

전기화학적 방법을 이용한 산소 발생용 Blue TiO₂ 전극제조 및 반응특성조사Electrochemical preparation of Blue TiO₂ nanotube array and its application for oxygen evolution reaction한준혁^a, 탁용석^{a*}, 윤제용^b^{a*}인하대학교 화학공학과(ystak@inha.ac.kr), ^b서울대학교 화학생물공학부

초 록 : 알칼리 수전해는 신재생에너지를 이용하여 오염물질 없이 효율적으로 수소를 생산할 수 있는 방법 중의 하나이다. 알칼리 수전해 시스템의 산화전극으로 불용성전극이 많이 사용되고 있으나 높은 과전압과 제조 공정이 복잡한 문제점을 가지고 있다. 본 연구에서는 전기변색을 이용해 짙은 파란색의 TiO₂ 나노튜브를 알칼리 수전해 시스템의 산화전극으로 이용하고자 하였다.

양극산화법을 이용해 TiO₂ 나노튜브를 만드는 과정에서 양극산화 시간과 인가전압에 따라 Blue TiO₂의 산소발생반응(Oxygen evolution reaction, OER) 활성 변화를 측정하였고 나노튜브 길이가 길고 직경이 클수록 OER활성과 내구성이 향상되는 것을 확인하였다.

1. 서론

알칼리 수전해는 재생 가능한 에너지를 이용하여 환경오염 없이 효율적으로 수소를 생산할 수 있는 방법 중의 하나이다. 현재 알칼리 수전해 시스템의 산화전극으로 불용성전극이 많이 사용되고 있으나 이는 높은 과전압과 제조 공정이 복잡한 문제를 가지고 있다. 따라서 과전압을 낮추고 높은 에너지효율을 갖는 전극을 개발하고, 제조 공정을 간단히 하여 제조 비용을 줄이는 연구가 필요하다.

본 연구에서는 다른 금속에 비해 수용액에서의 안정성이 우수하다고 알려진 Ti를 양극산화하여 표면적이 넓은 1차원 TiO₂ 나노튜브 구조를 형성시켰다. 전기변색현상을 통해 비가역적으로 짙은 파란색을 띠면서 촉매활성을 갖게 된 TiO₂를 Blue TiO₂라고 명명하였고, 이를 알칼리 수전해 시스템의 산화전극으로 이용하고자 하였다.

2. 본론

양극산화시 세척된 Ti foil을 애노드로, Pt를 캐소드로 셀을 구성하였고, 전해질은 Ethylene glycol에 0.2wt% NH₄F, 2.5wt% DI water를 넣어 사용하였다. 전압은 DC 전원장치(HP/Agilent 6035A)를 이용하여 인가하였다.

양극산화하여 생성된 TiO₂ 나노튜브를 450°C에서 1시간동안 열처리하여 비정질에서 anatase로 결정성을 갖게 한 후 1M KH₂PO₄ 용액에서 순환전위법(Cyclic Voltammetry)(-2.0V~3.0V vs. Ag/AgCl)를 수행하면 -1.5V 부근에서 환원전류가 흐르며 TiO₂의 색이 짙은 파란색으로 변화하는 것을 확인하였다. 이렇게 짙은 파란색을 띠게 된 TiO₂는 2.0V 이상에서 촉매활성을 나타내는 것을 확인하였다. 위 방법으로 제조한 Blue TiO₂를 애노드로 하여 1M KOH용액에서 선형주사법을 이용해 Oxygen Evolution Reaction(OER)활성을 측정하였다. 그리고 양극산화 시간과 인가전압에 따라 나노튜브의 길이와 직경이 변하는 것을 확인하였고, 그에 따른 OER활성의 변화를 측정하였다.

3. 결론

TiO₂ 나노튜브의 길이가 길어질수록, 그리고 직경이 증가할수록 OER활성이 증가하는 것을 확인하였다. 또한 선형주사법을 이용해 OER 활성 측정 시 cycle수가 증가함에 따라 OER 활성이 점점 감소하는 경향성을 확인할 수 있었는데 전극의 내구성 또한 나노튜브의 길이가 길어질수록, 직경이 증가할수록 향상되는 것을 확인하였다.

Blue TiO₂는 활성이 나타나기 시작하는 시작전위가 약 2.0V로 기존 전극에 비해 높지만 제조공정이 비교적 간단하고 좋은 활성을 보였으며, 과전압이 낮고 내구성이 향상될 경우 알칼리 수전해 시스템의 산화전극으로 이용 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. C Kim, S Kim, J Choi, J Lee, JS Kang, YE Sung, J Lee, W Choi, J Yoon, *Electrochimica Acta*, 141 (2014) 113-119.