



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107432076 A

(43)申请公布日 2017.12.01

(21)申请号 201680012223.7

(22)申请日 2016.02.22

(30)优先权数据

2015-038677 2015.02.27 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.08.25

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2016/055064 2016.02.22

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/136669 JA 2016.09.01

(71)申请人 国立研究开发法人产业技术综合研究所

地址 日本东京都

(72)发明人 金载浩 榊田创

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙) 11201

代理人 宋融冰

(51)Int.Cl.

H05H 1/24(2006.01)

B01J 19/08(2006.01)

G23C 16/455(2006.01)

G23C 16/511(2006.01)

G23C 16/513(2006.01)

H05H 1/46(2006.01)

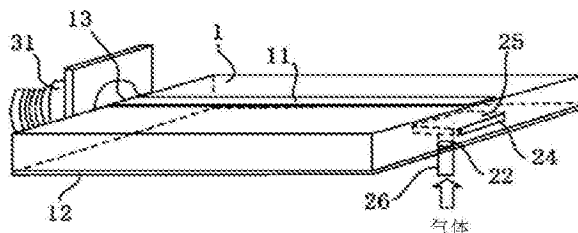
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

微波等离子体处理装置

(57)摘要

本发明提供一种微波等离子体处理装置,其去掉电介质基板内部的长且复杂的气体流路,能够稳定地生成、维持等离子体,且不限于低气压,在中间气压及高气压下也能够生成高均匀性和高密度、且稳定的低温等离子体。微波等离子体处理装置具备电介质基板、微波输入部、微波传输带线路、接地导体、气体输入部、等离子体产生部、用于喷出等离子体的喷嘴等,所述气体输入部设在所述接地导体或微波传输带线路上,为了不泄漏微波,优选该气体输入部的直径比由气体输入部的剖面确定的屏蔽波长小。



1. 一种微波等离子体处理装置,其特征在于,具备:
电介质基板;
微波传输带线路,从所述电介质基板的第一面的一方的端部横跨到另一方的端部而设置,所述第一面是所述电介质基板的正面和背面中的任意一面;
接地导体,从所述电介质基板的与所述第一面相反一侧的第二面的一方的端部横跨到另一方的端部而设置;
微波输入部,设在所述电介质基板的一方的端部,并用于向所述微波传输带线路和所述接地导体之间输入微波;
等离子体产生部,是用于利用从所述微波输入部输入的微波而产生等离子体的空间,且设在所述微波传输带线路和所述接地导体之间;
气体输入口,设在所述接地导体或所述微波传输带线路上,并用于向所述等离子体产生部供给气体;以及
喷嘴,用于将向所述等离子体产生部供给的气体和利用微波产生的等离子体,从所述电介质基板的另一方的端部喷出。
2. 根据权利要求1所述的微波等离子体处理装置,其特征在于,
所述气体输入口的直径比由所述气体输入口的剖面确定的屏蔽波长小。
3. 根据权利要求1或2所述的微波等离子体处理装置,其特征在于,
在所述电介质基板的第一面或第二面上具有槽,在所述槽中嵌入所述微波传输带线路或所述接地导体板。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的微波等离子体处理装置,其特征在于,
所述电介质基板具有锥形部,所述锥形部是朝向所述电介质基板的另一方的端部而厚度逐渐变小的形状。
5. 根据权利要求1~4中任一项所述的微波等离子体处理装置,其特征在于,
在所述接地导体或所述微波传输带线路上设有两个以上的气体输入口,通过向各个气体输入口供给不同的气体种类,改变等离子体放电特性及等离子体处理特性。
6. 根据权利要求5所述的微波等离子体处理装置,其特征在于,
在所述接地导体或所述微波传输带线路上设有两个以上的气体输入口,在任意一个气体输入口上具有液态材料的气化供给单元。
7. 根据权利要求1~6中任一项所述的微波等离子体处理装置,其特征在于,
所述微波等离子体处理装置具备:
第二电介质基板,在所述电介质基板上与设有所述微波传输带线路的面接触而设置;
第二接地导体,从所述第二电介质基板的一方的端部横跨到另一方的端部而设置;
第二等离子体产生部,是设在所述微波传输带线路和所述第二接地导体之间的空间;
第二气体输入口,设在所述第二接地导体上,并用于向所述第二等离子体产生部供给气体;
第二气体供给单元,用于向所述第二气体输入口供给气体;以及
第二喷嘴,用于将向所述第二等离子体产生部供给的气体和利用微波产生的等离子体,从所述第二电介质基板的另一方的端部喷出。
8. 一种微波等离子体处理装置,其特征在于,

将权利要求1~7中任一项所述的微波等离子体装置,通过共用所述电介质基板和所述接地导体,并横向排列,从而产生长轴长的等离子体。

9.一种微波等离子体处理装置,其特征在于,

将权利要求1~8中任一项所述的微波等离子体装置,供给稀有气体、反应性气体、或稀有气体与反应性气体的混合气体,且在低气压或中间气压或高气压下产生等离子体。

微波等离子体处理装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微波等离子体处理装置,所述装置通过微波功率产生等离子体,对晶片等被处理基板实施使用了等离子体的CVD(化学气相合成)、蚀刻、灰化(抗蚀灰化处理)、等离子体氮化等的处理、以及空气净化等。

背景技术

[0002] 近年来,等离子体处理技术在材料研发或生产技术等许多领域中成为了不可缺少的技术。等离子体由于其具有高的非热平衡性且能够生成高密度的自由基,从而在低温干燥工艺中广泛使用。

[0003] 作为在低气压(1torr以下)以及从中间气压(1torr~100torr)到大气压之间的压力下的等离子体源中的一种,使用着等离子体流。等离子体流是从装置的喷嘴喷出等离子体,从而对晶片等被处理基板实施使用了等离子体的CVD(化学气相合成)、蚀刻、灰化(抗蚀灰化处理)、等离子体氮化以及空气净化、灭菌、杀菌等的处理,是有用的物质。

[0004] 现在,作为生成等离子体流的方法,使用直流电弧放电或直流脉冲放电的方法广为人知。但是,使用直流电弧放电或直流脉冲放电的方法,具有电极易于劣化、无法使用反应性气体等各种问题。

[0005] 另外,使用电介质势垒放电的方法也广为人知。但是,使用电介质势垒放电的方法,具有产生丝状放电、无法生成高密度自由基等各种问题。

[0006] 另外,还已知有电极方式的等离子体流生成装置。例如,提出了使用VHF带(30~300MHz)的高频的电感耦合式热等离子体产生装置(参照专利文献1)。但是,所提出的等离子体流生成装置具有阻抗匹配复杂、由于结构上的原因而无法规模化、且由于使用高压的电路而导致在装置的制造以及运行上存在各种限制的问题。

[0007] 另一方面,使用微波生成等离子体流有以下的优点。

[0008] (1) 微波电源便宜。

[0009] (2) 能够无电极运行,放电维持寿命长。

[0010] (3) 能通过简单的元件实现阻抗匹配。

[0011] (4) 微波和等离子体的耦合效率好。

[0012] (5) 向外部的辐射损失少,能够将功率集中在必要的地方。

[0013] (6) 在包含大气压的广泛的压力范围内生成稳定的高密度等离子体。

[0014] 但是,以往的使用微波功率的等离子体产生装置中,使用作为金属管的波导管作为微波传输线路,具有微波传输电路的结构尺寸过大且价格昂贵以及在低功率下难以运行等的问题。

[0015] 最近,为了替代以往的波导管,提出了一种使用微波传输带线路制作等离子体流生成装置的方法,所述微波传输带线路是小功率用微波传输线路(参照专利文献2、3以及非专利文献1、2)。

[0016] 在图15中表示了以往的使用微波传输带线路的等离子体流生成装置的一个例子

的立体图。该装置由以下部分构成：微波输入部13，设置在电介质基板1的一方的端部剖面上；锥形部14，朝向电介质基板1的另一方的端部形成；气体流路23，设置在电介质基板1的内部；微波功率传输用的微波传输带线路11，设置在电介质基板1的一方的面上；接地导体12，覆盖电介质基板1的另一方的一面；等离子体产生部25，设在该微波传输带线路11和该接地导体12之间；以及喷嘴24，喷出等离子体。

[0017] 在该等离子体流生成装置中，气体从设在电介质基板1的侧面上的两个气体输入口22、22输入并经过气体流路23、23，在等离子体产生部25合流，从宽度10mm的喷嘴24向电介质基板1的外部喷出。

[0018] 微波(2.45GHz)功率，通过同轴用微波连接器31导入到电介质基板1内，并在微波传输带线路11和接地导体12之间传输，集中在等离子体产生部25的位置上。由此，产生等离子体，并与气流一起从喷嘴24向电介质基板1的外部喷出。

[0019] 另一方面，在等离子体工艺中，为了提高生产率，对具有宽度宽且能够在大面积上进行等离子体处理的等离子体流的研发需求强烈，使用所述微波传输带线路的等离子体产生装置，由于其结构是将电介质基板、接地导体等共用，并排列微波传输带线路，从而能够进行大规模化(参照专利文献2)，因此期待其未来发展。

[0020] 现有技术文献

[0021] 专利文献

[0022] 专利文献1：日本特开2003-109795号公报

[0023] 专利文献2：日本特开2007-299720号公报

[0024] 专利文献3：日本特开2008-282784号公报

[0025] 非专利文献

[0026] 非专利文献1：Susanne Schemer, et.al., "An improved microstrip plasma for optical emission spectrometry of gaseous species", Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, Vol. 56, pp. 1585-1596 (2003).

[0027] 非专利文献2：Jaeho Kim, et.al., "Microwave-excited atmospheric-pressure plasma jets using a microstrip line", Applied Physics Letters, Vol. 93, 191505 (2008).

发明内容

[0028] 发明要解决的问题

[0029] 但是，在使用微波传输带线路的以往的等离子体装置中，由于气体输入口设在电介质的侧面，从而需要在电介质的内部设置长且复杂的气体流路，对电介质加工需要较高的技术。其结果是，存在需要花费较多的制造时间和费用的问题。

[0030] 另外，由于在电介质内设有长的气体流路，从而广泛生成微波传输的特性阻抗的不连续面。因此，在微波传输中微波的反射波变大，对阻抗匹配带来不好的影响。其结果是，等离子体的生成和持续有时会变得不稳定。

[0031] 另外，由于使用等离子体的以往的低温处理在低气压(1torr以下)下进行，从而不仅需要价格昂贵的高真空装置而在装置上花费成本，而且还需要在处理上花费时间，其结果是产品的成本变高等等，不利于用于工业上。因此，需要一种在更高压的中间气压(1torr

~100torr)或在高压(100torr~760torr)的压力下产生非热平衡等离子体的方法。

[0032] 另外,以往,使得等离子体流大规模化的具体技术中,例如还未研发出对宽度宽的喷嘴供给均匀气流的方法等,因此难以提供宽度宽的等离子体流。

[0033] 本发明鉴于如上所述的情况,目的在于提供一种微波等离子体处理装置,其去掉电介质基板的内部的长且复杂的气体流路,且使得等离子体的生成和维持稳定。另外,本发明的目的还在于提供一种微波等离子体处理装置,其不限于低气压,而是在从中间气压到大气压的高气压下也能够稳定地产生低温的宽度宽的等离子体流。

[0034] 解决技术问题的方案

[0035] 本发明人等为了达成上述目的,进行了反复深入研究的结果,发现了通过将向上述等离子体产生部供给气体的气体输入口设在上述接地导体或上述微波传输带线路上,能够去掉电介质基板的内部的长且复杂的气体流路的同时,不需要高级的电介质加工技术,能够减少制造时间及费用。另外还发现,通过将上述气体输入口的尺寸设为比屏蔽波长小,能够使得微波无法穿过上述气体输入口,从而不影响微波传输特性,而能够将气体供给到上述等离子体产生部。

[0036] 基于这些见解而完成了本发明,根据本发明,提供了以下的发明。

[0037] 即,本发明的微波等离子体处理装置的一个主要特征在于,具备:

[0038] 电介质基板;

[0039] 微波传输带线路,从所述电介质基板的第一面的一方的端部横跨到另一方的端部而设置,所述第一面是所述电介质基板的正面和背面中的任意一面;

[0040] 接地导体,从所述电介质基板的与所述第一面相反一侧的第二面的一方的端部横跨到另一方的端部而设置;

[0041] 微波输入部,设在所述电介质基板的一方的端部,并用于向所述微波传输带线路和所述接地导体之间输入微波;

[0042] 等离子体产生部,是用于利用从所述微波输入部输入的微波而产生等离子体的空间,且设在所述微波传输带线路和所述接地导体之间;

[0043] 气体输入口,设在所述接地导体或所述微波传输带线路上,并用于向所述等离子体产生部供给气体;以及

[0044] 喷嘴,用于将向所述等离子体产生部供给的气体和利用微波产生的等离子体,从所述电介质基板的另一方的端部喷出。

[0045] 而且,本发明的微波等离子体处理装置的另一个特征在于,具备气体输入口,所述气体输入口的直径比由所述气体输入口的剖面确定的屏蔽波长小。

[0046] 另外,本发明的微波等离子体处理装置的另一个特征在于,在所述电介质基板的第一面或第二面上具有槽,在所述槽中嵌入所述微波传输带线路或所述接地导体板。

[0047] 另外,本发明的微波等离子体处理装置的另一个特征在于,所述电介质基板具有锥形部,所述锥形部是朝向所述电介质基板的另一方的端部而厚度逐渐变小的形状。

[0048] 另外,本发明的微波等离子体处理装置的另一个特征在于,在所述接地导体或所述微波传输带线路上设有两个以上的气体输入口,通过向各个气体输入口供给不同的气体种类,改变等离子体放电特性及等离子体处理特性。

[0049] 另外,本发明的微波等离子体处理装置的另一个特征在于,在所述接地导体或所

述微波传输带线路上设有两个以上的气体输入口,在任意一个气体输入口上具有液态材料的气化供给单元,对液态材料进行等离子体化。

[0050] 另外,本发明的微波等离子体处理装置的另一个特征在于,具备:

[0051] 第二电介质基板,在所述电介质基板上与设有所述微波传输带线路的面接触而设置;

[0052] 第二接地导体,从所述第二电介质基板的一方的端部横跨到另一方的端部而设置;

[0053] 第二等离子体产生部,是设在所述微波传输带线路和所述第二接地导体之间的空间;

[0054] 第二气体输入口,设在所述第二接地导体上,并用于向所述第二等离子体产生部供给气体;以及

[0055] 第二喷嘴,用于将向所述第二等离子体产生部供给的气体和利用微波产生的等离子体,从所述第二电介质基板的另一方的端部喷出。

[0056] 另外,本发明的微波等离子体处理装置的另一个特征在于,通过共用所述电介质基板和所述接地导体,并横向排列,从而产生长轴长的等离子体。

[0057] 另外,本发明的微波等离子体处理装置的另一个特征在于,供给稀有气体或反应性气体、或稀有气体与反应性气体的混合气体,且在低气压或中间气压或高压下产生等离子体。

[0058] 发明效果

[0059] 根据本发明的微波等离子体处理装置,不限于低气压,在中间气压及高压下也能够产生并维持稳定的宽度宽的等离子体流。另外,根据本发明的微波等离子体处理装置,使得以下结果成为可能:在大气压(或低气压或中间气压)下使用宽度宽的微波激励等离子体流的大面积表面改性、蚀刻、灰化、净化、氧化/氮化以及CVD(化学气相沉积,Chemical Vapor Deposition)成膜等的材料工艺。

附图说明

[0060] 图1是表示本发明的第一实施方式的一个实施例的微波等离子体处理装置的立体图。

[0061] 图2是图1所示的微波等离子体处理装置在垂直方向上的剖视图。

[0062] 图3是本发明的第一实施方式的另一个实施例,是将微波输入部设在接地导体上的微波等离子体处理装置的剖视图。

[0063] 图4是本发明的第一实施方式的另一个实施例,是设有嵌入微波传输带线路的槽的电介质基板的示意图。

[0064] 图5是本发明的第一实施方式的另一个实施例,是将等离子体产生部和喷嘴与接地导体板接触而设置的等离子体处理装置的剖视图。

[0065] 图6是表示本发明的第二实施方式的一个实施例的微波等离子体处理装置的立体图。

[0066] 图7是表示本发明的第三实施方式的一个实施例的微波等离子体处理装置的立体图。

[0067] 图8是图7所示的微波等离子体处理装置在垂直方向上的剖视图。

[0068] 图9是表示本发明的第四实施方式的一个实施例的微波等离子体处理装置在垂直方向上的剖视图。

[0069] 图10是本发明的第四实施方式的一个实施例,是设有液态材料的气化供给单元的微波等离子体处理装置在垂直方向上的剖视图。

[0070] 图11是表示将本发明的第五实施方式应用在第一实施方式上的一个实施例的微波等离子体处理装置在垂直方向上的剖视图。

[0071] 图12是表示将本发明的第五实施方式应用在第三实施方式上的一个实施例的微波等离子体处理装置在垂直方向上的剖视图。

[0072] 图13是表示本发明的第六实施方式的一个实施例的微波等离子体处理装置的示意图。

[0073] 图14是表示本发明的第七实施方式的一个实施例的微波等离子体处理装置的示意图。

[0074] 图15是表示以往的使用微波传输带线路的微波等离子体产生装置的一个例子的立体图。

具体实施方式

[0075] <实施方式1>

[0076] 本发明中表示第一实施方式的等离子体处理装置是气体输入口22设在微波传输带线路11上的微波等离子体处理装置。

[0077] 图1和图2是表示本发明的第一实施方式的一个实施例的微波等离子体处理装置的结构图,图1是立体图,图2是在垂直方向上的剖视图。

[0078] 本实施方式的等离子体处理装置具备:电介质基板1、微波输入部13、微波传输带线路11、接地导体12、气体输入口22、喷嘴24、等离子体产生部25、气体供给单元26等。

[0079] 电介质基板1优选使用微波的介质损耗小且热传导率高的材质。电介质基板1可使用例如氧化铝、石英、蓝宝石等适当的材料。电介质基板1也可以使用可弯曲(挠性)的材料、例如聚苯乙烯系(polystyrol)、聚苯乙烯系(polystyrene)等适当的材料。电介质基板1的介电常数和厚度影响微波传输电路的特性阻抗。考虑微波传输特性或等离子体处理装置的形状或等离子体处理装置的热特性等,电介质基板1能够使用适当的材料。电介质基板1可以使用一片基板,也可以是将多片基板重叠的电介质基板。电介质基板1也可以是将材质不同的多片基板重叠的电介质基板。

[0080] 微波输入部13是如图2所示,在电介质基板1的一方的端部上,在微波传输带线路11和接地导体12之间用于激励微波的部件。例如可以使用用于微波同轴电缆的SMA连接器、SMB连接器、N连接器、BNC连接器、OSM连接器等。

[0081] 图3是表示本发明的第一实施方式的其他实施例的微波等离子体处理装置的结构剖视图。微波输入部13如图3所示,通过制作接地导体12的孔,并安装微波连接器,从而还能够设在接地导体12所接触的电介质基板1的表面上。

[0082] 微波传输带线路11,从电介质基板1的第一面的微波输入部13横跨到另一方的端部而设置。另外,在此,作为一个例子使用了微波传输带这一术语,但只要是用于传输微波

也能够适当使用其他的导体。

[0083] 微波传输带线路11的形状是决定微波电路的阻抗、电场分布、微波功率的分配率等特性的重要因素。为了实现产生均匀的等离子体流,需要最优化微波传输带线路11的形状。在微波传输带线路11的微波电路的设计中,在无线通信技术中已经建立了关于微波功率的均匀分配、特性阻抗的配合、阻抗的匹配等技术,从而能够适当使用这些技术。

[0084] 接地导体12,如图1至图3所示,从电介质基板1的与第一面(形成有微波传输带线路11的面)相反一侧的面即第二面的一方的端部横跨到另一方的端部而设置。接地导体12既可以由覆盖电介质基板1的第二面整体的导体构成,也可以由形成在第二面的一部分上的导体构成。

[0085] 微波传输带线路11及接地导体12,能够使用例如铜、金、银、铝、镍等适当的导体材料。微波传输带线路11及接地导体12,能够在电介质基板1上使用金属的蒸镀、蚀刻等通常的IC制造技术来制造。

[0086] 或者,微波传输带线路11及接地导体12,也可以通过利用粘接材料将适当的导体板粘贴在电介质基板1的表面上来制造。

[0087] 图4是表示本发明的第一实施方式的其他实施例的微波等离子体处理装置的结构剖视图。如图4所示,微波传输带线路11能够通过电介质基板1的表面上设置适当的槽15,将微波传输带线路的导体板嵌入该槽中,从而设置微波传输带线路11。该方法也能够同样使用在第二面的一部分上设置接地导体12的情况中。

[0088] 等离子体产生部25和喷嘴24,设在微波传输带线路11和接地导体12之间。等离子体产生部25和喷嘴24,如图2所示设在电介质内部。

[0089] 图5是表示本发明的第一实施方式的其他实施例的微波等离子体处理装置的结构立体图。如图5所示,等离子体产生部25和喷嘴24可以与接地导体12接触而设置。或虽未图示,也可以与微波传输带线路11接触而设置。

[0090] 气体输入口22是设置在接地导体12上的孔,用于将从气体供给单元26供给的气体供给到等离子体产生部25。气体输入口22的孔的形状能够设为○、△、□、☆等各种形状。

[0091] 气体输入口22的直径,优选是与根据气体输入口22的剖面确定的屏蔽波长(cut-off wavelength)相比足够小的尺寸。由此,能够防止微波通过气体输入口辐射到电介质外部。而且,能够抑制气体输入口22对微波传输带电路中的微波传输特性的影响。

[0092] <确定气体输入口的尺寸的原理>

[0093] 若微波传输到微波传输带电路,则在金属的表面上感应出电流。若在接地导体12或微波传输带线路11上设有孔,则该电流的流动被切断,微波有可能通过该孔向外部辐射,但在该情况下,若将孔的尺寸设置为比屏蔽波长小,则电流的流动未被切断,而通过孔周围的导体流动。其结果是,微波无法穿过孔,而进行全反射。

[0094] 在孔的形状为○的情况下,屏蔽波长接近电介质基板1内的微波的波长的1/2。从而,若将气体输入口22的直径设为比电介质基板1内的微波的波长的1/2足够小,则不影响微波传输特性,而能供给气体。

[0095] 气体输入口22优选设在等离子体产生部25的下表面,但也可以设在接地导体12的任意位置上,并在电介质基板1内设置气体线路且将气体流路相连至等离子体产生部25为止。在该情况下,为了抑制对电介质基板1中的微波传输特性的影响,优选从气体输入口22

至等离子体产生部25的气体线路的距离短。

[0096] <等离子体的产生原理>

[0097] 从微波输入部13输入到微波传输带线路11和接地导体12之间的电介质基板1的微波,沿微波传输带线路11在电介质基板1内传输。微波在微波传输带线路11的端部位置引起反射波,在电介质基板1内生成驻波。该驻波的电场在微波传输带线路11端部和接地导体12的端部之间成为最大值。通过该强电场,使得向等离子体产生部25供给的气体被激励,产生等离子体。所产生的等离子体与流动的气体一起从喷嘴24喷出。由此,能够供给等离子体流。

[0098] <实施方式2>

[0099] 表示本发明中的第二实施方式的等离子体处理装置,是气体输入口22设在微波传输带线路11上的微波等离子体处理装置。

[0100] 图6是表示本发明的第二实施方式的一个实施例的微波等离子体处理装置的结构立体图。如图所示,在微波传输带线路11上设有气体输入口22。

[0101] 在本发明的第二实施方式中,除了气体输入口22设在微波传输带线路11上以外,是其他与所述第一实施方式相同的微波等离子体处理装置,气体输入口22的孔的形状,能够设为○、△、□、☆等各种形状,另外,气体输入口22的直径,优选与根据气体输入口22的剖面确定的屏蔽波长(cut-off wavelength)相比足够小的尺寸。由此,能够防止微波通过气体输入口向电介质外部辐射。

[0102] <实施方式3>

[0103] 表示本发明中的第三实施方式的等离子体处理装置,是在上述的表示第一或第二实施方式的等离子体处理装置中,在电介质基板1上设有锥形部14的装置,所述锥形部14是朝向该电介质基板的另一方的端部而厚度逐渐减小的形状。

[0104] 图7和图8是表示本发明的第三实施方式的一个实施例的微波等离子体处理装置的结构图,图7是立体图,图8是在垂直方向上的剖视图。

[0105] 在图7、图8所示的微波等离子体处理装置中,电介质基板1中的锥形部14是只在电介质基板1的第一面上设有斜面的形状,但锥形部14也可以是电介质基板1的第一面的斜面的倾斜度与第二面的斜面的倾斜度相同的形状,也可以是只在电介质基板1的第一面或第二面中的任意一个面上设有斜面的形状。

[0106] 就微波传输带线路11和接地导体12之间的微波的电场而言,电介质基板1的厚度越薄,即微波传输带线路11和接地导体12之间的距离越短,该电场越强。根据该原理,设在锥形部14部位的等离子体产生部25中的微波电场变强。由此,能够在更低功率下稳定地生成、维持等离子体。另外,锥形部还有抑制等离子体产生部25和喷嘴24中的微波反射的效果。

[0107] 锥形部14的长度设为锥形部14的倾斜度成为45度即可。或者,也可以考虑锥形部14的形状的倾斜角度或特性阻抗等而适当设定锥形部14的长度。另外,通过适当设定锥形部14的形状的倾斜角度和长度,能够大幅抑制从等离子体反射的微波的反射波。

[0108] 微波传输带线路11的端部,如图7所示,能够设为适当的形状,使得等离子体产生部25中的微波电场的空间分布均匀,且电场强度变强。

[0109] 等离子体产生部25的大小可以为任意的尺寸,但考虑微波电场分布而确定,能够

改善微波的传输特性,同时能够生成更稳定的等离子体。

[0110] 例如,等离子体产生部25的朝向电介质基板1内部的进深距离,若设为在电介质基板1内生成的上述驻波的1/4波长,则驻波的电场强度在喷嘴24处为最大值,在等离子体产生部的内部壁处为最低值。由此,能够更稳定地生成、维持等离子体。

[0111] <实施方式4>

[0112] 表示本发明中的第四实施方式的微波等离子体处理装置,是在上述的表示第一至第三实施方式的等离子体处理装置中,在接地导体12上设有两个以上的气体输入口22的装置。

[0113] 图9表示本发明的第四实施方式的一个实施例的微波等离子体处理装置在垂直方向上的剖视图。如该图所示,是三个气体输入口22设在接地导体12上的装置。通过在三个气体输入口22分别输入不同的气体种类,能够改变等离子体放电特性及工艺特性。

[0114] 一般而言,在大气压这样的高气压下,为了能够稳定地生成等离子体,使用氩气Ar或氦气He等惰性气体。但是,若混合分子气体作为工艺用气体,则等离子体会变得不稳定,存在难以维持等离子体的问题。

[0115] 本发明的微波等离子体处理装置,能够对应于等离子体产生部25中的电场的空间分布,确定输入各气体种类的位置,从而能够用惰性气体维持稳定的等离子体,同时向等离子体产生部内供给工艺气体。

[0116] 在本实施例中,通过向离喷嘴24远的气体输入口(气体A)供给氩气Ar或氦气He、向下一个气体输入口(气体B)供给氢气H₂、向离喷嘴24最近的气体输入口(气体C)供给甲烷CH₄,能够在低气压或中间气压或高气压下稳定地生成、维持反应气体等离子体。

[0117] 本发明的微波等离子体处理装置,能够应用在DLC(类金刚石,diamond like carbon)薄膜或金刚石薄膜、碳纳米管、石墨烯膜等的碳合成材料用的等离子体CVD上。

[0118] 另外,作为其他的实施例,制造设有两个气体输入口的等离子体处理装置,通过向离喷嘴24远的气体输入口供给惰性气体(氩气Ar或氦气He)、向离喷嘴24近的气体输入口供给氮气N₂,能够在低气压或中间气压或高气压下,用低功率稳定地产生氮气等离子体。期待该氮气等离子体在铜等金属表面的氮化处理或在氮化物半导体的制造等的等离子体氮化处理上的应用。

[0119] 另外,作为本发明的第四实施方式的其他的实施例,制造了微波等离子体处理装置,所述微波等离子体处理装置设有两个气体输入口,其中,在一个气体输入口上设有液体的气化供给单元。根据该微波等离子体处理装置,能够提供一种将水或乙醇等的液体材料进行等离子体化的等离子体处理装置。

[0120] 图10是表示该实施例的微波等离子体处理装置的一个例子在垂直方向上的剖视图,在离喷嘴24近的气体输入口上具备液体材料27的气化供给单元28。在本实施例中,通过向离喷嘴24远的气体输入口供给惰性气体(氩气Ar或氦气He)、向离喷嘴24近的气体输入口供给气化的水H₂O,从而即使在大气压下也能够生成稳定的等离子体。在该等离子体中含有高密度的由水H₂O被激励而生成的OH、H、O等自由基(化学活性种),从而期待在个体表面的亲水性处理或净化、空气净化或在除臭、灭菌、杀菌等的处理上的应用。

[0121] <实施方式5>

[0122] 表示本发明中的第五实施方式的微波等离子体处理装置是,在上述的表示第一实

施方式、第三实施方式、或第四实施方式的等离子体处理装置中,在设有微波传输带线路11的电介质基板1的第一面上,具备第二电介质基板1a、接地导体12a、气体输入口22a、喷嘴24a、等离子体产生部25a和气体供给单元26a等的装置。

[0123] 图11是表示本发明的第五实施方式的一个实施例的微波等离子体处理装置在垂直方向上的剖视图。图12是表示本发明的第五实施方式的另一个实施例的微波等离子体处理装置的剖视图,并表示使用具备锥形部的电介质基板的实施例的等离子体处理装置在垂直方向上的剖视图。

[0124] 在本发明的第五实施方式中,虽然电介质基板1和电介质基板1a能够使用不同材质的电介质基板,但优选使用介电常数相同的电介质基板。

[0125] <等离子体的产生原理>

[0126] 从微波输入部13输入的微波,导入到电介质基板1和电介质基板1a这两者。该微波分别沿着微波传输带线路11在电介质基板1和电介质基板1a内传输。

[0127] 微波在微波传输带线路11的端部位置引起反射波,在电介质基板1和电介质基板1a内生成驻波。该驻波的电场在微波传输带线路11端部和接地导体12的端部之间、以及在微波传输带线路11的端部和接地导体12a的端部之间为最大值。

[0128] 通过该强电场,使得向等离子体产生部25和等离子体产生部25a供给的气体被激励,产生等离子体。所产生的等离子体与流动的气体一起分别从喷嘴24和喷嘴24a喷出。

[0129] <实施方式6>

[0130] 表示本发明的第六实施方式的微波等离子体处理装置是,在上述的表示第一至第五实施方式的微波等离子体处理装置中,将微波传输带线路11从一方的端部向另一方的端部分支成多个,使得微波功率能够均匀地供给到等离子体产生部25的微波等离子体处理装置。

[0131] 在图13中表示了本发明的第六实施方式的一个实施例。图13(a)是大规模化的微波等离子体处理装置的立体图,所述大规模化的微波等离子体处理装置设有:从一个微波输入部13分支成多个的微波传输带线路11、多个气体输入口22、长轴的等离子体产生部25、长轴的喷嘴24、用于向多个气体输入口22供给气体的气体供给单元26。图13(b)是表示图13(a)的立体图中所示的a和b的剖面的在水平方向上的剖视图。在图13所示的本发明的实施例的微波等离子体处理装置中,通过从一方的端部将微波传输带线路11分支两次,分支成四条线,从而能够将微波功率均匀地供给到等离子体产生部25。

[0132] 另外,在微波传输带线路11的另一方的端部中设置成合适的形状,从而能够提高阻抗,提高所述等离子体产生部25中的微波电场的强度。图13所示的实施例的形状只不过是一个例子,例如,在图13所示的实施例中,微波传输带线路11的另一方的端部对应于所述四条线而分别分开,但也可以是连接为一个的形状。

[0133] <实施方式7>

[0134] 表示本发明的第七实施方式的微波等离子体处理装置是,在上述的表示第一至第六实施方式的微波等离子体处理装置中,应用排列化技术的大规模化的等离子体处理装置,所述大规模化的等离子体处理装置构成为,通过共用所述电介质基板和所述接地导体,并横向排列,从而能够产生长轴长的等离子体。

[0135] <基于排列化的等离子体流的大规模化>

[0136] 在本发明的第一至第六实施方式中,通过应用排列化技术,能够使得喷出的等离子体以及等离子体处理面积变得大规模化。

[0137] 本发明的微波等离子体处理装置的大规模化,通过如下设置而能够实现,在一个长轴的电介质基板1中,适当地设置多个微波传输带线路11、接地导体12、在接地导体12或微波传输带线路11上以固定间隔设置的多个气体输入部22、长轴的等离子体产生部25、长轴的喷嘴24、用于向多个气体输入部22供给气体的气体供给单元26。

[0138] 图14表示本发明的第七实施方式的一个实施例。在该图中,表示了将四个所述图13所示的第六实施方式的等离子体处理装置排列化的微波等离子体处理装置,图14(a)是设置多个微波输入部13并排列化而实现大规模化的微波等离子体处理装置的立体图。图14(b)是表示图14(a)的立体图所示的a和b的剖面的在水平方向上的剖视图。图14(c)是气体输入部22上的在水平方向上的剖视图。图14(d)是气体供给单元26上的在水平方向上的剖视图。

[0139] 本发明的微波等离子体处理装置,通过在宽度宽的等离子体的下部设有移动式的基板工作台,从而能够连续处理被处理物。本发明的微波等离子体处理装置由于能够供给稀有气体或反应性气体、或稀有气体与反应性气体的混合气体,且在低气压或中间气压或高压下产生等离子体,从而期待其在多个产业领域中应用。

[0140] 产业上的可利用性

[0141] 本发明能够提供一种微波等离子体处理装置,其能够供给稀有气体或反应性气体、或稀有气体与反应性气体的混合气体,且不限于低气压,在中间气压或高压下也能够产生稳定的低温等离子体流,且装置的制造和运行成本低,能够生成高密度的自由基,从而期待应用在工业用的大量生产工艺中。另外,本发明的微波等离子体处理装置还能够作为大规模等离子体产生系统而利用在材料表面工艺、材料合成、环境应用、医疗应用等中。

[0142] 附图标记说明

- [0143] 1 电介质基板
- [0144] 11 微波传输带线路
- [0145] 12 接地导体
- [0146] 13 微波输入部
- [0147] 14 锥形部
- [0148] 15 槽
- [0149] 22 气体输入部
- [0150] 23 电介质内部的气体流路
- [0151] 24 喷嘴
- [0152] 25 等离子体产生部
- [0153] 26 气体供给单元
- [0154] 27 液体材料
- [0155] 28 气化供给单元
- [0156] 31 微波连接器

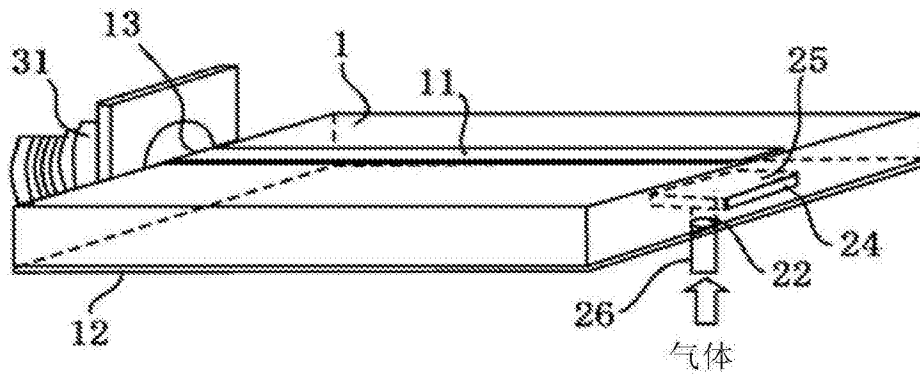


图1

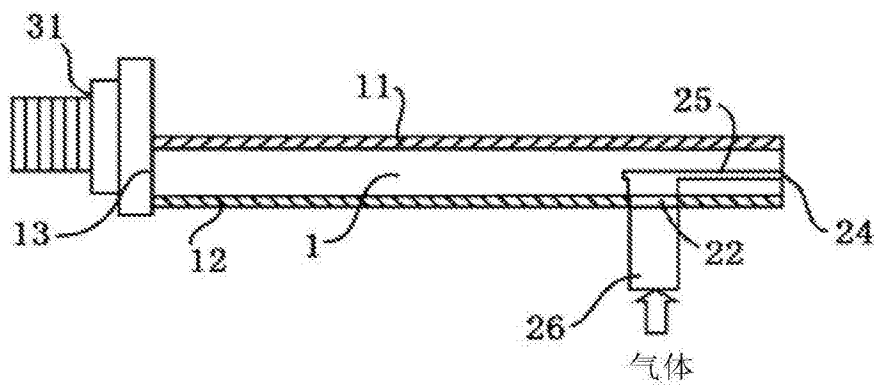


图2

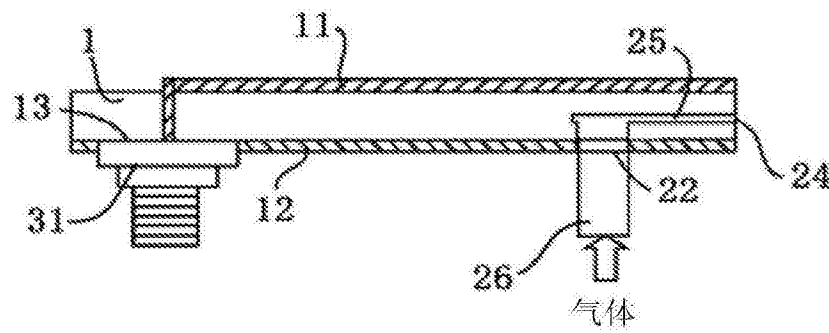


图3

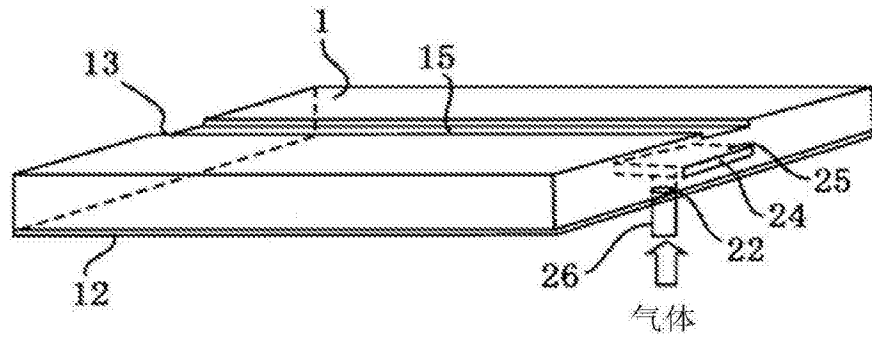


图4

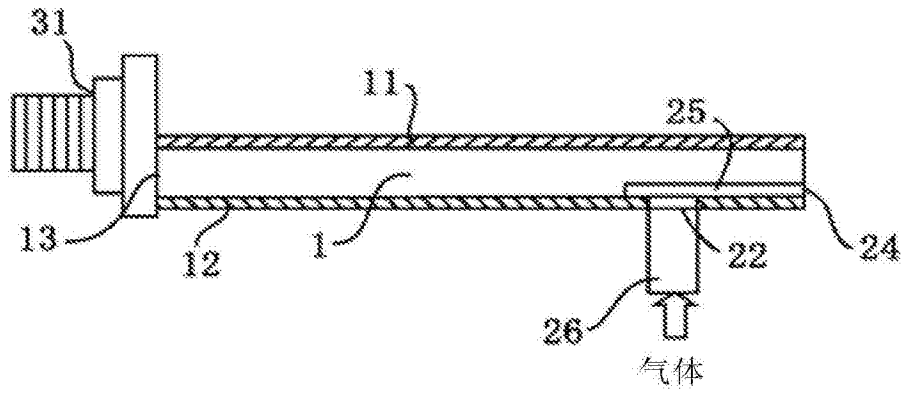


图5

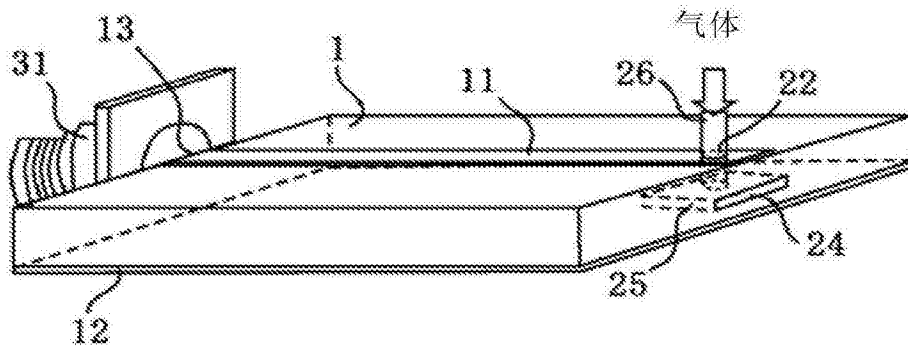


图6

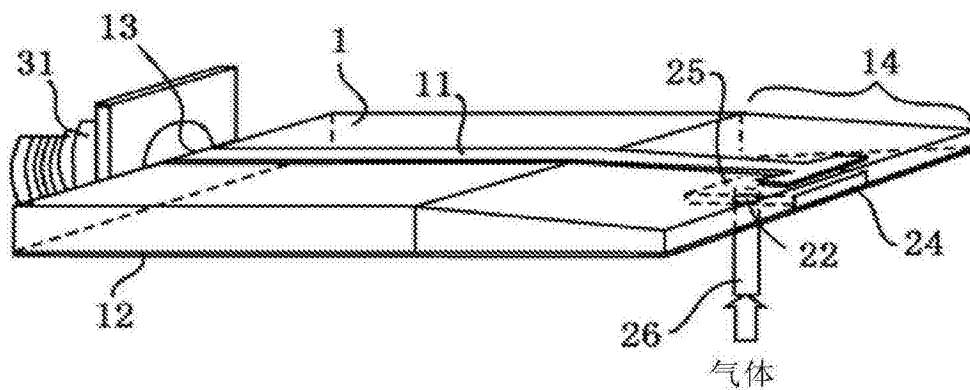


图7

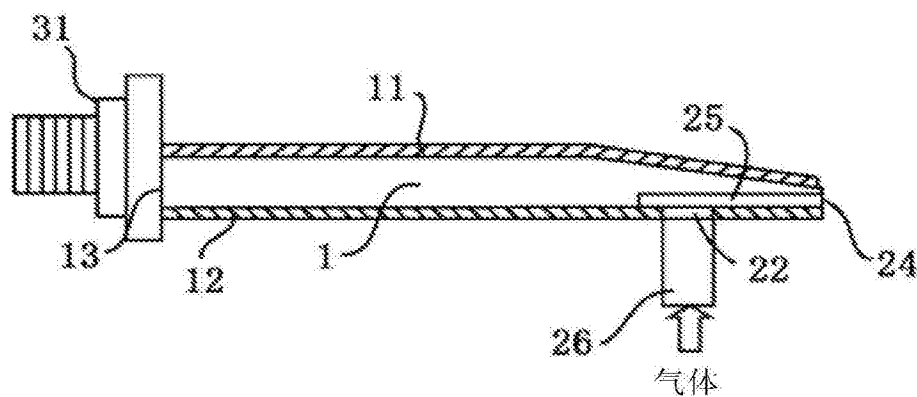


图8

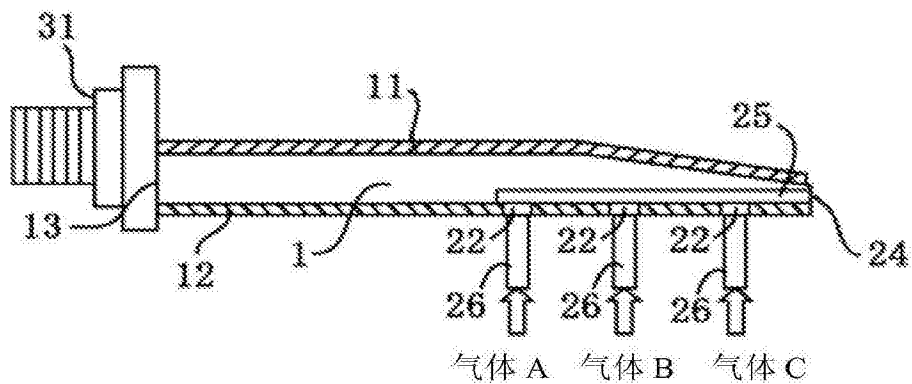


图9

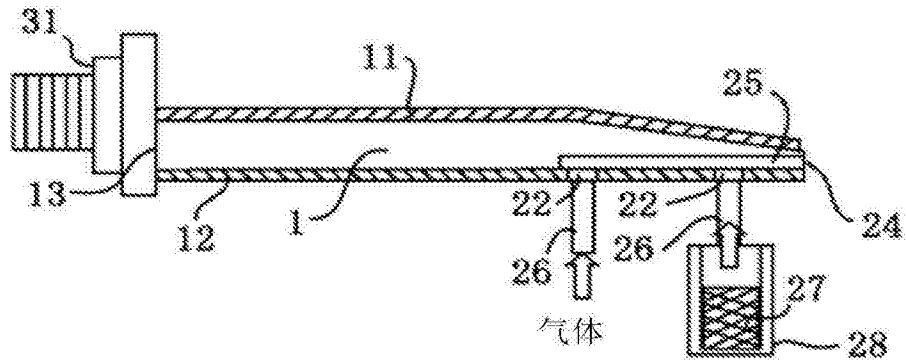


图10

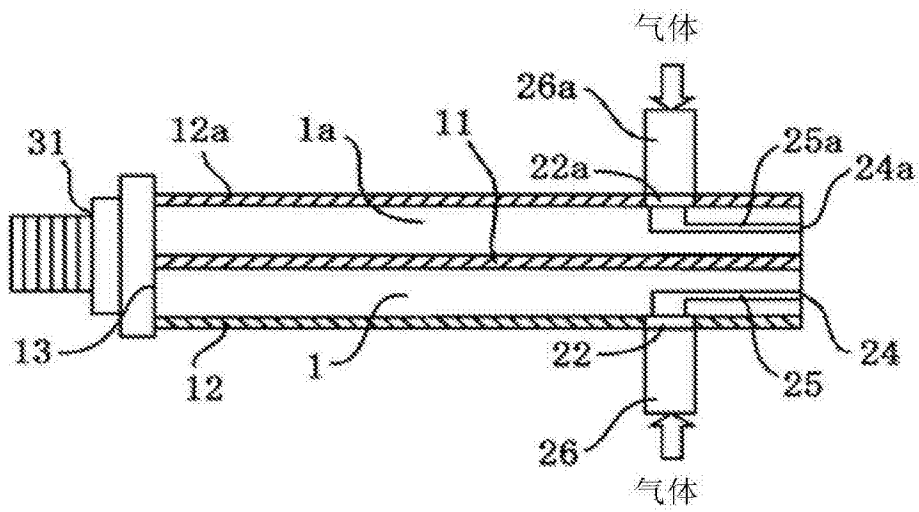


图11

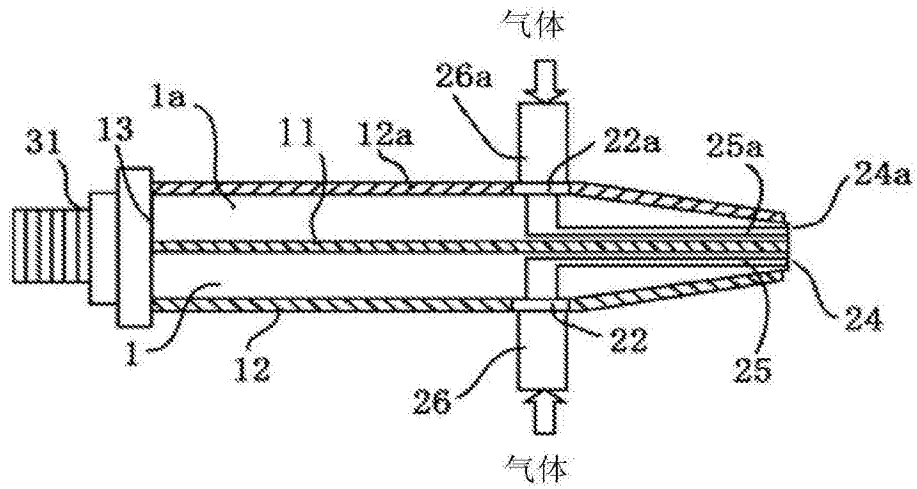


图12

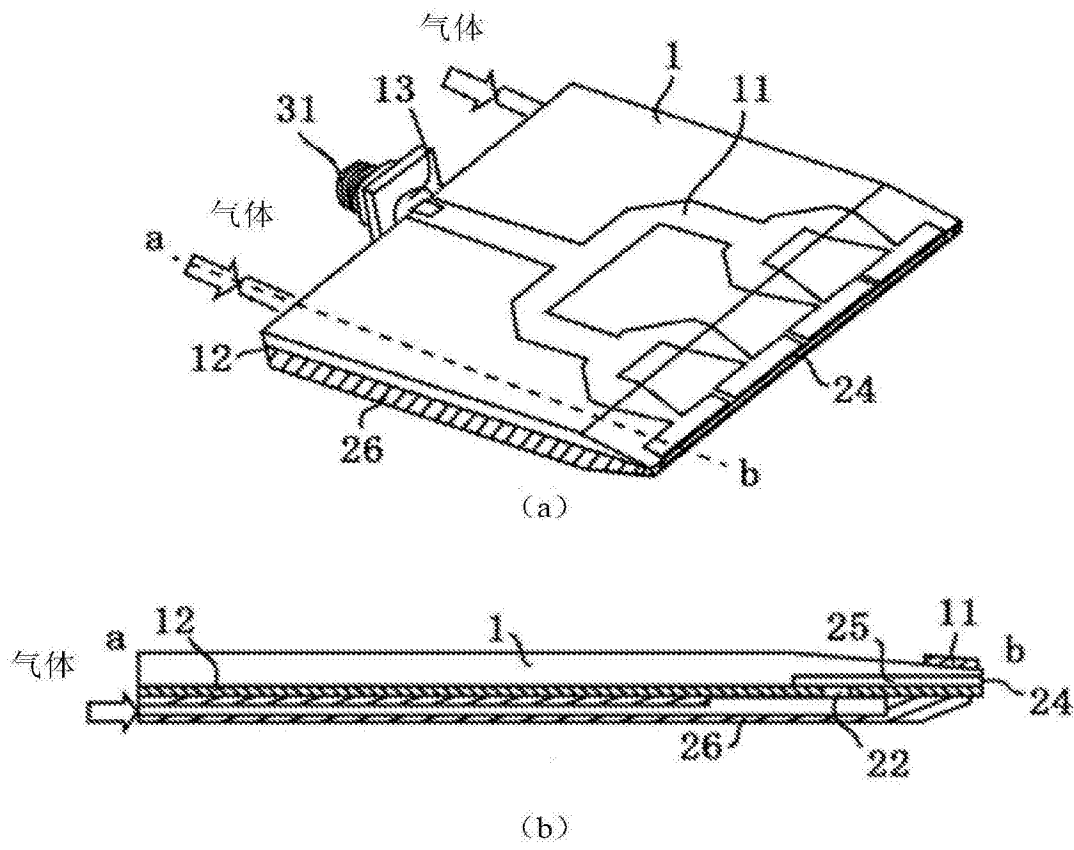


图13

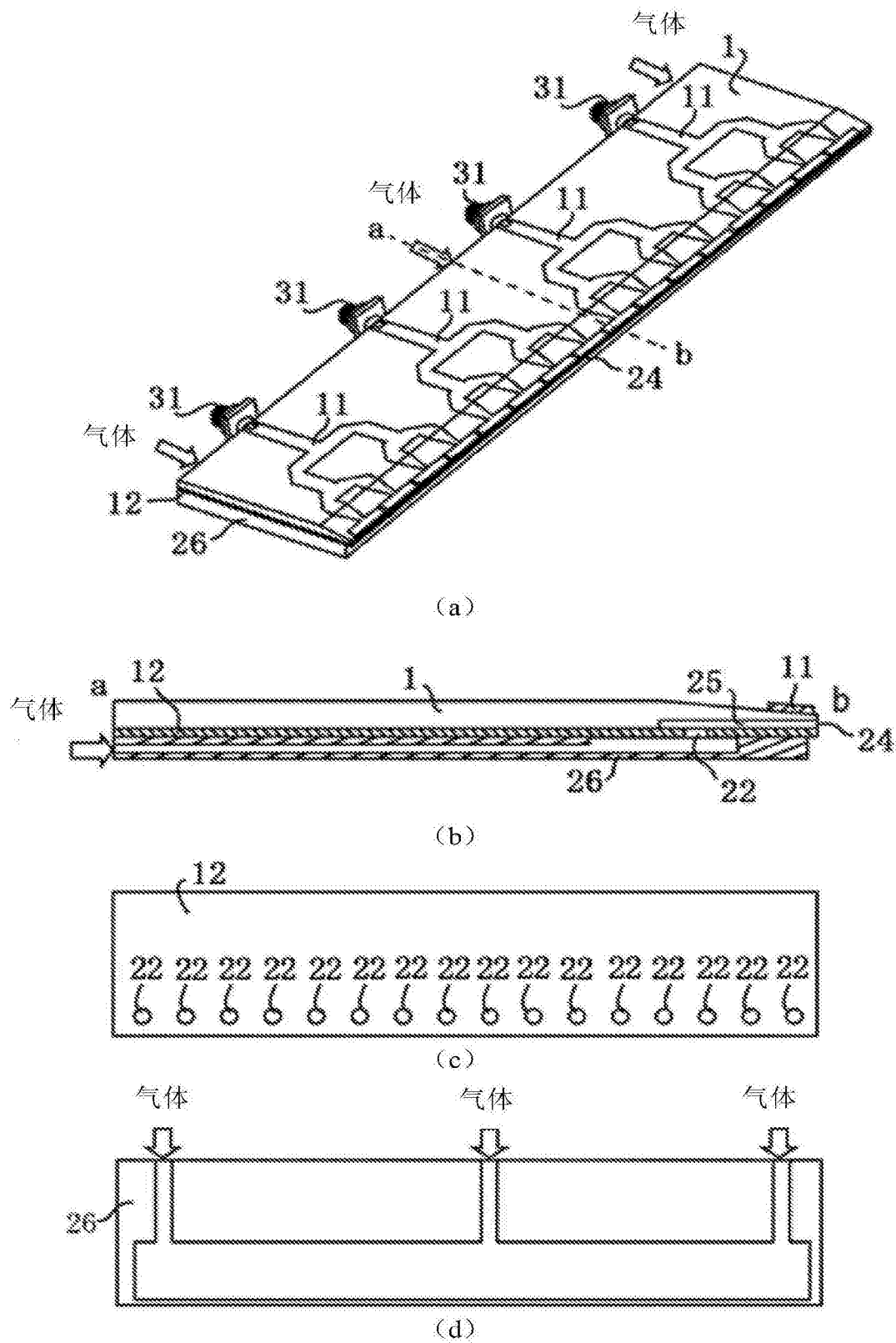


图14

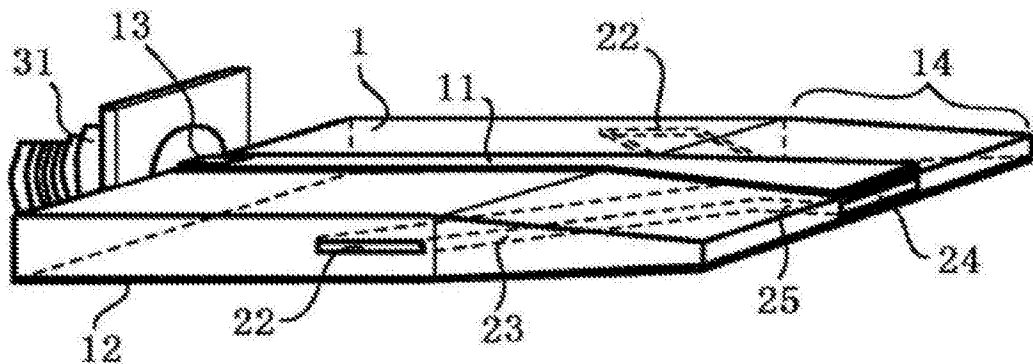


图15