

### 중첩방전형 오존발생기에 관한 연구( I )

송 현직★○, 우 성훈○, 이 상근○, 박 원주○, 이 광식○, 이 동인○, 이 동현●  
○ 영남대학교 전기전자공학부, ● 구미전문대학 전기과

### A Study on a Superposed Discharge Type Ozonizer( I )

Hyun-Jig Song★○, Sung-Hun Woo○, Keun-Sang Lee○, Won-Zoo Park○, Kwang-Sik Lee○, Dong-In Lee○,  
Dong-Heon Lee●

○ School of Electrical and Electronic Engineering of Yeungnam University, ● Electricity of Kumi Junior College

**Abstract** - In this paper, a superposed discharge type ozonizer( CISDO ) has been designed and manufactured. CISDO is equipped with three electrodes( central electrode, internal electrode and external electrode ), and it is composed of two gaps. Ozone is generated by overlapping silent discharge, which is respectively came from two gaps. This paper describes the following two characteristics : ① The characteristics of discharge with variation of output voltage of AC H.V source, quality of supplied gas and discharge voltage ② The characteristics of ozone generation with variation of quality of supplied gas, discharge power, operating number.

와 CE 사이의 gap 에서 각각 발생하는 무성방전이 중첩되어 오존이 생성되는 SDO( 이하 CISDO )에 관한 방전특성 및 오존생성특성{ 오존생성농도(  $O_{3con}$  ), 오존발생량(  $O_{3g}$  ) 및 오존생성수율(  $O_{3Y}$  )}을 연구검토하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 관련이론

#### 2.1.1 무성방전형 오존발생기의 방전기구

1~3[mm] 정도의 gap 에 적어도 1개 이상의 유전체가 존재하는 전극간에 교류고전압을 인가할 때에 발생하는 무성방전이 오존발생기에 이용되고 있다. 이때, 방전전압·전류파형은 1주기에 방전구간과 비방전구간( 방전휴지구간 )이 각각 2회씩 존재하게 되고, 방전전류는 正負전압이 최대점에 이를 때까지 흐르다가 인가전압이 正負의 최대점으로부터 강하되면서 전류는 흐르지 않게 된다. 즉, 무성방전은 미세한 pulse 적인 방전의 집합체로 전자가 전극전면상의 다수점으로부터 발생되므로 전자와 원료가스 분자와의 충돌에 의해 발생하는 오존의 화학반응으로써의 유용한 방전이라 할 수 있다.<sup>[5]</sup>

#### 2.1.2 무성방전형 오존발생기의 오존생성기구

원료가스가 산소인 경우, 무성방전형 오존발생기의 오존생성기구는 ① 전자충돌에 의한 산소활성종의 생성, ② 오존생성반응 및 ③ 오존분해반응에 의하여 이루어진다. 이때, 주된 반응식은 식 ( 1 ) ~ ( 4 )와 같다.<sup>[2]</sup>



이때, 고농도·고수율의 오존발생기를 개발하기 위한 제안으로써 무성방전시의 방전전류파형을 위

## 1. 서 론

세계적으로 환경오염에 대한 우려가 증폭되고 있는 현시점에서 오존의 강한 산화력을 이용하여 오염된 대기 및 수질을 정화시키는 장치들이 환경재생용으로 광범위하게 사용되고 있다.<sup>[1][2][3]</sup> 이러한 장치들의 핵심부분인 오존발생기는 기체방전의 원리를 응용한 무성방전형 오존발생기가 널리 이용되고 있다. 그러나, 무성방전형 오존발생기의 오존생성수율은 방전영역에서 발생하는 열손실 및 유전체 손실 등으로 인하여 오존생성수율이 이론치보다 상당히 낮은 것으로 알려지고 있다.<sup>[4]</sup>

이러한 관점에서 1개의 gap 과 2개의 전극을 사용하여 현재까지 활용되고 있는 무성방전형 오존발생기를 개선하여 오존생성의 제특성을 향상시킬 목적으로, 2개의 gap 이 존재하는 방전공간에 3개의 전극( 중심전극( CE ), 내부전극( IE ) 및 외부전극( EE ) )을 설치함으로써 각 gap 에서 발생하는 2개의 무성방전이 중첩되어 오존이 생성되는 구조인 중첩방전형 오존발생기( superposed discharge type ozonizer, 이하 SDO )를 설계·제작하였다. 이때, 본 논문에서는 전극 CE 와 IE 에는 180°의 위상차를 가진 교류고전압을 각각 인가하고, 전극 EE 를 공통접지하하므로써 전극 CE 와 EE 및 전극 IE

상은 동일하지만, 크기가 1/2인 2개의 방전전류로 나눈 후, 한쪽 방전의 위상을 90[°] 진상 혹은 지상 시켜 연속적으로 방전을 발생시키므로서 방전휴지 구간을 짧게하여 오존생성수율을 향상시킬 수 있을 것으로 알려지고 있다.<sup>16)</sup> 이러한 측면에서 본 논문의 CISDO 는 3개의 전극과 2개의 gap 이 존재하여, 180[°]의 위상차를 가진 교류고전압을 각 gap 에 동시에 인가할 때 방전구간이 길어져서 오존생성수율을 향상시킬 수 있는 구조이다.

## 2.2 실험장치 및 방법

### 2.2.1 실험장치

그림 1은 설계·제작한 CISDO 를 사용하여 방전 특성 및 오존생성특성을 연구하기 위한 실험장치의 배치도를 나타낸 것이다. 그림에서 실선은 방전특성을 조사하기 위한 전원장치와 계측장치들을 연결한 회로이며, 점선은 오존생성특성을 연구하기 위한 원료가스 공급장치( 산소 ) 및 계측장치들을 흐르는 산소 및 오존화 가스의 흐름을 나타낸 가스 흐름선도이다.

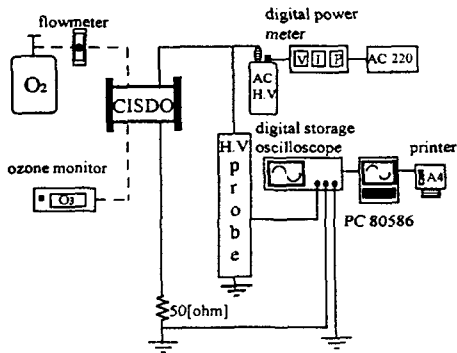


그림 1. CISDO 를 이용한 오존발생장치의 배치도

### 2.2.2 실험방법

CISDO 의 방전특성을 연구하기 위하여 원료가스가 상업용 산소이고 IE 의 두께(  $t$  )가 0.100[mm] 일 때, 전원장치 출력전압(  $V_2$  ) 및 원료가스의 유량(  $Q$  )의 변화에 따른 방전전압(  $V_{de3}$  ) 및 방전전류(  $I_{de3}$  ) 및 방전전력(  $W_{de3}$  )을 측정하였다.

또한, CISDO 의 오존생성특성을 연구하기 위하여 원료가스가 상업용 산소이고  $t$  가 0.100[mm]인 경우  $Q$ ,  $W_{de3}$  및 CISDO 의 개수(  $N_3$  ) 변화에 따른 오존생성농도(  $O_{3con}$  ), 오존발생량(  $O_{3g}$  ) 및 오존생성수율(  $O_{3y}$  )을 측정 및 계산하였다.

## 3. 실험결과 및 검토

### 3.1 CISDO 의 방전특성

그림 2는  $V_2$  및  $Q$  의 변화에 따른  $V_{de3}$  및  $I_{de3}$  특성을 나타낸 것이다.

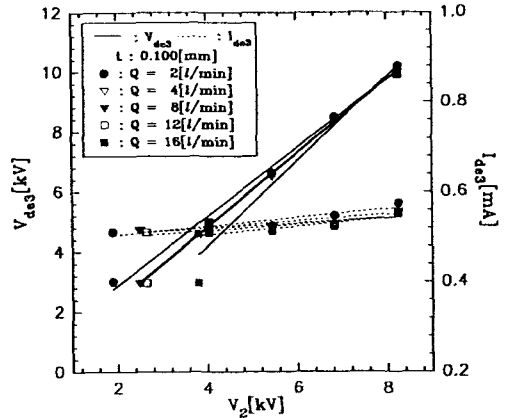
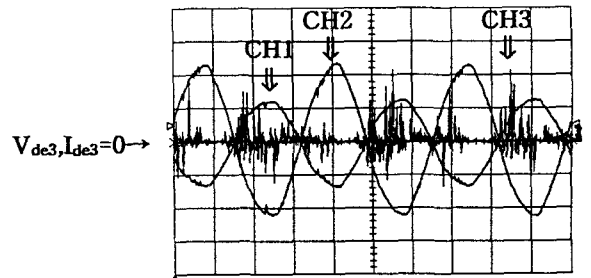


그림 2.  $V_2$  및  $Q$  의 변화에 따른  $V_{de3}$  및  $I_{de3}$  특성  
그림 3은 그림 2에서  $V_{de3} = 10.2$ [kV] 및  $I_{de3} = 0.6$ [mA]일 때의 파형을 측정된 것이다.



CH1:4[kV/div], CH2:4[kV/div], CH3:10[mA/div]  
CH1, CH2, CH3:5[ms/div]

그림 3.  $Q = 2$  [l/min],  $V_{de3} = 10.2$ [kV] 및  $I_{de3} = 0.6$ [mA]일 때의 전압·전류파형

그림 4는  $V_{de3}$  및  $Q$  의 변화에 따른  $W_{de3}$  을 측정된 것이다.

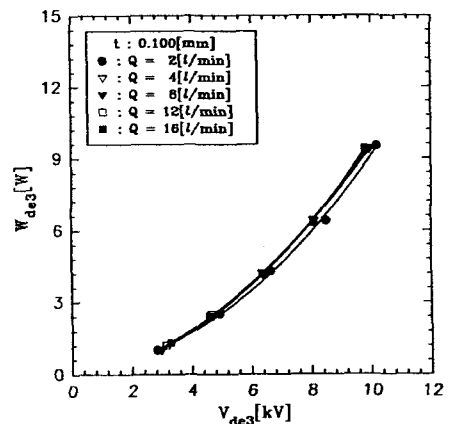


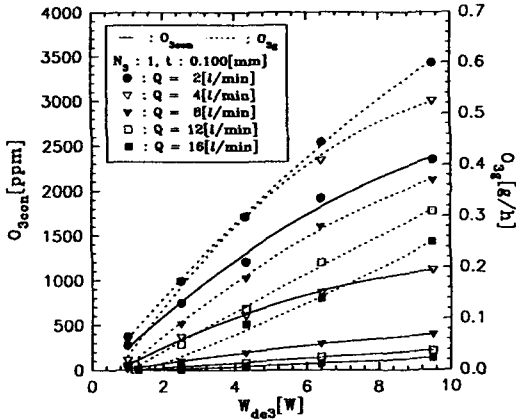
그림 4.  $V_{de3}$  및  $Q$  의 변화에 따른  $W_{de3}$  특성

### 3.2 CISDO 의 오존생성특성

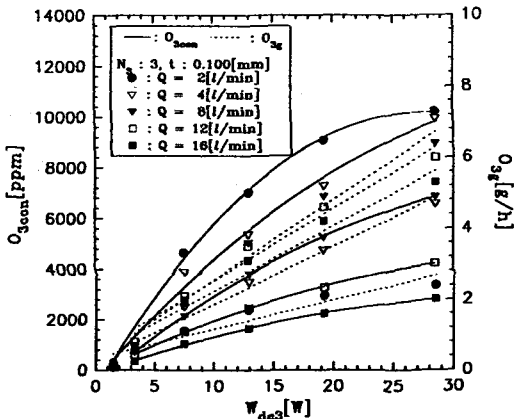
#### 3.2.1 방전전력-오존생성농도·발생량특성

그림 5의 ( a ) 및 ( b )는 CISDO 의  $N_3$  가 각각 1 및 3일 때,  $W_{de3}$  및  $Q$  의 변화에 따른  $O_{3con}$

및  $O_{3g}$  를 측정 한 것이다.



( a )  $N_3 = 1$

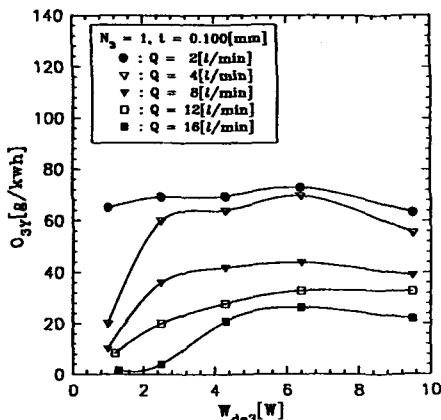


( b )  $N_3 = 3$

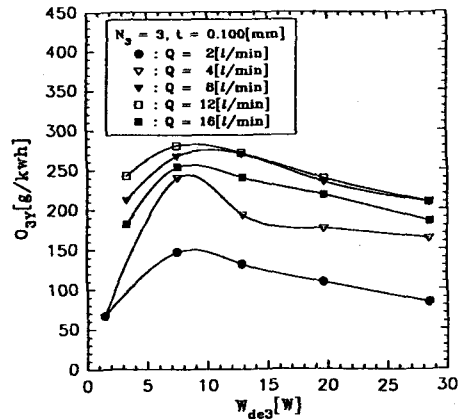
그림 5.  $N_3 = 1$  및 3일 때,  $W_{de3}$  및  $Q$  의 변화에 따른  $O_{3con}$  및  $O_{3g}$  특성

### 3.2.2 방전전력-오존생성수율특성

그림 6의 ( a ) 및 ( b )는  $N_3$  가 각각 1 및 3일 때,  $W_{de3}$  및  $Q$  의 변화에 따른  $O_{3Y}$ 를 나타낸 것이다.



( a )  $N_3 = 1$



( b )  $N_3 = 3$

그림 6.  $N_3 = 1$  및 3일 때,  $W_{de3}$  및  $Q$  의 변화에 따른  $O_{3Y}$  특성

## 4. 결 론

본 논문에서는 무성방전의 증첩을 이용한 증첩방전형 오존발생기( CISDO )를 설계·제작하였다. 이때, 상업용 산소를 원료가스로 사용하여 ① 전원장치의 출력전압(  $V_2$  ) 및 원료가스의 유량(  $Q$  )변화에 따른 방전특성, ②  $Q$ , 방전전력(  $W_{de3}$  ), 및 SDO 의 개수(  $N_3$  ) 변화에 따른 오존생성특성을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. ( 1 ) 방전전압(  $V_{de3}$  ), 방전전류(  $I_{de3}$  ) 및 방전전력(  $W_{de3}$  )은  $V_2$  에 비례하였다. ( 2 ) CISDO 의 전류 pulse 가 역극성의 전압이 최대점에 이를 때까지 正負가 동시에 발생되어 무성방전의 증첩이 활발하게 형성되는 것을 확인할 수 있었다. ( 3 ) 오존생성농도(  $O_{3con}$  )는  $W_{de3}$  및  $N_3$  에 비례하고  $Q$  에는 반비례하였다. 그 결과 최대  $O_{3con}$  으로 10208[ppm]을 얻을 수 있었다. ( 4 ) 오존발생량(  $O_{3g}$  )은  $W_{de3}$  및  $N_3$  에는 비례하고  $Q$  의 변화에 따라서는 극대점이 존재하였다. ( 5 ) 오존생성수율(  $O_{3Y}$  )은  $N_3$  에 비례하고,  $W_{de3}$  및  $Q$  의 따라서는 극대점이 존재하였다. 그 결과 최대 280[g/kwh]의  $O_{3Y}$  를 얻을 수 있었다.

## [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] 杉光英俊, “オゾンの基礎と應用”, 光琳, 1996
- [3] H.J.Song, K.S.Lee, D.I.Lee, “A study on the high voltage nozzle type ozonizer”, Pro. of the 11th International Conference on Gas Discharges and Their Applications, Vol.2, pp.320 ~ 323, 1995
- [4] 岡崎辛子, “オゾン利用の新技術”, 三秀書房, pp. 119 ~ 130, 昭和61年
- [5] 山部長兵衛, “オゾンの發生技術”, 電學論D, 114 卷4號, 平成6年
- [6] 宋 炫直, “증첩방전형 오존발생기의 특성과 환경개선에 관한 연구”, 博士學位論文, 1997