

針電極を用いたイオナイザー(除電器) に関する特許調査

(論点) 針電極の摩耗、アースシールド

令和3年9月5日

APT代表

村田正義

特許2520311／特開平03－230499(高砂熱学工業)

【発明の背景】

従来の針電極コロナ放電方式の除電器には次の問題がある。

- (1) 放電極である針状エミッタの材質はタングステンが最も好ましいとされているが、このエミッタに高電圧を印加してコロナ放電を行わせると、**スパッタリング現象**によって正イオン発生時におびただしい**微粒子(0.1 μ m以下の粒径のものが殆んどである)がエミッタ先端から発生し、これが清浄空気流に運ばれてクリーンルーム内を汚染する。**
- (2) クリーンルーム内で長時間稼働すると**エミッタの放電端に主としてSiO₂からなる白色の粉塵が目視できるほど付着堆積する。**
- (3) クリーンルームの天井面に多数のイオン発生器を取付けると、クリーンルーム内のオゾン濃度が高くなることがある。その濃度は人体に影響を与えるほどではなくても、オゾンは反応性に富むので半導体製造には好ましくない。

特許2520311／特開平03－230499(高砂熱学工業)

【発明の背景】

更に、次の問題がある。

(DCタイプ)

一方のエミッタからは正にイオン化した空気が、他方のエミッタからは負にイオン化した空気が空気流にのって流れるので、正と負の何方かに偏ったイオンが帯電物品に到達することになりかねない。

(Pulsed－DCタイプ)

周期をあまり短くすると正と負のイオンが搬送気流中で混ざり合って帯電物品に到達する前に結合してイオンが削減する度合いが多くなる。また逆に周期をあまり長くすると、正負イオンの結合の割合は低下する代わりに、正と負のイオンの大きな塊が交互に帯電表面に到達することになる。

(ACタイプ)

正イオンと負イオンの発生量が異なるという基本的な問題がある。エミッタに高電圧の交流を印加すると、正イオンの発生量は負イオンの発生量の10倍以上となることもある。

特許2520311／特開平03－230499(高砂熱学工業)

【本発明の特徴】

【請求項1】

針状の放電極に高電圧を印加してコロナ放電により該放電極周辺の空気をイオン化するイオン発生装置において、

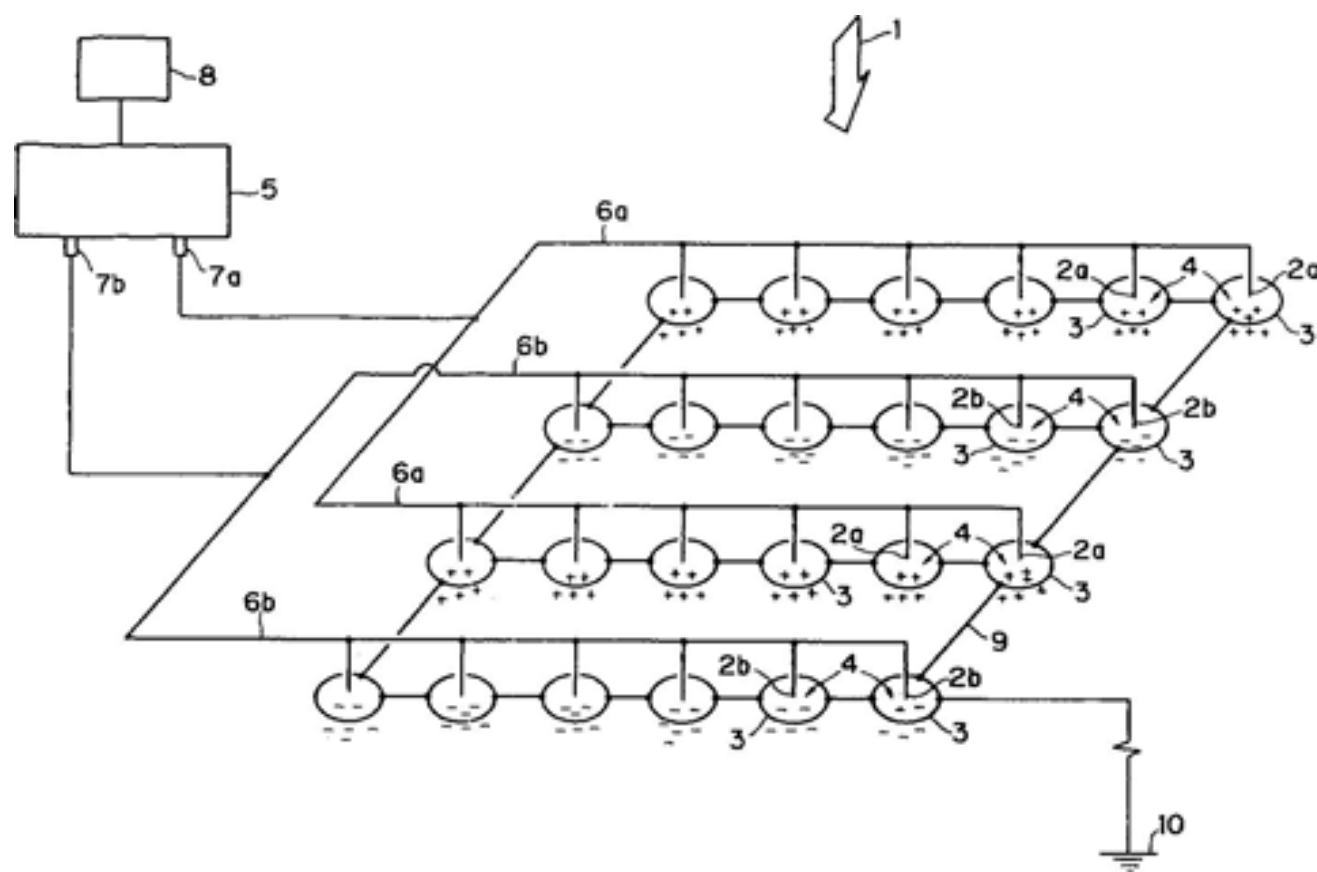
導電性の接地グリッド又は適宜間隔で配置された複数の接地リングと、該接地グリッド又は接地リングの夫々の内側空間に配置された針状の放電極と、これらの放電極に対し正又は負に偏った不平衡交流高電圧(正または負に偏ったバイアス電圧が印加された交流高電圧)を印加する高圧電源と、該不平衡交流高電圧の大きさと正又は負の偏りの大きさと場合によっては周期も調節できるコントローラとで構成したことを特徴とするイオン発生装置。

【請求項2】

針状の放電極の放電端には石英が被着されている請求項1に記載のイオン発生装置。

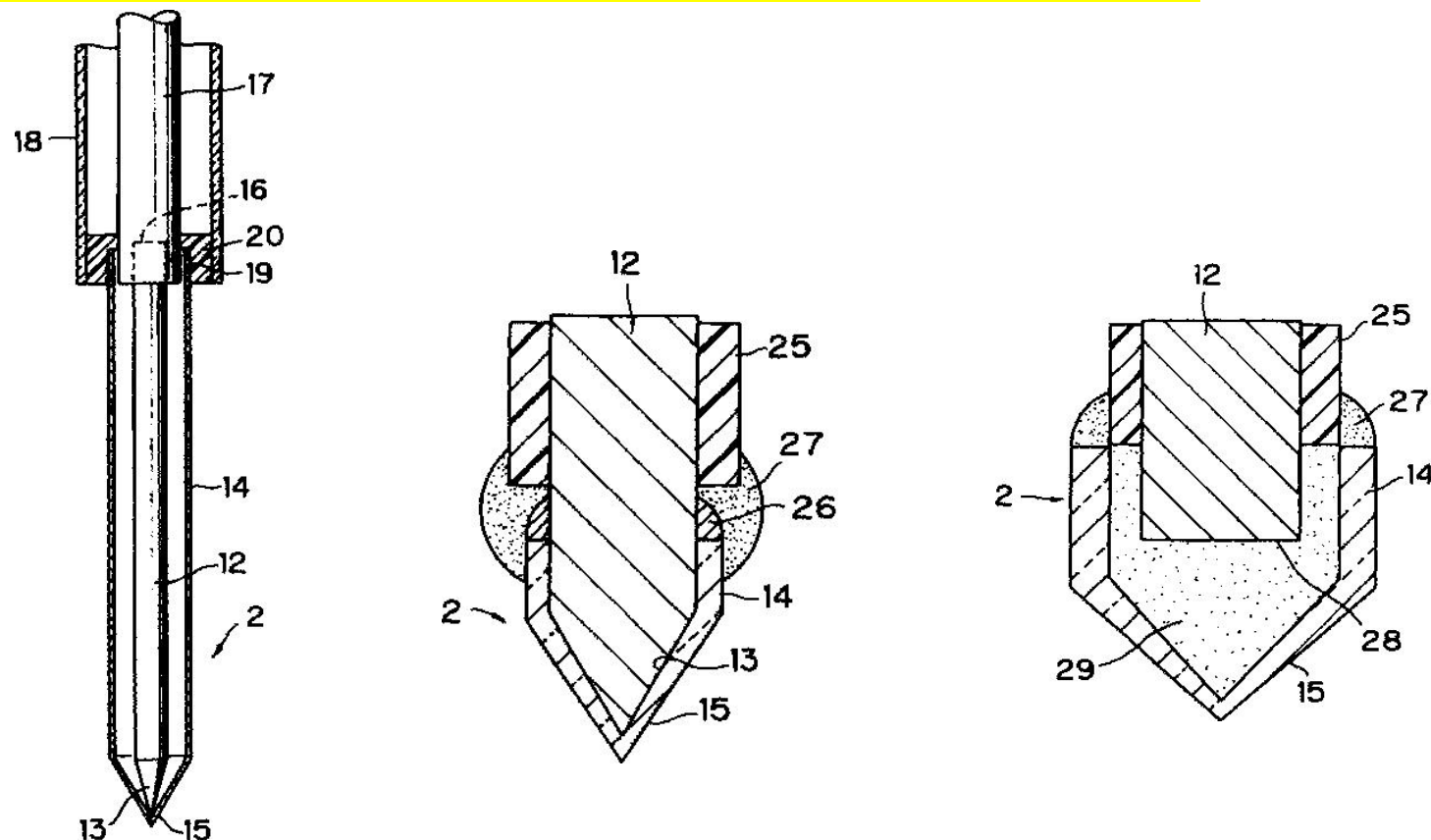
特許2520311／特開平03－230499(高砂熱学工業)

【本発明の実施例】



特許2520311／特開平03－230499(高砂熱学工業)

【本発明の実施例】



12.....タングステン棒, 13.....セラミックス製チューブ, 15.....セラミックス製チューブの針部,
21.....エミッタの放電端,

特許3321187／特開平05－021131(テクノ菱和)

【発明が解決しようとする課題】

従来のイオナイザでは、そのイオン発生電極に高電圧を印加してコロナ放電を起こさせる毎に電極が摩耗し、その摩耗した電極材が飛散することになる。電極材は重金属によって構成されるため、重金属汚染が引き起こされる。

このため、一部には電極を摩耗しにくい石英管で覆うことにより重金属の飛散を防止することが行われている。

この石英管は誘電体として作用し、まず石英管内の金属電極に高電圧が印加されると、その金属を覆っている石英管が分極して石英管表面に電荷が誘起され、電荷密度の高い部分でコロナ放電を生じる。

しかし、誘電体からの放電では、全電荷を放出しないで誘電体表面が帯電した状態(分極状態)のままとなる。このため、この分極状態の石英管で覆われた電極に極性の変わらない電圧を印加しても、石英管表面の電荷密度は高まらないので、安定して放電することができない。

特許3321187／特開平05－021131(テクノ菱和)

【発明が解決しようとする課題】

更に、電極表面の誘電体でコロナ放電を起こさせるためには、直流電源やパルス直流電源のように極性の変わらない電源では、安定して定常的にイオンを発生することは難しい。

即ち、石英管でコロナ放電を起こさせるためには、交流電源に限定されることになる。

しかし、交流電源を用いたイオナイザは、直流電源やパルス直流電源を用いたものに比べ除電性能が劣ることは公知のことである。

即ち、交流電源では、直流やパルス直流の電源を用いて印加する方法と異なり、空間電界によるイオンの拡散が無いため、イオナイザの有効範囲が狭く、有効に利用できるイオンの量が少ない。このため、イオナイザとしての除電性能の低下が引き起こされている。

特許3321187／特開平05－021131(テクノ菱和)

【本発明の特徴】

【請求項1】

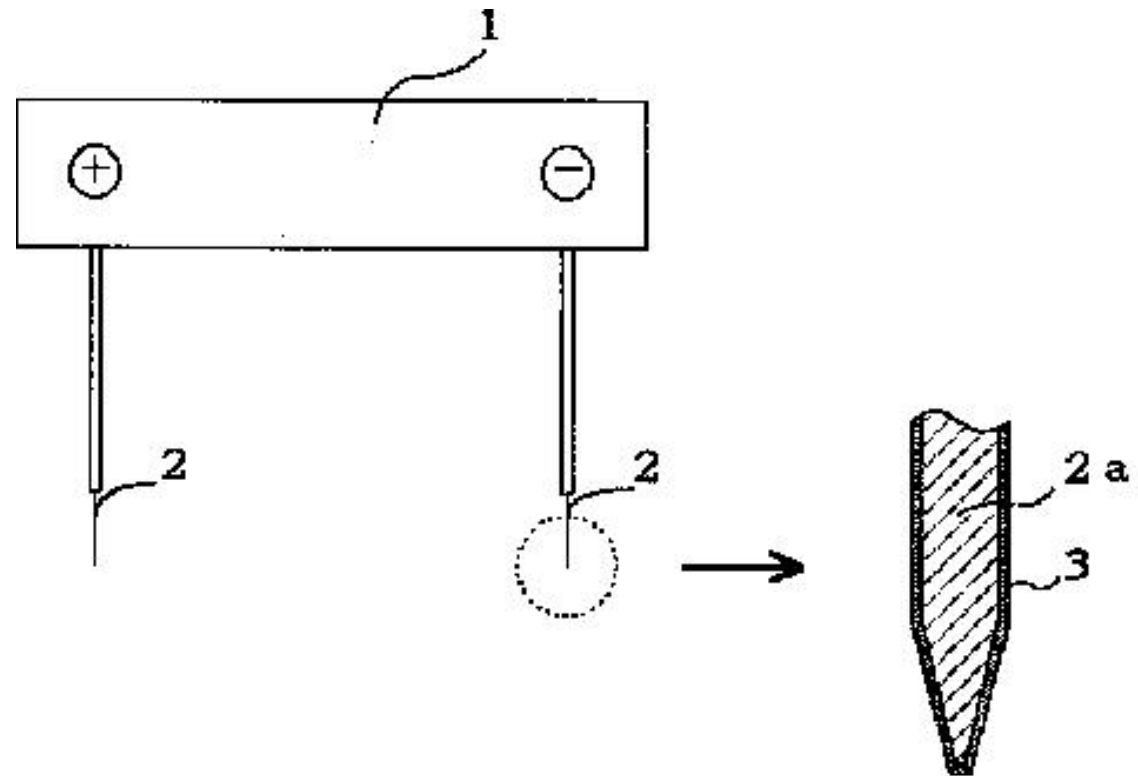
静電気除去のための針状のイオン発生電極を備えたクリーンルーム用イオナイザにおいて、

前記針状のイオン発生電極は、**タングステン電極の表面がニッケルに被覆された積層構造を有すること**、を特徴とするクリーンルーム用イオナイザ。

特許3321187／特開平05－021131(テクノ菱和)

【実施例】

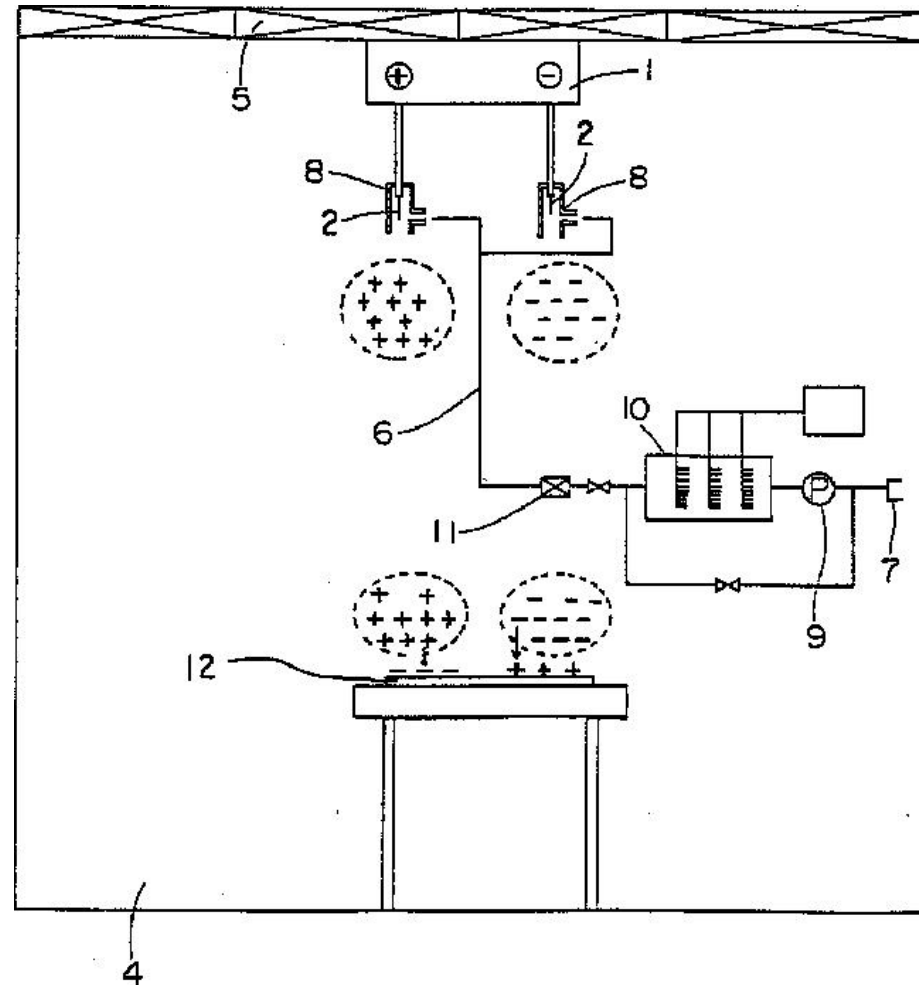
- 1 クリーンルーム用イオナイザ
- 2 針状電極
- 3 ニッケル被覆
- 4 クリーンルーム



特許3321187／特開平05－021131(テクノ菱和)

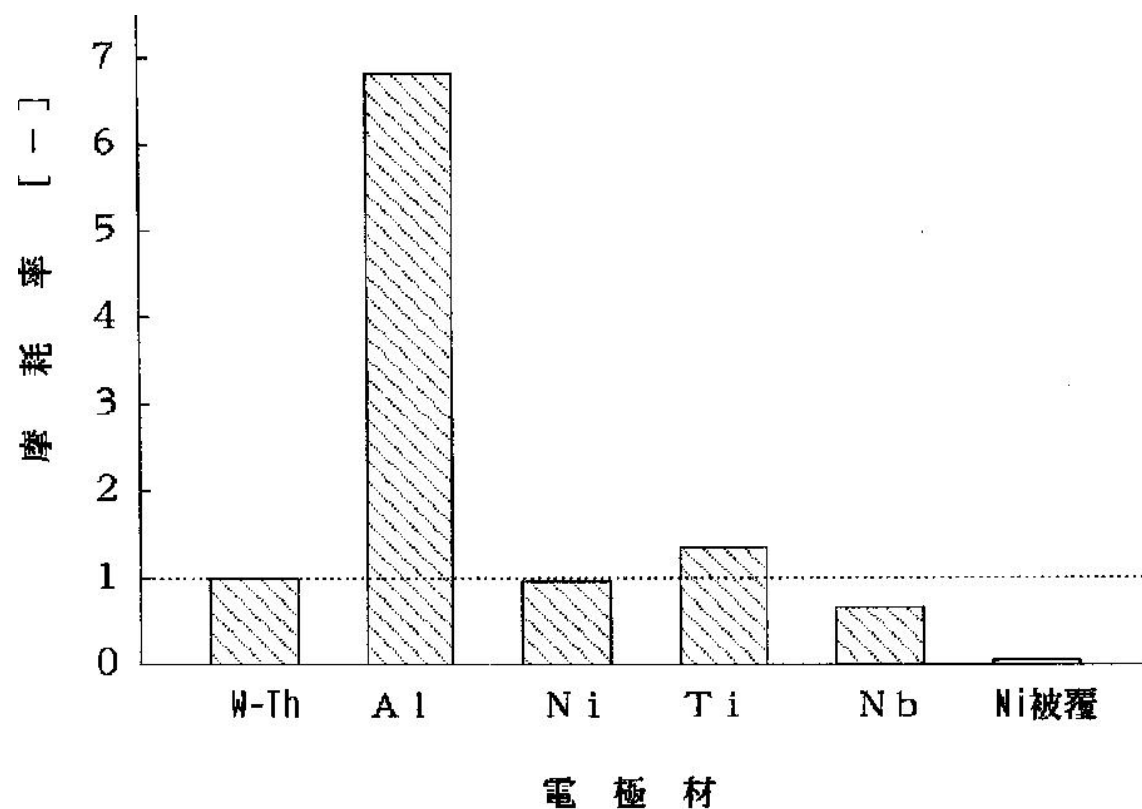
【実施例】

- 1 クリーンルーム用イオナイザ
- 2 針状電極
- 3 ニッケル被覆
- 4 クリーンルーム



特許3321187／特開平05－021131(テクノ菱和)

【実施例】



W-Th電極の磨耗率で規準化された各種電極材の磨耗率

特許3041782／特開2000－100596(春日電機)

【発明が解決しようとする課題】

従来技術は、いずれも放電電極に印加される電圧を変えることで、生成される正負のイオンが等量になることを意図しているが、生成される正負のイオン量は放電印加電圧のみに依存している訳ではなく、周囲条件などによっても変動するので、放電印加電圧を調整したからと言って、正負のイオンが、除電対象物(帯電体)に実際に等量照射されるとは限らない。

また、除電対象物は、正負の両極性が複雑に帯電し、部分的には正負いずれかの電位が高い状態になっていることが多いが、除電対象物に正負のイオンをたとえ等量照射しても、部分的に見ると、その部分の除電に必要な量以上のイオンを過剰に照射される結果となり、除電対象物全体では見掛け上除電されたようでも、子細には、除電ムラになっていたたり逆帯電を招いていることが多い。

更に、除電対象物の除電に利用されなかった過剰のイオンが、除電対象物以外の周辺を帯電させる問題もある。

特許3041782／特開2000－100596(春日電機)

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、従来のこのような問題点に鑑み、放電電極に高電圧を印加する電源側に、イオンバランスのための工夫を特にしなくとも、

除電対象物から見て、正負のイオンをイオンバランスしながら照射されているのと同等の効果があり、

また必要以上の過剰なイオン照射を簡単に防止して、除電ムラを少なくできるとともに、

過剰イオンで周辺を帯電させることも簡単に防止できる除電方法及び除電装置を提供することにある。

特許3041782／特開2000－100596(春日電機)

【本発明の特徴】

【請求項1】放電用電極の後方から送風して、放電用電極による放電で生成された正負のイオンを強制的に前方へ吹き出し、**接地されたメッシュ状電極を通して除電対象物に当てることを特徴とする除電方法。**

【請求項2】放電用電極の後方から送風して、放電用電極による放電で生成された正負のイオンを強制的に前方へ吹き出し、**バイアスがかけられたメッシュ状電極を通して除電対象物に当てることを特徴とする除電方法。**

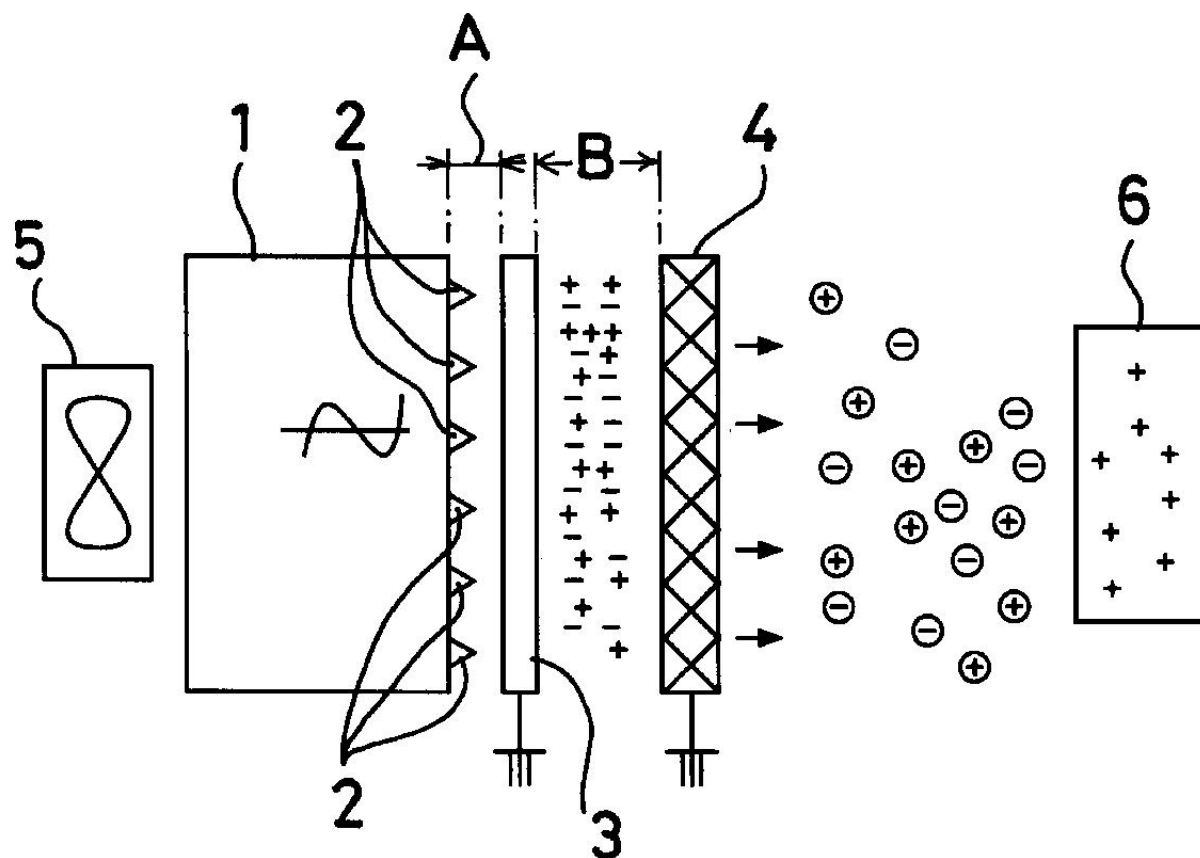
【請求項3】正負のイオンを生成する放電用電極と、その前方に配置して接地されたメッシュ状電極と、放電用電極の後方から送風して正負のイオンをエア－と共にメッシュ状電極側に吹き出すファンとを備えてなることを特徴とする除電装置。

【請求項4】正負のイオンを生成する放電用電極と、その前方に配置してバイアスをかけられたメッシュ状電極と、放電用電極の後方から送風して正負のイオンをエア－と共にメッシュ状電極側に吹き出すファンとを備えてなることを特徴とする除電装置。

特許3041782／特開2000-100596(春日電機)

【実施例】

- 1 電極ホルダ
- 2 放電電極
- 3 放電用接地電極
- 4 メッシュ状電極
- 5 ファン
- 6 除電対象物



特許4404257／特開2005－276655(岡野 一雄)

【背景技術】

交流型のコロナ放電型イオナイザでは、特に周波数の設定に配慮する必要がある。交流電圧の周波数は、具体的には約10kHzよりも低周波数の交流電圧を印加する。

これはプラスイオンとマイナスイオンとの再結合を防止するためである。交流電圧の周波数が約10kHzを下回るならば、たとえば、プラス電圧の間に生成されたプラスイオンはクーロン力により加速して十分遠くに射出されているため、後に生成されるマイナスイオンにより再結合されるというような事態はなく、除電能力に変化はない。

しかしながら、約10kHzを上回るとプラスイオンの生成直後ですぐマイナスイオンが生成されて近傍にある異極同士のイオンで再結合され、イオンの射出量、ひいては被除電物への到達量が減少する。したがって、交流周波数を10kHzより下回るように設定する必要がある。

特許4404257／特開2005－276655(岡野 一雄)

【背景技術】

しかしながら、低周波数交流型のコロナ放電型イオナイザではプラスイオンとマイナスイオンとを交互に効率良く照射するが、コロナ放電による電界や、プラスイオンとマイナスイオンにより形成される電界のため、電界ノイズが発生する。

周波数が1000Hz以上の場合は電界ノイズ電圧は殆ど検出されないが、周波数がそれ以下になると周波数が低くなるにつれて次第に電界ノイズが増大している。

つまり低周波数時には電界ノイズが大きい。これは、**低周波数になればなるほどマイナスイオンとプラスイオンとの生成間隔が長くなって再結合等が発生することなくイオンを噴射し、これら多量のイオン間に発生する電界の影響が増大すること、などが一因と考えられる。**

このようにコロナ放電型イオナイザでは低周波数で電界ノイズが問題になることが実験的に知見されている。

特許4404257／特開2005－276655(岡野 一雄)

【発明が解決しようとする課題】

商用電源周波数(50Hz／60Hz)で電界ノイズが発生しない、または、電界ノイズの発生を極力抑えるようなコロナ放電型イオナイザが必要とされていた。このようなコロナ放電型イオナイザでは電圧の周波数変換が不要となり、装置の簡素化が図れるという利点もあり、そのためにも電界ノイズに影響されることなく除電するような商用交流電源型のコロナ放電型イオナイザの開発が喫緊の課題となっていた。

そこで、本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、電源周波数に影響されることなく電界ノイズの発生を低減させるコロナ放電型イオナイザを提供することにある。

特許4404257／特開2005－276655(岡野 一雄)

【本発明の特徴】

【請求項1】

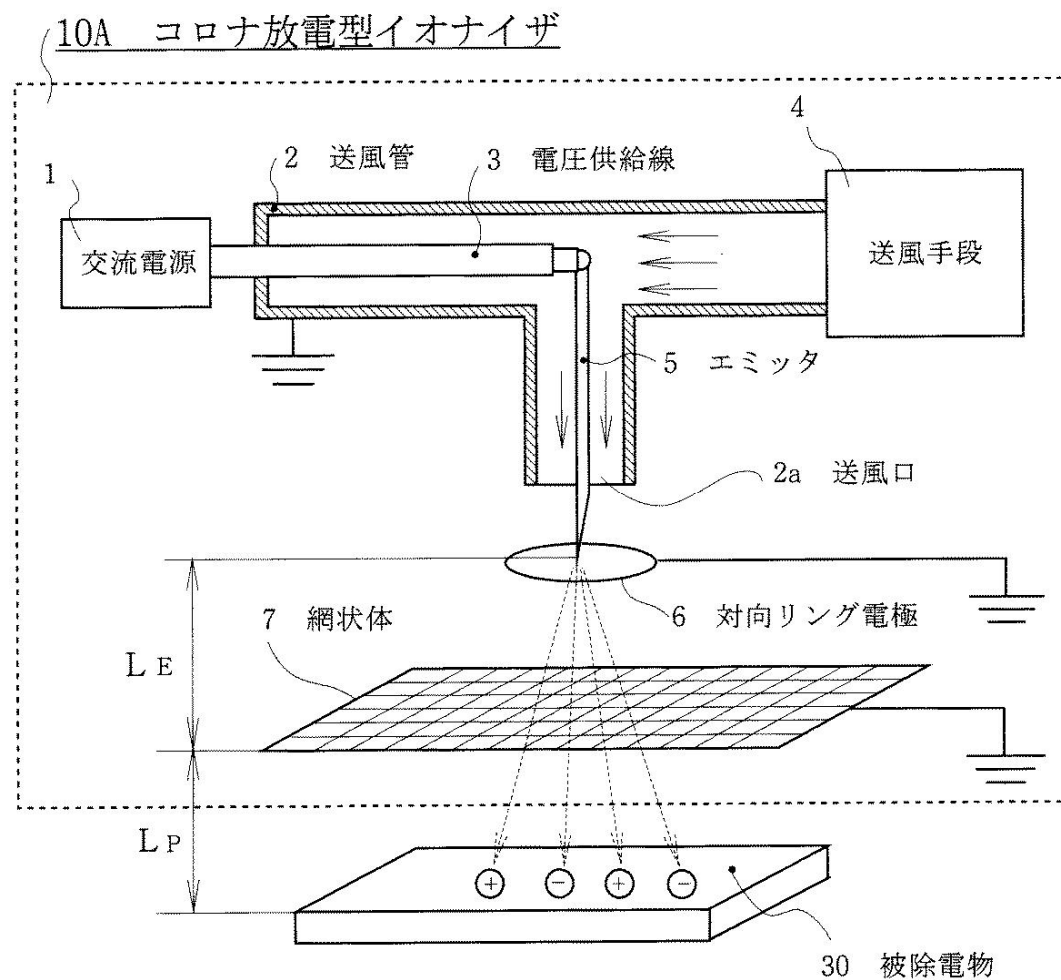
コロナ放電により生成したイオンを被除電物へ照射するコロナ放電型イオナイザにおいて、先端に針状部が形成されるエミッタと、エミッタに交流電圧を印加する電圧供給部と、交流電圧が印加されるエミッタとの間に電界を形成する対向電極と、対向電極と被除電物との間に配置されて接地される網状体と、を備え、エミッタの端部から網状体までの距離を L_E とし、また、網状体から被除電物までの距離を L_P としたとき、 $L_E > L_P$ を満たすようにエミッタ、網状体および被除電物が配置され、
コロナ放電によりプラスイオンまたはマイナスイオンを生成する際に発生する電界を網状体の静電シールド効果により網状体まで遮断し、網状体から被除電物へはプラスイオンおよびマイナスイオンを到達させることを特徴とするコロナ放電型イオナイザ。

【請求項2】

請求項1に記載のコロナ放電型イオナイザにおいて、前記網状体は、板状の網状体であることを特徴とするコロナ放電型イオナイザ。

特許4404257／特開2005－276655(岡野 一雄)

【実施例】



特許5686508／特開2011-054308(シンド静電気)

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述した除電装置では、**正負の空気イオンが放出されるので、除電に寄与しない空気イオン(帯電体と同極性の空気イオン)が、帯電体の周辺に残留してしまう場合があり、この残留空気イオンは空間電荷となる。**このため、除電装置から帯電体への空気イオンの供給が、帯電体の周辺に残留した空気イオンにより阻害されて、除電効果が低下する場合がある。

本発明はかかる背景に鑑みてなされたものであり、帯電体の周辺の余剰な空気イオンを低減することで、帯電体の除電に有効な空気イオンを高効率で供給することができ、高い除電効果を有する除電装置及び除電方法を提供することを目的とする。

特許5686508／特開2011-054308(シンド静電気)

【本発明の特徴】

【請求項1】

放電針と対向電極とを有する放電電極と、前記放電電極に高電圧送電用ケーブルを介して高電圧を供給する高電圧電源とを有し、前記放電電極による放電で生成された空気イオンにより除電対象の帯電体を除電する除電装置であって、

前記放電電極と前記帯電体との間に配置された一本の直線状の金属部材からなる接地部材を有し、

前記接地部材は、該接地部材と前記帯電体との間の距離(Y)が、前記放電電極と該帯電体との間の距離(L)の0.05倍以上0.7倍未満、かつ、該放電電極から該帯電体に向う直線上の位置から該直線に直交する方向に離れた距離(X)が0mm以上15mm以下となる位置に配置され、

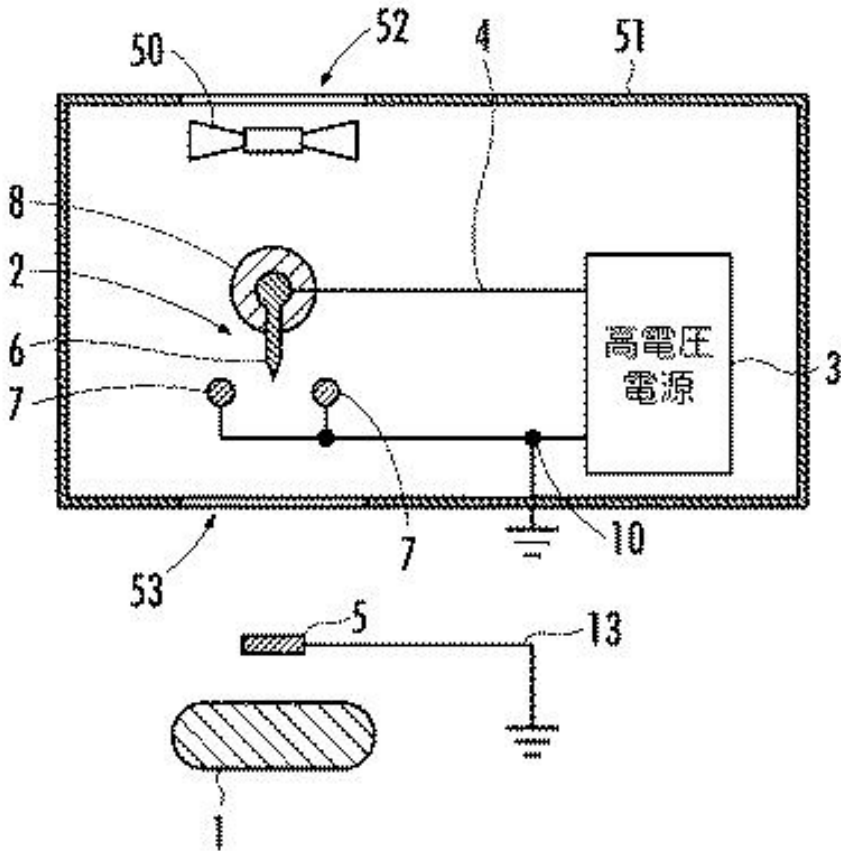
前記高電圧電源は、前記放電電極に交流高電圧を印加することを特徴とする除電装置。

特許5686508／特開2011-054308(シッド静電気)

【实施例】

- 1...帯電体(除電対象)、
- 2...放電電極、
- 3...高電圧電源、
- 4...高電圧送電用ケーブル
(導電線)、
- 5, 30, 40...接地部材、
- 6...放電針、
- 7...対向電極、
- 50...送風機、

FIG. 5



特許5022775／特開2008－288072(ミドリ安全)

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来の各除電方式には、それぞれ以下のような課題がある。

(1) AC式

AC式では装置を小型軽量にすることが難しい。

また、正負のイオンを交互に発生させているため、除電対象物を正負交互に帯電させていることになり、時間的に見ると、イオンバランスに振幅が生じることになる。このため、イオン照射後の残留電位を0ボルト付近に保つことが難しい。

さらに、**DC式に比べて正負イオンの発生量が少ないため、減衰時間特性の点でDC式に劣る。**ここで、減衰時間特性とは、イオン照射後に除電対象物の電位が許容レベルとなるまでの時間をいう。したがって、帯電した除電対象物の電位を許容レベルに短時間で下げることができれば、減衰時間特性が優れていることになる。

同様に、DC式に比べて正負イオンの発生量が少ないため、除電範囲の点でもDC式に劣る。ここで、除電範囲とは、イオン照射により除電対象物の電位を許容レベルまで下げることができる空間的な範囲をいう。

特許5022775／特開2008－288072(ミドリ安全)

【発明が解決しようとする課題】

(2) AC高周波式

正負のイオンの発生間隔が短いため、放出された正負のイオンが除電対象物に達するまでに再結合しやすく、イオンを遠くまで飛ばすことが難しい。また、イオンの到達量が少なくなるため、減衰時間特性も悪くなる。

(3) DC式

連続運転した場合に、正負それぞれの放電針の汚れ付着や腐食、磨耗の度合いに差が生じるため、イオンバランスの経時的な偏りが生じる。

また、放電針の位置によって、正イオンの影響を受けやすい場所、或いは負イオンの影響を受けやすい場所が生じる。このため、このような場所に配置された除電対象物を正又は負に帯電させてしまうことになり、イオンバランスの空間的な偏りが生じることになる。

特許5022775／特開2008－288072(ミドリ安全)

【発明が解決しようとする課題】

(4)パルスDC式

DC式の場合と同様に、連続運転した場合には、**正負それぞれの放電針の汚れ付着や腐食、磨耗の度合いに差が生じるため、イオンバランスの経時的な偏りが生じる。**

また、汚れが付着しやすい正放電針の影響を受けやすい場所や、汚れが付着しにくい負放電針の影響を受けやすい場所ではイオンバランスの空間的な偏りが生じるため、除電対象物を正又は負に帯電させてしまうことになる。

さらに、正負のイオンを交互に発生させることになるため、AC式と同様に除電対象物を正負交互に帯電させることになり、時間的に見ると、イオンバランスに振幅が生じることになる。

(5)パルスAC式

正負のイオンを交互に発生させているため、除電対象物を正負交互に帯電させていることになり、且つAC式よりもイオン発生量が多いため、**時間的に見ると、イオンバランスに振幅が生じる。**

特許5022775／特開2008－288072(ミドリ安全)

【本発明の特徴】

【請求項1】

印加される直流高電圧の極性に応じて正又は負のイオンを生成する $2n$ 個(n は自然数)の放電針が、所定の空間に、 n 個ずつ第1、第2のグループに分けて配置された放電電極と、

接地された対向電極と、

2系統のラインに一定期間毎に交互に生成する高周波高電圧に基づいて、前記放電電極の前記各放電針に、前記両グループどうし互いに逆極性の直流高電圧を同時に、かつ、一定期間毎に極性を反転させて印加する高電圧発生回路と、

を備え、

前記高電圧発生回路は、

一定期間毎に交互に切り換えて入力される高周波電圧をそれぞれ昇圧する第1、第2の変圧回路と、

前記第1、第2の変圧回路から一定期間毎に交互に出力される一方の高周波高電圧を、互いに極性の異なる2つの直流高電圧に変換して出力し、また、他方の高周波高電圧を、前記極性と互いに逆の2つの直流高電圧に変換して出力する極性反転回路と、

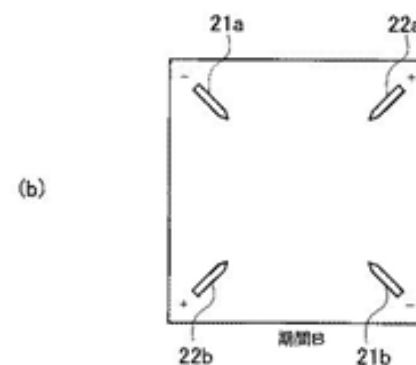
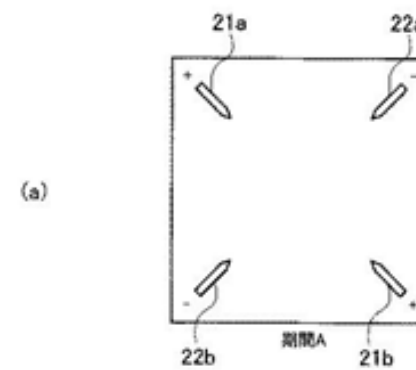
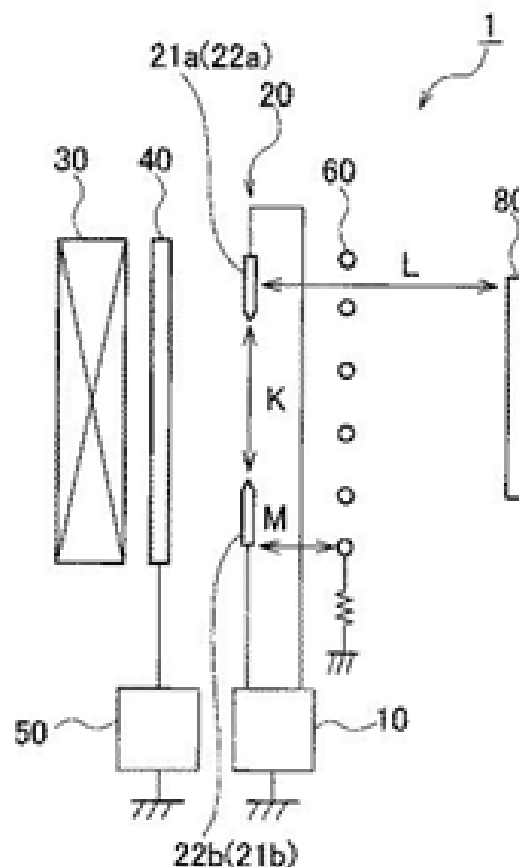
を備えた、

ことを特徴とする除電装置。

特許5022775／特開2008－288072(ミドリ安全)

【実施例】

- 1 除電装置
- 10 高電圧発生回路
- 11 DC電源回路
- 12 出力制御回路
- 13 変圧回路
- L1 トランス(第1の変圧回路)
- L2 トランス(第2の変圧回路)
- 14 極性反転回路
- 20 放電電極
- 21 第1の放電電極
- 22 第2の放電電極
- 21a, 21b 第1グループの放電針
- 22a, 22b 第2グループの放電針
- 30 送風機
- 40 ストリーマコロナパルス検知電極
- 50 ストリーマコロナパルス信号検知装置
- 60 ガード電極(対向電極)
- 70 高圧異常検出回路
- 80 除電対象物



特許5435423／特開2011-124046(SMC)

【発明が解決しようとする課題】

米国特許第6693788号明細書に記載のイオナイザでは、

針電極100と接地電極102との間に形成された図示しない電気力線に沿って、正イオン106や負イオン108が接地電極102に誘導され吸収されるので、
物体104にまで到達する正イオン106又は負イオン108の数が減少する。

FIG. 9A

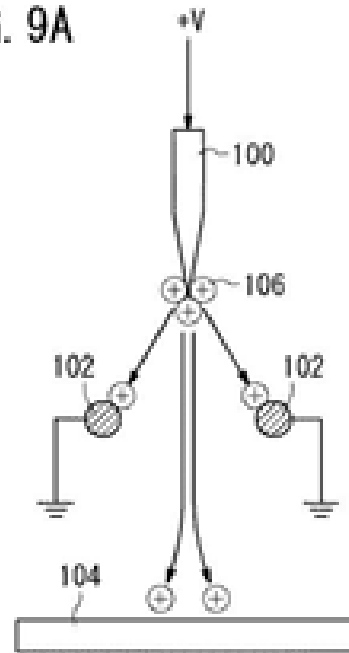
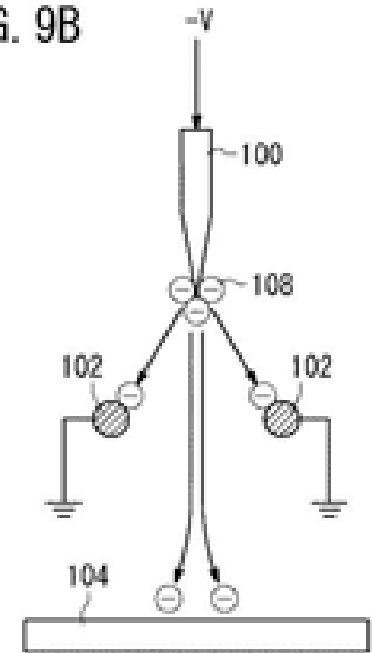


FIG. 9B

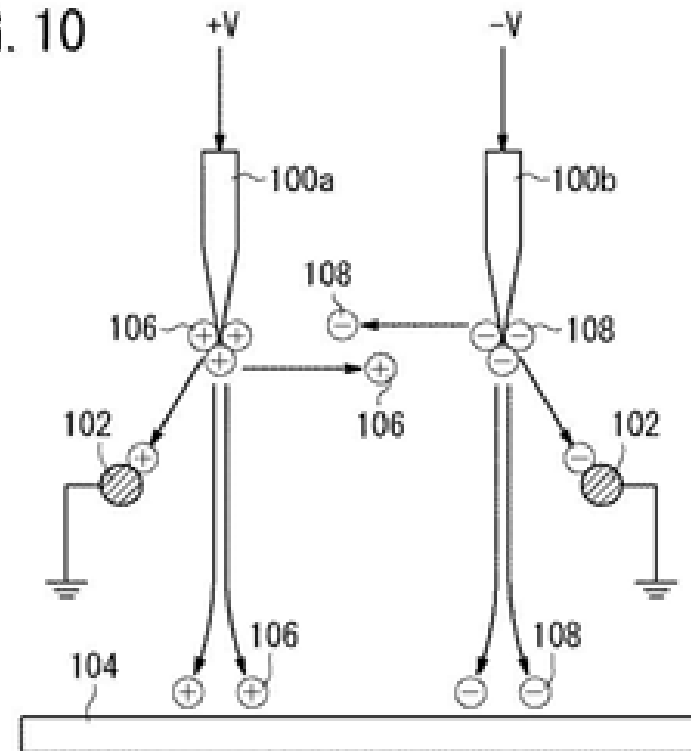


特許5435423／特開2011－124046(SMC)

【発明が解決しようとする課題】

特開2008－288072号公報に記載のイオナイザは、特許文献1の場合と同様に、正イオン106や負イオン108が接地電極102にそれぞれ誘導され吸収されるという問題がある。

FIG. 10



特許5435423／特開2011－124046(SMC)

【発明が解決しようとする課題】

国際公開第2007／122742号パンフレットに記載のイオナイザは、物体104に向かって放出される正イオン106及び負イオン108の数が減少するという問題がある。

FIG. 12A

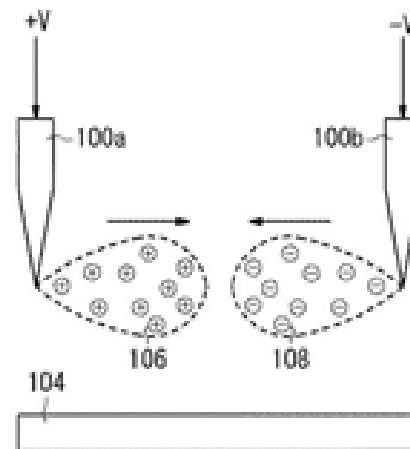
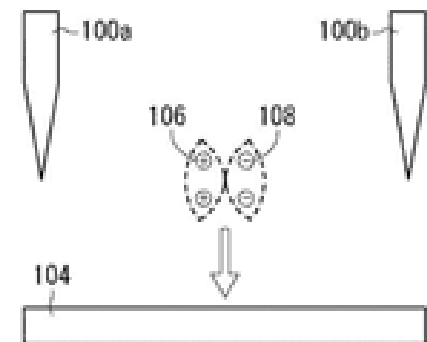


FIG. 12B



特許5435423／特開2011－124046(SMC)

【本発明の特徴】

【請求項1】

少なくとも2つの電極と、
前記2つの電極のうち、第1の電極に第1の交流電圧を印加すると共に、第2の電極に前記第1の交流電圧の周波数よりも高い周波数の第2の交流電圧を印加する高電圧発生部と、
を有することを特徴とするイオナイザ。

【請求項2】

請求項1記載のイオナイザにおいて、
正の整数を n としたときに、前記第2の交流電圧の周波数は、前記第1の交流電圧の周波数に対して $3n$ 逡倍の周波数であることを特徴とするイオナイザ。

【請求項3】

請求項1又は2記載のイオナイザにおいて、
前記高電圧発生部は、前記第1の交流電圧における正負の切替のタイミングに対して、前記第2の交流電圧における正負の切替のタイミングをずらした状態で、該第2の交流電圧を前記第2の電極に印加することを特徴とするイオナイザ。

特許5435423／特開2011-124046(SMC)

【実施例】

10...イオナイザ
12...物体
14...コントローラ
16...高電圧発生部
18a、18b...針電極
20...正イオン
22...負イオン

FIG. 1

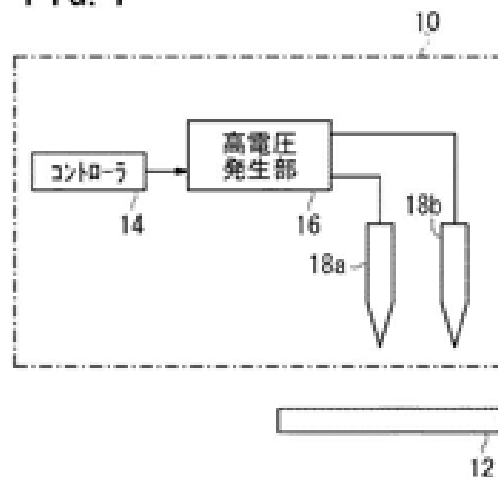


FIG. 2A

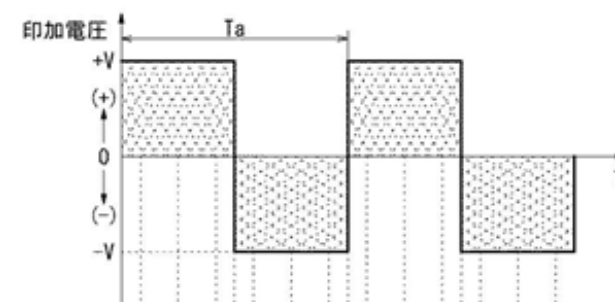


FIG. 2B

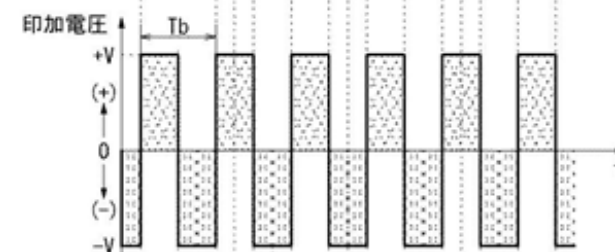
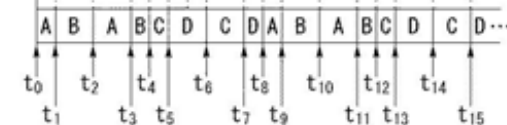


FIG. 2C

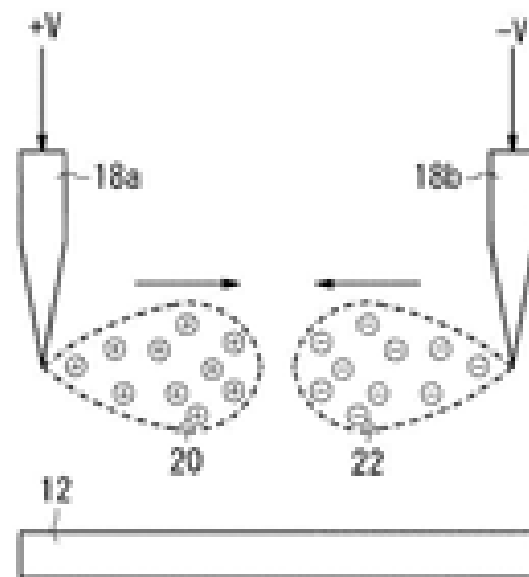


特許5435423／特開2011-124046(SMC)

【実施例】

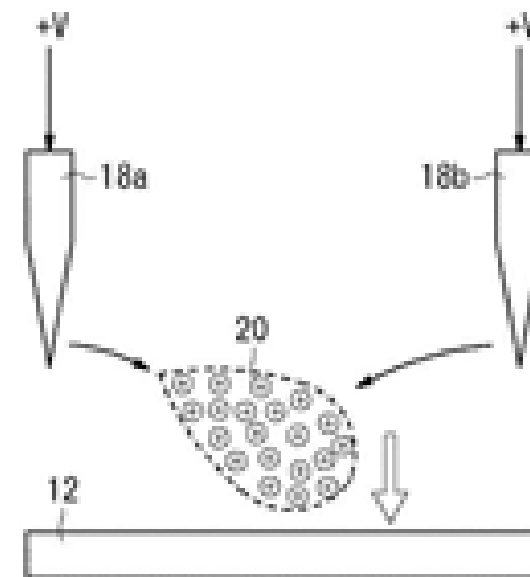
- 10...イオナイザ
- 12...物体
- 14...コントローラ
- 16...高電圧発生部
- 18a、18b...針電極
- 20...正イオン
- 22...負イオン

FIG. 3A



＜n 型A(イオン発生)＞

FIG. 3B



＜n 型B(正イオン放出)＞

特許5435423／特開2011-124046(SMC)

【実施例】

- 10...イオナイザ
- 12...物体
- 14...コントローラ
- 16...高電圧発生部
- 18a、18b...針電極
- 20...正イオン
- 22...負イオン

FIG. 4A

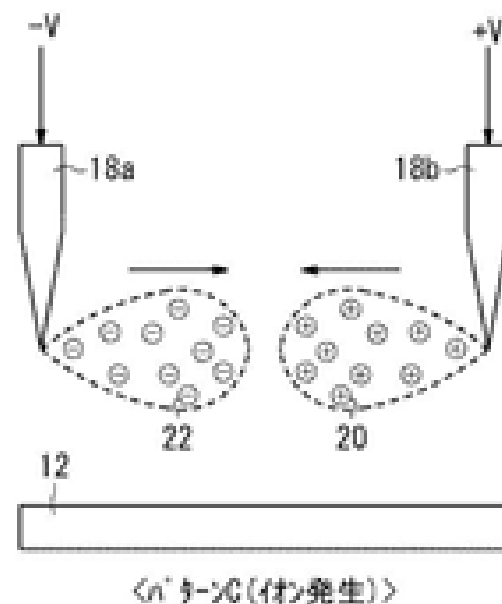


FIG. 4B

