

물전기분해용 산소발생전극촉매의 제조와 그 전기화학적특성

리미현, 김동수

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《최신과학기술에 기초하여 에너르기생산방식을 개선하며 나라의 경제를 에너르기절약형으로 전환하여야 합니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 47페이지)

물전기분해에 의한 수소생산에서 양극전극촉매의 산소발생반응에 대한 촉매적활성을 높여 산소전극반응의 과전압을 낮추는것은 물전기분해효율을 높이는 중요한 문제이다.

최근 알카리수용액에서의 물전기분해에서 산소발생전극반응에 대한 과전압이 낮은 활성높은 양극촉매로 스피넬구조를 이룬 니켈과 코발트의 복합산화물촉매가 주목되고있다.[1-4]

우리는 니켈염과 코발트염을 촉매전구체로 리용하여 활성높은 산소발생전극촉매를 합성하고 그 전기화학적특성을 고찰하였다.

실험 방법

발포니켈판을 에타놀, 질산, 증류수로 차례로 세척하고 니켈염($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)과 코발트염($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)의 에타놀수용액을 각각 또는 일정한 물질량비로 혼합하여 발포니켈판위에 여러번 균일하게 침적시킨다. 발포니켈판을 350°C 에서 1h동안 열분해시켜 촉매전극을 제조한다.

촉매전극들을 시험전극으로 하여 산소발생반응의 분극특성을 포텐쇼스타트를 리용하여 3전극체제로 측정하였다. 이때 대극으로는 니켈판을, 비교전극으로는 산화수은전극을, 전해액으로는 6mol/L KOH수용액을 리용하였다.

합성한 촉매전극의 결정구조는 분말X선회절분석기(《Rigaku Miniflex》)로 분석하였다.

실험결과 및 고찰

니켈전극과 발포니켈전극에서의 산소발생반응에 대한 분극곡선은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 발포니켈에서의 분극특성은 니켈전극보다 좋으며 0.35V에서 $92\text{mA}/\text{cm}^2$ 로서 니켈전극($31\text{mA}/\text{cm}^2$)의 거의 3배이다. 이것은 발포니켈의 비표면적이 크고 활성화되였기때문이다.

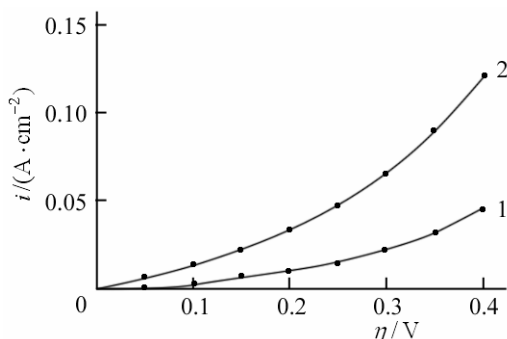


그림 1. 니켈전극(1)과 발포니켈전극(2)에서의 산소발생반응에 대한 분극곡선

촉매전극의 전기화학적 특성 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 와 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 의 물질량비를 변화시키면서 제조한 촉매전극들에서의 산소발생반응에 대한 분극곡선은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 Ni-Co(1 : 2)촉매전극의 분극특성은 무촉매전극인 발포니켈전극보다 좋으며 0.35V에서 $128\text{mA}/\text{cm}^2$ 로서 1.4배이다.

Ni-Co(1 : 2)촉매의 XRD도형은 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 촉매의 XRD도형에서 NiCo_2O_4 스피넬구조의 결정면들에 해당하는 회절봉우리들이 나타난다.

Ni-Co(1 : 2)촉매전극에서 산소발생반응에

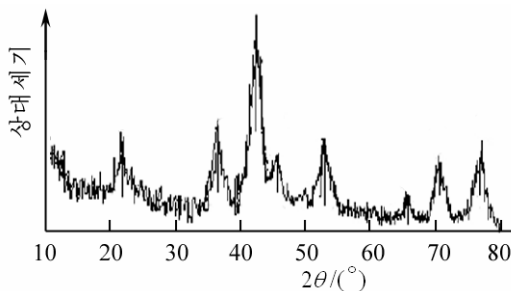


그림 3. Ni-Co(1 : 2)촉매의 XRD도형

표에서 보는바와 같이 Ni-Co(1 : 2)촉매전극을 양극으로 리용하면 1.96V에서 전류밀도가 $103\text{mA}/\text{cm}^2$ 로서 종전의 니켈판전극($39\text{mA}/\text{cm}^2$)에 비하여 2.64배 높다.

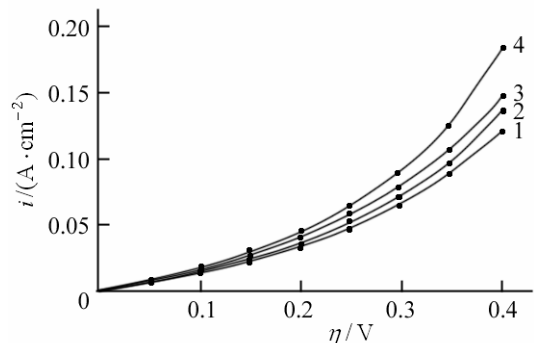


그림 2. 촉매전극에서의 산소발생반응에 대한 분극곡선

1- 발포니켈전극, 2-Ni촉매전극, 3-Co촉매전극, 4-Ni-Co(1 : 2)촉매전극

대한 분극특성이 제일 좋은것은 합성한 촉매가 산소발생전극반응에 대한 좋은 촉매적활성을 가지는 스피넬구조 즉 AB_2O_4 형의 결정구조[4]를 가졌기때문이라고 볼수 있다.

촉매전극의 전류-전압특성 음극니켈도금판, 전해액 20% NaOH수용액, 전극면적 60cm^2 , 양극과 음극사이거리 0.8cm의 조건에서 양극종류에 따르는 전류-전압특성변화는 표와 같다.

표. 전류-전압특성변화

전해조의 양극	전압/V	전류밀도/($\text{mA} \cdot \text{cm}^{-2}$)
니켈판	1.96	39
발포니켈판	1.96	77
Ni-Co(1 : 2)촉매전극	1.96	103

맺는 말

스피넬구조의 니켈과 코발트의 복합산화물촉매는 효율높은 물전기분해용 산소발생전극촉매로 된다. 이 촉매전극을 양극으로 한 물전기분해실험에서 물분해전압이 1.96V일 때 전류밀도가 $103\text{mA}/\text{cm}^2$ 로서 니켈전극에 비해 2.64배 높다.

참고 문헌

- [1] Ali Doner et al.; International Journal of Hydrogen Energy, **36**, 7391, 2011.
- [2] R. N. Singh et al.; Electrochemistry Communications, **9**, 1369, 2007.
- [3] Bai Cui et al.; Adv. Funct. Mater., **18**, 1440, 2008.
- [4] Yuxia Zhang et al.; J. Power Sources, **278**, 464, 2015.

Preparation of Oxygen Evolution Electrocatalyst for Water Electrolysis and Its Electrochemical Characteristics

Ri Mi Hyon, Kim Tong Su

We prepared NiCo_2O_4 , the spinel-type metal oxides of nickel and cobalt, by using the pyrolysis method. This catalyst is the oxygen evolution electrocatalyst for water electrolysis with the good electrocatalytic characteristics. In the water electrolysis test, if using the anode modified with spinel-type metal oxides catalyst(NiCo_2O_4), the current density is 103mA/cm^2 at the cell voltage of 1.96V.

Key words: water electrolysis, oxygen evolution electrocatalyst