

ノート

## ダブルジェットイオナイザの発塵特性

今園 浩之\*, 岡野 一雄\*

(2001年10月17日受付; 2001年11月1日受理)

## Particle Generation Characteristic of the Double Jet Ionizer

Hiroyuki IMAZONO\* and Kazuo OKANO\*

(Received October 17, 2001; Accepted November 1, 2001)

A corona discharge air ionizer is one of the most useful equipment to control electrostatic charges on electronic devices in the manufacturing processes. However, the conventional ionizer scatters particles grown to an emitter tip. The double jet ionizer was proposed in order to reduce the particles scattered from the emitter. The double jet ionizer is made up of nozzles and the jet emitters located at the center of the nozzles, and both of the jet emitters and the nozzles blow out argon gas. A particle growth test was carried out for both of the conventional ionizer and the double jet ionizer. The particle growth was found only on the emitter tip of the conventional ionizer.

## 1. はじめに

LSIの製造歩留りを低下させる要因として、静電気による微粒子のウェハやマスクへの付着、デバイスの静電破壊等がある。これらの対策として、コロナ放電型イオナイザが広く利用されている。

しかし、イオナイザを使用した場合、イオナイザ自身がクリーンルーム内の発塵源となることがある。このような発塵のメカニズムの一つとして、空気中の微粒子がエミッタに吸引され、エミッタ先端部に付着、成長して再飛散する問題がある<sup>1)</sup>。

この問題点を解決するため、パイプ状のエミッタの内部、およびエミッタを囲むノズルの両者から気体を噴射させる構造のダブルジェットイオナイザの実用化を検討している。

本報告では、ダブルジェットイオナイザを試作し、そのエミッタ先端部に微粒子が付着し、成長するようすを従来型イオナイザと比較しながら観察した結果を報告する。

## 2. ダブルジェットイオナイザの構造

ダブルジェットイオナイザのイオン発生部の構造を Fig.1 に示す。エミッタ材料は劣化速度の低いシリコンとし<sup>2)</sup>、このシリコンを内径 0.5 mm、外径 1.6 mm のパイプ状に加工、

キーワード: LSI, イオナイザ, クリーンルーム, 微粒子, 再飛散

\*職業能力開発総合大学校電気工学科 (229-1196 神奈川県相模原市橋本台 4-1-1)

Department of Electrical Engineering, The Polytechnic University,

4-1-1 Hashimotodai, Sagamihara, Kanagawa 229-1196, Japan

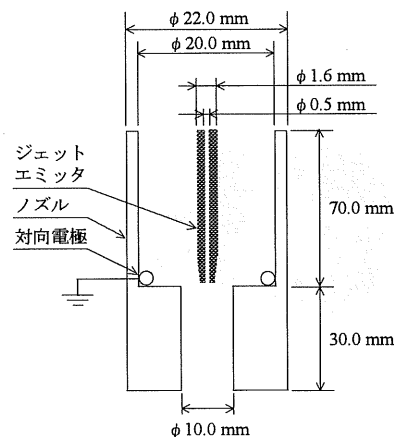


図1 ダブルジェットイオナイザのイオン発生部の構造  
Fig.1 Structure of an ion generator of the double jet ionizer.

さらに、一端を針状に研削してジェットエミッタを作製した。このエミッタの周囲にテフロン製のノズルを設け、エミッタとノズルの両者から気体が噴射する構造とした。また、エミッタ先端と同一平面上に接地したリング状の対向電極を設けた。このようなイオン発生部を2個作製し、正イオン発生部および負イオン発生部とし、2個のエミッタの間隔が100 mmとなるようにイオナイザバーに取り付けた。

## 3. 実験

イオナイザのエミッタ先端部に成長する微粒子の主成分はシリコン樹脂等が発生するシロキサンであることが報告さ

れている<sup>3)</sup>。そこで、微粒子の成長に関する評価は、シリコーン樹脂を塗布した容器内での加速試験によって行った。

Fig.2 に示すように、アクリル板製の容器 (1 m×1 m×1 m) の底面に接地した金属板を設け、金属板上の 0.7 m×0.7 m の広さにシリコーン樹脂を塗布し、底面から 0.5 m の高さにエミッタ先端が位置するようにイオナイザを設置した。

ジェットエミッタからのアルゴン噴射量を  $W_e$ 、ノズルからのアルゴン噴射量を  $W_n$  とし、

噴射条件 1 :  $W_e = 1.0 \text{ L/min}$ ,  $W_n = 1.0 \text{ L/min}$ ,

噴射条件 2 :  $W_e = 1.0 \text{ L/min}$ ,  $W_n = 0 \text{ L/min}$ ,

噴射条件 3 :  $W_e = 0 \text{ L/min}$ ,  $W_n = 1.0 \text{ L/min}$

で実験を行った。また、本研究では、ダブルジェットイオナイザのイオン発生部からノズルを除去し、無噴射状態のイオナイザを従来型イオナイザとした。そこで、ノズルを外し、無噴射とした場合についても実験を行った。

エミッタへの印加電圧は、エミッタが発生したイオンに基づく電流の絶対値が  $0.1 \mu\text{A}$  になるように調整した。この結果、正イオン発生部のエミッタへの印加電圧  $V_{e+}$ 、負イオン発生部のエミッタへの印加電圧  $V_{e-}$  は、上記の噴射条件 1~3 に対し、

噴射条件 1 :  $V_{e+} = +5.1 \text{ kV}$ ,  $V_{e-} = -4.9 \text{ kV}$ ,

噴射条件 2 :  $V_{e+} = +5.2 \text{ kV}$ ,  $V_{e-} = -5.0 \text{ kV}$ ,

噴射条件 3 :  $V_{e+} = +10.0 \text{ kV}$  以上,  $V_{e-} = -10.0 \text{ kV}$  以上であった。また、従来型では、 $V_{e+} = +4.6 \text{ kV}$ ,  $V_{e-} = -4.2 \text{ kV}$  であった。ここで、噴射条件 3 の場合には、 $V_{e+}$ ,  $V_{e-}$  を  $\pm 10.0 \text{ kV}$  にしてもほとんどイオンを発生しなかった。そこで、エミッタ先端部への微粒子の付着、成長に関する加速試験は、噴射条件 1, 2 および従来型の 3 種類に対して行った。

エミッタ先端部への微粒子の付着、成長の観察において、シリコーン樹脂が発生した容器中の微粒子濃度を一定に保つため、イオナイザからのアルゴン噴射量と吸気口からのアルゴン注入量の和が  $2.0 \text{ L/min}$  となるように調整した。すなわち、噴射条件 1, 噴射条件 2, および従来型に対して、吸気口からの注入量は  $0, 1.0, 2.0 \text{ L/min}$  とした。

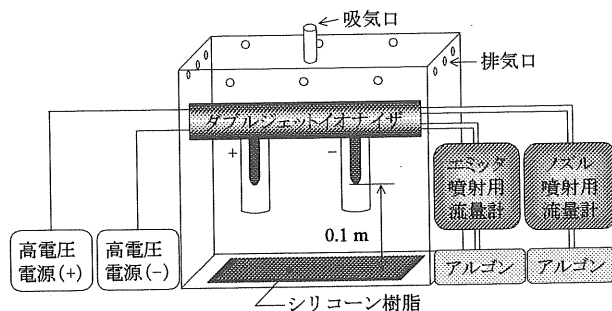


図 2 エミッタへの微粒子の成長に関する加速試験装置  
Fig.2 Set up of acceleration tests for the particle growth to the emitter tip.

#### 4. 結果

エミッタ先端部に付着、成長した微粒子の観察結果を Fig.3 に示す。これらの写真において、(A), (B) はイオナイザを動作させる前のエミッタ先端部、(C) ~ (H) はイオナイザを 48 時間動作させた後の先端部である。(C), (E), (G) は正イオン発生部、(D), (F), (H) は負イオン発生部のエミッタ先端である。(C), (D) は噴射条件 1, (E), (F) は噴射条件 2 に対する結果であり、(G), (H) は従来型に対する結果である。

これらの図において、ダブルジェットイオナイザのジェットエミッタからの噴射量  $W_e$  を  $1.0 \text{ L/min}$ 、ノズルからの噴射量  $W_n$  を  $1.0 \text{ L/min}$  とした場合には、微粒子の成長ほとんど認められない。一方、ダブルジェットイオナイザのノズルからのアルゴン噴射量  $W_n$  を  $0 \text{ L/min}$  とした場合、および従来型イオナイザのエミッタ先端部には微粒子がクラスタ状に成長している。

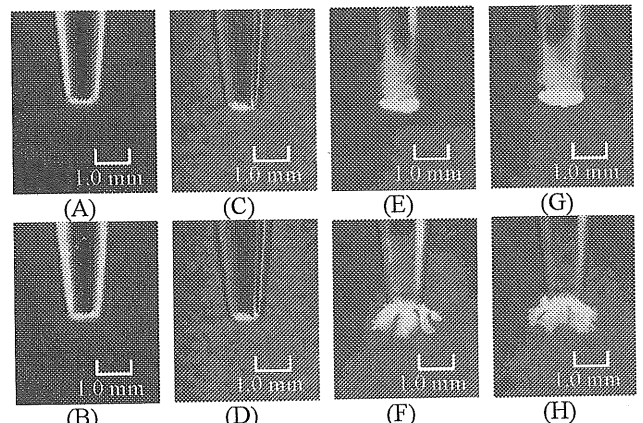


図 3 エミッタ先端部に成長した微粒子 .  
Fig.3 Particles grown to the emitter tip.

#### 5. まとめ

ダブルジェットイオナイザのエミッタ先端部への微粒子の成長を従来型イオナイザと比較しながら検討した。その結果、ダブルジェットイオナイザからのアルゴン噴射量を調整することによって、エミッタ先端部に微粒子がほとんど成長しなくなる事が明らかになった。

#### 参考文献

- 1) K.D. Murray and V.P. Gross: *Proceedings of the 1990 EOS/ESD Symposium*, p.36 (1990)
- 2) K.Okano and S.Kaminouchi: *IEICE Trans. on Electronics*, E76-C (1993) 1670
- 3) 五味弘, 岡田孝夫, 吉田隆紀, 井上正憲, 白井琢也: 第 11 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会 予稿集, p.197, 日本空気清浄協会 (1992)