

新版

除電器ハンドブック

新版 除電器ハンドブック

I 除電器の基礎		04
	1 除電器の種類	04
	電離放射線式の除電原理	04
	コロナ放電式の原理	05
	コロナ放電とは	07
	2 除電能力	10
	3 除電装置の評価方法	10
	4 除電器の選定方法	13
II 除電器の利用方法		18
	1 設置距離とイオン発生周期	18
	2 ダウンフローとエアパージ	20
	3 除電器の設置場所	22
	4 除電器の設置方法	23
	5 除電器のメンテナンス	27
	除電能力の経時的変化	27
	電極針の磨耗のメカニズム	27
	電極針磨耗への対処	28
	電極針の汚れのメカニズム	29
	電極針の汚れによる影響	29
	電極針汚れへの対処	31
	電極針汚れの低減技術	31
	6 除電効果の確認方法	33
付録 / キーエンス除電器の紹介		36
	最新 静電気除電器	36
	キーエンス除電器の基本コンセプト	37
	高速除電&高精度イオンバランス	37
	わずらわしいセンサ設置不要	37
	省メンテナンス	38
	高い安全性と簡単メンテナンス	38
	キーエンス除電器 (バータイプ)	39
	SJ-H(超高速・シースセンシングイオナイザ)	39
	キーエンス除電器 (ブロアタイプ)	41
	SJ-F300(フリーレイアウト高速/高精度除電ブロア)	41
	SJ-F100(高速・高精度コンパクト除電ブロア)	41
	キーエンス除電器 (スポットタイプ)	42
	SJ-M(高性能マイクロ除電器)	42
	SJ-M400(ガンアタッチメント対応マイクロ除電器)	42
	キーエンス高精度静電気センサ	43
	SK(高精度静電気センサ)	43

I 除電器の基礎

I 除電器の基礎

1 除電器の種類

2 除電能力

3 除電装置の評価方法

4 除電器の選定方法

II 除電器の利用方法

1 設置距離とイオン発生周期

2 ダウンフローとエアバージ

3 除電器の設置場所

4 除電器の設置方法

5 除電器のメンテナンス

6 除電効果の確認方法

付録/ キーエンス除電器の紹介

1 最新 静電気除電器

2 キーエンス 除電器の基本コンセプト

3 キーエンス除電器 (バータイプ)

4 キーエンス除電器 (プロアタイプ)

5 キーエンス除電器 (スポットタイプ)

6 キーエンス高精度 静電気センサ

I-1 除電器の種類

除電器（イオナイザ）の種類は、空気分子をイオン化する方法として、コロナ放電を利用するタイプと光を利用するタイプに分かれます。

コロナ放電式の除電器は、針状の放電電極へ電界を集中させることによりコロナ放電を発生させ、イオン化した空気 で除電する仕組みで、さらに「自己放電式」と「電圧印加式」に分かれます。

電離放射線を用いた除電器は、微弱な軟X線を使用する「軟X線方式」、アルファ粒子を使用する「 α 線方式」、紫外線を使用する「紫外線方式」とがあります。

その中でも、「コロナ放電式（電圧印加式）除電器」は、安全で安定した高い除電能力と、精度の高い除電を必要とする製造現場などで、多く利用されています。

1-1 電離放射線式の除電原理

放射線により帯電物物体近傍のガス分子を電離し、イオン化します。

光源に軟X線、紫外線、放射性同位元素の3種類があります。両者の違いは光源だけで、イオン化原理はほぼ同一です。

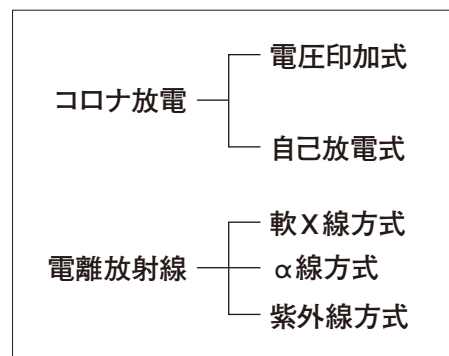
軟X線方式は、軟X線が空気中の分子によって散乱されると、その際に吸収されたエネルギーによって分子中の電子が励起・放出されます。電子を放出した分子はプラスイオン化します。電離した電子が近傍の中性ガスに衝突し、吸着すると、その分子はマイナスイオン化します。

紫外線方式は、紫外線（光子）が空気中の原子あるいは分子に吸収されると、その際に吸収されたエネルギーにより、電離します。

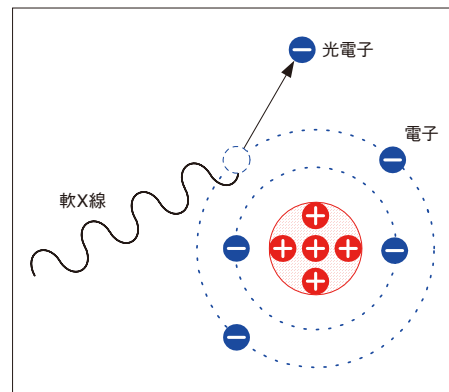
放射性同位元素からのアルファ粒子による空気の電離作用を用います。放射能を用いるので、現在はほとんど用いられていません。

それぞれの特長を以下の表（1-1）にまとめます。コロナ放電式との最大の違いは、除電器近傍でイオンを生成するのではなく、ワーク近傍でイオンが生成できることです。

【図1-1 除電器の種類】



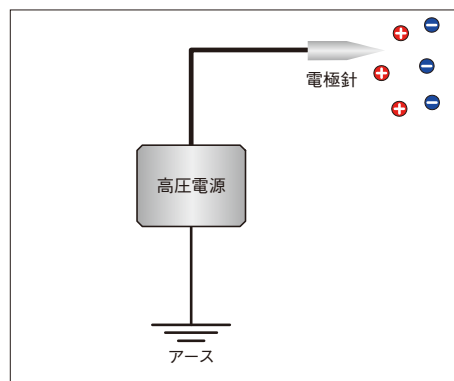
【図1-2 軟X線方式図】



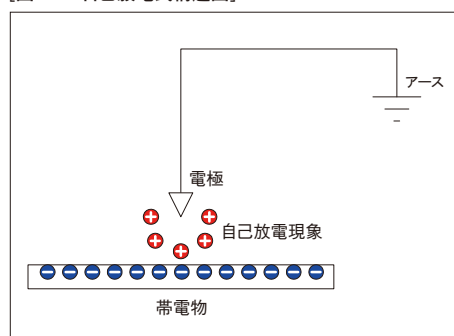
【表1-1 電離放射線式の特長】

軟 X 線 方式	紫 外 線 方式	α 線 方式
○ イオンバランスが良い	○ 減圧環境下で使用可能	○ イオンバランスが良い
○ 副生成物が無い	× 大気圧下はオゾン発生多い	○ 電源不要
○ 不活性ガス中除電可能	× 大気圧下は除電距離が短い	× 除電距離が短い
○ 防爆環境内使用可能	× 人体に影響（被曝）	× 人体に影響（被曝）
× 人体に影響（被曝）	× ランプ交換必要（1年）	× 廃棄に手続きが必要
× ランプ交換必要（1年）	× 廃棄に手続きが必要	
× 廃棄に手続きが必要		

[図1-3 コロナ放電式概要図]



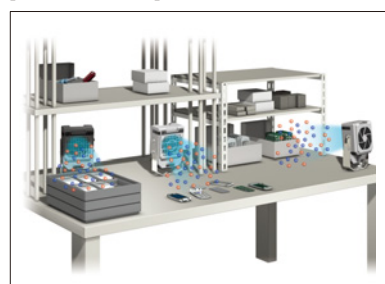
[図1-4 自己放電式構造図]



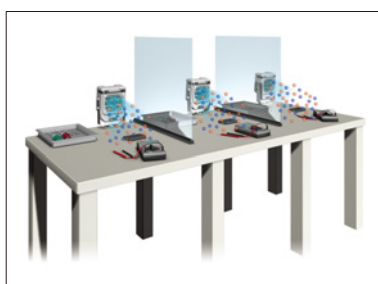
[図1-5 除電ブロー]



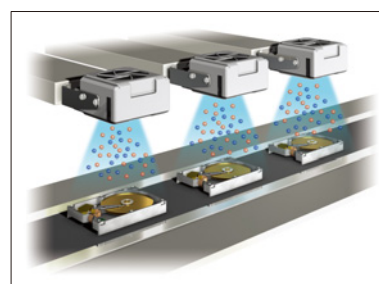
【アプリケーション】



携帯電話セル生産工程



バッテリー検査工程



HDD製造ライン

1-2 コロナ放電式の原理

電圧印加方式のコロナ放電式除電器は、高電圧を印加する針状の電極と、高圧電源、アース電極で構成されており、電極針に高電圧（±3kV以上）を印加することで電極針の先端部分でコロナ放電を発生させています。
コロナ放電が発生すると、電極針周辺に存在している空気が電氣的に分解され、イオンが発生し、このイオンで反対極性の静電気を電氣的に中和することで除電を行います。

自己放電式の除電原理は、針状導体が接地された構造となっています。針状導体を帯電物に近づけると、その間の電位差によりコロナ放電が発生し、針状導体近傍の空気が電氣的に分解、イオンが発生します。このイオンで反対極性の静電気を電氣的に中和することで除電を行います。

針状導体（常に0V）と帯電物の電位差を利用し、コロナ放電を発生させるため、帯電物の電圧が±3kV 以下になるとコロナ放電が消え、それ以上の除電ができなくなります。

一般的に、電圧印加式の「コロナ放電式除電器」と呼ばれるものには、次の3タイプがあります。

ブロータイプ

図（1-5）は、代表的なブロータイプイオナイザです。

机上での作業時に簡単に設置して使用できる除電器で、内蔵されたファンからイオン化エアーが供給されるタイプです。

コロナ放電で発生したイオンをブローの風で搬送し、正負のイオンを含んだ風で帯電物を除電するので、凹凸を持つような形状の物体を除電するのに適しています。

また、人体の除電にも使用可能で、人体は導体に近いため、イオン風を人体全体ではなく、一部に当てるだけで除電効果が得られます。

除電器の基礎

I

除電器の種類

1

除電能力

2

除電装置の評価方法

3

除電器の選定方法

4

除電器の利用方法

II

設置距離とイオン発生周期

1

ダウンフローとエアバージ

2

除電器の設置場所

3

除電器の設置方法

4

除電器のメンテナンス

5

除電効果の確認方法

6

付録/
キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器

1

キーエンス
除電器の基本コンセプト

2

キーエンス除電器
(バータイプ)

3

キーエンス除電器
(ブロータイプ)

4

キーエンス除電器
(スポットタイプ)

5

キーエンス高精度
静電気センサ

6

I 除電器の基礎

1 除電器の種類

2 除電能力

3 除電装置の評価方法

4 除電器の選定方法

II 除電器の利用方法

1 設置距離とイオン発生周期

2 ダウンフローとエアバージ

3 除電器の設置場所

4 除電器の設置方法

5 除電器のメンテナンス

6 除電効果の確認方法

付録/ キーエンス除電器の紹介

1 最新 静電気除電器

2 キーエンス 除電器の基本コンセプト

3 キーエンス除電器 (バータイプ)

4 キーエンス除電器 (プロアタイプ)

5 キーエンス除電器 (スポットタイプ)

6 キーエンス高精度 静電気センサ

バータイプ

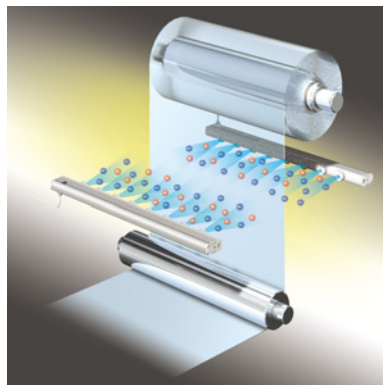
図(1-6)は、代表的なバータイプイオナイザです。

例えば、樹脂成形品の付着防止や、ウエハ搬送時の帯電防止、シート材のゴミ付着防止など、広範囲に渡る安定した除電を行いたい場合に適したタイプです。

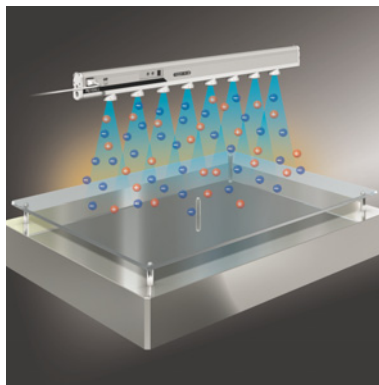
[図1-6 除電バー]



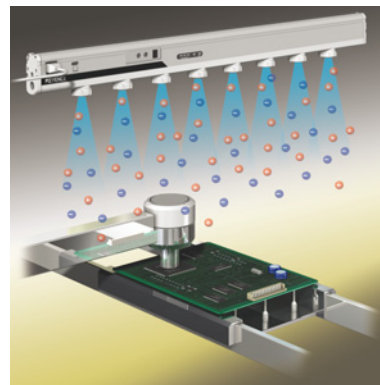
【アプリケーション】



フィルム除電



液晶ガラス除電



基板実装除電

スポットタイプ

図(1-7)は、代表的なスポットタイプの除電器です。

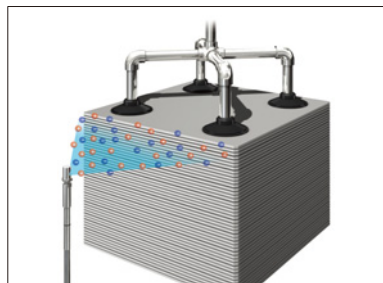
小型ヘッドで、局所的に狙ったポイントを除電することが可能です。取り付け箇所を選ばず、装置のすき間などから狙ったポイントだけをスポット的に除電できるタイプです。

一般的に供給できるエア圧力も高く、除電と同時にゴミやホコリを「吹き飛ばす」ことも可能です。

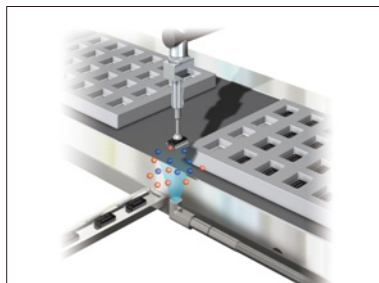
[図1-7 スポット除電器]



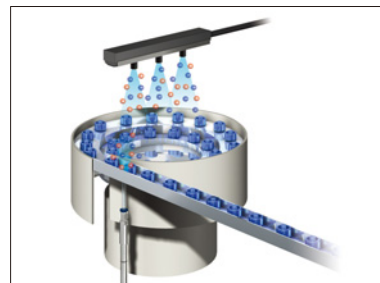
【アプリケーション】



セラミックシート搬送時の除電

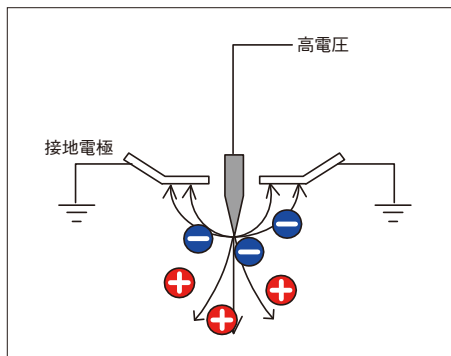


チップ搬送時の除電

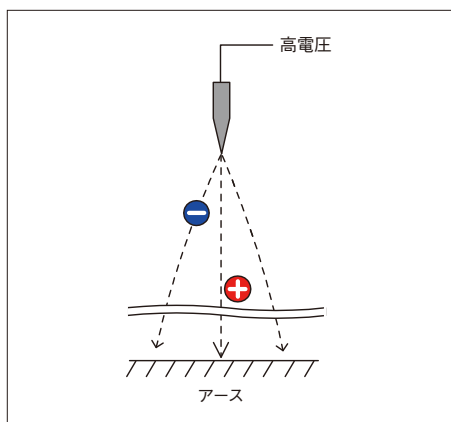


パーツフィーダーの除電

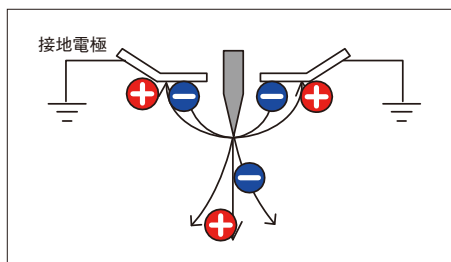
[図1-8 電極構造]



[図1-9 接地電極無しの場合]



[図1-10 接地電極のデメリット]



1-3 コロナ放電とは

コロナ放電 (Corona Discharge 局部破壊放電) は、不平等電界中で局所的に電界の大きい箇所の近傍で電離作用が行われ、局部的に微かな発光を伴った放電のことです。

この場合のコロナ放電の発生条件は、放電を発生させたい箇所の電界の強さおよび気体分子のイオン化のしやすさで決まります。

コロナ放電の強さを決定する要因は、電極構造、印加電圧、気圧、気体の種類があります。

接地電極の役割

図 (1-3) で構造概要を示しましたが、実際の電極構造は電極針周辺に接地電極が配置されています (図1-8)。接地電極は、接地された導電体です。

電極針周辺に接地電極が無い場合、電極針近傍の電界の強さ (V/m) が非常に弱くなります (図1-9)。

電界の強さは、電極間の電位差を電極間距離で割って求めます。

電極針周辺、例えば20mmの距離に接地電極を置き、電極間電位差が+7kVの場合、電極近傍での電界強度は・・・

→350kV/m

接地電極が無く、電極針からアースまでの距離が1mの場合、電極近傍での電界強度は・・・

→7kV/m

これでは電界強度が弱く、コロナ放電が行えないため、電極針周辺に接地電極を配して電界強度を強くします。

接地電極のデメリット

接地電極は、前述したように電極針周辺の電界強度を強くするために必要です。反面、生成したイオンが接地電極に引き寄せられ電氣的に中性化されてしまいます。

一般的に、生成イオンの半分～9割程度が接地電極により中性化されます。

除電器の基礎

除電器の種類

除電能力

除電装置の評価方法

除電器の選定方法

除電器の利用方法

設置距離とイオン発生周期

ダウンフローとエアバージ

除電器の設置場所

除電器の設置方法

除電器のメンテナンス

除電効果の確認方法

付録/キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器

キーエンス除電器の基本コンセプト

キーエンス除電器 (バータイプ)

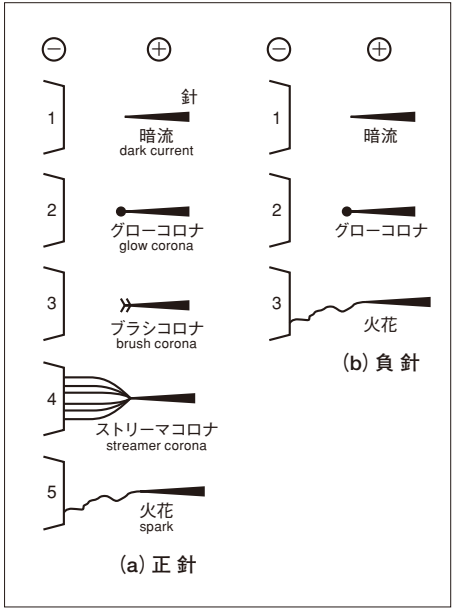
キーエンス除電器 (プロアタイプ)

キーエンス除電器 (スポットタイプ)

キーエンス高精度静電気センサ

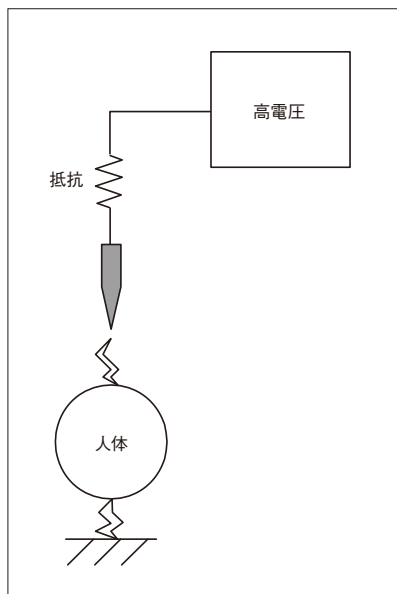
I	除電器の基礎	放電開始電圧
1	除電器の種類	電界強度の強さとコロナ放電は、非連続的な関係です。電界強度が一定値以上の領域で、コロナ放電は発生します。しきい値を超えない間は、コロナ放電は発生しません。
2	除電能力	例えば、針状電極と平板電極を20mm間隔で対向させて針状電極に直流電圧を印加すると、約3kVでコロナ放電が表われます。
3	除電装置の評価方法	電極針への印加電圧を更に上げて行くとやがて火花放電へといたします（図1-11参照）。図（1-11）に様々なコロナ放電の形状分類を載せていますが、必ずしも順序どおりになるとは限りません。針状電極の直径・電極間距離や環境により、現れるコロナ放電の種類およびコロナ放電が開始される電圧値は変わります。
4	除電器の選定方法	コロナ放電が表われる電圧値のことを放電開始電圧と呼びます。 放電が開始されてから、次の種類のコロナ放電に移るまで、例えばグローコロナからブラシコロナに移るまでの間、放電電流値は印加電圧に比例します。 除電器で考えると、放電電流値はイオン量に等しいので、イオン量は印加電圧値に比例することが分かります。
II	除電器の利用方法	コロナ放電とオゾン
1	設置距離とイオン発生周期	コロナ放電時には、正負イオンだけでなくオゾン（O ₃ ）も生成されます。 オゾンが生成されるプロセスは3つあります。
2	ダウンフローとエアバージ	● 紫外線のエネルギーにより、オゾンが生成
3	除電器の設置場所	● 空気中の水分の電気分解により、オゾンが生成
4	除電器の設置方法	● 電子と酸素分子の反応により、オゾンが生成
5	除電器のメンテナンス	いずれもコロナ放電時に生じられるプロセスです。
6	除電効果の確認方法	オゾンは強力な酸化剤、殺菌剤なので、高濃度であると人体や環境に害を及ぼします。
付録/ キーエンス除電器の紹介		現在、除電器に関してオゾン濃度を規定している規格・指針はないため、各メーカーで達成しているオゾン濃度は異なります。使用者側は、一般の作業環境濃度の基準値を参考に、除電器で許容されるオゾン濃度を求めます。日本では0.1ppm（8時間未満）が基準値です。
1	最新 静電気除電器	
2	キーエンス 除電器の基本コンセプト	
3	キーエンス除電器（バータイプ）	
4	キーエンス除電器（プロアタイプ）	
5	キーエンス除電器（スポットタイプ）	
6	キーエンス高精度 静電気センサ	

[図1-11 コロナ放電の形状]



コラム 除電器と感電／漏電

【図1-12 放電電流制限抵抗】



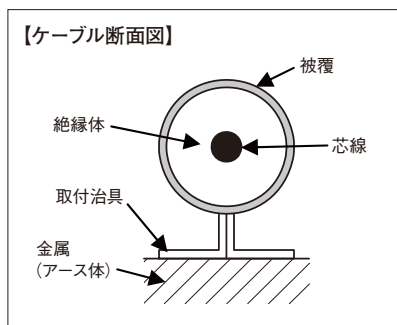
コロナ放電式除電器は、士数kV 以上の高電圧を扱う機器です。電極針には、高圧電源が発生した高電圧が印加されています。初期の除電器の場合、電極針先端からの漏電や、電極針から周辺部への異常放電発生による火災の危険性がありました。現在の除電器は、本質安全性と機能安全性の両面に対策がされています。本質安全性は、電極針と高圧電源間に抵抗やコンデンサを入れる事で、 μA ～mAオーダーの電流しか流れない設計になっている点が挙げられます。機能安全性は、漏電や異常放電時に電力を遮断する保護回路が挙げられます。

但し現在でも、高電圧を伝送するケーブル部分の配線には注意が必要です。高電圧ケーブルから周囲への放電リスクをなくするため、十分な絶縁距離を保つ配線を施工します（図1-14）。

【図1-13 異常放電保護】



【図1-14 高圧ケーブル配線】



除電器の基礎

I

除電器の種類

1

除電能力

2

除電装置の評価方法

3

除電器の選定方法

4

除電器の利用方法

II

設置距離とイオン発生周期

1

ダウンフローとエアバージ

2

除電器の設置場所

3

除電器の設置方法

4

除電器のメンテナンス

5

除電効果の確認方法

6

付録/キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器

1

キーエンス除電器の基本コンセプト

2

キーエンス除電器（バータイプ）

3

キーエンス除電器（プロタイプ）

4

キーエンス除電器（スポットタイプ）

5

キーエンス高精度静電気センサ

6

I 除電器の基礎

1 除電器の種類

2 除電能力

3 除電装置の評価方法

4 除電器の選定方法

II 除電器の利用方法

1 設置距離とイオン発生周期

2 ダウンフローとエアバージ

3 除電器の設置場所

4 除電器の設置方法

5 除電器のメンテナンス

6 除電効果の確認方法

付録/ キーエンス除電器の紹介

1 最新 静電気除電器

2 キーエンス 除電器の基本コンセプト

3 キーエンス除電器 (パーティタイプ)

4 キーエンス除電器 (プロアタイプ)

5 キーエンス除電器 (スポットタイプ)

6 キーエンス高精度 静電気センサ

I-2 除電能力

能力の高い除電器は、静止した帯電物を短時間で中和し、移動する帯電物に対しても帯電レベルを十分低下できる性能を持つものとされます。

具体的には、「除電速度」と「イオンバランス」の2点があり、除電速度が早くなおかつイオンバランスの良い除電器が、能力の高い除電器と言われています。

除電速度

「除電速度」とは、帯電体表面に除電に必要なイオンを単位時間内にどの程度送り込めるかによって決まり、このイオン量を多くするためには、イオン生成能力(単位時間内のイオン生成量)が高いことが必要です。

図(2-1)は、帯電している物体をどれくらいの速さで所定の電圧まで除電できるかを示しています。±1000V→±100Vのように、元の電圧から1/10の電圧になるまでの時間を測定するのが一般的です。この除電能力は、高電圧の印加の仕方によって様々な能力差があります。

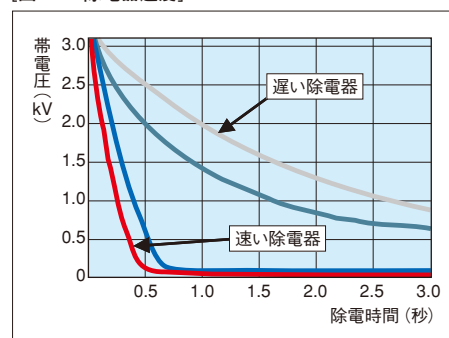
イオンバランス

「イオンバランス」とは、どれだけ0Vに近い状態まで除電できるかと、どれだけ0Vに近い状態を保持できるかを示すもので、生成した正負イオンの割合になります。つまり、帯電体表面の位置で正負イオンの数が等しければ、除電後の帯電体電荷をほぼ正確にゼロにすることが可能になります。

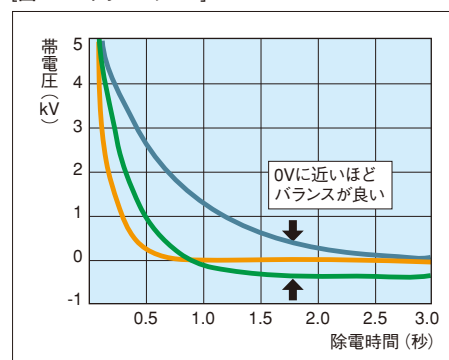
図(2-2)で示すように、「0V」に近い程、イオンバランスが良い除電器となります。なお、イオンバランスは使用開始時に設備環境に応じて調整するのが一般的ですが、この生成する＋イオンと－イオンの量は、静電気敏感なデバイスの静電気対策に利用するため、デバイスに影響しないよう注意して調整する必要があります。

また、十分時間をかけて除電をしたにも関わらず電荷が残っている場合や、除電装置の前面に置いた帯電していない物体が帯電してしまう場合は、イオンバランスが取れていないことになります。除電器によってはイオンバランス調整機能がない除電器もあるので、確認が必要です。

[図2-1 除電器速度]



[図2-2 イオンバランス]

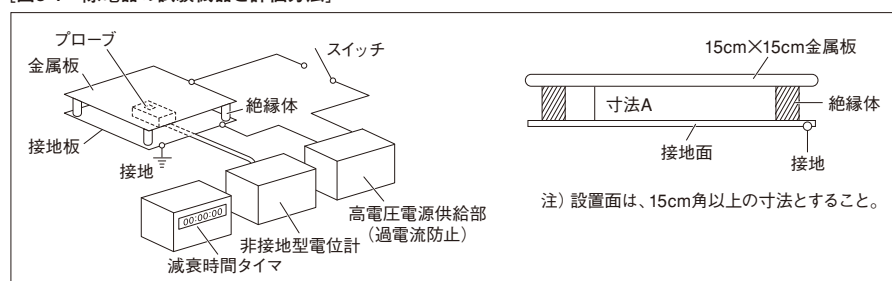


I-3 除電装置の評価方法

チャージプレートモニタの原理

EOS/ESD規格(米国)やRCJ規格等が除電器の性能測定を行う試験機器として、チャージプレートモニタを推奨しています。試験機器の構成は、図(3-1)のように、金属板は15cm×15cmとし、電気的接続のない試験器に取り付けた時の最小静電容量は15pF、導体板と試験回路を含む総静電容量は20pF±2pFとされています。

[図3-1 除電器の試験機器と評価方法]



除電時間の測定方法

除電時間の測定は、チャージプレートを帯電し、その帯電電位が10%に減衰するまでの時間を測定します。帯電電位の減衰時間は、静電容量を係数として静電気の減衰時間といえます。

静電気(電荷量)と(帯電)電位の関係式は

$$Q [C] = C [F] \times V [V]$$

静電容量Cが変化しなければ、静電気（電荷量）Qと帯電（電位）Vは比例します。つまり、チャージプレートで測定した減衰時間に、静電容量の違いを考慮すれば、静電気の減衰時間が分かります。

イオンバランスの測定方法

イオンバランスの測定は、帯電していないチャージプレートに、除電器からイオンを供給した時の電位を測定します。チャージプレートがおかれた場所のプラス・マイナスイオン量が同じであれば電位は0Vを示します。プラス・マイナスイオン量に違いがあると、多いイオンの極性側にチャージプレートが帯電します。これは、帯電していない除電対象物に除電器を用いると、そのイオンバランス値分、逆に帯電させてしまう事を示しています。

測定値は安定した数値になるのを待つため、除電器の運転5分後の電位を測定します。また、静電誘導の影響で値がゆらぐことがあります。このような場合は、中心値を読みとり、イオンバランス値とします。

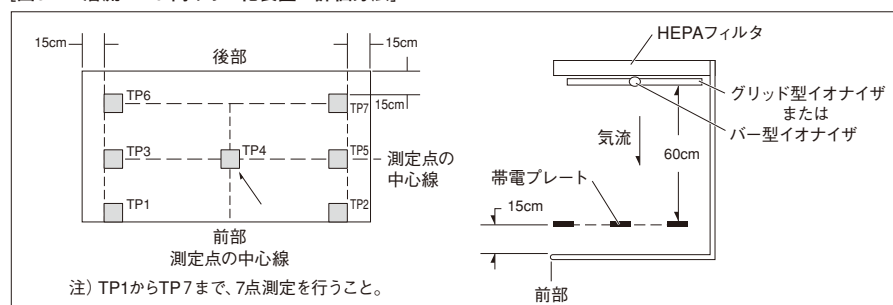
注意事項

チャージプレートモニタを使用した測定は、チャージプレートの大きさ内での平均的な除電性能を示しています。チャージプレートの大きさは150mm角（6inch）と25mm角（1inch）のサイズが一般的です。チップ部品のように小さな部品に対する除電性能を求める際に、大きさが極端に違うチャージプレートで評価したのでは相関が少なくなります。

除電器の種類別評価方法

EOS/ESD規格、RCJ規格では、除電器の種類が用途別に分類されており、それぞれの種類によって評価方法が示されています。図（3-2）は、層流フード内イオン化装置（フード内の層流を利用しイオンを気流下方向に供給するもの）での評価方法です。

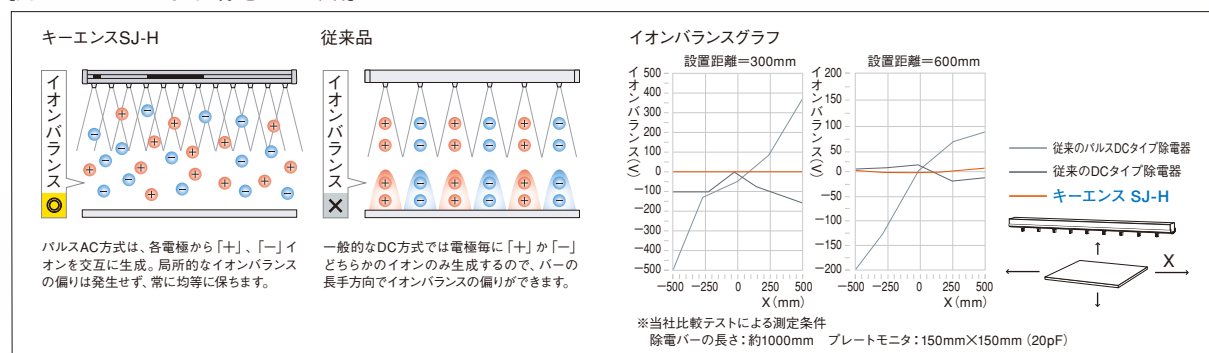
〔図3-2 層流フード内イオン化装置の評価方法〕



EOS/ESD規格やRCJ規格等でも除電器の性能評価は複数ポイントで行うことになっていますが、特にパルスDCやステディDCタイプのバータイプ除電器の場合、除電バーの長手方向での能力評価はイオンバランスを判断する上で非常に重要です。

特に近距離設置で使用する場合は、図（3-3）のように、長手方向でのイオンバランスが悪くなるので、除電条件に見合うかどうかを十分に評価する必要があります。

〔図3-3 パルスDC方式の除電バーの場合〕



コラム チャージプレートモニターを用いたイオンバランスの測定方法

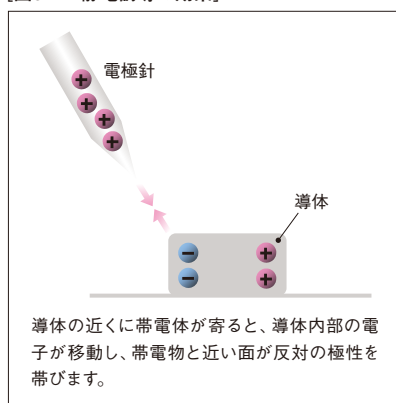
チャージプレートモニターを用いてイオンバランスを測定する場合、除電器の電圧印加方式によって測定値の読み取り方法が異なります。

【表3-1 電圧印加方式による測定値の読み取り方法】

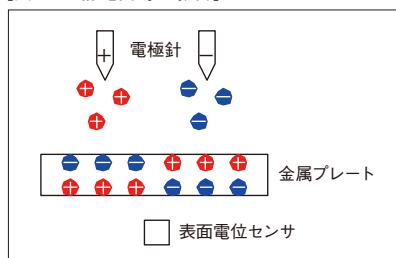
(ダブル) DC方式	パルスDC方式	AC方式	高周波AC方式	パルスAC方式
直 読	中心値	中心値	直 読	中心値

※電圧印加方式の説明は次頁。

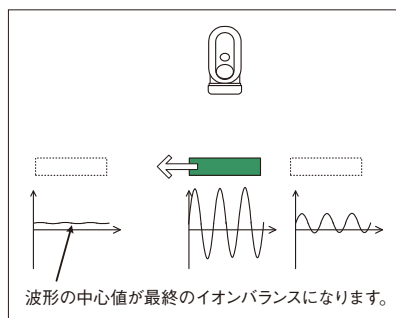
【図3-4 静電誘導の効果】



【図3-5 静電誘導の影響】



【図3-6 距離による静電誘導の影響変化】



チャージプレートモニターを構成している金属板には、

- ①イオンが当たる事による電圧値変化
 - ②電極針先端への印加電圧による静電誘導現象
- の二つの現象が発生します。

DC方式のようにイオンの発生量と印加電圧値が時間変化しない場合は、金属板への影響が一定であるため、読み取り値は振れません。また、プラス電極の影響とマイナス電極の影響が150mm角の金属板に同程度にかかるようにすると、見かけ上ゼロに見えます（図3-5）。この場合、イオンバランス値は表示値を直読します。

AC方式のようにイオンの発生量と印加電圧値が時間変化する場合は、金属板への影響が変化するため、読み取り値が振れます。この場合、イオンバランス値は変化する数値の中心値を求めます。

中心値でよい理由を説明します。

通常、ワークは除電器に近づき、離れて行きます。

遠ざかるにつれ、影響は少なくなり、ワークの耐電圧は中心値とイコールになります。

図（3-6）のように、対象物が除電器に近づいた後（右から）、遠ざかる（左へ）様子を考えます。

金属板への影響を各ワークの下に波形で示します。近づく間は大きくなりますが、遠ざかると小さくなります。

十分遠ざかった時に残るオフセット値（＝イオンバランス値）は、振れていた数値の中心値です。

チャージプレートモニターでの測定は、一定距離に固定した状態で行いますが、上記の理由から、AC方式などは中心値でイオンバランスを測定します。

I-4 除電器の選定方法

除電器を選定する手順は、以下の3段階を踏みます。

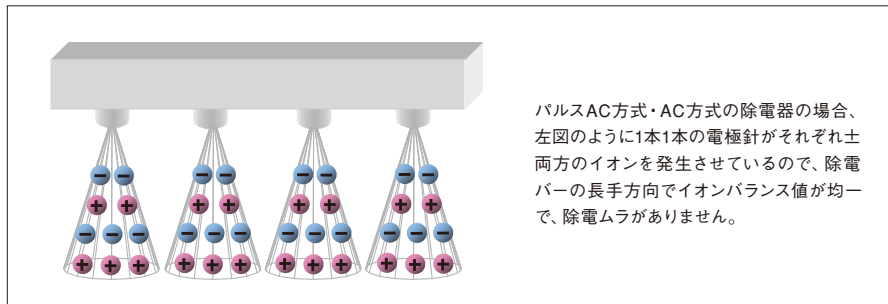
- ①設置距離／範囲の決定
- ②電圧印加方式の選択
- ③除電器候補の選定

設置距離／範囲により、使用できる電圧印加方式が限定されます。その中で、使用すべき電圧印加方式を選択します。設置距離／範囲により制限される電圧印加方式の種類と理由を説明します。

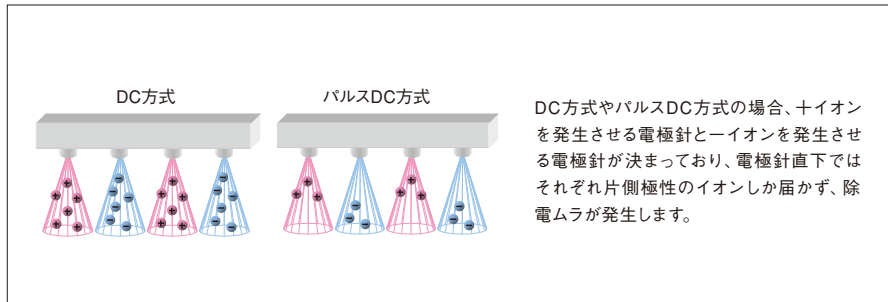
近距離設置（300mm以下）での使用時

近距離設置の場合、場所による除電ムラの有無が電圧印加方式で異なります。1本の電極針からプラス・マイナス両方のイオンが発生できる電圧印加方式を選択します。

[図4-1 パルスAC・AC方式の場合]



[図4-2 DC方式・パルスDC方式の場合]

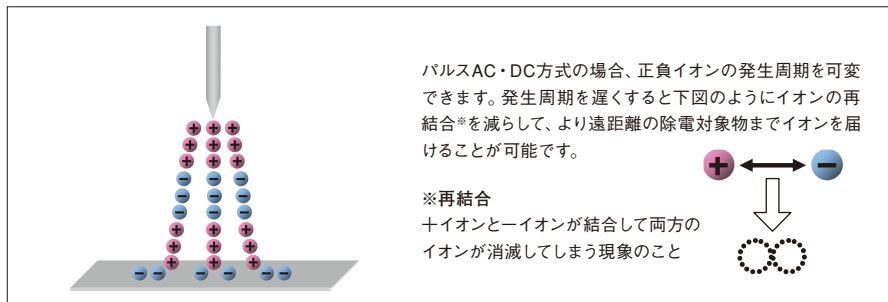


長距離設置（300mm以上）での使用時

長距離設置の場合、イオン到達距離が電圧印加方式で異なります。

正負イオンの再結合の頻度が低い電圧印加方式を選択します。

[図4-3 パルスAC・DC方式の場合]



I 除電器の基礎

1 除電器の種類

2 除電能力

3 除電装置の評価方法

4 除電器の選定方法

II 除電器の利用方法

1 設置距離とイオン発生周期

2 ダウンフローとエアバージ

3 除電器の設置場所

4 除電器の設置方法

5 除電器のメンテナンス

6 除電効果の確認方法

付録/ キーエンス除電器の紹介

1 最新 静電気除電器

2 キーエンス 除電器の基本コンセプト

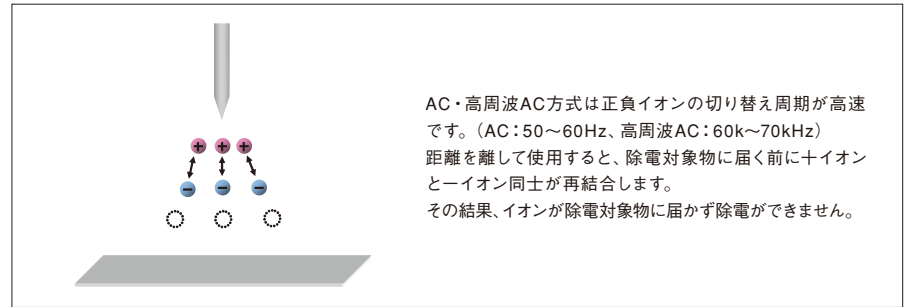
3 キーエンス除電器 (パーティタイプ)

4 キーエンス除電器 (プロタイプ)

5 キーエンス除電器 (スポットタイプ)

6 キーエンス高精度 静電気センサ

[図4-4 高周波AC方式]

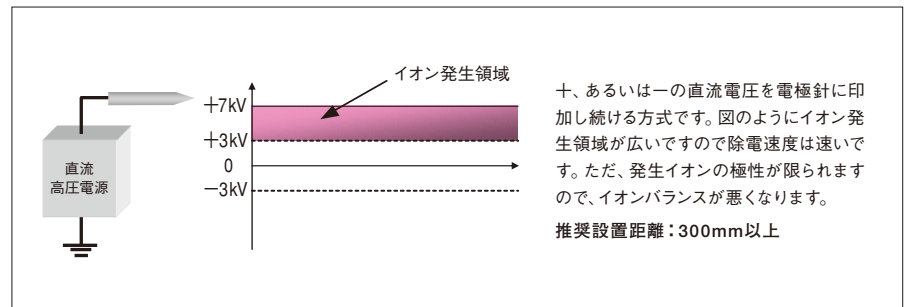


除電能力と電圧印加方式

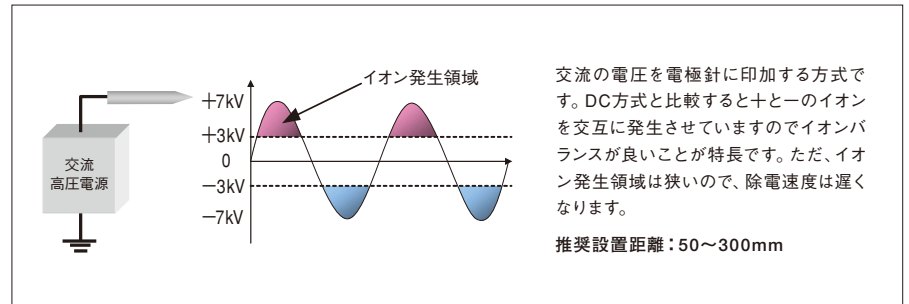
除電器の能力(除電速度、イオンバランス)は、電極針への電圧の印加方法により違いがあります。

電極針への電圧の印加方法(電圧印加方式)にはDC、AC、パルスDC、パルスAC方式の4種があり、それぞれ除電能力に特長があります。

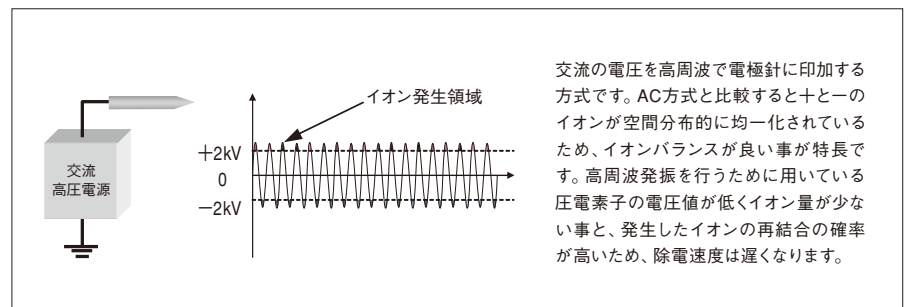
[図4-5 DC方式(直流方式)]



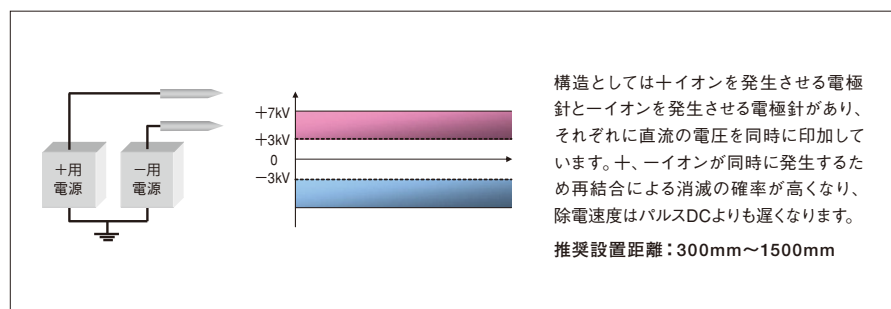
[図4-6 AC方式(交流方式)]



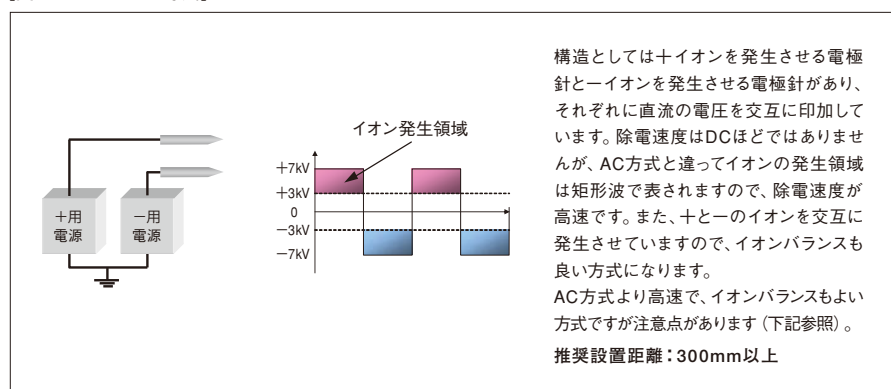
[図4-7 高周波AC方式]



[図4-8 ダブルDC方式]



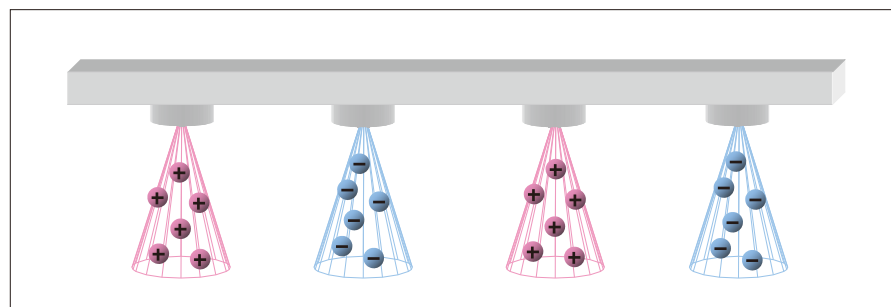
[図4-9 パルスDC方式]



ダブルDC・パルスDC方式の注意点

ダブルDC・パルスDC方式の場合、バータイプの除電器は使い方に注意しないと
いけません。

[図4-10 ダブルDC・パルスDC方式の場合]



図(4-10)のようにバータイプの除電器を使用する場合、バーの長手方向で見ると＋イオン、あるいは－イオンしか発生しない領域が存在しますので、バー長手方向のイオンバランスが悪くなります。特に除電対象物との距離が近い場合は、除電条件に見合うかどうか気をつける必要があります。

除電器の基礎

除電器の種類

除電能力

除電装置の評価方法

除電器の選定方法

除電器の利用方法

設置距離とイオン発生周期

ダウンフローとエアバージ

除電器の設置場所

除電器の設置方法

除電器のメンテナンス

除電効果の確認方法

付録/キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器

キーエンス除電器の基本コンセプト

キーエンス除電器（バータイプ）

キーエンス除電器（プロアタイプ）

キーエンス除電器（スポットタイプ）

キーエンス高精度静電気センサ

I 除電器の基礎

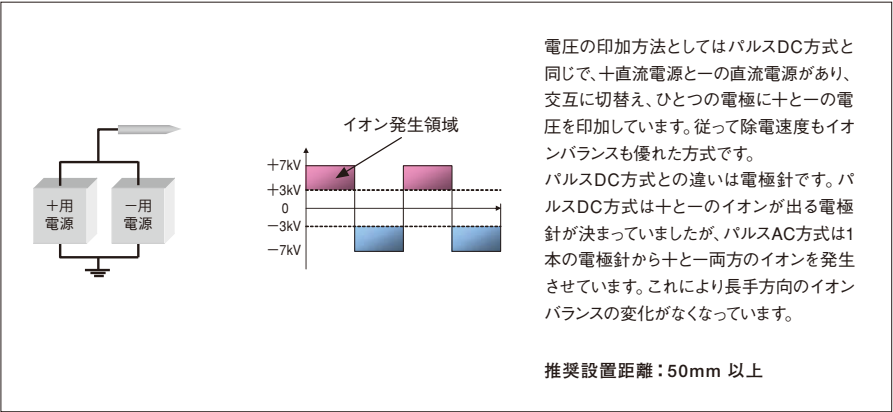
1 除電器の種類

2 除電能力

3 除電装置の評価方法

4 除電器の選定方法

[図4-11 パルスAC方式]



II 除電器の利用方法

1 設置距離とイオン発生周期

2 ダウンフローとエアバージ

3 除電器の設置場所

4 除電器の設置方法

5 除電器のメンテナンス

6 除電効果の確認方法

[表4-1 電圧印加方式別特長]

項 目		DC	ダブルDC	パルスDC	AC	高周波AC	パルスAC
放電の周波数		定常連続	定常連続	パルス 0.1～60Hz	50/60Hz	～70Hz	パルス 0.1～60Hz
除電速度	近距離	○	○	○	○	◎	◎
	遠距離	○	○	◎	△	△	◎
イオン バランス	近距離	×	△	△	◎	◎	◎
	遠距離	○	○	○	○	○	◎

付録/
キーエンス除電器の紹介

1 最新 静電気除電器

2 キーエンス
除電器の基本コンセプト

3 キーエンス除電器
(バータイプ)

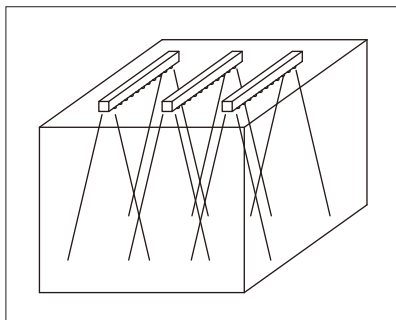
4 キーエンス除電器
(プロアタイプ)

5 キーエンス除電器
(スポットタイプ)

6 キーエンス高精度
静電気センサ

コラム ルームイオナ化

【図4-12 室内除電用途】



雰囲気中にイオンを漂わせ、環境全体の除電を目的とすることを「ルームイオナ化」と呼びます。

この用途では、除電器の電圧印加方式は、十イオンと一イオンの再結合が少ない方式が向いています。イオンの再結合が多いと、広い範囲にイオンが届かないためです。

すなわち、適合電圧印加方式はパルスAC/DC方式です。

(表4-2参照)

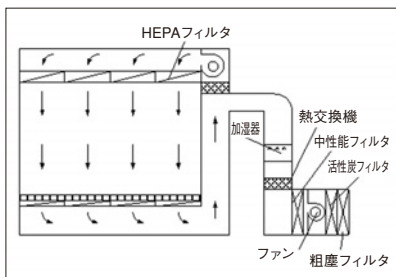
【表4-2 電圧印加方式別イオン再結合傾向】

項 目	DC	ダブルDC	パルスDC	AC	高周波AC	パルスAC
イオンの再結合	少ない	多い	少ない	多い	多い	少ない

イオンの再結合だけを考えると、DC方式も候補になります。

しかし、DC方式はイオンバランスが悪いためにルームイオナ化用途にはあまり適していません。

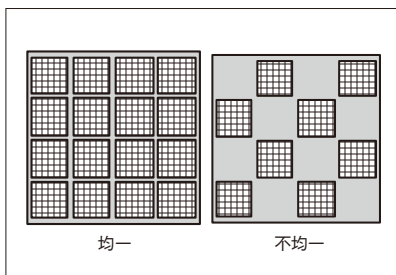
【図4-13 CR断面図】



クリーンルームで除電器を使用する場合、コロナ放電で生成したイオンをクリーンルーム内の気流によって帯電物体まで搬送することが主流です。この場合、除電範囲は空気の流れで決まります。

例えば、垂直層流方式のクリーンルーム図(4-13)では、天井のHEPAフィルタを通った清浄な空気が室内を垂直に流れ、穴の開いた床板(グレーチングパネル)からクリーンルーム外に出されます。大きく見ると、天井から床まで垂直方向に空気が流れていますが、除電範囲を考える上ではもう少し局所的に見る必要があります。

【図4-14 グレーチング例】



図(4-14)のように、床下全面にグレーチングパネルがある場合、均等にイオンを含んだ空気が流れ出ていきます。

グレーチングパネルがまだらになっていると、パネルがある場所のみイオンを含んだ空気が流れ出ていきます。空気が出ない所にはイオンも流れてこないため、除電しにくい領域になります。

このことから、クリーンルームにおいてルームイオナ化を行う場合は、空気の流れを考慮して除電器の設置を行います。

除電器の基礎

除電器の種類

除電能力

除電装置の評価方法

除電器の選定方法

除電器の利用方法

設置距離とイオン発生周期

ダウンフローとエアバー

除電器の設置場所

除電器の設置方法

除電器のメンテナンス

除電効果の確認方法

付録/キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器

キーエンス除電器の基本コンセプト

キーエンス除電器(パーティタイプ)

キーエンス除電器(プロタイプ)

キーエンス除電器(スポットタイプ)

キーエンス高精度静電気センサ

II

除電器の利用方法

I 除電器の基礎

1 除電器の種類

2 除電能力

3 除電装置の評価方法

4 除電器の選定方法

II 除電器の利用方法

1 設置距離とイオン発生周期

2 ダウンフローとエアバージ

3 除電器の設置場所

4 除電器の設置方法

5 除電器のメンテナンス

6 除電効果の確認方法

付録/ キーエンス除電器の紹介

1 最新 静電気除電器

2 キーエンス 除電器の基本コンセプト

3 キーエンス除電器 (パーティタイプ)

4 キーエンス除電器 (プロアタイプ)

5 キーエンス除電器 (スポットタイプ)

6 キーエンス高精度 静電気センサ

II-1 設置距離とイオン発生周期

プラスイオンとマイナスイオンの両方を発生する除電器を設置する場合、設置距離に応じてイオンの発生周期（周波数）を設定する必要があります。イオン発生周期の設定が、除電速度とイオンバランスに密接に関わってきます。

【表1-1 設置距離とイオン周波数の相関】

		周波数 低い	周波数 高い
近距離	イオンバランス	×	○
	除電速度	×	○
遠距離	イオンバランス	○	○
	除電速度	○	×

『近距離設置の場合』

設置距離が100mm以下程度の場合、イオンの発生周期を短くしておかないと、イオンバランスが悪くなります。（図1-1）

『距離を離して設置する場合』

設置距離が100mm以上の場合、イオンの発生周期を長く設定しておかないと、イオンの再結合が起こり、遠くまでイオンが到達しません。（図1-2）

以上のように、除電器は設置する距離に応じてイオンの発生周波数を設定する必要がありますが、例えば距離を離して設置して、**「多少のイオンバランスの悪さは気にせず、除電速度を優先したい」**といったケースがあるかと思います。

このような場合、イオン発生周波数を変更することで実現できる場合があります。

具体的には、除電速度を優先したい場合は、本来設定すべき周波数よりも、遅めの周波数に設定します。また、イオンバランスを優先したい場合は、本来設定すべき周波数よりも、早めの周波数に設定することで、効果が得られることになります。

【具体例】

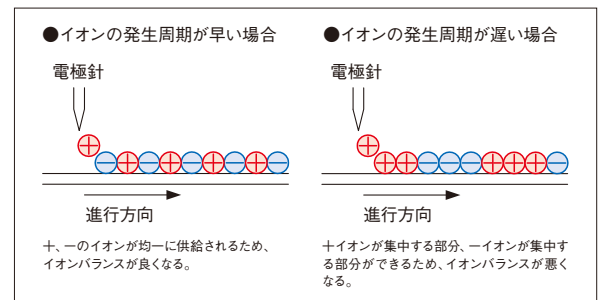
設置距離600mmの場合（SJ-Hシリーズの場合）

通常の設置周波数→10Hz

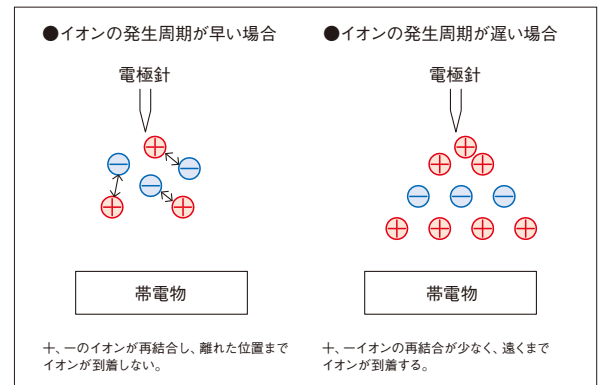
除電速度を優先する場合→10Hz未満（8/5/3Hz等）

イオンバランスを優先する場合→10Hz以上（22/33Hz）

【図1-1 近距離の場合】



【図1-2 距離を離して設置する場合】



コラム 設置距離が遠いとイオンバランスが崩れる!?

プラスイオンとマイナスイオンの両方を発生する除電器の場合、設置距離に適したイオン発生周期の設定が必要です。この事柄に関する説明は前項をお読みください。

設置距離に対してイオン発生周期が不適切な場合の影響を調べるため、次のような実験を行います。

《実験方法》イオン発生周期を固定し、設置距離を徐々に遠くします。

《結果》第一段階：イオンバランスがマイナスにずれます。マイナス帯電の除電速度が遅くなります。

第二段階：プラス帯電、マイナス帯電両方とも除電速度が遅くなります。

第三段階：全く除電しなくなります。

距離が遠くなるにつれて、イオン同士の再結合により除電対象物に届くイオン量が少なくなります。そのため、除電時間が長くなります。

ここで注目したいのは、第一段階の現象です。イオンバランスが崩れる理由としては、除電に使われるプラス電荷とマイナス電荷の移動速度違いと考えられています。

電極針にプラス電圧を印加すると、空気中の N_2 や H_2O から電子を奪いとり、プラスイオンになります。除電に使われるプラス電荷はこれらのプラスイオンです。

電極針にマイナス電圧を印加しすると、電極針から放出された電子が CO_2 や O_2 に付着し、それらがマイナスイオンになります。この際、電子が次々と分子・原子間を移動していく現象が見られます。結果として、電子が単体で移動していくとみなすことができます。除電に使われるマイナス電荷は、マイナスイオンの他に電子単体も相当します。

この違いにより、プラス電荷とマイナス電荷の到達距離が異なり、設置距離が遠くなるにつれて、イオンバランスが崩れていく、と考えられています。

さらに設置距離が離れていくと、対象物への到達電荷量が減少しつづけて、除電速度が遅くなります。ついには全く除電できなくなります。

除電器の基礎 I

除電器の種類 1

除電能力 2

除電装置の評価方法 3

除電器の選定方法 4

除電器の利用方法 II

設置距離とイオン発生周期 1

ダウンフローとエアバーज 2

除電器の設置場所 3

除電器の設置方法 4

除電器のメンテナンス 5

除電効果の確認方法 6

付録/ キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器 1

キーエンス 除電器の基本コンセプト 2

キーエンス除電器 (バータイプ) 3

キーエンス除電器 (プロタイプ) 4

キーエンス除電器 (スポットタイプ) 5

キーエンス高精度 静電気センサ 6

I	除電器の基礎
1	除電器の種類
2	除電能力
3	除電装置の評価方法
4	除電器の選定方法
II	除電器の利用方法
1	設置距離とイオン発生周期
2	ダウンフローとエアパーージ
3	除電器の設置場所
4	除電器の設置方法
5	除電器のメンテナンス
6	除電効果の確認方法
付録/ キーエンス除電器の紹介	
1	最新 静電気除電器
2	キーエンス 除電器の基本コンセプト
3	キーエンス除電器 (パーティタイプ)
4	キーエンス除電器 (ブロータイプ)
5	キーエンス除電器 (スポットタイプ)
6	キーエンス高精度 静電気センサ

II-2 ダウンフローとエアパーージ

設置距離を離して設置すると、通常、除電速度は遅くなります。

(II-1)の周波数の設定を変更することで除電速度向上が可能です。若干イオンバランスが悪くなる傾向になります。

設置距離を離れた状態で、除電速度、イオンバランスともに能力を向上する方法として、「空気の流れ」を利用する方法があり、「ダウンフロー」と「エアパーージ」の2つの方法があります。

「ダウンフロー」

クリーンルームなどで利用されている、天井から床下、あるいは装置の上部から下部への流れる空気の流れ(ダウンフロー)を利用することで、除電速度、イオンバランスともに能力が向上します。

●ダウンフローを有効活用するための構造

層流構造のクリーン空間で除電器を使用する際、除電器の構造によっては層流を乱すことになり、クリーン度を低下させてしまう場合があります。また、乱流を引き起こすような構造の場合、除電能力の向上も思ったようにいかない場合があります。

それに対して、エアロボディ(層流構造)の除電器であれば、層流を乱さずに除電ができるため、クリーン度を保ったまま、ダウンフローを十分活用した除電が可能になります。

「エアパーージ」

一般的によく使用されている、「エアパーージ」と併用することで、エアの物理的な力を利用し、イオンを早く遠くまで飛ばすことができます。

それにより除電速度が速くなり、また、周波数設定を早い周波数に設定できますので、イオンバランスも良くなります。電極針先端へのパーティクルの付着防止にも効果があります。

エアパーージを併用することによるメリットとして、ホコリを飛ばすことと除電を同時に行うことができるので、ゴミ除去対策にも効果を発揮します。

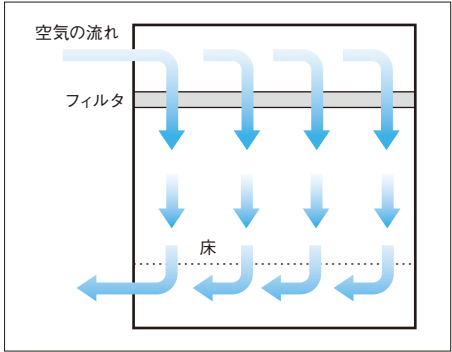
(除電を行うことで、エアパーージだけの時に比べて、再付着防止にも効果を発揮します。)

図(2-3)は、エアパーージの使用例、表(2-1)は、その効果を示します。

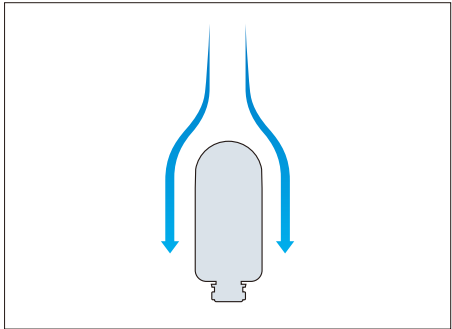
●エアパーージ機能使用時の注意点

エアパーージ機能を使用する場合は、必ず、クリーンドライエア(メッシュサイズ: $0.01\mu\text{m}$ 、露点: -20°C 以下)をご使用ください。結露やパーティクルの付着により除電能力を発揮できないだけでなく、除電器の破損につながる恐れがあります。

[図2-1 クリーンルームの構造]



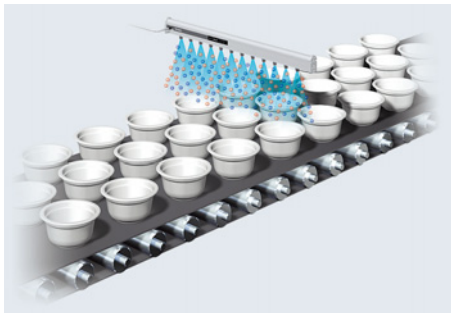
[図2-2 エアロボディ(層流構造)]



[図2-3 エアパーージの使用例]



①エアガンの先端に除電器をつけることで、エアパーージと除電を同時に行える。強いエアを入れることでホコリの吹き飛ばしも同時に行う。



②食品トレイ内の異物除去例

[表2-1 エアパーージの効果]

エアパーージ	除電速度	除電速度	除電速度
無し	10Hz	約8秒	$\pm 30\text{V}$ 以下
有り	33Hz	約3秒	$\pm 30\text{V}$ 以下

・設置距離: 600mm

・除電速度: $\pm 3000\text{V} \rightarrow \pm 300\text{V}$ までの時間

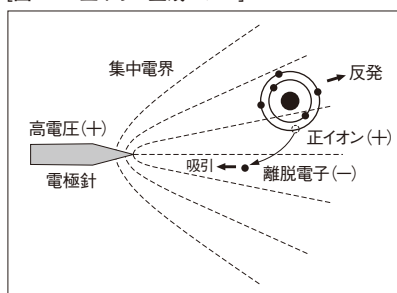
エアパーージ無しの時のデータはダウンフロー有り

コラム イオンの速度

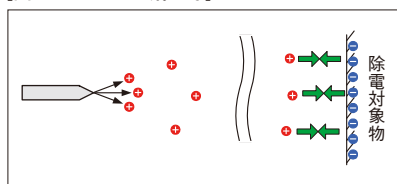
イオンが進行する速度は、電極針先端で生成された瞬間から静電気に到達する場所までにおいて、4つの因子に影響を受けます。

- 電極針 — イオン間クーロン力
- 電 界
- イオン — 静電気電荷間クーロン力
- 気 流

[図2-4 正イオン生成モデル]



[図2-5 イオンの飛び方]



電極針にプラスの電圧を印加するとプラスのイオンが生成され、マイナスの電圧を印加するとマイナスのイオンが生成されます。電極針とイオンの極性が同じであるため、電極針ーイオン間のクーロン力は反発力として働きます。

この反発力でイオンは電極針から遠ざかります。運動方向は、電極針先端から放射する電気力線に沿っています。電極針からイオンが遠ざかるにつれ、電極針ーイオン間のクーロン力は弱まります。周囲に何もなければイオンは拡散し、イオン同士の再結合やアースへ電荷が逃げるなどして、イオンは次々と中性に戻ります。

イオンが帯電物に近づくにつれ、イオンー静電気電荷間のクーロン力が強くなります。クーロン力により、イオンは静電気方向へ加速されます。また、これらのイオンは、空気分子をイオン化したものであるため、気流の影響を受けます。

電極針近傍からエアパージを行うと、イオンが高速に搬送されます。パージエアの流速分布により、イオンの平均速度が変わります。生成イオンを包むエア雰囲気の流れが速いほど、イオンの平均速度が速くなります。

除電器の基礎

I

除電器の種類

1

除電能力

2

除電装置の評価方法

3

除電器の選定方法

4

除電器の利用方法

II

設置距離とイオン発生周期

1

ダウンフローとエアパージ

2

除電器の設置場所

3

除電器の設置方法

4

除電器のメンテナンス

5

除電効果の確認方法

6

付録/キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器

1

キーエンス除電器の基本コンセプト

2

キーエンス除電器 (バータイプ)

3

キーエンス除電器 (プロタイプ)

4

キーエンス除電器 (スポットタイプ)

5

キーエンス高精度静電気センサ

6

II-3 除電器の設置場所

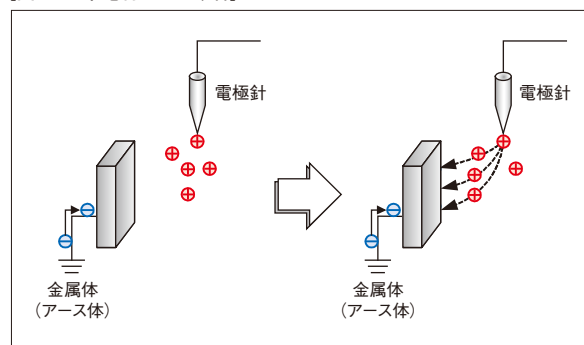
除電器の能力を最大限引き出すためにまず注意しなければならないのが、「除電器の設置場所」です。

●除電器周辺の金属体の影響

『帯電物がない場合』

帯電物がない場合は、図 (3-1) のように、電極針周辺に金属体がある状態でイオンを発生させると、発生させているイオンと反対極性の電荷が金属体に流れます (静電誘導)。この静電誘導によって生じた電荷によって、電極針から発生しているイオンが金属体の方へ吸い寄せられてしまいます。

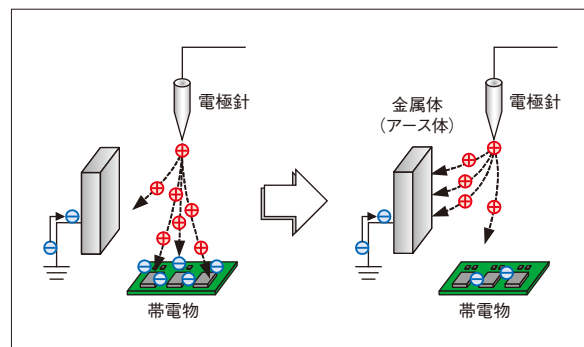
[図3-1 帯電物がない場合]



『帯電物がある場合』

帯電物がある場合、図 (3-2) のように、帯電物が除電器の目の前にあり、帯電物の帯電量が大きい場合は発生するイオンを引き付ける力が強く、金属体の影響が少ない状況になりますが、帯電物が除電されるに従い、イオンを引き付ける力が弱くなり、逆に金属体を引き付ける力の方が強くなってしまい、ついには、帯電物にイオンが到着しないこととなります。つまり、いくらイオンを発生させても除電しきれない状態になってしまいます。

[図3-2 帯電物がある場合]



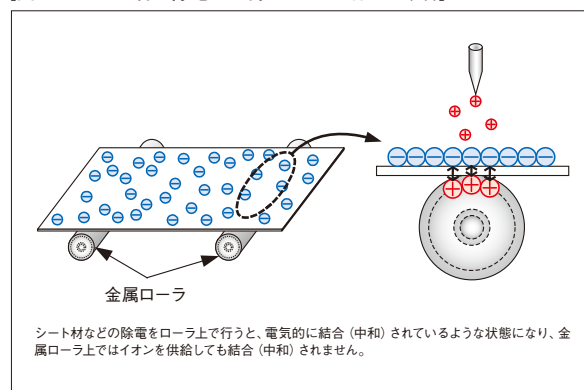
●除電対象物周辺の金属帯の影響

除電器の周辺だけでなく、除電対象物の周辺に金属体があると、上手く除電できない場合があります。

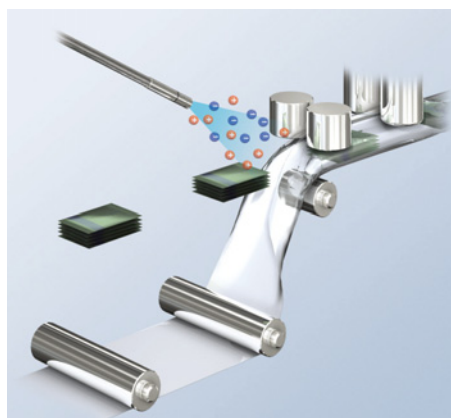
『除電対象物の下にアース体がある場合』

図 (3-3) の図のように、シート材の背景に金属ローラがあると、金属ローラ内で「静電誘導」が起こり、金属ローラ表面に帯電物と逆極性の電荷が集まってきます。そのため、金属ローラ付近ではシート材の表面の静電気が静電誘導によって集まってきた電荷と結合しているような状態（電気的に中和されているような状態）となり、除電器からイオンを供給しても結合（中和）せず、除電効果が得られなくなります。

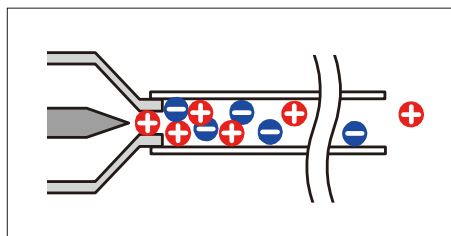
[図3-3 シート材の除電を金属ローラ上で行った場合]



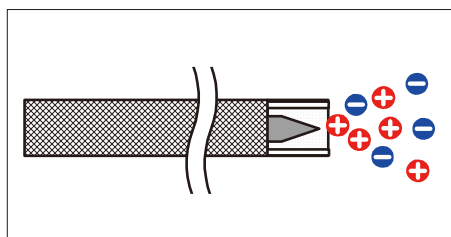
[図4-1 スポットタイプの使用例]



[図4-2 イオンチューブ搬送方式]



[図4-3 ダイレクトイオン方式]



II-4 除電器の設置方法

狭い場所の除電タイプ

P.5～P.6で見たように、除電器形状には除電範囲に応じていくつかの種類があります。

本項目では、狭い場所での除電方法をご説明します。

狭い場所の除電にはスポットタイプの除電器が用いられます。

スポットタイプには、「イオンチューブ搬送方式」と「ダイレクトイオン方式」の種類があります。

イオンチューブ搬送方式は、電極針で生成したイオンを樹脂やステンレス製のチューブで搬送する方式です。

チューブは市販品でも使用ができ、簡便であるため、市場では最も多い方式です。しかし、チューブ内でイオンの再結合や、チューブ壁内へのイオンの付着などが発生し、チューブから飛び出るイオン量は少ないため、除電速度は高速化できません（図4-2）。

ダイレクトイオン方式は、チューブ形状の除電器先端に電極針を位置させ、生成イオンをダイレクトに放出します（図4-3）。

イオンのロスを最小限に抑えられるため、除電速度が高速です。

構造が複雑であるため、市場ではあまり多くありません。また、チューブ内に高圧線が配されているため、稼動部には適していません。

現在、キーエンス製のΦ10タイプが最も細径です。

除電器の基礎

I

除電器の種類

1

除電能力

2

除電装置の評価方法

3

除電器の選定方法

4

除電器の利用方法

II

設置距離と
イオン発生周期

1

ダウンフローと
エアバーज

2

除電器の設置場所

3

除電器の設置方法

4

除電器のメンテナンス

5

除電効果の確認方法

6

付録/
キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器

1

キーエンス
除電器の基本コンセプト

2

キーエンス除電器
(バータイプ)

3

キーエンス除電器
(プロアタイプ)

4

キーエンス除電器
(スポットタイプ)

5

キーエンス高精度
静電気センサ

6

I	除電器の基礎
1	除電器の種類
2	除電能力
3	除電装置の評価方法
4	除電器の選定方法

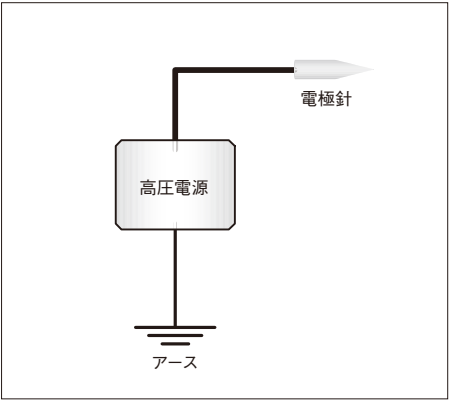
配線時の注意点

コロナ放電式除電器は、コロナ放電を自発的に発生させるため、高電圧を使用します。一般的に±3kV以上の電源を使用します。

除電器の構造として、イオン生成部（電極針）と高電圧電源部とが分離したタイプと本体内蔵タイプがあります。

それぞれの一般的な特長は以下の通りです。

[図4-4 除電器の構造]



II	除電器の利用方法
1	設置距離とイオン発生周期
2	ダウンフローとエアバージ
3	除電器の設置場所

[表4-1 電源タイプ別特長]

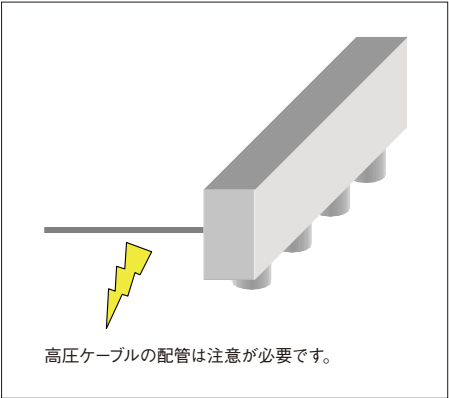
	サイズ	配線ケーブル	配線工数
内蔵式	大きい	低電圧	少ない
分離式	小さい	高電圧	多い

分離タイプを使用する場合、高圧線の配線には注意が必要です。

高圧線にキズができたリ、アース体に直付けを行うと、高圧線から周囲への放電が発生、火災などの事故につながる恐れがあります。

最近は、除電器本体に異常放電検知機能が付いているものがあります（機能安全）。

[図4-5 配線上のリスク]



高圧電源内蔵タイプの場合、配線ケーブルを流れる電圧はDC24-36V程度であるため、通常の電気機器と同じ管理レベルで配線が可能です（本質安全）。

付録/	キーエンス除電器の紹介
1	最新 静電気除電器
2	キーエンス除電器の基本コンセプト
3	キーエンス除電器（バータイプ）
4	キーエンス除電器（プロアタイプ）
5	キーエンス除電器（スポットタイプ）
6	キーエンス高精度静電気センサ

コラム 帯電状況のセンシングフィードバック ①

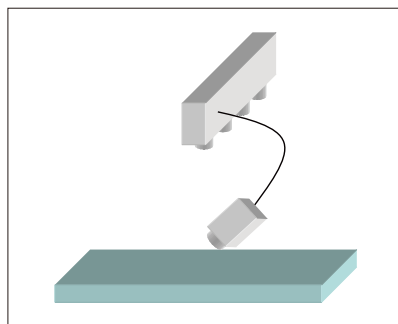
近年、除電能力を向上する手法として、帯電物の帯電状況をセンシングし、その情報を元に最適なイオンを生成する「センシングフィードバック」方式が確立されてきました。

センシングフィードバック方式には、センサの用い方により2種類あります。

●外部センサ方式

●センサ内蔵方式

[図4-6 外部センサ方式]



外部センサ方式は除電器本体にリモート接続された電界計※（P.33）を除電対象物に対して一定距離に設置し、電界計の測定値を元に、除電器本体のプラスイオン・マイナスイオンの発生比率を変える方式です。

外部センサの取り付けが除電器本体取り付けに別途必要ですが、ピンポイントで測定できるため、測定箇所に限定すると高精度にフィードバックできる点が特長です。

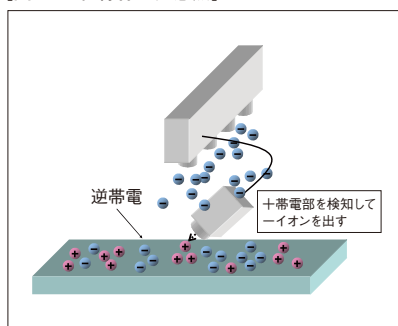
但し、絶縁体ワークや移動体ワークの場合は注意が必要です。

絶縁体ワークの場合、場所により帯電圧が異なります。大きさだけでなく、極性まで変わります（図4-7）。

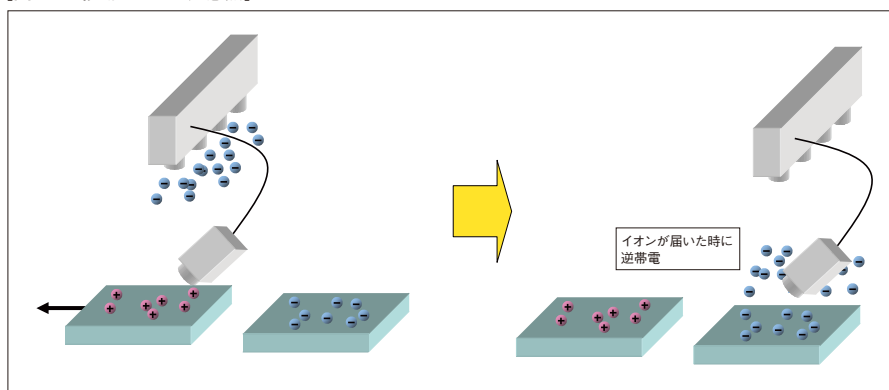
そのため、外部センサ方式により一箇所だけを最適化すると、他の場所は悪化する場合があります。

また、移動体ワークの場合、センシングした情報を元に生成されたイオンが対象物付近まで到達した時には、すでにワークは移動し帯電状況が異なっている、というセンシングとイオン生成間の時間差による誤フィードバックが問題となる事があります。

[図4-7 絶縁体の注意点]



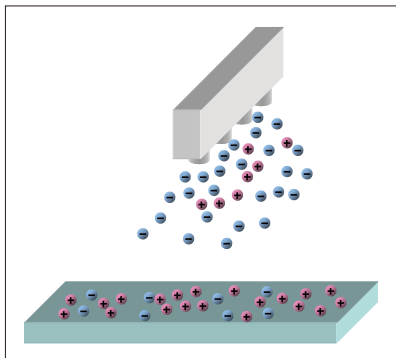
[図4-8 移動ワークの注意点]



※対象物の帯電電荷による電界を電極で受け、誘起された誘導電圧を増幅して表示する。

コラム 帯電状況のセンシングフィードバック ②

【図4-9 内蔵センサ方式】



センサ内蔵方式は、キーエンス製のみが採用している方式で、プラスイオンとマイナスイオンを生成する際のアース電流値から対象物の帯電状況を判断し、それに応じてプラスイオン・マイナスイオンの発生比率を変える方式です。検知範囲は、イオンの広がりと同レベルになるため、ピンポイントでの検知はできません。また、検知精度は除電器の設置距離に依存するため、高精度検知には向いていません。しかし、平均値で見えるため絶縁体ワークでも全体として最適化された除電ができます。

また、センシング部とイオン生成部が同一箇所であるため、移動体ワークも最適な除電が可能です。

【表4-2 センサ方式別特長】

	検知精度	検知範囲	絶縁体	移動体	導体
センサ内蔵	粗い	広い	○	○	○
外部センサ	高い	狭い	△	△	○

I 除電器の基礎

1 除電器の種類

2 除電能力

3 除電装置の評価方法

4 除電器の選定方法

II 除電器の利用方法

1 設置距離とイオン発生周期

2 ダウンフローとエアバージ

3 除電器の設置場所

4 除電器の設置方法

5 除電器のメンテナンス

6 除電効果の確認方法

付録/キーエンス除電器の紹介

1 最新 静電気除電器

2 キーエンス除電器の基本コンセプト

3 キーエンス除電器(バータイプ)

4 キーエンス除電器(プロアタイプ)

5 キーエンス除電器(スポットタイプ)

6 キーエンス高精度静電気センサ

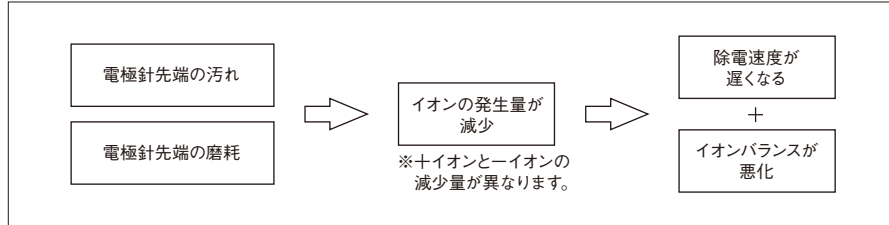
II-5 除電器のメンテナンス

5-1 除電能力の経時的変化

除電器の除電能力（除電速度とイオンバランス）は、使用している時間が経過するにつれて徐々に劣化します。除電能力が劣化する要因は、コロナ放電式が使用する電極針に起因します。

一つ目は「電極針の磨耗」、二つ目は「電極針の汚れ」です。いずれも、イオン生成量の減少（除電速度の低下）および、イオンバランスの崩れが生じますので保守/メンテナンスが必要です（図5-1）。

[図5-1 除電器能力の経時的な変化]



5-2 電極針の磨耗のメカニズム

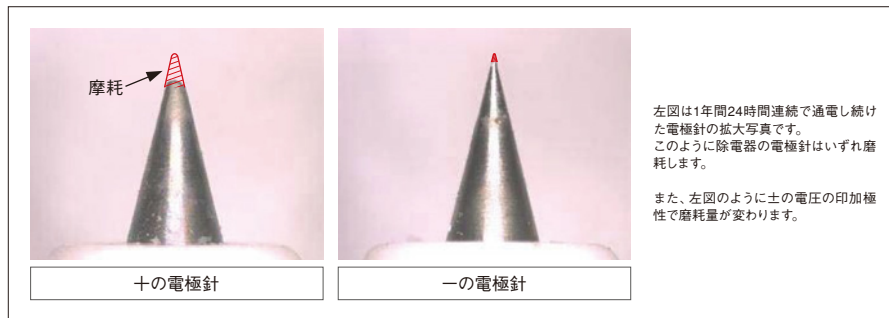
コロナ放電時には、電極針先端にて電流の担い手の電子を放出・吸収します。

プラスの電圧印加時は、電極針先端にて電子を吸収します。

マイナスの電圧印加時は、電極針先端から電子を放出します。

これら、放出・吸収時の物理的エネルギーにより、電極針先端が徐々に磨耗します。

[図5-2 電極針の磨耗の様子]

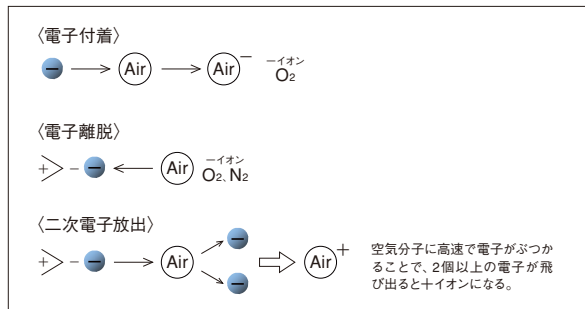


図（5-2）のように、プラスの電圧を印加した電極針とマイナスの電圧を印加した電極針では磨耗量が異なります。この理由としては、電極針にて電子を放出・吸収する時の電極針に与える衝撃の違いと考えられています。

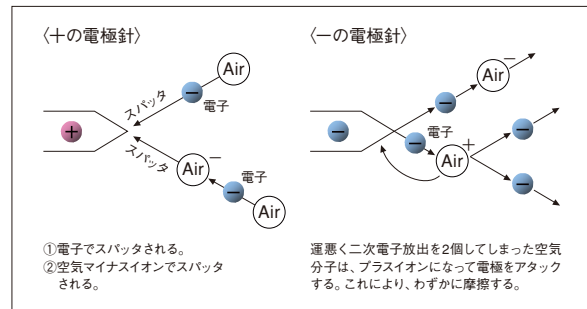
プラス電圧印加時は電極針が電子を吸収します。この時電子が電極針に衝撃エネルギーを与えます。

逆に、マイナス電圧印加時は電極針から電子を放出します。電極針に衝突エネルギーはほぼ発生しません。

[図5-3 イオンのでき方]



[図5-4 電極針磨耗のしくみ]



I	除電器の基礎	電極針が磨耗した場合、プラスとマイナスで磨耗量が異なります。 そのため、電極針への印加電圧極性が異なっている場合、電極針毎で磨耗量が 違います。マイナスイオンの発生量が相対的に多くなり、イオンバランスはマイナ ス側にずれていきます。 このことから、一般的に電極針への印加電圧極性は同一であるタイプが良いとさ れています。
1	除電器の種類	
2	除電能力	

3	除電装置の評価方法	
4	除電器の選定方法	5-3 電極針磨耗への対処 一定期間使用し、磨耗した電極針は交換する必要があります。 交換時期の目安は、電極針の材質で異なります。図 (5-5)

II	除電器の利用方法	交換する方法は一般的に3タイプあります。
----	----------	----------------------

1	設置距離と イオン発生周期
2	ダウンフローと エアバージ
3	除電器の設置場所
4	除電器の設置方法

5	除電器のメンテナンス	交換不可のタイプは、除電器そのものの交換となります。その分ランニングコス トが加算されます。
6	除電効果の確認方法	工具による交換のタイプは針キャップ交換タイプに比べ一般的に部品代がロー コストですが、交換作業の煩雑さや、ペンチによる電極針先破損、作業時のボト 落ちなどのリスクがあります。

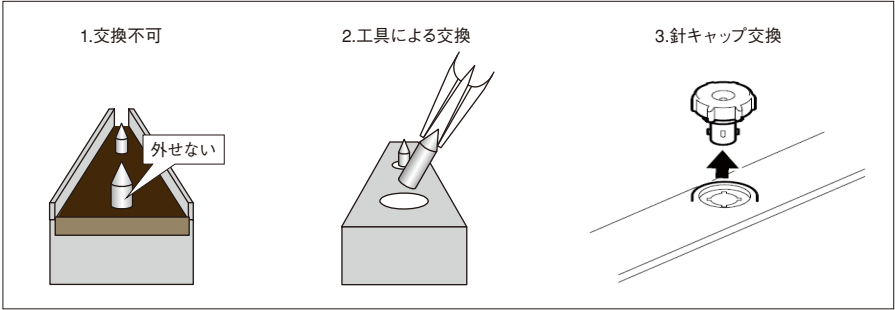
	付録/ キーエンス除電器の紹介
--	--------------------

1	最新 静電気除電器
2	キーエンス 除電器の基本コンセプト
3	キーエンス除電器 (バータイプ)
4	キーエンス除電器 (フロアタイプ)
5	キーエンス除電器 (スポットタイプ)
6	キーエンス高精度 静電気センサ

[表5-1 電極針の寿命]

材 質	寿 命	特 長
タングステン	約2年	最も一般的に使用されている材質で長寿命
シリコン	約2年	金属汚染を嫌う環境で使用されている材質
SUS	約1年	安価ではあるが他の材質と比べると短寿命

[図5-5 電極針の交換方法]



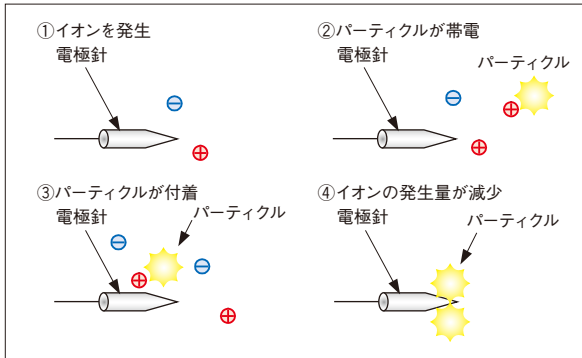
5-4 電極針の汚れのメカニズム

電極針には、コロナ放電を行うため高電圧（±3kV以上）の電圧が印加されています。電極針先端には強い電界が発生します。この電界の影響により、

- ① 空中に浮遊するパーティクルが電極方向に吸引され付着し堆積
- ② 大気中含まれる有機物（ $[(CH_3)_2SiO_2]_x$ ）などが、電極針先端に析出という二つの現象が発生し電極針先端に汚れが発生します。

※付着物は周囲環境によって異なります。

【図5-6 電極針の汚れによる影響】



『詳細メカニズム』

除電器は、電極針に十、一の高電圧を印加しイオンを発生させています。このとき、電極針の周辺では、図（5-6）のように、電極針周辺に存在する微少なパーティクルが、発生しているイオンによって帯電し、電極針とパーティクル間にクーロン力が働きパーティクルが電極針に付着します。

また、図（5-7）は、電極針へのSiO₂付着の様子で、図（5-8）は、SiO₂付着のメカニズムです。

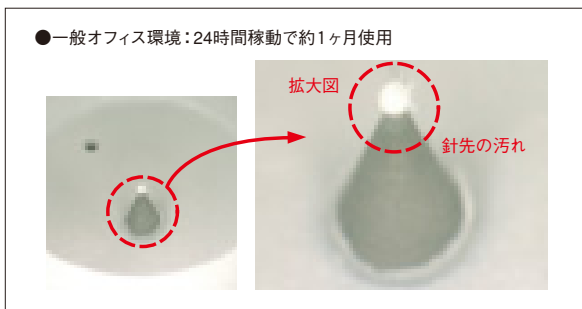
【表5-2 組成分析結果】

試料	Si	O	S
白色析出物	38.0	61.0	0.9

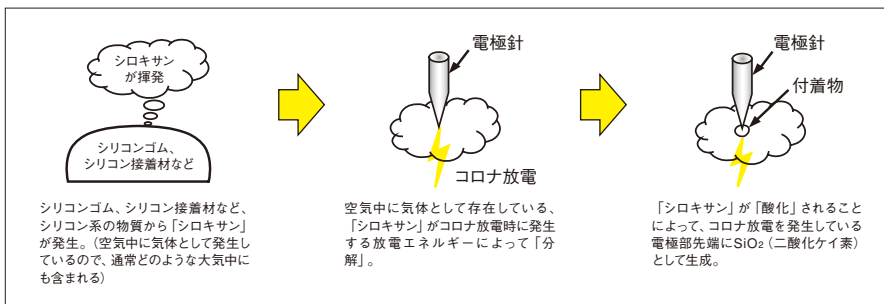
※代表例データ

参考データ（付着物の組成分析結果）

【図5-7 電極針への付着の様子】



【図5-8 電極針先端への付着のメカニズム】



5-5 電極針の汚れによる影響

除電器は電極針周辺にある空気を電氣的に分解する事でイオンを生成しています。電極針先端部分にパーティクルが付着すると、物理的に空気に触れる面積が減少するため、イオンの生成量が減少します。

生成するイオン量が減少するということは、除電速度が遅くなるということです。

I 除電器の基礎

1 除電器の種類

2 除電能力

3 除電装置の評価方法

4 除電器の選定方法

II 除電器の利用方法

1 設置距離とイオン発生周期

2 ダウンフローとエアバージ

3 除電器の設置場所

4 除電器の設置方法

5 除電器のメンテナンス

6 除電効果の確認方法

付録/ キーエンス除電器の紹介

1 最新 静電気除電器

2 キーエンス 除電器の基本コンセプト

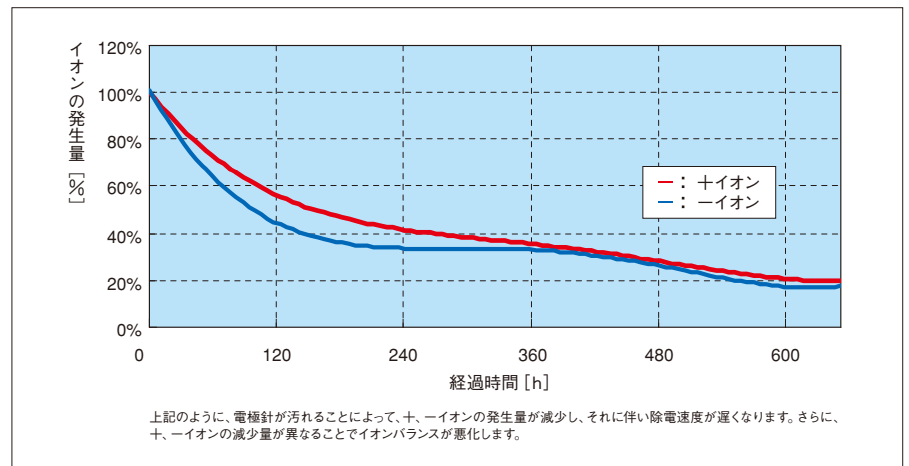
3 キーエンス除電器 (パーティタイプ)

4 キーエンス除電器 (プロアタイプ)

5 キーエンス除電器 (スポットタイプ)

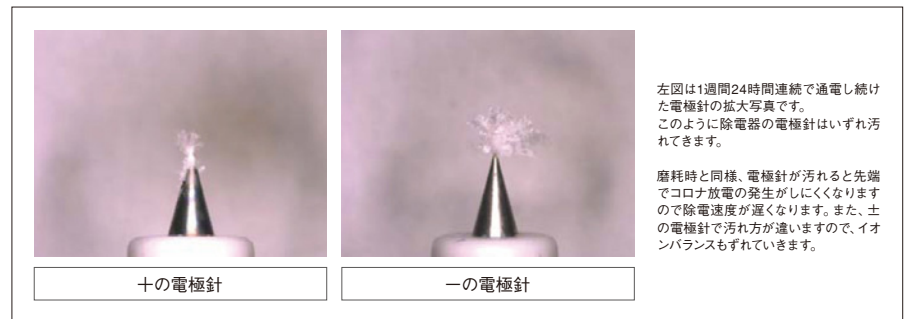
6 キーエンス高精度 静電気センサ

【図5-9 イオン量の経時変化データ（代表例）】



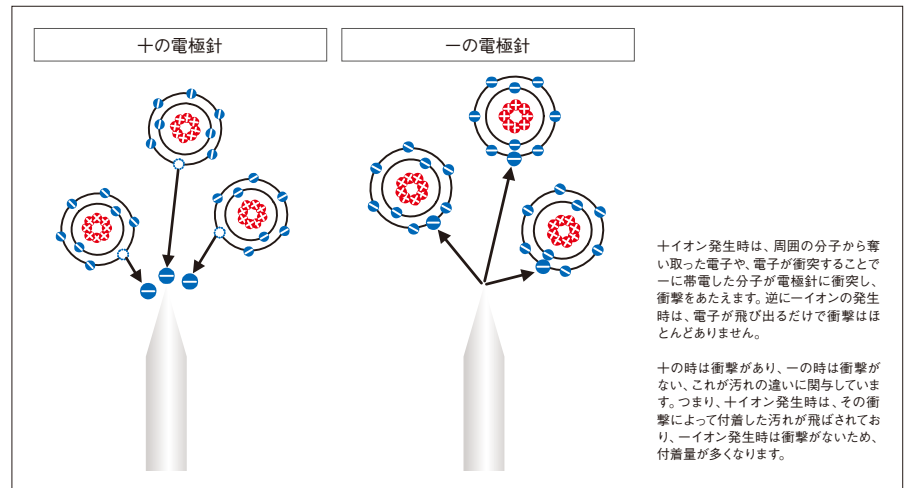
また、電極針の極性により付着物量が異なります。

【図5-10 電極針の汚れの様子】



プラス電圧を印加した側に比べマイナス電圧を印加した側の方が、付着物が大きく成長しています。印加する電圧の極性により、電極針に対する電子の放出／吸収の違いによります。

【図5-11 汚れ方の違いについて】

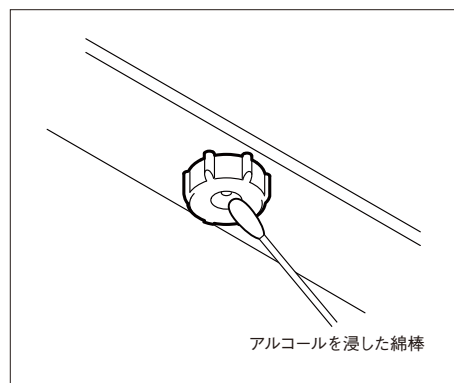


付着物量が異なるということは、生成するイオン量が異なるということです。

結果、プラス側の除電速度とマイナス側の除電速度に差が発生します。

※付着物の様子は周囲環境により異なります。

[図5-12 電極針のメンテナンス方法]



5-6 電極針汚れへの対処

電極針のメンテナンス方法

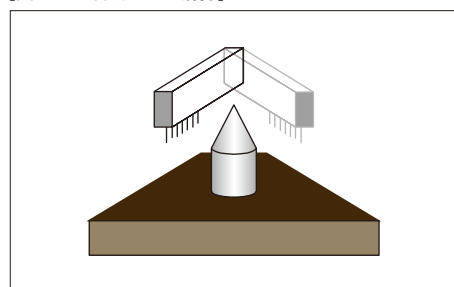
前述のように、電極針が汚れることによってイオンの発生量が単純に減少し、除電速度が遅くなるだけでなく、十、一イオンの減少量が異なることによってイオンバランスが悪化し、悪くすれば「帯電器」になる恐れがあります。

そのため、除電器の能力を最大限に引き出し活用していくには、電極針のメンテナンスが必要不可欠です。

電極針のメンテナンスは、図 (5-12) のように、アルコールを浸した綿棒で行うのが一般的で、メンテナンス周期は、通常のオフィス環境下で使用した場合、2週間毎に行うのが一般的です。

(メンテナンス周期は、使用環境によって大きく異なるため、あくまで一般的な目安だと考えてください。)

[図5-13 自動ブラシ清掃]



5-7 電極針汚れの低減技術

現在市場では、電極針の異物の付着を低減する方法が3つあります。それぞれの特長を説明します。

【方法 1】自動ブラシ清掃

除電器内に装着したブラシをタイマー動作で動かします。

電極針への付着物を自動で払い取ります。

- 簡便
- × 清掃完了確認ができない
- 清掃度合いが低い
- 異物を周囲に散らしている

【方法 2】パージエアによる付着低減

電極針周囲からエアを噴出させます。

噴出エアにより電極針へのパーティクルなどの接近を少なくします。

- 低減効果が高い
- × エア設備が必要
- 方法3に比べ、エアが乱流であるため低減効果が低い

【方法 3】シースエアによる電極針の防護 (キーエンス特許)

電極針をシースエアで覆います。シースエアによる防護で電極針へのパーティクルガスの接近を少なくします。

- ◎ 低減効果が非常に高い
- × エア設備が必要

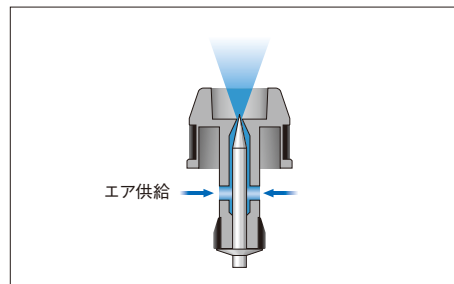
これらの技術を用いた製品の場合、異物の付着が低減され、メンテナンス期間が延びます。

但し、いずれは異物が付着する可能性があります。

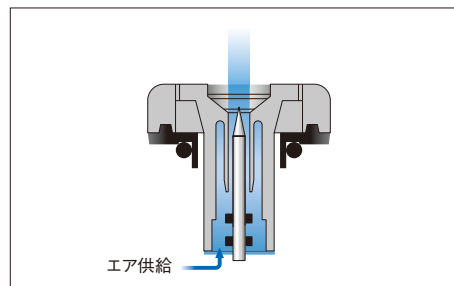
異物が付着したまま除電器を運用していると、十分な除電効果が得られていない可能性があります。

クリーニング自己チェック機能も付いた除電器であればメンテナンス時期を逃さず安心です。

[図5-14 従来品 (電極針キャップ断面)]



[図5-15 シースエアガイド構造 (電極針キャップ断面)]



除電器の基礎

I

除電器の種類

1

除電能力

2

除電装置の評価方法

3

除電器の選定方法

4

除電器の利用方法

II

設置距離と
イオン発生周期

1

ダウンフローと
エアバージ

2

除電器の設置場所

3

除電器の設置方法

4

除電器のメンテナンス

5

除電効果の確認方法

6

付録/
キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器

1

キーエンス
除電器の基本コンセプト

2

キーエンス除電器
(バータイプ)

3

キーエンス除電器
(プロタイプ)

4

キーエンス除電器
(スポットタイプ)

5

キーエンス高精度
静電気センサ

6

I 除電器の基礎

1 除電器の種類

2 除電能力

3 除電装置の評価方法

4 除電器の選定方法

II 除電器の利用方法

1 設置距離と イオン発生周期

2 ダウンフローと エアバージ

3 除電器の設置場所

4 除電器の設置方法

5 除電器のメンテナンス

6 除電効果の確認方法

付録/ キーエンス除電器の紹介

1 最新 静電気除電器

2 キーエンス 除電器の基本コンセプト

3 キーエンス除電器 (パーティタイプ)

4 キーエンス除電器 (プロアタイプ)

5 キーエンス除電器 (スポットタイプ)

6 キーエンス高精度 静電気センサ

コラム 電極針汚れの清掃期間

前述のように、除電器の電極針にはパーティクルなどの付着が発生します。

付着する物質は様々です。

空気中に含まれる微小なパーティクルの場合や、有機ガス分子が酸化などの化学反応の結果として付着する場合があります。

クリーンルームの場合、空気中のパーティクルはクリーン度に応じて少なくなり、高いクリーン度の場所では、ほぼパーティクル付着がなくなります。有機ガス成分は、クリーンルーム中では濃度が高くなるのが現状です。化学プロセス装置周辺では、通常環境に比べて付着が多い場合などあります。

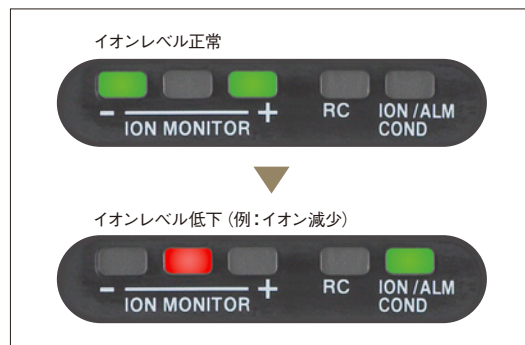
結果として、付着量は環境の大気成分により異なります。

そのため、電極針の汚れを清掃する期間は使用場所により異なります。

清掃期間を決める方法は2つあります。

- ①当初は定期的に付着の影響を除電可否にて判断。除電不可になるまでの期間に繰り返し性が見られれば、その期間を清掃期間とする。
- ②清掃時期を知らせる自己チェック機能のある除電器を使用。

[図5-16 最適なメンテナンスをお知らせ]



装置の定期点検をこまめに行っている場合は、点検作業項目に組み込むケースもあります。

II-6 除電効果の確認方法

除電器の除電効果とは、生成したイオンにより帯電電荷を中和し対象物の帯電圧を下げるものです。

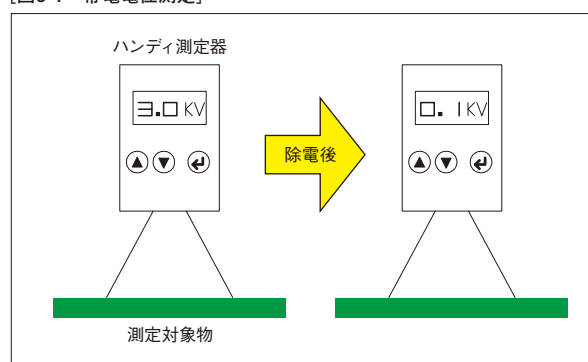
この意味合いを考えると、除電効果の確認をしたい場合は2つの切り口が考えられます。

1. 対象物の帯電圧値の確認

2. 除電器の性能の確認

それぞれの方法をご説明します。

[図6-1 帯電電位測定]



帯電電位測定（対象物の帯電圧値の確認）

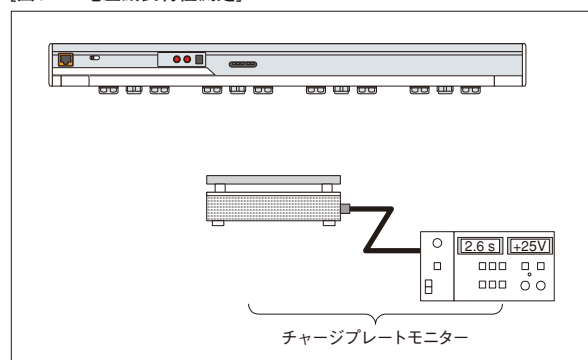
電界計や表面電位計を用いて対象物の帯電圧を除電前と除電後に測定する事でその除電効果を判断します。

この方法は、その除電方法が実際に対象物へどのような効果をもたらしているかを測定することになるため、実際の生産現場でモニター的に行われる主な方法です。除電器本来の性能が良くても、設置箇所の影響や、経時変化の影響などで実力が発揮できていない可能性があります。

除電効果の確認としては、この方法が最も信頼できる方法といえます。

導入当初の値を記録しておき、定期メンテナンス時に当初の値と比較します。当初の値に比べ、除電効果が十分ではない場合は、電極針の汚れや磨耗など各種項目を確認します。

[図6-2 電圧減衰特性測定]



電圧減衰特性測定（除電器の性能の確認）

一般的にチャージプレートモニターと呼ばれる、大きさと静電容量値が規定された測定用電極を持つ測定器で除電器そのものの性能（除電速度、イオンバランス）を測定します。

チャージプレートモニターの構造は、大きさと静電容量値が規定された電極に専用の電源で帯電し、かつ電極を測定する表面電位計が内蔵されています（P.10参照）。

帯電した電極にイオンが当たると帯電圧が減少します。閾値以下に減衰する時間を内蔵タイマーで求めます。この時間から除電速度を示します。

除電器の基礎

I

除電器の種類

1

除電能力

2

除電装置の評価方法

3

除電器の選定方法

4

除電器の利用方法

II

設置距離とイオン発生周期

1

ダウンフローとエアバーज

2

除電器の設置場所

3

除電器の設置方法

4

除電器のメンテナンス

5

除電効果の確認方法

6

付録/
キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器

1

キーエンス
除電器の基本コンセプト

2

キーエンス除電器
(バータイプ)

3

キーエンス除電器
(プロタイプ)

4

キーエンス除電器
(スポットタイプ)

5

キーエンス高精度
静電気センサ

6

I	除電器の基礎	十分な時間経過後の電極の帯電圧値を測定するとイオンバランス値となります。 測定単位が時間と電圧で表され、比較的安定した値が得られるので判断しやすい測定方法です。
1	除電器の種類	除電器の性能評価として広く用いられています。
2	除電能力	イオン電流測定 除電器がイオン生成装置であることから、除電器が発生するイオン量を電流値として測ることで能力を判断する方法です。
3	除電装置の評価方法	理論的には除電器の性能を数値で比較できることが可能です。しかし、一般のイオン濃度計などを用いる場合、除電器の電極針からの位置によって測定値が変化するので注意が必要です。
4	除電器の選定方法	また、イオン電流値では実際の静電気対策の効果と数値の関連付けが難しく、除電効果の判断ではなく、除電器の特性測定という意味合いが強くなります。 チャージプレートモニターを使用した電圧減衰測定方法と比べると、測定時間が短く済む利点がある反面、比較的除電効果との関連付けが難しくなります。
II	除電器の利用方法	
1	設置距離とイオン発生周期	
2	ダウンフローとエアバージ	
3	除電器の設置場所	
4	除電器の設置方法	
5	除電器のメンテナンス	
6	除電効果の確認方法	
	付録/ キーエンス除電器の紹介	
1	最新 静電気除電器	
2	キーエンス 除電器の基本コンセプト	
3	キーエンス除電器 (バータイプ)	
4	キーエンス除電器 (フロアタイプ)	
5	キーエンス除電器 (スポットタイプ)	
6	キーエンス高精度 静電気センサ	

除電器ガイドブック

付録/キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器	36
除電器の基本コンセプト	37
バータイプ除電器	
SJ-H	39
フロアタイプ除電器	
SJ-F300	41
SJ-F100	41
スポットタイプ除電器	
SJ-M	42
SJ-M400	42
高精度静電気センサ	
SK	43

最新 静電気除電器

センシング・イオナイザ ラインナップ

パーティタイプ

超高速・シースセンシングイオナイザ SJ-H



タイプ	コントローラ内蔵パーティタイプ 360mm～3000mm
方式	パルスAC
イオンバランス	±30V
特長	除電能力と省エネルギー・省メンテナンス など全てに優れたフラッグシップタイプ

プロアタイプ

超高速・高精度 ワイド除電プロア SJ-F2000/5000 NEW



タイプ	プロアタイプ
方式	パルスAC
イオンバランス	±5V
特長	広範囲を高速・高精度に除電できる ワイドプロアタイプ

フリーレイアウト 高速 / ワイドエリア除電プロア SJ-F300



タイプ	プロアタイプ
方式	バリアブルDC
イオンバランス	±5V
特長	卓上から装置使用まで対応できる スタンダードプロアタイプ

高速・高精度 コンパクト除電プロア SJ-F010



タイプ	プロアタイプ
方式	バリアブルDC
イオンバランス	±5V
特長	装置使用に最適な 小型・薄型プロアタイプ

スポットタイプ

高性能・マイクロ除電器 SJ-M



タイプ	マイクロスポットタイプ
方式	パルスAC
イオンバランス	±5V
特長	8種類のヘッド選択可能な ユーティリティタイプ

ガン対応マイクロ除電器 SJ-M400



タイプ	スポットタイプ
方式	パルスAC
イオンバランス	±30V
特長	除塵に最適な コンパクトスポットタイプ

測定器

高精度静電気センサ SK

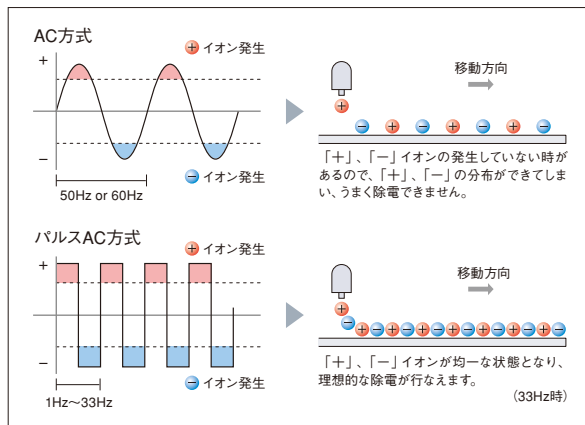


タイプ	測定器
方式	V.S.S.方式
イオンバランス	±10V (高精度モード時)
特長	測定距離に影響を受けない 高精度表面電位測定器

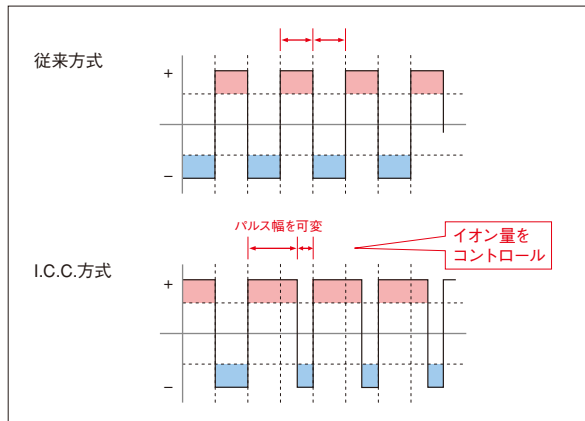
キーエンス 除電器の基本コンセプト

除電器にまつわる問題点や様々な除電ニーズにお応えするため、キーエンスのSJシリーズは4つのコンセプトを基本としています。

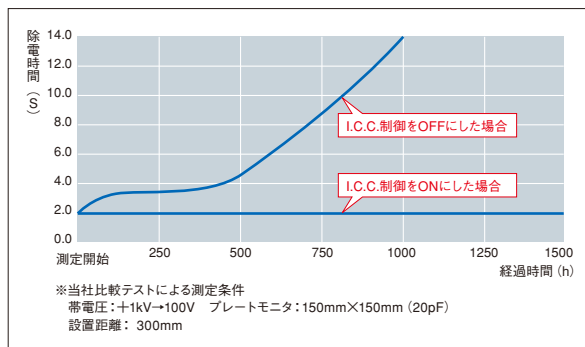
[図 付録-1 独自のパルスAC方式]



[図 付録-2 I.C.C.方式による高精度イオンバランス]



[図 付録-3 I.C.C.による除電時間維持効果 (SJ-F300代表例)]



①高速除電&高精度イオンバランス

【独自のパルスAC方式】

1本の電極針に「+」、「-」の高電圧を交互に印加し、両方の極性のイオンを生成させる方式。通常のAC方式に比べ、イオン生成量が多く、また、発振周波数を可変できるので、高速で移動するワークから空間全体の除電まで、あらゆる条件で能力を発揮します。

【I.C.C.方式による高精度イオンバランス】

ワークの帯電量を、電極針との電位差によって生じるイオン電流をセンシングすることにより算出し、帯電量に応じたイオンを供給することで急速に除電するように制御する方式。高精度なイオンバランス制御と急速かつ効果的な除電を両立できます。

②わずらわしいセンサ設置不要

【独自のI.C.C.制御による自動センシング&フィードバック機能搭載】

イオンバランスをオートコントロール。
帯電量に合わせた最適なバランスでイオン供給を行なうことで、導入時やメンテナンス時のわずらわしい初期セッティングが不要になり、より効果的な除電が行なえます。

イオンバランスの初期調整が不要

- ➡ イオンの発生量を自動制御するため、イオンバランスの調整が不要

帯電量に応じたイオン供給で高速除電を実現

- ➡ 帯電量に応じたイオンを急速に供給

イオンバランスを常時監視、長期安定

- ➡ 電極針の汚れ等によるイオンバランスの悪化を自動補正

除電器の基礎

I

除電器の種類

1

除電能力

2

除電装置の評価方法

3

除電器の選定方法

4

除電器の利用方法

II

設置距離とイオン発生周期

1

ダウンフローとエアバーज

2

除電器の設置場所

3

除電器の設置方法

4

除電器のメンテナンス

5

除電効果の確認方法

6

付録/
キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器

1

キーエンス
除電器の基本コンセプト

2

キーエンス除電器
(バートタイプ)

3

キーエンス除電器
(プロタイプ)

4

キーエンス除電器
(スポットタイプ)

5

キーエンス高精度
静電気センサ

6

I 除電器の基礎

1 除電器の種類

2 除電能力

3 除電装置の評価方法

4 除電器の選定方法

II 除電器の利用方法

1 設置距離とイオン発生周期

2 ダウンフローとエアバージ

3 除電器の設置場所

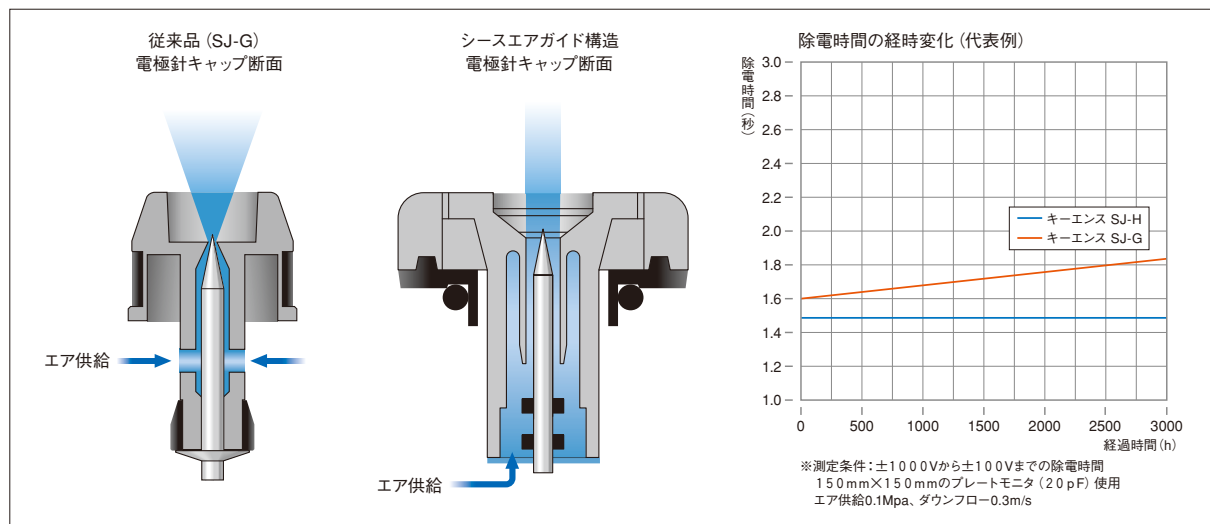
4 除電器の設置方法

③省メンテナンス

【独自のシースエアガイド構造システムの採用による クラス最高の省メンテナンス】

供給されたエアは、針キャップ内部の独自設計の流路を通り層流となり、エア出口の凹構造が外乱を防ぐことで抜群のシース効果を実現しました。除電能力の悪化を極限まで減少させることで従来比5倍の省メンテナンスを実現します。

[図 付録-4 独自のシースエアガイド構造システムの採用によるクラス最高の省メンテナンス]



④高い安全性と簡単メンテナンス

【現場での安全性を追求】

■低電圧24V配線

24Vの低電圧配線により、放電によるケーブル劣化や周囲装置への影響をなくし、信頼性の高いシステム構築を可能にしました。

■異常放電検知回路

異常放電を検知すると、警報出力と同時に高圧電源を遮断します。

■CE規格をクリア

安全で信頼性の高い除電器です。



■除電停止入力を装備

メイン電源は起動したまま、電極への印加電圧を停止でき、作業時やメンテナンス時の安全性を確保します。

【維持、管理の工数を削減】

■自己診断機能

メンテナンスが必要になったことをイオナイザ自身が知らせます。

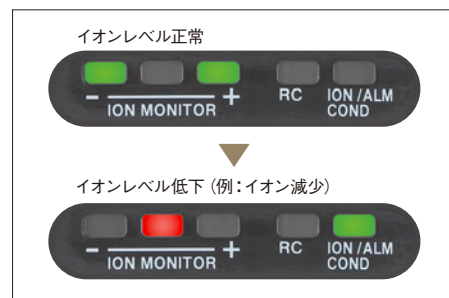
■ワンタッチ電極針交換

PINコネクタやユニット方式など、電極針交換の作業性を高めています。

■クリーニングキットもご用意

針先についた汚れを周囲に飛散することなく、簡単に清掃ができます。

[図 付録-5 自己診断機能]



[図 付録-6 ワンタッチ電極針交換]



[図 付録-7 クリーニングキットもご用意]

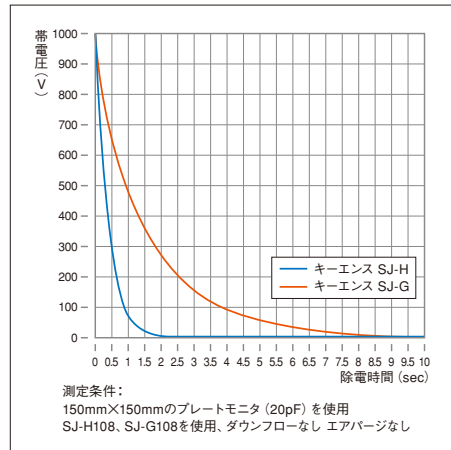


キーエンス除電器（バータイプ）

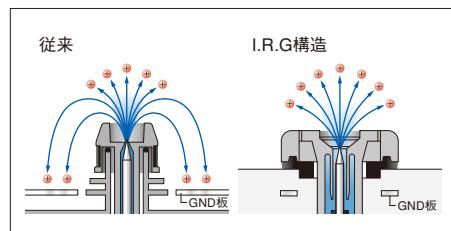
SJ-H（超高速・シースセンシングイオナイザ）



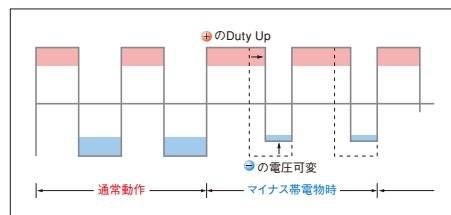
[図 付録-8 除電速度の比較グラフ]



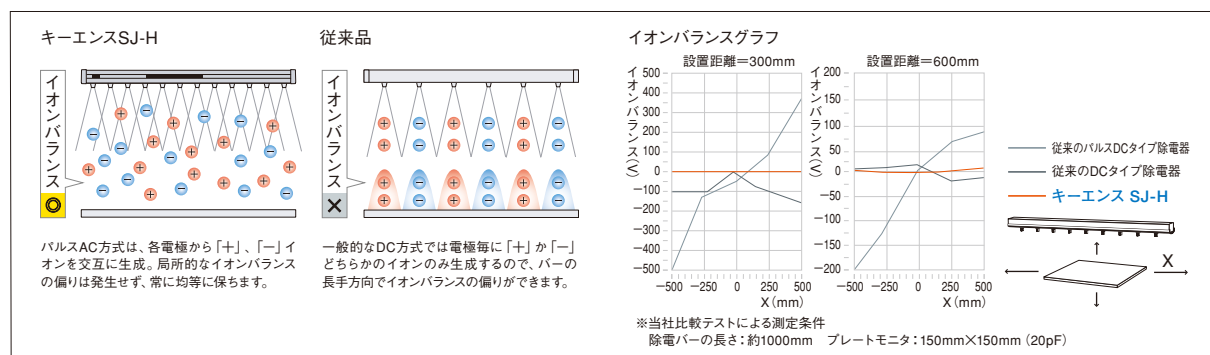
[図 付録-9 I.R.G.構造]



[図 付録-10 Dual I.C.C.動作方式]



[図 付録-11 SJ-Hと従来品のイオンバランスの比較]



クラス最高の除電能力と、業界最高省メンテナンスを両立。さらに、省エネにも対応しています。

『従来比5倍、I.R.G.構造が世界最速除電を実現』

従来外付けされていたイオン生成に欠かせないGND板をイオナイザ本体に内蔵するI.R.G.構造を初めて採用。生成されたイオンの流れをGND板方向ではなく対象物へロス無く向けることで対象物へのイオン量が増加し従来比5倍の高速除電を実現しました。

『センシング除電がセッティングフリーを実現』

キーエンス独自のDual I.C.C.方式により、SJ-H自身がイオン生成を最適状態へ自動制御します。導入時やメンテナンス時のわずらわしいセッティングが不要になります。図 (付録-10)

『抜群の空間均一性、高イオンバランス』

パルスAC方式により、空間的な均一性を保ちながら除電が可能です。さらに、Dual I.C.C.方式が高精度なイオンバランスを維持するために常時サポートしています。

図 (付録-11) は、SJ-Hと従来品のイオンバランスの比較です。SJ-Hで採用しているパルスAC方式は、各電極から十、一イオンを交互に生成。局所的なイオンバランスの偏りは発生せず、常に均等に保ちます。一方、従来品の一般的なDC方式・パルスDCでは、電極毎に十もしくは一どちらかのイオンのみ生成するので、バーの長手方向でイオンバランスの偏りができます。

除電器の基礎 I

除電器の種類 1

除電能力 2

除電装置の評価方法 3

除電器の選定方法 4

除電器の利用方法 II

設置距離とイオン発生周期 1

ダウンフローとエアバージ 2

除電器の設置場所 3

除電器の設置方法 4

除電器のメンテナンス 5

除電効果の確認方法 6

付録/
キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器 1

キーエンス
除電器の基本コンセプト 2

キーエンス除電器
(バータイプ) 3

キーエンス除電器
(プロアタイプ) 4

キーエンス除電器
(スポットタイプ) 5

キーエンス高精度
静電気センサ 6

I 除電器の基礎

1 除電器の種類

2 除電能力

3 除電装置の評価方法

4 除電器の選定方法

II 除電器の利用方法

1 設置距離とイオン発生周期

2 ダウンフローとエアバージ

3 除電器の設置場所

4 除電器の設置方法

5 除電器のメンテナンス

6 除電効果の確認方法

付録/キーエンス除電器の紹介

1 最新 静電気除電器

2 キーエンス除電器の基本コンセプト

3 キーエンス除電器(パーティタイプ)

4 キーエンス除電器(プロタイプ)

5 キーエンス除電器(スポットタイプ)

6 キーエンス高精度静電気センサ

『従来比5倍、業界最高の省メンテナンス性能』

供給されたエアは、針キャップ内部の独自設計の流路を通り層流となり、エア出口の凹構造が外乱を防ぐことで抜群のシース効果を実現しました。除電能力の悪化を極限まで減少させることで従来比5倍の省メンテナンスを実現します。一方、従来品の場合は、供給されたエアは針先に触れることなく前方に押し出されます。そのため、除電能力は向上しますが、針先へのゴミ付着防止には効果的ではありません

図(付録-13)は、電極針の汚れや劣化による除電時間の変化の代表例を示しています。

『L.P.C.機能により、あらゆる環境で省メンテナンス性能を発揮』

十または一イオン生成を最適制御するL.P.C. (Long-cycle Pulse Control) 機能を搭載したことで、除電効果を維持しつつ発振サイクルを延長し、ブロー用エアを使用できない現場でも省メンテナンス性を発揮します。図(付録-14)

『最適なメンテナンス時期を知らせる自己診断機能を搭載』

自己診断機能によりイオン生成レベルを常時監視。バーLED表示と警告出力で、メンテナンスが必要な状態になった事をイオナイズ自身が知らせます。

図(付録-15)

『電極針のメンテナンス作業を軽減』

電極針をPINコネクタ方式のカプラー型にすることにより、ワンタッチで電極針交換が可能になりました。また、電極針の材質はタングステンを使用しているため、一般的なSUS電極に比べ寿命が大幅にアップしています。図(付録-16)

『設置工数を大幅に削減』

高圧電源を本体に内蔵したことにより、複数のSJ-Hを使用する際もケーブルで渡り配線をするだけです。また、安全性の高い24V低電圧仕様で取り回しが苦勞なく設置工数を削減します。

『現場での安全性を追求』

24Vの低電圧配線により、放電によるケーブル劣化や周囲装置への影響をなくし、信頼性の高いシステム構築が可能です。

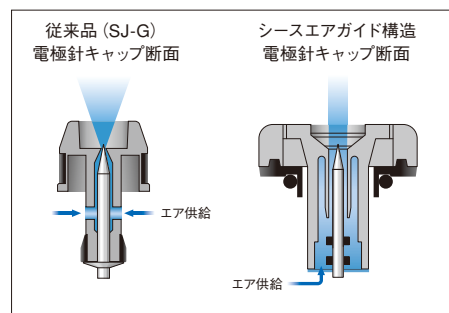
また、異常放電検知回路により、異常放電を検知した場合は、警報出力と同時に高圧電源を遮断し、トラブルを未然に防ぎます。この際、メイン電源は作動したまま電極への印加電圧を停止でき、作業時やメンテナンス時の安全性を保ちます。

『省エネと省メンテナンスを両立』

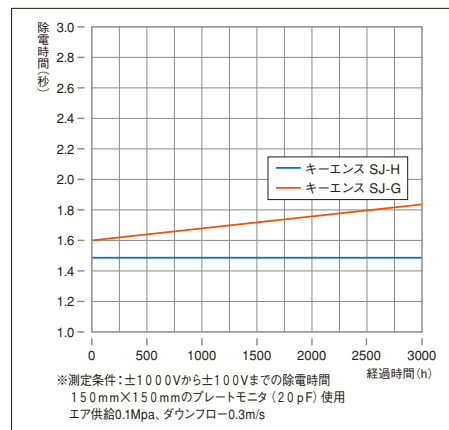
0.5ℓ/電極針でシース効果が得られるように、極限まで針キャップ構造を追求しました。

また、除電を外部よりコントロールできる除電停止機能を用いることで、必要な時だけ除電するECO運転が可能です。図(付録-17)

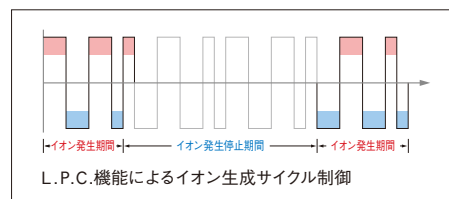
[図 付録-12 SJ-Hと従来品の電極針キャップの構造の比較]



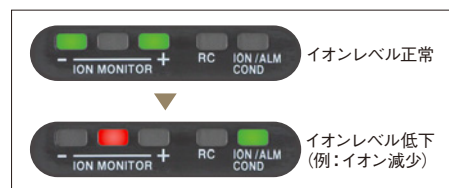
[図 付録-13 除電時間の経時変化(代表例)]



[図 付録-14 L.P.C.機能によるイオン生成サイクル制御]



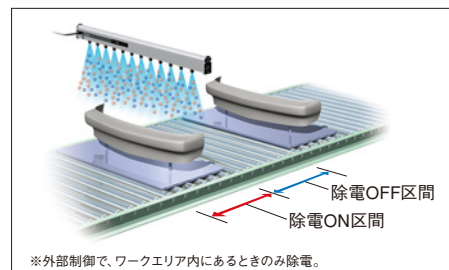
[図 付録-15 自己診断機能]



[図 付録-16 ワンタッチ電極針交換]



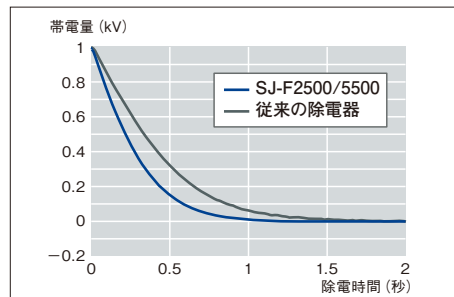
[図 付録-17 ECO除電のしくみ]



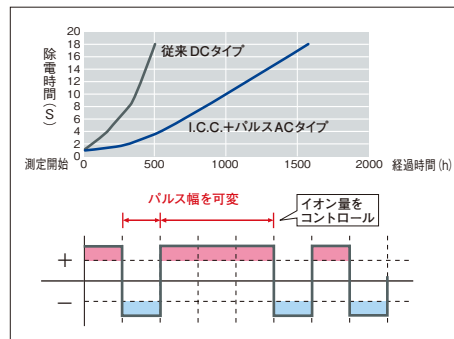
〔図 付録-18 容易なメンテナンス〕



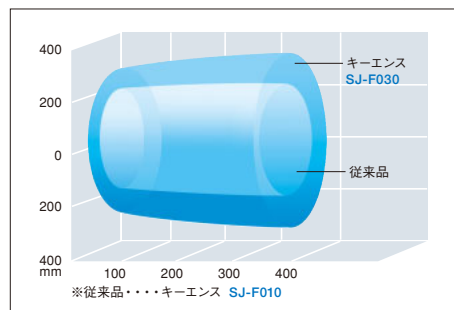
〔図 付録-19 除電速度の比較グラフ〕



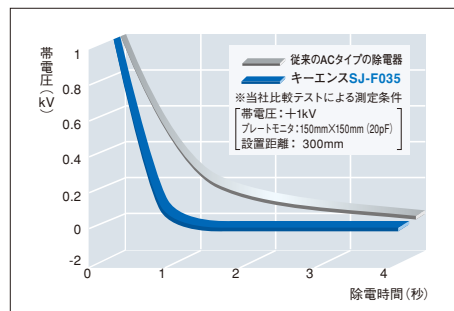
〔図 付録-20 I.C.C.による除電時間維持効果 (代表例)〕



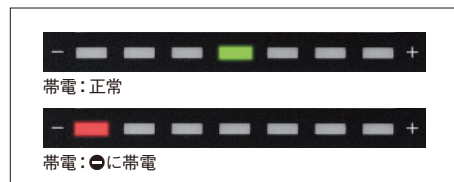
〔図 付録-21 除電範囲の比較グラフ (イメージ図)〕



〔図 付録-22 除電速度の比較グラフ〕



〔図 付録-23 帯電モニタ〕



キーエンス除電器 (ブロータイプ)

SJ-F2500/5500 (高速・高精度ワイド除電ブロー)



製品・人体・周辺部品を含めた環境全体を除電することによりさらなる静電気トラブルの低減を目指します。

『容易なメンテナンス構造』

電極ユニットが接続されているフロントカバーを片手で脱着可能。電極針の清掃を簡単・短時間でこなすことができます。また電極ユニットを交換する際も工具不要ですので、安全に交換することができます。

※SJ-F2000シリーズ

『全エリア 高精度イオンバランス』

定評のあるパルスAC方式とI. C. C. 制御を組み合わせることにより、クラス最高の1電極当たりのイオン生成量を実現しました。またハイパワーファンとルーバ構造を組み込むことにより、クラス最高速で広い除電領域を実現しました。

※パルスAC方式 特許第4219451号

『省メンテナンス』

キーエンス独自のI. C. C. 制御を搭載することにより、針の磨耗や汚れで発生する除電能力の悪化を減少させ、従来比3倍の省メンテナンスを実現します。

I.C.C.制御 特許第4367580号

キーエンス除電器 (ブロータイプ)

SJ-F300 (フリーレイアウト高速/高精度除電ブロー)



ハイパワーワイドエリアファンとロスレス構造で、従来比2倍の除電エリアと除電速度を実現しました。

また、1台のコントローラで5台のI.C.C.除電ブローの連結が可能。フリーレイアウトで最適な除電環境を構築できます。

『高速除電・高精度±5V』

バリアブルDC方式

十、一の空気イオンをそれぞれ別々の電極針から発生するバリアブルDC方式を新開発。大量の十、一イオンを連続発生させることで高速除電とふらつきのない安定したイオンバランスを実現しています。

『除電状況モニタ』

除電効果と除電状況が一目でわかるヘッド帯電モニタを標準装備しました。対象物の帯電や自身が発生しているイオン量をバーLEDで表示します。

除電器の基礎

I

除電器の種類

1

除電能力

2

除電装置の評価方法

3

除電器の選定方法

4

除電器の利用方法

II

設置距離と
イオン発生周期

1

ダウンフローと
エアバージ

2

除電器の設置場所

3

除電器の設置方法

4

除電器のメンテナンス

5

除電効果の確認方法

6

付録/
キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器

1

キーエンス
除電器の基本コンセプト

2

キーエンス除電器
(バータイプ)

3

キーエンス除電器
(ブロータイプ)

4

キーエンス除電器
(スポットタイプ)

5

キーエンス高精度
静電気センサ

6

キーエンス除電器 (スポットタイプ)

SJ-M (高性能マイクロ除電器)



φ10mmの除電ヘッドや200mm～300mmの除電範囲に適したヘッドなどニーズの応じて選択できる豊富なマイクロヘッドラインナップ。
組み込み用途にも適しています。

『取付け場所を選ばない超小型除電ヘッド』

除電ヘッドはφ10mmと超小型設計。イオン発生部が先端にあるダイレクト除電構造を採用していますので、イオンの減衰がなく小型ながら大量のイオンで高速・高精度な除電が可能です。

『金属体への埋め込みが可能』

金属体への近接・埋め込み取り付けができますので、小型装置など省スペースを要求される除電ニーズに対応できます。

『耐熱MAX80℃』

高温環境でも使用できる耐熱MAX80℃仕様。余熱工程や乾燥前後工程、金型内の除電などに最適です。

SJ-M400 (ガンアタッチメント対応マイクロ除電器)



小型で0.7MPaまでの高圧エアバージが可能です。
また、従来よりご要望の多かったガンアタッチメントにも対応。
電磁弁制御によるパルスエアを併用することで最強の除電性能を発揮します。

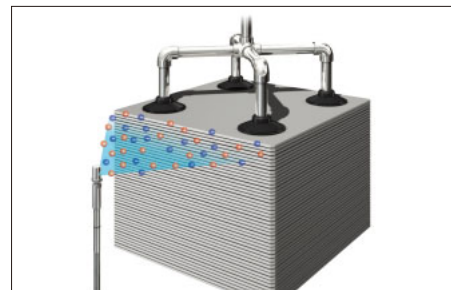
『電磁弁制御機能対応高圧エアバージ』

電磁弁制御機能により最大0.7MPaの強力イオンエアを間欠で放出することができます。従来、表面にはりつき除去しにくかったチリやホコリに振動を与え、ゴミを効果的に除去するだけでなく、間欠エアにすることで連続エアより約50%エア量の低減も可能になりました。

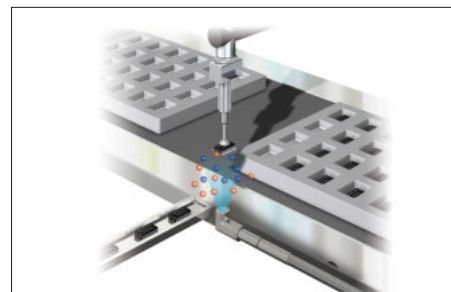
[図 付録-24 超小型除電ヘッド]

<div> <div>除電ヘッド</div> <div>SJ-M010</div> </div>	φ10mmブローヘッド
	Max0.5MPa
	耐熱 Max80℃
	除電スピード0.5s
	イオンバランス±15V

[アプリケーション]



セラミックシート搬送時の除電



チップ搬送時の除電

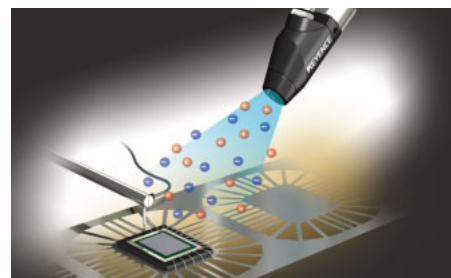
[図 付録-25 ガンアタッチメント対応]



[図 付録-26 電磁弁制御機能対応高圧エアバージ]



[アプリケーション]



チップ部品製造工程での除電

キーエンス高精度静電気センサ

SK (高精度静電気センサ)



[図 付録-26 大型LED表示]



[図 付録-27 回転ヘッド]



独自開発のV.S.S.(Voltage Scanning Search)方式により、高精度の静電気測定が可能です。

V.S.S.とは、表面電位センサに電圧を階段状に変化させながら印加し、対象物との電位差が0になるポイントを算出する新原理です。このV.S.S.方式により、測定距離の変化に影響を受けない高精度な測定が実現します。

『大型LED表示』

大型で見やすい4ケタLEDのデジタルディスプレイで測定値を表示するのに加え、アナログ感覚の帯電モニタを装備しました。対象物の帯電量や極性が一目で把握でき、現場での視認性に優れています。図(付録-26)

また、回転ヘッドで、フレキシブルな設置が可能です。図(付録-27)

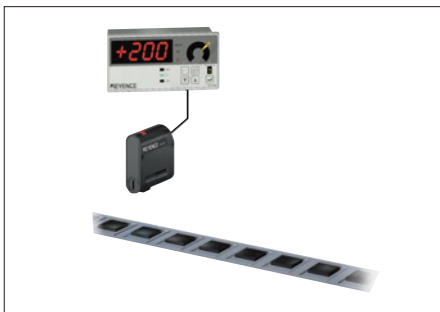
上下限の交差判定(HI/GO/LO)出力を装備していますので、インラインでの制御に適しています。また、公差や測定モードの設定は最大7種まで登録が可能です、プログラムを呼び出すだけで設定切り替えが容易に行えます。

測定値はアナログ電圧の出力や、レコーダとの接続により経時変化のモニタが可能です。

【アプリケーション】



基板の静電気測定



ICの静電気測定

除電器の基礎 I

除電器の種類 1

除電能力 2

除電装置の評価方法 3

除電器の選定方法 4

除電器の利用方法 II

設置距離とイオン発生周期 1

ダウンフローとエアバーज 2

除電器の設置場所 3

除電器の設置方法 4

除電器のメンテナンス 5

除電効果の確認方法 6

付録/ キーエンス除電器の紹介

最新 静電気除電器 1

キーエンス
除電器の基本コンセプト 2

キーエンス除電器
(バータイプ) 3

キーエンス除電器
(プロタイプ) 4

キーエンス除電器
(スポットタイプ) 5

キーエンス高精度
静電気センサ 6



会社名											
所属・役職						フリガナ お名前					
所在地	〒										
E-mail											
TEL	()					FAX	()				
業 種						製造品目					

・ はじめてキーエンスに問い合わせる。(YES ・ NO) ・ キーエンスの営業マンを知っている。(YES ・ NO)
・ キーエンスの商品を使っている。(YES ・ NO)

☐ 技術問い合わせ
 ☐ 機種選定依頼
 ☐ テスト機依頼

☐ 価格問い合わせ
 ☐ 静電気対策機器カタログ請求
 ☐ その他 ()

※当社は個人情報保護に関する法令などを遵守し、お客様の住所・部署・氏名等の個人情報は、生産や研究開発における効率化や改善提案等の情報のご案内に限り使用させていただいております。

回答希望日 至急 ・ 月 日

この商品に関する
お問い合わせは  **0120-663-000**
一部のIP電話からはご利用いただけません。

www.kevence.co.jp 記載内容は、発売時点での当社調べであり、予告なく変更する場合があります。記載されている会社名、製品名等は、それぞれ各社の商標または登録商標です。

Copyright© 2008 KEYENCE CORPORATION. All rights reserved.

K1986TA-1056-4 135082