

질화물계 나노구조 기반 수소 발생 연구

학과 | 정보소재공학

팀명 | BTS

지도교수 | 김진수

팀원 | 이재민 홍의성 백상협

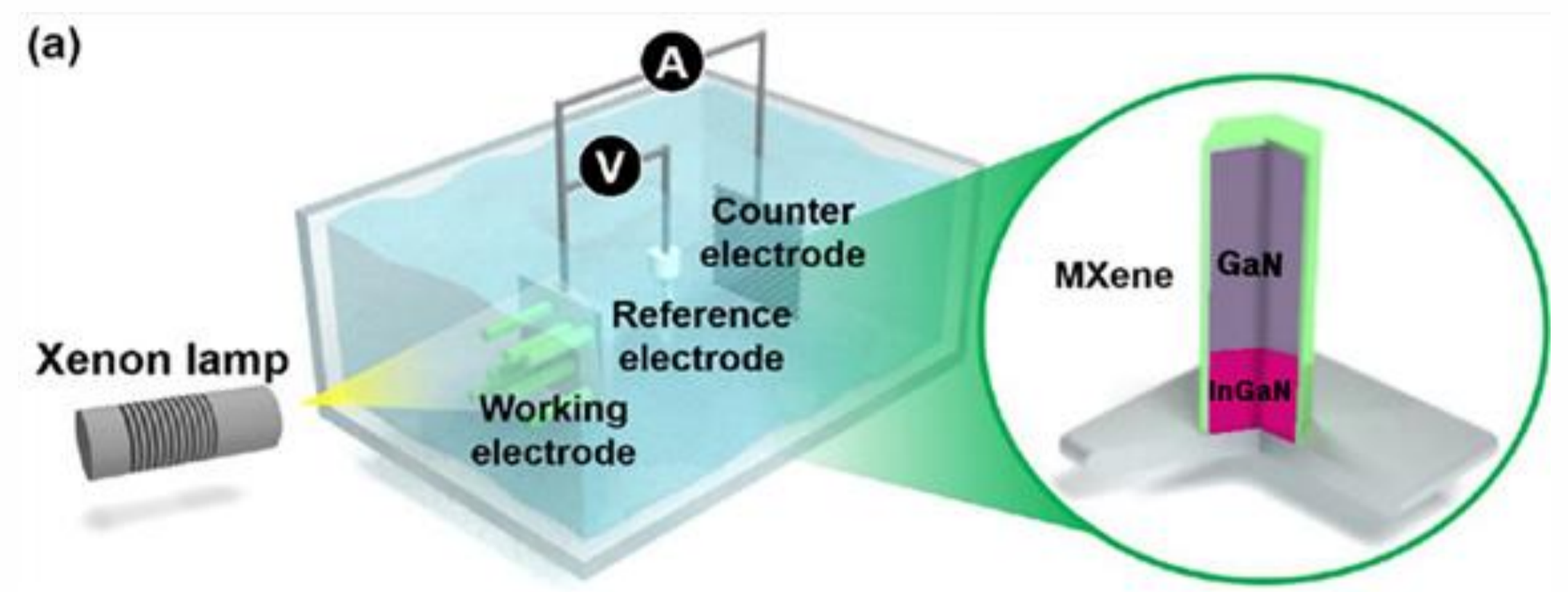
제작동기

• 현재 수소 생산의 대부분은 화석연료를 통해 만들어내지만(95%) 이 과정에서의 온실가스 배출이 발생하여 제조 단가는 낮지만 환경에 영향을 주고 있다. 광전기화학적 물분해용 광전극(PEC-WS)은 화석연료를 이용한 제조 방법과 비교하여 수소를 제조할 때 오염물질인 이산화탄소의 배출이 없다는 것이 친환경적이기 때문에 광전극에 대한 연구 가치는 충분하다고 판단했다.

• PEC-WS에서 나노와이어의 특성을 높이기 위한 연구는 광전극의 전기적 성질을 조절하여 수소 생산 효율을 향상시킨다. 우선 나노와이어의 구조를 헤테로 구조의 구성을 통한 광전극의 빛 흡수의 극대화는 기존의 단일 광전극의 낮은 빛 흡수성의 한계를 보완하고, 생성된 캐리어의 이동과 분리를 원활하게 하고 재결합에 의한 에너지 손실을 최소화하여 전체적인 광전기화학 반응의 향상을 가능하게 할 수 있다.

• 이러한 헤테로 구조인 나노와이어에 촉매를 도포하면 광전환 효율이 높아져 낮은 에너지 소비로도 많은 양의 수소를 얻을 수 있을 것으로 해당 연구에 대한 동기는 아주 확실하다고 할 수 있다.

작품설명

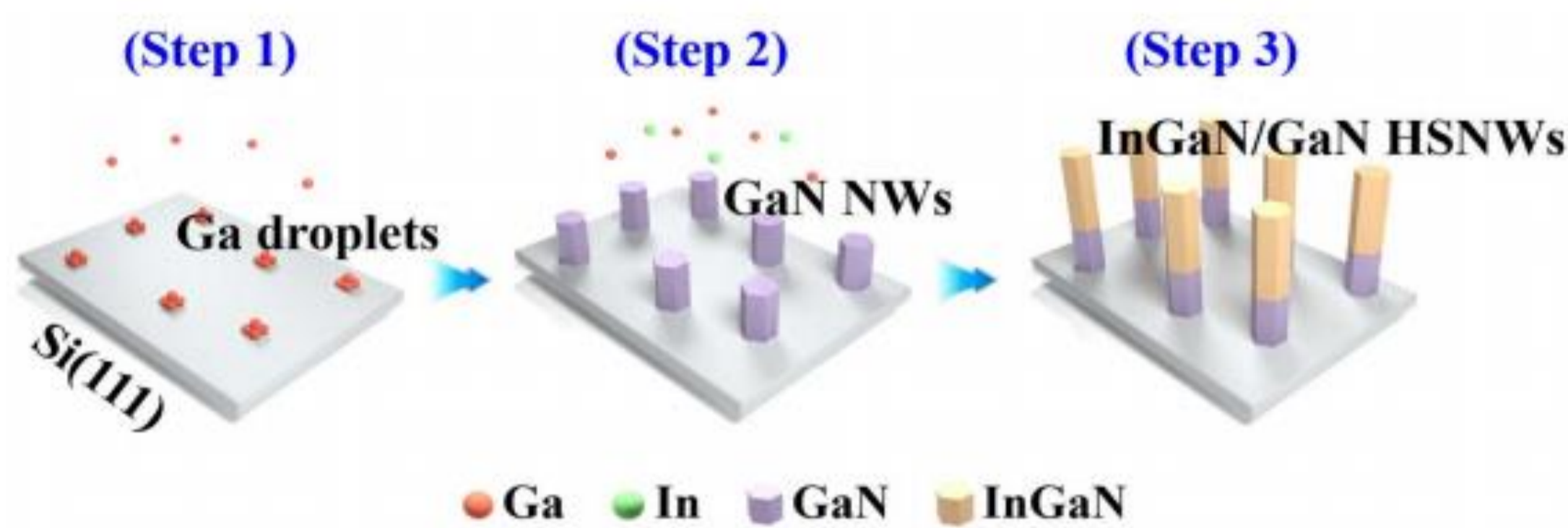


• Si(111) 기판에 InGaN/GaN HeteroStructure NanoWires를 성장한 기판에 MXene를 코팅시켜 Working electrode와 reference electrode, counter electrode를 사용한 광전기화학적 물분해 장치이다.

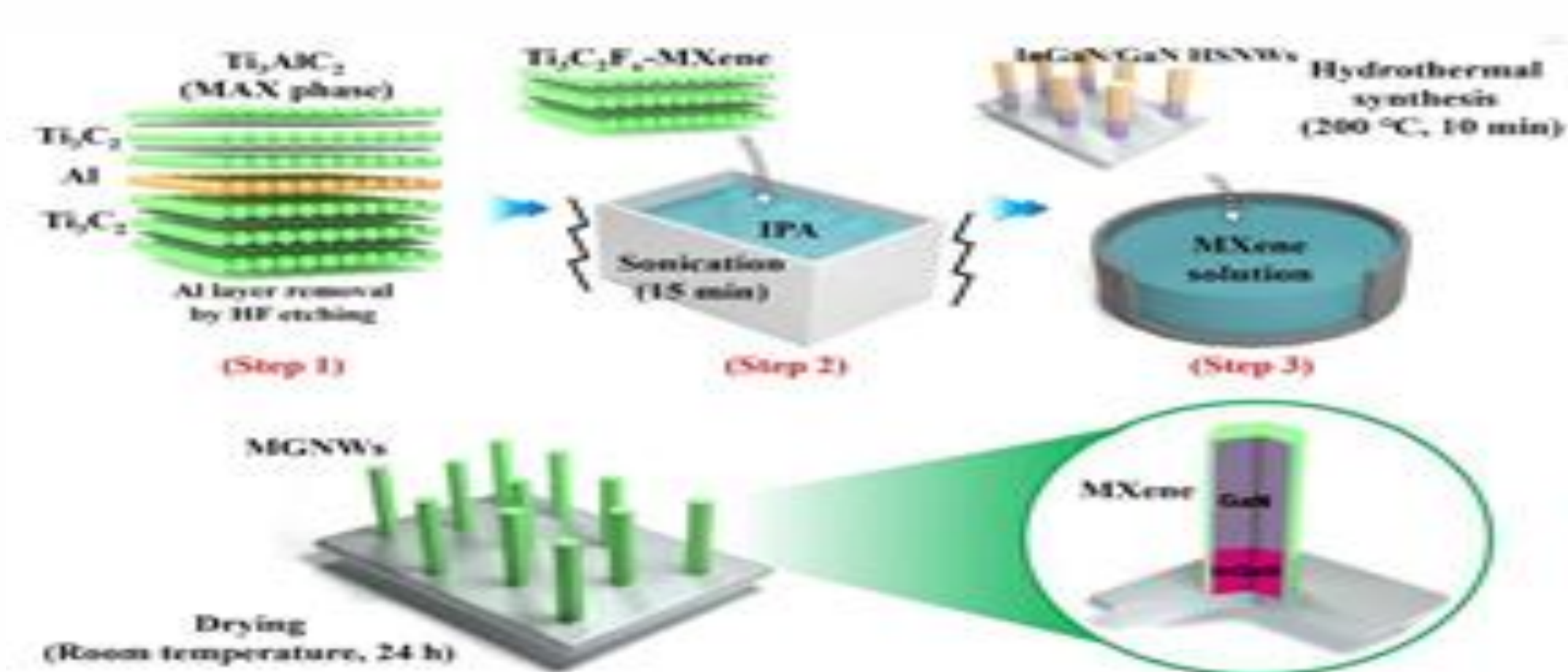
• 황산 수용액에 담긴 위 electrode에 Xenon lamp를 사용하여 태양광 에너지를 공급하면 working electrode에서는 전자를 방출하고 황산 수용액 내 양성자와 반응하여 수소 기체를 생성하는 장치이다.

제작과정

1. InGaN/GaN 나노와이어 반도체 기판 성장



2. 수소발생용 광전극 제작



▶ step 1 : 수용액 준비

- Ti_3C_2 MXene powder를 수용액 형태로 준비한다.

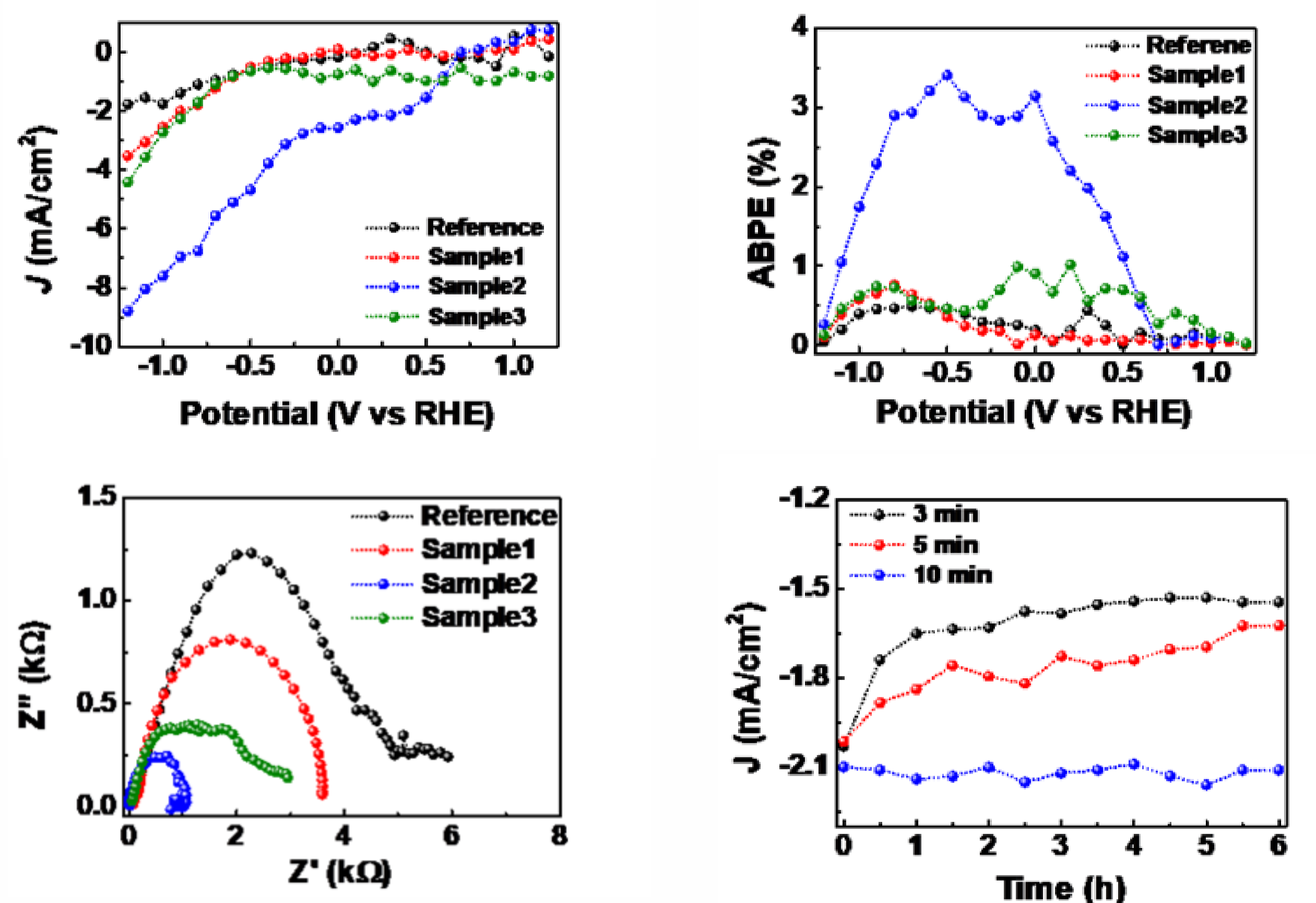
▶ step 2 : wafer dipping

- Nanowire가 성장된 웨이퍼를 수용액에 완전히 잠길 수 있도록 한다.

▶ step 3 : soft bake

- 웨이퍼를 수용액에 담근 채, 일정 온도에서 soft bake 과정을 진행한다. soft bake는 MXene 수용액의 용매를 증발시키고, 코팅층을 웨이퍼 표면에 안정적으로 고정시키는 역할을 한다.

결과 및 기대효과



• 위 4개의 그래프에서 공통적으로 sample 2가 가장 높은 효율을 보였다.

• 전류밀도-전위 그래프에서 sample 2가 가장 큰 음의 전류밀도를 보였으며 이는 가장 높은 전하 전달 효율을 보였다.

• ABPE-전위 그래프에서 sample 2가 가장 높은 ABPE 값을 가지며 가장 높은 applied bias 광전기화학적 효율을 가졌음을 의미한다.

• 임피던스 스펙트럼 그래프에서 임피던스는 전류의 흐름을 어렵게 하는 정도를 나타내며 작은 반원을 나타낼수록 좋은 성능을 나타낸다. 위 그래프에서 sample 2가 가장 작은 반원을 형성하여 가장 좋은 결과를 나타냈다.

• 전류 밀도 대 시간 그래프는 sample 2의 베이크 시간 조절을 통한 전류 밀도를 나타낸 그래프로 10분이 가장 높은 음의 전류 밀도를 나타내며 밀도 변화 역시 거의 없다.