

친환경 수소생산 촉매 개발로 지구 온난화 막는다

연구책임자 | 강원본부 기능성소재부품연구그룹_정영규 수석연구원

생기원 강원본부에서 반도체 산화물을 이용한 고효율 수전해 촉매와 인체 유해 가스센서를 집중적으로 연구하는 정영규 수석연구원. 최근 고효율 수소 가스를 저비용으로 추출하기 위한 촉매 기술을 개발한 정 수석연구원은 해당 논문이 지난 8월 20일 나노기술 분야 최고 권위 국제학술지인 '스몰(Small)'에 프론트 커버로 실리기도 했다.

1. 연구 성과는 지난 20일 나노기술 분야 최고 권위 국제 학술지인 '스몰(Small)'에 프론트 커버로 실렸다.

2. 오른쪽부터 정영규 수석연구원, 윤소연 연구원, 권용중 포스트닥터, 김강민 수석연구원.



전기화학 반응을 통해 물에서 수소와 산소를 생산하는 기술을 '수전해'라고 한다. 이 기술을 사용하기 위해서는 두 가지 전극이 필요하다. 한쪽은 산소, 다른 한쪽은 수소가 나오는 곳이라고 보면 된다. 이 두 전극에 전압을 걸어 수소와 산소를 발생시킨다. 이때 관건은 얼마나 낮은 전압에서 산소와 수소를 발생시킬 수 있느냐다. 낮은 전압은 고효율 수소 가스를 확보하는 데 중요한 조건이 되는 셈이다. '알칼라인 수전해' 기술은 안정적으로 수소 가스를 대량으로 생산할 수 있다. 하지만 효율성은 67% 정도 낮은 수준. 이러한 낮은 효율의 원인은 반대 전극에서 일어나는 산소 발생 반응(Oxygen Evolution Reaction, OER)에서 요구되는 높은 과전압(Over Potential) 때문이다.

정영규 수석연구원은 이를 보완하고자 산소발생반응의 '과전압'을 낮추는 촉매를 개발했다. 물의 전기분해를 위해서는 이론적으로는 약 1.23V의 에너지가 필요하지만, 실제로는 전극들과 전해질 등의 접촉 저항들에 의해 이론값보다 높은 전압이 필요하게 된다. 추가로 더 많은 에너지를 소모하여 수소를 생산하게 된다. 이론값인 1.23V 전압까지 낮추기 위한 열쇠는 '촉매'다. 정 수석연구원은 현재 개발한 기술로 1.54V까지 낮추는 성과를 냈다.

3. 반도체 산화물을 이용한 고효율 수전해 촉매와 인체 유해 가스센서를 연구하고 있는 정영규 수석연구원.



또한 원자수준의 얇은 박막을 소자에 증착할 수 있는 기술인 '원자층 증착법(Atomic Layer Deposition, ALD)'을 적용해 대량으로 저렴한 카본나노튜브(Carbon Nano Tube, CNT)를 만들었다. 카본나노튜브(CNT)는 탄소 6개로 이뤄진 육각형들이 서로 연결돼 관 모양을 이루는 원통 형태의 신소재를 말한다. 기존 카본나노튜브는 제조 단가가 높다는 단점이 있었다. 정 수석연구원은 비용 절감을 위해 비교적 단가가 낮은 멜라민이라는 소재를 이번 연구에 적용했다. 멜라민은 카본나노튜브를 만들 때 필요한 탄소가 들어 있는 유기 화합물이면서 다른 화합물과 비교해 단가가 매우 낮기 때문이다. 멜라민에는 탄소뿐 아니라 질소 원자가 함께 들어있는데 이 물질을 이용해 탄소나노튜브를 합성하면 질소가 도핑된 카본나노튜브를 만들 수 있다. 질소가 도핑된 카본나노튜브는 수전해 반응 시 활성 부위를 증가시켜 촉매 효율을 올릴 수 있다.

정리하자면, 저렴한 멜라민 소재로 비싼 카본나노튜브를 만들어 낸 획기적인 제조방식이다. 더불어 OER 촉매에 쓰이는 코발트-나노파티클을 이 튜브와 결부시켜 과전압을 낮출 수 있는 OER 촉매로 만드는 성과도 냈다. 코발트-탄소-질소의 3원소가 함께 결합 될 경우 기존 단원소만 존재할 때 보다 시너지 효과가 창출되어 촉매 효율이 높아진다.

그 결과 이러한 연구 성과를 인정받아 2020년 8월 20일 나노기술 분야 최고 권위 국제학술지인 '스몰(Small)'에 논문이 표지에 실렸다. 세계 주요국이 차세대 에너지원으로 주목하고 있는 수소 에너지. 정영규 수석연구원의 연구가 우리나라 수소경제 시대의 도약 물꼬를 트길 기대해본다.