면6



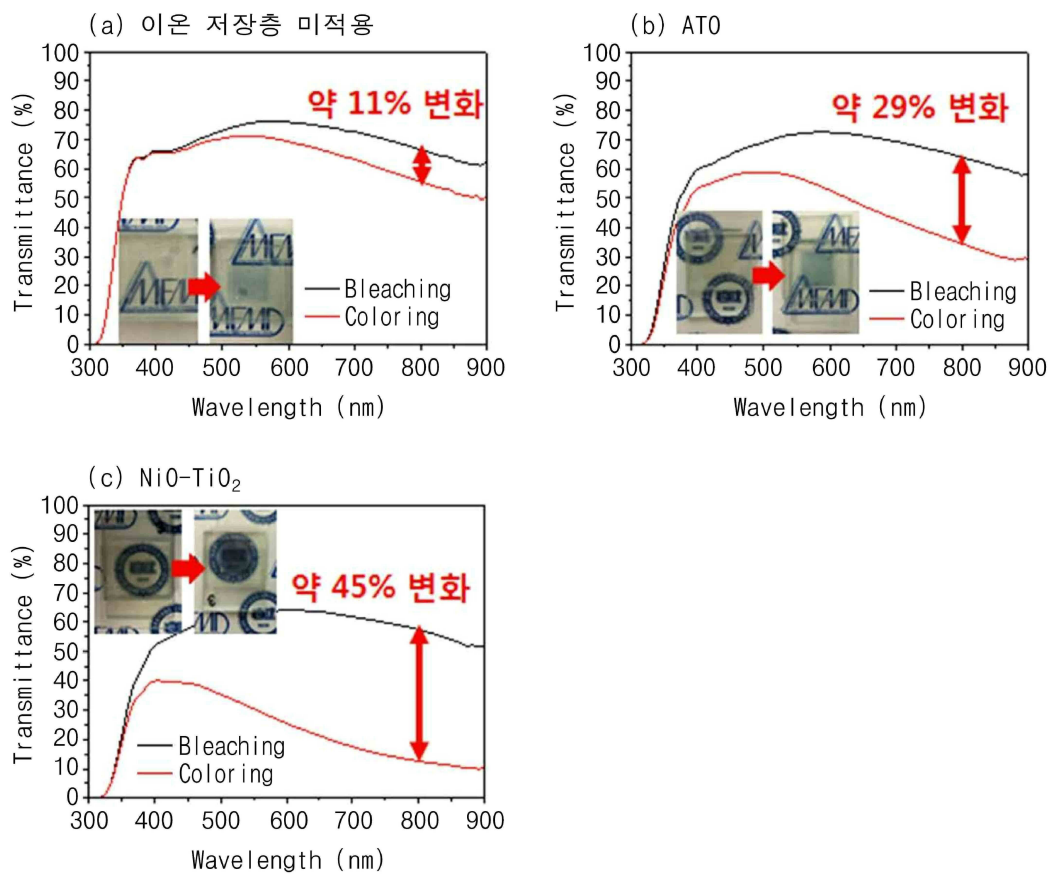
도면7



도면8

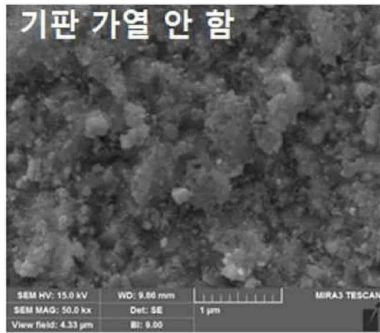


도면9

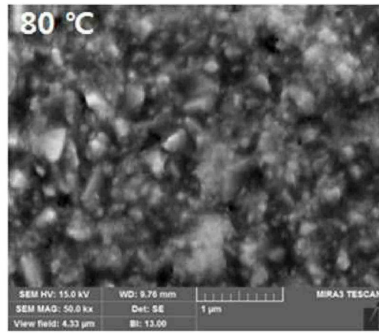


도면10

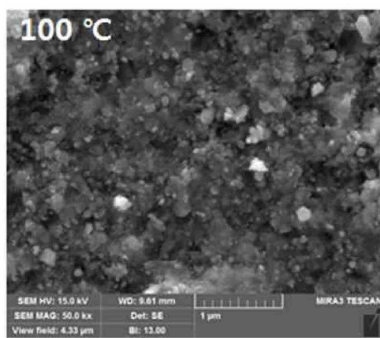
(a)



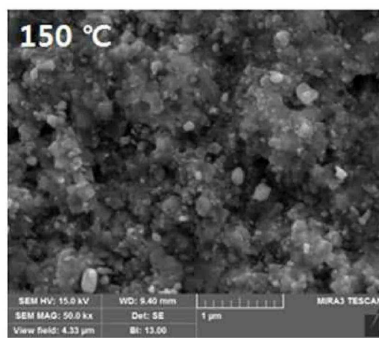
(b)



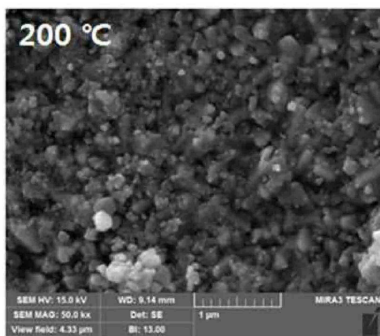
(c)



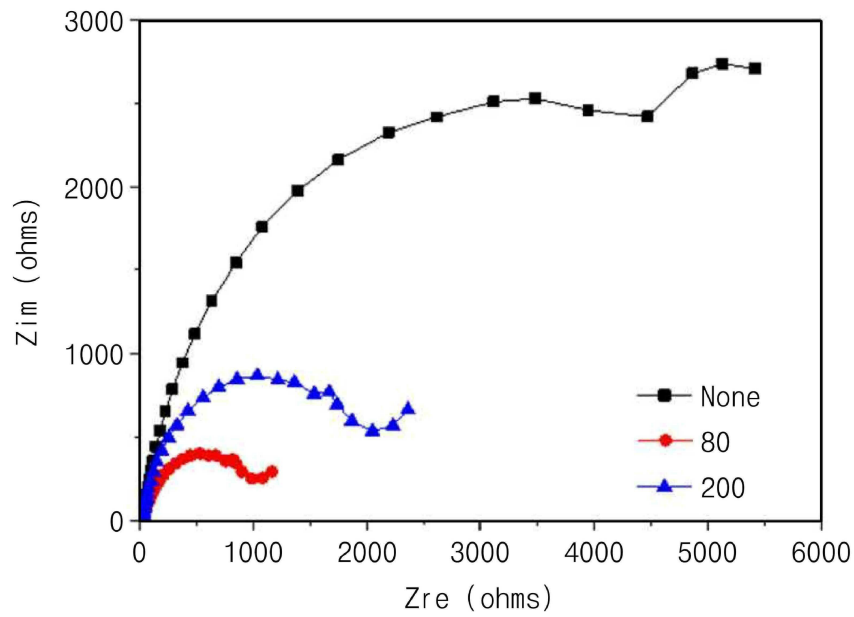
(d)



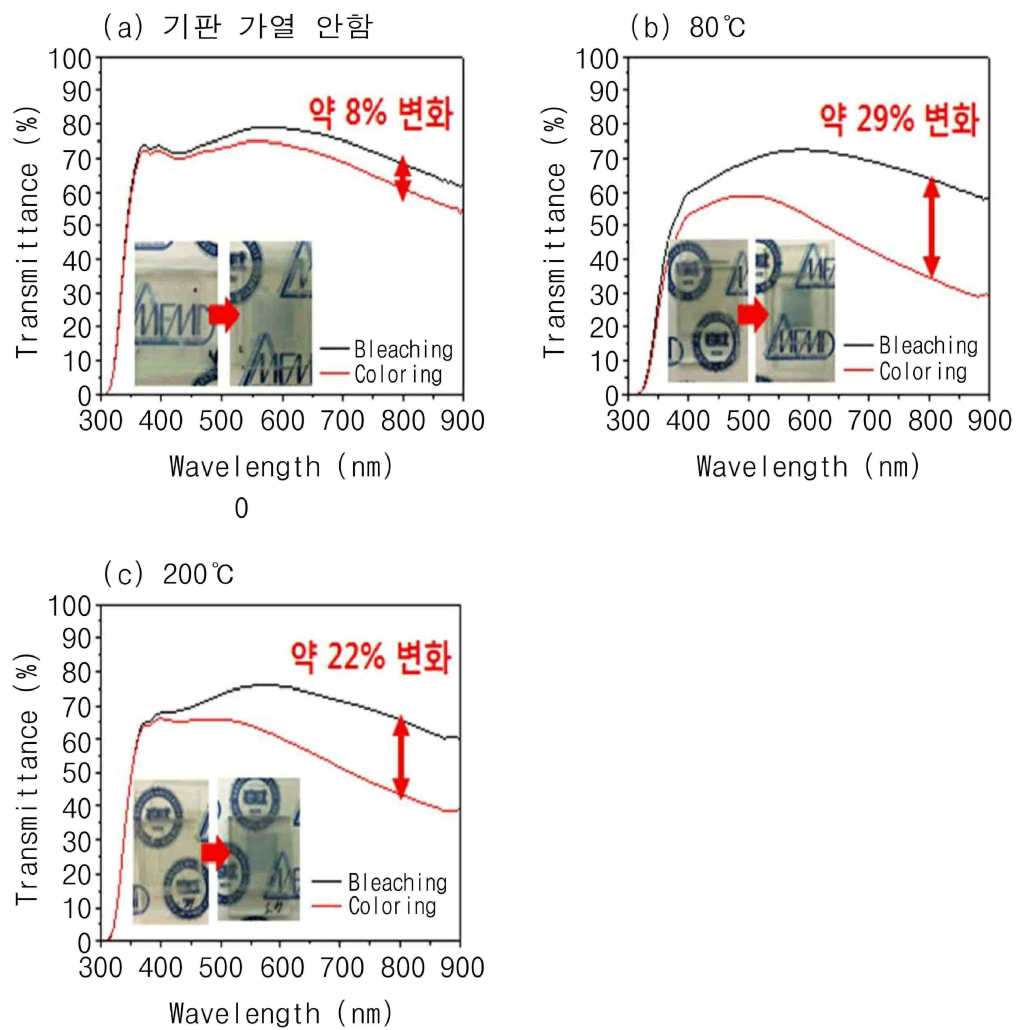
(e)



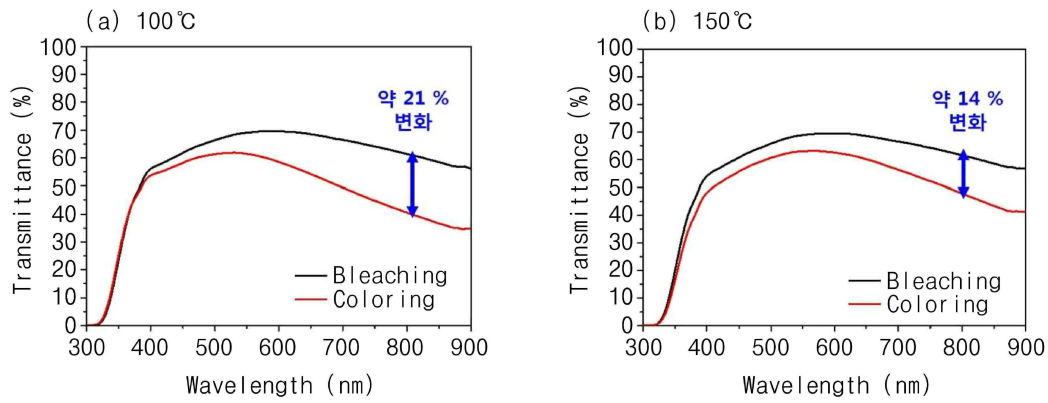
도면11



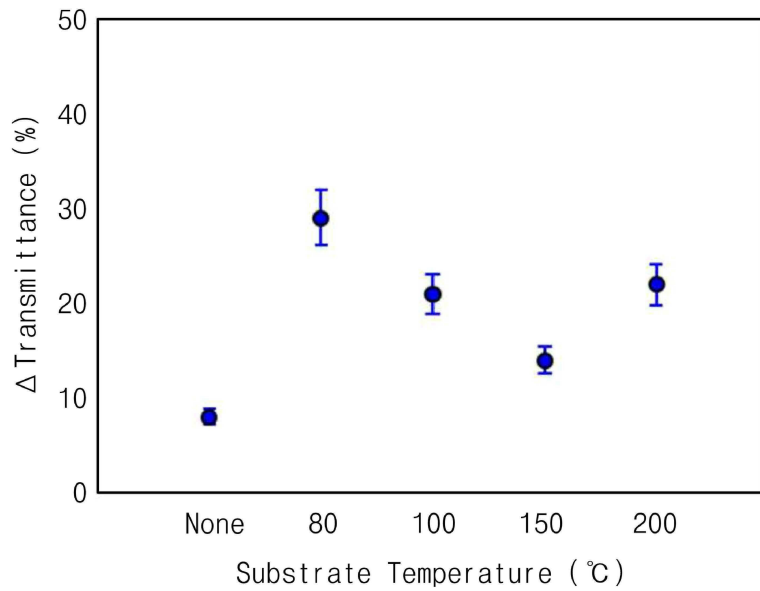
도면12



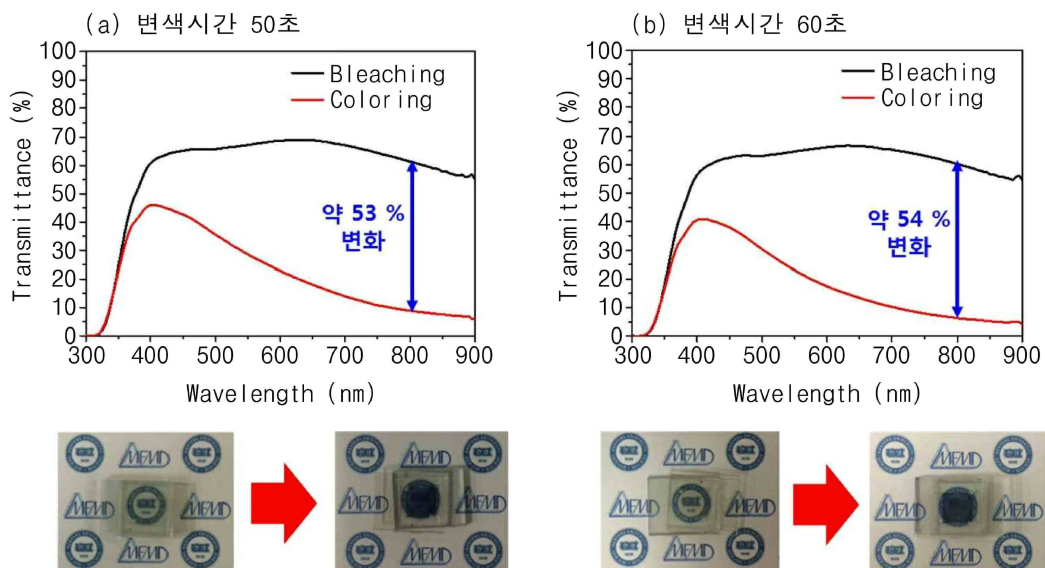
도면13



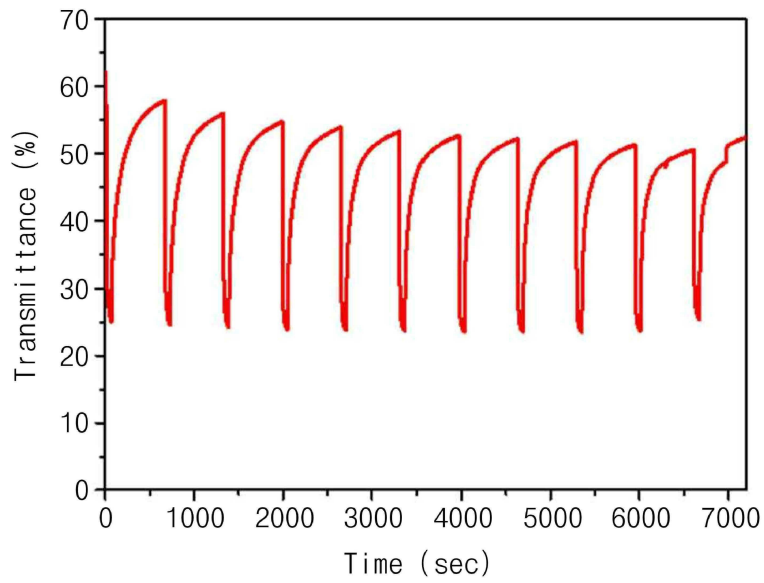
도면14



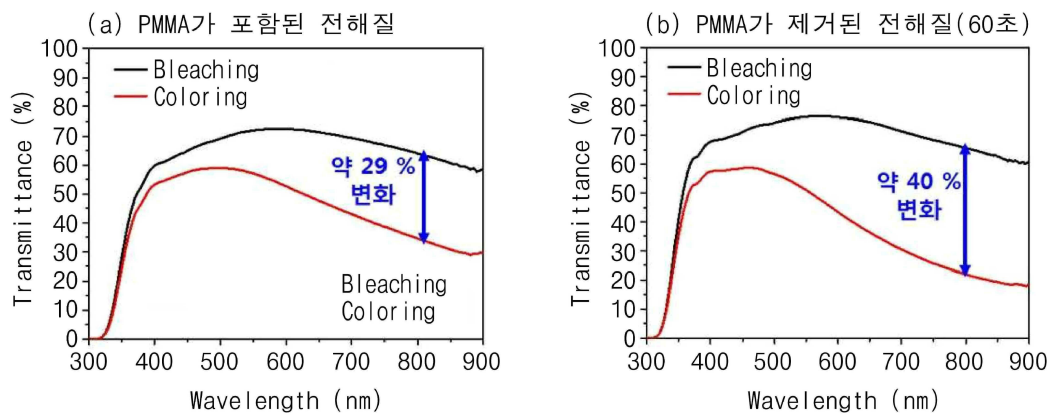
도면15



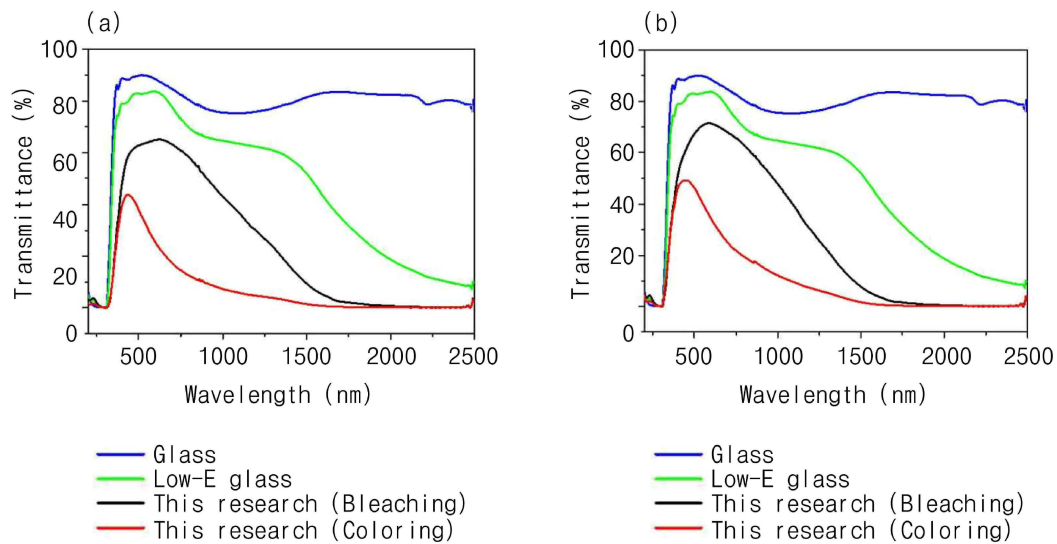
도면16



도면17



도면18



도면19

