

적층 평판형 오존발생장치의 시작 및 특성

Trial Manufacture and Characteristics of a Plate Type Ozonizer System

• 이상근 • • 이동욱* • • 송현직 • ■ 전영주 • ♦ 이동현 • ♦ 김이국 • • 이광식 • • 이형호
(• 영남대학교, ■ 영진전문대학교, ♦ 구미1대학, ♦ 경일대학교, ○ 한국전기연구소)
(Sang-Keun Lee · Dong-Wook Lee · Hyun-Jig Song · Young-Ju Jeun
Dong-Heon Lee · E-Guk Kim · Kwang-Sik Lee · Hyeong-Ho 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 voltage and gap spacing of plate electrodes.

1. 서 론

오존(O₃)은 그리스어의 냄새(OZEIN)라는 뜻에서 유래된 말로 1840년 독일의 손 베인에 의해 발견되었으며, 공기중에도 미량 존재하는 물질로 자외선이 많은 해안, 높은 산, 삼림 등의 공기에 비교적 많이 포함되어 있는 연푸른색의 기체이다.

또한, 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.

이러한 성질을 이용하여 최근 심각해진 대기 및 수질의 오염물 제거나 살균소독을 비롯하여 수영장의 수처리, 분뇨 및 오수의 처리, 양어 및 양식장의 살균·탈취제로 사용되고 있다[1][2].

또한, 오존은 산소보다 물에 녹기 쉬우며, 물에 녹은 오존이나 상온의 기체중에 존재하는 오존은 서서히 분해하여 산소로 환원하므로 2차오염을 유발하지 않는 장점을 갖는다.

그러나, 오존은 반응성이 빠르고 반감기가 짧으므로 저장기 곤란하여 사용장소에 오존을 생산하기 위한 발생기를 설치하여야 하는 단점을 갖는다.

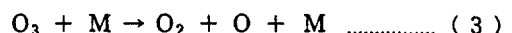
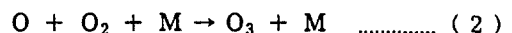
그러므로, 본 논문에서는 이동과 설치의 편의성을 위한 오존발생기의 소형화를 목적으로, 공간활

용도가 높은 평판형 오존발생기를 제작하여 그 기초적연구의 일환으로 평판전극간의 갭변화와 각각의 갭에서 유량과 인가전압에 따른 오존생성 특성을 검토하였다.

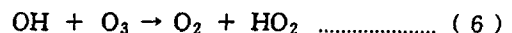
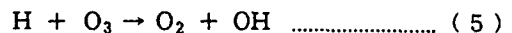
2. 무성방전과 오존의 생성

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

이때, 무성방전형 오존발생기의 주된 오존생성 및 분해 반응은 다음과 같다[2].



M : 제 3 물체 (O, O₂ 및 N₂)



3. 실험장치 및 방법

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

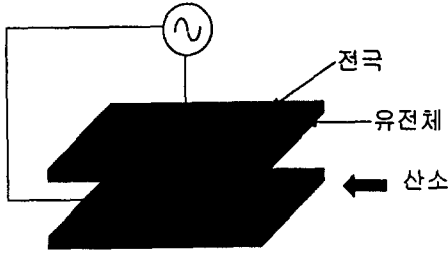


그림 1. 평판형 오존발생기

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

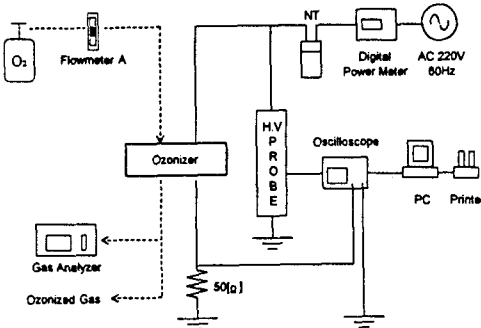


그림 2. 오존발생장치의 배치도

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 오존발생기 입력전압(V: 5.86, 8.69, 11.20, 13.43, 15.43[kV])변화에 따른 오존생성 특성을 검토하였다.

4. 실험결과 및 고찰

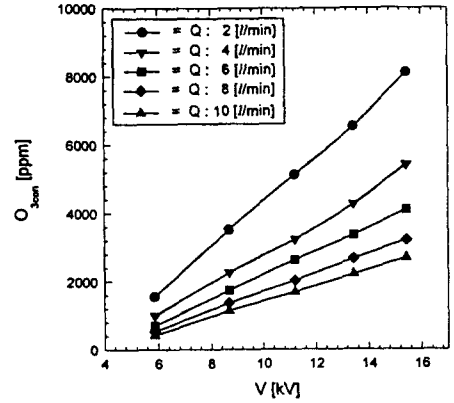


그림 3. Gap = 1[mm]일 때, 전압(V)의 변화에 따른 오존농도(O_{3con})특성

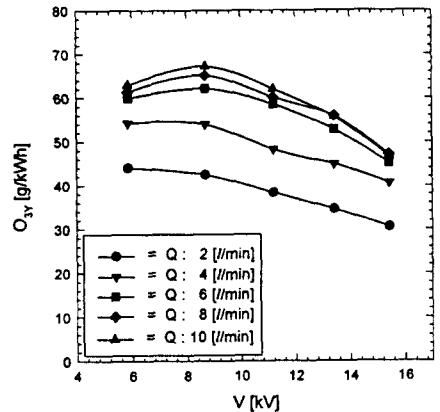


그림 4. Gap = 1[mm]일 때, 전압(V)의 변화에 따른 오존수율(O_{3Y})특성

그림 3과 그림 4는 전극의 간격이 1[mm]일 때, 오존발생기의 입력전압의 변화에 따른 오존생성농도와 수율의 변화를 나타낸 것이다.

그림과 같이 입력전압이 증가함에 따라서 오존의 농도는 계속 증가하였으나, 오존생성수율은 증가하다가 입력전압이 9[kV]를 넘어섬에 따라 다시 감소하는 경향을 보였다. 이것은 무성방전이 입력 전력의 80% 이상을 열로 소비하는 경향에 따른 것으로, 발생한 열이 오존발생성능을 저하시켜 수율의 감소를 가져온 것으로 생각된다.

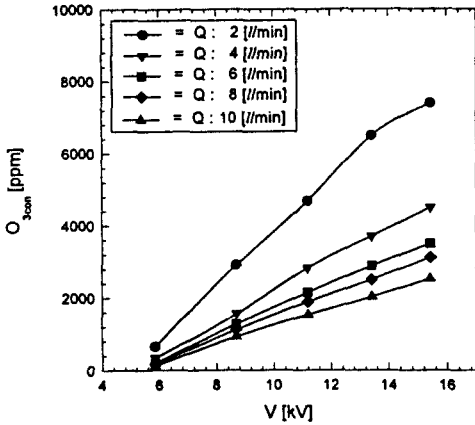


그림 5. Gap = 2[mm]일 때, 전압(V)의 변화에 따른 오존농도(O_{3con})특성

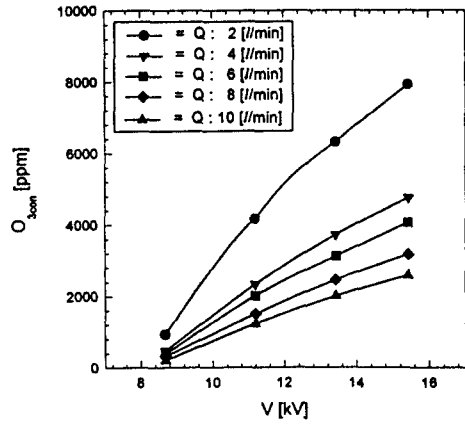


그림 7. Gap = 3[mm]일 때, 전압(V)의 변화에 따른 오존농도(O_{3con})특성

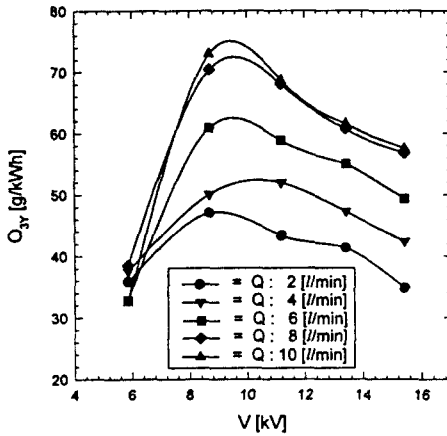


그림 6. Gap = 2[mm]일 때, 전압(V)의 변화에 따른 오존수율(O_{3Y})특성

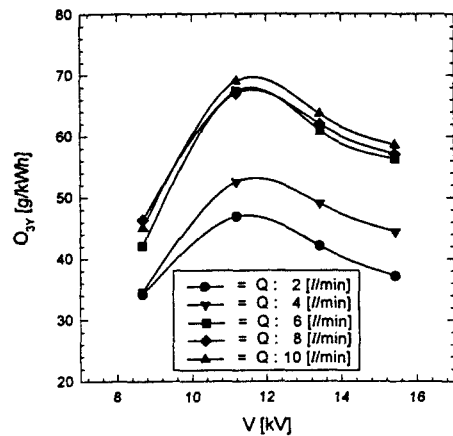


그림 8. Gap = 3[mm]일 때, 전압(V)의 변화에 따른 오존수율(O_{3Y})특성

그림 5와 그림 6은 전극의 간격이 2[mm]일 때, 오존발생기의 입력전압의 변화에 따른 오존생성농도와 수율의 변화를 나타낸 것이다.

전극의 간격이 1[mm]일 경우와 동일하게 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 냉각효과도 상승한 것으로 생각된다.

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

전극의 간격이 넓어짐에 따라 간격이 1, 2[mm]일 때와는 달리 방전전압이 상승하였으며, 방전전압의 상승과 함께 수율의 최고점도 입력전압이 11[kV]로 상승됨을 볼 수 있었다.

그림 9는 유량이 10[l/min]일 때, 각각의 방전 챔에서 전압의 변화에 따른 오존수율특성을 비교하였다.

그림에서와 같이 방전챔이 증가함에 따라서 오존수율의 최대상승지점을 나타내는 최적전압이 점차 증가함을 알 수 있었으며, 최대오존수율을 얻기 위해서는 방전챔을 2[mm]로 유지하는 것이 최적의 조건임을 알 수 있었다.

추후, 보다 나은 조건의 방전챔을 얻기 위해서는

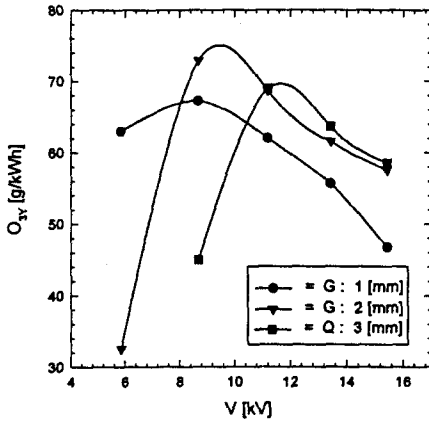


그림 9. 유량 Q = 10[l/min]일 때, 전압(V)의 변화에 따른 오존수율(O_{3y})특성

방전전압의 세부변화에 따른 실험이 보충되어야 하며, 방전갭 내의 방전현상을 구체적으로 파악하여야 할 것으로 생각된다. 또한, 전극의 적층구조를 위해 전극적층시의 오존생성특성과 방전공간의 온도상승에 의한 오존생성특성의 저하를 막기 위한 냉각도 고려하여야 할 것으로 생각된다.

4. 결론

오존발생기의 소형화와 공간절약형을 위한 기본 구조로 적층 평판식 오존발생기를 제안하고, 평판형 오존발생기의 제작을 위한 기초적 연구로, 방전갭의 변화에 따른 오존생성특성을 검토하였다.

그 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

(1) 입력전압이 증가함에 따라 농도는 계속 증가하였으나, 수율은 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보였다

(2) 전극의 간격이 넓어짐에 따라 방전전압이 상승하여 수율의 최고점도 상승됨을 알 수 있었으며, 최대오존수율을 얻기 위해서는 방전갭을 2[mm]로 유지하는 것이 최적의 조건임을 알 수 있었다. 그 결과 입력전압 8.69[kV]에서 최대 72.94[g/kWh]의 수율을 얻을 수 있었다.

참고 문헌

- [1] 李 廣植, 李 東仁, “氣體放電에 의한 오존생성과 그 응용”, 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, “이중갭형 오존발생기의 온도특성”, 98한국조명·전기설비학회 학술발표회 논문집, pp 127~130, 1998
- [3] 田畑則一, “放電によるオゾン發生法に関する考察”, T. IEE Japan, Vol.117-A, No.12, 1997
- [4] 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