

## 방전간극변화가 오존생성특성에 미치는 영향

(The Effects of Discharge Gap Variation for Ozone Generation Characteristics)

이상근\*▲ · 전병준▲ · 박용권▲ · 박원주▲ · 이광식▲ · 이동인▲ · 송현직▼

(Sang-Keun Lee · Byung-Joon Chun · Yong-Kwon Park · Won-Zoo Park ·

Kwang-Sik Lee · Dong-In Lee · Hyun-Jig Song)

( Yeungnam University▲, Kumi College▼ )

### Abstract

Recently, ozone is utilized in various fields and its needs are expanding. therefore, so many ozone generation methods have been reported in the latest years, its main purpose is to get the high ozone concentration and to improve the ozone yield. One of them is a plate-type ozone generator. In this paper, the plate-type ozone generator is piled up many folds(3 and 5 electrodes). Ozone concentration and yield were investigated in accordance with power, quantity of supplied gas and gap spacing of plate electrodes.

### 1. 서 론

환경오염의 원인이 되는 오염물질의 제거나 발생저감을 위한 대책의 하나로 전기적 방전현상으로 발생하는 오존은 강력한 산화력과 최종적으로 산소로 환원되어 2차 공해가 없다는 점에서 그 활용이 제시되고 있다

오존발생법으로는 무성방전법, 전해법, 광화학법, 고주파전계법, 방사선조사법 등 물리적·화학적 방법이 사용되고 있지만, 그 중에서도 1857년 Siemens에 의해 개발된 무성방전형 오존발생기가 가장 널리 사용되고 있다.

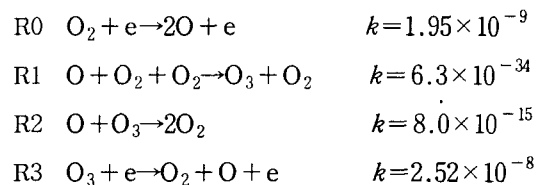
또한, 오존발생에 있어서 고수율화, 대용량화 및 오존발생기의 소형화를 위한 연구와 기술개선이 선진국을 중심으로 활발히 진행되고 있으며, 국내에서도 많은 연구가 진행중에 있다.[1~5]

본 논문에서는 환경개선에 다양하게 이용되고 있는 오존발생을 위하여, 제작비가 저렴하고, 제작이 쉬우며, 설치와 이동이 편리한 평판형 오존발생기를 제작하여 이것을 적층화 하였을 때, 방전갭 변화에 따른 오존 생성농도와 오존수율의 특성을 살펴보고 최적의 방전갭에 대해 검토하였다.

### 2. 무성방전형 오존발생기

무성방전형 오존발생기의 기본 구조는 그림 1과 같이 1개 이상의 glass나 ceramic 등의 유전체를 삽입한 전극을 대향시켜 1~3[mm] 정도의 공극을 갖도록 설치한 후, 교류고전압을 인가하면 인가전압의 반주기마다, 전극면상의 미소점에서 미세한 방전이 펄스적으로 발생하게 된다.

무성방전형 오존발생기의 주요 오존생성기구는 다음과 같다.



전자충돌에 의해,  $O_2$ 가 해리하고, 생성된  $O$ 원자가  $O_2$ 분자로 결합하여 오존  $O_3$ 이 생성한다. 발생한  $O$ 원자의 양은 전류에 비례하기 때문에  $O_3$ 농도가 저하 할 때는  $O_3$ 의 발생량도 전류에 비례한다. 체류시간 (방전부용적/ 유량)이 크게 되어, 오존농도가 높게 되고, 산소원자나 전자충

돌에 의해 오존의 분해가 크게 되어, 마침내 농도증가가 발생하여 없어지는 방전평형의 상태에 도달한다.

### 3. 실험장치 및 방법

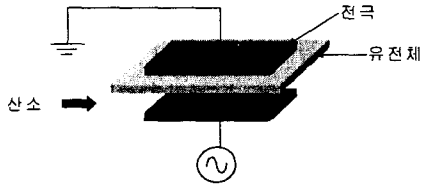


그림 1. 평판형 오존발생기의 기본 전극배치도

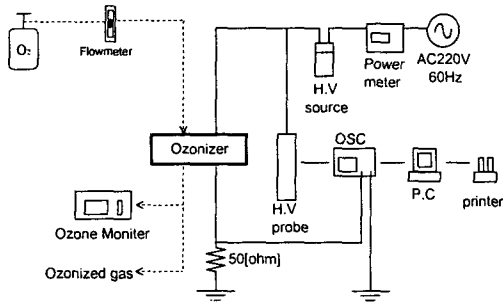


그림 2. 오존발생장치의 배치도

본 실험에 사용된 유전체는 두께 2[mm]의 경질 유리판을 사용하였으며, 전극은 두께 0.1[mm]의 Cu 판을 사용하여 그림 1과 같은 무성방전의 기본구조로 구성한후, 전극의 수를 3, 5개로 적층화하여 방전갭을 각각 1, 2 및 3[mm]간격으로 구성된 경우 원료가스의 유량(Q) 및 인가전압 변화시 오존생성특성과 방전특성을 측정, 검토하였다.

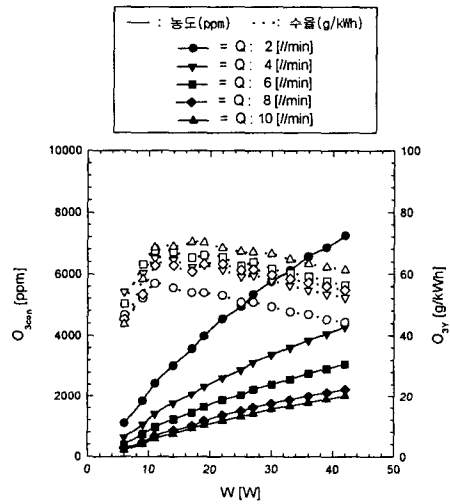
또한, 전원장치( H.V source )는 상용의 Neon Transformer(이하 NT)에서 발생하는 교류전원을 사용하였으며, 이때 NT 양 출력단자에는 동일 크기의 교류고전압이 180[°]의 위상차로 형성되면서 두 외부전극에 각각 인가된다. 상용의 neon transformer의 사용은 위상이 180[°]인 교류고전압을 사용하여 방전지속시간을 길게 할뿐만 아니라 시중제품의 사용으로 성능과 경제성을 동시에 만족시켜준다.

방전전력은 digital power meter( 0 ~ 500[V], 0 ~ 20[A], 0 ~ 9999[W], accuracy : ±0.2[%], Light Star 社 )를 이용하여 방전시의 전력, NT

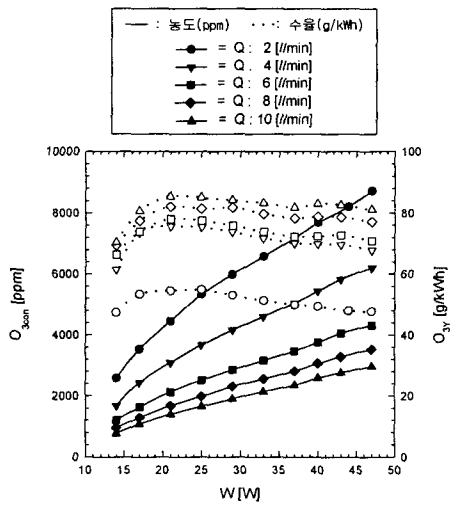
의 전력손실, 선로손실 등을 포함한 NT 입력단에서 오존발생장치 전체회로에 소모되는 전력을 측정하였다.

오존생성농도(  $O_{3con}$  )를 측정하기 위하여 오존발생기 내에서 발생한 오존화가스를 매 실험마다 0.3[ℓ/min]로 sampling 하여 자외선 흡수방식의 기상용 오존 monitor( 0 ~ 100,000[ppm], Okitronics 社, Japan )로 측정하여, Q, T 및  $W_d$ 의 변화에 따른 오존생성농도(  $O_{3con}$  ), 오존발생량(  $O_{3g}$  ) 및 오존생성수율(  $O_{3y}$  ) 등을 측정 및 계산하였다.

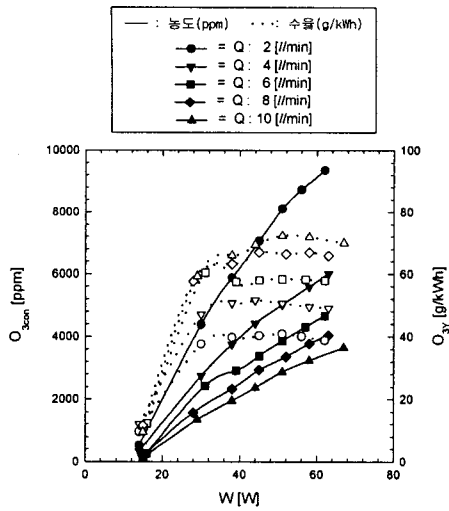
### 4. 결과 및 검토



(a) gap; 1[mm]



(b) gap; 2[mm]



(c) gap; 3[mm]

그림 3. 3전극형 오존발생기의 오존농도 및 수율 특성

그림 3은 전극 3개, 유전체 2개를 이용한 3전극 평판형 오존발생기로서 전극의 간격이 1[mm], 2[mm], 3[mm]일 때, 유량의 변화에 따른 전력-오존생성농도와 전력-오존수율의 변화를 나타내고 있다.

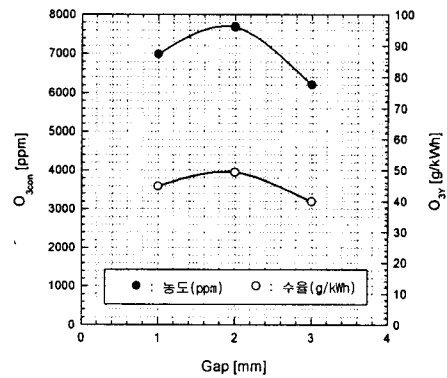
그림과 같이 전력이 증가함에 따라 농도는 계속 증가하였으나, 수율은 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보였다. 이것은 입력전력의 대부분이 열 등으로 소멸되는 무성방전의 기본경향에 따라 발생한 열이 오존발생능상승을 저하시켜 수율의 감소를 가져온 것으로 생각된다.

유량이 증가함에 따라 오존농도는 줄었으나, 오존생성수율이 상승하는 것을 볼 수 있었다. 이것은 동일한 면적의 방전관에서 유량의 증가는 유속을 증가시키기 때문에 유전체에 축적되어 있던 전자와 산소분자와의 접촉시간이 줄어들었기 때문에 오존농도는 감소하고, 오존의 생성에 기여할 수 있는 여기산소원자의 발생을 위한 전자와의 충돌확률이 유량의 증가와 함께 증가하였고, 유량의 증가로 방전공간의 냉각효과도 상승하였기 때문에 오존수율은 증가하였다.

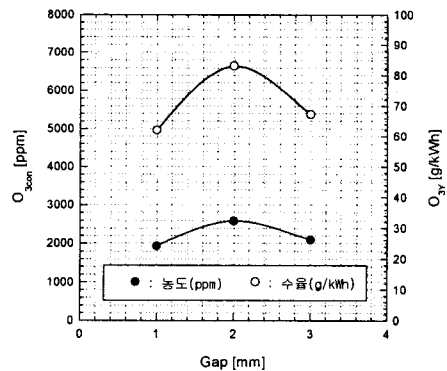
그 결과 최대  $O_{3con}$ 는 갭이 1[mm], 2[mm], 3[mm],  $Q$ 가 2[l/min]이고  $W_d$ 가 42, 47, 62[W]일 때 각각 15.5, 18.6, 20.1[g/m<sup>3</sup>]을 얻을 수 있었고, 최대  $O_{3y}$ 는  $Q$ 가 10[l/min]이고  $W_d$ 가 17, 25, 51[W]일 때 각각 71.63, 87.04, 73.66[g/kWh]을 얻을 수 있었다.

3전극 평판형 오존발생기의 오존 농도는 갭이 3[mm]에서 20.1[g/m<sup>3</sup>]로 가장 높은 결과를 얻을

수 있었지만, 수율은 갭이 2[mm]에서 87.04[g/kWh]로 가장 높았다. 이것은 갭이 커짐에 따라서 절연내력이 증가하여 전력상승에 따른 방전전류의 상승으로 오존농도는 높았으나, 전력의 상승에 비해 오존농도의 증가가 줄어들었기 때문에 오존수율은 갭이 2[mm]일 때가 가장 높았다.



(a) 입력전력 : 40[W], 유량 : 2[l/min]



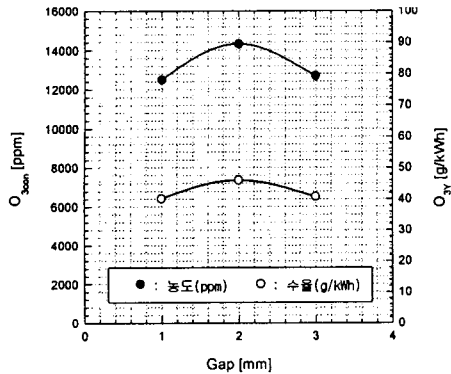
(b) 입력전력 : 40[W], 유량 : 10[l/min]

그림 4. 3전극형 오존발생기의 방전간극변화에 따른 오존농도 및 수율 특성

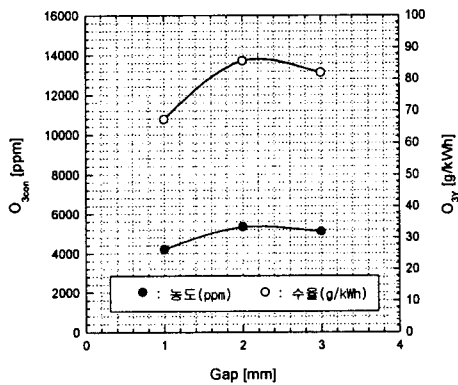
그림 4는 3전극 평판형 오존발생기에서 입력전력이 40[W]일 때, 원료가스를 각각 2, 10[l/min]로 공급하는 경우, 방전간극의 변화에 따른 오존농도 및 수율 특성을 나타낸 것이다.

또한 그림 5는 5전극 평판형 오존발생기에서 입력전력이 80[W]일 때, 원료가스를 각각 2, 10[l/min]로 공급하는 경우, 방전갭의 변화에 따른 오존농도 및 수율 특성을 나타낸 것이다.

그림과 같이 동일한 조건에서 방전갭을 변화시킬 때, 갭이 2[mm]부근에서 오존농도와 수율 모두 최대값을 얻을 수 있었으며, 유량을 변화시켜도 동일한 결과를 얻을 수 있었다.



(a) 입력전력 : 80[W], 유량 : 2[ l/min]



(b) 입력전력 : 80[W], 유량 : 10[ l/min]

그림 5. 5전극형 오존발생기의 방전간극변화에 따른 오존농도 및 수율 특성

## 5. 결론

본 논문에서는 평판형 오존발생기를 제작하여 이것을 적층화 하였을 때, 방전갭의 변화에 따른 오존 생성농도와 오존수율의 특성을 살펴보고 최적의 방전갭에 대해 검토하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 입력전력이 증가함에 따라 농도는 계속 증가하였으나, 수율은 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보였다
- (2) 3전극 평판형 오존발생기의 최대 오존농도는 갭이 3[mm], Q가 2[ l/min]이고 W<sub>a</sub>가 62[W]일 때 20.1[g/m<sup>3</sup>]을 얻을 수 있었지만, 최대 수율은 갭이 2[mm], Q가 10[ l/min]이고 W<sub>a</sub>가 25[W]일 때 87.04[g/kWh]을 얻을 수 있었다.

(3) 3전극 평판형 오존발생기와 5전극 평판형 오존발생기에서 동일한 입력전력을 공급하는 경우, 방전간극이 2[mm]일 때, 최대 오존생성특성을 나타낸다.

## 참고문헌

- [1] 이 광식, 이 동인, “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] 이 상근, “원료기스의 온도변화를 고려한 중첩방전형 오존발생장치의 특성”, 1998년도 大韓電氣學會 夏季學術大會 論文集, pp.1705 ~ 1707
- [3] Baldur Eliasson, “Modeling and Applications of Silent Discharge Plasmas”, IEEE Transactions on Plasma Science, Vol.19, No.2, April 1991
- [4] Roberto Diaz, “High Frequency Ozone Generation System”, Ozone Science & Engineering, Vol. 23, PP. 171-176
- [5] 田畑則一, “放電によるオゾン發生法に關する考察”, T. IEE Japan, Vol.117-A, No.12, pp.1200 ~ 1206, 1997