

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2025-0097073

(43) 공개일자 2025년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

*C23C 16/06* (2006.01) *B05D 1/36* (2006.01)*C23C 16/30* (2006.01) *C23C 16/455* (2006.01)*C23C 16/52* (2018.01)

(52) CPC특허분류

*C23C 16/06* (2013.01)*B05D 1/36* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0187950

(22) 출원일자 2023년12월21일

심사청구일자 2023년12월21일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

심준형

서울특별시 강남구 압구정로 151, 79동 103호 (압구정동, 현대아파트)

심정우

서울특별시 동대문구 무학로42길 31, 407호 (제기동, 연지오피스텔)

송자윤

경기도 성남시 중원구 자혜로17번길 16, 106동 1206호 (은행동, 현대아파트)

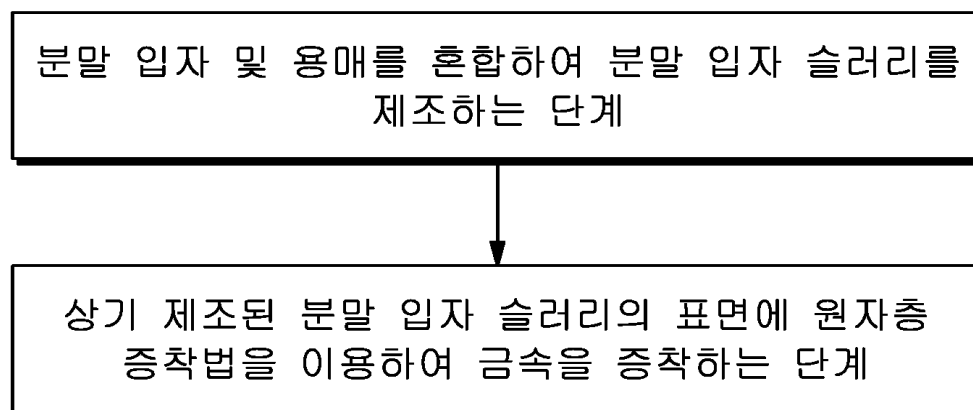
(74) 대리인

김종선, 이형석

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **유동화 과정이 없는 분말 입자의 코팅 방법****(57) 요약**

본 발명은 분말 입자 및 용매를 혼합하여 분말 입자 슬러리를 제조하는 단계; 및 상기 제조된 분말 입자 슬러리의 표면에 원자층 증착법을 이용하여 금속을 증착하는 단계;를 포함하는, 유동화 과정이 없는 분말 입자의 코팅 방법에 관한 것이다. 본 발명의 분말입자 코팅 방법은 유동화 과정이 없이 수행됨에 따라, 리액터(reactor)를 설계 및 제작하는 복잡한 공정을 배제하고 보다 간편하게 분말입자 표면을 코팅할 수 있다.

**대표도** - 도1

(52) CPC특허분류

**C23C 16/30** (2013.01)

**C23C 16/45529** (2013.01)

**C23C 16/52** (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                   |
|-------------|-----------------------------------|
| 과제고유번호      | 1711160272                        |
| 과제번호        | 2020M1A2A2080863                  |
| 부처명         | 과학기술정보통신부                         |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단                            |
| 연구사업명       | 기후변화대응 기초원천기술개발과제                 |
| 연구과제명       | 전극 표면막 및 활물질 처리를 통한 고성능 SOFC 셀 개발 |
| 기 여 율       | 1/2                               |
| 과제수행기관명     | 고려대학교 산학협력단                       |
| 연구기간        | 2020.06.30 ~ 2025.01.29           |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                         |
|-------------|-------------------------|
| 과제고유번호      | 1711187805              |
| 과제번호        | 2020R1A5A101815311      |
| 부처명         | 과학기술정보통신부               |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단                  |
| 연구사업명       | 선도연구센터지원사업              |
| 연구과제명       | 플러스에너지빌딩 혁신기술 연구센터      |
| 기 여 율       | 1/2                     |
| 과제수행기관명     | 고려대학교 산학협력단             |
| 연구기간        | 2020.07.01 ~ 2027.02.28 |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

분말 입자 및 용매를 혼합하여 분말 입자 슬러리를 제조하는 단계; 및

상기 제조된 분말 입자 슬러리의 표면에 원자층 증착법을 이용하여 금속을 증착하는 단계;를 포함하는, 유동화 과정이 없는 분말 입자의 코팅 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 분말 입자는 유기 분말 입자 또는 무기 분말 입자인, 유동화 과정이 없는 분말 입자의 코팅 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 용매는 메탄올, 에탄올, N-프로판올, 부탄올, 펜탄올, 옥탄올, N-옥탄올, 테트라하이드로푸르푸릴 알코올, 사이클로헥산올, 테르피네올; 에테르, 예를 들면, 메틸 에틸 에테르, 디에틸 에테르, 에틸 프로필 에테르, 폴리 에테르, 에틸 아세테이트, 디메틸 아디페이트, 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 아세테이트, 디메틸 글루타레이트, 디메틸 석시네이트, 글리세린 아세테이트; 에틸렌 글리콜, 디에틸렌 글리콜, 폴리에틸렌 글리콜, 프로필렌 글리콜, 디프로필렌 글리콜, 글리콜 에테르, 글리콜 에테르 아세테이트, 프로필렌 카보네이트, 글리세린; 아세토니트릴, 테트라하이드로푸란(THF), 디메틸 포름아미드(DMF), N-메틸 포름아미드(NMF), 디메틸 설폭사이드(DMSO) 및 물로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 용매인, 유동화 과정이 없는 분말 입자의 코팅 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 슬러리는 상기 분말 입자 및 상기 용매가 100 : 1 내지 10 : 1의 중량비로 혼합되는 것인, 유동화 과정이 없는 분말 입자의 코팅 방법.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 금속을 증착하는 단계는 금속, 금속산화물, 금속질화물 및 금속황화물로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나의 물질을 증착하는 것인, 유동화 과정이 없는 분말 입자의 코팅 방법.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 방법은

상기 제조된 슬러리를 고분자 수지 필름 상에 도포하는 단계; 및

상기 고분자 수지 상에 도포된 슬러리를 건조하는 단계;를 더 포함하고,

상기 건조된 슬러리의 표면에 원자층 증착법을 이용하여 상기 금속을 증착하는 것인, 유동화 과정이 없는 분말 입자의 코팅 방법.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 건조 온도는 10 내지 700 °C인, 유동화 과정이 없는 분말 입자의 코팅 방법.

## 청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 슬러리를 도포하는 단계는 바 코팅법, 슬롯-다이 코팅법, 스핀 코팅법, 잉크-젯 프린팅법 및 스프레이법으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나의 방법에 따라 수행되는 것인, 유동화 과정이 없는 분말 입자의 코팅 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 분말 입자 표면을 코팅하는 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 유동화 과정이 없이 분말 입자 표면을 코팅하는 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 원자층 증착법(Atomic layer deposition, ALD)은 금속-유기화합물로 이루어진 전구체 소스를 기판에 공급하여 원자 하나만큼의 두께를 가진 얇은 층을 증착하는 화학 기상 증착법의 일종이다. 원자층 증착은 화학 흡착과 자기 포화 반응을 이용하여 코팅층을 성장시킨다. 우수한 단차 피복성과 균일성을 가진 원자층 증착 기술은 반도체, 촉매 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

[0003] 원자층 증착 장치의 구성은 전구체 소스가 반응하는 반응 챔버, 전구체 소스가 반응 챔버로 이동하는 가스라인, 그리고 전구체 소스를 보관하는 캐니스터로 되어 있다. 일반적인 ALD용 전구체 소스는 상온에서 고체 및 액체상으로 존재하기 때문에 이를 가열시켜 기체 상태로 반응챔버로 이동하여 반응하게 된다.

[0004] 일반적으로 원자층 증착법을 시행하기 위해서는 기판을 고정된 뒤 펌프로 진공 환경을 만들고 전구체 혹은 반응물을 흘려 반응시킨 뒤 질소 혹은 아르곤과 같은 불활성 기체를 활용하여 퍼징을 한다. 진공 환경과 퍼징 과정으로 인해 분말 형태의 기판의 경우 펌프로 소실되는 문제가 발생하게 된다.

[0005] 기존에는 분말 형태의 기판에 원자층 증착법을 통해 코팅층을 증착하기 위해 유동화 방법을 사용하였다. 유동화는 분말 입자 교환을 위한 과정으로 원자층 증착법의 리액터(reactor) 타입에 따라 가스 유동화, 기계적 유동화, 회전식 유동화 등의 방식이 있다. 이러한 유동화 방식은 유동화를 위해 추가적인 리액터 설계 및 제작이 필요하며 불규칙하고 다공성인 입자를 코팅하는 경우 균일한 증착을 위해 전구체를 과다하게 사용하기 때문에 경제성과 효율이 낮은 문제가 있었다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 유동화 과정이 없이 분말 입자 표면을 코팅하는 방법을 제공하고자 한다.

[0007] 또한, 본 발명은 상기 유동화 과정이 없이 분말 입자 표면을 코팅하는 방법을 이용하여 분말 막 기판의 제조 방법을 제공하고자 한다.

#### 과제의 해결 수단

[0008] 상술한 목적을 달성하기 위한 수단으로, 본 발명은 분말 입자 및 용매를 혼합하여 분말 입자 슬러리를 제조하는 단계; 및 상기 제조된 분말 입자 슬러리의 표면에 원자층 증착법을 이용하여 금속을 증착하는 단계;를 포함하는, 유동화 과정이 없는 분말 입자의 코팅 방법을 개시한다.

[0009] 여기서 상기 분말 입자는 유기 분말 입자 또는 무기 분말 입자일 수 있다.

[0010] 여기서 상기 용매는 메탄올, 에탄올, N-프로판올, 부탄올, 펜탄올, 옥탄올, N-옥탄올, 테트라하이드로푸르푸릴 알코올, 사이클로헥산올, 테르피네올; 에테르, 예를 들면, 메틸 에틸 에테르, 디에틸 에테르, 에틸 프로필 에테

르, 폴리에테르, 에틸 아세테이트, 디메틸 아디페이트, 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 아세테이트, 디메틸 글루타레이트, 디메틸 석시네이트, 글리세린 아세테이트; 에틸렌 글리콜, 디에틸렌 글리콜, 폴리에틸렌 글리콜, 프로필렌 글리콜, 디프로필렌 글리콜, 글리콜 에테르, 글리콜 에테르 아세테이트, 프로필렌 카보네이트, 글리세린; 아세토니트릴, 테트라하이드로푸란(THF), 디메틸 포름아미드(DMF), N-메틸 포름아미드(NMF), 디메틸 설펝사이드(DMSO) 및 물로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 용매일 수 있다.

[0011] 여기서 상기 슬러리는 상기 분말 입자 및 상기 용매가 100 : 1 내지 10 : 1의 중량비로 혼합될 수 있다.

[0012] 여기서 상기 금속을 증착하는 단계는 금속, 금속산화물, 금속질화물 및 금속황화물로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 물질을 증착할 수 있다.

[0013] 여기서 상기 방법은 상기 제조된 슬러리를 고분자 수지 필름 상에 도포하는 단계; 및 상기 고분자 수지 상에 도포된 슬러리를 건조하는 단계;를 더 포함하고, 상기 건조된 슬러리의 표면에 상기 금속을 증착하는 것일 수 있다.

[0014] 여기서 상기 건조 온도는 10 내지 700 °C일 수 있다.

[0015] 여기서 상기 슬러리를 도포하는 단계는 바 코팅법, 슬롯-다이 코팅법, 스핀 코팅법, 잉크-젯 프린팅법 및 스프레이법으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나의 방법에 따라 수행될 수 있다.

### 발명의 효과

[0016] 본 발명의 분말입자 코팅 방법은 유동화 과정이 없이 수행됨에 따라, 리액터(reactor)를 설계 및 제작하는 복잡한 공정을 배제하고 보다 간편하게 분말입자 표면을 코팅할 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 분말입자 코팅 방법은 분말입자 상에 금속 또는 금속산화물 증착을 위하여 종래에 사용하는 기기를 그대로 사용할 수 있으므로, 보다 높은 경제성 및 효율을 나타낼 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 유동화 과정이 없는 분말입자 코팅 과정을 나타내는 순서도이다.

도 2는 본 발명의 방법에 따라 제조된 표면이 코팅된 분말입자의 예시도를 나타낸다.

도 3은 본 발명의 방법에 따라 고분자 수지 필름 상에 슬러리를 형성한 모습을 촬영한 이미지이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 분말 막 기관의 SEM 이미지이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 분말 막 기관의 SEM 이미지이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 분말 막 기관의 SEM 이미지이다.

도 7은 본 발명의 일 비교예에 따라 제조된 분말 막 기관의 SEM 이미지이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0020] 본원 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 있는 것을 의미한다.

[0021] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다. 또한, 본원 명세서 전체에서, "~하는 단계" 또는 "~의 단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.

[0022] 본 발명의 기술분야에 속하는 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 요지를 통하여 다양한 응용을 할 수 있으므로, 본 발명의 권리범위는 이하의 실시예로 한정되지 않는다. 본 발명의 권리범위는 특허청구범위에 기한된 사항을 기초로 하여 본 발명의 기술분야에 속하는 통상의 지식을 가진 자가 종래 기술을 이용하여 용이하게

치환 또는 변경하는 것이 자명한 부분까지 미친다.

[0023] 이하, 필요한 경우에 첨부하는 도면을 참조하면서 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.

[0025] 상술한 목적을 달성하기 위한 수단으로, 본 발명은 유동화 과정이 없는 분말 입자의 코팅 방법을 개시한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 유동화 과정이 없는 분말입자 코팅 과정을 나타내는 순서도이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 분말 입자 코팅 방법은 분말 입자 및 용매를 혼합하여 분말 입자 슬러리를 제조하는 단계; 및 상기 제조된 분말 입자 슬러리의 표면에 원자층 증착법을 이용하여 금속을 증착하는 단계;를 포함하는 것을 확인할 수 있다.

[0027] 이하에서는 본 발명의 분말입자 코팅 방법을 각 단계별로 세분화하여 기술하도록 한다.

[0028] 우선, 본 발명의 분말입자 코팅 방법의 제1 공정은 분말 입자 및 용매를 혼합하여 분말입자 슬러리를 제조하는 것이다.

[0029] 여기서 상기 분말 입자는 유기 분말 입자 또는 무기 분말 입자일 수 있다. 상기 유기 분말 입자는 예컨대, 카본 블랙, 카본 나노 튜브(CNT), 스티렌, 비닐케톤, 아크릴로니트릴, 메타크릴산메틸, 메타크릴산에틸, 글리시딜메타크릴레이트, 글리시딜아크릴레이트, 아크릴산메틸, 폴리테트라플루오로에틸렌, 4 불화 에틸렌-6 불화 프로필렌 공중합체, 4 불화 에틸렌-에틸렌 공중합체, 폴리비닐리덴플루오라이드, 멜라민 수지, 우레아 수지, 폴리올레핀, 폴리메타크릴레이트 등의 유기물로 이루어지는 분말일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0030] 상기 무기 분말 입자는 예컨대, 세라믹, 알루미늄, 실리카, 이산화티탄, 카올린, 운모, 견운모(세리사이트), 백운모, 금은모, 합성운모, 홍운모, 흑운모, 리티아운모, 버미큘라이트, 탄산마그네슘, 탄산칼슘, 규산알루미늄, 규산바륨, 규산칼슘, 규산마그네슘, 규산스트론튬, 텅스텐산 금속염, 마그네슘, 실리카, 제올라이트, 황산바륨, 소성황산칼슘(소석고), 인산칼슘, 비소아파타이트, 히드록시아파타이트, 금속비누(미리스틴산아연, 팔미틴산칼슘, 스테아린산알루미늄), 질화붕소 등의 무기물로 이루어지는 분말일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0031] 여기서 상기 용매는 메탄올, 에탄올, N-프로판올, 부탄올, 펜탄올, 옥탄올, N-옥탄올, 테트라하이드로푸르푸릴알코올, 사이클로헥산올, 테르피네올; 에테르, 예를 들면, 메틸 에틸 에테르, 디에틸 에테르, 에틸 프로필 에테르, 폴리에테르, 에틸 아세테이트, 디메틸 아디페이트, 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 아세테이트, 디메틸 글루타레이트, 디메틸 석시네이트, 글리세린 아세테이트; 에틸렌 글리콜, 디에틸렌 글리콜, 폴리에틸렌 글리콜, 프로필렌 글리콜, 디프로필렌 글리콜, 글리콜 에테르, 글리콜 에테르 아세테이트, 프로필렌 카보네이트, 글리세린; 아세토니트릴, 테트라하이드로푸란(THF), 디메틸 포름아미드(DMF), N-메틸 포름아미드(NMF), 디메틸 설펝사이드(DMSO) 및 물로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 용매일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0032] 여기서 상기 슬러리는 상기 분말 입자 및 상기 용매가 100 : 1 내지 10 : 1의 중량비로 혼합될 수 있다. 보다 바람직하게는 상기 분말 입자 및 상기 용매가 70 : 1 내지 30 : 1의 중량비로 혼합될 수 있다. 상기 분말 입자 및 상기 용매가 상술한 중량비를 벗어나는 경우, 제조되는 슬러리의 물성이 저하되는 문제가 발생할 수 있다. 상기 슬러리의 물성이 저하될 경우, 기관 상에 상기 슬러리가 고정되기 어렵기 때문에, 상기 슬러리 상의 분말 입자 표면에 균일하게 금속을 증착시키기 어려운 문제가 발생할 수 있다.

[0033] 또한, 본 발명의 유동화 과정이 없는 분말입자 코팅 방법의 제2 공정은 상기 제조된 분말 입자 슬러리의 표면에 원자층 증착법을 이용하여 금속을 증착하는 것이다.

[0034] 상기 원자층 증착법은 원자수준의 얇은 코팅층을 증착할 수 있는 기술로, 가스상태의 분자들의 주기적인 표면화학 반응을 이용한다. 상기 원자층 증착법은 가스 상태의 분자들을 반응기(reaction group)라고 하는데, 적절한 반응기를 사용하여 다양한 조성의 원자두께 수준 박막을 한 층씩 증착할 수 있다. 상기 원자층 증착법은 상대적으로 낮은 온도로 공정이 가능하고, 원자 단위의 매우 얇은 고품질 박막을 구현할 수 있는 장점이 있다.

[0035] 다만 상기 원자층 증착법을 이용하여 분말 입자 표면에 금속 등을 증착하게 되면, 상술한 대로, 진공 환경과 퍼징 과정으로 인해 분말 형태의 기관의 경우 펌프로 소실되는 문제가 발생하게 된다. 이의 해결을 위하여 종래에는 유동화 방법을 사용하였으나, 이러한 유동화 방식은 유동화를 위해 추가적인 리액터 설계 및 제작이 필요하며 불규칙하고 다공성인 입자를 코팅하는 경우 균일한 증착을 위해 전구체를 과다하게 사용하기 때문에 경제성과 효율이 낮은 문제가 존재했다.

[0036] 이에 본 발명은 상술한 대로, 상기 분말 입자를 용매와 혼합하여 슬러리 형태로 기관(혹은 후술하는 고분자 수

지 필름) 상에 형성한 다음, 이를 종래에 사용하는 원자층 증착 장비에 그대로 넣어 원자층 증착을 수행하는 것을 통해, 유동화 과정없이 원자층 증착 장비 내에서 분말 입자의 손실을 방지하고, 보다 높은 효율로 분말 입자 표면에 금속 입자(혹은 금속산화물, 금속질화물, 금속황화물)를 증착(혹은 코팅)할 수 있다.

[0037] 여기서 상기 금속을 증착하는 단계는 금속, 금속산화물, 금속질화물 및 금속황화물로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 물질을 증착할 수 있다. 상기 금속의 종류에 제한이 있는 것은 아니며, 상술한 증착 장비를 통해 증착될 수 있는 것이면 무방하다. 상기 금속으로는 예컨대, Pd, Pt, Ni, Fe, Co, Ir, Ru, Al, Ce, Co, Ti, Zr, Zn, Ta, Hf 등일 수 있으며, 상술한 금속의 산화물, 질화물, 황화물 역시 이용 가능하다. 이들의 전구체 물질을 이용하여 증착할 수도 있다. 나아가, 이들 금속, 금속산화물, 금속질화물, 금속황화물 등을 단독으로 증착하는 것도 가능하며, 또는 이들 중 둘 이상의 혼합물을 증착할 수도 있다.

[0038] 상기 금속을 증착하는 단계는 1 내지 5000 사이클 범위에서 반복 수행될 수 있다. 이는 상술한 분말입자 표면에 증착되는 물질의 종류(예로, 금속, 금속산화물, 금속질화물, 금속황화물 등) 및 금속 증착 장비에 따라 적절히 조절될 수 있다. 일례로, 분말입자로서 카본 블랙, 증착되는 물질로서  $TiO_2$ , 증착 장비로서 원자층 증착 장비를 사용할 경우, 상기 금속을 증착하는 단계는 약 200 내지 500 사이클 반복 수행될 수 있다. 또 다른 예로, 분말입자로서 카본 블랙, 증착되는 물질로서 Pt, 증착 장비로서 원자층 증착 장비를 사용할 경우, 상기 금속을 증착하는 단계는 100 내지 200 사이클 반복 수행될 수 있다. 상술한 증착 공정과 관련한 구체적인 내용은 하단의 {실시예 및 평가}단락에서 보다 상세히 설명하도록 한다.

[0039] 도 2는 본 발명의 방법에 따라 제조된 표면이 코팅된 분말입자의 예시도를 나타낸다. 보다 구체적으로 도 2a는 표면에 금속이 증착된 분말입자의 예시도이고, 도 2b는 표면에 금속산화물 코팅층 및 금속이 증착된 분말입자의 예시도를 나타낸다.

[0040] 본 발명의 발명에 따라 표면이 코팅된 분말입자는, 도 2a에 도시된 것처럼 분말입자(110)의 표면에 금속 입자(120)가 증착된 형태일 수 있으며, 도 2b에 도시된 것처럼, 분말입자(110)의 표면에 금속산화물 코팅층(130)이 형성되고, 상기 금속산화물 코팅층(130)상에 추가적으로 금속 입자(120)가 형성된 형태일 수 있다. 상기 분말입자 표면에 증착된 금속 입자(120)는, 상술한 대로 원자층 증착법의 사이클 조절을 통해 그 크기를 제어할 수 있다.

[0041] 다시 말해, 본 발명의 분말입자 코팅 방법을 통해 분말입자(110)의 표면에 금속 입자 또는 금속 산화물(혹은 금속 질화물 또는 금속 황화물) 코팅층을 형성할 수 있으며, 나아가 금속 산화물(혹은 금속 질화물 또는 금속 황화물) 코팅층이 코팅된 분말입자 상에 Pt, Ru, Ir, Co, Ni 등의 촉매 활성이 있는 금속입자를 더 증착하는 것도 가능하다.

[0042] 여기서 본 발명의 분말입자 코팅 방법은 상술한대로 제조된 분말입자 슬러리를 고분자 수지 필름 상에 도포한 다음, 이를 건조하고, 상기 건조된 슬러리 표면에 상술한 금속을 원자층 증착 방법에 따라 증착할 수 있다.

[0043] 즉, 본 발명의 유동화 과정이 없는 분말입자 코팅방법은 구체적으로, 상기 제조된 슬러리를 고분자 수지 필름 상에 도포하는 단계; 및 상기 고분자 수지 상에 도포된 슬러리를 건조하는 단계;를 더 포함할 수 있으며, 상기 건조된 슬러리의 표면에 상기 금속을 증착할 수 있다.

[0044] 상기 고분자 수지 필름은 예컨대, 폴리이미드 필름, 폴리아미드필름, 폴리에틸렌나프탈레이트 필름, 폴리아미드 이미드 필름, 폴리프로필렌필름, 폴리카보네이트 필름, 폴리페닐렌술폰필름, 폴리비닐알코올 필름, 폴리테트라플루오로에틸렌 필름, 폴리비닐리덴플루오라이드 필름, 폴리비닐플루오라이드 필름 등 일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 상기 고분자 수지 필름은 폴리이미드 필름인 것이 바람직할 수 있다.

[0045] 여기서 상기 건조 온도는 10 내지 700 °C인 것이 바람직하며, 15 내지 500 °C인 것이 보다 바람직하고, 20 내지 250 °C인 것이 가장 바람직하다. 상기 건조 온도가 상술함 범위를 벗어나는 경우, 상기 슬러리에서 용매가 충분히 건조되지 않거나, 과도하게 건조되어 추후 금속 증착을 위한 바람직한 형태를 유지하지 못하는 문제가 발생할 수 있다.

[0046] 여기서 상기 슬러리를 도포하는 단계는 바 코팅법(블레이딩법), 슬롯-다이 코팅법, 스핀 코팅법, 잉크-젯 프린팅법 및 스프레이법으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나의 방법에 따라 수행될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 고분자 수지 필름 상에 상기 제조된 슬러리의 도포가 용이한 방법이면, 그 어떠한 것이어도 무방하다.

[0047] 도 3은 본 발명의 방법에 따라 고분자 수지 필름 상에 슬러리를 형성한 모습을 촬영한 이미지이다. 도 3은 보다 구체적으로 하술하는 실시예 1에 따라 제조된 슬러리를 바 코팅법(블레이딩 법)을 이용하여 폴리이미드 필름 상에 도포한 모습을 촬영한 것이다. 도 3에 나타난 고분자 수지 필름 상에 형성된 슬러리상의 분말입자는 증착 장비를 통해 그 표면에 금속입자가 증착될 수 있다.

[0048] 또한, 상술한 유동화 과정이 없이 분말 입자의 코팅 방법을 통해, 연료전지의 촉매, 이차전지의 양극재 및 음극재, 태양전지, 의약품 등에 사용 가능한 분말 막 기판을 제조할 수 있다.

[0049] 이하, 첨부한 도면 및 실시예들을 참조하여 본 명세서가 청구하는 바에 대하여 더욱 자세히 설명한다. 다만, 본 명세서에서 제시하고 있는 도면 내지 실시예 등은 통상의 기술자에 의하여 다양한 방식으로 변형되어 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 본 발명에서의 기재사항은 본 발명을 특정 개시 형태에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 균등물 내지 대체물을 포함하고 있는 것으로 보아야 한다. 또한, 첨부된 도면은 본 발명을 통상의 기술자로 하여금 더욱 정확하게 이해할 수 있도록 돕기 위하여 제시되는 것으로서 실제보다 과장되거나 축소되어 도시될 수 있다.

## [0051] {실시예 및 평가}

### [0052] <실시예>

#### [0053] 실시예 1

[0054] 카본 블랙(10 ~ 100 nm)을 용매로서 DI water 및 Isopropyl alcohol과 섞어 잉크 슬러리 형태로 만든 뒤 probe sonication을 통해 교반하였다. 교반을 거친 잉크 슬러리를 PI 필름 위에 바 코팅법을 통해 막 형태의 기판으로 제작하였다. 제작한 막 형태의 기판을 원자층 증착 장비에 고정 시킨 뒤 TDMAT (Tetrakis(dimethylamido)titanium(IV))전구체와 H<sub>2</sub>O를 이용하여 300℃에서 300 사이클을 진행하여 TiO<sub>2</sub> 코팅층 형성하여 분말 막 기판을 제작하였다(이하 "실시예 1"이라 함).

#### [0056] 실시예 2

[0057] 카본 블랙(10 ~ 100 nm)을 용매로서 DI water 및 Isopropyl alcohol과 섞어 잉크 슬러리 형태로 만든 뒤 probe sonication을 통해 교반하였다. 교반을 거친 잉크 슬러리를 폴리이미드 필름 위에 바 코팅법을 통해 막 형태의 기판으로 제작하였다. 제작한 막 형태의 기판을 원자층 증착 장비에 고정 시킨 뒤 MeCpPtMe<sub>3</sub> (Trimethyl(methylcyclopentadienyl)platinum(IV))전구체와 O<sub>2</sub> gas를 이용하여 300℃에서 150 사이클을 진행하여 Pt nano particle 형성하여 분말 막 기판을 제작하였다(이하 "실시예 2"라 함).

#### [0059] 실시예 3

[0060] 카본 블랙(10 ~ 100 nm)을 용매로서 DI water 및 Isopropyl alcohol과 섞어 잉크 슬러리 형태로 만든 뒤 probe sonication을 통해 교반하였다. 교반을 거친 잉크 슬러리를 PI 필름 위에 바 코팅법을 통해 막 형태의 기판으로 제작하였다. 제작한 막 형태의 기판을 원자층 증착 장비에 고정 시킨 뒤 TDMAT (Tetrakis(dimethylamido)titanium(IV))전구체와 H<sub>2</sub>O를 이용하여 300℃에서 300 사이클을 진행하여 TiO<sub>2</sub> 코팅층 형성하였다. 이후, MeCpPtMe<sub>3</sub>(Trimethyl(methylcyclopentadienyl)platinum(IV))전구체와 O<sub>2</sub> gas를 이용하여 300℃에서 100 사이클을 진행하여 Pt nano particle이 추가 형성된 분말 막 기판을 제작하였다(이하 "실시예 3"이라 함).

#### [0062] 실시예 4

[0063] 카본 블랙(10 ~ 100 nm)을 용매로서 DI water 및 Isopropyl alcohol과 섞어 잉크 슬러리 형태로 만든 뒤 probe sonication을 통해 교반하였다. 교반을 거친 잉크 슬러리를 PI 필름 위에 바 코팅법을 통해 막 형태의 기판으로 제작하였다. 제작한 막 형태의 기판을 원자층 증착 장비에 고정 시킨 뒤 TDMAT (Tetrakis(dimethylamido)titanium(IV))전구체와 H<sub>2</sub>O를 이용하여 300℃에서 300 사이클을 진행하여 TiO<sub>2</sub> 코팅층

형성하였다. 이후,  $\text{MeCpPtMe}_3$  (Trimethyl(methylcyclopentadienyl)platinum(IV))전구체와  $\text{O}_2$  gas를 이용하여  $300^\circ\text{C}$ 에서 150 사이클을 진행하여 Pt nano particle이 추가 형성된 분말 막 기판을 제작하였다(이하 "실시예 4"라 함).

[0065] 비교예 1

[0066]  $\text{TiO}_2$  코팅층을 증착하지 않은 것을 제외하고, 실시예 1과 동일하게 하여 분말 막 기판을 제작하였다(이하 "비교예 1"라 함).

[0068] 비교예 2

[0069] 상기 증착을  $\text{MeCpPtMe}_3$  (Trimethyl(methylcyclopentadienyl)platinum(IV))전구체와  $\text{O}_2$  gas를 이용하여  $300^\circ\text{C}$ 에서 10 사이클을 진행한 것을 제외하고, 실시예 2와 동일하게 하여, 분말 막 기판을 제작하였다(이하 "비교예 2"라 함).

[0071] 비교예 3

[0072] 상기 증착을  $\text{MeCpPtMe}_3$  (Trimethyl(methylcyclopentadienyl)platinum(IV))전구체와  $\text{O}_2$  gas를 이용하여  $300^\circ\text{C}$ 에서 20 사이클을 진행한 것을 제외하고, 실시예 2와 동일하게 하여, 분말 막 기판을 제작하였다(이하 "비교예 3"이라 함).

[0074] <평가>

[0075] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 분말 막 기판의 SEM 이미지이다.. 보다 구체적으로 도 4a는 비교예 1에 따라 제조된 분말 막 기판의 SEM 이미지이고, 도 4b는 실시예 1에 따라 제조된 분말 막 기판의 SEM 이미지이다. 도 4를 참조하면, 실시예 1에 따라 제조된 분말 막 기판은 비교예 1과 달리 카본 블랙 분말의 표면에 금속산화물로서  $\text{TiO}_2$  코팅층이 증착 형성된 것을 확인할 수 있다.

[0076] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 분말 막 기판의 SEM 이미지이다. 보다 구체적으로 도 5a는 비교예 1에 따라 제조된 분말 막 기판의 SEM 이미지이고, 도 5b는 실시예 2에 따라 제조된 분말 막 기판의 SEM 이미지이다. 도 5를 참조하면, 실시예 2에 따라 제조된 분말 막 기판은 비교예 1과 달리 카본 블랙 분말의 표면에 금속 입자로서 Pt가 증착 형성된 것을 확인할 수 있다.

[0077] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 분말 막 기판의 SEM 이미지이다. 보다 구체적으로 도 6a는 실시예 3에 따라 제조된 분말 막 기판의 SEM 이미지이고, 도 6b는 실시예 4에 따라 제조된 분말 막 기판의 SEM 이미지이다. 도 6을 참조하면, 본 발명의 분말 입자의 코팅 방법은 카본 블랙 분말의 표면에 금속산화물( $\text{TiO}_2$ ) 코팅층 상에 추가적으로 금속 입자로서 Pt가 증착 형성된 것을 확인할 수 있다.

[0078] 도 7은 본 발명의 일 비교예에 따라 제조된 분말 막 기판의 SEM 이미지이다. 보다 구체적으로 도 7a는 비교예 2에 따라 제조된 분말 막 기판의 SEM 이미지이고, 도 7b는 비교예 3에 따라 제조된 분말 막 기판의 SEM 이미지이다. 도 7을 참조하면, 도 5에 나타난 실시예 1 내지 2에 따라 제조된 분말 막 기판과 달리, 금속으로서 Pt가 충분히 증착되지 않은 것을 확인할 수 있다. 본 발명의 분말입자 코팅 방법은 유동화 과정이 없이 수행됨에 따라, 리액터(reactor)를 설계 및 제작하는 복잡한 공정을 배제하고 보다 간편하게 분말입자 표면을 코팅할 수 있다.

[0079] 또한, 본 발명의 분말입자 코팅 방법은 분말입자 상에 금속 또는 금속산화물 증착을 위하여 종래에 사용하는 기기를 그대로 사용할 수 있으므로, 보다 높은 경제성 및 효율을 나타낼 수 있다.

[0080] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다.

[0081] 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한

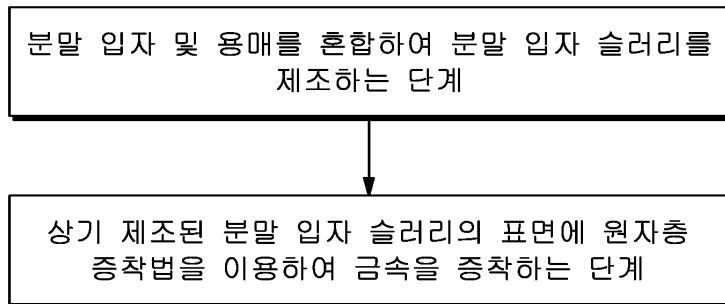
것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

### 부호의 설명

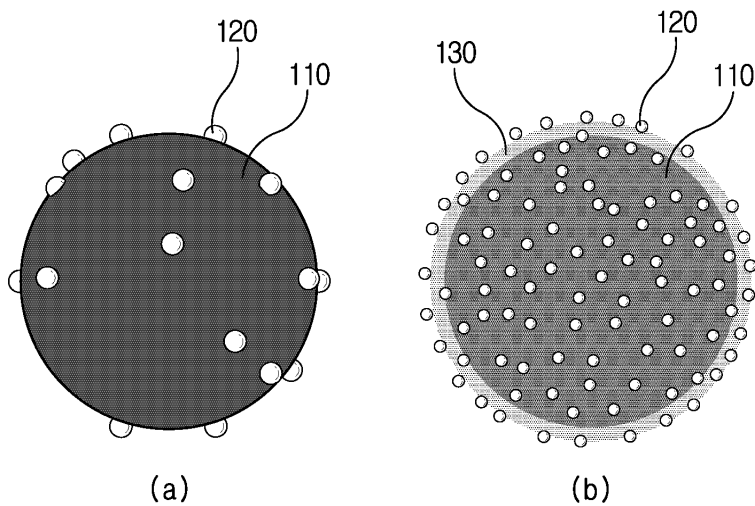
- 110 분말 입자
- 120 금속 입자
- 130 금속 산화물 코팅층

### 도면

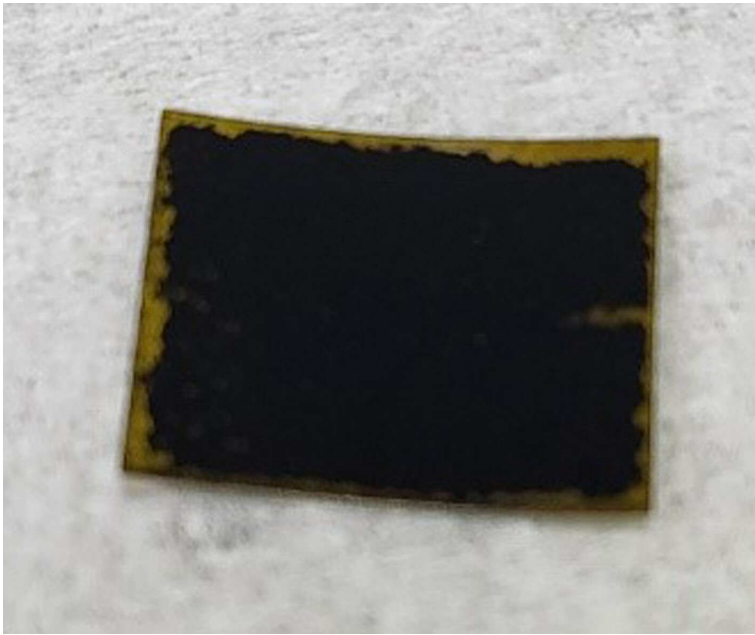
#### 도면1



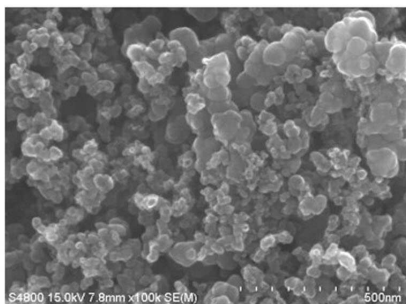
#### 도면2



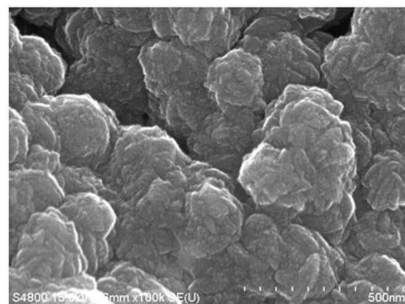
도면3



도면4

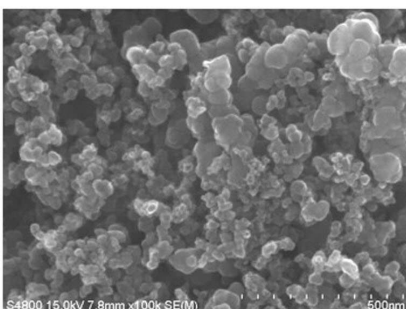


(a)

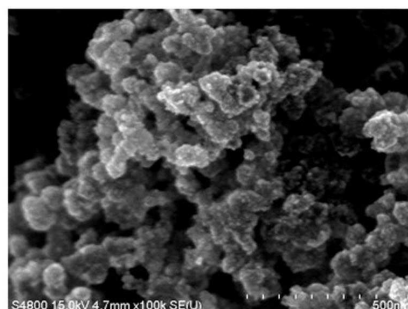


(b)

도면5

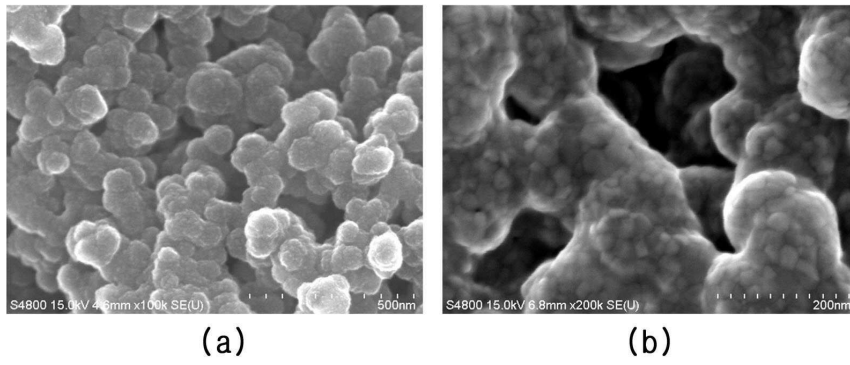


(a)



(b)

도면6



도면7

