

大気圧プラズマ殺菌処理装置に関する特許技術の調査結果

細菌、カビ菌及びカビ毒は食の安全・安心を脅かす大きな問題要因の一つですが、それを除去する実用的なプラズマ殺菌処理装置は、食品業界で開発中のようです。

実用装置開発の課題は何かを知るための調査の一環として、
特許技術の調査を試みました。
その結果の一部を紹介します。

令和元年9月10日

APT代表

村田正義

大気圧プラズマ殺菌装置に関する特許技術の調査結果の概要

●プラズマ発生手段の基本的構造に関する特許技術

・・・例えば、平行平板型、同軸円筒型、螺旋型等

●処理対象物の特徴に着目したプラズマ発生手段に関する特許技術

・・・例えば、みかん、穀物を対象としたもの

●低コスト・大量処理を目指したプラズマ殺菌処理装置

・・・例えば、みかんを対象にしたもの

●粉体表面の改質等のためのプラズマ粉体処理装置

・・・コンパクトでありながら、粉体などの被処理物の一回あたりの処理量が大きく増加し、処理時間も短いプラズマ処理装置、およびその処理方法

特開2006-239230(豊橋技術科学大学)バリア放電を用いた殺菌装置及び殺菌方法

【請求項1】

少なくとも放電面を誘電体で被覆する平板状絶縁被覆電極と、接地電極板あるいは裏面に接地電極板を置いた非導電性平板とを対向させ、前記平板状絶縁被覆電極と前記接地電極板あるいは裏面に接地電極板を置いた非導電性平板との間に、パルスあるいは交流高電圧を印加することによりバリア放電を発生させ、前記バリア放電中にて殺菌を行う殺菌装置。

【請求項2】

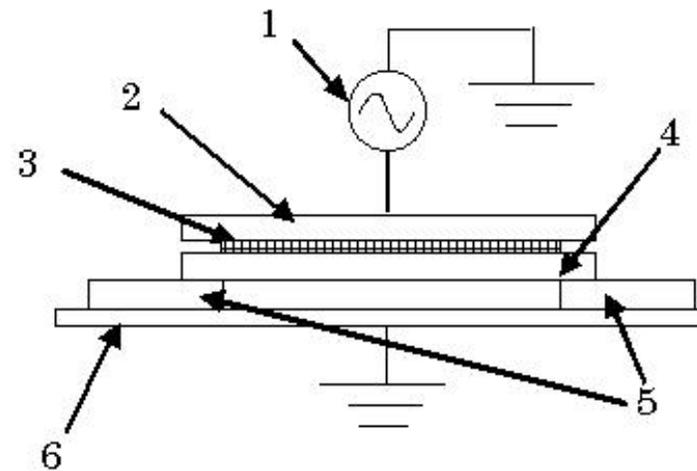
請求項1記載の殺菌装置の平板状絶縁被覆電極と、接地電極板あるいは裏面に接地電極板を置いた非導電性平板との間に形成される前記バリア放電中に殺菌対象物を挿入して行う殺菌方法。

【請求項3】

表面が水あるいは過酸化水素水で濡れた殺菌対象物を殺菌する請求項2記載の殺菌方法。

特開2006-239230(豊橋技術科学大学)バリア放電を用いた殺菌装置及び殺菌方法

- 1 高電圧電源
- 2 絶縁体(アクリル板)
- 3 高電圧放電電極(ステンレスメッシュ電極)
- 4 誘電体(ナフロンシート)
- 5 スペーサー
- 6 接地電極板



特開2008-034184(静岡大学)細線状大気圧放電プラズマの生成方法および生成装置

【請求項1】

内部電極と、該内部電極を包囲する誘電体層と、該誘電体層の外側表面に配設される外部電極とにより線状誘電体バリア放電電極を構成し、該内部電極と該外部電極との間に交流電圧を印加して、線状放電プラズマを生成するようにしたことを特徴とする大気圧放電プラズマ生成方法。

【請求項2】

内部電極と、該内部電極を包囲する誘電体層と、該誘電体層の外側表面に配設される外部電極とにより線状誘電体バリア放電電極を構成し、該内部電極と該外部電極との間に交流電圧を印加して、線状放電プラズマを生成するようにしたことを特徴とする大気圧放電プラズマ生成装置。

【請求項3】

前記内部電極を銅線で構成することを特徴とする請求項2に記載の線状放電プラズマ生成装置。

【請求項4】

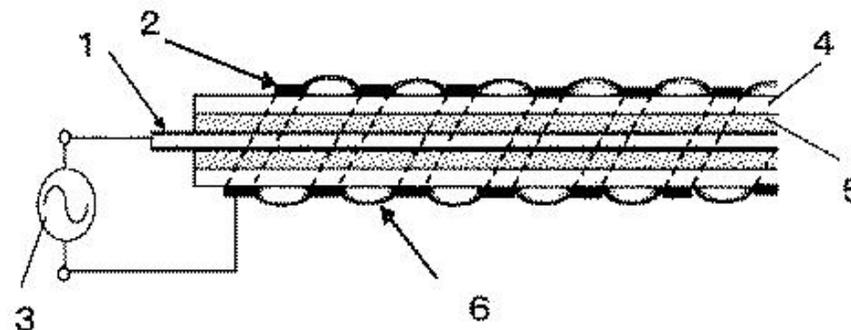
前記銅線の直径を0.3mm～1.2mmとしたことを特徴とする請求項3に記載の線状放電プラズマ生成装置。

特開2008-034184(静岡大学)細線状大気圧放電プラズマの生成方法および生成装置

図1は、本発明に係る細線状電極を用いた誘電体バリア放電プラズマ生成装置の一実施例の断面図である。

内部電極1として、直径1mmの銅線を用い、この内部電極1を外形1.9mm、内径1.3mmの石英管4の中に挿入し、その隙間を充填材として、セラミックポイント5で埋め、空気を排除した構造とする。

その後、円筒管としての石英管4の外側にアルミ箔を幅2mmのテープ状に切ったものを5mmの間隔で螺旋状に巻きつけて外部電極2とする。内部電極1と外部電極2との間に交流電圧3を印加し、誘電体バリア放電を発生させる。

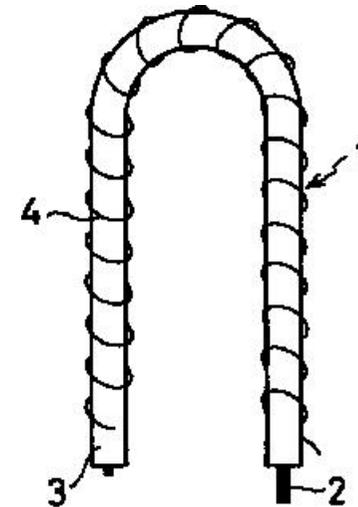


プラズマ放電6が生成される。

特開平09-059004(村山電機製作所)オゾン発生用電極

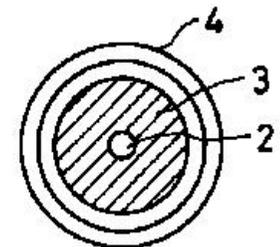
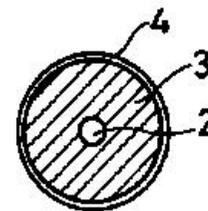
【請求項1】誘導電極を耐酸化性、可撓性を有する金属線材から形成し、該誘導電極の周囲を耐酸化性の誘電体絶縁材により被覆し、該誘電体絶縁材の外周に、耐酸化性の細い金属線材を螺旋状に巻くことによって、放電電極を形成したオゾン発生用電極。

【請求項2】前記誘導電極および誘電体絶縁材として可撓性の高圧絶縁電線を用いた請求項1記載のオゾン発生用電極。



(a)

(b)



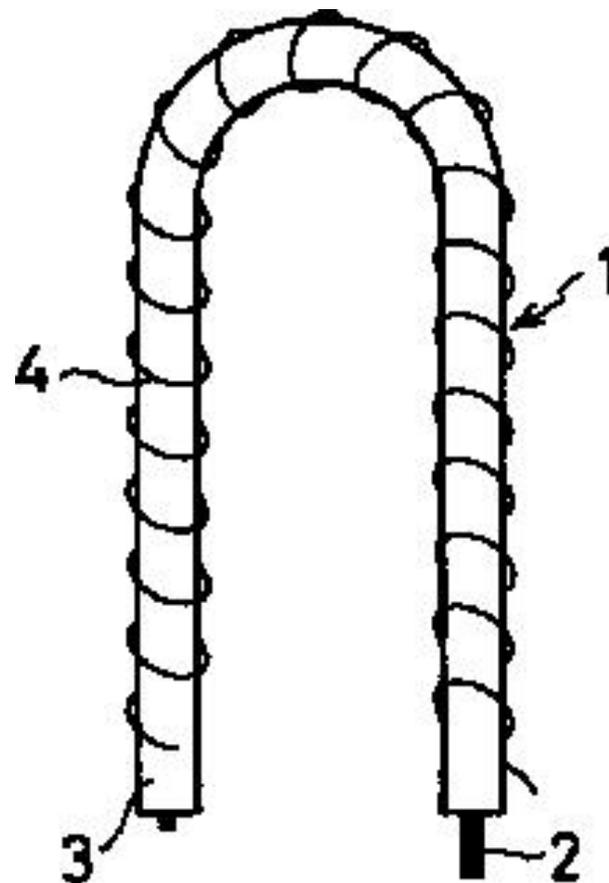
特開平09-059004(村山電機製作所)オゾン発生用電極

図1および図2に示すように、オゾン発生用電極1は、誘導電極2として用いられる、耐酸化性および可撓性を有する金属線材を、フッ素樹脂、シリコンゴムなどの耐酸化性の誘電体絶縁材3で円筒状の一定の厚さに被覆し、

さらに、図2(a)に示すように、誘電体絶縁材3の外周に接して、耐酸化性を有する、0.1~0.3mm程度のステンレス線、ニクロム線、チタン線、銅線などの細い金属線材を、ほぼ一定のピッチで螺旋状に巻き付けて放電電極4を形成すること

によって構成される。

なお、誘導電極2および誘電体絶縁材3としては、可撓性の高圧絶縁電線をそのまま用いるのが好適である。



特開2017-086705(九州大学):プラズマ殺菌装置

【請求項1】

接地部に対して電位差を有する交流電流を供給する電源部と、当該交流電流が供給されて放電を生じさせ、当該放電によりプラズマを生成する一の電極及び他の電極から成る一对の電極と、当該一对の電極の少なくとも一方を収納すると共に、殺菌対象物を収納する殺菌容器とを備えるプラズマ殺菌装置において、

前記殺菌容器の内部に収納され、前記他の電極との間に前記一の電極が介在した位置で当該他の電極に対向して配設され、前記殺菌対象物を載置する導電材から成る載置部と、

前記電源部に前記一の電極と前記載置部とのいずれかを切替えて接続する電源切替部と、前記接地部に前記一の電極と前記他の電極と前記載置部とのいずれかを切替えて接続する接地切替部とを備えることを特徴とするプラズマ殺菌装置。

【請求項2】

請求項1に記載のプラズマ殺菌装置において、前記接地切替部が、前記接地部に前記他の電極を接続した場合に、前記電源部に前記一の電極又は前記載置部を接続するように前記電源切替部を制御する殺菌状態制御部を備えることを特徴とするプラズマ殺菌装置。

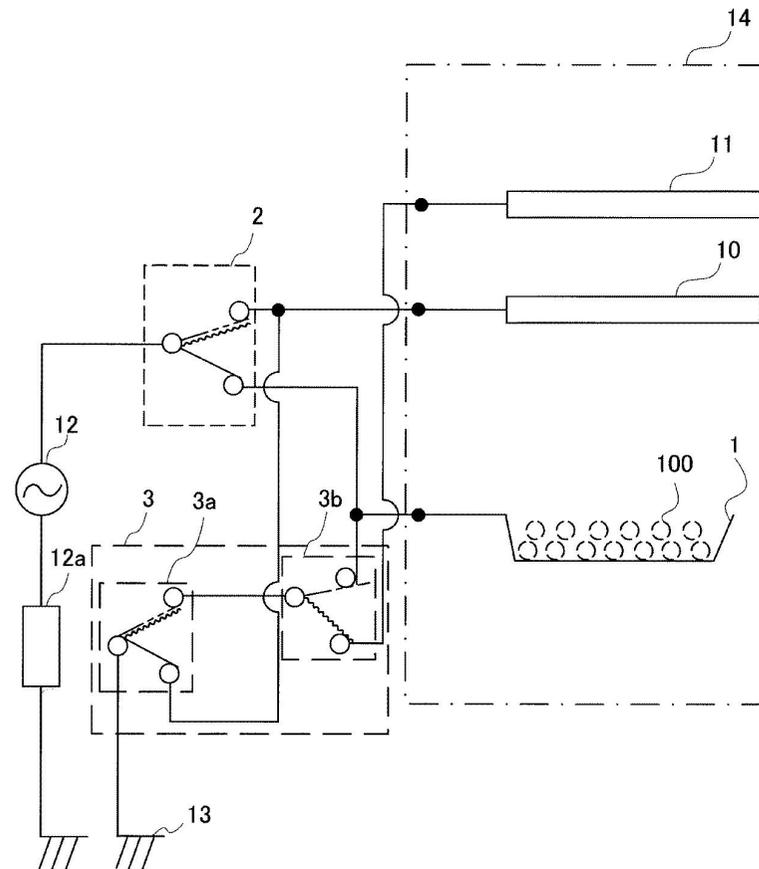
特開2017-086705(九州大学):プラズマ殺菌装置

【請求項3】

請求項2に記載のプラズマ殺菌装置において、
前記電源切替部が、前記電源部に前記一の電極を接続した場合に、
前記殺菌状態制御部が、前記接地部に前記載置部を接続するように前記接地切替部を制御することを特徴とする
プラズマ殺菌装置。

【請求項5】

請求項1～4のいずれかに記載のプラズマ殺菌装置において、
前記載置部に振動を与える振動部を備えることを特徴とする
プラズマ殺菌装置。



特表2018-533405(NANOGUARD TECHNOLOGIES): 反応性ガス発生システム及び反応性ガスを使用する処理方法

【請求項1】

製品を反応性ガスで処理する方法であって、
作動ガスから高電圧低温プラズマ(HVCP)を形成することにより前記反応性ガスを製造するステップと、
HVCPから少なくとも5cm離して前記反応性ガスを輸送するステップと、
次いで、前記製品を前記反応性ガスに接触させるステップと
を含み、
前記HVCPが前記製品に接触しない、前記方法。

【請求項2】

果実又は種子上のマイコトキシンを低減する方法であって、
作動ガスから高電圧低温プラズマ(HVCP)を形成することにより反応性ガスを製造するステップと、
前記HVCPから少なくとも3メートル離して前記反応性ガスを輸送するステップと、
次いで、前記果実又は種子を前記反応性ガスに接触させるステップと
を含む、前記方法。

特表2018-533405 (NANO GUARD TECHNOLOGIES) : 反応性ガス発生システム及び
反応性ガスを使用する処理方法

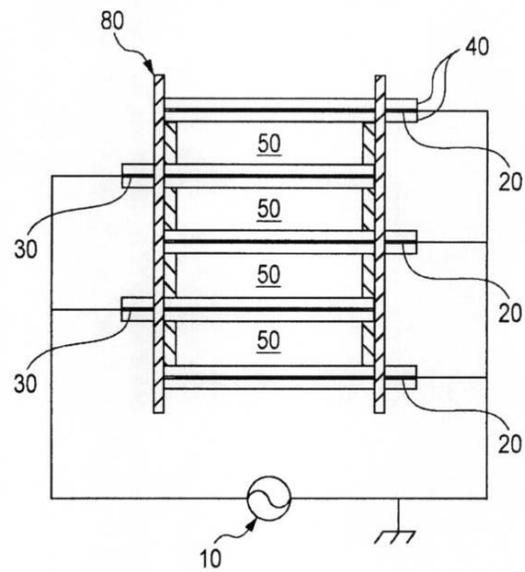


FIG. 1F

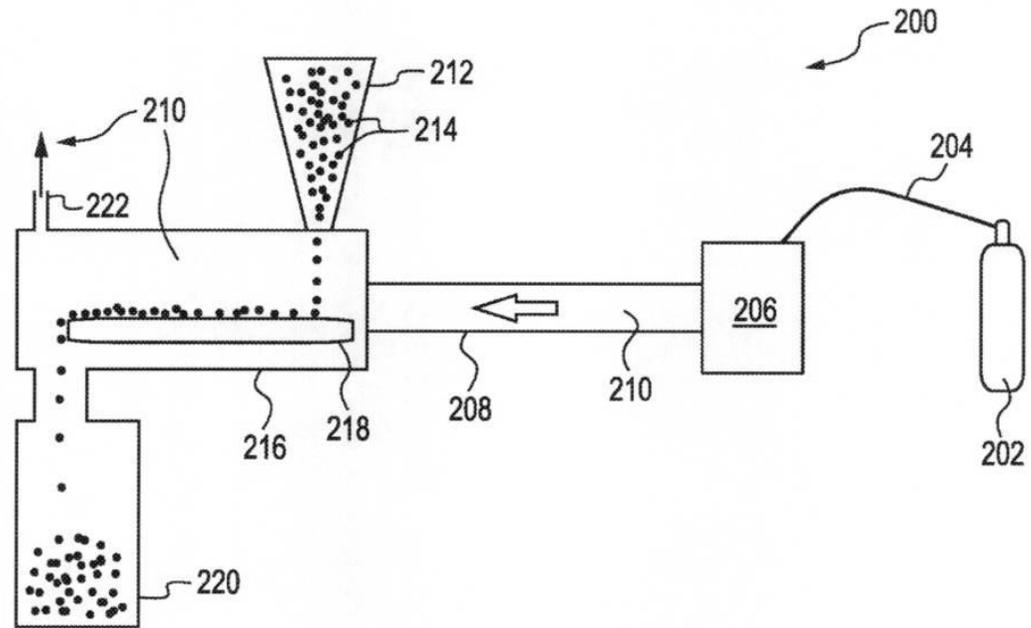


FIG. 2

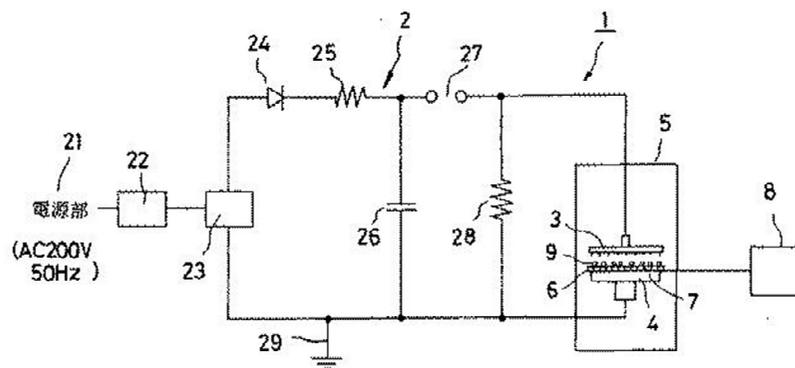
特開2005-278809(三洋電機)高電圧を利用した殺菌装置

【請求項1】

高電圧を発生する電源部と、発生した高電圧を印加する放電側電極と接地側電極を有する処理装置とを備え、

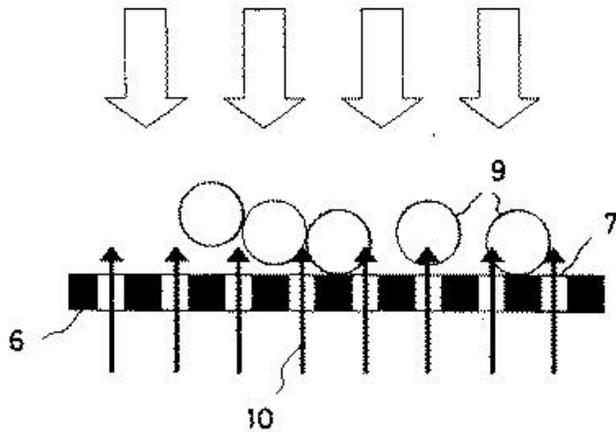
前記処理装置の前記電極間に殺菌対象物を配置させて、前記電極間に高電圧パルスを印加して常温常圧下、ガス雰囲気中で前記殺菌対象物を殺菌する殺菌装置であって、

前記接地側電極側に多数のガス供給孔を備えたガス供給手段を備え、前記多数のガス供給孔から前記ガスを供給して前記殺菌対象物を浮動させて殺菌することを特徴とする高電圧を利用した殺菌装置。

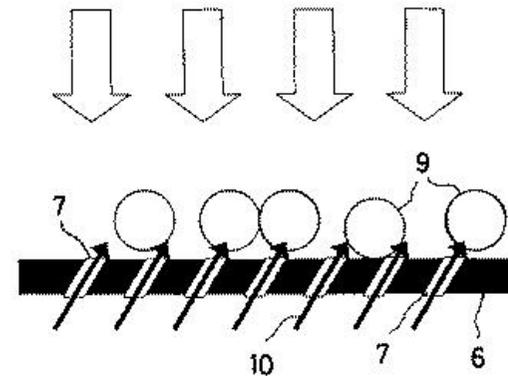


特開2005-278809(三洋電機)高電圧を利用した殺菌装置

高電圧パルスストリーマー放電



高電圧パルスストリーマー放電



特許6270032(国立高等専門学校機構、九州大学)プラズマ殺菌装置

【請求項1】

対向する電極間のプラズマ放電により殺菌対象物を殺菌するプラズマ殺菌装置において

複数の電極が間隔を隔てて配置される電極部と、前記電極部上で前記殺菌対象物を搬送する搬送手段と、前記電極部を構成する各電極のうち相隣り合う電極間が異なる極性となるように、前記電極部を構成する各電極に高周波電圧を印加する印加手段とを備え、前記印加手段により前記各電極に印加される高周波電圧が、前記相隣り合う電極間では放電しない電位レベルとし、且つ、前記相隣り合う電極間を前記殺菌対象物が跨ぐ場合にプラズマ放電が生じる電位レベルとすることを特徴とする

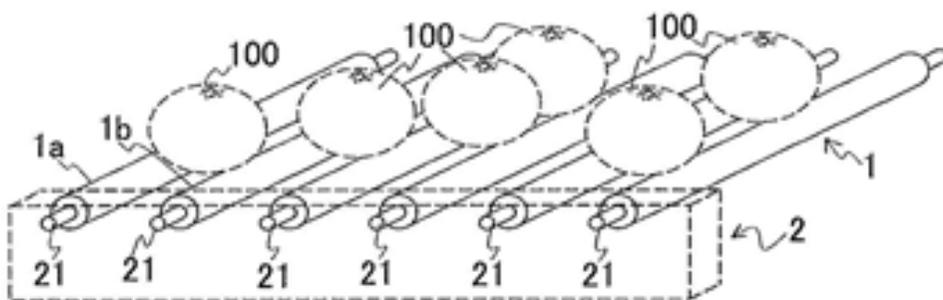
プラズマ殺菌装置。

【請求項2】

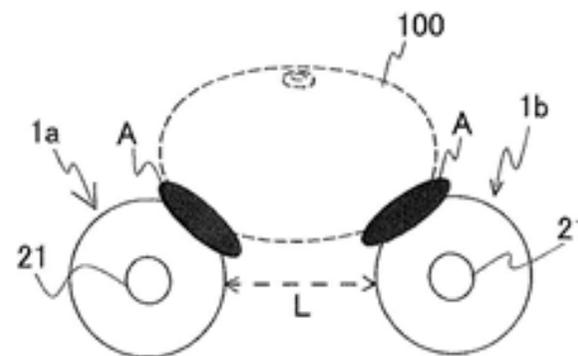
請求項1に記載のプラズマ殺菌装置において、前記電極部を構成する各電極が、絶縁体で被覆されることを特徴とするプラズマ殺菌装置。

特許6270032(国立高等専門学校機構、九州大学)プラズマ殺菌装置

(a)

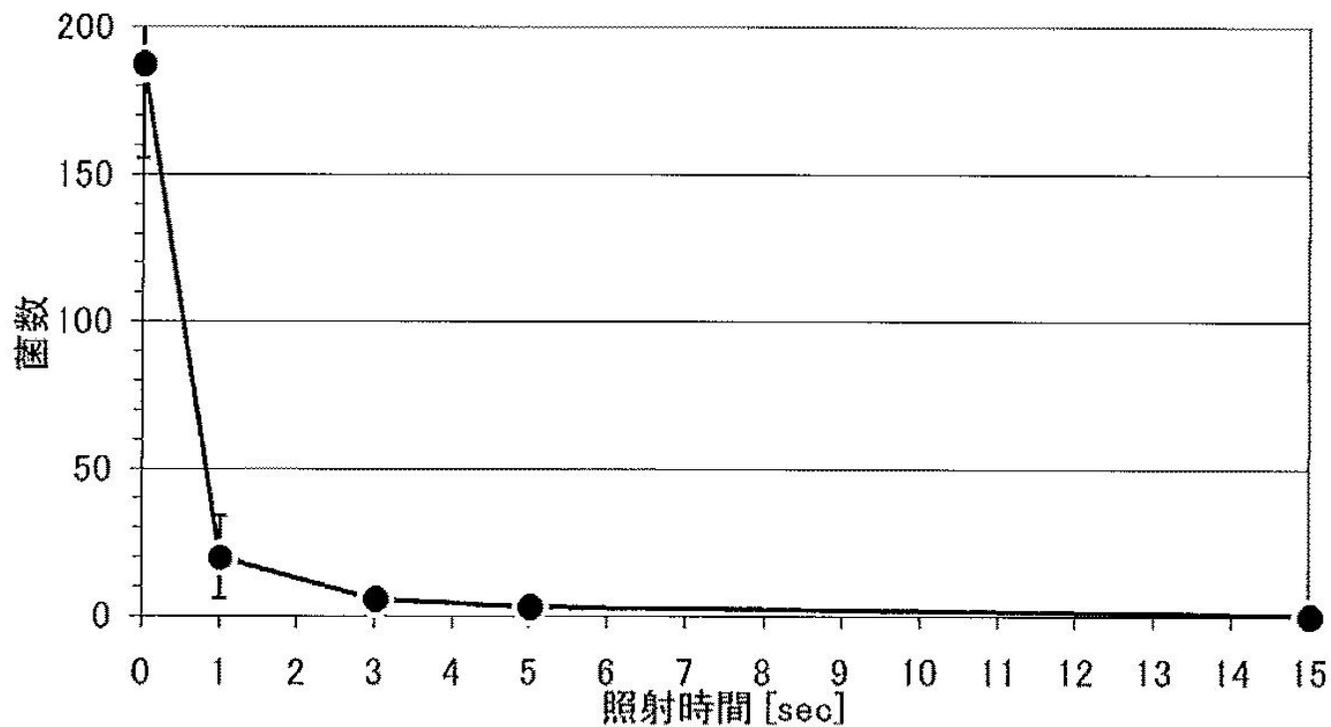


(c)



特許6270032(国立高等専門学校機構、九州大学)プラズマ殺菌装置

プラズマ照射時間



再表2016/190436(佐賀大学、琉球大学、大阪府立環境農林水産総合研究所)
プラズマ殺菌装置

【請求項1】

原料ガス雰囲気下で電極間で電圧印加により生成されるプラズマによって、対象物を殺菌するプラズマ殺菌装置において、
上下方向に隙間を隔てて対向する上部電極及び下部電極から成る対向電極と、
前記上部又は下部の電極の中心部から前記隙間に向かって、前記対象物を供給する供給手段と、
前記上部及び下部電極間の外周辺近傍に形成される前記隙間からなる開口状の外周開口部を備え、前記下部電極の中心部から外周辺に向かって転動する前記対象物を当該外周開口部から外部に排出する排出手段と、
を備え、
前記対向電極の上部電極が、前記供給手段の供給口から前記外周開口部まで連続して形成されることを特徴とする
プラズマ殺菌装置。

【請求項2】

請求項1に記載のプラズマ殺菌装置において、
前記供給手段が、前記対象物と共に前記原料ガスを供給することを特徴とする
プラズマ殺菌装置。

再表2016/190436(佐賀大学、琉球大学、大阪府立環境農林水産総合研究所)
プラズマ殺菌装置

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載のプラズマ殺菌装置において、前記上下の対向電極が、共に円板状で形成され、少なくとも前記下部電極が、円板中心を回転中心として回転することを特徴とするプラズマ殺菌装置。

【請求項4】

請求項1又は請求項2に記載のプラズマ殺菌装置において、前記上部電極が、放射状に複数に延出する線状電極から形成され、前記下部電極が、円板状で形成されることを特徴とするプラズマ殺菌装置。

【請求項5】

請求項3又は請求項4に記載のプラズマ殺菌装置において、前記上部及び下部電極の隙間に介装され、前記各電極の円板中心から放射状又は螺旋状に延出する複数のリブ体からなるリブ体部を備えることを特徴とするプラズマ殺菌装置。

再表2016/190436(佐賀大学、琉球大学、大阪府立環境農林水産総合研究所)
プラズマ殺菌装置

【請求項6】

請求項3～5のいずれかに記載のプラズマ殺菌装置において、前記対向電極間に、液体状の誘電体が封止されて形成される放電位置制御部を備えることを特徴とするプラズマ殺菌装置。

【請求項7】

請求項1～6のいずれかに記載のプラズマ殺菌装置において、前記対向電極の少なくとも一方が、中央部に向かって凸状に湾曲することを特徴とするプラズマ殺菌装置。

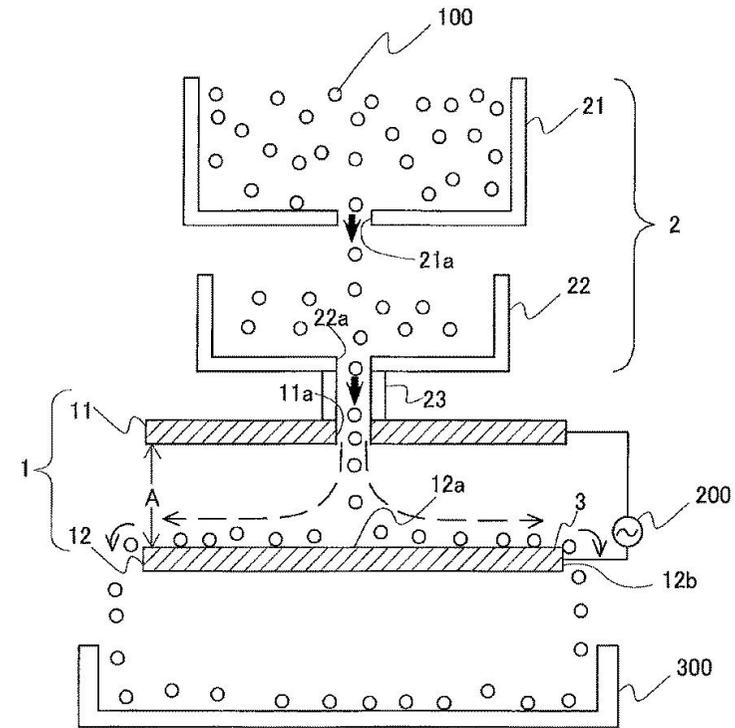
【請求項8】

請求項1～7のいずれかに記載のプラズマ殺菌装置において、前記上部又は下部電極の少なくとも一方の、対向する対向面上に、スパイラル状又は放射状の突起を形成することを特徴とするプラズマ殺菌装置。

再表2016/190436(佐賀大学、琉球大学、大阪府立環境農林水産総合研究所)
 プラズマ殺菌装置

- 1 対向電極
- 11 上部電極
- 11a 中心排出孔
- 11b 絶縁被覆部
- 11c 電極保持部
- 12 下部電極
- 12a 中心部
- 12b 外周辺
- 21 收容部
- 21a 排出孔
- 22 案内部
- 22a 排出孔
- 22b 密閉容器
- 23 供給パイプ
- 24 原料ガス供給部
- 24a ガス管路

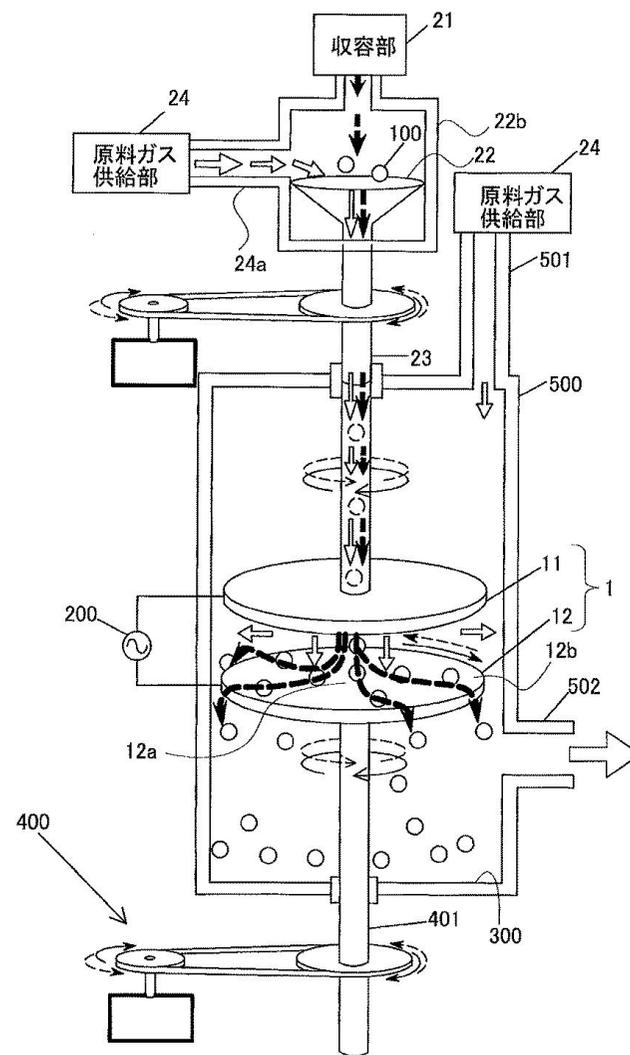
- 4 リブ体部
- 41 リブ体
- 41a 分割リブ体
- 5 放電位置制御部
- 51 液体誘電体
- 52 誘導体ケース
- 100 対象物
- 200 交流電源
- 300 回収部
- 400 駆動部
- 401 下部パイプ
- 500 処理容器
- 501 導入口
- 502 排気口



再表2016/190436

- 1 対向電極
- 11 上部電極
- 11a 中心排出孔
- 11b 絶縁被覆部
- 11c 電極保持部
- 12 下部電極
- 12a 中心部
- 12b 外周辺
- 21 收容部
- 21a 排出孔
- 22 案内部
- 22a 排出孔
- 22b 密閉容器
- 23 供給パイプ
- 24 原料ガス供給部
- 24a ガス管路

- 4 リブ体部
- 41 リブ体
- 41a 分割リブ体
- 5 放電位置制御部
- 51 液体誘電体
- 52 誘導体ケース
- 100 対象物
- 200 交流電源
- 300 回収部
- 400 駆動部
- 401 下部パイプ
- 500 処理容器
- 501 導入口
- 502 排気口



特開2010-029830(中村産業学園)プラズマ処理装置

中心電極と、該中心電極と所定の空隙部を介して配置された筒状の周辺電極とを有する放電容器と、

前記中心電極表面若しくは前記周辺電極表面の少なくとも一方に設けられた誘電体と、

前記放電容器の一端側に設けられ、前記空隙部に流体を注入可能に構成された流体注入手段と、

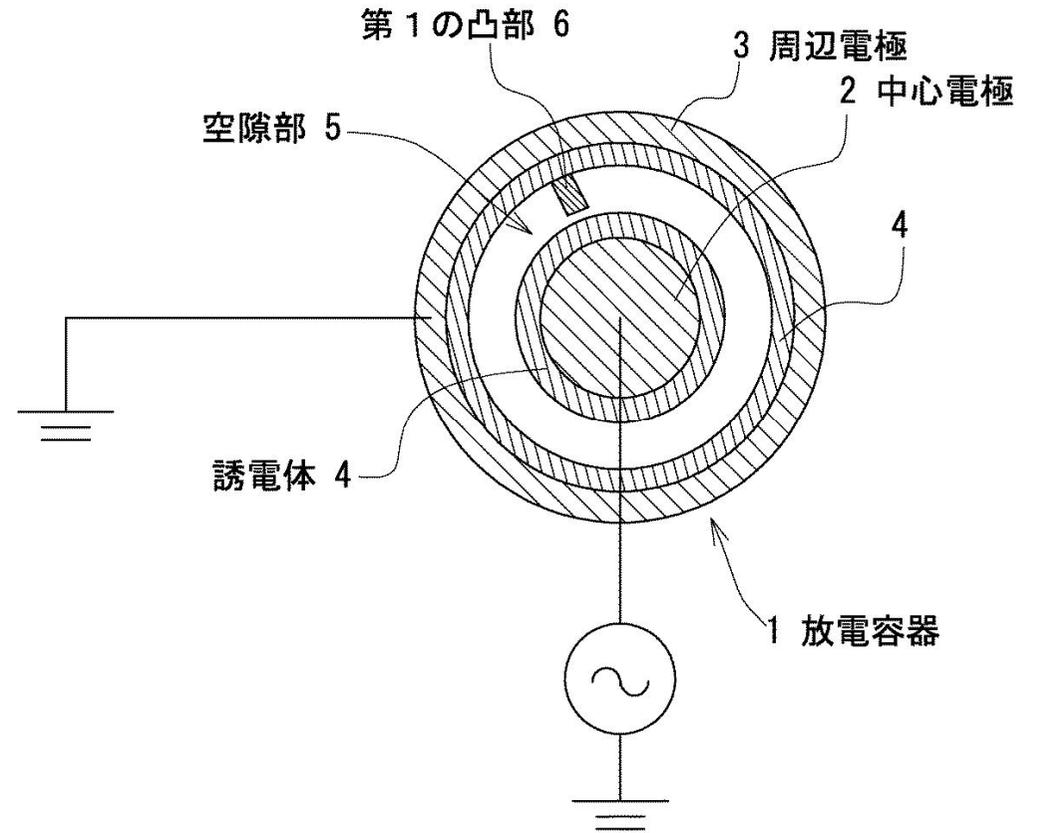
前記放電容器の他端側に設けられ、前記空隙部から流体を排出可能に構成された流体排出手段と、

前記中心電極と前記周辺電極との間に交流またはパルス電圧を印加した状態で、前記中心電極を回転の中心として前記放電容器を回転せしめる回転手段とを備える

プラズマ処理装置。

特開2010-029830(中村産業学園)プラズマ処理装置

- 1 放電容器
- 2 中心電極
- 3 周辺電極
- 4 誘電体
- 5 空隙部
- 6 第1の凸部
- 7 ガス注入管
- 8 密閉膜部
- 9 ガス排出穴
- 10 フィルター
- 11 卓上用ホットミ
ル回転台
- 12 ブラシ電極端子



特許5089521(中村産業学園)粉体のプラズマ処理方法

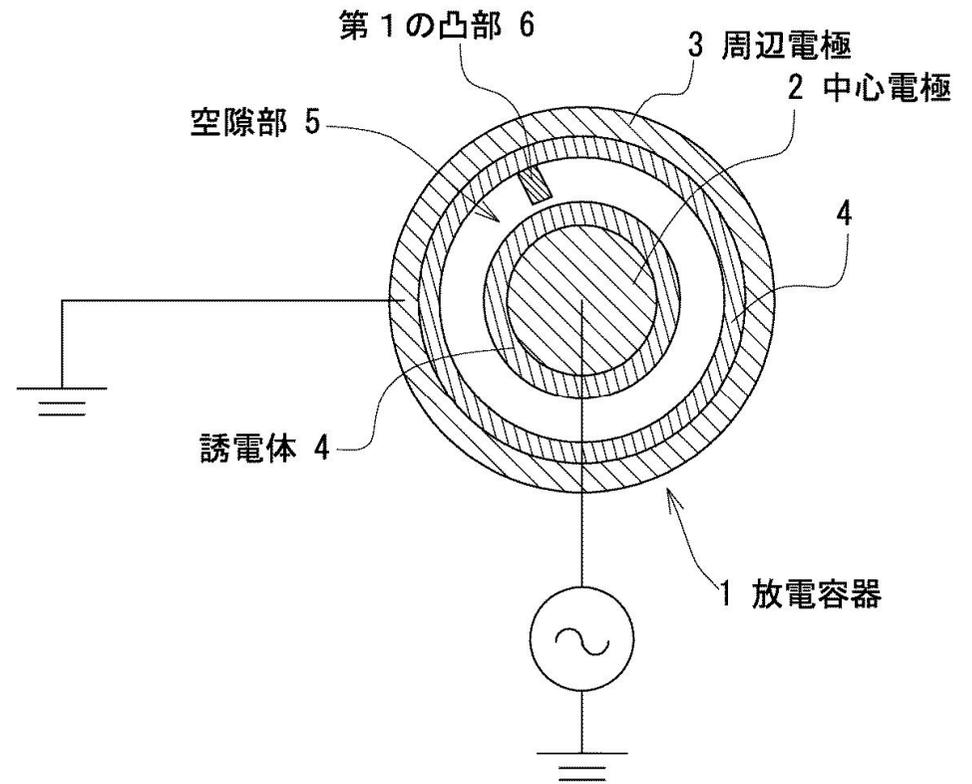
中心電極と、該中心電極と所定の空隙部を介して配置された筒状の周辺電極と、前記空隙部の概ね全長を複数の仕切部で仕切ることで形成された複数の部屋と、前記中心電極表面若しくは前記周辺電極表面の少なくとも一方に設けられた誘電体とを有する放電容器を用いた粉体のプラズマ処理方法であって、

前記中心電極、前記周辺電極及び前記仕切部で囲まれた複数の部屋内を不活性気体雰囲気とし、同部屋内に、粉体と、該粉体に窒素官能基を付加する窒素官能基供給部材を封入する工程と、

前記中心電極と前記周辺電極との間に交流またはパルス電圧を印加した状態で、前記中心電極を回転中心として前記放電容器を回転しながらグロー放電によるプラズマ処理を行う工程とを備える
粉体のプラズマ処理方法。

特許5089521(中村産業学園)粉体のプラズマ処理方法

- 1 放電容器
- 2 中心電極
- 3 周辺電極
- 4 誘電体
- 5 空隙部
- 6 凸部
- 7 ガス注入管
- 8 密閉膜部
- 9 ガス排出穴
- 10 フィルター
- 11 卓上用ポットミル回転台
- 12 ブラシ電極端子
- 13 ガスホース
- 14 駆動回転体
- 16 仕切部

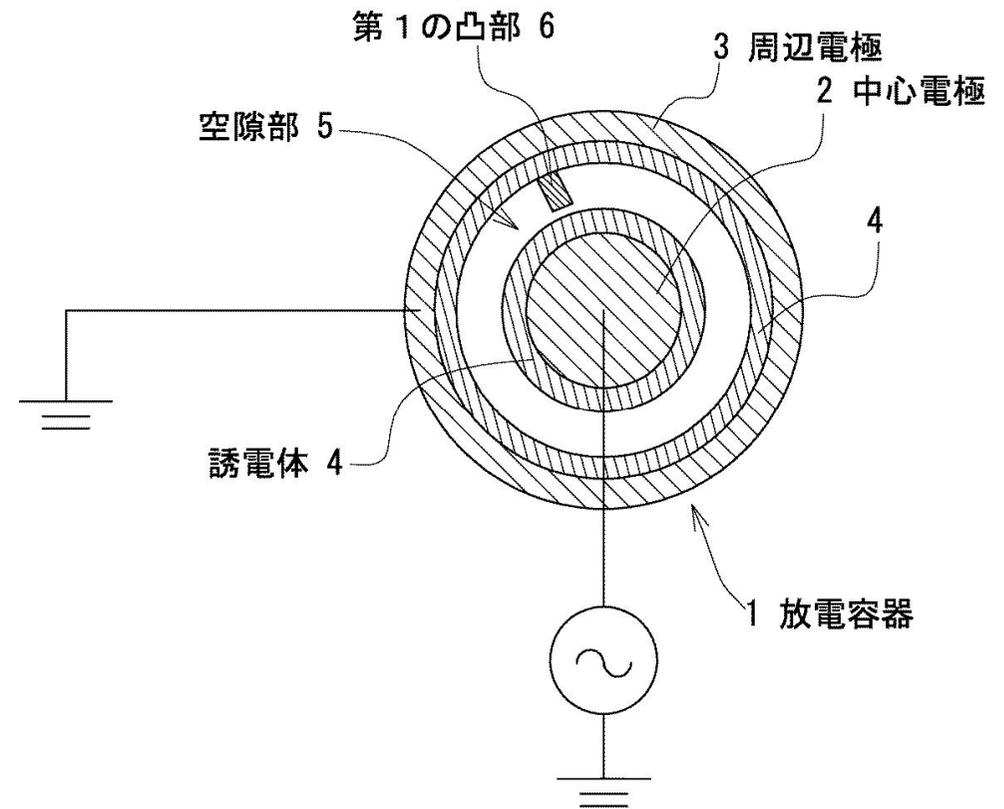


特許5080701(中村産業学園)プラズマ処理装置

中心電極と、該中心電極と所定の空隙部を介して配置された筒状の周辺電極とを有する放電容器と、
前記空隙部の概ね全長が複数の仕切部で仕切られることで形成された複数の部屋と、
前記中心電極表面若しくは前記周辺電極表面の少なくとも一方に設けられた誘電体と、
前記放電容器の一端側に設けられ、前記部屋内に流体を注入可能に構成された流体注入手段と、
前記放電容器の他端側に設けられ、前記部屋内から流体を排出可能に構成された流体排出手段と、
前記中心電極と前記周辺電極との間に交流またはパルス電圧を印加した状態で、**前記中心電極を回転の中心として前記放電容器を回転せしめる回転手段とを備える**
プラズマ処理装置。

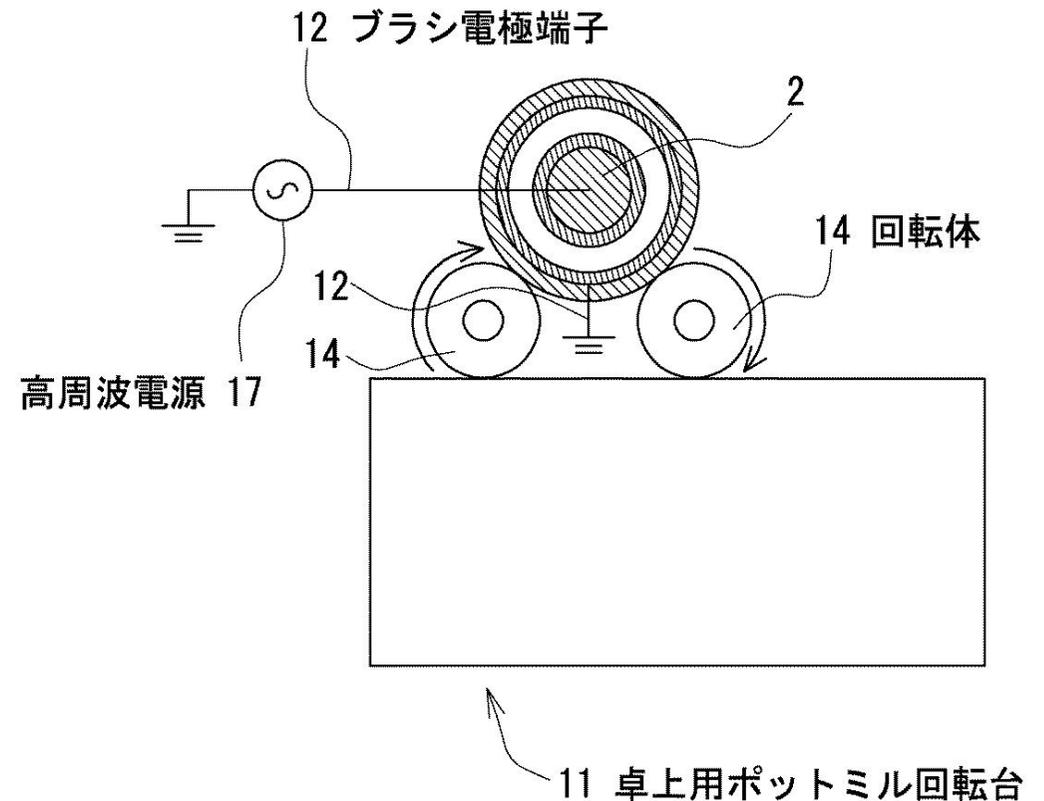
特許5080701 中村産業学園(中村産業学園)プラズマ処理装置

- 1 放電容器
- 2 中心電極
- 3 周辺電極
- 4 誘電体
- 5 空隙部
- 6 第1の凸部
- 7 ガス注入管
- 8 密閉膜部
- 9 ガス排出穴
- 10 フィルター
- 11 卓上用ポットミル回転台



特許5080701 中村産業学園(中村産業学園)プラズマ処理装置

- 1 放電容器
- 2 中心電極
- 3 周辺電極
- 4 誘電体
- 5 空隙部
- 6 第1の凸部
- 7 ガス注入管
- 8 密閉膜部
- 9 ガス排出穴
- 10 フィルター
- 11 卓上用ポットミル回転台
- 12 ブラシ電極端子
- 13 ガスホース
- 14 回転体
- 15 係留用窪み部
- 16 仕切部
- 17 高周波電源



特許6562273(中村産業学園)プラズマ処理装置およびその方法

棒状電極が第一誘電体で被覆されて形成される放電棒を互いに平行に所定の周方向間隔で円環状に配設した電極ユニットと、

該電極ユニットの外側に配置され、被処理物が内部に封入されると共に、第二誘電体を有する筒状の放電容器と、

該放電容器の外側に配置した外部電極体と、

前記電極ユニットと外部電極体との間に交流またはパルス電圧を印加してグロー放電を発生させた状態で、

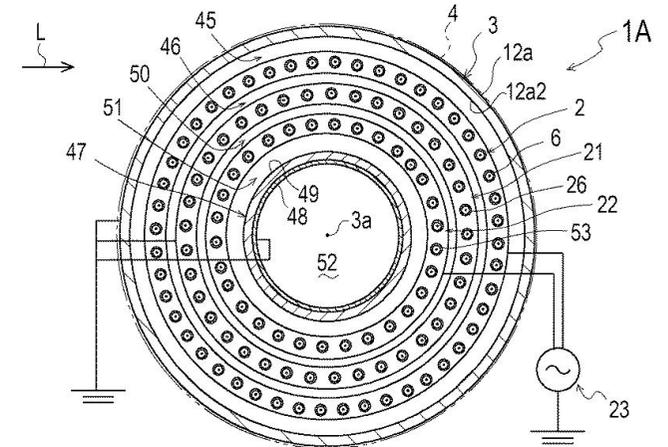
前記放電容器を回転させる回転装置と、前記グロー放電の放電域を電極ユニットの内外に拡張可能な放電域拡張構造とを備えたプラズマ処理装置。

特許6562273(中村産業学園)プラズマ処理装置およびその方法

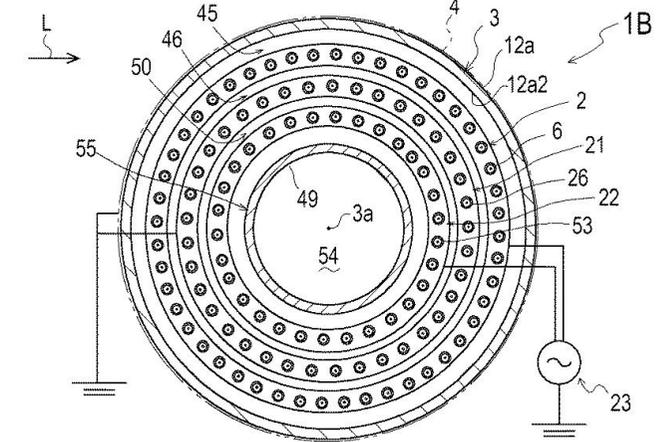
図6(a)に示すプラズマ処理装置1Aは、外側に金網4を配置した放電容器3内で電極ユニット2よりも内側の空間に、外側から順に、副電極ユニット21と副電極ユニット22を同心状に配置すると共に、この最も内側の副電極ユニット22よりも内側で、放電容器3内の軸心3a上に、冷却タイプの放電筒47を配置したものである。

ここで、金網4、副電極ユニット21、筒状電極48は接地され、電極ユニット2、副電極ユニット22は交流電源23に接続されており、金網4、副電極ユニット21、筒状電極48と、電極ユニット2、副電極ユニット22との間に交流電圧を印加すると、

放電容器3の内壁12a2からガラス筒49にかけて、複数の放電域45、46、50、51が連続して形成されて放電域が大きく拡張される一方、放電容器3内も高温となる。



(a)



(b)

大気圧プラズマ殺菌処理装置に関する特許技術の調査結果 の検討／考察

実用的プラズマ殺菌処理装置の実現に必要なキー技術／実用装置開発の課題

プラズマ源

装置概念

A. プラズマパラメータの最適化／殺菌効果の増大
・電極構造、反応ガス、圧力、周波数、パルス変調等の最適化など

B. プラズマの大容量化、大面積化、対象物に好適なプラズマ形状の創出など

実用的
プラズマ殺菌処理装置
の実現

C. 処理対象物の輸送手段の最適化、処理対象物とプラズマとの効果的接触手段の創出、処理対象物の大量処理化迅速化など

大気圧プラズマ殺菌処理装置に関する特許技術の調査結果 の検討／考察

大気圧プラズマ殺菌装置に用いるプラズマ源

電源周波数(数KHz、数10KHz、13.56MHz、2.45GHz等)と、電極構造に工夫を凝らし、目的とするプラズマの形態(バリア放電、ストリーマ放電、グロー放電、沿面放電、コロナ放電、パルス放電等)が実現されている。

低コスト・大量処理を目指したプラズマ殺菌処理装置

- ・迅速に、大量にムラ無く、確実に、プラズマ殺菌可能な実用性の高い特許技術として、
(a)再表2016/190436に記載のプラズマ殺菌装置がある。(電極を回転し、処理物を転動させ、ムラなくプラズマ処理可能)
(b)特許5080701に記載のプラズマ処理装置がある。(内部電極と収納容器を外部電極とする同軸円筒型方式において、収納容器を回転し、処理物の粉体を転動させる)

本格的実用化普及のため、今後、更なる改善が期待される。