

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-258137

(P2013-258137A)

(43) 公開日 平成25年12月26日(2013.12.26)

(51) Int.Cl.
H05H 1/24 (2006.01)

F 1
H05H 1/24

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2013-101254 (P2013-101254)
 (22) 出願日 平成25年5月13日 (2013.5.13)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-110929 (P2012-110929)
 (32) 優先日 平成24年5月14日 (2012.5.14)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 512125275
 清水 一男
 静岡県浜松市中区広沢1-2-2-6
 (74) 代理人 110000419
 特許業務法人太田特許事務所
 (72) 発明者 清水 一男
 静岡県浜松市中区広沢1-2-2-6

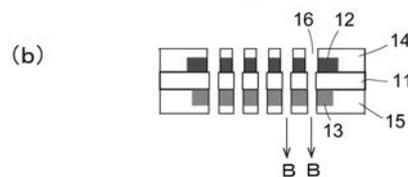
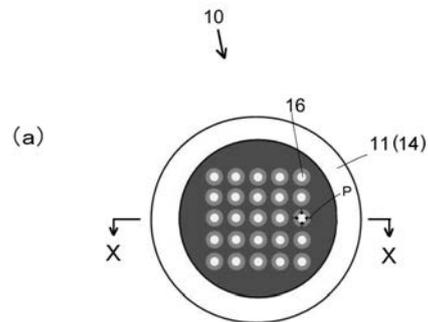
(54) 【発明の名称】 低電圧プラズマ発生用電極

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】可撓性を有する電極構造とし、プラズマ活性種被処理物との接触の効率を向上させ、これによって被処理物の処理効率を向上させるような構造のプラズマ発生用電極を提供する。

【解決手段】低電圧でプラズマを発生させるための電極10であって、可撓性を有する基板11と、基板の一方の面に設けられている第1電極12と、この基板上の表面と同じ面又は反対面に積層された第2電極13と、を備え、第1電極が露出しないようにその上に表保護層14を覆設し、第1電極から基板に沿ってプラズマを発生させるようにした。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

低電圧でプラズマを発生させるための電極であって、
可撓性を有する基板と、
前記基板の一方の面に設けられている第 1 電極と、
この基板上の表面と同じ面又は反対面に積層された第 2 電極と、
を備え、
前記第 1 電極が露出しないようにその上に表保護層を覆設し、
第 1 電極から基板に沿ってプラズマを発生させるようにしたことを特徴とする低電圧プラズマ発生用電極。

10

【請求項 2】

前記基板には垂直方向にプラズマガスを供給する貫通孔が設けられており、
第 1 電極から基板に沿って生ずる沿面放電によって発生させたプラズマを引き出すようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の低電圧プラズマ発生用電極。

【請求項 3】

前記第 1 電極の周囲に貫通孔が形成されており、
前記第 1 電極のエッジ部分で発生させたプラズマを、
前記貫通孔を通して垂直方向に引き出すようにしたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の低電圧プラズマ発生用電極。

20

【請求項 4】

前記第 1 電極が、島状または櫛歯状をなしていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の低電圧プラズマ発生用電極。

【請求項 5】

前記第 1 電極が、円筒状または渦巻き状をなしていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の低電圧プラズマ発生用電極。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、被処理物の殺菌等の用途に使用される低電圧プラズマ発生用電極に関するものである。

30

【背景技術】**【0002】**

プラズマは例えば空気などの殺菌用に用いられている。このようなプラズマ発生用電極として、以下の特許文献がある。

特許文献 1 には、大気圧でプラズマを発生させ、このプラズマにより生成される殺菌因子をプラズマ発生器からチャンバー内へと供給し、搬送ロールで被処理シートを搬送して滅菌することが記載されている。また、特許文献 2 には、一対の放電電極の間でシートを搬送し、大気圧でプラズマを発生させてシートをプラズマ処理することが記載されている。特許文献 3 には、多孔質部分を有するプラズマ放電用電極が開示されている。特許文献 4 には、円板状電極に複数のスリット状ガス供給孔を設け、ガス供給孔からガスを噴出させて旋回流を生じさせるプラズマ発生電極が記載されている。特許文献 5 には、セラミック誘電体の内部に誘導電極を設け、誘電体の表面に放電電極を設け、放電電極の周縁部分において沿面放電を生じさせ、プラスイオン、マイナスイオンを発生させることが記載されている。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開平 10 - 129627 号公報

【特許文献 2】特開平 6 - 265864 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 334436 号公報

50

【特許文献4】特許第3154058号公報

【特許文献5】特許第3403723号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献1～5に記載のプラズマ発生用電極は高電圧でプラズマを発生させる固定型の電極構造であり、低電圧でプラズマを発生させる可撓性電極型ではない。例えば、曲面を有しているものなどの被処理物の表面を殺菌することには適さない。そして、無理に被処理物の形状に対応した形状に曲げようとする、プラズマ電極に亀裂が発生して損傷を来す。また、被処理物の形状に対応した形状には加工困難であるという問題点もあり、従来のプラズマ電極は使いづらかった。

10

本発明は、低電圧でプラズマを発生させて被処理物をプラズマ処理する装置において、可撓性を有する電極構造とし、プラズマ活性種被処理物との接触の効率を向上させ、これによって被処理物の処理効率を向上させるような構造のプラズマ発生用電極を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

(1)本発明は、低電圧でプラズマを発生させるための電極であって、可撓性を有する基板と、前記基板の一方の面に設けられている第1電極と、この基板上の表面と同じ面又は反対面に積層された第2電極と、を備え、前記第1電極が露出しないようにその上に表保護層を覆設し、第1電極から基板に沿ってプラズマを発生させるようにしたことを特徴とする。

20

(2)本発明の低電圧プラズマ発生用電極は、前記(1)において、前記基板には垂直方向にプラズマガスを供給する貫通孔が設けられており、第1電極から基板に沿って生ずる沿面放電によって発生させたプラズマを引き出すようにしたことを特徴とする。

(3)本発明の低電圧プラズマ発生用電極は、前記(1)又は(2)において、前記第1電極の周囲に貫通孔が形成されており、前記第1電極のエッジ部分で発生させたプラズマを、前記貫通孔を通して垂直方向に引き出すようにしたことを特徴とする。

(4)本発明の低電圧プラズマ発生用電極は、前記(1)～(3)のいずれかにおいて、前記第1電極が、島状または櫛歯状をなしていることを特徴とする。

30

(5)本発明の低電圧プラズマ発生用電極は、前記(1)～(4)のいずれかにおいて、前記第1電極が、円筒状または渦巻き状をなしていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、可撓性のある基板に低電圧プラズマ発生用の電極を設け、この電極のエッジから基板表面に沿って沿面放電を生じさせ、この沿面放電によって気体をプラズマ化することができるので、被処理物の形状に合わせて所望箇所にプラズマガスを照射させることができる。

この結果、被処理物と基板上に発生させるプラズマの活性種との間隔を短くし、プラズマ処理効率を上昇させることが可能である。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施例1に係るプラズマ発生用電極の構成を示す断面図である。

【図2】実施例2に係るプラズマ発生用電極の概略図であり、(a)は平面図であり、(b)はX-X縦断面図である。

【図3】実施例3に係るプラズマ発生用電極の概略図であり、(a)は平面図であり、(b)はX-X縦断面図である。

【図4】実施例4に係るプラズマ発生用電極の概略断面図である。

【図5】実施例5に係るプラズマ発生用電極の概略図であり、(a)は平面図であり、(

50

b) は X - X 縦断面図である。

【図 6】実施例 6 に係るプラズマ発生用電極の概略図であり、(a) は平面図であり、(b) は縦断面図である。

【図 7】実施例 7 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。(a) は平面図あり、(b) は A - A 縦断面図である。

【図 8】実施例 8 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。

【図 9】実施例 9 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。(a) は平面図あり、(b) は A - A 縦断面図である。

【図 10】実施例 10 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。(a) は平面図あり、(b) は A - A 縦断面図である。

10

【図 11】実施例 11 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。(a) は平面図あり、(b) は A - A 縦断面図である。

【図 12】実施例 12 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。

【図 13】実施例 13 に係るプラズマ発生用電極の概略斜視図である。

【図 14】実施例 14 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

< 基板 >

好適な実施形態においては、可撓性のある基板上に第 1 電極及び第 2 電極が形成されている。ここで、基板は、不導体でかつ可撓性があればよく、例えば、PET、PEN、ポリエステル、ナイロン、テフロン（登録商標）、ポリエチレン、ポリスチレンなどの樹脂フィルム樹脂フィルムが挙げられる。また、繊維布、紙、可撓性セラミックスなども適用可能である。基板の厚みは特定するものではないが、プラズマ発生時の絶縁破壊に耐える程度の厚みが必要である。

20

【0009】

< 第 1 電極、第 2 電極 >

第 1 電極、第 2 電極の平面的パターンは特に限定するものではなく、活性種の種類や寿命、生成量によって適宜決定することができる。例えば、電極の平面的パターンを円形状、矩形状とすることができる。また櫛歯状としたり、島状とすることもできる。

また、第 1 電極、第 2 電極の材質は特に限定されず、所定の導電性を有する物質であれば使用可能である。例えば、カーボン、銅、銀、鉄、タングステン、モリブデン、マンガン、チタン、クロム、ジルコニウム、ニッケル、白金、パラジウム、あるいはこれらの合金が挙げられる。また、導電性高分子、カーボンナノチューブ等も用途により用いることができる。さらに、ITO、IZO等の透明電極適用できる。

30

【0010】

第 1 電極、第 2 電極は、基板である樹脂フィルムの上に積層されている金属箔をエッチングすることによって形成することができる。また、基板である樹脂フィルム上にペーストを塗布することで形成することもできる。この場合の塗工方法としては、スクリーン印刷、カレンダーロール印刷、ディップ法、蒸着、物理的気相成長法など、任意の塗工方法を利用可能である。

40

電極を塗工法によって形成する場合には、前記した各種金属あるいは合金の粉末を、有機バインダーおよび溶剤（テルピネオール等）と混合して導体ペーストを作製し、次いでこの導体ペーストを基板上に塗工して乾燥する。

【0011】

なお、電極の平面的パターンを櫛歯状や島状とした場合には、沿面放電が、各櫛歯部分、島部分のエッジにおいて発生するので、各櫛歯部分、島部分のピッチを変更することによって、沿面放電箇所のピッチを適宜変更することができる。

【0012】

< 表保護層、裏保護層 >

第 1 電極及び第 2 電極は、それぞれ誘電体からなる表保護層、裏保護層によって覆設さ

50

れている。この誘電体としては、セラミックスやガラス等の無機材料を例示することができる。セラミックスとしては、シリカ、アルミナ、ジルコニア、マグネシア、酸化珪素、ムライト、スピネル、コージェライト、窒化アルミニウム、窒化珪素、チタン - バリウム系酸化物、バリウム - チタン - 亜鉛系酸化物などが挙げられる。

表保護層、裏保護層は、これらの誘電体の粉末をペースト状にして第2電極及び第1電極を形成した樹脂フィルム上にコーティングすることによって覆設することができ、第1電極や第2電極を保護することができる。

また、本実施形態のプラズマ発生用電極は、電極には後述するように500V～1.5kVの低電圧を印可するため、上記、無機材料のみならず、エポキシ、アクリル、ポリアミン、アクリルシリコン、ウレタン、テフロン（登録商標）、ラッカークリアー等の有機系材料も10μm以上の膜厚が出来れば、表保護層や裏保護層として適用させることができる。

また、ITO膜の表面に形成されるタッチパネル用の保護膜なども利用することができる。例えば、厚みが10～100μmの、ポリアミドなどのエンジニアリングプラスチック薄膜フィルムなどが挙げられる。

上記に説明したように、第1電極や第2電極を保護することにより、湿気のある雰囲気でもプラズマを発生させることができる、耐湿性や耐候性に優れたプラズマ発生用電極とすることができる。なお、表保護層や裏保護層は、電極の可撓性という観点から、5～100μm程度の厚みとすることが好ましい。それ以上の厚みとすることも可能であるが、印可電圧の上昇や可撓性を妨げる可能性もあり望ましくない。

また、保護層中に蛍光体素材を混合することによって、プラズマによって蛍光体素材を発光させることもできる。

【0013】

<貫通孔>

本実施形態において貫通孔の有無は特定されない。また、貫通孔が無くてもよいが、好適な実施形態においては、第1電極や第2電極を基板状に形成した後に、基板に、レーザー加工、超音波加工、切削加工、プレス打ち抜き法などによって貫通孔を形成することができる。

また、貫通孔の配置密度や配置パターンは特に限定されない。例えば、活性化ガスの寿命や被処理物の処理量を考慮して、貫通孔を装置の入り口側（上流側）のみに設けることができるし、あるいは基板表面の全面にわたって設けることもできる。

比較的寿命の長い活性種を含む活性化ガスの場合（例えば活性種がオゾンガスである場合）には、装置の上流側のみにあって基板に貫通孔を形成するだけでも、十分に長期間にわたって被処理物を活性化ガスに接触させることができる。しかし、活性種の寿命が短い場合には、基板の全面に貫通孔を形成することが好ましい。

【0014】

貫通孔の配置密度（個数）や貫通孔の大きさは、被処理物との反応速度や被処理物の量に応じて、或いは使用状況に応じて貫通孔の密度と個数とを決定することができる。好適な実施形態においては、第1電極のエッジ部分で基板表面に沿って沿面放電が生ずる。このように基板表面に沿って沿面放電を生じさせると、プラズマの発生箇所と被処理物との間隔を最短とすることが可能であるので、被処理物の処理効率が一層高くなる。

【0015】

貫通孔の平面的形状は限定されず、被処理物の材質や形態、活性種の種類に応じて変更することができる。例えば、貫通孔の平面的形状は、円形、楕円形、三角形、四角形、六角形等の多角形、細長いスリット形状などであってよい。

【0016】

貫通孔から導入されるガスは、目的とする反応によって、一種類のガスであってよく、あるいは複数種類のガスを貫通孔から供給してもよい。また、貫通孔から一種類のガスを供給する場合には、純ガスであってよく、混合ガスであってよい。

また、貫通孔から供給されたガスを沿面放電の作用によってプラズマ化することができ

10

20

30

40

50

るが、貫通孔から供給された複数種類のガスを沿面放電の作用下に互いに反応させ、活性種を生成させることもできる。

【0017】

ガスの種類は限定されないが、希ガス（ヘリウム）、アルゴン、ネオンなど）、窒素ガス、酸素ガス、水素、空気（大気）、塩素ガス、アンモニアガス、SF₆、CF系ガスなどを例示できる。また、過酸化水素、過酢酸、エタノール、メタノール、水などの液体を噴霧したり、あるいは蒸発させて霧状にしたもの（本実施形態では霧状液体ということがあり、ガスと霧状液体とを総称してガスという。）を貫通孔から供給することができる。また、電気分解によって発生したガス（酸素と水素）とを用いることもできる。

上記したガスおよび液体は単独で使用でき、あるいは他のガスや液体との混合物として使用できる。一例として、酸素ガスのみを用いて酸素を活性化させ、酸素ラジカル、オゾンガスを生成させ、殺菌用途や半導体ウエハー、ガラス上の有機物除去、表面改質に用いることができる。

【0018】

また、ガスや霧状液体は、通常は第1電極方向（貫通孔を通して）へ供給するのであるが、それに限定されず、例えば、第1電極に沿って供給することもできる（貫通孔を設けていない場合など）。

また、ガス圧力は通常は大気圧近傍とすることができ、元ガスの供給流量はマスフローメーター等で制御できる。

また、ガス室を複数設け、各ガス室ごとに、相異なる種類のガスを供給することによって、放電空間に複数種類の活性化ガスを供給することができる。

【0019】

本発明による被処理物（処理対象）としては、プラズマ処理可能なものであれば特に限定されないが、例えば以下のようなものが挙げられる。

(i) 処理プロセス

被処理物の表面改質（親水処理：被処理物に接着剤や塗料を塗布する前に被処理物表面を親水処理し、濡れ性を向上させ、着色剤や塗料の接着性、付着性を高める）、滅菌または殺菌処理、有機物除去／有機物分解処理、気体の改質処理、有害気体成分の浄化処理

(ii) 処理対象物品

樹脂（ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリイミド、テトラフルオロエチレンなど）、セラミックス、金属、ガラス

医療用器具や医療材料（プリスターパック、プリスターパック用シート、シリンジ、シリンジ用ガスケット、バイアル用ゴム栓、注射針、ガーゼ、不織布など）

食料品用包装シート

半導体ウエハー、液晶ガラス基板、セラミックスのプラズマ処理

(iii) 低電圧処理

本発明におけるプラズマ電極への印加電圧は、可撓性基板の絶縁性を確保するため、プラズマ電極印加電圧としては低電圧である200V～1.5kVとすることが好ましい。

印加電圧が200V未満では、電極表面に、ガス条件によっては十分な沿面放電の生成が困難な場合があり、一方、1.5kVを超えると基板や保護層の絶縁破壊が生ずるので好ましくない。

【実施例】

【0020】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施例について述べる。

<実施例1>

図1は、本発明の実施例1のプラズマ発生用電極の構成を示す断面図である。

(a)は、基板11をTiO₂、第1電極12をITO膜、第2電極13をAl箔で形成した例である。

(b)は、第1電極の構成を示したものであり、

基板11を厚み25～50μmのPENフィルムとし、

10

20

30

40

50

その上に厚み100～500nmのITO膜、厚み10μmのBTO(TiO₂)、厚み10μmの保護層を順次形成し、最表面にAgをパターンングしたものである。

(c)は、基板11を厚み25～50μmのPENフィルムとし、

第1電極として、厚み5～10μmのBTO(TiO₂)、その上に厚み100～500nmのITO膜を形成し、

第2電極13をSUSで形成した例である。

(d)は、基板11を厚み200μmのPETフィルムとし、

第1電極及び第2電極としてAgとし、第1電極を厚み10μmのTiO₂を介在させないものとさせたものとを比較した例である。

その結果を(e)に示す。

TiO₂を介在させたものは放電電圧の低下が見られ、同じ正イオンを発生させるのに約半分の電圧で足りることが分かった。

【0021】

<実施例2>

図2は、本発明の実施例2に係るプラズマ発生用電極の概略図である。(a)は平面図であり、(b)は縦断面図である。実施例2のプラズマ発生用電極10においては、基板11は円形状のPET樹脂フィルムからなり、基板11の表面上には、所定パターンの第1電極12が形成されておりその上面を表保護層14が覆設している。

一方、基板11の裏面上には第1電極12に対向して第2電極13が形成されておりその上部を裏保護層15が覆設している。さらに、基板11、第1電極12及び第2電極13を貫通する貫通孔16が形成されている。

このように貫通孔16を配設することによって、各第1電極12において沿面放電によって生じたプラズマを、貫通孔16から供給されるガスによって引き出して、極めて近接させた被処理物に照射することができるという効果を奏する。

なお、保護層は、貫通孔16の内面に覆設されていてもよい。

そして、第1電極12のエッジから貫通孔16へ向かって矢印Pのように基板表面に沿って沿面放電を生じさせる。この結果、ガスは、沿面放電によってプラズマ化し、次いで貫通孔16を通して矢印Bのように被処理物の方へと向かって供給される。

なお、貫通孔16は、第1電極12に形成される貫通部分の内径が最も大きく、次に第2電極13に形成される貫通部分の内径、基板11に形成される貫通部分の内径、という順になっている。この場合、第2電極13に形成される貫通部分の内径と、基板11に形成される貫通部分の内径とは同じでも差し支えない。

このように径に差違を設けることで、沿面放電の生成範囲を制御することができるという効果がある。

【0022】

<実施例3>

図3は、本発明の実施例3に係るプラズマ発生用電極の概略図である。(a)は平面図であり、(b)は縦断面図である。実施例3に係るプラズマ発生用電極は、プラズマ発生用電極が矩形状になっている点で実施例2のプラズマ発生用電極を異なるがその他の点では同じである。

【0023】

<実施例4>

図4は、本発明の実施例4に係るプラズマ発生用電極の概略断面図である。実施例4に係るプラズマ発生用電極は、第1電極12及び第2電極13を銅箔のエッチングによって形成したものである。また、表保護層、裏保護層は形成していない。

なお、貫通孔16は、第1電極12に形成される貫通部分の内径を4.3mmとし、第2電極13に形成される貫通部分の内径を3.3mmとし、基板11に形成される貫通部分の内径を3.0mmとした。その他の点では実施例1のプラズマ発生用電極と同じである。

そして、被処理物をPENフィルムとして、その表面改質を行った。図4(a)は、第

10

20

30

40

50

2 電極 1 3 側を被処理物の P E N フィルムに対向させた場合、図 4 (b) は、第 1 電極 1 2 側を被処理物の P E N フィルムに対向させた場合、である。

その結果を図 4 (c) に示す。縦軸は、被処理物の P E N フィルム上に水滴を滴下したときの接触角の値である。図 4 (c) 中、1 mm 及び 0 mm とは、被処理物を P E N フィルムとの距離を示す。また、G N D とは第 2 電極側を被処理物の P E N フィルムに対向させた場合であり、H V とは第 1 電極側を被処理物の P E N フィルムに対向させた場合である。この場合の実験条件を T a b l e に示す。

この結果、第 1 電極側を被処理物の P E N フィルムに対向させた場合のほうが、高い表面改質効果が得られる。

【 0 0 2 4 】

10

< 実施例 5 >

図 5 は、本発明の実施例 5 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。(a) は平面図であり、(b) は縦断面図である。実施例 3 のプラズマ発生用電極 1 0 においては、基板 1 1 は P E T 樹脂フィルムからなり、基板 1 1 の表面上には、所定パターンの第 1 電極 1 2 が島状に形成されておりその上面を表保護層 1 4 が覆設している。

一方、基板 1 1 の裏面上には第 1 電極 1 2 に対向して一枚の第 2 電極 1 3 が形成されておりその上部を裏保護層 1 5 が覆設している。

なお、実施例 5 では、第 1 電極 1 2 は複数に分離された形状(島状)となっているが、第 2 電極 1 3 は分離されておらず一枚である。

さらに、第 1 電極 1 2 を形成する各島(平面視において分離状態のもの)は、例えば四

20

辺形であり、その第 1 電極 1 2 の周囲には円形状の貫通孔 1 6 が形成されている。

実施例 5 では、貫通孔 1 6 は第 1 電極 1 2 を貫通していないが第 2 電極 1 3 を貫通している。

このように貫通孔 1 6 を配設することによって、各第 1 電極 1 2 において沿面放電によって生じたプラズマを、各第 1 電極 1 2 に対応する貫通孔 1 6 から供給されるガスによって引き出して、極めて近接させた被処理物に照射することができるという効果を奏する。

そして、第 1 電極 1 2 のエッジから貫通孔 1 6 へ向かって矢印 P のように基板表面に沿って沿面放電を生じさせる。この結果、ガスは、沿面放電によってプラズマ化し、次いで貫通孔 1 6 を通して矢印 B のように被処理物の方へと向かって供給される。

30

なお、実施例 2 と同様に、貫通孔 1 6 は、第 1 電極 1 2 に形成される貫通部分の内径が

【 0 0 2 5 】

< 実施例 6 >

図 6 は、本発明の実施例 6 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。(a) は平面図であり、(b) は縦断面図である。本実施例では、島状の第 2 電極を基板裏面に設けている点で実施例 5 の電極と異なる。実施例 6 では、基板裏面の第 2 電極 1 3 も電極 1 2 に対

40

向するような島状を有している。

このように電極の平面的パターンを島状とした場合には、各島のピッチ(分離している間隔)を変更することによって、沿面放電箇所のピッチを適宜変更することができる。したがって、活性種の寿命が短い場合には、島のピッチを小さくして沿面放電箇所を増加させることができる。このような島のピッチは活性種の種類によって設計されるものであるので限定されないが、例えば 1 0 0 μ m (0 . 1 m m) 以上とすることが好ましく、5 0 0 μ m (0 . 5 m m) 以上とすることが更に好ましい。

また、活性種を広範囲で満遍なく発生させるという観点からは、島のピッチは 2 0 m m 以下であることが好ましく、3 m m 以下であることが更に好ましい。

【 0 0 2 6 】

50

< 実施例 7 >

図 7 は、本発明の実施例 7 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。(a) は平面図あり、(b) は A - A 縦断面図である。実施例 7 に示すプラズマ発生用電極においては、櫛歯状の第 1 電極 2 2 及び第 2 電極 2 3 は、細長い共通電極 2 1 と、共通電極から突出する複数列の細長い櫛歯部分 2 2 を備えており、櫛歯状の第 1 電極 2 2 及び第 2 電極 2 3 のいずれもが基板 1 1 の片面に形成されている。

また、隣接する櫛歯状の第 1 電極 2 2 と第 2 電極 2 3 との間には細長い間隙部分 2 4 が形成されている。

このような実施例 7 の電極では、第 1 電極 2 2 と第 2 電極 2 3 との間で沿面放電を生じさせ、第 1 電極から基板に沿ってプラズマを発生させるようにし、基板 1 1 の上を流すガスをプラズマ化させることができる。

【 0 0 2 7 】

< 実施例 8 >

図 8 は、本発明の実施例 8 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。実施例 8 に係るプラズマ発生用電極は、Table に示すような条件で、PET フィルムの両面に、第 1 電極及び第 2 電極をそれぞれ櫛形状に形成した。

【 0 0 2 8 】

< 実施例 9 >

図 9 は、本発明の実施例 9 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。(a) は平面図あり、(b) は A - A 縦断面図である。実施例 9 に示すプラズマ発生用電極は、実施例 9 のプラズマ発生用電極において、第 2 電極 2 3 は、第 1 電極 2 2 に対向するように基板 1 1 の反対面に設けている。

この場合において、第 2 電極 2 3 は、第 1 電極 2 2 の間になるように配置しており、貫通孔 1 6 は、第 2 電極 2 3 を貫通しているもの、第 1 電極 1 2 を貫通しているものがそれぞれ設けられている。

【 0 0 2 9 】

< 実施例 10 >

図 10 は、本発明の実施例 10 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。(a) は平面図あり、(b) は A - A 縦断面図である。実施例 10 に示すプラズマ発生用電極は、実施例 10 のプラズマ発生用電極において、第 2 電極 2 3 は、第 1 電極 2 2 に対向するように基板 1 1 の反対面に設けている。この場合において、第 2 電極 2 3 は櫛歯状になっておらず 1 枚のものであり、貫通孔 1 6 は、第 2 電極 2 3 を貫通している。

【 0 0 3 0 】

< 実施例 11 >

図 11 は、本発明の実施例 11 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。(a) は平面図あり、(b) は A - A 縦断面図である。実施例 11 に示すプラズマ発生用電極は、基板 1 1 の上に、第 2 電極 2 3、中間保護層 1 7、第 1 電極 2 2、基板 1 1 が順次積層されている。そして、下方の基板 1 1 の下には裏保護層 1 5 が設けられており、上方の基板 1 1 の下には表保護層 1 4 が設けられている。

第 2 電極 2 3 は、第 1 電極 2 2 に対向するように表保護層 1 4 の反対面に設けている。この場合において、第 2 電極 2 3 は櫛歯状になっておらず 1 枚のものであり、貫通孔 1 6 は、第 2 電極 2 3 を貫通している。

【 0 0 3 1 】

< 実施例 12 >

図 12 は、本発明の実施例 12 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。実施例 12 に示すプラズマ発生用電極は、実施例 2 のプラズマ発生用電極を円筒状ケース 4 1 内に収納したものである。(a) は円筒型電極を有するプラズマ発生用電極の概略斜視図であり (b) はその断面図である。実施例 12 に示す円筒型電極を有するプラズマ発生用電極では、円筒状ケース 4 1 とプラズマ発生用電極 1 0 との隙間に導入したガスを円筒状ケース 4 1 の中心軸方向に導入するとともに、プラズマ発生用電極 1 0 の貫通孔 1 6 を通過させ

10

20

30

40

50

てプラズマガス化し、円筒状ケース 4 1 の先端部から引き出すようにしている。

また、実施例 1 2 に係るプラズマ発生用電極の変形例を (c)、(d) に示す。(c) は渦巻型電極を有するプラズマ発生用電極の概略斜視図であり、(d) はその断面図である。

変形例に示すプラズマ発生用電極は、実施例 2 のプラズマ発生用電極 1 0 を渦巻き状に巻き回して円筒状ケース 4 1 内に収納したものである。

変形例に示す渦巻型電極を有するプラズマ発生用電極では、円筒状ケース 4 1 とプラズマ発生用電極 1 0 との隙間に導入したガスを円筒状ケース 4 1 の中心軸方向に導入するとともに、プラズマ発生用電極 1 0 の貫通孔 1 6 を通過させてプラズマガス化し、円筒状ケース 4 1 の先端部から引き出すようにしている。

10

このような実施例 1 2 に示す円筒状ケースに収納したプラズマ発生用電極は、例えば人の口腔内の殺菌等に簡易的に適用することができる。

【 0 0 3 2 】

< 実施例 1 3 >

図 1 3 は、本発明の実施例 1 3 に係るプラズマ発生用電極の概略斜視図である。実施例 1 3 に示すプラズマ発生用電極 1 0 は、実施例 2 のプラズマ発生用電極を円筒状にし、円筒の一端からガスを内部に導入するとともに、プラズマ発生用電極 1 0 の貫通孔 1 6 を通過させてプラズマ化したガスを、円筒状プラズマ発生用電極の径方向外方へ引き出すようにしている。

実施例 1 3 のような構成の円筒状のプラズマ発生用電極は、曲面上を回転させて、例えば人の皮膚などの殺菌等に適用することができる。

20

【 0 0 3 3 】

< 実施例 1 4 >

図 1 4 は、本発明の実施例 1 4 に係るプラズマ発生用電極の概略図である。実施例 1 4 に示すプラズマ発生用電極は、実施例 7 のプラズマ発生用電極を円筒状ケース 4 1 内に収納したものである。

(a) は円筒型電極を有するプラズマ発生用電極の概略斜視図であり、(b) はその断面図である。

実施例 1 4 に示す円筒型電極を有するプラズマ発生用電極では、円筒の軸芯方向に櫛歯状の第 1 電極 2 2 及び第 2 電極 2 3 を向けて、この第 1 電極 2 2 及び第 2 電極 2 3 間で沿面放電を生じさせ、その沿面放電に沿ってガスを導入してプラズマガス化し、円筒状ケース 4 1 の先端部から引き出すようにしている。

30

また、実施例 1 4 に係るプラズマ発生用電極の変形例を (c)、(d) に示す。(c) は第 1 電極 2 2 及び第 2 電極 2 3 を円筒の外側方向に向けている。

変形例に示すプラズマ発生用電極では、円筒状ケース 4 1 とプラズマ発生用電極 1 0 との隙間に導入したガスを円筒状ケース 4 1 の中心軸方向に導入してプラズマガス化し、円筒状ケース 4 1 の先端部から引き出すようにしている。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 4 】

本発明のプラズマ発生用電極は、可撓性のある基板に低電圧プラズマ発生用の電極を設け、この電極のエッジから基板表面に沿って沿面放電を生じさせ、この沿面放電によって気体をプラズマ化することができるので、被処理物の形状に合わせて所望箇所にプラズマガスを照射させることができ、種々の被処理物に対するプラズマ処理の効率を上昇させることができる。

40

また、本発明のプラズマ発生用電極を車両の外装に設置することによって、プラズマアークエータとしての利用も可能である。すなわち、プラズマ電極を車両のボディーの外装に設置することで、風の抵抗を減らすこともできる。

【 符号の説明 】

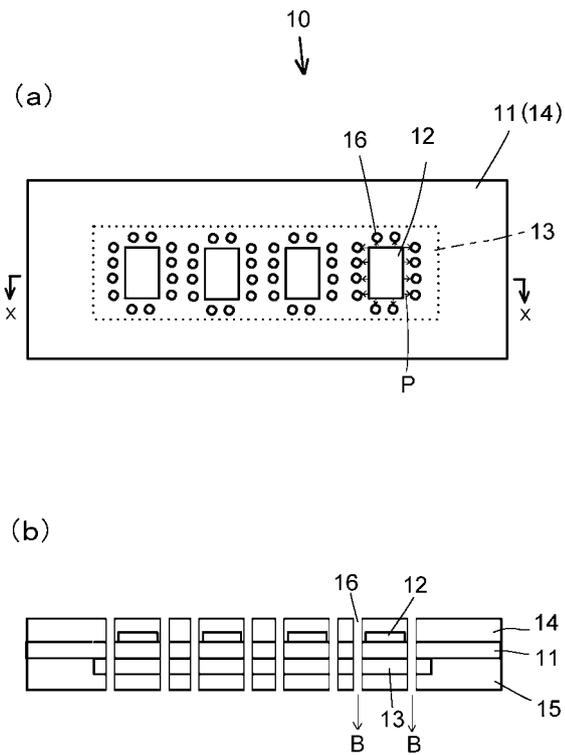
【 0 0 3 5 】

1 0 プラズマ発生用電極

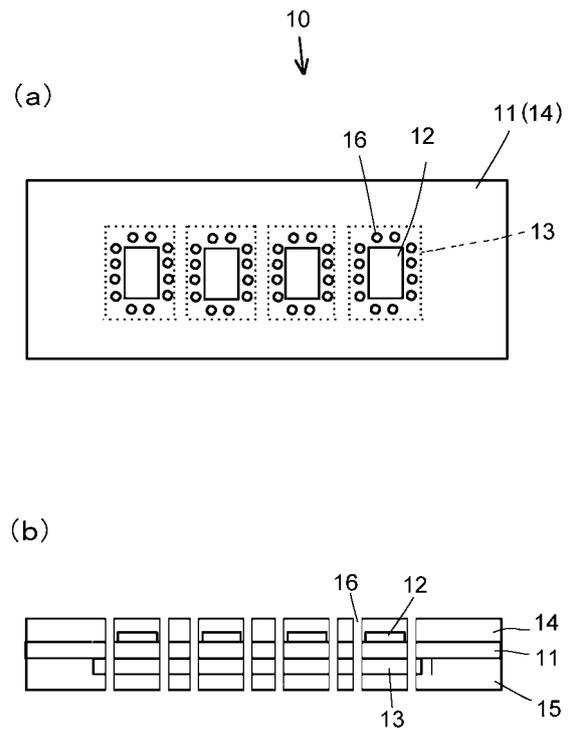
50

- 1 1 基板
- 1 2 第 1 電極
- 1 3 第 2 電極
- 1 4 表保護層
- 1 5 裏保護層
- 1 6 貫通孔
- 1 7 中間保護層
- 2 1 共通電極
- 2 2 櫛歯部分
- 2 3 間隙部分
- B ガスの流れ
- P 沿面放電

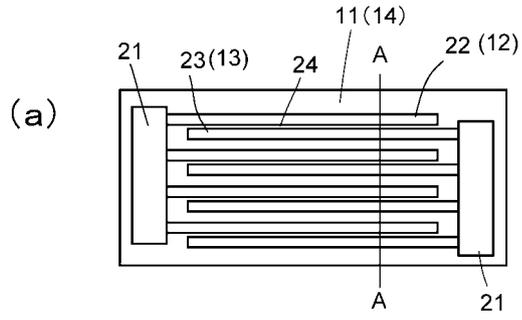
【 図 5 】



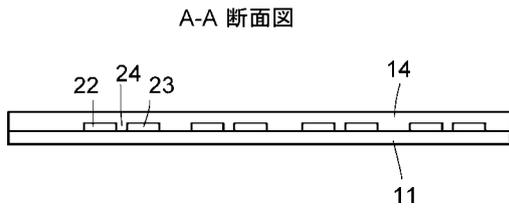
【 図 6 】



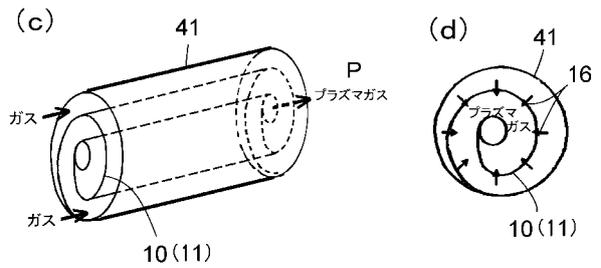
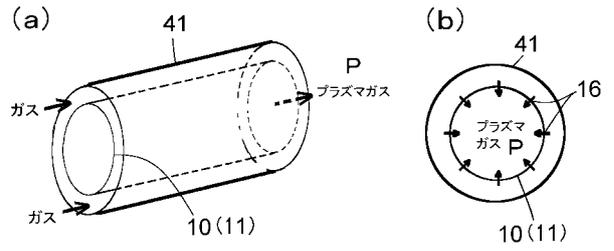
【 図 7 】



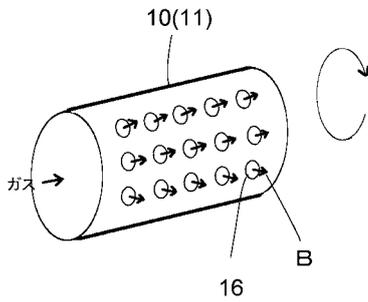
(b)



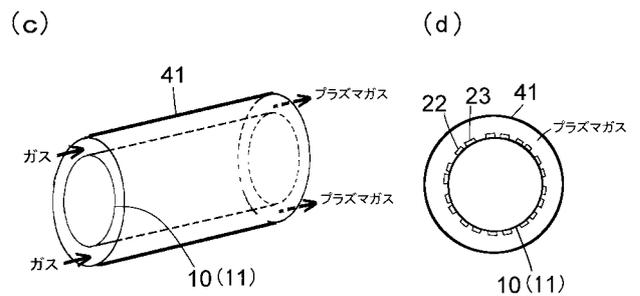
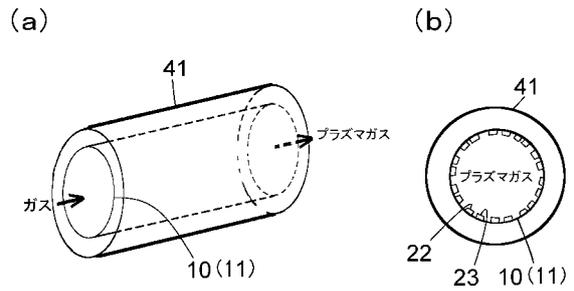
【 図 1 2 】



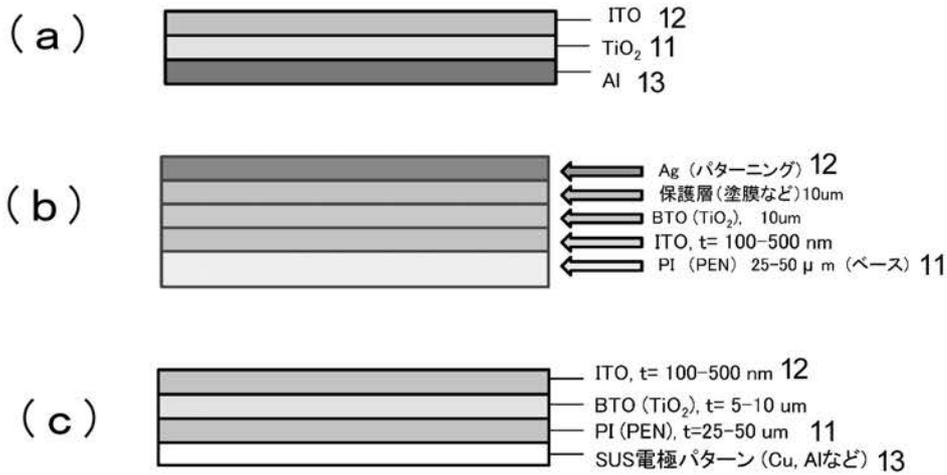
【 図 1 3 】



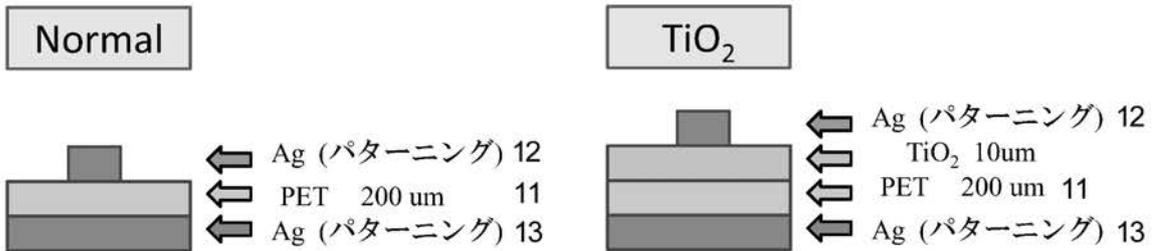
【 図 1 4 】



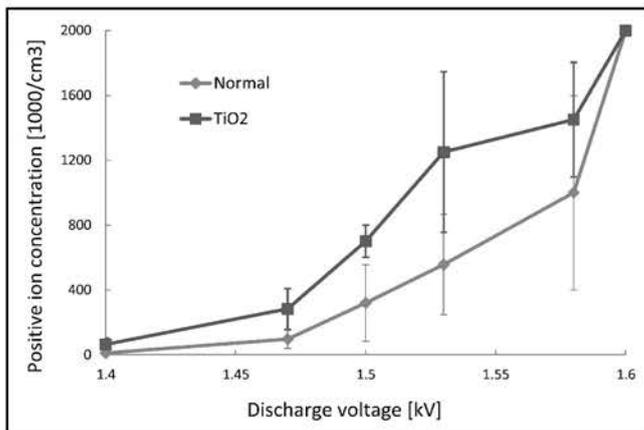
【図1】



(d) 厚さ 200 μm の PET フィルムの片面に TiO₂ を塗布し、両面に金属を配置した電極の正イオン特性を測定した。単純な PET を使用した電極と比較することにより、DBD 電極の誘電体部分の最適化を図ることを目的とした。



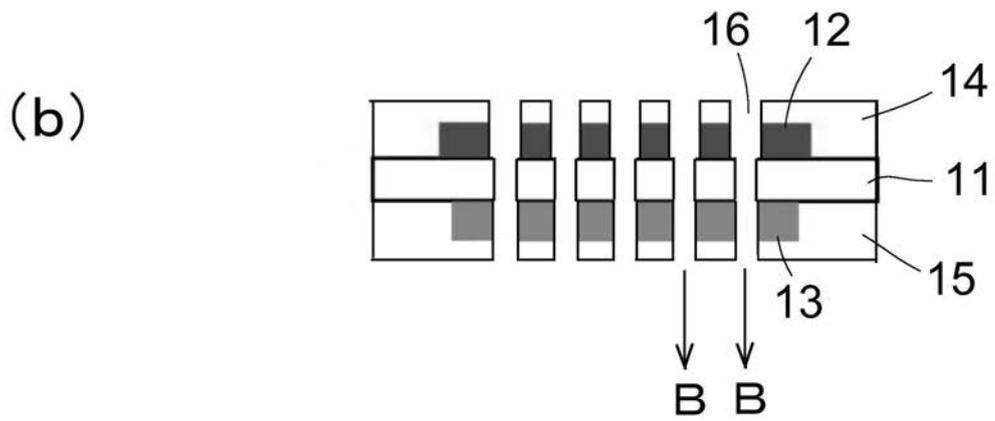
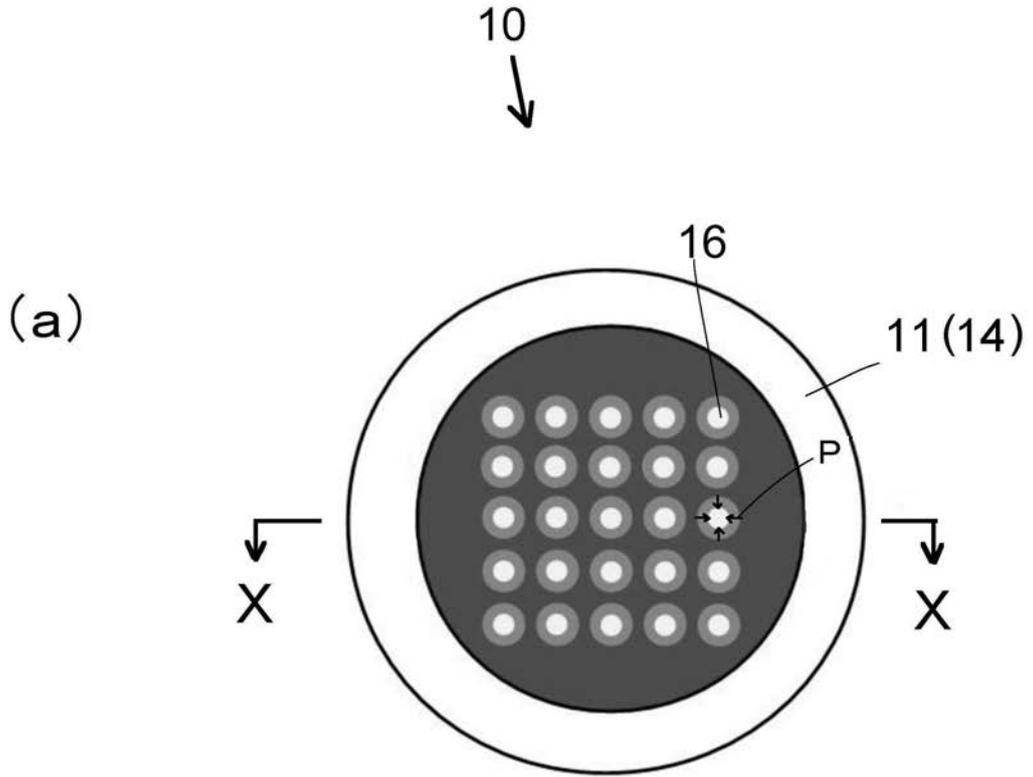
(e) 正イオン-放電電圧特性



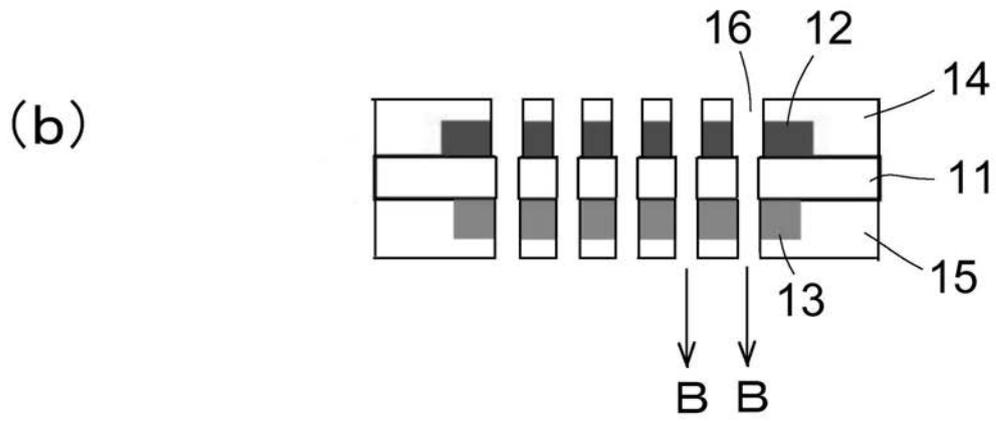
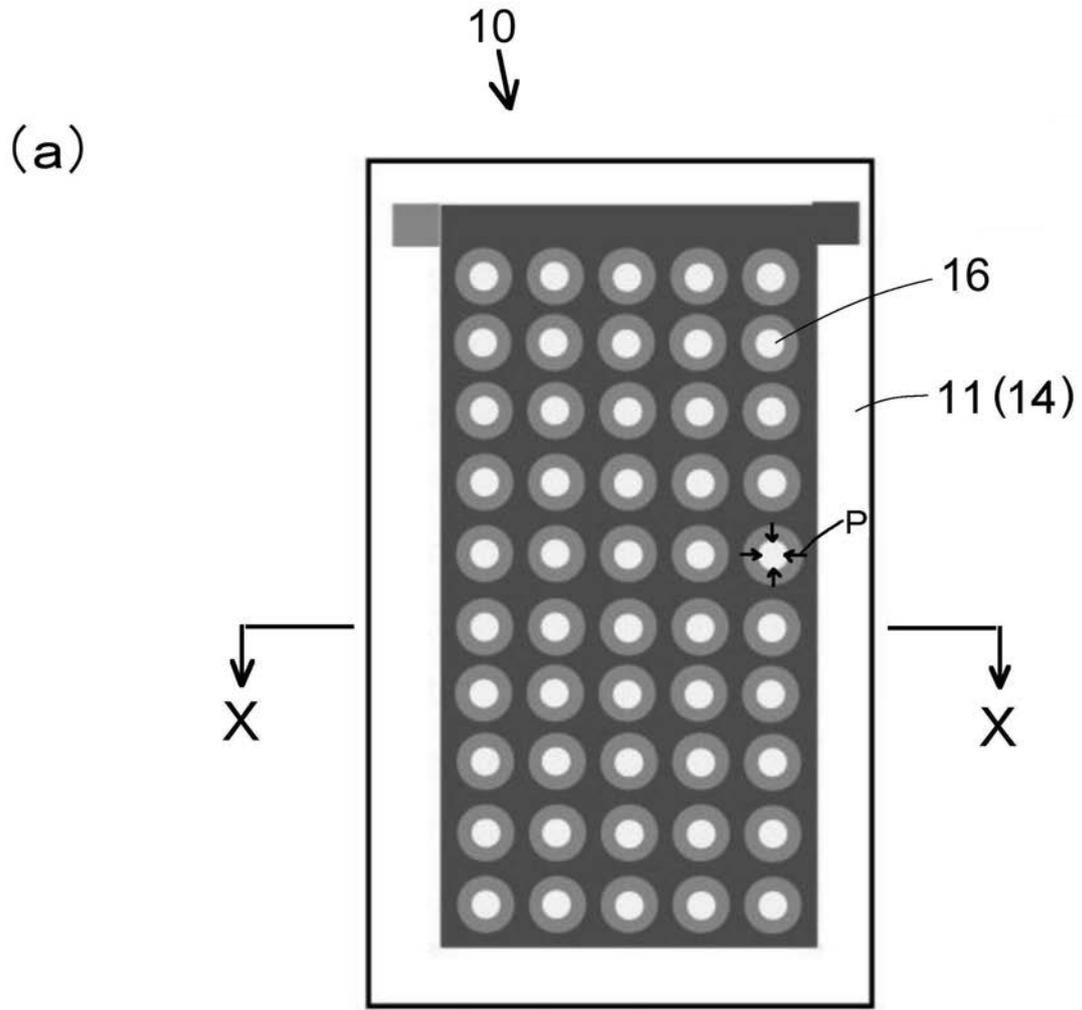
印加電圧は、正弦波 27 kHz とした。

電極はイオンカウンタから 1 cm 離して設置した。

【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

両面型(円形)のフィルム電極を用いて表面改質を行い、接触角による親水性の評価を行った。

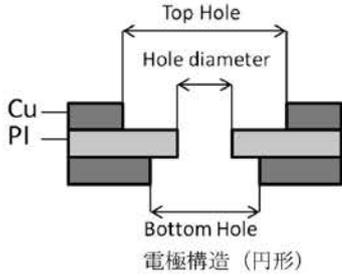


Table フィルム電極の穴径

Top hole diameter [mm]	4.3
Hole diameter [mm]	3.0
Bottom hole diameter [mm]	3.3

対象物(PEN film)の設置場所をHV側にするか、GND側にするか、の2通りで表面改質を行った。

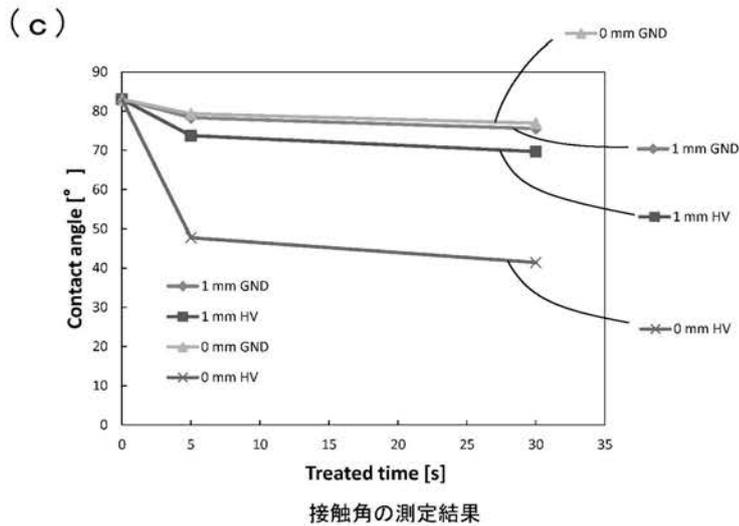
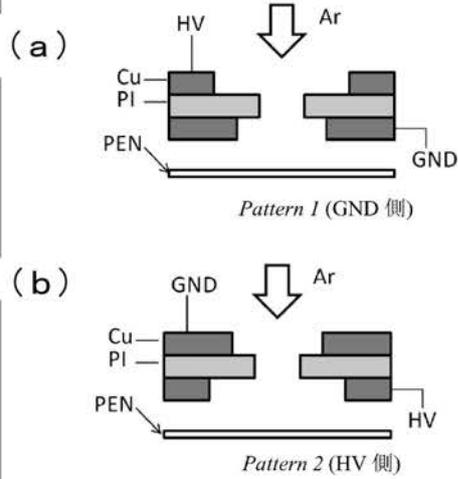
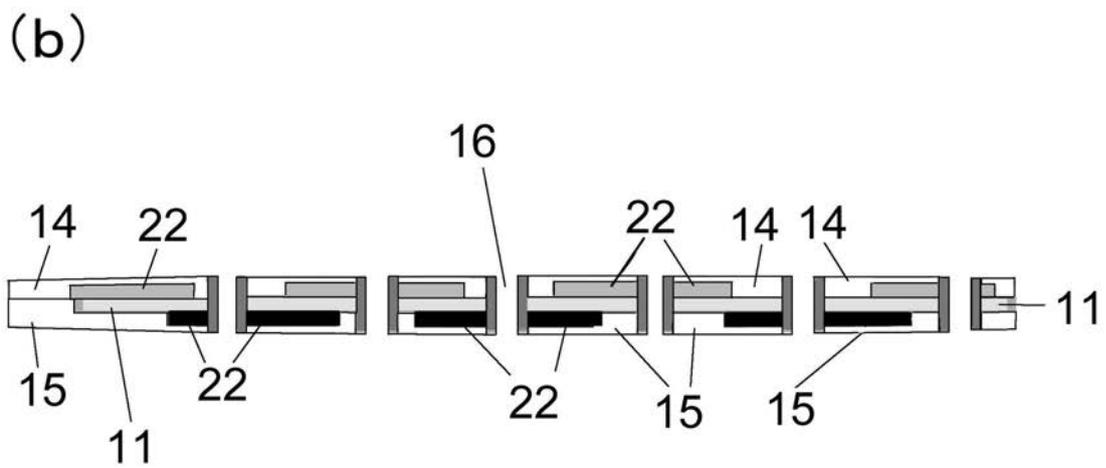
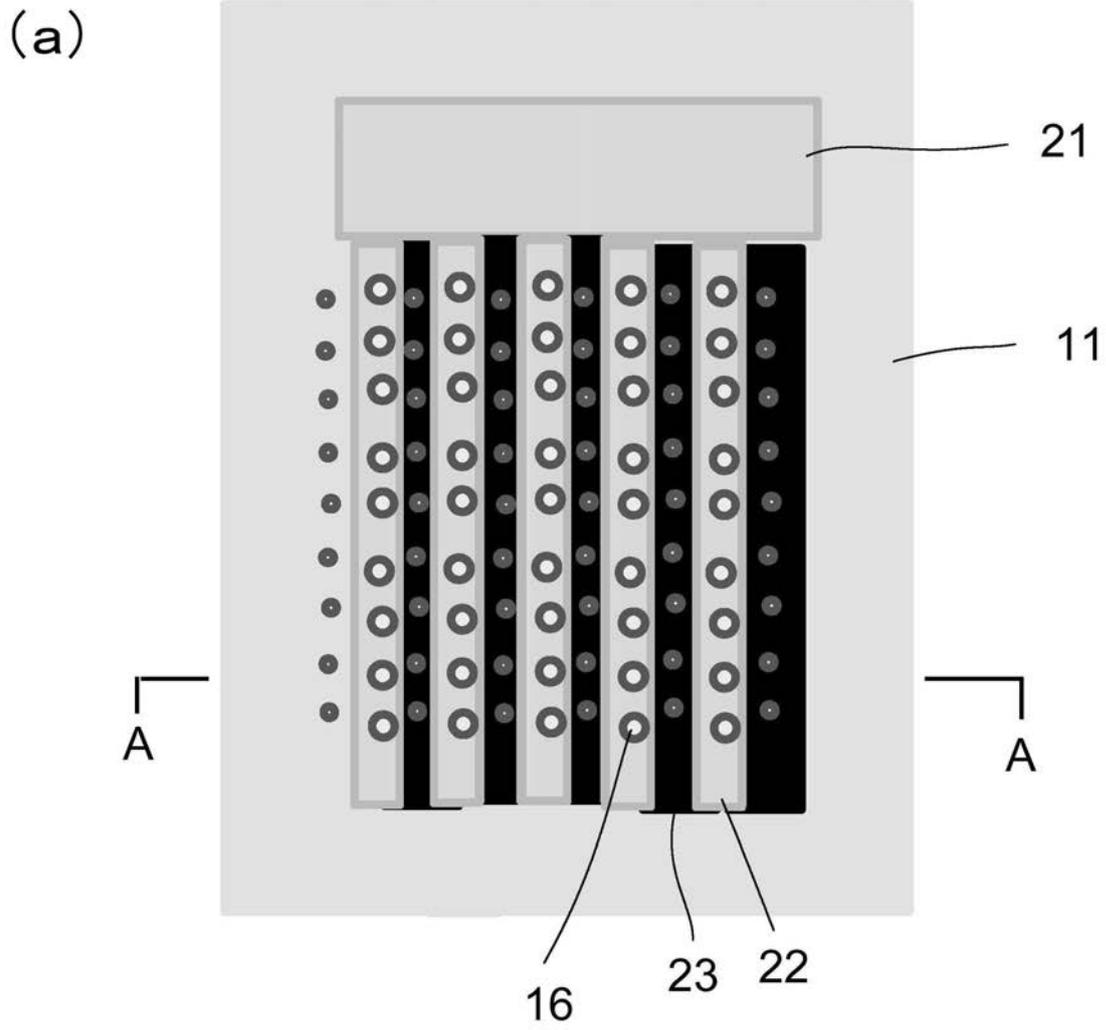


Table 実験条件

Applied Voltage [V]	760
Carrier gas	Ar
Flow rate [L/min.]	5 (1 mm) 2 (0 mm)
The distance between electrode and PEN film [mm]	0, 1.0
Treatment time [s]	5, 30
Frequency [kHz]	27

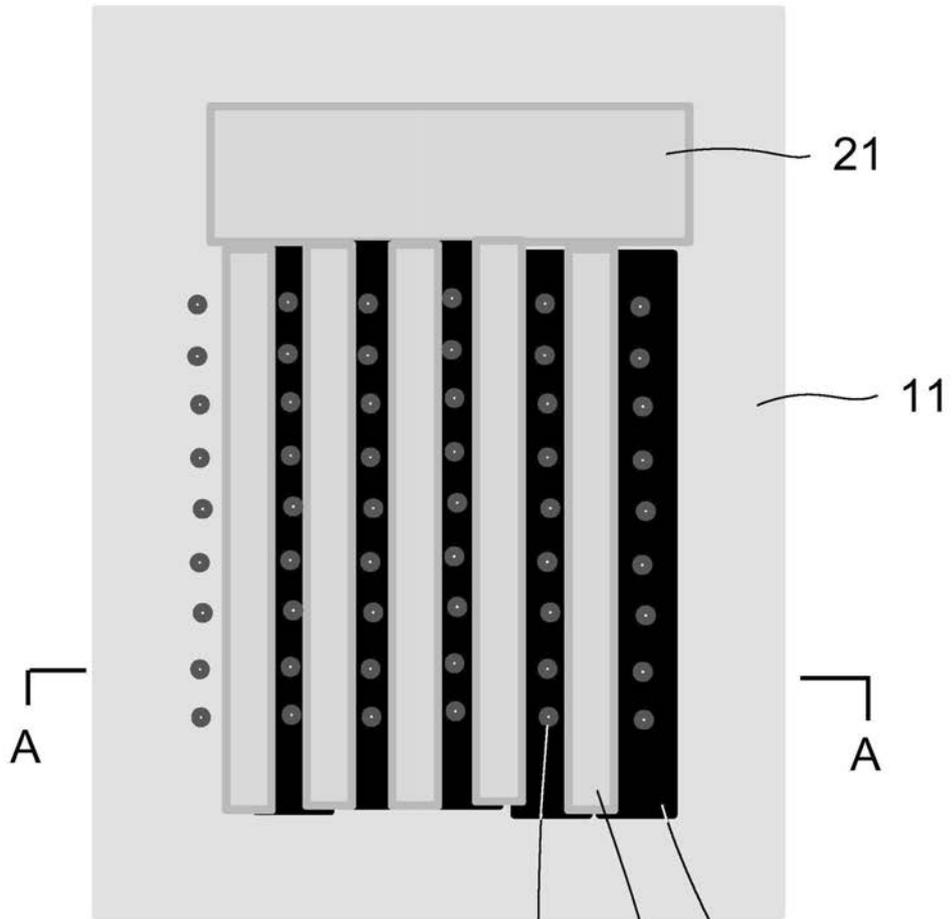
HV側に対象物を設置する方がGND側に設置した場合よりも、高い表面改質効果が得られた。

【図9】

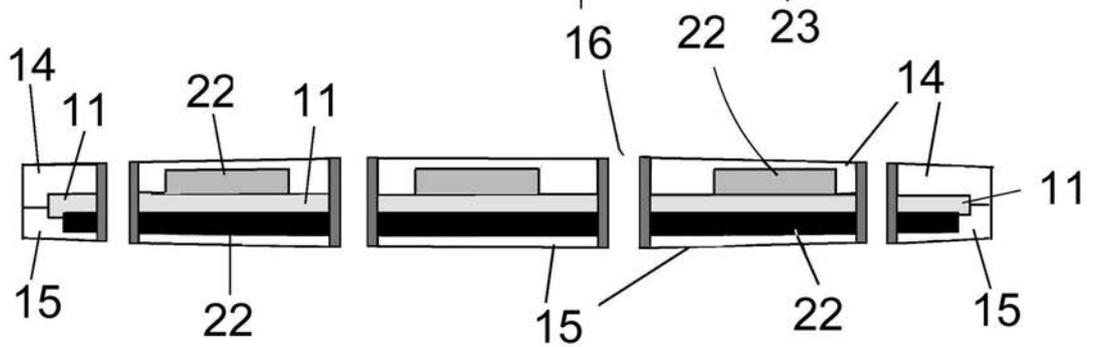


【 図 1 0 】

(a)

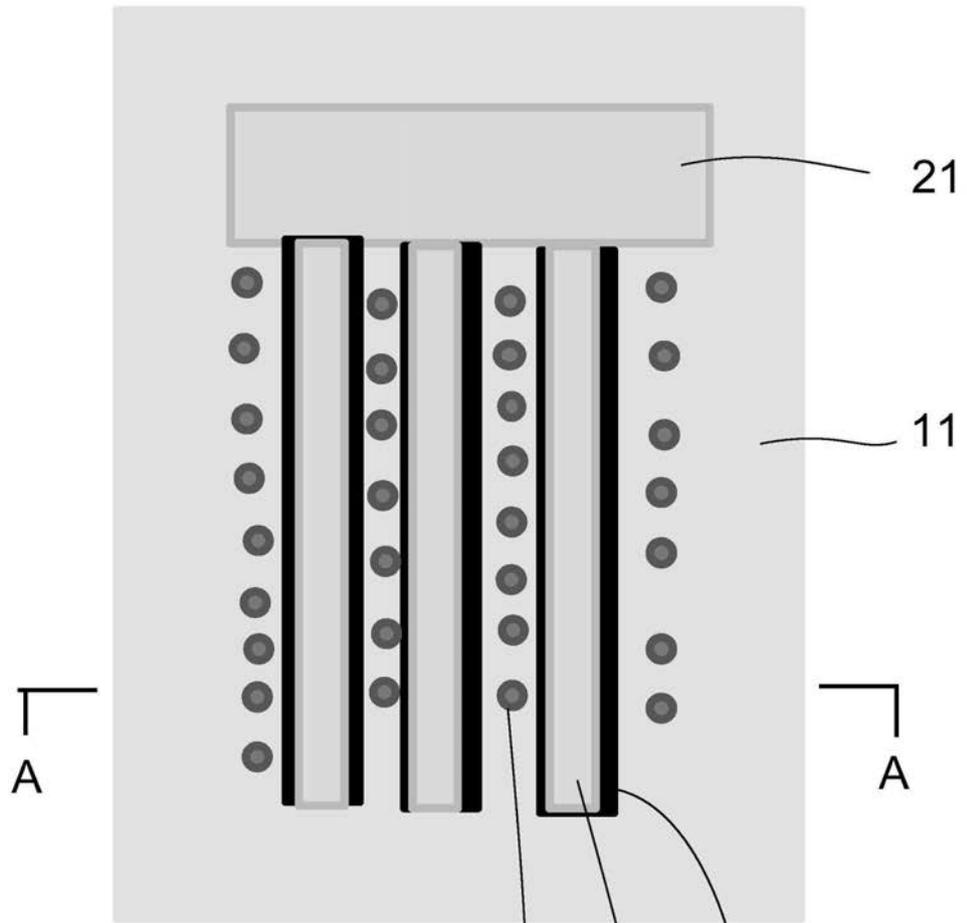


(b)



【図 11】

(a)



(b)

