

진행파펄스전압을 이용한 오존 발생장치 개발을 위한 기초 연구 (II)
 A Parametric Study of High Intensity Ozonizer Using
 Travelling Wave Pulse Voltage

본 제 의
 인 화 속
 림 광 식

경북대 공대 전기공학과
 경북대 사대 생물교육과
 경북대 교육대학원 물리학과

1. 서 론

오존발생기는 1857년 W. von Siemens에 의해 개발된 이래 전력효율이 5% 정도의 매우 낮은 것이 최대의 문제로 그 개선을 위한 수많은 연구가 수행되어왔다.⁽¹⁻⁶⁾ 특히 최근에 들어 J. Salge 등에 의하면 입상시가지 빠른 교류전압을 사용하는 것이 유효하며, ⁽⁴⁻⁵⁾ ~~정동~~ 정동에 의하면 극단펄스진행파전압을 사용함이 유효하다는 것이 확인되었다.⁽⁶⁾

그러나 Salge 등에 의한 방법은 그 오존발생장치의 구조가 무심방전형인 콘덴서부하로서 대형의 공업용이 되면 공간용량이 커져서 문제가 되며, 정동에 의한 방법도 진행파펄스전압이 코로나선을 따라 진행하므로 첨두전압치가 크게 소모되어 효율이 감소되며 장치의 크기에 비한 효율이 낮은 결점이 있다.

본 보고는 '극단펄스진행파전압을 이용한 고효율의 소형 오존발생장치를 개발하기 위하여 이미 수행한 기초연구결과⁽⁷⁾를 토대로 하여 오존발생에 관여하는 각 파라미터들 즉 인가 펄스전압의 파고치, 스파크갭의 크기, 원로공기의 유량, 펄스전압형성본덴서의 용량, 코로나전극간격, 입력 및 출력임피던스 등의 영향을 검토한 결과들이다.

2. 실험장치 및 방법

2-1 실험장치

그림 1은 본 실험에 사용된 장치 및 전원 회로도로서 직류전원부, 펄스형성부, 펄스발생부, 펄스급전부 및 오존발생장치로 구성되어 있다.

펄스발생용 모터는 직류감속모터 (1800rpm)를 사용했으며, 발생펄스는 60 Hz의 정극성펄스만으로 고정하여 실험했으며, 스파크갭은 전

극으로는 2조의 스테인레스관구 (직경이 19mm)를 이용했으며, 급전선으로는 고전압케이블 ($Z=50\Omega$, 2m long)을 사용했다. 그림 2의 오존발생장치는 내부로 코로나전극 ($d=30\text{mm}$)과 외부 스테인레스접지전극 ($D=49, 56.5, 61.5\text{mm}$)

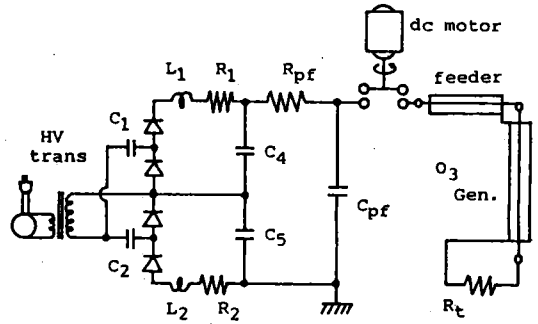
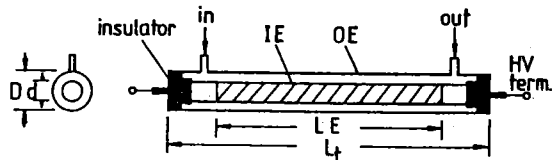


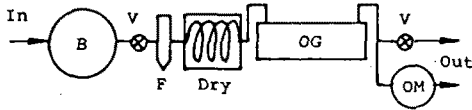
Fig 1. Test system circuit with a pulse generator.
 $(C_1=C_2=0.025\mu\text{F}, C_{pf}=330\text{pF}, C_4=C_5=1700\text{pF}, L_1=L_2=20\text{mH}, R_1=R_2=2.5\text{M}\Omega, R_{pf}=1\text{M}\Omega)$



in: air inlet out: air + O₃ outlet,
 OE: outer electrode LE: effective IE length
 Lt: total OE length IE: inner electrode
 D: diam of OE, d: diam of IE

Fig 2. Schematic of O₃ generator.

$(d=30\text{mm}, D=49, 56.5, 61.5\text{mm}, LE=90\text{cm}, L_t=110\text{cm})$



In:air inlet Out:air+O₃ outlet
 V:valve Dry:air dryer
 OG:O₃ generator Biblower
 OM:O₃ monitor Fiflowmeter

Fig 3. Flowsheet of O₃ generator.

으로 구성되어 있다. 내부 코로나전극은 스테인레스 피선 (0.1mmt, 5mmwidth, 3mlong, 측면은 2mm 의 톱날형) 을 사용하였으며, 또 피선의 유효길이를 크게 하기 위하여 나선형으로 감아서 사용했다. 그림 3은 실험장치의 가스 (공기) 유통도로서 본 실험에서는 공기건조기 (dryer) 는 작동시키지 않았으며 원료공기유량은 4 l/min로 하여 상온상압상습도 (12±6°C, 1atm, 70±15%RH) 하에서 수행되었다.

2-2 오존함량측정

가스중의 오존함량측정은 화학적 방법인 측정법을 사용하였으며, (8) 단위는 vol ppm 을 사용하였고 최대오차는 ±30 vol ppm 정도이다.

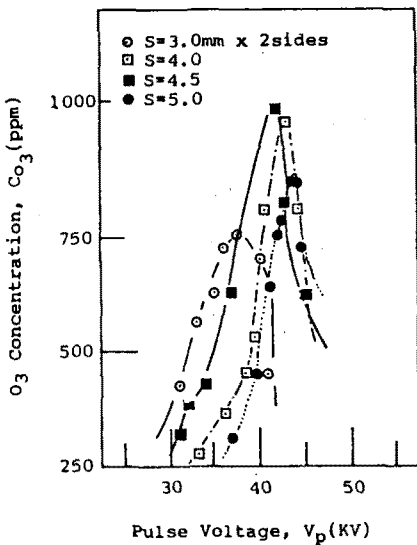


Fig 4. O₃ - V_p, S_{spark} Characteristics. (C_{pf}=330pF, D=49mmφ)

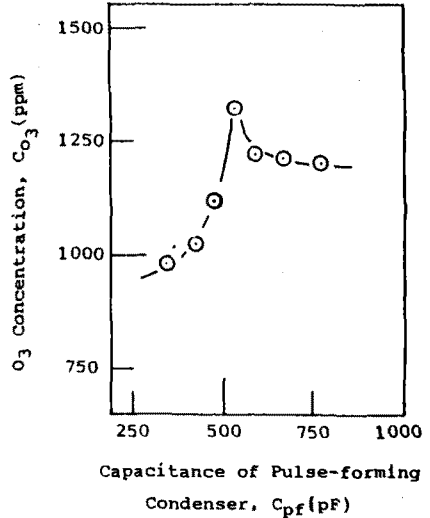


Fig 5. O₃ - C_{pf} Characteristic. (V_p=38-42KV, D=49mmφ, S_{spark}=4.5mm x 2sides)

3. 실험결과 및 고찰

그림 4는 인가첨두펄스전압크기에 따른 발생 오존농도 특성을 스파크방전간극간의 간격을 변수로하여 그린것이다. 발생오존량은 인가 전압의 증가에 따라 최대치를 가지며, 스파크 방전간극간의 간격 변화에 따라최대치를 가짐을 보여 준다. 본 실험의 경우 스파크 방전간극 간격이 4.5 mm 일때, 인가펄스 전압의 첨두치가 42 kv 일때 1000 ppm 정도의 가장 많은 오존농도를 나타냈다.

그림 5는 펄스형성콘덴서의 용량변화에 따른 발생오존량 변화특성으로, 530 pF 에서 발생오존량이 최대값을 갖는 것을 보여준다.

따라서 이 이후의 실험은 펄스형성콘덴서의 용량을 530 pF 로 고정하였다. 그림 6은 오존발생장치내부를 통해 흐르는 공기유량 변화에 따른 발생오존량 변화특성으로 공기유량 증가에 따라 발생오존농도는 급격히 감소함을 보여준다. 그러나 유량이 4 l/min 을 기준으로 하여 비교 했을때 발생된최대오존량은 원료공기유량이 증가함에 따라 증가함을 보여 주는데, 이는 공기유량증가에 따른 전극의냉각효과 증대로 말미암아 장치내의 오존해리작용이 감소하기 때문으로 판단된다.

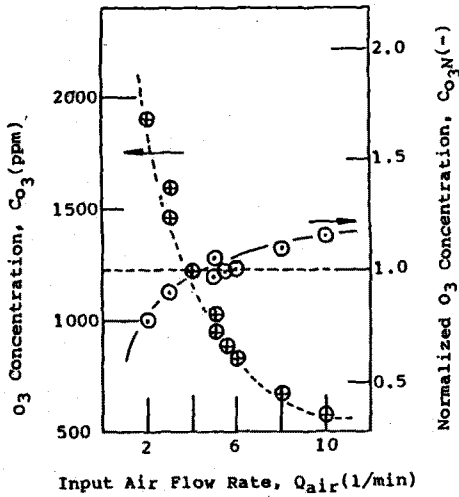


Fig 6. $Co_3, Co_3N - Q_{air}$ Characteristics.
($V_p=42KV, C_{pf}=530pF, D=49mm,$
 $S_{spark}=4.5mm \times 2sides$)

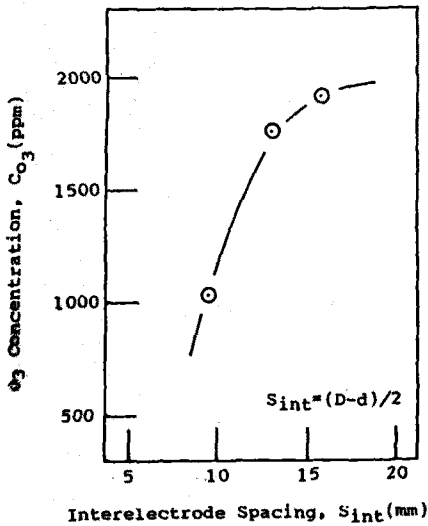


Fig 7. $Co_3 - S_{int}$ Characteristic.
($S_{spark}=4.5-5.0mm \times 2sides,$
 $V_p=47-51KV, C_{pf}=530pF$)

그림 7은 외부접지전극의 직경 변화 ($D = 49, 56.5, 61.5mm$)에 따른 오존발생량 변화 특성을 나타낸 것으로 직경이 클수록 발생오존량도 크짐을 보여준다. 따라서 외부 전극 직경은 발생오존량이 큰 $D=61.5mm$ 로 고정하여 이 이후의 실험을 수행하였다.

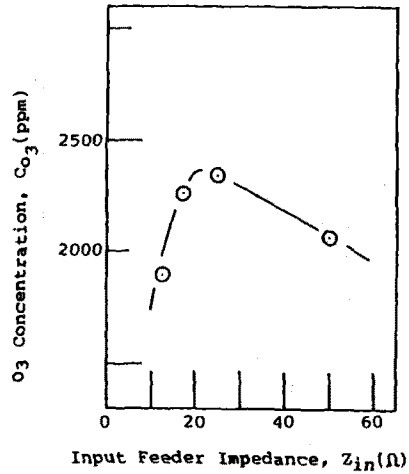


Fig 8. $Co_3 - Z_{in}$ Characteristic.
($V_p=50KV, C_{pf}=530pF, D=61.5mm,$
 $S_{spark}=5.0mm \times 2sides$)

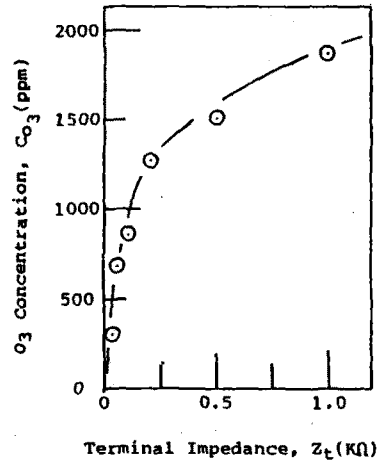


Fig 9. $Co_3 - Z_t$ Characteristic.
($V_p=47KV, C_{pf}=530pF, D=61.5mm,$
 $S_{spark}=5.0mm \times 2sides$)

그림 8은 인가펄스전압입력용 급전선의 임피던스 변화에 따른 오존발생량 변화특성을 그린 것으로 2개의 급전선을 병렬로 연결할때 ($Z_{in}=25\Omega$)에 발생오존량이 최대인것을 보여준다. 그림 9는 종단 임피던스 변화에 따른 발생오존량 변화특성으로 종단접속 임피던스가 클수록 발생오존량이 증대함을 보여준다. 이는 종단에서 반사되어 오는 펄스도 오존발생에 유효하게 쓰임을 암시해준다.

4. 결 론

구단펄스전압을 인가한 원통형 오존발생장치 개발을 위한 기초연구로서 오존발생에 관여하는 각종 파라미터들의 영향을 조사검토한 결과 다음과 같은 결론이 얻어졌다.

오존발생량은 인가펄스전압의 첨두치증가에 따라 최대값을 가지며, 또 펄스발생용 장치의 스파이크값 간격 변화에 따라서도 오존발생량은 최대값을 가짐이 확인되었다. 펄스형성본덴서의 용량 증가에 따른 발생오존량의 변화도 공진특성을 나타내며 어떤용량값(본 실험에서는 $C_{PF}=530pF$)에서 최대값을 가지며, 이 용량값의 전후값에서는 급격히 감소함을 나타내었다. 또 원료공기유량의 증가에 따라서는 발생오존 농도는 급격히 감소하나, 절대발생오존량은 조금씩 증가함을 나타내었다.

동일 내부 전극조건에서의 외부접지전극의 직경의 증대에 따라 발생오존량은 급격히 증대했으며, 입력 급전선의 최적조건은 동축케이블을 2선을 병렬접속 했을 때 또 출력 종단 부하임피던스는 클 수록 발생오존량이 증가됨을 보였다.

끝으로 연구비를 지원해 준 한국과학재단과 오존발생량 측정에 많은 도움을 준 경북대 화학교육과 조교수 이선행박사, 대학원생 변성구군 과 홍순미양, 그리고 장치제작 및 실험수행에 크게 수고한 경북대 공대 전기공학과 김창수, 권용준, 박성욱 계군에게도 깊은 감사함을 드린다.

참 고 논 문

1. 본재덕; 오존발생장치의 최근의 연구개발동향, 대한전기학회지, 33.8 (1984) 495 - 503
2. 본재덕외; 세라믹을 사용한 이온 및 오존 발생용 전극판넬, 일본정전기학회강연논문집 (1983) 22 pc 17
3. 일본부성 과학연구비 총합연구 (A, B); 오존발생기의 고효율화와 오존반응의 환경과학적 적용성에 관한 연구, 방전 연구회 No80 (1980), No 90 (1982), No95 (1983)
4. J. Salge et al; Characteristics of Ozonizers Supplied by Fast Rising Voltage, Proc. 6th Int'l Conf. on Gas Discharge and Their Applications (Sept 8-11, 1980)
5. J. Salge et al; Parameters Influencing the Synthesis of Ozone in Electrical Discharge, Proc. 5th Int'l Symposium on Plasma Chemistry (Aug. 10-14, 1981)
6. S. Masuda et al; High Efficiency Ozonizer Using Travelling Wave Pulse Voltage, IEEE/IAS annual Meeting (Oct. 1984)
7. 본재덕외; 진행파펄스전압을 이용한 오존발생장치 개발을 위한 기초연구, 대한전기학회 춘계 방전 및 고전압분야 학술연구발표회 논문집, No 17 (1985) 28 - 30
8. 오카자키 사치코외; 오존의 측정방법, 일본정전기학회지, 7, 3 (1983) 176 - 183.