

OC5) 효율적인 전기화학적 이산화탄소 분해를 위한 금속 주름 구조체 개발

조경민 · 정우빈 · 정희태
KAIST 생명화학공학과

1. 서론

지구 온난화에 의한 작은 온도변화는 해수면의 높이의 증가뿐 아니라 생태계를 심각하게 파괴할 수 있다. 대기 중 이산화탄소 농도의 증가는 지구의 평균온도 증가와 밀접한 연관이 있는 것으로 알려져 있는데, 산업화 이전 180 ppm에서 현재 400 ppm으로 급격히 증가하고 있다. 이러한 환경문제를 해결하기 위하여 이산화탄소를 포집하기 위한 연구들이 많이 진행되고 있으며, 더불어 포집된 이산화탄소를 고부가가치의 화합물로 전환하기 위한 연구들이 진행되고 있다.

그 중에서도 전기에너지를 이용한 이산화탄소의 전환은 환경적 문제의 해결과 친환경적인 에너지를 생성으로 많은 관심을 받고 있다. 하지만, 이전 연구에서는 금속을 이용한 전기분해는 에너지 효율, 생성 속도, 선택성에서 만족스럽지 못한 결과를 보였다(Hori, 2008). 급격하게 발전한 나노 기술은 이러한 이산화탄소 전환 촉매의 성능을 향상시킬 수 있는 가능성을 제시하고 있다(Liu et al., 2016). 본 연구에서는 간단한 나노 구조 제어를 통한 고효율의 이산화탄소 전환 금속 필름을 제안하고자 한다.

2. 자료 및 방법

실리콘 웨이퍼 위 금속 필름을 열수축이 가능한 polystyrene 필름 위에 전사한다. 전사된 금속/PS 필름을 400 K의 온도에서 수축시킨다. 다음과 같이 주름구조를 가지는 금속필름을 3전극 시스템을 이용하여 이산화탄소의 전환을 테스트한다. 기체로 생성되는 물질은 gas chromatography를 이용하여 측정하였으며, 액체로 생성되는 물질은 ion chromatography를 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

동일한 두께의 금속/PS 복합 필름에 열을 가하는 시간이 증가할수록 수축하는 정도가 증가했다. 수축된 필름은 주름진 표면을 가지며 수축정도가 증가 할수록 주름의 높이가 증가하는 것을 알 수 있었다. 같은 수축정도에서는 필름의 두께가 증가 할수록 주름의 높이 및 반복길이가 증가함을 관찰했다. 금의 경우에는 100 nm의 금속 두께를 이용하여 마이크로미터의 주름 높이를 가지는 금속 필름 합성이 가능했다.

다음과 같은 금 수축 필름은 두껍고, 수축정도가 높을수록 이산화탄소 전환의 선택성과 효율이 높아짐을 확인했다. 앞선 관찰결과와 비교해보았을 때, 주름의 높이가 증가할수록 좋은 촉매적 특성을 보임을 알 수 있었다. 이와 같은 현상은 이산화탄소 반응 과정에서 생기는 OH⁻ 이온들이 깊은 주름구조에 의하여 확산에 제한을 받게 되고, 이를 통해 생성되는 높은 pH가 촉매적 특성에 좋은 영향을 준다고 가정하였다. 앞선, 다공성의 골드 필름과 높은 종횡비를 가지는 구리 나노선에서도 비슷한 국부적 pH 증가가 끼치는 영향을 보고 했었다(Hall et al., 2015; Ma et al., 2016). 본 연구에서도, 다른 버퍼 농도와 버퍼 세기에 따라서 촉매적 특성이 상이하게 달라짐을 확인하여 우리의 금속 주름 구조체가 유도하는 국부적 pH 증가가 이산화탄소 전환의 큰 영향을 주는 것을 증명하였다. 따라서, 본 연구에서는 간단하고 적은 양의 금속을 이용하여 높은 이산화탄소 전환을 가지는 촉매를 개발하였다.

4. 참고문헌

- Hori, Y., in "Modern Aspects of Electrochemistry", 2008, 42, 89.
- Liu et al., Nature, 2016, 537, 38.
- Hall et al., J. Am. Chem. Soc., 2015, 137, 14834.
- Ma et al., Angew. Chem. Int. Ed., 2016, 55, 6679.