

(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2020-205215  
(P2020-205215A)

(43) 公開日 令和2年12月24日(2020.12.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>H05H 1/24 (2006.01)</b>	H05H 1/24	2G084
<b>F15D 1/12 (2006.01)</b>	F15D 1/12	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2019-113636 (P2019-113636)  
(22) 出願日 令和1年6月19日 (2019.6.19)

(71) 出願人 504132881  
国立大学法人東京農工大学  
東京都府中市晴見町3-8-1  
(74) 代理人 100079049  
弁理士 中島 淳  
(74) 代理人 100084995  
弁理士 加藤 和詳  
(74) 代理人 100099025  
弁理士 福田 浩志  
(72) 発明者 西田 浩之  
東京都府中市晴見町3-8-1 国立大学  
法人東京農工大学内  
(72) 発明者 中野 朝  
東京都府中市晴見町3-8-1 国立大学  
法人東京農工大学内

最終頁に続く

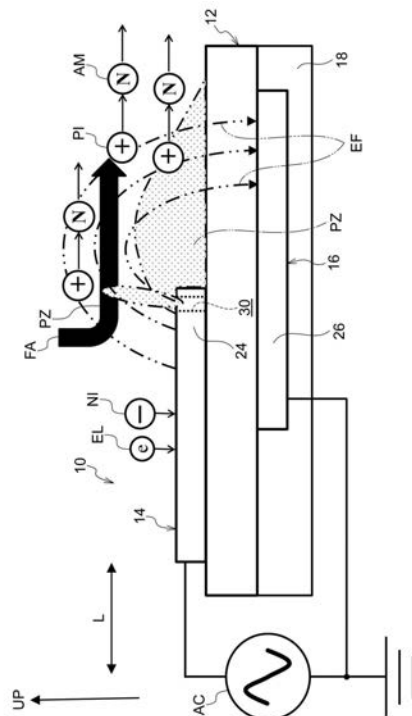
(54) 【発明の名称】 プラズマアクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】印加電圧に超高電圧を使用することなくより高速の空気流を誘起することができるプラズマアクチュエータを提供する。

【解決手段】誘電体12の上面側に接触配置された露出電極14と下面側に接触配置された被覆電極16に交流電源ACにより交流電圧を印加することによりプラズマPZを発生可能なプラズマアクチュエータ10において、露出電極14の面内方向の被覆電極16が設けられた側の端部に露出電極14の厚さ方向に沿って貫通孔30を貫通形成する。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

略板状に形成された誘電体と、

前記誘電体の上面側かつ面内方向の一端部側に当該面内方向に沿って接触配置されると共に略板状に形成された露出電極と、

前記誘電体の下面側かつ面内方向の前記一端部側とは反対側の他端部側に当該面内方向に沿って接触配置されると共に略板状に形成され、前記誘電体との接触部分以外の部分が被覆された被覆電極と、

前記露出電極の面内方向の前記他端部側の端部に厚さ方向に貫通形成されると共に、前記露出電極と前記被覆電極とに接続された交流電源から前記露出電極に交流電圧が印加されることによりプラズマを発生可能な貫通孔と、

を備えたプラズマアクチュエータ。

**【請求項 2】**

前記貫通孔は、前記露出電極の下面側から厚さ方向に沿って上面側へ向かうに従って前記誘電体の面内方向の前記他端部側へ向けて傾斜された請求項 1 に記載のプラズマアクチュエータ。

**【請求項 3】**

前記貫通孔は、内周形状が略円筒状に形成された請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマアクチュエータ。

**【請求項 4】**

前記貫通孔は、内周形状が略三角柱状に形成された請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマアクチュエータ。

**【請求項 5】**

前記貫通孔は、前記誘電体の面内方向に沿って平面視でスリット状に形成された請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマアクチュエータ。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、プラズマアクチュエータに関する。

**【背景技術】****【0002】**

下記特許文献 1 には、表面側電極板のプラズマを発生させる側の端部に沿って山形状の頂部が規則的に形成されたプラズマアクチュエータが開示されている。これにより、発生させたプラズマから空気に与える運動エネルギーを大きくすることができるためプラズマアクチュエータにより誘起される空気の流れを高速にすることができる。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2014 - 9796 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、特許文献 1 に記載されたプラズマアクチュエータを、例えば、高速で運行する鉄道や自動車の車両外側に設けた場合、プラズマアクチュエータが誘起できる空気の流速は、これらの車両が走行することにより生じる空気の流速に比べて遅くなる。ここで、プラズマアクチュエータにより誘起できる空気の流れを高速にするためには、プラズマアクチュエータへの印加電圧を高電圧化することが考えられるが、アクチュエータ自身の破損や設置対象である鉄道や自動車等を破損させる可能性がある。以上から、印加電圧に超高電圧を使用することなくプラズマアクチュエータにより誘起できる空気流の流速を高速にする上で改善の余地がある。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

本発明は、上記事実を考慮し、印加電圧に超高電圧を使用することなくより高速の空気流を誘起することができるプラズマアクチュエータを得ることが目的である。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 6 】

請求項 1 に記載のプラズマアクチュエータは、略板状に形成された誘電体と、前記誘電体の上面側かつ面内方向の一端部側に当該面内方向に沿って接触配置されると共に略板状に形成された露出電極と、前記誘電体の下面側かつ面内方向の前記一端部側とは反対側の他端部側に当該面内方向に沿って接触配置されると共に略板状に形成され、前記誘電体との接触部分以外の部分が被覆された被覆電極と、前記露出電極の面内方向の前記他端部側の端部に厚さ方向に貫通形成されると共に、前記露出電極と前記被覆電極とに接続された交流電源から前記露出電極に交流電圧が印加されることによりプラズマを発生可能な貫通孔と、を備える。

10

## 【 0 0 0 7 】

請求項 1 に記載のプラズマアクチュエータによれば、誘電体の上面側に接触配置された露出電極と誘電体の下面側に接触配置された被覆電極とに接続された交流電源から露出電極に電圧が印加されることにより放電を生じさせることができる。放電が生じることにより、露出電極近傍の気体が電離してプラズマが発生する。プラズマは、電子、正イオン及び負イオンの荷電粒子により構成される。ここで、交流電圧が印加された露出電極が正極として作用する場合は、電子と負イオンは印加された電場から受ける静電気力により露出電極へ向けて引き寄せられる。引き寄せられた電子と負イオンは、露出電極と衝突することで消失する。正イオンは、静電気力を受けて気体中に拡がりながら被覆電極が配置されている誘電体の面内方向に沿ってその他端部側へ向けて移動するため、気体中には正イオンが過剰な状態が作り出される。これらの正イオンは、誘電体の面内方向の他端部側へ向けて移動する過程で粒子同士の衝突により正イオンが保持する運動量を電氣的に中性な空気分子へ伝達する。このように運動量が伝達されることは、気体に対して体積力が作用することと同じ作用効果となる。これにより、空気が誘電体の面内方向の一端部側から面内方向の他端部側へ向けて加速される。また、交流電圧が印加された露出電極が負極として作用する場合は、正イオンと負イオンの挙動が逆転し、負イオンが保持する運動量を電氣的に中性な空気分子へ伝達する。このため、交流電圧が印加された露出電極が負極として作用する場合においても、空気が誘電体の面内方向の一端部側から面内方向他端部側へ向けて加速される。

20

30

## 【 0 0 0 8 】

さらに、請求項 1 に記載のプラズマアクチュエータによれば、誘電体の上面側に接触配置された露出電極の面内方向の他端部側における端部には、露出電極の厚さ方向に貫通形成された貫通孔が備えられている。貫通孔においても、露出電極に交流電圧が印加されることにより貫通孔の内周部近傍の気体が電離してプラズマが発生する。交流電圧が印加された露出電極が正極として作用する場合は、露出電極へ引き寄せられない正イオンは、貫通孔の軸中心へ向けて移動すると共に、貫通孔の軸方向に沿って露出電極の上方側へ移動する。また、この場合における電場は、プラズマアクチュエータの側面視で露出電極から被覆電極へ向けて露出電極の上方側に凸の放物線状に形成される。このため、貫通孔の軸方向に沿って露出電極の上方側へ移動した正イオンにより電場の露出電極の上方側の領域が拡大される。これにより、正イオンから空気に与えられる体積力が増加すると共に、露出電極が配置された誘電体の面内方向の一端部側から面内方向の他端部側へ向けて高速の空気流を誘起することができる。

40

## 【 0 0 0 9 】

請求項 2 に記載のプラズマアクチュエータは、請求項 1 に記載のプラズマアクチュエータにおいて、前記貫通孔は、前記露出電極の下面側から厚さ方向に沿って上面側へ向かうに従って前記誘電体の面内方向の前記他端部側へ向けて傾斜されている。

## 【 0 0 1 0 】

50

請求項 2 に記載のプラズマアクチュエータによれば、交流電圧が印加された露出電極が正極として作用する場合は、露出電極へ引き寄せられない正イオンは、貫通孔の軸中心へ向けて移動すると共に、貫通孔の軸方向に沿って露出電極の上方側かつ誘電体の面内方向の他端部側へ向けて移動する。これにより、正イオンから空気に与えられる体積力のうち誘電体の面内方向成分を増加させることができるため、誘起される空気流の流速のうち誘電体の面内方向成分を増加させることができる。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 に記載のプラズマアクチュエータは、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマアクチュエータにおいて、前記貫通孔は、内周形状が略円筒状に形成されている。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 に記載のプラズマアクチュエータによれば、貫通孔は、内周形状が略円筒状に形成されている。このため、交流電圧が印加された露出電極が正極として作用する場合は、正イオンを略円筒状に形成された貫通孔の軸中心へ集中させやすくなると共に、貫通孔の軸方向に沿って露出電極の上方側へ向けて効率的に移動させることができる。これにより、電場の露出電極の上方側の領域を拡大することができるため、誘電体の面内方向の一端部側から面内方向の他端部側へ向けて高速の空気流を効果的に誘起することができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 に記載のプラズマアクチュエータは、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマアクチュエータにおいて、前記貫通孔は、内周形状が略三角柱状に形成されている。

【 0 0 1 4 】

請求項 4 に記載のプラズマアクチュエータによれば、貫通孔の略三角柱形状の各角部において電界集中により強電界が形成されるため、プラズマの発生を増加させることができる。これにより、空気分子に効率的に体積力を与えることができると共に、誘電体の面内方向の一端部側から面内方向の他端部側へ向けて高速の空気流を効果的に誘起することができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 5 に記載のプラズマアクチュエータは、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマアクチュエータにおいて、前記貫通孔は、前記誘電体の面内方向に沿って平面視でスリット状に形成されている。

【 0 0 1 6 】

請求項 5 に記載のプラズマアクチュエータによれば、貫通孔は、誘電体の面内方向に沿って平面視でスリット状に形成されている。このため、貫通孔の内周部の面積を大きく形成することができ、より効率的にプラズマを発生させることができる。これにより、正イオンから空気に与えられる体積力が増加すると共に、露出電極が配置された誘電体の面内方向の一端部側から面内方向の他端部側へ向けて高速の空気流を誘起することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

以上説明したように、本発明に係るプラズマアクチュエータは、印加電圧に超高電圧を使用することなくより高速の空気流を誘起することができるという優れた効果を有する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 第 1 実施形態に係るプラズマアクチュエータを側方から見た構成図である。

【 図 2 】 第 1 実施形態に係るプラズマアクチュエータの平面図である。

【 図 3 】 第 1 実施形態に係るプラズマアクチュエータからプラズマが発生した状態を示す説明図である。

【 図 4 】 第 1 実施形態に係るプラズマアクチュエータ発生したプラズマにより空気流が誘起される状態を示す説明図である。

【 図 5 】 第 1 変形例に係るプラズマアクチュエータの平面図である。

【 図 6 】 第 2 変形例に係るプラズマアクチュエータの平面図である。

【 図 7 】 第 3 変形例に係るプラズマアクチュエータの平面図である。

10

20

30

40

50

【図 8】第 4 変形例に係るプラズマアクチュエータの平面図である。

【図 9】第 5 変形例に係るプラズマアクチュエータの平面図である。

【図 10】第 6 変形例に係るプラズマアクチュエータの平面図である。

【図 11】第 7 変形例に係るプラズマアクチュエータの平面図である。

【図 12】第 2 実施形態に係るプラズマアクチュエータを側方から見た構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

(第 1 実施形態)

以下、図 1 ~ 図 11 を用いて、本発明に係るプラズマアクチュエータ 10 の第 1 実施形態について説明する。以下の図において、矢印 L は長手方向を示し、矢印 UP は上方側を示し、矢印 W は誘導体の短手方向（幅方向）を示している。

10

【0020】

図 1 には、プラズマアクチュエータ 10 の構成図が示されている。プラズマアクチュエータ 10 は、誘電体 12 が、誘電体 12 の上面に接触配置された露出電極 14 と誘電体 12 の下面に接触配置された被覆電極 16 とに挟まれて構成されている。

【0021】

誘電体 12 は、略矩形平板状に形成されている。誘電体 12 は、平面視で露出電極 14 及び被覆電極 16 よりも大きく設定されている。また、誘電体 12 は、ポリイミド、テフロン（登録商標）、カプトン（登録商標）などの高分子材料により構成されると共に、その厚さ寸法は、例えば、約 1 mm 以下に設定されている。

20

【0022】

なお、ここでは、誘電体 12 は、高分子材料により構成されているとして説明したが、これに限らず、例えば、ガラス繊維強化エポキシ樹脂等の他の材料が用いられてもよい。また、ここでは、誘電体 12 の厚さ寸法は、約 1 mm 以下に設定されているとして説明したが、これに限らず、例えば、1 mm 以上の厚さ寸法に設定されてもよい。

【0023】

誘電体 12 の上面側かつ長手方向（面内方向）の一端部側には、露出電極 14 が接触配置されている。露出電極 14 は、略板状に形成され、誘電体 12 の長手方向に沿って配置されている。なお、誘電体 12 の長手方向の一端部側はプラズマアクチュエータ 10 により誘起される空気流 FA の上流側となることから、以下の説明では、誘電体 12 の長手方向の一端部側を上流側と称する。

30

【0024】

露出電極 14 は、銅箔等の金属材料により構成されると共に、その厚さ寸法は誘電体 12 の厚さ寸法よりも薄く設定されている。なお、ここでは、露出電極 14 は、銅箔により構成されているとして説明したが、これに限らず、他の金属材料を用いて構成されてもよい。

【0025】

誘電体 12 の下面側かつ長手方向（面内方向）の他端部側（上流側とは長手方向に反対側）には、被覆電極 16 が接触配置されている。被覆電極 16 は、略板状に形成され、誘電体 12 の長手方向に沿って配置されている。以下においては、誘電体 12 の長手方向の他端部側は、プラズマアクチュエータ 10 により誘起される空気流 FA の下流側となることから、誘電体 12 の長手方向の他端部側を下流側と称する。

40

【0026】

被覆電極 16 は、銅箔等の金属材料により構成されると共に、その厚さ寸法は誘電体 12 の厚さ寸法よりも薄く設定されている。なお、ここでは、被覆電極 16 は、銅箔により構成されているとして説明したが、これに限らず、他の金属材料を用いて構成されてもよい。

【0027】

露出電極 14 と被覆電極 16 は、誘電体 12 の厚さ方向（上下方向）に沿って重なるように配置されている。具体的には、露出電極 14 の下流側端部となる第 1 重合部 24 と被

50

覆電極 16 の上流側端部となる第 2 重合部 26 とが、誘電体 12 の厚さ方向に沿って重なるように配置されている。

【0028】

被覆電極 16 の誘電体 12 との接触面以外の部分は、絶縁部 18 により被覆されている。絶縁部 18 は、ポリイミド、テフロン（登録商標）、カプトン（登録商標）などの高分子材料により構成されている。これにより、被覆電極 16 の誘電体 12 との接触面以外の部分は電氣的に絶縁され、誘電体 12 の下面側からの放電が抑制される。

【0029】

なお、ここでは、絶縁部 18 は、誘電体 12 と同様に高分子材料によって構成されているとして説明したが、これに限らず、誘電体 12 と別の材料が用いられてもよく、例えば、ガラス繊維強化エポキシ樹脂等の他の材料が用いられてもよい。

10

【0030】

露出電極 14 と被覆電極 16 には、交流電源 AC の端子が各々電氣的に接続されている。ここで用いられる交流電源 AC は、例えば、1 ~ 10 kHz の範囲の周波数で 1 ~ 20 kV 程度の高電圧を発生できるものが用いられる。

【0031】

図 1 及び図 2 に示されるように、露出電極 14 の第 1 重合部 24 の下流側端部には、露出電極 14 の厚さ方向（誘電体 12 の上下方向）に沿って複数の略円筒状の貫通孔 30 が貫通形成されている。複数の貫通孔 30 は、第 1 重合部 24 の短手方向（幅方向）に沿って形成されている。

20

【0032】

（作用並びに効果）

次に、本実施形態の作用並びに効果について説明する。

【0033】

本実施形態に係るプラズマアクチュエータ 10 によれば、図 3 に示されるように、露出電極 14 と被覆電極 16 とに接続された交流電源 AC から高電圧が印加され、電場の強度が閾値を超えると放電が生じる。具体的には、露出電極 14 と被覆電極 16 との間に存在する空気（気体）に絶縁破壊が生じることにより電子が放出され、電流が流れるといったいわゆるバリア放電が生じる。これにより、図 4 に示されるように、露出電極近傍の気体が電離してプラズマ PZ が発生する。プラズマ PZ は、電子 EL、正イオン PI 及び負イオン NI の荷電粒子により構成される。

30

【0034】

図 4 に示されるように、交流電圧が印加された露出電極 14 が正極として作用する場合は、電子 EL と負イオン NI は印加された電場から受ける静電気力により露出電極 14 へ向けて引き寄せられる。引き寄せられた電子 EL と負イオン NI は、露出電極 14 と衝突することで消失する。

【0035】

正イオン PI は、静電気力を受けて気体中に拡がりながら被覆電極 16 が配置されている下流側へ向けて誘電体 12 の長手方向に沿って移動するため、気体中には正イオン PI が過剰な状態が作り出される。これらの正イオン PI は、誘電体 12 の下流側へ向けて移動する過程で粒子同士の衝突により正イオン PI が保持する運動量を電氣的に中性な空気分子 AM へ伝達する。このように運動量が伝達されることは、空気（気体）に対して体積力が作用していることと同じ作用効果を生じさせる。これにより、空気が誘電体 12 の上流側から下流側へ向けて加速されるため空気流 FA が発生する。なお、交流電圧が印加された露出電極 14 が負極として作用する場合は、正イオン PI と負イオン NI の挙動が逆転し、負イオン NI が保持する運動量を電氣的に中性な空気分子 AM へ伝達する。

40

【0036】

さらに、本実施形態に係るプラズマアクチュエータ 10 によれば、誘電体 12 の上面側に接触配置された露出電極 14 の第 1 重合部 24 側の端部には、露出電極 14 の厚さ方向（誘電体 12 上下方向）に貫通形成された貫通孔 30 が形成されている。露出電極 14 に

50

形成された貫通孔 30 の内周部分においても、露出電極 14 に交流電圧が印加されることにより貫通孔 30 の内周部近傍の空気（気体）が電離してプラズマ P Z が発生する。

【0037】

交流電圧が印加された露出電極 14 が正極として作用する場合は、露出電極 14 へ引き寄せられない正イオン P I は、貫通孔 30 の軸中心へ向けて移動すると共に、貫通孔 30 の軸方向に沿って露出電極 14 の上方側へ移動する。ここで、電場 E F は、プラズマアクチュエータ 10 の側面視で露出電極 14 から被覆電極 16 へ向けて露出電極 14 の上方側に凸の放物線状に形成される。このため、貫通孔 30 の軸方向に沿って露出電極 14 の上方側へ移動した正イオン P I により電場 E F の露出電極 14 の上方側の領域が拡大される。これにより、正イオン P I から空気分子 A M に与えられる体積力が増加すると共に、露出電極 14 が配置された誘電体 12 の上流側から下流側へ向けて高速の空気流 F A を誘起することができる。

10

【0038】

また、本実施形態に係るプラズマアクチュエータ 10 によれば、端部に貫通孔 30 が形成された露出電極 14 の第 1 重合部 24 は、被覆電極 16 の上流側端部である第 2 重合部 26 と誘電体 12 の厚さ方向（上下方向）に沿って重なるように配置されている。このように、誘電体 12 の貫通孔 30 が設けられた位置とは誘電体 12 の厚さ方向反対側に被覆電極 16 を配置することにより電場 E F を強くすることができると共に、貫通孔 30 から大量のプラズマ P Z を発生させることができる。

20

【0039】

以上説明したように、本実施形態に係るプラズマアクチュエータ 10 は、印加電圧に超高電圧を使用することなくより高速の空気流 F A を誘起することができる。

【0040】

（第 1 変形例）

次に、図 5 を用いて、本実施形態に係るプラズマアクチュエータ 40 の第 1 変形例について説明する。なお、前述した第 1 実施形態と同一構成部分については、同一番号を付してその説明を省略する。

【0041】

第 1 変形例に係るプラズマアクチュエータ 40 によれば、図 5 に示されるように、貫通孔 42 は、内周形状が略三角柱状に形成されていると共に平面視で誘電体 12 の下流側へ凸となる略三角形状を有している。このため、貫通孔 42 の略三角柱形状の各角部において電界集中により強電界が形成されるため、プラズマ P Z（図 4 参照）の発生を増加させることができる。これにより、誘電体 12 の上流側から下流側へ向けて高速の空気流 F A を効果的に誘起することができる。

30

【0042】

（第 2 変形例）

次に、図 6 を用いて、本実施形態に係るプラズマアクチュエータ 45 の第 2 変形例について説明する。なお、前述した第 1 実施形態と同一構成部分については、同一番号を付してその説明を省略する。

【0043】

第 2 変形例に係るプラズマアクチュエータ 45 によれば、図 6 に示されるように、貫通孔 47 は、内周形状が略三角柱状に形成されていると共に平面視で誘電体 12 の上流側へ凸となる略三角形状を有している。このため、貫通孔 47 の略三角柱形状の各角部において電界集中により強電界が形成されるため、プラズマ P Z（図 4 参照）の発生を増加させることができる。これにより、誘電体 12 の上流側から下流側へ向けて高速の空気流 F A を効果的に誘起することができる。

40

【0044】

（第 3 変形例）

次に、図 7 を用いて、本実施形態に係るプラズマアクチュエータ 50 の第 3 変形例について説明する。なお、前述した第 1 実施形態と同一構成部分については、同一番号を付し

50

てその説明を省略する。

【0045】

第3変形例に係るプラズマアクチュエータ50によれば、貫通孔30は、露出電極14の短手方向両端部に亘って等間隔で複数形成されると共に、このように形成された貫通孔30の列が、誘電体12の長手方向に沿って複数列（例えば、2列）に亘って形成されている。このため、交流電圧が印加された露出電極14が正極として作用する場合は、正イオンPIの誘電体12の長手方向に沿った移動方向を安定させることができると共に空気流の向きも安定させることができる。これにより、正イオンPIにより電場EFの露出電極14の上方側の領域を拡大することができると共に、誘電体12の上流側から下流側へ向けて高速の空気流FAを効率的に誘起することができる。

10

【0046】

（第4変形例）

次に、図8を用いて、本実施形態に係るプラズマアクチュエータ60の第4変形例について説明する。なお、前述した第1実施形態と同一構成部分については、同一番号を付してその説明を省略する。

【0047】

第4変形例に係るプラズマアクチュエータ60によれば、図8に示されるように、貫通孔62は、平面視で露出電極14の短手方向（面内方向）に沿ったスリット状に形成されている。このため、貫通孔62の内周部の表面積を大きく形成することができ、より効果的にプラズマPZ（図4参照）を発生させることができる。これにより、正イオンPIから空気に与えられる体積力が増加させることができるため、露出電極14が配置された誘電体12の上流側から下流側へ向けて高速の空気流を誘起することができる。

20

【0048】

（第5変形例）

次に、図9を用いて、本実施形態に係るプラズマアクチュエータ70の第5変形例について説明する。なお、前述した第1実施形態と同一構成部分については、同一番号を付してその説明を省略する。

【0049】

図9に示されるように、露出電極14の第1重合部24側の周縁部には、誘電体12の短手方向（面内方向）に沿って鋸歯形状部72が形成されている。鋸歯形状部72は、誘電体12の下流側へ向けて凸とされた三角形状部72Aが誘電体12の短手方向に沿って連続的（規則的）に形成されている。ここでは、三角形状部72Aは、各々平面視で略正三角形状に形成されている。なお、ここでは、三角形状部72Aは平面視で略正三角形状に形成されているとして説明するが、これに限らず、各辺の長さが異なる三角形状に形成されてもよい。

30

【0050】

第5変形例に係るプラズマアクチュエータ70によれば、図9に示されるように、露出電極14の第1重合部24側の周縁部には、誘電体12の短手方向に沿って鋸歯形状部72が形成されている。このため、第1重合部24側の周縁部の表面積を大きく形成することができ、より効率的にプラズマPZを発生させることができる。これにより、正イオンPIから空気に与えられる体積力が増加させることができ、露出電極14が配置された誘電体12の上流側から下流側へ向けて高速の空気流FAを誘起することができる。

40

【0051】

なお、ここでは、貫通孔30の内径は三角形状部72Aの一辺の長さよりも短めに形成されているが、これに限らず、例えば、三角形状部の一辺の長さより長い内径に形成されてもよい。

【0052】

（第6変形例）

次に、図10を用いて、本実施形態に係るプラズマアクチュエータ80の第6変形例について説明する。なお、前述した第1実施形態と同一構成部分については、同一番号を付

50



してその説明を省略する。

【0053】

第6変形例に係るプラズマアクチュエータ80によれば、図10に示されるように、露出電極14の第1重合部24側の周縁部には、平面視で各々矩形状に形成され、誘電体12の短手方向（面内方向）に沿って並べられた複数の矩形状部82が形成されている。このため、第1重合部24側の周縁部の表面積を大きく形成することができ、より効果的にプラズマPZ（図4参照）を発生させることができる。これにより、正イオンPIから空気に与えられる体積力が増加させることができるため、露出電極14が配置された誘電体12の上流側から下流側へ向けて高速の空気流FAを誘起することができる。

【0054】

（第7変形例）

次に、図11を用いて、本実施形態に係るプラズマアクチュエータ90の第7変形例について説明する。なお、前述した第1実施形態と同一構成部分については、同一番号を付してその説明を省略する。

【0055】

第7変形例に係るプラズマアクチュエータ90によれば、図11に示されるように、露出電極14の第1重合部24側の周縁部には、誘電体12の短手方向（面内方向）に沿って平面視で正弦波状に形成された波形状部92が形成されている。このため、第1重合部24側の周縁部の表面積を大きく形成することができ、より効果的にプラズマPZ（図4参照）を発生させることができる。これにより、正イオンPIから空気に与えられる体積力が増加させることができるため、露出電極14が配置された誘電体12の上流側から下流側へ向けて高速の空気流FAを誘起することができる。

【0056】

（第2実施形態）

次に、図12を用いて、本発明に係るプラズマアクチュエータ100の第2実施形態について説明する。なお、前述した第1実施形態と同一構成部分については、同一番号を付してその説明を省略する。

【0057】

第2実施形態に係るプラズマアクチュエータ100によれば、図12に示されるように、貫通孔102は、露出電極14の下面側から厚さ方向に沿って上面側へ向かうに従って誘電体12の下流側へ向けて傾斜されている。

【0058】

第2実施形態に係るプラズマアクチュエータ100によれば、貫通孔82は、露出電極14の下面側から厚さ方向に沿って上面側へ向かうに従って誘電体12の下流側へ向けて傾斜されている。このため、交流電圧が印加された露出電極14が正極として作用する場合は、露出電極14へ引き寄せられない正イオンPI（図4参照）は、貫通孔102の軸中心へ向けて移動すると共に、貫通孔102の軸方向に沿って露出電極14の上方側かつ誘電体12の下流側へ向けて移動する。これにより、正イオンPIから空気に与えられる体積力のうち誘電体12の長手方向成分を増加させることができるため、誘起される空気流FAの流速のうち誘電体12の長手方向成分を増加させることができる。

【0059】

なお、ここでは、貫通孔30、42、62、102は、円筒状、三角柱状及び平面視スリット状に形成されているとして説明したが、これに限らず、露出電極に別の形状で貫通形成されてもよい。

【0060】

また、ここでは、露出電極14の第1重合部24側の周縁部には、鋸歯形状部72、矩形状部82及び波形状部92が形成されているとして説明したが、これに限らず、別の形状が周縁部に形成されてもよい。

【0061】

なお、ここでは、鋸歯形状部72、矩形状部82及び波形状部92は、露出電極14の

10

20

30

40

50

第1重合部24側の短手方向の両端部に亘って形成されているとして説明したが、これに限らず、第1重合部の周縁部の一部にだけ形成されてもよい。

【符号の説明】

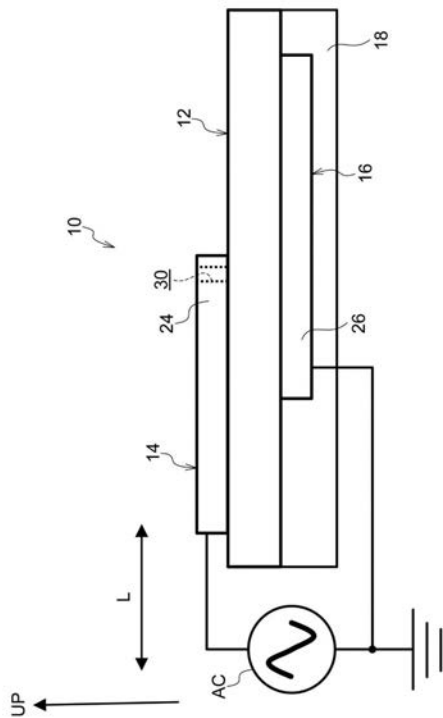
【0062】

- 10 プラズマアクチュエータ
- 12 誘電体
- 14 露出電極
- 16 被覆電極
- 30 貫通孔
- 40 プラズマアクチュエータ
- 42 貫通孔
- 50 プラズマアクチュエータ
- 60 プラズマアクチュエータ
- 62 貫通孔
- 70 プラズマアクチュエータ
- 80 プラズマアクチュエータ
- 90 プラズマアクチュエータ
- 100 プラズマアクチュエータ
- 102 貫通孔
- AC 交流電源
- FA 空気流

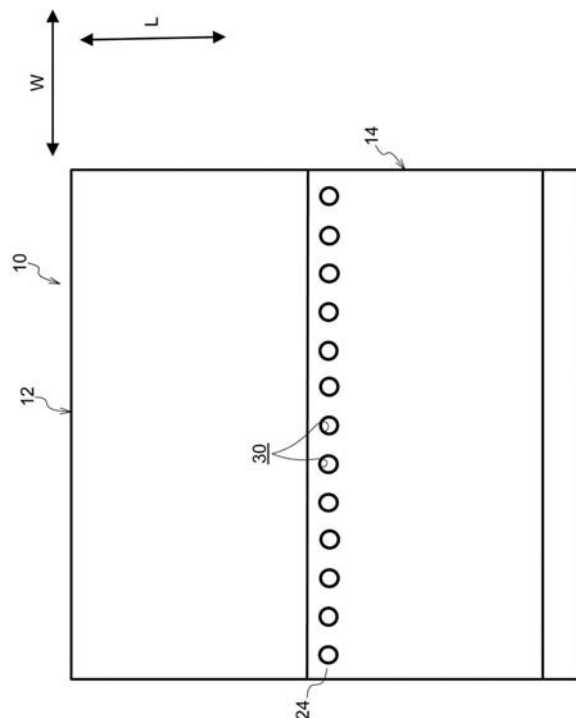
10

20

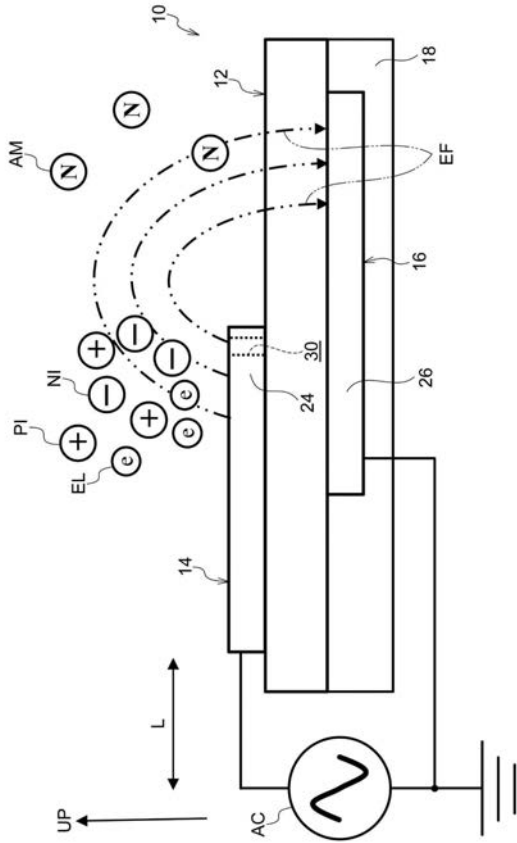
【図1】



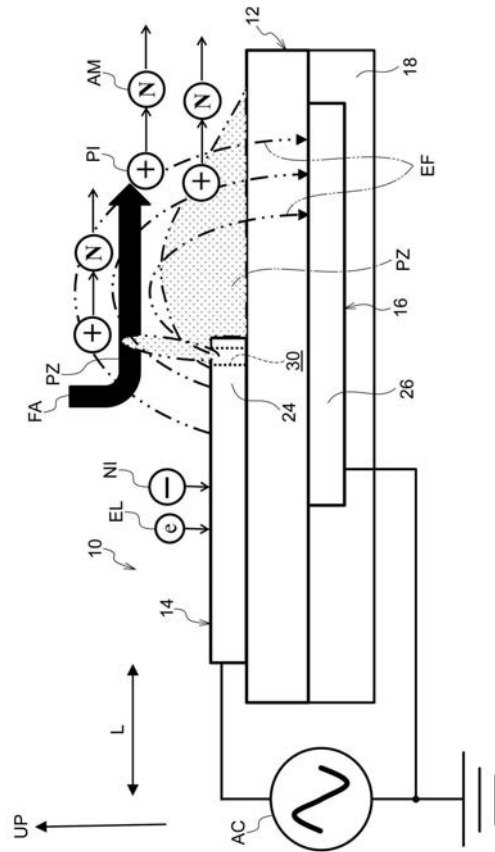
【図2】



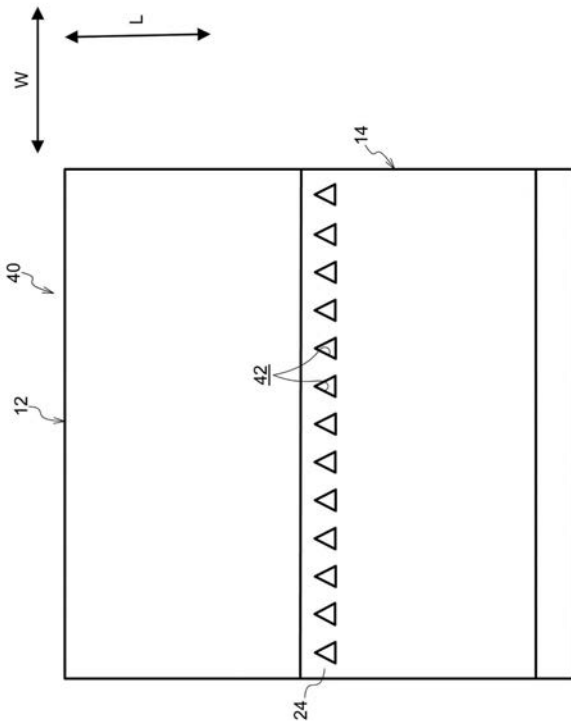
【 図 3 】



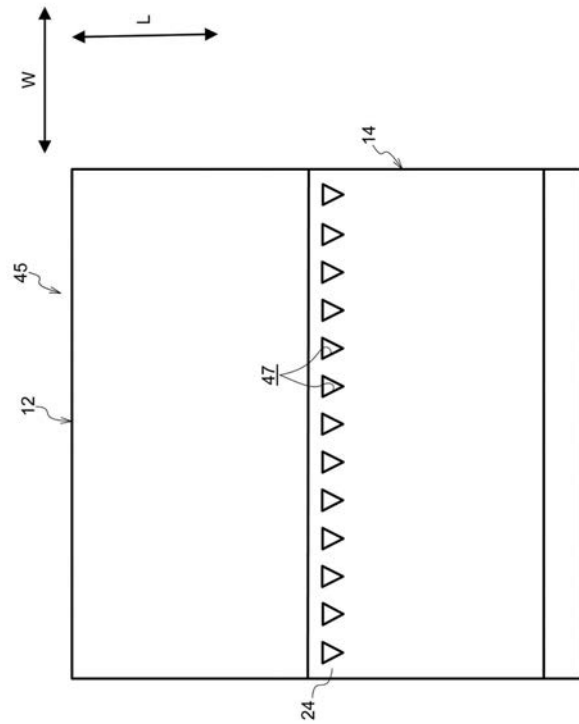
【 図 4 】



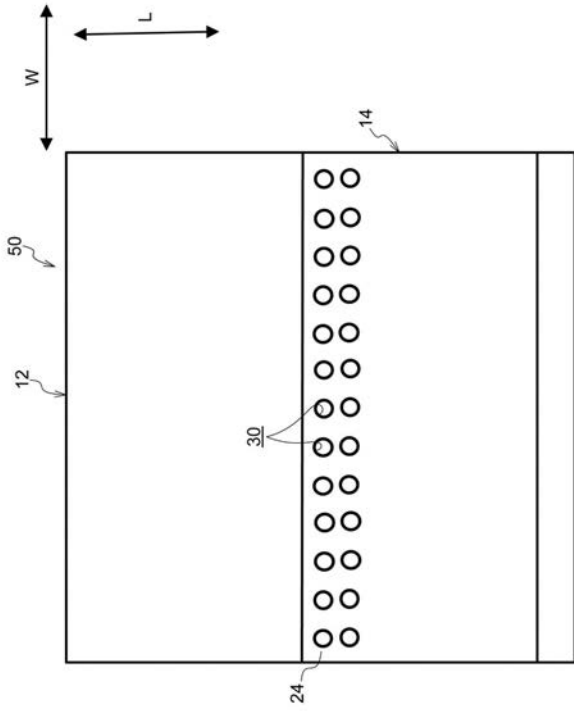
【 図 5 】



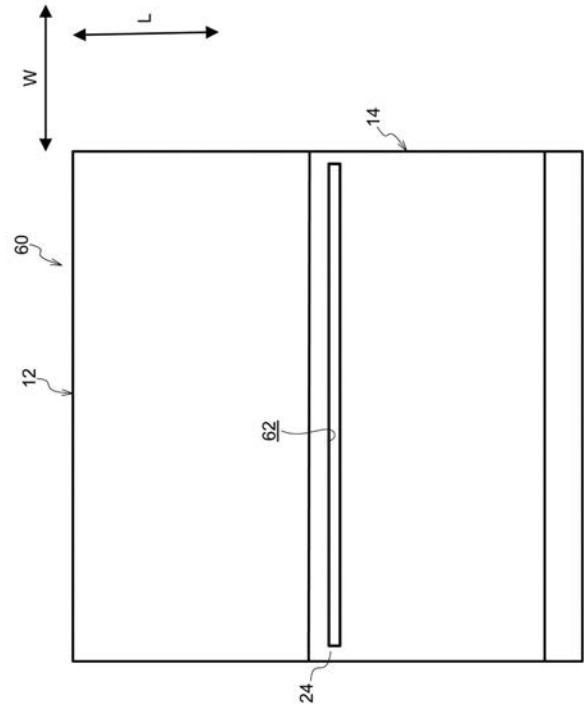
【 図 6 】



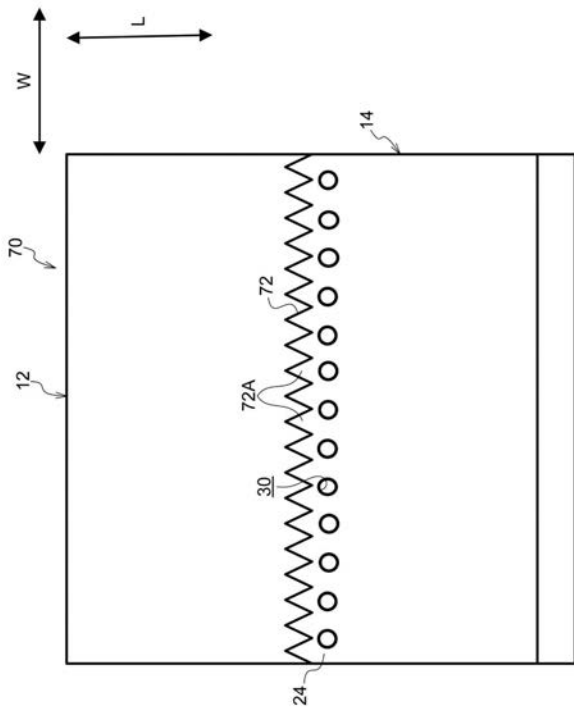
【 図 7 】



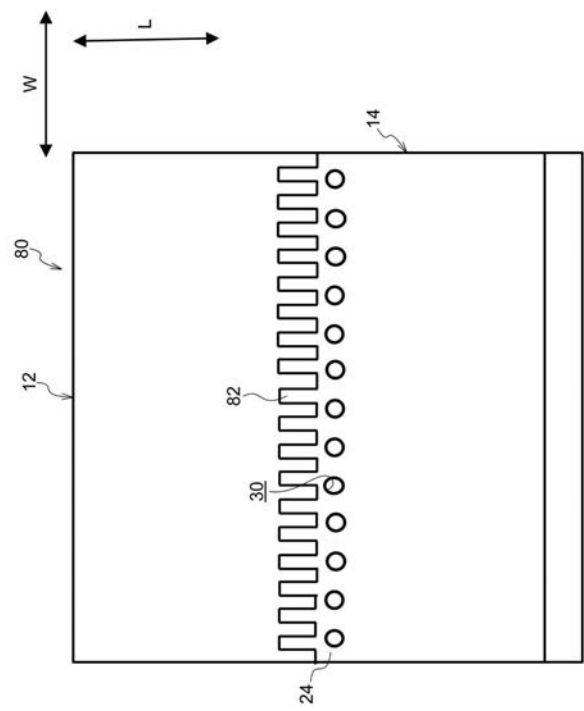
【 図 8 】



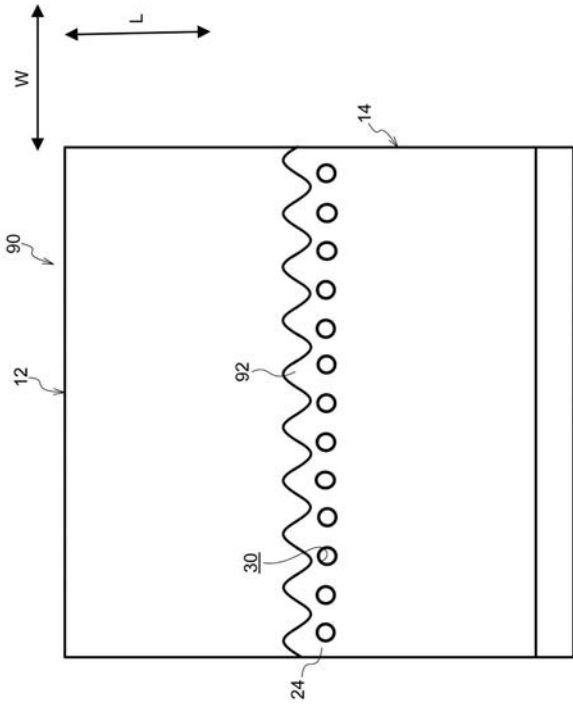
【 図 9 】



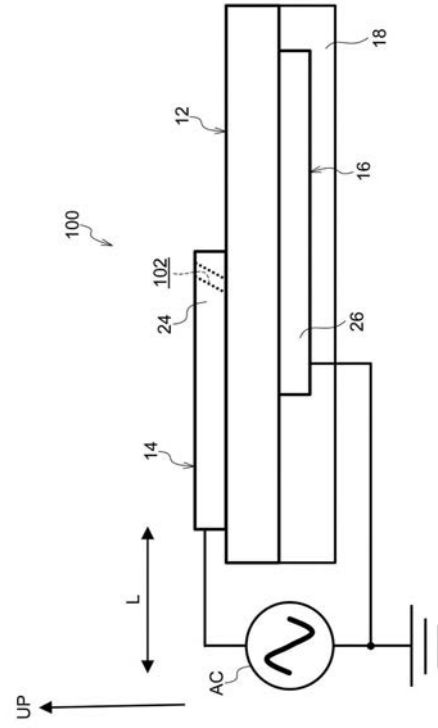
【 図 10 】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G084 AA23 BB11 CC03 CC19 CC20 CC34 DD01 DD14 DD21 DD22