

3전극-3갭 전극구조를 이용한 고농도 오존발생기술개발

조 국희\*, 김 영배\*, 서 길수\*, 이 형호\*, 이상근\*\*  
 \* 한국전기연구소, \*\*영남대학교

The Development Technology of Ozone Generation with High Concentration Using 3Electrode-3Gap Type

Kook-Hee Cho\*, Young-Bae Kim\*, Kil-Soo Seo\*, Hyeong-Ho Lee\*, Sang-Keun Lee\*\*  
 Korea Electrotechnology Research Institute\*, Yeungnam University\*\*

**Abstract** - This paper describes the characteristics of ozone generation in a 3electrode-3gap superposed type ozonizer which was improved from 3electrode-2gap superposed type ozonizer being currently presented for the enhancement of efficiency of the ozonizer.

1. 서 론

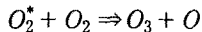
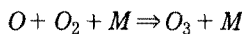
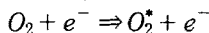
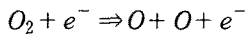
최근 인구의 증가와 산업사회의 발달로 대기 및 수질 등의 환경오염이 심화되고 있는 가운데 세계적으로 환경 오염방지를 위한 노력이 다각도로 진행되고 있다. 환경 오염방지를 위한 노력의 일환으로 최근 2차오염을 발생하지 않으며 강력한 산화력을 갖는 오존의 이용이 제시되고 있다.

오존발생을 위해서는 1857년 영국의 지멘스사가 개발한 무성방전방식이 주로 사용되고 있으며, 프랑스, 독일, 미국 및 일본 등을 비롯한 선진국에서는 1960년 이후부터 정부와 학회가 중심이 되어 오존생성의 특성향상을 위한 연구를 활발히 진행하고 있다. [1] 그러나, 국내에서는 이에 관한 연구가 미흡한 실정이며 오존발생기의 대부분을 수입에 의존하고 있는 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 최근 오존생성특성향상을 위해 제안되고 있는 3전극-2갭형 오존발생기를 개선한 3전극-3갭형 오존발생기를 제안하고 이때의 오존생성특성을 비교 검토하였다.

2. 본 론

2.1 오존 생성

현재 오존을 발생시키는 방법으로는 무성방전법, 전해법, 광화학반응법, 고주파전계법, 방사선 조사법 등이 있으나 무성방전법은 에너지 효율면, 성능의 안정성, 조작 및 제어의 간편성 등에서 가장 우수하기 때문에 주로 사용되고 있다. 무성방전형 오존발생기는 1쌍의 전극 사이에 유리 또는 세라믹 같은 유전체를 끼우고 1~3[mm] 정도의 갭을 유지하도록 설치한 후 산소 또는 공기를 불어넣으면서 전극에 교류고전압을 인가하면, 방전공간에서 원료가스중에 포함된 산소의 일부가 무성방전으로 인하여 화학작용을 일으켜 오존을 생성하게 된다. [2]



여기서 M은 제 3의 물질로서 O, O<sub>2</sub>이다.

최근에는 그림 1과 같은 3개의 전극을 사용하는 중첩방전형이 오존생성효율향상을 위해 제안되어지고 있다.

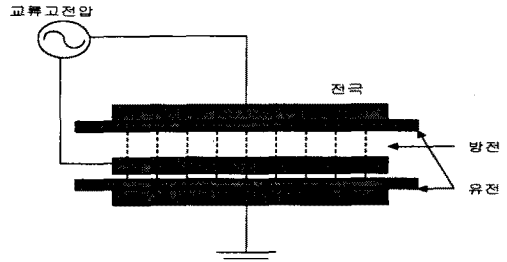


그림 1. 오존발생기의 원리

2.2 오존발생에 영향을 미치는 인자

오존발생에 영향을 미치는 인자로는 원료가스 특성, 냉각수 온도, 가스 온도, 가스 압력 및 전압주파수 등이 있다. [3][4]

2.2.1 원료가스 특성

대기중의 공기보다 순수한 산소를 사용함으로써 오존발생기의 크기 또는 소비되는 관련 에너지[kwh/kg]를 줄일 수 있으며 또한 에너지 단위당 발생된 오존의 발생량을 증가시킬 수 있다. 주어진 일정조건 하에서 원료가스로 순수 산소를 사용한 에너지는 공기를 사용한 것보다 훨씬 낮아 질 수 있으며 또한 보다 높은 오존 농도를 생산할 수 있게 한다.

2.2.2 원료가스의 습도 및 이슬점

원료가스 중의 존재하는 수분은 에너지 효율을 감소시키고 질산을 형성시키는 요소가 된다. 더구나 오존 농도가 짙을수록 질을수록 그림 2에서 보여지는 바와 같이 보다 정확한 발생 현상이 나타나게 된다.

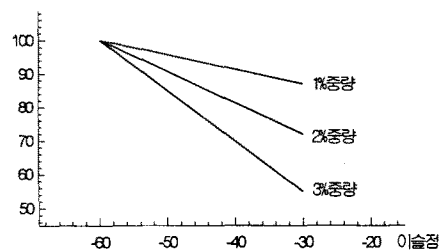


그림 2. 오존 생산 효율의 이슬점 영향비(공기)

2.2.3 가스 압력

가스의 압력은 발생기의 전기적 형태에 있어 중요한 영향을 끼친다. 모든 설계치에 관계된 운전 압력의 증가는 오존 농도의 감소를 의미하며, 압력 감소는 오존 발생기에 과전압을 초래하는 전기적 절연문제를 의미한다.

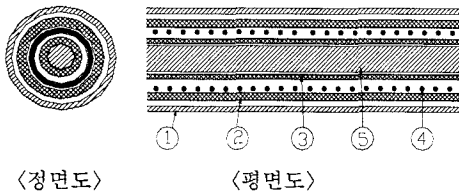
### 2.2.4 전압 및 주파수

일반적으로 오존 산출의 운전 전압은 상용주파 10~12(kV)에서 사용되었으나, 오늘에 와서는 전력의 개발과 더불어 정류기와 인버터로 구성된 전원이 개발됨으로써 오존 발생기는 효과적인 전기공급(2.5~5(kV))과 중주파 500~2000(Hz) 사이에서 운전하게 되었다. 반면 높은 전압이 가해질수록 파과 방전의 위험이 커지며 브러시 방전이 나타날 수도 있다.

## 3. 실험장치

### 3.1 3전극-3갭형 오존발생기

그림 3은 본 실험에서 사용한 3전극-3갭형 오존발생기의 단면도를 나타낸 것으로 기존의 3전극-2갭형 오존발생기에서 ①과 ②사이, ②와 ④사이, ③과 ④사이 한 개의 갭을 추가한 구조이다.



- ① 외부전극(스텐레스 Pipe)
  - ② Pyrex 유리관
  - ③ Pyrex 유리관
  - ④ 중간전극(스텐레스 Wire)
  - ⑤ 중심전극(스텐레스 판)
- 3 Electrode : ①, ④, ⑤  
3 Gap : ①과 ②사이, ②와 ④사이, ③과 ④사이

그림 3 3전극-3갭형 오존발생기의 단면도

### 3.2 오존발생장치의 구성

그림 4는 오존발생기와 원료가스 제습장치 및 온도 조절장치를 장착한 오존발생장치에서의 방전특성 및 오존생성특성을 연구하기 위한 실험장치의 개략도를 나타낸 것이다. 원료가스는 공기와 산소를 제습장치를 거쳐 유출되는 가스에 대해 유량을 조정하면서 오존발생기 내부로 유입하였다. 제습장치로는 흡착식 및 냉동식을 사용하여 오존생성에 영향을 미치는 수분을 제거하여 오존농도 및 수율의 향상을 도모하고 오존발생기의 재질을 보호하는 등의 목적으로 사용하였다.

전원장치는 상용주파변압기에서 발생되는 교류전원을 사용하였으며, 방전전력은 전력량계를 이용하여 방전시에 소모되는 전력을 측정하였다.

방전시의 오존화가스의 농도는 오존모니터를 사용하여 측정하였다.

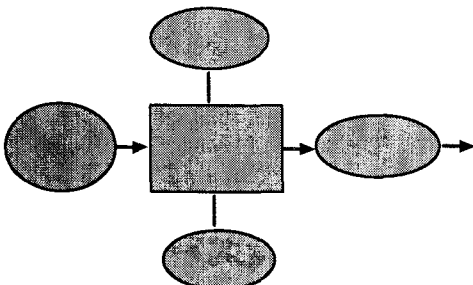


그림 4 3전극-3갭형 오존발생장치의 개략도

## 4. 실험결과 및 고찰

그림 5와 그림 6은 외부전극을 접지하고 중심전극과 중간전극에 전압을 인가한 경우 각각의 유량에서 전압의 변화에 따른 오존생성농도와 수율특성을 갭의 숫자변화에 따라 비교하였다. 그림과 같이 오존의 농도는 외부전극을 접지하고 나머지 2개의 전극에 전압을 인가한 경우 갭의 수를 늘리면 오히려 농도가 감소하는 경향을 보이며, 오존수율은 갭의 숫자증가와 함께 감소하였으나 유량의 증가와 함께 다시 상승하는 경향을 보인다.

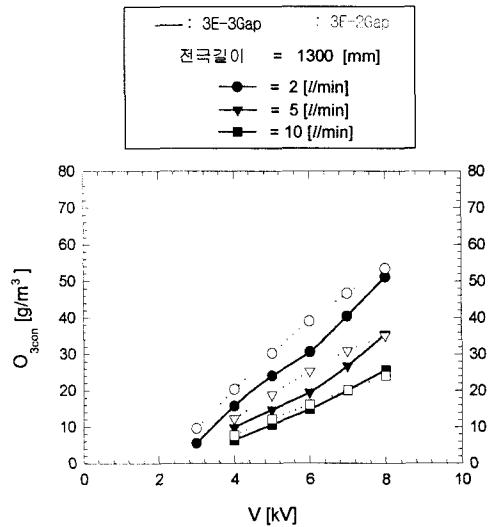


그림 5 외부전극 접지시 갭변화에 따른 오존농도특성

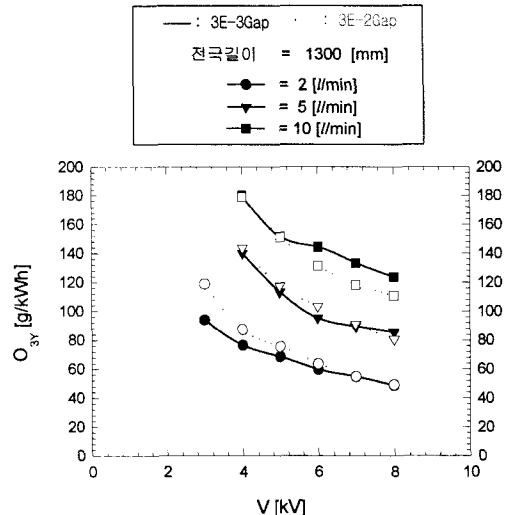


그림 6 외부전극 접지시 갭변화에 따른 오존수율특성

그림 7과 그림 8은 외부전극과 중심전극을 접지하고 중간전극에 전압을 인가한 경우 각각의 유량에서 전압의 변화에 따른 오존생성농도와 수율특성을 갭의 숫자변화에 따라 비교하였다. 그림과 같이 오존의 농도와 수율이 갭의 수를 증가시킨후 모두 향상되는 경향을 보였다.

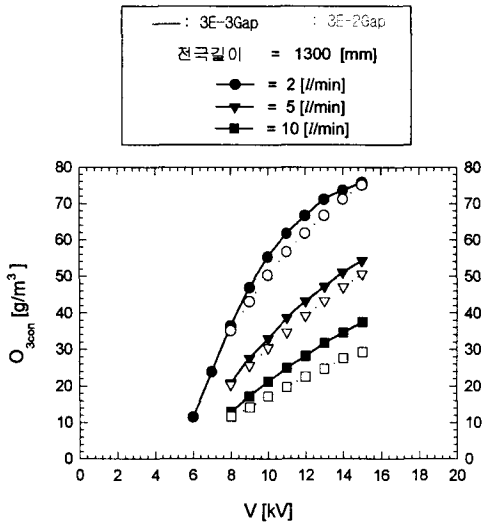


그림 7 외부전극과 중심전극 접지시  
갭변화에 따른 오존농도특성

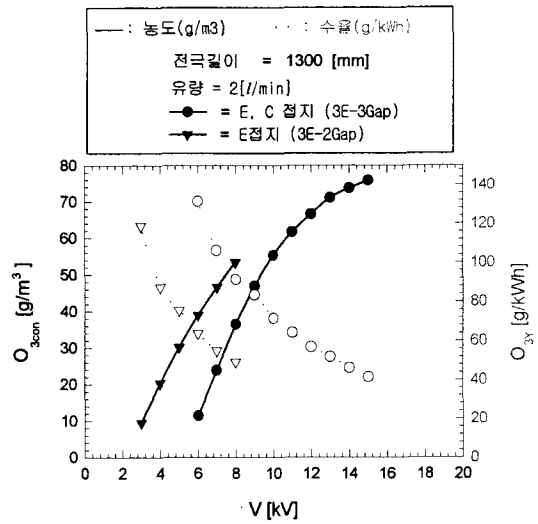


그림 9 갭변화에 따른 오존생성특성

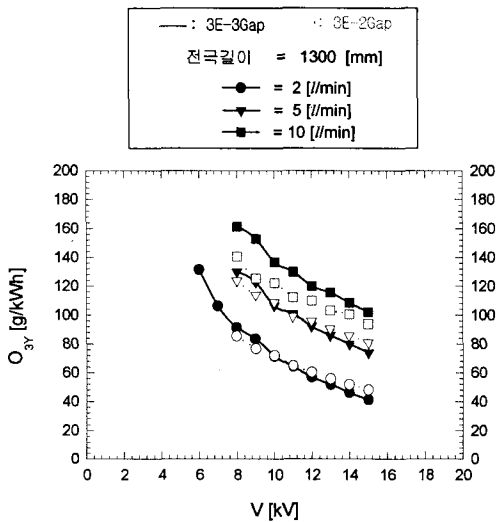


그림 8 외부전극과 중심전극 접지시  
갭변화에 따른 오존수율특성

그림 9는 외부전극을 접지하고 중심전극과 중간전극에 전압을 인가한 경우 향상된 특성을 보인 3전극-2갭의 경우와, 외부전극과 중간전극을 접지하고 중심전극에 전압을 인가한 경우에 향상된 오존생성특성을 보인 3전극-3갭의 경우의 오존생성농도와 수율을 비교하였다.

그림에서와 같이 갭의 수를 늘림에 따라서 일정농도와 수율을 얻기 위한 방전전압은 증가하였지만, 3전극-3갭의 경우가 3전극-2갭의 경우보다 높은 성능의 오존농도와 수율을 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다.

그러므로, 고농도의 오존을 얻기 위해서는 방전을 증첩시키는 3전극-2갭의 오존발생기보다 중간전극만 전압을 인가시킨 3전극-3갭의 오존발생기가 보다 우수한 구조임을 확인할 수 있었다.

## 5. 결론

오존생성특성의 향상을 위해 고안된 3전극-3갭형 오존발생기의 특성을 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 3전극-2갭의 경우 외부전극을 접지하고 중간전극과 중심전극에 전압을 인가한 경우가 외부전극과 중심전극을 접지하고 중간전극에만 전압을 인가한 경우보다 오존생성특성이 우수하였다.

2) 3전극-3갭의 경우 중심전극과 외부전극을 접지하고 중간전극에만 전압을 인가한 경우가 외부전극만 접지하고 중심전극과 중간전극에 전압을 인가한 경우보다 향상된 오존생성특성을 얻을 수 있었다.

3) 3전극-3갭의 경우와 3전극-2갭의 경우를 비교해본 결과 3전극-3갭의 경우가 보다 높은 오존농도와 수율을 얻을 수 있었다.

그러므로, 고농도의 오존을 얻기 위해서는 방전을 증첩시키는 3전극-2갭의 오존발생기보다 중간전극만 전압을 인가시킨 3전극-3갭의 오존발생기가 보다 우수한 구조임을 확인할 수 있었다.

## (참 고 문 헌)

- [1] R. Peyrous, "The Effect of Relative Humidity on Ozone Production by Corona Discharge in Oxygen or Air", *Ozone Science and Engineering*, Vol.12, pp.19 ~ 40(1990)
- [2] 岸田 治夫, "放電重疊法によるオゾン生成の高効率化", *T.IEE Japan*, Vol.117-A, No.11, pp.1103 ~ 1108(1997)
- [3] 이형호, 조국희, "중첩방전형 오존발생기의 오존농도와 수율의 관계", *대한전기학회 경남지구 추계학술발표 논문집*, pp.67 ~ 70, 1998
- [4] 이형호, 조국희, 이광식, "오존발생기를 이용한 고도정수 처리기술 동향 및 전망", *한국조명·전기설비학회 학술발표회 논문집*, pp.242 ~ 244, 1998