

# 평판형 오존발생기의 방전면적에 따른 방전 및 오존생성특성

(The Characteristics of Discharge and Ozone Concentration for plate type ozonizer with Discharge Area variation)

이창호\* · 이상근\*\* · 송현직\*\*\* · 김종현\*\*\*\* · 윤병현\*\*\*\*\* · 이광식\*

(Chang-Ho Lee · Sang-keubn Lee · Hyun-Jig Song · Jong-Hyun Kim · Byung-Han Youn · Kwang-Sik Lee)

## Abstract

In this paper, the ozonizer is equipped with three electrodes ( two external electrodes, central electrode ), and AC high voltage which has 180[°] phase difference is applied to two H·V. Ozone discharge and generation characteristics have been investigated in accordance with output voltage of power supply, flow-rate, discharge power. Ozone concentration, generation and yield were proportionally increased with increasing discharge area size.

## 1. 서론

오존을 발생시키는 방법으로서는 무성 방전법, 광화학법, 전해법, 고주파 전계법, 방사선조사법 및 자외선조사법 등 물리적·화학적 방법이 사용되고 있지만, 그 중에서도 Siemens가 개발한 무성 방전형 오존발생기가 안정성, 조작 및 제어의 간편성 등에서 가장 널리 사용되고 있다.

무성 방전형 오존발생기의 방전 및 오존생성에 영향을 미치는 원료가스의 종류, 온도, 습도, 인가 전압, 전류 및 소비전력 등의 제 인자에 관한 연구를 통한 오존생성수율의 향상이 필연적이라 할 수 있다. 무성방전형 오존발생기는 동축원통형, 평판형, 회전전극형 등 다양한 형태로 개발되어 오존생성농도와 수율 등의 향상을 위한 노력이 계속되고 있다. [1][3]

그러나 오존발생기에 따른 특성의 다양함과 전원장치와 같은 주변기기의 최적화에 많은 시간과 노력이 투입되는 등 제품의 상용화에 많은 어려움이 있는 실정이다. 본 논문에서는 제작비가 저렴하고 제작이 쉬우며 공간 이용의 효율성과 오존발생기의 크기를 최소화할 수 있는 다양한 장점을 갖도록 평판 전극을 적층시킨 평판형 오존발생기를 제작하여 오존생성농도, 오존발생량 및 오존생성수율을 측정, 계산하였다.

## 2. 실험장치 및 방법

### 2.1. 실험장치

그림1은 무성방전의 기본구조를 기초로 한 평판형 오

존발생기의 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 원료 가스 중에 포함된 산소의 일부가 방전에 의한 화학작용으로 오존을 생성하게 된다. 본 연구에서는 3개의 유전체와 3개의 전극으로 구성된 평판형 오존발생기를 설계·제작하였다. 오존발생기에 사용된 유전체 ( 유리 : 160×140×3 [mm])와 전극 ( Cu plate : 100×100×0.1 [mm], 80×100×0.1 [mm] )을 방전갭 2 [mm]로 평행하게 배치한 구조로 방전공간의 확대와 공간효율성 향상을 위해 동일한 형태의 상·하부로 구성되어 있으며, 3개의 유전체 표면에 전극을 접착하여 1개의 중심전극과 2개의 외부전극으로 구성되어 있다.

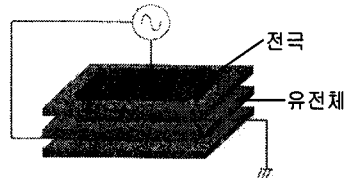


그림 1. 평판형 오존발생기 전극배치도  
Fig. 1. Schematic diagram of a plate type ozonizer

전원장치는 상용의 neon transformer( 이하 NT, 입력전압 : AC 220 [V], 입력전력 : AC 150 [VA] )에서 발생하는 교류전원을 사용하였으며, 이때 NT 양 출력 단자에는 동일 크기의 교류고전압이 180[°]의 위상차로 형성되면서 평판형 오존발생기의 두 외부전극에 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  $\pm 0.2$  [%], Light Star社)를 이용하여 방전시의 전력, NT의 전력 손실, 선로손실 등을 포함한 오존발생 시스템에 소모되는 전력을 측정하였다.

그림2는 오존 발생기, 원료가스 공급 장치, 전원 장치, 계측장치 및 내부유전체를 배기시킬 수 있는 진공펌프 등으로 오존 발생장치를 구성하여 오존 발생기의 방전 특성 및 오존 생성특성을 연구하기 위한 실험 장치의 배치도이다.

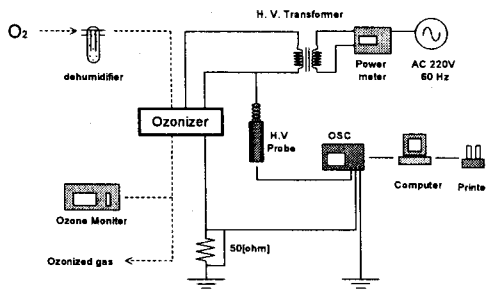


그림 2. 중첩 방전형 오존발생기장치의 배치도  
Fig. 2. Arrangement diagram of the plate type Ozonizer System

## 2.2. 실험방법

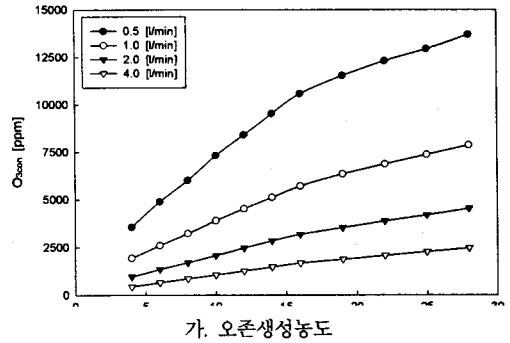
평판형 오존발생기의 방전특성 및 오존생성특성을 연구·검토하기 위하여 방전갭을 2 [mm]로 고정하고 방전면적 크기(S) 및 원료가스의 유량(Q)의 변화에 따른 방전전압( $V_d$ ), 방전전류( $I_d$ ) 및 방전전력(W)을 측정하였고, 오존생성농도( $O_{3con}$ )를 측정하기 위하여 오존발생기 내에서 발생한 오존화가스를 0.3 [l/min]로 sampling 하여 자외선 흡수방식의 기상용 오존 monitor(0 ~ 100,000 [ppm], Okitronics社, Japan)로 측정하여, 오존발생량( $O_{3g}$ ), 및 오존생성수율( $O_{3Y}$ )을 계산하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

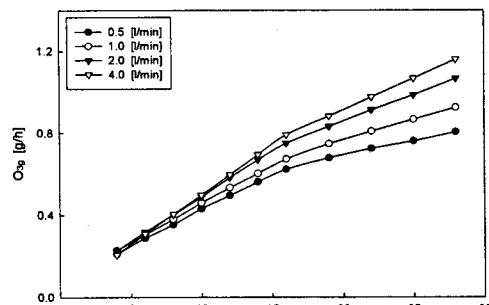
### 3.1. 방전면적에 따른 오존생성특성

그림3은 3전극 평판형 오존발생기로서 방전면적이 80 [cm<sup>2</sup>]이고 방전갭이 2 [mm]일 때, 유량 및 방전전력의 변화에 따른 오존생성특성을 나타낸 것이다.

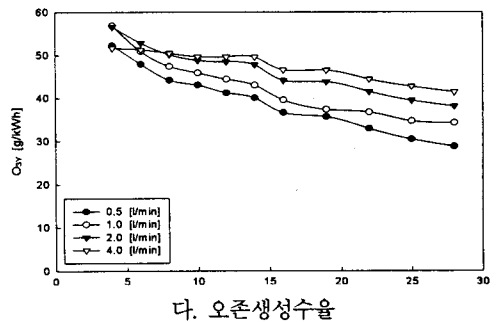
그림과 같이 방전전력이 증가함에 따라서 오존생성농도 및 오존발생량이 증가하였으나, 오존생성수율은 감소하는 경향을 보였다.



가. 오존생성농도



나. 오존발생량



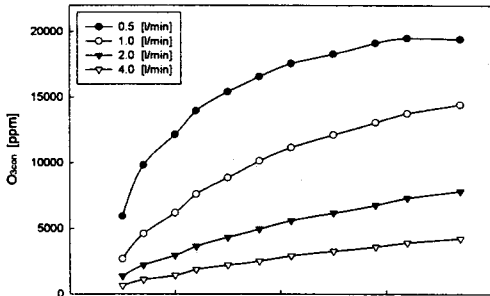
다. 오존생성수율

그림 3. 방전면적 80 [cm<sup>2</sup>]일 때, 평판형 오존발생기의 오존생성특성

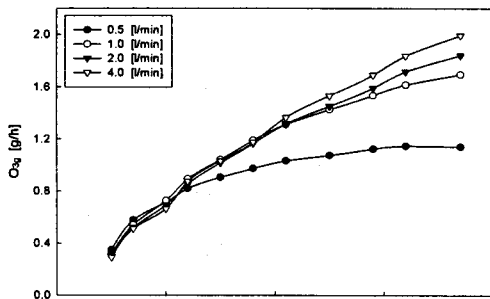
Fig. 3. Ozone generation characteristics of plate type ozonizer at discharge area 80 [cm<sup>2</sup>]

이것은 입력전력이 전원장치의 손실과 오존발생부에서 열을 발생시켜 오존의 해리작용을 활성화 시키고 입력전력의 상승에 따른 방전부 내의 온도 상승으로 오존생성의 저하와 수율의 감소를 사료된다. 오존생성수율은 유량이 증가함에 따라 상승하는 것으로 나타나고 있다. 즉, 동일한 면적의 방전판에서 유량의 증가는 유속을 증가시키기 때문에 방전 공간 내부의 온도가 낮아짐으로 오존생성에 기여하는 여기산소원자의 발생을 위한 전자의 충돌확률이 증대되어 오존생성수율이 증가하게 된다. 그림4는 3전극 평판형 오존발생기로서 방전면적

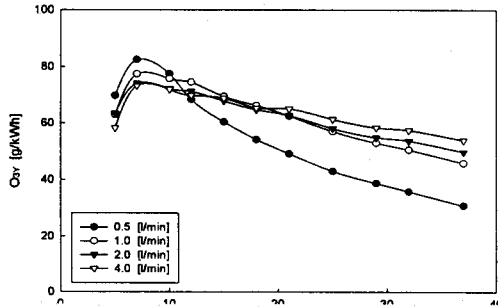
이 100 [cm<sup>2</sup>]이고 방전갭이 2 [mm]일 때, 유량 및 방전전력의 변화에 따른 오존생성특성을 나타낸 것이다.



가. 오존생성농도



나. 오존발생량



다. 오존생성수율

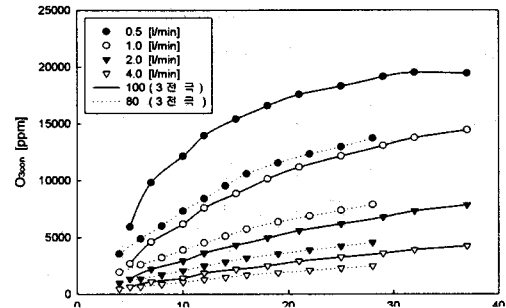
그림 4. 방전면적 100 [cm<sup>2</sup>]일 때, 평판형 오존발생기의 오존생성특성

Fig. 4. Ozone generation characteristics of plate type ozonizer at discharge area 100 [cm<sup>2</sup>]

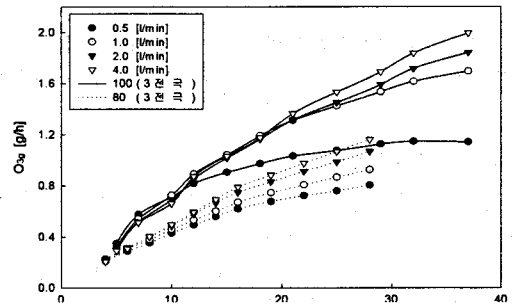
그림에서 동일한 방전전력에 대하여 유량이 감소할수록 오존생성농도가 상승하는 것으로 나타났다. 유량이 감소함에 따라서 원료가스가 방전 공간 내에 체류하는 시간이 길어지면서 무성방전에 의해 가속된 전자와 원료가스인 산소분자와의 충돌횟수가 증가함으로 오존을 생성하는 확률이 증대되어 오존생성농도가 증가하게 된다. 그리고 방전관에 투입되는 원료가스의 유량이 적을

수록 유속이 느리게 되어 방전 공간 내부의 냉각효과 저하로 인하여 방전전력이 증가할수록 유전체에 의한 유전손실이 방전부에서 열에너지로 변환되어 온도가 증가하여 오존생성보다 해리반응이 촉진되어 오존생성농도의 저하를 가져오게 된다.

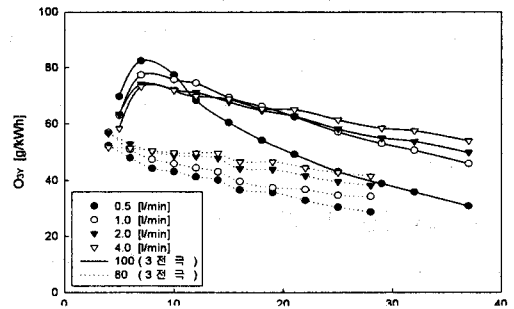
그림5는 3전극 평판형 오존발생기의 방전면적이 80 및 100[cm<sup>2</sup>]이고 방전갭이 2 [mm]일 때, 유량 및 방전전력의 변화에 따른 오존생성특성을 나타낸 것이다.



가. 오존생성농도



나. 오존발생량



다. 오존생성수율

그림 5. 3전극 평판형 오존발생기의 오존생성특성  
Fig. 5. Ozone generation characteristics of three electrode plate type ozonizer

그림과 같이 동일한 조건에서 방전면적이 클수록 방전전력의 증가 및 오존생성특성이 향상되는 것을 알 수

있다. 이것은 방전면적의 증가로 원료가스가 방전공간에서 체류하는 시간이 면적에 비례하여 증가하고 동일한 전력을 넣은 면적에 공급함으로 인한 방전공간의 열발생이 줄어 열분해에 의한 오존의 분해반응이 억제된 결과로 사료된다. 또한 방전부에 인가되는 전계의 약화에 따른 오존생성 분해보다 방전체류시간의 증가에 따른 오존생성량의 증가가 더 큰 결과로 생각된다.

동일한 방전전력에 대하여 방전 면적이 넓어질수록 방전 공간 내부에서 발생하는 무성방전이 상대적으로 쉽게 발생되므로 원료가스가 방전 공간 내에 체류하는 시간이 길어지면서 무성방전에 의해 가속된 전자와 원료가스 중에 포함된 산소분자와의 충돌횟수가 증대되므로 오존을 생성하는 확률이 증가하게 된다.

또한 원료가스의 유량이 적을수록 유속이 느리게 되어 방전 공간 내부의 냉각효과가 저하된 결과 미소방전주의 수가 증가하여 방전전류가 높아짐에 따라 방전공간의 전력밀도 상승으로 인한 방전공간내의 온도상승률에 비하여 유량에 의한 소호능력이 유량이 많을 대에 비하여 저하된다.

따라서 오존의 열분해 반응이 급격히 증가하므로 오존생성수율이 최대값 이후 포화하는 것이라 생각된다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 3전극 및 중첩 평판형 오존발생기를 제작하여 오존생성농도, 오존발생량 및 오존생성수율 특성을 검토하였다.

- ( 1 ) 방전전력이 증가함에 따라 오존생성농도 및 오존발생량이 증가하였으나, 오존생성수율은 감소하였다.
- ( 2 ) 방전면적이 클수록 오존생성농도, 오존발생량 및 오존생성수율이 증가하였다.
- ( 3 ) 방전면적이 클수록 오존생성수율은 방전 내부의 온도상승으로 인한 열분해 반응에 의해서 방전전력이 증가할수록 저하되는 속도가 빠르게 진행 되었다.
- ( 4 ) 동일한 방전면적에서는 유량이 감소할수록 오존생성농도는 증가하였고, 오존발생량 및 오존생성수율은 감소하였다.

#### 참 고 문 헌

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 전압 인가형 중첩방전형 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, pp46~54, 2001

[4] Byung-Joon Chun, Sang-Keun Lee, Kwang-Sik Lee, "Ozone Generation Characteristics of a Piled Plate-Type Ozonizer", KIEE Interntional Trans. on EA, 12C, No.1, pp.33~37, 2002.

[5] 全炳俊, "環境改善을 위한 新 오존발생기에 관한 연구", 영남대학교 碩士學位論文, 1999

[6] 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

[7] H.J.Song, K.S.Lee, D.J.Lee, "A study on the high voltage nozzle type ozonizer", Proceedings of the 11th International Conference on Gas Discharges and Their Applications, Vol.2, pp.320~ 323, 1995

[1] 李 廣植, 李 東仁, "氣體放電에 의한 오존생성과 그 應用",