

펄스전원을 이용한 오존발생특성

조국희*, 김영배, 이홍식, 김학규, 이종민
한국전기연구원 전기물리그룹, (주) 아토테크

Ozone Generation Characteristics with Pulse Power Supply

Kook-Hee Cho*, Young-Bae Kim, Hong-Sik Lee, Hag-Gyu Kim, Jong-Min Lee

Koera Electrotechnology research Institute, Atto Tech Co, Led.

배관이나 방전관 내부에 잔존하는 오존화 가스를 시스템 외부로 방출하기 위한 것이다.

Abstract - Recently deep interests have been paid on the effective generation of ozone, which has been widely used for water treatment, deodorization, color removal and chemical processing of exhausted smoke.

The silent discharge reaction has been proposed as the most effective in the many ozone generation methods by electric discharge, because silent discharge excel others in the condition of high ozone generation yield and low power consumption.

In this paper, ozone water generated system measure with silent discharge characteristics and pulsed power supply.

1. 서 론

현대 사회가 급속히 발전함에 따라 인구의 도시집중화에 따른 환경오염문제가 심각히 대두되고 있으며, 이를 해결하기 위해 각 분야에서 상당한 노력을 기울이고 있다. 또한 국내하천 및 호수 등의 수질이 공장폐수, 농경지 및 골프장 유출수 등에 의해 심각화 되고 있으며, 소량이지만 원수중의 유기화합물 때문에 저수지의 부영양화 현상, 조류 및 악취 등이 많이 발생되어 상수도 정수처리에 어려움을 겪고 있는 실정이다. 전기방전을 이용한 오존발생방법에는 무성방전을 비롯하여, 연면방전 그리고 스트리머 코로나방전등의 다양한 방법이 있으며, 각각의 방전방식에 따라 에너지 효율 및 오존수율향상에 관한 연구가 시행되어 왔으나, 현재까지의 연구결과 중 무성방전에 의한 오존발생방법이 가장 효율적인 방법 가운데 한가지로 제안되고 있으며, 공업적으로도 많이 이용되고 있는 실정이다. 본 연구에서 오존수 제조장치에 사용되는 방전관은 무성방전을 채택하였으며, 또한 효율적인 오존생성을 위해 오존발생기에 인가되는 전원을 펄스전원으로 사용함으로써 오존생성특성에 미치는 영향을 연구하였다.

2. 본 론

2. 1 오존수 제조장치의 구성 및 원리

그림 1은 오존수 제조장치의 원리를 설명하기 위한 블록도를 나타낸 그림이다.

원수가 투입되면, 원수의 수압으로 인하여 수압제어스위치를 가동하게 되고, 이 수압제어 스위치는 전원 시스템과 냉각 팬 및 소형펌프에 전원을 공급하게 된다. 이로 인하여 오존발생기에는 원료가스인 공기와 고주파 펄스전원이 인가되어 오존을 생성하게 되며, 오존발생기 내에서 생성된 오존은 인젝터를 통하여 원수와 혼합하게 된다. 원수의 투입이 중단되면, 수압제어스위치는 가동을 멈추게 되어 오존발생기 및 냉각 팬에 전원이 중지되나 오프딜레이 타이머와 연결된 소형펌프는 설정 치인 일정 시간 후에 동작을 멈추게 된다. 이는 오존수 제조장치의

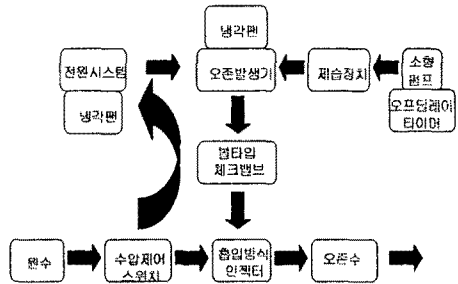


그림 1. 오존수제조장치의 블록도

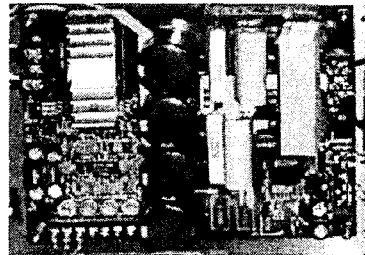


그림 2. 오존수 제조장치의 전원기판사진

그림 2는 본 오존수 제조장치에 실제 사용된 기관으로 IGBT를 이용한 bipolar 펄스형으로 인가전압은 9 [kV]이며, 사용주파수는 12[kHz]이상이다.

2. 2 실험장치 및 방법

그림 3은 오존수 제조장치의 오존발생기의 특성을 알아보기 위한 실험장치의 개략도 이다.

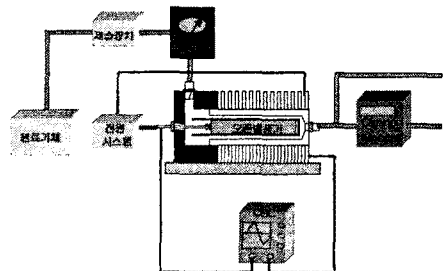


그림 3. 실험장치의 개략도

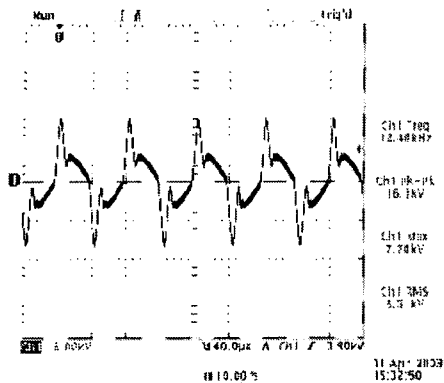


그림 4. 실측한 전압파형

그림 4는 전원장치의 전압 파형을 오실로스코프로 실측한 파형을 나타내고 있다. 이 파형은 아래 그림 5의 방전관에 인가되어 오존을 생성하게 된다.

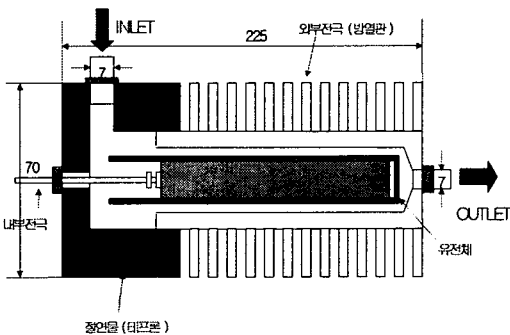


그림 5. 오존발생기

그림 5는 본 실험에서 사용된 방전관으로 동축 원통형 구조로 외부접지 전극은 방전 시 발생하는 방전공간의 온도를 줄이기 위해 방열판 모형으로 구성하였고, 중심 전극은 원통형 유전체 내부에 구리 테이프를 취부하여 인가하였으며, 방전관의 전체길이는 226, 225 [mm], 방전유효길이는 161, 120 [mm]로 하였다. 오존발생관 내부로 주입되는 원료가스는 공기를 사용하였고, 방전관의 부하전압을 알아보기 위해 고압 probe(Tektronix P6015A)를 오실로스코프에 연결하였다. 또한 생성된 오존의 농도의 정확한 측정을 위해 오존발생기내에서 발생한 오존화 가스를 규칙적인 시간마다 0.5~2 [ℓ/min]을 샘플링 하여 자외선 흡수방식의 기상용 오존모니터를 사용하였다.

2.3 실험결과 및 고찰

본 연구에서는 오존수 제조장치 내의 오존발생기의 최적 특성 조건을 찾기 위한 실험으로 pd에 따른 방전개시전압에 의해 확인함으로써 방전관 내에 원료가스를 공급하는 소형펌프의 용량을 설정할 수 있었다.

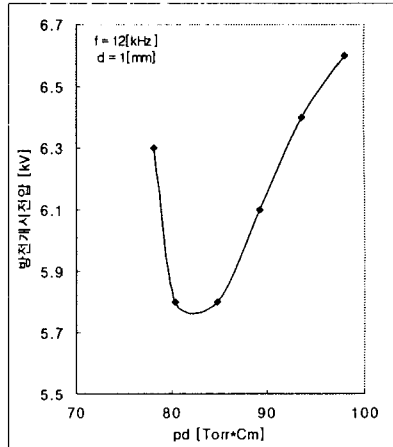


그림 6. pd에 따른 방전개시전압

그림 6은 주파수와 전극간 거리를 일정하게 두고, 유량에 따른 압력을 단계적으로 상승시켜 측정하였다. 유량이 2~2.5 [ℓ/min]일 때, pd의 값은 85 [Torr·cm]로 측정되었으며, 이때의 방전개시전압은 5.8 [kV]이고, 유량의 변화에 따라 pd의 값이 90 [Torr·cm]일 때, 6.4 [kV]이다. 따라서 유량이 커짐에 따라 방전개시전압도 상승하는 것으로 나타났다.

표 1과 같은 두 형태의 방전관을 오존수제조장치에 설치하여 오존농도 및 수율을 측정하였다.

표 1. 방전관 규격 단위 : [mm]

	유전체직경	방전관길이	방전유효길이
A type	22	225	161
B type	50	226	120

그림 7과 그림 8은 기상온도에 따른 기상오존농도와 용존오존농도를 측정된 결과이다. 그래프에서 알 수 있듯이 B type의 방전관이 삽입된 오존수제조장치가 기상오존농도 및 용존오존농도 또한 높게 나타나는 것으로 관찰되었고, 두 그래프의 경향은 거의 동일함을 알 수 있었다.

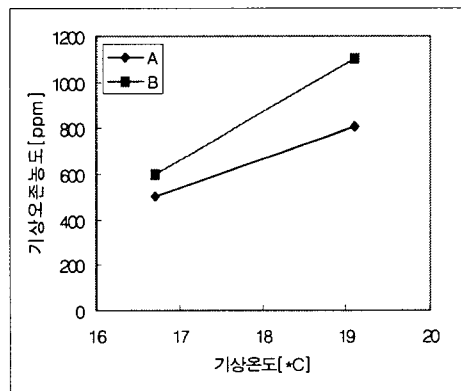


그림 7. 기상온도에 따른 오존농도

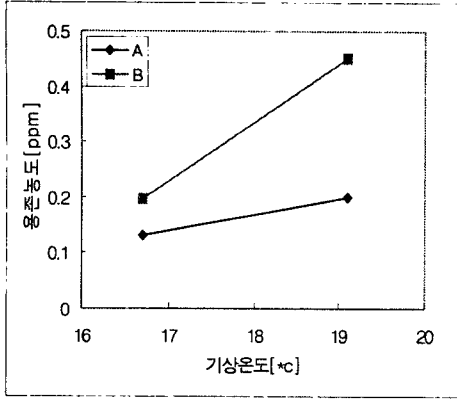


그림 8. 기상온도에 따른 용존오존농도

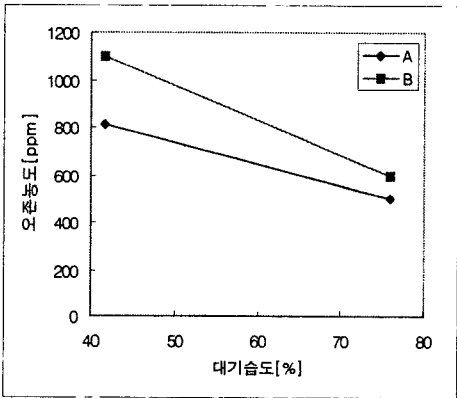


그림 9. 대기습도에 따른 오존농도

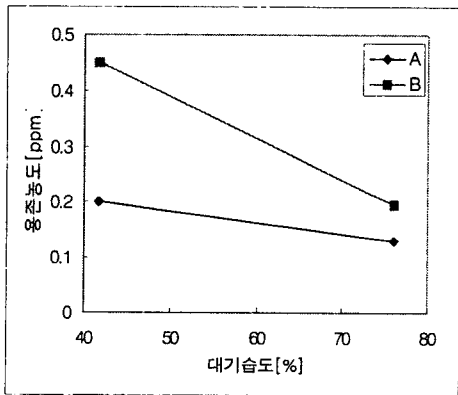


그림 10. 대기습도에 따른 용존오존농도

그림 9와 그림 10은 대기습도에 따른 기상오존농도와 용존오존농도를 실험한 결과로서 대기습도가 증가함에 따라 기상오존농도 및 용존오존농도가 모두 감소함을 관찰할 수 있었다. 이는 습도가 증가함에 따라 오존을 생성하는 전자의 속도를 저하시켜 전자가 가지는 에너지를 감소시킴으로서 나타나는 결과로 사료된다.

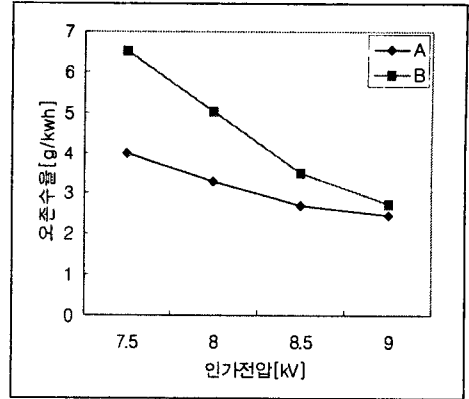


그림 11. 인가전압에 따른 오존수율

그림 11은 두 가지 방전관의 오존수율을 나타낸 결과이다. 오존수율은 아래와 같은 식으로부터 산출되었다.

$$\begin{aligned} \text{오존발생량 [g/hr]} &= \text{오존농도 [g/m}^3\text{]} \times \text{유량 [l/min]} \\ \text{수율 [g/kwh]} &= \text{오존발생량 [g/hr]} / \text{소비전력 [w]} \end{aligned}$$

그림 11에서도 알 수 있듯이 B type 방전관의 최대수율은 약 6.5 [g/kwh]이며, A type 방전관의 최대수율은 약 4 [g/kwh] 였다. 유전체의 직경이 큰 B type의 방전관의 오존발생량이 A type 보다 높게 나타났으며, 이는 유전체의 직경이 커짐에 따라 방전공간에서의 온도상승을 억제하는 것으로 사료된다.

3. 결 론

본 논문은 오존수제조장치의 안정적 운영을 위한 연구로 실험결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

(1) 오존발생기내부에 유입되는 최적의 원료가스량을 얻기 위해 pd에 따른 방전개시전압으로 나타내었고, 그 결과 약 2~2.5 [l/min]에서 방전개시전압이 가장 낮게 나타났다.

(2) 서로 다른 두 형태의 오존발생관에 고전압 고주파의 펄스전원을 인가하여 대기온도와 대기습도의 조건에 따라 실험한 결과 방전공간이 큰 B type의 방전관이 방전공간이 작은 A type의 방전관 보다 기상오존농도 및 용존오존농도가 높게 나타났다.

(3) 오존수율 면에서는 A type 보다 B type의 방전관이 약 2.5 [g/kwh] 이상 더 높은 수율을 나타내었고, 이는 방전관 내에 삽입된 유전체의 직경이 커짐에 따라 방전공간 내의 온도상승을 억제시켜 나타난 결과로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1]. 조국희, 김영배 "증척방전형 오존발생기의 오존농도와 수율의 관계" 대한전기학회 추계학술발표논문집 pp.67~70. 1998.
- [2]. Yoshihiro Konishi, "A Novel Silent Discharge Type Ozonizer using Pluse Density Modulated High Frequency Inverter", IEEE pp.764~772, 1999.
- [3]. A. Chakrabarti, A. Mizuno, "Gas Cleaning with Semi-Wet type Plasma Reactor", IEEE Trans, on IA, Vol. 31, No. 3, pp.500~506, 1995.