

(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2013-236995

(P2013-236995A)

(43) 公開日 平成25年11月28日(2013.11.28)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>B01J</b>	<b>19/08</b>	<b>(2006.01)</b>	B01J	19/08	E	4G075		
<b>H05H</b>	<b>1/54</b>	<b>(2006.01)</b>	H05H	1/54				
<b>H05H</b>	<b>1/24</b>	<b>(2006.01)</b>	H05H	1/24				
<b>B64C</b>	<b>23/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B64C	23/00				

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2012-110542 (P2012-110542)  
 (22) 出願日 平成24年5月14日 (2012.5.14)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成22年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「省エネルギー革新技術開発事業/先導研究/動的流れ場に対するプラズマ気流制御最適化の研究開発」業務委託、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願)

(71) 出願人 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74) 代理人 110001092  
 特許業務法人サクラ国際特許事務所  
 (72) 発明者 志村 尚彦  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内  
 (72) 発明者 田中 元史  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内  
 (72) 発明者 五嶋 祥平  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内  
 Fターム(参考) 4G075 AA03 BB10 BD01 CA14 CA47  
 DA02 EB41 EC21 FC15

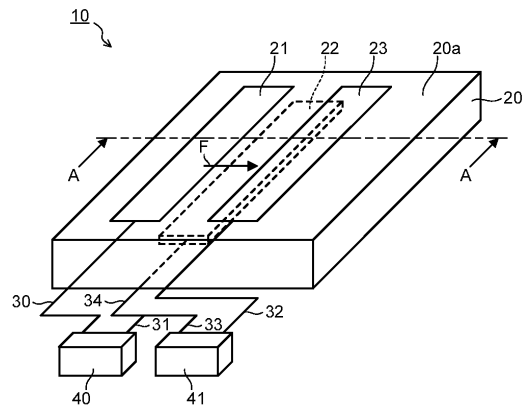
(54) 【発明の名称】 気流発生装置

(57) 【要約】

【課題】 誘電体バリア放電を生じさせる一対の電極に印加する電圧を抑制しつつ、発生する誘起流の流速を加速させることができる気流発生装置を提供する。

【解決手段】 実施形態の気流発生装置10は、誘電体20と、誘電体20の表面20aに設けられた第1の電極21と、第1の電極21よりも誘電体20の表面20aから離れた位置で、かつ誘起流Fを流す方向に第1の電極21からずらした位置に、誘電体Fを介して設けられた第2の電極22と、誘起流Fを流す方向に第2の電極22からずらした位置で、かつ誘電体20の表面20aに、誘電体20を介して設けられた第3の電極23とを備える。第1の電極21と第2の電極22との間に交番電圧を印加する放電用電源40と、第2の電極22と第3の電極23との間に電圧を印加する加速用電源41とを備える。第1の電極側から第3の電極側に向かう誘起流Fが発生する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

誘起流を発生させる気流発生装置であって、

固体からなる誘電体と、

前記誘電体の表面に設けられ、または前記誘電体の表面近傍に埋設された第 1 の電極と

、  
前記第 1 の電極よりも前記誘電体の表面から離れた位置で、かつ前記誘起流を流す方向に前記第 1 の電極からずらした位置に、前記第 1 の電極との間に前記誘電体を介して設けられた第 2 の電極と、

前記誘起流を流す方向に前記第 2 の電極からずらした位置で、かつ前記誘電体の表面に  
、前記第 2 の電極との間に前記誘電体を介して設けられた第 3 の電極と、

前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に交番電圧を印加する第 1 の電圧印加機構と、

前記第 2 の電極と前記第 3 の電極との間に電圧を印加する第 2 の電圧印加機構と

を具備し、

前記誘起流が、前記第 1 の電極側から前記第 3 の電極側に向かって前記誘電体の表面上を流れることを特徴とする気流発生装置。

**【請求項 2】**

前記第 2 の電圧印加機構によって印加される電圧が直流電圧であることを特徴とする請求項 1 記載の気流発生装置。

**【請求項 3】**

前記第 3 の電極の電位が、前記第 1 の電極の電位よりも低いことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の気流発生装置。

**【請求項 4】**

前記第 2 の電極と前記第 3 の電極との間に印加される電圧は、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に印加される電圧よりも小さいことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項記載の気流発生装置。

**【請求項 5】**

前記第 3 の電極の表面を覆う誘電体層を設けたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載の気流発生装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明の実施形態は、気流発生装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

流体機器や流体機器システムにおいて、省エネルギーの観点から、動力の低減を図る必要がある。また、プラントの安全性確保、作業環境向上の観点から、流体機器や流体機器システムに起因する振動や騒音を抑制する必要がある。

**【0003】**

上記した必要性を満たすために、流体機器や流体機器システムに、流体をプラズマ化して気流を発生させる気流発生装置を備える検討がなされている。

**【0004】**

この気流発生装置によれば、平板上に非常に薄い層状の誘起流を適宜制御しながら発生させることが可能である。この発生した誘起流により、流れの境界層の速度分布を変化させたり、層流から乱流への遷移を強制的に引き起こしたり、渦を発生または消滅させたりするなどの気流制御を実現することができる。そのため、種々の産業機器の革新的要素技術として、この気流発生装置を利用できる可能性がある。

**【0005】**

上記した気流発生装置では、第 1 の電極および第 2 の電極からなる一对の電極が、誘電体を介して離間して配置されている。そして、第 1 の電極と第 2 の電極との間に、例え

10

20

30

40

50

ば、実効値が1～10kV程度で、1～100kHz程度の周波数の正弦波電圧を印加する。これによって、第1の電極付近における誘電体の表面の空気がプラズマ化されて、第1の電極側から第2の電極側に向かう、誘電体の表面に沿った誘起流が発生する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-317656号公報

【特許文献2】特開2008-1354号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記した気流発生装置において、発生する誘起流の流速は、最大でも3m/s程度である。気流発生装置を、例えば、風車翼などに備える場合、翼弦長（翼コード長）の増大や風の主流速の増大によってレイノルズ数が大きくなったときには、誘起流の流速を大きくする必要がある。そのためには、例えば、一对の電極間に印加する電圧を増加する必要がある。

【0008】

一对の電極間に印加する電圧を増加するためには、電源を大型化する必要がある。また、一对の電極間に印加する電圧を増加すると、放電プラズマによる電極や誘電体の摩耗が促進される。

【0009】

本発明が解決しようとする課題は、誘電体バリア放電を生じさせる一对の電極に印加する電圧を抑制しつつ、発生する誘起流の流速を加速させることができる気流発生装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

実施形態の気流発生装置は、誘起流を発生させる気流発生装置である。この気流発生装置は、固体からなる誘電体と、前記誘電体の表面に設けられ、または前記誘電体の表面近傍に埋設された第1の電極と、前記第1の電極よりも前記誘電体の表面から離れた位置で、かつ前記誘起流を流す方向に前記第1の電極からずらした位置に、前記第1の電極との間に前記誘電体を介して設けられた第2の電極と、前記誘起流を流す方向に前記第2の電極からずらした位置で、かつ前記誘電体の表面に、前記第2の電極との間に前記誘電体を介して設けられた第3の電極とを備える。

【0011】

さらに、気流発生装置は、前記第1の電極と前記第2の電極との間に交番電圧を印加する第1の電圧印加機構と、前記第2の電極と前記第3の電極との間に電圧を印加する第2の電圧印加機構とを備える。そして、前記誘起流は、前記第1の電極側から前記第3の電極側に向かって前記誘電体の表面上を流れる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施の形態の気流発生装置を模式的に示した斜視図である。

【図2】実施の形態の気流発生装置が示された図1のA-A断面を模式的に示す図である。

【図3】実施の形態の気流発生装置10の他の構成を示し、図1のA-A断面に相当する断面を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0014】

図1は、実施の形態の気流発生装置10を模式的に示した斜視図である。図2は、実施

10

20

30

40

50

の形態の気流発生装置 10 が示された図 1 の A - A 断面を模式的に示す図である。なお、図 1 および図 2 には、発生する誘起流 F を矢印で示している。

【0015】

図 1 および図 2 に示すように、気流発生装置 10 は、誘電体 20、第 1 の電極 21、第 2 の電極 22、第 3 の電極 23 を備えている。

【0016】

誘電体 20 は、公知な固体の誘電材料で、例えば平板状、膜状などに構成される。誘電体 20 を構成する材料として具体的には、電氣的絶縁材料である、アルミナ、ガラス、マイカなどの無機絶縁物、ポリイミド樹脂、シリコン樹脂、合成ゴムなどの有機絶縁物などが挙げられる。なお、誘電体 20 を構成する材料は、これらに限られるものではなく、気流発生装置 10 が使用される用途や環境に応じて、公知な固体の誘電材料から適宜選択することができる。

10

【0017】

なお、発生させる誘起流 F の速度分布などを均一にするため、第 1 の電極 21 や第 3 の電極 23 が備えられる、誘電体 20 の少なくとも一方の表面 20 a は、平面であることが好ましい。

【0018】

第 1 の電極 21 は、図 1 および図 2 に示すように、誘電体 20 の一方の表面 20 a に設けられている。ここでは、第 1 の電極 21 の表面が、誘電体 20 の一方の表面 20 a と同一平面上に位置する構成を示している。なお、第 1 の電極 21 は、誘電体 20 の一方の表面 20 a 近傍に位置するように、誘電体 20 内に埋設されてもよい。また、第 1 の電極 21 は、第 1 の電極 21 上を流れる気流の妨げとならない程度に、第 1 の電極 21 の少なくとも一部を誘電体 20 の一方の表面 20 a から突出して配置されてもよい。

20

【0019】

第 1 の電極 21 は、例えば、薄板や箔などの導電部材で構成される。導電部材としては、気流発生装置 10 が使用される用途や環境に応じて、公知な導電性材料を使用することができる。第 1 の電極 21 は、例えば、銅、金、ニッケル、タングステン、白金などの導電部材を誘電体 20 の一方の表面 20 a にコーティングすることで形成されてもよい。

【0020】

第 2 の電極 22 は、第 1 の電極 21 よりも誘電体 20 の一方の表面 20 a から離れた位置で、かつ誘起流 F を流す方向に第 1 の電極 21 からずらした位置に、第 1 の電極 21 との間に誘電体 20 を介して設けられている。すなわち、図 2 に示すように、第 2 の電極 22 は、例えば、第 1 の電極 21 よりも誘電体 20 の一方の表面 20 a から深い位置に埋設されている。さらに、第 2 の電極 22 は、誘電体 20 の一方の表面 20 a 側から見たときに、第 1 の電極 21 と全部が重ならないように、第 1 の電極 21 から誘起流 F が流れる方向にずらして配置され、第 1 の電極 21 とは離間されている。ここで、第 1 の電極 21 と第 2 の電極 22 との間の距離は、直接放電が発生しないように設定されている。

30

【0021】

なお、第 2 の電極 22 は、誘電体 20 の一方の表面 20 a 側から見たときに、第 1 の電極 21 と全く重ならないように、第 1 の電極 21 から誘起流 F の流れ方向にずらして配置されてもよい。また、第 2 の電極 22 は、例えば、誘電体 20 の厚さが薄い場合などには、誘電体 20 の他方の表面 20 b に設けられてもよい。第 2 の電極 22 は、第 1 の電極 21 と対になって、誘電体バリア放電を生じさせるための一对の電極を構成している。

40

【0022】

第 2 の電極 22 は、第 1 の電極 21 と同様に、薄板や箔などの導電部材で構成される。また、使用する導電部材も、第 1 の電極 21 に使用する導電部材と同じである。

【0023】

第 3 の電極 23 は、誘起流 F を流す方向に第 2 の電極 22 からずらした位置で、かつ誘電体 20 の一方の表面 20 a に、第 2 の電極 22 との間に誘電体 20 を介して設けられている。すなわち、図 2 に示すように、第 3 の電極 23 は、例えば、誘電体 20 の一方の表

50

面 20 a 側から見たときに、第 2 の電極 22 と全部が重ならないように、第 2 の電極 22 から誘起流 F が流れる方向にずらして誘電体 20 の表面 20 a に配置され、第 2 の電極 22 とは離間されている。ここで、第 2 の電極 22 と第 3 の電極 23 との間の距離、および第 1 の電極 21 と第 3 の電極 23 との間の距離は、それぞれの電極間で直接放電が発生しないように設定されている。

【0024】

なお、第 3 の電極 23 は、誘電体 20 の一方の表面 20 a 側から見たときに、第 2 の電極 22 と全く重ならないように、第 2 の電極 22 から誘起流 F の流れ方向にずらして配置されてもよい。また、ここでは、第 3 の電極 23 の表面が、誘電体 20 の一方の表面 20 a と同一平面上に位置する構成を示している。なお、第 3 の電極 23 は、例えば、第 3 の電極 23 上を流れる気流の妨げとならない程度に、第 3 の電極 23 の少なくとも一部を誘電体 20 の一方の表面 20 a から突出して配置されてもよい。

10

【0025】

ここで、第 3 の電極 23 および第 1 の電極 21 は、後に詳しく説明するが、これらの電極間に形成された電界により、第 1 の電極 21 と第 2 の電極 22 との間の誘電体バリア放電によって誘電体 20 の一方の表面 20 a 上に生じた荷電粒子を加速するための電極として機能する。

【0026】

第 3 の電極 23 は、第 1 の電極 21 と同様に、薄板や箔などの導電部材で構成される。また、使用する導電部材も、第 1 の電極 21 に使用する導電部材と同じである。

20

【0027】

図 1 に示すように、第 1 の電極 21 と第 2 の電極 22 は、ケーブル 30、31 を介して第 1 の電圧印加機構として機能する放電用電源 40 に接続されている。第 2 の電極 22 と第 3 の電極 23 は、ケーブル 32、33 を介して第 2 の電圧印加機構として機能する加速用電源 41 に接続されている。ここで、一端を第 2 の電極 22 に接続された 1 つのケーブル 34 が、他端側で分岐され、ケーブル 31 およびケーブル 33 を構成している。これらのケーブル 31、33 に接続される側が、例えば接地電位となる。

【0028】

放電用電源 40 は、交番電圧を印加する電源であり、パルス状（例えば、四角形などの交流パルス）や交流状（例えば、正弦波、断続正弦波）の波形を有する電圧を出力する。放電用電源 40 は、電圧値、基本周波数、電流波形、変調周波数、デューティ比などの電流電圧特性などを変化させて、第 1 の電極 21 と第 2 の電極 22 との間に電圧を印加することができる。

30

【0029】

加速用電源 41 は、例えば、第 2 の電極 22 と第 3 の電極 23 との間に直流電圧を印加する電源で構成される。この場合、例えば、第 3 の電極 23 は、負極側の端子に接続される。加速用電源 41 は、電圧値などの電流電圧特性などを変化させて、第 2 の電極 22 と第 3 の電極 23 との間に電圧を印加することができる。加速用電源 41 は、例えば、連続的または断続的に直流電圧を供給することができる。

【0030】

ここで、第 1 の電極 21 と第 3 の電極 23 との間、および第 2 の電極 22 と第 3 の電極 23 との間において、直接放電が発生しないように、例えば、第 2 の電極 22 と第 3 の電極 23 との間に印加される電圧は、第 1 の電極 21 と第 2 の電極 22 との間に印加される電圧よりも小さくすることが好ましい。

40

【0031】

また、放電用電源 40 および加速用電源 41 によって印加する電圧を調整することで、第 3 の電極 23 の電位は、第 1 の電極 21 の電位よりも小さくなるように設定される。これによって、第 1 の電極 21 から第 3 の電極 23 に向かう方向に、電界が形成される。そのため、第 1 の電極 21 と第 2 の電極 22 との誘電体バリア放電によって生じたプラズマにおける正の電荷を帯びた荷電粒子は、第 1 の電極 21 から第 3 の電極 23 に向かう方向

50

に加速される。この結果として、第 1 の電極 2 1 から第 3 の電極 2 3 の方向に、誘起流が加速される。

【 0 0 3 2 】

ここで、気流発生装置 1 0 は、例えば、流体機器などに設置される。流体機器としては、特に限定されるものではないが、例えば、風力発電装置の風車翼、航空機などの翼、自動車のリアウイングスポイラなどのエアロパーツなどが挙げられる。これらの流体機器に気流発生装置 1 0 を備えることで、発生した誘起気流により、流体機器を流れる気流を制御し、流体機器における動力の低減や、振動および騒音の抑制を図ることができる。

【 0 0 3 3 】

次に、気流発生装置 1 0 の作用について説明する。

10

【 0 0 3 4 】

放電用電源 4 0 によって第 1 の電極 2 1 と第 2 の電極 2 2 との間に電圧（例えば、1 ~ 1 0 k V、周波数 1 ~ 1 0 0 H z）が印加され、一定の閾値以上の電位差となると、第 1 の電極 2 1 と第 2 の電極 2 2 との間に放電が誘起される。この放電は、誘電体バリア放電とよばれ、低温プラズマが生成される。この放電によって、第 1 の電極 2 1 と第 2 の電極 2 2 との間の、誘電体 2 0 の一方の表面 2 0 a 上に荷電粒子が堆積する。

【 0 0 3 5 】

そして、第 2 の電極 2 2 と第 3 の電極 2 3 との間に電圧を印加することで、第 1 の電極 2 1 と第 3 の電極 2 3 との間に電界を形成し、例えば、正の電荷を帯びた荷電粒子は、第 1 の電極 2 1 から第 3 の電極 2 3 に向かう方向に加速される。これによって、第 1 の電極 2 1 から第 3 の電極 2 3 に向かう誘起流 F を発生させることができるとともに、この誘起流 F を加速することができる。

20

【 0 0 3 6 】

ここで、第 1 の電極 2 1 と第 2 の電極 2 2 との間にも、誘電体 2 0 の表面 2 0 a 上の荷電粒子を加速する電界が低温プラズマの生成と同時に形成される。しかしながら、荷電粒子が十分に生成された後においては、誘電体 2 0 の表面 2 0 a の電位が第 1 の電極 2 1 の電位と同一となり、放電は自己消弧し、第 1 の電極 2 1 と第 2 の電極 2 2 との間の電界はほぼ消滅する。そのため、誘電体 2 0 の表面 2 0 a 上に存在する荷電粒子に働く力が無くなり、自己消弧後においては、誘起流 F は発生しない。

【 0 0 3 7 】

30

しかしながら、上記したように、第 1 の電極 2 1 と第 3 の電極 2 3 との間に電界を形成することで、誘電体 2 0 の表面 2 0 a 上に存在する荷電粒子に力が働き、誘起流 F を発生させ続けられるとともに、誘起流 F を加速することができる。

【 0 0 3 8 】

このように、第 2 の電極 2 2 および第 3 の電極 2 3 は、誘起流 F を加速するために、第 3 の電極 2 3 を所定の電位に維持する。また、第 1 の電極 2 1 および第 3 の電極 2 3 は、荷電粒子、すなわち誘起流 F を主として加速する。

【 0 0 3 9 】

上記したように、実施の形態の気流発生装置 1 0 によれば、誘電体バリア放電を発生させ低温プラズマを生成するための電極（第 1 の電極 2 1 と第 2 の電極 2 2）と、生成された低温プラズマにおける荷電粒子を加速、すなわち誘起流 F を加速するための電極を別個に構成することができる。

40

【 0 0 4 0 】

誘起流 F を加速する電極を備えることで、第 1 の電極 2 1 と第 2 の電極 2 2 との間の放電が自己消弧した後においても、誘電体 2 0 の表面 2 0 a 上に存在する荷電粒子を加速することができる。そのため、誘起流 F を交番電圧の一周期の中でより長時間発生させることができる。また、第 2 の電極 2 2 と第 3 の電極 2 3 との間に印加する電圧を制御することで、電界分布を制御して、誘起流 F を所定の流速に設定することも可能となる。

【 0 0 4 1 】

また、誘電体 2 0 の表面 2 0 a 上に発生するプラズマの状態は、第 1 の電極 2 1、第 2

50

の電極 2 2 および誘電体 2 0 からなるコンデンサの固有容量で決まるため、発生させたい誘起流 F の速度によっては、誘電体 2 0 の材料が制限される。しかしながら、誘起流 F を加速する電極を備えることで、誘電体 2 0 の材料が制限されることなく、誘電率の大きな材料を使用することができる。

【 0 0 4 2 】

このように、誘電率の大きな材料を使用することによって、誘電率の小さな材料を使用した場合に比べて、第 1 の電極 2 1 と第 2 の電極 2 2 との間に同じ電圧を印加しても、誘電体 2 0 にかかる電圧が減少し、放電ギャップにかかる電圧が増大する。そのため、荷電粒子の密度を増加させることができ、高速な誘起流 F を発生させることができる。換言すると、同じ速度の誘起流 F を得る場合、誘電率の大きな材料を使用することによって、誘電率の小さな材料を使用した場合における第 1 の電極 2 1 と第 2 の電極 2 2 との間に印加する電圧よりも低電圧で実現することができる。

10

【 0 0 4 3 】

ここで、実施の形態の気流発生装置 1 0 は、上記した構成に限られるものではない。図 3 は、実施の形態の気流発生装置 1 0 の他の構成を示し、図 1 の A - A 断面に相当する断面を模式的に示す図である。なお、図 3 には、発生する誘起流 F を矢印で示している。

【 0 0 4 4 】

図 3 に示すように、第 3 の電極 2 3 の表面を誘電体層 5 0 で覆ってもよい。誘電体層 5 0 は、前述した誘電体 2 0 を構成する材料と同じ材料で形成されている。誘電体層 5 0 は、例えば、化学気相蒸着 ( C V D )、スパッタリング、電着などによって形成された薄膜で構成されている。

20

【 0 0 4 5 】

このように、第 3 の電極 2 3 の表面を誘電体層 5 0 で覆うことで、第 3 の電極 2 3 が直接プラズマに曝されるのを防止し、第 3 の電極 2 3 の損耗を防止することができる。

【 0 0 4 6 】

以上説明した実施形態によれば、誘電体バリア放電を生じさせる一対の電極に印加する電圧を抑制しつつ、発生する誘起流の流速を加速させることが可能となる。

【 0 0 4 7 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

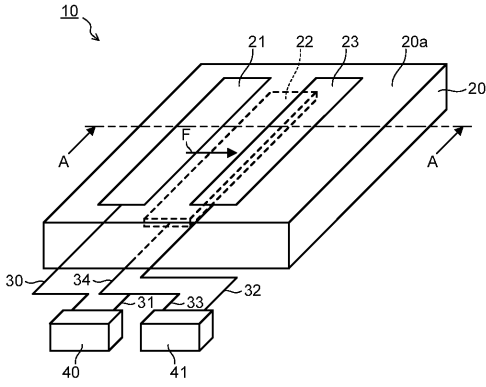
30

【 符号の説明 】

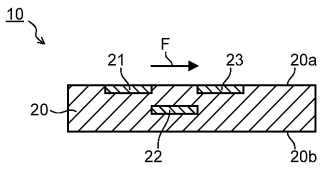
【 0 0 4 8 】

1 0 ... 気流発生装置、 2 0 ... 誘電体、 2 0 a , 2 0 b ... 表面、 2 1 ... 第 1 の電極、 2 2 ... 第 2 の電極、 2 3 ... 第 3 の電極、 3 0 , 3 1 , 3 2 , 3 3 , 3 4 ... ケーブル、 4 0 ... 放電用電源、 4 1 ... 加速用電源、 5 0 ... 誘電体層、 F ... 誘起流。

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

