



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0132348
(43) 공개일자 2022년09월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C25B 11/042 (2021.01) C25B 1/30 (2006.01)

C25B 11/031 (2021.01) C25B 9/19 (2021.01)

(52) CPC특허분류

C25B 11/042 (2021.01)

C25B 1/30 (2021.01)

(21) 출원번호 10-2021-0037552

(22) 출원일자 2021년03월23일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

한국전력공사

전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김형일

서울특별시 서대문구 연세로 50

하이너지산

대한민국 03722 서울특별시 서대문구 연세로 50

손상욱

서울특별시 서대문구 연세로 50

(74) 대리인

(유)한양특허법인

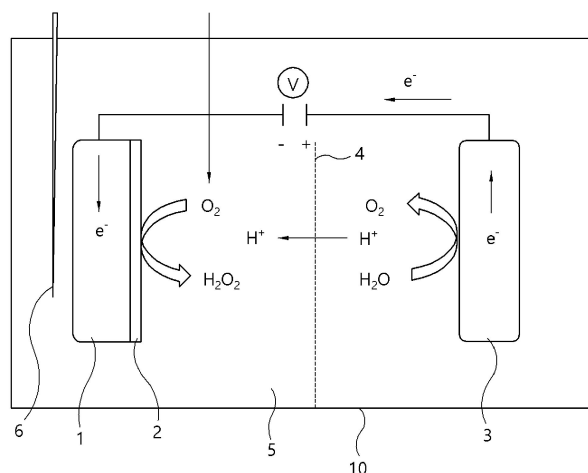
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 불소 개질된 탄소질화 품 음극재 및 이의 제조 방법, 이를 포함한 과산화수소 생산용 전기화학 전지

(57) 요약

본 발명은 불소 개질 탄소질화 품 음극재에 관한 것으로, 탄소질화 품 및 상기 탄소질화 품의 일 측면에 불소수지를 코팅한 후 열처리하여 표면이 개질된 불소수지 층을 포함하는 불소 개질 탄소질화 품 음극재로써, 음극의 소수성을 증가시켜 패러데이 효율을 향상시키며 다공성 3차원 구조체인 탄소질화 품으로 표면적이 증가되어 과산화수소 생성물이 향상시킬 수 있는 불소 개질된 탄소질화 품 음극재 및 이의 제조 방법, 이를 포함한 과산화수소 생산용 전기화학 전지에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C25B 11/031 (2022.01)

C25B 9/19 (2022.01)

명세서

청구범위

청구항 1

탄소질화 폼; 및

상기 탄소질화 폼을 열처리한 후, 상기 열처리된 탄소질화 폼의 일 측면에 불소수지를 코팅하여 형성된 불소수지 층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 탄소질화 폼은 멜라민 폼(melamin foam)인 것을 특징으로 하는 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 열처리는 800℃ 내지 950℃ 온도에서 이루어지는 것을 특징으로 하는 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 불소수지는 탄소질화 폼 100 중량부에 대해서 20 중량부 내지 200 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene)를 포함하는 것을 특징으로 하는 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재.

청구항 5

(a) 탄소질화 폼을 열처리하는 단계;

(b) 상기 열처리된 탄소질화 폼의 일 측면에 불소수지를 코팅하여 불소수지 층을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 (a) 단계는, 상기 탄소질화 폼을 800℃ 내지 950℃ 온도로 열처리하는 것을 특징으로 하는 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재 제조방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 (b) 단계는, 상기 열처리된 탄소질화 폼의 일 측면에 상기 불소수지로 멜라민 폼 100 중량부에 대해서 20 중량부 내지 200 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene)를 코팅하는 것을 특징으로 하는 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재 제조방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 탄소질화 폼은 멜라민 폼(melamin foam)인 것을 특징으로 하는 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재 제조방법.

청구항 9

음극, 양극, 양성자 교환 막 및 전해질을 포함하는 과산화수소 생산용 전기화학 전지에 있어서,

상기 음극은 탄소질화 폼을 열처리한 후 열처리된 탄소질화 폼의 일 측면은 불소수지를 코팅하여 형성된 불소수지 층을 포함하는 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재;를 포함하는 것을 특징으로 하는 과산화수소 생산용 전기화학 전지.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 열처리는 800℃ 내지 950℃ 온도에서 이루어지는 것을 특징으로 하는 과산화수소 생산용 전기화학 전지.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 불소수지는 탄소질화 폼 100 중량부에 대해서 20 중량부 내지 200 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene)를 포함하는 것을 특징으로 하는 과산화수소 생산용 전기화학 전지.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전기 에너지를 이용한 고효율 과산화수소 생산에 이용할 수 있는 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재 및 이의 제조 방법, 이를 포함한 과산화수소 생산용 전기화학 전지에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 친환경연료를 생산하기 위한 수소에너지의 생산, 저장 및 인프라 구축이 진행되고 있으나, 별도의 수소 압축 공정이 필요하고 저장 및 운송이 어려운 문제점이 있다. 이에 대한 대안으로 별도의 저장시설이 필요 없어 취급이 쉽고, 전 세계적으로 연간 총생산량이 약 4백만 톤 이상 널리 사용되는 화학 물질이며, 물과 산소로만으로도 만들어져 친환경 연료로 적용가능한 과산화수소(Hydrogen peroxide, H_2O_2)가 주목받고 있다.

[0003] 질소가 도핑된 탄소계 전극을 이용한 전기화학적 과산화수소 생산용 기술은 높은 친환경 및 저비용으로 인하여 과산화수소로의 높은 2 전자 산소 환원의 선택성을 갖는다.

[0004] 이러한 탄소계 전극은 배터리, 연료전지, 수소생산반응(HER), 산소환원반응(ORR) 그리고 활성산소종 생성에 사용되어 친환경적인 에너지 생성에 적용되고 있다.

[0005] 산소 환원 반응(oxidation-reduction reaction, ORR)은 연료전지 내 에너지 변환시스템에서 가장 중요한 반응이다. 수용액에서 산소 환원 반응은 주로 산소(O_2)에서 물(H_2O)로의 4 전자 환원 반응과 산소에서 과산화수소로의 2 전자 환원 반응 때문에 발생한다.

[0006] 기존에 탄소계 전극으로 사용되는 물질들의 예시로 탄소나노튜브, 그래핀, 그래파이트 등과 같은 탄소 분말 형태의 촉매는 전극으로 제조하기 위해서는 결합체(binder)가 요구되며, 이 처럼 결합체를 이용하여 제조된 전극은 오랜 시간 사용 시 불안정하여 촉매가 분리된다. 또한, 기존에 사용되고 있는 탄소계 전극은 기판(substrate) 위에 촉매를 도핑하여 사용하기 때문에 기판이 필수적으로 요구되었다.

[0007] 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 불소가 도핑된 탄소 파우더를 사용한 과산화수소 생산 연구가 보고된 바 있지만, 에너지 전환 효율을 측정하기 위한 패러데이 효율(Faradaic efficiency)이 약 80%를 나타냈으며 파우더로 전극을 제조할 때 흡착이 불안정해 안정적인 전극을 만들기에는 어려운 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2020-0096969호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 발명은 별도의 기관과 결합체(binder)를 사용하여 전극을 제조하지 않아 전기화학 전지의 음극재 적용하여 오랜시간 사용 시에도 안정적인 음극재로서 3차원 다공성 구조를 갖는 탄소질화 폼(carbon nitride foam)의 표면을 불소수지로 코팅하고 고온 열처리를 통해 표면을 개질하여 형성함으로써, 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재 및 이의 제조 방법, 및 이를 포함하는 전기화학 전지를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재는 탄소질화 폼(carbon nitride foam), 및 상기 탄소질화 폼을 열처리한 후, 상기 열처리된 탄소질화 폼의 일 측면에 불소수지를 코팅하여 형성된 불소수지 층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 탄소질화 폼은 멜라민 폼(melamin foam)을 사용하는 것이 바람직하다.

[0012] 상기 열처리는 800℃ 내지 950℃ 온도에서 이루어지는 것이 바람직하다.

[0013] 상기 불소수지는 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene)을 사용하는 것이 바람직하며, 보다 바람직하게 상기 불소수지는 탄소질화 폼 100 중량부에 대해서 20 중량부 내지 200 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene)을 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재 제조방법은 (a) 탄소질화 폼을 열처리하는 단계, (b) 상기 열처리된 탄소질화 폼의 일 측면에 불소수지를 코팅하여 불소수지 층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재 제조방법에서 상기 (a) 단계는 상기 탄소질화 폼을 800℃ 내지 950℃ 온도로 열처리할 수 있다.

[0016] 본 발명의 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재 제조방법에서 상기 (b) 단계는 상기 열처리된 탄소질화 폼의 일 측면에 상기 불소수지로 탄소질화 폼 100 중량부에 대해서 20 중량부 내지 200 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene)을 코팅할 수 있다.

[0017] 상기 탄소질화 폼은 멜라민 폼(melamin foam)인 것을 사용하는 것이 바람직하다.

[0018] 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위해서 본 발명의 과산화수소 생산용 전기화학 전지는 상술된 제조방법에 의해 제조된 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재를 포함하여 이루어진 것이며, 음극, 양극, 양성자 교환 막 및 전해질을 포함하는 과산화수소 생산용 전기화학 전지에 있어서, 상기 음극은 탄소질화 폼을 열처리한 후 열처리된 탄소질화 폼의 일 측면은 불소수지를 코팅하여 형성된 불소수지 층을 포함하는 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 과산화수소 생산용 전기화학 전지에서 상기 열처리는 800℃ 내지 950℃ 온도에서 이루어지는 것이 바람직하다.

[0020] 본 발명의 과산화수소 생산용 전기화학 전지에서 상기 불소수지는 탄소질화 폼 100 중량부에 대해서 20 중량부 내지 200 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene)을 포함한 것으로 상기 열처리된 탄소질화 폼에 코팅되어 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재를 구성할 수 있다.

발명의 효과

[0021] 기존 기술은 탄소 파우더 촉매와 결합체를 사용하여 불안정한 전극을 제작하였으나 본 발명의 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재는 상업적으로 쉽게 구할 수 있는 탄소질화 폼에 직접적인 고온 열처리를 통해 기관과 전극으로써 동시에 작용할 수 있어, 저비용으로 전기 에너지를 이용한 고효율 과산화수소 생산에 이용되는 전기화학 전지 시스템에 음극재로써 적용이 가능한 효과가 있다.

[0022] 기존 탄소계 전극은 80% 정도로 낮은 패러데이 효율을 갖는 것으로 보고되었으나 본 발명의 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재는 3차원 다공성 구조를 갖는 탄소질화 폼에 불소 폴리머(PTFE)를 코팅하여 음극의 소수성을 증가시켜 패러데이 효율이 98% 정도로 많이 증가하며, 또한 넓은 pH 범위에서 과산화수소 생산속도 및 패러데이 효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재를 적용한 과산화수소 생산용 전기화학 전지 시스템의 모식도이다.
- 도 2는 본 발명의 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재 제조방법의 순서도이다.
- 도 3은 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 표면을 나타낸 모식도이다.
- 도 4는 온도별 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 과산화수소 생산속도와 패러데이 효율을 나타낸 것이다.
- 도 5는 전기화학적 임피던스 분광법으로 열처리 온도별 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 전하 이동 저항 (Charge Transfer Resistance)을 분석한 결과이다.
- 도 6은 인가된 전위별 의 과산화수소 생산속도와 패러데이 효율을 나타낸 것이다.
- 도 7의 (a)는 950℃에서 열처리한 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 SEM 이미지이고, 도 7의(b)는 50 중량부 PTFE를 코팅한 후 950℃에서 열처리한 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 SEM 이미지이다.
- 도 8은 PTFE 적재량별 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 과산화수소 생산속도와 패러데이 효율을 나타낸 것이다.
- 도 9는 전기화학적 임피던스 분광법으로 PTFE 적재량별 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 전하 이동 저항을 분석한 결과이다.
- 도 10은 전해질 pH 농도 별로 950℃에서 열처리한 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 과산화수소 생산속도와 패러데이 효율을 나타낸 것이다.
- 도 11은 전해질 pH 농도 별로 50 중량부 PTFE가 적재된 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 과산화수소 생산속도와 패러데이 효율을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하 도면을 참조로 본 발명의 불소 개질 탄소질화 폼 음극재 및 이의 제조 방법, 및 이를 포함하는 전기화학 전지에 대해 상세히 설명한다.
- [0025] 명세서 전체에서 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가진다. 하기의 설명에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재를 포함하는 과산화수소 생산용 전기화학 전지 시스템의 모식도이다.
- [0027] 도 1에 도시된 바와 같이, 전기화학 전지(10)는 탄소질화 폼(1)의 일 측면에 불소수지 층(2)이 형성된 음극(3), 양극(4), 양성자 교환 막(5), 전해질(6), Ag/AgCl(7)로 이루어져 있으며, 상기 양성자 교환 막(5)을 중심으로 양측에 음극(3)과 양극(4)의 전극이 위치하도록 구성된다.
- [0028] 상기 양성자 교환 막(5)으로는 Nafion($C_7HF_{13}O_5S$, C_2F_4)를 이용하여 양극과 음극을 분리한다.
- [0029] 상기 양극(4)으로는 백금(Pt), 티타늄(Ti) 등과 같은 물질을 포함하여 구성될 수 있으며, 바람직하게는 백금(Pt)을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0030] 전기화학 전지(10)는 전해질(6)을 담아 놓는 탱크로 구성되어 있으며, 도면에 도시되지 않았으나 전해질이 들어가는 유입구와 전해질이 다시나오는 배출구를 포함할 수 있다.
- [0031] 전기화학 전지(10)의 전체 동작원리로는, 일정한 전압을 인가해 양극(4)에서 물을 산화시켜 전자와 양성자와 산소를 생성하며 생성된 양성자는 양성자 교환 막(5)과 전해질(6)을 통해 이동하며 전자는 회로를 통해 불소수지 층(2)이 형성된 음극으로 이동하여 불소 개질된 탄소질화 폼 음극(3)에서 산소와 반응하여 아래 반응식 1에 따라 과산화수소를 생산한다.

- [0032] [반응식 1]
- [0033] $O_2 + 2H^+ + 2e^- \leftrightarrow H_2O_2 (E^0 = 0.70V \text{ vs. } RHE)$
- [0034] 도 2는 본 발명의 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재 제조방법의 순서도이다.
- [0035] 도 2에 나타난 바와 같이 (a) 탄소질화 폼을 열처리하는 단계(S110), 및 (b) 상기 열처리된 탄소질화 폼의 일 측면에 불소수지를 코팅하는 단계(S120)를 포함하여, 탄소질화 폼의 표면을 불소 개질하여 형성된 것이다.
- [0036] 상기 (a) 단계(S110)는 상기 탄소질화 폼으로 멜라민 폼(melamin foam)을 800℃ 내지 950℃로 열처리하는 단계이다.
- [0037] 그 다음 (b) 단계(S120)는 상기 (a) 단계(S110)를 통해 열처리된 멜라민 폼의 일 측면에 불소수지로 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene, PTFE)을 코팅하여 불소수지 층의 형성에 의해 멜라민 폼의 표면을 개질시켜 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재를 제조한다.
- [0038] 구체적으로 멜라민 폼 일 측면에 멜라민 폼 100 중량부에 대해서 20 중량부 내지 200 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene)을 포함하는 불소수지로 코팅하며, 보다 바람직하게는 멜라민 폼 100 중량부에 대해서 50 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene)을 포함하는 불소수지로 코팅한다.
- [0039] 도 3은 본 발명에 따른 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 표면을 나타낸 모식도로, 도식된 바와 같이 탄소질화 폼(carbon nitride foam)이 불소수지로 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)을 통해 표면이 개질된 모습을 확인할 수 있다.
- [0040] 도 4와 도 5는 멜라민 폼을 온도별 열처리하여 형성된 멜라민 폼 전극의 성능을 평가한 결과를 나타낸 것이다.
- [0041] 도 4는 열처리 온도별로 멜라민 폼의 과산화수소 생산속도와 패러데이 효율을 나타낸 것이다.
- [0042] 도 4에 나타난 바와 같이, 800℃(CMF 800), 850℃(CMF 850), 900℃(CMF 9도 4에 나타난 바와 같이, 800℃(CMF 800), 850℃(CMF 850), 900℃(CMF 900) 및 950℃(CMF 950)의 열처리 온도별로 과산화수소 생산속도(H_2O_2 Production rate)와 패러데이 효율(FE)을 확인한 결과, 열처리 온도가 증가할수록 과산화수소 생산속도 및 패러데이 효율이 향상하였음을 알 수 있다. 특히 950℃에서 열처리한 멜라민 폼 전극이 가장 높은 과산화수소 생산속도가 20.77 $\mu M/min$ 이고, 패러데이 효율은 66.75%로 나타낸다.
- [0043] 도 5는 전기화학적 임피던스 분광법으로 열처리 온도별 멜라민 폼 전극의 전하 이동 저항(charge Transfer Resistance)을 분석한 결과이다. 도 5의 전하 이동 저항 그래프에서 반원의 지름은 전하 이동 저항을 나타내고, 반원의 지름이 작을수록 저항이 작다는 것을 의미한다.
- [0044] 도 5에 나타난 바와 같이, 800℃(CMF 800), 850℃(CMF 850), 900℃(CMF 900) 및 950℃(CMF 950)의 열처리 온도별로 전하 이동 저항을 분석한 결과, 열처리 온도가 증가할수록 저항이 감소하였으며 950℃에서 열처리한 멜라민 폼 전극의 전하 이동이 가장 활발하게 일어난다.
- [0045] 도 6은 인가된 전위별 멜라민 폼 전극의 과산화수소 생산속도와 패러데이 효율을 나타낸 것이다. 여기서 멜라민 폼 전극은 멜라민 폼을 950℃에서 열처리하여 형성된 멜라민 폼 전극을 사용하였다.
- [0046] 도 6에 도시된 바와 같이 -0.5V, -1.0V, -1.2V 및 -1.5V로 인가된 전위별로 멜라민 폼 전극의 과산화수소 생산속도(H_2O_2 Production rate)를 확인한 결과, -1.5 V를 멜라민 폼 전극에 인가 시, 가장 높은 과산화수소 생산속도 71.5 $\mu M/min$ 를 나타냈다. 또한 모든 인가된 전위에서 패러데이 효율(FE)은 거의 차이가 없음을 확인하였다.
- [0047] 도 7의 (a)는 멜라민 폼을 950℃에서 열처리한 SEM 이미지이고, 도 7의(b)는 멜라민 폼을 950℃에서 열처리한 후 멜라민 폼 100 중량부에 대해서 50 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)을 코팅하여 형성된 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 SEM 이미지이다.
- [0048] 도 7의 (a)에 나타난 바와 같이, 950℃에서 열처리한 멜라민 폼은 3차원 다공성 구조를 가지는 탄소질화 폼을 나타내었다.
- [0049] 도 7의 (b)에서처럼, 950℃에서 열처리한 멜라민 폼에 불소수지로 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)을 코팅하면, 불소수지인 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)가 멜라민 폼의 3차원 다공성 구조에 완벽하게 적재되어 불소 개질

된 탄소질화 폼 음극재를 형성함을 확인할 수 있다.

- [0050] 도 8과 도 9 는 950℃에서 열처리한 멜라민 폼에 불소수지로 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 적재량별로 코팅하여 형성된 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 성능을 평가한 결과를 나타낸 것이다.
- [0051] 도 8은 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 적재량별 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 과산화수소 생산속도와 패러데이 효율을 나타낸 것이다.
- [0052] 도 8에 도시된 바와 같이 멜라민 폼 100 중량부에 대해서 0 내지 200 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 적재량 별로 멜라민 폼의 과산화수소 생산속도(H_2O_2 Production rate)를 확인한 결과, 50 중량부 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)을 멜라민 폼에 적재하여 형성된 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재에서 가장 높은 과산화수소 생산속도로 91 $\mu M/min$ 을 나타냈으며 패러데이 효율이 93%를 나타냈다.
- [0053] 도 9는 전기화학적 임피던스 분광법으로 멜라민 폼 100 중량부에 대해서 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 적재량별 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 전하 이동 저항을 분석한 결과이다.
- [0054] 도 9에 나타난 바와 같이, 멜라민 폼 100 중량부에 대해서 50 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 가 적재된 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재가 100 중량부, 200 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)이 적재된 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재보다 저항이 낮아 전자 이동이 활발하게 일어난다.
- [0055] 도 10은 전해질 pH 농도 별로 멜라민 폼을 950℃에서 열처리하여 형성된 멜라민 전극의 과산화수소 생산속도와 패러데이 효율을 나타낸 것이다.
- [0056] 도 10에 나타난 바와 같이 전해질의 pH 농도가 증가할수록 과산화수소 생산속도(H_2O_2 Production rate) 및 패러데이 효율(FE)이 향상된 것을 확인할 수 있으며, 특히 pH 13에서 멜라민 폼 전극이 가장 높은 과산화수소 생산속도로 71.5 $\mu M/min$ 를 나타내고, 패러데이 효율은 65%를 나타내었다.
- [0057] 도 11은 전해질 pH 농도 별로 950℃에서 열처리한 멜라민 폼에 불소수지로 멜라민 폼 100 중량부에 대해서 50 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)가 적재되어 형성된 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재의 과산화수소 생산속도와 패러데이 효율을 나타낸 것이다.
- [0058] 도 11에 나타난 바와 같이 전해질의 pH 농도가 증가할수록 과산화수소 생산속도(H_2O_2 Production rate) 및 패러데이 효율(FE)이 향상된 것을 확인할 수 있었으며, 전해질 pH 13에서 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재가 가장 높은 과산화수소 생산속도로 92 $\mu M/min$ 를 나타내고, 패러데이 효율은 90%를 나타내었다. 또한, 모든 전해질 pH 농도에서 멜라민 폼 100 중량부에 대해서 50 중량부의 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)를 적재 시, 과산화수소 생산속도 및 패러데이 효율이 크게 향상하였다.
- [0059] 본 발명의 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재는 탄소와 질소만으로 이루어져 친환경적이다. 기관이 필요한 기존 탄소계 촉매와 달리 기관 자체로도 사용 가능하여 백금계 및 비백금계 촉매 등을 적재할 수 있으므로 전기화학 전지의 전극으로써 활용이 가능하고, 전기화학 전지에 사용 시 3차원 다공성 구조체에 의해 전극 대면적화에 따른 백금과 같은 전극 촉매 사용량의 증가를 백금 사용량 증가를 상쇄할 수 있는 효과가 있다.
- [0060] 또한, 전술된 바와 같이 불소 개질된 탄소질화 폼 음극재는 열처리한 탄소질화 폼에 불소수지(PTFE)를 코팅하여 음극의 소수성을 증가시켜 전해질의 다양한 pH 범위 조건에서 과산화수소 생산속도 및 패러데이 효율이 향상시킬 수 있다.
- [0061] 앞서 설명한 예는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자(이하 '당업자'라 한다)가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하는 바람직한 실시 예일 뿐, 첨부한 도면에 한정되는 것은 아니므로 이로 인해 본 발명의 권리범위가 한정되는 것은 아니다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 당업자에게 있어 명백할 것이며, 당업자에 의해 용이하게 변경 가능한 부분도 본 발명의 권리범위에 포함됨은 자명하다.

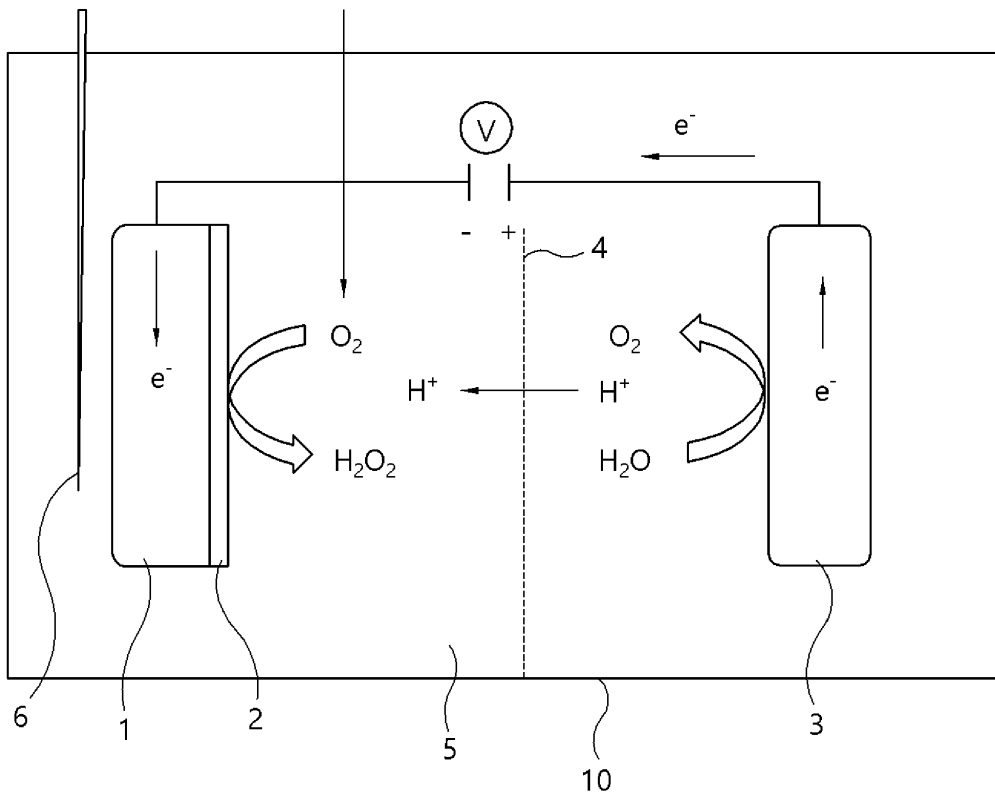
부호의 설명

- [0062] 1 : 탄소질화 폼
2 : 불소수지 층
3 : 불소 개질된 탄소질화 폼 음극

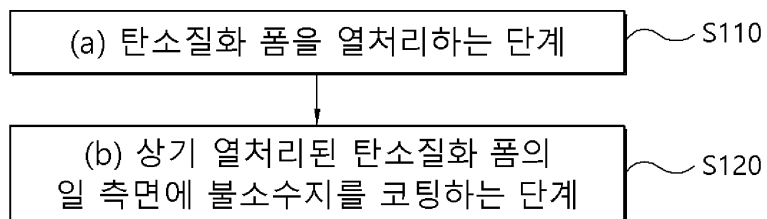
- 4 : 양극
- 5 : 양성자 교환 막
- 6 : 전해질
- 7 : Ag/AgCl
- 10 : 전기화학 전지

도면

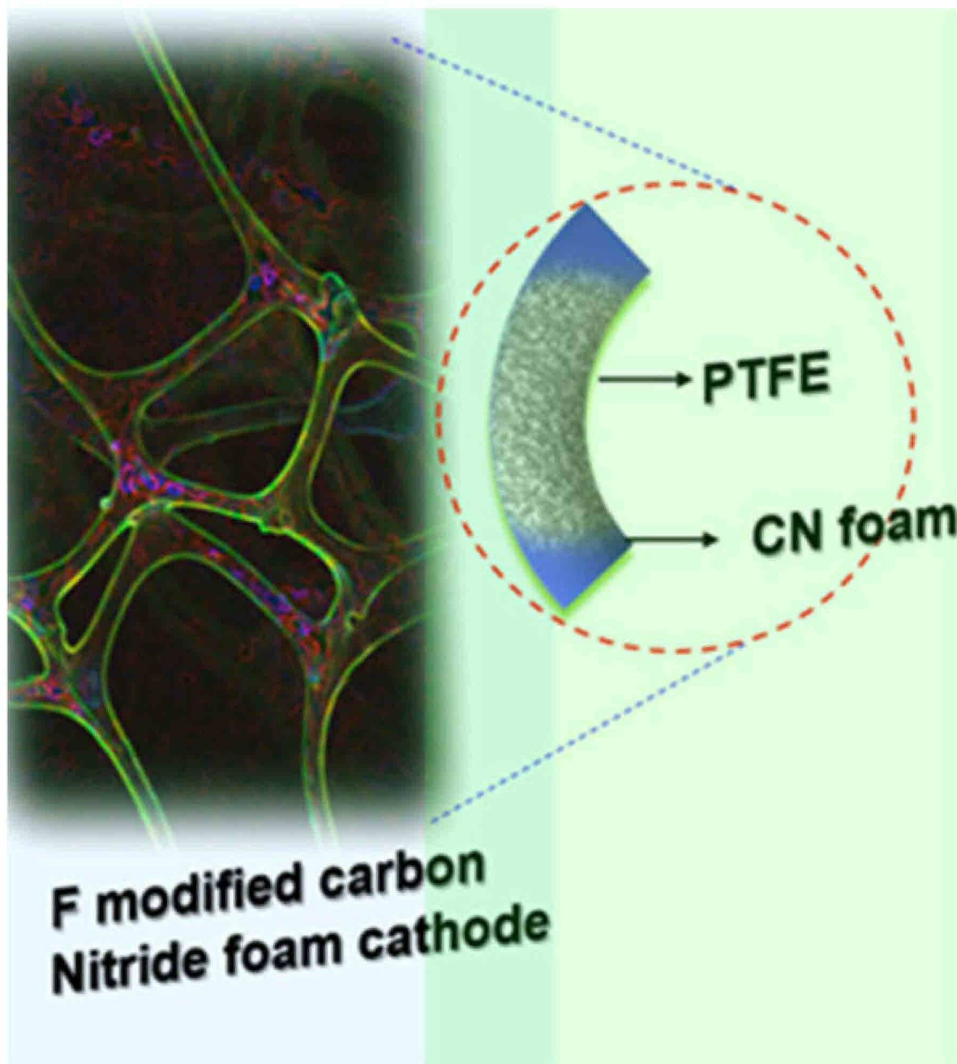
도면1



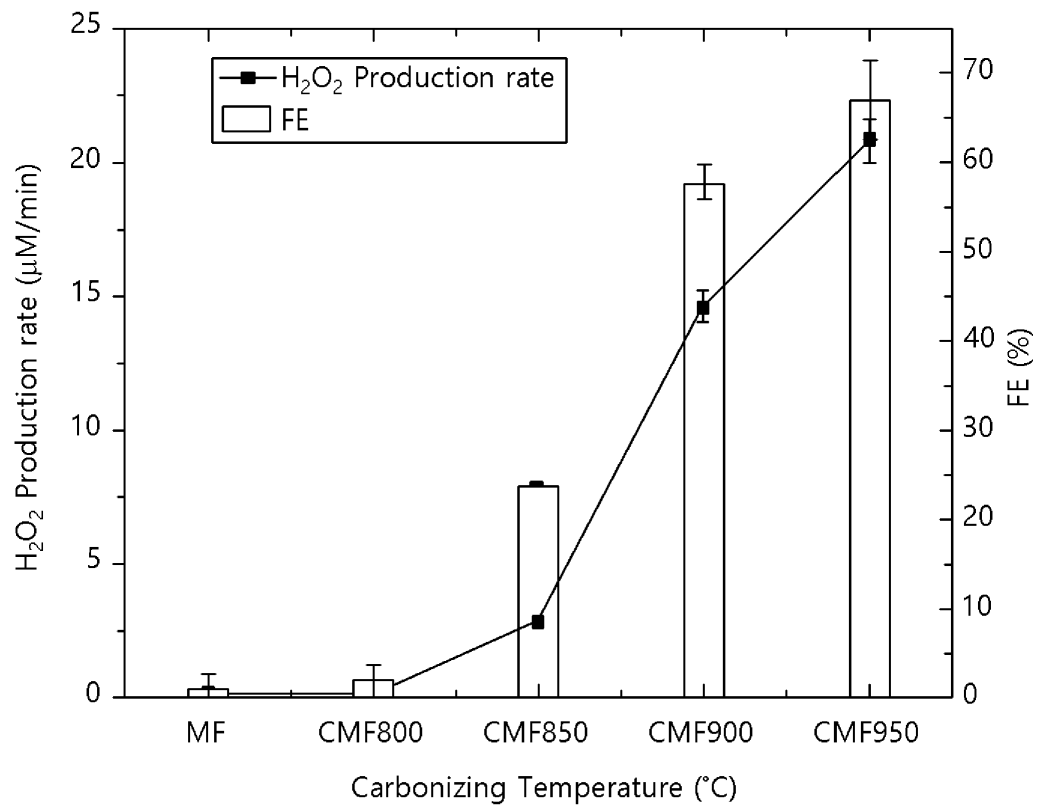
도면2



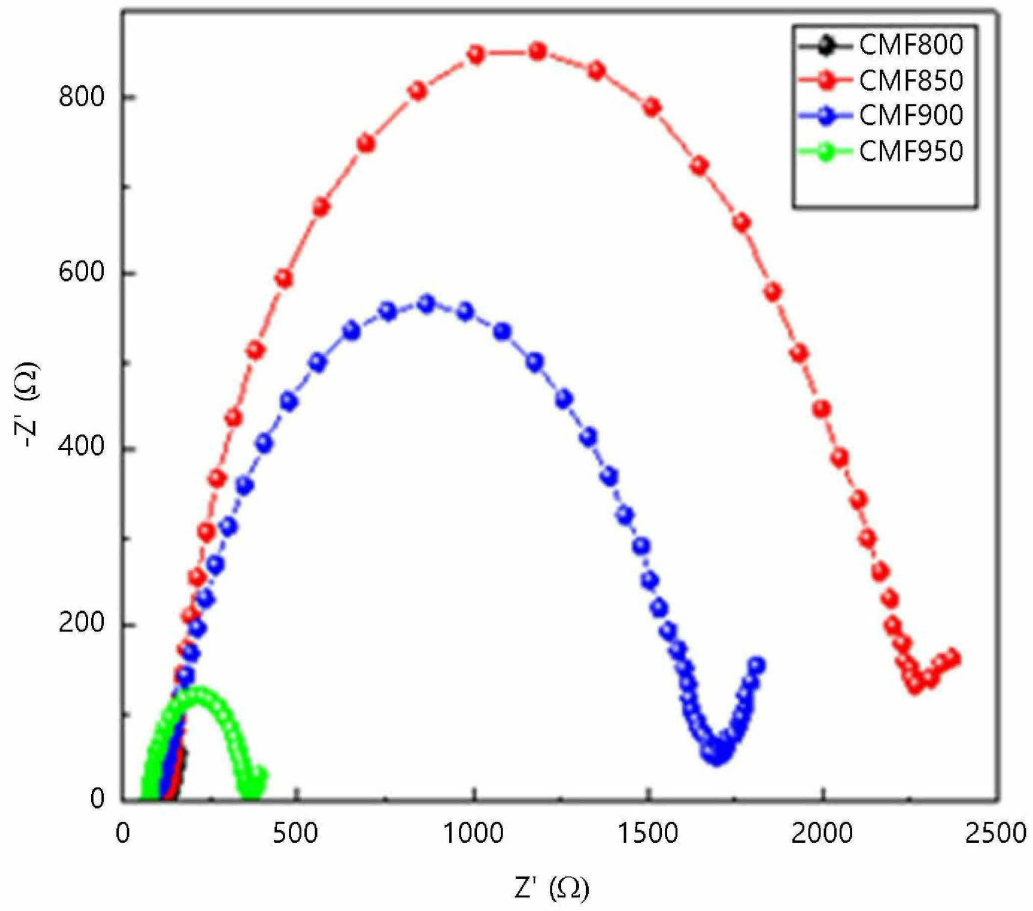
도면3



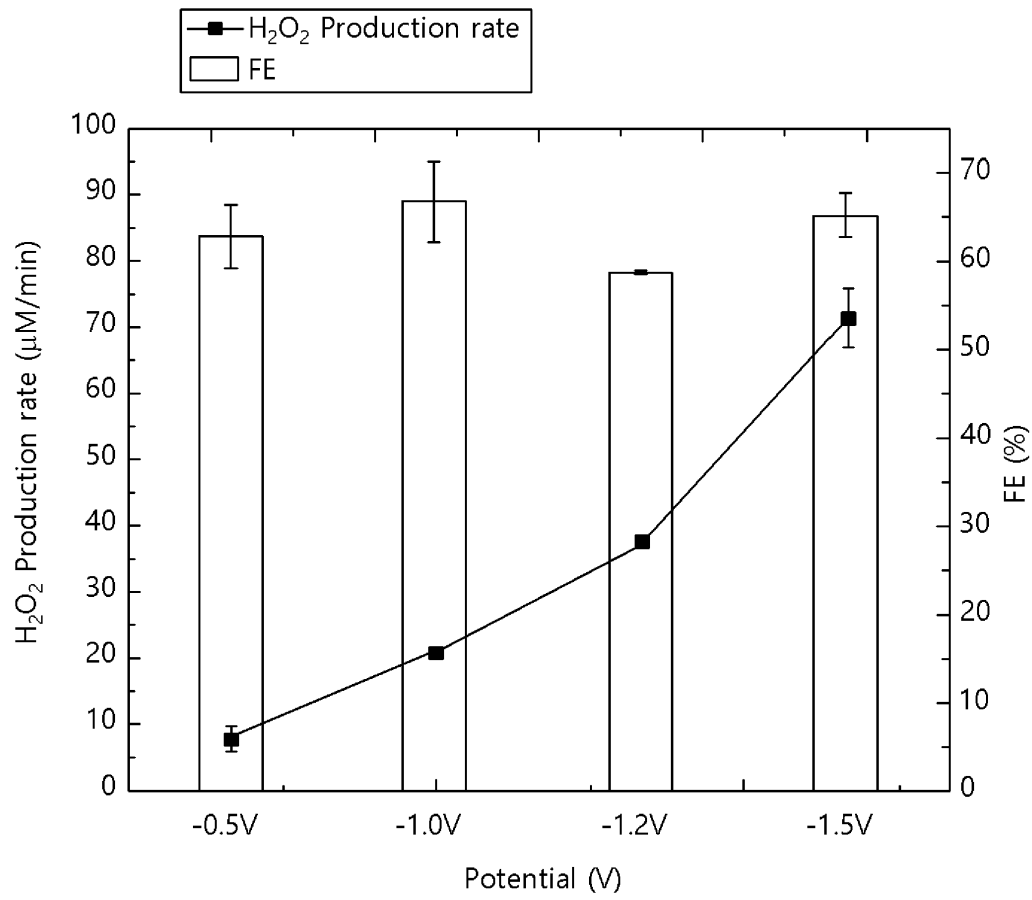
도면4



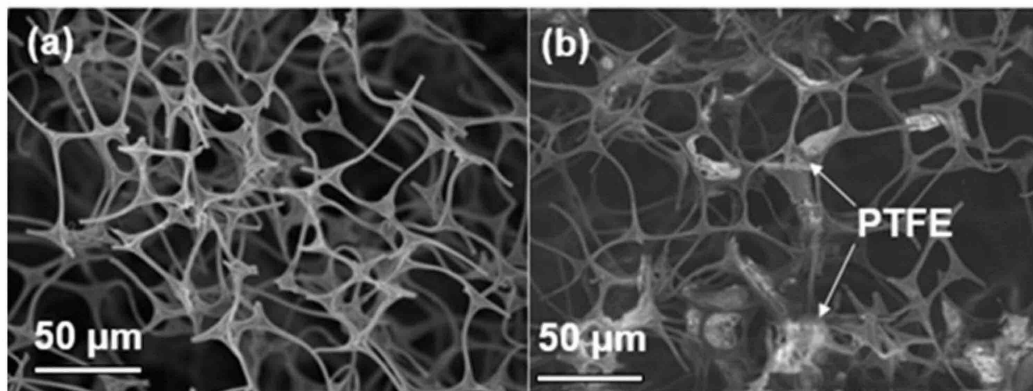
도면5



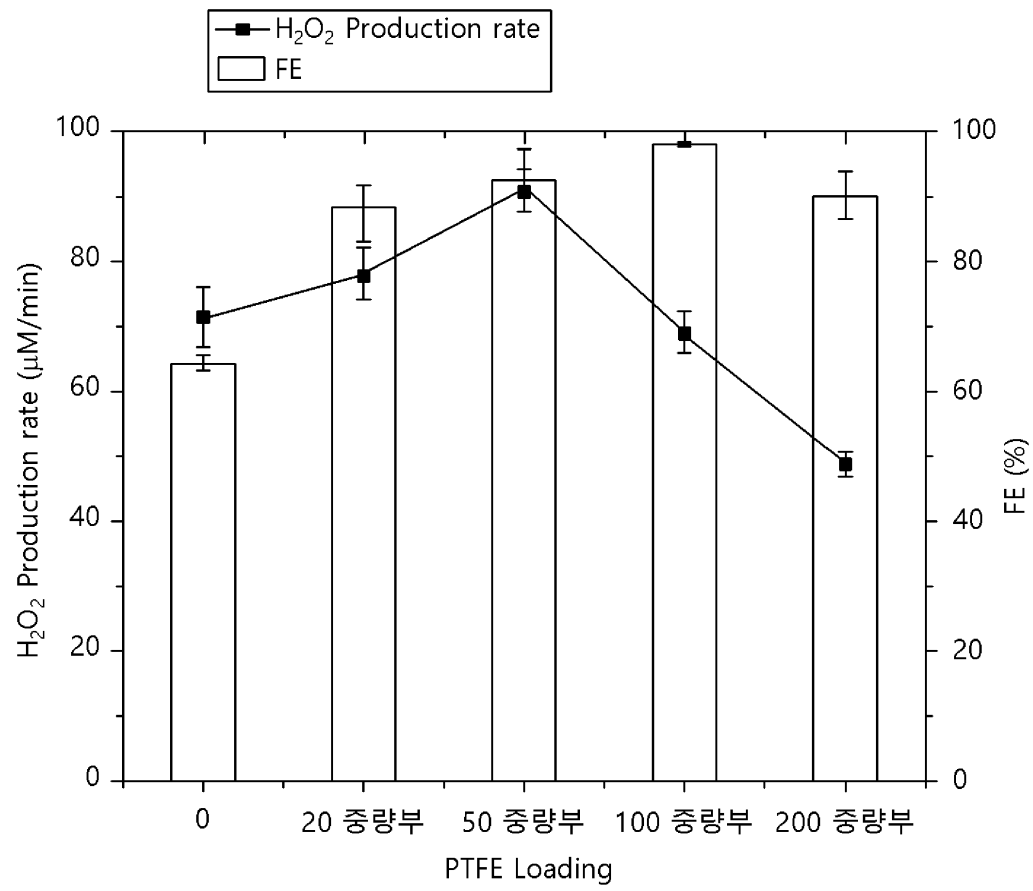
도면6



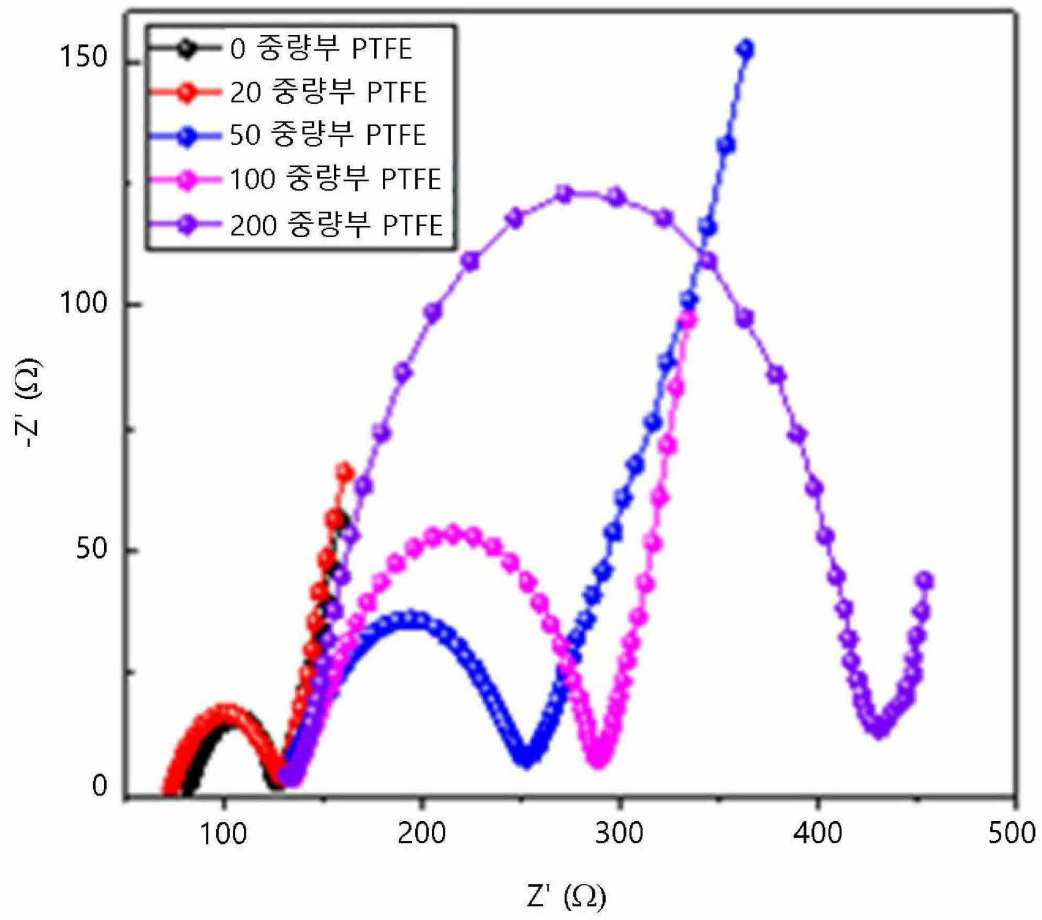
도면7



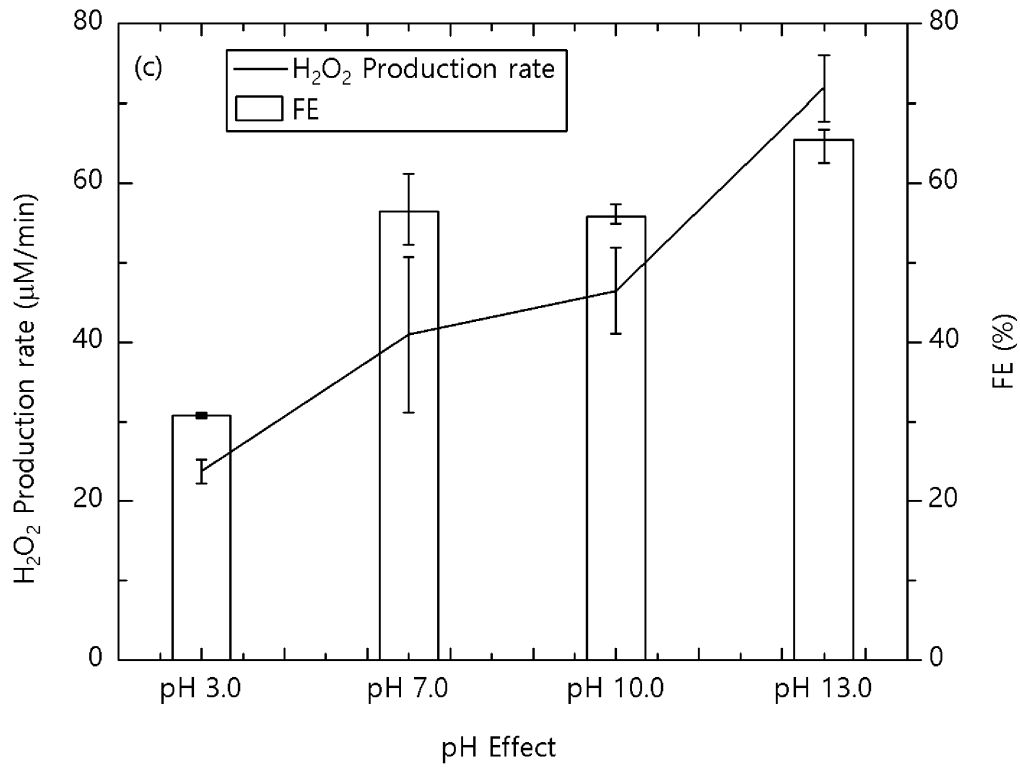
도면8



도면9



도면10



도면11

