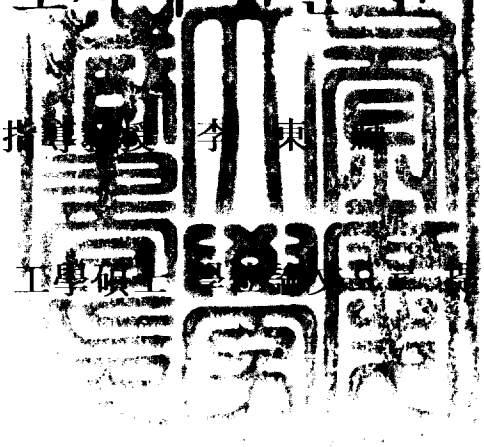
工學碩士 學位論文

LCD 및 반도체 제조공정용 노즐형 정전기제거장치의 개발 및 특성조사에 관한 연구



指導敎授 李 東 勳

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함.

2006年 2月

釜慶大學校 産業大學院

安全工學科

崔 天 日

이 論文을 崔 天 日의 工學碩士
學位論文으로 認准함

2006年 2月

主 審 工學博士 장 성 록

委 員 工學博士 이 동 훈 (印)

委 員 工學博士 최 재 욱 (印)

- 목 차 -

1. 서 론 ····· 1

2. 실험장치 및 실험방법 ····· 3

2-1. 최종도달전위의 측정 ····· 7

2-2. 제전속도의 측정 ····· 9

3. 실험결과 및 고찰 ····· 11

3-1 . 실험결과 ····· 11

3-2. 고 찰 ····· 19

4. 결 론 ····· 22

참 고 문 헌 ····· 24

Abstract ····· 26

- 사진 및 그림목차 -

Photo 1. Spot Air Ionizer ····· 4

Photo 2. Experimental View ····· 5

Fig 1. Experimental System for Measuring Static Elimination Characteristics ····· 6

Fig 2. Induction Voltage Characteristics between Time(sec) and Metal probe Induced Voltage ····· 8

Fig 3. Gradient Induced Voltage on Metal probe as function of Discharging Time(sec) ····· 10

Fig 4. Gradient Discharge Speed($\partial V_p / \partial t$) as function of Distance L_{EP} ····· 12

Fig 5. Gradient Discharge Speed($\partial V_p / \partial t$) as function of Distance L_X ····· 14

Fig 6.. Normalized discharge speed as a function of L_X ····· 15

Fig 7. Difference between positive normalized discharge speed and negative normalized discharge speed as a function of L_X ····· 17

Fig 8. Final plate voltage as a function of L_X ····· 18

Fig 9. Distribution of charged particle in transport ····· 20

Fig 10. Distribution of charged particles ····· 21

1 . 서 론

LCD 및 반도체 제조공정에서는 정전기장해에 의한 제조 수율의 저하가 가장 큰 문제이다.[1)~3)] 이는 웨이퍼(wafer)나 마스크(mask)에 미립자가 정전력에 의해 흡인되는 문제와 디바이스 등에 정전기 방전으로 인한 파괴를 일으키는 문제로 크게 나뉜다.[4)~6)] 이런 정전기로 인한 장해를 제거하고 정전기를 제거하기 위한 대책으로는

① 제전 대상물을 도전화하고 이를 접지 하므로써 접지에 의해 정전하를 대지로 누설시키는 방법과

② 제전 대상물 표면에 대전된 전하와 반대극성의 공기 이온에 의해 전기적으로 중화시키는 방법이 있다.[7)~10)]

그리고 공기를 전리하여 이온화하는 방법으로는

ⓐ 코로나 방전

ⓑ 방사선 방전

ⓒ 자외선 조사 등이 있다. [11)]

이 중 AC 코로나 방전(AC Corona Discharge)을 이용한 정전기제거장치가 널리 사용되고 있다.

AC 코로나 방전을 이용한 정전기 제거장치는 전극에 교류 고전압을 인가하여 전극 선단 주변에 (+)/(-)이온을 생성하는 장치이다.

그러나 정전기제거장치가 생성한 (+)/(-)이온이 대전물체에 까지 수송

되는 과정 중에 재결합(Recombination)하여 제전 효율이 현저하게 저하하게 된다.[12)~16)]

따라서 본 논문에서는 파이프 형태의 방전전극을 사용하여 파이프에서 공기를 분사시켜서 생성된 (+)/(-)이온을 이송하는 구조의 내부분사형 노즐 정전기제거장치를 제작하고, 기본적 특성을 검토하였다.

즉, 내부분사형 노즐 정전기제거장치에서의 공기 분사량이 제전특성에 미치는 효과와 정전기제거장치 주변의 정전기제거특성 분포에 대한 연구를 하였다.

2 . 실험장치 및 실험방법

Fig.1은 내부분사형 노즐 정전기제거장치의 제전속도와 최종도달전위를 측정하기 위한 실험 장치를 나타낸 것이다. 이는 전극이 파이프 형태로 내부에서 공기를 분사할 수 있는 구조로 되어 있다. 전극은 내경 0.5mm, 외경 0.8mm인 텅스텐으로 되어 있다. 전극에 인가되는 인가(印加)전압 V_E는 16k$V_{P\,P}$, 전원주파수 f_E는 50H_Z로 일정하게 하였다.

또한, 전극 선단 주위에 반경 10mm의 대향전극을 접지하였다. 전극 내부에서의 공기 분사량 W_F는 0~2ℓ/min로 변화시켰다. 직경 6mm의 금속 전구(Probe)는 Charged plate Monitor (CPM)에 접속하고, 정전용량은 100pF 가 되도록 하였다. 전극 선단에서 대전물체까지의 거리 L_{EP}는 50~200mm 범위로 변화시켰고, 전극 선단에서 수평방향 거리 L_X는 0~50mm 범위로 변화시켰다.

Photo 1. 은 본 연구에 사용된 노즐형 정전기 제거장치의 외형도를 나타낸 것이다.

Photo 2. 는 본 연구의 실험 장면을 보여준다.

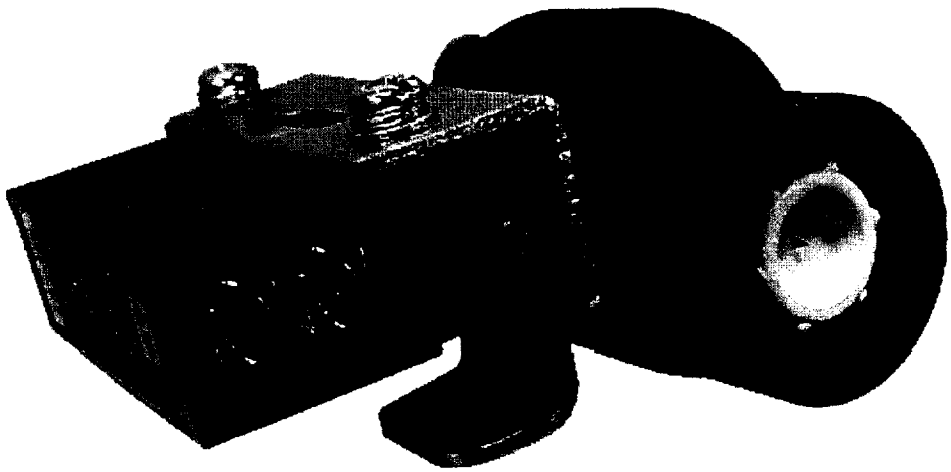


Photo 1. Spot Air Ionizer

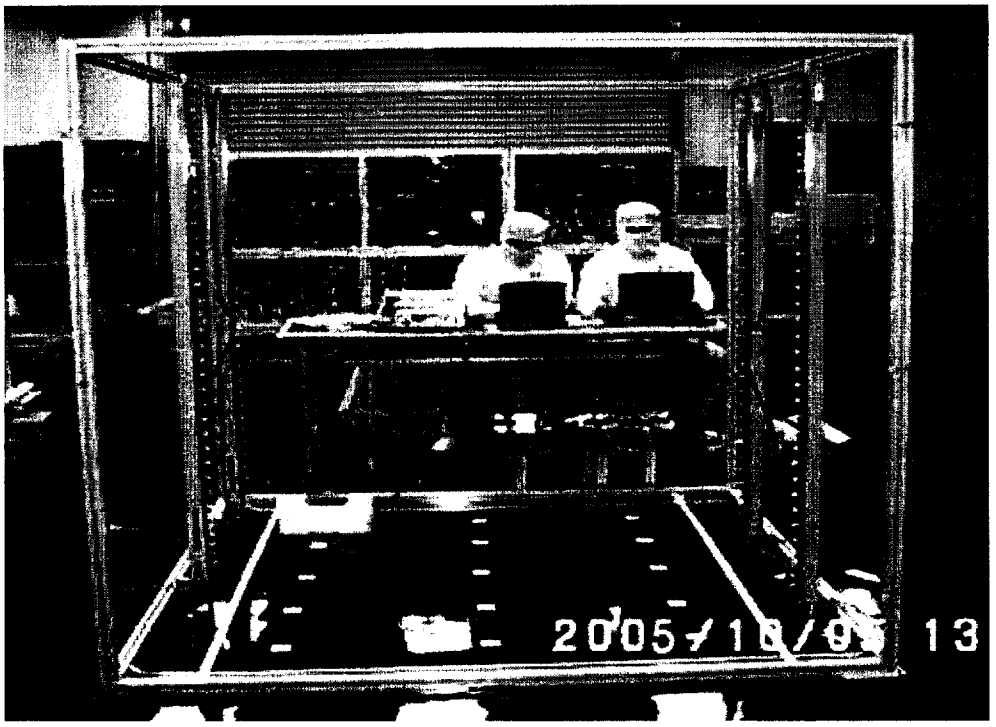


Photo 2. Experimental View

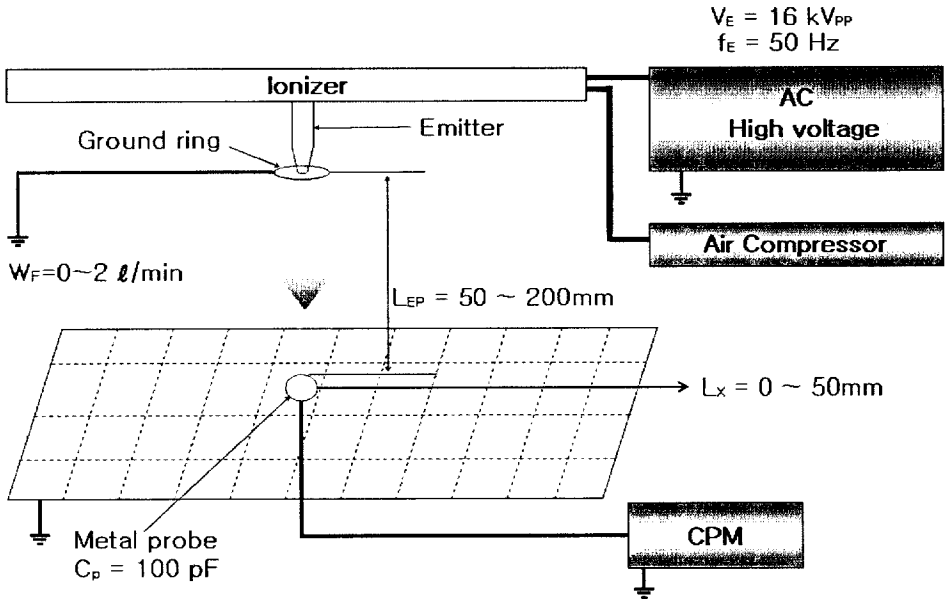


Fig. 1 Experimental System for Measuring Static Elimination Characteristics

2-1. 최종도달전위의 측정

금속 전구 전위를 0V로 유지하고, 정전기제거장치를 작동시켜서 금속 전구의 전위 변화를 측정하여 최종도달변위 V_{PF}를 구하였다.

Fig.2는 실제 최종도달전위를 측정한 결과를 나타낸 것이다. Fig.2에서 알 수 있듯이 최종도달전위는 400V 정도의 값으로 나타났다.

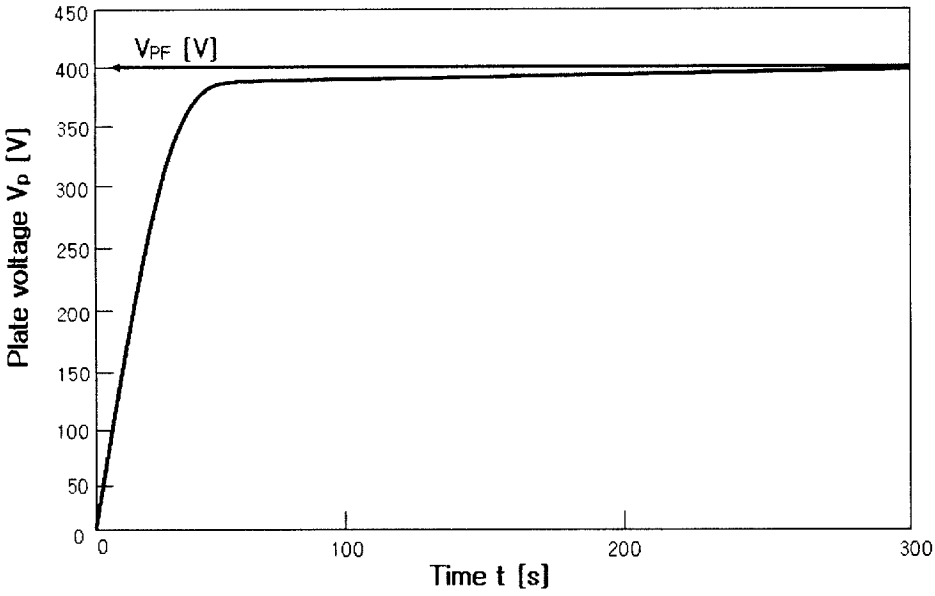


Fig. 2 Induction Voltage Characteristics between Time(sec) and Metal probe Induced Voltage

2-2. 제전속도의 측정

금속 전구를 (+)1100V 또는 (-)1100V로 충전하고, 정전기제거장치에 의해 금속 전구의 정전기가 제거될 때의 금속 전구의 전위와 시간과의 관계를 측정하였다.

즉, 제전속도를 나타낸 것으로 V_P가 (+)1000V 또는 (-)1000V일 때의 경사 $\partial V_P/\partial t$를 의미한다.

Fig.3은 제전속도를 측정한 결과를 나타낸 것이다.

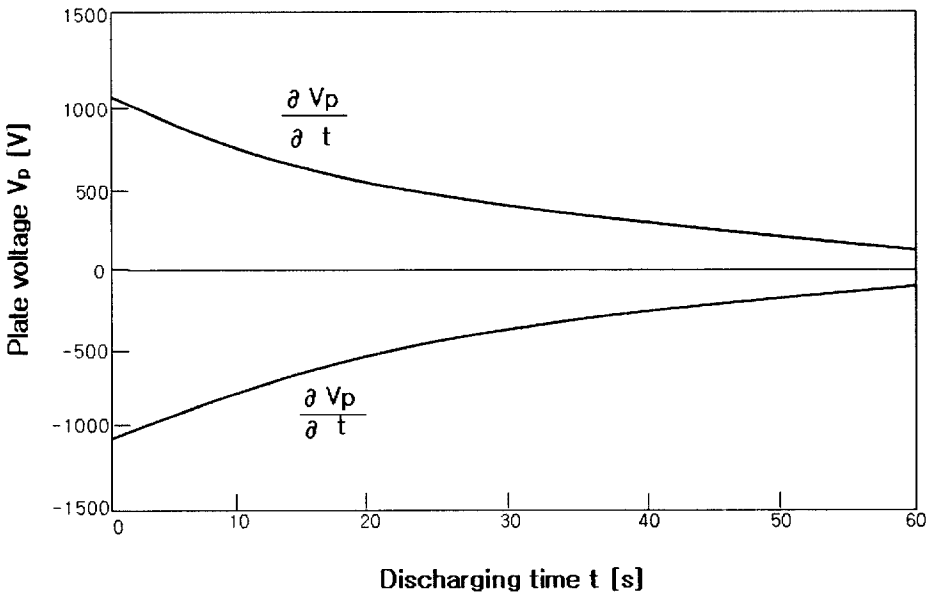


Fig. 3 Gradient Induced Voltage on Metal probe as function of Discharging Time(sec)

3 . 실험결과 및 고찰

3-1. 실험결과

Fig.4는 L_X를 0mm 일정하게 하고, L_{EP}를 50~200mm, W_F를 0~2ℓ/min 범위로 변화시켰을 때의 제전속도를 측정한 결과를 나타낸 것이다. Fig.4에서 알 수 있듯이 전극 선단에 대전물체까지의 거리(L_{EP})가 길게 됨에 따라 제전속도가 저하하게 됨을 알 수 있다.

또, 공기 분사량 (W_F)가 크게 됨에 따라 제전속도는 높게 나타났다. L_{EP}가 50mm, W_F가 2ℓ/min인 경우의 제전속도는 W_F가 0ℓ/min일 때에 비해 제전속도가 20% 정도 높게 나타났다.

한편, L_{EP}가 200mm, W_F가 2ℓ/min인 경우의 제전속도는 W_F가 0ℓ/min일 때의 제전속도가 14배 정도로 높게 나타났다. 이와 같이 공기 분사량의 효과는 L_{EP}가 길어진 경우에 현저하게 나타난다는 것을 알 수 있었다.

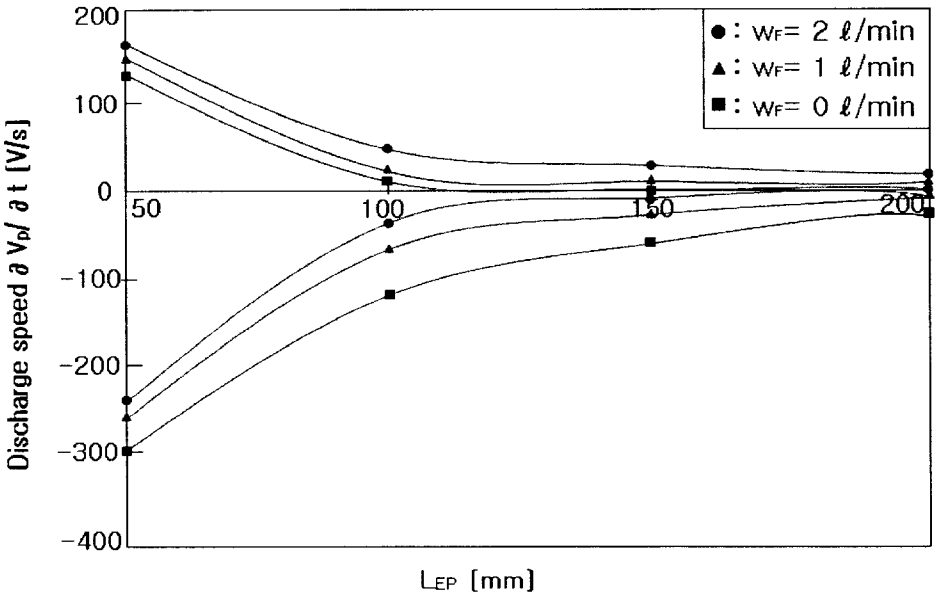


Fig. 4 Gradient Discharge Speed($\partial V_p / \partial t$) as function of Distance L_{EP}

정전기제거장치 주변의 제전특성 분포를 측정한 결과에 대하여 실험하였다. Fig.5는 L_{EP}를 50mm로 일정하게 하고, 전극 선단에서 수평방향 거리 L_X를 0~50mm, W_F를 0~2ℓ/min의 범위로 변화시켰을 때의 측정결과를 나타낸 것이다. Fig.5에서 알 수 있듯이 L_X가 길게 될수록 제전속도가 저하하는 것을 알 수 있었다. 이는 전극 바로 아래로 부터 거리가 길어질수록 공간에 분포한 (+)/(-)하전입자농도가 저하하게 되기 때문이라고 생각된다.

Fig.6은 Fig.5에 나타낸 제전속도를 L_X=0mm의 제전속도로 규격화한 결과이다.

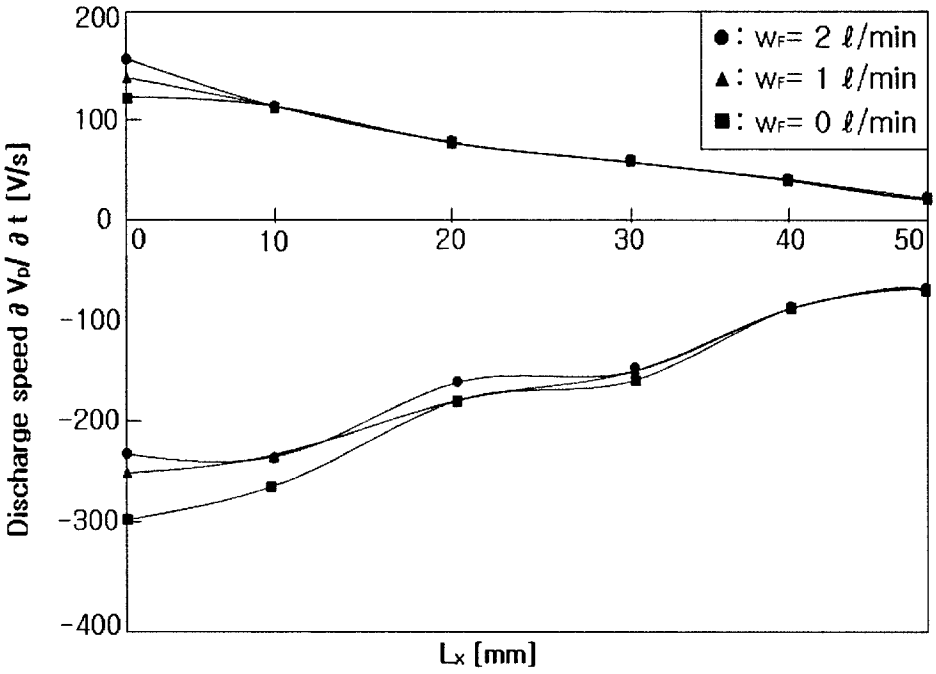


Fig. 5 Gradient Discharge Speed($\partial V_p / \partial t$) as function of Distance L_X

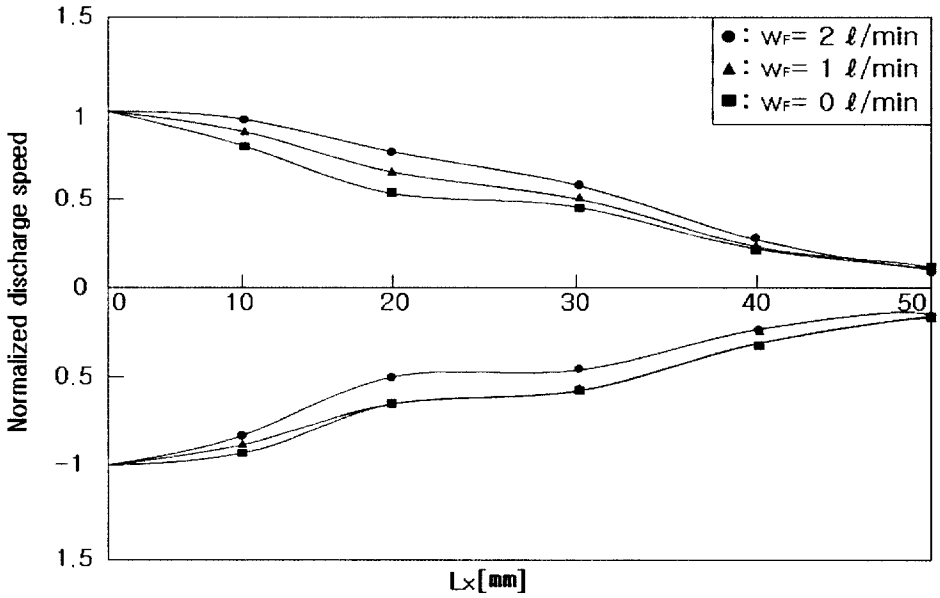


Fig. 6 Normalized discharge speed as a function of L_X

Fig.7은 규격화한 (+)하전입자에 의한 제전속도와 규격화한 (-)하전입자에 의한 제전속도와의 차이를 계산 결과를 나타낸 것이다. Fig.7에서 알 수 있듯이 대부분의 값이 (-)의 값을 나타내고, L_X가 크게 됨에 따라 이 값은 적게 나타났다. 이는 L_X가 크게 되면 (+)하전입자농도에 비해 (-)하전입자농도가 높게 되기 때문이라고 생각된다.

즉, L_X가 크게 됨에 따라 공간전하는 마이너스 측으로 이동하고 있다는 것을 나타낸다.

Fig.8은 L_X를 변화시킬 때의 최종도달 전위를 측정한 결과를 나타낸 것이다. Fig. 8에서 알 수 있듯이 L_X가 길게 됨에 따라 최종도달전위가 저하된다는 것을 알 수 있었다. 이 결과는 Fig.7과 일치하였다.

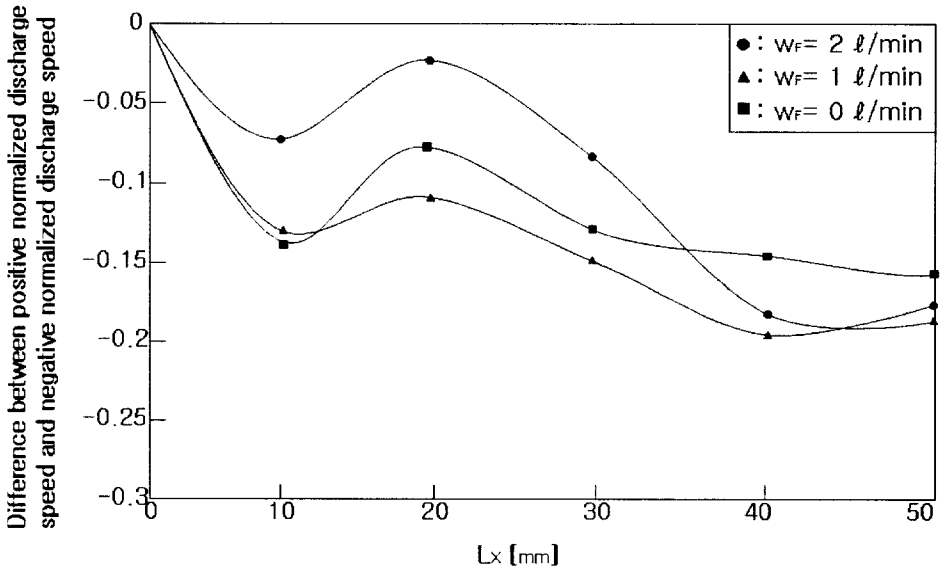


Fig. 7 Difference between positive normalized discharge speed and negative normalized discharge speed as a function of L_X

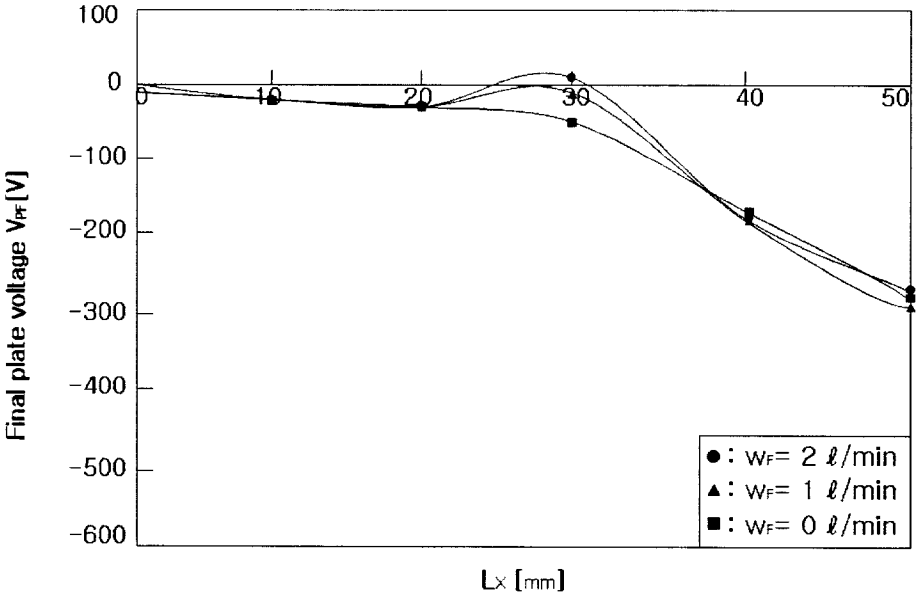


Fig. 8 Final plate voltage as a function of L_X

3-2. 고 찰

Fig.4 에 나타낸 것처럼 전극 내부의 공기 분사량을 많게 할수록 제전 속도가 높게 나타났다. Fig.9는 (+)/(-)이온 수송 중에 (+)/(-)하전입자의 분포를 나타낸 것이다. Fig.9에 나타낸 것처럼 W_F가 2ℓ/min인 경우가 W_F가 0ℓ/min일 때에 비해 수송중의 (+)/(-)의 하전입자간 거리가 길게 되어 재결합 확률이 낮게 되기 때문이다. 따라서 대전물체에 도달하는 (+)/(-)하전입자수가 증가하기 때문이라고 생각된다.

Fig. 10은 정전기제거장치로부터 생성된 (+)하전입자와 (-)하전입자의 생성 분포를 나타낸 것이다. (-)하전입자의 이동도(Drift Velocity)는 (+)하전입자의 이동도보다 높게 되어 광범위하게 분포한다고 생각된다. 이러한 이유로 전극 선단에서 수평방향으로의 거리가 길게 됨에 따라서 (-)하전입자 분포량이 많게 되기 때문이라고 생각된다.

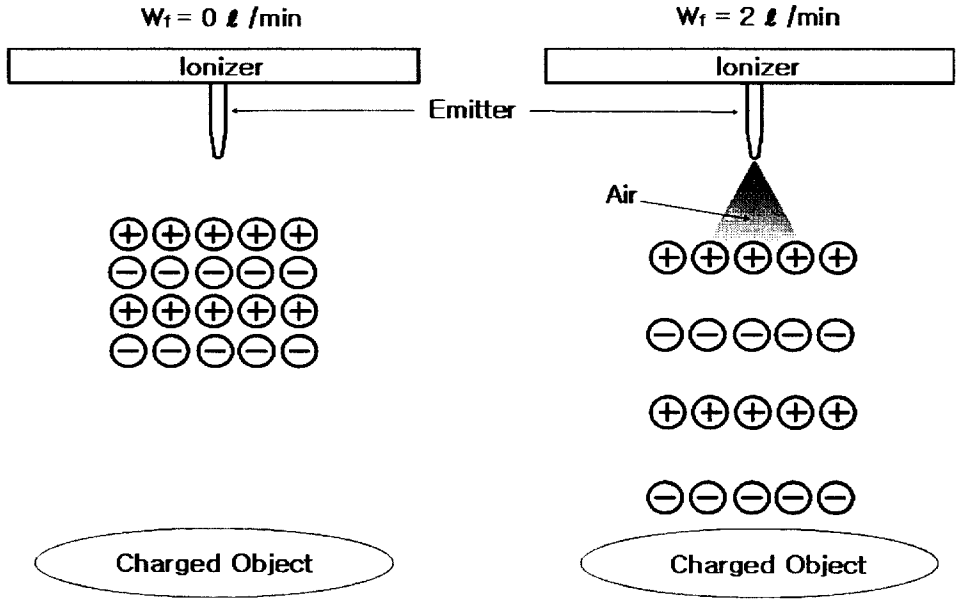


Fig. 9 Distribution of charged particle in transport

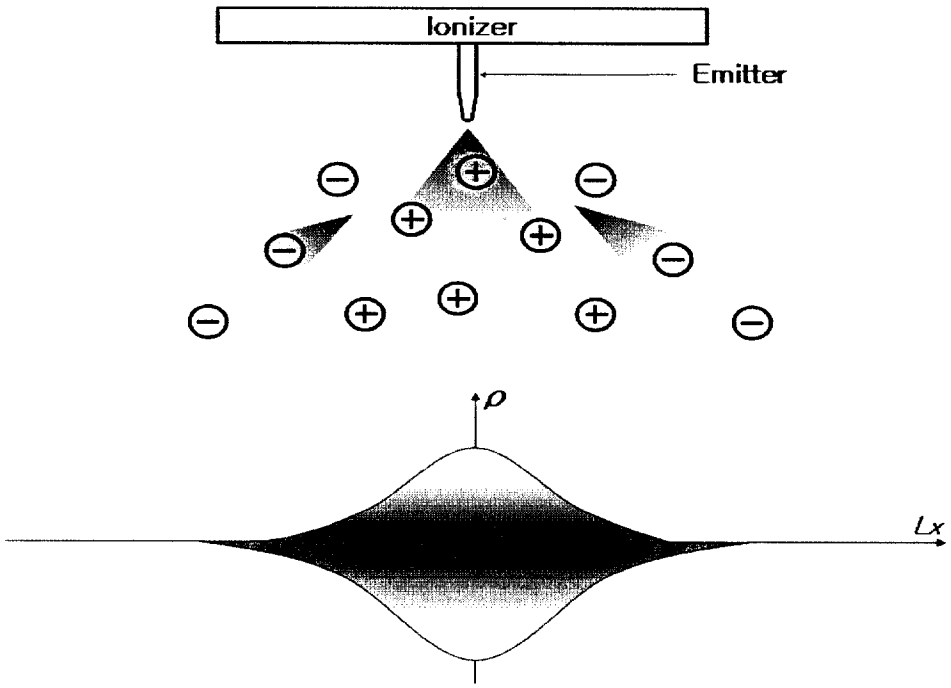


Fig. 10 Distribution of charged particles.

4 . 결 론

본 논문에서는 파이프 형태의 방전전극을 사용하여 파이프에서 공기를 분사시켜서 생성된 (+)/(-) 이온을 이송하는 구조의 내부분사형 노즐 정전기 제거장치를 제작하고, 또한 내부분사형 노즐 정전기 제거장치에서의 공기 분사량이 제전특성에 미치는 효과와 정전기 제거장치 주변의 정전기 제거특성 분포에 대한 연구를 하였다. 실험결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 공기 분사량을 많게 하면 제전속도는 높게 되고, 이와 같이 분사량의 효과는 전극 선단에서 대전물체까지의 거리가 길게 됨에 따라 현저하게 나타났다.

2) 대전물체의 위치가 전극 선단에서 수평방향으로 떨어짐에 따라 제전속도는 낮게 나타났다.

3) 대전물체의 위치가 전극 선단에서 수평방향으로 떨어짐에 따라 대전물체의 최종도달전위는 낮게 나타났다.

4) 대전물체의 위치가 전극선단에서 수평방향으로 떨어질수록 대전물체의 최종도달 전위는 저하하게 된다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1) 鈴木政典, 山路辛郎 : 空氣淸淨, 26(1989. 1) 48

2) 鈴木政典, 和泉貴晴 : 鋒治辛, 石川昌義 : Clean Technology, 10(1992. 1) 18

3) 鈴木政典 : Clean Technology, 2(1992. 1) 31

4) 鈴木政典, 佐藤朋且, 鋒治辛, 石川昌義 : 月刊 Display 6(2000. 11) 39

5) 富岡秀起 : クリーンテクノロジー, Oct, P.19, 1997

6) R. Wilson : Proceeding of 33rd Annual Technical Meeting of the IES, MAY, P.466, 1987

7) B.Y.H.Liu, B.Fardi, K.H.Ahn : Proceeding of 33rd Annual Technical Meeting of the IES, MAY, P.461, 1987

8) 藤井修二, 謝國平, 金光映, 第7回 空氣淸淨 コンタミネーションコンロール 研究大會論文集, P.17, 1998

9) 阪田一郎藤 岡田孝夫, 第7回 空氣淸淨 コンタミネーションコンロール 研究大會論文集, P.21, 1998

10) 江見 準 : '88 クリーンテクノロジーシンポジウム, P.3~11, 1988

11) 鈴木政典, 山路辛郎 : 空氣淸淨, May, P.111, 1987

12) 鈴木政典, 和泉貴晴, 鋒, 治辛, 石川昌義 : クリーンテクノロジー, June, P.18, 1992

13) 中江 茂 : エアロゾル研究, P.111, 1987

14) 鈴木政典,クリーンテクノロジー, Jan., P.111, 1987

15) 鈴木政典, 佐藤朋且, 鋒 治幸, 石川昌義 : 月刊 Display, Nov., P.39, 2000

16) 박훈규, 이동훈 : 기류방출형 정전기 제거장치의 개발에 관한 연구, 부경대학교 산업대학원 공학석사 학위논문, 2003

A Study for Characteristics and Development of Nozzle Type Ionizer in the LCD and Semiconductor Processes

cheon - il Choi

Division of Safety Engineering, Graduate School of Industry,

Pukyong National University

Abstract

In this thesis, using the tube-shaped electrode discharge was used to inject the air and generate ions. We created the device that transmitted that was generated by the inner injected nozzle and obtained the following results.

1. From this experiment, we can find that the transmission of electric charges (+)/(-) ion was proportioned by the amount of air.

2. The effect of the quantity of the injection is obviously proportional

to the distance from the electrode to object.

3. The position of the object depends on the horizontal distance form electrode make decay time low.

4. When the position of object is moving away horizontally from the electrode, the final electric potential is getting lower.

In other words, it was the experiment on the amount of injected air that affects the character of making electricity and the distribution around the static removing inner-injected nozzle ionizer device.