

## 평판형 오존발생기의 전극 형태에 따른 방전 및 오존 생성 특성

이창호°, 방아위°, 이상근°, 송현직°, 김중현°, 윤병한°, 이광식°  
 영남대학교°, (주)아쿠스°, 영남이공대학°, 대구광역시청°, 한국폴리텍VI대학°

### The Characteristics of Discharge and Ozone Concentration for Plate Type Ozonizer According to Electrode Form

C.H Lee°, Y.W Fang°, S.K Lee°, H.J Song°, J.H Kim°, B.H Yoon°, K.S Lee°

Yeungnam Univ°, Aqus Co. Ltd°, Yeungnam College°, Daegu Metropolitan City°, Korea Polytechnic VI Colleges°

**Abstract** - 오존발생기에 따른 특성의 다양함과 전원장치와 같은 주변기기의 최적화에 많은 시간과 노력이 투입되는 등 제품의 상용화에 많은 어려움이 있는 실정이다. 본 논문에서는 제작비가 저렴하고 제작이 쉬운 평판 전극을 적층시킨 평판형 오존발생기를 제작하여 여러 가지 전극 형태(길이)에 원료가스의 유량, 인가전압의 변화에 따른 방전 특성 및 오존생성농도, 오존 발생량 및 오존생성수율을 연구·검토하였다.

하여 방전관 A (전극:100×100×0.1 [mm]), B (전극:100×100×0.1 [mm]), C (전극:100×100×0.1 [mm])와 같이 유전체와 전극사이에 무성방전이 발생하여 오존이 생성되는 구조의 평판형 오존발생기를 제작하였다. 전극(두께: 0.1 [mm])은 Cu (purity: 97 [%]) 재질의 tape를 유전체 외부에 붙여 사용하였다. 방전관 A, B, C의 규격은 표1에 나타내었다.

#### 1. 서 론

각종 산업체에서 배출된 유기물과 정수처리 과정에서 부산물로 생성되는 염소계 유기부산물 농도가 극미량이라 할지라도 인체에 유해할 가능성이 매우 높다. 따라서 환경문제가 심각하게 대두되고 있는 현실에서 환경오염의 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. 오존을 발생시키는 방법으로써는 무성방전법, 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, 인가전압, 전류 및 소비전력 등의 제 인자에 관한 연구를 통한 오존생성특성의 향상이 필연적이라 할 수 있다. 무성방전형 오존발생기는 동축원통형, 평판형, 회전전극형 등 다양한 형태로 개발되어 오존생성특성의 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 쉬운 평판 전극을 적층시킨 평판형 오존발생기를 제작하여 여러 가지 전극 형태에 원료가스의 유량, 인가전압의 변화에 따른 방전 특성 및 오존생성농도, 오존 발생량 및 오존생성수율을 연구·검토하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 실험장치 및 방법

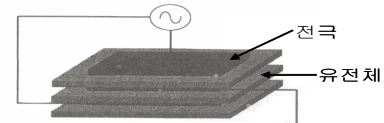
###### 2.1.1 실험장치

그림1은 무성방전의 기본구조를 기초로 한 평판형 오존발생기의 전극 배치도이다.

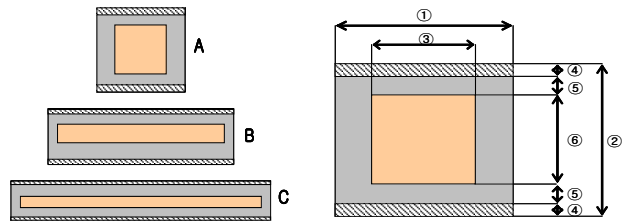
그림과 같이 1개 이상의 glass나 ceramic 등의 유전체를 삽입한 전극을 대향시켜 1~3 [mm] 정도의 간극을 갖도록 설치한 후, 교류고전압을 인가하면서 산소를 포함하고 있는 기체를 공급하면 기체방전에 의하여 원료가스 중에 포함된 산소의 일부가 방전에 의한 화학작용으로 오존을 생성하게 된다. 본 연구에서는 3개의 유전체와 3개의 전극으로 구성된 평판형 오존발생기를 설계·제작하였다. 오존발생기에 사용된 유전체 (유리: 160×140×3 [mm], 100×290×3 [mm], 80×540×3 [mm])와 전극 (Cu plate: 100×100×0.1 [mm], 40×250×0.1 [mm], 20×500×0.1 [mm])을 방전 갭 2 [mm]로 평행하게 배치한 구조로 방전공간의 확대와 공간효율성 향상을 위해 동일한 형태의 상·하부로 구성되어 있으며, 3개의 유전체 표면에 전극을 접착하여 2개의 전극과 1개의 공통접지로 구성되어 있다.

그림2는 유전체와 전극으로 구성된 평판형 오존발생기의 여러 가지 방전관 (A, B 및 C)의 개략도이다.

그림과 같이 동일한 전극 면적(100[mm]²)에 전극 형태를 다르게



〈그림 1〉 평판형 오존발생기의 전극 배치도



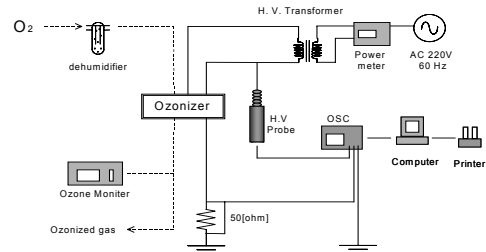
〈그림 2〉 방전관 개략도

〈표 1〉 방전관 규격 (단위 [mm])

	①	②	③	④	⑤	⑥
방전관 A	140	160	100	10	20	100
방전관 B	290	100	250	10	20	40
방전관 C	540	80	500	10	20	20

##### 2.1.2 실험방법

그림3은 오존발생기, 원료가스 공급 장치, 전원장치 및 계측장치 등으로 오존발생장치를 구성하여 오존발생기의 방전 특성 및 오존생성특성을 연구하기 위한 평판형 오존발생장치의 배치도이다.



〈그림 3〉 평판형 오존발생 장치의 배치도

무성방전을 이용한 평판형 오존발생장치의 방전특성 및 오존 생성특성을 연구·검토하기 위하여 원료가스의 유량(Q), NT의 출력전압 및 방전 갭(G)의 변화에 따른 오존발생기의 방전전압( $V_d$ ), 방전전류( $I_d$ )과형 특성 및 방전전압에 대한 방전전력(W)을 측정하였다. 그리고 방전관 A, B, C에 투입되는 원료가스의 Q를 매개변수로 하였을 때, W의 변화에 따른  $O_{3con}$ ,  $O_{3g}$  및  $O_{3Y}$  특성을 연구·검토하였다.

## 2.2 실험결과 및 고찰.

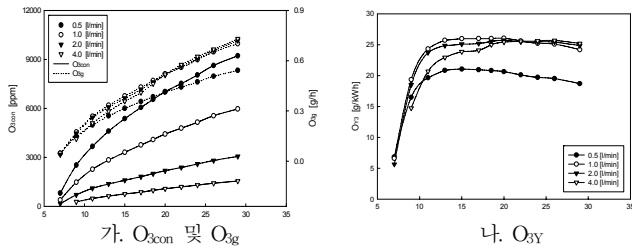
### 2.2.1 방전전력-오존생성 특성

그림4 ~ 6은 방전관 A(전극 면적 100×100[mm]), 방전관 B(전극 면적 40×250[mm]), 방전관 C(전극 면적 100×100[mm]) 일 때, 유량(Q)을 매개변수로 한 경우 방전전력(W)의 변화에 따른 평판형 오존발생기의 오존생성특성을 나타낸 것이다.

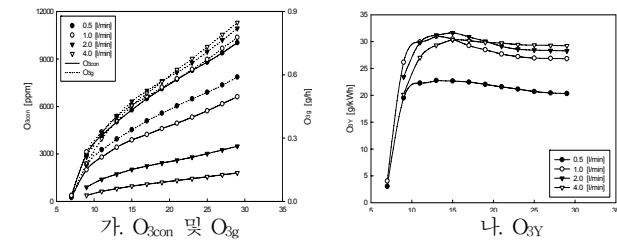
그림과 같이 방전전력이 커질수록 방전 공간 내에 무성방전이 활성화되면서 발생하는 전자수가 많아져 오존생성반응에 의한 산소원자, 산소분자 및 여기 산소 분자와 충돌 확률이 크게 되어 오존농도와 발생량이 선형적으로 증가되는 것이다.

유량의 변화에 있어서는 유량이 적을수록 원료가스 중에 포함된 산소분자가 방전영역에서 체류하는 시간이 길어져서 무성방전에 의해 발생하는 전자와 산소분자의 충돌횟수가 증가되어 오존생성반응이 활발히 이루어져 오존생성농도가 상승하게 된다.

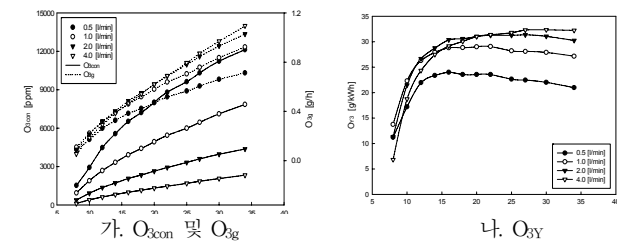
그러나 오존발생량은 유량이 증가하게 되면 방전 공간 내에서 가해지는 전력밀도에 대해 충분한 양의 산소원자가 공급되어 오존생성에 필요한 여기 산소 분자를 활발히 공급해 줌으로 오존발생량이 증가한다. 또한, 공급가스의 유량이 증가함에 따라 발생효율에 영향을 미치는 방전 공간 내부의 온도를 저하시켜 오존해리속도를 감소시킴에 따라 오존발생량이 많아진다. 일반적으로 오존의 해리속도는 온도가 높아짐에 따라 해리속도가 증가하기 때문에 많은 오존발생기의 방전공간의 온도는 방전효율에 미치는 중요한 인자 중에 하나이다. 오존생성수율은 동일한 방전 공간 내부에 유량이 많아지면 유량이 적을 때 보다 유속이 증가되어 방전 공간 내부의 온도가 낮아짐으로 오존생성에 기여하는 여기 산소 원자의 발생을 위한 전자의 충돌확률이 높아져 오존생성수율이 증가하게 된다.



〈그림 4〉 방전관 A (전극 면적:100×100[mm])일 때, 평판형 오존발생기의 오존생성특성



〈그림 5〉 방전관 B (전극 면적:40×250[mm])일 때, 평판형 오존발생기의 오존생성특성

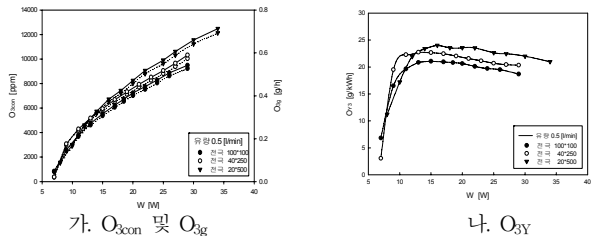


〈그림 6〉 방전관 B (전극 면적:20×500[mm])일 때, 평판형 오존발생기의 오존생성특성

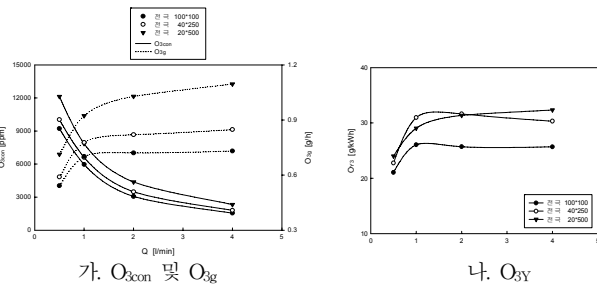
그림7은 전극 면적 변화에 따른 오존생성특성이다. 그림과 같이 동일한 조건에서 전극 면적을 변화시킬 때, 전극 면적이 증가할수록 오존생성특성이 향상되는 것을 알 수 있다. 이것은 전극 면적이 길이가 길어져 원료가스가 방전공간에 체류하는 시간이 증가하고, 동일전력을 넓은 면적에 공급함으로써 방전공간의 열 발생이 줄어들어 열분해에 의한 오존의 분해반응이 억제된 결과로 사료된다. 또한, 방전부에 인가되는 전계의 약화에 따른 오존 분

해반응에 의한 오존 감소량보다 방전공간내의 체류시간 증가에 따른 오존생성량의 증가가 더 큰 결과로 생각된다. 동일한 방전 전력에 대하여 전극 면적이 길어질수록 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.

그림8은 유량의 변화에 따른 각각의 전극 면적에 의한 오존생성특성이다. 동일한 유량에서 전극 면적이 길어질수록 오존생성특성이 향상되고 있다. 방전 전극 면적이 길어질수록 원료가스가 방전공간에 체류하는 시간이 길어져 오존생성에 기여할 수 있는 여기 산소 원자의 발생을 위한 전자와의 충돌확률이 높아져서 오존생성농도 및 오존발생량이 증가하게 된다.



〈그림 7〉 전극 면적에 따른 평판형 오존발생기의 오존생성특성



〈그림 8〉 유량변화에 따른 평판형 오존발생기의 오존생성특성

## 3. 결 론

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

- (1) 방전관 A, B, C에서 방전전력이 증가함에 따라 오존생성농도 및 오존발생량이 증가하였으나, 오존생성수율은 감소하였다.
- (2) 전극 면적이(방전관 C) 길어질수록 오존생성농도, 오존발생량 및 오존생성수율이 증가하였다.
- (3) 전극 면적이(방전관 A) 짧을수록 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〕

- [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 전압 인가형 중첩방전형 오존발생기의 오존생성 상승효과”, 대한 전기학회 논문지, Vol. 49C, No.8, pp.486~476, 2000.
- [3] 전병준, 이상근, 송현직, 김영훈, 박원주, 이광식, “3상 전압 인가형 중첩방전형 오존발생기의 오존생성 상승효과”, 대한 전기학회 논문지, Vol. 49C, No.8, pp.486~476, 2000.
- 협, “고주파 전압인가에 의한 무성방전형 오존발생기의 원료가 [4] 이상근, 전병준, 박용권, 박원주, 이광식, 권혁한, 송현직, 박중스 온도특성에 관한 연구”, 한국조명전기설비학회 논문지, Vol.15, No5, pp46~54, 2001
- [5] Byung-Joon Chun, Sang-Keun Lee, Kwang-Sik Lee, “Ozone Generation Characteristics of a Piled Plate-Type Ozonizer”, KIEE Intertional Trans. on EA, 12C, No.1, pp.33~37, 2002.