

수산화가스 발생기의 V-I특성에 관한연구

양승헌, 김경현, 강병희, 목형수, 최규하, 이송학*
 건국대학교 전기공학과, 대덕대학*

A Study on V-I feature of Hydrogen-Oxygen Gas Generator

S.H. Yang, K.H. Kim, B.H. Kang, H.S. Mok, G.H. Choe, S.H. Lee*
 Dept. of Electrical Engineering, Konkuk University, Taedok College*

ABSTRACT

Water-Electrolyzed gas is a mixed gas of the constant volume ratio 2 : 1 Hydrogen and Oxygen gained from electrolyzed water, and it has better characteristics in the field of economy, efficiency of energy, and environmental intimacy than acetylene gas and LPG used for existing gas welding equipment. So studies of Water-Electrolyzed gas are actively in progress nowadays, and commercially used as a source of thermal energy for gas welding in the industry.

The object of this paper is V-I feature of Hydrogen-Oxygen Gas Generator using DC source

1. 서 론

현대의 산업화는 화석연료의 고갈과 함께 그에 따른 대체 에너지의 개발이 절실히 요구되어지고 있다.

이에 따라 세계적으로 대체에너지 및 에너지 절약에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며 그 가운데 물을 전기분해 하여 수소와 산소의 혼합가스를 이용하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 혼합가스는 열에너지로 사용가능하며 기존의 연료가스인 LPG와 아세틸렌가스등에 비해 경제적, 환경적인 측면에서 우수한 특성을 가진다. 하지만 이러한 수소와 산소의 혼합가스인 수산화 가스에 대한 연구활동이 국내에서는 아직 시작 수준에 있어 연구가치가 점차 높아지고 있다.

본 논문에서는 전기분해에 의해 발생한 가스를 분리하지 않고 혼합된 상태, 즉 수소와 산소의 부피비가 2:1인 일정부피비를 갖는 혼합가스인 산화가스(Hydrogen-Oxygen gas)의 발생 과정을 화학적으로 분석하고 물의 전기분해를 위해 공급되는 전

기에너지를 페러데이의 법칙에 의해 고찰후 직류전압을 인가시의 수산화 가스발생장치의 V-I 특성을 파악하고자 한다.

2. 수산화 가스 반응 원리

2.1 수산화가스 전기분해 반응

일반적으로 물을 전기분해시키기 위해서는 산화되기 어려운 금속판 2개와 전해질(KOH), 물(이온화되지 않은 순수한 물)로 구성된 전해조와 전기에너지 공급원인 직류전원을 필요로 한다.

전해질을 사용하는 이유는 순수한 물(H_2O)분자를 분해하기 위해서는 높은 전압을 필요로 하므로 촉매인 전해질(KOH)을 첨가하면 필요한 전압을 크게 줄일 수 있기 때문이다[1]. 그림1은 물의 전기분해를 간단히 설명하기 위해 나타낸 모식도이며, 물에 녹아 있는 전해질(KOH)은 다음 식(1)과 같이 이온화 된다.

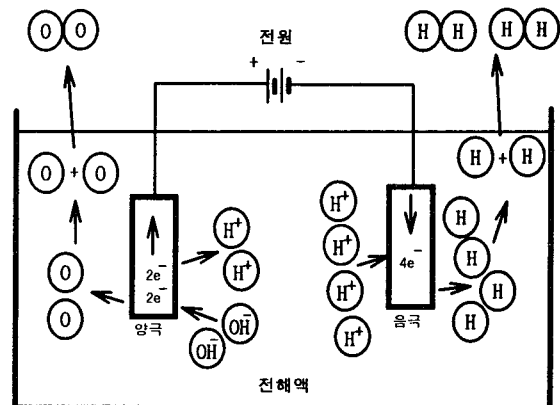


그림 1 물전기분해 모식도
 Fig. 1 Diagram of water electrolysis

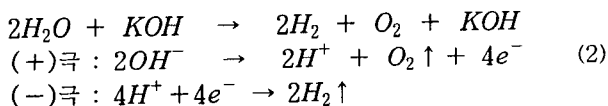
칼륨양이온(K^+)은 물(H_2O)과 반응성이 매우 크므로 접촉하면 즉시 수소양이온(H^+)을 물에서 떼어내는 산화반응을 하여 결국 물을 수소양이온(H^+)과 수산화음이온(OH^-)으로 분리시킨다.

전원이 인가되면 칼륨양이온(K^+)보다 환원력이 더 큰 수소양이온(H^+)이 전기적인 인력으로 음극으로 끌려가 전자 1개를 얻는 환원반응을 통해 단위자 수소(H)가 된다. 이 단위자 수소(H)는 원자상태로 발생할 수도 있지만, 대부분 두 개의 단위자가 결합하여 이원자 분자인 수소기체분자(H_2)가 되어 발생한다.

한편 양극에서 수산화음이온(OH^-)이 전기적인 인력으로 끌려와서 산화반응(H^- 이 전자 2개를 잃어서 H^+ 으로 바뀌는 반응)을 하고 동시에 단위자인 산소(O)와 수소양이온 양극에서는 수산화음이온(OH^-)이 전기적인 인력으로 끌려와서 산화반응(H^- 이 전자 2개를 잃어서 H^+ 으로 바뀌는 반응)을 하고 동시에 단위자인 산소(O)와 수소양이온(H^+)으로 분리된다.

이 단위자 산소(O)역시 단위자로 발생할 수도 있지만 대부분 두 개의 단위자가 결합하여 이원자 분자인 산소기체분자(O_2)가 되어 발생한다. 이 때 산소원자와 분리된 수소양이온(H^+)은 인력에 의해 음극으로 다시 이동하여 앞에서 언급한 환원반응을 한다. 종종 이동하지 않고 근처에 있는 수산화음이온(OH^-)과 반응하여 물(H_2O)로 되고, 이것은 칼륨양이온(K^+)의 작용을 받아 수소양이온(H^+)과 수산화음이온(OH^-)으로 분리되어 위의 과정을 반복적으로 수행하게 된다.

위의 과정들은 실제반응에서 H_2O , KOH , H^+ , OH^- , K^+ 와 용액에 포함된 불순물들의 상호작용으로 잡해진다. 분명한 사실은 극판에서 일어나는 산화와 환원반응은 똑같은 수의 전자출입이 일어나도록 이동한다는 점이다. 그러므로 지금까지 서술한 내용을 화학반응식으로 표현하면 다음 식(2)와 같이 간단히 나타낼 수 있다.



2.2 전기분해를 위한 전기에너지
 물의 전기분해 정의는 페러데이 전기분해 법칙에 기술되어있다. 페러데이의 법칙을 정리하면

-Faraday's law of electrolysis-

- (1) 전기분해에 의해 전극에 석출되는 물질의 총량은 전극을 통과하는 전하의 총량에 비례한다.
- (2) 전극에 생성되는 물질의 총량은 그물질의 화학당량에 비례한다.

위에서 (1)의 정의에 의해서 전기분해시 중요한 요소는 전압이 아닌 전극을 통과하는 전하량 즉 전류량을 알수 있다.[2]

또한 (2)의 정의를 통해 발생가스의 부피및 소모되는 물의 양을 계산할수 있다. 이러한 내용을 토대로 직류전원을 이용한 전기분해의 V-I특성실험을 해보았다.

3. 수산화 가스의 전기적분석

3.1 원통형 단위전극 실험

수산화 가스의 V-I 특성실험을 하기위하여 그림 2 와 같은 구조의 원통형 단위전극을 설계하였다. 원통형단위전극은 직류전압을 얻어 중심전극과 외각전극에 각각(+)극과,(-)극을 연결시킨다.

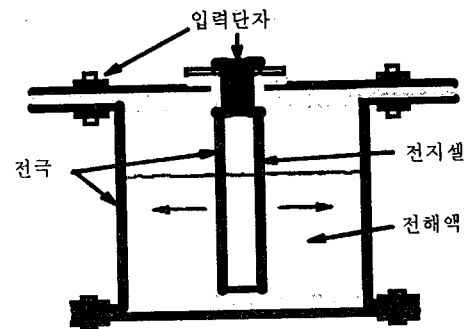


그림 2 원통형단위전극 구조
 Fig. 2 The Construction of the unit pole of cylinder

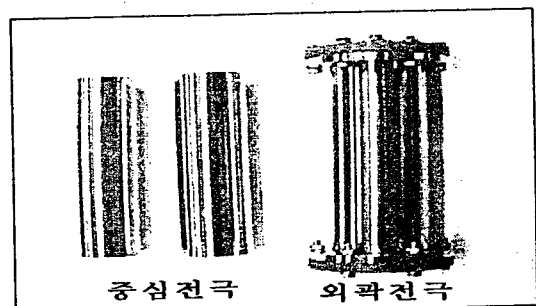


그림 3 원통형 단위전극의 중심전극 외곽전극
 Fig. 3 The center pole and shell pole of unit pole of cylinder

기존의 전극모양은 양극과음극이 직사각형 모양의 평면전극이지만 전극 구조의 효율적인 측면과 동일 부피상에서 넓은 전극표면적을 얻기 위하여 원통형 구조로 설계하였다.[3]

그림 3은 실제로 제작한 원통형 단위전극 사진을 나타내며, 두 개의 중심전극과 외각 전극을 보이고 있다.

재질은 산화하기 어려운 스테인레스를 사용하였다, 외각전극은 원통지름이 60[mm]로 고정시키고, 중심전극은 지름이 48[mm], 52[mm], 56[mm]의 3개의 원통형 전극을 교환할 수 있도록 제작하였다. 각각 중심전극에 따라 전극간 거리는 6[mm], 4[mm], 2[mm]가 되므로 세 가지 실험이 가능하다 [본 논문에서는 중심전극56[mm]사용]. 전극의 높이는 200[mm]이고, 외각전극의 면적은 376.99[cm²]이며 일정하다. 중심전극의 지름이 48[mm], 52[mm], 56[mm]일 때, 각각 전극면적은 301.59[cm²], 326.73[cm²], 351.86[cm²] 이다.

전해액은 일반적으로 20%농도의 수산화 칼륨을 사용하므로 실험에서도 같은 농도의 전해액을 사용하였다.

전원장치는 전압 가변이 가능하고 직류전압을 인가하기 위해 DC Regulator Power Supply 를 이용하였다.

그림 4는 원통형 단위전극실험을 위한 간략화된 회로이다.

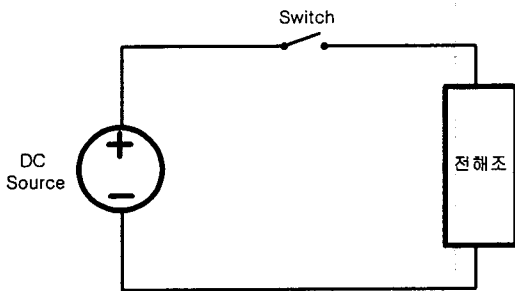


그림 4 원통형 단위전극 실험 회로
Fig. 4 Experimental circuit of unit pole of cylinder

3.2 전원 ON시 V-I특성

DC Regulator Power Supply의 전압조정 다이얼을 통해 단일 전극에 전압을 상승·하강 시킴으로써 전류값을 측정하였다.

그림 5는 전해조에 인가되는 V-I 측정값. 전압의 상승·하강시의 전류값은 동일한 경로로 이동하였으며, 전압이 0에서부터 일정전압까지는 전해조의 두 전극사이에는 전류가 흐르지 않음을 볼 수 있다.

페러데이의 법칙에 의하면 전극에 석출되는 물질

의 총량은 전극을 통과하는 전하의 총량에 비례한다[2], 즉 전기분해가 일어나는 원인은 전류의 흐름이므로 전해조 내부에 물은 전기분해 반응이 발생하지 않음을 알 수 있다.

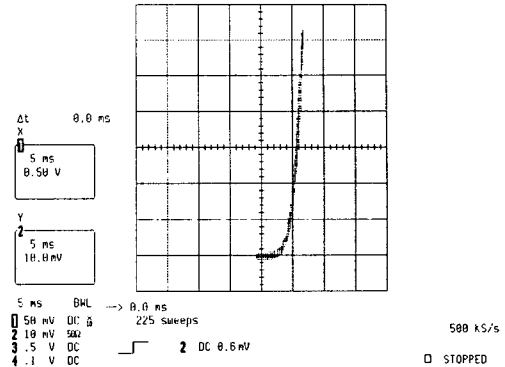


그림 5 전해조의 V-I곡선
Fig. 5 V-I Curve of electrolytic cell (0.5V/div, 0.5A/div)

표 1 단위전극의 실험결과표
Table. 1 Experimental result of Unit pole

인가전압[V]	평균전류값[A]	인가전압[V]	평균전류값[A]
1.86	0.16	2.04	1.16
1.88	1.21	2.06	1.44
1.90	0.26	2.08	2.19
1.92	0.34	2.10	1.90
1.94	0.43	2.12	2.19
1.96	0.51	2.14	2.54
1.98	0.67	2.16	2.80
2.00	0.84	2.18	3.04
2.02	1.02	2.20	3.47

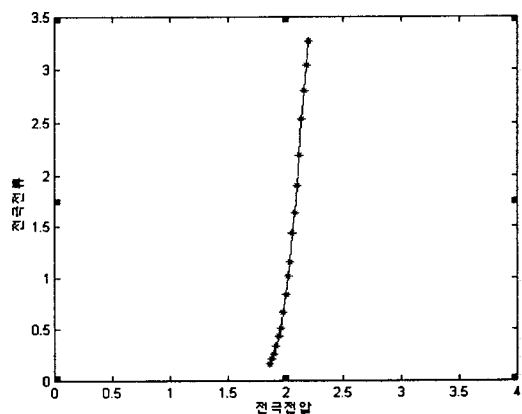


그림 6 전극전압과 전극전류의 관계
Fig. 6 Relation of Voltage pole and Current pole

따라서 두전극에 전류가 도통이 되는 순간의 전압은 본 실험에서 사용된 원통형 단위전극에서의 두 전극사이에서 전하가 이동할 수 있는 최소의 전압임을 알수가 있다.

표 1과 그림 6은 일정 크기의 전류이후 급격한 전류의 변화구간을 나타내었다.

두전극사이의 일정한 크기의 전류의 도통이후 급격한 전류의 변화는 미세한 전압의 변화의해서 일어났으며 이로인해 차후 전기분해의 특성연구및 전기분해를 위한 전원측 설계시 전압제어가 아닌 전류제어가 필요함을 알수가 있다.

3.3 전원 OFF시 전해조 특성

전원 차단실험은 미세한 전압의 변화에 급격한 전류의 변화구간에서의 전해조의 특성을 알아보기 위해 급격한 전류변화 구간에서의 2, 2.2, 2.4, 2.6[A] 일때 단일전극에 공급하는 전원을 차단하는 실험을 하였다.

그림 7은 단위전극인가된 전압을 차단시의 파형. 전해조에 흐르는 전류가 2, 2.2, 2.4, 2.6[A] 일때의 전해조의 전압은 전원차단 시점에서 전압의 급격한 감소이후 짧은 시간에 전해조의 전압이 0으로 되지 않고 오랜시간 동안 전해조의 전압이 서서히 감소하는 경로는 2, 2.2, 2.4, 2.6[A] 일때 모두 동일하였다.

전원 차단실험을 통해서 전해조의 특성중 전원차단시 커패시터와 같이 전해조에서도 전하가 충전되어 있음을 알수 있다.

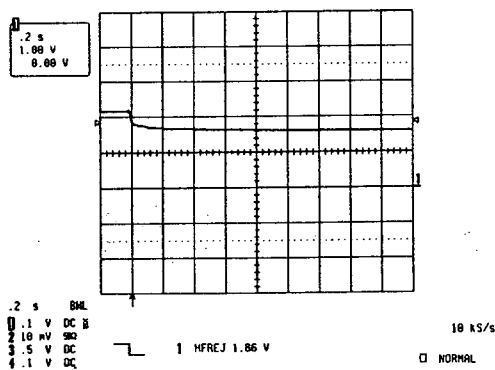


그림 7 전원차단시의 단위전극전압
Fig. 7 While Source isolation unit pole voltage
(0.5V/div , time:0.2sec)

4. 결 론

본 논문은 수산화 가스의 발생과정및 발생원리를 알아보았으며 이러한 내용을 토대로 직류전압 인가시와 전원차단시의 전해조의 V-I 특성을 알아보았다.

직류전압 인가시 V-I 곡선은 원통형 단위전극사이의 전류가 전압이후 급격히 전류가 상승하였으며 이와 같은 결과를 토대로 수산화 가스발생기용 전원부를 설계시 전압제어가 아닌 전류제어가 바람직 한것을 알수 있었다.

또한 전원차단실험으로 전해조의 전기적 모델링시 커패시터가 포함된 모델링이라는것을 짐작할수 있다.

하지만 본 실험 이후의 전해조의 모델링및 수산화 가스 발생기의 발생 효율을 높이기위해서는 좀더 세밀한 수산화 가스의 V-I 특성이 필요하며 이러한 분석을 위해서는 전극의 간격, 전극의 구조, 전해액의 종류등 좀 더 세밀한 실험이 이 필요하다.

이 논문은 한국과학재단 목적기초연구의 지원에 의하여 연구되었습.

참 고 문 헌

- [1] 설수덕, "무기공업화학", 대영사, 1996, pp. 184~192.
- [2] George Wiseman, "Brown's Gas, Book1," Eagle Research, 1995
- [3] 이정민, "펄스전원을 이용한 물의 전기분해장치에 관한 연구", 건국대학교 석사학위논문지, 1999, pp. 15~16.