

평판형 오존발생장치의 오존생성특성에 관한 연구

A study on ozone generation characteristics in a Plate Type Ozonizer System

이상근 · 이동욱* · 문경수 · 박중협 · 전병준 · 송현직 · 이광식
(영남대학교)

(Sang-Keun Lee · Dong-Wook Lee · kyung-su moon · jung-hyeup park
· byung joon chun · Hyun-jig Song · Kwang-Sik Lee)

Abstract

In this paper, a plate type ozonizer has been designed and manufactured to minimize the size of ozonizer. This ozonizer have following benefits : ① convenience of shift and installation ② maximize space utility. Therefore, ozone generation characteristics have been investigated by varying flow rate, supplied power and gap spacing of plate electrodes.

1. 서 론

오존(O₃)은 3개의 산소원자중 제3의 원자는 결합이 약해 불안정하여 쉽게 분리되고 발생기 산소로 되려는 성질이 강할 뿐만 아니라, 이 발생기 산소의 산화력이 염소보다 5.6배나 강하며 바이러스 살균의 경우 염소보다 25배 강한 살균력을 갖는다 또한, 오존은 산소보다 물에 녹기 쉬우며, 물에 녹은 오존이나 상온의 기체중에 존재하는 오존은 서서히 분해하여 산소로 환원하므로 2차오염을 유발하지 않는 장점을 갖는다.

오존발생 방법으로서는 무성방전법, 광화학법, 전해법, 고주파전계법, 방사선조사법 등 물리적·화학적 방법이 사용되고 있지만, 그 중에서도 1857년 Werner Von Siemens가 개발한 무성방전형 오존발생기가 가장 널리 사용되고 있다.

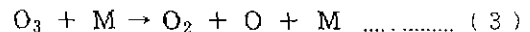
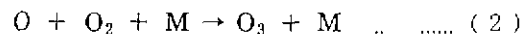
지금까지는 원통형의 무성방전형 오존발생기에 관한 연구가 많이 있어 왔지만, 평판형의 오존발생기에 관한 연구는 아직 미흡한 편이다. 평판형 오존발생기보다 원통형 오존발생기가 효율을 극대화할 수 있는 장점이 있지만 같은 조건에서는 수율이나 농도, 발생량의 차가 거의 없기 때문에 본 연구에서는 제작이 간편하고 설치면적을 최소화 할 수 있는 평판형 오존발생기를 설계·제작하여 그 특성을 연구하였다.

2. 무성방전과 오존의 생성

1개 이상의 glass나 ceramic 등의 유전체를 끼워놓은 전극을 대향시켜 1~3[mm] 정도의 gap을 갖도록 설치한 후, 산소를 포함하고 있는 공기를 흘려 교류고전압을 인가하면 기체방전에 의하여 원료가스중에 포함된 산소의 일부가 무성방전(Silent discharge)에 의한 화학작용으로 오존을 생성하게 된다.

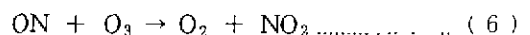
이때, 오존발생기의 생성기구는 다음식과 같이 나타낼 수 있다.

산소를 원료로 한 경우



M : 제 3 물체(O, O₂)

공기를 원료로 한 경우



3. 실험장치 및 방법

본 실험에서 사용한 오존발생기는 무성방전의 기초적 형태를 적용한 평판형으로 적응이 가능하며, 그 구조는 그림 1과 같다.

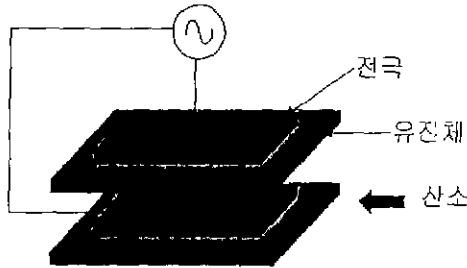


그림 1. 평판형 오존발생기

그림 1과 같이 오존발생기는 2개의 유전체(유리 200×300×2[mm])와 2개의 전극(Cu tape 160×220×0.1[mm])을 평행하게 배치한 구조로, 방전공간의 확대와 공간효율성 향상을 위해 동일한 형태의 상·하부로 구성되어 있으며 적응 가능한 구조이다. 본 연구에서는 그 기초적 연구로 2개의 전극과 2개의 유전체로 구성된 오존발생기를 사용하였다.

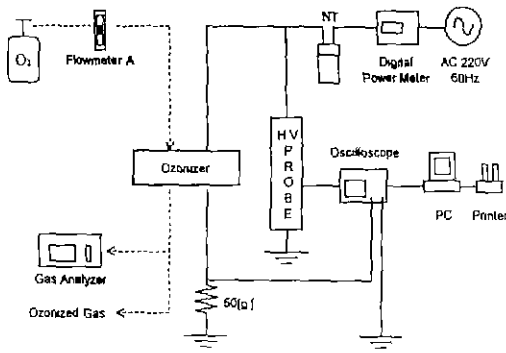


그림 2. 오존발생장치의 배치도

그림 2는 무성방전을 이용한 평판형 오존발생기를 장착한 오존발생장치의 배치도로 원료가스로는 공업용 산소를 사용하였으며, 각각의 전극의 간격(G: 1, 2, 3[mm])에 대해 유량(Q: 2, 4, 6, 8, 10[l/min])의 변화 및 오존발생기의 전력(W)에 따른 오존생성특성을 검토하였다.

4. 실험결과 및 고찰

그림 3과 그림 4는 전극의 간격이 1[mm]일 때, 오존발생기의 전력의 변화에 따른 오존생성농도와 발생량의 변화를 나타낸 그래프이다.

그림과 같이 전력이 증가함에 따라 농도와 발생량은 계속 증가하였다. 오존농도는 유량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보이지만 발생량은 유량이 증가함에 따라 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 유량이 증가하면 유속이 빨라짐에 따라서 본 연구에서 사용된 발생기의 유량은 일정한데 비해 유량이 증대되므로 처리될 원료가스의 양이 증대되어 상대적으로 체류시간은 짧아져 유전체에 축적되어 있는 전자와 산소분자와의 충돌현상을 충분히 받지 못함에 기인한다. 즉 오존농도가 저하하는 비율과 유량이 증가하는 비율사이에서 최대 오존발생량이 존재하는 것이다.

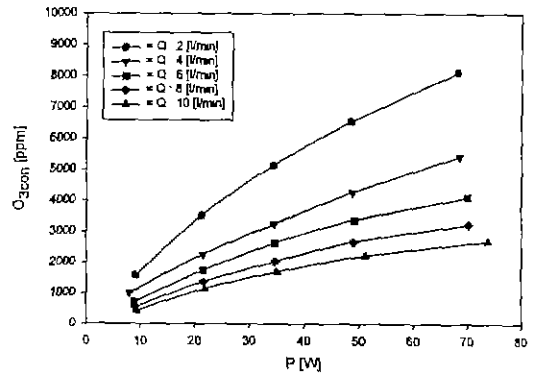


그림 3 Gap = 1[mm]일 때, 전력(W)의 변화에 따른 오존농도(O_{3con})특성

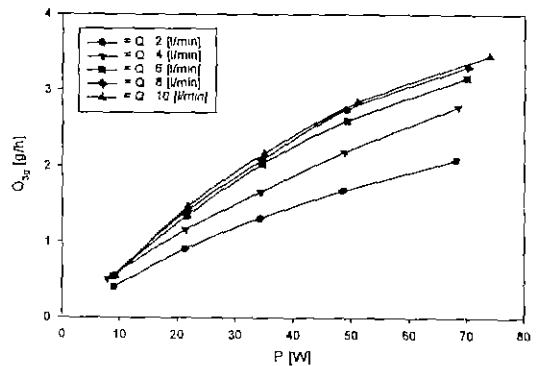


그림 4. Gap = 1[mm]일 때, 전력(W)의 변화에 따른 오존발생량(O_{3g})특성

그림 5와 그림 6은 전극의 간격이 2[mm]일 때, 오존발생기의 전력의 변화에 따른 오존생성농도와 발생량의 변화를 나타낸 그래프이다

전극의 간격이 1[mm]와 동일하게 전력이 증가함에 따라서 오존농도와 발생량은 증가하고 유량이 증가함에 따라서 오존농도는 감소하고 발생량은 증가하는 경향을 나타내고 있다.

그러나 전력에 따른 오존농도와 발생량은 전극의 간격이 1[mm]와 비교하여 조금 상승하고 있다. 이는 전극의 간격이 증가함에 따라서 방전공간이 커져 입력전력이 증대됨에 따라 방전에 의한 오존화가스를 만드는 능력이 증대되기 때문이다.

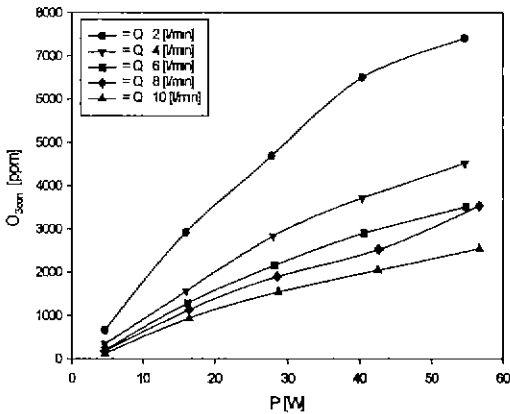


그림 5. Gap = 2[mm]일 때, 전력(W)의 변화에 따른 오존농도(O_{3con})특성

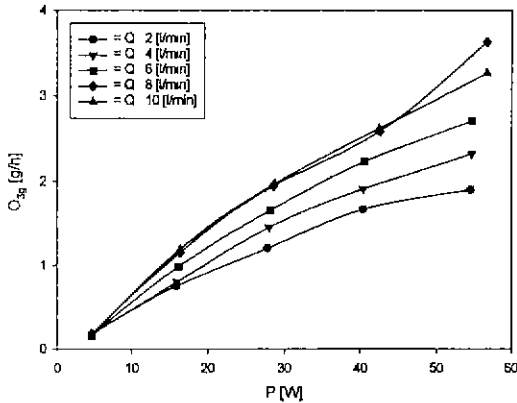


그림 6. Gap = 2[mm]일 때, 전력(W)의 변화에 따른 오존발생량(O_{3g})특성

그림 7과 그림 8은 전극의 간격이 3[mm]일 때, 오존발생기의 입력전압의 변화에 따른 오존생성농도와 수율의 변화를 나타낸 그래프이다.

전극의 간격이 1[mm], 2[mm]와 동일한 경향의 오존생성농도와 발생량을 나타내고 있다.

전극의 간격이 상승함에 따라서 오존농도와 발생량도 전극의 간격이 1[mm]와 2[mm]에 비해 증가하는 경

향을 보이고 있다. 이는 앞에서 서술한 바와 같이 설명할 수 있다.

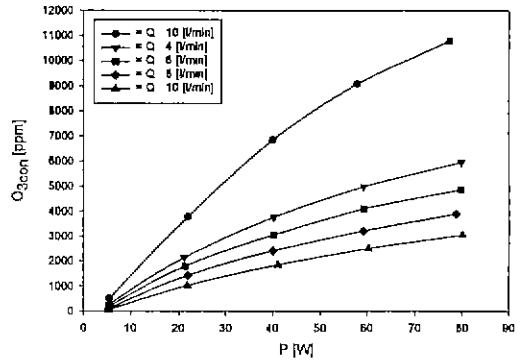


그림 7. Gap = 3[mm]일 때, 전력(W)의 변화에 따른 오존농도(O_{3con})특성

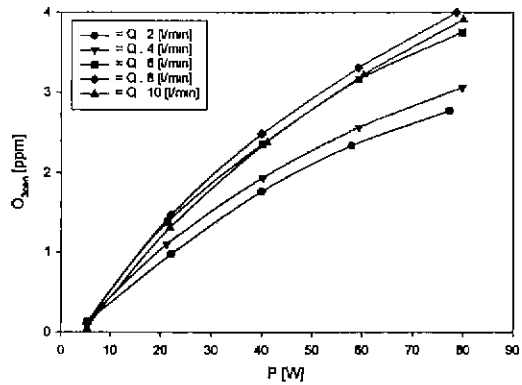


그림 8. Gap = 3[mm]일 때, 전력(W)의 변화에 따른 오존발생량(O_{3g})특성

그림 9, 그림 10, 그림 11은 전극의 간격이 1[mm], 2[mm], 3[mm]일 때, 전력의 변화에 따른 오존수율을 나타낸 것이다.

전극의 간격에 관계없이 유량이 증가함에 따라 오존생성수율이 상승하는 것을 볼 수 있었다. 이것은 오존의 생성에 기여할 수 있는 여기산소원자의 발생을 위한 전자와의 충돌확률이 유량의 증가와 함께 증가하였기 때문이며, 유량의 증가로 방전공간의 냉각효과가 상승하였고 평판전극에 산소가 골고루 퍼짐에 따라 방전이 일어나지 않는 구간도 줄어들었기 때문이다.

그림에서와 같이 전극의 간격이 증가함에 따라서 오존수율의 최대상승지점을 나타내는 전력이 점차 증가함을 알 수 있었으며, 최대오존수율을 얻기 위해서는 방전압을 2[mm]로 유지하는 것이 최적의 조건임을 알 수 있었다. 이는 전극의 간격이 짧은 1[mm]에서는 충분히 오존을 처리할 수 있는 능력이 부족하고, 전극의 간격

이 넓은 3[mm]에서는 절연내력의 상승으로 인한 방전 전력의 증대로 열손실에 의한 오존의 분해가 증가되었기 때문이다.

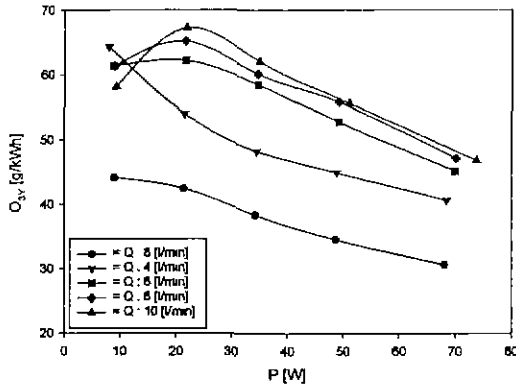


그림 9. Gap = 1[mm]일 때, 전력(W)의 변화에 따른 오존수율(O_{3V})특성

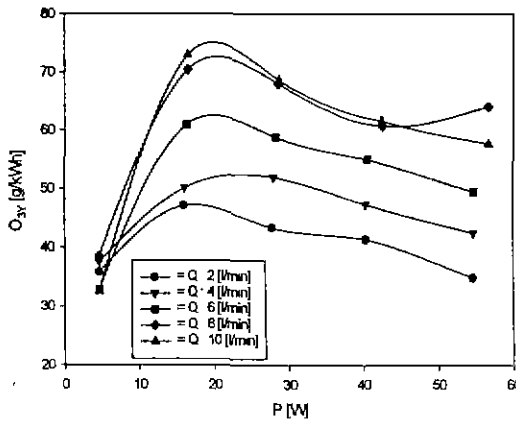


그림 10. Gap = 2[mm]일 때, 전력(W)의 변화에 따른 오존수율(O_{3V})특성

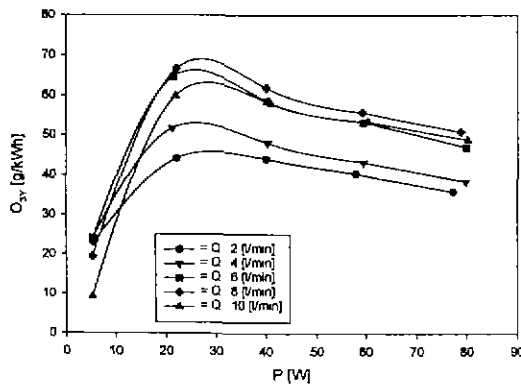


그림 11. Gap = 3[mm]일 때, 전력(W)의 변화에 따른 오존수율(O_{3V})특성

보다 좋은 조건의 방전챔을 얻기 위해서는 방전챔의 세부변화에 따른 실험이 보충되어야 하며, 방전챔 내의 방전현상을 구체적으로 파악하여야 할 것으로 생각된다. 또한, 전극의 적층구조를 위해 전극적층시의 오존생성특성과 방전공간의 온도상승에 의한 오존생성특성의 저하를 막기 위한 냉각도 고려하여야 할 것이다.

4. 결론

오존발생기의 소형화와 공간절약형을 위한 기본구조로 평판형 오존발생기를 제안하고, 평판형 오존발생기의 제작을 위한 기초적 연구로, 방전챔의 변화에 따른 오존생성특성을 검토하였다.

그 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

(1) 전력이 증가함에 따라 농도와 발생량은 계속 증가하였으나, 수율은 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보였다

(2) 전극의 간격에 관계없이 유량이 증가함에 따라 오존생성수율이 상승하였으며, 오존생성농도는 유량이 증가함에 따라서 감소하지만 오존발생량은 감소하는 경향을 나타내고 있다.

(3) 전극의 간격이 넓어짐에 따라 방전전압이 상승하여 전력이 상승함과 동시에 수율의 최고점도 상승됨을 볼 수 있었다.

참고 문헌

- [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] 李 相根, “이중궤형 오존발생기의 온도특성”, 98한국조명·전기설비학회 학술발표회 논문집, pp 127~130, 1998
- [3] 宗宮功, “オゾンの應用”, 電學論, 114卷 4號, pp.362~369, 平成6年
- [4] 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, 1997
- [5] 山部長兵衛, “沿面放電型オゾナイザの放電およびオゾン生成特性”, ED-94-14, pp.63 ~ 69, 平成6年