

코로나 방전에 의한 오존 생성 특성

전영주 · 강천수** · 박원주** · 이동인**
*영진전문대학 **영남대학교

Characteristic of Ozone Generation by corona Discharge

Young-ju Jeun* · Chun -su Kang** · Won-ju Park** · Dong-in Lee**
*YoungJin Junior College **YeungNam University

ABSTRACT

This paper describes characteristic of ozone Generation by positive streamer corona discharge.

Experiments were carried out with needle-plane Electrodes in a pyrex glass tube, in order to increase the ozone yield.

The results of Experiments confirmed needle an gle 45° Gap spacing 15mm is adaptive Electrode arrangement.

1. 시론

최근 地球環境 問題에 대한 관심이 고조되고 있고 地球環境保護가 심각한 문제로 떠오르고, 環境保護 및 정화에 대한 관심이 높아지고 있다.

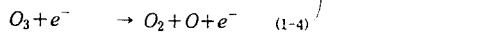
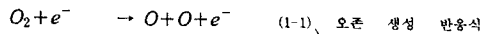
오존의 이용은 이러한 미래의 環境問題에 대한 根本的인 解決에 도움이 되는 물질로서 크게 注目을 받고있다.

그 理由は 오존 특유의 강한 살균력과 탈색, 탈취, 유독물질 분해 등을 이용하여 실내 공기정화, 拷殺, 식품저장, 살균처리, 반도체 제조실의 Clean-room 등에 이르기까지 이용분야가 광범위하고, 또한 오존은 이용후 자연 분해되어 산소로 되돌아 가므로 2차 공해가 없고, 특히 물에 잘 용해되어 약 30분 반감기로서 자기분해되어 산소로 변한다.²⁾

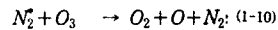
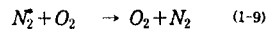
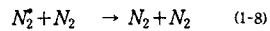
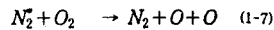
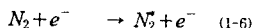
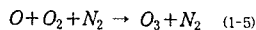
이러한 오존의 발견은 靑氣火花放電時 독특한 냄새가 발생한다는 것이 1700년대말에 밝혀졌지만 당시 그 이유를 추궁하지 않았고 1801년 Van marum에 의해 火花放電이 일어날때 혹은 물의 전기분해에서 특유의 냄새가 나는 물질을 오존이라고 명명하였고 그 후 이것이 0원자 3개로 구성된 산소의 동위체로 알려진것이 1840년경이고, 거의 同時에 1857년 독일의 Von Simens에 의해 개발된 무성 방전형(Silent Discharge)이 오존izer의 효시가 되었다.

이러한 오존의 생성은 corona 방전현상이 잘 유지되는 전원과 전극장치만 있으면 항상 어디든지 오존의 생성이 가능한 간편성 등이 큰 장점이다.

또한 corona 방전에 의해 발생하는 ozone의 生成 및 分解反應에 관한 식은 다음과 같으며,



공기를 원료로 할때의 반응은 질소분자에 관계되는 반응이 추가되어 다음과 같이 주어진다.^{2),3)}



N_2^+ 는 질소분자의 여기상태이고, 여기 질소분자는, 산소원자를 생성한다.

최근 활성질소에 의한 ozone생성이 공기원료 ozon izer에서 일어나고 있다는 것이 실험적으로 확인이 행해지고 있다. 활성질소에 대해서는 N_2 분자는 약 7eV정도 전자에너지 충격을 주면 7eV 근처에서 최대 진동분포를 가진 N_2^+ 가 생성된다는 것이 알려져 있다.²⁾

오존의 효율적 생성을 위해서는 생성된 오존의 열분해작용을 최소화할 필요가 있으며 오존 생성시간과 가속전자 수명의 최대화에 있다고 볼 수 있으며, 본 연구에서는 DC pulse 고압을 침전 전극간에 인가하여 연속적으로 발생하는 positive streamer corona를 이용하여, 침전단의 각도 및 유량, 간극 용출 변수로 하여 발생하는 오존 농도를 측정, 분석하였고, 방전 공간에는 건조공기를 사용하여, positive streamer corona가 최적의 상태로 유지될 때 오존의 농도를 측정하였다.

2. 실험장치 및 방법

그림 1에 실험 장치의 회로도도를 표시하였다. 전압을 인가하여 콘덴서 C_3 에 충전되는 전압이 전극간에 인가되어 positive streamer방전이 발생하고, 이 streamer방전에 의해 오존생성이 가능하다.

사용된 전극의 방전관은 직경 70mm 원통형 pyrex glass로서 내부에 stainless의 침전극(직경=4mm)과 평판전극(두께 t=1.5mm)을 사용하였으며, 원료

기체는 Bombe에 충전된 건조공기를 사용했으며, 생성오존은 오존Monitor(OZM-7000G)로 오존 농도를 측정했다.

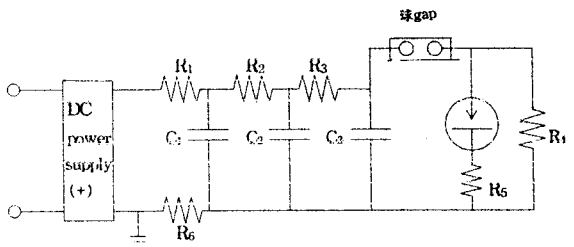


Fig 1. Experimental Circuit

사용된 침전극은 길이 150mm, 직경 4mm, 침선단각도 30°, 45°, 60° 인 전극으로 전극표면의 거칠기가 ▽▽인 상태로 가공하였다.

본 실험의 전극장치내의 침선단각도별 유량별, 간극별로 실험을 행하였다. 측정은 전압 인가후 streamer 방전형태가 최적의 상태로 잘 발달된 상태에서 행하였다.

3. 실험결과 및 검토

그림2에 전극간 Gap spacing과 유량에 따른 오존 농도의 관계곡선을 나타내었다. 유량 Q = 2 (l/min)에서 침선단 각도별 오존농도(이하 O_{3con})의 값은 45°의 값이 비교적 고르게 높은 값을 나타내는 편이며, 그림에서 나타난 바 같이 Gap spacing 10~20 mm 사이에서는 45°의 침선단이 안정적으로 고르게 streamer가 잘 발달되어 비교적 높은 오존농도와 발생량(이하 O_{3g})의 값을 나타내고 있다.

그림 2에서 유량이 증가된 Q = 4 (l/min)에서도 Q = 2 (l/min)와 비슷한 양상을 나타내지만 O_{3con} 은 훨씬 적은 값을 나타내며, 45°의 침선단이 비교적 고른 농도와 발생량 분포의 양상을 띄고 있다. 침선단 45°, Q = 4 (l/min)의 경우 streamer 발생면적이 넓어짐과 동시에 침의 예리함이 본 실험장치에서 streamer 발생에 좋은 상태로 사료된다.

침선단 각도별 O_{3con} 은 대체적으로 45°, 60°, 15°의 순서로 나타내지만 15° 각도의 Gap Spacing 15mm에서는 특이하게 높은 값을 나타내었다.

이것은 15° 침선단의 예리함과 Gap Spacing 15mm가 streamer가 진전하기에 최적의 상태로 Matching되어서 오존농도가 높아지는 것으로 생각된다.

그림 3에서 유량 Q = 2 (l/min) 인 경우를 비교하여 O_3 의 발생량 O_{3g} (mg/h)의 값을 나타냈다. 유량 Q가 증가하는 4 (l/min)에서 O_{3g} 의 값은 유량 Q = 2 (l/min)에 비해 훨씬 높은 값을 나타내고 있다. 이것은 유량 증가시 농도와 발생량은 서로 역비례하는 상태를 그림 2와 그림 3에서 알 수 있다.

또한 Gap Spacing이 각 전극별 15mm 상태에서 O_3 농도와 발생량이 높은 값을 나타내고 있으며 이는 본 실험장치에서 15mm가 최적의 Gap Spacing으로 생각되며 10mm~20mm 사이에서만 측정을 시도한 것은 10mm이하에서는 전압인가 후 O_3 가 발생되면서 곧바로 streamer가 leader로 전진되어 전극간이 Arc로 진행되는 경우가 많고, 또 20mm이상의 Gap Spacing에서는 O_{3con} 가 너무 적게 발생되었기 때문이다.

그림 4는 Gap Spacing을 15mm로 고정하고 입력전력을 11W로 주입하고, 침선단 각도별 (15°, 45°, 60°) 유량 (Q = 2~6(l/min))을 변수로 하여 발생하는 O_{3con} 을 표시하였다. 유량이 증가할수록 O_{3con} 의 양은 저하되지만, 강화정도는 유량별로 차이가 있으나, 대체로 60°, 45°, 15° 순 이었고, 유량증가시 15°의 경우가 초기에 심하게 강화됨을 보여주고 있다. 이것은 15°의 경우 Gap Spacing 15mm, Q = 2 (l/min)에서 최적 streamer 발생조건이나, 이 조건을 벗어나면, 다른 침전극에 비해 O_{3con} 이 심하게 저하됨을 알 수 있다.

그림 5은 인가전력에 대한 O_{3con} 을 표시하여 나타내었다. O_{3con} 은 5W부근 비교적 낮은 값에서는 침선단 각도 15°가 비교적 높은 값을 나타내지만, 8W부근에서는 세가지가 거의 비슷한 값을 보이다가 12W부근에서는 침선단 각도가 45°의 경우가 제일 높은 값을 나타내는데, 이것은 인가전력이 높아지면, 침선단 각의 예리함과 곡률반경이 비교적 큰 45°에서 streamer 발생이 잘 되는 조건으로 생각된다.

그림 6은 인가전력에 대한 오존의 발생수율 Oy (mg/kWh)값을 나타내고 있다. 그림에서 나타난 바와 같이 침선단 각도별 근소한 차이를 나타내지만 인가전력이 적은 범위에서는 15° 각도가 수율이 좋고, 인가전력이 높아지면, 침선단 각도가 큰 범위 (45°, 60°)가 비교적 수율도 높아진다. 본 실험의 경우 침선단 각도가 45°의 경우가 비교적 수율이 높고, 좋은 것으로 사료된다.

4. 결론

DC 정극성을 원통형 pyrex glass내의 침대 평판전극간에 인가하여 positive streamer corona방전에 의한 오존생성 실험 결과 다음 몇가지로 정리한다.

1) 침선단 각도별(15°, 45°, 60°)로 O_{3con} 과 O_{3g} 의 실험결과, 유량별로 차이가 나지만 대체적으로 45°의 각도가 비교적 고른 농도와 발생량을 나타내며, 또한 간극도 15mm, (10~20mm사이)에서 O_{3con} 과 O_{3g} 가 높은값을 나타내며 streamer의 전진이 매우 잘 일어남을 관측할 수 있었다.

그러나 침선단 각도 15°의 경우 Gap Spacing 15mm의 경우는 streamer가 진전하기에 알맞은 상태로 matching되어 O_{3con} 과 O_{3g} 의 값이 높게 나타나고 있다.

2) 인가 전력에 대한 O_{3con} 의 값은 낮은 전력에서는 15° 침선단 각도가 높게 나타나지만 높은 전력에서는 45° 침선단 각도가 높은 값을 나타냈다.

3) 인가 전력에 대한 Oy (수율)값은 전력이 비교적 낮은 값에서는 15° 각도의 침전극이 높게 나타나고 인가 전력이 비교적 높은 값에서는 45°의 침전극이 높은 값을 나타내었다.

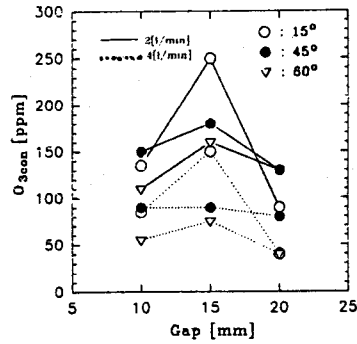


Fig 2. O_3 Concentration with Variation of gap spacing

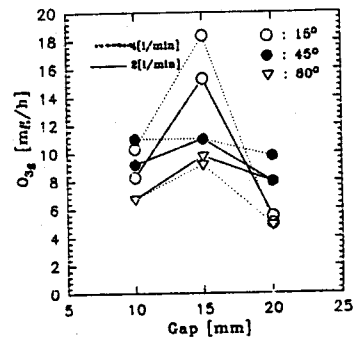


Fig 3. O_3 Generation with Variation of gap spacing

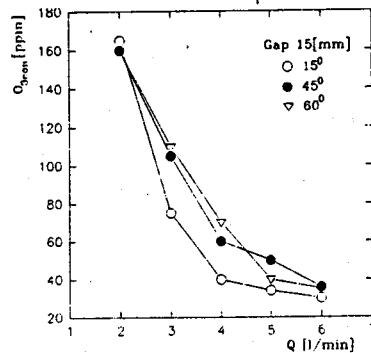


Fig 4. O_3 Concentration with Variation of flow Q (l/min)

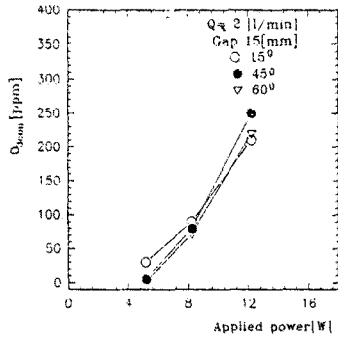


Fig 5. O₃ Concentration with Variation of applied power

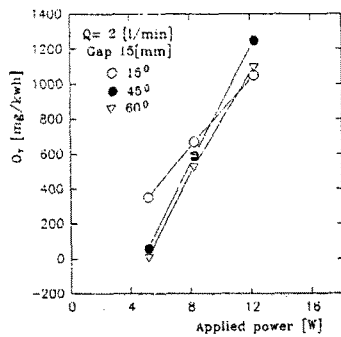


Fig 6. Ozone yield with Variation of applied power

< 参 考 文 献 >

1. 後田 夫, 正Streamer corona を用いたオゾン生成 (I)(II) ED - 94 - 1 PP 1 ~ 8, 1994.
2. 岡崎辛子, オゾン利用 新技術 1987. 第二章 PP 10 ~ 12
3. 李廣植, 李東仁, 氣體放電에 의한 오존生成과 그應用. 춘계 기체방전 Symposium 및 학술발표논문집 PP 32 ~ 35. 1992
4. M. Th El-Mohandes, Ozone production in corona discharges in air in a multi - needle to planeconfiguration 第 1 回 日本 オゾン 協會 年次研究講演集 IV - 13. 1992
5. 野本, 藤本, 複合放電型 オゾン"イサ"による オゾン 効率の改善 ED - 93 21. PP 63 ~ 70 . 1993
6. Jen - shin chang. corona discharge processess . IEEE © 1991