

유전체 장벽 방전에 의한 세라믹 유전체의 방전 및 오존 특성

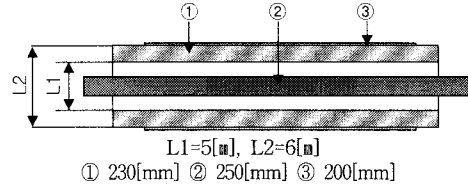
이창호, 김종현, 송현직*, 이광식
 영남대학교, 영남이공대학*

The characteristics of ozone and discharge by ceramic dielectric for dielectric barrier discharge

Chang-Ho Lee, Jong-Hyun Kim, Hyun-Jig Song*, Kwang-Sik Lee
 Yeungnam Univ, Yeungnam College*

Abstract - 본 논문에서는 반영구적인 세라믹 유전체를 이용하여 오존발생기를 제작하여, 유전체장벽 방전에 의한 방전관의 방전 및 오존생성특성을 검토하기 위하여 원료가스의 유량 및 종류, 인가전압에 의한 방전전력에 따른 방전 특성 및 오존생성농도, 오존발생량 및 오존생성수율 특성의 기초 연구를 하였다. 동일한 원료가스의 양에서 산소인 경우가 오존생성농도, 오존발생량 및 오존생성수율 특성이 우수하게 나타났다.

하였다. 그림2는 동축원통형 오존발생기의 개략도 이다.



〈그림 2〉 오존발생기 개략도

무성방전을 이용한 동축원통형 오존발생장치의 방전특성 및 오존 생성특성을 연구·검토하기 위하여 먼저 전원장치(NT)의 입력전압을 변화시키면서 무부하시 NT의 출력전압을 측정하였다. 오존발생기의 방전특성을 연구·검토하기 위하여 원료가스의 유량 및 종류, NT의 출력전압의 변화에 따른 오존발생기의 방전전압, 방전전류 파형 특성 및 방전전압에 대한 방전전력을 측정하였다. 원료가스의 유량 및 종류를 매개변수로 하였을 때, 방전전력의 변화에 따른 오존생성농도, 오존발생량 및 오존생성수율을 측정 및 계산하였다. 그림3은 오존발생기, 원료가스 공급 장치, 전원장치, 계측장치 등으로 오존발생장치를 구성하여 오존발생기의 방전 및 오존 생성특성을 연구하기 위한 오존발생시스템의 배치도이다.

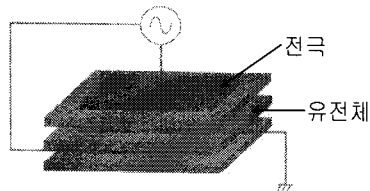
1. 서 론

대기 및 수질오염의 원인이 되는 오염물질의 제거나 발생저감을 위한 대책의 하나로 전기적 방전현상으로 발생하는 오존의 강력한 산화력과 최종적으로는 산소로 환원되어 2차적인 환경오염을 발생시키지 않고 잔류물질이 남지 않는 오존의 활용이 제시되고 있다. 고농도의 오존발생을 얻기 위해서는 낮은 전압에서 효율적인 유전체장벽 방전의 발생 및 유지가 가능해야 하며, 이를 위해서는 유전체장벽 방전특성에 미치는 유전체의 영향을 고찰한 후, 가장 효율적인 유전체 선정 및 방전관을 제작해야 한다. 또한 제작된 방전관의 최적 운용을 위하여 방전관의 유전체장벽 방전특성 및 오존생성특성을 세밀히 고찰해야 된다. 이에 본 논문에서는 세라믹 유전체를 이용하여 오존발생기를 제작하여 무성방전에 영향을 미치는 인가전압, 원료가스의 유량 및 종류, 방전전력의 변화에 따른 오존생성농도, 오존발생량 및 오존생성수율을 연구·검토 하였다.

2. 본 론

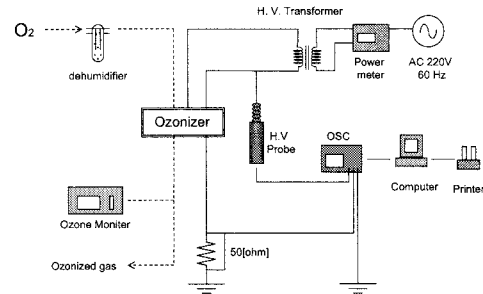
2.1 실험장치 및 방법

그림1은 무성방전의 기본구조를 기초로 한 평판형 오존발생기의 기본 전극배치도이다. 그림과 같이 1개 이상의 glass나 ceramic 등의 유전체를 삽입한 전극을 대향시켜 1~3[mm] 정도의 간극을 갖도록 설치한 후, 교류고전압을 인가하면서 산소를 포함하고 있는 기체를 공급하면 기체방전에 의하여 원료가스 중에 포함된 산소의 일부가 방전에 의한 화학작용으로 오존을 생성하게 된다.



〈그림 1〉 평판형 오존발생기 전극배치도

본 연구에서는 세라믹 유전체를 이용한 원통형 오존발생기를 설계·제작하였다. 직경 4[mm] 세라믹 봉(250[mm])에 SUS 304 1[mm]를 삽입한후 세라믹 외부에 나사모양으로 니켈선을 3[mm] 간격으로 감은 후 6[mm] 석영관(230[mm]) 내부에 삽입하였다. 내부전극은 SUS 304 1[mm], 중심전극은 니켈선, 외부전극은 석영관 외부에 동태이프를 접착시켜 사용하였다. 전원장치는 상용의 neon transformer(이하 NT, 입력전압 : AC 220 [V], 입력전력 : AC 150 [VA])에서 발생하는 교류전원을 사용하였으며, 이때 NT 양 출력단자에는 동일 크기의 교류고전압이 180[°]의 위상차로 형성되면서 평판형 오존발생기의 두 전극에 각각 인가한다. 이때, 유량의 변화에 따른 방전전압, 방전전류를 고전압 분압기(2000 : 1), 분류기(10 : 1)로 측정하고, 방전전력은 digital power meter (0 ~ 500 [V], 0 ~ 30 [A], 0 ~ 9999 [W], accuracy ±0.2 [%], Light Star 社)를 이용하여 방전시의 전력, NT의 전력 손실, 선로손실 등을 포함한 오존발생 시스템에 소모되는 전력을 측정



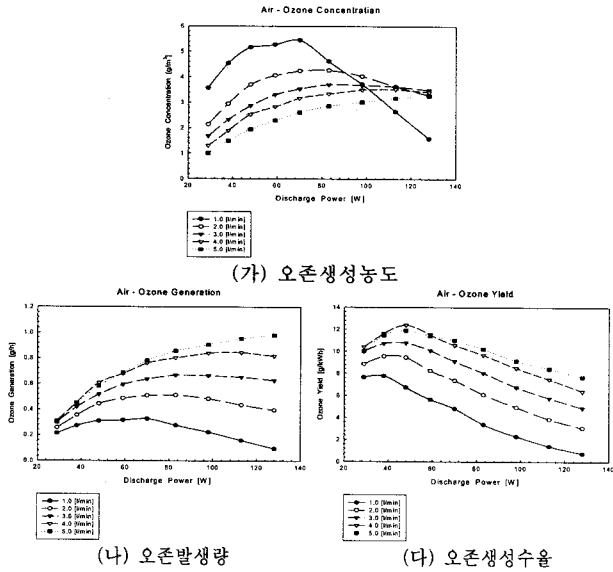
〈그림 3〉 오존발생 시스템

2.2 실험결과 및 고찰

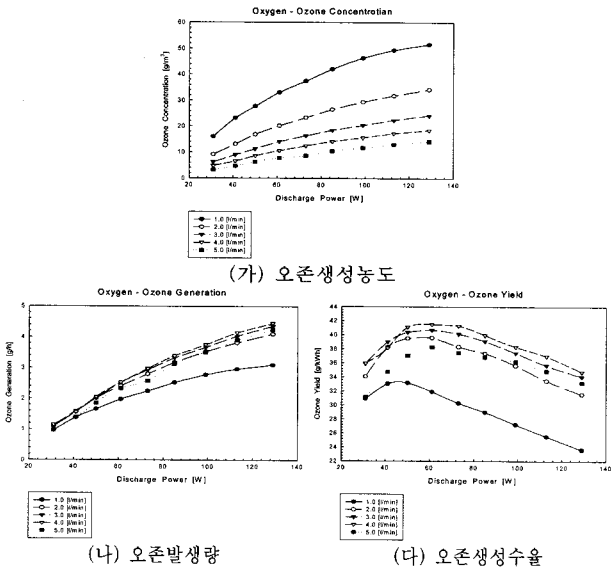
그림4는 원료가스 air를 사용한 경우, 방전간극이 0.5[mm]일 때, 유량 및 방전전력의 변화에 따른 오존생성특성을 나타낸 것이다. 그림과 같이 방전전력이 증가함에 따라서 오존생성농도, 오존발생량 및 오존생성수율이 점차 증가하다가 상승률이 둔화되어 최대값을 가진 후 포화되어 감소함을 알 수 있었다. 최대오존생성농도는 유량 1.0[l/min], 방전전력 68[W]에서 5.5[g/m³], 최대오존발생량은 유량 5.0[l/min], 방전전력 128[W]에서 1.0[g/h], 최대오존생성수율은 유량 5.0[l/min], 방전전력 49[W]에서 11.9[g/kWh]를 나타내었다. 유량 0.5[l/min]의 경우, 약 82[W]에서 최대값을 가진 후 방전관의 내부온도에 의해서 오존생성량 보다 오존의 분해 반응에 의한 오존분해량이 증가하여 감소하는 것으로 사료된다. 그림5는 원료가스 oxygen을 사용한 경우, 방전간극이 0.5[mm]일 때, 유량 및 방전전력의 변화에 따른 오존생성특성을 나타낸 것이다. 그림과 같이 방전전력이 증가함에 따라서 오존생성농도 및 오존발생량이 증가하였으나, 오존생성수율은 증가하다 최대값을 가진 후 포화되어 감소함을 알 수 있었다. 입력된 전력에 의한 전원장치의 손실과 오존발생부에서 열을 발생시켜 오존의 해리작용을 활성화 시키고, 입력전력의 상승에 따른 방전부 내의 온도 상승으로 오존생성

저하 및 수율이 감소하는 것으로 사료된다.

최대오존생성농도는 유량 1.0[l/min], 방전전력 128[W]에서 51.6[ppm], 최대오존발생량은 유량 5.0[l/min], 방전전력 128[W]에서 4.5[g/h], 최대오존생성수율은 유량 5.0[l/min], 방전전력 49[W]에서 41.5[g/kWh]을 나타내었다. 유량 0.5[l/min]의 경우, 약 82[W]에서 최대값을 가진 후 방전관의 내부온도에 의해서 오존생성량 보다 오존의 분해 반응에 의한 오존분해량이 증가하여 감소하는 것으로 사료된다.



<그림 4> air - 오존생성특성

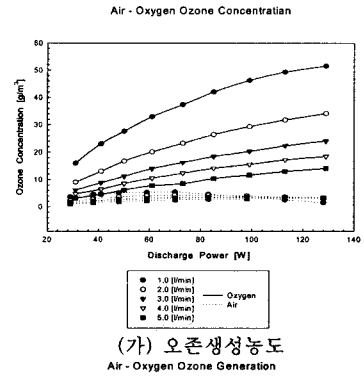


<그림 5> oxygen - 오존생성특성

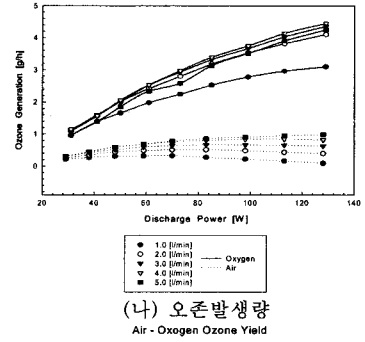
그림6은 원료가스 air를 사용한 경우, 방전간극이 0.5[mm]일 때, 유량 및 방전전력의 변화에 따른 오존생성특성을 나타낸 것이다. 그림과 같이 방전전력이 증가함에 따라서 원료가스 air 및 oxygen 모두 오존생성농도 및 오존발생량이 증가하였으나, 오존생성수율은 증가하다 최대값을 가진후 포화되어 감소함을 알 수 있었다. 원료가스가 oxygen일 때, 오존생성농도는 9.4배, 오존발생량은 4.5배, 오존생성수율은 3.5배 증가하였다.

원료가스 oxygen 보다 원료가스 air에 포함된 산소량이 1/5이기 때문에 오존생성에 이용되는 산소량이 감소하여 오존생성농도가 감소하고, air에 포함된 질소 및 다른 성분이 방전에 관여하여 질소계열 성분의 발생에 따른 오존생성에 필요한 산소량 부족이 오존생성농도 저하로 되는 것이라 사료된다.

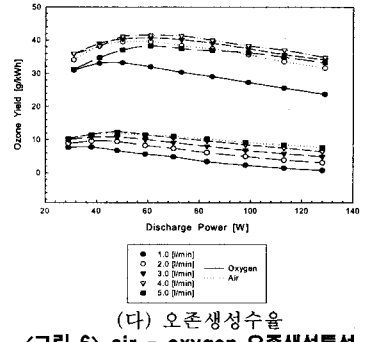
원료가스 air 및 oxygen 모두 유량이 작을수록 오존생성농도는 증가하였고, 오존발생량은 air인 경우 증가하다 유량이 증가할수록 최대이후 포화되어 감소하였고, oxygen인 경우는 유량이 증가할수록 오존발생량도 증가하였다.



(가) 오존생성농도



(나) 오존발생량



(다) 오존생성수율

<그림 6> air - oxygen 오존생성특성

3. 결 론

본 논문에서는 세라믹 유전체를 사용하여 원료가스 air 및 oxygen의 유량, 방전전력에 따른 유전체장벽 방전에 의해 발생되는 오존생성특성에 대하여 기초 연구를 하였다.

원료가스가 oxygen일 때, 오존생성농도는 9.4배, 오존발생량은 4.5배, 오존생성수율은 3.5배 증가하였다. 원료가스 air 및 oxygen 모두 유량이 작을수록 오존생성농도는 증가하였고, 오존발생량은 air인 경우 증가하다 유량이 증가할수록 최대이후 포화되어 감소하였고, oxygen인 경우는 유량이 증가할수록 오존발생량도 증가하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 李 廣植, 李 東仁, “氣體放電에 의한 오존생성과 그 應用”, 大韓電氣學會 放電·高電壓(研), 學術發表會 論文集, pp.32 ~ 35, 1992
- [2] 전병준, 이상근, 송현직, 김영훈, 박원주, 이광식, “3상 전압인가형 중점방전형 오존발생기의 오존생성 상승효과”, 대한전기학회 논문지, Vol. 49C, No.8, pp.486~476, 2000.
- [3] 이상근, 전병준, 박용권, 박원주, 이광식, 권혁한, 송현직, 박중협, “고주파 전압인가에 의한 무성방전형 오존발생기의 원료가스 온도특성에 관한 연구”, 한국조명전기설비학회 논문지, Vol.15, No5, p p46~54, 2001
- [4] Byung-Joon Chun, Sang-Keun Lee, Kwang-Sik Lee, “Ozone Generation Characteristics of a Piled Plate-Type Ozonizer”, KIEE International Trans. on EA, 12C, No.1, pp.33~37, 2002.
- [5] Sang-Keun Lee, Hyun-Jig Song, Byung-Joon Chun, “The Characteristics of Ozone Generation in Superposed Discharge type Ozonizer”, Proceedings of 1998 Korea-Japan joint symposium on ED andHVE, pp.99 ~ 102, 1998