

交流コロナ放電方式除電装置による誘導電圧の制御方法の開発

山口 晋一^{*, **, 1}, 内御堂 駆^{*}, 高橋 克幸^{*},
高木 浩一^{*}, 永田 秀海^{**}, 榎本 洋介^{**}

(2022年4月26日受付; 2022年7月29日受理)

Reduction of Induced Voltage by AC Ionizers

Shinichi YAMAGUCHI^{*, **, 1}, Kakeru UCHIMIDO^{*}, Katsuyuki TAKAHASHI^{*},
Koichi TAKAKI^{*}, Hidemi NAGATA^{**} and Yosuke ENOMOTO^{**}

(Received April 26, 2022; Accepted July 29, 2022)

A method for reduction of induced voltage in the field near by bar-type AC corona discharge is investigated. A grid electrode made by resistive material with surface resistance in order of $10^6 \Omega$ in installed on the ionizer. By installing the grid electrode, the induced voltage on a metal plate by the AC voltage is reduced by 40%, and the neutralization speed at short distance static elimination in enhanced.

1. はじめに

コロナ放電式除電装置(イオナイザ)は、静電気対策に広く用いられている¹⁾。求められる性能は、除電速度やイオンバランスである。近年、電子デバイスの静電気放電耐性の低下に伴い、装置内部の高電圧発生部からの電界に起因する誘導電位を低く抑える事が要求されている。本稿では、静電気拡散性領域材料(表面抵抗値: 4乗~11乗 Ω)のグリッドを放電電極近傍に設置した場合の誘導電圧と、除電速度への影響についてその効果を観測した²⁾。

2. 装置構成

バー型交流除電装置(シシド, CABX-350)の前方に、イオン捕集プレート(以降プレート)を設置し、11 pFと1 nFのコンデンサーとオペアンプで構成された電位計測デバイスを接続し、金属板の電位変動を計測した⁴⁾。プレートのサイズ(15 cm × 15 cm)、静電容量(20 pF)、アンプの応答速度は5 kHz以上となる。また、 ± 1.1 kVに充電し、 ± 0.1 kVまで減衰する時間を除電時間とした。

キーワード: イオナイザ, イオンバランス, 減衰時間, 誘導帯電, チャージドプレートモニター(CPM)

^{*} 岩手大学理工学部

(〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5)

^{**} シシド静電気株式会社

(〒150-0012 東京都渋谷区広尾 5-8-14 いちご広尾ビル 9F)

^{***} 岩手大学次世代アグリイノベーションセンター

(〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5)

¹ s_yamaguchi@shihisido-esd.co.jp

DOI: <https://doi.org/10.34342/iesj.2022.46.5.199>

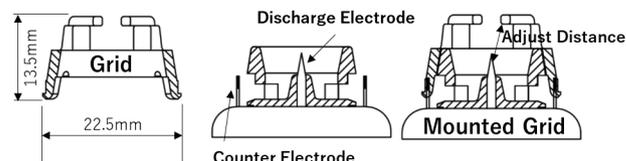


図1 放電電極とグリッドの断面図

Fig.1 Cross sectional view of discharge electrode and grid.

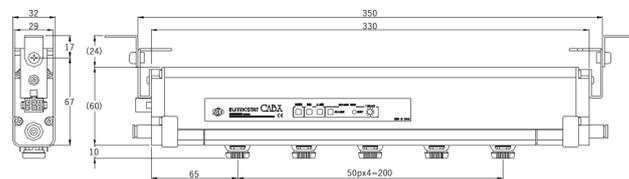


図2 除電装置(イオナイザ)外観図

Fig.2 Out looking drawing of ionizer.

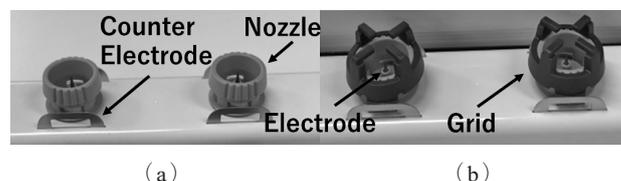


図3 放電電極 (a) とグリッド装着時の放電電極 (b)

Fig.3 Photographs of electrodes (a) without and (b) with Grid.

図1に静電気拡散性材料のグリッド、放電電極、グリッドを装着した場合の形状を、図2に除電装置の外観図を示す。図3(a)はグリッド装着前、3(b)はグリッド装着時の外観図を示す。グリッドは放電電極を含めノズル全体を覆う形状で配置し、放電に影響が出ない様、グリッドと放電電極の距離を調整し、グリッドの表面抵抗値を6乗 Ω とした。

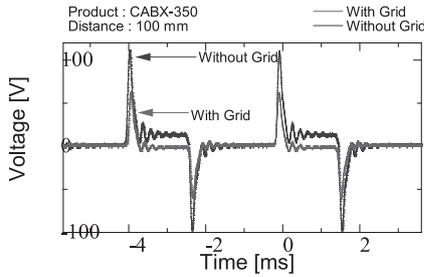


図4 除電装置からの誘導帯電波形
Fig.4 Induction voltage wave form from Ionizer.

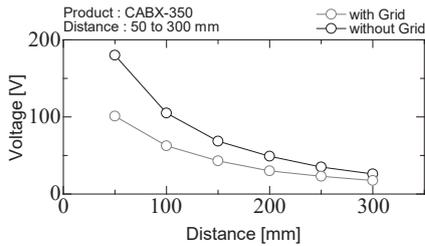


図5 誘導帯電電位
Fig.5 Induction voltage from ionizer.

3. 誘導帯電電位の緩和

図4に、除電装置の放電電極から100mmの距離、高電圧印可周波数250Hzにおいて、プレートに誘起される誘導電圧波形を示す³⁾。電極への印可電圧の波高値は±7kVである。図より、グリッドを設置することにより、誘導電圧の最大値が減少することがわかる。また、グリッドの設置による誘導電位の位相に影響が無いことがわかった。図5に、プレートを除電装置から50mmから300mmまで変化させた場合の誘導帯電電位の値を示す。温度は26.7℃、相対湿度は、49%RH。イオナイザの動作は、圧縮空気は投入していない条件で測定を行った。図より、プレートに誘起される電位は、距離とともに減少することがわかる。100mmの距離では、グリッド無の場合、210Vp-pの誘導電位が観測された。グリッドを設置した場合、誘導電圧の波高値は125Vp-pに抑制されることが観測され、約40%程度の誘導帯電の抑制が確認された。これにより、半導体製造装置内や電子デバイスから100mmの距離にイオナイザを設置しても、通常行われている静電気対策と同等レベルの環境にすることが可能となる。

4. 除電能力の評価

図6に正除電時(+Decay)の、グリッド設置の有無における、除電時間と圧縮空気の流量との関係を示す。交流型除電装置の場合、イオンは主に空気流によって搬送され、除電性能は空気流量と比例的な関係となる。圧縮空気は、本体側面のエア継手より入れ、放電電極の根本付近から噴出する。図より、グリッドの有無に依らず、

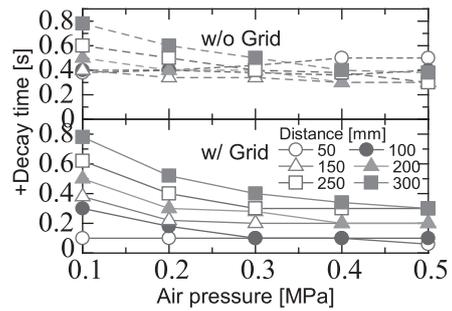


図6 正除電 グリッド有無
Fig.6 +Decay Time with and without grid.

プレートの設置距離が減少するほど、また、空気流量が増加するほど除電時間が短くなることがわかる。ここで、グリッド無の場合、設置距離が200mm以下の条件では、空気流量を増加させても、除電時間は、0.4秒前後で飽和することがわかる。一方、グリッドを装着した場合、設置距離を200mm以下にしても、空気流量の増加により、除電時間の減少は飽和せず、距離50mm、流量48L/minで、除電時間は0.1秒となった。負除電(-Decay)の場合も同様の傾向を示した。ここで、除電対象物の帯電電位と同極のイオンは除電に寄与しない為、除電効率の低下を引き起こす可能性がある。静電気拡散性材料のグリッドを設置することによって、除電時間の飽和を解消していることが考えられるが、今後詳細についての検討が必要である。

5. まとめ

バー型交流除電装置の放電電極前方に静電気拡散性材料で製作されたグリッドを設置することにより、放電電極から100mmの距離で誘導電圧を約±62Vまで抑制し、今まで達成できなかった、静電気対策で求められている±100V以下の環境となる。

これにより、半導体製造装置内部や電子デバイス製造工程において、除電装置の設置距離を近づけたい環境でも、問題なく使用できるようになった。また、グリッドの設置により、除電装置の放電針から200mm以内の設置距離における除電能力の向上も確認された。

参考文献

- 1) 高橋克幸：静電気対策技術としてのイオナイザの選定とその使用方法. 月刊 EMC, **317** (2014) 119
- 2) 山口晋一：グリッド電極を用いたコロナ放電式除電装置における交流電界制御. 静電気学会全国大会 (2019)
- 3) 高橋克幸：PMW制御小型交流電圧電源を用いた超低オフセット電圧型除電装置の開発. 第24回 RCJ EOS/ESD/EMC シンポジウム (2014)
- 4) K. Takahashi, H. Kaga, K. Kubo, K. Takaki, S. Yamaguchi and H. Nagata: Development of an ion measuring system for AC corona discharge. IEEJ Transactions on Fundamentals and Materials, Letter, **138** [11] (2018) 551