

BDD전극을 이용한 해수에서의 NaOCl 생성

홍경미, 박수길, 타케요시 오카지마*, 타케오 오사카*, 아키라 후지시마**
 충북대학교, *동경공업대학, **동경대학

NaOCl produced by electrolysis of seawater using BDD electrode

Kyeong-Mi Hong, Soo-Gil Park, Takeyoshi Okajima*, Takeo Ohsaka*, Akira Fujishima**
 Chungbuk Nat'l Univ., *Tokyo Institute of Technology, **Tokyo Univ.

Abstract : NaOCl (Sodium hydrochlorite) have similar smell of chloride and solution of straw color. And boiling point is 110 °C, specific gravity is 1.0(50g/l)/1.1(100g/l), Value of pH is 12. NaOCl play a role as bleach, a oxidizer, a germicide, a decolorant, a deodorant, treatment of water supply and drainage, food addition agent because strong oxidation, bleaching, sterilization effect is had.

When NaOCl is produced in electrolysis of seawater, this system is composed of injection system by directly electrolysis of salt water on the spot and sodium hydrochlorite generate a safe low concentration(0.4~0.8 %)

Key Words : NaOCl (sodium hypochlorite), BDD electrode, seawater, Nafion

1. 서론

염소 화합물은 식품 가공 설비, 주변 환경과 물에 사용되는 가장 일반적인 항균제이다. 다른 화학 소독제처럼 염소 화합물은 박테리아, 바이러스, 곰팡이 등의 병원성 미생물이나 부패균을 사멸시키는 능력이 있다. 이 중 NaOCl (sodium hypochlorite; 차아염소산나트륨)은 약간의 염소향을 가진 맑은 담황색의 액체로써 강한 살균력과 산화력을 가지고 있기 때문에 식품 가공업체, 외식업체, 가정 주방에서 일반적으로 많이 사용하는 소독제로 널리 이용되고 있다. 이러한 차아염소산나트륨은 일반적으로 물에 녹였을 때 매우 강력한 항균제인 HOCl이 생성된다. NaCl용액을 전기화학적 방법을 통해 반응하게 되면 다음과 같은 화학반응식에 따라 차아염소산 나트륨이 발생된다. 이에 대한은 다음과 같다.



그러나 탄소나 백금 등 전극에서는 진한 농도의 기존의 낮은 농도의 NaCl용액에서는 발생하지 않는다는 단점을 가지고 있기 때문에 이 문제점을 해결하기 위해 BDD전극을 사용하였다.

BDD(boron doped diamond)는 낮은 잔류전류, 넓은 전위창, 화학적 물리적 안정성 등의 기존의 전극에 비하여 더 나은 전기화학적 성질을 가지고 있는 전극의 재료로써 사용된다. 이러한 BDD전극을 anode로 사용하고 Pt 전극을 cathode로 사용하여 셀을 제작하였다. 셀은 각각 anode와 cathode에서 생성되는 물질이 섞여 생성효율을 떨어뜨리지 않기 위해 이온교환분리막을 사용하여 분리하여 배출된다. 본 연구에서는 낮은 농도의 NaCl용액, 즉 해수와 같은 전해질에서 강한 산화력을 가진 NaOCl을 생산하여 수처리에 이용할 것이다.

2. 실험

실험 장치로는 아래 그림과 같이 anode와 cathode에서 각각의 셀을 분리해서 만든 셀이 있다.

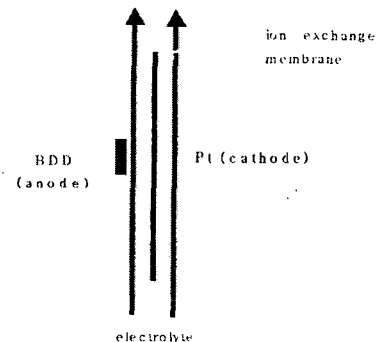


그림 1. 이온성 교환막이 있는 분리된 셀의 모형

이러한 분리된 형태의 셀은 기존의 셀이 전해질 하나의 통로에 생성물로 하나의 통로로 나와서 anode와 cathode에서 각각 나왔던 생성물들이 다시 반응하여 그 생성물의 효율이 낮아지는 것을 방지하기 위해 만들어 졌다. 전해질이 통하는 통로와 생성물이 생성되어 나오는 통로를 각각 두 개씩을 만들어 셀의 중앙에 이온성 교환막인 Nafion막을 사용하여 실험을 진행한다.

- 1) 3 vol.% H₂O₂(과산화수소)의 묽은 용액에 Nafion을 넣고 2시간 동안 반응시킴
- 2) 증류수에서 2시간동안 반응시킴
- 3) 1M 황산수용액 묽은 용액에 Nafion을 넣고 2시간 반응
- 4) 증류수에서 2시간 동안 반응 후 사용

앞 서 말한 셀을 이용해 다음 그림 2와 같이 장치를 설

차한다. 전압은 2.2 V로 하고 전류밀도는 2A/cm²으로 한다.

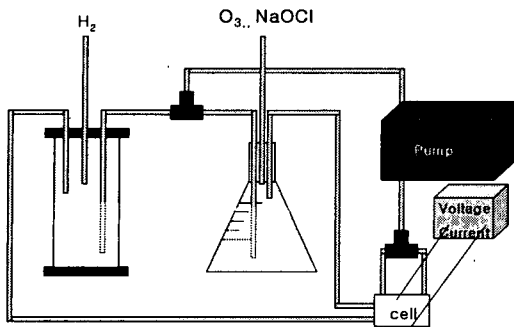


그림 2. 전체 셀의 구조 모형

3. 결과 및 검토

Microwave Plasma CVD의 방법을 통해서 n-Si(100) 기질 위에 성장된 다이아몬드 표면을 보면 (110)면의 다이아몬드 결정이 관찰되며, 이로써 고품질의 다이아몬드 박막이 성장하였음을 확인 할 수 있다. 그림 3은 붕소가 도핑 된 다이아몬드의 SEM image이다.



그림 3. BDD 전극의 SEM 이미지

붕소가 도핑된 다이아몬드의 Raman spectrum에서 1334cm⁻¹의 위치에 강한 peak는 결정성 다이아몬드의 전형적인 sp³ carbon peak이다. 또한 1550cm⁻¹ 부근에 peak가 관찰되지 않는 것을 볼 때 sp² carbon (non-diamond)이 성장하지 않았음을 확인할 수 있었으며, 이로서 다이아몬드 박막이 성공적으로 합성되었음을 알 수 있었다. 그림 4는 붕소가 도핑된 다이아몬드의 Raman spectrum이다.

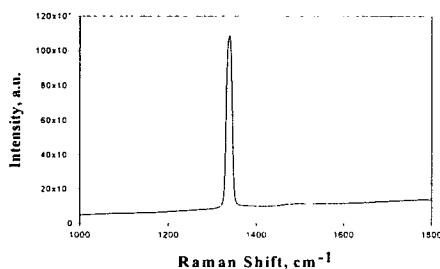


그림 4. BDD 전극의 Raman spectrum

이러한 BDD 전극은 낮은 잔류전류, 넓은 전위창, 화학적 물리적 안정성 등의 기존의 전극에 비하여 더 나은 전기화학적 성질을 가지고 있기 때문에 다른 전극과 비교하여도 높은 생성효율을 가짐을 알 수 있다. 이는 실험을 통해 얻은 그림 5를 통해 확인할 수 있다.

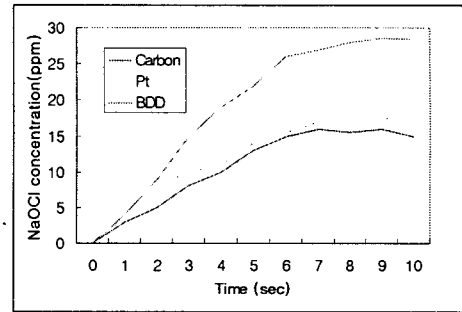


그림 5. 여러 가지 전극에 따라 NaOCl 발생량

4. 결론

BDD전극과 다른 여러 전극과의 비교 실험을 통해 BDD 전극의 우수한 성능에 의해서 NaOCl의 발생량이 가장 우수함을 알 수 있었다. 그를 바탕으로 앞으로는 Nafion막의 사용 유무에 따른 발생량을 비교해 보아 Nafion막을 사용했을 때 더 높은 발생량을 보이는 것을 확인할 것이다. 그리고 이렇게 발생한 NaOCl의 살균 능력을 확인하기 위해 실제 오염된 물을 사용해 볼 것이며 이번 실험에서는 NaCl 용액을 사용 했지만 실제 해수를 전해질로 사용하는 방법도 알아 볼 것이다.

감사의 글

본 연구는 충청북도 도청의 생물산업 연구개발사업의 연구결과로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] Y. Einaga, G. S. Kim, S. G. Park, A. Fujishima, J. of Diamond Related Materials, 10 (2001) 306-311.
- [2] Y.S. Beck, M. H. Song, K. H. Jung, D.S. Kwon, G. G. Lee, J. of Korean Society on Water Quality, Vol. 20 (2004) 275-280.