

Effects of Corona Electrode Shape and Discharge Gap Spacing on Ozone Concentration

朴勝祿* · 李在璨** · 鄭成珍*** · 文在德[§]

(Seung-Lok Park · Jae-Chan Lee · Sung-Jin Jung · Jae-Duk Moon)

Abstract - Ozone has been widely applied to many industrial fields because of its strong oxidation power. Therefore, the studies have been carried out for the methods on an effective and high concentration ozone generation. The silent or surface discharge type ozone generators have been mainly used for high concentration ozone generation in many fields of applications. But these two types of ozone generators have shortcomings to be improved. In this study, the ozone generator which improved the shortcomings of above ozone generators was proposed and fabricated for the high concentration ozone generation. And the proposed ozone generator could generate the surface and barrier discharge simultaneously. For this purpose, a mesh type discharge electrode was proposed and studied as a function of the widths and spacings of mesh electrodes and gap spacings between the dielectric barrier and mesh electrode. As a result, the output maximum ozone concentration of 2.96[vol%] was obtained at 5.6[kV], 830[mA], for 0.3[mm] width and 0.8[mm] vacancy of the mesh electrode and gap spacing of 0.65[mm] respectively.

Key Words : Silent Discharge, Surface Discharge, Mesh Electrode, Width of Mesh Electrode(WM), Vacancy of Mesh Electrode(VM), Gap Spacing(S), Barrier Discharge

1. 서 론

오존(O₃)은 강력한 산화력을 가지고 있어서 상수처리[1], 폐배수처리[2,3], 식품의 살균 및 보관[4], 나아가 반도체 제조공정의 포토레지스터의 식각[5,6]에 이르기까지 폭 넓게 적용되고 있다.

종래의 오존발생장치는 주로 무성방전이나 또는 연면방전이 오존을 발생시키는 방법으로 사용되어왔다. 무성방전형 오존발생장치[7,8]는 2개의 평행평판간에 유전체 장벽을 설치하고 두 전극간에 교류전압을 인가함으로써 유전체장벽상에 축적된 전하에 의한 마이크로 방전을 유발하여 효과적으로 오존을 발생시키는 것이었다. 따라서 구조가 간단하여 가격이 저렴하므로 현재 가장 많이 실용되고 있는 오존 발생장치 중의 하나이나, 장치구조상 방전공간에서 오존이 생성되므로 고에너지 입력밀도를 갖는 고농도의 오존발생용으로는 충분하지 못하다. 한편, 연면방전형 오존발생장치[9,10]는 무성방전과는 다르게 선미형의 방전전극을 유전체 장벽위에 공간간격(空間間隔)없이 바로 설치함으로써 전극의 연면에서 발생하는 방전을 이용한 것으로 방전전극이 세라믹 유전체장벽의 표면에 부착되어 있어서 효과적인 글로우방전을 발생유지시킬수 있을 뿐만 아니라 냉각효과도 크기 때문에 오존발생효

율이 높고 또한 고농도의 오존발생이 가능하나, 선미형방전전극을 ceramic상에 스크린 프린트하여 같이 1200℃로 소성하여 만들기 때문에 장치의 구조나 제조공정이 복잡하여 제조가격이 고가인 단점이 있다.

한편, 방전전극의 연면과 유전체장벽상에서 공간으로 진전방전하는 무성방전을 동시에 발생시킬 수 있는 구조가 제안된다면 이는 매우 효과적으로 오존을 발생시킬 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 방전전극으로 그물코를 갖는 그물방전전극을 유전체장벽상의 근접 공간에 설치하여 유전체 장벽하부에 밀착한 평판 전극간에 교류고전압을 인가하는 구조의 오존발생장치를 제안하였다. 이와 같은 구조는 강력한 전계를 그물전극의 연면에 발생시켜서 연면방전을 유발시킬 수 있고 또한 유전체 장벽상에 축적된 전하에 의한 공간상의 무성방전도 동시에 발생시킬 수 있는 구조의 중첩형 오존발생장치로서 작동할 수 있을 것으로 사료되어 그물방전전극의 형상과 방전전극과 유전체 장벽간의 방전공격이 오존발생에 미치는 영향을 실험적으로 연구조사한 결과이다.

2. 실험장치 및 방법

그림 1은 본 실험에 사용된 중첩형 오존발생장치의 개략도를 나타낸 것으로 제안한 오존발생장치, 구형과 고전압을 공급할 수 있는 전원장치(HV source), 오존발생기에서 발생하는 열을 냉각하기 위한 냉각장치(chiller), 오존발생기내에 산소를 공급할 수 있는 산소공급장치(oxygen bombe), 발생된 오존량을 측정하기 위한 오존모니터(ozone monitor)로 구성되어 있다.

* 正 會 員 : 慶北大 工大 電氣工學科 博士修了
 ** 正 會 員 : LG 電子, 디지털PDP事業部 開發室
 *** 正 會 員 : 유니셈(주) 附設研究所
 § 正 會 員 : 慶北大 工大 電子電氣工學部 教授 · 工博
 接受日字 : 2001年 1月 29日
 最終完了 : 2001年 4月 9日

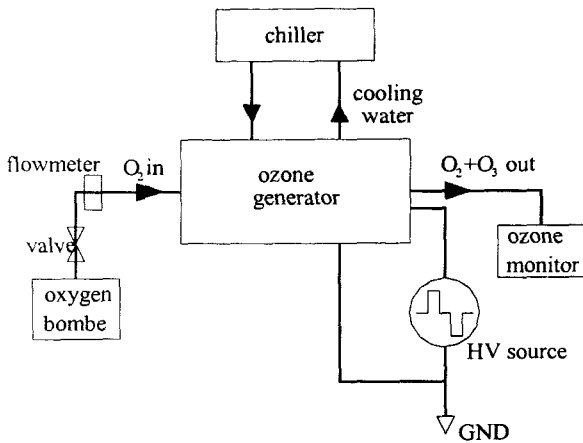
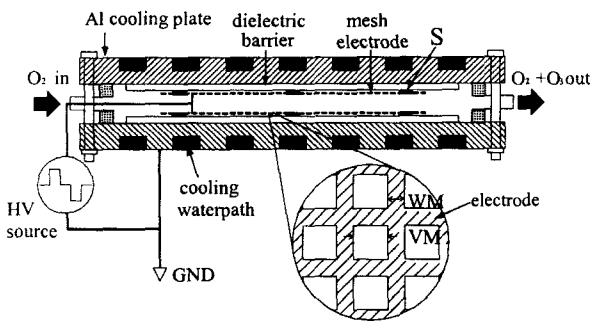


그림 1 실험장치의 개략도
Fig 1. Schematic of experimental setup



- S : gap spacer
- WM : width of mesh electrode
- VM : vacancy of mesh electrode

그림 2 오존발생기의 개략도
Fig. 2 Schematic of ozone generator

그림 2는 본 연구에서 제안한 오존발생장치의 개략도를 나타낸 것으로 유도전극으로 사용된 알루미늄냉각판(Al plate, 10[mmt], 180×250[mm²]), 방전전극으로 사용된 그물형 전극(mesh electrode), 유전체장벽으로 사용된 세라믹판(dielectric barrier) 그리고 세라믹 장벽과 그물방전전극간의 방전공간을 형성하면서 그물 방전전극을 고정지지하는 절연체(gap spacer)로 구성되어 있다.

이때 방전전극으로 사용된 그물(mesh)전극의 그물코(vacancy of mesh, VM)를 0.5, 0.8, 1.0, 1.5[mm]로 그물전극의 선폭(width of mesh, WM)을 0.3, 0.5[mm]로 변화시키면서 실험하였다. 왜냐하면, 그물전극의 선폭이 연면방전형성에 매우 큰 영향을 미칠 것이며, 방전간격 또한 무성방전 발생에 아주 큰 영향을 미칠 것으로 사료되기 때문이다. 접지전극으로 사용된 알루미늄판을 음각(5[mm] depth, 30[mm] width)하여 냉각수를 흘릴 수 있도록 함으로써 오존이 생성되는 방전공간에서 방전시에 발생된 열을 효과적으로 냉각시킴으로 고농도의 오존을 얻을 수 있게 하였다.

유전체장벽으로 사용된 세라믹판과 유도전극사이의 긴밀한 접촉과 효과적인 열 전달을 위해 대출력 반도체소자의 방열

재료로 사용되는 실리콘 화합물(Silicone Compound, FORMSEAL NOVAGARD)을 사용하였다. 고전압 전원장치는 주파수와 시비율(duty ratio)이 각각 조절되는 저전압 구형파 출력전압(Square wave, $V_p=300[V]$, $I_p=10[A]$)을 고주파 고전압 변압기(ferrite core, PC22 UUI20×160×20)를 사용하여 승압함으로써 출력 최대 전압은 6[kV], 최대 전류는 500[mA], 가변주파수 1~10[kpps], 가변시비율(duty ratio) 0.05~0.50의 구형파 고주파 고전압 펄스전원을 실험실에서 제작하여 사용하였다. 펄스전압은 고주파 고전압 프로브(Tektronix, P6015A)와 축적형 디지털오실로스코프(Tektronix, TDS360A)로 측정하였으며, 전류프로브(Tektronix, AM 503B)를 사용하여 방전전류를 측정하였다.

모든 실험은 20[°C]의 실내에서 실시되었고, 제안된 오존발생장치에서 발생된 오존은 오존모니터(Dasibi, Model DY-1500)를 사용하여 측정하였다. 오존발생장치의 인입기체로는 공업용 산소(O_2 , purity 95[%])를 사용하였으며, 인입산소의 유량은 2[LPM]으로 고정하였다. 오존발생기의 냉각을 위해서 상온의 수도수를 냉각장치(Chiller, Accurate Gas Control system Inc. Model AG-T, USA)를 사용하여 5[°C]로 냉각한 뒤 유속 3[LPM]으로 유도전극으로 사용된 알루미늄판에 음각된 냉각통로로 유수하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 3은 세라믹 유전체 장벽과 그물방전전극간의 방전공격(gap spacing, S)을 0.0[mm], 그물전극의 선폭(WM)을 0.5[mm]로 하고, 그물코(VM)의 크기를 0.5~1.5[mm]로 가변했을 경우의 전류-전압특성을 나타낸 것이다. 주파수가 4.5[kHz]인 구형파 펄스 고전압이 실험용 오존발생장치의 그물방전전극과 유도전극간에 인가되면 전압이 낮을 때는 그림 3의 점선처럼 변위전류가 흐르기 시작하고 방전의 형상을 세밀히 관찰한 결과, 인가전압이 높아져서 약 2[kV]에서 그물전극의 연면에서 약한 글로우(weak glow)상의 연면방전이

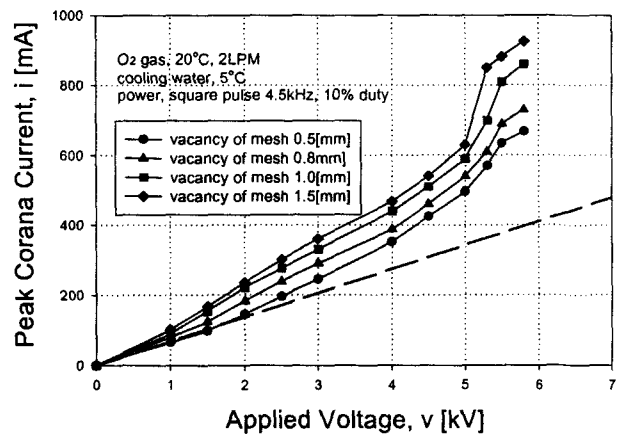


그림 3 그물코(VM)에 따른 I-V특성 (방전공격 (S)=0.0[mm], 그물전극의 선폭(WM)=0.5[mm])

Fig. 3 I-V characteristics by spacings of mesh electrode (Gap spacing(S)=0.0[mm], Width of mesh electrode(WM)=0.5[mm])

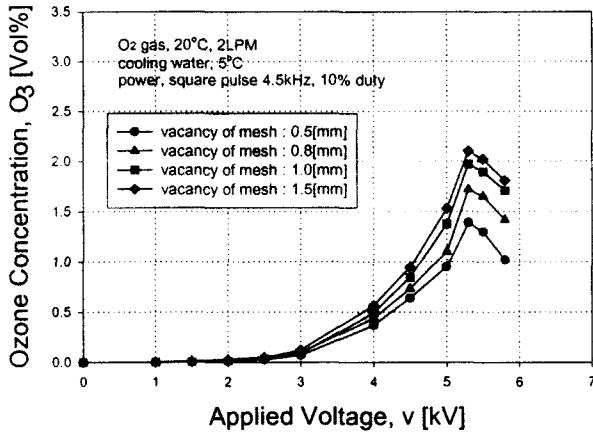


그림 4 그물코(VM)에 따른 오존발생특성 (방전공격 (S)=0.0[mm], 그물전극의 선폭(WM)=0.5[mm])

Fig. 4 Ozone generation characteristics by spacings of mesh electrode (Gap spacing(S)=0.0[mm], Width of mesh electrode(WM)=0.5[mm])

개시하여 인가전압의 증가에 따라 정상 글로우(normal glow) 상의 연면방전이 먼저 그물방전극의 날카로운 연면에서 발생하고 인가전압이 증가함에 따라 방전전류도 크게 증가하여 5[kV]에서는 여러개의 아-크 방전주(arc discharge column) 상의 강력한 방전으로 발전하여 가며, 이는 그물코가 클수록 전류도 크게 증가하여 가는 것을 보여준다.

그림 4는 세라믹 유전체 장벽과 그물방전극간의 방전공격 (gap spacing, S)을 0.0[mm], 그물전극의 선폭(WM)을 0.5[mm]로 하고, 그물코(VM)의 크기를 0.5~1.5[mm]로 가변했을 경우의 오존발생특성을 나타낸 것이다. 오존발생특성은 전류-전압특성과 유사한 특성을 보여주나, 5[kV]이상에서는 서로 상이한 특성을 보여준다. 즉, 전류특성이 인가전압 5[kV]이상에서는 급격히 증가하였다가 포화하는 경향을 보여주나, 오존발생특성의 경우는 5[kV]이상에서 급격히 증가했다가 급격히 감소하는 것을 보여준다. 이는 연면방전의 모드(mode)가 오존발생에 가장 유효한 스트리머성 코로나(streamer corona)에서 오존발생에는 효과적이지 못한 아-크성 방전(arc discharge)으로 진전하고, 이에 따라 오존발생공간의 분위기가스 온도를 크게 증가시킴으로 생성된 오존을 급속히 해리하여 잔류오존량이 급격히 줄어들기 때문인 것으로 사료된다. 한편, 그물전극의 선폭(WM)은 0.5[mm]로 고정하고 그물코(VM)를 0.5, 0.8, 1.0, 1.5[mm]로 증가하면, 그물전극 연면에 대항하는 접지전극의 면적이 넓어지기 때문에 상대적으로 발생하는 전기력선수가 증가하게 되고 방전도 발생하기 쉽게되며 따라서, 그물코(VM)가 0.5, 0.8, 1.0, 1.5[mm]로 증가할 경우 동일 전압에서 그물코의 크기순으로 방전전류가 큰 것을 볼 수 있고 오존발생특성 역시 그물코의 크기가 큰 순서 즉, 그물코(VM)가 0.5, 0.8, 1.0, 1.5[mm]의 순으로 오존발생량이 많아지는 것으로 나타났다. 그러나, 그물코의 크기가 1.0[mm]와 1.5[mm]의 차이에 비해 방전전류나 오존발생량의 증가분은 매우 적어서 그물코의 크기가 1.5[mm]정도가 최적값 부근임을 보여주며, 이때의 최대 오존발생량은 약 2.20[vol%]이었다.

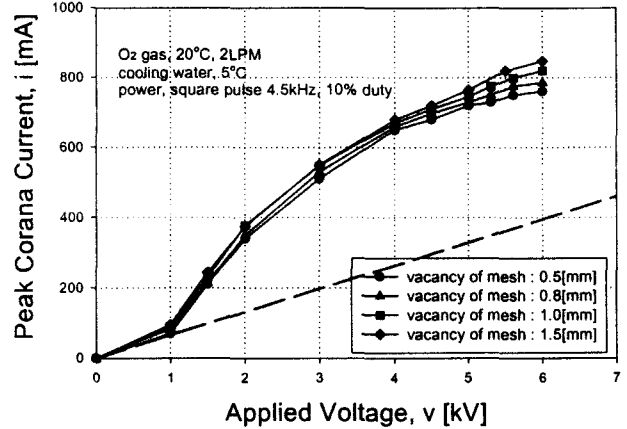


그림 5 그물코(VM)에 따른 I-V 특성(방전공격 (S)=0.4[mm], 그물전극의 선폭(WM)=0.5[mm])

Fig. 5 I-V characteristics by spacings of mesh electrode(Gap spacing(S)=0.4[mm], Width of mesh electrode(WM)=0.5[mm])

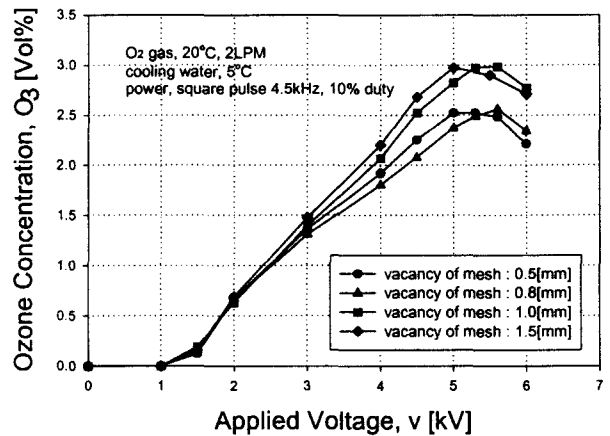


그림 6 그물코(VM)에 따른 오존발생특성(방전공격(S)=0.4[mm], 그물전극의 선폭(WM)=0.5[mm])

Fig. 6 Ozone generation characteristics by spacings of mesh electrode(Gap spacing(S)=0.4[mm], Width of mesh electrode(WM)=0.5[mm])

그림 5는 그물전극과 유전체간의 간격인 방전공격(S)을 0.4[mm]로 설정하고, 그물전극의 선폭(WM)을 0.5[mm]로 했을 경우의 그물코(VM)의 크기에 따른 전류-전압특성을 나타낸 것이다. 인가전압이 낮을 때는 그림 3과 마찬가지로 점선과 같은 변위전류가 흐르기 시작하지만 방전공격이 0.0[mm]인 경우보다 기울기가 작은 것을 볼 수 있다. 이것은 0.4[mm]의 공기층에 의한 전극간 전체정전용량이 작아졌기 때문으로 사료된다.

인가전압을 높여가면 방전공격이 0.0[mm]에 비해 매우 낮은 약 1[kV]부근에서 그물전극의 연면에서 약한글로우(weak glow)상의 방전이 발생하고 인가전압이 더욱더 높아지면 그물전극의 연면뿐만아니라 공간간격내에서도 방전이 발생하여 스트리머(streamer)성의 방전이 그물전극전체를 뒤덮게 된다.

이는 유전체와 방전전극간에 공간간격(S)이 존재함으로 방전 개시전압이 증가되지 않고 오히려 감소되는 현상을 보여 주었다.

이 결과는 낮은 전압으로 오존을 발생시킬 수 있는 매우 유용한 결과라고 사료된다. 이때 인가전압을 더욱더 높여가면 약 5[kV]에서는 방전공격이 0.0[mm]인 경우와 비슷하게 아-크(arc discharge)상의 방전으로 변해가는 것을 볼 수 있는데 5.6[kV]부근에서 흐르는 최종적인 방전전류값은 그물코의 크기에 따라서는 방전공격이 0.0[mm]인 경우의 31[%]의 큰 차이에 비해 약 12[%]로써 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 0.4[mm]의 방전공격이 존재함에 따라 방전은 그물전극의 연면과 공간간격내에서 동시에 발생하게되고 방전공격이 0.0[mm]인 경우와 같이 방전전류특성이 그물코의 크기에 많이 의존하지 않기 때문으로 사료된다.

그림 6은 그물전극과 유전체간의 간격인 방전공격(S)을 0.4[mm]로 설정하고, 그물전극의 선폭(WM)을 0.5[mm]로 했을 경우의 그물코(VM)의 크기에 따른 오존발생특성을 나타낸 것이다. 오존발생특성은 그물코의 크기가 0.5, 0.8[mm]인 경우와 1.0, 1.5[mm]인 경우로 그 특성이 나뉘어 지는 것을 볼 수 있다. 한편, 오존발생특성에 있어서는 그물코(VM)가 1.0[mm]인 경우 인가전압 5.3[kV]에서 최대 2.93[vol%]의 오존이 발생하였고, 그물코(VM)가 1.5[mm]인 경우 인가전압 5[kV]에서 최대 2.89[vol%]의 오존이 발생하였다. 이에 비해, 그물코(VM)가 1.0[mm]이하인 0.8[mm]인 경우 5.6[kV]에서 2.50[vol%]의 오존이 발생하였고, 그물코(VM)가 0.5[mm]인 경우 5.3[kV]에서 2.49[vol%]의 오존이 발생하였다.

이렇게 그물코(VM)가 1.0[mm]를 전후로 하여 오존발생량이 약 0.5[vol%]이상의 많은 차이를 보이는 것은 방전공격(S)이 존재할 경우 방전공간간격에서 발생하는 방전과 그물전극의 연면에서 발생하는 방전이 동시에 발생하게되고 그물코(VM)가 1.0[mm] 이상일 때에는 위의 2가지의 방전에 의해 발생한 오존이 넓은 그물코를 통해 방전공간으로부터 상부의 무방전 공간으로 원활히 배출되기 때문으로 사료된다. 반면, 그물코가 0.8[mm]이하 일 때에는 발생한 오존이 상대적으로

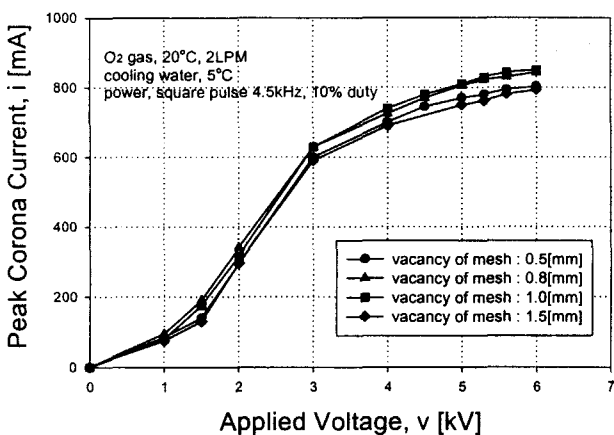


그림 7 그물코(VM)에 따른 I-V 특성(방전공격(S)=0.65[mm], 그물전극의 선폭(WM)=0.3[mm])

Fig. 7 I-V characteristics by spacings of mesh electrode (Gap spacing(S)=0.65[mm], Width of mesh electrode(WM)=0.3[mm])

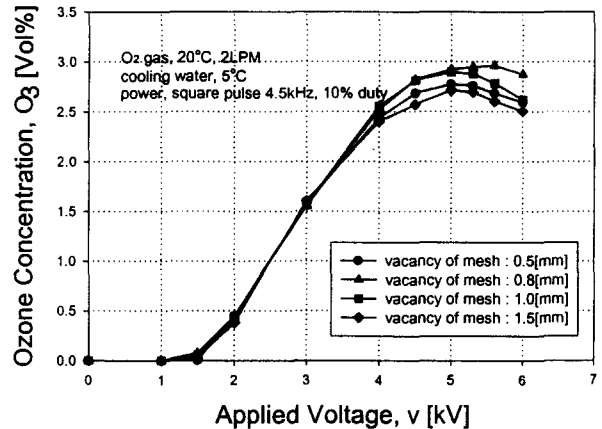


그림 8 그물코(VM)에 따른 오존발생특성 (방전공격(S)=0.65[mm], 그물전극의 선폭(WM)=0.3[mm])

Fig. 8 Ozone generation characteristics by spacings of mesh electrode(Gap spacing(S)=0.65[mm], Width of mesh electrode(WM)=0.3[mm])

오존이 방전공간에 체류하는 시간이 길어짐으로써 열에 의한 분해작용 뿐만 아니라 고에너지 전자류에 의한 충돌 분해 작용도 있기 때문인 것으로 사료된다.

그림 7과 8은 그림 5와 6의 경우에 비해 방전공격(S)을 0.65[mm]로 증가시키고 그물전극의 선폭(WM)을 0.3[mm]로 줄였을 경우의 그물코(VM)의 크기에 따른 전류-전압특성과 오존발생특성을 보여주고 있다.

인가전압이 낮은 1.5[kV]이하에서는 변위전류가 흐르기 시작하고 인가전압 약 1.5[kV]에서 약한 글로우 방전이 시작되어 약 3[kV]까지 급격한 방전전류의 증가를 나타낸다. 3[kV] 이후에는 전류값이 비교적 큰 변화가 없이 그물전극의 연면과 공간간격에서 안정된 스크리머(streamer)성 방전이 지속된다. 그러다가 인가전압 5[kV]이상이 되면서 아-크성의 고열을 동반한 방전이 발생하는 것은 그림 5와 비슷한 결과를 보여준다. 이때, 동일전압에서의 방전전류량 및 오존발생량의 순서는 그림 5에서의 결과와는 다르게 그물코가 0.8, 1.0[mm]인 경우가 0.5, 1.5[mm]일 경우에 비해 더 많게 나타났고 그물코에 따른 오존발생량의 차이는 크지 않았다. 또한, 각각의 경우 최대오존발생량은 그물코(VM)가 0.8, 1.0[mm]일 경우가 각각 2.95[vol%], 2.89[vol%]로 0.5, 1.5[mm]일 경우의 2.80[vol%], 2.70[vol%]보다 조금 증가된 경향을 보여주고 있다. 이러한 특성은 그물전극의 선폭이 0.5[mm]일때 그물코의 크기가 0.8[mm]이하인 경우 그물전극의 선폭과의 상대적인 크기가 비슷해지고 그물코를 통해 배출되는 오존은 그물전극의 선폭에 의해서도 영향을 받게되기 때문으로 사료된다. 반면, 그물전극의 선폭이 0.3[mm]로 좁아질 경우 상대적으로 빈 공간인 그물코의 크기(면적)가 늘어나게 되어 상대적으로 오존농도 증가효과를 가져오는 것 같은 결과를 보여주었다.

그림 9와 10은 방전공격(S)을 0.8[mm]로 증가시키고 그물전극의 선폭(WM)을 0.3[mm]로 했을 경우의 그물코(VM)의 크기에 따른 전류-전압특성과 오존발생특성을 보여주고 있다. 인가전압의 증가에 따른 전류-전압특성은 그림 5 및 7과 비

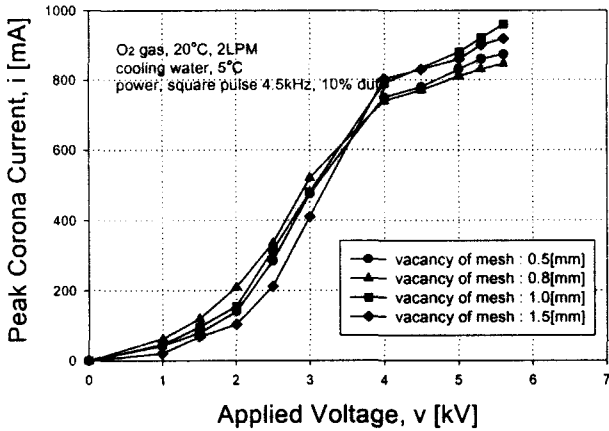


그림 9 그물코(VM)에 따른 I-V 특성 (방전공격(S)=0.8[mm], 그물전극의 선폭(WM)=0.3[mm])

Fig. 9 I-V characteristics by spacings of mesh electrode (Gap spacing(S)=0.8[mm], Width of mesh electrode(WM)=0.3[mm])

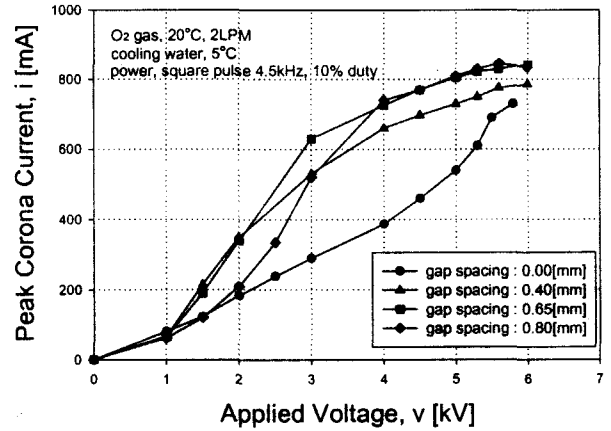


그림 11 방전공격(S)에 따른 I-V 특성 (그물전극의 선폭(WM)=0.3[mm], 그물코(VM)=0.8[mm])

Fig. 11 I-V characteristics by spacings of mesh electrode (Gap spacing(S)=0.3[mm], Width of mesh electrode(WM)=0.8[mm])

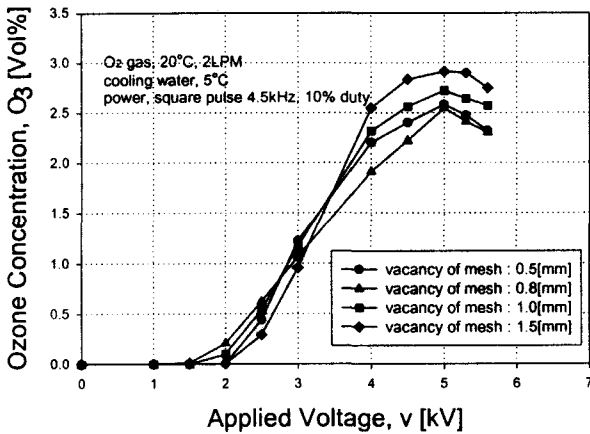


그림 10 그물코(VM)에 따른 오존발생특성(방전공격(S)=0.8[mm], 그물전극의 선폭(WM)=0.3[mm])

Fig. 10 Ozone generation characteristics by spacings of mesh electrode (Gap spacing(S)=0.8[mm], Width of mesh electrode(WM)=0.3[mm])

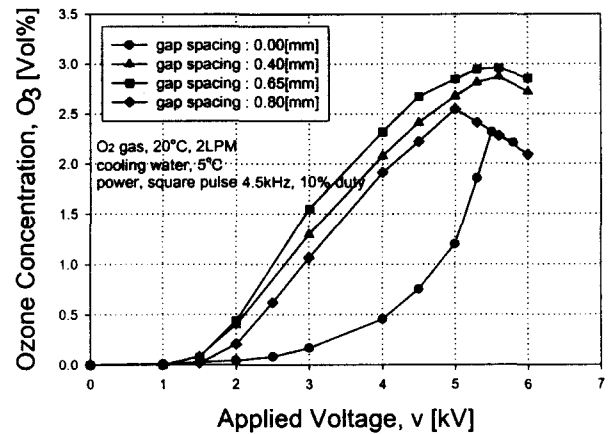


그림 12 방전공격(S)에 따른 오존발생특성 (그물전극의 선폭(WM)=0.3[mm], 그물코(VM)=0.8[mm])

Fig. 12 Ozone generation characteristics by spacings of mesh electrode (Gap spacing(S)=0.3[mm], Width of mesh electrode(WM)=0.8[mm])

슷한 결과를 보여주었다.

오존발생특성에 있어서는 그물코(VM)가 1.5[mm]일 경우가 인가전압 5[kV]에서 2.90[vol%]으로 가장 많은 발생량을 나타내었다. 이것은, 글로우 방전의 개시 전압이 방전공격(S)의 증가에 따라 상대적으로 낮아지고, 그물코(VM)의 크기도 1.5[mm]로 커졌으며, 방전공격이 0.8[mm]로 증가함으로써 방전공간간의 오존발생공간이 증대되었으며, 또한 발생된 오존을 방전공간에서 에너지밀도와 온도가 낮은 상부공간으로 원활히 배출할 수 있었기 때문으로 사료된다.

그림 11과 12는 그물전극의 선폭(WM)을 0.3[mm], 그물코(VM)를 0.8[mm]로 했을 경우의 방전공격(S)에 따른 전류-전압특성과 오존발생특성을 나타낸 것이다. 인가전압 1[kV]이하 범위에서는 전극간 정전용량값이 가장 큰 방전공격 0.0[mm]일 때가 가장 많은 변위전류값을 나타내었고 글로우

방전이 시작되는 1[kV]이후에서는 방전공격이 존재하는 0.4~0.8[mm]의 경우 급격한 전류증가를 보여준다. 이것은 전극의 연면에서 발생하는 연면방전에 의한 전류와 방전공격에서 발생하는 무성방전에 의한 전류가 합해진 것을 보여주는 결과인 것으로 사료된다.

이에 비해 방전공격이 0.0[mm]인 경우 연면방전에 의한 전류만 존재함으로써 공간간격이 존재하는 경우보다 낮은 방전전류를 보여준다. 이러한 방전전류의 특성과 유사하게 오존발생특성 역시 방전공격이 존재하는 경우 약 1[kV]이후에 급격한 오존발생량의 증가를 보여주고 아-크성의 방전이 발생하는 약 5[kV]이후에는 감소하는 경향을 보여준다. 이에 비해 방전공격이 존재하지 않는 경우 약 2[kV]이후 완만한 오존발생량을 보이고 3[kV]이후 급격한 증가를 보이지만 약 5.3[kV]이후 아-크성 방전에 의해 급격한 감소를 나타낸다.

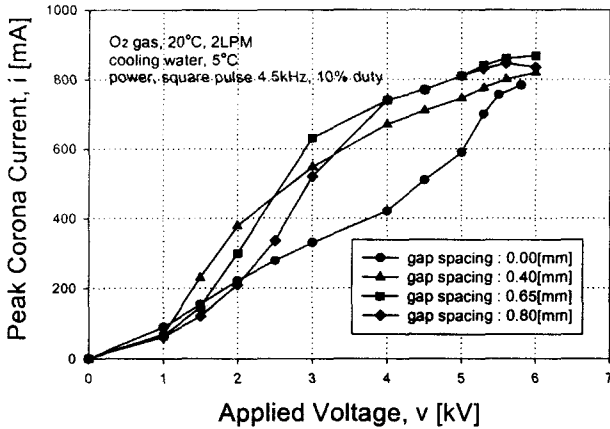


그림 13 방전공격(S)에 따른 I-V 특성(그물전극의 선폭(WM)=0.5[mm], 그물코(VM)=1.0[mm])

Fig. 13 I-V characteristics by spacings of mesh electrode (Gap spacing(S)=0.5[mm], Width of mesh electrode(WM)=1.0[mm])

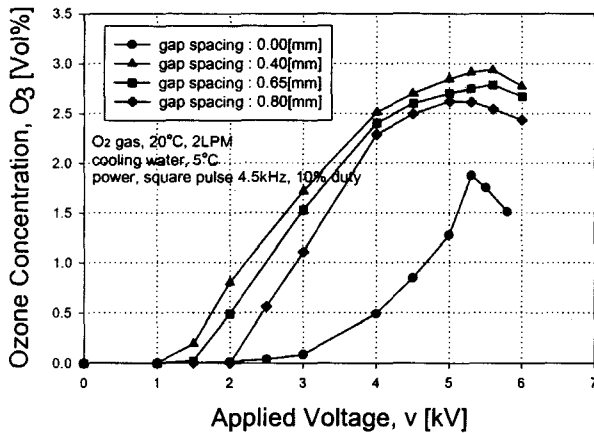


그림 14 방전공격(S)에 따른 오존발생특성(그물전극의 선폭(WM)=0.5[mm], 그물코(VM)=1.0[mm])

Fig. 14 Ozone generation characteristics by spacings of mesh electrode (Gap spacing(S)=0.5[mm], Width of mesh electrode(WM)=1.0[mm])

이때, 방전공격(S)이 0.4, 0.65[mm]인 경우 5.6[kV]에서 최대발생량인 각각 2.87[vol%], 2.96[vol%]의 오존발생량을 나타내었고, 방전공격(S)이 0, 0.80[mm]인 경우 다른 두 경우에 비해 낮은 오존발생량을 보여주었다. 결과로부터 알 수 있듯이 그물전극의 선폭(WM)을 0.3[mm], 그물코(VM)를 0.8[mm]로 고정하고 오존발생특성실험을 한 결과 일정한 방전공격이 존재하는 경우 그물전극의 연면에서 발생하는 연면방전전류와 방전공격에서 발생하는 무성방전전류를 동시에 이용함으로써 방전공격이 없는 경우에 비해 고농도의 오존을 발생시킬 수 있고 또한, 제안한 그물형 방전전극에서는 주어진 그물전극의 선폭과 그물코에서 최대 오존발생량을 얻기 위한 적정공간간격이 존재함을 알 수 있다.

그림 13과 14는 그물전극의 선폭(WM)을 0.5[mm], 그물코(VM)를 1.0[mm]로 했을 경우의 방전공격(S)의 변화에 따른

전류-전압특성과 오존발생특성을 보여주고 있다. 그림 11 및 12의 경우와 유사하게 방전공격이 존재하는 경우와 방전공격이 존재하지 않은 경우의 특성이 현저한 차이를 나타내는 것을 볼 수 있다. 그러나, 오존발생특성에 있어서는 그물전극의 선폭이 0.3[mm]인 경우의 그림 11 및 12와는 다르게 방전공격(S)이 0.4[mm]인 경우 인가전압 5.6[kV]에서 2.93[vol%]의 최대오존발생량을 보여주었다. 방전공격(S)이 0.65, 0.80[mm]인 경우는 방전공격(S)이 0.4[mm]인 경우에 비해 낮은 오존발생량을 보여주었다.

이상의 실험결과로부터 제안한 그물형 방전전극에서는 주어진 그물전극의 선폭과 그물코에서 최대 오존발생량을 얻기 위한 적정공간간격이 존재함을 알 수 있었고 그물전극의 선폭과 그물코의 크기가 달라짐에 따라 적정공간간격 또한 달라짐을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

본 실험에서는 방전전극의 형상을 그물형(mesh type)으로 설정함으로써 연면방전과 무성방전을 오존생성에 동시에 이용할 수 있게 하였다. 또한, 오존이 발생되는 방전공간으로부터의 고농도의 오존과 열이 외측으로 즉시 방출될 수 있게 함은 물론, 발생된 오존이 고에너지 전자류로부터도 피할 수 있게 함으로서 고농도의 오존을 얻을 수 있는 가능성을 실험적으로 검토하였다. 즉, 그물전극의 선폭과 그물코와 방전공격이 오존발생에 미치는 영향을 실험적으로 조사한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 연면방전의 형태를 가지는 방전공격(S)=0.0[mm], 그물전극의 선폭(WM)=0.5[mm]인 경우 그물코 하나의 길이가 가장 긴 그물코(VM)=1.5[mm]일 때 인가전압 5.3[kV], 방전전류 670[mA]에서, 2.03[vol%]의 최대오존발생량을 나타내었다.
- (2) 연면방전과 무성방전이 혼합된 형태를 가지는 경우에는 방전공격(S)=0.65[mm], 그물전극의 선폭(WM)=0.3[mm], 그물코(VM)=0.8[mm]일 때 인가전압 5.6[kV], 방전전류 830[mA]에서, 2.96[vol%]로써 가장 많은 오존발생량을 나타내었다.
- (3) 연면방전만을 이용할 경우(S=0.0[mm]) 최대오존발생량 2.03[vol%]보다 연면방전과 무성방전을 공용한 경우(S=0.4~0.8[mm]) 최대오존발생량 2.96[vol%]로 더 많은 오존발생량을 얻을 수 있었다.
- (4) 이상의 결과로부터 제안한 그물형 방전전극에서는 연면방전에 의한 방전전류와 무성방전에 의한 방전전류를 동시에 이용함으로써 방전개시 전압을 상대적으로 낮게 할 수 있으며 또한, 고농도의 오존은 발생시킬 수 있었다. 그물전극의 선폭과 그물코에서 최대 오존발생량을 얻기 위한 적정공간간격이 존재함을 알 수 있었으며 그물전극의 선폭과 그물코의 크기가 달라짐에 따라 최대오존발생량을 얻기 위한 적정공간간격(S) 또한 달라짐을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] 池畑昭, "오존의 환경오염への應用", 日本靜電氣學會誌, 7,3, 167-175, 1983
- [2] B. S. Kirk and R. McNabney : Ozone in Water and Wastewater Treatment, Ann Arbor Scienc, Ann Arbor, Michigan, 1972
- [3] 官田定次郎 : 水處理技術, 21, 129, 1980
- [4] 増田閃一, 等 : 日本靜電氣學會講演論文集 83, p22, C12, 1983
- [5] Hitachi UV/ozone asher, UA-5200, HITACHI, JAPAN and Fusion 200AC-II Asher System, Fusion Semiconductor Systems, USA
- [6] K. Omiya and Y. Kataoka, "Effect of Addition on Ozone Ashing". J. Electrochem. Soc., vol. 145, no.12 December. 1998
- [7] B. Eliasson, U. Kogelschatz and M. hirth : Ozone Synthesis from Oxygen in Dielectric Barrier and Discharges, J. Appl. Phys. 20, 1421-1437, 1987
- [8] J. Kitayama and M. Kuzumoto : Analysis of Ozone Generation from Air in Silent Discharge, J. Appl. Phys. D: Appl. Phys. 32, 3032-3040, 1999
- [9] S. Masuda, K. Akutsu, M. Kuroda, Y. Awatsu, and Y. Shibuya, "A Ceramic Based Ozonizer Using High-Frequency Discharge", IEEE IA, vol A-24, no. 2, pp 223-231, Mar./Apr. 1988
- [10] Y. Nomoto, T. Ohkubo, S. Kanazawa and T. Adachi "Improvement of Ozone Yield by a Silent-Surface Hybrid Discharge Ozonizer", IEEE IA, vol 31, no. 6, pp 1458-1462, Nov./Dec. 1995

저 자 소 개



박 승 록 (朴 勝 錄)

1971년 2월 2일 생. 1995년 경북대 공과대 전기공학과 졸업. 1997년 경북대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2000년 경북대 대학원 전기공학과 박사과정 수료.

Tel : 053-940-8601, Fax : 053-950-6600
E-mail : psl@palgong.knu.ac.kr



정 성 진 (鄭 成 珍)

1974년 1월 6일 생. 1996년 경북대 전기공학과 졸업. 1998년 동 대학원 전기공학과 졸업. 2000년 동 대학원 전기공학과 박사과정 수료. 현재 유니셈(주) 연구원

Tel : 031-379-5735, Fax : 031-379-5720
E-mail : sjini@hanmail.net



이 재 찬 (李 在 璨)

1974년 1월 21일 생. 1999년 영남대 전기공학과 졸업. 2001년 경북대 대학원 전기공학과 졸업. 현재 LG 電子, 디지털PDP사업부 개발실

Tel : 053-940-8601, Fax : 053-950-6600
E-mail : hexa3@dreamwiz.com



문 재 덕 (文 在 德)

1946년 7월 25일 생. 1970년 경북대 사대 물리교육과 졸업. 1975년 동 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1979~1982년 일본 동경대 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1982년~1983년 일본 Simon사 동경대 파견연구원. 1986년~1987년 캐나다 Western Ontrio대 전기공학과 및 응용정전기연구센터 초청조교수. 1983년 일본정전기학회 학술논문상. 1990년 ISESP Harry J. White Award. 1992년 대한전기학회 학술상 수상. 1996년 당학회 방전고전압분과회 간사장. 1998년 현재 경북대 공학연구원장, 전자기술연구소 소장. 현재 경북대 공대 전자전기공학부 교수

Tel : 053-950-5601, Fax : 053-950-6600
E-mail : jdmoon@knu.ac.kr